اثر فنیل‌آلانین و تریپتوفان بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی هندوانه ابوجهل (*Citrullus colocynthis* L.)

محسن ثانی‌خانی*، آرزو اکبری و عزیزاله خیری

گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۲۵، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۱/۲٤)

چکیده

گیاه دارویی هندوانه ابوجهل (*Citrullus colocynthis* L.) از خانواده کدوییان است. به‌منظور بررسی اثر اسیدهای آمینه فنیل‌آلانین و تریپتوفان بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه دارویی مورد نظر، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان در چهار سطح و سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل سطوح مختلف اسیدهای آمینه فنیل‌آلانین و تریپتوفان (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) بودند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که تیمارهای فنیل‌آلانین و تریپتوفان تأثیر معنی‌داری (P≤ ۰/۰۱) بر عمده صفات مورد بررسی شامل طول بوته، وزن تر و خشک پیکره رویشی، عملکرد بذر، کلروفیل، فنل و فلاونویید کل داشتند. بیشترین محتوای فنل و فلاونوئید کل به‌ترتیب مقدار ۱٦/۹٤ و ۷/۳۱ میلی‌گرم بر صد گرم وزن تازه در غلظت ۱ میلی‌مولار فنیل‌آلانین نسبت به شاهد با ۱۰/۷۲ و ٤/۰٤ میلی‌گرم بر صد گرم وزن تازه مشاهده شد. همچنین صفات عملکرد میوه، وزن هزار دانه و فعالیت آنتی‌اکسیدانی تحت تأثیر تیمار دو اسیدآمینه تفاوت معنی‌داری (P≤ ۰/۰۵) را نشان دادند. حداکثر عملکرد میوه در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار تریپتوفان با ۸۹۳۰/٦ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد در شاهد به میزان ٦۳٤٤/٤ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید. در مجموع سطوح مختلف تریپتوفان و فنیل‌آلانین می‌توانند نقش مؤثری در بهبود صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی و تولید این محصول داشته باشند. کاربرد ۲ میلی‌مولار فنیل‌آلانین جهت تولید حداکثر پیکر رویشی گیاه، تیمار ۱ میلی‌مولار هر دو اسیدآمینه جهت بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی و ۰/۵ میلی‌مولار هر دو اسیدآمینه برای عملکرد میوه مطلوب بوده و بسته به هدف، قابل توصیه هستند.

کلمات کلیدی: اسیدهای آمینه، پیش‌ماده‌های بیوسنتزی، عملکرد میوه، فلاونوئید، محلول‌پاشی برگی

مقدمه

گیاهان بخش مهمی از رژیم غذایی و ترکیبات دارویی را تشکیل می‌دهند به طوریکه در دهه‌های اخیر بیشتر مورد مطالعه بشر قرار گرفته‌اند. با توجه به گزارش سازمان جهانی سلامت، بیش از ۸۰ درصد از جمعیت جهان برای درمان بیماری‌های خود متکی به طب سنتی وگیاهی هستند (Wang *et al.*, 2016). کشت گیاهان دارویی با ارزش می‌تواند از برداشت بی رویه آنها از طبیعت جلوگیری کند و همچنین امکان تولید مواد گیاهی بیشتر برای استحصال ترکیبات ثانویه مهم و با ارزش برای تولید داروها را فراهم سازد. هندوانه ابوجهل (*Citrullus colocynthis* L.) از گیاهان دارویی مهم متعلق به تیره کدوییان (Cucurbitaceae) است. منشأ اصلی این گیاه، مناطق گرمسیری آسیا و افریقا است و به‌طور گسترده‌ای در مناطق مدیترانه می‌روید. این گیاه در نواحی مختلف ایران از

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: sani@znu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.5.6]

قبیل لرستان، فارس، کرمان، اهواز، بلوچستان، کویر لوت، یزد و خراسان پراکندگی دارد و به‌صورت وحشی می‌روید (Konoshima *et al.*, 1995). ترکیبات طبیعی گیاهی می‌تواند از هر بخشی از گیاه مانند پوست، برگ، گل، ریشه، میوه‌ها، دانه‌ها، و غیره به‌دست آید و هر بخشی از گیاه ممکن است دارای ترکیبات فعال باشد (Gordon and David, 2001). برخی مواد مؤثره میوه هندوانه ابوجهل در زمره گلیکوزیدها، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای چرب و اسانس‌ها گروه‌بندی شده‌اند. سایر ترکیبات این گیاه شامل مواد تلخ کولوسنتین و کولوسنتتین، کوکوربیتاسین A، B، C، D، E (آلفا–الاترین) و فلاون گلیکوزیدها و همچنین دارای مواد رزینی، پکتین، صمغ، ساپونین، تانن است. بذرها در هندوانه ابوجهل دارای ۵۳ درصد روغن و ۲۸ درصد پروتئین هستند (Bankole *et al.*, 2005). روغن این گیاه می‌تواند مورد مصرف غذایی، دارویی و حتی صنعتی قرار گیرد (Yaniv *et al.*, 1999). طبق گزارش وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا (USDA) که طی بیش از یک دهه خواص تغذیه‌ای و کاربردی دانه‌های این گیاه را مورد بررسی قرار داده‌اند این گیاه می‌تواند پتانسیل بالایی در صنایع غذایی داشته باشد (Hussain *et al.*, 2014). هندوانه ابوجهل به‌طور گسترده‌ای در نقاط مختلف جهان برای درمان برخی بیماری‌ها از جمله دیابت، یبوست، درد مفاصل و سرطان استفاده می‌شود (Perveen *et al.*, 2007). اسیدهای آمینه به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیک، رشد و نمو گیاهان مؤثر واقع می‌شوند (Faten *et al.*, 2010). اسیدهای آمینه به‌عنوان بلوک‌های ساختمانی پروتئین‌ها بوده که عملکرد ساختاری، متابولیکی و حمل و نقل را در گیاهان انجام می‌دهند (Liu *et al.*, 2008). اسیدهای آمینه پیش‌سازهای هورمون‌های گیاهی و سایر مواد رشدی هستند. اسیدهای آمینه بهره‌وری متابولیسم گیاه را افزایش می‌دهند و باعث افزایش کیفیت محصول و عملکرد آن، افزایش تحمل گیاه و بهبود آن در تنش‌های زیستی، تسهیل جذب مواد مغذی، انتقال و استفاده و افزایش ویژگی‌های کیفی محصول (Calvo *et al.*, 2014)، بالابردن روند تنفس گیاهی، فتوسنتز، سنتز پروتئین، تقویت رشد و عملکرد گیاه (Davies, 2010) می‌شوند. در شرایط نامساعد محیطی عمل ساخت اسیدهای آمینه کاهش یافته یا متوقف می‌شود. در صورت تأمین اسیدهای آمینه از طریق محلول‌پاشی نیاز به ساخت آنها توسط گیاه کاهش یافته و یا منتفی شده و به گیاه امکان می‌دهد انرژی ذخیره‌شده خود را صرف رشد بیشتر و بالابردن عملکرد و کیفیت محصول نماید (نقدی‌بادی و همکاران، ۱۳۹٤). اسیدهای آمینه معطر فنیل‌آلانین و تریپتوفان در گیاهان نه تنها از اجزای ضروری برای سنتز پروتئین هستند، بلکه به‌عنوان پیش‌ماده‌های بیوسنتزی تولید طیف گسترده‌ای از متابولیت‌های ثانویه گیاهان شاخص را تقویت می‌کنند (Tzin and Galili, 2010). همچنین مطالعات در این زمینه نشان داده‌اند که تریپتوفان به‌عنوان یک پیش‌ماده مهم در بیوسنتز اکسین (ایندول استیک اسید) نقش دارد (Ramaih *et al.*, 2003). همچنین نشان‌دهنده آن است که اثر بعضی از اسیدهای آمینه مانند فنیل‌آلانین بر رشد و نمو گیاهان از طریق تأثیر بر هورمون جیبرلین صورت می‌گیرد (Waller and Nowaki, 1978). محلول‌پاشی برگ با ال– تریپتوفان در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، بالاترین میزان پارامترهای رشدی شامل ارتفاع بوته، وزن خشک کل و بیشترین اجزای عملکرد (تعداد میوه در بوته و عملکرد دانه در بوته) همچنین محتوای کلروفیل کل (a + b) گیاه چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) را به‌دنبال داشت (Gendy and Nosir, 2016). هدف از این تحقیق، بررسی اثر اسیدهای آمینه فنیل‌آلانین و تریپتوفان بر روی صفات رویشی و عملکرد محصول و همچنین تولید برخی متابولیت‌های ثانویه در هندوانه ابوجهل است.

مواد و روش‌ها

شرایط کشت و نحوه اعمال تیمارها: به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف اسیدهای آمینه فنیل‌آلانین و تریپتوفان بر رشد، عملکرد و متابولیت‌های ثانویه هندوانه ابوجهل آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در چهار سطح و سه تکرار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.5.6]

انجام گرفت. تیمارهای‌های آزمایش شامل اسیدهای آمینه فنیل‌آلانین و تریپتوفان در سطوح صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار بودند. کاشت بذرها در اوایل اردیبهشت ۱۳۹۵ به‌طور دستی و در سینی‌های کشت در بستر کشت کوکوپیت صورت گرفت. بعد از جوانه‌زنی در مرحله دو برگی تنک شده و در مرحله سه الی چهار برگی به زمین انتقال یافتند. از قبل برای مبارزه با علف هرز و ایجاد گرما برای رشد بهتر گیاه مالچ‌کشی انجام گرفت. در زمان انتقال نشا به زمین میانگین دمای شب و روز به‌ترتیب ۱۰/۵ و ۲۲/۳ درجه سانتی‌گراد بود. در راستای تحقیقات قبلی مبنی بر تحت تأثیر قرارگرفتن بیشتر گیاهان با محلول‌پاشی در مراحل ابتدایی رشد، محلول‌پاشی اسیدهای آمینه در ابتدای مراحل رشدی یعنی از مرحله پنج الی شش برگی و در سه زمان با فواصل ده روز یک‌بار حدوداً دو ساعت قبل از غروب آفتاب اعمال گردید (Gendy and Nosir, 2016; Ghasemzadeh *et al.*, 2012).

ویژگی‌های خاک محل مورد آزمایش: نمونه‌گیری از خاک محل آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری انجام گرفت و به آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشگاه زنجان به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بافت خاک انتقال یافت. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۱ ذکر شده است. بافت خاک با روش هیدرومتری، میزان پتاسیم و سدیم خاک با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر مدل Jenway PFPV، کلسیم توسط دستگاه جذب اتمی، نیتروژن به روش کجلدال، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با دستگاه EC متر مدل Jenway 4310 و اسیدیته خاک با دستگاه pH متر مدل Metrohm 691 اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی: همزمان با رشد رویشی و رسیدن میوه‌ها صفات مورفولوژیکی شامل طول بوته، وزن تر و خشک پیکره رویشی و با رسیدن میوه‌ها عملکرد میوه، بذر، وزن هزار دانه مورد بررسی قرار گرفتند. گیاهان خانواده کدوییان رشد نامحدود دارند و رشد گیاه پس از گلدهی نیز ادامه می‌یابد. برخی صفات مورفولوژیکی در طی رشد رویشی (طول بوته، وزن تر و خشک بوته) و یا نمو زایشی گیاه (وزن هزار دانه، عملکرد میوه و بذر) اندازه‌گیری شدند. سایر نمونه‌برداری‌ها شامل فنل، فلاونویید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی زمانی انجام شد که ۷۰ درصد میوه‌ها به رنگ زرد در آمده و گیاه تقریباً برگ‌های خود را از دست داده بود. برای به‌دست آوردن عملکرد میوه خشک، از آون با دمای ۶۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد.

اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیکی: برای سنجش غلظت کلروفیل، نمونه‌گیری از برگ‌های بالغ با موقعیت مشابه یک ماه پس از آخرین محلول‌پاشی انجام گرفت. بلافاصله بعد از نمونه‌گیری جهت تهیه عصاره، ۰/۱ گرم از برگ در استون ۸۰٪ سائیده شد. سپس حجم عصاره به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. عصاره به‌دست آمده در ۵۰۰۰ دور در دقیقه و به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. جذب نوری کلروفیل a و b به‌ترتیب در طول‌موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (Safas monaco RS 232) خوانده شد و با فرمول ۱ کلروفیل کل بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه گردید (Arnon, 1949).

فرمول ۱

کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر) = 20.2 (A 645) + 8.02 (A 663) ×V/W×1000

A: جذب طول‌موج ویژه، V: حجم نهایی کلروفیل در استون ۸۰٪، W: وزن تر بافت استخراج‌شده

برای عصاره‌گیری و ارزیابی‌های بعدی شامل میزان فنل کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی از نمونه میوه تازه گیاه استفاده شد. به این صورت که مقدار ۳ گرم از پوست و پالپ گیاه را در هاون کوبیده و به آن ۱۰ سی‌سی متانول ۸۰٪ اضافه شد. سپس نمونه‌ها در دور ۵۰۰۰ به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شده و روشناور جمع‌آوری شد و برای اندازه‌گیری‌های بعدی در یخچال نگه‌داری شدند.

جهت اندازه‌گیری محتوای فنل کل به ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره گیاه، ۲ میلی‌لیتر سدیم کربنات (۲٪)، ۲/۸ میلی‌لیتر آب‌مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیکالچو (۵۰٪) اضافه شد. روش فولین سیکالچو از متداول‌ترین روش‌های اندازه‌گیری فنل است. اساس کار در این روش احیا معرف

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.5.6]

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

رس	سیلت	شن	بافت خاک	ماده آلی	پتاسیم	سدیم	کلسیم	نیتروژن	EC	pH
(٪)			–	(٪)	($g.kg^{-1}$)			(٪)	($ds.m^{-1}$)	–
۳۷	۳۸	۲۵	لوم رسی	۰/۹٤	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۷	۱/٤۹۲	۷/٤۲

فولین توسط ترکیبات فنلی در محیط قلیایی و ایجاد کمپلکس آبی رنگ است. نمونه‌ها در مرحله بعد به‌مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی نگه داشته شدند و جذب آنها در طول‌موج ۷۲۰ نانومتر خوانده شد. گالیک اسید به‌عنوان استاندارد فنل برای رسم منحنی استاندارد به‌کار رفت. محتوای فنل کل براساس میلی‌گرم معادل گالیک اسید بر گرم وزن تر گیاه محاسبه شد (Meda *et al.*, 2005).

برای سنجش میزان فلاونویید کل به ۵۰۰ میکرولیتر از عصاره مورد نظر، ۱/۵ میلی‌لیتر متانول (۸۰٪)، ۱۰۰ میکرولیتر محلول آلومینیوم کلراید (۱۰٪)، ۱۰۰ میکرولیتر محلول پتاسیم استات ۱ مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب‌مقطر اضافه شد. پس از گذشت مدت زمان ٤۰ دقیقه در دمای معمولی اتاق، جذب نمونه‌ها در طول‌موج ٤۱۵ نانومتر خوانده شد. برای رسم منحنی استاندارد از کوئرستین استفاده شد. میزان فلاونویید کل براساس میلی‌گرم معادل کوئرستین بر گرم وزن تر گیاه گزارش شد (Jaberian *et al.*, 2013).

برای سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ۱/۵ میلی‌لیتر از عصاره، ۱/۵ میلی‌لیتر محلول متانولی ۰/۰۳٪ DPPH اضافه شد. محلول‌ها به‌مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی و در دمای اتاق نگه‌داری شدند. از متانول به‌عنوان شاهد استفاده شده و جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (Safas monaco RS 232) ثبت گردید (Brand-Williams *et al.*, 1995). درصد بازدارندگی رادیکال آزاد هر عصاره به کمک فرمول ۲ محاسبه شد:

فرمول (۲)

I% = (Abs positive control - Abs sample/Abs positive control)×100

Abs control: جذب طول‌موج شاهد، Abs sample: جذب طول‌موج نمونه‌ها

محاسبات آماری با نرم‌افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفت و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی: در خصوص طول بوته، نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها اختلاف معنی‌داری ($P\leq$ ۰/۰۱) را بین تیمارها نشان داد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین طول بوته (۲۱۵/۷ سانتی‌متر) در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار تیمار تریپتوفان و کمترین طول در تیمار شاهد (۱٤٦/۷ سانتی‌متر) به‌دست آمد. همچنین هر دو اسیدآمینه تریپتوفان و فنیل‌آلانین در سطح ۲ میلی‌مولار موجب افزایش طول بوته به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد گردیدند. بالاترین طول بوته در این دو تیمار به‌ترتیب در مقادیر ۱۹۹/۳ و ۱۹۷/۷ سانتی‌متر در مقایسه با شاهد به طول ۱٤٦/۷ سانتی‌متر به‌دست آمد. در بررسی صورت پذیرفته در گل میمون نیز با افزایش غلظت تریپتوفان، طول گیاه افزایش یافته است (Nahed *et al.*, 2009). اثر مثبت تریپتوفان می‌تواند به‌علت نقش این اسیدآمینه به‌عنوان مسیر جایگزین در سنتز اکسین باشد (Kowalzy and Zielony, 2008). در گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) تیمار اسیدهای آمینه فنیل‌آلانین و تریپتوفان در غلظت‌های مختلف موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه در مقایسه با گیاهان شاهد گردیده است (Ghazal, 2015).

محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف اسیدهای آمینه اختلاف معنی‌داری را بر صفات وزن تر و خشک هندوانه ابوجهل داشت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر آن است که تأثیر تیمارها بر صفات وزن تر و خشک گیاه دارای اختلاف

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.5.6]

معنی‌داری (P≤ ۰/۰۱) بوده است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که بیشترین مقدار عملکرد وزن تر و خشک پیکره رویشی به‌ترتیب با ۱۰۰۹۷/۲ و ۲۳۳۳/۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار فنیل‌آلانین با غلظت ۲ میلی‌مولار مشاهده شد و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد به‌ترتیب با ۵۱۳۲/۸ و ۱۲۳۶/۱ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. در تحقیقی دیگر استفاده از اسیدآمینه تریپتوفان باعث افزایش وزن تر و خشک در نوعی گزنه (*Urtica pilulifera* L.) شد (Wahba *et al.*, 2015). Nahed و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کرده‌اند که اسپری برگی (*Thuja orientalis* L.) با تریپتوفان به‌طور قابل توجهی باعث افزایش طول و قطر ساقه، طول ریشه، وزن تازه و خشک شاخه‌ها و ریشه‌ها نسبت به گیاهان شاهد گردیده است.

با توجه به جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) تیمار اسیدهای آمینه موجب افزایش عملکرد در محصول شدند. بیشترین عملکرد میوه خشک در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار تریپتوفان به‌میزان ۸۹۳۰/٦ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد به‌میزان ٦۳٤٤/۱ کیلوگرم در هکتار میوه حاصل شد. در بررسی تریپتوفان و فنیل‌آلانین بر روی گاوزبان وحشی، کاربرد این دو اسیدآمینه در افزایش میزان محصول مؤثر بوده است (EL-Gengaihi *et al.*, 2005). اسیدهای آمینه می‌توانند جذب کودها را بهتر کنند و با افزایش جذب مواد مغذی و آب، باعث افزایش شدت فتوسنتز و ماده خشک و درنتیجه افزایش عملکرد محصول شوند (Kowalzy and Zielony, 2008). همچنین محلول‌پاشی با اسیدهای آمینه در عملکرد گیاهان نقش مثبتی دارد (Slawik, 2005). محلول‌پاشی برگی با اسیدهای آمینه باعث افزایش رشد گیاه و عملکرد میوه با حفظ ترکیبات پروتئینی می‌شود و نتایج مثبتی در سیب زمینی (Awad *et al.*, 2007) نشان داده شده است.

نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین عملکرد بذر در تیمار غلظت ۰/۵ میلی‌مولار تریپتوفان به‌میزان ۳۲۳٤/۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار آن مربوط به شاهد با ۱۵۵۷/۸ کیلوگرم درهکتار حاصل گردید. سطوح بالاتر هر دو اسیدآمینه موجب افزایش بیشتر عملکرد بذر نگردید. نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) وزن هزار دانه نشان داد که تیمار فنیل‌آلانین در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار با ۳۸/۲ گرم بیشترین مقدار را نسبت به شاهد با ۳۳/٦ گرم به‌دنبال داشت. در این شاخص نیز سطح ۰/۵ میلی‌مولار هر دو اسیدآمینه بالاترین وزن هزار دانه را به‌همراه داشت. در مطالعات انجام‌شده قبلی با کاربرد اسیدآمینه تریپتوفان افزایش عملکرد در دانه نوعی گزنه (*Urtica pilulifera* L.) مشاهده شد (Wahba *et al.*, 2015). در بسیاری از مطالعات گزارش شده است که محلول‌پاشی با اسیدهای آمینه سبب افزایش رشد و توسعه گیاهان می‌شود (Faten *et al.*, 2010; Awad *et al.*, 2007). به‌طور کلی، استفاده از اسیدهای آمینه تریپتوفان و فنیل‌آلانین موجب افزایش ترکیبات آلی فتوسنتزی و افزایش نقل و انتقال آنها از برگ‌ها به میوه‌ها شده است و از این طریق موجب افزایش تولید محصول شده است. محلول‌پاشی برگ با تریپتوفان بیشترین اجزای عملکرد شامل: تعداد میوه در بوته و عملکرد دانه در بوته در گیاه چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) را در بر داشت (Gendy and Nosir, 2016). با افزایش سطح برگ، محتوای کلروفیل و میزان فتوسنتز، امکان تولید محصول بالاتر فراهم می‌شود (Radkowski and Radkowska, 2018). استفاده از اسیدهای آمینه نه تنها باعث افزایش رشد می‌شود بلکه باعث افزایش کیفیت و مقدار محصول می‌شود (Belal *et al.*, 2016).

صفات فیزیولوژیکی: براساس نتایج به‌دست آمده از جدول مقایسه میانگین، غلظت ۱ میلی‌مولار فنیل‌آلانین و تریپتوفان بالاترین میزان کلروفیل (به‌ترتیب ۱/۱۰ و ۰/۹٦ میلی‌گرم بر صد گرم وزن تازه) را نشان دادند و کمترین سطح کلروفیل در تیمار شاهد (۰/٦۹ میلی‌گرم بر صد گرم وزن تازه) مشاهده گردید. اسیدهای آمینه به‌عنوان ترکیبات نیتروژن‌دار آلی بلوک‌های ساختمانی در سنتز پروتئین‌ها هستند که برای تحریک رشد سلول‌ها بسیار مهم هستند. آنها به‌عنوان بافرهایی عمل می‌کنند که به حفظ pH مطلوب درون سلول گیاهی کمک می‌کنند زیرا حاوی هر دو گروه اسیدی و بازی هستند (Gendy and Nosir, 2016). تأثیر اسیدهای آمینه برتنظیم رشد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.5.6]

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای اسیدآمینه فنیل‌آلانین و تریپتوفان بر صفات مورد بررسی در گیاه هندوانه ابوجهل

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		طول بوته	وزن تر پیکره رویشی	وزن خشک پیکره رویشی	عملکرد میوه خشک
بلوک	۲	۱۵۱/٤۷٦	۹٦۲۷۰۰/۹۵	۵۷۲٤/۲۰۲	۱۹٤۰۸۷/۰۳
تیمار	٦	۱۸۷۱/۷۷ **	٦٤٤۰۱٤۰/۳۵ **	٤۲۲۰۳۲/۲۹۰ **	۲۲۷۱٤٦۵/۷۱ *
خطا	۱۲	۳۲۲/۵۸	۱٤۳۷۸٦۲/٦۱	۳۱۵۱۵/۰۷٦	۵۸٤۹٤۷/۳۵
ضریب تغییرات		۹/۷۲	۱۵/۲۵	۹/٤۸	۱۰/۵٦

*، ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ادامه جدول ۲-

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد بذر	وزن هزار دانه	کلروفیل	فلاونوئید	فنل	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی
بلوک	۲	۱٦٦٤۳/٦	۲/۵۰٤۳	۰/۰۲۵٦	۰/٦۹۸٦	۰/۸۲۳۱	۰/٤۱۹۰
تیمار	٦	۹۹۷۳۳۹/۰ **	۸/۳۱۹۷ *	۰/۰٤۵۰ **	٤/۰۲۲٦ **	۱۲/٤۵۷۰ **	۳/۹۱۱۰ *
خطا	۱۲	۱٦۵٦٦٦/۵	۱/۸٤۸۷	۰/۰۰۷۰	۰/۳٦۳۰	۱/٤٤۸۵	۰/۹۸۷٦
ضریب تغییرات		۱۵/٦۲	۳/۷۸	۹/۳۷	۱۰/٦۹	۸/۲٦	۱/۰۸

*، ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیکی در هندوانه ابوجهل

تیمار	طول بوته (m)	وزن تر پیکره رویشی	وزن خشک پیکره رویشی	عملکرد میوه خشک	عملکرد بذر
		(Kg/ha)			
شاهد	۱٤٦/۷ c	۵۱۵۲/۸ c	۱۲۳٦/۱ c	٦۳٤٤/٤ b	۱۵۵۷/۸ b
فنیل‌آلانین (mM)					
۰/۵	۱۸۷ abc	۷۷۲۷/۸ ab	۱٦۳٦/۱ b	۷٦۸۸/۹ ab	۳۱۲٤/۷ a
۱	۱۵٤/۷ bc	۷۵۷۵ ab	۱٦٦٦/۷ b	۷۱۹۱/۷ ab	۲۷٦۵/۵ a
۲	۱۹۷/۷ ab	۱۰۰۹۷/۲ a	۲۳۳۳/۳ a	٦٦۷۵/۰ b	۲۸٦٦/۷ a
تریپتوفان (mM)					
۰/۵	۲۱۵/۷ a	۸۲۵۰ ab	۲۰۸۳/۳ a	۸۹۳۰/٦ a	۳۲۳٤/۸ a
۱	۱۹۱/۷ abc	۸٤۰۲/۸ ab	۲۰۹۷/۲ a	۷۲۱٦/۷ ab	۲۳٦٦/۲ ab
۲	۱۹۹/۳ ab	۷۸۳۳/۳ ab	۲۰۵۵/٦ a	٦٦٤۰/٦ b	۲۳۲۲/۱ ab

حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار است.

می‌تواند به این معنا باشد که برخی از اسیدهای آمینه مانند فنیل آلانین می‌توانند بر رشد و تکامل گیاه از طریق بیوسنتز جیبرلین تأثیر بگذارند (Waller and Nawacke, 1978). تریپتوفان نقش ویژه‌ای به‌عنوان پیش‌ماده اکسین ایفا می‌کند و مسئول سرعت بخشیدن به رشد ساقه و ریشه است. اسیدهای آمینه به‌دلیل سازگاری کامل با متابولیسم گیاهان، نقش تغذیه‌ای مؤثر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.5.6]

ادامه جدول ۳-

تیمار	وزن هزار دانه (gr)	کلروفیل	فلاونویید	فنل	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (٪)
		mg/100 gr fw			
شاهد	۳۳/٦ c	۰/٦۹ c	٤/۰٤ d	۱۰/۷۲ b	۹۰/٥٦ b
فنیل‌آلانین (mM)					
۰/٥	۳۸/۲ a	۰/۸۸ abc	٥/۸۹ abc	۱٤/۰٦ a	۹۱/۸٦ ab
۱	۳٦/۷ abc	۱/۱۰ a	۷/۳۱ a	۱٦/۹٤ a	۹۲/۰٤ ab
۲	۳٤/٤ bc	۰/۸۸ abc	٥/٥۳ bcd	۱٤/۲۲ a	۹۱/٦۸ ab
تریپتوفان (mM)					
۰/٥	۳۷/٦ ab	۰/۸٥ bc	٤/۸٥ cd	۱٤/۹٤ a	۹۲/٦۰ ab
۱	۳٥/۷ abc	۰/۹٦ ab	٦/۸۷ ab	۱٦/٥٦ a	۹٤/۱٥ a
۲	۳٥/٦ abc	۰/۸۹ abc	٤/۹۳ cd	۱٤/٤٤ a	۹۱/۲۰ b

حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار است.

و سریع خصوصاً برای رفع کمبود گیاهان ایفا می‌کنند و منجر به افزایش سطح برگ، محتوای کلروفیل و میزان فتوسنتز می‌شوند و امکان افزایش کمیت و کیفیت محصول را فراهم می‌کنند (Radkowski and Radkowska, 2018). Garcia و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که اسیدهای آمینه در محلول‌های مغذی مطلوب بر مواد معدنی برگ و غلظت کلروفیل برگ‌های گوجه‌فرنگی مؤثر هستند. نشان داده شده است که کاربرد اسیدهای آمینه بر روی مارچوبه سبب افزایش جذب اغلب عناصر کم‌مصرف و پرمصرف در اندام‌های هوایی و ریزوم‌ها شده و از طرف دیگر باعث افزایش کلروفیل در ساقه‌های خوراکی گردیده است (Tejada and Gonzalez, 2003). اسیدهای آمینه تریپتوفان و فنیل‌آلانین در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌طور قابل توجهی باعث افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی در گیاه ایبریس (*Iberis amara* L.) شده است (Attoa *et al.*, 2000).

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس در صفت محتوای فنل (جدول ۲) حاکی از تفاوت معنی‌دار ($P\leq$ ۰/۰۱) بین تیمارها بود. بیشترین مقدار فنول با ۱٦/۹٤ و ۱٦/٥٦ میلی‌گرم بر صد گرم وزن تازه به‌ترتیب در غلظت ۱ میلی‌مولار فنیل‌آلانین و تریپتوفان و کمترین مقدار در شاهد با ۱۰/۷۲ میلی‌گرم بر صد گرم وزن تازه مشاهده شد. مشخص شده است کاربرد فنیل‌آلانین بر روی متابولیسم ترکیبات فنلی گیاه تأثیرگذار است (Portu *et al.*, 2015). ترکیب‌های فنلی انتشار وسیعی در گیاهان دارند و فعالیت بیولوژیک متنوع این ترکیب‌ها از جمله اثر آنتی‌اکسیدانی، ضدمیکروبی و ضدالتهابی آنها گزارش شده است (نوری و همکاران، ۱۳۹٥). بیوسنتز ترکیب‌های فنلی گیاه از مسیر شیکمیک اسید آغاز می‌شود و مهم‌ترین آنزیم بیوسنتزکننده این ترکیب‌ها فنیل‌آلانین آمونیالیاز (PAL) است. فنیل‌آلانین آمونیالیاز (PAL) آنزیم اصلی در اتصال مسیر سنتزی اسیدهای آمینه آروماتیک و متابولیت‌های ثانویه شامل گروه وسیعی از ترکیبات فنلی است و نقش کلیدی در تنظیم محصولات حاصل از مسیر فنیل پروپانوییدی ایفا می‌کند (صمدی و همکاران، ۱۳۹۳). مسیر فنیل پروپانوییدی مسیر اولیه تولید بسیاری از ترکیبات طبیعی مانند هیدروکسی سینامیک اسیدها و سپس فلاونوییدها، ایزوفلاونوییدها، لیگنین و طیف وسیعی از سایر مواد فنلی است. در واقع فنیل‌آلانین آمونیالیاز امکان تبدیل فنیل‌آلانین به ترانس- سینامیک اسید را فراهم ساخته و سبب ادامه چرخه و تولید مواد فنلی می‌شود. ترانس- سینامیک اسید پیش‌ماده اصلی تولید فلاونوییدها و لیگنین‌ها است. بنابراین افزایش فعالیت این آنزیم سبب افزایش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.5.6]

سطح تولید مواد فنیل پروپانوییدی می‌گردد (صمدی و همکاران، ۱۳۹۳).

در نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین، بیشترین مقدار فلاونویید در غلظت ۱ میلی‌مولار فنیل‌آلانین و تریپتوفان به‌ترتیب با ۷/۳۱ و ٦/۸۷ میلی‌گرم بر صد گرم وزن تازه در مقایسه با شاهد به‌میزان ٤/۰٤ میلی‌گرم بر صد گرم وزن تازه به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری را با شاهد نشان دادند. فنیل‌آلانین به‌عنوان یک پیش‌ماده برای مجموعه وسیعی از متابولیت‌های ثانویه، از جمله فنیل پروپانوئیدها، فلاونوئیدها، لیگنین‌ها، آنتوسیانین‌ها و تعداد زیادی متابولیت‌های دیگر است (Tzin and Galili, 2010). ترکیبات متابولیکی فنیل پروپانوئید دارای نقش‌های متعدد به‌ویژه برای محافظت در مقابل تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی هستند (Dixon, 2001). نتایج به‌دست آمده از بررسی‌های گذشته حاکی از آن است که فنیل‌آلانین توسط گیاه جذب شده و تبدیل به فلاونویید می‌شود (Portu *et al.*, 2015). در اکثر گونه‌های گیاهی مرحله کلیدی ساخت ترکیبات فنیل پروپانوئیدی، تبدیل فنیل‌آلانین به سینامیک اسید از طریق حذف یک مولکول آمونیاک انجام می‌شود. روند تغییر ترکیبات فنیل پروپانوئیدی با آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز همبستگی مثبت داشته و با افزایش فعالیت آنزیم محتوای فنلی و فلاونوییدی نیز افزایش می‌یابد (صمدی و همکاران، ۱۳۹۳). اسیدآمینه فنیل‌آلانین در مسیرهای بیوسنتز متابولیسم ثانویه دخیل بوده و پیش‌ماده سنتز ترکیبات فنلی مختلفی از قبیل فلاونوئیدها و لیگنین با استفاده از آنزیم PAL است که فنیل آلانین را کاتالیز کرده و سینامیک اسید تولید می‌کند و منجر به تولید فلاونوئیدها و یا لیگنین‌ها می‌شود (Teixeira *et al.*, 2017).

باتوجه به نتایج به‌دست آمده از جدول مقایسه میانگین، تیمارها تفاوت معنی‌داری (P≤ ۰/۰۵) را در این شاخص نشان دادند. حداکثر فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۹٤/۱۵ درصد در غلظت ۱ میلی‌مولار تریپتوفان و حداقل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در شاهد با ۹۰/۵٦ درصد به‌دست آمد. در یک بررسی نشان داده شده که تریپتوفان بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) تأثیر مثبتی دارد (Msh *et al.*, 2015). به‌طور کلی رابطه‌ای مثبت و قوی بین محتوای فلاونویید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گزارش شده است که به‌نظر می‌رسد در بسیاری از گونه‌های گیاهی این رابطه برقرار است و با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (Ghasemzadeh *et al.*, 2012).

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که محلول‌پاشی با اسیدهای آمینه در تمامی سطوح بر بهبود ویژگی‌های رشد و نموی و همچنین متابولیت‌های ثانویه هندوانه ابوجهل در مقایسه با شاهد تأثیر به‌سزایی داشته، و این تیمارها قابل توصیه هستند. سطوح مختلف دو اسیدآمینه مورد بررسی، اثرات مشابهی بر الگوی رشد و نموی و صفات فیزیولوژیکی بر جای گذاشتند. غلظت ۰/۵ میلی‌مولار هر دو اسیدآمینه علاوه بر بهبود شاخص‌های رشد و نموی باعث افزایش عملکرد میوه و بذر نیز گردیدند. محلول‌پاشی در سطوح بالاتر هر دو اسیدآمینه منجر به افزایش رشد و تولید بیشتر پیکر رویشی نسبت به غلظت ۰/۵ میلی‌مولار گردید. همچنین با توجه به نتایج، غلظت ۱ میلی‌مولار اسیدآمینه فنیل‌آلانین بر افزایش متابولیت‌های ثانویه تأثیر به‌سزایی داشت. همچنین با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش غلظت ۱ میلی‌مولار اسیدهای آمینه فنیل‌آلانین و تریپتوفان بر بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی تأثیر به‌سزایی داشتند. در مجموع غلظت ۰/۵ میلی‌مولار هر دو اسیدآمینه بهترین تأثیر را بر میزان عملکرد میوه نشان دادند و غلظت ۲ میلی‌مولار فنیل‌آلانین بالاترین عملکرد پیکره رویشی را حاصل نمود. نتایج به‌دست آمده در این آزمایش نشان داد که بسته به هدف کشت، اعم از تولید و استحصال مواد مؤثره از میوه و یا پیکره رویشی، کاربرد اسیدهای آمینه به‌صورت محلول‌پاشی می‌توانند مطلوب و قابل توصیه باشند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.5.6]

منابع

صمدی، ص.، قاسم‌نژاد، ع. و علیزاده، م. (۱۳۹۳) تغییرات فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز (PAL) کنگرفرنگی (*Cynara scolymus* L.) تحت تأثیر متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید در شرایط درون شیشه‌ای. پژوهش‌های تولید گیاهی ٤: ١٤٨-١٣٨.

نقدی‌بادی، ح. ع.، لبافی، م.، قوامی، ن.، قادری، ا.، عبدوسی، و.، اقارب‌پرست، م. ر. و مهرآفرین، ع. (۱۳۹٤) پاسخ فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) به محلول‌پاشی محرک‌های زیستی بر پایه اسیدهای آمینه و متانول. فصلنامه گیاهان دارویی ۲: ۱۵۸-۱٤٦.

نوری، م.، قرنجیک، ش.، صفی‌پور افشار، ا. و سعید نعمت‌پور، ف. (۱۳۹۵) تأثیر سویه‌های مختلف اگروباکتریوم بر القای ریشه‌های موئین و میزان فنل و پلی‌ساکارید کل در گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea* (L.) Moench.). دو ماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۳: ۱۰۲-۹۰.

Arnon, D. I. (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts. Poly-phenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology 24: 1.

Attoa, G. E., Wahba, H. E. and Farahat, A. A. (2000) Effect of some amino acids and sulphur fertilization on growth and chemical composition of *Iberis amara* L. plant. Egyptian Journal of Horticulture 29: 17-37.

Awad, E. M., Abd El-Hameed, A. M. and Shall, Z. S. (2007) Effect of lycine, lysine and nitrogen fertilizer rates on growth, yield and chemical composition of potato. Journal of Agricultural Sciences, Mansoura University 32: 8541-8551.

Bankole, S. A., Osho, A., Joda, A. O. and Enikuomehin, O. A. (2005) Effect of drying method on the quality and storability of "egusi"melon seeds (*Colocynthis citrullus* L.). African Journal of Biotechnology 4: 799-803.

Belal, B. E. A., El-Kenawy, M. A. and Uwakiem, M. K. (2016) Foliar application of some amino acids and vitamins to improve growth, physical and chemical properties of flame seedless grapevines. Egyptian Journal of Horticulture 43: 123-136.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and Berset, C. (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science Technology 28: 25-30.

Calvo, P., Nelson, L. and Kloepper, J. W. (2014) Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil 383: 3-41.

Davies, P. J. (2010) The plant hormones: Their nature, occurrence, and functions. In: Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction and Action! (ed. Davies, P. J.) Pp. 1-15. Springer, Dordrecht.

Dixon, R. A. (2001) Natural products and plant disease resistance. Nature 411: 843-847.

EL-Gengaihi, S., Hendawy, S. F. and Abdelhamed, S. R. (2005) The role of some amino acids and vit. B on growth and productivity of *Anchusa italica* plant. Egyptian Pharmaceutical Journal 4: 525-537.

Faten, S. A., Shaheen, A. M., Ahmed, A. A. and Mahmoud, A. R. (2010) Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield and characteristics of Squash. Research Journal of Agriculture and Biological Science 6: 583-588.

Garcia, A. L., Madrid, R., Gimeno, V., Rodriguez-Ortega, W. M., Nicolas, N. and Garcia-Sanchez, F., (2011) The effects of amino acids fertilization incorporated to the nutrient solution on mineral composition and growth in tomato seedlings. Spanish Journal of Agricultural Research 9: 852-861.

Gendy Ahmed, S. H. and Nosir Walid, S. (2016) 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 Research 5: 701-708.

Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z. and Karimi, E. (2012) Involvement of salicylic acid on antioxidant and anticancer properties, anthocyanin production and chalcone synthase activity in ginger (Zingiber officinale Roscoe) varieties. International Journal of Molecular Sciences 13: 14828-14844.

Ghazal, G. M. (2015) Growth and oil yield of thymus vulgaris plant as influenced by some amino acids and ascorbic acid. World Journal of Pharmaceutical Sciences 3: 2321-3086.

Gordon, M. C. and David, J. N. (2001) Natural product drug discovery in the next millennium. Pharmaceutical Biology 39: 8-17.

Hussain, A. I., Rathore, H. A., Sattar, M. Z., Chatha, S. A., Sarker, S. D. and Gilani, A. H. (2014) *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad (bitter apple fruit): A review of its phytochemistry, pharmacology, traditional uses and nutritional potential. Journal of Ethnopharmacology 155: 54-66.

Jaberian, H., Piri, K. and Nazari, J. (2013) Phytochemical composition and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of some medicinal plants. Food Chemistry 136: 237-244.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.5.6]

Konoshima, T. A., Takaski, M. B., Kozuka, M. O. and *et al.* (1995) Inhibitory effects of Cucurbitane triterpenoids on epstein-barr virus activation and two-stage carcinogenesis of skin tumor. Biological and Pharmaceutical Bulletin 18: 284-287.

Kowalzy, K. and Zielony, T. (2008) Effect of aminoplant and asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool. In: Biostimulators in Modern Agriculture. (ed. Dabrowsky, Z. T.) Pp. 35-43. Vegetable Crops.

Liu, X. Q., Ko, K. Y., Kim, S. H. and Lee, K. S. (2008) Effect of amino acid fertilization on nitrate assimilation of leafy radish and soil chemical properties in high nitrate soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 39: 269-281.

Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J. and Nacoulma, O. G. (2005) Determination of the total phenolic, flavonoid and pralin contents in Burkina Fasan honey, as well as their scavenging activity. Food Chemistry 91: 571-577 .

Msh, S., Orabi, S. A. and Bakry, A. B. (2015) Antioxidant properties, secondary metabolites and yield as affected by application of antioxidants and banana peel extract on Roselle plants. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture 9: 93-104.

Nahed, G. A. A., Mahgoub, N. H. and Mazher, A. A. (2009) Physiological effect of phenylalanine and tryptophan on the growth and chemical constituents of *Antirrhinum majus* plants. Ozean Journal of Applied Sciences 2: 399-407.

Nahed, G., Abdel Aziz, A. A., Mazher, M. and Farahat, M. M. (2010) Response of vegetative growth and chemical constituents of *Thuja orientalis* L. plant to foliar application of different amino acids at Nubaria. Journal of American Science 6: 295-301.

Perveen, U., padhyay, B., Roy, S. and Kumar, A. (2007) Traditional uses of medicinal plants among the rural communities of Churu district in the Thar desert, India. Journal of Ethnopharmacology 113: 387-399.

Portu, J., Lopez-Alfaro, I., Gomez-Alonso, S., Lopez, R. and Garde-Cerdan, T. (2015) Changes on grape phenolic composition induced by grapevine foliar applications of phenylalanine and urea. Food Chemistry 180: 171-180.

Radkowski, A. and Radkowska, I. (2018) Influence of foliar fertilization with amino acid preparations on morphological traits and seed yield of timothy. Plant, Soil and Environment 64: 209-213.

Ramaih, S., Geudira, M. and Paulsen, G. M. (2003) Relationship of indole acetic acid and tryptophan dormancy and pre-harvest sprouting of wheat. Functional Plant Biology 30: 939-945.

Slawik, M. (2005) Production of Norway spruce seedlings on substrate mixes using growth stimulants. Journal of Forest Science 51: 15-23.

Teixeira, W. F., Fagan, E. B., Soares, L. H., Umburanas, R. C., Reichardt, K. and Neto, D. D. (2017) Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop. Frontiers in plant science 8: 327.

Tejada, M. and Gonzalez, J. L. (2003) Influence of foliar fertilization with amino acids and humic acids on productivity and quality of asparagus. Biological Agriculture and Horticulture 21: 277-291.

Tzin, V. and Galili, G. (2010) The biosynthetic pathways for shikimate and aromatic amino acids in *Arabidopsis thaliana*. The Arabidopsis Book 132.

Wahba, H. E., Motawe, H. M. and Ibrahim, A. Y. (2015) Growth and chemical composition of *Urtica pilulifera* L. plant as influenced by foliar application of some amino acids. Journal of Materials Environmental Science 6: 499-506.

Waller, G. R. and Nowaki, E. K. (1978) Alkaliod, Biology and Metabolism in Plants. Plenum Press, New York.

Wang, X., Zhang, A., Zhou, X., Liu, Q., Nan, Y., Guan, Y., Kong, L., Han, Y., Sun, H. and Yan, G. (2016) An integrated chinmedomics strategy for discovery of effective constituents from traditional herbal medicine. Scientific reports 6: 18997.

Yaniv, Z. E., Shabelsky, E. and Schafferman, D. (1999) Colocynth: potential arid land oilseed from an ancient cucurbit. In: Perspectives on New Crops and New Uses. (ed. Janick, J.) Pp: 257-261. ASHS Press, Alexandria, Virginia.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.5.6]

Effect of phenylalanine and tryptophan on morphological and physiological characteristics in colocynth plant (*Citrullus colocynthis* L.)

Mohsen Sanikhani*, Arezo Akbari, Azizolah Kheiry
Department of Horticultural Science, University of Zanjan, Zanjan, Iran
(Received: 15/05/2018, Accepted: 13/04/2019)

Abstract

The medicinal plant bitter apple (colocynth) belongs to Cucurbitaceae family. To study the effect of phenylalanine and tryptophan amino acids on morphological and physiological characteristics of *Citrullus colocynthis* L., an investigation was conducted according to a completely randomized block design with four treatments and three replications in the University of Zanjan, Iran. The studied factors included different levels of phenylalanine and tryptophan (0, 0.5, 1, 2 mM). According to the results, phenylalanine and tryptophan very significantly affected the majority of the studied traits including plant length, fresh and dry weight of foliage, seed yield, weigh of 1000 seeds, chlorophyll, total phenol and flavonoid contents ($p\leq 0.01$). The maximum content of total phenol and flavonoid were reached to 16.94 and 7.31 mg/100 g fresh weight in the concentration of 1 mM phenylalanine compared to the control with 10.72 and 4.04 mg/ 100 g fresh weight respectively. Also, yield of fruit and antioxidant activity were affected significantly by the amino acid treatments ($p\leq 0.05$). The maximum fruit yield was 8930.6 kg/ha at the concentration of 0.05 mM tryptophan compared to 6344.4 kg/ha in control. In conclusion, various levels of tryptophan and phenylalanine can effectively improve morphological and physioloogical characteristics and hence production of this crop. To achieve the best performance, application of 2 mM phenylalanine for maximum yield of foliage, 1 mM of the two amino acids for phytochemical characteristics and 0.5 mM of the two amino acids for fruit yield, depending on the aim, can be recommended.

Key words: Amino acids, Biosynthetic precursors, Flavonoid, Foliar application, Yield

Corresponding author, Email: **sani@znu.ac.ir**

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.5.6]