بررسی جذب فسفر در سطوح مختلف فسفر در شرایط تنش رطوبتی در بین دو رقم گندم

مریم موسوی[۱]، رضا خراسانی[۲] و رضا توکل افشاری[۳]

نویسنده مسئول:مریم موسوی، پست الکترونیکی moosavi . mary91@yahoo.com

۱. دانشجوی دکتری، ۲. دانشیارگروه علوم خاک و ۳. استاد گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

یکی از راه‌های مقابله با کمبود فسفر در خاک‌های آهکی در شرایط تنش خشکی استفاده از گیاهان فسفر کارا می‌باشد که راه حل پایدار و مناسب برای افزایش عملکرد محصول در این شرایط است. برای مقایسه دو رقم گندم در جذب فسفر تحقیقی در سه سطح رطوبتی خاک و سه سطح فسفر انجام شد. با توجه به تاثیر فسفر و تنش خشکی مشاهده شد که ارقام از نظر وزن خشک و جذب فسفر در اندام هوایی و ریشه و خصوصیات مورفولوژیکی ریشه دارای اختلاف معنی‌داری هستند. افزایش فسفر (۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کاهش تنش خشکی بیش‌ترین رشد و نمو را به همراه داشت، ولی این افزایش در سطوح خشکی زیاد (۵۰ درصد) به دلیل تثبیت فسفر و کاهش رشد ریشه، تاثیر بسزایی نداشت. هم‌چنین با توجه به نتایج این آزمایش مشاهده شد که رقم سیروان به دلیل افزایش رشد ریشه و جذب فسفر بیش‌تر که منجر به افزایش وزن خشک و رشد و نمو خوب آن در شرایط تنش خشکی گردید به عنوان رقم کارا شناخته شد.

واژگان کلیدی: ارقام گندم، تنش خشکی، کمبود فسفر، ماده خشک گیاهی

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از منابع غذایی مهم در بین غلات در سراسر جهان می‌باشد. تغییر مداوم در آب و هوا همراه با کاهش بارندگی دلیل مکرر شروع تنش خشکی می‌باشد و تولید گندم را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد و عملکرد گندم را در طی سال‌های اخیر در سرتاسر جهان کاهش داده است Sharma *et al,*(2019). تنش خشکی یکی از گسترده ترین تنش‌های غیرزنده می‌باشد که با کاهش توسعه برگ و هدایت روزنه‌ها منجر به کاهش فتوسنتز می‌شود و با افزایش تنش اکسیداتیو اثرات نامطلوبی بر روی رشد و عملکرد گیاهان به خصوص گندم می‌گذارد، لذا چنین ضررهایی برای تامین نیازهای رو به رشد غذایی باید به حداقل برسد. پاسخ گیاهان به تنش خشکی پیچیده است و شامل تغییرات فیزیولوژی، بیوشیمیایی و مورفولوژی می‌باشد. علاوه بر تنش خشکی، کمبود فسفر نیز به طور قابل توجهی باعث کاهش رشد و عملکرد در گیاه می‌شود Zhang *et al* (2018). تنش خشکی با کاهش در جذب فسفر از متداولترین فاکتورهای تنش در عملکرد گندم در جهان به شمار می‌آیند. فسفر عنصر ضروری برای توسعه و رشد گیاهان از جمله گندم می‌باشد Xin-Kai *et al*(2012). به دلیل اهمیت فسفر در گیاه گندم، کارایی استفاده از کودهای فسفردار در این شرایط اهمیت قابل توجهی دارد. به همین منظور شناسایی و استفاده از واریته‌ها، ارقام یا ژنوتیپ‌های کارا و مقاوم به شرایط کمبود فسفر می‌تواند یک استراتژی یا راه‌کار مقرون به صرفه و مورد توجه در سیستم‌های کشاورزی پایدار باشد Sidhu *et al* (2018). کاربرد میزان مناسب کود فسفر تحت شرایط خشکی باعث افزایش کارایی فسفر و توانایی مقاومت خشکی در گندم Li-Yun *et al* (2014)، Deng *et al* (2018) و در نتیجه افزایش عملکرد گردید. نیاز ژنوتیپ‌ها به فسفر برای رشد متفاوت می‌باشد و هم‌چنین پاسخ‌های متفاوتی به کاربرد فسفر دارند Bilal *et al* (2018). ژنوتیپ‌های فسفرکارا در شرایط کمبود فسفر با افزایش خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی از جمله افزایش و توسعه ریشه، تارهای کشنده، طول، سطح، نسبت ریشه به اندام هوایی باعث افزایش جذب و کارایی فسفر در گیاه(2018) Deng *et al*، (2019) De souza Campos *et al* ، (2016) Mori *et al* می‌شوند و در نتیجه مقاومت آن‌ها را در برابر تنش خشکی و کمبود فسفر افزایش می‌دهند Jun *et al* (2017).

با توجه به شرایط آب و هوای خشک و نیمه‌خشک برای رشد گندم در ایران و هم‌چنین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک این مناطق نظیر درصد زیاد آهک، کمبود آب و مواد آلی که مشکلات بسیاری در تولید آن ایجاد کرده است. این مطالعه با هدف بررسی و مقایسه دو رقم گندم در جذب فسفر در سطوح مختلف فسفر در شرایط تنش رطوبتی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به منظور مقایسه پاسخ ارقام گندم به کمبود فسفر و تنش خشکی، در گلخانه تحقیقاتی واقع در دانشکده کشاورزی در دانشگاه فردوسی مشهد، ایران به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار بر روی دو رقم گندم (سیروان رقم مقاوم به خشکی و سیوند رقم حساس به خشکی) در طی دوره رشد رویشی در شرایط کنترل شده انجام گردید. فاکتورهای آزمایش شامل فسفر از منبع منو کلسیم فسفات منوهیدرات (۰، ۱۵ و ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و سه رژیم رطوبتی شامل ۵۰ و ۷۰ و ۹۵ درصد ظرفیت زراعی بودند.

پس از اعمال تنش به مدت حدود ۲ ماه، برداشت ارقام گندم با سه تکرار و از تمام گلدان‌ها انجام شد. به این ترتیب که گلدان‌ها برای بررسی وزن خشک و تر، صفات مورفولوژیک، غلظت، جذب فسفر در اندام هوایی و ریشه، در پایان مرحله رشد رویشی در دو بخش اندام هوایی و ریشه جدا شدند. جذب فسفر در اندام هوایی و ریشه با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید :

Phosphorus uptake of plant (mg) = P concentration (mg /kg) × dry plant weight (kg)

نتایج و بحث

با توجه به نتایج این آزمایش تنش خشکی و سطوح مختلف فسفر (جدول ۱و شکل ۱) تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک اندام هوایی، ریشه، طول تجمعی ریشه، سطح ریشه و جذب فسفر داشت. همان‌طور که مشاهده می‌شود وزن خشک اندام هوایی، طول تجمعی و سطح ریشه، جذب فسفر تحت تاثیر کمبود فسفر و افزایش خشکی کاهش یافتند. لیکن با افزایش سطح فسفر در سطح ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کاهش تنش خشکی در سطح ۹۵ درصد بیش‌ترین تاثیر را در این پارامترها مشاهده گردید. در صورتی که با افزایش تنش خشکی (۵۰ درصد) و فسفر، افزایشی در وزن خشک اندام هوایی و ریشه، طول تجمعی و سطح ریشه و جذب فسفر حاصل نشد. لذا کاهش این پارامترها با افزایش تنش خشکی ممکن است به دلیل افزایش تثبیت فسفر، کاهش در رشد ریشه و جذب فسفر در سطوح زیاد خشکی و کاهش میزان فتوسنتز در نتیجه کاهش در توسعه برگ و تخریب رنگدانه های کلروپلاست در گیاه و بسته شدن روزنه ها به عنوان عامل اصلی در کاهش فتوسنتز تحت تاثیر افزایش غلظت اسید ابسزیک و انتقال آن از طریق آوند چوبی به اندام هوایی باشد. تنش خشکی یک استرس محیطی مهم در کاهش رشد و تولید گیاهان می‌باشد (Bartlett *et al* (2012. خشکی با کاهش میزان فتوسنتز و آب سلولی باعث کاهش رشد در گیاه می‌شود (Wang *et al* (2016. این احتمال وجود دارد که کاربرد فسفر با افزایش فعالیت فتوسنتز و جذب آب منجر به افزایش مقاومت به تنش خشکی گردیده است. که مطابق با یافته های (Zhu (2002، (Singh *et al* (2013 می‌باشد. کاربرد فسفر و افزایش جذب آن منجر به افزایش رشد ریشه، هدایت هیدرولیکی سیستم ریشه، افزایش سرعت رشد و تجمع بایومس می‌شود (Razaq *et al* (2017 و در نتیجه توانایی ریشه ها به استخراج آب خاک را افزایش و مقاومت به خشکی را زیاد می‌کند (Meng and yao (2015. فسفر عنصر ضروری برای رشد و توسعه گیاهان از جمله گندم می‌باشد و دسترسی به این عنصر برای تولید و عملکرد محصول مهم می‌باشد (Xin-Kai *et al* (2012، (Pang *et al* (2018 . با توجه به نتایجی که از این پژوهش بدست آمد، مشاهده گردید که با کاربرد میزان و زمان مناسب فسفر در تنش های کم خشکی به

دلیل تاثیر مثبت آن بر روی بایومس ریشه و گسترش ریشه منجر به افزایش جذب آب و فسفر از خاک گردید و تحمل به تنش خشکی را تا حدودی افزایش داد، که با نتایج تاریق و همکاران (۲۰۱۷) و نجی و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد. ازترک و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده کردند، ارقام گندم با جذب زیاد فسفر در شرایط کمبود فسفر با توجه به افزایش مقدار آن در گیاه باعث افزایش وزن خشک گردید و همبستگی خوبی بین این دو پارامتر وجود دارد. این پژوهشگران معتقد بر این هستند که مقدار فسفر و تولید ماده خشک در شرایط کمبود فسفر به دلیل سهم افزایش جذب، انتقال و کارایی استفاده بهینه فسفر در داخل گیاه می‌باشد و پارامترهای مورد اعتماد برای ارزیابی کارایی فسفر در مراحل رشدی در ارقام گندم می‌باشند. میزان زیادی از فسفر بکار برده شده در خاک ها برای پاسخگویی نیاز گیاه در مراحل مختلف زمانی به دلیل تبدیل به فرم غیرقابل دسترس، به آسانی در اختیار ریشه گیاهان قرار نمی‌گیرد. بنابراین توسعه ارقام فسفر کارا با توانایی بیش‌تر رشد و عملکرد تحت شرایط کمبود فسفر خاک از اهداف مهم می‌باشد Ozturk *et al* (2005)، که منجر به کاهش هزینه کود مصرفی و کاهش آلودگی محیط زیست می‌شود Cakmak(2002). که با نتایج این پژوهش در رقم سیروان به عنوان رقم کارا نسبت به سیوند مطابقت دارد. هم‌چنین با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش مشاهده گردید که در رقم سیروان با داشتن میزان بیش تر فسفر در بذر (رقم سیروان ۴۰ درصد و رقم سیوند ۲۶ درصد) ، منجر به افزایش سرعت و درصد جوانه زنی سریع بذر گردید. لذا با افزایش رشد ریشه در این رقم و استفاده بیش‌تر از فسفر خاک، توانسته است با ایجاد نهال های قوی در مراحل رشد رویشی بیش‌ترین وزن خشک را در ریشه و اندام هوایی نسبت به رقم سیوند بدست آورد. افزایش فسفر بذر محرکی برای رشد اولیه نهال و به عنوان پتانسیلی برای افزایش عملکرد به خصوص در شرایط کمبود فسفر می‌باشد. بنابراین در این خاک‌ها با توجه به ذخیره عناصر بذر و به خصوص میزان فسفر بذر به عنوان نیروی خوبی در مراحل اولیه رشد با ایجاد تولید ریشه بیش‌تر و افزایش جذب فسفر و عناصر دیگر از خاک منجر به افزایش بایومس ریشه، غلظت فسفر در ریشه و اندام هوایی و در نهایت منجر به افزایش وزن خشک می‌شود Ros *et al*(1997).

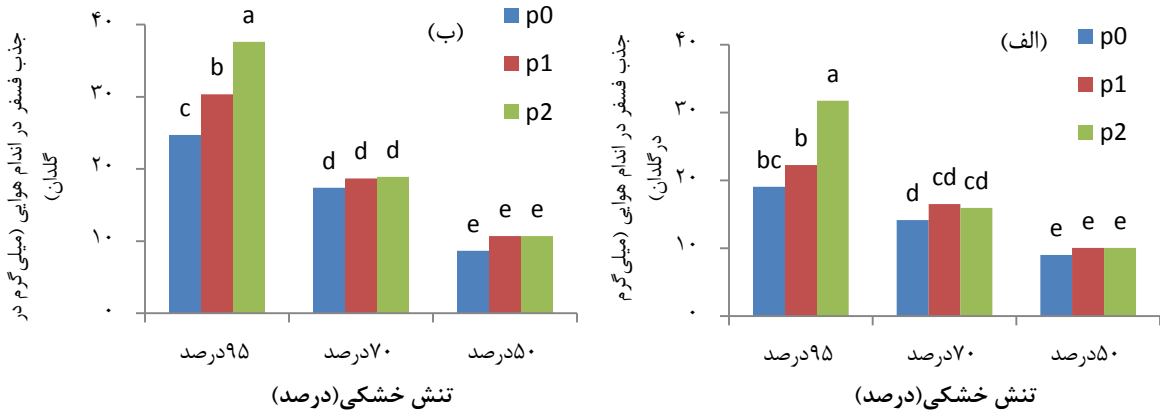
نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که، افزایش میزان فسفر و سطوح رطوبت مناسب باعث افزایش وزن خشک ریشه، اندام هوایی، سطح و طول ریشه گردید که در سطح سوم فسفر (۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) این افزایش بیش‌تر از سطح دوم (۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) فسفر بود. به عبارت دیگر این نتایج نشان دهنده نقش مثبت فسفر در سطوح ۹۵ و ۷۰ درصد تنش خشکی می‌باشد. لذا کاربرد بیش‌تر کود فسفر با افزایش تنش خشکی تاثیر بسزایی بر روی این پارامترها نداشت. هم‌چنین رقم سیروان با رشد بیش‌تر ریشه و جذب بهتر فسفر، نسبت به رقم سیوند وزن خشک زیادتری داشت و در نتیجه مقاومت بیش‌تری را در این شرایط برای این رقم ایجاد کرد و به عنوان رقم کارا شناخته شد.

جدول ۱- تاثیر تنش خشکی و کمبود فسفر بر ارقام گندم

ارقام	فاکتورهای آزمایش	سطح ریشه (مترمربع)	طول تجمعی ریشه (متر)	جذب فسفر (میلی‌گرم/گلدان) (ریشه)	وزن خشک (گرم/گلدان) (ریشه)	وزن خشک (گرم /گلدان) (اندام هوایی)
	T1	۰/۲۴a	۶۴۰/۳۹a	۴/۹۱a	۳/۶۸a	۱۱/۸۵a
	T2	۰/۱۵b	۴۱۱/۴۵b	۳/۲۲b	۲/۳۲b	۷/۴۳b
سیروان	T3	۰/۱۱b	۳۲۳/۰۴b	۱/۷۹c	۱/۴۵c	۴/۷۴c
	P0	۰/۱۴b	۴۱۳/۲۵b	۲/۸۵b	۱/۹۵b	۶/۸۹b
	P1	۰/۱۶b	۴۱۵/۶۹b	۳/۲۶ab	۲/۵۱a	۷/۷۴b
	P2	۰/۲۱a	۵۴۵/۹۵a	۳/۸۱a	۳/۰۰a	۹/۳۸a
	T1	۰/۱۹a	۵۶۹/۳۵a	۳/۱۸a	۲/۳۸a	۹/۴۴a
	T2	۰/۱۳b	۳۷۲/۰۴b	۲/۷۴a	۱/۸۷b	۶/۳۰b
سیوند	T3	۰/۱۰c	۲۳۲/۷۴c	۱/۴۵b	۱/۱۸c	۴/۳۴c
	P0	۰/۱۲b	۳۴۰/۲۳b	۲/۲۷b	۱/۶۵b	۶/۱۲b
	P1	۰/۱۲b	۳۳۵/۳۲b	۲/۱۴b	۱/۶۰b	۶/۰۶b
	P2	۰/۱۷a	۴۹۸/۵۹a	۲/۹۶a	۲/۱۹a	۸/۱۱a

تنش خشکی(T)، ۹۵ درصد (T1) ۷۰۰ درصد (T2) و ۵۰ درصد (T3) ظرفیت زراعی، فسفر (P)، ۰ (P0)، ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم (P1)، ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم (P2)



شکل ۱- تاثیر تنش خشکی و سطوح فسفر بر ارقام گندم سیوند (الف)، سیروان (ب)
(فسفر (P)، ۰ (P0)، ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم (P1)، ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم (P2))

فهرست منابع

Bartlett, M. K., Scoffoni, C., Sack, L. (2012). The determinants of leaf turgor loss point and prediction of drought tolerance of species and biomes: a global meta-analysis. Ecology Letters, 15, 393–405.

Bilal, H. M., Aziz, T., Maqsood, M. A., Farooq, M., Yan., G. (2018). Categorization of wheat genotypes for phosphorus efficiency, PLOS ONE, 13(10): e0205471.

Cakmak, I. (2002). Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways. Plant and Soil, 247, 3–24.

Deng, Y., Teng, W, Tong, Y, Chen, X., Zou, C. (2018). Phosphorus Efficiency Mechanisms of Two Wheat Cultivars as Affected by a Range of Phosphorus Levels in the Field. Frontiers in Plant Science, 9:1614.

Jun, W., Ping, L., Zhiyong, L., Zhansheng, W, Yongshen, L., Xinyuan, G. (2017). Dry matter accumulation and phosphorus efficiency response of cotton cultivars to phosphorus and drought, Journal Of Plant Nutrition, 2349-2357.

Li-yun, K., Shan-chao, Y., Shi-qing, L. (2014). Effects of Phosphorus Application in Different Soil Layers on Root Growth, Yield, and Water-useEfficiency ofWinter Wheat Grown under Semi-arid Conditions, Journal of Integrative Agriculture, 13(9):2028–2039.

Meng, L. S., Yao, S. Q. (2015). Transcription co-activator Arabidopsis ANGUSTIFOLIA3 (AN3) regulates water-use efficiency and drought tolerance by modulating stomatal density and improving root architecture by the transrepression of YODA (YDA). Plant Biotechnology Journal, 13, 893–902.

Mori, A., Fukuda, T., Vejchasarn, P., Nestler, J., Pariasca-Tanaka, J., Wissuwa, M. (2016). The role of root size versus root efficiency in phosphorus acquisition in rice. Journal of Experimental Botany, 1179–1189.

Nejia, M ., Kouasa, S., Gandoura, M., Aydib, S., Abdellya, C. (2019). Genetic variability of morpho-physiological response to phosphorus deficiency in Tunisian populations of *Brachypodium hybridum*, Plant Physiology and Biochemistry 143:246-256.

Ozturk, L., Eker, S., Torun, B., Cakmak. I. (2005). Variation in phosphorus efficiency among 73 bread and durum wheat genotypes grown in a phosphorus-deficient calcareous soil. Plant and Soil, 69–80.

Pang, J., Zhao, H., Bansal, R., Bohuon, E., Lambers, H., Ryan, M.H., Siddique, K. H. M. (2018). Leaf transpiration plays a role in phosphorus acquisition among a large set of chickpea genotypes: leaf transpiration and P acquisition in chickpea. Plant, Cell & Environment, 41 (9), 2069–2079

Razaq, M., Zhang, P., Shen, H.-L., Salahuddin. (2017). Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of Acer mono. PLOS ONE, 12:e0171321.

Sharma, S, Chen, C, Khatri, K., S. Rathore, M., P. Pandey, S. (2019). *Gracilaria dura* extract confers drought tolerance in wheat by modulating abscisic acid homeostasis. Plant Physiology and Biochemistry, 143–154.

Sidhu, S. K., Kaur, J., Singh, S., Grewal, S. K., Singh, M. (2018). Variation of morpho-physiological traits in geographically diverse pigeonpea [Cajanus cajan (L.) Millsp] germplasm under different phosphorus conditions. Journal of Plant Nutrition, 1321-1332.

Tariq, A., Pan, K., Olatunji, O., Graciano, C., Li, Z., Feng Sun, F., Sun, X., Song, D., Chen, W., Zhang, A., Wu, X., Zhang, L., Mingrui, D., Xiong, Q., Chenggang Liu, C. (2017). Phosphorous Application Improves Drought Tolerance of Phoebe zhennan. Frontiers in Plant Science, 8:1561.

Tariq, A., Pan, K., Olatunji, O. A., Graciano, C., Li, Z ., Sun, F., Zhang, L., Wu, X., Wenkai Chen, W., Song, D., Huang, D., Xue, T., Zhang, A. (2018). Phosphorous fertilization alleviates drought effects on Alnus cremastogyne by regulating its antioxidant and osmotic potential. Scientific reports, 8(1):5644.

Wang, X., Shen, J and Liao., H. (2010). Acquisition orutilization,which is more critical for enhancing phosphorus efficiency inmoderncrops?. Plant Science, 302–306.

Xin-kai, Z., Chun-yan, L., Zong-qing, J ., Lian-lian, H., Chao-nian, F., Wen-shan, G.,Yong-xin, P. (2012). Responses of Phosphorus Use Efficiency, Grain Yield, and Quality to Phosphorus Application Amount of Weak-Gluten Wheat. Journal of Integrative Agriculture, 1103-1110.

Zhang, B., Zhang, H., Wang, H., Wang, P., Wu, Y., Wang, M. (2018). Effect of Phosphorus Additions and Arbuscular Mycorrhizal Fungal Inoculation on the Growth, Physiology, and Phosphorus Uptake of Wheat Under Two Water Regimes. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 862-874.

Zhu, Y., Smith, F. A., Smith, S. E. (2003). Phosphorus efficiencies and responses of barley (Hordeum vulgare L.) to arbuscular mycorrhizal fungi grown in highly calcareous soil. Mycorrhiza, 13(2):93-100

Investigation of phosphorus uptake at different levels of phosphorus under water stress conditions between two wheat cultivars

Maryam Moosavi [1], Reza Khorassani [2] and Reza Tavakol Afshari [3]

1. PhD student, 2. Associate Professor, Soil Science Department, and 3. Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

Abstract

One of the ways to deal with phosphorus deficiency in calcareous soils in drought stress conditions is the use of phosphorus efficient plants, which is a sustainable and suitable solution to increase crop yield in this conditions. To compare two wheat cultivars in phosphorus uptake, research was conducted on three soil moisture levels and three phosphorus levels. Due to the effect of phosphorus and drought stress, it was observed that cultivars have significant differences in terms of dry weight and phosphorus uptake in shoots and roots and root morphological characteristics. Increase of phosphorus and decrease of drought stress had the highest growth and development, but this increase in high drought levels (50%) did not have a significant effect due to phosphorus fixation and reduced root growth. Also, according to the results of this experiment, it was observed that Sirvan cultivar was known as efficient phosphorus cultivar due to increased root growth and more phosphorus uptake, which resulted to increase dry weight and suitable growth and development under the drought stress conditions.

Keywords: Drought; Dry matter, Low phosphorus,Wheat cultivars