مدل سازی پاسخ کلزا به تنش توأمان شوری و کمبود فسفر خاک در مرحله رشد رویشی

یعقوب حسینی[1*]، مهدی همایی[2] و نجفعلی کریمیان[3]

[1]دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه تربیت مدس و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی هرمزگان،[2]دانشیارخاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس،[3] استاد علوم خاک دانشگاه شیراز

مقدمه

اثر متقابل حاصلخیزی- شوری، بر این نکته اشاره می کند که برخی اثر های زیان آور شوری با دادن کود جبران می شود. وقتی شوری به کمبود تغذیه ای بینجامد، افزودن عناصر غذایی به خاک مفید خواهد بود. بقاء گیاهان در خاکهای شور اما با حاصلخیزی ناچیز، اغلب به این دلیل است که عامل محدود کننده رشد در چنین شرایطی، حاصلخیزی ناچیز خاک است نه شوری خاک. در برخی از موارد هم دیده شده است که افزودن کود به خاک، عملکرد گیاه را کاهش داده است. فسفر از جمله عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه است که ممکن است به دلایل متعدد، دسترسی گیاه به آن، در خاک‌های شور تحت تأثیر قرار گیرد. برا ی مثال، ممکن است دسترسی گیاه به فسفر به دلایل مختلف از جمله احتمال رسوب فسفر در محلول خاک شور به سبب واکنش با کاتیون هایی مثل Ca^{2+} و Mg^{2+}، رقابت آنیونی یون فسفات و کلر و کاهش رشد ریشه کاهش یابد. بطور کلی برهمکنش بین فسفر و شوری پیچیده و به میزان زیادی به گونه (یا رقم گیاه)، سن گیاه، ترکیب و سطح شوری، و غلظت فسفر در محیط بستگی دارد (Grattan and Grieve, 1999). از طرفی، تاکنون مدل سازی اثر شوری بر عملکرد در خاک هایی مطالعه شده که مشکل حاصلخیزی کم خاک (از جمله کمبود فسفر) با دادن کود جبران شده است. همچنین در مدل هایی که برای پیش بینی عملکرد گیاه در ارتباط با عناصر غذایی استفاده شده است، تنها به نقش این عناصر توجه شده است. در پژوهش هایی هم که به هر دو عامل (تنش شوری و کمبود عناصر غذایی) پرداخته شده، مطالعات به صورت کیفی و نه کمّی بوده است. بنابراین، با آنکه تنش شوری و کمبود فسفر در بسیاری از مناطق به صورت توأم وجود دارند، بدلیل پیچیدگی های فراوان، هنوز مدلی که بتواند عملکرد گیاه را در خاک های شور و مقادیر مختلف عناصر غذایی (فسفر) برآورد کند ارائه نشده است. هدف از انجام این پژوهش، ارائه مدل هایی برای شرائط توأمان شوری- کمبود فسفر خاک بود. بدین منظور، ابتدا مدل های Leibig-Sprengel (LS) (بر اساس این مدل فقط محدود کننده ترین عامل عملکرد را تعیین می کند) و Mitscherlich-Baule (MB) (همه عوامل تنش زا در تعیین عملکرد نقش دارند) به عنوان مدل های مبنا در نظر گرفته شدند (Black, 1993). آنگاه مدل هایی برای شرایط توأمان شوری- کمبود فسفر خاک اشتقاق یافت.

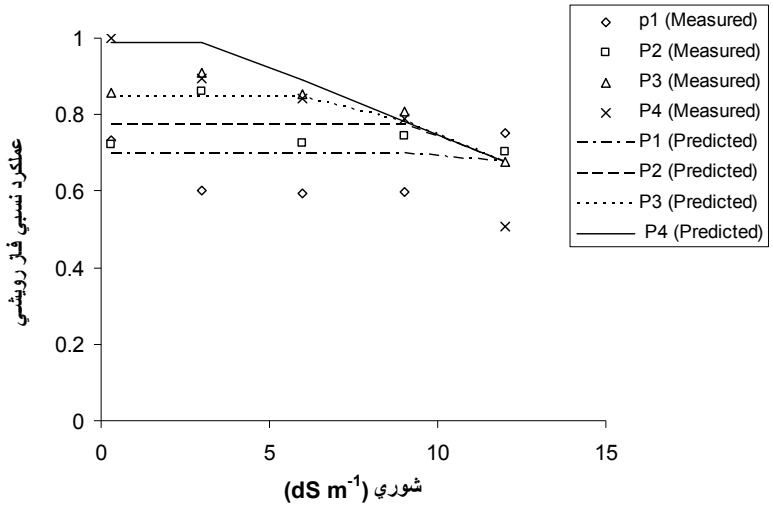
مواد و روش ها

به منظور دستیابی به داده های لازم برای ارزیابی مدل های پیشنهادی، آزمایشی با سطوح مختلف شوری و فسفر با گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) انجام شد. آزمایش بصورت گلدانی و در گلخانه انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل ۵ سطح آب شور (آب غیرشور (۰/۳)، ۳، ۶، ۹، و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) و چهار سطح فسفر (۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی گرم فسفر در کیلوگرم خاک از منبع KH_2PO_4) بود. آزمایش در سه تکرار به صورت فاکتوریل اجرا شد. به منظور کمّی کردن اثر شوری و فسفر بر عملکرد ماده خشک مرحله رویشی کلزا، عملکرد نسبی با استفاده از مدل های تعدیل یافته ی MB و LS محاسبه شد. عملکرد نسبی برآورد شده توسط مدل‌ها با مقادیر اندازه‌گیری شده در برابر سطوح مختلف شوری و فسفر رسم و نتایج مدل‌ها با یکدیگر مقایسه گردیدند. همچنین، مقایسه کمّی مدل‌ها با محاسبه آماره‌های خطای بیشینه (Maximum Error, *ME*)، ریشه میانگین مربعات خطا (Root Mean Square Error, *RMSE*)، ضریب تبیین (Coefficient of Determination, *CD*)، کارایی مدل (Modeling Efficiency, *EF*) و ضریب جرم باقیمانده (Coefficient of Residual Mass, *CRM*) برای هر کدام از مدل‌ها انجام شد (Homaee etal., 2002). پارامترهای مدل ها با روش بهینه سازی حداقل مجموع مربعات خطا تعیین گردید. نرم افزارهای آماری مورد استفاده در این پژوهش SAS و Excel بودند.

نتایج و بحث

مقایسه کمّی دو مدل نشان داد که برآورد عملکرد نسبی مرحله رویشی کلزا برای همه عامل های تنش زا (شوری، فسفر و یا ترکیب هر دو) در این آزمایش ، مدل تعدیل یافته LS نسبت به مدل تعدیل یافته ی MB کارایی بالاتری دارد. آستانه کاهش عملکرد نسبی برای مرحله رویشی کلزا در شرایط شور ثابت نبوده و بستگی به مقدار فسفر موجود در خاک دارد.

در شکل ۱ رابطه بین عملکرد نسبی مرحله رویشی کلزا (اندازه گیری شده و پیش بینی شده بوسیله ی مدل تعدیل یافته ی LS) و سطوح شوری در مقادیر مختلف مصرف فسفر ارائه شده است.



شکل۱- رابطه عملکرد نسبی مرحله رویشی کلزا (اندازه گیری شده و پیش بینی شده) با شوری آب آبیاری در سطوح مختلف فسفر بر اساس مدل LS

با کاربرد فسفر در سطوح مختلف شوری، آستانه کاهش عملکرد نسبی مرحله رویشی کلزا، کاهش یافته است. هنگامی که فسفری به خاک افزوده نشود (سطح P1)، حد آستانه کاهش عملکرد مرحله رویشی کلزا حدود ۱۲ دسی زیمنس بر متر می باشد، اما با کاربرد فسفر این حدآستانه کاهش عملکرد کاهش می یابد، به گونه ای که با کاربرد ۸۰ میلی گرم فسفر در کیلو گرم خاک، حد آستانه کاهش عملکرد مرحله رویشی کلزا به حدود ۴ دسی زیمنس بر چهار می رسد (شکل ۱). علت کاهش حد آستانه کاهش عملکرد مرحله رویشی با کاربرد فسفر، کمتر شدن اثر محدود کنندگی فسفر بر رشد گیاه و در پی آن آشکار شدن اثر محدود کنندگی شوری (به جای فسفر) بر رشد گیاه می باشد. در تخمین عملکرد مرحله رویشی کلزا با استفاده از مدل MB، تمایزی بین سطوح فسفر کاربردی قایل نشده است و نمودار های سطوح دوم، سوم و چهارم فسفر (به ترتیب P1، P2 و P3) بر روی هم قرار گرفته است (شکل نشان داده نشده است). بنابراین، همان گونه که قبلا گفته شد، این مدل تعدیل یافته ی MB برای پیش بینی عملکرد مرحله رویشی کلزا در شوری های مختلف برای سطوح فسفر، توصیه نمی شود.

گزیده منابع مورد استفاده

2- Black, C. A. 1993. Soil fertility evaluation and control. First edition. Lewis publisher. Boca Raton, FL. 768 p.

Homaee, M., C. Dirksen and R. A. Feddes. 2002. Simulation of root water uptake. I. Non-uniform transient salinity stress. Agric. Water Manage. 57: 89-109.

3- Grattan, S. R. and C. M. Grieve. 1999b. Salinity-mineral nutrients relations in horticulture crops. Scientia Hort. 78: 127-157