Arch

فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، شماره پیاپی ۲۵، سال هفتم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸

بررسی تاثیر کودهای اسید فولویک و اسید آمینه بر ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه دارویی *Coriandrum sativum* L.

محمدحسین امینی‌فرد[۱]*، مژگان غلامی[۲]، حسن بیات[۱]، فرید مرادی‌نژاد[۳]

[۱]استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

[۲]کارشناس‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

[۳]دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۲۸

چکیده

مصرف نهاده های شیمیایی در کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی، افت کیفیت محصولات و کاهش حاصلخیزی خاک گردیده است. کشاورزی پایدار بر پایه استفاده از کودهای بیولوژیک و آلی یک راه حل مناسب در جهت رفع این مشکلات به شمار می رود. گشنیز یکی از گیاهان دارویی مهم ایران است است که که نقش مهمی در صادرات غیرنفتی دارد. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر کودهای اسیدفولویک و اسیدآمینه بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی و صفات بیوشیمیایی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال زراعی ۹۶ اجرا شد. فاکتورها شامل اسید فولویک بصورت مصرف خاکی در سه سطح (صفر، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار) و اسید آمینه بصورت محلول‌پاشی در دو سطح (۰ و ۳ در هزار) با سه تکرار بودند. بعد از اعمال تیمارها ، نمونه گیاهان در مرحله گلدهی برداشت گردید و از نظر صفات بیوشیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفت . فعالیت آنتی اکسیدانی به روش DPPH، میزان فنل کل به روش فولین سیکالتو، میزان آنتوسیانین کل به روش pH افتراقی، میزان کربوهیدرات کل به روش آنترون و رنگیزه‌های فتوسنتزی به روش آرنون اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که اسید فولویک تاثیر معنی‌داری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان فنل، فلاونوئید، آنتوسیانین، کربوهیدرات ورنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید) برگ گیاه داشت، به‌طوریکه بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی برگ گیاه (۷۷/۹ درصد) با کاربرد ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و کمترین میزان آن (۶۵/۱ درصد) از تیمار شاهد بدست آمد. اسید آمینه نیز بر میزان آنتوسیانین، فلاونوئید، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و کلروفیل a و کلروفیل کل گیاه تاثیرگذار بود و ملاحظه شد که بیشترین میزان فلاونوئید از تیمار سه درهزار اسیدآمینه (۸/۱۳ میلی‌گرم برگرم) بدست آمد. اثرات متقابل اسید فولویک و اسید آمینه نیز بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان آنتوسیانین، فلاونوئید، کلروفیل a و کلروفیل کل گیاه تاثیر معنی داری داشت، به‌طوریکه بیشترین میزان آنتوسیانین (۱/۸۴ میلی‌گرم برگرم) از تیمار ۵ کیلوگرم اسید فولویک و اسید آمینه ۳ در هزار و کمترین میزان آنتوسیانین (۰/۸۷ میلی‌گرم برگرم) از تیمار شاهد بدست آمد. به‌طورکلی، نتایج بیانگر تاثیر مثبت اسید فولویک و اسید آمینه بر صفات بیوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه دارویی گشنیز بود.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، اسیدآمینه، اسیدفولیک، گشنیز، متابولیت‌های ثانویه.

*نویسنده مسئول: mh.aminifard@birjand.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گیاهان دارویی یکی از منابع غنی کشور هستند، که امکان صادرات آن‌ها نیز وجود دارد. ایران ازنظر آب‌وهوا در زمینه رشد گیاهان دارویی یکی از بهترین مناطق جهان محسوب می‌شود (Sedghaslami et al., 2010). گشنیز با نام علمی (*Coriandrum sativum* L.)، گیاهی علفی، یکساله و از خانواده چتریان است (Mhemdi et al., 2011)، که به‌دلیل غنی بودن آن از انواع کاروتنوئیدها، ترکیبات فنلی و گلیکولیپیدها به‌عنوان گیاهی دارویی و مهم معرفی شده است (Ghahreman, 1994). گزارش‌ها حاکی از این است که تمام اندام‌های این گیاه از جمله: دانه، برگ، ساقه و ریشه آن کاربردهای دارویی، خوراکی و آرایشی دارد (Gurrea et al., 2005). گزارش شده است که گشنیز دارای اثرات درمانی نظیر کاهش قند خون (Eidi et al., 2012)، کاهش چربی خون (Sunil et al., 2012) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی زیاد می‌باشد. ارزان بودن کودهای شیمیایی و سهولت تهیه و به کارگیری آنها در کشاورزی رایج، که هدف اصلی آن به حداکثر رساندن توان تولید و درآمد بدون توجه به جنبه‌های زیست‌محیطی است، موجب شده تا حفظ حاصلخیزی و افزایش باروری خاک در درازمدت و فرآیندهای کنترل‌کننده آن به فراموشی سپرده شود. همچنین در سال های اخیر افزایش مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی، موجب معضلات زیست محیطی، از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاکها گردیده است (Sharma, 2002). پایداری، حاصلخیزی خاک و سلامت محیط زیست در سیستم‌های کشاورزی متداول همواره موضوع بحث بوده و محققان مهم‌ترین روش‌های چیرگی براین مشکل را رو آوردن به کشاورزی پایدار و مصرف کودهای آلی و زیستی به عنوان یکی از راهکارهای کاهش نهاده‌های شیمیایی اعلام می‌کنند (Salehi et al., 2014). از مهم‌ترین مسائل مؤثر بر سلامت محیط زیست و پایداری تولید غذا، کاربرد کودهای آلی به جای کودهای شیمیایی می‌باشد. در بین کودهای سازگار با طبیعت، اسید فولویک به عنوان یک اسید آلی بدون اثرات مخرب زیست محیطی باعث بهبود ساختار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و به‌دلیل دارا بودن ترکیبات هورمونی، اثرات مثبت قابل ملاحظه‌ای بر شاخص‌های کمی و کیفی محصولات کشاورزی دارد، همچنین اسید فولویک با وزن مولکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ دالتون به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس‌های پایدار و نامحلول و کمپلکس های محلول با عناصر میکرو می گردد. همچنین اسید فولویک با کلات کردن عناصر ضروری سبب افزایش جذب عناصر شده و باروری خاک و تولید در گیاهان را افزایش می‌دهد (Sabzevari et al., 2010). تور و همکاران (Toor et al., 2006) اظهار داشتند که به خاطر استفاده از کودهای آلی، میزان قند و کربن در گیاه افزایش می‌یابد. همچنین گزارش شده که اسید فولویک مانند جیبرلین، آلفاآمیلاز و دیگر آنزیم‌های هیدرولیز کننده را تحریک می‌کند و در افزایش کربوهیدرات و سطوح آنتوسیانین اثر دارد (Remon et al., 2000).

یکی دیگر از کودهای آلی، اسیدآمینه‌ها می باشند. آمینه اسید فرم ارگانیک نیتروژن است و محصولات با پایه آمینه اسید در دهه گذشته به وسیله پرورش‌دهندگان استفاده شده است و باعث بهبود عملکرد و رشد گیاهان مختلف گردیده است. گزارش شده است که افزودن این کودها به خاک باعث بهبود وضعیت میکروارگانیزم‌هایی در خاک می‌شود که فعالیتشان موجب تسهیل جذب برخی عناصر غذایی و در

www.SID.ir

Archive of SID

نهایت افزایش رشد و بهبود عملکرد گیاه می شود. همچنین محلولپاشی برگی با این کودها، کارآیی میزان جذب نیتروژن توسط ریشه های گیاه از خاک را افزایش داده و تا حدی مانع آبشویی نیتروژن از خاک می‌شود (Liu et al., 2007). به‌طور کلی اسیدهای آمینه موادی هستند که باعث تحریک سوخت و ساز (متابولیسم) و فرآیندهای سوخت و سازی متابولیکی در جهت افزایش کارایی گیاهان می‌شوند (Faten et al., 2010). بسیاری از محقیقین افزایش کلروفیل کل را در برگ گیاه شیرین بیان (Soltani et al., 2017) را در نتیجه استفاده از اسیدهای آمینه گزارش کردند. نتایج مطالعات دیگری نشان داد که کاربرد اسید آمینه مقدار محتوای فنل در آویشن را افزایش داد (Reda et al., 2005). لذا با توجه به اهمیت گیاه گشنیز و مصارف آن در صنایع غذایی و دارویی و همچنین با توجه به اینکه تاکنون گزارشی درخصوص اثر متقابل کود اسیدفولویک و اسید آمینه بر متابولیت‌های ثانویه و خصوصیات بیوشیمایی گشنیز نشده است، لذا هدف از اجرای این طرح بررسی کاربرد همزمان کودهای آلی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی و صفات بیوشیمیایی گیاه دارویی گشنیز در جهت تولید پایدار و افزایش کیفیت این گیاه مهم دارویی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹٦ به صورت 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 سانتی متری نمونه برداری مرکب شد (جدول ۱). تیمارهای آزمایشی به صورت ترکیبی از سه سطح اسید فولویک (صفر، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار) و دو سطح اسید آمینه (۰ و ۳ در هزار) تعیین شدند. به‌منظور انجام آزمایش، پس از عملیات شخم، دیسک و مسطح کردن خاک اقدام به کرت بندی زمین نموده وکرت‌هایی به ابعاد ۲ × ۲ متر ایجاد گردید، فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها از یکدیگر به ترتیب ۱ و ۲ متر (با احتساب جوی‌های آبیاری) در نظر گرفته شد. کشت به صورت خطی در ۵ اردیبهشت سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. هر کرت دارای ۸ ردیف کاشت که فاصله کاشت بین ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها ۱۰ سانتی‌متر و در عمق کاشت ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری اول همزمان با کاشت (۵ اردیبهشت ۱۳۹۵به‌صورت سطحی) و آبیاری دوم، ۵ 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 درصد پتاسیم اکسید، ساخت شرکت Assist- آمریکا) همراه با آب آبیاری به خاک در مرحله ٦ برگی به گیاه داده شد. کود آمینواسید مورد استفاده در این پژوهش با نام تجاری تکامین مکس، بصورت مایع (حاوی ١٤ درصد اسیدآمینه، ۱۲ درصد اسیدآمینه ایزومر، ٦۰ درصد ماده آلی و هفت درصد نیتروژن) بود. محلول‌پاشی کود اسیدآمینه بر اساس سطوح مختلف از مرحله ٦ برگی تا مرحله گلدهی طی سه نوبت به فاصله ١٤روز اعمال گردید. در طی دوره رشد گیاه، آبیاری به طور مرتب هر پنج روز انجام شد. همچنین وجین علف‌های هرز و سله‌شکنی در چند مرحله انجام گردید. بعد از اعمال تیمارها و پس از ورود گیاهان به مرحله گلدهی، از هر کرت ۱۰ بوته با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای به طور تصادفی انتخاب شده و سپس ریز نمونه‌هایی از برگ‌های بوته، به‌طور تصادفی تهیه و صفات شامل فعالیت آنتی

www.SID.ir

Archive of SID

اکسیدانی گیاه، میزان فنل کل، میزان فلاونوییدها، میزان آنتوسیانین‌ها، میزان قند کل و رنگیزه‌های فتوسنتز شامل کلروفیل a، b، کلروفیل کل و میزان کارتنوییدهای برگ‌های گیاه دارویی گشنیز اندازه‌گیری شدند. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن کل (درصد)	مواد آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی زمینس بر متر)	شاخص واکنش	بافت
۴۰	۲۲۰	۰/۰۶	۰/۶۸	۲/۳	۷/۷	لومی Loam

روش تهیه عصاره گیاهی: ابتدا ۱ گرم از بافت تازهٔ برگی به همراه ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۹۵ ٪ در داخل‌هاون چینی کوبیده و له شد. قسمت بالای محلول حاصله، جدا گشته و سپس محلول به‌دست آمده، در دستگاه سانتریفیوژ به‌مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰ قرار گرفت و بعد، فاز مایع رویی (قسمت روشناور) برداشته شده و به‌عنوان عصاره گیاهی استفاده گردید. عصارهٔ به‌دست آمده تا زمان اندازه‌گیری صفات بیوشیمایی در داخل یخچال (٤ درجهٔ سانتی‌گراد) نگهداری شد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ: جهت تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل برگ گشنیز از روش اندازه‌گیری کاهش ظرفیت رادیکالی و با کمک ۲،۲- دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده گردید (Turkmen et al., 2005). DPPH ترکیبی است بنفش رنگ که به‌دلیل حضور گروه‌های فنیل در ساختارش به راحتی به صورت رادیکال در آمده و در واقع منبع رادیکال آزاد می‌باشد. این ترکیب با گرفتن یک الکترون از ترکیب آنتی اکسیدان، از رنگ بنفش به زرد تغییر رنگ می‌دهد. رادیکالهای آزاد موجود در DPPH در ۵۱۷ نانومتر جذب دارند که از قانون بیر لامبرت پیروی می‌کنند و کاهش جذب آن با میزان ماده آنتی اکسیدان رابطه خطی دارد. هر چه بر مقدار ماده آنتی‌اکسیدان افزوده شود، DPPH بیشتری مصرف شده و رنگ بنفش بیشتر به سمت زرد میل می‌کند (Haghirossadat et al., 2010). لذا برای این منظور ۲ میلی‌لیتر از محلول اتانولی ۰/۱۵ میلی مولار DPPH به لوله آزمایش حاوی ۱ میلی لیتر عصاره برگ گشنیز اضافه شد. سپس مخلوط حاصل به‌مدت ۳۰ ثانیه با دستگاه ورتکس مخلوط شد، بعد محلول به مدت ۲۰ دقیقه در تاریکی و در دمای اتاق تثبیت گردید. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر مدل (UNICO,2000,Germany) خوانده شد. سپس فعالیت آنتی اکسیدانی از رابطه شماره ۱ محاسبه گردید.

رابطه ۱ :

فعالیت آنتی‌اکسیدانی = ۱ − (جذب قرائت شده/ جذب نمونه شاهد)*۱۰۰

ارزیابی میزان فنل کل برگ: عموماً برای اندازه‌گیری مقدار کل ترکیبات فنولی گیاه از روش Follin-Ciocalteu (فولین سیکالتو) استفاده می‌شود (Haghirossadat et al., 2010). در این روش، مقدار کل ترکیبات فنلی براساس یک ترکیب فنلی انتخاب شده، بیان می گردد و در اغلب مواقع این ترکیب اسیدگالیک است. معرف فولین در حضور ترکیبات فنولیک در محلول قلیایی احیا و رنگ آبی تولید می‌کند که شدت جذب آن در طول موج ۷٦۰ نانومتر بیانگر مقدار کل ترکیبات فنلی است (Rouhani et al., 2015). لذا جهت اندازه‌گیری ترکیبات کل فنولی برگ گشنیز از این روش استفاده شد. بدین منظور، ۰/۵

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌لیتر از معرف فولین سیکالتو به ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره برگ گشنیز و استانداردهای گالیگ اسید اضافه و سپس به محلول حاصل ٤ میلی‌لیتر سدیم کربنات یک مولار اضافه شد. پس از ۱۵ دقیقه نگهداری در دمای محیط، جذب نمونه‌ها در طول موج ۷٦۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر خوانده شد (Chuah et al., 2008). سپس مقدار کل ترکیبات فنولی نمونه‌ها با استفاده از منحنی استاندارد گالیک اسید محاسبه شد پس از رسم منحنی کالیبراسیون گالیک اسید، معادله خطی منحنی به‌دست می‌آید که با قراردادن مقادیر جذب به‌دست آمده از نمونه‌ها در این معادله، غلظت معادل گالیک اسید از نمونه برگ به‌دست آمد و در نهایت غلظت بر حسب میلی گرم گالیک اسید بر گرم عصاره برگ گزارش شد.

ارزیابی میزان آنتوسیانین کل: اندازه‌گیری آنتوسیانین برگ گشنیز به روش pH افتراقی انجام گرفت. برای این منظور از دو بافر شامل پتاسیم کلرید و کلریدریک اسید با pH =۱ و سدیم استات و کلریدریک اسید با pH = ٤/٥ استفاده شد و سپس در دو طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر میزان جذب برای هر دو بافر قرائت شد میزان آنتوسیانین از رابطه شماره ۲ محاسبه گردید (Wrosotad, 1976).

رابطه ۲

$$A = (Amax - A700nm)pH1 - (Amax - A700)\ pH4.5$$

$$\text{آنتوسیانین کل}\ \frac{mg}{L} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\varepsilon \times d}$$

A_{max} = جذب در طول موج ۵۱۰.

DF = درجه رقت (۱۰). ε = ۱۵٦۰۰.

M_W = وزن مولکولی پلارگونیدین ۳- گلیکوزاید: ٤۳۳/۳۹ گرم بر مول.

ارزیابی میزان فلاونوئید کل: میزان فلاونوئید کل با استفاده از معرف آلومینیوم کلرید انجام گرفت (Yoo et al., 2008). به این‌ترتیب که به ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره متانولی، ۰/۱ میلی‌لیتر از کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد افزوده سپس۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم ۱ میلی‌مولار افزوده و در پایان ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. بعد از گذشت مدت زمان ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه، جذب آنها در ٤۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان فلاونوئید از روی منحنی استاندارد کوئرستین تعیین بر حسب میلی‌گرم در گرم عصاره بیان شد.

اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات (قند کل): جهت اندازه‌گیری قند کل برگ گشنیز از روش آنترون استفاده شد و میزان جذب نور هر یک از نمونه‌ها در طول موج ٦۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Mocreadye et al., 1950).

نتیجه‌گیری

فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه: با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، اسید فولویک و اسید آمینه و همچنین اثر متقابل این دو تیمار اثر معنی‌داری بر میزان آنتی اکسیدان **گیاه** داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد، که با مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و ۳ در هزار اسید آمینه میزان آنتی‌اکسیدان گیاه به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). ملاحظه شد که بیشترین مقدار آن (۸٤/٤ درصد) مربوط به تیمار۱۰ کیلوگرم اسیدفولویک و ۳ در هزار اسیدآمینه و کمترین آن (۵۹/۷ درصد) مربوط به تیمار شاهد بود، به‌طوری‌که تیمار۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و ۳ در هزار اسید آمینه ٤۱/۳ درصد نسبت به شاهد افزایش را نشان داد (جدول ۸).

میزان فنل: نتایج آزمایش، بیانگر اثر معنی‌دار اسید فولویک بود، گرچه اسید آمینه و اثر متقابل تیمارها تاثیر معنی‌داری بر میزان فنل نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین این صفت نشان داد که، با مصرف ۱۰

www.SID.ir

Archive of SID

کیلوگرم در هکتار اسید فولویک میـــزان فنـل به‌طـــور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طوری‌که بیشترین مقدار فنل (۳۱/۱۲ میلی‌گرم بر گرم) در اثر کاربرد ۱۰ کیلـوگرم در هکتار اسید فولویک بدست آمد (جدول ۳).

جدول ۲: تجزیه واریانس خصوصیات صفات بیوشیمیایی گشنیز تحت تیمارهای اسید فولویک و اسید آمینه.

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	فعالیت آنتی اکسیدانی	فنل کل	فلاونویید کل	آنتوسیانین کل	قند
بلوک	2	31.23ns	0.00002ns	0.0011ns	0.023ns	0.238ns
اسید فولویک	2	313.24**	0.0012**	0.031**	0.601**	2.09**
اسید آمینه	1	254.70**	0.00005ns	0.050**	0.144ns	0.731ns
اثر متقابل تیمار	2	89.59*	0.00003ns	0.021**	0.33**	0.009ns
خطا	10	16.31	0.00010	0.002	0.035	0.23
ضریب تغییرات		5.49	0.032	0.56	11.82	16.28

ns، ** و * به‌ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.

میزان آنتوسیانین: نتایج آزمایش نشـان داد، اثـر سـاده اسید فولویک و اثر متقابل اسید فولویک و اسید آمینـه بر میـزان آنتوسـیانین معنـی‌دار بـود، امـا اسـید آمینـه نتوانست این صفت را تحـت تـاثیر خـود قـرار دهـد (جدول ۲). مقایسه میانگین ایـــن صـفت نشـــان داد که، بیشترین میزان آنتوسیانین (۱/۸۱ میلی‌گرم برگـرم) از تیمار ۱۰ کیلوگرم اسید فولویـک و کمتـرین میـزان آنتوسیانین (۱/۲۳ میلـی‌گـرم برگـرم) از تیمـار شـاهد بدست آمد، هرچند بـین تیمارهـای ۵ و ۱۰ کیلـوگرم اسـید فولویـک تفـاوت آمـاری وجـــود نـــداشت (جـدول ۳)، همچنـین اثـر متقابـل اسـید فولویـک و اسـیدامینه نشـان داد کـه، بـالاترین میـزان آنتوسـیانین (۱/۸٤ میلی‌گرم برگرم) از تیمار ۵ کیلوگرم در هکتـار اسید فولویک و ۳ در هزار اسید آمینه و کمترین میزان این صفت (۰/۸۷ میلی‌گرم بـر گـرم) از تیمـار شـاهد بدست آمد، (جدول ۸).

جدول ۳: اثرات غلظت‌های مختلف اسید فولویک بر صفات بیوشیمیایی گشنیز.

اسید فولویک (کیلوگرم در هکتار)	فعالیت آنتی اکسیدانی (درصد)	فنل کل (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	فلاونویید کل (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	آنتوسیانین کل (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	قند (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)
0	65.15b	31.06c	8.000b	1.23b	2.26b
5	77.39a	31.10b	8.127a	1.75a	3.32a
10	77.92a	31.12a	8.128a	1.81a	3.25a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

جدول ٤: اثرات غلظت‌های مختلف اسید آمینه بر صفات بیوشیمیایی گشنیز.

اسید آمینه (در هزار)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)	فنل کل (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	فلاونویید کل (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	آنتوسیانین کل (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	قند (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)
0	69.72b	31.105a	8.03b	1.51b	2.74a
3	77.25a	31.109a	8.13a	1.69a	3.14a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

میزان فلاونوئید: نتایج تجزیه واریانس بیانگر اثر معنی‌دار اسید فولویک و اسید آمینه و اثر متقابل این دو تیمار بر میزان فلاونوئید بود (جدول ۲). با توجه به نتایج مقایسه میانگین مشخص می‌شود که با مصرف ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و ۳ در هزاراسید آمینه میزان فلاونویید به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. مشاهده شد که، بیشترین میزان فلاونوئید(۸/۲۱ میلی گرم برگرم) به‌صورت مشترک از تیمار۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسیدفولویک و ۳ در هزار اسید آمینه و به‌دست آمد (جدول ۸).

میزان کربوهیدرات (قند): نتایج به دست آمده، حاکی از تاثیر معنی‌دار اسید فولویک بر میزان کربوهیدرات گشنیز بود (جدول ۲). ملاحظه شد که بیشترین میزان قند (۳/۳۲ میلی‌گرم برگرم) در نتیجه اعمال سطح ۵ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و کمترین (۲/۲٦ میلی‌گرم بر گرم) از تیمار شاهد به‌دست آمد، هرچند از لحاظ آماری بین تیمار ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۳). ملاحظه شد که، میزان قند در تیمار ۵ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک نسبت به شاهد ٤٦ درصد افزایش یافت (جدول ۳).

جدول ۵: تجزیه واریانس خصوصیات صفات بیوشیمیایی گشنیز تحت تیمارهای اسید فولویک و اسید آمینه.

منابع تغییرات	کلروفیلa	کلرفیلb	کلروفیل ک	کارتنویید	عملکرد دان	عملکرد بوته
بلوک	0.492ns	0.233ns	0.090ns	0.088ns	150.00ns	838500.0ns
اسید فولویک	0.309ns	5.02**	4.42**	1.82**	81337.5**	29478.5**
اسید آمینه	2.42*	0.56ns	5.32*	0.29ns	46512.5**	5512.5ns
اثر متقابل تیمار	6.32**	0.23ns	8.23**	0.11ns	64137.5**	501637.5**
خطا	0.249	0.29	0.55	0.067	2865.00	45210.0
ضریب تغییرات	7.86	9.83	6.24	8.96	6.50	11.11

ns، ** و * به‌ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.

جدول ٦: اثرات غلظت‌های مختلف اسید فولویک بر صفات بیوشیمیایی گشنیز.

اسید فولویک (کیلوگرم در هکتار)	کلروفیلa (میلی گرم بر گرم بافت تر)	کلرفیلb (میلی گرم بر گرم بافت تر)	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم بافت تر)	کارتنویید (میلی گرم بر گرم بافت تر)	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	عملکرد بوته (کیلو گرم در هکتار)
0	6.41a	4.49b	10.90b	2.34c	710.0c	1660.0b
5	6.08a	6.15a	12.24a	3.44a	815.0b	2002.5a
10	6.52a	5.98a	12.50a	2.91b	942.5a	2075.0a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

جدول ۷: اثرات غلظت‌های مختلف اسید آمینه بر صفات بیوشیمیایی گشنیز.

اسید آمینه (در هزار)	کلروفیلa (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	کلرفیل b (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	کارتنویید (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بوته (کیلوگرم در هکتار)
0	5.97b	5.36a	11.34b	2.77a	771.6b	1895.0a
3	6.71a	5.72a	12.43a	3.03a	873.3a	1930.0a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

رنگیزه‌های فتوسنتزی: نتایج آزمایش بیانگر تاثیر معنی دار اثر ساده اسید آمینه بر روی کلروفیل a و کلروفیل کل بود (جدول ۵)، به طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل a (۶/۷۱ میلی‌گرم بر گرم) و کلروفیل کل (۱۲/۴۳ میلی‌گرم بر گرم) از تیمار ۳ در هزار اسید آمینه و کمترین میزان این صفات (به‌ترتیب، ۵/۹۷ میلی‌گرم بر گرم و ۱۱/۳۴ میلی‌گرم بر گرم) از تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۷)، همچنین مشاهده شد که اثر ساده اسید فولویک برروی کلروفیل b و کارتنوئید اثر معنی‌داری داشت (جدول ۵)، بطوری‌که ملاحظه شد بیشترین میزان کلروفیل b (۶/۱۵ میلی‌گرم بر گرم) و میزان کارتنوئید (۳/۴۴ میلی‌گرم بر گرم) از تیمار ۵ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و کمترین میزان کلروفیل b و کارتنوئید (به‌ترتیب، ۴/۴۹ میلی‌گرم بر گرم و ۲/۳۴ میلی‌گرم بر گرم) از تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۶). اثر متقابل تیمارها نیز اثر معنی‌داری بر کلروفیل a و کلروفیل کل داشت (جدول ۵)، بطوری‌که بالاترین میزان کلروفیل a و کل (۸ میلی‌گرم بر گرم و ۱۴/۲۴ میلی‌گرم بر گرم) از تیمار ۱۰ کیلوگرم اسید فولویک و ۳ در هزار اسید آمینه بدست آمد (جدول ۸).

جدول ۸: بر همکنش سطوح مختلف اسید فولویک و اسید آمینه بر صفات بیوشیمیایی گشنیز.

کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم بافت تر)	کلروفیلa (میلی گرم بر گرم بافت تر)	عملکرد بوته (کیلو گرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	فلاونویید (میلی گرم بر گرم بافت تر)	آنتوسیانین (میلی گرم بر گرم بافت تر)	فعالیت آنتی اکسیدانی (درصد)	اسید آمینه (در هزار)	اسید فولویک (کیلوگرم در هکتار)
10.41c	6.23bc	1315.0b	725.0b	8.01b	0.87b	59.71c	0	0
11.40c	6.59b	2005.0a	695.0b	7.98b	1.59a	70.53b	3	0
12.84b	6.64b	2205.0a	645.0b	8.04b	1.66a	78.04ab	0	5
11.64bc	5.53cd	1800.0a	985.0a	8.21a	1.84a	76.74b	3	5
10.76c	5.05d	2165.0a	945.0a	8.03b	1.81a	71.37b	0	10
14.24a	8.00a	1985.0a	940.0a	8.21a	1.81a	84.47a	3	10

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

عملکرد بوته: نتایج آزمایش، بیانگر تاثیر معنی‌دار اسید فولویک و همچنین برهمکنش اسید فولویک و اسید آمینه بر میزان عملکرد بوته بود، اما اسید آمینه تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین نشان داد، بیشترین عملکرد بوته (۲۰۷۵/۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و کمترین میزان این صفت (۱۶۶۰/۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار شاهد بدست آمد، هر چند بین تیمار ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک تفاوت آماری وجود نداشت (جدول ۶)، به‌طوری‌که تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک نسبت به تیمار شاهد ۲۵ درصد افزایش عملکرد را از خود نشان داد.

عملکرد دانه: همانطور که نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر اسید فولویک و اسید آمینه و نیز اثر متقابل آنها بر میزان عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۵). با توجه به نتایج مقایسه میانگین مشخص می‌شود کاربرد اسید فولویک، اسید آمینه و اثر متقابل آنها باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد گردید (جدول ۶ و ۷). ملاحظه شد

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین میزان عملکرد دانه ۹۸۵/۰ کیلوگرم در هکتار با کاربرد توام ۵ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک و ۳ در هزار اسید آمینه و کمترین میزان این صفت ۷۲۵/۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۸)، بطوری‌که تیمار ۵ کیلوگرم اسید فولویک و ۳ در هزار اسید آمینه، ۳۵/۸ درصد عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد.

بحث

همانطور که نتایج نشان داد (جدول ۳)، اسید فولویک توانست میزان آنتی‌اکسیدان گشنیز را تحت تاثیر قرار دهد. در این خصوص دیویس (Daivis, 1982)، در نتایجی مشابه بیان کرد که اسید فولویک تاثیر مثبتی بر فعالیت آنتی اکسیدانی میوه فلفل داشت. خان و همکاران (Khan et al., 2012) بیان نمودند که، ترکیبات هیومیک از جمله اسید فولویک با افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند نفوذپذیری، تهویه، دانه‌بندی، ظرفیت نگهداری آب در خاک، تحرک و در دسترس قرار دادن مواد غذایی از طریق فعالیت شبه هورمونی می‌تواند سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه گردند. همچنین گزارش زنگ (Zang, 2000) مبین آن بود که مواد هیومیک عموما مانند تنظیم‌کننده‌های رشد نظیر اکسین وسایتوکنین عمل می‌کند و سبب بهبود تحمل به تنش‌های مختلف و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاه می‌شود. علاوه بر این فعالیت آنتی‌اکسیدان گیاه گشنیز به تیمار اسید آمینه واکنش مثبتی نشان داد (جدول ٤). بنابراین با افزایش میزان غلظت اسید آمینه، میزان آنتی‌اکسیدان افزایش یافت. نتایج بدست آمده در این آزمایش با نتایج فلاحی و همکاران (Fallhi et al., 2018) مطابقت دارد، آنها در پژوهش خود بیان داشتند که، محلول‌پاشی اسید آمینه اثر مثبتی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه ریحان داشت. تحقیقات نشان داده است که کودهای زیستی غنی از آنتی اکسیدان‌ها مانند کارتنوئیدها، اسید اسکوربیک، فلوروتانین و سایر ترکیبات می‌باشد. لذا افزایش خواص آنتی اکسیدانی آنها در گیاهان مربوط به یک ترکیب نیست و ممکن است سایر ترکیبات آلی موجود در این کودها نیز درافزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها نقش داشته باشند (Gupta and Abu-Ghannam, 2011). بررسی نتایج نشان داد که اسیدفولویک بر میزان فنل کل گشنیز تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). نتایج مشابهی توسط مظفری و همکاران (Mozafari et al., 2017) گزارش شده است و نشان دادند که کاربرد ترکیبات هیومیک (اسید هیومیک) سبب افزایش محتوای فنل گیاه خرفه شد. نتایج مطالعه آقا علیخانی و همکاران (Agha Alikhani et al., 2013) در خصوص کاربرد کودهای آلی روی گیاه سرخارگل نشان داد کودهای آلی (اسید فولویک) اثر معنی‌داری بر میزان ترکیبات فنلی داشتند. بکری و همکاران (Bakry et al., 2013) نیز تاثیر محلول‌پاشی ترکیبات هیومیکی از جمله اسیدفولویک را روی گیاه کتان بررسی کردند و نتایج نشان داد اسید فولویک اثر معنی‌داری بر روی فنل‌ها و ترکیبات شیمیایی داشته است. ترکیبات آلی از جمله اسید فولویک به‌طور قابل توجهی بر محتوای فنلی کل تاثیر می‌گذارد. ترکیبات فنلی از اجزاء سیستم دفاعی غیر آنزیمی و آنتی‌اکسیدانی سلول های گیاهی می‌باشند که مهار اتوکسیداسیون لیپیدها، تجزیه رادیکال‌های آزاد اکسیژن و پراکسیدها را به عهده دارند. از طرفی افزایش ترکیبات فنلی با افزایش میزان کربوهیدراتها در گیاه ارتباط مستقیم دارد، از آنجا که هیدرات‌های کربن اسکلت مورد نیاز برای ساخت ترکیبات فنلی

www.SID.ir

Archive of SID

شناخته شده اند لذا افزایش در مقدار آنها به‌عنوان افزایش سوبسترا برای ترکیبات فنلی می‌باشد (Nguyen and Niemeyer, 2010)، که در این آزمایش، چون میزان قند افزایش یافته است لذا با این دلیل بیان شده همخوانی دارد. طبق نتایج آزمایش (جدول ۳ و ۸) معین گردید که میزان آنتوسیانین تحت تاثیر تیمار اسید فولویک و برهمکنش اسید فولویک و اسید آمینه قرار گرفت، اما اسید آمینه نتوانست این صفت را تحت تاثیر خود قرار دهد. پژوهش صورت گرفته توسط امیری و همکاران (Amiri et al., 2017) نیز به نقش مثبت اسید فولویک بر میزان آنتوسیانین گیاه گاو زبان ایرانی داشته است. در مطالعه‌ای دیگر احمد و همکاران (Ahmad et al., 2011) نیز با کاربرد کمپوست به همراه کودهای هیومیکی روی چای ترش در شرایط مزرعه‌ای، افزایش میزان آنتوسیانین را گزارش کردند که این پژوهش با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. پینتون و همکاران (Piniton et al., 1999) در گزارشی بیان نمودند که، توسعه رنگدانه های سلول و ساخت آنتوسیانین با بالا رفتن میزان کربوهیدرات ها نسبت مستقیم داشته و هر عاملی که بتواند روی افزایش، جذب یا ساخته شدن قندها مؤثر باشد، باعث افزایش آنتوسیانین کل در گیاه می‌شود. همچنین نوری (Nori et al., 2007) در بررسی‌های خود نشان دادند که، کودهای زیستی توانایی ساخت و ترشح مواد بیولوژیک فعال مانند اسید نیکوتنیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین، ویتامین‌های گروه اکسین‌ها، جیبرلین ها و غیره را دارند که این مواد موجب افزایش محتوای ماده آلی و هیدرات های کربن گیاه و در نتیجه افزایش آنتوسیانین می‌شوند. طبق نتایج به دست آمده (جدول ۲)، تیمارهای مورد استفاده (اسید فولویک و اسیدآمینه) بر میزان فلاونوئید تاثیر معنی‌دار داشتند.هارگریوس و همکاران (Hargreaves et al., 2009) در گیاه توت فرنگی نشان دادند، که میزان فلاونوئید میوه با کاربرد کودهای آلی افزایش یافت. نتایج دونگونگ و همکاران (Donghong et al., 2010) نیز در گیاه کلم چینی نشان داد که با کاربرد کودهای آلی، میزان فلاونوئید گیاهان در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت که این گزارشات، نتایج این تحقیق را تائید می‌کند. گیاهان به شرایط محیطی پاسخ می‌دهند و متابولیت‌های ثانویه دارای نقش‌های کلیدی در برهمکنش بین گیاه و محیط هستند. مطابق نتایج بسیاری از محققان، فلاونوئیدها از جمله متابولیت‌های ثانویه‌ای هستند که مسیر بیوسنتزی آنها تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد و در مراحل نموی گیاه و شرایط محیطی دارای نوسان هستند (Kutchan, 2001). همچنین مشخص شد که حاصلخیزی خاک و استفاده از کودهای آلی بر میزان فلاونوئیدها گیاه تاثیر مثبتی داشته است، (Kutchan, 2001) که گزارشات محققین، این موضوع را تائید می‌کند. مشابه نتایج این آزمایش، صالحی و همکاران (Salehi et al., 2010)، در بررسی‌های خود به این نتیجه دست یافتند که، نهاده‌های اکولوژیک از طریق مکانیسم‌هایی نظیر انحلال ویتامین‌ها، ایزوآنزیم‌ها، هورمون‌ها و آنتی بیوتیک‌های طبیعی، سنتز آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز را فعال و در نتیجه منجر به افزایش میزان فلاونوئید درگیاهان می‌شود. در این آزمایش مشاهده گردید میزان کربوهیدرات تحت تاثیر اسید فولویک قرار گرفت (جدول ۳). در این خصوص‌های یانگ و همکاران (Hey young et al., 2014) در مطالعات خود نشان داد که کودهای هیومیک (نظیر اسید هیومیک و اسید فولویک) موجب افزایش انتقال گلوکز از بین غشاهای سلولی در گیاهان پیاز، چغندرقند و آفتابگردان و موجب افزایش میزان کربوهیدرات در سیب زمینی، چغندر قند، هویج و گوجه فرنگی می شود. علت این امر را می‌توان این

www.SID.ir

Archive of SID

گونه بیان کرد که مواد هیومیکی و آلی باعث افزایش فتوسنتز در گیاه می‌شود و پیرو آن تنفس هم که یک رابطه مستقیم با فتوسنتز دارد افزایش می‌یابد، و در نتیجه، این عوامل فیزیولوژیکی باعث حفظ و ذخیره مواد جامد محلول مثل قندها در برگ می‌شوند. همچنین به گزارش آتیه و همکاران (Atiyeh et al., 2002)، مواد هیومیکی دارای فعالیت شبه هورمونی است و جذب عناصر معدنی همانند فسفر و پتاسیم را در گیاهان افزایش می دهد. این امر خود سبب بهبود فتوسنتز و افزایش مقدار قند تولیدی خواهد شد. با توجه به نتایج آزمایش، اسید آمینه تاثیر مثبتی بر روی کلروفیل a و کلروفیل کل داشت (جدول ۵). براساس نتایج خطاب و همکاران (Khattab et al., 2016) مصرف اسید آمینه منجر به افزایش قابل توجهی در محتوای کلروفیل کل گل رز شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. فاتن و همکاران (Faten et al., 2010) نیز بیان نمودند که، اسیدهای آمینه به‌عنوان منبع تأمین نیتروژن، در تولید پروتئین گیاهی و سبزینه (کلروفیل) گیاه مؤثرند. همچنین نیتروژن ساختار اصلی تمامی آمینواسیدها در پروتئین‌ها و چربی‌ها می‌باشد که به‌عنوان ترکیبات ساختاری کلروپلاست فعالیت می کنند که در نهایت باعث افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه می‌گردد. فاروک و همکاران (Farouk et al., 2012) در مورد اسیدهای آمینه گزارش کردند که کاربرد اسید آمینه، سنتز کاروتنوئیدها را فعال می کند که کلروفیل را از اکسیداسیون محافظت می کند و در نتیجه محتوای کلروفیل را افزایش می‌دهد. همچنین مشاهده شد اسید فولویک برروی کلروفیل b و کارتنوئید اثر معنی‌داری داشت (جدول ۵). اثر متقابل تیمارها نیز اثر معنی‌داری بر کلروفیل a و کلروفیل کل داشت (جدول ۸). نتایج این خان و همکاران (Khan et al., 2012) در تحقیقات خود مشاهده نمودند که کاربرد اسید فولویک باعث افزایش غلظت کلروفیل برگ زیره سبز گردید. اشنیتزر و همکاران (Schneitzer et al., 1997) نیز ضمن بیان تاثیر مثبت اسید فولویک بر میزان کلروفیل خیار، گزارش کردند که، کودهای آلی غنی از عناصر مغذی میکرو نظیر آهن و روی می باشد، این عناصر پیش ماده سنتز آمینو لئولینیک اسید می باشند و این ماده نیز پیش ماده سنتز کلروفیل است، بنابراین به نظر می رسد که با مصرف این کودها، میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه افزایش یابد. با توجه به نتایج (جدول ۵ و ۸) اسید فولویک و همچنین برهمکنش تیمارها اثر معنی‌داری بر میزان عملکرد بوته داشت، اما اسید آمینه تاثیر نتوانست این صفت را تحت تاثیر خود قرار دهد. مشابه تحقیق حاضر، در پژوهشی روز بهانی و همکاران (Roz bahani et al., 2013) اثر مواد هیومیکی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه سویا مطالعه 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 به‌دلیل وجود آهن و روی در ساختمان آن می تواند با تامین این عناصر از طریق برگ، عملکرد گیاه را تحت تاثیر 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 (Nardi et al., 2002). در این تحقیق مشاهده گردید، اسید فولویک و اسید آمینه و نیز اثر متقابل آنها بر میزان عملکرد دانه معنی دار بودند. در این خصوص یلدریم و همکاران (Yildirim et al., 2011) طی یک تحقیق مزرعه ای،

www.SID.ir

Archive of SID

نشان دادند که کاربرد بوته‌های گوجه فرنگی با مواد هیومیکی 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 برگی و نیز زیاد شدن فعالیت‌های هورمونی و آنتی‌اکسیدانی گیاه باشد. مای نی ای (Minaee, 2013) نیز نتایج همسانی از تأثیر مثبت محلول پاشی اسیدهای آمینه بر عملکرد ماش گزارش کردند. همچنین قاضی و همکاران (Ghazi Manas et al., 2013) اظهار داشتند که، اسیدهای آمینه به عنوان منبع تأمین نیتروژن، در تولید پروتئین گیاهی و سبزینه (کلروفیل) و در نتیجه افزایش سطح برگ گیاه مؤثرند، در نتیجه افزایش رشد و عملکرد از محلول پاشی اسیدهای آمینه قابل انتظار است.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد، کاربرد اسید فولویک و اسیدهای آمینه تأثیر مثبت و معنی‌داری بر صفات فیزیکوشیمایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گشنیز داشت. در بین سطوح اسید فولویک، کاربرد ۱۰ کیلوگرم در هکتار روی همهٔ صفات (به جز کلروفیل a) بیشتریـــن تأثیـــر را روی صفات بیوشیمای گشنیز داشته است، هر چند تیمار ۵ کیلوگرم در هکتار اسید فولویک هم تاثیر بسیار خوبی بروی خصوصیات بیوشیمایی گشنیز داشته است. محلول پاشی اسید آمینه با غلظت ۳ در هزار نیز تأثیر مثبت ومعنی‌داری بر همهٔ صفات (به جز میزان فنل کل، قند، کلروفیل b و کارتنوئید) داشت. بطورکلی، با توجه به نتایج این مطالعه، به نظر می‌رسد که استفاده بهینه از نهاده‌های آلی از جمله اسید فولویک (البته با توجه به در نظر گرفتن شرایط خاک هر منطقه و قابل جذب بودن این کود در خاک) و محلول پاشی اسید آمینه می‌تواند برای بهبود بخشیدن به صفات کیفی و مواد موثره این گیاه ارزشمند مد نظر قرار گیرد.

Reference

1. Ahmad, Y.M., Shahlaby, E.A. and Shnan, N.T. 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal of Biotechnology, 10(11): 1988-1996.
2. Agha Alikhani, M., Iranpour, A. and Wind turbine, M. 2013. Changes in the crop and phytochemical yield of the herb, infected with urea and biofertilizer. Phylum of herbs, 46(2):125-134.
3. Amiri, M., Rezvani Moghaddam, P. and World, M. 2017. Effects of organic acids, *Mycorrhiza* and *Rhizobacteria* on the performance and some phytochemical characteristics of Iranian bullfighters in low farming system. Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 1:47-61.
4. Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chorophll in the plant.Agronomy Journal, 23:112-121.
5. Asami, D.K., Hong, Y.J., Barrett, D.M. and Mitchell, A.E. 2003. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and dirdried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. Journal Agriculture Food Chemestry, 51:1237-1241.
6. 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

www.SID.ir

Archive of SID

waste on plant growth. Bioresource Technology, 8:7-14.

7. Bakry, A.B., Mervat, Sh., Sadak, H.T., Moamen, E.M. and Abd, E.L. 2013. Influence of humic acid and organic fertilizer on growth, chemical constituents, yield and quality of two flax seed cultivars grown under newly reclaimed sandy soils. International Journal of Academic Research, 5(5):125-134.
8. Chuah, A.M., Lee, Y.C., Yamaguchi, T., Takamura, H., Yin, L.J. and Matoba, T. 2008. Effect of cooking on the antioxidant properties of colored peppers. Food Chemistry, 111: 20-28.
9. Davies, D.D. 1982. Physiological aspect of protein turnover. Encyclopedia of Plant Physiology, Springer Publication, Berlin, 14p.
10. Donghong, W., Qinghua, S., Xiufeng, W., Min, W., Jinyu, H., Jun, L. and Fengjuan, Y. 2010. Influence of cow manure vermicompost on the growth, metabolite contents, and antioxidant activities of Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. chinensis). Biology and Fertility of Soils, 46:689-696.
11. Eidi, M., Eidi, A., Saeidi, A., Molanaei, S., Sadeghipour, A., Bahar, M. and Bahar, K. 2012. Effect of coriander seed (*Coriandrum sativum* L.) ethanol extract on insulin release from pancreatic beta cells in streptozotocin-induced diabetic rats. Journal of Phytotherapy Research, 23(3): 404-406.
12. 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 Horticulther and Postharvest, 1(1): 27-36.
13. Farouk, S., Youssef, S.A. and Ali, A.,2012. Exploitation of bio stimulants and vitamins as an alternative strategy to control early blight of tomato plants. Asian Journal of Plant Science, 11(1), 36-43.
14. Faten, S.A., Shaheen, A.M., Ahmed, A.A. and Mahmoud, A.R. 2010. Effect of foliar application of amino acids as antioxidants of growth, yield and characteristics of squash. Research Journal of Agriculture and Biological Science, 6(5): 583-588.
15. Ghahreman, A. 1994. Iran chromophytes (systematic plant). Tehran University Publication Center. Tehran. 211p. (In Persian)
16. Gurrea, N.B., Melo, E.A. and Filho, J.M. 2005. Antioxidant compounds from coriander (*Coriandrum sativum)* etheric extract. Food Composition and Analysis, 18: 193-199.
17. 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.*). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(2): 269-280. (in Persian)
18. 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.). Search Results Horticulture, Environment, and Biotechnology, 55(6):455-461.
19. Hargreaves, J.C., A.D.L, M.S. and Warman, P.R. 2009. The effects of municipal solid waste compost and compost tea on mineral element uptake and fruit quality of strawberries. Compost Science and Utilization, 17(2): 85-94.
20. Haghirossadat, F., Bernard, F., Kalantar, M., Sheikhha, M. and Hokmollahi Azimzadeh, M. 2010. *Bunium Persicum* (Black Caraway) of Yazd province: chemical assessment and evaluation of its antioxidant effects. Journal of Shaheed Sadoughi University of Medical Sciences, 18(3): 284-291.
21. Haghirossadat, F., Bernard, F., Kalantar, M., Sheikhha, M. and Hokmollahi Azimzadeh, M. 2010. *Bunium Persicum* (Black Caraway) of Yazd province: Chemical assessment and Evaluation of its antioxidant effects. Journal of Shaheed Sadoughi University of Medical Sciences, 18(3):284-291.
22. Khan, A., Guramni, A.R., Khan, M.Z., Hussain, F., Akhtar, M. E. and Khan, S.

www.SID.ir

Archive of SID

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 of Pakistan, 6:56-63.

23. Kuntal, D., Raman, D., Thippenahalli, N.S. and Sekeroglu, N. 2007. Influence of bio-fertilizers on the biomass yield and nutrient content in *Stevia rebaudiana*. Journal of Medicinal Plants Research, 1(1): 5-8.
24. Kutchan, T.M. 2001. Ecological arsenal and development dispatcher, the paradigm of secondary metabolism. Plant Physiology, 125:58-60.
25. Liu, X.Q., Ko, K.Y., Kim, S.H. and Lee, K.S. 2007. 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.
26. Khattab, M., Shehata, A., Abou El - Saadate, E. and Al-Hasni, Kh. 2016. Effect of glycine, methionine and tryptophan on the vegetative growth, floweringand corms production of gladiolus plant. Alexandria Science Exchange Journal, 37(4):647-659.
27. Minaee, 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*). Annals of Biological Research, 4(8): 265-269.
28. Mocready, M., Guggolz, J., Silviera, V. and Owens, H.S. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables: application to peas. Analytical Chemistry, 22: 1156-1158.
29. Mhemdi, H., Rodier, E., Kechaou, N. and Fages, J. 2011. A supercritical tuneable process for the selective extraction of fats and essential oil from coriander seeds. Journal of Food Engineering, 105(4): 609-616.
30. Natesan, R., Kandasamy, S., Thiyageshwari, S. and Boopathy, P.M., 2007. Influence of lignite humic acid on the micronutrient availability and yield of blackgram in an alfisol. Scientific World Journal, 7:1198-1206.
31. Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34: 1527-1536.
32. Nguyen, P.H.M., Kwee, E.M. and Niemeyer, E.D. 2010. Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. Food Chemistry, 123(4): 1235-1241.
33. Reda, F., Abdel-Rahim, E.A., El-Baroty, G. S. A. and Ayad, H. S. 2005. Response of essential oils, phenolic components and polyphenol oxidase activity of Thyme (*Thymus vulgaris*, L.) to some bioregulators and vitamins. International Journal of Agriculture and Biology, 7(5): 735-739.
34. Pinton, R., Cesco, S., Lacolettig, G., Astolfi, S. and Varanini, Z. 1999. Modulation of NO_3-uptake by water extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H^+Atpase. Plant and Soil, 215:155-161.
35. Remon, S., Ferrer, A., Marquina, P., Burgos, J. and Oria, R. 2000. Use of modified atmospheres to prolong the postharvest life of burlat cherries at two different degrees of ripeness. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80(10):1552-1545.
36. Rozbahani, A., Ghorbani, P., Mirzaie M. and Aroijnia, S. 2013. Study of the effect of humic acid and fluox acid on yield and yield components of barley. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 9 (2): 33-25.
37. Rouhani, R., Eyenafshar, S. and Ahmadzadeh, R. 2015. Study of anthocyanin and antioxidant compounds derived ethanol extract saffron flag with the help of ultrasound technology. Iranian Food Science and Technology, 11(2): 161-170.
38. Sabzevari, S., Khazaie, H.R. and Kafi, M. 2010. Study on the effects of humic acid on germination of four wheat cultivars (*Triticun aestivum* L.). Journal of Iranian Field Crop Research, 8(3):473-480. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

39. Sabzevari, S., Khazaie, H. R. and Kafi, M. 2009. Effect of humic acid on root and shoot growth of two wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Journal of Water and Soil, 23(2): 87-94. (In Persian)
40. 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 Agricultural Ecology, 2(4): 640-647.
41. Salehi, A., Fallahi, S., Iran Pour, R. and Abbasi Sorkhi, A. 2014. Effect of time of fertilizer use in combination with cow manure on growth, yield and yield components of (*Nigella sativa* L.) Agricultural Ecology, 6:495- 507.
42. Schnitzer, M. 1977. Recent undings of the characterization of humic substances extracted from soils from widely diuering climatic zones. Proceedings of the Symposium on Soil Organic Matter Studies. Facts Ferilizer, 32:117-131.
43. Sedghaslami, M. and Ahmadi Bonakdar, M. 2010. Effect of plant density and planting on yield and yield components of fenugreek. Research of medicinal plants and aromatic plants of Iran, 26 (2): 265-274.
44. Sharma, A.K. 2002. A handbook of organic farming .Agrobios Publication .India, New Dehli, 627p.
45. Soltani, F., Haddou, A. and Jahan Judge, N. J. 2017. Effect of glutamine, citric acid and malic acid on growth indices and *Glycyrrhiza glabra* morphology quality. Journal of Cellular and Molecular Biology, 14:5-15.
46. Sunil, C., Agastian, P., Kumarappan, C. and Ignacimuthu, S. 2012. In vitro antioxidant, antidiabetic and antilipidemic activities of *Symplocos cochinchinensis* (Lour.) S. Moore bark. Food and Chemical Toxicology, 50(5):1547-1553.
47. Toor, R.K., Geoffrey, P.S. and Anuschka, H. 2006. Influence of different types of fertilisers on the major antioxidant components of tomatoes. Journal Food Compost Analysis, 19: 20 - 27.
48. Turkmen, N., Sari, F. and Veliglu, Y.S. 2005. The effect of cooking methods on total phenolic and antioxidant activity of selected green vegetables. Food Chemistry, 93: 713- 718.
49. Ulukan, H. 2008. Effect of soil applied humic acid at different sowing times on some yield colponents in wheat hybrids. International Journaly of Botany, 4: 164-175.
50. Viti, R., Bartolini, S. and Vitagliano, C. 1989. Growth regulators on pollen germination in olive. Acta Horticulturae, 286: 227-230.
51. Wrosotad, R.E. 1976. Color and pigment analysis in fruit products. Oregon State University Publications Limited, Cornwalis, 23p.
52. Zhang, X. and Schmidt, R.E. 2000. Hormone-containing products impact on antioxidant status of tall fescue and creeping bent grass subjected to drought. Crop Science, 40:1344–1349.
53. 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.
54. Yoo, K.M., Lee, C., Lee, H., Moon, B. K. and Lee. C.Y. 2008. Relative antioxidant and cytoprotective activities of common herbs. Food Chemistry, 106: 929-936.

www.SID.ir