مدل سازی واکنش کلزا به تنش توأمان شوری و کمبود پتاسیم

یعقوب حسینی [1]، مهدی همایی[2]، نجفعلی کریمیان [3] و سعید سعادت[4]

1- استادیار پژوهش، بندر عباس، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان

2- استاد، تهران، دانشگاه تربیت مدرس

3- استاد، شیراز، دانشگاه شیراز

4- استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده (dorsa802001@yahoo.com)

چکیده

معمولاً خاک‌های شور دارای مقادیر متوسط تا فراوان پتاسیم هستند. اما از آنجایی که برای حفظ شوری خاک در حدی معین، مقدار بیشتری آب آبیاری مصرف می‌شود، بنابراین بخشی از پتاسیم محلول طی فرآیند آبشویی از نیمرخ خاک و در نتیجه از دسترس گیاه خارج می‌شود. عامل مهم دیگر در استفاده پتاسیم توسط گیاه، اثرات ضدیت یون های سدیم و کلسیم بر پتاسیم است. علاوه بر این، جذب زیاد کاتیون‌های محلول‌های شور همچون Ca^{2+}، Na^{+} و Mg^{2+} توسط گیاه، نسبت این کاتیون‌ها به پتاسیم را در گیاه افزایش می‌دهد. افزایش این نسبت‌ها علاوه بر کمبود مطلق پتاسیم، رشد گیاه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. از طرف دیگر، در خاک های شور، اثرات متقابل شوری و حاصلخیزی خاک از نقطه نظر تولیدِ حداکثر اهمیت فراوان دارد. بررسی کمّی اثر شوری خاک بر عملکرد گیاه، اغلب، در خاک هایی انجام شده است که از نظر حاصلخیزی مشکلی نداشته اند. گرچه این خود گامی مهم در بهره برداری از خاک های شور است، اما این نوع مدل ها تنها در شرایطی خاص از نظر حاصلخیزی صادق بوده و اثر کمبود عناصر مهمی همچون پتاسیم را در این خاکها بیان نمی کنند. از طرف دیگر، بررسی روابط کمّی اثر عنصر غذایی بر عملکرد، بیشتر در خاکهای غیرشور انجام شده است و در نیتجه تنها به نقش این عناصر توجه شده است . در پژوهش هایی هم که به هر دو عامل (شوری و تنش عناصر غذایی مانند پتاسیم) پرداخته شده، مطالعات به صورت کیفی و نه کمّی بوده است. پر واضح است چنانچه مدلی بتواند عملکرد گیاه را در خاک های شور و تنش عناصر غذایی (پتاسیم) برآورد کند می تواند به مدیریت بهتر خاکهای شور و بالا بردن راندمان کودها در این شرایط کمک شایانی نماید. هدف از انجام این پژوهش، ارائه مدل هایی برای شرائط توأمان شوری- کمبود پتاسیم 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. آنگاه مدل هایی برای شرایط توأمان شوری- کمبود پتاسیم اشتقاق یافت. به منظور دستیابی به داده های لازم برای ارزیابی مدل های پیشنهادی، آزمایشی با سطوح مختلف شوری و پتاسیم با گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) انجام شد. آزمایش بصورت گلدانی و در گلخانه انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل 5 سطح آب شور (آب غیرشور (0/3)، 3، 6، 9، و 12 دسی زیمنس بر متر) و چهار سطح پتاسیم (0، 50، 100 و 200 میلی گرم پتاسیم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات پتاسیم) بود. نتایج نشان داد که مدل تعدیل یافته ی LS برای پیش بینی عملکرد نسبت به مدل تعدیل یافته ی MB دارای کارایی بالاتری است. بنابراین برای برآورد عملکرد، در شرایط تنش شوری و پتاسیم، مدل تعدیل یافته ی LS پیشنهاد می شود. نتایج، همچنین، نشان داد که به طور کلی آستانه کاهش عملکرد نسبی کلزا در شرایط شور ثابت نبوده و به مقدار پتاسیم موجود در خاک بستگی دارد. با کاربرد پتاسیم در سطوح مختلف شوری، آستانه

کاهش عملکرد نسبی دانه کلزا، کاهش یافت. علت کاهش حد آستانه کاهش عملکرد دانه کلزا با کاربرد پتاسیم، کمتر شدن اثر محدود کنندگی پتاسیم بر رشد گیاه و در پی آن آشکار شدن اثر محدود کنندگی شوری (به جای پتاسیم) بر رشد گیاه می باشد.

کلمات کلیدی: پتاسیم، مدل سازی ، شوری

مقدمه

معمولاً خاک‌های شور دارای مقادیر متوسط تا فراوان پتاسیم هستند. اما از آنجایی که برای حفظ شوری خاک در حدی معین، مقدار بیشتری آب آبیاری مصرف می‌شود، بنابراین بخشی از پتاسیم محلول طی فرآیند آبشویی از نیمرخ خاک و در نتیجه از دسترس گیاه خارج می‌شود. عامل مهم دیگر در استفاده پتاسیم توسط گیاه، اثرات ضدیت یون های سدیم و کلسیم بر پتاسیم است. علاوه بر این، جذب زیاد کاتیون‌های محلول‌های شور همچون Ca^{2+}، Na^{+} و Mg^{2+} توسط گیاه، نسبت این کاتیون‌ها به پتاسیم را در گیاه افزایش می‌دهد. افزایش این نسبت‌ها علاوه بر کمبود مطلق پتاسیم، رشد گیاه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (همایی، 1381؛ Grattan and Grieve, 1999). از طرف دیگر، در خاک های شور، اثرات متقابل شوری و حاصلخیزی خاک از نقطه نظر تولیدِ حداکثر اهمیت فراوان دارد. بررسی اثر شوری خاک بر عملکرد گیاه، اغلب، در خاک هایی انجام شده است که از نظر حاصلخیزی مشکلی نداشته اند. بنابراین در این شرایط فقط اثر مقادیر مختلف شوری بر عملکرد به صورت کمّی بیان شده است. گرچه این خود گامی مهم در بهره برداری از خاک های شور است، اما این نوع مدل ها تنها در شرایطی خاص از نظر حاصلخیزی صادق بوده و اثر کمبود عناصر مهمی همچون پتاسیم را در این خاکها بیان نمی کنند. از طرف دیگر، بررسی روابط کمّی اثر عنصر غذایی بر عملکرد، بیشتر در خاکهای غیرشور انجام شده است و در نیتجه تنها به نقش این عناصر توجه شده است . در پژوهش هایی هم که به هر دو عامل (شوری و تنش عناصر غذایی مانند پتاسیم) پرداخته شده، مطالعات به صورت کیفی و نه کمّی بوده است. پر واضح است چنانچه مدلی بتواند عملکرد گیاه را در خاک های شور و تنش عناصر غذایی (پتاسیم) برآورد کند می تواند به مدیریت بهتر خاکهای شور و بالا بردن راندمان کودها در این شرایط کمک شایانی نماید. هدف از انجام این پژوهش، ارائه مدل هایی برای شرائط توأمان شوری- کمبود پتاسیم 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 پتاسیم اشتقاق یافت.

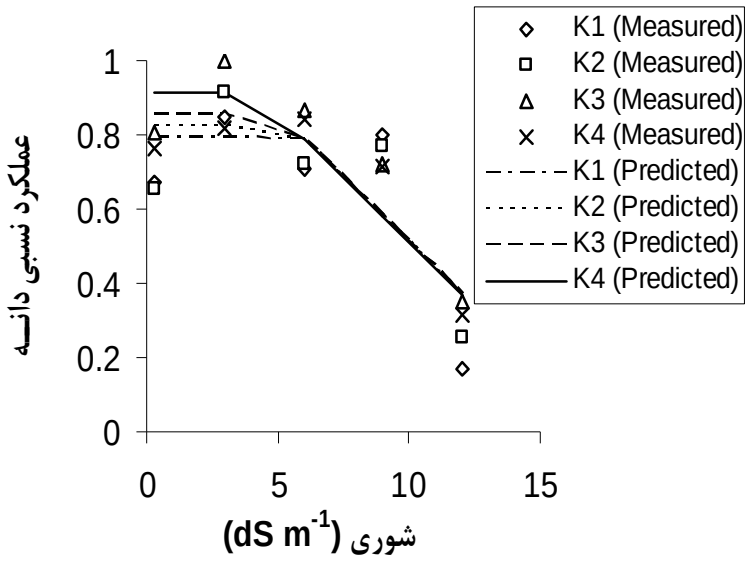
مواد و روشها

به منظور دستیابی به داده های لازم برای ارزیابی مدل های پیشنهادی، آزمایشی با سطوح مختلف شوری و پتاسیم با گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) انجام شد. آزمایش بصورت گلدانی و در گلخانه انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل 5 سطح آب شور (آب غیرشور (0/3)، 3، 6، 9، و 12 دسی زیمنس بر متر) و چهار سطح پتاسیم (0، 50، 100 و 200 میلی گرم پتاسیم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات پتاسیم) بود. آزمایش در سه تکرار به صورت فاکتوریل اجرا شد. به منظور کمّی کردن اثر شوری و پتاسیم 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 پتاسیم 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.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که با مدل تعدیل یافته ی LS برای پیش بینی عملکرد نسبت به مدل تعدیل یافته ی MB دارای کارایی بالاتری است بنابراین برای برآورد عملکرد، در شرایط تنش شوری و پتاسیم، مدل تعدیل یافته ی LS پیشنهاد می شود. نتایج نشان داد که به طور کلی حد آستانه کاهش عملکرد نسبی کلزا در شرایط شور ثابت نبوده و به مقدار پتاسیم موجود در خاک بستگی دارد. در شکل 1 رابطه بین عملکرد نسبی دانه کلزا (اندازه گیری شده و پیش بینی شده بوسیله مدل LS) و سطوح شوری در مقادیر مختلف مصرف پتاسیم نشان داده شده است. با کاربرد پتاسیم در سطوح مختلف شوری، آستانه کاهش عملکرد نسبی دانه کلزا، کاهش یافته است. هنگامی که پتاسیمی به خاک افزوده نشود (سطح K1)، حد آستانه کاهش عملکرد نسبی دانه کلزا حدود 7 دسی زیمنس بر متر است، اما با کاربرد پتاسیم این حدآستانه کاهش عملکرد کاهش می یابد، به گونه ای که با کاربرد 200 میلی گرم پتاسیم در کیلو گرم خاک (سطح K4)، حد آستانه کاهش عملکرد دانه کلزا به حدود $4\ dS\ m^{-1}$ می رسد. علت کاهش حد آستانه کاهش عملکرد دانه کلزا با کاربرد پتاسیم، کمتر شدن اثر محدود کنندگی پتاسیم بر رشد گیاه و در پی آن آشکار شدن اثر محدود کنندگی شوری (به جای پتاسیم) بر رشد گیاه می باشد.



شکل ۱- رابطه عملکرد نسبی دانه کلزا (اندازه گیری شده و پیش بینی شده بوسیله یمدل تعدیل یافته LS) با شوری در سطوح مختلف پتاسیم بر اساس مدل LS

منابع

1- همایی، م. 1381. واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. شماره 58، 97 صفحه.
2- Black, C. A. 1993. Soil fertility evaluation and control. First edition. Lewis publisher. Boca Raton, FL. 768 p.
3- Grattan, S. R. and C. M. Grieve. 1999b. Salinity-mineral nutrients relations in horticulture crops. Scientia Hort. 78: 127-157.
4- 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.