تأثیر سلنیوم بر برخی ویژگی‌های رشدی پیاز (*Allium cepa* L.) تحت سطوح مختلف آبیاری

معصومه عامریان[1*]، محمود خرمی وفا[1] و نوشین حقانی[2]

[1]استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

[2]دانشجوی سابق کارشناسی (تولیدات گیاهی-گیاهان دارویی و معطر)، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

*نویسنده مسئول: Masoomehamerian@yahoo.com

چکیده

در این تحقیق تأثیر سلنیوم بر افزایش تحمل به خشکی پیاز توده‌ی زرد اصفهان به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در شرایط گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل سطوح مختلف آبیاری در سه سطح (۱۰۰، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه) و سطوح مختلف سلنیوم در سه سطح (صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم) بود. محلول‌پاشی برگی سلنیوم طی یک مرحله انجام شد. در سطوح مختلف آبیاری سلنیوم از کاهش رشد پیاز جلوگیری کرد و با افزایش غلظت سلنیوم ارتفاع گیاه (۶۲/۶۶ سانتی‌متر) و تعداد برگ (۱۱/۶۶) پیاز افزایش یافت. با توجه به نتایج به‌دست در سطوح مختلف آبیاری محلول‌پاشی برگی ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم توصیه می‌گردد. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از سلنیوم می‌تواند ویژگی‌های رشدی را در شرایط تنش خشکی بهبود بخشد و ممکن است برای مناطق خشک و نیمه خشک توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، محلول‌پاشی برگی و سلنات سدیم

مقدمه

پیاز با نام علمی *Allium cepa* L. از خانواده‌ی Alliaceae از قدیمی‌ترین سبزیجات خوراکی در ایران و دنیا است و از نظر دارا بودن موادی چون پروتئین، کلسیم، آهن، فسفر، پتاسیم، ویتامین‌ها و خاصیت ضد قارچی و ضد باکتریایی و نیز تولید کالری اهمیت فراوان دارد (Gedam *et al*., 2021). رشد و تولید محصولات گیاهی همواره تحت تأثیر شرایط مختلف محیطی مانند خشکی، شوری، نبود تعادل مواد غذایی و دمای نامناسب است. خشکی مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد گیاه و تولیدات کشاورزی در سراسر دنیا به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد و از آنجائیکه بخش اعظم اراضی ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار دارد، شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل و مطالعه تحمل نسبی به تنش کمبود آب در گیاهان ضروری به‌نظر می‌رسد (Akhzari and Pessarakli, 2015). نیاز آبی پیاز خوراکی به‌عنوان یک محصول عمده باغبانی برای تولید عملکرد مناسب و وزن خشک بالا بسیار زیاد بوده و تا ۸۰۰ میلی‌متر نیز می‌رسد. به خاطر سطحی بودن ریشه‌های پیاز خوراکی باید مقدار آب در هر مرحله کم ولی تعداد دفعات بیشتر باشد (حکیمی نیا و همکاران، ۱۳۹۲).

یکی از مشکلات خاک‌های ایران کمبود سلنیوم است. سلنیوم در جدول تناوبی عناصر در گروه ششم همراه با اکسیژن و گوگرد قرار گرفته و از نظر خصوصیات فیزیکو شیمیایی بسیار شبیه گوگرد می‌باشد. اگرچه سلنیوم به‌عنوان یک ریز مغذی ضروری برای گیاهان عالی نیست، با این وجود مطالعات متعدد نشان داده‌اند سلنیوم در غلظت‌های پائین تأثیر مفیدی بر روی رشد و افزایش مقاومت گیاهان در برابر انواع تنش‌ها را از طریق فعالیت آنتی‌اکسیدانی خود دارد (Aqib *et al*., 2021). با توجه به این‌که در اکثر مناطق ایران کمبود آب همواره از مهم‌ترین عوامل محدود کننده‌ی تولید در بخش کشاورزی است، هر گونه پژوهش در زمینه‌ی رژیم‌های مختلف آبیاری، ارزیابی شیوه‌های افزایش تحمل به تنش‌های محیطی به‌ویژه خشکی در گیاهان با هدف بهره‌وری بیشتر از منابع آبی و خاکی ضروری به‌نظر می‌رسد. در زمانی که جذب مواد غذایی در خاک به‌درستی انجام نمی‌شود، محلول‌پاشی عناصر راهی برای رفع کمبود عناصر غذایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه‌ی تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه رازی انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل سطوح آبیاری در سه سطح (۱۰۰، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه) و محلول‌پاشی

برگی سلنیوم در سه سطح (صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم) بود. محلول‌پاشی برگی سلنات سدیم در زمان پنج برگی شدن بوته‌ی پیاز که هم‌زمان با اعمال سطوح مختلف آبیاری بود، صورت گرفت.

بذر پیاز توده‌ی زرد اصفهان از مرکز تحقیقات سیب‌زمینی و پیاز واقع در شهرستان کرج تهیه گردید. بذور پس از ضدعفونی به‌مدت ۱۰ دقیقه با هیپوکلرید سدیم ۱٪ در سینی‌های نشا کشت شدند. پس از ۵ هفته، گیاهان به گلدان‌های پلاستیکی ۳ لیتری حاوی ترکیب کود حیوانی، ماسه و خاک به نسبت ۱:۱:۳ با تراکم ۶ گیاه در هر گلدان منتقل شدند. برای اعمال سطوح مختلف تنش از روش وزنی استفاده گردید (Ardalani *et al*., 2014). تقریباً مقارن با شروع سوخدهی سه ماه پس از کشت بذر، زمانی‌که نسبت سوخدهی بیشتر از دو (نسبت حداکثر قطر سوخ به حداقل قطر ساقه مجازی) تشخیص داده شد (Amerian *et al*., 2018) (مصرف گیاه به‌صورت پیازچه) دانهال‌های پیاز برداشت شدند و برخی صفات مورفولوژیکی دانهال پیاز (ارتفاع گیاه، تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، طول ساقه‌ی مجازی، وزن تر و خشک ساقه‌ی مجازی) اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

در رابطه با اثر سطوح مختلف آبیاری و سلنات سدیم بر ارتفاع گیاه پیاز، مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱) نشان داد که با افزایش تنش خشکی ارتفاع گیاه کاهش یافت و بیش‌ترین ارتفاع گیاه در تیمار شاهد مشاهده شد. کم‌ترین ارتفاع گیاه در تیمار ۲۵٪ سطح آبیاری بود. سلنیوم تأثیر مثبت بر ارتفاع گیاه پیاز داشت. با افزایش سطح سلنیوم ارتفاع گیاه پیاز نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول ۱).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱)، با افزایش سطح تنش خشکی تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ کاهش نشان داد که بیان‌گر تأثیر منفی خشکی بر تعداد، وزن تر و خشک برگ است. بیش‌ترین تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ در تیمار شاهد مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۵۰٪ سطح آبیاری نداشتند. کم‌ترین تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ در تیمار ۲۵٪ سطح آبیاری مشاهده شد. تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ با افزایش سطح سلنیوم افزایش داد به‌طوری که بیش‌ترین میزان تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ در تیمار ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم و کم‌ترین تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۱).

طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱)، تنش خشکی تأثیر منفی بر طول ساقه‌ی مجازی پیاز داشت و با افزایش سطح تنش خشکی طول ساقه مجازی کاهش نشان داد. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان طول ساقه‌ی مجازی به‌ترتیب در تیمارهای شاهد و ۲۵٪ سطح آبیاری مشاهده شد. سلنیوم تأثیر مثبت بر طول ساقه‌ی مجازی پیاز داشت و کم‌ترین طول ساقه مجازی پیاز در تیمار شاهد مشاهده شد و بیش‌ترین طول ساقه‌ی مجازی در تیمار ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر بود (جدول ۱).

در رابطه با اثر سطوح مختلف آبیاری و سلنات سدیم بر وزن خشک برگ پیاز، مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) نشان داد که تنش خشکی تأثیر منفی بر میزان وزن خشک برگ پیاز دارد و با افزایش سطح تنش میزان وزن خشک برگ کاهش یافت. در حالی‌که با افزایش سطح سلنیوم میزان وزن خشک برگ افزایش نشان داد. با توجه به نتایج اثر متقابل بین دو فاکتور (شکل ۱)، در هر سه سطح آبیاری با افزایش غلظت سلنیوم میزان وزن خشک برگ افزایش یافت. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان وزن خشک برگ به‌ترتیب در تیمارهای بدون تنش خشکی (شاهد) همراه با ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم و ۲۵٪ سطح آبیاری همراه با صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده گردید (شکل ۱).

طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲)، با افزایش سطح سلنیوم میزان وزن تر ساقه‌ی مجازی افزایش نشان داد. اما تنش خشکی تأثیر منفی بر میزان وزن تر ساقه‌ی مجازی داشت. با توجه به نتایج اثر متقابل بین سطح آبیاری و سلنیوم (شکل ۲)، بیش‌ترین میزان وزن تر ساقه‌ی مجازی در تیمار بدون تنش خشکی (شاهد) در ترکیب با ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۵۰٪ سطح آبیاری همراه با ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم نداشت. کم‌ترین وزن تر ساقه‌ی مجازی در تیمار ۲۵٪ سطح آبیاری همراه با صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم بود (شکل ۲).

یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش آماس و در نتیجه کاهش تقسیم و توسعه سلول به‌ویژه در ساقه و برگ‌ها است و به‌همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی بر روی گیاهان را می‌توان از اندازه کوچک‌تر برگ‌ها یا ارتفاع گیاهان تشخیص داد (Bhatt and Srinivasa-Rao , 2005). در پژوهش حاضر نیز با کاهش سطح آبیاری ارتفاع گیاه پیاز کاهش نشان داد. درنتیجه می‌توان گفت که خشکی با کاهش پتانسیل آب ارتفاع گیاه و تعداد برگ پیاز را کاهش داده است (جدول ۱). هم‌چنین خشکی روی تشکیل

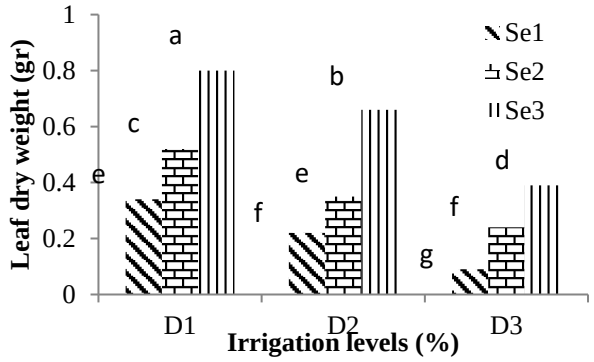
سلول‌های اولیه برگ و تمایز آن‌ها تأثیر گذاشته و سبب کاهش تعداد برگ می‌شود (Lobato *et al*., 2008). نتایج به‌دست آمده از تأثیر سلنیوم بر رشد گیاه پیاز با پژوهش‌های انجام شده بر گیاهان کاهو (Pennanen *et al*., 2002) و سویا (Bamberg *et al*., 2019) مطابقت دارد. نقش آنتی‌اکسیدانی سلنیوم که سبب محافظت غشا سلولی گیاه در برابر پراکسیداسیون می‌شود و نیز افزایش فعالیت آنزیم و ترکیبات آنتی‌اکسیدان می‌تواند در افزایش رشد گیاه مؤثر باشد (جدول ۱). هم‌چنین گزارش شده است که افزایش رشد گیاهان توسط سلنیوم به نقش آن در فعالیت آنزیم‌های کلروپلاست و متابولیسم کربوهیدرات نیز بستگی دارد (Poldma *et al*., 2011).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری و سلنات سدیم بر برخی ویژگی‌های مرفولوژیکی دانهال پیاز

تیمارها	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد برگ (-)	وزن تر برگ (گرم)	وزن خشک برگ	طول ساقه مجازی (سانتی‌متر)
سطح آبیاری					
شاهد	۲۳/۵۸^{a}	۶/۵۵^{a}	۶/۰۲^{a}	۰/۵۱^{a}	۵/۷۴^{a}
۵۰٪	۲۱/۴۲^{b}	۶/۳۳^{a}	۵/۲۴^{a}	۰/۴۵^{a}	۵/۱۲^{b}
۲۵٪	۱۸/۹۰^{c}	۴/۲۲^{b}	۲/۶۳^{b}	۰/۲۴^{b}	۴/۸۰^{c}
سلنات‌سدیم (میلی‌گرم بر					
صفر	۱۷/۴۵^{c}	۴/۶۶^{c}	۲/۳۶^{c}	۰/۲۱^{c}	۴/۵۷^{c}
۵	۲۱/۴۵^{b}	۵/۵۵^{b}	۴/۱۷^{b}	۰/۳۷^{b}	۵/۳۰^{b}
۱۰	۲۵/۲۶^{a}	۶/۸۸^{a}	۷/۳۶^{a}	۰/۶۲^{a}	۵/۷۸^{a}

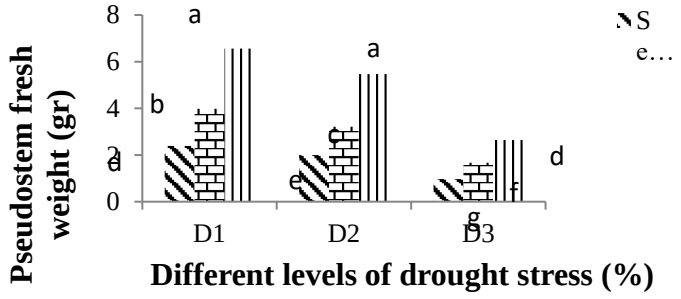
در هر ترکیب تیماری حروف مشابه عدم اختلاف معنی‌دار و حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌دار را در سطح احتمال ۵ درصد نشان می‌دهد (آزمون چند دامنه‌ای دانکن)

D_1، D_2 و D_3 به‌ترتیب: شاهد، ۵۰٪ و ۲۵٪ سطح آبیاری و Se_1، Se_2 و Se_3 به‌ترتیب: صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات‌سدیم



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل بین سطح آبیاری و سلنات‌سدیم بر وزن خشک برگ پیاز

D_1، D_2 و D_3 به‌ترتیب: شاهد، ۵۰٪ و ۲۵٪ سطح آبیاری و Se_1، Se_2 و Se_3 به‌ترتیب: صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات‌سدیم



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل بین سطح آبیاری و سلنات‌سدیم بر وزن تر ساقه‌ی مجازی پیاز

D_1، D_2 و D_3 به‌ترتیب: شاهد، ۵۰٪ و ۲۵٪ سطح آبیاری و Se_1، Se_2 و Se_3 به‌ترتیب: صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات‌سدیم

اثرمتقابل بین سطح آبیاری و سلنیوم تأثیر مثبتی بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه مجازی، وزن تر و خشک سوخ نشان داد که بیان‌گر نقش مثبت سلنیوم بر کاهش اثرات تنش خشکی در پیاز است (جدول ۱). تحریک رشد ناشی از سلنیوم تحت تنش‌های مختلف محیطی به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نسبت داده شده است (Hartikainen *et al*., 2000). توجه به نتایج به‌دست آمده سلنیوم می‌تواند در شرایط تنش خشکی از کاهش رشد پیاز جلوگیری کند. در شرایط تنش خشکی محلول‌پاشی برگی سلنیوم با غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر توصیه می‌گردد. افزایش رشد پیاز در شرایط تنش خشکی به خاصیت آنتی‌اکسیدانی سلنیوم نسبت داده می‌شود. با توجه به این‌که سلنیوم در غلظت‌های بالا به‌عنوان اکسیدان عمل کرده و رشد را کاهش می‌دهد، غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنیوم مشکلی برای پیاز نداشت و باعث افزایش رشد دانهال و سوخ پیاز شد.

منابع

۱-حکیمی‌نیا، ع.، بلند نظر، ص.ع و طباطبایی، س.ج. ۱۳۹۲. اثر آبیاری محدود در مراحل مختلف رشد بر صفات رویشی، عملکرد و کارایی مصرف آب پیاز خوراکی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳ (۳): ۱۱-۲۷.

2-Akhzari, D., Pessarakli, M. 2015. Effect of drought stress on total protein, essential oil content, and physiological traits of *Levisticum officinale*. Journal of Plant Nutrition. 39(1): 901-916.

3-Aqib, M., Nawaz, F., Majeed, S. et al. 2021. Physiological insights into sulfate and selenium interaction to improve drought tolerance in mung bean. Physiology and Molecular Biology of Plants. 27, 1073–1087. https://doi.org/10.1007/s12298-021-00992-6.

4-Bamberg, S.M., Ramos, S.J., Carbone Carneiro, M.A., Siqueira, J.O. 2019. Effects of selenium (Se) application and arbuscular mycorrhizal (AMF) inoculation on soybean (*Glycine max*) and forage grass (*Urochloa decumbens*) development in oxisol. AJCS. 13(03): 380-385.

5-Bhatt, R.M., Srinivasa-Rao, N.K. 2005. Influence of pod load on response of okra to water stress. Indian Journal Plant Physiology. 10: 54-59.

6Gedam, P.A., Thangasamy, A., Shirsat, D.V., Ghosh, S., Bhagat, K.P., Sogam, O.A., Gupta, A.J., Mahajan, V., Soumia, P.S., Salunkhe, V.N., Khade, Y.P., Gawande, S.J., Hanjagi, P.S., Ramakrishnan, R.S., Singh, M. 2021. Screening of onion (*Allium cepa* L.) genotypes for drought tolerance using physiological and yield based indices through multivariate analysis. Frontiers Plant in Science. 12:600371. doi: 10.3389/fpls.2021.600371.

7-Hartikainen, H., Xue, T., Piironen, V. 2000. Selenium as an anti-oxidant and pro-oxidant in ryegrass. Plant Soil. 225: 193–200.

8-Lobato, A.K.S., Oliveira Neto, C.F., Santos Filho, B.G., Costa, R.C.L., Cruz, F.J.R., Neves, H.K.B., Lopes, M.J.S. 2008. Physiological and biochemical behavior in soybean (*Glycine max* cv. Sambaiba) plants under water deficit. Australian Journal Crop Science. 2: 25-32.

9-Pennanen, A., Xue, T., Hartikainen, H. 2002. Protective role of selenium in plant subjected to severe UV irradiation stress. Journal of Applied Botany. 76: 66−76.

10-Poldma, P., Tonutaret, T., Viitak, A., Luikt, A., Moort, U. 2011. Effect of selenium treatment on mineral nutrition, bulb size and antioxidant properties of garlic (*Allium cepa* L.). Journal of. Agricultural and. Food Chemistry. 59(10): 5498-5503.

Effect of different levels selenium on some growth characteristics of onion (*Allium cepa* L.) under different levels of irrigation

Masoomeh Amerian[1*], Mahmoud Khorami Vafa[1] and Nooshin Haghani[2]
[1] Assistant Professor, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Science and Agriculture Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran
[2] Former undergraduate student (Plant Production-Medicinal and aromatic plant), Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Science and Agriculture Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran
**Corresponding Author: Masoomehamerian@yahoo.com*

Abstract
In this study, the effect of selenium on increasing drought tolerance of Isfahan yellow onion was investigated in factorial experiment based on completely randomized design under greenhouse condition. Treatments included irrigation levels (100, 50 and 25 % field capacity) and different levels of selenium (0, 5 and 10 mg L^{-1} sodium selenate). Foliar application of selenium was performed in one stage. In different levels of irrigation, selenium prevented growth of onions and with increasing selenium concentration, plant height (62.66 cm), leaf number (11.66) and fresh weight (36.82 g). According to the results obtained under different levels of irrigation, foliar application of 10 mg L^{-1} sodium selenate is recommended. These results suggest that selenium application can improve growth characteristics under different levels of irrigation, and it may be recommended for arid and semiarid regions.
***Keywords*:** Drought stress, Foliar spraying and Sodium selenate