

## بررسی تحمل به سرما در باقلا (*Vicia faba* L.)

علیرضا حسن فرد<sup>۱\*</sup>، احمد نظامی<sup>۲</sup>، محمد کافی<sup>۲</sup>، جعفر نباتی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- استادیار پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

\*[alireza.hasanfard@stu.um.ac.ir](mailto:alireza.hasanfard@stu.um.ac.ir)

### چکیده

به منظور بررسی تحمل به یخ زدگی در دو توده باقلای بروجرد و نیشابور آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. گیاهان در گلدان‌های پلاستیکی کشت و تا مرحله چهار تا شش برگگی در شرایط طبیعی نگهداری شده و سپس در معرض دماهای یخ زدگی (صفر، -۴، -۸، -۱۲، -۱۶، -۲۰، -۲۴ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند. ۲۱ روز پس از اعمال تنش، درصد بقاء، تعداد گره، تعداد شاخه و وزن خشک گیاهان مورد ارزیابی قرار گرفت. اثر دماهای یخ زدگی بر درصد بقاء معنی‌دار بود و با کاهش دما از صفر به -۱۲ درجه سانتی‌گراد حدود ۱۷ درصد از بقاء گیاهان کاسته شد. کاهش دما به کمتر از -۱۲ درجه سانتی‌گراد منجر به خسارت شدید در گیاهان شد به طوری که در دمای -۱۶ و -۲۰ درجه سانتی‌گراد تلفات گیاهی به ترتیب به حدود ۹۷ و ۱۰۰ درصد رسید. اثر متقابل توده و دما بر وزن خشک گیاه معنی‌دار بود. در هر دو توده باقلا کاهش دما موجب کاهش وزن خشک گیاه شد. با وجود این کاهش دما از صفر به -۱۲ درجه سانتی‌گراد سبب کاهش حدود ۳۰ درصدی وزن خشک در توده بروجرد شد، به طوری که این کاهش در توده نیشابور حدوداً ۲۷ درصد بود. نتایج این مطالعه نشان داد که باقلا توانایی تحمل به سرما تا دمای -۱۲ درجه سانتی‌گراد را در شرایط کنترل شده داشت، با وجود این مطالعات بیشتر جهت درک مکانیزم تحمل به سرما در این گیاه ضروری می‌باشد.

کلمات کلیدی: بقاء، وزن خشک، یخ زدگی

## Evaluation of Cold Tolerance in faba bean (*Vicia faba* L.)

Alireza Hasanfard<sup>1\*</sup>, Ahmad Nezami<sup>2</sup>, Mohammad Kafi<sup>2</sup>, Jafar Nabati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Student Agronomy, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, <sup>2</sup>Professor in Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, <sup>3</sup> Assistant Professor, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad.

\*[alireza.hasanfard@stu.um.ac.ir](mailto:alireza.hasanfard@stu.um.ac.ir)

### Abstract

In order to evaluate freezing tolerance was carried out in two landrace faba bean Boroujerd and Neyshabour with four replications at the at Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad based on completely randomized in a factorial experiment. Plants grown in pots until four to six leaves under natural conditions, and then subjected to freezing (zero, -4, -8, -12, -16, -20, -24 °C). 21

days after stress, survival percentage, number of node, number of branch and plants dry matter were evaluated. The effect of freezing temperatures on survival percentage were significant and with decreasing of temperature from zero to  $-12^{\circ}\text{C}$  about 17 percent survival decreased. Decreasing of temperature to less than  $-12^{\circ}\text{C}$  led to severe damage in the plants so that in  $-16$  to  $-20^{\circ}\text{C}$  the plant mortality was 97 and 100 percent respectively. Interaction between landrace and temperature on plant dry matter were significant. In both faba bean landraces decreasing of temperature led to reduces in dry matter. Despite this decreasing of temperature from zero to  $-12^{\circ}\text{C}$  led to decrease about 30 percent dry matter in landrace Boroujerd, So that this reduction in the landrace of Neyshabour was about 27 percent. The results of this study showed that Faba bean ability to cold tolerance to  $-12^{\circ}\text{C}$  in the controlled conditions, despite this further studies to understand the mechanisms of cold tolerance in the plant is necessary.

**Keywords:** Dry matter, Freezing, Survival

#### مقدمه

باقلا (*Vicia faba L.*) یکی از قدیمی ترین بقولات دانه ای می باشد که به منظور مصارف خوراکی انسان و تغلیف دام کشت شده (۱) و بذر این گیاه شامل حدود ۴۵ درصد نشاسته و ۳۰ درصد پروتئین می باشد؛ لذا به عنوان یکی از گیاهان پروتئینی مهم مطرح است (۲). باقلا در طیف وسیعی از مناطق جغرافیایی از عرض جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی تا ۴۰ درجه جنوبی و تا ارتفاع ۳۰۰۰ متری از سطح دریا گسترش یافته است (۸). از عمده تولیدکنندگان این گیاه می توان به کشورهای چین، ایتالیایی و فرانسه اشاره کرد (۸).

باقلا به عنوان گیاهی زمستانه شناخته می شود، با وجود این در خصوص تحمل به سرمای توده های باقلای مورد کشت در ایران اطلاعات اندکی در دسترس می باشد. از آنجاییکه تنش سرما به عنوان یکی از تنش های عمده زیست محیطی، منجر به بروز خسارت در گیاهان می شود (۶)، لذا اطلاع از واکنش گیاهان به تنش سرما سودمند است. تحقیقات بر روی گیاهان مختلف حاکی از آن است که کاهش دما موجب کاهش درصد بقاء و همچنین کاهش وزن خشک در گیاهان می شود (۳ و ۴). بنابراین با توجه به وجود همبستگی مثبت بسیار بالا بین کاهش دما و کاهش صفات مذکور می توان ارزیابی این صفات را به عنوان عواملی برای سنجش تحمل گیاهان به سرما مورد استفاده قرار داد.

این آزمایش با هدف ارزیابی میزان تحمل به یخ زدگی دو توده باقلا در شرایط کنترل شده انجام شد.

#### مواد و روش ها

این آزمایش در پاییز و زمستان ۱۳۹۴ در گلخانه تحقیقاتی پژوهشکده علوم گیاهی در دانشگاه فردوسی مشهد به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد و طی آن دو توده باقلای بروجرد و نیشابور در شرایط کنترل شده در معرض هفت دمای یخ زدگی (صفر، -۴، -۸، -۱۲، -۱۶، -۲۰ و -۲۴ درجه سانتی گراد) قرار گرفتند. کشت در گلدان های پلاستیکی با قطر ۱۰ سانتی متر حاوی خاک مزرعه، خاک برگ و ماسه (به نسبت ۱:۱:۱) انجام شد. جهت اعمال خوسرمایی گیاهان در شرایط محیط طبیعی رشد کردند. در مرحله چهار تا شش برگی، گیاهان ۲۴ ساعت قبل از تیمار یخ زدگی آبیاری شده و جهت اعمال تنش یخ زدگی به فریزر ترموگرادیان منتقل و بر اساس روش نظامی و همکاران (۵) در معرض تنش یخ زدگی قرار گرفتند. پس از اعمال تیمار یخ زدگی، گیاهان به اتاقک رشد با دمای  $5 \pm 2$  درجه سانتی گراد منتقل و به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند، سپس گلدان ها به گلخانه منتقل شدند و بعد از ۲۱ روز درصد بقای گیاهان از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

{ $100 \times$  تعداد گیاهان قبل از تیمار یخ زدگی / تعداد گیاهان زنده ۲۱ روز بعد از تیمار یخ زدگی = درصد بقاء}

سپس شمارش تعداد گره و تعداد شاخه انجام گرفت و وزن خشک کل گیاه نیز پس از قرارگیری در آون ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab و مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

اثر دما بر درصد بقاء گیاه باقلا معنی‌دار ( $P < 0/01$ ) بود (جدول ۱). افزایش شدت تنش یخ‌زدگی موجب کاهش درصد بقای نمونه‌ها شد، به طوری که در دمای ۱۲- درجه سانتی‌گراد درصد بقاء نسبت به دمای صفر درجه سانتی‌گراد حدود ۱۷ درصد کاهش یافت. نکته قابل توجه کاهش چشمگیر درصد بقاء از دمای ۱۲- تا ۱۶- درجه سانتی‌گراد بود. به این صورت که بقاء از دمای ۱۲- تا ۱۶- درجه سانتی‌گراد ۲۰ درصد به ازای هر درجه سانتی‌گراد کاهش داشت و در دمای ۱۶- درجه سانتی‌گراد درصد بقاء در گیاه به حدود ۳ درصد رسید. درصد بقاء در دماهای ۱۲- و ۱۶- درجه سانتی‌گراد به ترتیب به میزان ۱۷ و ۹۷ درصد نسبت به دمای شاهد (صفر درجه سانتی‌گراد) کاهش یافت (شکل ۱). همچنین در دماهای ۲۰- و ۲۴- درجه سانتی‌گراد همه گیاهان در نتیجه اثر تنش سرما از بین رفتند. در آزمایشی با اعمال تیمارهای یخ‌زدگی در شرایط کنترل‌شده روی ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) مشاهده شد که با کاهش دما به کمتر از ۴- درجه سانتی‌گراد درصد بقای گیاهان کاهش یافت. این کاهش در دماهای کمتر از ۸- درجه سانتی‌گراد شدیدتر بود، به طوری که از دمای ۴- تا ۸- و ۸- تا ۱۲- درجه سانتی‌گراد درصد بقاء به ترتیب ۱/۹ و ۱۰/۴ درصد به ازای هر درجه سانتی‌گراد کاهش داشت و در دماهای ۱۶- و ۲۰- درجه سانتی‌گراد درصد بقاء به ۱/۵ و ۰/۹ درصد رسید (۵).

همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود تعداد گره از دماهای یخ‌زدگی تأثیر معنی‌داری پذیرفت ( $P < 0/01$ ) و با کاهش دما به ۱۶- درجه سانتی‌گراد بسیار کاهش یافت (۹۸ درصد کاهش نسبت به دمای ۱۲- درجه سانتی‌گراد). در نهایت تعداد گره در باقلا در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد به علت مرگ تمام گیاهان به صفر رسید.

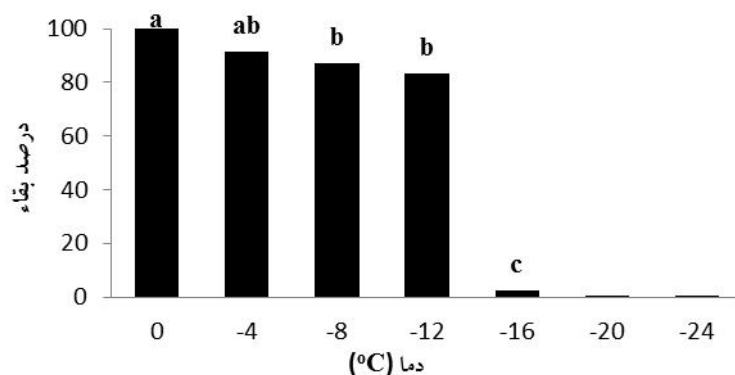
اثر دماهای یخ‌زدگی در دو توده مورد بررسی بر روی تعداد شاخه گیاه باقلا معنی‌دار ( $P < 0/01$ ) بود (جدول ۱). در توده بروجرد از دمای صفر تا ۱۲- درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری در تعداد شاخه مشاهده نشد اما با کاهش بیشتر دما تعداد شاخه به صفر رسید. در توده نیشابور نیز کاهش دما از صفر به ۱۲- درجه سانتی‌گراد روندی تقریباً مشابه با توده بروجرد داشت و در دماهای کمتر به علت مرگ گیاهان تعداد شاخه برای ارزیابی به صفر رسید.

جدول ۱- منابع تغییرات، درجه آزادی و میانگین مربعات درصد بقاء و وزن خشک کل گیاه باقلا پس از اعمال تنش سرما در شرایط کنترل‌شده.

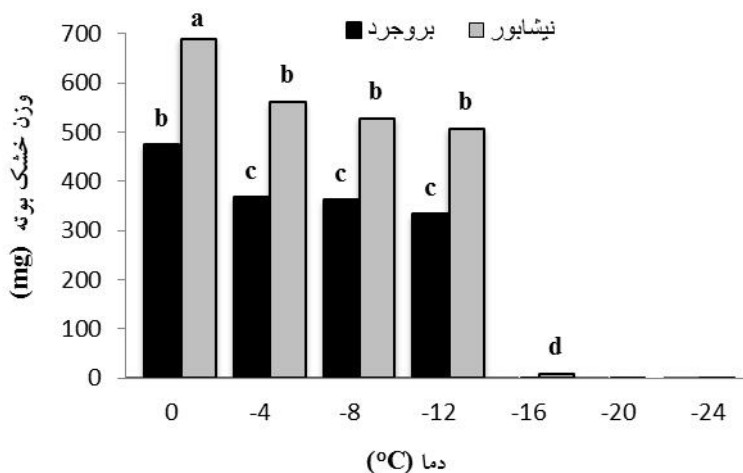
منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد بقاء	تعداد گره	تعداد شاخه	وزن خشک گیاه
توده	۱	۲/۲ <sup>ns</sup>	۳/۷ <sup>**</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۱۶۵۵۷۲ <sup>**</sup>
دما	۶	۱۸۵۵۴/۶ <sup>**</sup>	۱۰۶/۱ <sup>**</sup>	۹/۱ <sup>**</sup>	۵۴۰۰۷۰ <sup>**</sup>
توده × دما	۶	۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۳ <sup>ns</sup>	۰/۳ <sup>**</sup>	۲۰۱۰۹ <sup>**</sup>
خطا	۴۲	۲۵/۷	۰/۳	۰/۰۴	۹۸۴
ضریب تغییرات (CV%)		۹/۷۵	۱۴/۵۸	۱۸/۰۳	۱۱/۴۴

<sup>ns</sup> و <sup>\*\*</sup> به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

اثر متقابل توده و دما بر وزن خشک گیاه معنی دار ( $P < 0.01$ ) بود (جدول ۱). به طوری که کاهش دما به ۴- درجه سانتی گراد موجب کاهش معنی داری در وزن خشک توده نیشابور شد. کاهش وزن خشک گیاه در این توده از محدوده‌ی دمایی صفر تا ۴- درجه سانتی گراد به میزان حدود ۳۲ میلی گرم به ازای هر درجه سانتی گراد بود. کاهش وزن خشک در محدوده‌ی دماهای ۴- تا ۸- و ۸- تا ۱۲- درجه سانتی گراد به ترتیب حدود ۸ و ۵ میلی گرم به ازای هر درجه سانتی گراد بوده و همچنین در این توده در دمای ۱۶- درجه سانتی گراد وزن خشک گیاه به ۸/۷۵ میلی گرم کاهش یافته و نهایتاً در دماهای ۲۰- و ۲۴- درجه سانتی گراد به صفر رسید (شکل ۲). در توده بروجرد نیز کاهش دما به ۴- درجه سانتی گراد موجب کاهش معنی داری در وزن خشک شد. کاهش وزن خشک گیاه از دمای صفر تا ۴- درجه سانتی گراد حدود ۲۷ میلی گرم به ازای هر درجه سانتی گراد کاهش دما بود. همچنین کاهش وزن خشک در محدوده دماهای ۴- تا ۸- و ۸- تا ۱۲- درجه سانتی گراد به ترتیب حدود ۱ و ۷ میلی گرم به ازای هر درجه سانتی گراد کاهش دما مشاهده شد. در دماهای ۱۶-، ۲۰- و ۲۴- درجه سانتی گراد وزن خشک به علت عدم بقای گیاه صفر بود (شکل ۲). در مطالعه تحمل به یخزدگی دو اکوتیپ رازیانه (*Foeniculum vulgare*) (L.) نیز کاهش دما به کمتر از صفر درجه سانتی گراد موجب کاهش وزن خشک گیاه شد. به طوری که در دمای ۱۲- درجه سانتی گراد وزن خشک گیاهان حدوداً ۱۴ درصد وزن خشک گیاهان شاهد گزارش شده است (۷).



شکل ۱- اثر سطوح مختلف دماهای یخزدگی بر درصد بقای گیاه باقلا. (میانگین‌هایی که با حروف مشابه مشخص شدند اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد ندارند).





شکل ۲- اثر متقابل توده و دما بر وزن خشک بوته باقلا در پایان دوره بازیافت (میانگین‌های با حروف مشابه، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند).

### نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی تنش یخ‌زدگی موجب کاهش درصد بقاء و وزن خشک گیاه باقلا شد. به‌طوری‌که سطوح مختلف دماهای یخ‌زدگی تأثیر متفاوتی بر درصد بقای گیاه داشتند. در دمای ۱۶- درجه سانتی‌گراد حدود ۹۷ درصد کاهش درصد بقاء نسبت به دمای شاهد (صفر درجه سانتی‌گراد) در گیاه مشاهده شد. کاهش وزن خشک گیاه نیز در توده‌ها و دماهای مختلف یخ‌زدگی متفاوت بود. به‌طوری‌که در دمای ۱۶- درجه سانتی‌گراد کاهش وزن خشک در دو توده بروجرد و نیشابور به ترتیب به ۱۰۰ و ۹۹ درصد نسبت به دمای شاهد رسید. در دماهای ۲۰- و ۲۴- درجه سانتی‌گراد گیاه به‌طور کامل از بین رفت و درصد بقاء و وزن خشک آن به صفر رسید. نتایج این آزمایش نشان داد که گیاه باقلا در شرایط کنترل‌شده توانایی تحمل تا دمای ۱۲- درجه سانتی‌گراد را دارد.

### منابع

1. **Adhikari, K.N., Zhang, P., Sadeque, A., Hoxha, S., and Trethowan, R. 2016.** Single independent genes confer resistance to faba bean rust (*Uromyces viciae-fabae*) in the current Australian cultivar Doza and a central European line Ac1655. *Crop & Pasture Science*. 67: 649-654.
2. **Ali, M.B., Welna, G., Sallam, A., Martsch, R., Balko, CH., Gebser, B., Sass, O., and Link, W. 2016.** Association Analyses to Genetically Improve Drought and Freezing Tolerance of Faba Bean (*Vicia faba* L.). *Crop Science*. 56: 1036-1048.
3. **Dashti, M., Kafi, M., tavakkoli, H., Mirza, M., and Nezami, A. 2015.** Effects of freezing stress on Morpho-physiological indices and chlorophyll fluorescence of *Salvia leriifolia* Benth. Seedlings. *Journal of Plant Research*. 28: 962-973. [In persian with English Summary].
4. **Fowler, D.B., Byrns, B.M., and Greer, K.J. 2014.** Overwinter Low-Temperature Responses of Cereals: Analyses and Simulation. *Crop Science*. 54: 2395- 2405.
5. **Nezami, A., Bagheri, A. R., Rahimian, H., Kafi, M., and Nassiri-mahalati, M. 2006.** Evaluation of freezing tolerance of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) in controlled conditions. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 10: 257-268. [In Persian].
6. **Pearce, R.S. 2001.** Plant Freezing and Damage. *Annals of Botany*. 87: 417-424.
7. **Rashed Mohassel, M. H., Nezami, A., Bagheri, A., Hajmohammadnia, K., and Bannayan, M. 2009.** Evaluation of freezing tolerance of two fennel (*Foeniculum vulgare* L.) ecotypes under controlled conditions. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*. 15: 131-140.
8. **Redden, R, Paull, J., Zong, X., Sass, O., Yang, T., and Ling, L. 2014.** Faba Bean. Broadening the Genetic Base of Grain Legumes. 75-93.