

مقاله علمی - پژوهشی

تأثیر کاربرد کودهای اسید فولویک و اسید آمینه بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی، رشدی و عملکرد

گشنیز (*Coriandrum sativum L.*)

محمدحسین امینی فرد<sup>۱\*</sup>، مژگان غلامی<sup>۲</sup>، حسن بیات<sup>۳</sup> و فرید مرادی نژاد<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۰۵

امینی فرد، م.ح.، غلامی، م.، بیات، ح. و مرادی نژاد، ف. ۱۳۹۹. تأثیر کاربرد کودهای اسید فولویک و اسید آمینه بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی، رشدی و عملکرد گشنیز (*Coriandrum sativum L.*). بوم‌شناسی کشاورزی ۱۲(۳): ۳۷۳-۳۸۸.

چکیده

گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum L.*) یکی از منابع بسیار ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی ایران است که در صورت شناخت صحیح می‌تواند نقش مهمی در اشتغال‌زایی و صادرات غیرنفتی داشته باشد. در نظام کشاورزی پایدار، مصرف نهاده‌های آلی و زیستی به‌منظور دستیابی به افزایش کیفیت محصول، حفظ محیط زیست و سلامت جامعه از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. لذا به‌منظور بررسی اثرات اسید فولویک و اسید آمینه بر صفات رویشی و زایشی گشنیز، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. فاکتورها شامل اسید فولویک در سه سطح (صفر، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار) و محلول پاشی اسید آمینه در دو سطح (صفر و سه در هزار) با سه تکرار بودند. نتایج نشان داد که اسید فولویک اثر معنی‌داری بر صفات رویشی (ارتفاع، وزن تر و خشک بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ و وزن خشک برگ) داشت، به‌طوری‌که بیشترین وزن تر و خشک بوته (به‌ترتیب، ۴۹/۹ و ۷/۳ گرم در بوته) در نتیجه اعمال تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک به‌دست آمد، همچنین نتایج، نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار اسید فولویک بر صفات زایشی (عملکرد دانه، عملکرد بوته، شاخص برداشت و تعداد بذر) بود، به‌طوری‌که بالاترین عملکرد دانه (۹۴۲/۵ کیلوگرم در هکتار) در سطح ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک تولید شد و کمترین مقدار (۷۱۰/۰ کیلوگرم در هکتار) در شاهد مشاهده شد. اسید آمینه نیز بر صفات رویشی (تعداد برگ و وزن تر و خشک برگ) و صفات زایشی (عملکرد دانه، تعداد بذر و وزن هزاردانه) تأثیرگذار بود، به‌طوری‌که بیشترین تعداد برگ (۲۷/۰ تعداد در بوته) و عملکرد دانه (۸۷۳/۳ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد سه در هزار اسید آمینه حاصل شد. نتایج اثرات متقابل نیز نشان داد، که سطوح مختلف اسید فولویک و اسید آمینه تأثیر معنی‌داری بر صفات (عملکرد دانه، عملکرد بوته، تعداد بذر در بوته و وزن هزار دانه) داشتند، به‌طوری‌که بیشترین میزان عملکرد دانه و تعداد بذر در بوته (به‌ترتیب با ۹۸۵/۰ کیلوگرم در هکتار و ۲۰۴/۶ تعداد در بوته) از تیمار پنج کیلوگرم اسید فولویک و سه در هزار اسید آمینه به‌دست آمدند. بر اساس این نتایج، می‌توان تیمار پنج کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و سه در هزار اسید آمینه را در افزایش ویژگی‌های عملکردی و رشدی گشنیز در این آزمایش مؤثر دانست.

واژه‌های کلیدی: تعداد بذر، رشد، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیکی.

مقدمه

رویکرد روزافزون استفاده از گیاهان دارویی و فرآورده‌های

به‌دست آمده از آن‌ها، نقش این گیاهان را در چرخه اقتصادی جهانی پررنگ‌تر کرده است، به‌طوری‌که مصرف رو به افزایش آن‌ها، تنها به کشورهای در حال توسعه محدود نبوده، بلکه در کشورهای پیشرفته نیز توسعه فراوانی یافته‌اند (Moradi et al., 2007). گشنیز با نام علمی *Coriandrum sativum L.* گیاهی دارویی، معطر، یک‌ساله و از خانواده چتریان می‌باشد. میوه و پیکره رویشی این گیاه حاوی اسانس است و از این اسانس در صنایع غذایی، آرایشی، بهداشتی،

۱- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۳- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

\*- نویسنده مسئول: (Email: mh.aminifard@birjand.ac.ir  
Doi:10.22067/jag.v12i374672

اسید سبب افزایش وزن تر و خشک برگ و ساقه در گیاه فلفل (*Capsicum annum L.*) می‌شود (Gulser et al., 2010). یکی دیگر از کودهای آلی، اسیدهای آمینه می‌باشند. اسید آمینه، ترکیب آلی دارای نیتروژن است و محصولات با پایه اسید آمینه در دهه گذشته به وسیله کشاورزان استفاده شده است و باعث بهبود عملکرد و رشد گیاهان مختلف شده است. مزایای استفاده از اسید آمینه با محتوای نیتروژن آلی در ارتباط با تعامل مثبت و سازنده با در دسترس بودن برخی مواد معدنی و مغذی است (Cerdna et al., 2009). ارزش استفاده از فرآورده‌های زیستی با مجموعه‌ای از اسیدهای آمینه آزاد در این است که به دلیل غنای اسید آمینه‌ای این فرآورده‌ها، سلول نیازی به بیوسنتز مجدد این ترکیبات نداشته و انرژی مورد نیاز جهت این بیوسنتز، در گیاه ذخیره می‌شود. این فرآورده‌ها با تأثیر بر روند پروتئین‌سازی در سطوح ژنی و همچنین اثرگذاری بر سوخت‌وساز گیاهی، رشد و تکوین گیاه را تنظیم نموده و در مراحل مختلف رشد، کارایی و کاربرد خاص خود را با محلول‌پاشی در اختیار گیاه قرار می‌دهند. در واقع تغذیه برگ اسیدهای آمینه آزاد می‌تواند یک منبع مهم برای سنتز پروتئین در گیاه باشد (Raeisi et al., 2014). کائو و همکاران (Cao et al., 2010) در بررسی خود مشاهده کردند که کاربرد خارجی اسید آمینه باعث افزایش عملکرد گل‌های کلم چینی (*Brassica oleracea L.*) می‌شود. همچنین در پژوهشی دیگر استفاده از اسیدهای آمینه منجر به افزایش ارتفاع، قطر بوته و وزن تر و خشک بوته نسبت به شاهد در گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis L.*) گردید (Koocheki, 2008). نقش اسید فولویک در گیاه مشابه اسید هیومیک است. اسید فولویک فعال‌ترین ترکیب هیومیکی بوده و باعث حل شدن مواد معدنی در آب شده و به راحتی عناصر غذایی را از طریق یک کمپلکس به گیاه منتقل می‌نماید. قدرت کلات‌کنندگی اسید فولویک در خاک منحصربه‌فرد است. همچنین اسید فولویک می‌تواند ویتامین‌ها، ایزوآنزیم‌ها، هورمون‌ها و آنتی‌بیوتیک‌های طبیعی را در خود حل نموده و از این طریق باعث بهبود رشد و نمو گیاه گردد (Samavat & Malakooti, 2005). با توجه به این‌که تاکنون گزارشی در خصوص تأثیر اسید فولویک و اسید آمینه بر صفات کمی و کیفی گیاه گشنیز نشده است، هدف از اجرای این طرح، مطالعه و ارزیابی تأثیر سطوح مختلف اسید آمینه و اسید فولویک به تنهایی و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر رشد رویشی و زایشی گیاه دارویی گشنیز می‌باشد، تا ضمن مشخص شدن اثرات این

شکلات و نوشابه‌سازی استفاده می‌شود. در منابع مختلف برای این گیاه، اثرات درمانی نظیر خاصیت ضد میکروبی، کاهنده قند خون و چربی خون و پایین‌آورنده فشار خون بیان شده است (Omidbaigi, 2000).

امروزه نیاز به حفظ عملکرد کشاورزی و وجود نگرانی‌هایی چون فرسایش خاک، تولید مواد غذایی سالم و عاری از بقایای مواد شیمیایی، نگهداری از محیط زیست، پسماندهای شیمیایی به‌ویژه نیترات‌ها و آفت‌کش‌ها باعث افزایش علاقه به روش‌های مدیریتی برای دستیابی به کشاورزی پایدار از جمله کشاورزی ارگانیک شده است (Javanmardi, 2010). در سیستم‌های کشاورزی پایدار، استفاده از منابع تجدیدپذیری که حداکثر محاسن اکولوژیکی و حداقل مضرات زیست‌محیطی را دارا باشند، امری ضروری است (Kizilkaya, 2008). از جمله این منابع تجدیدپذیر می‌توان به استفاده از نهاده‌های بوم‌سازگار نظیر اسیدهای آلی اشاره کرد. امروزه، استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی، اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، خصوصاً در خاک‌های مناطق خشک و کم‌آب که دارای درصد مواد آلی کمی هستند، می‌باشد و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی در این مناطق دارند. قسمت اعظم هوموس خاک‌های مناطق گرمسیری و معتدله را هیومین تشکیل می‌دهد. اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰ تا ۳۰۰ کیلودالتون و اسید فولویک با وزن مولکولی کمتر از ۳۰ کیلودالتون به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس پایدار نامحلول و محلول با عناصر میکرو می‌گردند. اسید هیومیک دارای درصد کربن بیشتری نسبت به اسید فولویک بوده، ولی اسید فولویک، اکسیژن بیشتری نسبت به اسید هیومیک دارد (Samavat & Malakooti, 2005). اسید فولویک از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و غیره استخراج می‌شود که در اندازه مولکولی و ساختار شیمیایی متفاوت هستند. اسید فولویک با کلات کردن عناصر ضروری، سبب افزایش جذب عناصر شده و باروری خاک و تولید در گیاهان را افزایش می‌دهند (Tahir et al., 2011). نتایج تحقیقات عزیزی و همکاران (Azizi et al., 2007) نشان داد که کاربرد مواد هیومیکی سبب افزایش ارتفاع گیاه ریحان (*Ocimum basilicum L.*) شد. در پژوهشی دیگر بیان شد که مصرف فولویک

اسید آمینه ایزومر، ۶۰ درصد ماده آلی و هفت درصد نیتروژن) بود. محلول پاشی کود اسید آمینه بر اساس سطوح مختلف از مرحله شش‌برگی تا مرحله گل‌دهی طی سه نوبت به فاصله ۱۴ روز اعمال شد. در طی دوره رشد گیاه، آبیاری به‌طور مرتب هر پنج روز انجام شد. همچنین وجین علف‌های هرز و سله‌شکنی در چند مرحله انجام شد. صفات مورد نظر شامل ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، تعداد شاخه فرعی، وزن تر بوته، وزن خشک بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه بودند. بعد از اعمال تیمارها، هر کرت به دو قسمت تقسیم شد. یک بخش برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک و اجزای عملکرد آن در نظر گرفته شد و بخش دیگر برای تعیین عملکرد دانه آن اختصاص یافت. برداشت بخش سبزینه گیاه (عملکرد بیولوژیک) در مرحله پنج درصد گل‌دهی در دو چین از بخش اختصاص یافته به آن انجام گرفت. قبل از برداشت تعداد پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب و ویژگی‌هایی از جمله ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی و وزن تر و خشک برگ، در هر بوته تعیین شد و عملکرد نهایی در هر کرت با حذف اثر حاشیه‌ای از سطح باقی مانده محاسبه شد. جهت تعیین عملکرد دانه، زمانیکه قسمت اعظم بوته‌ها زرد شدند، برداشت گیاهان از بخش اختصاص یافته به این منظور با حذف اثر حاشیه‌ای صورت گرفت. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، به‌صورت درصد محاسبه شد. همچنین قبل از برداشت نهایی پنج بوته انتخاب و تعداد چتر و چترک در بوته شمارش و ثبت شد. برای تعیین وزن هزار دانه، بوته‌های گشنیز از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و سپس پنج نمونه ۱۰۰۰ تایی بذر انتخاب و پس از خشک نمودن در هوای آزاد، وزن هزار دانه با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و ثبت شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش از نرم افزار SAS 9.1 استفاده شد. میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

کودهای آلی و زیستی بر خصوصیات رشدی و فیزیولوژیکی گشنیز، بتوان در صورت مثبت بودن این کودها بر ویژگی‌های رشدی گشنیز، ضمن کاهش اتکا به کودهای شیمیایی، بتوان در جهت تولید پایدار و افزایش کیفیت این گیاه دارویی مهم گام برداشت.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۵ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. قبل از کشت جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انجام شد (جدول ۱). تیمارهای آزمایشی به‌صورت ترکیبی از سه سطح اسید فولویک (صفر، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار) و دو سطح اسید آمینه (صفر و سه در هزار) تعیین شدند. به‌منظور انجام آزمایش، پس از عملیات شخم، دیسک و مسطح کردن خاک اقدام به کرت‌بندی زمین نموده و کرت‌هایی به ابعاد ۲ × ۲ متر ایجاد شد، فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها از یکدیگر به ترتیب یک و دو متر (با احتساب جوی‌های آبیاری) در نظر گرفته شد. کشت به‌صورت خطی در پنجم اردیبهشت سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. هر کرت دارای هشت ردیف کاشت که فاصله کاشت بین ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها ۱۰ سانتی‌متر و در عمق کاشت یک تا ۱/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری اول هم‌زمان با کاشت (پنجم اردیبهشت سال ۱۳۹۵ به‌صورت سطحی) و آبیاری دوم، پنج روز بعد از آبیاری اول به‌منظور تسهیل در سبز شدن بذرها انجام شد. کود اسید فولویک (حاوی ۷۰ درصد اسید فولویک، ۱۵ درصد اسید هیومیک و ۷ درصد پتاسیم اکسید، ساخت شرکت Assist-آمریکا) همراه با آب آبیاری به خاک در مرحله شش‌برگی به گیاه داده شد. کود اسید آمینه مورد استفاده در این پژوهش با نام تجاری تکامین مکس، به‌صورت مایع (حاوی ۱۴ درصد اسید آمینه، ۱۲ درصد

جدول ۱ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of soil used in experiment

بافت	شاخص واکنش	هدایت الکتریکی	ماده آلی	نیتروژن کل	پتاسیم	فسفر
Texture	pH	EC (dS.m <sup>-1</sup> )	Organic matter (%)	Total N (%)	K (mg.kg <sup>-1</sup> )	P (mg.kg <sup>-1</sup> )
لومی	7.7	2.3	0.68	0.06	220	40
Loam						

## نتایج و بحث

**ارتفاع:** نتایج آزمایش (جدول ۲)، بیانگر اثر معنی‌دار اسید فولویک و اسید آمینه و اثر متقابل این تیمارها بر صفت ارتفاع بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاربرد ترکیبی از پنج کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و سه در هزار اسید آمینه، ارتفاع گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که بیشترین میزان ارتفاع (۴۲/۵ سانتی‌متر) از تیمار پنج کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و سه در هزار اسید آمینه و کمترین میزان آن (۲۸/۵ سانتی‌متر) از شاهد به‌دست آمد (جدول ۸)، به‌طوری‌که ارتفاع در تیمار پنج کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و سه در هزار اسید آمینه نسبت به شاهد ۴۹/۱ درصد افزایش یافت. های‌یانگ و همکاران (Hye Young et al., 2014) در مطالعات خود، بیشترین ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) را در نتیجه استفاده از اسید فولویک گزارش کرد. استفان و چالز (Stephen, 2005) نیز اعلام داشتند که افزایش طول ساقه در گیاه فلفل (*Capsicum annuum* L.) در اثر استفاده از مواد هیومیکی به اثبات رسیده است. آتیه و همکاران (Atiyeh et al., 2002) در این مورد بیان نمودند که استفاده از مواد هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فولویک) غلظت هورمون‌های رشد نظیر اکسین را در اندام‌های هوایی گیاه افزایش داده و این امر می‌تواند موجب افزایش ارتفاع گردد. آیز و گالسر (Ayas & Gulser, 2005) نیز عنوان نمودند که افزایش طول گیاه از طریق افزایش در

محتوی نیتروژن گیاه نیز حاصل می‌شود. همسو با این تحقیق، صبوری و همکاران (Saburi et al., 2014) اظهار داشتند که محلول‌پاشی اسیدهای آمینه نیز تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع ریحان سبز داشت. همچنین در پژوهشی که روی گیاه بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) انجام گرفت، نتایج نشان داد، محلول‌پاشی اسید آمینه می‌تواند سبب افزایش ارتفاع بوته بابونه شود (Haj Seyyed Hadi et al., 2010). اسیدهای آمینه روی جذب نیتروژن از خاک اثر گذاشته و باعث افزایش نیتروژن گیاه شده و به تبع آن رشد رویشی از جمله ارتفاع گیاه را افزایش داده است. همچنین مطالعات نشان داده‌اند که اسیدهای آمینه به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیک و رشد و نمو گیاه مؤثر واقع می‌شوند (Faten et al., 2010). به نظر می‌رسد که سطح معنی‌داری اثرات ساده کودهای استفاده شده نسبت به اثر ترکیبی آن‌ها بهتر بوده است. مشابه این آزمایش، نجفی (Najafi, 2016) گزارش کرد که اثر ساده تیمارهای کودی اسید آمینه، اسید فولویک و اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری بر طول بوته خیار مزرعه‌ای (*Cucumis sativus* L.) داشتند. اثر متقابل تیمارها اگر چه اثر مثبتی بر طول بوته داشت، اما نسبت به اثر ساده تیمارها اثر کمتری داشت. همچنین نتایج آزمایش سهرابی رنایی (Sohrabi Renani, 2013) نشان داد که اثر ساده فاکتورهای کودهای آلی و زیستی بر ارتفاع بوته سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) معنی‌دار بوده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات صفات رویشی گشنیز تحت تاثیر تیمارهای اسید فولویک و اسید آمینه در مرحله رویشی  
Table 2- Analysis of variance (mean of squares) characteristics of coriander vegetative traits under folvic acid and amino acid treatments in vegetative stage

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته Plant height	وزن تر بوته Fresh weight of plant	وزن خشک بوته Dry weight of plant	تعداد شاخه فرعی Number of branches
بلوک Block	2	10.50 <sup>ns</sup>	20.81 <sup>ns</sup>	0.99 <sup>ns</sup>	0.88 <sup>ns</sup>
اسید فولویک (F) Fulvic acid (F)	2	118.50 <sup>**</sup>	339.3 <sup>*</sup>	4.89 <sup>**</sup>	9.38 <sup>**</sup>
اسید آمینه (A) Amino acid (A)	1	45.12 <sup>**</sup>	27.75 <sup>ns</sup>	0.101 <sup>ns</sup>	4.50 <sup>ns</sup>
F×A	2	7.26 <sup>*</sup>	102.3 <sup>ns</sup>	4.34 <sup>**</sup>	1.50 <sup>ns</sup>
خطا Error	10	4.2	48.34	0.37	1.22
ضریب تغییرات C.V. (%)		5.81	16.54	9.63	11.50

ns و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.  
ns, \*\* and \*: represent non-significant at 1 and 5% level of probability, respectively.

تعداد برگ معنی‌دار بود، اما اثر ساده اسید آمینه نتوانست این صفت را تحت تأثیر خود قرار دهد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میزان تعداد برگ (۲۹/۱) تعداد در بوته) از تیمار پنج کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و کمترین آن‌ها (۲۲/۶) تعداد در بوته) از شاهد به‌دست آمد، هر چند از لحاظ آماری در این صفت، بین تیمارهای پنج و ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک تفاوت آماری مشاهده نشد (جدول ۵). همچنین در نتایج اثر متقابل تیمارها ملاحظه شد که بیشترین تعداد برگ (۳۱/۳) تعداد در بوته) از تیمار پنج کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و سه در هزار اسید آمینه و کمترین (۲۰/۶) تعداد در بوته) از شاهد به‌دست آمد (جدول ۸). مشابه نتایج این تحقیق، نورزاد و همکاران (Noorzad et al., 2014) نشان دادند بیشترین تعداد برگ بوته در گشنیز، در اثر کاربرد مواد هیومیکی مشاهده شد. رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) نیز گزارش کردند، کاربرد مواد هیومیک (اسید فولویک و اسید هیومیک) سبب افزایش رشد و به‌دنبال آن سبب افزایش تعداد برگ گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) شد. در گزارشی دیگر سخنگوی و همکاران (Sokhangoy et al., 2012) بیان نمودند، با مصرف مواد هیومیکی تعداد برگ گیاه شوید افزایش پیدا کرد. نجفی (Najafi, 2016) نیز در تحقیق خود به تأثیر مثبت مواد هیومیکی (اسید فولویک و اسید هیومیک) بر افزایش تعداد ساقه فرعی خیار اشاره کردند. همچنین، حسین و همکاران (Hussein et al., 2015) مشاهده نمودند که اسید فولویک اثر معنی‌داری بر تعداد برگ گیاه گوجه‌فرنگی داشت. اشنیتزر (Schnitzer, 1977) در نتایج مشابهی بیان کردند که اسید فولویک سبب افزایش تعداد برگ در گیاه خیار شد. بویری ده شیخ و همکاران (Boyerie de Sheikht et al., 2016) طی تحقیقی گزارش کردند که مواد هیومیکی با اصلاح ساختار خاک سبب افزایش گستردگی ریشه، جذب آب و عناصر غذایی و در نتیجه، افزایش تعداد برگ گیاه می‌گردد. این نتایج، با آنچه که توسط عثمان و سالم (Osman & Salim, 2016)، یاسن و همکاران (Yassen et al., 2013) در مورد اثر اسید آمینه بر تعداد برگ لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris* L.) گزارش شده است، مطابقت دارد. لیویت (Levitt, 1980) به این نتیجه رسید که اسید آمینه می‌تواند با تولید سلول‌های جدید از طریق بازگرداندن آنزیم‌های خاص برای سنتز پروتئین سبب افزایش تعداد برگ گیاه شود. سایکیا و همکاران

اما اثر متقابل این فاکتورها اگر چه معنی‌دار نبود، ولی موجب افزایش ارتفاع بوته‌ها شد. لذا به نظر می‌رسد در دسترس بودن آب و تأمین تدریجی عناصر غذایی ضروری گیاه در تیمار کودهای آلی و زیستی هرکدام به‌تنهایی از طریق افزایش تعداد گره و طول میان‌گره‌ها ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار دهد (Berti & Jacobs, 1996).

**تعداد شاخه جانبی:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲)، که اسید فولویک تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه جانبی مورد نظر داشت، اما اسید آمینه و اثر متقابل تیمارها اثر معنی‌داری بر این صفت نداشت. مقایسه میانگین صفت مورد بررسی حاکی از آن است، که تمامی سطوح اسید فولویک دارای اثر مثبت بر تعداد شاخه فرعی بودند. به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد شاخه جانبی از تیمار پنج کیلوگرم در هکتار اسید فولویک (۱۰/۳) تعداد در بوته) و کمترین میزان این صفت از شاهد (۸/۱) تعداد در بوته) به‌دست آمد، هر چند بین تیمارهای پنج و ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک در تعداد شاخه فرعی تفاوت آماری وجود نداشت و تیمار پنج کیلوگرم در هکتار اسید فولویک نسبت به شاهد ۲۷/۱ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). مشابه این تحقیق، مرادی و همکاران (Moradi et al., 2007) افزایش معنی‌داری را در تعداد شاخه جانبی در کاربرد کودهای آلی (از جمله اسید فولویک) در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgae* L.) گزارش کردند. فاطمی و همکاران (Fatemi et al., 2011) نیز در بررسی‌های خود نشان دادند که استفاده از مواد هیومیک (نظیر اسید فولویک و اسید هیومیک) سبب افزایش تعداد شاخه جانبی در گیاه ریحان شد. همچنین گزارش شده است، که مواد هیومیکی با رهاسازی عناصر معدنی در سطح برگ و ارتقاء جذب برگی، می‌تواند تأثیر مثبتی بر تعداد شاخه جانبی داشته باشد. جهان و همکاران (Jahan et al., 2015) نیز به این نتیجه دست یافتند که مواد هیومیکی احتمالاً از طریق بهبود فرآیندهای فیزیولوژیکی دخیل در جذب آب توسط ریشه، کارایی فراهمی آب قابل دسترس برای گیاه را افزایش می‌دهند و در نتیجه، سبب افزایش تعداد شاخه فرعی می‌گردند. نتایج حاصل از سایر بررسی‌ها نیز نتیجه این مطالعه را تأیید می‌کنند.

**تعداد برگ:** نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر ساده اسید فولویک و اثر متقابل اسید فولویک و اسید آمینه بر میزان

گرم) از تیمار سه در هزار اسید آمینه و کمترین میزان این صفات (به ترتیب ۷/۷ و ۱/۰ گرم) از شاهد به دست آمد (جدول ۷). ملاحظه شد در تیمار سه در هزار اسید آمینه، میزان وزن تر و خشک برگ نسبت به شاهد به ترتیب، ۱۰/۳ و ۳۰ درصد افزایش یافت. مشابه نتایج این تحقیق، فلاحی و همکاران (Fallahi et al., 2018) بیان نمودند که با مصرف اسید آمینه، وزن تر و خشک برگ گیاه ریحان نسبت به شاهد افزایش معنی داری یافت. خطاب و همکاران (Khattab et al., 2016) نیز گزارش کردند که استفاده از اسید آمینه باعث افزایش فعالیت فتوسنتزی و افزایش رشد و به دنبال آن افزایش وزن تر و خشک برگ می گردد.

(Saikia et al., 2010) نیز اظهار داشتند، از آنجا که علت افزایش تعداد برگ می تواند به دلیل افزایش جذب نیتروژن باشد، لذا این عنصر با اثرگذاری بر فرآیندهای تقسیم سلولی و ساخت کلروفیل می تواند باعث افزایش رشد رویشی و در نهایت، افزایش تعداد برگ در گیاه شود.

**وزن تر و خشک برگ:** نتایج تجزیه واریانس (جدول ۸) نشان داد که اثر ساده اسید آمینه اثر معنی داری بر میزان وزن تر و خشک برگ داشت، اما اسید فولویک و اثر متقابل تیمارها اثر معنی داری بر این صفت نداشت. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد، کاربرد اسید آمینه سبب افزایش میزان وزن تر و خشک برگ در مقایسه با شاهد شد، به طوری که بیشترین وزن تر و خشک برگ (به ترتیب ۸/۵ و ۱/۳

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات صفات رویشی گشنیز تحت تاثیر تیمارهای اسید فولویک و اسید آمینه در مرحله رویشی  
Table 3- Analysis of variance (mean of squares) characteristics of coriander vegetative traits under folvic acid and amino acid treatments in vegetative stage

منابع تغییرات Source of variance	تعداد برگ در بوته Number of Leaves	وزن تر برگ Fresh leaf weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	تعداد چتر Number of umbel	تعداد چترک Number of umbelet
بلوک Block	2.88 <sup>ns</sup>	0.44 <sup>ns</sup>	0.065 <sup>ns</sup>	0.66 <sup>ns</sup>	0.055 <sup>ns</sup>
اسید فولویک (F) Fulvic acid (F)	75.05 <sup>**</sup>	1.18 <sup>ns</sup>	0.141 <sup>ns</sup>	4.66 <sup>ns</sup>	1.72 <sup>*</sup>
اسید آمینه (A) Amino acid (A)	1.38 <sup>ns</sup>	3.38 <sup>ns</sup>	0.387 <sup>*</sup>	37.55 <sup>**</sup>	2.00 <sup>*</sup>
F×A خطا Error	3.38 <sup>*</sup>	5.36 <sup>ns</sup>	0.013 <sup>ns</sup>	10.88 <sup>*</sup>	1.16 <sup>ns</sup>
ضریب تغییرات C.V.	7.95	2.52	0.066	2.00	0.32
	10.55	19.52	21.33	8.65	15.02

ns, \*\*, \* and \*: represent non-significant at 1 and 5% level of probability, respectively.

جدول ۴- اثرات غلظت های مختلف اسید فولویک بر صفات رویشی گشنیز

Table 4- Effects of fulvic acid concentrations on vegetative characteristics of coriander

اسید فولویک Fulvic acid (kg.ha <sup>-1</sup> )	ارتفاع بوته Plant height (cm)	وزن تر بوته Fresh weight of plant (g.plant <sup>-1</sup> )	وزن خشک بوته Dry weight of plant (g.plant <sup>-1</sup> )	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد شاخه فرعی Number of branches (per plant)
0	30.25 <sup>b*</sup>	35.02 <sup>b</sup>	5.60 <sup>b</sup>	1.90 <sup>b</sup>	8.160 <sup>b</sup>
5	38.7 <sup>a</sup>	41.07 <sup>ab</sup>	6.20 <sup>b</sup>	2.37 <sup>a</sup>	10.33 <sup>a</sup>
10	36.7 <sup>a</sup>	49.97 <sup>a</sup>	7.37 <sup>a</sup>	2.22 <sup>a</sup>	10.33 <sup>a</sup>

\* حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند.  
\* Similar letters in each column was not significant at 5% probability level based on DMRT.

جدول ۵- اثرات غلظت‌های مختلف اسید فولویک بر صفات رویشی گشنیز  
Table 5- Effects of fulvic acid concentrations on vegetative characteristics of coriander

اسید فولویک Fulvic acid (kg.ha <sup>-1</sup> )	تعداد برگ در بوته Number of leaf (per plant)	وزن تر برگ Fresh leaf weight (g.plant <sup>-1</sup> )	وزن خشک برگ Dry leaf weight (g.plant <sup>-1</sup> )	تعداد چتر Number of umbrellas (per plant)	تعداد چترک Number of umbrellas (per plant)
0	22.66 <sup>b*</sup>	8.43 <sup>a</sup>	1.37 <sup>a</sup>	15.66 <sup>a</sup>	3.16 <sup>b</sup>
5	28.33 <sup>a</sup>	8.36 <sup>a</sup>	1.06 <sup>a</sup>	16.00 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>
10	29.16 <sup>a</sup>	7.63 <sup>a</sup>	1.20 <sup>a</sup>	17.33 <sup>a</sup>	4.16 <sup>a</sup>

\* حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

\* Similar letters in each column was not significant at 5% probability level based on DMRT.

چتر در گیاه داشت. همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اسید فولویک و اسید آمینه تأثیر معنی‌داری بر تعداد چترک داشتند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد، اثر متقابل اسید فولویک و محلول‌پاشی اسید آمینه، بیشترین تعداد چتر (۱۸/۶) تعداد در گیاه) با کاربرد پنج کیلوگرم اسید فولویک و تیمار سه در هزار اسید آمینه و کمترین (۱۴/۰) تعداد در گیاه) از شاهد به‌دست آمد (جدول ۸). همان‌طور که در صفت تعداد چترک مشاهده شد، بیشترین تعداد چترک (۴/۱) در گیاه) از تیمار ۱۰ کیلوگرم اسید فولویک و کمترین آن (۳/۱) تعداد در گیاه) مربوط به شاهد بود، اما بین تیمار پنج و ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک در تعداد چترک تفاوت آماری وجود نداشت (جدول ۷). همسو با این پژوهش، خالص‌رو و ملکیان (Khallesro & Malekian, 2016) در نتایج تحقیقات خود تأثیر مثبت مواد هیومیک را بر تعداد چتر و چترک زنبان (*Trachyspermum copticum* L.) گزارش کرده بودند. ناردی و همکاران (Nardi et al., 2002) نیز اظهار داشتند که کاربرد مواد هیومیک به‌دلیل وجود آهن و روی در ساختمان آن، می‌تواند با تأمین این عناصر از طریق برگ عملکرد اندام زایشی را تحت تأثیر قرار دهد و سبب افزایش تعداد و ابعاد گل شوند. روند مشابه این نتایج، حاج سید هادی و همکاران (Haj Seyyed Hadi et al., 2010) در بررسی‌های خود نشان دادند که محلول‌پاشی اسید آمینه در گل بابونه سبب بالاترین عملکرد گل تازه و خشک در این گیاه شد. همچنین خطاب و همکاران (Khattab et al., 2016) ضمن آن که استفاده از اسید آمینه منجر به افزایش قابل توجهی از تعداد گل‌های رز در مقایسه با شاهد شد، بیان نمودند که نقش اسیدهای آمینه در بهبود رشد رویشی گیاه می‌باشد. در نتیجه، تولید و تجمع بیوسنتز افزایش می‌یابد. بنابراین، به نظر می‌رسد که با مصرف اسید آمینه تعداد گل در گیاه افزایش می‌یابد.

**وزن تر و خشک بوته:** نتایج آزمایش (جدول ۲)، بیانگر اثر معنی‌دار اسید فولویک بر میزان وزن تر و خشک بوته بود، اما اسید آمینه و اثر متقابل تیمارها تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند. با توجه به نتایج مقایسه میانگین مشخص می‌شود، بیشترین وزن تر و خشک بوته (به ترتیب، ۴۹/۹ و ۷/۳ گرم) از تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و کمترین وزن تر و خشک بوته (به ترتیب، ۳۵/۰ و ۵/۶ گرم) در شاهد به‌دست آمد، به‌طوری‌که در تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک، میزان وزن تر و خشک بوته را به ترتیب ۴۲/۵ و ۳۰/۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۴). مشابه نتایج این پژوهش، اقحوانی شجری و همکاران (Aghhavan Shajari et al., 2014) در پژوهشی نشان دادند کاربرد مواد هیومیک (از جمله اسید فولویک) تأثیر مثبت و افزایشی بر وزن تر و خشک گیاه گشنیز داشت. به گزارش احمدیان و همکاران (Ahmadian et al., 1998) کاربرد کودهای آلی (اسید هیومیک و فولویک) سبب افزایش عملکرد بوته گیاه زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) شد. همچنین در تحقیقی یونسفیان (Younesian, 2011) در آزمایش خود بر روی گیاه رازیانه گزارش کرد که تیمار مواد هیومیک، اثر معنی‌داری بر عملکرد بوته و دانه داشتند. لی و همکاران (Li et al., 2007) در مطالعه‌ای بیان نمودند که کاربرد اسید فولویک سبب افزایش وزن خشک ساقه در گیاه سویا (*Glycine max* L.) شد. همچنین صالحی و همکاران (Salehi et al., 2010) اظهار داشتند که مواد هیومیک (نظیر اسید فولویک و هیومیک) با بهبود ساختمان و بافت خاک و همچنین افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، عناصر غذایی بیشتری از جمله نیتروژن را در اختیار گیاه قرار می‌دهند، که در پی آن گیاه رشد بیشتری داشته و در نتیجه، وزن تر و خشک بوته افزایش می‌یابد.

**تعداد چتر و چترک:** نتایج این بررسی نشان داد (جدول ۳) که کاربرد اسید آمینه و برهم‌کنش این دو تیمار اثر معنی‌داری بر تعداد

جدول ۶- اثرات غلظت‌های مختلف اسید آمینه بر صفات رویشی گشنیز

Table 6- Effects of amino acid concentrations on vegetative characteristics of coriander

اسید آمینه Amino acid (Per thousand)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	وزن تر بوته Fresh weight of plant (g.plant <sup>-1</sup> )	وزن خشک بوته Dry weight of plant (g.plant <sup>-1</sup> )	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد شاخه فرعی Number of branches (per plant)
0	33.66 <sup>b*</sup>	40.78 <sup>a</sup>	6.31 <sup>a</sup>	2.19 <sup>a</sup>	9.11 <sup>a</sup>
3	36.83 <sup>a</sup>	43.26 <sup>a</sup>	6.46 <sup>a</sup>	2.15 <sup>a</sup>	10.11 <sup>a</sup>

\* حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

\* Similar letters in each column was not significant at 5% probability level based on DMRT.

جدول ۷- اثرات غلظت‌های مختلف اسید آمینه بر صفات رویشی و زایشی گشنیز

Table 7- Effects of amino acid concentrations on vegetative and reproductive characteristics of coriander

اسید آمینه Amino acid (Per thousand)	تعداد برگ در بوته Number of leaf (per plant)	وزن تر برگ Fresh leaf weight (g.plant <sup>-1</sup> )	وزن خشک برگ dry Leaf weight (g.plant <sup>-1</sup> )	تعداد چتر Number of umbrellas (per plant)	تعداد چترک Number of umbrellas (per plant)
0	26.4 <sup>a*</sup>	7.71 <sup>b</sup>	1.06 <sup>b</sup>	14.8 <sup>b</sup>	3.44 <sup>b</sup>
3	27.00 <sup>a</sup>	8.57 <sup>a</sup>	1.36 <sup>a</sup>	17.7 <sup>a</sup>	4.11 <sup>a</sup>

\* حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

\* Similar letters in each column was not significant at 5% probability level level based on DMRT.

جدول ۸- برهم‌کنش سطوح مختلف اسید فولویک و اسید آمینه بر صفات رویشی گشنیز

Table 8- Interactive effects of fulvic acid and amino acid on vegetative characteristics of coriander

اسید فولویک Fulvic acid (kg.ha <sup>-1</sup> )	اسید آمینه Amino acid (In thousand)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد برگ در بوته Number of leaf (per plant)	تعداد چتر Number of umbrellas (per plant)
0	0	28.50 <sup>d*</sup>	1.91 <sup>c</sup>	20.66 <sup>c</sup>	14.00 <sup>b</sup>
0	3	32.00 <sup>cd</sup>	1.89 <sup>c</sup>	21.66 <sup>c</sup>	17.33 <sup>a</sup>
5	0	35.00 <sup>b</sup>	2.55 <sup>a</sup>	25.33 <sup>bc</sup>	13.33 <sup>b</sup>
5	3	42.50 <sup>a</sup>	2.19 <sup>bc</sup>	31.33 <sup>a</sup>	18.66 <sup>a</sup>
10	0	37.50 <sup>b</sup>	2.10 <sup>bc</sup>	30.33 <sup>a</sup>	17.33 <sup>a</sup>
10	3	36.00 <sup>b</sup>	2.36 <sup>ab</sup>	28.00 <sup>ab</sup>	17.33 <sup>a</sup>

\* حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

\* Similar letters in each column was not significant at 5% probability level level based on DMRT.

گزارش کردند. آرمین و مصلحی (Armin & Moslehi, 2012) نیز گزارش کردند که مواد هیومیکی در زمان گل‌دهی بیشترین تأثیر را بر تعداد دانه در غلاف نخود (*Cicer arietinum* L.) داشت. همچنین جالوتا و همکاران (Jalota et al., 2007) بیان نمودند که مواد هیومیکی اثر مثبت و معنی‌داری در جذب عناصر مس، روی، منگنز، فسفر و سدیم دارند؛ بنابراین، با کاربرد مواد هیومیکی و افزایش جذب عناصر، رشد گیاه بیشتر شده و گیاه دارای کانوپی بزرگ‌تری می‌شود که قادر است مخازن زایشی بزرگ‌تری را تغذیه نماید و به‌میزان کافی ماده خشک به آن اختصاص دهد، در نتیجه تعداد دانه در بوته افزایش می‌یابد. مشابه نتایج این آزمایش، فاتن و همکاران (Faten et al., 2010) اظهار داشتند که مصرف اسید آمینه سبب افزایش تعداد بذر در

**تعداد بذر:** نتایج نشان داد (جدول ۹) که تیمارهای اعمال شده (اسید آمینه، اسید فولویک و اثر متقابل اسید آمینه و اسید فولویک) تأثیر معنی‌داری بر تعداد بذر در بوته داشت. مقایسه میانگین تیمارها نیز گویای آن است که بیشترین تعداد بذر در بوته (۲۰۴/۶) تعداد در بوته، با مصرف ترکیبی از پنج کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و سه در هزار اسید آمینه و کمترین (۱۷۳/۳) تعداد در بوته) از شاهد به‌دست آمد (جدول ۱۲)، به‌طوری‌که تعداد بذر در بوته در تیمار پنج کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و سه در هزار اسید آمینه نسبت به شاهد ۱۷/۸ درصد افزایش یافت. همسو با این پژوهش، جهان و همکاران (Jahan et al., 2016) در بررسی‌های خود، تعداد بذر در بوته ریحان را تحت تأثیر برهم‌کنش مواد هیومیکی (نظیر اسید فولویک و اسید هیومیک)



گیاه کدو (*Cucurbita pepo* L.) شد. همچنین کائو و همکاران (Cao et al., 2010) در بررسی‌های خود نشان دادند که افزودن اسید آمینه به خاک باعث بهبود وضعیت ریزجاندارانی در خاک می‌شود که فعالیت‌شان موجب تسهیل جذب برخی عناصر غذایی و همچنین، محلول‌پاشی برگ‌ها با این کودها، کارایی میزان جذب نیتروژن توسط ریشه‌های گیاه از خاک را افزایش داده و تا حدی مانع آب‌شویی نیتروژن از خاک می‌شود و در نهایت، عملکرد گیاه از جمله تعداد دانه در گیاه را افزایش می‌دهد.

جدول ۹- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات صفات بذر گشنیز تحت تیمارهای اسید فولویک و اسید آمینه  
Table 9- Analysis of variance (mean of squares) for Seed characteristics of coriander under fulvic acid and amino acid

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی d.f	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بوته Plant yield	تعداد بذر Seed number	شاخص برداشت Harvest index	وزن هزار دانه 1000-seed weight
بلوک Block	2	150.00 <sup>ns</sup>	838500.0 <sup>ns</sup>	40.66 <sup>ns</sup>	9173.01 <sup>ns</sup>	0.97 <sup>ns</sup>
اسید فولویک (F) Fulvic acid (F)	2	81337.5 <sup>**</sup>	29478.5 <sup>**</sup>	407.16 <sup>**</sup>	433.72 <sup>**</sup>	0.75 <sup>ns</sup>
اسید آمینه (A) Amino acid (A)	1	46512.5 <sup>**</sup>	5512.5 <sup>ns</sup>	440.05 <sup>*</sup>	40.50 <sup>ns</sup>	7.43 <sup>*</sup>
F × A	2	64137.5 <sup>**</sup>	501637.5 <sup>**</sup>	249.38 <sup>*</sup>	13.16 <sup>ns</sup>	5.40 <sup>*</sup>
خطا Error	10	2865.00	45210.0	52	34.72	0.95
ضریب تغییرات C.V. (%)		6.50	11.11	3.72	12.82	14.48

ns, \*\* and \*: به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.  
ns, \*\* and \*: represent non-significant at 1 and 5% level of probability, respectively.

عملکرد بوته: نتایج آزمایش (جدول ۹) بیانگر اثر معنی‌دار اسید فولویک و همچنین برهم‌کنش اسید فولویک و اسید آمینه بر میزان عملکرد بوته بود، اما اسید آمینه تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت، نتایج مقایسه میانگین نشان داد، بیشترین عملکرد بوته (۲۰۷۵ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و کمترین میزان این صفت (۱۶۶۰ کیلوگرم در هکتار) از شاهد به دست آمد، هر چند بین تیمارهای پنج و ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک تفاوت آماری وجود ندارد (جدول ۱۰)، به طوری که تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک نسبت به شاهد میزان عملکرد را ۲۵ درصد افزایش داد. مشابه تحقیق حاضر، در پژوهشی روزبهانی و همکاران (Rozbahani et al., 2013) اثر مواد هیومیکی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه سویا را مطالعه نموده و گزارش کردند که بیشترین عملکرد بوته در مقایسه با شاهد به دست آمد. ناردی و همکاران (Nardi et al., 2002) نیز اظهار داشتند که مصرف مواد هیومیکی به دلیل وجود آهن و روی در ساختمان آن می‌تواند با تأمین این عناصر عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین ترکیبات هیومیکی سبب تداوم بافت‌های فتوسنتز کننده می‌شود و عملکرد گیاهان را افزایش می‌دهد و نیز از طریق تأثیرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ، افزایش عملکرد گیاهان را در پی دارد.

جدول ۱۰- اثرات غلظت‌های مختلف اسید فولویک بر صفات زایشی گشنیز

Table 10- Effects of fulvic acid concentrations on reproductive characteristics of coriander

اسید فولویک Fulvic acid (kg.ha <sup>-1</sup> )	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	عملکرد بوته Plant yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	تعداد بذر Seed number (per plant)	شاخص برداشت Harvest index (%)	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)
0	710.0 <sup>c*</sup>	1660.0 <sup>b</sup>	184.3 <sup>b</sup>	42.5 <sup>a</sup>	6.06 <sup>a</sup>
5	815.0 <sup>b</sup>	2002.5 <sup>a</sup>	199.0 <sup>a</sup>	44.2 <sup>a</sup>	6.82 <sup>a</sup>
10	942.5 <sup>a</sup>	2075.0 <sup>a</sup>	198.1 <sup>a</sup>	45.9 <sup>a</sup>	6.36 <sup>a</sup>

\* حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.  
\* Similar letters in each column was not significant at 5% probability level based on DMRT.

جدول ۱۱- اثرات غلظت‌های مختلف اسید آمینه بر صفات زایشی گشنیز

Table 11- Effects of amino acid concentrations on reproductive characteristics of coriander

اسید آمینه Amino acid (Per thousand)	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	عملکرد بوته Plant yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	تعداد بذر Seed number (per plant)	شاخص برداشت Harvest index (%)	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)
0	771.6 <sup>b*</sup>	1895.0 <sup>a</sup>	188.8 <sup>b</sup>	35.5 <sup>b</sup>	6.10 <sup>b</sup>
3	873.3 <sup>a</sup>	1930.0 <sup>a</sup>	198.7 <sup>a</sup>	52.9 <sup>a</sup>	7.39 <sup>a</sup>

\* حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

\* Similar letters in each column was not significant at 5% probability level based on DMRT.

۹)، بیانگر اثر معنی‌دار اسید آمینه و همچنین برهم‌کنش اسید فولویک و اسید آمینه بر وزن هزار دانه بود، اما اسید فولویک تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بیشترین میزان وزن هزار دانه (۷/۳ گرم) از تیمار سه در هزار اسید آمینه و کمترین (۶/۱ گرم) در شاهد بود، به طوری که تیمار سه در هزار اسید آمینه وزن هزار دانه را به میزان ۲۱/۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۱۱). مشابه این تحقیق، فلاحی و همکاران (Fallahi et al., 2018) در آزمایشی اعلام داشتند که کاربرد اسید آمینه باعث افزایش معنی‌دار افزایش وزن هزار دانه گیاه ریحان شده است. توماس و همکاران (Thomas et al., 2009) نیز در مطالعات خود نشان دادند که کاربرد محرک‌های زیستی از جمله اسید آمینه می‌تواند یکی از مهم‌ترین عوامل در کشت موفق یک گیاه دارویی مؤثر واقع می‌شوند که این تأثیر ناشی از اسیدهای آمینه است که با افزایش نسخه‌برداری mRNA تا میزان ۲/۵ برابر، فعال‌سازی هورمون‌های مؤثر در رشد زایشی، افزایش جذب و انتقال عناصر و افزایش میزان پروتئین در گیاهان، وزن هزار دانه را افزایش می‌دهد.

**شاخص برداشت:** نتایج ارائه شده (جدول ۹)، حاکی از تأثیر معنی‌دار اثر ساده اسید فولویک بر شاخص برداشت بود. با توجه به نتایج مقایسه میانگین، بیش‌ترین میزان شاخص برداشت با ۵۴/۳ درصد با کاربرد پنج کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و کمترین آن با ۳۷/۳ درصد مربوط به شاهد بود، که افزایش ۴۵/۵ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۱۰). نتایجی مشابه توسط خان و همکاران (Khan et al., 2012) گزارش شد، که مصرف حاکی اسید فولویک سبب افزایش شاخص برداشت نخود شد. ناردی و همکاران (Nardi et al., 2002) نیز ضمن این‌که نشان دادند که مصرف مواد هیومیک مانند اسید فولویک سبب افزایش قابل توجه در شاخص برداشت ذرت (*Zea mays* L.) شده است، بیان نمودند که افزایش شاخص برداشت با مصرف مواد هیومیک ممکن است به دلیل اثرات مثبت این ماده بر

**عملکرد دانه:** همان‌طور که نتایج تجزیه واریانس (جدول ۹)

نشان داد، اثر اسید فولویک و اسید آمینه و نیز اثر متقابل آن‌ها بر میزان عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. با توجه به نتایج مقایسه میانگین مشخص شد که بیشترین میزان عملکرد دانه با کاربرد توأم پنج کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و سه در هزار اسید آمینه (۹۸۵/۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان این صفت مربوط به شاهد (۷۲۵/۰ کیلوگرم در هکتار) بود، به طوری که تیمار پنج کیلوگرم اسید فولویک و سه در هزار اسید آمینه عملکرد دانه را به میزان ۳۵/۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۱۲). مشابه نتایج این پژوهش، یلدریم و همکاران (Yildirim et al., 2011) طی یک تحقیق مزرعه‌ای، نشان دادند که کاربرد مواد هیومیکی برای بوته‌های گوجه‌فرنگی عملکرد دانه را به طور معنی‌داری افزایش داد. گزارش ناتسان و همکاران (Natesan et al., 2007) نیز مبین آن بود که اسیدهای آلی مورد مطالعه از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، شرایط مساعدی را برای رشد مطلوب‌تر گیاه فراهم کردند، لذا افزایش دانه در شرایط کاربرد این کودها منطقی به نظر می‌رسد. همچنین این افزایش عملکرد دانه می‌تواند حاصل افزایش فتوسنتز و رهاسازی عناصر معدنی در سطح برگ و ارتقاء جذب برگ و نیز زیاد شدن فعالیت‌های هورمونی و آنتی‌اکسیدانی گیاه باشد. مای‌نی‌ای (Minaee et al., 2013) نیز نتایج همسانی از تأثیر مثبت محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر عملکرد ماش (*Vigna radiata* L.) گزارش کردند. همچنین قاضی و همکاران (Ghazi Manas et al., 2013) اظهار داشتند که اسیدهای آمینه به‌عنوان منبع تأمین نیتروژن، در تولید پروتئین گیاهی و سبزینه (کلروفیل) و در نتیجه، افزایش سطح برگ گیاه مؤثرند، در نتیجه، افزایش رشد و عملکرد بوته و دانه از محلول‌پاشی اسیدهای آمینه قابل انتظار است، که این نتایج بیان شده با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

**وزن هزار دانه:** در این پژوهش نتایج تجزیه واریانس (جدول

متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل باشد. همچنین می‌دهد که این امر سبب افزایش معنی‌دار شاخص برداشت گیاه شده است. جونز و همکاران (Jones et al., 2004) اعلام داشتند که مواد هیومیکی، دسترسی گیاه به فسفر و سایر عناصر غذایی را افزایش

جدول ۱۲- برهم‌کنش سطوح مختلف اسید فولویک و اسید آمینه بر صفات زایشی گشنیز

Table 12- Effects of fulvic acid and amino acid on reproductive characteristics of coriander

اسید فولویک Fulvic acid (kg.ha <sup>-1</sup> )	اسید آمینه Amino acid (Per thousand)	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	عملکرد بوته Plant yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	تعداد بذر Seed number (Number per plant)	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)
0	0	725.0 <sup>b*</sup>	1315.0 <sup>b</sup>	173.3 <sup>b</sup>	5.32 <sup>b</sup>
0	3	695.0 <sup>b</sup>	2005.0 <sup>a</sup>	195.3 <sup>a</sup>	8.80 <sup>a</sup>
5	0	645.0 <sup>b</sup>	2205.0 <sup>a</sup>	193.3 <sup>a</sup>	6.70 <sup>b</sup>
5	3	985.0 <sup>a</sup>	1800.0 <sup>a</sup>	204.6 <sup>a</sup>	6.93 <sup>b</sup>
10	0	945.0 <sup>a</sup>	2165.0 <sup>a</sup>	200.0 <sup>a</sup>	6.28 <sup>b</sup>
10	3	940.0 <sup>a</sup>	1985.0 <sup>a</sup>	196.3 <sup>a</sup>	6.44 <sup>b</sup>

\* حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

\* Similar letters in each column was not significant at 5% level based on DMRT.

در هزار اسید آمینه را در افزایش ویژگی‌های عملکردی و رشدی گشنیز در این آزمایش مؤثر دانست. به‌منظور تکمیل نتایج این آزمایش پیشنهاد می‌شود، سایر سطوح اسید فولویک و اسید آمینه در طی پژوهش‌های چند ساله بر عملکرد کمی و کیفی گشنیز بررسی شود.

## نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج این تحقیق حاکی از آن بود، که استفاده از اسید فولویک و اسید آمینه می‌تواند در بهبود ویژگی‌های عملکردی و رشدی گشنیز مؤثر باشد. به‌منظور صرفه‌جویی در کود مصرفی و کاهش هزینه‌ها، می‌توان پنج کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و سه

## References

- Armin, M., and Moslehi, J., 2012. Response of yield and yield components of chickpea to time and amount of humic acid. *Journal of Modern Sciences of Sustainable Agriculture* 4:1-9. (In Persian with English Summary)
- Ahmadian, A., Ghanbari, A., and Galavi, M., 1998. Consideration of the effect of cow manure on yield, yield components and quality of medicinal plant cumin. (*Cuminum cyminum* L.). 2<sup>nd</sup> Conference of Medicinal Plants, University of Tehran, Tehran, Iran. (In Persian)
- Aghavani Shajari, M., Rezvani Moghaddam, P., Ghorbani, R., and Nassiri Mahallati, M., 2014. Evaluation of the effects of organic, biological and chemical fertilizers on vegetative indices and essential oil content of coriander. *Journal of Agricultural Ecology* 6(3): 425-443. (In Persian with English Summary)
- Atiyeh, R.M., Lee, S.S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q., and Metzger, J., 2002. The influence of humic acid derived from earthworm processed organic waste on plant growth. *Bioresource Technology* 8: 7-14.
- Ayas, H., and Gulser, F., 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrie contents of spinach. *Journal of Biological Sciences* 5(6): 801-804.
- Azizi, M., Baghbani, M., Lakzyan, A., and Arooe, H., 2007. Effect of different doses of vermicompost and dilatory wash sprayed on morphological characteristics and the amount of active substance basil. *Journal of Agricultural Science and Technology* 2: 41-52. (In Persian with English Summary)
- Berti, W.R., and Jacobs, I.W., 1996. Chemistry and phytotoxicity of soil trace elements from repeated sewage sludge application. *Journal of Environmental Quality* 25: 1025-1032.
- Bhatia, I.S., and Bajaj, K.L., 1972. Tannins in black-plum (*Syzygium cumini* L.) seeds. *Biochem Journal* 128: 56-60.
- Boyerie de Sheikh, A., Mahmoudi Surstani, M., Zolfaghari, M., and Ghiasi Zamir, N., 2016. Effect of growth stimulating bacteria, fertilizer and humic acid on basal morphophysiological traits. *Knowlge Sustainable Production and Consumption* 4: 129-142. (In Persian with English Summary)

- Cao, J.X., Peng, Z.P., Huang, J.C., Yu, J.H., Li, W.N., Yang, L.X., and Lin, Z.J., 2010. Effect of foliar application of amino acid on yield and quality of flowering Chinese cabbage. *Chinese Agricultural Science Bulletin* 26: 162-165.
- Cerdna, M., Snchez Snchez, A., Oliver, M., Juarez, M., and Snchez Andreu, J.J., 2009. Effect of foliar and root applications of amino acids on iron uptake by tomato plants. *Acta Horticulturae* 830: 481-488.
- Chen, Y., Clapp, C.E., and Magen, H., 2004. Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances. The role of organo iron complexes. *Soil Science and Plant Nutrition* 50(7): 1089-1095.
- Fallahi, H.R., Aminifard, M.H., and Jorkesh, A., 2018. Effects of thiamine spraying on biochemical and morphological traits of basil plants under greenhouse conditions. *Journal of Horticulture and Postharvest Research* 1(1): 27-36.
- Fatemi, H., Ameri, A., Amini Fard, M.H., and Honey, H., 2011. Effect of humic acid on essences and vegetative properties of basil. *The First National Conference on Modern Topics in Agriculture*. Saveh, Islamic Republic of Iran Islamic Azad University, Iran. pp. 43-53. (In Persian)
- 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* 6(5): 583-588.
- Ghazi Manas, M., Banj Shafiee, S., Haj Seyed Hadi, M.R., and Darzi, M.T., 2013. Effects of vermicompost and nitrogen on quantitative and qualitative yeild of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* 29(2): 269-280. (In Persian with English Summary)
- Gulser, F., Sonmez, F., and Boysan, S., 2010. Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seedling growth under saline condition. *Journal of Environmental Biology* 31(5): 873-879.
- Haj Seyyed Hadi, M., and Dorzi Alaviyeh, Z., 2010. The effect of amino acid foliar application and application of different vermicompost means on morphological traits and chamomile flower performance. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(23): 5611-5617. (In Persian with English Summary)
- Hussein, M.E., Abou El Hassan, S., and Shahein, M.M., 2015. Effect of humic, fulvic acid and calcium foliar application on growth and yield of tomato plants. *International Journal of Biological Sciences* 7(1): 132-140.
- Hye Young, S., Kil Sun, Y., and Sang Gon, S., 2014. Effect of foliar application of fulvic acid on plant growth and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 55(6): 455-461.
- Jahan, M., Ghalaa Nawi, S., Khamoushi, A., and Amiri, M., 2015. Investigation of agro-ecological characteristics of basil under the influence of superabsorbent application of moisture, acidification and irrigation periods. *Journal of Horticultural Research* 2: 242-254. (In Persian with English Summary)
- Jalota, S., Sood, A., Vitale, J., and Srinivasan, R., 2007. Simulated crop yields response to irrigation water and economic analysis. *Journal of Agrobiology* 99(4): 1073-1084.
- Javanmardi, J., 2010. *Organic Cultivars of Vegetables*. University of Mashhad Press, Iran. 349p. (In Persian)
- Jones, C.A., Jacobsen, J.S., and Mugaas, A., 2004. Effect of humic acid phosphorus availability and spring wheat yield. *Facts Fertilizer* 32: 345-352
- Khalesro, S., and Malekian, H., 2016. Evaluation of application of vermicompost and humic acid on morphological traits, yield, amount and composition of essential oils in organic culture of Zanjan (*Trachyspermum ammi* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plant* 32(6): 968-980. (In Persian with English Summary)
- Khan, A., Guramni, A.R., Khan, M.Z., Hussain, F., Akhtar, M.E., and Khan, S., 2012. Effect of humic acid on growth, yield, nutrient composition, photosynthetic pigment and total sugar contents of peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of Chemical Society Pakistan* 6: 56-63.
- Khattab, M., Shehata, A., Abou El- Saadate, E., and Al-Hasni1, K., 2016. Effect of glycine, methionine and tryptophan on the vegetative growth, flowering and corms production of gladiolus plant. *Journal Science of Exchange* 4: 37-48.
- Kızılkaya, R., 2008. Yield response and nitrogen concentrations of springwheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecology Journal* 33: 150-156.
- Koocheki, A., 2008. *Book of New Farming*. Mashhad University Press, Mashhad, Iran. (In Persian)
- Levitt, J., 1980. *Response of plants to environmental stresses*. Academic Press, New York, USA.
- Li, K.R., Wang, H.H., Han, G., Wang, Q.J., and Fan, J., 2007. Effects of brassinolide on the survival, growth and drought resistance of robinia pseudoacacia seedlings under water- stress. *New Forests* 27: 158-161.
- 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.
- Minace, P., Haj Seyed Hadi, M.R., Darzi, M.T., and Shahsavar, A.M., 2013. Effects of nitrogen fixing bacteria and amino acids spraying on yield and yield components of mungbean (*Vigna radiata*). Annual Research in Biology 4(8): 265-269.
- Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nassiri Mahallati, M., and Lakzian, A., 2007. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Iranian Journal of Field Crops Research 7(2): 625-635. (In Persian with English Summary)
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A., 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology 34: 1527-1536.
- Najafi, M., 2016. The effect of humic acid and fulvic acid and amino acid as irrigation on quantitative and qualitative characteristics of super damens cucumber under drought stress. Masters Degree School of Agriculture, Department of Horticulture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- Natesan, R., Kandasamy, S., Thiyareshwari, S., and Boopathy, P.M., 2007. Influence of lignite humic acid on the micronutrient availability and yield of blackgram in an alfisol. The Scientific World Journal 7: 1198-1206.
- Noorzad, S., Ahmadian, A., and Danzfar, A., 2014. Effect of drought stress on yield, yield components and essential oil of coriander treated with organic and inorganic fertilizers. Journal of Crops Improvement 16(2): 289-302. (In Persian with English Summary)
- Omidbaigi, R., 2000. Approaches to the Production and Processing of Medicinal Plants. Tehran Publications, Iran. Vol. II, pp. 80-82. (In Persian)
- Osman, H.S., and Salim, B.B.M., 2016. Influence of exogenous application of some phytoprotectants on growth, yield and pod quality of snap bean under NaCl salinity. Advances in Applied Science Research 61(1): 1-13.
- Raeisi, M., Farahani, L., and Palashi, M., 2014. Changes of qualitative and quantitative properties of radish (*Raphanus sativus* L.) under foliar spraying through amino acid. International Journal of Biological Macromolecules 4(1): 463-46.
- Rezvani Moghaddam, P., Aminghafori, A., Bakhshaie, S., and Jafari, L., 2013. The effect of organic and biofertilizers on some quantitative characteristics and essential oil content of summer savory (*Satureja hortensis* L.). Journal of Agroecology 5(2): 105-112. (In Persian with English Summary)
- Rozbahani, A., Ghorbani, P., Mirzaie, M., and Aroijnia, S., 2013. Study of the effect of humic acid and fluvic acid on yield and yield components of barley. Journal of Plant Molecular Breeding 9(2): 25-33. (In Persian with English Summary)
- Saburi, M., Haj Seyed Hadi, M.R., and Darzi, M.T., 2014. Effects of amino acids and nitrogen fixing bacteria on quantitative yield and essential oil content of basil (*Ocimum basilicum*). Journal of Agriculture and Rural Development 3(8): 265-268. (In Persian with English Summary)
- Samavat, S., and Malakooti, M., 2005. The necessity of using organic acids to increase the quality and quantity of agricultural products. Technical Journal 463: 1-15. (In Persian with English Summary)
- Salehi, B., Bagherzadeh, A.S., and Ghasemi, M., 2010. Effect of humic acid on growth, yield and yield components of three tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* L.). Journal of Global Agriculture and Ecology 2(4): 640-647. (In Persian with English Summary)
- Saikia, P., Devdutt Chaturvedi, D., Goswami, A., and Rao, P., 2010. Artemisinin and its derivatives: a novel class of anti-malarial and anti-cancer agents. Chemical Society Reviews 26: 15-24.
- Schnitzer, M., 1977. Recent undings of the characterization of humic substances extracted from soils from widely diuering climatic zones. Northeast Organic Farming Association 34: 117-131.
- Sohrabi Renani, M., 2013. Effect of organic, biological and chemical fertilizer on yield, grain yield comonents and oil content of black currant (*Nigella sativa* L.). Masters Degree School of Agriculture, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- Sokhangoy, S.H., Ansari, K.H., and Eradatmand, D., 2012. Effect of biofertilizers on performance of dill (*Anethum graveolens* L.). Iranian Journal of Plant Physiology 4(2): 547-552. (In Persian with English Summary)
- Stephen, O.D., 2005. Taking stock of herbicide-resistant crops ten years after introduction. Pest Management Science 61: 211-218.
- Tahir, M.M., Khurshid, M., Khan, M.Z., Abbasi, M.K., and Kazmi, H.M., 2011. Lignitederived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. Pedosphere 21: 124-131.

- Thamei Zarandi, M., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M., 2010. Comparison of the effect of organic and chemical fertilizer on yield of essential oil of basil herb (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agroecology* 2(1): 70-82. (In Persian with English Summary)
- Thomas, J., Mandal, A.K.A., Kumar, R., and Chordia, A., 2009. Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of Tea (*Camellia* sp.). *International Journal of Agricultural Research* 4: 228–236.
- Yassen, A.A., Mazher, A.A.M., and Zaghloul, S.M., 2013. Response of anis plants to nitrogen fertilizers and foliar spray of tryptophan under agricultural drainage water. *Science Journal* 3(9): 120-127.
- Younesian, A., 2011. Review of nutritional management in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) cultures. M.Sc. Thesis, Faculty of Agro-Agnostics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- Yildirim, E.M., and Unay, A., 2011. Effects of different fertilizations on *Liriomyza trifolii* in tomato. *African Journal of Agricultural Research* 6(17): 4104-4107.



## The Effect of Fulvic Acid and Amino Acid Application on Physiological Characteristics, Growth and Yield of Coriander (*Coriandrum sativum* L.) as a Medicinal Plant

M.H. Aminifard<sup>1\*</sup>, M. Gholami<sup>2</sup>, H. Bayat<sup>3</sup> and F. Moradi Nezhad<sup>1</sup>

Submitted: 09-08-2018

Accepted: 26-11-2018

Aminifard, M.H., Gholami, M., Bayat, H., and Moradi Nezhad, F. 2020. Effect of fulvic acid and amino acid application on physiological characteristics, growth and yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.) as a medicinal plant. Journal of Agroecology 12(3):373-388.

### Introduction

Medicinal plants are one of the main natural resources of Iran from ancient times. Coriander medicinal plant is one of the most valuable resources in the vast range of Iranian natural resources which, if properly managed, can play an important role in non-oil production and export. Management and environmental factors such as nutritional management has a significant impact on the quantity and quality of plants. Application of organic fertilizers in conventional farming systems is not common and most of the need for food plants supply through chemical fertilizers for short period. The use of bio-fertilizers and organic matter are taken into consideration to reduce the use of chemical fertilizers and increase the quality of most crops. The use of organic and biological fertilizers in the production of medicinal plants in a sustainable agricultural system is important in order to achieve product quality environmental protection and community health. Stability and soil fertility through the use of organic fertilizers are important due to having most of the elements required by plants and beneficial effects on physical, chemical, biological and soil fertility. Therefore, the purpose of this study was to evaluate the effects of different levels of amino acid and fulvic acid on vegetative, reproduction characteristics and yield of coriander.

### Materials and Methods

In this study, the effects of applications of fulvic acid and amino acid on yield and growth characteristics of coriander were evaluated under field conditions. Treatments were two levels of amino acid (0 and 3 per thousand) and three levels of fulvic acid (0, 5 and 10 kg.ha<sup>-1</sup>). The experiment was designed as factorial arrangement based on randomized complete block design with three replications at the Research station of Faculty of Agriculture University of Birjand during growing season of 2017. The measured indices including vegetative characteristics (height plant, branches number, plant weight, leaf weight, leaf number) and reproductive characteristics (grain yield, 1000- seed weight, seed number, yield biological and harvest index). Finally, the experimental data were statistically analyzed using SAS ver. 9.2 and means were separated Duncan's multiple test at 5% probability level of probability.

### Results and Discussion

The results showed that fulvic acid had a significant effect on vegetative characteristics (height plant, fresh and dry weight of plant, branches number, leaf number and leaf dry weight), so that the highest fresh and dry weight (49.9 and 7.3 g, respectively) were obtained with application of 10 kg.ha<sup>-1</sup> of fulvic acid. Also, the results showed a significant effect of fulvic acid on reproductive characteristics (seed yield, biological yield, harvest index and seed number), so that the highest seed yield (942.5 kg.ha<sup>-1</sup>) was obtained at 10 kg.ha<sup>-1</sup> fulvic acid, and the lowest of seed yield was observed (710.0 kg.ha<sup>-1</sup>) in the control treatment. Amino acid also affected

1- Associate Professor, Department of Horticultural Science and Special Plants Regional Research Centre, College of Agriculture, University of Birjand, Iran.

2- Masters student Horticultural Science (Medicinal Plants), College of Agriculture, University of Birjand, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Horticultural Science and Special Plants Regional Research Center, College of Agriculture, University of Birjand, Iran.

(\* - Corresponding Author Email: mh.aminfard@birjand.ac.ir)

Doi:10.22067/jag.v12i3.74672

vegetative characteristics (leaf number and leaf weight), and reproductive characteristics (grain yield, seed number and 1000- seed weight), so that the highest number of leaf (27.0 per plant) and grain yield ( $873.3 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) were obtained with the application of 3 per thousand amino acids. Interaction effects showed that different levels of fulvic acid and amino acids had a significant effect on reproductive performance (grain yield, biological yield, seed number and 1000-seed weight). The highest grain yield and seed number ( $985.0 \text{ kg.ha}^{-1}$  and 204.6 per plant, respectively) were obtained at  $5 \text{ kg.ha}^{-1}$  fulvic acid and 3 per thousand amino acid.

#### **Conclusion**

The results of this study showed that fulvic acid and amino acid had significant effect on yield and growth characteristics of coriander. Thus, results showed that fulvic acid ( $5 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) and amino acids (3 per thousand) had strong impact on yield and growth characteristics of coriander under field conditions.

**Keywords:** Biological yield, Growth, Harvest index, Seed number.