ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی و برخی صفات مورفولوژیک آلوئه ورا (*Aloe barbadensis* Miller) در تیمار سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی نانو پتاسیم

زهرا یاوری[1]، حسین مرادی*[1]، بهروز برزگر گلچینی[2] و حسین صادقی[1]

[1]گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و [2]گروه زیست شناسی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: ۹۲/۰۹/۱۹، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۰۸/۲۷)

چکیده:

سنتز مواد موثره و عملکرد درگیاهان دارویی تحت تاثیر عوامل محیطی از جمله کمبود یا فزونی عناصر مختلف در خاک و نوع بستر کشت می-باشد. به همین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ١٦ تیمار و در ٣ تکرار اثرات ورمی‌کمپوست و نانو کود پتاسیم بر صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی گیاه آلوئه‌ورا مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل ٤ سطح ورمی‌کمپوست (١٥،٠، ٣٠ و ٤٥) به صورت درصد حجمی خاک گلدان و نانو کود پتاسیم در ٣ سطح ٢، ٤ ،٦ در هزار و صفر به عنوان شاهد بودند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار وزن تر ژل (٨٨/١٠٨ گرم)، درصد رطوبت ژل (٩٩/١٨٨)، گلوکومانان (٦/٩٦ میکروگرم بر گرم) و آنتوسیانین بخش بافت پوششی ژل با مقدار ٠/٠١٢٦ میلی‌گرم بر گرم در تیمار ورمی‌کمپوست ٣٠ درصد و ٤ در هزار نانو پتاسیم بدست آمد. اثر متقابل ورمی‌کمپوست و نانو کود پتاسیم بر میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و درصد رطوبت ژل معنی‌دار بود. بطوریکه تیمار ٣٠ درصد ورمی‌کمپوست و ٢ در هزار نانو پتاسیم بیشترین مقدار این دو صفت را نشان داد. بیشترین مقدار وزن برگ (١٩٤/٧٦ گرم) در تیمار ورمی‌کمپوست ٣٠ درصد و ٦ در هزار نانو پتاسیم و بیشترین مقدار فلاونوئید ژل (٢٠/٦٦ میکروگرم بر گرم) در تیمار ١٥ درصد ورمی‌کمپوست و ٤ در هزار نانو پتاسیم مشاهده گردید. در حالیکه بیشترین مقدار فنل ژل (٤٤/٧٣ میکروگرم بر گرم) در تیمار ١٥ درصد ورمی‌کمپوست و سطح صفر نانو پتاسیم مشاهده شد. بنابراین استفاده از بستر ترکیبی ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم در پرورش گیاه آلوئه‌ورا نقش مؤثری در تولید برگ و ژل با کیفیت و مطلوب دارد. نحوه اثر گذاری بسته به نوع صفت تابعی از درصد ترکیبی ورمی‌کمپوست در بستر و غلظت کود نانو پتاسیم می‌باشد.

کلمات کلیدی: آلوئه‌ورا، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، گلوکومانان، نانو کود، ورمی‌کمپوست

مقدمه:

آلوئه گیاهی بوته‌ای، همیشه سبز، شاداب و باطراوت بوده و به خانواده لیلیاسه تعلق دارد. مهمترین گونه‌ی آن، آلوئه‌ورا (*Aloe barbadensis* Miller) بوده که در ایران به صبر زرد معروف است (ولدآبادی و همکاران، ١٣٩٠).

عمده‌ترین بخش مورد استفاده این گیاه، ماده‌ی ژل‌مانند چسبناکی از مشتقات آنتراکینونیک به نام آلوئس (Aloes) می باشد (Chen *et al.*, 2012). ژل آلوئه‌ورا شامل ٩٨٪ آب و پلی ساکاریدهای گوناگون از جمله گلوکومانان و گالاکتان می‌باشد. این ماده دارای خواص متعدد بیولوژیک و فیزیولوژیک ازجمله توانایی درمان سوختگی و جراحات پوستی، ضد چروک، توقف رشد برخی باکتری‌ها و انگل‌ها، اثر مقاومتی در برابر تکثیر سلول‌های سرطانی و تحریک سیستم ایمنی بدن به دلیل وجود ترکیب‌های آنتراکینون است (Langmead *et al.*, 2004; Sosa *et al.*, 2007).

بسیاری از مواد جهش‌زا و سرطان‌زا از طریق رادیکال‌های آزاد اکسیژن ROS اثر تخریبی خود را نشان می‌دهند

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: moradiho@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.5.5]

(Koksal and Gulcin, 2008). موادی که به عنوان آنتی اکسیدان عمل می‌کنند، آثار زیان‌بار این رادیکال‌های آزاد را کاهش می‌دهند (Kumaran and Karunakaran, 2006)، لذا مصرف روزانه آنتی‌اکسیدان‌ها دفاع و ایمنی بدن را افزایش داده و به عنوان ضد سرطان عمل می‌کند. آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در گیاهان شامل ترکیبات فنلی، اسید آسکوربیک، کاروتنوئیدها و ترکیبات آنتراکینونی، دارای پتانسیل قوی برای پاکسازی رادیکال‌های آزاد بوده و در قسمت‌های مختلف گیاه وجود دارند (Mathew and Abraham, 2006; Pokorny, 2007). ترکیبات فنلی به فنل‌های ساده، اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها طبقه‌بندی می‌شوند (Prior *el al*, 1998). بررسی‌های انجام گرفته حاکی از آن است که ساخت مواد موثره و عملکرد درگیاهان دارویی تحت تاثیر ژنوتیپ و عوامل محیطی از جمله کمبود یا فزونی عناصر مختلف در خاک است (امید بیگی، ۱۳۷٦) .مصرف کودهای آلی جهت بهبود کیفیت گیاهان دارویی نسبت به کودهای شیمیایی حایز اهمیت بیشتری می‌باشد، زیرا کودهای شیمیایی صرفاً یک یا چند عنصر مورد نیاز برای رشد گیاه را فراهم می‌کنند، درحالی‌که کودهای آلی ضمن دردسترس قرار دادن بسیاری از عناصر، باعث بهبود خواص فیزیکوشیمیایی خاک و ایجاد محیطی مناسب برای رشد و کیفیت بهتر گیاهان می‌شود (احمدیان و همکاران، ۱۳۸۹) . استفاده نانو کودها به علت اندازه کوچکتر با ابعادی بین ۱ تا ۱۰ نانومتر، منجر به جذب راحت‌تر، افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی، کاهش سمیت خاک، به حداقل رسیدن اثرات منفی ناشی از مصرف بیش از حد کود و کاهش تعداد دفعات کاربرد آن می‌شود (نادری و همکاران، ۱۳۹۰). ورمی‌کمپوست نوعی کمپوست حاصل از یک فرایند نیمه-هوازی است که طی تجزیه‌ی مواد آلی توسط کرم خاکی و میکروارگانیسم‌های خاکزی تولید می‌شود (Atiyeh *et al*., 2000). این ماده به علت داشتن خصوصیاتی مانند تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی و آزادسازی تدریجی آنها و نیز ظرفیت بالای نگهداری آب، باعث بهبود ساختار فیزیکی خاک شده و به همین دلیل استفاده از آن در بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول می‌باشد (Arancon *et al*., 2004; Atiyeh *et al*., 2002). پتاسیم از عناصری است که نقش بسیار مهمی در کیفیت گل‌های زینتی دارد. این عنصر در فعالسازی بیش از ۸۰ آنزیم گیاهی نقش مؤثری ایفا می‌کند. همچنین این عنصر در سنتز پروتئین‌ها، فتوسنتز و انتقال مواد حاصل از آن، تنظیم نظام آبی گیاه، توسعه سلول، توزیع متابولیت‌های اولیه و تعادل آنیونی ایفاء نقش می‌کند و در صورت کمبود پتاسیم فعالیت آنزیم‌ها مختل می‌شود (Amtmann *et al*., 2008; Malakouti, 1999). این مقاله به منظور بررسی اثرات عنصر پتاسیم به شکل نانو کود همراه با اثرات مثبت ورمی‌کمپوست در بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، کیفیت ژل و خواص داروئی رقم *Aloe barbadensis* Miller انجام شد.

مواد و روش‌ها:

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۱٦ تیمار شامل ٤ سطح صفر، ۱۵، ۳۰ و ٤۵ درصد حجمی ورمی-کمپوست و ٤ سطح کود نانو پتاسیم بصورت محلول پاشی (شاهد، ۲، ٤ و ٦ در هزار) و با ۳ تکرار درون گلخانه‌ی گیاهان داروئی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۹۱-۹۲ اجرا شد. پاجوش‌های یکنواخت آلوئه‌ورا (*Aloe vera* L.) از پایه‌های مادری در گلخانه تولیدی سیکاس واقع در ۱۵ کیلومتری قائمشهر جدا شده و به گلدان‌های حاوی بسترهای مورد نظر منتقل شدند.کود نانو پتاسیم با پایه‌ی کلات پتاسیم ۲۳٪ از شرکت فن‌آور سپهر پارمیس خریداری گردید. جهت آماده‌سازی محلول کود نانو پتاسیم مقادیر ۲، ٤ و ٦ گرم از این کود در ۱ لیتر آب مقطر حل گردیده و پس از تهیه محلول‌های مورد نظر، محلول‌پاشی برگی در ۳ مرحله با فواصل بیست روز یکبار صورت گرفت، بطوری که گیاهان شاهد نیز در هر مرحله توسط آب مقطر تیمار شدند. خاک پایه با نسبت ۱:۱:۲:۲ خاک باغچه، رس، خاک‌برگ و کود حیوانی تهیه و به صورت درصد حجمی با ورمی‌کمپوست مخلوط گردید.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.5.5]

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک و ورمی‌کمپوست استفاده شده در آزمایش

خصوصیات	نیتروژنN	فسفرp	پتاسیمk	اسیدیتهpH	هدایتEC
خاک پایه	%۰.۱۷	ppm۵۲	ppm۲۹۲	۷.۵۳	۱.۳۵
ورمی‌کمپوست	۱.۵۵%	۰.٤%	۰.٤%	۷.٦٤	۱.۱۲

خصوصیات شیمیایی خاک گلدان و ورمی‌کمپوست (کود گاوی + تفاله نیشکر) مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. مراقبت‌های زراعی بر حسب نیاز گلدان‌ها به صورت یکنواخت انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل خصوصیاتی نظیر وزن برگ، وزن ژل، وزن ژل نسبت به وزن برگ، وزن خشک ژل، درصد رطوبت ژل، ظرفیت آنتی اکسیدانی ژل، گلوکومانان ژل، فنل ژل، فلاونوئید ژل و آنتوسیانین بافت پوششی ژل می‌باشد.

سنجش ویژگی‌های مورفولوژیک: بزرگترین برگ به کمک چاقوی تیز از نزدیک طوقه هر بوته جدا و پس از شستشو برای حذف هرگونه بقایای بستر، وزن برگ با ترازوی دیجیتال (مدل A & D Company Limiled) محاسبه گردید. برای تعیین مقدار ژل، برگ‌های آلوئه‌ورا در حد فاصل ۲ تا ٤ ساعت پس از چیده شدن شسته شده، نوک، انتها و لبه برگ‌ها بریده، بافت پوششی بالائی برگ توسط چاقوئی تیز برداشته شده، سپس ژل از بافت پوششی پایینی توسط چاقو جدا گردید و وزن ژل با ترازو اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک، نمونه‌ها در آون (مدل BM_{120}) با دمای ٤۰ درجه سلسیوس تا زمان ثابت شدن وزن قرار گرفتند. سپس درصد رطوبت ژل و وزن خشک ژل محاسبه گردید.

سنجش ویژگی‌های بیوشیمیایی: جهت اندازه‌گیری فنل، فلاونوئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ژل از روش Ebrahimzadeh و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شد. ، برای تهیه عصاره‌ی متانولی، لوله‌های حاوی عصاره به مدت ۲٤ ساعت روی شیکر قرار گرفتند. سپس به مدت ۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و از قسمت فوقانی برای اندازه گیری فنل، فلاونوئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی استفاده شد.

برای تعیین میزان درصد مهار رادیکال‌های دی پی پی اچ (DPPH) **(1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl)**، پس از تهیه عصاره گیاهی، برای قرائت نمونه قبل از قرار دادن در اسپکتروفتومتر ۱ میلی‌لیتر عصاره با ۱ میلی‌لیترمحلول ۲و۲-دی فنیل۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) ۰/۱ میلی مولار (٤ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول خالص) مخلوط کرده سپس مخلوط حاصل به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق در تاریکی نگهداری گردید کالیبره کردن دستگاه اسپکتروفتومتر با متانول انجام شد. بدین صورت پس از انجام این آزمایش میزان درصد مهار رادیکال آزاد توسط عصاره حاصل مشخص گردید و به صورت درصد در عصاره‌ی تر گزارش گردید.

درصد مهار رادیکال آزاد =((Ac-As))/Ac×100

برای رسم منحنی کالیبراسیون فنل از غلظت‌های متفاوت اسید گالیک استفاده شد و با توجه به فرمول این منحنی میزان فنل بر حسب میلی گرم بر لیتر محاسبه گردید. برای رسم منحنی استاندارد فلاونوئید از غلظت‌های مختلف استاندارد کوئرستین استفاده شد و با توجه به معادله خط حاصل از این منحنی، میزان فلاونوئید موجود در ژل بر حسب میلی گرم بر لیتر محاسبه شد.

جهت سنجش آنتوسیانین از روش Sims و Gamon (۲۰۰۲) استفاده شد. بعد از تهیه عصاره، نمونه‌ها در طول موج‌های ٦٤۷، ٦٦۳، ٤۷۰ و ۵۳۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل uv-1800) قرائت شد. سپس میزان آنتوسیانین طبق فرمول زیر محاسبه گردید.

آنتوسیانین $=0.08173(A_{537})- 0.00697(A_{647})-0.002228(A_{663})$

سنجش میزان گلوکومانان در ژل: این روش بر اساس اندازه‌گیری تغییرات رنگ معرف قرمز کنگو (Congo red) در واکنش اختصاصی با گلوکومانان توسط دستگاه اسپکتروفتومتر استوار است. جهت ساخت محلول معرف از روش Eberendu

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.5.5]

و همکاران (۲۰۰۵) استفاده گردید. به‌بطور خلاصه ٤۰ میلی گرم از هر نمونه را با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط کرده، سپس ۰/٤ میلی‌لیتر از این محلول‌ها را جداگانه در یک لوله آزمایش ریخته و به هر کدام از لوله‌ها ٤ میلی‌لیتر از محلول معرف اضافه شد، پس از گذشت ۲۰ دقیقه جذب محلول‌ها در طول موج ٥٤۰ نانو متر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر و در حضور محلول معرف به عنوان شاهد قرائت شد . برای تهیه محلول استاندارد پلی‌ساکارید آلوئه‌ورا از روش Waller و همکاران (۱۹۷۸) استفاده شد. جهت رسم منحنی کالیبراسیون، از غلظت‌های مختلف استاندارد استفاده و مقدار آنها محاسبه شد. در نهایت از فرمول حاصل مقادیر گلوکومانان بر حسب میکروگرم بر لیتر در ژل بدست آمد.

تجزیه و تحلیل آماری: آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد رسم نمودارها به کمک نرم افزار Excel صورت گرفت و برای مقایسه میانگین داده‌ها از نرم‌افزار MSTAT-C استفاده شد.

نتایج و بحث:

وزن برگ: با توجه به معنی‌دار بودن تأثیر تیمارهای ورمی کمپوست و نانو کود پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد (جدول ۲) بر وزن برگ، تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست و ٦ در هزار نانو کود پتاسیم بیشترین وزن برگ (۱۹٤/۷٦گرم) (جدول ۳) و تیمار شاهد نانو کود پتاسیم با ۰ درصد ورمی‌کمپوست کمترین مقدار(۳٦/۳۳٦ گرم) را نشان دادند.

از آنجا که با مصرف ورمی کمپوست میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بستر کشت افزایش یافته (داوری‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۱) لذا در اختیار بودن مواد غذایی بیشتر برای گیاه، منجر به افزایش تقسیمات سلولی و طویل شدن سلول‌ها می‌گردد (Uyanoz *et al.*, 2002) با توجه به گزارشات Shadia (۲۰۱۱) گیاهان گوشتی به نیتروژن و پتاسیم زیاد نیاز دارند، و حضور پتاسیم در خاک روی جذب نیتروژن تاثیر گذاشته و جذب ازت را تسریع می‌بخشد. لذا تیمار آلوئه‌ورا با کودهای حاوی نیتروژن و پتاسیم، تاثیرات مثبتی روی افزایش طول برگ و عملکرد این گیاه می‌گذارد.

با توجه به گزارشات Atiyeh و همکاران (۲۰۰۰) اثرهای مطلوب ورمی کمپوست بدلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت و همچنین تنظیم pH و افزایش معنی دار ظرفیت نگهداری آب در محیط کشت بوده است. همچنین افزایش رشد با افزیش درصد ورمی‌کمپوست، ناشی از عوامل فیزیکی و تغذیه‌ای مانند تنظیم کننده‌های رشد نظیر اکسین ایجاد شده به وسیله ورمی‌کمپوست است، چرا که این تنظیم کننده‌ها در غلظتهای کم و تحت شرایط دسترسی کامل به عناصر غذایی، فعال هستند (Atiyeh *et al.*, 2000).

وزن تر و خشک ژل: در بین تیمارهای اثر متقابل ورمی کمپوست و نانو کود پتاسیم تفاوت معنی‌داری از لحاظ وزن تر و خشک ژل در سطح ۱ درصد مشاهده شد (جدول۲). به طوری که بیشترین مقدار(۸۸/۱۰۸ گرم) وزن ژل در تیمار ٤ در هزار نانو کود پتاسیم درسطح ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست و کمترین مقدار (۱۲/۸٥گرم) در تیمار شاهد نانو کود پتاسیم و سطح ۰ ورمی‌کمپوست بدست آمد (جدول۳). همچنین مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۳) نشان داد که وزن خشک ژل با مقدار ۰/۷۸٦ گرم در تیمار سطح ۱٥ درصد ورمی‌کمپوست و غلظت ٦ در هزار نانو کود پتاسیم بیشترین مقدار و در تیمار شاهد نانو کود پتاسیم و سطح صفر ورمی‌کمپوست با مقدار ۰/۱٥ گرم کمترین مقدار را نشان دادند.

در خصوص اثر متقابل این دو عامل در افزایش وزن برگ در ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست و سطح ٦ در هزار نانو کود پتاسیم و وزن ژل در سطح ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست و غلظت ٤ در هزار پتاسیم، می‌توان اظهار داشت که یک رابطه هم‌افزایی و تشدیدکننده بین این دو عامل وجود داشته و افزایش وزن تر و خشک ژل در بوته را موجب گردیده است. به نظر می‌رسد مصرف مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست با افزایش مواد آلی خاک، از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و نیز جذب بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، همچنین تولید موادی مانند هورمون و تنظیم کننده‌های رشد، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی می‌گردد که این مسئله در نهایت به بهبود رشد و افزایش میزان ژل در گیاه منجر می‌گردد. (Gupta., 2004; Arancon *et al.*, 2004). از آنجا که نانو کود

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.5.5]

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر ورمی‌کمپوست و نانو کود پتاسیم بر گیاه آلوئه‌ور

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن برگ	عملکرد ژل	وزن ژل / وزن برگ	وزن خشک ژل	درصد رطوبت ژل	ظرفیت آنتی-اکسیدانی ژل	گلوکومانان	فنول ژل	فلاونوئید ژل	آنتوسیانین بافت پوششی ژل
تکرار	۳	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۸۲	۰/۹۵	۰/۵۹	۰/۶۶	۰/۸۷	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۵۸
ورمی-کمپوست	۳	۱۹۴۸۷**	۴۹۴۱**	۰/۰۱۶**	۰/۴۱۴**	۰/۰۰۵ ns	۸/۵۴ **	۱/۸۷**	۵۲۷/۴۶**	۳۶/۵۷**	۰/۰۰۰۰۴*
نانو پتاسیم	۳	۴۸۹۹**	۱۲۷۱**	۰/۰۰۳۲*	۰/۰۷۹**	۰/۰۲۳ *	۵/۶۸ **	۰/۲۵ **	۱۶۸/۷۰**	۳۳/۵۶**	۰/۰۰۰۰۰۱ns
ورمی‌کمپوست * نانو پتاسیم	۹	۸۰۶/۳۳**	۲۰۴/۵۶**	۰/۰۰۵۸**	۰/۰۱۵**	۰/۰۲۹**	۲/۰۵*	۰/۱۷۹**	۱۱۵/۷۵**	۱۶/۰۱**	۰/۰۰۰۰۲*
خطای آزمایش	۳۲	۳۲/۰۲۵	۱۳/۲۳۲	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۷۴	۰/۹۴۸	۰/۰۳۷	۳/۴۶	۰/۷۵	۰/۰۰۰۰۰۸
ضریب تغییرات	-	۴/۱۹۱	۵/۶۰۶	۵/۷۱۱	۸/۱۰۷	۰/۰۸۷	۱/۸۴	۳/۱۳	۶/۲۲	۴/۲۹	۱۶/۶۷

ns، ** و * به ترتیب غیرمعنی دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱و ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ورمی‌کمپوست و نانو کود پتاسیم بر گیاه آلوئه‌ورا

تیمار	وزن برگ (گرم)	وزن ژل (گرم)	وزن ژل/ وزن برگ	وزن خشک ژل (گرم)	درصد رطوبت ژل	ظرفیت آنتی اکسیدانی ژل (درصد)	گلوکومانان (میکرو گرم/لیتر)	فلاونوئید ژل (میکرو - گرم/ گرم	آنتوسیانین (میلی‌گرم/ گرم)
V_0k_0	۳۶/۳۳۶ k	۱۲/۸۵ I	۰/۳۵۳ H	۰/۱۵ F	۹۴/۸۴ D	۵۰/۱۷ E	۵/۶۴ H G	۱۰/۶۰ G	۰/۰۰۱۳۳ DE
V_0k_2	۹۵/۷۵۰ j	۴۱/۷۰ H	۰/۴۳۲ FG	۰/۳۸۵ E	۹۹/۱۲۹ ABC	۵۳/۰۸ BC	۵/۵۰ H	۱۱/۶۰ FG	۰/۰۲ ABC
V_0k_4	۹۴/۶۹۰ j	۴۳/۸۸ H	۰/۴۶۳ EF	۰/۳۷۲ DE	۹۹/۱۴۷ AB	۵۲/۲۱ BCD	۵/۸۳ GF	۱۴/۸۰ CD	۰/۰۱۵۷ CDE
V_0k_6	۸۹/۲۳۵ J	۴۲/۴۴ H	۰/۴۷۵ CDEF	۰/۳۵۵ E	۹۹/۱۶۲ A	۵۲/۰۱ BCD	۵/۴۳ H	۲۰/۴۲ A	۰/۰۱۶۶ BCDE
$V_{15}k_0$	۱۰۶/۲۷۹ I	۵۵/۰۵۳ G	۰/۵۱۸ ABC	۰/۴۴۸ D	۹۹/۱۸۵ A	۵۲/۸۲ BCD	۵/۹۰ EFG	۱۶/۲۸	۰/۰۱۴۶ DE
$V_{15}k_2$	۱۱۲/۳۱۰ I	۵۵/۵۱ G	۰/۴۹۴ BCDE	۰/۵۴۵ C	۹۹/۰۱۷۰ BC	۵۳/۳۸ BC	۶/۳۰ BCD	۱۱/۷۰ FG	۰/۰۱۷۰ ABCDE
$V_{15}k_4$	۱۵۰/۱۰۴ G	۷۹/۹۳ CDE	۰/۵۳۲ AB	۰/۷۰۲ B	۹۹/۱۲۱ ABC	۵۱/۲۴ DE	۶/۰۸ DEF	۲۰/۶۶ A	۰/۰۱۴۰ ED
$V_{15}k_6$	۱۶۱/۱۴۷ DEF	۸۳/۶۳ ABC	۰/۵۱۹ ABC	۰/۷۸۶ A	۹۹/۰۶ ABC	۵۱/۸۹ CD	۶/۳۰ BCD	۱۶/۴۶ B	۰/۰۱۲۶ E
$V_{30}k_0$	۱۲۸/۴۲۵ H	۶۴/۷۴ F	۰/۵۰۴ ABCDE	۰/۵۷۳ C	۹۹/۱۱ ABC	۵۳/۲۸ BC	۶/۱۵ CDE	۱۲/۵۹ EF	۰/۰۲۱ AB
$V_{30}k_2$	۱۵۱/۸۸ FG	۸۱/۶۶ CD	۰/۵۴۰ A	۰/۷۵۵ AB	۹۹/۰۷۴ ABC	۵۵/۴۹ A	۶/۶۰ AB	۱۳/۷۰ DE	۰/۰۱۴۶ DE
$V_{30}k_4$	۱۷۲/۷۹۶ BC	۸۸/۱۰۸ A	۰/۵۰۹ ABCD	۰/۷۱۵ AB	۹۹/۱۸۸ A	۵۳/۵۵ B	۶/۹۶ A	۱۳/۶۰ DE	۰/۰۲۱۶ A
$V_{30}k_6$	۱۹۴/۷۶ A	۸۱/۸۳ BCD	۰/۴۲۰ G	۰/۷۴۰ AB	۹۹/۰۹۵ ABC	۵۲/۹۴ BC	۶/۴۰ ABC	۱۲/۶۵ DE	۰/۰۱۸ ABCD
$V_{45}k_0$	۱۶۶/۹۴ CD	۷۴/۳۶ E	۰/۴۴۵ FG	۰/۶۹۹ B	۹۹/۰۶ ABC	۵۳/۲۱ BC	۶/۴۶ ABC	۱۴/۶۲ D	۰/۰۱۵۰ DE
$V_{45}k_2$	۱۵۷/۳۳۶ EFG	۶۷/۹۱ F	۰/۴۳۱ FG	۰/۶۷۹ B	۹۸/۹۹ C	۵۳/۱۱ BC	۵/۹۴ EFG	۱۳/۹۱ DE	۰/۰۱۵۶ CDE
$V_{45}k_4$	۱۶۴/۳۲۲ CDE	۷۶/۹۱ DE	۰/۶۴۸ DEF	۰/۷۱۳ AB	۹۹/۰۷۲ ABC	۵۳/۳۵ BC	۶/۵۴ AB	۱۶/۱۵ BC	۰/۰۱۴۰ DE
$V_{45}k_6$	۱۷۸/ ۰۴۴ B	۸۷/۷۴۴ AB	۰/۴۳۹ BCDE	۰/۷۲۰ AB	۹۹/۱۷۵ A	۵۲/۲۸ BCD	۶/۱۸ CDE	۱۴/۴۸ D	۰/۰۱۷۳ ABCDE

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

V_0: ۰ درصد ورمی‌کمپوست، V_{15}: ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست، V_{30}: ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست، V_{45}: ۴۵ درصد ورمی‌کمپوست

K_0: غلظت ۰ پتاسیم ، V_2: پتاسیم ۲ در هزار، V_4: پتاسیم ۴ در هزار، V_6: پتاسیم ۶ در هزار

پتاسیم نیز نقش مهمی در فعالیت‌های گیاه مانند فتوسنتز، جذب آب و حفظ پتانسیل اسمزی، همچنین تاثیر در افزایش رشد و فعالیت ریشه، افزایش محتوی کلروفیل و افزایش فعالیت آنزیم ردوکتاز و انورتاز دارد، لذا در افزایش میزان وزن تر و خشک ژل مؤثر می‌باشد (Epstein, 1978; Ma and Shi, 2011).

نتایج بررسی‌های Salehi و همکاران (۲۰۱۱) بر روی گیاه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.5.5]

داروئی بابونه، بیانگر این مطلب بود که کاربرد مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست موجب افزایش میزان عملکرد و افزایش ماده خشک در این گیاه داروئی می‌گردد. همچنین Prabha و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ی خود بر روی گیاه گوجه فرنگی، گزارش کردند که ورمی‌کمپوست به علت وجود تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و افزایش جذب عناصر معدنی نظیر نیتروژن باعث افزایش وزن و افزایش رشد گیاه می‌شود. این در حالیست که به نظر می‌رسد با مصرف مقادیر بالای ورمی‌کمپوست این رابطه نقش کاهندگی داشته که به موجب آن سبب تقلیل در رشد بوته می گردد. این امر می‌تواند به دلیل افزایش سمیت عناصر سنگین، شوری و نیز مسمومیت گیاه در اثر ورمی‌کمپوست زیاد باشد (Arancon *et al*., 2004; Perez-.Murcia, 2006).

گلوکومانان ژل: تیمار ٤ در هزار نانو کود پتاسیم در ورمی کمپوست ۳۰ درصد موجب افزایش معنی‌دار مقدار گلوکومانان ژل نسبت به شاهد شد (جدول ۲). بطوریکه با توجه به جدول مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) تیمار ٤ در هزار نانو کود پتاسیم در ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد با مقدار ٦/۹٦ میکروگرم بر گرم و تیمار ٦ در هزار نانو کود پتاسیم در سطح ۰ ورمی کمپوست با مقدار ۵/٤۳ میکروگرم بر گرم کمترین مقدارگلوکومانان ژل را نشان داد.

از آنجا که عوامل محیطی در کمیت و کیفیت مواد مؤثره‌ی گیاهان دارویی نقش موثری دارند، لذا تامین عناصر غذایی مثل نیتروژن و پتاسیم نقش مهمی در رشد و انجام متابولیسم اولیه آن‌ها فراهم می‌کند. نتایج حاصل از جدول همبستگی (جدول ٤) نشان می‌دهد که بین وزن برگ و وزن ژل همبستگی مثبتی در سطح ۱٪ وجود دارد. از آنجا که بخش میانی و عمده برگ در آلوئه‌ورا از سلول‌های پارانشیم محتوی ژل تشکیل شده (Phon *et al*., 2008)، لذا این افزایش در وزن برگ نشان‌دهنده افزایش وزن ژل می‌باشد. تاثیر مثبت ورمی‌کمپوست۳۰ درصد در حضور غلظت ۲ در هزار نانو کود پتاسیم بر روی وزن خشک ژل، مبنی بر افزایش عملکرد محصول در راستای افزایش مقدار این دو عامل می‌باشد. در این آزمایش وزن خشک ژل از همبستگی بالایی با وزن تر ژل ($r=۰/۹٤^{**}$) و مقدار گلوکومانان ($r=۷٤^{**}$) برخوردار بود (جدول ٤). از آنجا که آلوئه‌ورا از گیاهان CAM (مسیر متابولیسم اسید کراسولاسه) بوده، لذا اولین ترکیب تولید شده از دی‌اکسید کربن در این گیاه به صورت اسید مالیک ذخیره و توسط چرخه کالوین و گلیکولیز برای ساخت پلی‌ساکاریدها بکار می‌رود (Alagukannan *et al*., 2008). از سوی دیگر ورمی‌کمپوست باعث افزایش جذب عناصر و مواد غذایی می‌گردد (Suthar, 2009). بوته هایی که مواد غذایی بیشتری را دریافت کنند به علت در اختیار داشتن موادی نظیر نیتروژن و پتاسیم، میزان اسید مالیک تولید شده در آن‌ها بیشتر می‌گردد، که این امر موجب افزایش مقدار پلی ساکاریدها و ماده مؤثره می‌گردد.مهمترین پلی‌ساکاریدهای موجود در ژل آلوئه ورا گلوکومانان می‌باشد که از اتصال خطی واحدهای مانوز بوجود آمده‌اند. لذا افزایش میزان اسید مالیک می‌تواند منجر به افزایش میزان این پلی‌ساکارید در گیاه آلوئه‌ورا گردد (Eberendu *et al*., 2005).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ژل: در بخش فاکتورهای بیوشیمیایی نیزاختلافات معنی‌داری بین اثر متقابل تیمارهای ورمی‌کمپوست و نانو کود پتاسیم مشاهده شد (جدول ۲)، بطوری‌که در مورد ظرفیت آنتی اکسیدانی ژل افزایش ورمی‌کمپوست و نانو کود پتاسیم موجب افزایش میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شد و بیشترین میزان (۵۵/٤۹ درصد) در سطح ۳۰ درصد ورمی کمپوست و ۲ درهزار نانو کودپتاسیم و کمترین مقدار (۵۰/۱۷ درصد) مربوط به تیمار شاهد نانو کودپتاسیم در سطح ۰ درصد ورمی‌کمپوست بود. افزایش معنی‌دار میزان ظرفیت آنتی اکسیدانی ژل در این گیاه تحت تاثیر۳۰ درصد ورمی‌کمپوست و ٤ در هزار نانو کود پتاسیم می‌تواند به دلیل ارتباط بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی باشد. یافته‌های Ghasemzadeh و Jaafar (۲۰۱۱) در گیاه زنجبیل، مؤید این مطلب می‌باشد که تحت شرایط افزایش دهنده فتوسنتز، محتوی فلاونوئید و فنل در این گیاه افزایش یافته، این امر با افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه همراه بود. می‌توان اظهار داشت که یک ارتباط مثبت و تنگاتنگ بین محتوی فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی وجود دارد و همزمان با افزایش میزان ترکیبات فنلی.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.5.5]

جدول ٤- ضریب همبستگی میان صفات اندازه گیری شده گیاه آلوئه‌ورا در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و نانو کود پتاسیم

مؤلفه‌ها	وزن برگ (گرم)	وزن ژل (گرم)	وزن ژل/ وزن برگ	وزن خشک ژل (گرم)	درصد رطوبت ژل	ظرفیت آنتی اکسیدانی ژل (درصد)	گلوکومانان (میکروگرم/ لیتر)	فنول ژل (میکرو- گرم/ گرم)	فلاونوئید ژل (میکروگرم/ گرم)	آنتوسیانین (میلی‌گرم/ گرم)
وزن برگ	۱									
عملکرد ژل	۰/۹۵**	۱								
وزن ژل/وزن برگ	۰/۳۳*	۰/۵۸**	۱							
وزن خشک ژل	۰/۹۳**	۰/۹٤**	۰/٤۷**	۱						
درصد رطوبت ژل	۰/۲۹*	۰/۳۹**	۰/۵٤**	۰/۰۹ ns	۱					
ظرفیت آنتی اکسیدانی ژل	۰/۳۷**	۰/۳۸**	۰/۲۹*	۰/۳۹**	۰/۱٤٦ ns	۱				
گلوکومانان	۰/٦۹**	۰/۷۳**	۰/٤۰**	۰/۷٤**	۰/۰۸ ns	۰/٤۱**	۱			
فنول ژل	۰/۱٦ ns	۰/۲۳ ns	۰/٤٦**	۰/۲۷ ns	۰/۱۲ ns	۰/۲۱ ns	۰/۲۵ ns	۱		
فلاونوئید ژل	۰/۱٤ ns	۰/۲۳ ns	۰/۳۹**	۰/۱۸۲ ns	۰/۳۲*	-۰/۱۵ ns	۰/۱۲۵ ns	۰/۰۰۹ ns	۱	
آنتوسیانین	۰/۱۱ ns	/۰۵۳ ns	۰/۰۹۰ ns	۰/۰٤٦ ns	۰/۰۸٦ ns	۰/۳۰*	۰/۱۰۳ ns	۰/۱٤۰ ns	-۰/۲۳ ns	۱

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

V_0: ۰ درصد ورمی‌کمپوست ، V_{15}: ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست، V_{30}: ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست، V_{45}: ٤۵ درصد ورمی‌کمپوست

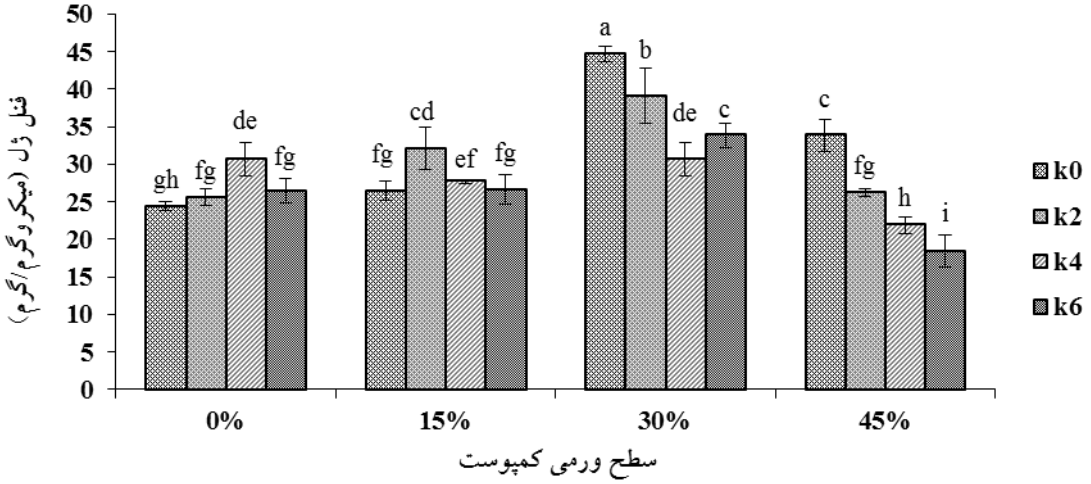
K_0: غلظت ۰ پتاسیم ، V_2: پتاسیم ۲ در هزار V_4: پتاسیم ٤ در هزار، V_6: پتاسیم ٦ در هزار

میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز افزایش می‌یابد (Oktay *et al*., 2003; Wang *et al*., 2003).

فنل و فلاونوئید ژل: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر متقابل این دو عامل بر فنول و فلاونوئید ژل در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بطوریکه یافته‌های این تحقیق نشان داد حداکثر میزان فنل ژل (شکل ۱) با مقدار(۷۳/ ٤٤ میکرو گرم/ گرم) را در تیمار ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست و سطح صفر نانو و کمترین مقدار (۱۸/٤۲ میکرو گرم/ گرم) در تیمار ورمی‌کمپوست٤۵ درصد و ٦ در هزار نانو پتاسیم بدست آمد(شکل ۱). درحالی که برای فلاونوئید ژل بیشترین مقدار در تیمار(۲۰/٦٦ میکروگرم/گرم) ٤ در هزار نانو پتاسیم در ورمی‌کمپوست ۱۵ درصد و کمترین مقدار (۱/٦٦۵ میکروگرم/گرم) در تیمار شاهد پتاسیم در سطح ۰ درصد ورمی‌کمپوست حاصل شد. از آنجا که بر اساس دو فرضیه تعادل کربن به مواد معدنی و فرضیه‌ی تمایز رشد، رابطه‌ی دو طرفه بین متابولیسم اولیه و ثانویه اثبات شده‌است(Epstein, 1972; Mckey, 1979)، لذا از یک طرف افزایش عناصر غذایی در خاک تیمار شده با ورمی‌کمپوست، با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو منجر به افزایش میزان فتوسنتز خالص در گیاه گردیده، پتاسیم نیز با فعال کردن آنزیم‌های درگیر با بیوسنتز نشاسته و پروتئین در سنتز ترکیبات ثانویه، مورد استفاده قرار گیرد (Ghasemzadeh and Jaafar, 2011; Mullera *et al*., 2013). از طرف دیگر افزایش ترکیبات فنلی با تعادل بین محل مصرف کربوئیدرات‌ها مرتبط می‌باشد، به‌طوری که هر جا هیدرات‌های کربن بیشتر باشد ترکیبات فنلی نیز بیشتر هستند (Lattanzio *et al*., 2009; Mullera *et al*., 2013). از آنجا که هیدرات‌های کربن، اسکلت مورد نیاز برای ساخت ترکیبات فنلی شناخته شده‌اند، لذا افزایش در مقدار آن‌ها به عنوان افزایش سوبسترا برای سنتز ترکیبات فنلی می‌باشد که این امر ممکن است به اختصاص یافتن بیشتر کربن به مسیر شیکمیک اسید مربوط باشد (Phuong *et al*., 2010; Crozier *et al*., 2006). ولی استفاده زیاد ورمی‌کمپوست سبب شوری بستر کشت شده و این امر اثرات بازدارنده‌ای در فعالیت‌های گیاه می‌گذارد (Ameri *et al*., 2012). این امر می‌تواند باعث کاهش میزان فتوسنتز و در نهایت کاهش میزان ترکیبات فنلی در این آزمایش گردد. از سوی دیگر گزارش شده است که کاربرد پتاسیم نیز بیشتر از حد بهینه، مقدار ترکیبات فنلی را کاهش، می‌دهد (Delgado *et al*., 2006).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.5.5]



شکل ۱ – تاثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و نانو کود پتاسیم بر محتوی فنل ژل (میکروگرم/گرم)

آنتوسیانین بافت پوششی ژل: مقدار آنتوسیانین نیز تاثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد تحت تاثیر متقابل تیمارها نشان داد (جدول۲). بطوری که بیشترین مقدار آن (۰/۰۲۱٦ میلی گرم/ لیتر) در تیمار ٤ در هزار نانو کود پتاسیم و ورمی کمپوست ۳۰ و کمترین مقدار (۰/۰۱۳۳ میلی‌گرم/ لیتر) مربوط به تیمار سطح شاهد نانو کودپتاسیم در سطح ۰ وررمی کمپوست بدست آمد (جدول ۳). با افزایش میزان این دو عامل ابتدا روند افزایش و سپس کاهش دیده شد. از آنجا که مسیر سنتز آنتوسیانین،فنل وفلاونوئید مشابه بوده و توسط آنزیم PAL که به عنوان آنزیم محرک بیوسنتز طیف وسیعی از ترکیبات فنیل پروپان است، انجام می‌گیرد (Jeong *et al.*, 2004; Lancaste *et al.*, 1994) لذا افزایش میزان ترکیبات فنلی تحت تاثیر ورمی‌کمپوست و نانو کود پتاسیم در افزایش میزان آنتوسیانین بافت پوششی ژل نیز مؤثر می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی:

به‌طور کلی ورمی‌کمپوست علاوه بر اثر مطلوب روی خصوصیات فیزیکی خاک جذب عناصر غذایی مخصوصا عناصر ماکرو را افزایش می‌دهد. افزایش جذب بسته به صفات مختلف می‌تواند متغیر باشد. به‌طوری که در زمان استفاده ورمی‌کمپوست به تنهایی، نتایج متفاوتی نسبت به زمان استفاده همزمان آن با نانو کود پتاسیم بدست آمد. در گیاه آلوئه‌ورا نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که ورمی‌کمپوست و نانو کود پتاسیم اثرات مثبتی در افزایش میزان ژل و کیفیت آن اعمال کردند. همچنین برهمکنش این دو عامل در گیاه مذکور باعث افزایش میزان ترکیبات فنولی و خواص آنتی‌اکسیدانی ژل گردید. بنابراین مطابق با این آزمایش می‌توان رابطه‌ای بین تغییرات عناصر حاصل از ورمی‌کمپوست وکودهای نانو پتاسیم افزوده شده پیدا کرد. این رابطه در فاکتورهای مختلف بسیار متغیر است.

منابع:

امیدبیگی، ر. ۱۳۷٦. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات طراحان نشر. تهران

احمدیان، ا.، قنبری، ا.، گلوی، م.، سیاهسر، ب و آرزمجو، ا. (۱۳۸۹) اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و کود دامی بر میزان عناصر، درصد اسانس و ترکیبات شیمیایی آن در زیره سبز. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علفهای هرز، ۱٦ : ۹٤-۸۳

داوری‌نژاد، غ.، حق‌نیا، غ.، شهبازی، ح و محمدیان، ر. (۱۳۸۱) تأثیر کود کمپوست و دامی در تولید چغندر. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ۱٦: ۸٤– ۷۵

فون‌ویک، ب و وینک، م (۱۳۸۷) مهمترین گیاهان داروئی جهان. مجتمع آموزش کشاورزی سبز ایران. تهران

ملکوتی، م. ج و همایی، م. (۱۳۸۳) حاصلخیزی خاک‌های

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.5.5]

مناطق خشک، مشکلات و راه‌حل‌ها. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران

نادری، م و دانش شهرکی، ع. (۱۳۹۰) کاربرد فناوری نانو در بهینه سازی فرمولاسیون کودهای شیمیایی، ماهنامه فناوری نانو ۱۶۵: ۲۰ – ۲۲ .

ولدآبادی، س. ع.، محمدبیگی ،ف و دانشیان ، ج. (۱۳۸۰) گیاهان داروئی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس. شهر قدس.

Alagukannan, G., Ganesh, S. and Gopal .S.K. (2008) Characterization and Screening of Different Ecotypes of Aloe vera for Growth, Yield and Quality. International Aloe Science Council Texas 2: 302-624.

Ameri, A., tehranifar, A., Davarinezhad, Gh. and Shour, M. (2011) Effect of different substrat on strawberry growth and yield inside in soilless culture. Journal of small Fruits 1:35-50

Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J.D. (2004) Effect of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. Bioresource Technology 93:139-143.

Atiye, R. M., Subler, S., Edwards, C. A., Bachman, G., Metzger, J. D. and Shuster, W. (2000) Effects of vermicomposts and compost on plant growth horticultural container media and soil. Pedobiologia 44: 579-590

Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A. and Metzger, J.D. (2002) The influence of earthworm processed pig from vegetative meristems. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 20: 71-74

Chen, w., Van Wyk, B. E., Vermaak, I. and Viljoen, A. M. (2012) Cape aloes-A review of the phytochemistry, pharmacology and commercialisation of Aloe ferox. Phytochemistry Letters 5: 1–12

Crozier, A., Jaganath, I. B. and Clifford, M. N. (2006). Phenols, polyphenols and tannins: An overview. In A. Crozier, M. N. Clifford, and H. Ashihara (Eds.), Plant secondary metabolites: Occurrence, structure and role in the human diet Oxford: Blackwell Publishing. Glasgow

Delgado, R., Gonzalez, M. and Martin, P. (2006) Martín Interaction effects of nitrogen and potassium fertilization on anthocyanin composition and chromatic features of Tempranillo grapes. International Journal of Vine and Wine Science 40:141-150.

Eberendu, A. R., Luta, G., Edwards, J. A., Mcanalley, B. H. and Mannatech, B. D. (2005) Quantitative Colorimetric Analysis of Aloe Polysaccharides as a Measure of *Aloe vera* Quality in Commercial Products, Journal of AOAC international 88:684-691

Ebrahimzadeh, M. A., Pourmorad, F. and Hafezi, S. (2008) Antioxidant activities of Iranian corn silk. Turkish Journal of Biology 32: 43-49.

Epstein, E. (1972) Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. New York: John Wiley

Ghasemzadeh, A. and Jaafar, H. Z. E. (2011) Effect of co2 enrichment on synthesis of some primary and secondary metabolites in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). International Journal of Molecular Sciences 12:1101-1114

Gupta, M. L., Prasad, A., Ram, M. and kumar, S. (2002) Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasiculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint(*Mentha arvensis*) under field conditions, Bioresource Technology 81: 77-79.

Gupta, P. K. (2004) Vermicomposting for sustainable agriculture. Book worm publishing Co Gunadi. Dehli International Journal of Molecular Sciences 12: 1101-1114

Jeong, S. T., Goto-Yamamoto, N., Kobayashi, S. and Esaka, M. (2004) Effects of plant hormones and shading on the accumulation of anthocyanins and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in grape berry skins. Plant Science 167: 247–252.

Koksal, E. and Gulcin, I. (2008) Antioxidant activity of cauliflower. Turk Agriculture 32:65

Kumaran, A. and Karunakaran, R. J. (2006) Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of Coleus aromaticus. Food Chemistry 97:109-114.

Lancaster, J.E. (1992) Regulationof skincolor inapples, Crit, Rev, Plant Science 10:487–502.

Langmead, L., Makins, R. J. and Rampton, D.S. (2004) Anti inflammatory effects of Aloe Vera gel in human colorectal mucosa *in vitro*, Alimentary Pharmacology and Therapeutics 19:521-7.

Lattanzio, V., Cardinali, A., Ruta, C., Fortunato, I.M., Lattanzio, V. M. T. and Linsalata,V. (2009) Relationship of secondary metabolism to growth in oregano (*Origanum vulgare* L.) shoot cultures under nutritional stress, Environmental and Experimental Botany65:54–62.

Ma, L. and Shi, Y. (2010) Effects of potassium fertilizer on physiological and biochemical index of Stevia rebaudiana Bertoni, Energy Procedia 5:581–586

Mathew, S. and Abraham, T. E. (2006) *In vitro* antioxidant activity and scavenging effects of *Cinnamomum verum* leaf extract assayed by different methodologies, Food and Chemical Toxicology 44:198-206.

Mckey, D. (1979) The distribution of secondary compounds within plants. In: Rosenthal GA, Janzen DH, editors, Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites. New York: Academic Press

Mullera, V., Lankesa, C., Zimmermannb, B. F., Nogaa.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.5.5]

Vaccinium species, Journal of Agriculture and Food Chemistry 46: 2686-2693.

Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzade. A.. (2011) The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 27: 188-201

Sims, D. A. and Gamon, J. A. (2002) Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages, Remote Sensing of Environment 81: 337– 354

Sosa, S., Morelli. C. F., Tubaro. A., Cairoli. P., Speranza. G. and Manitto, P. (2007) Anti-inflammatory activity of *Maytenus senegalensis* root extracts and of maytenoic acid. Phytomedicine 14: 109-14.

Suthar, S. (2007) Vermicomposting potential of *Perionyx sansibaricus* (Perrier) in different waste materials, Bioresource Technol 98: 1231–1237.

Uyanoz, R., Cetin, U., Zengin, M. and Gur, K. (2002) Effect of different organic wastes on nitro genmineralization and organic carbon contents of soil: International Conference on SustainableLand Use and Management, Canakkale, Turkey 2: 23-28

Waller, G.R., Mangiafico, S. and Ritchey, C.R. (1978) A chemical investigation of *Aloe barbadensis* Miller Procesing Oklahoma Academy Science 58: 69–76

Wang, Y. S. H., Bunce, A. J. and Maas, L. J. (2003) Elevated carbon dioxide increases contents of antioxidant compounds in field-grown strawberries. Journals Agriculture, Food Chemistry 51: 4315–432

G. and Hunschea, M. (2013) Centelloside accumulation in leaves of *Centella asiatica* is determined by resource partitioning between primary and secondary metabolism while influenced by supply levels of either nitrogen, phosphorus or potassium, Journal of Plant Physiology 170:1165–1175

Oktay, M., Gulcin, I. and Kufrevioglu, O.I. (2003) Determination of *in vitro* antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare)* seed extracts. LWT - Food Science and Technology 36: 263–271.

Perez-Murcia, M. D., Moral, R., Moreno-Caselles, J. and Paredes, A.C. (2006) Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli, Bioresource Technol 97:123–130

Phuong, M., Nguyen, E., M. and Niemeyer K, E. D. (2010) Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum L.*) leaves. Food Chemistry 123: 1235–1241

Pokorny, J. (2007) Are natural antioxidants better and safer than synthetic antioxidant European Journal of Lipid Science and thechnology 109: 629-642.

Prabha, M. L., Jayraaj, I. A., Jayraaj, R. and Rao, D. S. (2007) Effective of vermicompost on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences 9:321-326.

Prior, R. L., Cao, G. H., Martin, A., Sofic, E., McEwen, J., Obrien, C., Lischner, N., Ehlenfeldt, M., Kalt, W., Krewer, G. and Mainland, C. M. (1998) Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.5.5]