وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات خاک و آب

مدیریت کوددهی پتاسیم در زراعت لوبیا در استان مرکزی

نگارندگان

محمدعلی خودشناس[1]، جواد قدبیک لو[2]، مسعود دادیور[3]

[1و2] عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

[3] عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی

نشریه فنی: 606

1401

مشخصات اثر

عنوان: مدیریت کوددهی پتاسیم در زراعت لوبیا در استان مرکزی

نگارندگان: محمدعلی خودشناس، جواد قدبیک لو و مسعود دادیور

ناشر: موسسه تحقیقات خاک و آب

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات سنا

کارشناس انتشارات: زهرا محمدی

ویراستار: زهرا محمدی

صفحه آرا: سمانه پورمنصور

طراح جلد: راضیه محمدی

سال انتشار: 1401

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

این اثر با شماره 60416 در تاریخ 1400/7/25 در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

نشانی: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین‌دشت، بلوار امام خمینی (ره)، موسسه تحقیقات خاک و آب

کد پستی: 3177993545 **صندوق پستی:** 311-31785

نمابر : 02636210121 **تلفن:** 36201900- 026

وب‌سایت: http://www.swri.ir **پست الکترونیکی:** info@swri.ir

مسئولیت صحت مطالب به عهده نگارندگان است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه 1
وضعیت پتاسیم در خاک 3
نقش‌های پتاسیم در گیاه لوبیا 6
مقدار مصرف کود پتاسیم 8
زمان و نحوه مصرف کودهای پتاسیمی 10
نشانه‌های کمبود پتاسیم در لوبیا 11
انواع کود پتاسیم 13
منابع 15

مقدمه

لوبیا (*phaseolus vulgaris* L.) گیاهی یک‌ساله، دارای یک ریشه اصلی راست و ریشه‌های فرعی فراوان است. در روی ریشه‌های کوچک لوبیا غده‌های قهوه‌ای رنگ نامنظم، تثبیت‌کننده نیتروژن قرار گرفته است. برگ‌های مرکب از سه جفت برگچه با دم برگ طولانی که به‌طور متناوب روی ساقه آن قرار گرفته‌اند تشکیل شده است. ممکن است برگچه‌ها از کرک‌های ریز پوشیده شده باشند. برگ‌های لوبیا دارای گوشواره هستند. گل‌های لوبیا به‌صورت خوشه‌ای یا منفرد از جوانه‌های جانبی کنار برگ‌ها به وجود می‌آیند. جام گل لوبیا سفید یا ارغوانی است. لوبیا گیاهی خودگشن بوده و گونه‌های مختلف آن از نظر شکل بوته، طول و غلاف و تعداد دانه در غلاف و اندازه دانه باهم متفاوت هستند. براثر تلقیح گل، میوه آن که به‌صورت غلاف یا نیام است، به وجود می‌آید. نیام لوبیا بلند، باریک و گاهی ممکن است خمیده باشد. در هر نیام تعداد 4 تا 12 عدد بذر وجود دارد. نیام نارس لوبیا به‌صورت سبز مصرف می‌شود و به آن Snap beans می‌گویند.

لوبیا از گیاهان فصل گرم محسوب می‌شود و نسبت به سرما و یخبندان حساسیت زیاد دارد. دمای مناسب و مطلوب برای رشد لوبیا بین 15 تا 30 درجه سانتی‌گراد است. دمای کم و زیاد به بوته آن خسارت وارد می‌کند. اگر دما مناسب باشد بذر آن در مدت شش روز جوانه می‌زند. بذر در دمای صفر درجه سانتی‌گراد و یا بالای 35 درجه سانتی‌گراد جوانه نمی‌زند.

لوبیا نسبت به طول روز یک گیاه بی‌تفاوت (Day neutral) است. بدین ترتیب تشکیل دانه و نیام آن تحت تأثیر طول روز واقع نمی‌شود. لوبیا یک کشت بهاره بوده و ازنظر آب و هوا دارای محدودیت چندانی نیست. ازاین‌رو در بیشتر نقاط کشور می‌توان آن را کاشت اما نسبت به شوری خاک حساس است. مناسب‌ترین pH خاک برای رشد لوبیا 6 تا 7 است.

لوبیا در بین حبوبات بیش‌ترین سطح زیر کشت را در جهان به خود اختصاص داده و با داشتن حدود 18 تا 23 درصد پروتئین در جیره غذایی مردم از اهمیت بالایی برخوردار است. ارقام مختلفی از لوبیاها در سرتاسر جهان کشت و مصرف می شوند. در ایران بیشتر لوبیای چیتی، قرمز و سفید کشت شده و به بازار مصرف عرضه می‌شوند.

لوبیا برپایه آمارنامه سال 1397-1396 وزارت جهاد کشاورزی دارای 106264 هکتار سطح زیر کشت و 255083 تن تولید در سطح کشور است. پنج استان برتر در تولید لوبیا عبارت‌اند از: فارس 24220، لرستان 17460، زنجان 12620، مرکزی 11200 و خوزستان 9983 هکتار. استان زنجان با 2837 و استان مرکزی با 2829 کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را در واحد سطح دارا هستند (آمارنامه کشاورزی، 1398).

عناصر غذایی از عوامل محیطی مؤثر در رشد گیاهان هستند. عنصرغذایی ضروری بایستی در فرایند تکمیل چرخه زندگی گیاه نقش داشته باشد و همچنین عناصر دیگری نتواند جایگزین آن در گیاه شود و دیگر آنکه همه گیاهان به آن عنصر نیاز داشته باشند (Barker and Pilbeam, 2007).

هفده عنصر به‌عنوان ماده غذایی که نیاز گیاه است تعیین شده‌اند. کربن، هیدروژن و اکسیژن از هوا و آب و 14 عنصر دیگر که از خاک یا محلول غذایی به دست می‌آیند شامل: نیتروژن (N)، فسفر (P)، پتاسیم (K)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، گوگرد (S)، آهن (Fe)، منگنز (Mn)، مس (Cu)، بور (B)، روی (Zn)، مولیبدن (Mo)، کلر (Cl) و نیکل (Ni) بوده و عناصر غذایی ضروری نامیده می‌شوند (Akibode and Maredia, 2007).

برخی از عناصر به‌عنوان عناصر مفید تعریف می‌شوند که تنها می‌توانند برای برخی از گیاهان مفید باشند مانند سیلیسیم (Si)، کبالت (Co) و سدیم (Na). برخی از عناصر نیز مانند سلنیوم (Se)، آلومینیوم (Al) و وانادیوم (V) رشد گیاه را بهبود می‌بخشند. با توجه به توسعه اطلاعات و تجزیه‌های شیمیایی ممکن است این عناصر نیز از عناصر ضروری طبقه‌بندی شوند، مانند نیکل که از سال (1987) به‌عنوان عنصر ضروری معرفی شد (Barker and Pilbeam, 2007).

یکی از عناصر ضروری گیاه لوبیا، پتاسیم است. لوبیا بیش از دیگر غلات به پتاسیم نیاز داشته و نیاز آن تقریباً معادل نیتروژن است. 20 تا 25 درصد پتاسیم برداشت شده توسط گیاه لوبیا از خاک در دانه تجمع یافته و 75 تا 80 درصد باقی‌مانده در برگ‌ها و ساقه‌ها معمولاً به خاک بر می‌گردد (McKenzie, 2013).

میانگین پتاسیم قابل‌استفاده در خاک‌های استان مرکزی 262/8 میلی‌گرم در کیلوگرم است. فراوانی پتاسیم قابل‌استفاده در چارک‌های 25، 50 و 75 درصد نشان داد که 25

درصد نمونه‌ها کمتر از 201/9 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل‌استفاده، 50 درصد نمونه‌ها کمتر از 260/04 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل‌استفاده و 75 درصد نمونه‌ها کمتر از 339/9 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل‌استفاده داشتند (خودشناس، 1398).

در تمامی فرآیندهایی که برای حفظ رشد و تولیدمثل گیاه انجام می‌شود، پتاسیم نقش اساسی دارد. کمبود پتاسیم در گیاه موجب کاهش مقاومت گیاه به خشکی و دما و همچنین کاهش مقاومت گیاه در مقابل آفت‌ها، عوامل بیماری‌زا و حمله نماتدها می‌شود. به دلیل اینکه پتاسیم سلامت کلی اندام‌های در حال رشد را بهبود می‌بخشد و از گیاه در مقابل بیماری‌ها محافظت می‌کند، این عنصر به‌عنوان ماده مغذی که «کیفیت» را حفظ می‌کند شناخته می‌شود. پتاسیم بر کیفیت عواملی چون اندازه، شکل، رنگ و قدرت جوانه‌زنی دانه و بذر تاثیر می گذارد (Sardans, 2015 و Peñuelas).

گیاهان دارای دوره رشد محدود مانند لوبیا، مقدار زیادی پتاسیم را از خاک خارج می‌کنند که در صورت ناتوانی خاک در تأمین پتاسیم محلول دچار اختلال می‌شوند. سیستم ریشه لوبیا محدود بوده که با برداشت پتاسیم از محیط ریشه، ریزوسفر نسبت به گیاهان با سیستم ریشه‌ای گسترده، زودتر تخلیه می‌شود. در این شرایط واکنش مثبت گیاه نسبت به مصرف کود پیش‌بینی می‌شود. نیاز لوبیا به پتاسیم زیاد و این عنصر در گیاه متحرک است یعنی در شرایط کمبود پتاسیم این عنصر از برگ‌های پیر به سمت برگ‌های جوان حرکت می‌کند درنتیجه نشانه‌های کمبود پتاسیم در لوبیا را می‌توان نخست در برگ‌های پیر مشاهده کرد (Shumi *et al.*, 2018).

وضعیت پتاسیم در خاک

سومین عنصر پرمصرف نیازمند برای رشد گیاه پتاسیم است که به‌صورت یون پتاسیم (K^+) جذب می‌شود. پتاسیم قابل‌استفاده در خاک بخش کوچکی از پتاسیم کل را تشکیل می‌دهد.

مقدار پتاسیم موجود در پوسته زمین، حدود 2/4 درصد و مقدار پتاسیم کل در خاک‌های زراعی بین 0/5 تا 2/5 درصد است (Sims, 2000). این مقدار در مقایسه با دیگر عناصر پرمصرف برای رشد گیاهان (تقریباً شش برابر متوسط میزان نیتروژن و چهارده

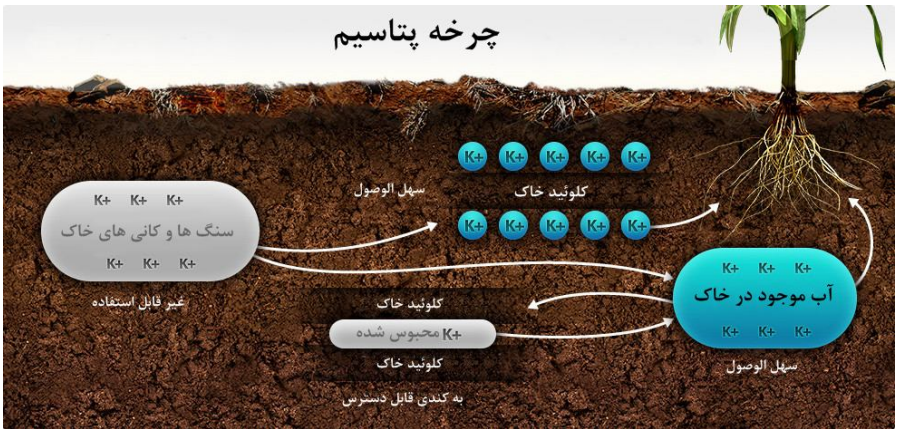
برابر میزان فسفر) قابل توجه و مقدار پتاسیم در خاک‌های مختلف متفاوت بوده، ولی آن قسمت از کل پتاسیم موجود در خاک که به‌صورت قابل استفاده گیاه باشد ناچیز است (Tisdal *et al*., 1985).

پتاسیم فراوان‌ترین عنصر غذایی در 15 سانتی‌متری بخش رویین خاک بوده اما بدان معنا نیست که پتاسیم قابل دسترس‌ترین عنصر برای رشد گیاه است. مقدار پتاسیم قابل استفاده گیاه به مقدار پتاسیم موجود در فاز محلول و تبادلی بستگی دارد (Peñuelas and Sardans, 2015).

پتاسیم خاک از نظر شیمیایی به چهار شکل کانی، غیرقابل تبادل، تبادلی و محلول دیده می‌شود. مقدار تقریبی پتاسیم در ترکیبات کانی 500 تا 25000، پتاسیم غیرقابل تبادل 50 تا 750، پتاسیم قابل تبادل 40 تا 600 و پتاسیم محلول 1 تا 10 میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک است (Sims, 2000). از نظر توانایی استفاده برای گیاه پتاسیم به سه شکل غیرقابل جذب، باقابلیت جذب آرام و با قابلت جذب سریع در خاک وجود دارد که هر سه شکل یاد شده با یکدیگر در حال تعادل هستند. آن قسمت از پتاسیم که دارای قابلیت جذب سریع است؛ در محلول خاک وجود داشته و گیاه به‌راحتی از آن استفاده می‌کند. حرکت پیوسته پتاسیم در خاک به دلیل جذب گیاه و عمل آبشویی، موجب می‌شود که تعادل ایستا به مفهوم واقعی هیچ‌گاه به دست نیاید. پتاسیم موجود در کانی‌های اولیه آهسته، ولی به‌طور پیوسته، به‌صورت قابل تعادل درمی‌آید. ممکن است در شرایطی، مانند مصرف فراوان (بیش از نیاز) کودهای پتاسیمی در خاک، عکس حالت یاد شده رخ دهد. به‌طورکلی، 90 تا 98 درصد کل پتاسیم خاک به شکل غیرقابل جذب، 1 تا 10 درصد به‌صورت قابل جذب آرام و 0/1 تا 2 درصد به گونه قابل جذب سریع است (Tisdal *et al*., 1985).

هوازدگی کانی‌های دارای پتاسیم و پیوستگی مصرف کودهای پتاسیمی از عوامل مؤثر بر ورود پتاسیم به بخش قابل دسترس بوده و برداشت توسط گیاهان، فرسایش و آبشویی از عوامل مؤثر بر هدرروی پتاسیم هستند. با آن که پتاسیم از عناصر مؤثر در ساختمان گیاهی نبوده و بیشتر نقش کاتالیزوری دارد، نیاز پتاسیمی بعضی از گیاهان حتی از نیتروژن نیز بیشتر است. نیاز پتاسیمی آفتابگردان دو برابر نیاز نیتروژنی آن است (Rattan, 2015).

از آنجاکه آبشویی پتاسیم با آسانی بیشتری نسبت به فسفر انجام می‌شود، بخشی چشمگیر از این عنصر از خاک‌هایی که تحت آبشویی زیاد بوده‌اند، شسته شده و از نیمرخ خاک خارج می‌شود. به‌طورکلی، دو عامل دما و بارندگی باعث تسریع در آزاد شدن و شستشوی پتاسیم خاک است. این موضوع به‌ویژه در مورد مناطق گرم و مرطوب مصداق دارد. به‌جز پتاسیمی که از راه کودهای شیمیایی به خاک اضافه می‌شود، پتاسیم موجود در آن بیشتر از تجزیه سنگ‌های دارای پتاسیم به وجود آمده است. کانی‌هایی که منبع پتاسیم در خاک هستند عبارت‌اند از: کانی‌های اولیه فلدسپات‌های پتاسیمی مانند ارتوکلاز، میکروکلاین، مسکوایت، بیوتایت و فلوگوپایت و کانی‌های ثانویه مانند ایلایت یا میکای آبدار، ورمیکولایت (Sims, 2000).



شکل 1- چرخه شیمیایی پتاسیم در خاک

با پیشرفت فرایند هوازدگی و آزاد شدن مقدار بیشتری از یون‌های پتاسیم، فضای بین لایه‌های رس خاک افزایش یافته و به اندازه ظرفیت تبادل کاتیونی خاک اضافه می‌شود. در برخی مواقع قرار گرفتن پتاسیم در لایه‌های رسی و یا حفرات موجود، سبب به دام افتادن یا تثبیت پتاسیم گشته که به‌طور موقت از دسترس گیاه خارج می‌شود. عوامل مؤثر بر تثبیت پتاسیم در خاک به کانی‌های رس، pH خاک، غلظت پتاسیم اضافه شده و تر و خشک شدن خاک بستگی دارد.

شکل یک چرخه شیمیایی پتاسیم در خاک را نشان می‌دهد. قابلیت جذب پتاسیم توسط عوامل خاکی و عوامل گیاهی مدیریت می‌شود. عوامل خاکی مؤثر بر قابلیت جذب پتاسیم را می‌توان به نوع کانی‌های رس، ظرفیت تبادلی کاتیونی، مقدار پتاسیم قابل تبادل، ظرفیت تثبیت پتاسیم خاک، پتاسیم موجود در خاک زیرین، عمق توسعه ریشه‌ها، رطوبت، تهویه و دمای خاک، pH و مقدار کلسیم و منیزیم وابسته دانست. از عوامل گیاهی مؤثر بر قابلیت جذب پتاسیم می‌توان به ظرفیت تبادلی کاتیونی ریشه، شبکه ریشه و مقدار محصول هدف، رقم، تراکم گیاه در واحد سطح و عامل زمان اشاره نمود (Tisdal *et al*., 1985).

نقش‌های پتاسیم در گیاه لوبیا

پتاسیم نقش زیادی در عملکرد فیزیولوژیکی گیاه دارد که تعدادی از مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیر است:

1. متابولیسم کربوهیدرات یا تشکیل و تجزیه و انتقال نشاسته: پتاسیم در موازنه آنیون‌های متحرک در درون واکوئل‌ها و نیز آوندهای چوب و آبکش نقش اساسی دارد. در گیاهان مبتلا به کمبود پتاسیم کاهش عمل اکسیداسیون سبب افزایش میزان قندهای حل‌شدنی و کاهش نشاسته در گیاه می‌شود (Uchida, 2000).

2. متابولیسم نیتروژن و ساخت پروتئین‌ها: پتاسیم توسط آنزیم نیترات ردوکتاز از انباشتگی نیتروژن محلول (اسیدهای آمینه، آمیدها و نیترات) در گیاهان مبتلا به کمبود پتاسیم جلوگیری نموده و درنتیجه منجر به تولید پروتئین بیشتری در گیاه می‌شود (Mengel and Kirkby, 2006).

3. کنترل و تنظیم فعالیت فتوسنتز: نقش پتاسیم در فتوسنتز از راه تأثیر آن بر میزان جذب و تثبیت دی‌اکسید کربن و همچنین اثر آن بر تنظیم روزنه‌ها است. درنتیجه کمبود پتاسیم و کاهش غلظت آن در کلروپلاست، فعالیت آنزیم کربوکسیلاز کم شده و با کاهش دی‌اکسید کربن، فتوسنتز کاهش می‌یابد. پتاسیم همچنین در بارگیری آوند آبکش و انتقال مواد فتوسنتزی نقش دارد که ممکن است ناشی از فتوفسفریلاسیون و سنتز آدنوزین تری فسفات (ATP) در این مرحله باشد (Maathuis, 2009).

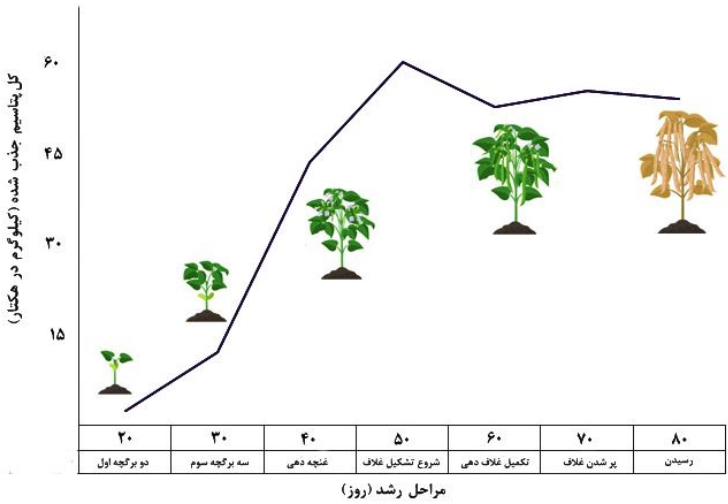
4. خنثی کردن اسیدهای آلی: انباشتگی اسیدهای آلی به علت جابجایی پتاسیم درون سیتوپلاسم اتفاق می‌افتد. نقش پتاسیم در موازنه بار الکتریکی و در ساخت و ساز نیترات بسیار مهم است. برای احیای نیترات در برگ‌ها لازم است پتاسیمی که بر جا می‌ماند، با ساخته شدن اسیدهای آلی ازنظر بار الکتریکی موازنه شوند. بخشی از مالات پتاسیم تازه تشکیل شده ممکن است دوباره در ریشه‌ها جابجا شود تا از پتاسیم به‌عنوان یون همراه نیترات در سلول‌های ریشه و برای جابجایی در درون آوندهای چوبی بار دیگر بهره‌گیری شود. این چرخش دوباره پتاسیم در گره‌های ریشه لوبیا نقشی همانند جابجایی اسیدهای آمینه در آوند چوبی دارد (Uchida, 2000).

5. فعال‌سازی آنزیم‌های مختلف: بیش از 50 گونه آنزیم وجود دارند که به‌طور کامل به پتاسیم وابسته هستند و یا به‌وسیله آن تحریک می‌شوند. پتاسیم باعث فعال شدن آنزیم‌ها می‌شود (Rattan, 2015).

6. تسریع رشد بافت‌های مریستمی و تنظیم روابط حرکات روزنه‌ها: ازآنجاکه پتاسیم فراوان‌ترین کاتیون موجود در بافت‌های گیاهی بوده و از تحرک بسیار بالایی در گیاه برخوردار است، ازاین‌رو می‌تواند با تجمع خود در سلول، پتانسیل اسمزی را کاهش و سرانجام سبب افزایش فشار تورژسانس شود. بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیکی و یا متابولیکی وابسته به فشار تورژسانس هستند که از مهم‌ترین آن‌ها رشد، تقسیم سلولی و باز و بسته شدن روزنه‌ها است؛ ازاین‌رو تنظیم اسمزی لازمه رشد سلولی و باز و بسته شدن روزنه‌ها است (Maathuis, 2009).

7. افزایش کارایی آب و مقاومت گیاه به آفات و بیماری‌ها و تنش‌های محیطی: استحکام بافت‌های نگه‌دارنده، افزایش کارایی آب، افزایش مقاومت در برابر تنش‌های محیطی مانند سرما، شوری و خشکی ازجمله آثار مثبت وجود مقدار کافی پتاسیم است. افزایش غلظت پتاسیم در آوند چوبی، پتانسیل اسمزی و به دنبال آن پتانسیل آب در آوند چوبی را کاهش داده و درنتیجه باعث افزایش جذب آب و افزایش فشار ریشه‌ای می‌شود. افزایش مقاومت به بیماری‌ها از راه ایجاد دیواره سلولی ضخیم‌تر در سلول‌های اپیدرمی انجام می‌شود (Mengel and Kirkby, 2006).

8. پتاسیم در توسعه گره‌های تثبیت بیولوژیک نیتروژن در ریشه گیاه لوبیا نقش مهمی دارد (Tisdal *et al*., 1985; Shumi, 2018).



شکل 2- روند جذب پتاسیم از خاک در گیاه لوبیا در طول فصل رشد
(Heard and Brolley, 2008)

شکل دو نشان می‌دهد جذب پتاسیم در مراحل آغازین رشد رویشی گیاه لوبیا کم بوده ولی از حدود سی روز پس از سبز شدن یعنی آغاز فاز رشد و توسعه سریع لوبیا میزان جذب به مدت 20 روز روند افزایشی داشته و پیش از ورود به مرحله فاز زایشی به بیشترین خود می‌رسد. از این مرحله به بعد جذب پتاسیم توسط گیاه بسیار ناچیز خواهد بود. به‌طور میانگین هر تن دانه لوبیا، 12 کیلوگرم اکسید پتاسیم را از خاک خارج می‌کند. برای مدیریت مصرف پتاسیم بایستی نخست وضعیت این عنصر در خاک و سپس در طول مراحل رشد در گیاه بررسی شود.

مقدار مصرف کود پتاسیم

گام نخست در مدیریت مصرف پتاسیم در مزارع لوبیا انجام آزمایش خاک است. برای این کار به‌صورت زیگزاگ نمونه‌هایی از عمق 30- 0 سانتی‌متری خاک برداشته و آن‌ها را

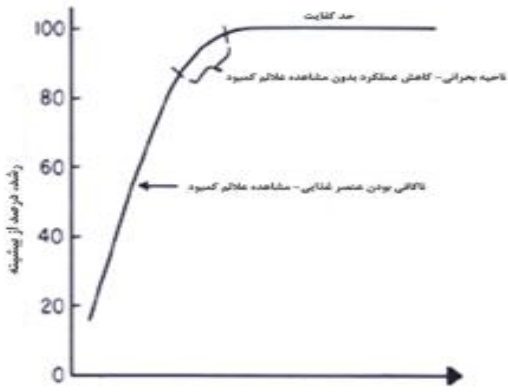
به‌خوبی باهم مخلوط تا یک نمونه مرکب حاصل شود، بعد از خشک کردن نمونه مرکب در هوای آزاد، حدود دو کیلوگرم از نمونه مرکب خشک‌شده را در کیسه پلاستیکی تمیز ریخته و روی آن مشخصاتی مانند عمق، تاریخ، محل نمونه‌برداری، کشت قبلی و دیگر توضیحات ضروری را درج نموده و نمونه حاصل به آزمایشگاه خاک ارسال می‌شود. البته شرح کامل آن در نشریه فنی شماره 487 موسسه تحقیقات خاک و آب آورده شده است (اسدی و همکاران، 1384). پس از آن نتایج حاصل از آزمایش خاک با جداول یک و دو مقایسه شده و بر اساس پتانسیل تولید چشم‌انداز میزان کود پتاسیم نیازمند برآورد می‌شود. برآوردهای این جداول بر اساس حد بحرانی پتاسیم برای لوبیا استوار است.

حد بحرانی یک عنصر در خاک، غلظتی از عنصر است که در مقادیر کمتر از آن گیاه نسبت به مصرف آن عنصر افزایش عملکرد دارد (شکل 3). حد بحرانی پایه و اساس آزمون خاک برای توصیه دقیق کود در مزرعه و برای هر گیاه ویژه آن است. حد بحرانی کاربرد منطقه‌ای دارد و به شرایط آب و هوایی و ویژگی‌های خاکشناسی مانند: نوع کانی، درصد رس و ماده آلی بستگی دارد. حد بحرانی پتاسیم در خاک‌های لوبیا کاری استان مرکزی 150 میلی‌گرم بر کیلوگرم است (خودشناس و دادیور، 1384 و 1386). درصورتی‌که غلظت پتاسیم کمتر از حد بحرانی (150 میلی‌گرم در کیلوگرم با روش عصاره گیر استات آمونیوم) باشد کوددهی ضروری و در غیر آن صورت ضرورتی ندارد (قدبیک لو و همکاران، 1390).

در جدول یک دسته‌بندی مقدار پتاسیم قابل استفاده در خاک براساس آزمون خاک نشان داده شده است.

جدول 1- گروه‌بندی پتاسیم قابل استفاده خاک برای کشت لوبیا

عنوان گروه	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)		
	کم	متوسط	زیاد
پتاسیم قابل استفاده خاک	<100	100 -150	>150
احتمال پاسخ به مصرف کود (درصد)	> 75	25 -75	<25



شکل 3- مفهوم نموداری حد بحرانی یک عنصر غذایی

در جدول دو مقدار سولفات پتاسیم برای دستیابی به عملکردهای هدف آورده شده است. مقادیر توصیه شده برای کاربرد به روش پخش سطحی است.

جدول 2- میزان پتاسیم توصیه شده برای لوبیا

آزمون خاک	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)		
	کم	متوسط	زیاد
روش استات آمونیوم	<100	100 - 150	>150
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	مقدار مصرف سولفات پتاسیم (K_2SO_4) (کیلوگرم در هکتار)		
< 2500	150	80	-
2500 -3000	170	100	40
3000-3500	190	120	60
> 3500	210	140	80

اگر آزمون خاک کمبود پتاسیم را نشان داد، بایستی بین میزان کود مصرفی و عملکرد دانه مطابق جدول عمل نمود.

زمان و شیوه مصرف کودهای پتاسیمی

کمبود پتاسیم بیشتر در خاک‌های اسیدی و خاک‌های شنی دیده می‌شود و ممکن است در دیگر خاک‌ها در شرایط آبیاری و برداشت مقدار زیادی محصول (به‌ویژه یونجه)

نیز مشاهده شود اگرچه انجام آزمون خاک برای اطلاع از وضعیت و مدیریت پتاسیم ضروری است.

مقادیر توصیه شده در جدول 4 برای کاربرد خاکی به روش پخش سطحی پیشنهاد شده است. بهتر است تمام کود پتاسیم پیش و یا هم‌زمان با کشت بذر لوبیا مصرف شود که این امر بر روی توسعه سیستم ریشه بسیار مؤثر است. گرچه مصرف کود پتاسیم به روش پخش سطحی رایج‌تر است اما برای افزایش کارایی پتاسیم و کاهش عواملی که راندمان مصرف کود را کاهش می‌دهند نظیر: آب‌شویی، تثبیت پتاسیم در خاک و یا جذب توسط علف‌های هرز بهتر است کود پتاسیم در 5 سانتی‌متری زیر و 7/5 سانتی‌متر کنار بذر به‌صورت نواری مصرف شود که در این صورت مقدار کود مصرف شده تا 50 درصد مقدار محاسبه شده برای پخش سطحی کاهش می‌یابد که این میزان به مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک بستگی دارد. برای کاربرد مقدار کم پتاسیم در خاک (جدول 3)، کاربرد نواری نسبت به پخش سطحی برتری دارد و سبب کاهش 50 درصدی مقدار توصیه کود به روش پخش سطحی می‌شود. در مقادیر متوسط تا بالای پتاسیم (جدول 3) تفاوت بین دو روش در کاربرد کود توصیه شده کمتر می‌شود (خودشناس و دادیور، 1384؛ مشیری، 1393).

کودهای قابل حل پتاسیم می‌توانند همراه با آب آبیاری (کودآبیاری) و یا محلول‌پاشی استفاده شوند. بهترین مراحل کود آبیاری لوبیا در دو مرحله نخستین رشد رویشی لوبیا و آغاز مرحله غنچه‌دهی به میزان 30 تا 40 کیلوگرم و در صورت محلول‌پاشی 2/5 تا 3 کیلوگرم در هکتار است (مشیری، 1393؛ Long *et al.*, 1985). استفاده از پتاسیم در دوره‌های میانی رشد لوبیا برای کمک به تأمین پتاسیم در خاک‌هایی باقدرت تثبیت بالا یا خاک‌های بسیار فقیر از نظر محتوای پتاسیم بومی قابل استفاده ضروری است.

نشانه‌های کمبود پتاسیم در لوبیا

پتاسیم درون گیاه بسیار متحرک بوده و از اندام‌های پیر به اندام‌های جوان منتقل می‌شود از این‌رو نشانه‌های کمبود این عنصر در اندام‌های مسن گیاهی قابل مشاهده است. احتمالاً رشد بیشتر گیاه و ساخته شدن سیتوکنین‌ها و پروتئین یکی از دلایل انتقال سریع پتاسیم به قسمت‌های جوان گیاه است. هرگاه نشانه‌های ظاهری کمبود پتاسیم در

مزرعه قابل مشاهده باشد محصول کاهش شدید و چشم‌گیری خواهد داشت. همچنین در مقادیر خفیف کمبود (گرسنگی پنهان) با وجود مشاهده نشدن نشانه‌های کمبود ظاهری، کاهش محصول وجود خواهد داشت.

کمبود پتاسیم شدید سبب زردی و نکروز حاشیه برگ‌ها که از برگ‌های پایینی شروع می‌شود و فاصله میان گره‌ها کاهش می‌یابد. از آنجاکه پتاسیم در تثبیت نیتروژن در گره‌های ریشه نقش دارد، کمبود آن باعث بروز نشانه‌های کمبود نیتروژن و کوتولگی گیاه لوبیا می‌شود (Potash Development Association, 2008).

یکی از شایع‌ترین نشانه‌های کمبود پتاسیم در گیاه سوختگی زردرنگ (کلروز) است که در حاشیه برگ اتفاق می‌افتد. در حالت‌های شدیدتر، حاشیه سوخته برگ از آن جدا می‌شود. در گیاهانی که برگ‌های پهن دارند، مانند سویا یا پنبه، تمامی برگ ممکن است فروبیفتد که نتیجه آن از بین رفتن گیاه پیش از بلوغ است (شکل 4).

گیاهانی که با کمبود پتاسیم مواجه می‌شوند رشد کندی دارند و توسعه سیستم ریشه ضعیف است. لوبیا معمولاً در رقابت برای دستیابی به پتاسیم ضعیف بوده و توسط علف‌هایی که در اطراف قرار دارند، کنار زده می‌شود.

برای آگاهی از وضعیت پتاسیم از راه تجزیه گیاه، نمونه‌برداری از بالاترین سه برگچه‌های کاملاً توسعه یافته گیاه لوبیا در آغاز مرحله گلدهی و از حداقل 20 بوته در مزرعه انجام می‌شود. جدول 4 مقادیر غلظت پتاسیم از کمبود تا سمیت را در برگ لوبیا نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تجزیه برگ با جدول 4 مقایسه شد و وضعیت عنصر پتاسیم ازنظر کمبود یا کفایت در گیاه مشخص می‌شود (Potash Development Association, 2008)

جدول 4- غلظت پتاسیم در برگ* لوبیا (درصد)

کمبود	کفایت	مطلوب	بالا	سمیت
< 1/1	1/2 -1/4	1/5 - 2 /9	3/0-4/9	>5/0

* نمونه‌برداری از بالاترین سه برگچه‌های کاملاً توسعه یافته گیاه در آغاز گلدهی انجام شود.

شکل 4- تصاویر کمبود پتاسیم در گیاه لوبیا

انواع کود پتاسیم

کود پتاسیمی که مزارع نیاز دارند از منابع مختلف تأمین می‌شود که نام، درصد پتاسیم برحسب K_2O و فرمول شیمیایی تعدادی از آن‌ها در جدول پنج گنجانده شده است.

جدول 5- منابع اصلی پتاسیم

نام کود	فرمول شیمیایی	درصد پتاسیم (K_2O)
کلراید پتاسیم(MOP)	KCl	60
سولفات پتاسیم(SOP)	K_2SO_4	50
نیترات پتاسیم	KNO_3	45
نیترات سدیم پتاسیم	$KNa(NO_3)_2$	14
سولفات پتاسیم- منیزیم	$MgSO_4$- K_2SO_4	24
هیدروکسید پتاسیم	KOH	83
کربنات پتاسیم	K_2CO_3-$KHCO_3$	<68
ارتو فسفات پتاسیم	KH_2PO_4-K_2HPO_4	30-50
پلی فسفات پتاسیم	$K_4P_2O_7$	22-48
متا فسفات پتاسیم	KPO_3	38
تیوسولفات پتاسیم	$K_2S_2O_3$	17
سولوپتاس*	Solupotasse	50

* سولفات پتاسیم با درجه حلالیت بیشتر

در این قسمت به‌طور خلاصه به رایج‌ترین کودهای شیمیایی پتاسیمی استفاده شده در زراعت لوبیا می‌پردازیم.

کلراید پتاسیم فراوان‌ترین ترکیب پتاسیم در طبیعت است که دارای مقدار زیادی (60 تا 62 درصد) پتاسیم است. مصرف این کود در مواردی که به مقدار زیادی پتاسیم نیاز است چندان مطلوب نیست، زیرا گیاه لوبیا بسیار حساس به کلر است؛ و تنها 1/2 میلی‌گرم کلر در یک لیتر آب آبیاری را تحمل می‌نماید و بیشتر از آن عملکرد را به‌شدت کاهش می‌دهد.

نیترات پتاسیم دارای 44 درصد اکسید پتاسیم و 13 درصد نیتروژن است، راندمان نیترات پتاسیم ازنظر این‌که هم‌زمان دو عنصر نیتروژن و پتاسیم را در اختیار گیاه قرار می‌دهد اهمیت دارد، اما کودی گران‌قیمت است. مصرف این کود به‌صورت نواری و یا پخش سطحی در زمان آماده‌سازی زمین در بهار و یا به‌عنوان کود سرک محلول در آب آبیاری در دوره رشد رویشی لوبیا قابل استفاده است.

سولفات پتاسیم دارای 50 درصد اکسید پتاسیم و 18 درصد گوگرد است که به‌صورت نواری و یا پخش سطحی در زمان آماده‌سازی زمین در بهار و یا به‌عنوان کود سرک محلول در آب آبیاری باراندمان مطلوب در دوره رشد رویشی لوبیا قابل استفاده است. شاخص شوری سولفات پتاسیم کمتر از یک است و اثر اسمزی را در خاک کاهش می‌دهد. همچنین مصرف این کود سبب افزایش کیفیت دانه و مقاومت به بیماری‌ها در گیاه لوبیا می‌شود.

منابع

1- اسدی، ف. و همکاران. 1384. راهنمای نمونه‌برداری خاک. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره 487.

2- خودشناس، م.ع. و م. دادیور. 1386. تعیین غلظت بحرانی پتاسیم برای گیاه لوبیا در خاک‌های استان مرکزی. دومین همایش ملی حبوبات ایران. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

3- خودشناس، م.ع. و م. دادیور. 1384. بررسی پراکنش وضعیت عناصر غذایی در خاکه‌ای زیر کشت لوبیا استان مرکزی. اولین همایش ملی حبوبات، مشهد، https://civilica.com/doc/54583.

4- خودشناس، م.ع. 1398. ارزیابی پراکنش نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک‌های زراعی استان مرکزی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی خاص. موسسه تحقیقات خاک و آب.

5- قدبیک‌لو، ج.، م.ع خودشناس و م. دادیور.1390. تعیین عصاره‌گیر مناسب برای سنجش پتاسیم قابل‌استفاده لوبیا . چهارمین همایش ملی حبوبات ایران. اراک، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی.

6- مشیری، ف. و همکاران. 1393. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه گندم. موسسه تحقیقات خاک و آب.

7- وزارت کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و بودجه، اداره کل آمار و اطلاعات. 1398. گزارش نتایج طرح آمارگیری نمونه‌ایی برآورد سطح و تولید محصولات زراعی.

8- Akibode, S. and Maredia, M. 2011. Global and Regional Trend in Production, Trade and Consumption of Food Legume Crops. Department of Agricultural, Food and Resource Economics Michigan State University. Report Submitted to SPIA.

9- Barker, V. and Pilbeam, D.J. 2007. Handbook of Plant Nutrition.Taylor & Francis,28.

10- Heard, J. and Brolley, B. 2008. Nutrient uptake and partitioning by dry beans in Manitoba. In Proc. of 2008 Manitoba Agronomist Conf.

11- Long, R., Temple, S., Schmierer, J., Canevari, M. and Meyer, R.D. 2010. Common Dry Bean Production in California, Second Edition. University of California Agriculture and Natural Resources.

12- McKenzie, R.H. 2013. Irrigated Dry Bean Nutrient Requirements for Southern Alberta. Agri Facts. Agdex 142/532-1.

13- Potash Development Association. 2008. Grain legumes need potash. Potash Leaflets. Online Available" https://www.pda.org.uk/pda_leaflets/18-grain-legumes-need-potash/".

14- Rattan, R.K. 2015. Mineral nutrition of plants. In: Rattan RK, Katyal JC, Dwivedi BS, Sarkar AK, Bhattacharyya T, Tarafdar JC, Kukal SS (eds) Soil science: an introduction. Indian Soc Soil Sci, New Delhi, pp 499–539.

15- Sardans, J. and Penuelas, J. 2015. Potassium: a neglected nutrient in global change. Glob Ecol Biogeogr 24: 261–275.

16- Shumi, D. 2018. Response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties to rates of blended NPS fertilizer in Adola district, Southern Ethiopia. Afric. J. Plant Sci. 12(8): 164-179.

17- Shumi, D., Alemayehu1, D., Afeta, T. and Debelo, B. 2018. Response of Common bean (Phaseolus vulgaris L.) Varieties to Rates of Blended NPS Fertilizer in Adola District, Southern Ethiopia. J Plant Biol Soil Health. 5(1):7.

18- Sims, T.J. 2000. Soil fertility evaluation. P.D113-D153. In M.E. Sumner (ed.) Handbook of soil science. CRC press llc.

19- Tisdal, S.L., Nelson, W.L. and Beaton, J.D. 1985. Soil fertility and fertilizers. 4 th.ed., Mc Millan Publishing co., New York, NY.