معرفی مدل جذب عناصر غذائی(NST.3) و بررسی کارایی آن در پیش‌بینی جذب پتاسیم توسط گندم

کامبیز بازرگان، نوربرت کلاسن و محمدجعفر ملکوتی

به ترتیب عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب، استاد دانشگاه گوتینگن آلمان و استاد دانشگاه تربیت مدرس–

bazargan_k@yahoo.com

مقدمه

جذب عناصر غذایی شامل رهاسازی عناصر از سطوح جامد، انتقال در خاک به طرف ریشه، عبور از میان غشاءهای ریشه و انتقال به اندام هوایی است. این فرآیند پیچیده بوده و تحت تأثیر پارامترهای زیادی قرار می‌گیرد. استفاده از مدل‌ها می‌تواند فهم ما را از این فرآیند بهبود دهد. مدل‌های مورد استفاده را می‌توان به دو گروه کلی تقسیم نمود. گروه اول مدل‌های عملی هستند که عوامل را به وسیله مفاهیم آماری آنها و رگرسیون‌ها شرح می‌دهند (Ross، ۱۹۸۱ و Chanter، ۱۹۸۱). گروه دیگر مدل‌های مکانیسمی هستند که با هدف توضیح یک پدیده (فرآیند) به وسیله مکانیسم‌های بیوفیزیکی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی طراحی شده‌اند (Barber، ۱۹۹۵؛ Claassen و همکاران، ۱۹۹۶ و Nye و Tinker، ۱۹۷۷). این مدل‌ها اساساً به منظور فهم فرآیندها طراحی شده‌اند و بنابراین برای استفاده‌های علمی مفیدترند. اغلب مدل‌ها مابین این دو گروه اصلی قرار می گیرند به نحوی که بخشی از پیش‌بینی‌های عملی و بخشی دیگر از پیش‌بینی‌های مکانیسمی استفاده می‌نمایند.

استفاده از مدل‌های مکانیسمی در تغذیه گیاه پیش از هر چیز، فرصتی را برای آزمون صحت مفاهیم اثرگذار در پشت فرآیندها فراهم می‌آورد. در این روش، ممکن است ایده‌ها تأیید یا رد شوند و یا ضرورت اصلاح آنها آشکار گردد. از میان مدل‌های مکانیسمی بر شناسایی عوامل مدل NST.3 ارائه شده توسط Claassen (۱۹۹۴) که نقش ریشه‌های موئین را نیز در جذب عناصر غذایی در نظر می‌گیرد و در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است، تأکید می‌گردد.

به منظور ارزیابی کارآیی مدل NST.3 آزمایش‌های متعددی انجام گرفته، Seiffert و همکاران (۱۹۹۵) در آزمایشی بر روی گیاه ذرت کارآیی مدل را در پیش‌بینی انتقال و جذب پتاسیم خوب ارزیابی نمودند. بجز در شرایط زیادی رطوبت خاک، کمبود پتاسیم قابل استفاده و زیاد بودن وزن مخصوص ظاهری خاک. در آزمایش دیگری بر روی گیاهان کلزا و ذرت نیز تطابق خوبی بین پیش‌بینی جذب توسط مدل و جذب واقعی در چند خاک با درصد رس‌های متفاوت مشاهده گردید (Claassen و همکاران، ۱۹۸۶). در آزمایش گلخانه‌ای بر روی گیاه پیاز نیز مدل NST.3 توانایی خوبی در پیش‌بینی جذب پتاسیم توسط این گیاه از خود نشان داد Kuchenbuch و همکاران، ۱۹۸۶).

این آزمایش با هدف بررسی مجدد کارآیی مدل جذب عناصر غذایی NST.3 در پیش‌بینی جذب پتاسیم توسط گیاه گندم در دو حالت کمبود غلظت پتاسیم محلول خاک و کفایت آن انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش گیاه گندم بهاره در یک خاک سیلتی لوم با مقدار پتاسیم قابل جذب کم (۷۵mg^{K}-Kg^{-1}.Soil soil) در دو تیمار K_0 (بدون کود پتاسیم) و K_1 (با افزودن ۱۰mmol معادل ۳۹۰ میلی‌گرم پتاسیم از منبع KCl در کیلوگرم خاک) و به منظور دو تاریخ برداشت (۴ و ۸ هفته) و در ۳ تکرار و (جمعاً ۱۲ گلدان) کشت گردید. دو تیمار اضافه به صورت خاک بدون کشت در حالت K_0 و K_1 نیز در سه تکرار (جمعاً ۶ گلدان) تهیه گردید. تمامی گلدان‌ها در اطاق رشد با رژیم شب و روز ۱۶ ساعت روشنایی، ۸ ساعت تاریکی، دمای ۲۵°C روز و ۱۸°C شب و رطوبت نسبی ۷۰٪ در طول آزمایش نگهداری شد. در طول آزمایش هر روز دو بار (در روزهای انتهایی سه بار) وزن گلدان‌ها یادداشت و مقدار آب لازم برای رسیدن به حد ظرفیت مزرعه به همه گلدان‌ها (با گیاه و بدون گیاه) اضافه می‌شد. پارامترهای مدل NST.3 به صورت زیر اندازه گیری شد.

۱ـ خصوصیات خاک که در عرضه پتاسیم به صورت پخشیدگی مؤثرند:

درصد رطوبت حجمی (θ)، پیچ‌خوردگی مسیر حرکت آب در خاک (impedance factor) (f)، قدرت بافری خاک (b)، سرعت عرضه آب به ریشه‌ها (v_0) و غلظت اولیه پتاسیم در محلول خاک (CLi) به روش های معمول اندازه گیری شدند.

۲ـ خصوصیات گیاه:

حداکثر سرعت جذب (Imax)، ثابت میکائیلیس ـ منتن (Km)، حداقل غلظتی از محلول خاک که جذب پتاسیم در آن غلظت امکانپذیر است(Cmin)، بر اساس نتایج تحقیقات قبلی محققین تعیین و مقادیر طول اولیه ریشه (L0)،(به روش اصلاح شده (Tennant، ۱۹۷۵))، سرعت رشد ریشه ها (K)، شعاع ریشه (r0) و متوسط فاصله بین دو ریشه (r1) به روشهای معمول اندازه گیری و یا با کمک سایر خصوصیات محاسبه گردیدند.

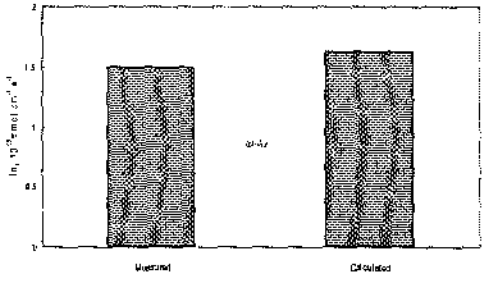
جذب واقعی (In)، که بیانگر مقدار خالص عنصر غذایی جذب شده به وسیله گیاه به ازاء واحد طول یا سطح ریشه در واحد زمان می‌باشد از معادله Williams (۱۹۴۸) قابل محاسبه است:

$$In = \frac{U_2 - U_1}{t_2 - t_1} \times \frac{\ln (RL_2/RL_1)}{RL_2 - RL_1}$$

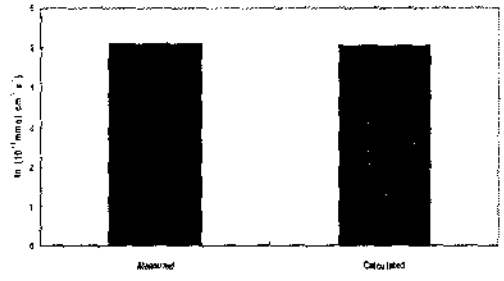
که در آن: U= مقدار عنصر غذایی در گیاه (mol)، RL= طول ریشه (cm)، t= زمان (s) و اندیس‌های ۱ و ۲ نمایانگر اولین و دومین برداشت می‌باشند.

نتایج و بحث

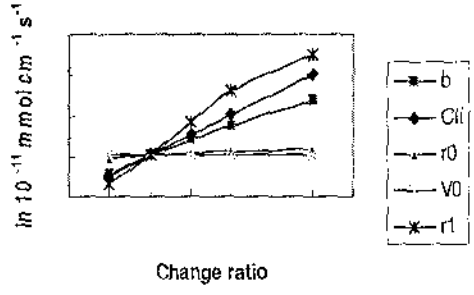
مقایسه سرعت جذب پیش‌بینی شده توسط مدل و سرعت جذبی که مستقیماً اندازه‌گیری شده است، نشان می‌دهد که پیش‌بینی مدل هم در شرایط فراوانی پتاسیم محلول خاک (شکل ۱) و هم در شرایط فقر پتاسیم (شکل ۲) به واقعیت نزدیک می باشد. این در حالی است که El Dessougi (۲۰۰۱) نشان داده بود که مدل در رابطه با گیاه گندم رشد کرده در خاک دچار کمبود پتاسیم سرعت جذب پتاسیم را بیش تر برآورد نموده است. به منظور بررسی تاثیر هر یک از عوامل خاکی و گیاهی در برآورد مدل، آزمون حساسیت پارامترهای مؤثر در مدل انجام گرفت. همانطور که در شکل (۳) دیده می‌شود در شرایط کمبود پتاسیم برآورد سرعت جذب پتاسیم به میزان زیادی تحت تأثیر متوسط فاصله بین دو ریشه مجاور (r1)، غلظت آغازین محلول خاک (CLi) و قدرت بافری خاک (b) می‌باشد. از این میان دو پارامتر اول r1 و CLi با دقت نسبتاً قابل قبولی برآورد می‌گردند اما همان طور که می‌دانیم قدرت بافری خاک وابسته به برخی خصوصیات خاک از جمله خود غلظت بوده و با تغییر غلظت عنصر در خاک ثابت نمی‌ماند (Steingrobe و همکاران، ۲۰۰۰).



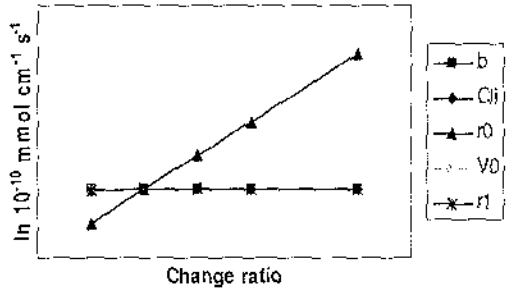
شکل(۱) مقایسه پیش‌بینی مدل با جذب واقعی در شرایط کفایت پتاسیم



شکل (۲) مقایسه پیش‌بینی مدل با جذب واقعی در شرایط کمبود پتاسیم



شکل (۳) آزمون حساسیت مدل به پارامترهای مختلف در شرایط کمبود پتاسیم



شکل (۴) آزمون حساسیت مدل به پارامترهای مختلف در شرایط کفایت پتاسیم

از طرف دیگر با این نحوه محاسبه ظرفیت بافری پتاسیم مشارکت پتاسیم‌های غیرتبادلی در بافر نمودن پتاسیم محلول خاک در نظر گرفته نمی‌شود و این خود می‌تواند یک منبع خطا باشد. Steingrobe و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که قدرت بافری خاک برای یک عنصر معین تنها وقتی اهمیت پیدا می‌کند که متوسط فاصله بین دو ریشه از فاصله تخلیه پتاسیم در اطراف هر ریشه واحد کمتر بوده و بنابراین بین ریشه‌های مجاور برای جذب پتاسیم رقابت اتفاق بیافتد.

همانطور که در شکل (۴) دیده می‌شود در حالت کفایت پتاسیم محلول خاک از میان عوامل مؤثر در پیش‌بینی سرعت جذب پتاسیم توسط مدل تنها تغییر شعاع ریشه‌ها توانست تأثیر قابل توجهی بر برآورد سرعت جذب پتاسیم داشته باشد.

منابع مورد استفاده

1- Barber, S.A. 1995. Soil nutrient Bioavailability A Mechanistic Approach. Second edition. New York: John Wiley.

2- Chanter, D.O. 1981. The use and misuse of linear regression methods in crop modeling. In: D.A. Rose and D.A. Charles-Edwards. (Eds.) Mathematics and Plant Physiology, London, UK: Academic press, pp. 253-267.

3- Claassen, N. 1994. Nahrstoffaufnahme hoherer Pflanzen aus dem boden: Ergebnis von verfugbarkeit und aneignungs vermogen. Zweite unveranderte auflage. Severin verlag. Gottingen (Cited by El Dessougi, H. I. 2001)

4- Claassen, N., K.M. Syring, and A. Jungk.1986. Verification of mathematical model by simulating potassium uptake from soil. Plant and soil 95: 209-220.

5- El Dessougi, H. I. 2001. Potassium efficiency of crop species as related to K dynamics in the rhizosphere simulated by mathematical modeling. Dissertation for the doctorate degree of the faculty of agriculture. Georg-August-University Goettingen.

6- Kuchenbuch, R.O., N. Claassen and A. Jungk. 1986. Potassium availability in relation to soil moisture. II. Calculations by means of a mathematical simulation model. Plant and soil, 95: 233-243.

7- Nye, P.H. and P.B. Tinker. 1977. Solute Movement in Soil-Root System. Oxford, UK: Blackwell.

8- Ross, G.J.S. 1981. The use of non-linear regression methods in crop modeling. In: D.A. Rose and D.A. Charles-Edwards. (Eds.) Mathematics and Plant Physiology, London, UK: Academic press, pp. 269-282.

9- Seiffert, S.,J. Kaselowsky, A. Jungk and N. Claassen. 1995. Observed and calculated potassium uptake by maize as bulk density. Agronomy journal, Vol., 871: 1070-1077.

10- Steingrobe, B., N. Claassen, K.M. Syring, 2000. The effect of the function type for describing the soil buffer power on calculated ion transport to roots and nutrient uptake from the soil.J. Plant Nutr. Soil Sci., 163: 459-465.

11- Tennant, D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. J. Ecol., 63: 995-1001.

12- Williams, R.F. 1948. The effect of phosphorus supply on the rates of uptake of phosphorus and nitrogen upon certain aspects of phosphorus metabolism in gramineous plants. Aust. J. Sci. Res., (B) 1: 333-361.