شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

فسفر کارایی ارقام بهاره کلزا در شرایط تنش کمبود فسفر

فریدون نورقلی‌پور [۱*]، حسین میرسید حسینی [۲]، محمدمهدی طهرانی [۱]، بابک متشرع‌زاده [۲]، فرهاد مشیری [۱] و ساناز توحیدلو [۳]

[۱] استادیار پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

[۲] دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی داشگاه تهران،کرج

[۳] کارشناس‌ارشد موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

چکیده

گیاهان در مواجهه با تنش کمبود فسفر، راهبردهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی را در پیش می‌گیرند. گیاه کلزا در ایران به عنوان مهمترین گیاه دانه روغنی درنظر گرفته می‌شود. در آزمایش گلدانی، فسفر کارایی هفت رقم کلزا با تیپ رشد بهاره (آرجی اس، دلگان، زابل، جری، جولیوس، هایولا۴۰۱، ظفر) در شرایط کمبود فسفر (۴/۶ میلی گرم در کیلوگرم) و فراهمی فسفر (افزودن فسفر به میزان ۸۰ میلی گرم فسفر در کیلوگرم خاک) از منبع مونو پتاسیم فسفات، بررسی گردید. بر اساس نتایج، ارقام از لحاظ تولید بیوماس، جذب فسفر و کارایی جذب و استفاده، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. فسفر کارایی از ۰/۵۱۸ در رقم دلگان تا ۰/۲۳۴ در رقم جری متغیر بود و کارایی جذب فسفر ارقام نیز از ۰/۳ در رقم دلگان تا ۰/۱۳۷ در رقم جری متغیر بود. به نظر می‌رسد که فسفر کارایی و تولید ماده خشک در زمان کمبود فسفر ارقام، بیشتر وابسته به کارایی آنها در جذب فسفر می‌باشد. در توصیه کودی فسفر برای گیاه کلزا، علاوه بر مقدار فسفر قابل دسترس خاک و دیگر خصوصیات خاک، باید نوع رقم و خصوصیات ریشه آن نیز مد نظر قرار گیرد. استفاده از ارقام فسفر کارای کلزا از جمله رقم دلگان می‌تواند باعث کاهش هزینه مالی و زیست محیطی کاربرد کودهای فسفره گردد.

کلمات کلیدی: کارایی درونی استفاده از فسفر، شاخص استفاده از فسفر، کارایی جذب، شاخص تنش

مقدمه

فسفر یکی از ۱۷ عنصر غذایی ضروری برای رشد گیاهان بوده (Elanchezhian و همکاران ۲۰۱۵) و تمامی واکنش‌های بیوشیمیایی و توسعه‌ای در گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Akhtar و همکاران ۲۰۰۹). کاربرد کودهای معدنی فسفره اگرچه مقدار تولید محصولات کشاورزی را به صورت غیر قابل انکار افزایش داده ولی اثرات سوء نیز بر محیط زیست داشته است. بدین دلیل اصلاح گیاه برای هماهنگ شدن با خاک به جای اصلاح خاک برای هماهنگ شدن با نیاز گیاه، راهکار اکولوژیکی موثر در تولید پایدار محصولات کشاورزی است (Akhtar و همکاران ۲۰۰۹). گیاهان در مواجهه با تنش کمبود فسفر، برخی از راهبردهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی را در پیش می‌گیرند تا بتوانند فسفر را جذب نمایند (Vance و همکاران ۲۰۰۳). مکانیسم‌های تطبیقی شامل: کاهش سرعت رشد، افزایش رشد به ازای هر واحد فسفر جذب شده، جابجایی مجدد فسفر، تغییر در اسیدیته محیط ریزوسفر ریشه، افزایش تولید و ترشح اسیدهای آلی و آنزیم‌های فسفاتاز و تغییر در آرایش و مورفولوژی ریشه، افزایش سطح تماس ریشه ناشی از افزایش رشد ریشه و افزایش تولید ناقلین فسفر معدنی (Vance و همکاران ۲۰۰۳) می‌باشد. تمامی مکانیسم‌هایی که در بالا در مورد واکنش‌های گیاهان در زمان کمبود فسفر گفته شد، می‌توانند در دو گروه‌بندی قرار گیرند: کارایی جذب فسفر و کارایی استفاده از فسفر.

کلزا (*Brassica napus L.*) به دلیل سازگاری آن با شرایط مختلف، ارزش اقتصادی و قیمت مناسب آن در مقایسه با غلات، به عنوان مهمترین گیاه دانه روغنی در ایران بوده و بیشترین سطح کشت را در این گروه دارد (بی نام ۱۳۹۶). مقدار فسفر قابل دسترس در ۵/۲ میلیون هکتار از اراضی قابل کشت ایران (۷۰/۲ درصد از اراضی آبی) کمتر از ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (طهرانی و همکاران ۱۳۹۱). هدف از این پژوهش بررسی و مقایسه رشد و جذب فسفر ۷ رقم کلزا با تیپ رشد بهاره در شرایط مواجه شدن با تنش کمبود فسفر با استفاده از شاخص‌های مناسب کارایی بود. نتایج این تحقیق می‌تواند مشخص نماید که کدام یک از ارقام، برای رشد به مقدار کمتری از فسفر نیاز دارد. این امر می‌تواند به عنوان یک استراتژی سودمند برای شرایط کمبود فسفر در نظر گرفته شود.

مواد و روش‌ها

* ایمیل نویسنده مسئول: nourfg@yahoo.com

خاک از مزارع ایستگاه تحقیقات اسماعیل آباد قزوین (″۱۵/۸۵ ′ ۱۵ °۳۶ شمالی و ″ ۱۸/۸۸ ′ ۵۴ °۴۹ شرقی، ارتفاع ۱۲۷۸ متر) براساس مقدار فسفر قابل دسترس پایین و مقدار فسفر کل زیاد، انتخاب گردید. با توجه به این که حدود بحرانی فسفر برای گیاه کلزا مقدار ۱۲-۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم پیشنهاد شده، خاک انتخاب شده نیز دارای مقدار فسفر قابل دسترس پایین تر از این حد بود. هفت رقم کلزا (*Brassica napus* L.) عبارت بودند از زابل، ظفر، آرجی اس و دلگان (ارقام آزاد گرده افشان) و جری، جولیوس و هایولا ۴۰۱ (ارقام هیبرید). آزمایش در شرایط کنترل شده در اتاق رشد، انجام شد. دمای شب ۱۸ و روز ۲۰ درجه سانتی‌گراد، شدت نور PAR ۱۲۶ µmol photons m^{-2} s^{-1} تامین گردید. ساعت روشنایی- تاریکی به ترتیب ۱۶- ۸ ساعت بود. در این آزمایش گلدان‌های پلی‌اتیلنی با ۲۲۰۰ گرم خاک هوا خشک (عبور نموده از الک ۴ میلی‌متر)، استفاده شد. دو تیمار فسفر صفر میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم افزوده شده به خاک (با فسفر قابل جذب اولیه ۴/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم)، فراهمی فسفر (۸۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم، افزوده شده به خاک از منبع مونوپتاسیم فسفات)، مورد مقایسه قرار گرفت. مقدار ۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر بر اساس مطالعات Akhtar و همکاران (۲۰۰۹) و نیز پیش تیمار اولیه انجام شده با سطوح بیشتر و کم تر از این سطح، انتخاب گردید. ۱۰۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم از منبع اوره و ۶ میلی گرم در کیلوگرم آهن از منبع Fe-EDDHA 138 که به صورت محلول غذایی پیش از کشت با خاک، مخلوط شدند. گلدان‌ها با آب مقطر، آبیاری گردید. در هر گلدان تعداد ۲ جوانه تا انتهای آزمایش، حفظ گردید. ۴۵ روز پس از کشت مقارن با مرحله رشدی ۱۸ از کد دو رقمی رشد کلزا (۵) برداشت انجام شد. ریشه‌ها در چند نوبت با آب مقطر تمیز شدند. نمونه‌های گیاه پس از قرارگیری در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ ساعت در اسید هیدروکلریدریک ۲ نرمال، هضم شدند. غلظت فسفر (mg g^{-1}) در ریشه و اندام هوایی گیاه به روش رنگ زرد مولیبدو وانادات (Pratt و Chapman ۱۹۶۲) با اسپکتروفوتومتر قرائت شد. کارایی درونی استفاده از فسفر (PUTE= P utilization efficiency) و شاخص استفاده از فسفر (PUI=P utilization index) بر اساس روش Wissuwa و Rose (۲۰۱۲)، فسفر کارایی (PE= P efficiency) و کارایی جذب فسفر (P acquisition efficiency =PACE) براساس روش Ozturk و همکاران (۲۰۰۵) و شاخص تنش فسفر (PSF = P stress factor) بر اساس وزن خشک اندام هوایی (shoot dry weight (SDW) تعیین شدند (Akhtar و همکاران ۲۰۰۹).

1- PUTE (g DW mg p^{-1}) =وزن خشک ساقه یا ریشه (g $plant^{-1}$) / جذب فسفر (mg $plant^{-1}$)

2- PUI (g^2 DW mg p^{-1}) = وزن خشک ریشه یا ساقه (g $plant^{-1}$)/غلظت فسفر (mg g^{-1})

3- PE= P0 در وزن خشک ریشه یا ساقه (g $plant^{-1}$) / P80 در وزن خشک ریشه یا ساقه (g $plant^{-1}$)

4- PACE= P0 در جذب در ریشه یا ساقه (mg $plant^{-1}$)/ P80 در جذب در ریشه یا ساقه (mg $plant^{-1}$)

5- PSF = (SDW P80 - SDW P0) (g $plant^{-1}$) / SDW p80 (g $plant^{-1}$)

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه شده است. خاک غیر شور با فسفر و آهن کم بود.

جدول ۱- برخی خصوصیات مهم فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده در آزمایش

بافت	ماده آلی	پ.هاش	قابلیت هدایت الکتریکی	فسفر کل خاک	فسفر محلول در آب	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	مس	روی
	(درصد)		(دسی‌زیمنس بر متر)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)			(میلی‌گرم بر کیلوگرم)				
لوم شنی	۰/۳	۷/۹	۰/۷۹	۱۳۴۵	۴/۶	۴/۶	۲۷۰	۲/۵	۶/۳	۱	۱/۱

تاثیر تنش فسفر بر تجمع بیوماس و جذب فسفر در ارقام مختلف کلزا

تنش فسفر باعث کاهش ۲/۵ برابری وزن خشک اندام هوایی (حدود ۶۲/۵ درصد) گیاه گردید. در شرایط تنش فسفر رقم دلگان بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۱/۰۸ گرم در گیاه) و رقم جولیوس کمترین مقدار وزن خشک را تولید نمود (۰/۴ گرم در گیاه). در شرایط تنش فسفر، ارقام کلزا، تفاوت معنی داری ($p< 0.01$) از لحاظ وزن خشک ریشه، داشتند (جدول ۲ و ۳). در شرایط کمبود فسفر مقدار وزن خشک ریشه حدود ۶۶/۶ درصد نسبت به شرایط فراهمی فسفر، کاهش یافت. نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی در شرایط تنش فسفر در رقم دلگان به صورت معنی داری بیشتر

از ارقام دیگر کلزا بود. مقدار بیشتر این نسبت در ارقام دچار تنش، می تواند ناشی از افزایش مقدار انتقال مواد فتوسنتزی به ریشه و مصرف مواد فتوسنتزی در ریشه و افزایش سطح ریشه و متعاقب آن افزایش جذب فسفر در این ارقام نسبت به ارقام دیگر کلزا گردد. رشد بیشتر ریشه در ارقام کارا می تواند به گیاه دچار تنش کمک نماید تا بتواند مقدار بیشتری فسفر از محیط اطراف نسبت به ارقام غیر کارا، جذب نماید (Akhtar و همکاران، ۲۰۰۹). ژنوتیپ هایی از گیاهان که دارای سیستم ریشه گسترده تر و در عین حال مقدار بیشتر ماده خشک در اندام هوایی هستند می توانند به عنوان ارقام فسفر کارا در شرایط تنش کمبود فسفر در نظر گرفته شوند (Elanchezhian و همکاران، ۲۰۱۵). تنش کمبود فسفر باعث کاهش معنی دار($p<0.01$) جذب فسفر در اندام هوایی (۷۷/۹ درصد) و ریشه (۸۳/۵ درصد) شد (جدول۳) (نتایج جذب فسفر ریشه ارائه نشده است). در کلیه ارقام کلزا و در هر دو سطح فسفر، مقدار جذب فسفر در ساقه بیشتر از ریشه بود. بیشترین مقدار فسفر جذب شده اندام هوایی در رقم دلگان (۳/۰۹ میلی گرم در گیاه) و کمترین آن در رقم جری (۱/۲۵ میلی گرم در گیاه) مشاهده شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تاثیر تیمارها بر شاخص های وزن خشک بوته و جذب فسفر

	نسبت ریشه به شاخصاره	وزن خشک ریشه	جذب فسفر شاخصاره	وزن خشک اندام هوایی
منابع تغییرات	میانگین مربعات			
رقم	۰/۰۰۴**	۰/۰۱۹**	۳/۷۶**	۰/۳۸**
مقدار فسفر	۰/۰۰۳**	۰/۳۵**	۶۱۶**	۱۷/۵**
رقم × مقدار فسفر	۰/۰۰۰۳*	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۷۷ ^{ns}	۰/۰۴۸ ^{ns}
خطا	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۶۲۹	۰/۰۳۸

*،**،ns، به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌دار

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر مقدار فسفر و نوع رقم بر وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی و جذب فسفر ارقام کلزا

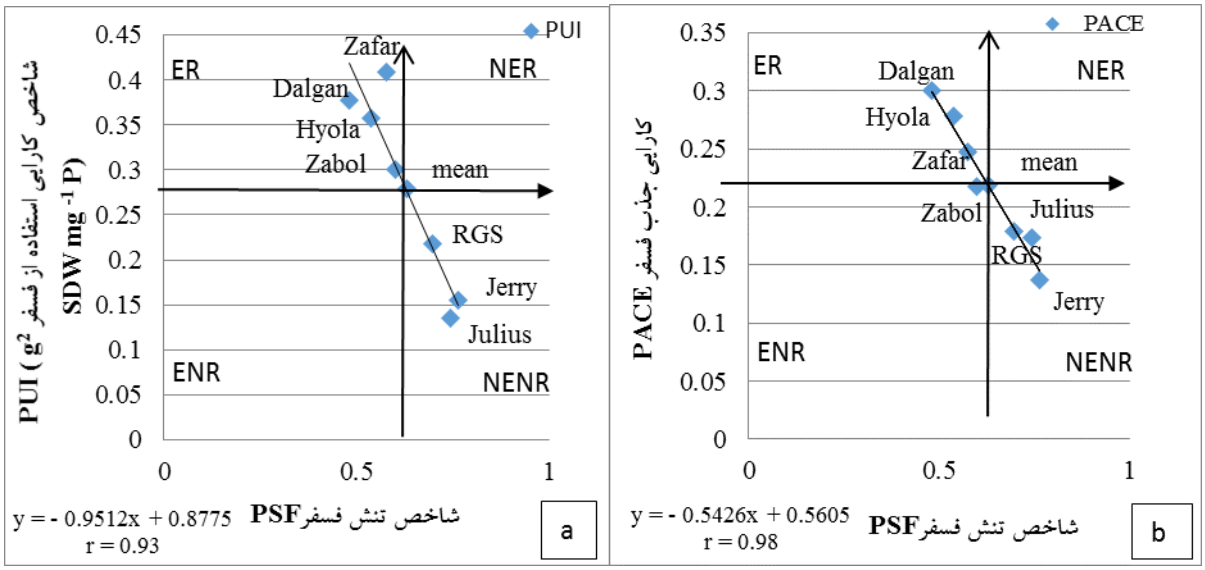
خصوصیت	نسبت ریشه به شاخصاره		وزن خشک ریشه		جذب فسفر شاخصاره		وزن خشک اندام هوایی	
	-		(گرم در گیاه)		(میلی‌گرم در گیاه)		(گرم در گیاه)	
رقم	P0	P80	P0	P80	P0	P80	P0	P80
دلگان	۰/۱۷۰ a	۰/۱۷۴a	۰/۱۸۱ a	۰/۳۶۴a	۳/۰۹ a	۱۰/۳۴ a	۱/۰۸a	۲/۰۹ b
ظفر	۰/۱۰۰ c	۰/۱۳۲b	۰/۱۰۴ bc	۰/۳۲۹ab	۲/۶۵ abc	۱۰/۷۷ a	۱/۰۴a	۲/۴۹ a
آرجی اس	۰/۱۱۶bc	۰/۱۲۷bc	۰/۱۲۸b	۰/۳۰۶abc	۱/۹۱ cd	۱۰/۵۹ a	۱/۰۱a	۲/۲ ab
زابل	۰/۰۷۷d	۰/۱۱۴cd	۰/۰۶d	۰/۲۲۴ de	۲/۰۶bcd	۹/۳۲ a	۰/۷۹ ab	۱/۹۸ bc
هایولا۴۰۱	۰/۱۳۰b	۰/۱۳۹ b	۰/۰۷۶ cd	۰/۲۷۴ bcd	۲/۸۸ ab	۱۰/۴ a	۰/۶۴bc	۲/۱۴ ab
جری	۰/۱۱۱ bc	۰/۱۳۵b	۰/۰۴۸ d	۰/۲۵۴ cd	۱/۲۵ d	۹/۴۷ a	۰/۴۴bc	۱/۸۸bc
جولیوس	۰/۱۰۰ cd	۰/۰۹۸ d	۰/۰۴۳ d	۰/۱۶۵e	۱/۳۷ d	۷/۹۶ b	۰/۴۳ c	۱/۶۹ c

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد به روش دانکن.

فسفر کارایی، کارایی جذب و استفاده از فسفر و شاخص تنش فسفر

کاهش ۱/۶۲ برابری کارایی استفاده درونی از فسفر در شرایط فراهمی فسفر، نسبت به شرایط کمبود آن، نشان می‌دهد که مقدار وزن خشک کمتری برای هر واحد فسفر جذب شده تولید شده یا مقدار کمتری از فسفر درونی برای تولید ماده خشک مصرف شده است (Akhtar و همکاران ۲۰۰۹). ولی شاخص کارایی مصرف فسفر (PUI) ۳۶ درصد در شرایط کمبود، نسبت به شرایط فراهمی فسفر کاهش یافت. دو شاخص PUI (Akhtar و همکاران ۲۰۰۹) و PUTE (Vance و همکاران ۲۰۰۳) متفاوت از یکدیگر هستند که بر اساس غلظت و یا جذب فسفر، محاسبه می‌گردند و به وسیله محققین مختلفی استفاده شده‌اند ولی به نظر می‌رسد میزان استفاده از شاخص PUTE در میان محققین بیشتر باشد. در این آزمایش، کارایی استفاده درونی از فسفر در رقم دلگان تفاوت معنی‌داری با رقم جری نداشت. بنا به نظر Zhang و همکاران (۲۰۰۸)، کارایی در جذب و تغییرات مورفولوژی ریشه و ترشحات ریشه، دلیل افزایش کارایی در ارقام کلزای مورد بررسی آنها بود نه کارایی در مصرف یا جابجایی مجدد عناصر در اندام گیاه. بیشترین شاخص کارایی مصرف فسفر در رقم ظفر (۰/۴۰۹ g^2 SDW mg^{-1} P) و کمترین آن در رقم جولیوس (۰/۱۳۵ g^2 SDW mg^{-1}P) مشاهده شد. رابطه بین PUI وPSF معنی‌دار و منفی بود ($r= -۰/۹۶، P <۰/۰۱$) و رابطه بین PACE وPSF نیز همین روند را داشت ($r= -۰/۹۹، P <۰/۰۱$). این امر نشان می‌دهد که ارقامی که برای هر غلظت فسفر، مقدار بیشتری از ماده خشک را تولید نمودند، مقدار کمتری تحت تاثیر تنش فسفر، تولید ماده خشک را کاهش دادند. فسفر کارایی از ۰/۵۱۸ در رقم دلگان تا ۰/۲۳۴ در رقم جری متغیر بود (نتایج ارائه نشده است). در شرایط تنش، ارقامی که فسفر کارایی بیشتری داشتند وزن خشک بیشتری نیز تولید نمودند ($r= ۰/۹۷، P<۰/۰۱$). کارایی جذب فسفر ارقام کلزا از ۰/۳۴۷ در رقم دلگان تا ۰/۱۳۷ در رقم جری متغیر بود. رابطه همبستگی مثبت و معنی‌داری بین کارایی جذب فسفر با وزن خشک اندام هوایی و فسفر کارایی وجود داشت (به ترتیب$P <۰/۰۱$، $r = ۰/۹۳$ و ۰/۹۵). این امر می‌تواند نشان دهنده تاثیر بیشتر کارایی جذب فسفر در ایجاد فسفر کارایی در ارقام کلزای مورد بررسی نسبت به کارایی مصرف فسفر باشد. بر اساس رابطه همبستگی بین PUI وPACE با PSF، ارقام کلزا در چهار گروه قرار گرفتند (شکل ۱): کارا و واکنش‌پذیر (ER = efficient responsive)، کارا و غیر واکنش‌پذیر (ENR= efficient and non-responsive), غیر کارا و واکنش‌پذیر (NER)، غیر کارا و غیر واکنش-

پذیر (NENR). بر اساس شاخص PUI در گروه کارا و واکنش‌پذیر ارقامی مثل دلگان و هایولا، ظفر و زابل قرار گرفتند و ارقامی مثل جری، جولیوس و آرجی اس به صورت غیرکارا و غیر واکنش‌پذیر بودند (شکل ۱a). بر اساس شاخص PACE در گروه کارا و واکنش‌پذیر ارقامی مثل دلگان، هایولا و ظفر قرار گرفتند. ارقامی مثل جری، جولیوس و آرجی اس به صورت غیر کارا و غیر واکنش‌پذیر دسته بندی شدند و زابل در گروه کارا و غیر واکنش پذیر قرار گرفت (شکل ۱b). تفاوت و یا عدم تفاوت در نحوه قرارگیری ارقام در دو نوع دسته‌بندی به تفاوت آنها از لحاظ کارایی جذب و یا کارایی مصرف وابسته است.



شکل ۱- تفکیک ارقام بر اساس شاخص کارایی استفاده از فسفر(PUI) یا بر اساس کارایی جذب فسفر (PACE) به عنوان تابعی از فاکتور تنش فسفر (PSF)

نتیجه‌گیری

ما بین ارقام کلزای مورد بررسی در این آزمایش در شرایط تنش کمبود فسفر از لحاظ وزن خشک اندام هوایی و ریشه، مقدار فسفر و کارایی جذب، تفاوت وجود داشت. ارقامی از کلزا که کارایی جذب فسفر بیشتری داشتند مثل دلگان در شرایط تنش، وزن خشک بیشتری نیز تولید نمودند (P <۰/۰۱ ، r = ۰/۹۳). اگر رابطه همبستگی بین فسفر کارایی و کارایی مصرف درونی فسفر را درنظر بگیریم (P <۰/۰۷، r = ۰/۴) می‌توان فسفر کارایی در این ارقام را مرتبط با کارایی جذب فسفر درنظر گرفت ولی اگر رابطه بین فسفر کارایی و شاخص کارایی مصرف فسفر را درنظر بگیریم (P <۰/۰۱، r = ۰/۹۱)، متوجه می‌شویم که علاوه بر کارایی جذب، کارایی مصرف فسفر نیز در کلزا موثر خواهد بود. در جمع بندی می‌توان گفت که فسفر کارایی ارقام و تولید وزن خشک در شرایط تنش فسفر به توانایی آنها در جذب فسفر وابسته است. رقم دلگان در شرایط تنش، دارای شاخص‌های رشدی بهتری نسبت به ارقام دیگر بود و نشان داد که می‌تواند برای شرایط تنش فسفر، رقم مناسبتری باشد. استفاده از ارقام فسفر کارا می‌تواند به عنوان استراتژی سودمند در تولید پایدار محصولات کشاورزی در شرایط تنش کمبود فسفر و نیز حفظ محیط زیست در نظر گرفته شود.

منابع

بی نام . ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی. فصل اول محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

طهرانی، م. م.، بلالی، م. ر.، مشیری، ف. و دریا شناس، ع. ا. ۱۳۹۱. توصیه و برآورد کود در ایران: چالش‌ها و راهکارها. مجله علوم خاک و آب، (۲) ۲۶، ۱۴۴-۱۲۳.

Akhtar, M. S., Oki, Y. and Adachi, T. 2009. Mobilization and acquisition of sparingly soluble P sources by Brassica cultivars under P starved environment II. Rhizospheric pH changes, redesigned root architecture and Pi uptake kinetics. Journal of Integrated Plant Biology, 51, 1024-1039.

Chapman, H. D. and Pratt, P. F. 1962. Methods of analysis for soils, plants and waters. Soil Science, 93, 1-68.

Elanchezhian, R., Krishnapriya, V., Pandey, R., Rao, A. S. and Abrol, Y. P. 2015. Physiological and molecular approaches for improving phosphorus uptake efficiency of crops. Current Science, 108, 1271-1279.

Rose, T. J. and Wissuwa, M. 2012. Rethinking internal phosphorus utilization efficiency: a new approach is needed to improve PUE in grain crops. Advances in Agronomy,116, 185-217.

Vance, C. P., Uhde-Stone, C. and Allan, D. L. 2003. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. New Phytologist, 157, 423-447.

Zhang, H. W., Huang, Y., Xiang-Sheng, Y. and Fang-Sen, X. 2008. Evaluation of phosphorus efficiency in rapeseed (*Brassica napus L.*) recombinant inbred lines at seedling stage. Acta Agronomica Sinica, 34, 2152-2159.

Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Phosphorus efficiency of spring rapeseed (Brassica napus L.) cultivars in P stress condition

Nourgholipour F.*1, H. M. Hosseini 2, M. M. Tehrani1 , B. Motesharezadeh 2 , F. Moshiri1 and S.Tohidlou3

1. Soil & Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Department of Soil Science Engineering, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
3. Master of science in soil and water research institute, agricultural research education and extension organization (AREEO), Karaj, Iran

Abstract

When plants suffer from low P stress, they develop adaptive morphological, physiological and biochemical strategies to explore P under limiting conditions. Rapeseed is considered main oilseed crop in Iran. A pot experiment was conducted to determine relative use or acquisition efficiency of seven spring rapeseed cultivars (Talaye, Okapi, L72, Dalgan, Karaj, Brutus, Jerry) in deficiently (0 mg P kg-1 add to soil with 4.6 mg Olsen P kg-1) and adequately supplied P condition (80 mg P kg-1 add to soil). Based on the results, cultivars had significant differences ($p<0.05$) on biomass production, P uptake and utilization efficiency. PE among the cultivars ranged from 0.234 (Jerry) to 0.518 (Dalgan) and P acquisition efficiency ranged from 0.137 (Jerry) to 0.3 (Dalgan). It seems that P efficiency and biomass production in these cultivars is primarily due to their acquisition efficiency of P. It is important to consider the kind of cultivars and root properties for P recommendation, besides soil characteristics. Using of phosphorus efficient cultivars such as Dalgan can reduce financial and environmental costs of phosphorus fertilizer application.

Keywords: P utilization efficiency, P utilization index, acquisition efficiency, stress factor