



## پاسخ‌های فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) بر اساس حافظه تنش خشکی

مهدی اعتمادی<sup>۱\*</sup>، محمد مهدی مجیدی<sup>۲</sup> و مهین قاسمی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان - m.etemadi@ag.iut.ac.ir

<sup>۲</sup> استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد اثر اصلی محیط رطوبتی، ژنوتیپ و برهمکنش ژنوتیپ × محیط ( $G \times E$ ) برای تمامی صفات مورفوفیزیولوژیک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. معنی‌داری اثر محیط بیانگر شدت و تمایز شرایط رطوبتی اعمال شده و معنی‌داری اثر ژنوتیپ نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی قابل توجه در میان ژنوتیپ‌های رازیانه از نظر تحمل به تنش خشکی است. همچنین، برهمکنش معنی‌دار  $G \times E$  حاکی از پاسخ‌های متفاوت ژنوتیپ‌ها به شرایط محیطی بوده و اهمیت انتخاب ژنوتیپ‌های سازگار با تنش را برجسته می‌کند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد تنش شدید ( $D_2$ ) موجب کاهش معنی‌دار اغلب صفات رشدی و فیزیولوژیک شد، در حالی که اعمال تنش مکرر ( $D_1D_2$ ) منجر به بهبود نسبی این صفات نسبت به  $D_2$  گردید. افزایش ارتفاع بوته و وزن خشک شاخساره در محیط  $D_1D_2$  بیانگر اثر مثبت پرایمینگ در حفظ عملکرد رشد و افزایش کارایی استفاده از آب است.

بارزترین شواهد مرتبط با حافظه تنش در صفات ریشه مشاهده شد، به طوری که وزن خشک ریشه در ژنوتیپ‌های  $d13$  و  $d19$  در محیط  $D1D2$  نه تنها نسبت به  $D_2$  افزایش یافت، بلکه حتی از محیط شاهد نیز فراتر رفت. این پاسخ نشان‌دهنده تخصیص فعال منابع به سیستم ریشه در نتیجه مواجهه قبلی با تنش و شکل‌گیری حافظه فیزیولوژیک است. هم‌زمان، افزایش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ ( $RWC$ ) در محیط  $D1D2$  نسبت به  $D_2$  در اغلب ژنوتیپ‌ها، مؤید تنظیم مؤثرتر تعادل آب و بهبود وضعیت آبی گیاهان پرایم شده است. پایداری  $RWC$  در برخی ژنوتیپ‌ها، به‌ویژه ژنوتیپ  $a4$ ، نشان می‌دهد که حافظه تنش می‌تواند به حفظ عملکرد شاخساره در شرایط تنش بعدی کمک کند.

تحلیل همبستگی بین صفات نشان داد که الگوی روابط صفات به شدت تحت تأثیر محیط رطوبتی قرار دارد. در محیط شاهد، روابط مثبت و متعادل بین صفات رشدی مشاهده شد، در حالی که در تنش شدید ( $D_2$ ) این روابط تضعیف شده و بیشتر به سمت صفات بقا و حفظ  $RWC$  سوق یافت. در مقابل، در محیط  $D1D2$  افزایش چشمگیر تعداد و شدت همبستگی‌های مثبت بین صفات ریشه و شاخساره، از جمله همبستگی‌های قوی بین وزن تازه و خشک ریشه و شاخساره، مشاهده شد که نشان‌دهنده شکل‌گیری یک معماری عملکردی هماهنگ‌تر در نتیجه حافظه تنش است. در مجموع، نتایج این مطالعه ژنوتیپ  $a4$  را به عنوان ژنوتیپی پایدار از نظر صفات شاخساره و وضعیت آبی، و ژنوتیپ‌های  $d13$  و  $d19$  را به عنوان منابع ژنتیکی دارای حافظه تنش قوی در سیستم ریشه معرفی می‌کند که می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی رازیانه متحمل به خشکی مورد استفاده قرار گیرند.

### منابع

- Heydarizad, M., Raeisi, E., Sori, R., & Gimeno, L. (2018). The identification of Iran's moisture sources using a Lagrangian particle dispersion model. *Atmosphere*, 9(10), 408. <https://doi.org/10.3390/atmos9100408>
- Hosseini, E., Majidi, M. M., Ehtemam, M. H., & Ghanadian, M. (2021). Variation in a worldwide collection of fennel (*Foeniculum vulgare* var. *vulgare*). *Crop and Pasture Science*, 72(12), 1008–1021. <https://doi.org/10.1071/CP21149>

### چکیده

تنش خشکی عامل اصلی محدودکننده تولید گیاهان چند ساله مانند رازیانه است و حافظه تنش می‌تواند تحمل گیاه به تنش‌های دوره‌ای را افزایش دهد. ارزیابی هشت ژنوتیپ رازیانه تحت سه تیمار آبیاری نشان داد تیمار دوبرار تنش نسبت به تیمار یکبار تنش شدید، موجب بهبود رشد و افزایش تخصیص زیست‌توده به ریشه شد که نشان‌دهنده پرایمینگ مؤثر گیاه است. همچنین بهبود محتوای نسبی آب برگ بیانگر تنظیم بهتر تعادل آبی در شرایط تنش بود. در نهایت، ژنوتیپ‌های  $d13$  و  $d14$  به عنوان منابع برتر حافظه تنش و ژنوتیپ  $a4$  به دلیل پایداری بالا برای برنامه‌های به‌نژادی رازیانه در مناطق خشک پیشنهاد می‌شوند.

### مقدمه

گیاهان دارویی به دلیل دارا بودن متابولیت‌های ثانویه ارزشمند، نقش مهمی در صنایع غذایی و دارویی دارند. رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill) به عنوان گیاهی دارویی و چندساله از خانواده چتریان، به واسطه ترکیبات مؤثری مانند آنتول و فنچون، از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار بوده و قابلیت کشت در مناطق نیمه‌خشک را دارد. با این حال، تولید این گیاه به شدت تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد. تنش خشکی با ایجاد اختلال در تعادل آب، موجب کاهش رشد رویشی، وزن خشک و محتوای نسبی آب برگ ( $RWC$ ) می‌شود که نشان‌دهنده افت عملکرد فیزیولوژیک گیاه است. در سال‌های اخیر، مفهوم حافظه تنش به عنوان یک سازوکار سازگاری مطرح شده است که طی آن، تجربه تنش‌های اولیه می‌تواند تحمل گیاه را در مواجهه‌های بعدی افزایش دهد. با وجود گزارش این پدیده در گیاهان مدل، اطلاعات محدودی درباره ژنوتیپ‌های رازیانه وجود دارد. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی حافظه تنش خشکی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل رازیانه انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف بررسی حافظه تنش خشکی در رازیانه طی دو سال و به صورت تجزیه مرکب انجام شد. مواد ژنتیکی شامل ۸ ژنوتیپ با منشأ جغرافیایی متفاوت بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی ( $RCBD$ ) با ۳ تکرار و ۷۲ گلدان اجرا شد. تیمارها شامل سه محیط رطوبتی بودند: شاهد (آبیاری کامل)، یک بار تنش شدید ( $D_1$ ) و دو بار تنش مکرر ( $D_1D_2$ )؛ تنش ملایم به دنبال تنش شدید). کنترل آبیاری با اندازه‌گیری رطوبت خاک انجام شد. صفات رشدی و فیزیولوژیک در روز ۱۳۳ پس از کاشت اندازه‌گیری و داده‌ها با تجزیه واریانس مرکب و آزمون  $LSD$  در نرم‌افزار SAS تحلیل شدند.