تعیین مهم‌ترین ویژگی‌های خاکی مؤثر بر عملکرد برنج در شالیزارهای شمال غرب استان گیلان

سمیرا همتی[۱]، نفیسه یغمائیان[۲]، محمدباقر فرهنگی[۳] و عاطفه صبوری[۴]
۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیاران گروه علوم خاک، ۴- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

چکیده

برنج نقش مهمی در تغذیه نیمی از مردم جهان، به‌ویژه ساکنان کشورهای در حال توسعه دارد. میزان عناصر موجود در خاک و ویژگی‌های فیزیکی آن نقش تعیین کننده‌ای در عملکرد برنج دارند. این پژوهش در بخشی از شالیزارهای استان گیلان به منظور بررسی روابط بین عملکرد برنج با برخی از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و تعیین سهم آن دسته از ویژگی‌ها که بیشترین تأثیر را بر عملکرد دارند، اجرا گردید. در این راستا به منظور تخمین عملکرد از رگرسیون گام به گام استفاده شد. در این روش عملکرد برنج به عنوان متغیر وابسته و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. مقدار نیتروژن کل، رسانایی الکتریکی، فسفر قابل دسترس، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و درصد سیلت خاک به عنوان مهم‌ترین ویژگی‌های خاکی مؤثر بر عملکرد برنج معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: رگرسیون گام به گام، نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس.

مقدمه

برنج از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی دنیا است و پس از گندم، بیشترین سطح زیر کشت زمین‌های کشاورزی جهان به برنج اختصاص دارد. با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و تقاضای سرانه برای محصولات کشاورزی به ویژه برنج و عدم امکان افزایش قابل توجه سطح زیر کشت با اشراف به این که برنج تولیدی درکشور تنها دو سوم مصرف سالانه کشور را تأمین می‌کند و هر سال، یک سوم نیاز داخلی ما از خارج وارد می‌شود، این موضوع بسیار مهم است که از اراضی استفاده شود که از هر نظر مناسب کشت برنج باشند تا شاهد بیشترین عملکرد باشیم (سیدمحمدی و اسماعیل‌نژاد، ۱۳۹۳).

اصولاً رشد و نمو گیاهان وابسته به تمام عوامل محیطی است و هیچ عاملی به تنهایی نمی‌تواند نقش مؤثری بر رشد داشته باشد. یکی از این عوامل ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک است (Ingram, 1964; Lucas and Knezek, 1972). برنج هم مانند سایر گیاهان زراعی برای استفاده حداکثر از شرایط محیطی، افزون بر شرایط آب و هوایی و مدیریت زراعی بهینه، نیاز به خاک مناسب برای رسیدن به بیش‌ترین عملکرد را دارند. بنابراین، یکی از مهم ترین مسائل برای افزایش کارایی استفاده از منابع موجود و افزایش عملکرد در واحد سطح، افزایش باروری خاک می باشد(Munshi, 1994) . شناسایی فاکتورهای خاکی به عنوان مبنای تصمیم‌های مدیریتی اغلب به دلیل برهم‌کنشی که بین آن‌ها وجود دارد و عملکرد محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد، فرایند پیچیده‌ای است. برای تأثیر بهتر برنامه‌های مدیریتی زراعی، باید تغییرپذیری خاک و ویژگی‌های خاکی محدود کننده عملکرد را مد نظر قرار داد (Yemefacket al., 2005). مارالینو و همکاران (۱۹۹۹) حاصل‌خیزی خاک را به عنوان عواملی مؤثر در ارزیابی عملکرد ذرت معرفی کردند. با توجه به تأثیرپذیری عملکرد محصولات زراعی از ویژگی‌های مختلف خاک، تعیین مهم‌ترین ویژگی‌های مؤثر بر عملکرد به منظور اعمال مدیریت بهینه اراضی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از این روش‌های مورد استفاده در این راستا رگرسیون گام به گام است. تجزیه رگرسیونی یک روش ساده برای بررسی روابط تابعی بین متغیرهاست (Chatterjee and Hadi, 2006). از آن‌جا که ارزیابی کلیه رگرسیون‌های ممکن به محاسبات زیادی نیاز دارد، روش‌های مختلفی ایجاد شده است. تنها تعداد کمی از مدل‌های رگرسیونی دارای زیرمجموعه‌ای از متغیرها هستند که از راه افزودن یا حذف کردن متغیرها، آن‌ها را در یک زمان بررسی می‌کنند. این روش‌ها عموما به روش‌های نوع گام به گام معروف هستند (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۸).

این پژوهش با هدف بررسی ارتباط آماری برخی از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک با عملکرد برنج و همچنین تعیین میزان تأثیرگذاری هر ویژگی بر عملکرد آن در شمال‌غرب استان گیلان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه شامل مزارع برنج تحت مدیریت کشاورزان منطقه بوده که در شمال‌غرب استان گیلان با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۳ دقیقه و طول ۴۹ درجه و ۸ دقیقه واقع است. ۶۰ نمونه خاک به روش سیستماتیک-تصادفی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برداشت شد. ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک از قبیل فراوانی نسبی ذرات، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، درصد کربن آلی، درصد نیتروژن کل، پتاسیم و فسفر قابل دسترس، کربن زیست‌توده و ضریب متابولیک که در منابع مختلف به عنوان ویژگی‌های مؤثر بر کیفیت خاک معرفی شده‌اند، اندازه‌گیری و تعیین شدند (Soil Survey Staff, 1996., Alef and Nannipieri, 1995). نمونه‌برداری از محصول برنج در پلات ۱ مترمربع با مرکزیت ۶۰ نقطه نمونه‌برداری خاک در شهریور ماه ۱۳۹۵ صورت گرفت. سپس از روش رگرسیون گام به گام که می‌تواند ویژگی‌های موثر بر عملکرد برنج را تعیین کند، در محیط نرم‌افزار SPSS استفاده شد. در تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد برنج به عنوان متغیر وابسته و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. میزان تاثیرگذاری هر ویژگی بر روی متغیر وابسته (عملکرد برنج) بر اساس قدر مطلق ضریب تابعیت (شیب) استاندارد آن ویژگی تعیین شد.

نتایج و بحث

خلاصه آماره‌های توصیفی برای ویژگی‌های خاک در جدول ۱ ارائه شده است. براساس طبقه‌بندی وایلدینگ (Wilding, 1985) اگر ضریب تغییرات ویژگی‌ای از خاک بیش از ۳۵ درصد باشد، تغییرپذیری آن زیاد است. از این رو مقدار ضریب تغییرات نشان‌دهنده آن است که بیش‌تر ویژگی‌های بررسی شده از تغییرپذیری بالایی در منطقه مورد مطالعه برخوردار هستند (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک‌های مورد مطالعه

ویژگی‌های خاک	میانگین	بیش‌ترین	کم‌ترین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (٪)
کربن آلی (٪)	3.14	5.46	1.17	1.12	35
نیتروژن کل(٪)	0.19	0.29	0.11	0.04	21
فسفر قابل دسترس (mg/kg)	16.23	216.45	0.2	27.54	169
پتاسیم قابل دسترس (mg/kg)	165.1	432	50	84.66	51
کلسیم (mg/kg)	161.66	460	20	101.93	63
منیزیم (mg/kg)	321.66	1100	33.33	265.02	82
کلسیم+منیزیم (mg/kg)	483.33	1140	93.33	266.32	55
درصد رس	23.04	39.5	8.5	6.77	29
درصد سیلت	53.3	73	34	9.04	17
درصد شن	23.65	48	0.5	12.23	52
میانگین وزنی قطر خاکدانه (mm)	2.31	3.09	0.97	0.53	23
چگالی ظاهری	1.66	1.9	1.49	0.088	5
pH	7.26	7.63	6.6	0.24	3
رسانایی الکتریکی (dS/m)	0.84	4.64	0.28	0.73	85
ضریب متابولیک (٪)	3.5	20.35	0.27	3.66	104
کربن فعال (mg/100g)	33.11	97.14	9.75	14.11	42
کربن زیست توده (mg/100g)	69.71	413.1	6.87	68.37	98
عملکرد (ton/ha)	4.55	5.94	3.06	0.98	22

با استفاده از رگرسیون گام به‌گام، ویژگی‌های خاکی تأثیرگذار بر عملکرد برنج مشخص شدند. با توجه به مقدار ضریب تبیین معادله که در جدول ۲ ارائه شده است می‌توان نتیجه گرفت که مجموعه این ویژگی‌ها مهم‌ترین عوامل خاکی تاثیرگذار روی عملکرد برنج هستند و با اندازه‌گیری این ویژگی‌های خاک و معادله به دست آمده از راه رگرسیون گام به گام، می‌توان مدل رابطه بین مهم‌ترین ویژگی‌ها و عملکرد برنج را به‌صورت رابطه (۱) پیشنهاد کرد. این رابطه می‌تواند تخمین قابل قبولی از میزان عملکرد برنج در منطقه داشته باشد.

$$Y= 317.681 + 56.5\ (MWD) + 1062.648\ (N) - 3.261\ (Silt) + 1.139\ (P) - 51.320\ (EC) \quad (۱)$$

در این رابطه Y عملکرد برنج (تن در هکتار) است که متأثر از ویژگی‌های خاک است.

جدول ۲- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام بر روی عملکرد برنج

متغیرهای مستقل مدل	ضرایب رگرسیون استاندارد نشده	ضرایب رگرسیون استاندارد شده	سطح معنی داری
(Constant)	317.681		0.000
MWD (mm)	56.958	0.309	0.002
N (%)	1062.648	0.440	0.000
Silt (%)	-3.216	-0.295	0.000
P (mg/kg)	1.139	0.318	0.003
EC (ds/m)	-51.320	-0.378	0.001

Adjusted R Square =0.65

بر اساس قدر مطلق ضریب رگرسیون استاندارد شده، نیتروژن کل (۰/۴۴) و پس از آن رسانایی الکتریکی (۰/۳۷۸) بیشترین تاثیر را بر عملکرد برنج داشتند (جدول ۲). همچنین، رابطه نیتروژن کل با عملکرد رابطه مثبت اما رابطه رسانایی الکتریکی با عملکرد منفی بود. نیتروژن یکی از عناصر پرنیاز گیاهان بوده و میزان مصرف آن بسیار بالاست. بنابراین کمبود آن حتی در خاک‌هایی با میزان ماده آلی بالا نیز دیده می‌شود (Havlin et al., 1999) . نیتروژن بیشترین تاثیر را بر رشد سبزینه‌ای برگ گیاهان دارد که مربوط به تاثیر آن بر کلرفیل برگ می‌باشد (Piekielek and Fox, 1992). گیاه برنج در سه مرحله اصلی رشد یعنی پنجه‌زنی، شروع تشکیل خوشه و پر شدن دانه به نیتروژن نیاز دارد که حضور نیتروژن کافی در این مراحل سبب افزایش عملکرد محصول برنج می‌شود (IRRI, 1979). فجریا (۲۰۰۱) گزارش کرد که نیتروژن عملکرد برنج را با افزایش تعداد و طول خوشه، تعداد سنبلچه در خوشه و شاخص برداشت افزایش می‌دهد. فرجی و میرلوحی (۱۳۷۷) و سایتو و همکاران (2006) نیز به نتایج یکسانی دست یافتند. رسانایی الکتریکی خاک (EC)بیانگر مقدار نمک‌های محلول در خاک است. غلظت بالای نمک‌های محلول خاک باعث کاهش جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه گیاه می شود. هرچه مقدار نمک‌ها در خاک بیش‌تر باشد فشار اسمزی در گیاهان بیش‌تر خواهد بود. زیرا گیاه باید حداقل فشار اسمزی، معادل فشار اسمزی محلول خاک تولید کند تا بتواند آب و عناصر غذایی را جذب کند (زرین کفش، ۱۹۹۰). شوری سبب کاهش عملکرد دانه و محصول برنج می‌گردد. آثار شوری ناشی از انباشت یون‌های منیزیم، کلسیم، کلر و سولفات می‌تواند سبب تأخیر در جوانه‌زنی و رشد گیاهچه، تأخیر در گل‌دهی و افزایش خوشه‌چه‌های پوک گیاه برنج، بازداری رشد، لوله شدن برگ‌ها، لکه‌های سفید در سطح برگ، خشک شدن برگ‌های مسن‌تر، رشد ضعیف ریشه و افزایش درصد مرگ برگ‌ها شود (Flowers et al., 2004) که رابطه منفی EC با عملکرد بیانگر این موضوع است پس از این دو ویژگی به ترتیب فسفر قابل دسترس (۰/۳۱۸)، میانگین وزنی خاکدانه‌ها (۰/۳۰۹) و درصد سیلت (۰/۲۹۵) بر عملکرد برنج تاثیر داشتند که فسفر و میانگین وزنی خاکدانه‌ها با عملکرد رابطه مثبت و درصد سیلت رابطه منفی داشت. فسفر بعد از نیتروژن، مهم‌ترین عنصر غذایی محدودکنندهٔ تولید محصول در بسیاری از نقاط جهان است. اگر مقدار فسفر معدنی در گیاه کاهش یابد، سرعت فعالیت‌های متابولیسمی کند می‌شود. زیرا فسفر کافی برای انتقال انرژی در دسترس نخواهد بود. در اثر تغذیه ناکافی با فسفر، بسیاری از فعالیت‌های متابولیسمی تحت تأثیر قرار می‌گیرند که حساس‌ترین آنها ساخت اسید نوکلئیک و پروتئین است که در شرایط کمبود فسفر مستقیماً از طریق کاهش رشد خود را نشان می‌دهد (Holford, 1997)). میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و

درصد ذرات معدنی خاک (شن، سیلت و رس) به طور مستقیم یا غیر مستقیم در تامین و نگه‌داری آب، هوا و عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان نقش دارند (Reynolds et al., 2009). توزیع اندازه ذرات بر درجه حرارت، تخلخل و سایر ویژگی‌های خاک موثر بوده و از این رو بر رشد گیاه و تولید محصول تأثیر بسزایی دارد(Diaz-Zorita et al.,2002). نتایج این پژوهش نشان داد که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در توصیف تغییرپذیری عملکرد در مقیاس مزرعه‌ای نقش مهمی را ایفا می‌کنند. از این ویژگی‌ها درصد نیتروژن کل، رسانایی الکتریکی، درصد فسفر قابل دسترس، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و فراوانی نسبی ذرات خاک بیشترین سهم را در مقدار عملکرد برنج داشتند.

منابع

رضایی، ا. و سلطانی، ا. ۱۳۷۸. مقدمه ای بر تجزیه و تحلیل رگرسیون. دانشگاه صنعتی اصفهان.

زرین کفش، م. ۱۳۶۹. حاصلخیزی خاک و تولید. دانشگاه تهران. ایران.

سیدمحمدی، ج. و اسماعیل نژاد، ل. ۱۳۹۳. ارزیابی کیفی و کمی اراضی برای برنج در نواحی مرکزی گیلان. نشریه دانش آب و خاک. جلد ۲۴، شماره ۱، صفحه‌های ۱۶۵ تا ۱۸۱.

فرجی، ا. و میرلوحی، ا. ۱۳۷۷. اثر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در اصفهان. مجلهٔ علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد دوم، شمارهٔ سوم، صفحه‌های ۲۵ تا ۳۲.

Alef, K. and P. Biochemistry. Academic Press INC.Nannipieri. 1995. Methods in Applied Soil Microbiological

Chatterjee S. and Hadi. A. 2006. Regression Analysis by Example. 4th Ed., John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 375 p.

Diaz-Zorita M., Perfect E., and Grove J.H. 2002. Disruptive methods for assessing soil structure. Soil and Tillage Research, 64: 3-22.

De Datta S.K., and Buresh R.J. 1989. Integrated Nitrogen Management in Irrigated Rice. In Advances in Soil Science (pp. 143-169). Springer New York.

Fageria N.K. 2001. Nutrient management for improving upland rice productivity and sustainability. Soil Science and Plant Analysis, 32: 2603 -2629.

Flowers T.J., Lachino O.R., Flowers S.A., and Yeo A.R. 2004. Variability in the resistance of sodium chloride salinity within rice (*Oryza sativa* L.) varieties. New Phytologyst, 88: 363–373.

Havlin, J.L., Beaton J. D., Tisdale S.L., and Nelson W.L. 1999. Soil Fertility and Fertilizer. 6th ed., Prentice-Hall Inc. Upeer Saddle Rive, New Jersey. 499 p.

Holford I.C.R. 1997. Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. Australian Journal of Soil Research, 35: 227-240.

Ingram J.S. 1964. Saffron (*Crocus sativus* L.). Tropical Science, 11: 1771-1784.

IRRI. 1979. Annual report. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Lucas, R.E., and Knezek B.D. 1972. Climatic and soil conditions promoting micronutrient deficiencies in plants. Micronutrients in Agriculture, 265-288.

Mallarino A.P., Oyarzabal E.S., and Hinz P.N. 1999. Interpreting within-field relationships between crop yields and soil and plant variables using factor analysis. Precision Agriculture, 1: 15–25.

Munshi A.M. 1994. Effect of N and K on the floral yield and corm production in saffron under rainfed condition. Indian Arecant Spices I. 18: 24-44.

Piekielek, W.P., and Fox R.H. 1992. Use of chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirement for maize. Agronomy Journal, 3: 59-6.

Reynolds W.D., Drury C.F., Tan C.S., Fox C.A., and Yang X.M. 2009. Use of indicators and pore volume function characteristics to quantify soil physical quality. Geoderma, 152: 252-263.

Saito K., Linquist B., Atlin G.N., Phanthaboon K., Shirawa T., and Horie T. 2006. Response of traditional and improved upland rice cultivars to N and P fertilizer in northern Laos. Field Crops Research, 96: 216-223.

Soil Survey Staff. 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42. USDA, NRCS, NCSS, Washington, D.C.

Wilding L.P. 1985. Spatial variability: Its documentation, accommodation and implication to soil survey. p: 166-194. In D, R. Nielsen and J. Bouma (eds.). Soil Spatial Variability, Pudoc, Wagenigen, the Netherlands.

Yemefack M., Rossiter D.G., and Njomgang R. 2005. Multi-scale characterization of soil variability within an agricultural landscape mosaic system in southern Cameroon. Geoderma, 125; 117-143.

Determining the Most Important Soil Properties Affecting Rice Yield in Paddy Fields of the Northwestern Guilan Province

S.Hemmati[1], N.Yaghmaeian[2], M.B.Farhangi[3], A.Sabouri[4]
1, 2 and 3- M.Sc. Student and Assistant Professors respectively, Department of Soil Science, 4- Assistant Professor , Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Iran.

Abstract
Rice plays an important role in feeding half of the world, especially those living in developing countries. The amount of minerals in soil and soil physical properties have determinative role in rice yield. This study was conducted to investigate the relationship between rice yield and some of the physical, chemical and biological soil properties in paddy fields of Guilan province and to determine the contribution of those which have the greatest impact on rice yield through stepwise regression procedure. The measured rice yield values set up as dependent variable and the physical, chemical and biological soil properties were considered as independent variables. The of soil total nitrogen, EC, available phosphorus, mean weight diameter (MWD) and the percentage of silt had the greatest impact on rice yield.

Keywords: Stepwise regression, Total nitrogen, Available phosphorus.