Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Plant Production Research

Print ISSN: 2322-2050
Online ISSN: 2322-2778

(OPEN ACCESS)

Evaluation of Different Genotypes of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) regarding Active Compounds and Nutritional Elements under Irrigation Conditions with maximum allowed water depletion

Babollah Faraji[1], Jamal-Ali Olfati[2], Amir Sahraroo[*3], Mohamad Hasan Biglouei[4]

1. PhD. Student of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: babolafaraji@gmail.com
2. Associate Prof., Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: jamalaliolfati@gmail.com
3. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: asahraroo@guilan.ac.ir
4. Associate Prof., Dept. of Water Sciences and Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: biglou@guilan.ac.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 06.29.2024
Revised: 08.13.2024
Accepted: 09.11.2024

Keywords:
Antioxidant,
Asparagus,
Calcium,
Medicinal plant,
Phenol

ABSTRACT

Background and Objectives: Medicinal plants are the largest sources of human life preservation and have been traditionally used for medical treatment throughout human history. Humans have relied on these plants for disease treatment, knowledge of medicinal plants, and regular access to these plants in various regions of the world where they grow. Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) is a perennial, herbaceous, dioecious plant belonging to the asparagus family. It is classified as a special vegetable and possesses high nutritional value and numerous therapeutic properties. In order to evaluate and select superior genotypes and achieve genotypes with high performance in terms of secondary metabolites and nutritional elements, this experiment was conducted.

Materials and Methods: In order to evaluate the phytochemicals and mineral elements of asparagus vegetable-medicinal plant genotypes, an experiment was conducted in the form of a completely randomized design with three replications in the greenhouse of the Faculty of Agricultural Sciences at the University of Guilan. The aim of this study was to select superior genotypes based on growth and quality traits and tailored to the water conditions of the country; therefore, all genotypes were cultivated and evaluated under conditions of maximum allowable moisture depletion irrigation. Consequently, sixteen genotypes derived from second-generation seed cultivation of the Jerrci variety of Asparagus were examined. The cultivation substrate was the same for all the pots and consisted of 35% garden soil + 35% sand + 30% dry urban waste compost. Data analysis was performed using SAS software (version 9.1), and Tukey's test was utilized for comparing the means of the data.

Results: The results indicated that the traits under investigation in different genotypes were significant, and the genotypes showed significant differences among each other. For instance, the highest amount of phenol

(4.1 mg/g dry weight) was observed in genotype number 103 in the green spears. Flavonoid assessment results also demonstrated that the highest amount (6.48 mg/g dry weight) was obtained in genotype number 135 in the green spears. Additionally, antioxidant percentage varied among the spear types, with the highest antioxidant percentage in green spears (74.15%) found in genotype 149 and in white spear (73.6%) observed in genotype number 29. Regarding nutritional elements, the highest amounts of calcium and magnesium were obtained in genotype 149 in the second year and 135 in the third year. Comparisons of means for phosphorus percentage revealed that the highest percentage of this element was in genotype 50 in the third year, showing no significant differences with some genotypes, while the lowest phosphorus percentage was reported in genotype number 48 in the second year. Moreover, mean comparisons for potassium percentage showed that the highest percentage of this element was in genotype 49 in the second year.

Conclusion: Based on the results obtained, it can be stated that genotypes 149, 29, 135, and 103 out of the 16 genotypes examined exhibited superior characteristics. These genotypes are deemed suitable for improvement and the production of new varieties. The superior genotypes were considered as plants with high performance in terms of active ingredients and were introduced as new varieties derived from the Jerrci variety.

Cite this article: Faraji, Babollah, Olfati, Jamal-Ali, Sahraroo, Amir, Biglouei, Mohamad Hasan. 2025. Evaluation of Different Genotypes of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) regarding Active Compounds and Nutritional Elements under Irrigation Conditions with maximum allowed water depletion. *Journal of Plant Production Research*, 32 (3), 39-56.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/jopp.2024.22574.3157
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۵۰
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۷۸

ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف مارچوبه (*Asparagus officinalis* L.) از نظر مواد مؤثره و عناصر غذایی تحت شرایط آبیاری با حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی

باب‌الله فرجی[۱]، جمالعلی الفتی[۲]، امیر صحرارو*[۳]، محمدحسن بیگلویی[٤]

۱. دانشجوی دکتری علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: babolafaraji@gmail.com
۲. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: jamalaliolfati@gmail.com
۳. نویسنده مسئول، استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: asahraroo@guilan.ac.ir
٤. دانشیار گروه آبیاری، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: biglou@guilan.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۰٤/۰۹
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۳/۰۵/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۰٦/۲۱

واژه‌های کلیدی:
اسپیر،
آنتی‌اکسیدان،
فنل،
کلسیم،
گیاه دارویی

چکیده

سابقه و هدف: گیاهان دارویی از بزرگ‌ترین منابع نجات‌بخش زندگی بشر می‌باشند و در تاریخ بشر برای درمان پزشکی مورداستفاده قرارگرفته‌اند. بشر به‌طور سنتی به این گیاهان برای درمان بیماری‌ها و آگاهی از گیاهان دارویی و هم‌چنین به‌منظور دسترسی و استفاده منظم به این گیاهان به مناطق مختلفی از جهان که این گیاهان در آن‌ها می‌روید نیاز دارد. مارچوبه (*Asparagus officinalis* L.) گیاهی چندساله، علفی، دوپایه، متعلق به خانواده مارچوبگان (Asparagaceae) است و با بیش از یک متر ارتفاع بوده که در دسته سبزی‌های ویژه قرار داشته و دارای ارزش غذایی و خواص درمانی بسیار زیادی است. به‌منظور ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر و رسیدن به ژنوتیپ‌هایی با عملکرد اسپیر ازنظر مواد مؤثره بالا و عناصر غذایی این آزمایش انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی مواد مؤثره و عناصر معدنی ژنوتیپ‌های گیاه سبزی- دارویی مارچوبه، آزمایشی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان صورت گرفت. در این پژوهش هدف تنوع و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر ازنظر صفات رویشی و کیفیت و متناسب با شرایط آبی کشور بود به همین دلیل همه ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی پرورش و ارزیابی شدند؛ بنابراین ۱٦ ژنوتیپ حاصل از کشت بذور نسل دوم به‌دست‌آمده از رقم جرسی (Jerrci) مارچوبه مورد بررسی قرار گرفتند. بستر کشت برای تمام گلدان‌ها یکسان بوده و شامل ۳۵ درصد خاک باغچه + ۳۵ درصد ماسه + ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری خشک بود. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) صورت پذیرفت و جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون توکی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد صفات موردبررسی در ژنوتیپ‌های مختلف، معنی‌دار بود و ژنوتیپ‌ها نسبت به هم دارای تفاوت‌های معنی‌داری بودند، به‌طوری‌که در مورد صفت فنل اسپیر بیش‌ترین مقدار فنل (٤/١٠ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) در ژنوتیپ شماره ١٠٣ در نوع اسپیر سبز دیده شد. نتایج حاصل از سنجش مقدار فلاونوئید نیز نشان داد که بیش‌ترین (٦/٤٨ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) در ژنوتیپ شماره ١٣٥ در نوع اسپیر سبز به‌دست آمد. هم‌چنین درصد آنتی‌اکسیدان نیز در انواع اسپیر تفاوت نشان داد و بیش‌ترین درصد آنتی‌اکسیدان در اسپیر سبز (٧٤/١٥ درصد) در ژنوتیپ ١٤٩ و در اسپیر سفید (٧٣/٠٦ درصد) در ژنوتیپ شماره ٢٩ دیده شد. در مورد عناصر غذایی نیز بیش‌ترین مقدار کلسیم و منیزیم در ژنوتیپ ١٤٩ در سال دوم و ١٣٥ در سال سوم به‌دست آمد. مقایسات میانگین برای درصد فسفر بیان کرد که بیش‌ترین درصد این عنصر در ژنوتیپ ٥٠ در سال سوم بوده و با برخی از ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت و هم‌چنین کم‌ترین درصد فسفر در ژنوتیپ شماره ٤٨ در سال دوم گزارش شد. هم‌چنین مقایسات میانگین برای درصد پتاسیم نیز، بیش‌ترین درصد این عنصر در ژنوتیپ ٤٩ در سال دوم نشان داد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان عنوان کرد که ژنوتیپ‌های ١٤٩، ٢٩، ١٣٥ و ١٠٣ از بین ١٦ ژنوتیپ‌های موردبررسی دارای ویژگی‌های برتری بوده و برای اصلاح و تولید ارقام جدید مورداستفاده قرارداد و ژنوتیپ‌های برتر به‌عنوان گیاهان با عملکرد ازنظر مواد مؤثره بالا در نظر گرفت و به‌عنوان رقم جدید مشتق شده از رقم جرسی معرفی کرد.

استناد: فرجی، باب‌الله، الفتی، جمالعلی، صحرارو، امیر، بیگلویی، محمدحسن (١۴٠۴). ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف مارچوبه (*Asparagus officinalis* L.) از نظر مواد مؤثره و عناصر غذایی تحت شرایط آبیاری با حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ٣٢ (٣)، ٥۶-٣٩.
DOI: 10.22069/jopp.2024.22574.3157

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

بشر به‌طور سنتی به گیاهان دارویی برای درمان بیماری‌ها و آگاهی از گیاهان دارویی و هم‌چنین به‌منظور دسترسی و استفاده منظم به این گیاهان به مناطق مختلفی از جهان که این گیاهان در آن‌ها می‌روید، نیاز دارد (۱). رشد و عملکرد گیاهان در اکوسیستم‌ها، تحت‌تأثیر عوامل مختلفی مانند نوع گونه، اقلیم منطقه، محیط خاک، ارتفاع از سطح دریا و موقعیت جغرافیایی قرار دارد. عوامل محیطی سبب بروز تغییراتی در رشد گیاهان دارویی و هم‌چنین کمیت و کیفیت مواد مؤثره (آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، استروئیدها و اسانس‌ها) می‌گردند (۲). هر یک از این عوامل می‌تواند تأثیر به‌سزایی بر کمیت و کیفیت محصول گیاهی داشته باشند، به‌عبارتی این تفاوت‌های اقلیمی سبب ایجاد اکوتیپ‌های متنوعی از گونه‌های مختلف گیاهان دارویی شده است (۳).

با توجه به سهم بالای مصرف آب در بخش کشاورزی و محدودیت این منبع مهم و حیاتی و وجود خشک‌سالی‌های متناوب در کشور، صرفه‌جویی در مصرف و استفاده بهینه از آب موجود امری ضروری است و در این زمینه، انتخاب روش‌های مناسب برای بیشینه کردن محصول تولیدی به ازای مصرف هرچه کم‌تر آب ضروری است (٤). با توجه به محدودیت منابع آب و ارزش آن در کشاورزی، به‌کارگیری هر راه‌کاری برای صرفه‌جویی در مصرف و استفاده بهینه از آب موجود امری مهم و ضروری است. یکی از این راهکارها کم آبیاری می‌باشد (٥). امروزه روش کم‌آبیاری یکی از راه‌های مؤثر و عملی است که می‌تواند حداقل آب مصرفی را با عملکرد قابل‌قبول و اقتصادی تعیین و توجیه کند (٦).

قرن‌هاست که انسان‌ها به استفاده بهینه از آب در تولید محصولات کشاورزی توجه داشته‌اند (۷). یکی دیگر از راه‌های بهبود مصرف آب، اصلاح گیاهان دارویی می‌باشد که می‌توان این اصلاح را در دو جهت انجام داد: یکی از این جهت‌ها در مورد بهره‌وری آب می‌باشد و هدف دیگر اصلاح گیاهان دارویی در دو مقوله اهداف مدنظر صنعت دارویی و اهداف مدنظر در سیستم کشاورزی و تولید قابل بحث هستند. در بخش صنعت، کمیت و کیفیت مواد مؤثره مهم‌ترین هدف می‌باشد (۸). اغلب ارقام موجود از ساده‌ترین روش‌های اصلاحی به وجود آمده‌اند.

بذر حلقه اصلی تولید محصولات کشاورزی است و کمیت، کیفیت و یکنواختی محصول وابسته به خصوصیات ژنتیکی بذر می‌باشد. بذرهای هیبرید می‌توانند تضمین‌کننده عملکرد بالا، کیفیت مناسب و یکنواختی محصول باشند. ترکیب خصوصیات مطلوب لاین‌ها با یکدیگر روشی مناسب و سریع می‌باشد و غالباً برای بهبود اندازه میوه و ایجاد رنگ‌های جدید و یا بهبود مقاومت به تنش‌ها کاربرد دارد (۹). به همین دلیل به‌منظور تولید ارقام جدید و بذور هیبرید ابتدا لازم است ژنوتیپ‌های موردمطالعه ازنظر پتانسیل‌های ژنتیکی و صفات مطلوب زراعی شناسایی شوند و سپس بر اساس همین صفات مطلوب گزینش صورت گیرد (۱۰). در این زمینه ریرک و هول (۱۱) و کائمر و همکاران (۱۲) بر پارامترهای ریخت‌شناسی، زراعی و زیست‌شیمیایی که به‌طور گسترده‌ای در ارزیابی محصولات مختلف استفاده‌شده است تأکید می‌کنند. رویکرد معمول برای توصیف و ارزیابی جمعیت‌ها، مستلزم کشت جمعیت‌های نمونه و ارزیابی خصوصیات ریخت‌شناسی و زراعی آن‌هاست (۱۳). به‌نژادی به‌صورت متداول آن، بر پایه انتخاب فنوتیپی ژنوتیپ‌های برتر در داخل جمعیت‌های نتاج در حال تفکیک حاصل از تلاقی‌ها استوار است (١٤). ارزش اصلاحی هر تک‌بوته بخشی از ارزش ژنتیکی آن است که میانگین عملکرد نتاج آن بوته را مشخص می‌کند (١٥).

معرفی جمعیتی با عملکرد بالا که از بین جمعیت‌های مختلف انتخاب شده‌اند می‌تواند پیشرفت قابل‌توجهی را در تأمین نیازهای گونه‌های گیاهان دارویی

و معطر بدون صرف هزینه و زمان ارائه دهد. برای مثال نتایج ارزیابی مقدار اسانس ارقام مختلف آویشن در مقایسه با رقم رایج منطقه (رقم Deutscher Winter) نشان داد که با انجام عملیات انتخاب ساده می‌توان جمعیتی از آویشن با درصد بالایی از اسانس به‌دست آورد که نسبت به رقم استاندارد منطقه ٦٢ درصد افزایش داشته باشد (١٦). در فرانسه تونین (١٧)، تخمین زد که اگر مزرعه منحصراً با ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالاتر کاشته شود عملکرد می‌تواند تا دو برابر افزایش یابد؛ بنابراین افراد پرمحصول به بازده کل بالا کمک خواهند کرد. یکنواختی در ارتباط با عملکرد بالا را می‌توان با هیبریدهای پرمحصول یا با جمعیت‌های باثبات تنوع ژنتیکی کم‌تر، نسبت به جمعیت‌های کشت فعلی به‌دست آورد. گیاهان برتر با عملکرد و کیفیت ثابت‌شده که نتاج بهتری تولید می‌کنند (١٨). ارزیابی در جمعیت برای تنوع ژنتیکی عملکرد و سایر صفات مهم اقتصادی برای تولید مارچوبه ضروری است. این ارزیابی مستلزم مشاهده رکوردهای عملکرد فردی در طول فصول مختلف برای به‌دست آوردن نتایج قابل‌اعتماد است (١٩).

مارچوبه گیاهی چندساله، علفی، دوپایه، متعلق به خانواده مارچوبگان[1] است و با بیش از یک متر ارتفاع بوده که در دسته سبزی‌های ویژه قرار داشته و دارای ارزش غذایی و خواص درمانی بسیار زیادی است (٢٠). مارچوبه گیاه باستانی می‌باشد که یونانی‌ها در قدیم به‌عنوان سبزی از آن استفاده می‌نمودند. بااین‌که این گیاه بومی آسیا، شمال آفریقا و اروپا می‌باشد، اما در بین کشورهای آسیایی چین و ژاپن، در اروپا آلمان و اسپانیا و در قاره آمریکا ایالات‌متحده مهم‌ترین تولیدکننده‌های مارچوبه در جهان هستند (٢١) و هم‌چنین در کشور ایران این گیاه در مناطق مازندران، آذربایجان، کرمانشاه، مرکزی و تهران می‌روید. برگ این گیاه فلسی‌شکل، در قاعده دارای زائده مهمیزی کوتاه، کلادودها یا شاخه‌های برگی سه‌پهلو، منفرد یا متعدد و به‌صورت دسته‌های سه تا شش‌تایی کنار هم پوشیده از پرزهای کم، کوتاه یا بلند، نوک‌تیز و درفشی است (٢٢). مارچوبه به‌عنوان یک گیاه سنتی چینی بر اساس کتاب پزشکی معروف "Compendium of Materia Medica" حاوی انواع ترکیب‌های فعال زیستی ازجمله پلی‌ساکاریدهای زیست‌فعال، ساپونین‌های استروئیدی، فلاونوئیدها، فیبر غذایی و الیگوساکاریدهای زیست‌فعال است (٢٣). هم‌چنین مارچوبه سبز سرشار از عناصر معدنی شامل پتاسیم، کلسیم و منیزیم است (٢٤).

با توجه به کشت و کار گیاهان دارویی و هم‌چنین کاهش هزینه‌های تولید و افزایش بهره‌وری و عملکرد گیاهان دارویی انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در اولویت تولید قرارداد و می‌توان با استفاده پژوهش‌ها عملکرد را بالا برد و در این پژوهش سعی بر این شده است که با انتخاب ژنوتیپ‌های برتر تولید و عملکرد را در این گیاه دارویی افزایش داد، هدف تحقیق انتخاب تک‌بوته‌های مطلوب مارچوبه در جمعیت متنوع نسل دوم باهدف داشتن صفات رویشی، زیست‌شیمیایی مطلوب در شرایط آبیاری موردنظر بود تا الیت‌های انتخاب‌شده وارد مرحله کلون سازی و معرفی رقم شوند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در طی سه سال در گلخانه‌های تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه گیلان انجام گرفت. سال نخستین رشد درون گلخانه‌ای شیشه‌ای و سال‌های دوم و سوم درون گلدان‌هایی در زیر سایبان با پوشش توری با سایه‌اندازی ٥٠ درصد اجرا شد. در این پژوهش ١٦ ژنوتیپ حاصل از کشت بذرهای نسل دوم به‌دست آمده از رقم جرسی (Jerrci) مارچوبه که گیاهان بالغ و داری بذر رقم جرسی در مزرعه سبزی دانشگاه گیلان وجود داشت و ما

1- Asparagaceae

بذرهای این گیاهان را طی ۳ سال به مرحله قابل ارزیابی رساندیم؛ و بذرهای کشت‌شده نسل دوم حاصل از رقم جرسی بودند که یک‌سال تهیه نشای آن‌ها طول کشید و در طی دو سال بعد با سامانه تخلیه بحرانی آبیاری شدند، موردبررسی قرار گرفت، با توجه به این‌که رقم جرسی دارای تنوع نیست و برای کار اصلاحی قابل‌استفاده نیست برای داشتن تنوع که لازمه کار اصلاحی است از نسل دوم متنوع استفاده شد. بذر مارچوبه از کشور ژاپن گرفته شد. ابتدا در سینی نشاء در بستر کوکوپیت و پرلیت به نسبت یک‌به‌یک حجمی کاشته شد. پس از رشد گیاهان هنگامی‌که ریشه سینی نشا را پر کرد به گلدان‌هایی در ابعاد ۱۳×۱۲×۱۰ انتقال داده و پس از رشد اولیه هنگامی‌که ریشه گلدان را پر کرد به گلدان‌هایی در ابعاد ۱۷×۱۷×۱۳ که با خاک باغچه پرشده بودند، منتقل شدند. در مرحله بعد تمام ژنوتیپ‌ها پس از رشد هنگامی‌که ریشه گلدان را پر کرد به گلدان‌هایی در ابعاد ۳٤×۳۰×۲۸ انتقال داده شدند. در این مرحله رشد مقدار آب آبیاری با روش قطره‌ای تا حد ظرفیت زراعی به هر گلدان داده شد به‌طوری‌که رطوبت خاک تا حد حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی حفظ شود به‌طوری‌که با حداقل رطوبت خاک حداکثر عملکرد حاصل شود. با توجه به شرایط آبی کشور هدف انتخاب تحت یک سامانه آبیاری حداقلی بود که هم گیاه تولید مناسب داشته باشد هم با واقعیت‌های آبی کشور منطبق باشد، مقدار آبی که در هر نوبت آبیاری به گلدان‌ها داده شد براساس حداکثر تخلیه مجاز رطوبت خاک به‌طوری‌که منجر به مصرف حداقل آب آبیاری باشد صورت گرفت (۲۵). برای تعیین رطوبت قابل‌دسترس خاک پارامترهای فیزیکی خاک ازجمله FC، PWP از دستگاه پرژرپلیت و ρb از روش پارافین استفاده شد (۲٦).

به‌منظور کنترل رطوبت خاک از دستگاه بلوک‌های گچی از نوع فایبرگلاس با رسم منحنی استفاده شد، به‌طوری‌که وقتی اعداد بین ٤۰ تا ٤۵ اهم را نشان دادند آبیاری شروع و تا حد ظرفیت زراعی به خاک آب داده شد (۲٦، ۲۷). مقدار آبی که در هر نوبت آبیاری به گلدان‌ها داده شد با کنتور آب با دقت ۰/۰۱ لیتر اندازه‌گیری شد. بستر کشت برای تمام گلدان‌ها یکسان بوده و شامل ۳۵ درصد خاک باغچه + ۳۵ درصد ماسه + ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری خشک بود (جدول ۱). در مرحله اتمام رشد رویشی در سال دوم نسبت به نمونه‌گیری برای صفات عناصر معدنی اقدام شد. سپس در ابتدای بهمن‌ماه برای تولید اسپیرهای سفید روی گلدان‌ها کاملاً با مخلوط خاک و ماسه پوشانده شد و در اواسط بهمن تا اواسط اردیبهشت نسبت به برداشت اسپیر در سال سوم اقدام گردید.

جدول ۱- جدول نتایج تجزیه خاک.

Table 1. Results of soil analysis.

پتاسیم Potassium (%)	فسفر Phosphorus (%)	نیتروژن Nitrogen (%)	ماده آلی Organic matter (%)	EC (dS/m)	pH	بافت خاک Soil texture	عامل Parameter
0.076	0.075	0.156	2.80	2.43	6.5	شنی- لومی Sandy Loam	خاک باغچه Soil garden
.010	0.021	0.033	0.67	0.26	7.5	ماسه Sand	ماسه Sand
0.37	0.21	1.092	21.85	3.09	7.5	-	کمپوست Compost

برای برداشت اسپیر سفید جوانه‌های اسپیر که سر از خاک بیرون آورده بودند از زیرخاک جدا شد و برای اسپیرهای سبز پس از دو روز رشد اسپیر، عمل جداکردن از بوته اصلی انجام گرفت. ترکیبات زیست‌شیمیایی فنل، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان اسپیرها مورد آزمایش قرار گرفت. سپس در مردادماه دوباره از اندام‌های هوایی برای بررسی عناصر معدنی نمونه‌گیری انجام شد. برای اندازه‌گیری عناصر از اندام‌های هوایی گیاه را در آون به‌مدت ٤٨ ساعت در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و پس از خشک شدن یک گرم از بافت خشک در کوره در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤ ساعت قرار داده و سپس با استفاده از اسید هیپوکلریدریک و آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و در بطری‌های مخصوص نگه‌داری شد. اندازه‌گیری میزان پتاسیم با استفاده از روش جونز (۲۸) و با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر انجام شد. اندازه‌گیری میزان فسفر با روش جونز (۲۸) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام گرفت. میزان کلسیم و منیزیم توسط محلول Na-EDTA به روش کمپلکسی‌تری (تیتراسیون) با دستگاه بورت دیجیتال مدل Rudolf Brand اندازه‌گیری شدند (۲۸). برای استخراج عصاره از روش بخشی و آراکاوا (۲۹) استفاده شد. در این روش مقدار یک گرم از بافت اسپیر تر با استفاده نیتروژن مایع در هاون چینی به‌خوبی ساییده و پودر شد. سپس مقدار ۱۰ میلی‌لیتر حلال استخراج (متانول ۸۵ درصد، استیک اسید ۱۵ درصد) به پودر حاصل اضافه شد. سپس به‌مدت یک شبانه‌روز در یخچال با دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. روز بعد بخش روشناور به میکروتیوب منتقل و با دور ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. بخش روشناور جداسازی و تا زمان انجام آزمایش‌های بعدی درون فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH اندازه‌گیری شد (۳۰). با توجه به تفاوت درصد بازدارندگی آنتی‌اکسیدانی اسپیرهای سفید و سبز مقدار عصاره‌هایی که برای هرکدام برداشته شد متفاوت بود و برای اسپیر سبز ۲۰۰ میکرولیتر عصاره با ۸۰۰ میکرولیتر DPPH مخلوط شد و برای اسپیر سفید ۵۰۰ میکرولیتر عصاره با ۵۰۰ میکرولیتر DPPH مخلوط شد. هم‌چنین درصد آنتی‌اکسیدان برای اسپیر سبز و سفید به همین دلیل جداگانه تجزیه‌وتحلیل شد. محتوای فنل کل با استفاده از معرف فولین- سیوکالچو توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Visible مدل Biochrom Libra S22 اندازه‌گیری شد (۳۱). برای تعیین مقدار فلاونوئید کل، از روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم استفاده شد (۳۲).

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و در سه سال در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان انجام گرفت. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) صورت پذیرفت و جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون توکی استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس برای صفات فنل کل و فلاونوئید اسپیرهای موردبررسی نشان داد که اثر متقابل نوع اسپیر و ژنوتیپ روی این صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و هم‌چنین اثرات ساده نوع اسپیر و ژنوتیپ نیز روی این صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسات میانگین اثر متقابل بین ژنوتیپ و نوع اسپیر برای مقدار فنل کل نشان داد که بیش‌ترین مقدار فنل (٤/۱۰ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) در ژنوتیپ شماره ۱۰۳ در اسپیر سبز دیده شد که با برخی از ژنوتیپ‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین مقدار فنل نیز در ژنوتیپ شماره ۳۵ در اسپیر سفید

دیده شد. نتایج نشان داد که درمجموع مقدار فنل در اسپیر سبز بیش‌تر از اسپیر سفید بوده و این اسپیرها ازنظر آماری باهم تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۵). مقایسات میانگین اثر متقابل بین ژنوتیپ و نوع اسپیر برای مقدار فلاونوئید کل نشان داد که بیش‌ترین مقدار فلاونوئید (٦/٤٨ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) در ژنوتیپ شماره ۱۳۵ در اسپیر سبز دیده شد که با برخی از ژنوتیپ‌های موردبررسی تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین مقدار فلاونوئید نیز در ژنوتیپ شماره ۲۵ در اسپیر سفید به‌دست آمد. نتایج نشان داد که درمجموع مقدار فلاونوئید در اسپیر سبز بیش‌تر از اسپیر سفید بوده و این اسپیرها ازنظر آماری باهم تفاوت معنی‌داری دارند. هم‌چنین در برخی از ژنوتیپ‌ها مانند ۵۰، ۵۸ و ۱۰۳ مقدار فلاونوئید در نمونه‌های سفید بیش‌تر از نمونه‌های سبز بود (جدول ۵). یکی از اندام‌های مهم در گیاهان، برگ‌ها هستند. برگ‌ها به‌واسطه نقشی که درزمینه فتوسنتز و نگهداری ترکیبات حاصل از این پدیده ایفا می‌کنند، از اهمیت حیاتی در تداوم وجود گیاهان برخوردارند. کربوهیدرات‌ها به‌عنوان محصول شناخته‌شده عمل فتوسنتز به‌عنوان پیش‌ساز برای استفاده در تولید ترکیبات ثانویه در گیاهان دارویی به‌کاربرده می‌شوند؛ بنابراین هرچه ابعاد برگ یک گیاه بزرگ‌تر باشد، درنتیجه این امکان برای آن فراهم خواهد شد تا نور آفتاب بیش‌تری را در واحد سطح دریافت و با توجه به سطح برگ بزرگ‌تر موجود و تعداد سلول‌های مزوفیلی حاوی کلروپلاست بیش‌تر، میزان کربوهیدرات بیش‌تری به‌واسطه عمل فتوسنتز تولید و در ادامه امکان تولید ترکیب‌های ثانویه‌بیشتر فراهم خواهد شد (۳۳). فنل و فلاونوئیدها هم ازجمله ترکیبات موجود در مارچوبه می‌باشند که به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های اصلی، ازجمله خواص دارویی مهم این گیاه را شامل می‌شوند (۳٤). فلاونوئیدها نیز در پاسخ به اشعه ماوراءبنفش برای محافظت بافت‌های درونی، در سلول‌های اپیدرم تجمع پیدا می‌کنند (۳۵).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر ژنوتیپ و اسپیر بر صفات فنل و فلاونوئید اسپیر گیاه دارویی مارچوبه در سال سوم.

Table 2. Analysis of variance of genotype and spear effects on phenolic and flavonoid contents of Asparagus medicinal plant.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات Mean of square	
		فنل Phenol	فلاونویید Flavonoid
ژنوتیپ Genotype	15	0.80^{**}	4.15^{**}
اسپیر Spear	1	73.89^{**}	95.88^{**}
ژنوتیپ * اسپیر Genotype * Spear	15	0.42^{**}	4.17^{**}
خطا Error	64	0.13	0.80
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	16.61	23.34

**، * و ns به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم تأثیر معنی‌دار هستند

**, *, ns Show significant differences at 1% and 5% levels and no significant difference, respectively

فنل و فلاونوئیدها چون منشأ مشترک دارند و افزایش هرکدام از آن‌ها باعث افزایش دیگری می‌شود و در اکثر موارد افزایش فنل‌ها و فلاونوئیدها باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود به‌جز در موارد محدودی مثل گل پامچال و مهر سلیمان که با افزایش ارتفاع و کاهش دمای هوا بعضی از آنزیم‌های مؤثر در تولید فنل و فلاونوئیدها غیرفعال می‌شوند و میزان آن‌ها کاهش می‌یابد. آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که به‌طور قابل‌توجهی اکسید شدن سوبستراها را به تأخیر می‌اندازند یا از آن جلوگیری می‌کنند. در حقیقت، رادیکال‌های آزاد محصول جانبی سوخت‌وساز ارگان‌ها هستند و اثرات مخرب آن‌ها از طریق سامانه دفاعی آنتی‌اکسیدانی خنثی می‌شوند (۳٦، ۳۷).

نتایج تجزیه واریانس برای صفات آنتی‌اکسیدان اسپیرهای موردبررسی نشان داد که اثر ساده ژنوتیپ روی این صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسات میانگین اثر ژنوتیپ برای درصد آنتی‌اکسیدان اسپیر سبز نشان داد که بیش‌ترین درصد آنتی‌اکسیدان اسپیر سبز (۷٤/۱۵ درصد) در ژنوتیپ شماره ۱٤۹ دیده شد که با برخی از ژنوتیپ‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین درصد آنتی‌اکسیدان اسپیر سفید در ژنوتیپ شماره ۷۰ به‌دست آمد (شکل ۱).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر ژنوتیپ بر میزان آنتی‌اکسیدان اسپیر سبز و سفید.

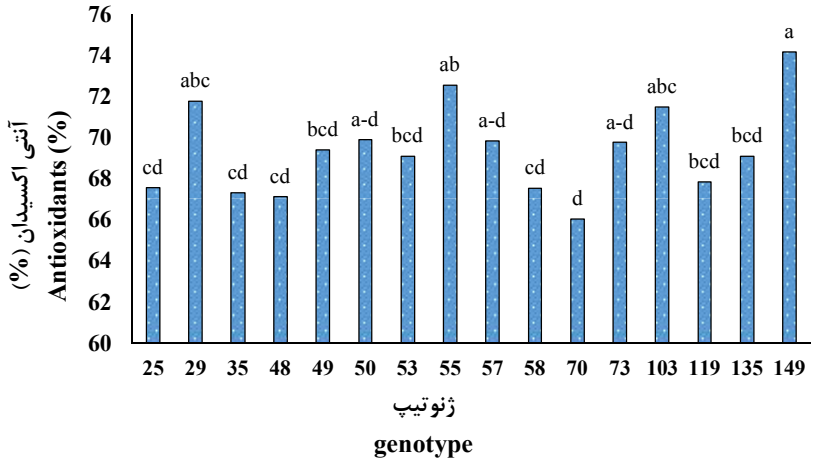
Table 3. Analysis of variance of genotype on green and white spear antioxidant.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean of square	
		اسپیر سبز Green spear	اسپیر سفید White spear
ژنوتیپ Genotype	15	14.65**	24.99**
خطا Error	32	1.77	7.86
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	1.91	4.05

**، * و ns به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم تأثیر معنی‌دار هستند

**, *, ns Show significant differences at 1% and 5% levels and no significant difference, respectively

مقایسات میانگین اثر ژنوتیپ برای درصد آنتی‌اکسیدان اسپیر سفید نشان داد که بیش‌ترین درصد آنتی‌اکسیدان اسپیر سفید (۷۳/۰٦ درصد) در ژنوتیپ شماره ۲۹ دیده شد که با برخی از ژنوتیپ‌های موردبررسی تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین درصد آنتی‌اکسیدان اسپیر سفید در ژنوتیپ شماره ۱۰۳ دیده شد (شکل ۲). یکی از خصوصیات زیست‌شیمیایی مهم در گیاهان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها می‌باشد که نشان‌دهنده قابلیت عصاره گیاه در برابر مهار رادیکال‌های آزاد می‌باشد. تفاوت در سطح ترکیبات آنتی‌اکسیدانی ناشی از عوامل محیطی می‌تواند به توانایی گیاهان در مقابله با تنش غیرزنده کمک کند (۳۸).

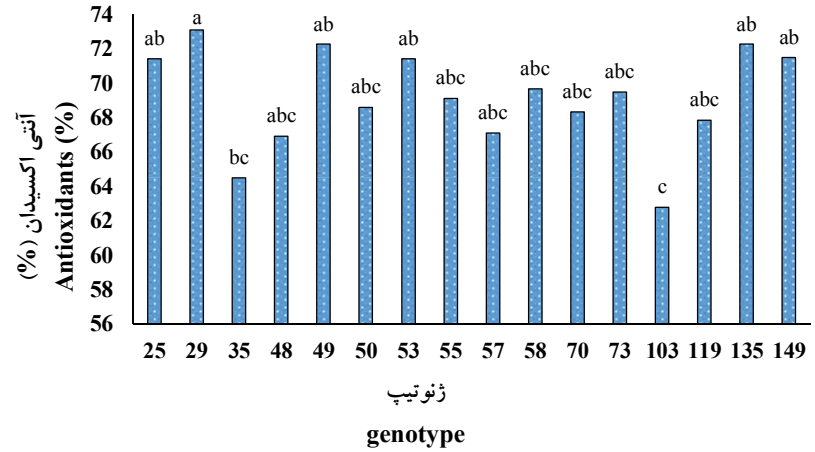


شکل ۱- اثر ژنوتیپ بر درصد آنتی‌اکسیدان اسپیر سبز.

Fig. 1. Effect of genotype on the percentage of antioxidants in green spears.

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد براساس آزمون توکی ندارند

Means with the same letter(s) in the same columns are not significantly different at 1% of probability level based on Tukey's test



شکل ۲- اثر ژنوتیپ بر درصد آنتی‌اکسیدان اسپیر سفید.

Fig. 2. Effect of genotype on the antioxidant percentage of white spear.

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد براساس آزمون توکی ندارند

Means with the same letter(s) in the same columns are not significantly different at 1% of probability level based on Tukey's test

جدول ٤- اثر متقابل ژنوتیپ و اسپیر بر صفات فنل و فلاونوئید گیاه دارویی مارچوبه.

Table 4. Interaction effect of genotype and spear on phenolic and flavonoid traits of asparagus.

فلاونوئید Flavonoid (mg/g FW)	فنل Phenol (mg/g FW)	ژنوتیپ Genotype	اسپیر Spear
2.8^{d-h}	2.483^{c-f}	25	
6.24^{abc}	3.473^{abc}	29	
3.71^{a-h}	3.872^{a}	35	
4.59^{a-f}	2.593^{b-g}	48	
5.12^{a-e}	2.621^{b-f}	49	
4.14^{a-h}	3.019^{a-d}	50	
5.67^{a-d}	3.047^{a-d}	53	
6.29^{ab}	2.923^{a-e}	55	اسپیر سبز
4.63^{a-f}	3.335^{abc}	57	Green spear
4.46^{a-g}	3.074^{a-d}	58	
2.86^{d-h}	2.332^{c-h}	70	
6.09^{abc}	2.469^{c-h}	73	
3.46^{b-h}	4.105^{a}	103	
5.12^{a-e}	3.762^{ab}	119	
6.48^{a}	3.267^{abc}	135	
5.69^{a-d}	3.432^{abc}	149	
1.38^{h}	0.984^{j}	25	
1.7^{gh}	1.603^{f-j}	29	
1.57^{h}	0.874^{j}	35	
2.61^{e-h}	1.039^{j}	48	
3.35^{c-h}	1.617^{f-j}	49	
5.05^{a-e}	1.961^{d-j}	50	
1.76^{fgh}	0.998^{j}	53	
3.35^{c-h}	0.929^{j}	55	اسپیر سفید
1.99^{fgh}	1.397^{ghi}	57	White Spear
4.61^{a-f}	1.204^{ij}	58	
2.1^{fgh}	1.369^{hi}	70	
2.42^{e-h}	0.998^{j}	73	
4.25^{a-h}	1.699^{f-j}	103	
2.95^{d-h}	1.603^{f-j}	119	
2.33^{e-h}	1.754^{e-j}	135	
3.95^{a-h}	1.699^{f-j}	149	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد براساس آزمون توکی ندارند

Means with the same letter(s) in the same columns are not significantly different at 1% of probability level based on Tukey's test

نتایج تجزیه واریانس برای صفات موردبررسی نشان داد که نوع ژنوتیپ روی این صفات معنی‌دار بوده و ژنوتیپ‌های مختلف ازنظر صفات اندازه‌گیری باهم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۵). ازنظر مقایسات میانگین اثر متقابل سال در ژنوتیپ مشخص گردید که بیش‌ترین درصد کلسیم در ژنوتیپ ۱۴۹ در سال دوم به ثبت رسید که با برخی ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت و هم‌چنین کم‌ترین درصد کلسیم نیز در ژنوتیپ ۱۳۵ در سال سوم مشاهده گردید. مقایسات میانگین برای درصد منیزیم نشان داد که بیش‌ترین درصد این عنصر در ژنوتیپ ۵۳ در سال سوم دیده شد و با برخی از ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت و هم‌چنین کم‌ترین درصد منیزیم در ژنوتیپ شماره ۷۳ در سال سوم گزارش گردید. مقایسات میانگین برای درصد فسفر بیان کرد که بیش‌ترین درصد این عنصر در ژنوتیپ ۵۰ در سال سوم بوده و با برخی از ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت و هم‌چنین کم‌ترین درصد فسفر در ژنوتیپ شماره ٤٨ در سال دوم گزارش شد. هم‌چنین مقایسات میانگین برای درصد پتاسیم نیز، بیش‌ترین درصد این عنصر در ژنوتیپ ٤٩ در سال دوم نشان داد که با برخی از ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت و هم‌چنین کم‌ترین درصد پتاسیم در ژنوتیپ شماره ۱۴۹ در سال سوم دیده شد (جدول ٦).

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر سال و ژنوتیپ بر عناصر غذایی اندام هوایی گیاه دارویی مارچوبه.

Table 5. Analysis of variance of year and genotype on mineral elements of asparagus aerial parts.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean of square			
		کلسیم Ca	منیزیم Mg	فسفر P	پتاسیم K
سال Year	1	0.26*	0.58**	0.001**	0.00**
خطای کرت اصلی r (year)	4	0.02	0.01	0.00	0.00
ژنوتیپ Genotype	15	0.04**	0.09**	0.00**	0.00**
سال * ژنوتیپ Year * Genotype	15	0.02**	0.02*	0.00**	0.00**
خطا Error	60	0.01	0.00	0.00	0.00
ضریب تغییرات (درصد) CV%	-	20.05	25.04	12.31	10.71

**، * و ns به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم تأثیر معنی‌دار هستند

**, *, ns Show significant differences at 1% and 5% levels and no significant difference, respectively

جدول ٦- اثر متقابل ژنوتیپ و سال بر عناصر غذایی اندام هوایی مارچوبه.

Table 6. Interaction effect of genotype and year on mineral elements of asparagus aerial parts.

پتاسیم K%	فسفر P%	منیزیم Mg%	کلسیم Ca%	ژنوتیپ Genotype	سال Year
0.0208^{c-i}	0.0305^{a-e}	0.455^{a-e}	0.75^{abc}	25	
0.0289^{bc}	0.0267^{a-e}	0.546^{abc}	0.7^{abc}	29	
0.0199^{ab}	0.0245^{ab}	0.425^{a-f}	0.5^{bc}	35	
0.0202^{d-i}	0.0213^{e}	0.303^{b-f}	0.7^{abc}	48	
0.0379^{a}	0.0345^{abc}	0.394^{a-f}	0.6^{abc}	49	
0.0228^{b-i}	0.023^{de}	0.455^{a-e}	0.6^{abc}	50	
0.028^{b-e}	0.0243^{cde}	0.668^{a}	0.45$_{c}$	53	
0.0195^{f-j}	0.0259^{b-e}	0.607^{ab}	0.4^{c}	55	سال دوم
0.028^{bcd}	0.0274^{b-e}	0.486^{a-d}	0.5^{bc}	57	Year 2
0.026^{b-g}	0.0269^{b-e}	0.394^{a-f}	0.6^{abc}	58	
0.0175^{hij}	0.0255^{b-e}	0.425^{a-f}	0.8^{ab}	70	
0.0203^{d-i}	0.0343^{abc}	0.364^{a-f}	0.65^{abc}	73	
0.027^{b-e}	0.0301^{a-e}	0.546^{abc}	0.55^{abc}	103	
0.0277^{b-f}	0.0267^{b-e}	0.577^{abc}	0.5^{bc}	119	
0.024^{b-h}	0.024^{cde}	0.577^{abc}	0.7^{abc}	135	
0.0269^{b-f}	0.0271^{b-e}	0.364^{a-f}	0.9^{a}	149	
0.030^{ab}	0.033^{a-d}	0.303^{b-f}	0.5bc	25	
0.024^{b-h}	0.0306^{a-e}	0.197^{def}	0.525^{bc}	29	
0.0312^{ab}	0.0366^{ab}	0.182^{def}	0.5^{bc}	35	
0.0229^{b-i}	0.0272^{b-e}	0.212^{def}	0.55^{abc}	48	
0.024^{b-h}	0.0259^{b-e}	0.212^{def}	0.5^{bc}	49	
0.0249^{b-h}	0.0398^{a}	0.151^{f}	0.65^{abc}	50	
0.024^{b-h}	0.0252^{cde}	0.676^{a}	0.4866^{c}	53	
0.0228^{b-i}	0.0271^{b-e}	0.605^{ab}	0.41^{c}	55	سال سوم
0.0269^{b-f}	0.0269^{b-e}	0.489^{a-d}	0.47^{c}	57	Year 3
0.0276^{b-f}	0.0296^{a-e}	0.303^{b-f}	0.45^{c}	58	
0.0207^{c-i}	0.0289^{a-e}	0.182^{def}	0.55^{abc}	70	
0.025^{b-h}	0.033^{a-d}	0.132^{f}	0.55^{abc}	73	
0.028^{b-e}	0.0289^{a-e}	0.551^{abc}	0.606^{abc}	103	
0.018^{g-j}	0.03^{a-e}	0.303^{b-f}	0.5^{bc}	119	
0.0151^{ij}	0.0224^{de}	0.334^{b-f}	0.4^{c}	135	
0.011^{j}	0.0227^{de}	0.258^{c-f}	0.575^{abc}	149	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بر اساس آزمون توکی ندارند

Means with the same letter(s) in the same columns are not significantly different at 1% of probability level based on Tukey's test

کلسیم یکی از عناصر ضروری برای تمام گیاهان است. توانایی کلسیم در ایجاد اتصالات بین سلولی باعث می‌شود که این عنصر نقش مهمی در حفظ تمامیت و ساختار غشاها و دیواره‌های سلولی داشته باشد. هم‌چنین، کلسیم به‌عنوان یک پیام‌رسان ثانویه در مسیر انتقال پیام‌ها در سلول‌ها عمل می‌کند (٤٠، ٣٩). عنصر کلسیم از طریق تأثیر بر آنزیم‌های فنیل‌آلانین آمونیالیاز، پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز نقش خود را ایفا می‌کند. این آنزیم‌ها در تولید و اکسیداسیون فنل‌ها نقش دارند (٤١). کلسیم با متصل کردن پروتئین‌های دارای نقش آنزیمی و غیرآنزیمی به فسفولیپیدهای غشاء سلولی، نقش مهمی ایفا می‌کند و درنتیجه از فعالیت آنزیم‌های تولیدکننده اتیلن که ساختار پروتئینی دارند و به غشاء سلولی متصل هستند، کاهش می‌یابد. این عمل باعث کاهش تولید اتیلن که تحریک‌کننده فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده دیواره سلولی است، می‌شود. درنهایت، کاهش تولید اتیلن باعث کاهش تخریب دیواره سلولی می‌شود و میوه‌های حاوی کلسیم سفت‌تر باقی می‌مانند (٤٢). پتاسیم یکی از عناصر غذایی ضروری پرمصرف و فراوان‌ترین کاتیون جذب‌شده در بیش‌تر گیاهان است که نقش مهمی در رشد و توسعه آن‌ها ایفا می‌کند. این عنصر در فعالیت آنزیم‌ها، حفظ تورژسانس سلول، افزایش فتوسنتز، کمک در انتقال قند و نشاسته، کمک در جذب نیتروژن و برای تولید پروتئین ضروری است. علاوه بر سوخت‌وساز گیاه پتاسیم باعث بهبود کیفیت محصول می‌شود، پتاسیم یکی از عناصر شناخته‌شده برای تنظیم فعالیت آنزیم در گیاهان است. این عنصر از طریق آوند آبکش توانایی افزایش شدت فتوسنتز و سرعت انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به بافت ذخیره‌ای را افزایش می‌دهد (٤٤، ٤٣). پتاسیم یکی از عناصر ضروری و پرمصرف برای گیاهان است و نقش مهمی در افزایش مقاومت گیاه در برابر آفات و بیماری‌ها، حفظ شادابی گیاه، تنظیم اسمزی و کنترل روزنه‌ها دارد هم‌چنین، پتاسیم به‌عنوان کوآنزیم برای آنزیم‌های مختلف در مسیر تولیدزیستی ترپنوئیدها عمل می‌کند و از طریق این راه، موجب افزایش مواد جامد محلول در گیاه می‌شود (٤٥). پتاسیم برای تولید اسیدهای آمینه ضروری است که شامل فرایند فتوسنتز و افزایش قابلیت مقاومت گیاه در برابر بیماری‌ها است پتاسیم هم‌چنین نقش مهمی در تنظیم فشار اسمزی سلول‌ها و فعالیت آنزیم‌های مختلف مرتبط با فتوسنتز و تنفس دارد. پتاسیم یکی از عناصر ضروری برای گیاهان است و به‌صورت یون کاتیونی از خاک جذب می‌شود. علاوه‌بر نقش کاتالیزوری، پتاسیم در استحکام و ساختار گیاه نیز تأثیرگذار است (٤٦). غلظت کافی پتاسیم در سیتوپلاسم برای ادامه فرآیندهای مربوط به ساخت‌وساز نیتروژن در گیاهان ضروری است (٤٧). پتاسیم یکی از عناصر غذایی حیاتی است که در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان نقش اساسی دارد (٤٨). به‌عنوان کاتیونی بسیار مهم، پتاسیم در رشد گیاه و تقریباً تمام فعالیت‌های مربوطه نقش اساسی را ایفا می‌کند (٤٩).

نتیجه‌گیری کلی

هرکدام از کلون‌های حاصل از بذر رقم جرسی دارای ریخته ژنتیکی متفاوتی هستند. در سال اول این بذور کشت و در پایان این سال با تقسیم بوته ۳ تکرار کلون شده و یکسان از هر نمونه تهیه شد که این آزمایش با آن‌ها طراحی شد. پس ژنوتیپ‌ها متفاوت بودند و همگی در محیط یکسان طی دو سال ارزیابی شدند تا الیت‌های مناسب برای کلون‌سازی انتخاب شوند که طی پژوهش‌های آتی از طریق کشت بافت کلون و در اختیار تیم تحقیقاتی برای ارزیابی‌های پایداری قرار خواهند گرفت.

نتایج نشان داد در ژنوتیپ‌ها مقدار صفات زیست‌شیمیایی متفاوت بود، به‌طوری‌که در مورد صفت فنل اسپیر بوته بیش‌ترین مقدار فنل در ژنوتیپ شماره ۱۰۳ در نوع اسپیر سبز دیده شد، در مورد مقدار فلاونوئید نیز نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار فلاونوئید در ژنوتیپ شماره ۱۳۵ در نوع اسپیر سبز دیده شد. هم‌چنین، نتایج نشان داد که نوع اسپیر و سال روی صفات موردبررسی تأثیرگذار است و در سال‌های مختلف گیاهان مقادیر متفاوتی ازنظر عناصر غذایی از خود نشان دادند. مقایسات میانگین اثر متقابل سال در ژنوتیپ نشان داد که بیش‌ترین درصد کلسیم در ژنوتیپ ۱۴۹ در سال دوم مشاهده گردید هم‌چنین نتایج برای درصد منیزیم نشان داد که بیش‌ترین درصد این عنصر در ژنوتیپ ۵۳ در سال سوم دیده شد با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان عنوان کرد که ژنوتیپ‌های ۱۴۹، ۲۹، ۱۳۵ و ۱۰۳، از بین ژنوتیپ‌های موردبررسی دارای ویژگی‌های برتری بوده و برای کشت و ارزیابی بیش‌تر در سال‌های بعد توصیه می‌شوند.

منابع

1. Iqbal, M., Bibi, Y., Raja, N. I., Ejaz, M., Hussain, M., Yasmeen, F., Saira, H., & Imran, M. (2017). Review on therapeutic and pharmaceutically important medicinal plant *Asparagus officinalis* L. *Journal of Plant Biochemistry & Physiology*, 5(180), 2-6.
2. Vojodi, M. L. (2020). The effects of organic and chemical fertilizers on some morphological and physiological traits of *Petroselinum crispum* L. *Journal of Plant Ecophysiology*, 41, 96-86. [In Persian]
3. Mazaraie, A., & Fahmideh, L. (2020). Evaluation of phytochemical and antioxidant activity of three widely-used medicinal plant in natural habitats of Fars province. Eco-phytochemical *Journal of Medicinal Plants*, 8(1(29)), 90-105. [In Persian]
4. Sepaskhah, A. R., Shabani, M. K., & Honar, T. (2008). Optimization of water consumption and cropping pattern by using Deficit irrigation techniques at farm level: A case study of Fars Droodzan Irrigation Network. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 6(3), 35-52.
5. Asaadi, M. A., Khalilian, S., & Mousavi, S. H. (2019). Management of irrigation water allocation and cropping pattern with emphasis on deficit irrigation strategy (case study: Qazvin irrigation network). *Iran-Water Resources Research*, 14(5), 1-14. [In Persian]
6. Englsih, M. J., Music, J. T., & Murty, V. V. N. (1990). Deficit irrigation. Management of Farm Irrigation Systems. *American Society of Agricultural Engineers*, 631-663.
7. Darwesh R. K., Farrag, D. K., & Okasha, E. M. (2020). Irrigation interval, oxygenated water and seed soaking for improving water productivity and squash production. *Plant Archives*, 20(2), 9157-9169.
8. Omidbeigi, R. (2006). production and processing of medicinal plants (4th ed.). *Astan Quds Publication, Tehran.* 283 p. [In Persian]
9. Tay, D. (2002). Vegetable hybrid seed production. Seeds: Tra. Prod. & Tech. In: Proceedings of International Seed Seminar: *Trade, Production and Technology*, 15-16 Oct., Santiago University, Santiago, Chile, pp. 128-139.
10. Kia-Mohammadi, F., Abdousi, V., Moradi, P., Shafiei, M. R., & Arab, S. (2012). Evaluation of genetic diversity among some of Iranian chrysanthemum cultivar using morphological characteristics. *Agronomy and Plant Breeding,* 8(4), 43-54. [In Persian]
11. Rick, C. M., & Holle, M. (1990). Andean Lycopersicon esculentum var.

cerasiformie. genetic variation and its evolutionary significance. *Economic Botany*, 44(3), 69-78.
12. Kaemmer, D., Weising, K., Beyermann, B., Borner, T., Epplen, J. T., & Kahl, G. (1995). Oliganucleotide fingerprinting of tomato DNA. *Plant Breeding*, 114(1): 12-17.
13. Pérez-de-la-Vega, M. (1993). Biochemical Characterization of Populations. p. 184-200. In: Hayward M.D., Bosemark N.O., and Romagosa I. (eds.) *Plant Breeding*, Principles and Prospects. Chapman and Hall, London.
14. Dubcovsky, J. (2004). Marker-assistet selection in public breeding programs: the wheat experience. *Crop Science*, 44(6), 1895-1898.
15. Farshadfar, E. (1998). Application of biometrical genetics in plant breeding. Volume I. *Tagh-E-Boostan Publication, Iran*, 528 p. [In Persian]
16. Bakhtiari, S. (2020). Evaluation of morphological and biochemical diversity of water mint (*Mentha aquatic* L.) in the East of Guilan. MSc thesis of University of Guilan. [In Persian]
17. Thévenin, L. (1967). Les problèmes damélioration chez *Asparagus officinalis* L. I Biologie et amélioration. *Annales de l'Amelioration des Plantes*, 17(1), 33-66.
18. Currence, T. M. (1947). Progeny tests of asparagus plants. *Journal of Agricultural Research*, Washington D.C., 74 (3) 65-76.
19. BusseUI, W. T., Brash, D. W., & Stiefel, W. (1987). Site variations in percentage of saleable yield of asparagus. *Proceedings of Agronomy Society of New Zealand, Wellington*, 17, 19-20.
20. Clifford, H. T., Conran, J. G., & George, A. S. (1987). Asparagaceae. in: *Flora of Australia. Australian Government Publishing Service*, Canberra, pp. 159-164.
21. Stützel, H & H.C. Wien. (2020). The physiology of vegetable crops. CABI. p: 511.
22. Ghahreman, A. (1999). Flora of IRAN. *Research Institute of Forests Rangelands, Iran*. 23. p: 30.
23. Fuentes-Alventosa, J. M., Rodríguez-Gutiérrez, G., Jaramillo-Carmona, S., Espejo-Calvo, J. A., Rodríguez-Arcos, R., Fernández-Bolaños, J., Guillén-Bejarano, R., & Jiménez-Araujo, A. (2009). Effect of extraction method on chemical composition and functional characteristics of high dietary fibre powders obtained from asparagus by-products. *Food chemistry*, 113(2), 665-671.
24. Guan, Y. J., Zhou, L. Y., Bi, J. F., Yi, J. Y., & Li, S. R. (2015). Evaluation of nutritive composition and antioxidant activity in different parts of green asparagus. *Science and technology of Food Industry*, 36(5), 343-347. [In Chinese]
25. Smith, M. (1992). CROPWAT: A computer program for irrigation planning and management (No. 46). *Food & Agriculture Organization*.
26. Alizadeh, A. (2012). Soil, water, plant relationship. *Imam Reza University Press*. P 615. [In Persian]
27. Allen, W. H., & Lambert, J. R. (1971). Application of the principle of calculated risk to scheduling of supplemental irrigation, I. Concepts. *Agricultural meteorology*, 8, 193-201.
28. Jones, J. B. (2001). *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*. CRC press. 363p.
29. Bakhshi, D., & Arakawa, O. (2006). Induction of phenolic compounds biosynthesis with light irradiation in the flesh of red and yellow apples. *Journal of Applied Horticulture*, 8(2), 101-104.
30. Sánchez-Moreno, C., Larrauri, J. A., & Saura-Calixto, F. (1998). A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(2), 270-276.
31. Kim, K. T., Yoo, K. M., Lee, J. W., Eom, S. H., Hwang, I. K., & Lee, C. Y. (2007). Protective effect of steamed American ginseng (*Panax quinquefolius* L.) on V79-4 cells induced by oxidative stress. *Journal of ethnopharmacology*, 111(3), 443-450.

32. Moreno, M. I. N., Isla, M. I., Sampietro, A. R., & Vattuone, M. A. (2000). Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *Journal of ethnopharmacology*, 71(1-2), 109-114.
33. Verma, N., & Shukla, S. (2015). Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 2(4), 105-113.
34. Ranjbar, M. E., Ghahremani, Z., & Mousavizadeh, S. J. (2019). *Iranian Asparagus nutritional, Medicinal and genetic characteristics*. *Saarbrücken, Germany*: LAP Lambert Academic publishing, 58 p.
35. Jaakola, L., & Hohtola, A. (2010). Effect of latitude on flavonoid biosynthesis in plants. Plant, cell & environment, 33(8), 1239-1247.
36. Alkadi, H. (2020). A review on free radicals and antioxidants. *Infectious Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Infectious Disorders)*, 20(1), 16-26.
37. Caunii, A., Butu, M., Rodino, S., Motoc, M., Negrea, A., Samfira, I., & Butnariu, M. (2015). Isolation and separation of inulin from *Phalaris arundinacea* roots. Revista de chimie, 66(4), 472-476.
38. Cirak, C., Radusiene, J., Jakstas, V., Ivanauskas, L., Seyis, F., & Yayla, F. (2017). Altitudinal changes in secondary metabolite contents of *Hypericum androsaemum* and *Hypericum polyphyllum*. *Biochemical systematics and ecology*, 70, 108-115.
39. Chen, F., Liu, H., Yang, H., Lai, S., Cheng, X., Xin, Y., Yang, B., Hou, H., Yao, Y., Zhang, S., Bu, G., & Deng, Y. (2011). Quality attributes and cell wall properties of strawberries (*Fragaria annanassa* Duch.) under calcium chloride treatment. *Food Chemistry*, 126(2), 450-459.
40. Rengel, Z. (1992). The role of calcium in salt toxicity. *Plant cell Environment*. 15(6), 625-632.
41. Ruiz, J. M., Rivero, R. M., Lopez-Cantarero, I., & Romero, L. (2003). Role of Ca^{2+} in the metabolism of phenolic compounds in tobacco leaves (*Nicotiana tabacum* L.). *Plant Growth Regulation*, 41, 173-177.
42. Kittemann, D., Neuwald, D. A., & Streif, J. (2010). Influence of calcium on fruit firmness and cell wall degrading enzyme activity in 'Elstar' apples during storage. *In VI International Postharvest Symposium*, 877, 1037-1043.
43. Basile, B., Reidel, E. J., Weinbaum, S. A., & DeJong, T. M. (2003). Leaf potassium concentration, CO_2 exchange and light interception in almond trees (*Prunus dulcis* (Mill) DA Webb). *Scientia Horticulturae*, 98(2), 185-194.
44. Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2001). *Principles of Plant Nutrition* (5th ed.). Kluwer Academic Publishers, London.
45. Yavari, A., & Shahgolzari, S. M. (2016). Effect of some ecological factors on quality and quantity of effective ingredient of *Stachys inflate* at Touyserkan region, *Agroecology Journal*, 12(1(43)), 77-85. [In Persian]
46. Ghasemi, E., Tookalloo, M. R., & Zabihi, H. R. (2012). Effect of nitrogen, potassium and humic acid on vegetative growth, nitrogen and potassium uptake of potato minituber in greenhouse condition. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 8(1), 39-56. [In Persian]
47. Marschner, P. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (3rd ed.). Academic Press, Elsevier, London.
48. Çolpan, E., Zengin, M., & Özbahçe, A. (2013). The effects of potassium on the yield and fruit quality components of stick tomato. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 54, 20-28.
49. Azizabadi, E., Golchin, A., & Delavar, M. A. (2014). Effect of potassium and drought stress on growth indices and mineral content of safflower leaf. *Journal of Soil and Plant Interactions*, 5(3), 65-80. [In Persian]