مدل سازی واکنش کلزا به تنش‌های توامان شوری و کمبود نـیتروژن

یعقوب حسینی[۱*]، مهدی همایی[۲] و سعید سعادت[۳]

[۱]دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه تربیت مدس و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی هرمزگان،[۲]دانشیارخاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس، [۳] استادیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب

مقدمه

شوری، دست کم ۲۰ درصد اراضی قابل کشت جهان و بیش از ۴۰ درصد زمین های تحت آبیاری را به درجات مختلف متأثر ساخته است (Rhoades. and Loveday, 1990). در ایران، سطح کل خاک های شور حدود ۲۴ میلیون هکتار است که نزدیک به ۳۰ درصد مساحت دشت ها و متجاوز از ۵۰ درصد اراضی تحت کشت آبی کشور را تشکیل می دهد (Pazira and Homaee, 2003). نیتروژن در بیشتر خاک ها، اعم از شور یا غیر شور، عاملی محدود کننده برای رشد گیاه به شمار می آید. لیکن در خاک های شور، به دلایلی متعدد کمبود این عنصر ممکن است تشدید شود. از جمله این عوامل می توان به کمبود شدید مواد آلی، عدم رشد کافی ریشه، رقابت یون Cl^- با یون NO_3^- برای جذب توسط ریشه، آبشویی یون NO_3^- و همچنین نبود شرایط مناسب برای تشکیل غده های تثبیت کننده نیتروژن در بقولات در خاک های شور اشاره کرد (همایی، ۱۳۸۱). بدیهی است چنانچه چگونگی پاسخ گیاه به تنش های همزمان شوری و کمبود نیتروژن مشخص نباشد، ممکن است کاربرد نامناسب نیتروژن باعث کاهش عملکرد و یا آلوده شدن آب های زیرزمینی به نیترات گردد. در شرایط شور و عدم تعادل عناصر غذایی، کاربرد کود می تواند افزایش رشد گیاه را سبب شود، لیکن ممکن است اثر اسمزی ناشی از شوری را نیز تشدید نماید. از دیگر سو، در مدل های ارائه شده برای پیش بینی عملکرد در خاک های شور، همواره عامل شوری به تنهایی مدنظر قرار گرفته و دیگر عوامل تنش زا همچون عدم تعادل عناصر غذایی لحاظ نشده است. تاکنون اثر شوری بر عملکرد در خاک هایی مطالعه شده که مشکل حاصلخیزی کم خاک 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 (شوری و عدم تعادل عناصر غذایی) پرداخته شده، مطالعات به صورت کیفی و نه کمّی بوده است. بنابراین بدلیل پیچیدگی های فراوان، هنوز مدلی که بتواند عملکرد گیاه را در خاک های شور و مقادیر مختلف نیتروژن برآورد کند ارائه نشده است. هدف از انجام این پژوهش، ارائه مدل هایی برای شرائط توأمان شوری- کمبود نیتروژن خاک بود. بدین منظور، ابتدا مدل های Leibig-Sprengel (LS) و Mitscherlich-Baule (MB) به عنوان مدل های مبنا در نظر گرفته شدند. آنگاه مدل هایی برای شرایط توأمان شوری- کمبود نیتروژن اشتقاق یافت. هر یک از دو مدل ممکن است نتایج متفاوتی در ارتباط با مدیریت کودی نیتروژن در شرایط شور ارایه دهند. مثلاً چنانچه مدل LS پیش‌بینی عملکرد را در شرایطی که شوری عامل محدود کننده رشد است توضیح دهد، افزودن کود نیتروژنی تأثیری بر افزایش عملکرد ندارد و حتی در صورت عدم جذب بوسیله‌ی گیاه و خارج شدن از منطقه ریشه ممکن است باعث آلودگی آب های زیرزمینی هم شود. لیکن چنانچه مدل MB برای تخمین پاسخ گیاه به دو عامل شوری و کمبود نیتروژن بکار رود، در این صورت با اضافه کردن نیتروژن می‌توان اثر منفی عامل شوری را تعدیل کرد. بیشتر پژوهش‌های قبلی، پاسخ گیاه به شوری و کمبود نیتروژن را به صورت کیفی بررسی کرده اند. از طرف دیگر، مدل های LS و MB فقط برای شرایطی که عامل‌های موثر بر رشد گیاه، عناصر غذایی بوده است استفاده شده‌اند. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی پاسخ کمّی عملکرد گیاه کلزا در تنش‌های توأم شوری و کمبود نیتروژن و ارزیابی کارایی مدل‌های اصلاح شده LS و MB برای مدیریت کودی صحیح نیتروژن در شرایط شور بود.

مواد و روش ها

به منظور دستیابی به داده های لازم برای ارزیابی مدل های پیشنهادی آزمایشی با سطوح مختلف شوری و نیتروژن 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 نیتروژن (۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک از منبع نیترات آمونیوم) بود. آزمایش در سه تکرار به صورت فاکتوریل اجرا شد. به منظور کمّی کردن اثر شوری و نیتروژن بر عملکرد دانه 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 نیتروژن 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

نتایج مربوط به مدل سازی برهمکنش شوری و نیتروژن، نشان داد که هر چند هر دو مدل بر فرضیات متفاوتی بنا شده اند، لیکن هر دو مدل کارایی قابل قبولی برای برآورد عملکرد دانه داشتند. با این حال، پیش بینی عملکرد توسط مدل تعدیل یافته MB (R^2=0.94) در مقایسه با مدل تعدیل یافته LS (R^2=0.87) به عملکردهای واقعی نزدیکتر بود. بنابراین برای پیش بینی عملکرد دانه کلزا در شرایط تنش نیتروژن و شوری، مدل تعدیل یافته MB پیشنهاد می گردد. نتایج همچنین نشان داد که حد آستانه شوری برای کاهش عملکرد در شرایط شور ثابت نیست و بستگی به مقدار نیتروژن موجود در خاک دارد. به طوری که کاربرد نیتروژن در خاک، حد آستانه عملکرد را کاهش، لیکن مقدار بیشینه عملکرد را افزایش می دهد. هنگامی که نیتروژن، عملکرد گیاه را محدود نمی کند (کاربرد ۳۰۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک)، حد آستانه کاهش عملکرد حدود ۳ $dS\ m^{-1}$ است. لیکن وقتی که نیتروژن عامل محدودکننده رشد گیاه می‌باشد حد آستانه کاهش عملکرد شوری بیشتر است. برای مثال با کاربرد ۱۵۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک، حد آستانه کاهش عملکرد برای شوری به ۹ $dS\ m^{-1}$ می رسد. حد آستانه کاهش عملکرد در شرایط شور در مقادیر کاربرد ۷۵ میلی گرم نیتروژن در کیلو گرم خاک و بدون کاربرد نیتروژن به ترتیب ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. می‌توان گفت که تقریباً با کاربرد هر ۷۵ میلی گرم نیتروژن در کیلو گرم خاک، حد آستانه کاهش عملکرد در شرایط شور حدود ۴ دسی زیمنس بر متر کاهش می‌یابد.. کم شدن حدآستانه کاهش عملکرد و همچنین افزایش بیشینه عملکرد نسبی با کاربرد نیتروژن در شرایط شور، نشان دهنده محدودیت بیشتر عامل تنش (کمبود) نیتروژن برای تولید عملکرد کلزا در مقایسه با عامل تنش شوری است. می‌توان نتیجه گرفت که حد کفایت نیتروژن برای گیاه نیز در شوری‌های مختلف متفاوت می‌باشد و کاربرد کمتر یا بیشتر از حد مناسب، سبب کاهش عملکرد و یا هدر رفت نیتروژن و آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود. در مدل تعدیل یافته‌ی MB فرض بر این است که جزء C برای دو عامل رشد و گیاه خاص ثابت است. البته ثابت بودن این جزء همواره با تردید مواجه بوده است. در این آزمایش نیز جزء C ثابت فرض شد. نزدیک بودن عملکردهای برآورد شده و اندازه‌گیری شده می‌تواند دلیلی بر درستی این فرض باشد.

گزیده منابع مورد استفاده

۱- همایی، م. (۱۳۸۱). واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. شماره ۵۸، ۹۷ صفحه.

2- 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- Pazira, E. and M. Homaee. 2003. Salt affected resources in Iranian extention and reclamation. Shaozhong Kang, Bill Davies, Lun Shan, and Huanjie Cai (Eds.). 2003. Water–Saving Agriculture and Sustainable Use of Water and Land Resources. October 26-29, 2003. Yangling- Shaanxi, P. R. China.

4- Rhoades, J. D. and J. Loveday. 1990. Salinity in Irrigated Agriculture. B. A. Steward, D. R. Nielsen (eds). American Society oF Civil Engineers, Irrigation of Agricultural Crops, Monograph 30: pp. 1089-1142.