تأثیر کاربرد کودهای زیستی، نانو و شیمیایی بر ویژگی‌های کمی و کیفی عروسک‌پشت‌پرده (*Physalis peruviana*)

۱- احمد الفت ۲- محبوبه ناصری ۳- حسین آروئی

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تولید محصولات گلخانه‌ای، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه
۲- استادیار و عضو هیات علمی گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه تربت حیدریه
۳- دانشیار و عضو هیات علمی گروه باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد

Email: olfat3@yahoo.com
Email: mahboobeh_naseri@yahoo.com
Email: aroiee@um.ac.ir

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر انواع کودهای زیستی، نانو و شیمیایی بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی عروسک‌پشت‌پرده، آزمایشی با هشت تیمار و سه تکرار و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۴۰۰ در مشهد انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۱۷۶/۷۶۷سانتی‌متر) در تیمار کود زیستی، بیشترین عملکرد میوه (۱۹/۰۸۷۱ گرم) و قطر میوه (۱۸/۸۶۵۶ میلی‌متر) در تیمار کود زیستی+ کود نانو بیومیک + کود شیمیایی و همچنین بیشترین مقدار ویتامین‌ث (۰/۹۸۸۶۶۷) مربوط به تیمار کود زیستی+ نانوبیومیک + شیمیایی و همچنین تیمار کود نانو بیومیک + کود شیمیایی (۰/۹۹۲۶۶۷) حاصل گردید.

کلمات کلیدی: تغذیه‌گیاهی، میوه، بیومیک، فولزایم‌پلاس‌اس‌پی

مقدمه و هدف

عروسک‌پشت‌پرده (*Physalis peruviana L.*) گیاهی از خانواده بادنجانیان (*Solanaceae*) و یکی از گونه‌های تجاری مهم از جنس *Physalis* است. این میوه خاص، اخیراً در بسیاری از کشورهای گرمسیری و نیمه گرمسیری و همچنین در اروپا، آسیا، آفریقا و آمریکا محبوبیت پیداکرده است [۱] و [۲]. هرچند این‌گونه از کوه‌های آند سرچشمه گرفته، اما مزایای تولیدی که شامل، ویژگی‌های بویایی، تغذیه‌ای، دارویی، تجاری است تولید آن را در سراسر جهان بسیار فراتر از مناطق طبیعی منشأ آن گسترش داده است. گیاه عروسک‌پشت‌پرده که با نام‌های رایج Cape Gooseberry (CG)، Goldenberry، Inca Berry یا Groundcherry نیز شناخته می‌شود، میوه‌ی خوراکی را تولید می‌کند که توسط یک پوسته محافظ یا کاسه گل(calyx) پوشیده شده است. میوه‌ها کوچک، براق، نارنجی روشن، خوش‌طعم و لطیف هستند [۳]. محبوبیت روزافزون میوه عروسک‌پشت‌پرده به دلیل ترکیب مطلوب چندین عامل ازجمله ظاهر جذاب، طعم و عطر مطبوع، ترکیب شیمیایی ارز شمند و مزایای تغذیه‌ای، بیولوژیکی و فیزیولوژیکی مرتبط، عملکرد بالا

و سوددهی کشاورزان است. این میوه حاوی مواد مغذی گیاهی و ترکیبات زیست فعال مختلفی بوده که آن را به یک غذای عملکردی عالی تبدیل می‌کند و فعالیت‌های ضد دیابت، ضد کلسترول، محافظت از کبد، ضدالتهاب، تعدیل‌کننده ایمنی، آنتی‌اکسیدان و سایر فعالیت های آن را ثابت می‌کند [۴]. این میوه منبعی غنی از ویتامین ها، مواد معدنی، کاروتنوئید ها، پلی‌فنل ها، فیتواسترول ها، کربوهیدرات‌های کاهنده، پکتین و سایر پلی ساکاریدها و بسیاری از کلاس‌های اضافی از ترکیبات کاربردی است [۵].

تئوری و پیشینه تحقیق

تغذیه کافی محصول یک پیش‌نیاز ضروری برای تولید محصول است. عملکرد محصول به شدت به دخالت عناصر در شت مغذی (N، P، K، S، کلسیم، منیزیم) و ریزمغذی‌ها (B، Fe، منگنز، مس، روی، منگنز و کلر) در زمین‌های کشاورزی وابسته است [۶]. نانو کودها از کودهای معمولی و به‌صورت کودهای حجیم‌شده ساخته می‌شوند، یا از قسمت‌های مختلف گیاه با کپسوله کردن/پوشش دادن آن‌ها با نانو مواد برای آزادسازی کنترل‌شده و آهسته مواد مغذی برای توسعه حاصلخیزی خاک، بهره‌وری و کیفیت محصولات کشاورزی استخراج می‌شوند [۷].

در مطالعه اثر بستر کاشت و کودهای مختلف بر ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه عروسک‌پشت‌پرده [۸] نشان دادند که استفاده از تیمار ترکیبی ورمی کمپوست و کود دامی به‌عنوان بستر کاشت و ترکیب کود نانو بیولوژیک بیومیک باعث افزایش صفاتی مانند عملکرد کل در بوته، غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه می‌گردد.

کودهای زیستی شامل میکروارگانیسم‌هایی هستند که قادر به بالا بردن حاصلخیزی خاک، افزایش رشد گیاه و عملکرد محصول می‌باشند. این میکروارگانیسم‌ها قادر به آماده‌سازی عناصر مغذی از حالت غیر قابل‌جذب به قابل‌جذب در طی فرآیند زیستی می‌باشند [۹]. کودهای زیستی با در اختیار قرار دادن مواد مغذی به خاک، مستقیماً جذب شده یا به سرعت توسط گیاهان به اشکال قابل‌جذب تبدیل می‌شوند [۱۰]. اثر کودهای زیستی در میزان باردهی، کیفیت محصول و کاهش میزان کودهای شیمیایی مورد مصرف انگور گزارش‌شده است [۱۱] و [۱۲]. پنج میلی‌لیتر کود زیستی و هیومیک در بوته باعث افزایش وزن حبه در انگور رقم سوپریور شد. افزایش در وزن حبه تحت تأثیر کودهای زیستی در مقایسه با هیومیک اسید بیشتر بود، اما کاربرد همزمان کودهای زیستی و هیومیک اسید وزن حبه در انگور را نسبت به کاربرد تکی آن‌ها بیشتر افزایش داد [۱۳].

با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و نیز عدم وجود اطلاعات مستند و جامع در خصوص واکنش شاخص‌های رشدی گیاه عروسک‌پشت‌پرده نسبت به مصرف تیمارهای مختلف کودی، این مطالعه باهدف ارزیابی اثرات کودهای زیستی، نانو و شیمیایی بر ویژگی‌های رشدی، عملکرد و اجزاء عملکرد عروسک‌پشت‌پرده در راستای گسترش برنامه کشاورزی پایدار اجرا گردید.

مواد و روشها

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کودهای زیستی، نانو و شیمیایی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه عروسک‌پشت‌پرده به‌صورت آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای کودی آزمایش شامل ۱- شاهد ۲- کودشیمیایی ماکرو NPK ۳- کود نانو (بیومیک) ۴-کود زیستی دومنظوره فولزایم‌پلاس‌اس‌پی " FPS "(حاوی باکتری‌های باسیلوس‌سوبتیلیس و سودونوماس‌پوتیدا) ۵- کود زیستی FPS + کود شیمیایی ۶- کود زیستی FPS + کود نانو (بیومیک) ۷- کود نانو (بیومیک) + کود شیمیایی ۸- کود زیستی FPS + کود شیمیایی + کود نانو (بیومیک) بودند. این آزمایش در گلخانه‌ای (مربوط به بخش خصوصی) واقع در خراسان رضوی، شمال غرب شهرستان مشهد، روستای کوشک‌مهدی، با موقعیت جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۳ دقیقه و ۵۴ ثانیه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۲۳ دقیقه و ۲۰ ثانیه عرض شمالی و با ارتفاع نسبی از سطح دریا ۹۹۴ متر، در زمستان

۱۳۹۹ تا تابستان سال ۱۴۰۰ اجرا شد. بذر عروسک‌پشت‌پرده واریته پرووایانا تولید کشور آلمان از شرکت Mr.Seed واقع در کرج تهیه گردید. کود دومنظوره بیولوژیک فولزایم‌پلاس‌اس‌پی از کودهای باکتریایی است که در هر گرم آن حداقل ۲×۱۰^{۱۰} کلونی باسیلوس‌سوبتیلیس و سودونوماس‌پوتیدا وجود دارد که این دو باکتری علاوه بر قابلیت کلات کنندگی عناصر ریزمغذی و افزایش جذب آن‌ها، نسبت به تبدیل مواد غذایی ازجمله فسفر به شکل قابل‌جذب گیاه، تقویت سیستم ریشه، تحریک فعالیت میکروارگانیسم‌ها و افزایش تعداد آن‌ها و درنهایت سبب بهبود و تحریک رشد گیاه و افزایش دسترسی به منابع غذایی شده و از این طریق در افزایش عملکرد نقش دارند. مقدار مصرف این کود بر اساس توصیه شرکت واردکننده (شرکت بازرگان کالا) به مقدار یک کیلوگرم در هکتار همراه با آبیاری و تیمار بعدی، کود نانو زیستی بیومیک، حاوی هیومیک اسید، فولویک اسید، Mn،Ca،Mg ،Fe،K ،Z و B، ساخت شرکت بیوزر که مقدار مصرف این کود بر اساس توصیه شرکت تولیدکننده (شرکت بیوزر) به مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار همراه با آبیاری بود. کود ۲۰-۲۰-۲۰NPK باواریا ساخت شرکت پلنتا آلمان (PLANTA)، حاوی عناصر اصلی و ریزمغذی حاوی آهن (۱۰۰۰ppm)، منگنز (۵۰۰ppm)، روی (۲۰۰ppm)، مس (۵۰۰ppm)، مولیبدن (۱۰۰ppm)، بور (۲۰۰ppm) به‌صورت کلات‌های EDTA قابل‌مصرف از طریق آب آبیاری به مقدار دو کیلوگرم در هکتار بود. در این آزمایش بذور در داخل سینی‌های کشت توپی (۱۴۴ تایی) به شکل گرد و با قطر دهانه دو سانتیمتر و حجم ۱۷۲۸ سانتیمتر مکعب و در بستری شامل ۵۰ درصد پیت ماس، ۴۰ درصد کوکوپیت و ۱۰ درصد ماسه (به‌صورت حجمی) کشت شدند. در طول آزمایش دمای حداقل و حداکثر گلخانه ۲۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد بود و روشنایی موردنیاز گیاه با تابش طبیعی نور آفتاب در زیرپوشش پلاستیکی شاسی گلخانه تأمین و گیاهان در تمام مدت‌زمان رشد و نمو به یک اندازه آب، نور و هوا دریافت نمودند. آبیاری به‌صورت دستی (شلنگی) و هر سه روز در میان انجام شد. کنترل علف‌های هرز در طول دوره رشد به روش دستی و از هیچ‌گونه سموم شیمیایی در طی دوره رشد استفاده نگردید. قبل از انجام آزمایش، از زمین موردنظر نمونه خاک تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

هدایت الکتریکی (Ds/m)	PH	نیتروژن (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	ماده آلی (٪)	کربن آلی (٪)	آهک (٪)	لای (٪)	رس (٪)	شن (٪)	بافت خاک
۱/۳۱	۷/۹۵	۰/۰۱۹	۴/۲	۱۳۰	۰/۲۹	۰/۱۷۲	۱۷/۱۵	۴۲	۲۲	۳۶	لومی سیلتی

نشاهای توپی تولیدشده که به رشد مطلوب و مناسب رسیدند به گلدان‌های ۱/۸ لیتری انتقال داده شدند. سپس گلدان‌ها برای دریافت یکسان آب، نور و هوا در محل مناسبی از گلخانه قرار گرفتند. بستر مورداستفاده در گلدان‌ها شامل ۷۰ درصد خاک و ۱۰ درصد پرلایت و ۲۰ درصد ماسه (به‌صورت حجمی) بود. بعد از آماده‌سازی، پیاده کردن طرح و نقشه آزمایش در زمین (حدود ۳ ماه بعد از انتقال نشاء به گلدان) گیاهان به زمین اصلی با فاصله ردیف‌ها از هم ۱۰۰ سانتی‌متر و فاصله کاشت هر گیاه روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر انتقال داده شدند. زمان آغاز تیمارهای آزمایش دو هفته بعد از انتقال گیاهان به زمین اصلی بود. اعمال تیمارها در دو مرحله به شرح زیر استفاده شد. مرحله اول اعمال تیمار کودی دو هفته پس از انتقال بوته به زمین و در زمان تشکیل اولین جوانه‌های گل و مرحله دوم در زمان تشکیل میوه با مقادیر ذکرشده به‌صورت کودآبیاری انجام گردید. در پایان فصل رشد با رعایت اثر حاشیه‌ای از هر واحد آزمایشی تعدادی بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفات کمی و کیفی زیر اندازه‌گیری شد.

چهار ماه بعد از انتقال گیاهان به زمین اصلی، صفات رویشی مانند ارتفاع بوته، تعداد برگ، غلظت نسبی کلروفیل برگ، وزن‌تر و خشک اندام هوایی، عملکرد بوته اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری وزن‌تر و خشک اندام هوایی، ساقه گیاه (به همراه برگ) از محل طوقه قطع، برگ‌ها شمارش و توسط ترازوی دیجیتالی وزن شد و هر نمونه به‌صورت مجزا در پاکت قرار داده شد و جهت خشک‌کردن به آزمایشگاه منتقل و در آون به مدت ۴۸ ساعت با دمای ۸۰ درجه خشک شدند و سپس وزن خشک نیز توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. شاخص نسبی کلروفیل برگ نیز توسط دستگاه کلروفیل متر (مدلSPAD 502 Plus Chlorophyll Meter) در مرحله رویشی و ابتدای مرحله گلدهی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد بوته نیز با توجه به نحوه تدریجی رسیدن و برداشت چندمرحله‌ای میوه‌ها، متوسط وزن پنج میوه در هر بوته نسبت به مساحت اشغال‌شده توسط گیاه محاسبه گردید.

برای اندازه‌گیری موادجامدمحلول (TSS)، بعد از گرفتن آب‌میوه (دستگاه آب‌میوه‌گیری) از دستگاه رفراکتومتر در دمای ۱۸/۵ درجه سانتی‌گراد استفاده و نتایج حاصله برحسب بریکس در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (Brix at 20°C) یادداشت گردید [۱۴]. برای اندازه‌گیری PH، ابتدا آب‌میوه توسط آب‌میوه‌گیر گرفته شد، پس از صاف کردن و سانتریفیوژ به‌وسیله دستگاه PH متر، اسیدیته میوه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. محتوای آنتوسیانین کل به روش خو و همکاران [۱۵] انجام گرفت. به ایـن منظـور، ۰/۱ گـرم از بافـت تر میوه وزن شد و با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (به نسبت یک میلی‌لیتر اسیدکلریدریک یک نرمال و ۹۹ میلی‌لیتر متانول خالص) کاملاً مخلوط گردید. نمونه آماده‌شده به مدت ۲۴ ساعت در محل تاریک و در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد. سپس جذب نمونه به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. مقدار آنتوسیانین کل طبق فرمول زیر برحسب مول برگرم محاسبه شد:

$$A = \varepsilon \times B \times C \qquad (1)$$

که در آن A مقدار جذب؛ ε ضریب خاموشی معادل ۳۳۰۰۰ مول بر سانتی‌متر؛B عرض سل برابر با یک سانتی‌متر و C مقدار آنتوسیانین برحسب مول بر گرم هستند.

برای اندازه‌گیری میزان ویتامین‌ث (میلی‌گرم اسکوربیک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه تازه) میوه، از روش تیتراسیون با ۲ و ۶- دی کلروفنل‌ایندوفنل تا ظهور رنگ صورتی استفاده شد [۱۶]. میزان پنج گرم از عصاره آب‌میوه را بعد از صاف کردن به‌وسیله کاغذ صافی، با پنج سی‌سی متافسفریک اسید ۱٪ مخلوط می‌کنیم. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره آب‌میوه را با ۱۰ میلی‌لیتر متافسفریک اسید ۱٪ مخلوط می‌نماییم. یک میلی‌لیتر از این عصاره را با ۹ میلی‌لیتر ۲ و ۶- دی‌کلروفنل ایندوفنل به مدت ۱۵ ثانیه مخلوط کرده و سپس به‌شدت تکان می‌دهیم و میزان جذب را در طول‌موج ۵۱۵ نانومتر قرائت می‌کنیم. جهت تهیه محلول استاندارد اسید آسکوربیک از روش ساربانها [۱۷]، ابتدا یک محلول استوک تهیه‌کرده و سپس غلظت آن را رقیق می‌کنیم.

برای تعیین اسیدیته‌کل از روش تیتراسیون با سود ۰/۲ نرمال استفاده شد. از هر واحد آزمایشی و از هر تیمار میوه‌ها را انتخاب سپس آن‌ها را ساییده و له نموده و حدود یک گرم از گوشت له‌شده و آبدار میوه را در ارلن ریخته و با آب مقطر به نسبت ۱:۱۰ رقیق گردید و محلول را مخلوط نموده و چند قطره فنل‌فتالین ۱٪ به آن اضافه شد. ارلن را زیر بورت قرار داده و داخل بورت محلول هیدروکسید ۰/۲ نرمال ریخته و کم‌کم شیر را بازکرده تا به داخل ارلن ریخته شد، هنگامی‌که محلول داخل ارلن تغییر رنگ داد (رنگ صورتی) و برای چند ثانیه دوام آورد، محلول تیتر و عمل تیتراسیون متوقف و حجم هیدروکسید مصرف‌شده قرائت شد و اسیدیته برحسب فرمول زیر محاسبه گردیده و به درصد یادداشت شد [۱۸]. اسید کل به‌صورت اسید غالب میوه بیان می‌شود که اسید غالب عروسک‌پشت‌پرده، اسیدسیتریک است.

(۲) (c×b×a) حجم عصاره (حجم آب‌میوه)/ وزن اکی والانت غالب میوه× نرمالیته سود × D = درصد اسیدیته

که در آن a وزن نمونه (۱۰ گرم)؛ b حجم اولیه (۱۰۰ میلی‌لیتر)؛ c حجم نمونه برداشت‌شده برای تیتراسیون (۵۰ میلی‌لیتر) و D حجم هیدروکسید مصرف‌شده (کاهش حجم بورت) هستند.

در پایان داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار Minitab (مینی‌تب) آنالیز و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد و رسم شکل‌ها نیز با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

طول قسمت هوایی

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثرگذاری تیمارهای کودی بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد. بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)، تیمار کود زیستی FPS ، بیشترین میزان ارتفاع گیاه (۱۷۶/۷۶۷ سانتی‌متر) را با ۲۸/۸ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد (۱۲۵/۸۳۳ سانتی‌متر) به خود اختصاص داد و بعدازآن تیمار کود نانو بیومیک (۱۵۷/۶۳۳ سانتی‌متر) ۲۰/۱ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد (۱۲۵/۸۳۳ سانتی‌متر) از خود نشان داد. یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است [۱۹].

در خصوص افزایش ارتفاع بوته در پاسخ به اعمال کودهای زیستی می‌توان چنین استنباط کرد که این امر می‌تواند ناشی از افزایش جذب نیتروژن و فسفر و به دنبال آن افزایش فرآیندهای تقسیم سلولی، افزایش ساخت کلروفیل و بالا رفتن فتوسنتز گیاه باشد که نتیجه آن افزایش رشد رویشی و ارتفاع بوته است [۲۰]. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج پژوهش‌های هازاریکا و همکاران [۲۱] در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare. Mill*) و آزاز و همکاران [۲۲] در گیاه نعناع فلفلی مطابقت دارد.

همچنین حسن‌پور و همکاران [۲۳] یکی از دلایل مهمی را که می‌توان برای تأثیر کود بیولوژیک در افزایش ارتفاع بوته برشمرد این‌طور عنوان کردند که باکتری‌های موجود در این کودها علاوه بر تثبیت نیتروژن اتمسفری، با حل کردن مواد معدنی مانند فسفات و تولید سیدروفورها، تولید هورمون‌های گیاهی از قبیل اکسین و جیبرلین را افزایش داده و از این طریق ساخت آنزیم‌های دخیل در رشد گیاه را افزایش می‌دهند که درنهایت منجر به افزایش طول میانگره ها می‌شوند.

گسترش گیاه به‌طور قابل‌توجهی با تلقیح کودهای زیستی به دلیل افزایش متابولیسم سلولی ناشی از افزایش فعالیت آنزیم، محتوای کلروفیل و فرآیندهای فتوسنتزی بهبود یافت [۲۴].

تعداد برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۲) نشان داد که تیمارهای کودی توانسته‌اند بر تعداد برگ‌ها در سطح احتمال ۵ درصد اثر معنی‌داری داشته باشند. بیشترین تعداد برگ در تیمار تلفیقی کود زیستی FPS + کود شیمیایی + کود نانو (بیومیک)(۱۰۱۴/۶۷) به میزان ۸۱/۴ درصد نسبت به تیمار شاهد (۱۸۸) مشاهده شد و بعدازآن تیمار ترکیبی نانو کود بیومیک و کود زیستی فولزایم (۶۰۵/۶۷) به میزان ۶۸/۹۶ درصد نسبت به تیمار شاهد (۱۸۸) بیشترین تعداد برگ را به خود اختصاص داد. از این نتیجه می‌توان چنین استنباط کرد که کودهای زیستی همراه با کودهای شیمیایی و نانو به تکثیر ریشه‌ها کمک می‌کنند که درنهایت منجر به ایجاد مقاومت در گیاهان در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی می‌شود. علاوه بر این، این امر باعث جذب بهتر مواد مغذی و تجمع کربوهیدرات در برگ‌ها می‌شود و درنتیجه رشد و تعداد برگ‌ها مناسب است.

کلروفیل برگ

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های مربوط به شاخص کلروفیل (جدول ۳) نشان داد تیمارهای کودی موردمطالعه بر روی شاخص کلروفیل، تفاوت معنی‌داری با شاهد در سطح احتمال پنج درصد (P≤ ۰/۰۵) داشت. بیشترین مقدار شاخص کلروفیل برگ مربوط به تیمار کودی ترکیبی فولزایم‌پلاس‌اس‌پی + کود شیمیایی + کود نانو بیومیک (۴۵/۰۶۶۷) و کمترین نیز مربوط به تیمار شاهد (۳۹/۵۳۳۳) بود.

در این خصوص نیز می‌توان دلیل برتری تیمار فوق را به فراهمی راحت‌تر و بهتر نیتروژن برای گیاه نسبت داد. نیتروژن با عناصر دیگری مانند کربن، اکسیژن و هیدروژن ترکیب و اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک، کلروفیل، آلکالوئیدها و بازهای پورینی را تولید می‌کند. درواقع نیتروژن با شرکت در ساختمان کلروفیل (با توجه به این‌که یک اتم نیتروژن و چهار اتم کربن در حلقه‌های درون کلروفیل جای گرفته است) تأثیر مستقیم و قطعی بر ساخت کلروفیل دارد [۲۵].

نتایج حکایت از آن دارد که درصورتی‌که کودهـای زیستی در تلفیق با کودهای شیمیایی و نانو مورداستفاده قرار گیرند، بیشترین میزان کلروفیل و فتوسنتز به دست می‌آید. افزایش مقدار کلروفیل در این بررسی را می‌توان به تـأمین بهتر عنصر نیتروژن نسبت داد به‌واسطه شـرکت نیتـروژن در سـاختار کلروفیـل، ارتبـاط مثبـت و معنی‌داری بـین نیتروژن برگ و مقدار کلروفیل آن وجود دارد [۲۶].

وزن تر و خشک اندام هوایی

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اعمال تیمارهای کودی بر وزن تر و خشک اندام هوایی اثر مثبت و معنی‌داری نسبت به عدم کاربرد کود (شاهد) داشته است. با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها، کاربرد تلفیقی تیمار کود شیمیایی، کود زیستی FPS و کود نانو بیومیک بالاترین مقادیر وزن تر (۲۱۳۹/۶۷ گرم) ساقه را با ۷۶/۵۲ درصد نسبت به تیمار شاهد (۵۰۲/۳۳ گرم) به دنبال داشت. استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی با نانو کود بیومیک (۱۴۹۰/۶۷ گرم) و با کود زیستی FPS (۱۲۲۸/۶۷گرم) نیز منجر به افزایش وزن‌تر گردید و تفاوت آن با کاربرد به‌تنهایی تیمار کود شیمیایی (۷۷۵/۳۳ گرم) معنی‌دار بود. تیمار کود شیمیایی و کود نانو بیومیک (۱۴۹۰/۶۷ گرم) بر وزن‌تر اندام هوایی نسبت به تیمار کود زیستی FPS (۱۴۵۱/۶۷ گرم) مؤثر بود اما ازنظر آماری معنی‌دار نبود. در ارتباط با وزن خشک اندام هوایی کاربرد تلفیقی تیمار کود شیمیایی و کود زیستی FPS و کود نانو بیومیک بالاترین مقادیر وزن خشک (۴۲۶/۵۶۷ گرم) را با ۳۶۰ درصد نسبت به تیمار شاهد (۹۲/۸۶۳ گرم) داشت. کاربرد تلفیقی کود نانوبیومیک با کود زیستی FPS (۲۸۴/۱۳۳ گرم) بر کاربرد کود زیستی به‌تنهایی (۲۸۳/۳۶۷ گرم) و تیمار تلفیقی این دو کود (BD) (۲۷۴/۳۳۳ گرم) برتری داشت اما ازنظر آماری این سه تیمار تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. این نتایج با یافته‌های اردوخانی و همکاران [۲۷] و ویسانی و همکاران [۲۸] در گیاه ریحان و پورهادی [۲۹] در گیاه نعناع فلفلی مطابقت دارد.

عملکرد

اثر تیمارهای کودی موردمطالعه بر روی عملکرد بوته، معنی‌دار (P≤ ۰/۰۵) بود. اثر تیمار کود بر عملکرد بوته نشان داد که بیشترین عملکرد با تیمار کودی ترکیبی شیمیایی+ بیومیک+ فولزایم‌پلاس‌اس‌پی (۱۹/۰۸۷۱) و کمترین عملکرد بوته در تیمار شاهد (۸/۵۱۱۱) مشاهده گردید. پژوهشگران دلیل این افزایش عملکرد در نظام‌های کودی تلفیقی را ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل‌دسترس خاک با نیازهای گیاه در این نظام‌ها می‌دانند [۳۰]. باکتری‌های موجـود در کودهای زیستی در ایـن آزمـایش، از طریـق تأمین عناصر معدنی نظیر فسفر، آهن، مـس و روی به‌ویژه نیتروژن برای گیاه، باعث افزایش اجزای عملکرد می‌شوند [۳۱]. فسفر یک عنصر ضروری جهت تقسیم سلولی، توسعه ریشه و تشـکیل دانـه اسـت [۳۲]. باکتری‌های حلال فسفر قادر به تولید اسیدهای آلی می‌باشند که منجر به افزایش حلالیت فسفر به‌صورت قابل‌دسترس برای گیاه می‌شود [۳۳] افزایش عملکرد تحـت تـأثیر کاربرد کودهای زیستی بیانگر

این مطلب است که کاربرد کودهای زیستی ضمن بهبود ساختار و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، موجب دسترسی مطلوب گیاه به آب و عناصر غذایی ماکرو و میکرو شده که درنهایت باعث افزایش عملکرد گیاه می‌گردد [۳۴].

در پژوهش امیریوسفی و همکاران [۳۵] اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر برخی صفات فیزیولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa*) اظهار نمودند که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی به همراه تمام تیمارهای کود شیمیایی مورداستفاده، باعث افزایش عملکرد گیاه کینوا نسبت به تیمار شاهد گردید.

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد عروسک‌پشت‌پرده

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	شاخص کلروفیل (SPAD)	وزن‌تر هوایی (g)	وزن خشک هوایی (g)	ارتفاع گیاه (cm)	عملکرد بوته
تکرار	۲	۲۱۱۹*	۰/۵۰۰۸ *	۱۰۷۷۳*	۴۳۹*	۸۴/۹*	۱/۴۱۵*
کود	۷	۱۱۵۸۳۱۵*	۴۷/۹۰۵۰ *	۵۱۲۳۰۰۵*	۲۲۱۴۶۴*	۱۳۱۲۰/۲*	۳۱۰/۵۵۱*
خطا	۱۴	۲۸۸۰	۱۶/۶۱۲۵	۱۷۳۵۲	۶۰۴	۲۶۸/۶	۳۴/۹۴۳
CV٪		۱۰/۲۰	۹/۶۹	۱۰/۷۳	۱۰/۱۷	۱۲/۳۹	۲۳/۴۲

*: معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۳: مقایسه میانگین تیمارهای کودی بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه عروسک‌پشت‌پرده

تیمار	تعداد برگ	طول ریشه	وزن‌تر هوایی (g)	وزن خشک هوایی (g)	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد بوته (gr/cm^2)	شاخص کلروفیل SPAD
A	^{e}۱۸۸	^{c}۹۶۰۰/۴۶	^{f}۳۳/۵۰۲	^{f}۸۶۳/۹۲	^{c}۸۳۳/۱۲۵	^{b}۰۷۵۴/۴	^{c}۵۳۳۳/۳۹
B	^{d}۶۷/۴۳۹	^{b}۶۷۰۰/۵۹	^{e}۳۳/۷۷۵	^{e}۷۳۳/۱۴۳	^{c}۰۳۳/۱۳۸	^{b}۳۳۲/۲	^{b}۷۰۰۰/۴۱
C	^{d}۳۳/۴۲۷	^{c}۸۱۳۳/۴۶	^{d}۱۱۰۷	^{d}۳۶۷/۱۸۴	^{b}۶۳۳/۱۵۷	^{b}۸۷۶۱/۱	^{b}۲۳۳۳/۴۲
D	^{b}۶۷/۵۸۷	^{a}۰۰۰۰/۷۵	^{b}۶۷/۱۴۵۱	^{b}۳۶۷/۲۸۳	^{a}۷۶۷/۱۷۶	^{b}۷۰۲۵/۵	^{b}۴۶۶۷/۴۱
BD	^{cd}۶۷/۴۸۶	^{b}۰۰۰۰/۶۰	^{c}۶۷/۱۲۲۸	^{b}۳۳۳/۲۷۴	^{d}۸۶۷/۱۰۴	^{b}۱۰۵۹/۷	^{b}۱۰۰۰/۴۲
CD	^{b}۶۷/۶۰۵	^{b}۲۱۶۷/۶۵	^{d}۳۳/۱۱۲۱	^{b}۱۳۳/۲۸۴	^{d}۷۱۷/۱۰۱	^{b}۵/۹۵۳	^{b}۰۰۰۰/۴۲
BC	^{d}۳۳/۴۶۱	^{b}۲۳۳۳/۶۱	^{b}۶۷/۱۴۹۰	^{c}۳۶۷/۲۴۴	^{c}۵۳۳/۱۳۰	^{b}۵۴۵۶/۴	^{b}۲۳۳۳/۴۲
BCD	^{a}۶۷/۱۰۱۴	^{ab}۰۰۰۰/۶۷	^{a}۶۷/۲۱۳۹	^{a}۵۶۷/۴۲۶	^{c}۶۶۷/۱۳۱	^{a}۶۸۶۱/۱۴	^{a}۰۶۶۷/۴۵

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است. شاهد بدون استفاده از کود (A)، ۱۰۰٪ کود شیمیایی (B)، کود نانو زیستی بیومیک (C)، کود زیستی فولزایم‌پلاس‌اس‌پی (D)، کود شیمیایی + کود زیستی (BD)، کود نانو زیستی بیومیک+ کود زیستی فولزایم‌پلاس‌اس‌پی (CD)، کود شیمیایی + کود نانو زیستی بیومیک (BC)، نانو کود زیستی + کودشیمیایی + کود زیستی (BCD)

مواد جامد محلول (TSS)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به مواد جامد محلول میوه (جدول ۴) نشان داد تیمارهای کودی موردمطالعه بر روی مواد جامد محلول، تفاوت معنی‌داری با شاهد در سطح احتمال پنج درصد (P≤ ۰/۰۵) داشت. بیشترین مقدار مواد جامد محلول مربوط به تیمار کودی ترکیبی فولزایم‌پلاس‌اس‌پی + کود نانو بیومیک (۱۳/۵۳۳۳) و کمترین نیز مربوط به تیمار شاهد (۱۱/۶۳۳۳) بود.

میزان مواد جامد محلول از شاخص‌های مهم کیفی بوده که رابطه مستقیم باکیفیت خوراکی میوه در زمان رسیدن دارد و مصرف‌کنندگان تمایل زیادی به میوه‌های رسیده با میزان مواد جامد محلول بالا دارند. در بررسی دیگری [۳۶] تأثیر تیمارهای اسید هیومیک، کود نانو و کود شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی انگور یاقوتی در استان کرمانشاه نیز مواد جامد محلول و نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیترا سیون میوه تحت تأثیر تیمارهای کود نانو + کود شیمیایی، تیمار کود نانو + هیومیک اسید با آبیاری و تیمار کود نانو + هیومیک اسید چالکود در مقایسه با دیگر تیمارها بالاتر بود.

PH

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های مربوط به PH میوه (جدول ۵) نشان داد تیمارهای کودی موردمطالعه بر روی PH، تفاوت معنی‌داری با شاهد در سطح احتمال پنج درصد (P≤ ۰,۰۵) داشت (شکل ۸). بیشترین مقدار PH مربوط به تیمار کودی ترکیبی فولزایم‌پلاس‌اس‌پی + کود نانو بیومیک (۳/۸۶) و تیمار کودی فولزایم‌پلاس‌اس‌پی (۳/۸۵۳۳۳) کمترین نیز مربوط به تیمار شاهد (۳/۵۶) بود.

آنتوسیانین

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های مربوط به آنتوسیانین میوه (جدول ۵) نشان داد تیمارهای کودی موردمطالعه بر روی آنتوسیانین، تفاوت معنی‌داری با شاهد در سطح احتمال پنج درصد (P≤ ۰/۰۵) داشت. بیشترین مقدار آنتوسیانین مربوط به تیمار کودی ترکیبی فولزایم‌پلاس‌اس‌پی + نانوبیومیک + شیمیایی (۰/۳۸۸۶۶۷) و تیمار کود شیمیایی (۰/۳۸۸) و کمترین نیز مربوط به تیمار شاهد (۰/۳۵۴۳۳۳) بود.

بر اساس نتایج بالاترین میزان آنتوسیانین در تیمارهای تلفیقی کود شیمیایی و کود زیستی مشاهده گردید در توجیه این مطلب می‌توان گفت ساخته‌شدن آنتوسیانین و تجمع آن در بافت‌های گیاهی تحت تأثیر عامل‌های مختلفی ازجمله میزان هیدرات‌های کربن (گلوکز، آرابینوز و گالاکتوز) موجود در بافت‌ها قرار می‌گیرد [۳۷]. در مطالعه دیگری [۳۸] نیز نشان دادند که کاربرد کودهای زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی عروسک‌پشت‌پرده (*Physalis alkekengi L*) ازجمله میزان فنل کل و آنتوسیانین در تیمارهای تلفیقی تأثیر مثبتی داشت.

ویتامین‌ث

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ویتامین‌ث میوه (جدول ۵) نشان داد تیمارهای کودی موردمطالعه بر روی ویتامین‌ث میوه، تفاوت معنی‌داری با شاهد در سطح احتمال پنج درصد (P≤ ۰,۰۵) داشت. بیشترین مقدار ویتامین‌ث مربوط به تیمار کودی ترکیبی

فولزایم‌پلاس‌اس‌پی + نانوبیومیک + شیمیایی (۰/۹۸۸۶۶۷) و تیمار ترکیبی کود شیمیایی + نانوبیومیک (۰/۹۹۲۶۶۷) و کمترین نیز مربوط به تیمار شاهد (۰/۷۷) بود. حفظ یا افزایش میزان ویتامین‌ث در محصولات باغی از اهمیت بالایی برخوردار است.

اسیدیته کل

اثر تیمارهای کودی موردمطالعه بر روی اسیدیته کل، معنی‌دار ($P\leq$ ۰,۰۵) بود. اثر تیمار کود بر اسیدیته کل نشان داد که بیشترین اسیدیته کل با تیمار کودی ترکیبی فولزایم‌پلاس‌اس‌پی + نانوبیومیک + شیمیایی (۲۷/۳) و کمترین اسیدیته کل در تیمار کودی شاهد (۲۳/۴۶۶۷) مشاهده گردید. کاربرد اسید هیومیک روی انگور رقم عسگری باعث افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون گردید [۳۹].

جدول ٤: نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد عروسک‌پشت‌پرده (*Physalis peruviana*)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مواد جامد محلول	PH	آنتوسیانین	ویتامین ث	اسیدیته کل
تکرار	۲	۰/۰۴۰۸۳ *	۰/۰۶۱۸۲ *	۰/۰۰۰۰۳۰ *	۰/۰۰۰۱۱۹ *	۰/۱۹۱۹*
کود	۷	۸/۵۶۲۹۲ *	۰/۲۰۷۱۶ *	۰/۰۰۳۱۳۱ *	۰/۱۰۹۱۶۶ *	۳۰/۲۷۱۶*
خطا	۱۴	۰/۹۲۵۸۳	۰/۳۷۶۳۸	۰/۰۰۰۱۴۶	۰/۰۰۰۵۲۰	۲/۳۵۳۱
CV٪		۷/۶۱	۱۶/۱۳	۳/۲۴	۲/۵۶	۶/۰۵

*: معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۵: مقایسه میانگین تیمارهای کودی بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه عروسک‌پشت‌پرده

تیمار	مواد جامد محلول	PH	آنتوسیانین	ویتامین ث	اسیدیته کل
A	^{d}۶۳۳۳/۱۱	^{b}۵۶۰۰۰/۳	^{e}۰/۳۵۴۳۳۳	^{f}۰/۷۷۰۰۰۰	^{e}۴۶۶۷/۲۳
B	^{c}۲۶۶۷/۱۲	^{ab}۸۲۶۶۷/۳	^{a}۰/۳۸۸۰۰۰	^{e}۰/۸۵۳۳۳۳	^{d}۵۶۶۷/۲۴
C	^{bc}۳۶۶۷/۱۲	^{ab}۸۴۳۳۳/۳	^{c}۰/۳۷۳۳۳۳	^{cd}۰/۸۸۲۰۰۰	^{bc}۷۶۶۷/۲۵
D	^{b}۷۶۶۷/۱۲	^{a}۸۵۳۳۳/۳	^{c}۰/۳۷۳۳۳۳	^{d}۰/۸۷۳۰۰۰	^{c}۳۰۰۰/۲۵
BD	^{bc}۶۳۳۳/۱۲	^{ab}۸۳۳۳۳/۳	^{d}۰/۳۶۳۶۶۷	^{bc}۰/۸۸۴۰۰۰	^{d}۵۳۳۳/۲۴
CD	^{a}۵۳۳۳/۱۳	^{a}۸۶۰۰۰/۳	^{d}۰/۳۶۴۶۶۷	^{b}۰/۸۹۴۶۶۷	^{c}۳۳۳۳/۲۵
BC	^{c}۲۰۰۰/۱۲	^{ab}۸۲۶۶۷/۳	^{b}۰/۳۸۱۳۳۳	^{a}۰/۹۹۲۶۶۷	^{b}۴۸۳۳/۲۶
BCD	^{a}۴۳۳۳/۱۳	^{ab}۸۲۶۶۷/۳	^{a}۰/۳۸۸۶۶۷	^{a}۰/۹۸۸۶۶۷	^{a}۳۰۰۰/۲۷

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است. شاهد بدون استفاده از کود (A)، ۱۰۰٪ کود شیمیایی (B)، کود نانو زیستی بیومیک (C)، کود زیستی فولزایم‌پلاس‌اس‌پی (D)، کود شیمیایی + کود زیستی (BD)، کود نانو زیستی بیومیک+ کود زیستی فولزایم‌پلاس‌اس‌پی (CD)، کود شیمیایی + کود نانو زیستی بیومیک (BC)، نانو کود زیستی + کودشیمیایی + کود زیستی (BCD)

پیشنهادات

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که نوع کود بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی عروسک‌پشت‌پرده تاثیر معنی‌داری داشت به نحوی که بیشترین ارتفاع بوته، بالاترین تعداد برگ، کلروفیل،مواد جامد محلول و ویتامین‌ث در حالت کاربرد کود زیستی به تنهایی و یا در حضور کاربرد هم‌زمان کودهای نانو و شیمیایی حاصل شد. بنابراین با توجه به هزینه‌های تامین کود شیمیایی برای تولیدکنندگان، کاربرد معنی‌دار مدیریت عناصر غذایی بر رشد و عملکرد گیاه دارویی عروسک‌پشت‌پرده تأثیر مثبتی داشته و استفاده تلفیقی از کودهای زیستی، کودهای نانو و کودهای شیمیایی به‌صورت ترکیبی در زمان مناسب، می‌تواند علاوه بر دست‌یابی به هدف محیط ایمن و پایدار، حاصلخیزی خاک را نیز بهبود بخشیده و به حفاظت از محیط‌زیست و تولید محصول بیشتر نسبت به زمانی که به‌تنهایی استفاده می‌شوند، کمک نمایند.

منابع

۱. *Singh, N., Singh, S., Maurya, P., Arya, M., Khan F., Dwivedi, D.H. and Saraf, S.A. (2019). An updated review on Physalis peruviana fruit: Cultivational, nutraceutical and pharmaceutical aspects. Indian Journal of Natural Products and Resources, 10(2), 97-110.*

۲. *Thuy, N.M., Phuong, N.P., Suong, C.T.D. and Tai, N.V. (2020). Physical and chemical characteristics of goldenberry (Physalis peruviana) grown in Lam Dong province, Vietnam. Food Research, 4(4), 1217 -1225.*

۳. *Puente, L., Pinto-Munoz, G., Castro, E. and Cortes, M. (2011). Physalis peruviana Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: a review. Food Research International, 44(7), 1733-1740.*

۴. *Lal, S., Sing, D.B., Sharma, O.C., Mir, J.I., Kumawat, K.L., Raja, W.H. and Sharma, A. (2019). Association and multivariate analysis of chromatic and antioxidant attributes in Cape gooseberry (Physalis peruviana L.) grown under temperate climate. International Journal of Chemical Studies, 7(3), 3969-3976.*

۵. *Yıldız, G., İzli, N., Ünal, H. and Uylaşer, V. (2015). Physical and chemical characteristics of goldenberry fruit (Physalis peruviana L.). Journal of Food Science and Technology, 52(4), 2320-2327.*

۶. *Food and Agriculture Organization (FAO). (2015). World fertilizer trends and outlook to 2020, pp. 1-38.*

۷. *Zulfiqar, F. et al. (2019) Nanofertilizer use for sustainable agriculture: Advantages and limitations. Plant Science. 289:110270.*

۸. گودرزی، ز.، احتشام نیا، ع.، مومیوند، ح.، راجی، م. ز. ۱۴۰۰. بررسی اثر کاشت و ترکیبات مختلف کودی بر عناصر غذایی و عملکردی میوه عروسک‌پشت‌پرده (*Physalis peruviana L*). دوازدهمین کنگره علوم باغبانی ایران، ۱۴ تا ۱۷ شهریورماه، رفسنجان.

۹. *Vikram A, Hamzehzarghani H, Al-Mughrabi KI, Krishnaraj PU and Japadeesh KS, 2007. Interaction between Pseudomonas fluorescens FPD-15 and Bradyrhizobium spp. In Peanut Biotechnol, 6: 292 –298.*

۱۰. *Merfield, C.N.; Johnson, M. Understantding Biostimulants, Biofertilisers and On-Farm Trials; The BHU Future Farming Centre: Lincoln, New Zealand, 2016; pp. 1–13.*

۱۱. *Kannaiyan, S., 2002. Biotechnology of Biofertilizers. Alpha Science International Ltd Pangabourne England. 376 p.*

۱۲. *Farg, S.G., 2006. Minimizing mineral fertilizers in grapevine farm to reduce the chemical residuals in grapes. M.Sc.Thesis, Institute of Environmental studies and Research. Ain Shams University, Egypt.67p.*

۱۳. *Ahmed, H.M.A., Faissal, F.A., Moawad, F.E. and Abdelaal, M.A., 2013. The beneficial effects of some humic acid, Em1 and weed control treatments on fruiting of superior grapevines. Stem Cell, 4(3):25-38.*

۱۴. *Sweeney, J.P., Chapman, V.J. & Hepner, P.A. 1970. Sugar, acids and flavor in fresh fruit. Journal of the American Dietetic Association, 57: 432-435.*

۱۵. *Khoo, G. M., Clausen, M. R., Pedersen, B. H., and Larsen, E. 2011. Bioactivity and total phenolic content of 34 sour cherry cultivars. Journal of Food Composition and Analysis, 24(6), 772-776.*

۱۶. *Klein, P. D. 2006. The challenges of scientific literacy: From the viewpoint of second-generation cognitive science. International Journal of Science Education, 28(2-3), 143-178.*

۱۷. ساربانها، س. ۱۳۸۸ . تجزیه شیمیایی و بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی گل و برگ *Salvia virgata* و *Salvia verticillata* پایان‌نامه جهت دریافت درجه دکتری، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران.

۱۸. طباطبایی، س.ج. ۱۳۱۲ . اصول تغذیه معدنی گیاهان. انتشارات دانشگاه تبریز.

۱۹. *Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios India 407 pp.*

۲۰. *Saikia, S.P., Dutta, S.P., Goswami, A., Bhau, B.S. and Kanjilal, P.B. 2010. Role of Azospirillum in the improvement legumes. P 389-408, In: Khan, M.S., Zaidi, A. and Musarrat, Javed. Microbes for Legume Improvment. Springer, London.*

۲۱. *Hazarika, D.K., Talukdar, N.C., Phookan, A.K., Saikia, U.N., Das, B.C. and Deka, P.C. 2002. Influence of vesicular arbascular mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria on nursery establishment and growth of tea seeding in Assam. Symp. (12). Assam Agric. Uni. Bangkok (Thailand).*

۲۲. *Azzaz, N.A., Hassan, E.A. and Hamad, E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of Fennel plants treated with organic and biofertilizer instead of mineral fertilizer. Aust. J. Basic Appl. Sci. 3: 2. 579-587.*

۲۳. حسن‌پور ر، پیردشتی ه، اسماعیلی م و عباسیان ا، ۱۳۸۹. تأثیر کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس و اوره بر عملکرد و اجزا عملکرد کنجد. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. پژوهشکده علوم طبیعی. دانشگاه شهید بهشتی تهران.۴۲۲۰–۴۲۱۷.

۲۴. *Kumar, M., Singh, S., Sharma, S.K., Dahiya, D.S. and Beniwal, L.S. 2006. Effect of biofertilizers on growth and flowering of marigold cv. Pusa Narangi. Haryana journal of horticultural sciences., 35:71-72.*

۲۵. اوجاقلو، ف. ۱۳۸۶. تأثیر تلقیح با کودهای زیستی (ازتوباکتر و فسفات بارور ۲) بر ر شد، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز.

۲۶. قربانلی، م.، ها شمی مقدم، ش. و فلاح، ا. ۱۳۸۵ . برر سی اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه برنج (*Oryza sativa L*). علوم کشاورزی، ۱۲(۲): ۴۱۵–۴۲۸.

۲۷. *Ordookhani, K., Sharafzadeh, Sh. and Zare, M. 2011. Influence of PGPR on growth, essential oil and nutrients uptake of sweet basil. Advances in Environmental Biology. 5: 4. 672-7.*

۲۸. *Veisani, V., Rahimzadeh, S. and Sohrabi, Y. 2012. Effect of biological fertilizer on morphological and physiological parameters and essential oil content of Ocimum basilicum L. Iran. J. Med. Arom. Plant. 28: 1. 73-87 (In Persian).*

۲۹. *Pourhadi, M. 2011. Effect of biofertilizers on yield and essential oil of peppermint (Mentha piperita L.). Journal of Medicinal Herbs. 2: 2. 137-148 (In Persian).*

۳۰. *Mooleki, S.P., Schoenau, J.J., Chales, J.L., and Wen, G. 2004. Effect of rat, frequency and incorporation of freedlot cattle manure on soil nitrogen availability, crop performance and nitrogen use efficiencyn in east-central Saskachwan. Canadian Journal of Soil Science, 84:199-210.*

۳۱. رحیم زاده، س. ۱۳۸۸ . بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی روی عملکرد و کیفیت گیاه دارویی بادرشبو تحت شرایط مزرعه پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان.

۳۲. *El-Gizawy, N.Kh.B. and Mehasen, S.A.S. 2009. Response of Faba bean to bio, mineral phosphorus fertilizers and foliar application with zinc. World Applied Sciences Journal, 6(10):1359-1365.*

۳۳. *Mahfouz, S.A. and Sharaf-Eldin, M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (Foeniculum vulgare Mill.). International Agrophisics, 21(4): 361- 66.*

۳۴. *Darzi, MT., Ghalavand, A. and Rejali, F. 2007. The effects of biofertilizers application on N, P, K assimilation and seed yield in fennel (Foeniculum vulgare Mill). Journal of Medicinal and Aromatic Plant,25(1) 1-19. (In Persian).*

۳۵. امیریوسفی، م.، تدین، م. و ابراهیمی، ر. ۱۳۱۱ . اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر برخی صفات فیزیولوژیک. اجزای عملکرد و عملکرد گیاه کینوا. تولید فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۰ (۲): ۱-۱۷.

۳۶. ارجی، ع.، کریم پور کله جوبی، س.، نجاتیان، م.ع. ۱۳۹۸. بررسی تاثیر تیمارهای اسید هیومیک، کود نانو و کود شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی انگور یاقوتی در استان کرمانشاه. مجله ترویجی انگور، ۱(۱): ۱-۸.

۳۷. *Taiz, L. and Zeiger, E. 2006. Plant Physiology. 4th Ed. Sinauer Associates, underland, Mass.*

۳۸. پرچیانلو، س.، خیری، ع. و ارغوانی، م. ۱۳۹۸. اثر کودهای زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی عروسک‌پشت‌پرده (*Physalis alkekengi L*). فرآیند و کارکرد گیاهی، ۸(۲۹): ۲۷۳-۲۸۶.

۳۹. *Mohamadineia, GH., Hosseini, F. M. and Dastyaran M. 2015. Foliar and soil drench application of humic acid on yield and berry propertices of askari grapevine. Aricultural Communications, 3(2): 21-27.*