دوره سوم/ شماره اول/ تابستان ۱۴۰۲/ مقاله پژوهشی/صفحات ۶۲-۴۹

https://www.qafj.iauk.ac.ir

بررسی اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه آلانین، پرولین و گلوتامین بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و آنزیمی گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

محمد علی شریف‌زاده احتشامی[1]، الهام دانائی[2]*

۱- دانشجو کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران

۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران

* نویسنده مسئول: dr.edanaee@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۲/۲۵، پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۶/۶

چکیده

استفاده از اسیدهای آمینه به عنوان محرک‌های زیستی در گیاهان می‌توانند نقش موثری بر بهبود متابولیسم، رشد و عملکرد گیاهان داشته باشند. در این پژوهش تاثیر اسیدهای آمینه آلانین، پرولین و گلوتامین بر برخی ویژگی‌های رشدی، فیزیولوژیک و آنزیمی گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش بصورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در شرایط گلخانه اجرا شد. تیمارهای محلول‌پاشی آلانین، پرولین و گلوتامین با غلظت‌های صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در دو مرحله ۲ تا ۴ برگی و ۴ تا ۶ برگی اعمال شدند. نتایج نشان داد تیمارها به طور معنی‌داری صفات مورد ارزیابی را نسبت به شاهد افزایش دادند، به طوریکه بیشترین درصد شاخص ثبات غشاء سلول (۸۲/۳۵ درصد) و میزان پروتئین (۳۲/۸۵ میکروگرم در میلی‌گرم وزن تر)، فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز (۳/۱۷ واحد آنزیم در گرم وزن تر)، کاتالاز (۵/۷۶ واحد آنزیم در گرم وزن تر) و پراکسیداز (۱۰/۲۳ واحد آنزیم در گرم وزن تر) در تیمار پرولین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی (۹/۸۵- ۲/۳۵ گرم) و ریشه (۴/۸۳- ۱/۴۱ گرم) و میزان ازت (۳۴/۰۶ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) در تیمار گلوتامین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین محتوای کلروفیل کل برگ (۱۳/۰۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در تیمار آلانین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. به طور کلی نتایج نشان داد که محلول‌پاشی اسیدهای‌آمینه به عنوان نوعی محرک زیستی، بر بهبود ویژگی‌های مورد مطالعه به ویژه غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهای آمینه، تاثیر مثبت داشته و سبب بهبود خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و آنزیمی گیاه گشنیز شده است.

واژه‌های کلیدی: آنزیم، ازت، اسید آمینه، پروتئین، گشنیز

مقدمه

گشنیز (*Coriandrum sativum*) گیاهی یکساله و علفی از خانواده چتریان (Apiaceae) می‌باشد. برگ و دانه این گیاه در صنایع دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی از اهمیت بالایی برخوردار است. ترکیبات موجود در گیاه گشنیز شامل کارون، بورنئول، لیمونن، ژرانیول، کامفور، المول و لینالول، کوئرستین، کامفرول، رامنتین و اپی ژنین، اسید کافئیک و اسید کلروژنیک نیز می‌باشد (۱)، که در رفع مشکلات دستگاه گوارش، کاهش اشتها، تشنج، بیخوابی و اضطراب استفاده می‌شوند، همچنین خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد باکتریایی، ضد دیابت، ضد سرطان و ضد جهش این گیاه نیز به اثبات رسیده است (۲).

برخی از اسیدهای آمینه محرک‌های زیستی هستند که بلوک‌های پروتئینی اساس اصلی ساختمان آن‌ها می‌باشند. این ترکیبات فرم ارگانیک نیتروژن هستند، که می‌توانند به عنوان منبع نیتروژن برای برخی از گیاهان مورد استفاده قرار گیرند (۳). آن‌ها بر بیوسنتز هورمون‌ها،

افزایش تحمل به تنش‌های محیطی، سنتز کلروفیل و در نتیجه فتوسنتز و بهبود رشد و عملکرد گیاهان تاثیر مثبتی دارند (۴). بطورکلی اسیدهای آمینه موادی هستند که باعث تحریک سوخت و ساز (متابولیسم) در گیاهان می‌شوند (۵). ترکیبات آلانین، پرولین و گلوتامین جزء اسیدهای آمینه غیرضروری هستند که هر کدام نقش‌های متعددی در جهت افزایش کارایی گیاهان دارند، برای مثال آلانین که از اسید گلوتامیک سنتز می‌شود، در سنتز کلروفیل و فعالیت‌های فتوسنتزی نظیر تنظیم باز شدن روزنه‌های گیاهی و مقاومت به خشکی نقش دارد (۶). پرولین به عنوان اسمولیت، موجب تنظیم فشار اسمزی می‌شود و به عنوان ربایندهٔ گونه‌های فعال اکسیژن (آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی) و تثبیت کننده ساختار پروتئین‌ها، سلول‌ها را از آسیب‌های تنش حفظ می‌کند، بطوریکه در شرایط تنش نقش حفاظتی چندگانه داشته و افزایش آن منجر به محافظت از غشاهای سلولی شده و از آسیب به آنزیم‌ها جلوگیری می‌کند (۷). گلوتامین با دو چرخه مهم متابولیکی گیاه (چرخه کربن و نیتروژن) در ارتباط است و بر محتوای پروتئین و قندها تاثیر گذار می‌باشد (۸) و پیش‌ساز سایر اسیدهای آمینه مانند اسید آسپارتیک، سرین، آلانین، لیزین و پرولین و غیره می‌باشد (۹)، همچنین در کلات کنندگی عناصر ریز مغذی نقش داشته و بر جذب و انتقال آسان آن‌ها به گیاه موثر بوده و موجب بهبود کیفیت رویش می‌گردد (۱۰). تحقیقات متعددی پیرامون اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر گیاهان صورت گرفته است. در گیاه ژربرا (*Gerbera jamesonii* L.) محلول‌پاشی آلانین، وزن برگ و ریشه، تعداد و سطح برگ، طول و قطر گل، طول ساقه، محتوای کلروفیل کل و درصد ازت، فسفر و پتاس را در گیاه افزایش داد (۱۱). در مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.) محلول‌پاشی گیاه توسط پرولین موجب افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی، گل و برگ، شاخص کلروفیل، محتوای پرولین، فنل، فلاونوئید و عملکرد اسانس شد (۱۲). در پژوهشی دیگر نتایج Noroozlo و همکاران (۲۰۱۹)، نشان داد، محلول‌پاشی کاهو (*Lactuca sativa subvar Sahara*) توسط اسید آمینه گلوتامین وزن تر بوته، محتوای کلروفیل کل، کاروتنوئید و میزان ویتامین ث را افزایش داد (۱۳).

این پژوهش با هدف بررسی تاثیر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه آلانین، پرولین و گلوتامین بر برخی خصوصیات مورفیزیولوژیکی و آنزیمی گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum*) انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات اسیدهای آمینه بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و آنزیمی گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)، آزمایشی بصورت طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در فروردین ماه ۱۴۰۰ در گلخانه‌ای واقع در شهرستان گرمسار با دوره نوری شامل ۱۴ ساعت روز و ۱۰ ساعت شب، دمای هوا ۳±۲۸ و ۳±۲۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در طول روز و شب، اجرا شد. بذرهای (F1) تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان در گلدان‌هایی به قطر ۳۰ و ارتفاع ۲۶ سانتی‌متر حاوی خاک لومی شنی، کشت و سپس در دو مرحله ۲ تا ۴ برگی و ۴ تا ۶ برگی، محلول‌پاشی به اندازه‌ای انجام شد تا تمام اندام هوایی گیاه خیس شود، ضمناً سطح خاک نیز پوشانده شد تا از جذب خاکی محلول ممانعت شود. محلول اسیدهای آمینه آلانین، پرولین و گلوتامین (شرکت سیگما الدریچ آلمان) بر پایه آب مقطر در دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و آب مقطر به عنوان شاهد (غلظت صفر) انجام شد. دو هفته پس از آخرین محلول‌پاشی نمونه‌برداری جهت ارزیابی صفات صورت گرفت.

وزن تر اندام هوایی و ریشه

وزن تر اندام هوایی و ریشه بلافاصله پس از برداشت و وزن خشک اندام هوایی و ریشه پس از ۷۲ ساعت قرارگیری در آون ۴۰ درجه سانتی‌گراد توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد (۱۴).

شاخص ثبات غشاء سلول

تعیین پایداری غشاء سلول‌های برگی به روش شرح داده شده توسط Jamali Moghadam و Hassanpour Asil، (۲۰۲۱) انجام شد. نمونه‌های تهیه شده از برگ گیاه به مدت یک ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در بن ماری قرار داده و با استفاده از EC متر میزان EC_1 اندازه گیری شد. سپس نمونه‌ها در داخل اتوکلاو به مدت ۲۰ دقیقه با دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد جهت محاسبه EC_2 قرار داده شدند. مقادیر نشت الکترولیت از بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (۱۵).

شاخص ثبات غشاء سلول = [1- (EC_1/EC_2)] ×100

کلروفیل کل

جهت اندازه‌گیری محتوای کلروفیل کل، ۰/۵ گرم نمونه گیاهی از برگ گیاه تهیه شد و با استفاده از معرف DMSO بر اساس فرمول زیر، در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UV Visible مدل Spectro Flex 6600)، اندازه‌گیری و بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ بیان شد (۱۶).

$Chl=(20.2\times(A_{645})+8.02\times(A_{663}))\times V/(1000\times W)$

طول موج=A ,وزن نمونه =W ,حجم نمونه=V

ازت

میزان ازت برگ گیاه با استفاده از روش کجدال اندازه‌گیری و بر حسب میلی گرم در گرم وزن خشک بیان شد (۱۷).

پروتئین

برای اندازه‌گیری میزان پروتئین ۰/۰۵ گرم نمونه تر برگی کوبیده شد و سپس با ۳ میلی‌لیتر بافر استخراج که شامل ۵ میلی‌لیتر تریس- اسید کلریدریک یک مولار، ۲۰۰ میکرولیتر Na_2 EDTA یک مولار و ۰/۰۴ درصد (v/v-۲ مرکاپتو اتانول) می‌باشد، مخلوط شد. مخلوط حاصل به مدت ۲۱ دقیقه با سرعت ۱۱۵۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. سپس برای خارج کردن تمام ناخالصی‌های موجود در نمونه، قسمت بالایی داخل لوله به مدت ۲۰ دقیقه در ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و با ۵۰۰۰ میکرولیتر از محلول برادفورد و ۲۹۰ میکرولیتر بافر استخراج و ۱۰ میکرولیتر عصاره استخراج مخلوط و بعد از ورتکس میزان جذب در طول موج ۵۹۵ نانومتر قرائت شد. میزان پروتئین با استفاده از منحنی استاندارد با معادله خط (Y=1.664x+1775) و ضریب تشخیص (۰/۶۴۶۸) بر حسب میکروگرم بر میلی‌لیتر محاسبه و به صورت میکروگرم بر میلی‌گرم وزن تر برگ بیان شد (۱۸).

فعالیت آنزیم کاتالاز

جهت سنجش آنزیم کاتالاز، مخلوط واکنش (۳ میلی‌لیتر) شامل بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار، آب اکسیژنه ۱۵ میلی مولار و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی تهیه شد که با اضافه کردن آب اکسیژنه به مخلوط،

واکنش شروع و کاهش در جذب آب اکسیژنه در مدت ۳۰ ثانیه در طول موج ۲۴۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. برای محاسبه واحد آنزیمی از ضریب خاموشی معادل $40\ Mm^{-1}\ Cm^{-1}$ استفاده شد و سپس بر حسب واحد آنزیم بر گرم وزن تر برگ محاسبه شد (۱۹).

فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز

در ابتدا تهیه عصاره آنزیم از ۱ گرم برگ گیاه انجام شد و سپس به ۲۰ میکرولیتر عصاره آنزیم، ۱ میلی‌لیتر از محلول محتوی (بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار (۷/۸ =pH)، متیونین ۹/۹ میلی‌مولار، NBT 57 میکرو مولار و تریتیون ۰/۰۲۵ درصد)، به تیوپ شیشه‌ای کوچک افزوده و واکنش با اضافه نمودن ریبوفلاوین ۱۰ میکرولیتر و قرار دادن نمونه‌ها در جعبه حاوی ۲ لامپ فلوئورسنت برای ۷ دقیقه انجام شد. نمونه شاهد نیز در نظر گرفته شد و در نهایت توسط دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۵۶۰ نانومتر میزان جذب نور قرائت و برحسب واحد آنزیم بر گرم وزن تر برگ محاسبه شد (۲۰).

فعالیت آنزیم پراکسیداز

جهت سنجش آنزیم پراکسیداز ابتدا ۲ میلی‌لیتر تامپون استات ۰/۲ مولار (pH=۵)، با ۰/۴ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۳ درصد و ۰/۲ میلی‌لیتر بنزیدین محلول در الکل ۵۰ درجه ۰/۰۱ مولار مخلوط کرده و سپس ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره آنزیمی به مخلوط اضافه می‌کنیم. اعداد جذب در طول موج ۵۳۰ نانومتر در مقابل شاهد توسط دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد و در نهایت بر حسب واحد آنزیم بر گرم وزن تر برگ محاسبه گردید (۲۱).

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز داده‌ها توسط نرم افزار SAS (ver 9.1) و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱ و ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه، محتوای کلروفیل کل، میزان پروتئین و فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز، در سطح ۱ درصد معنی دار شد، در حالیکه وزن خشک ریشه، شاخص ثبات غشاء سلول و میزان ازت، در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر محلول پاشی اسیدهای آمینه بر صفات مورفوفیزیولوژیک و آنزیمی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	شاخص ثبات غشاء سلول	کلروفیل کل	ازت	پروتئین	سوپراکسید دیسموتاز	کاتالاز	پراکسیداز
تیمار	۶	۶/۷۱۳**	۳/۳۱۵**	۴/۴۵۷**	۱/۲۳۰*	۲۹/۱۲۶*	۷/۵۳۱**	۱۳/۴۲۷*	۱۱/۳۸۵**	۲/۱۳۴**	۴/۶۲۵**	۵/۶۶۳**
خطا	۱۴	۰/۷۶۹	۰/۱۲۷	۰/۰۶۷۴	۰/۰۶۵	۴/۳۶۵	۰/۵۳۵	۰/۹۳۹	۰/۸۵۰	۰/۱۲۲	۰/۲۵۷	۰/۴۶۳
ضریب تغییرات (٪)	-	۸/۷۵	۱۱/۲۶	۱۰/۲۲	۱۱/۵۳	۱۲/۲۵	۹/۷۶	۹/۲۷	۱۱/۲۵	۱۲/۳۶	۱۰/۳۴	۱۱/۷۵

، *، **ns به ترتیب، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی به ترتیب با ۹/۸۵ و ۲/۳۵ گرم مربوط به تیمار محلول‌پاشی گلوتامین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین با ۶/۹۴ و ۱/۴۸ گرم مربوط به شاهد بود، همچنین، بیشترین وزن تر و خشک ریشه (۴/۸۳ - ۱/۴۳ گرم) نیز در تیمار محلول‌پاشی گلوتامین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین (۳/۲۵ - ۰/۸۵ گرم) در شاهد مشاهده شد (جدول ۲).

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، محلول‌پاشی گیاه توسط اسیدهای آمینه خصوصا گلوتامین وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه را افزایش داد، که می‌تواند مربوط به نقش اسیدهای آمینه در متابولیسم گیاه و جذب پروتئین باشد که بر تقسیم و افزایش سلول تاثیر مثبت دارند (۱۱). همچنین اسیدهای آمینه امکان جذب نیتروژن، آب و عناصر غذایی توسط گیاه را افزایش می‌دهند و از این طریق بر محتوی کلروفیل تاثیر گذاشته و منجر به افزایش فتوسنتز و انتقال مواد آلی به ریشه می‌گردد که در نهایت موجب افزایش پارامترهای رویشی نظیر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه می‌گردد (۲۲). از سویی دیگر پژوهشگران معتقدند که اسیدهای آمینه موجب افزایش محتوی و فعالیت هورمون‌های رشد جیبرلین و ایندول استیک اسید نیز می‌شوند که در نهایت موجب تحریک رشد در گیاه می‌گردد (۱۱). مطابق با یافته‌های این پژوهش Noroozlo و همکاران (۲۰۱۹)، نیز اثر مثبت گلوتامین را بر وزن کاهو (*Lactuca sativa subvar Sahara*) و Soltani و همکاران (۲۰۱۷)، اثر گلوتامین را بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه شیرین بیان گزارش نمودند (۲۳، ۱۳).

جدول ۲- اثر اسیدهای آمینه بر برخی از شاخص‌های رویشی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

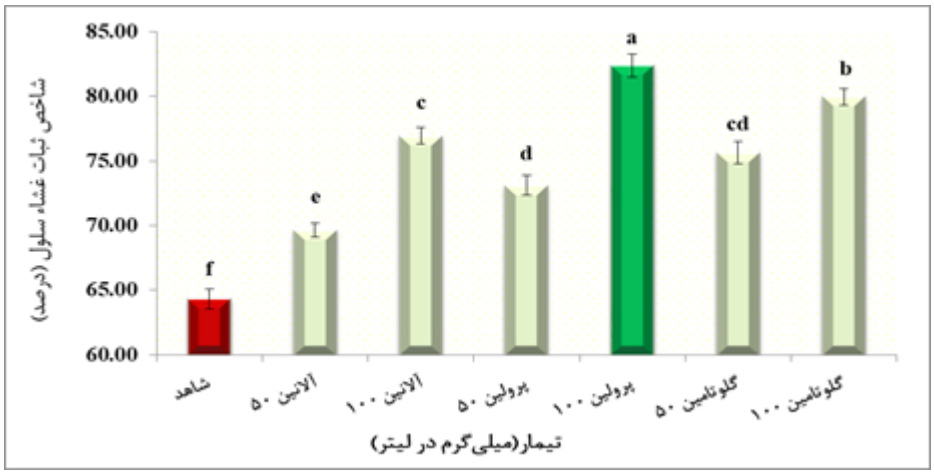
تیمار (میلی‌گرم در لیتر)	وزن تر انـدام هوایی (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	وزن تر ریشـــه (گرم)	وزن خشـک ریشـه (گرم)
شاهد (عدم محلول‌پاشی)	۶/۹۴^{f}	۱/۴۸^{f}	۳/۲۵^{f}	۰/۸۵^{e}
آلانین ۵۰	۸/۱۲^{d}	۱/۶۵^{e}	۳/۶۷^{e}	۱/۰۶^{cd}
آلانین ۱۰۰	۸/۷۶^{c}	۲/۱۳^{b}	۴/۶۴^{ab}	۱/۲۸^{b}
پرولین ۵۰	۷/۶۵^{e}	۱/۸۷^{d}	۳/۹۸^{d}	۰/۹۷^{d}
پرولین ۱۰۰	۹/۴۳^{b}	۲/۰۵^{c}	۴/۵۷^{b}	۱/۳۱^{b}
گلوتامین ۵۰	۸/۵۴^{cd}	۱/۹۶^{cd}	۴/۳۱^{c}	۱/۱۵^{c}
گلوتامین ۱۰۰	۹/۸۵^{a}	۲/۳۵^{a}	۴/۸۳^{a}	۱/۴۳^{a}

حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح $P\leq0.05$ است

شاخص ثبات غشاء سلول

نتایج نشـان داد، در تیمار محلول‌پاشـی گیاه توسـط پرولین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۸۲/۳۵ درصـد بیشترین و شـاهد با ۶۴/۳۲ درصـد کمترین شـاخص ثبات غشـاء سلول مشاهده شد (شکل ۱).

در این پژوهش محلول‌پاشـی گیاه گشـنیز توسـط پرولین شـاخص ثبات غشـاء سـلول را افزایش داد، زیرا ترکیبات اسـمزی نظیر پرولین موجب تشـکیل باندهای هیـدروژن‌دار بـا پـلی پپتیـدهـای قطبی و گروهـای فسـفولیپیدها می‌شـود و در نتیجه جلوگیری از تخریب آنزیم‌ها و پروتئین‌ها موجب حفظ ثبات غشـای سـلولی می‌گردد و از سـویی دیگر تـاثیر مثبتی در جـذب مواد غـذایی و متابولیسـم نیتروژن دارد که در نتیجه افزایش غلظت آن موجب کاهش تخریب دیواره سـلولی می‌گردد (۲۴)، در چغنـدر قند نیز کاربرد پرولین شـاخص ثبات غشاء سلول را افزایش داد (۲۵).

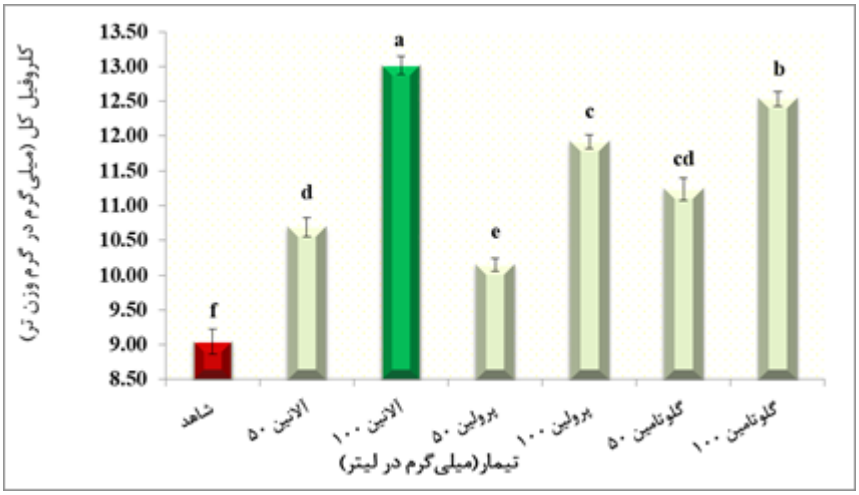


شکل ۱- اثر محلول‌پاشی آلانین، پرولین و گلوتامین بر شاخص ثبات غشاء سلول گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

کلروفیل کل

بر اساس نتایج بدست آمده، تیمار محلول‌پاشی با آلانین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین (۱۳/۰۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر) و شاهد (۹/۰۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر) کمترین محتوای کلروفیل کل برگ را نشان داد (شکل ۲).

بررسی داده‌های پژوهش نشان داد، محلول‌پاشی آلانین موجب افزایش محتوای کلروفیل کل گردید. زیرا اسیدهای آمینه سبب تسهیل انتقال عناصر غذایی در سیستم آوندی از طریق بهبود نفوذپذیری غشاء سلولی می‌شوند و با فراهم کردن شرایط تغذیه‌ای مناسب برای گیاه سبب افزایش کلروفیل می‌شود، از سویی دیگر اسیدهای آمینه با جلوگیری از تولید آنزیم‌های ضروری برای سنتز اتیلن در بهبود فرآیندهای ساخت رنگیزه‌ها نقش دارند (۲۶) Abd-Elkader و همکاران (۲۰۲۰)، نیز افزایش کلروفیل کل را توسط محلول‌پاشی آلانین در برگ ژربرا گزارش نمودند (۱۱).

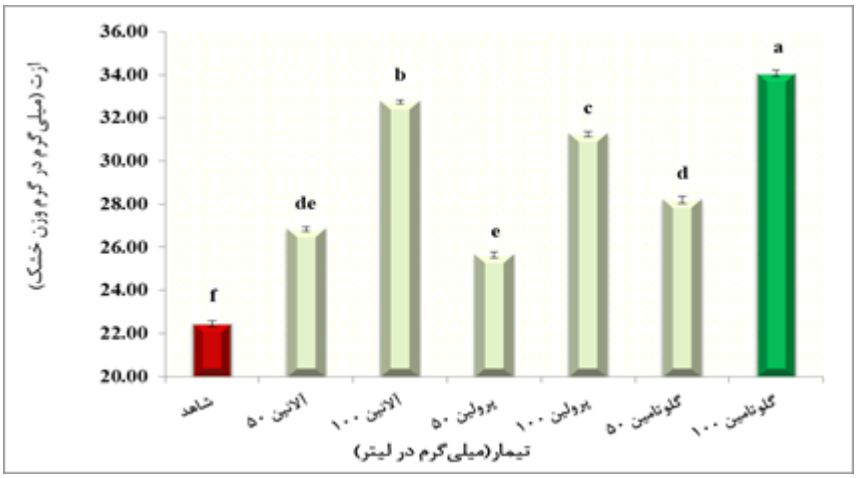


شکل ۲- اثر محلول پاشی آلانین، پرولین و گلوتامین بر محتوای کلروفیل کل برگ گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

ازت

بررسی‌ها نشان داد، در تیمار محلول‌پاشی گلوتامین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۳۴/۰۶ میلی‌گرم در گرم وزن خشک بیشترین و شاهد با ۲۲/۴۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک، کمترین میزان ازت مشاهده شد (شکل ۳).

با توجه به نتایج بدست آمده محلول‌پاشی گیاه توسط گلوتامین به طور معنی‌داری میزان ازت گیاه را افزایش داد. اسیدهای آمینه به عنوان منبع تأمین نیتروژن موجب بهبود کارایی جذب نیتروژن از خاک و کاهش هدر رفت آن در گیاه می‌گردد. در گیاه ریحان نیز محلول‌پاشی گلوتامین موجب افزایش ازت گیاه گردید (۱۳).

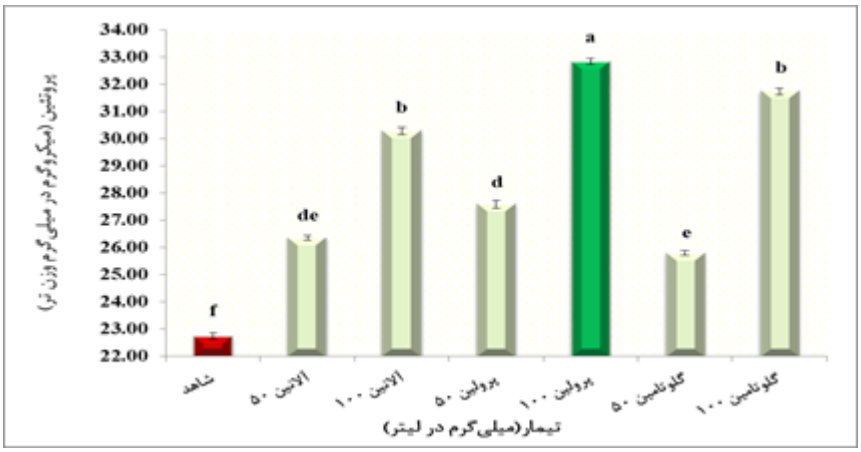


شکل ۳- اثر محلول پاشی آلانین، پرولین و گلوتامین بر میزان ازت در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

پروتئین

همانطور که از شکل ۴ نمایان است، محلول‌پاشی گیاه گشنیز توسط تیمار پرولین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین میزان پروتئین (۳۲/۸۵ میکروگرم در میلی‌گرم وزن تر) مشاهده شد در حالیکه در شاهد کمترین (۲۲/۷۳ میکروگرم در میلی‌گرم وزن تر) میزان پروتئین بدست آمد.

در پژوهش حاضر محتوای پروتئین گیاه با محلول‌پاشی اسیدهای آمینه خصوصا پرولین افزایش یافت. اسیدهای آمینه ترکیب‌های نیتروژن‌دار هستند که در ساخت پروتئین‌ها مشارکت دارند (۲۷). افزایش پروتئین در شرایط محلول‌پاشی با پرولین می‌تواند مربوط به اثر متقابل پرولین با آنزیم‌هایی باشد که سبب حفظ ساختار پروتئین‌ها و فعالیت مربوط به آن‌ها می‌شود، همچنین می‌تواند در آبپوشی لایه‌های احاطه کننده فسفولیپیدها نقش داشته و با گروه‌های هیدروکسیل واکنش دهد و از این طریق از تخریب پروتئین‌ها و فسفولیپیدهای غشایی جلوگیری می‌کند (۲۸). اسیدهای آمینه به عنوان منبع تأمین نیتروژن با بهبود کارایی جذب نیتروژن از خاک و کاهش هدرروی آن موجب افزایش تولید پروتئین در گیاه می‌گردند. مطابق با یافته‌های این پژوهش در همیشه بهار نیز محلول‌پاشی پرولین موجب افزایش پروتئین گیاه گردید (۲۹).



شکل ۴- اثر محلول پاشی آلانین، پرولین و گلوتامین بر میزان پروتئین در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، بیشترین فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (۳/۱۷ واحد آنزیم در گرم وزن تر) در تیمار پرولین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین (۱/۹۹ واحد آنزیم در گرم وزن تر) در شاهد مشاهده شد، همچنین بیشترین و کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز به ترتیب با ۵/۷۶ و ۳/۶۴ واحد آنزیم در گرم وزن تر مربوط به تیمار محلول‌پاشی پرولین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد بود و بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز (۱۰/۲۳ واحد آنزیم در گرم وزن تر) نیز در تیمار محلول‌پاشی پرولین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و در شاهد کمترین فعالیت آنزیم پراکسیداز (۷/۰۴ واحد آنزیم در گرم وزن تر) بدست آمد (جدول ۳).

جدول ۳- اثر اسیدهای آمینه بر فعالیت آنزیم‌های گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

تیمار (میلی‌گرم در لیتر)	فعالیت آنزیم کاتالاز (واحد آنزیم بر گرم)	فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (واحد آنزیم بر گرم)	فعالیت آنزیم پراکسیداز (واحد آنزیم بر گرم)
شاهد (عدم محلول‌پاشی)	۳/۶۴^{g}	۱/۹۹^{f}	۷/۰۴^{g}
آلانین ۵۰	۴/۱۲^{f}	۲/۲۴^{e}	۷/۸۵^{f}
آلانین ۱۰۰	۵/۱۹^{c}	۲/۹۵^{b}	۹/۵۱^{b}
پرولین ۵۰	۴/۴۳^{e}	۲/۶۱^{cd}	۸/۸۵^{d}
پرولین ۱۰۰	۵/۷۶^{a}	۳/۱۷^{a}	۱۰/۲۳^{a}
گلوتامین ۵۰	۴/۸۸^{d}	۲/۵۵^{d}	۸/۳۷^{e}
گلوتامین ۱۰۰	۵/۵۴^{b}	۲/۷۹^{c}	۹/۲۶^{c}

حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح $P\leq 0.05$ است.

در این پژوهش محلول‌پاشی گیاه گشنیز توسط پرولین فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز را افزایش داد. زیرا پرولین قادر است رادیکال‌های آزاد اکسیژن را مهار کند، مکانیسم مولکولی مهار رادیکال‌های آزاد توسط پرولین مربوط به ویژگی‌های بیوشیمیایی پرولیدین است که پرولین را قادر می‌سازد با اکسیژن تکی و گروه هیدروکسیل واکنش دهد و اثرات مخرب رادیکال‌های آزاد را بر مولکول‌های مهم نظیر آنزیم‌ها خنثی می‌کند (۳۰). همسو با نتایج این آزمایش، اثر محلول‌پاشی پرولین بر افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه سرخارگل و افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز در گیاه همیشه بهار گزارش شده است (۲۹، ۳۱).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، محلول‌پاشی گیاه گشنیز توسط اسیدهای آمینه گلوتامین، پرولین و آلانین به عنوان منبع نیتروژن آلی، با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بطور معنی‌داری موجب بهبود شاخص‌های رشدی، فیزیولوژیک و آنزیمی گشنیز گردید، بطوریکه بیشترین درصد شاخص ثبات غشاء سلول و میزان پروتئین، فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز از محلول‌پاشی پرولین، بیشترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و میزان ازت از محلول‌پاشی گلوتامین و بیشترین محتوای کلروفیل کل برگ از محلول‌پاشی آلانین بدست آمد.

References

1. Amani-Geshnigani S, Shabanian G R. Effect of *Coriandrum sativum* seed extract on the signs of allergic rhinitis. Feyz. 2013; 17(4): 352-358. [In Persian]

2. Gholizadeh A, Dehghani H, Khodadadi, M. Study on relationships between yield and its components in Iranian coriander genotypes. Journal of Plant Production Research. 2018; 25(2): 67-82. [In Persian]

3. Nardi S, Pizzeghello D, Schiavon M, Ertani A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. Scientia Agricola. 2015; 73(1): 18-23. doi:10.1590/0103-9016-2015-0006.

4. Rafie M. R, Sohi M, Javadzadeh M. Study the effect of plant growth biostimulants application on quantitative and qualitative characteristics of wheat in a calcareous soil (Case study in Khuzestan). Journal of Soil Management and Sustainable Production. 2020; 10(2): 69-88 [In Persian]

5. Faten S.A, Shaheen A.M, Ahmed A.A, Mahmoud A.R. Effect of foliar application of amino acids as antioxidants of growth, yield and characteristics of squash. Research Journal of Agriculture and Biological Science. 2010; 6(5): 583-588. doi: 10.1093/jxb/32.1.93.

6. Alfosea-Simón M, Simón-Grao S ,Zavala-Gonzalez EA ,Cámara-Zapata JM, Simón I ,Martínez-Nicolás JJ, Lidón V, García-Sánchez F. Physiological, nutritionnal and metabolomic responses of tomato plants after the foliar application of amino acids aspartic acid, glutamic acid and alanine. Frontiers Plant Science. 2021; 11:581234. doi: 10.3389/fpls.2020.581234.

7. Szabados L, Savoure A. Proline: a multifunctional amino acid. Trends in Plant Sciences. 2009; 15(2): 89-97.

8. Abaspour Esfaden M, Kallaterjari S, Fatehi F. The effect of salicylic acid and L-arginine on morpho-physiological properties and leaf nutrients of *Catharanthus roseus* under Drought Stress. Journal of Horticultural Science. 2019; 33(3): 417-432. [In Persian]

9. Kendziorek M, Paszkowski A, Zagdanska B. Differential regulation of alanine aminotransferase homologues by abiotic stresses in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. Plant Cell Reports. 2012; 31: 1105–1117.

10. Tajik N, Danaee, E. Spraying pre-harvest some of amino acids on physicochemical, enzymatic traits and longevity gerbera flower cv. Sorbet. Iran Plant and Biotechnology journal. 2014; 9(3 and 4): 27-33. [In Persian]

11. Abd-Elkader H. H; Hekmat Y, Massoud T.T, El-Erian M.A. Effect of amino acids spray on growth, flowering and keeping quality of *Gerbera jamesonii* L. as a pot plant. Journal of Plant Production. 2020; 11(2): 201-206.
doi: 10.21608/jpp.2020.79110.

12. Mohammadi Khalifelouiy Z, Abbasifar A. R, Khadivi A, Akramian M. E. The effect of proline and 24-epibrassinolide on growth indices and biochemical characteristics of the summer savory (*Satureja hortensis* L.). Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology). 2020; 32(4):-925-940. [In Persian]

13. Noroozlo Y, Souri M, Delshad M. Stimulation Effects of Foliar Applied Glycine and Glutamine Amino Acids on Lettuce Growth. Open Agriculture. 2019; 4(1): 164-172. doi: 10.1515/opag-2019-0016.

14. Danaee E, Abdossi V. Effect of foliar application of iron, potassium, and zinc nano-chelates on nutritional value and essential oil of Basil (*Ocimum basilicum* L.). Food & Health. 2021; 4(4): 13-20.

15. Jamali Moghadam H, Hassanpour Asil M. Improving morpho-physiological characteristics and extending vase life of Lily (*Lilium* LA Hybrid) cv. Original Love using gibberellic acid and humic acid. Flower and Ornamental Plants. 2021; 6(1): 49-70.

16. Hosseinzadeh Rostam Kalaei M, Abdossi V, Danaee E. Investigation of different selenium sources on phytochemical characteristics of *Echium amoenum* fisch. & C.A. Mey. as a medicinal herb of Iran. Food & Health. 2021; 4(2): 1-7.

17. Tabatabaei S.J. Principles of Plant Mineral Nutrition. Kharazmi, Tabriz, Iran. 2009 [In Persian]

18. Sarcheshmeh poor M, Taheri A, Nasibi F, Bahrami Nejad F. The effect of foliar application of algae extract, beta-carotene and vitamin E on some biochemical parameters of pistachio seedlings under salinity stress. Journal of Quality and Durability of Agricultural Products and Food Stuffs. 2022; 1(4): 1-11. [In Persian]

19. Dhindsa R.S, Plumb-Dhindsa P, Thorpe T.A. Leaf senescence: correlated with

25. Ghafari H, Tadayon M R, Razmjoo J. Effect foliar of proline on some physiological indices of sugar beet (*Beta vulgari* L.) to water deficit condition. Plant Process and Function. 2018; 7 (26):13-26. [In Persian]

26. Saremi S, Gholipoor M, Abbasdokht H, Naghdi Badi H, Mehrafarin A, Asghari H. R. The morphophysiological responses of *Physalis alkekengi* to foliar applications of amino acids under drought stress conditions. Horticultural Plants Nutrition. 2020; 3(2): 71-86.
doi: 10.22070/hpn.2020.5377.1091

27. Gendy A.S, Nosir W.S. Improving productivity and chemical constituents of Roselle plant (*Hibiscus sabdariffa* L.) as affected by phenylalanine, L-tryptophan and peptone acids foliar application. Middle East Journal of Agriculture. 2016; 5(4): 701- 708

28. Vendruscolo E.C, Schuster I, Pileggi M, Scapim C.A, Molinari H.B, Marur C.J, Vieira L.G. Stress-induced synthesis of proline confers tolerance to water deficit in transgenic wheat. Journal of Plant Physiology. 2007; 164(10): 1367-1376 .

29. Soroori S, Danaee E, Hemmati Kh, Ladan Moghadam, A. The metabolic response and enzymatic activity of *Calendula officinalis* L. to foliar application of Spermidine, Citric Acid and Proline under drought stress and in a Post-Harvest. Journal of Agricultural Science and Technology. 2021; 23(06): 1339-1353.
doi: 20.1001.1.16807073.2021.23.6.6.9.

30. Ghafari H, Tadayon M. R, Razmjoo J. The role of salicylic acid and proline increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. Journal of Experimental Botany. 1981; 1(32): 93-101.

20. Bayer W. F, Fridovich I. 1987. Assaying for superoxide dismutase activity: some large consequences of minor changes in condition. Analytical Biochemistry. 1987; 161: 559-566. doi: 10.1016/0003-2697(87)90489-1.

21. Holy MC. Indole acetic acid oxidase: a dual catalytic enzyme. Plant Physiology. 1972; 50: 15-18. doi: 10.1104/pp.50.1.15.

22. Radkowski A, Radkowska I. Influence of foliar fertilization with amino acid preparations on morphological traits and seed yield of timothy. Plant, Soil and Environment. 2018; 64: 209-213.
doi: 10.17221/112/2018-PSE.

23. Soltani F, Hadavi E, Ghazi Jahani N. The effect of foliar application of glutamine, citric acid and malic acid on the growth, quality and morphological traits of licorice (*Glycyrrhiza glabra*). Iran Plant and Biotechnology journal. 2017; 12(3):5-14. [In Persian]

24. Wael M. S, Abdelsattar A, Mohamed O. A. R, Refat A, Marey T. A, El-Mageed, A. Exogenously applied proline enhances growth and productivity of drought stressed onion by improving photosynthetic efficiency, water use efficiency and up-regulating osmoprotectants. Scientia Horticulturae. 2020: 272 (1): 109580.
doi:10.1016/j.scienta.2020.109580

31. Darvizheh H, Zavareh M, Ghasmanjad M. Effect of proline spraying on biochemical properties of German chamomile in water stress conditions (*Matricaria chamomilla* L). Journal of Applied Research in Plant Ecophysiology. 2017; 4 (1): 35-60. [In Persian]

treatment on induction of antioxidant enzyme activities and salt tolerance responses of soybean (*Glycine max* L.). Environmental Stresses in Crop Sciences. 2018; 11(3): 691-705 [In Persian]

Vol.3/No.1/Summer 2023/Pages 49-62 https://www.qafj.iauk.ac.ir

The effect of foliar application of amino acids alanine, proline and glutamine on some morphophysiological and enzymatic properties of coriander (*Coriandrum sativum* L.)

Mohamad Ali Sharif Zadeh Ehteshami[1], Elham Danaee[2*]
1- M.Sc Student, Department of Horticultural Sciences, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran
2- Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran
* Corresponding Author: dr.edanaee@yahoo.com
Received: 16/7/2023, Accepted: 27/5/2023

Abstract
The use of amino acids as biological stimulants in plants can play an effective role in improving the metabolism, growth and performance of plants. This research investigated the effect of amino acids alanine, proline and glutamine on some growth, physiological and enzymatic characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.). This experiment was conducted as a completely randomized design in three replications under greenhouse conditions. The foliar application of alanine, proline and glutamine with concentrations of zero, 50 and 100 mg l^{-1} was applied in two stages of 2 to 4 leaves and 4 to 6 leaves. The results showed that the treatments significantly increased the evaluated traits compared to the control, so that the highest percentage of cell membrane stability index (82.35%) and protein amount (32.85 Mg mg^{-1} FW), the activity of superoxide dismutase (3.17 enzyme units g^{-1} FW), catalase (5.76 enzyme units g^{-1} FW) and peroxidase enzymes (10.23 enzyme units g^{-1} FW) were in 100 mg l^{-1} proline treatment, the highest amount of fresh and dry weight shoots (2.35-9.85 g) and roots (1.4-41.83 g) and the amount of nitrogen (34.06 mg g^{-1} DW) were in 100 mg l^{-1} glutamine treatment. The highest total chlorophyll content (13.02 mg g^{-1} FW) of the leaf was in 100 mg l^{-1} alanine treatment. In general, the results showed that foliar application of amino acids as a kind of biological stimulus had a positive effect on the improvement of the studied characteristics, especially the concentration of 100 mg l^{-1} of amino acids, improved the morphophysiological and enzymatic characteristics of coriander plants.

Keywords: Amino acid, *Coriandrum sativum*, Enzyme, Nitrogen, Protein