مقاله پژوهشی

# بررسی شاخص‌های رشد و نموی و ویژگی‌های بیوشیمیایی آریل انار (*Punica granatum* L.) رقم شیرین طارم تحت تأثیر کود گاوی و ورمی‌کمپوست

**محسن بهرامی[۱]، داود بخشی[۲]* و مجید مجیدیان[۳]**

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۲۳- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۱)

**چکیده**

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کود گاوی و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های بیوشیمیایی آریل انار، آزمایشی روی درختان انار شیرین رقم محلی طارم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصافی با ۱۰ تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۸ اجرا شد. کود گاوی، ورمی‌کمپوست و مخلوط مساوی از هر دو در سه سطح سه، شش و نه کیلوگرم برای هر درخت به صورت چالکود استفاده شد. نتایج نشان داد که ورمی‌کمپوست در سطح نه کیلوگرم بر وزن (۳۱۳ گرم)، طول (۷۸/۲ میلی‌متر) و قطر میوه (۸۴/۷ میلی‌متر) و حجم آب میوه (۱۳۴/۵ میلی‌لیتر) تأثیر معنی‌داری داشت. در حالی که کمترین مقادیر آنها در تیمار شاهد مشاهده شد. شاخص طعم (۱۹/۵) در تیمار ورمی‌کمپوست سه کیلوگرم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. کود گاوی در سطح‌های سه و شش کیلوگرم به ترتیب بر میزان فنل کل (۲۲۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه) و اسید قابل تیتراسیون (۱/۲ درصد) بیشترین اثر معنی‌دار را نشان داد. تأثیر تیمار مخلوط کود گاوی و ورمی‌کمپوست نه کیلوگرم برای صفت عملکرد (۸/۳ تن در هکتار) و حجم آریل (۰/۴ میلی‌لیتر) نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. تیمار شاهد اگرچه از نظر صفات میوه انار کمترین میانگین را داشت، اما مواد جامد محلول (۱۴/۹ درجه بریکس) و آنتوسیانین کل (۳۶/۳ میلی گرم در لیتر) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (۷۸/۶ درصد) خوبی را نشان داد.

**کلمات کلیدی:** ارگانیک، آنتوسیانین کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، کیفیت میوه، وزن آریل

۱- دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد، سایر، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۳- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

* پست الکترونیک: bakhshi-d@guilan.ac.ir

**مقدمه**

انار با نام علمی (*Punica granatum* L.) متعلق به خانواده انارسانان (Punicaceae) یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین میوه‌های خوراکی و بومی ایران می‌باشد (اکبرپور[1] و همکاران، ۲۰۰۹) که به‌طور وسیع در بسیاری از مناطق نیمه‌گرمسیری کشت می‌شود (فدوی[2] و همکاران، ۲۰۰۶). براساس شواهد تاریخی، به‌نظر می‌رسد که منشاء انار، ایران بوده و از این منطقه به دیگر قسمت‌های جهان برده شده است (نوروزی[3] و همکاران، ۲۰۱۲). انار در ایران به سبب قدرت رشد و سازگاری بالا به آب و هوای بیابانی و نیمه بیابانی فلات مرکزی ایران که شرایط برای رشد و نمو دیگر درختان میوه مساعد نیست، به‌عنوان یک محصول راهبردی برای این مناطق شناخته شده است و از دیرباز برای مردم منطقه از ارزش تغذیه‌ای، دارویی، اقتصادی و اکولوژیکی بالایی برخوردار بوده است (بهزادی‌شهربابکی، ۱۳۹۳؛ میرجلیلی، ۱۳۹۵).

سطح زیر کشت این محصول با توجه به ارزش اقتصادی و غذایی آن مدام در حال افزایش است. ایران با دارا بودن بیش از ۸۹ هزار هکتار سطح زیر کشت انار و تولید سالیانه بیش از یک میلیون تن در سال یکی از تولیدکنندگان اصلی انار در جهان است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶). ایران، آمریکا و چین بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده انار در سطح جهان می‌باشند (آل‌سعید[4] و همکاران، ۲۰۰۹).

استفاده غیراصولی از کودهای شیمیایی علاوه بر برهم زدن تعادل بیولوژیک، تغذیه‌ای و ویژگی‌های فیزیکی خاک، منجر به تخریب محیط زیست، آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی می‌گردد (هان[5] و همکاران، ۲۰۰۴). استفاده از کودهای غیرآلی به تنهایی ممکن است منجر به عملکرد بالای محصول در مدت زمان کوتاه شود اما بر ساختار خاک تأثیر می‌گذارد که منجر به کاهش مواد آلی و آلودگی محیط می‌شود (چن[6]، ۲۰۰۶). درطی دو دهه اخیر به علت افزایش قیمت کودهای شیمیایی و تمایل جامعه برای مصرف محصولات سالم گرایش زیادی برای کاهش مصرف منابع شیمیایی در تولید محصول وجود دارد. تفکر کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست تجدید حیات یافته و در نیل به اهداف آن استفاده از کودهای آلی و زیستی از اهمیت خاصی برخوردارند (اجمل[7] و همکاران، ۲۰۱۸).

کودهای دامی نمی‌توانند تمام نیازهای غذایی گیاهان را برطرف سازند، اما با بهبود ساختمان فیزیکی خاک تا حدی زیادی باعث تعادل در بخش شیمیایی خاک خواهند شد (چادری[8] و همکاران، ۱۹۹۹). افزودن مواد آلی نه تنها مواد مغذی مورد نیاز از جمله ریزمغذی‌ها را بهبود می‌بخشد بلکه باعث بهبود وضعیت بدنی خاک، بهبود هوادهی، فراهم آوردن زمینه بهتری برای رشد و تولید ریشه می‌شود. این یک عمل صحیح برای پایه باغداری پایدار در مورد ورود مواد شیمیایی کم است (مکیت[9] و همکاران، ۲۰۰۷). امروزه با توجه به امتیازات ویژه کودهای بیولوژیک از جمله مزایای اقتصادی، کاهش آلودگی زیست محیطی، کاهش هزینه‌های تولید و بهبود کیفیت محصول، استفاده از آنها اهمیت بیشتری پیدا کرده است (بیاری و همکاران، ۱۳۸۶).

ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک منبع آلی از مواد غذایی گیاهی، حاوی یک درصد بالاتری از مواد غذایی ضروری در اشکال قابل دسترس برای رشد گیاه است (ناگاولما[10]، ۲۰۰۴). ورمی‌کمپوست پتانسیل بهبود رشد و عملکرد ماده خشک در زمانی که به خاک افزوده می‌شود را دارد (زالر[11]، ۲۰۰۷). استفاده از ورمی‌کمپوست به همراه کودهای معدنی از نظر بهره‌وری محصول و حفظ سلامت خاک نتایج دلگرم کننده‌ای به‌همراه داشته است (نایک و بابو[12]، ۲۰۰۵). نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که کاربرد کود حیوانی یا کمپوست می‌تواند باعث افزایش مواد آلی و سلامت خاک شود و همچنین این مواد می‌توانند عناصر غذایی را برای گیاه فراهم نمایند (امیری و فلاحی[13]، ۲۰۰۹).

در روش چالکود به‌دلیل تهویه مطلوب، ریشه‌ها از رشد بهتری برخوردار بوده و رنگ ریشه‌ها فعال، سفید و خوش رنگ و با تراکم فراوان خواهد بود. بهترین زمان برای چالکود کردن این مواد در اواخر پائیز همراه با به‌خواب رفتن درخت می‌باشد (تدین، ۱۳۹۴). کشاورزی در سال‌های آینده برای تأمین سلامتی جامعه بشری بر مبنای کشاورزی آلی خواهد

1. Akbarpour
2. Fadavi
3. Norouzi
4. Al- Said
5. Han
6. Chen
7 . Ajmal
8. Chaudhry
9. Macit
10. Nagavallemma
11. Zaller
12. Naik and Babu
13. Amiri and Fallahi

بود. بنابراین کودهای آلی در رسیدن به این هدف جایگاه خاصی داشته و نیاز به پژوهش در این زمینه بیشتر احساس می‌شود. از آنجایی که انار حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بالایی است و تولید این میوه مفید و سالم در ایران به میزان زیادی بدون کاربرد سموم شیمیایی انجام می‌شود، چنانچه کاربرد کودهای شیمیایی در این باغ‌ها کاهش یابد، تولید انار به استانداردهای تعریف شده برای میوه ارگانیک بسیار نزدیک خواهد شد. با توجه به تنوع کودهای آلی، در پژوهش حاضر از کود گاوی و ورمی‌کمپوست به‌عنوان منابع تغذیه قابل دسترس برای باغداران استفاده شد تا در نهایت بتوان یافته جدیدی را برای پیشبرد اهداف تولید میوه‌های ارگانیک عاری از انباشته‌های شیمیایی ارائه کرد.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در یک باغ تجاری انار با مشخصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه و ۵۵ ثانیه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۵۷ دقیقه و ۷ ثانیه طول شرقی، واقع در شهر آببر شهرستان طارم استان زنجان، روی درختان انار ۱۰ ساله رقم شیرین طارم در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. درختان باغ از طریق پاجوش تکثیر شده و دارای دو تنه بودند. فاصله کاشت درختان نیز ۴ در ۴ متر بود. قبل از اجرای آزمایش نمونه خاک به‌طور تصادفی از نقاط مختلف باغ از عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری برداشت و نمونه مرکبی از آنها تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱).

**جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش.**

| بافت خاک | Clay (%) | Silt (%) | Sand (%) | K ppm | P ppm | Total N (%) | O.C (%) | O.M (%) | CCE* (%) | EC dS/m | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Clay loam | ۳۶ | ۳۷/۴ | ۲۶/۶ | ۳۴۷ | ۱۰۰ | ۰/۰۴ | ۰/۲۰ | ۰/۳۳ | ۱۰ | ۰/۹۰۸ | ۷/۹۸ |

* درصد کربنات کلسیم معادل (آهک)

کود گاوی مورد استفاده از دامداری‌های اطراف شهرستان خریداری شد و پس از آن‌که کاملا خشک شد، مورد استفاده قرار گرفت. کود گاوی اعمال شده در آزمایشگاه مورد آنالیز قرار گرفت که نتایج آن در جدول زیر آمده است (جدول ۲).

**جدول۲- درصد عناصر NPK در کود گاوی.**

| نمونه | Total N (%) | Total P (%) | Total K (%) |
|---|---|---|---|
| کود گاوی | ۱/۲۲ | ۰/۲۴ | ۲/۶ |

کود ورمی‌کمپوست از کارگاه تولیدی واقع در روستای زیده بالا شهرستان فومن تهیه شد. این کود عاری از موجودات مضر و بدون بو بود. نمونه‌ای از کود ورمی‌کمپوست به لحاظ عناصر ماکرو و میکرو مورد آنالیز قرار گرفت (جدول ۳).

**جدول۳- آنالیز عناصر ماکرو و میکرو در کود ورمی‌کمپوست مورد آزمایش.**

| نمونه | N (%) | P (%) | K (%) | $P_2O_5$ (%) | $K_20$ (%) | Mg (%) | Ca (%) | O.M (%)* | O.C (%)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ورمی‌کمپوست | ۱/۳۰ | ۰/۹۶ | ۰/۴۲ | ۲/۲ | ۰/۵۱ | ۰/۲۸ | ۳/۴ | ۴۰/۲۳ | ۲۲/۹۳ |

| رطوبت (%) | pH | C/N | EC ($dS.m^{-1}$) | Fe (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Cu (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Cd (mg/kg) | Pb (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۶/۰۶ | ۸/۰۳ | ۱۷/۶۳ | ۱/۰۳ | ۲۵۰۰ | ۵۵۰ | ۱۴ | ۱۳۰ | ۱ | ۱۵/۵ |

* مواد آلی، ** کربن آلی خاک

تیمارهای کود خاکی شامل ورمی‌کمپوست خالص، گاوی پوسیده و کود مخلوط شده از این دو به همراه نمونه شاهد (عدم استفاده از کود) که هرکدام در سه سطح سه، شش و نه کیلوگرم با سه تکرار بودند. آزمایش مجموعاً با ۳۰ درخت اجرا شد که در هر بلوک ۱۰ درخت قرار داشت و هر درخت به‌عنوان یک تیمار در نظر گرفته شد. ابتدا چالکودهایی به

عمق ۴۰ و قطر۳۰ سانتی‌متر در دو طرف تاج و زیر سایه انداز درخت حفر شدند. در اواسط خرداد ماه همزمان با پایان مرحله گل‌دهی درختان انار سطوح مشخصی از هر یک از تیمارها در چالکودها ریخته و روی آنها با خاک پوشانده شد. آبیاری به روش کرتی هر هفته یک بار برای همه درختان انجام شد. در طول فصل رشد نیز هیچ نوع سموم شیمیایی مورد استفاده قرار نگرفت. برای هر تیمار در۱۰ آبان ماه از چهار طرف هر درخت ۵ عدد میوه برداشت شد.

**اندازه‌گیری صفات فیزیکی میوه و آریل[1]**

با توجه به وزن میوه‌های هر درخت و تعداد درختان انار، میزان عملکرد بر حسب تن در هر هکتار به‌دست آمد. طول و قطر میوه با استفاده از کولیس با دقت ۰/۱ اندازه‌گیری و برحسب میلی‌متر بیان شد. با توجه به شمارش تعداد کل آریل‌های انار با غوطه‌ور کردن آریل‌ها در حجم مشخصی از آب در بشر و اختلاف حجم آب اولیه و ثانویه، حجم یک آریل محاسبه شد. عصاره آب میوه با قرار دادن در دستگاه آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد.

**اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی آریل انار**

برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون[2] ابتدا ۵ میلی‌لیتر از آب انار پس از صاف کردن با آب مقطر به حجم ۴۰ میلی‌لیتر رسانده شد، سپس با افزودن تدریجی هیدروکسید سدیم یک دهم نرمال تا رسیدن به pH برابر ۸/۲ تیتر شد و از روی میزان سود مصرفی مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بر اساس اسید سیتریک با فرمول زیر محاسبه شد (مستوفی و نجفی، ۱۳۸۴).

$$TA(\%) = \frac{Vb \times N \times M \times 100}{VS \times n \times 1000}$$ رابطه (۱)

میزان مواد جامد محلول[3] با استفاده از دستگاه رفرکتومتر دیجیتالی (Euromex RD Holland,635) در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد و به‌صورت درجه بریکس (°Brix) بیان شد (مستوفی و نجفی، ۱۳۸۴). از نسبت مواد جامد محلول (SSC) به اسید کل (TA) شاخص طعم میوه به‌دست آمد.

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین کل که در واقع همان آنتوسیانین‌های منومریک است از اختلاف جذب در pHهای مختلف استفاده شد (گیوستی و وروسلستد[4]، ۲۰۰۱). برای استخراج آنتوسیانین کل، یک میلی‌لیتر از آب میوه انار به مدت ۱۵ دقیقه با ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه (rpm) سانتریفیوژ شد و یک بار با بافر۱ (pH=1) و یک بار هم با بافر۲ (pH=4/5) با دستگاه اسپکتروفتومتر ( PG Instruments+ T80 UV/VIS, England) در دو طول موج ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر قرائت شد. در نهایت محتوی آنتوسیانین کل طبق فرمول‌های زیر محاسبه گردید.

رابطه (۲)

$$A = A510pH1 - A700pH1 - A510pH4.5 - A700pH4.5$$

$$\text{آنتوسیانین کل (mg/L)} = A \times MW \times DF \times 1000 \div \varepsilon$$

**فنل کل**

اندازه‌گیری میزان فنل کل آب انار با استفاده از روش فولین-سیکالچو انجام گرفت (سینگلتون[5] و همکاران، ۱۹۹۹). در ابتدا آب انار به نسبت ۱۰۰ : ۱ با استفاده از محلول متانول : آب (۴ : ۶) رقیق شد. برای قرائت میزان جذب آب میوه، ۳۰۰ میکرولیتر آب میوه رقیق شده با ۱/۵ میلی‌لیتر فولین ده درصد مخلوط شد و پس از گذشت پنج دقیقه، ۱/۲ میلی لیتر سدیم‌کربنات ۷/۵ درصد به مخلوط اضافه شد. میزان جذب مخلوط واکنش پس از ۱/۵ساعت نگهداری نمونه‌ها در دمای اتاق و شرایط تاریکی در طول‌موج ۷۶۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد در پایان میزان فنل کل از روی میزان جذب نمونه و منحنی استاندارد محاسبه و بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بیان شد. برای رسم منحنی استاندارد به جای عصاره آب‌میوه از غلظت‌های مختلف گالیک اسید (۰، ۶۲/۵، ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) استفاده شد.

رابطه (۳) $y = 0.0052x + 0.0209$

$R^2 = 0.999$

**فلاونوئید کل**

اندازه‌گیری فلاونوئید کل مطابق روش پارک[6] و همکاران (۲۰۰۸) صورت گرفت. ابتدا ۱۵۰ میکرولیتر عصاره استخراج شده را به‌ترتیب با ۱۷۰۰ میکرولیتر اتانول ۳۰ درصد، ۷۵ میکرولیتر نیتریت‌سدیم ($NaNO_2$) ۰/۵ مولار و ۷۵ میکرولیتر کلریدآلومینیوم ($AlCl_3$) ۰/۳ مولار مخلوط شد. پس از پنج دقیقه ۵۰۰ میکرولیتر محلول هیدروکسیدسدیم (NaOH) یک مولار در لیتر اضافه شد و ورتکس گردید، پس از ۱۵-۱۰ دقیقه میزان جذب توسط

1. Aril
2. Titratable acidity (TA)
3. Soluble solid content (SSC)
4. Giusti and Wroslstad
5. Singleton
6. Park

دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۰۶ نانومتر قرائت گردید. در پایان میزان فلاونوئید کل از روی میزان جذب نمونه و منحنی استاندارد کاتچین محاسبه و بر حسب میلی‌گرم کاتچین در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بیان شد. برای رسم منحنی استاندارد فلاونوئید کل، از غلظت‌های مختلف کاتچین (۶/۲۶ ، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ میلی گرم در میلی لیتر) استفاده شد.

رابطه (۴) $y = 0.0052x + 0.0209$

$R^2 = 0.999$

**فعالیت آنتی‌اکسیدانی**

برای تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی‌کل آب انار از طریق خاصیت خنثی‌شوندگی رادیکال آزاد DPPH (۲و۲ دی فنیل ۱-پیکریل‌هیدرازیل) استفاده شد (برند-ویلیام[1]، ۱۹۹۵). پس از انجام واکنش بین DPPH آنتی‌اکسیدان‌ها، رنگ محلول از بنفش تیره به زرد روشن تبدیل می‌شود. در ابتدا آب انار سانتریفیوژ شده به نسبت ۱۰ : ۱ با استفاده از محلول متانول : آب (۴ : ۶ ) رقیق شد. سپس ۵۰ میکرولیتر از آب میوه رقیق شده با محلول DPPH یک‌دهم میلی‌مولار متانولی به حجم یک میلی‌لیتر رسانده شد. پس از ۱۵ دقیقه میزان کاهش جذب DPPH در طول موج ۵۱۵ نانومتر با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد و به‌صورت درصد بازدارندگی (DPPHsc %) بیان شد.

رابطه (۵)

$$\%DPPHsc = (Acont - Asamp) \times 100/Acont$$

میزان جذب نمونه+DPPH = Asamp

میزان جذب DPPH =Acon

**تجزیه آماری**

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ده تیمار و سه تکرار انجام شد. تجزیه واریانس برای کلیه صفات با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه دانکن در سطح ۱ و ۵ درصد انجام گرفت.

## نتایج و بحث

**صفات میوه و آریل**

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول۴) برای صفات میوه بین تیمارهای اعمال شده از نظر عملکرد و وزن میوه در سطح پنج درصد و طول و قطر میوه در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. برای صفات آریل نیز، شاخص حجم آریل و حجم آب‌میوه در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری بین تیمارها داشت. همچنین بین تیمارهای کودی از نظر تعداد آریل و عصاره آب‌میوه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

برای صفت عملکرد تیمار مخلوط کود گاوی و ورمی کمپوست بهتر از تیمار شاهد و ورمی‌کمپوست بود. تیمار مخلوط کود گاوی و ورمی‌کمپوست در سطح نه کیلوگرم با ۸/۳ تن در هکتار بیشترین و نمونه شاهد با ۵/۶ تن در هکتار کمترین میانگین را داشت، اگرچه وزن میوه‌ها با دریافت کود مخلوط شده کمتر بود، اما تعداد میوه‌ها افزایش یافته بودند که سبب افزایش عملکرد محصول شد (شکل ۱).

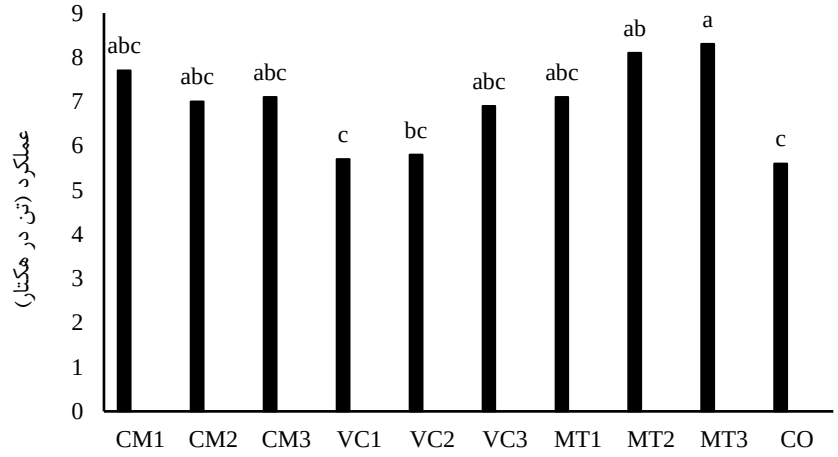
پروین و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که با افزایش کود دامی از صفر به ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم برای هر درخت باعث افزایش ۳۷ و ۵۱ درصدی عملکرد شده است، اما در این آزمایش با افزایش سطوح کود گاوی عملکرد درختان کمتر شده است که به خاطر نوع رقم و شرایط تغذیه و خاک می‌تواند، متفاوت باشد. براساس گزارش منوچهری و ملکوتی

**جدول۴- تجزیه واریانس صفات میوه انار رقم شیرین طارم تحت تأثیر تیمار کود گاوی، ورمی‌کمپوست و مخلوط هر دو**

| منبع تغییر | درجه آزادی | عملکرد | طول میوه | قطرمیوه | وزن میوه | تعداد آریل | حجم آریل | حجم آب میوه | عصاره |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۲ | ۲۵۵/۷** | ۲۶/۹ ns | ۷۱/۹** | ۳۴۱۱/۱* | ۲۷۳/۲ ns | ۰/۰۰۳ ns | ۲۷۷/۷ns | ۰/۰۰۱۲ns |
| تیمار | ۹ | ۷/۸* | ۶۸/۳** | ۵۴/۷** | ۲۵۲۱/۹* | ۹۸۷۸/۴ns | ۰/۰۰۴* | ۵۰۵/۹* | ۰/۰۰۵ns |
| خطا | ۱۸ | ۲/۲ | ۱۱/۹ | ۱۰/۲ | ۸۳۳/۹ | ۴۵۶۵/۷ | ۰/۰۰۱ | ۱۴۲/۴ | ۰/۰۰۲ |
| ضریب تغییر (٪) | | ۱۳/۵ | ۴/۳ | ۴/۳ | ۱۱ | ۱۵/۵ | ۱۱/۹ | ۱۰/۹ | ۱۰/۳ |

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و معنی دار در سطح ۱٪

1. Brand-Williams




**شکل۱- تأثیر تیمارهای کودی بر میزان عملکرد انار.** CO: شاهد، CM1 :۳ کیلوگرم کود گاوی، CM2: ۶ کیلوگرم کود گاوی، CM3: ۹ کیلوگرم کود گاوی، VC1: ۳ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC2: ۶ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC3: ۹ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، MT1: ۳ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT2: ۶ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT3: ۹ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.

(۱۳۸۲) مواد آلی علاوه بر تأمین خواص غذایی به‌علت بهبود ساختمان خاک سطحی، کاهش تبخیر سطحی و جلوگیری از تمرکز نمک سطح خاک بر افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه انار، تأثیر می‌گذارند. اناری‌انارکی و همکاران (۱۳۹۵) بیان کردند که عملکرد درختان انار تیمار شده با هیومیک اسید در مقایسه با شاهد افزایش یافت. در پژوهش حاضر نیز اگرچه ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد عملکرد بالاتری داشت، اما نسبت به دو کود دیگر میانگین کمتری داشت که بهتر است سطوح بیشتری از ورمی کمپوست استفاده کرد و یا با ترکیب کودهای دیگر تقویت کرد.

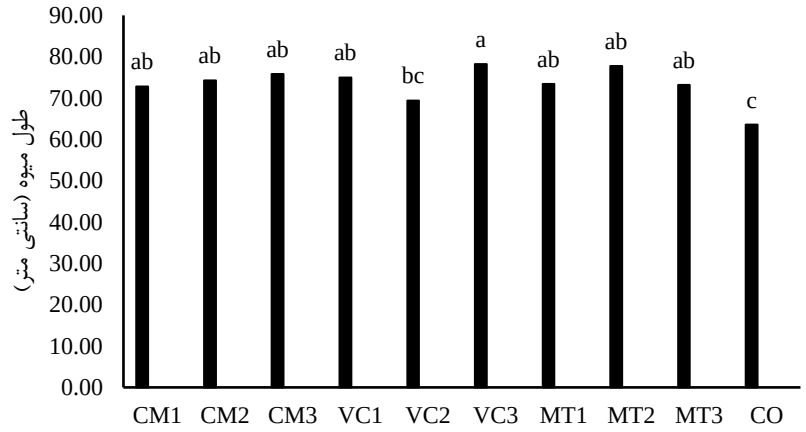
براساس مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین طول میوه مربوط به ورمی‌کمپوست نُه کیلوگرم با ۷۸/۲ میلی‌متر و کمترین آن هم مربوط به تیمار شاهد با ۶۳/۵ میلی‌متر به‌دست آمد (شکل ۲). ورمی‌کمپوست نُه کیلوگرم با دو تیمار شاهد و ورمی‌کمپوست شش کیلوگرم اختلاف معنی‌داری داشت و سایر تیمارها به‌جز ورمی‌کمپوست شش کیلوگرم نسبت به شاهد میانگین بالاتری داشتند و بین آنها اختلاف معنی‌دار وجود داشت.

بر اساس گزارش‌های زارعی و عزیزی (۱۳۸۹) وجود اختلاف معنی‌دار در طول و قطر میوه انار ارتباط مستقیمی با نحوه رشد و نمو میوه دارد. میزان اندازه‌گیری شده وزن و طول میوه در پژوهش حاضر مشابه با نتایج آنها بود. در پژوهشی روی شش رقم انار نیریز گزارش کردند که بیشترین طول میوه ۷۹/۸ سانتی‌متر می‌باشد (عزیزی و زاررعی، ۱۳۸۹). مارس و مراکچی[1] (۱۹۹۹) در بررسی تنوع ژنتیکی ارقام انار تونس طول میوه‌ها را بین ۶۵/۴ تا ۶۱/۹ سانتی‌متر گزارش کردند که با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد. ابعاد انار نیز از جمله فاکتورهای کیفی این محصول محسوب می‌شود که تابعی از نوع رقم و شرایط مختلف دوره رسیدگی گیاه است (توکلی، ۱۳۸۸).

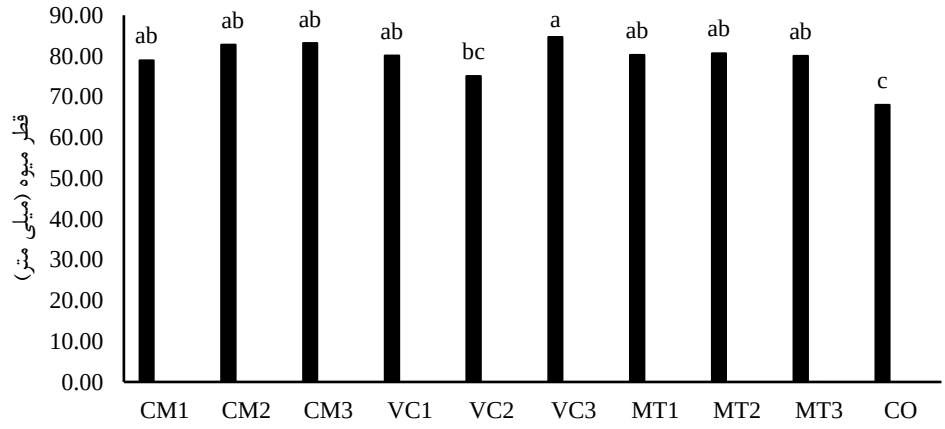
با توجه به ارتباط مستقیم وزن میوه با طول و قطر میوه، ورمی‌کمپوست نُه کیلوگرم و شاهد به‌ترتیب بیشترین و کمترین میانگین را برای قطر میوه نشان دادند. بر اساس مقایسه میانگین‌ها، برای قطر میوه مشخص شد که ورمی کمپوست نُه کیلوگرم با ۸۴/۶۶ میلی‌متر بالاترین و شاهد هم با ۶۸/۰۲ میلی‌متر کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. تمامی تیمارها به‌جز ورمی‌کمپوست شش کیلوگرم با شاهد و همچنین ورمی‌کمپوست نُه کیلوگرم علاوه بر شاهد با ورمی‌کمپوست شش کیلوگرم هم اختلاف معنی‌داری نشان دادند (شکل ۳).

در پژوهشی که پرستش (۱۳۹۲) به بررسی اقلیم‌های مختلف آب و هوایی روی رقم انار گپ انجام داد، بیان کردند که بیشترین قطر میوه با اندازه ۹۲/۳۶ میلی‌متر مربوط به میوه‌های باغ اقلیم باغستان علیا و کمترین میزان آن ۸۶/۳۳ میلی‌متر مربوط به میوه‌های اقلیم‌های باغ شیراز بوده است.

1. Mars and Marrakchi




**شکل ۲- تأثیر تیمارهای کودی بر طول میوه انار.** CO: شاهد، CM1 :۳ کیلوگرم کود گاوی، CM2: ۶ کیلوگرم کود گاوی، CM3: ۹ کیلوگرم کود گاوی، VC1: ۳ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC2: ۶ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC3: ۹ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، MT1: ۳ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT2: ۶ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT3: ۹ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.

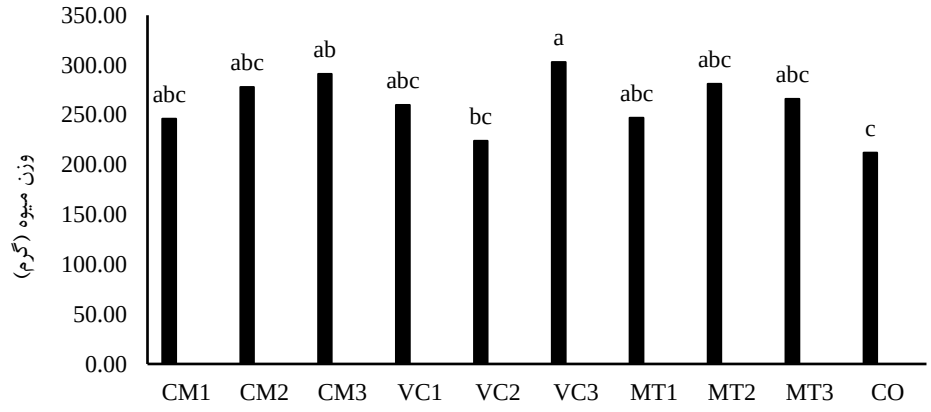



**شکل۳- تأثیر تیمارهای کودی بر قطر میوه انار.** CO: شاهد، CM1 :۳ کیلوگرم کود گاوی، CM2: ۶ کیلوگرم کود گاوی، CM3: ۹ کیلوگرم کود گاوی، VC1: ۳ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC2: ۶ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC3: ۹ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، MT1: ۳ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT2: ۶ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT3: ۹ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.

هرچه مقدار طول به قطر نزدیک‌تر و مساوی یک باشد از نظر شکل زیباتر و یکنواخت‌تر می‌باشد. همچنین اگر طول از قطر بیشتر باشد میوه کشیده و در صورتی که طول از قطر کمتر باشد شکل میوه بشقابی است (زارعی و عزیزی، ۱۳۸۹).

با توجه به معنی‌دار بودن اثر تیمارها بر وزن میوه، بیشترین مقدار آن در تیمار ورمی‌کمپوست نُه کیلوگرم با ۳۱۳ گرم و کمترین در تیمار شاهد با ۱۹۵گرم وزن میوه حاصل شد که نشان‌دهنده تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست و کود گاوی بر وزن میوه‌ها می‌باشد. با توجه به نمودار مقایسه میانگین، ورمی‌کمپوست نُه کیلوگرم با ورمی‌کمپوست شش کیلوگرم و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. در این پژوهش با افزایش سطوح تیمارها وزن میوه نیز بیشتر شد (شکل۴).

در پژوهش مشابه‌ای توسط پروین و همکاران (۱۳۹۶) کاربرد کود دامی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد میانگین وزن پنج میوه گردید. نتایج همچنین نشان داد که افزایش کود دامی از صفر به ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم برای هر درخت به‌ترتیب باعث افزایش ۹ و ۱۶ درصدی وزن میوه نسبت به شاهد شد. در پژوهش حاضر نیز با افزایش سطوح کود گاوی وزن میوه‌ها بالاتر رفت. با توجه به اندازه‌گیری عناصر غذایی




**شکل۴- تأثیر تیمارهای کودی بر میزان وزن میوه انار.** CO: شاهد، CM1 :۳ کیلوگرم کود گاوی، CM2: ۶ کیلوگرم کود گاوی، CM3: ۹ کیلوگرم کود گاوی، VC1: ۳ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC2: ۶ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC3: ۹ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، MT1: ۳ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT2: ۶ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT3: ۹ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.

موجود در برگ، خاک و کودهای مورد استفاده می‌توان میزان مشخص کوهای آلی را برای درختان انار در منطقه طارم پیشنهاد کرد. اولیایی و امامیان (۱۳۹۰) گزارش دادند که بیشترین و سنگین‌ترین میوه‌ها (۲۰۹ گرم) با ترکیب کود بیولوژیکی و گرانول هیومیک به‌دست آمد در حالی که نمونه شاهد کمترین وزن میوه (۱۵۸ گرم) را داشت که با نتایج پژوهش حاضر مشابه بود. گرچه میزان این تأثیر متفاوت بود که علت آن را می‌توان به نوع رقم و غلظت کودهای آلی و شرایط خاک مرتبط دانست.

به لحاظ حجم آریل نیز تیمار مخلوط کود گاوی و ورمی‌کمپوست در سطح سه کیلوگرم تنها با ورمی‌کمپوست شش کیلوگرم تفاوت معنی‌داری داشت. با توجه به اینکه ورمی‌کمپوست شش کیلوگرم حجم آب پایینی داشت، برای حجم آریل نیز کمترین مقدار را نشان داد که نشان‌دهنده ارتباط مستقیمی بین حجم آریل و میزان آب‌دار بودن آریل‌ها است، اگرچه عوامل دیگری نظیر حجم دانه و تغذیه و ژنتیک درخت و شرایط محیطی و تنش‌های آبی فاکتورهای تأثیرگذاری هستند (شکل ۵).

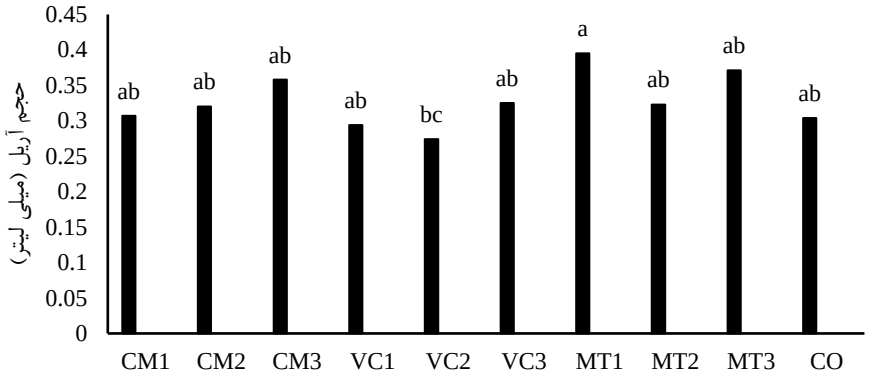
با توجه به این که پژوهش در یک سال بررسی شد و تأثیرگذاری کود، ورمی و گاوی در دراز مدت، موجب تأثیر کم این تیمار نسبت به کود مخلوط هر دو شده است که با نتایج حسنی و همکاران (۱۳۹۲) همخوانی داشت.

در پژوهش حاضر حجم آب میوه نیز با استفاده از کودهای آلی (کود گاوی، ورمی‌کمپوست و کود مخلوط شده از این دو) نسبت به شاهد افزایش نشان داد. با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست میزان آب آریل‌ها نیز افزایش پیدا کرد، اما در سطوح کودهای گاوی و کود مخلوط شده تغییر چندانی نداشت. به‌نظر می‌رسد ورمی‌کمپوست مورد استفاده از لحاظ عناصر معدنی غنی بوده و توانسته میزان آب آریل‌ها را افزایش دهد. بیشترین میانگین حجم آب میوه انار با مصرف کود ورمی‌کمپوست نُه کیلوگرم به‌دست آمد (شکل ۶). ورمی‌کمپوست علاوه بر قابلیت جذب آب زیاد، شرایط مناسب جهت دانه‌بندی و قدرت نگهداری مواد غذایی مورد نیاز گیاهان را فراهم می‌نمایند (آتیه[1] و همکاران، ۲۰۰۰). با توجه به این‌که درختان تحت تنش آبی در فصل گرما قرار نگرفته بودند، ورمی‌کمپوست با بیشترین مقدار به‌کار رفته توانست با حفظ و جذب آب و کمک به تعادل غذایی تأثیر مستقیمی در افزایش آب آریل‌ها داشته باشد. با توجه به این‌که پژوهش در یک سال بررسی شد و تأثیرگذاری کود دامی در دراز مدت، موجب تأثیر کم این تیمار نسبت گردیده است که در راستای بررسی‌های انجام شده می‌باشد. میزان آب میوه یکی از مهمترین شاخص‌های کیفی میوه انار است. کاربرد ورمی‌کمپوست نُه کیلوگرم هر چند تأثیر معنی‌داری بر عصاره آب‌میوه و تعداد آریل نداشت اما موجب افزایش مواد جامد محلول شد و نسبت به سایر تیمارها عملکرد بهتری داشت.

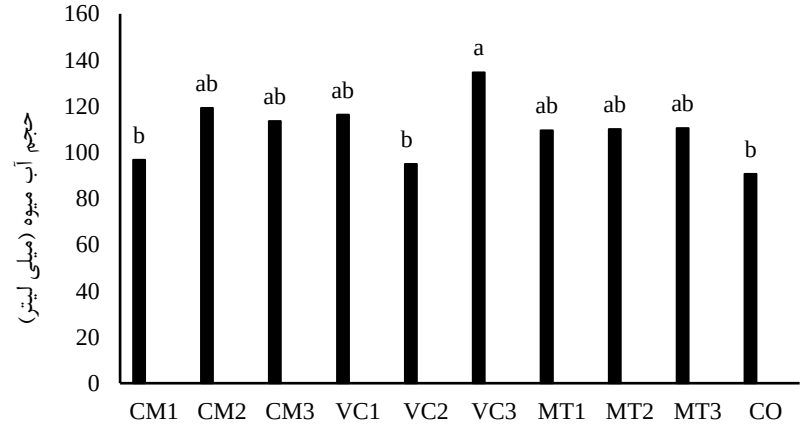
### ویژگی‌های بیوشیمیایی آریل انار

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۶) نشان داد که TA، شاخص طعم و فنل کل در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. اما برای صفات pH، مواد جامد

1. Atiyeh




**شکل۵- تأثیر تیمارهای کودی بر میزان حجم آریل انار.** CO: شاهد، CM1 :۳ کیلوگرم کود گاوی، CM2: ۶ کیلوگرم کود گاوی، CM3: ۹ کیلوگرم کود گاوی، VC1: ۳ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC2: ۶ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC3: ۹ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، MT1: ۳ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT2: ۶ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT3: ۹ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.




**شکل۶- تأثیر تیمارهای کودی بر میزان حجم آب میوه انار.** CO: شاهد، CM1 :۳ کیلوگرم کود گاوی، CM2: ۶ کیلوگرم کود گاوی، CM3: ۹ کیلوگرم کود گاوی، VC1: ۳ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC2: ۶ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC3: ۹ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، MT1: ۳ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT2: ۶ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT3: ۹ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.

محلول، آنتوسیانین کل، فلاونوئید کل و خاصیت آنتی اکسیدانی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد.

کاربرد تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری بر میزان pH آب میوه انار نداشت. گرچه بیشترین میانگین اسیدیته آب‌میوه متعلق به کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست در سطح سه کیلوگرم با ۳/۳۴ و کمترین نیز به ورمی‌کمپوست شش کیلوگرمی با ۲/۸۶ بود. نتایج مربوط به pH، همانند پژوهش‌های دیگر نشان داد که با افزایش pH اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش یافت.

TA از جمله شاخص تعیین کیفیت میوه انار است و با پیشرفت رسیدگی میوه انار مقدار آن کاهش پیدا می‌کند (شوارتز[1] و همکاران، ۲۰۰۹). مقایسه میانگین مربوط به داده‌ها نشان داد که کود گاوی شش کیلوگرم با ۱/۱۸ درصد و مخلوط کود گاوی و ورمی‌کمپوست سه کیلوگرم با ۰/۸۲ درصد به‌ترتیب بیشترین و کمترین TA را داشتند. کود مخلوط سه کیلوگرم با کود گاوی سه و شش و کود مخلوط شش و نه کیلوگرم تفاوت معنی‌داری را نشان داد (شکل ۷). در پژوهشی که بر روی زردآلو انجام شد با کاربرد هیومیک اسید میزان SSC افزایش و اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش و به تبع آن شاخص طعم نیز بهبود یافت (فتحی[2] و همکاران، ۲۰۱۰) که با یافته‌های پژوهش حاضر در یک راستا قرار دارد. میزان قند موجود در انار ارتباط مستقیمی

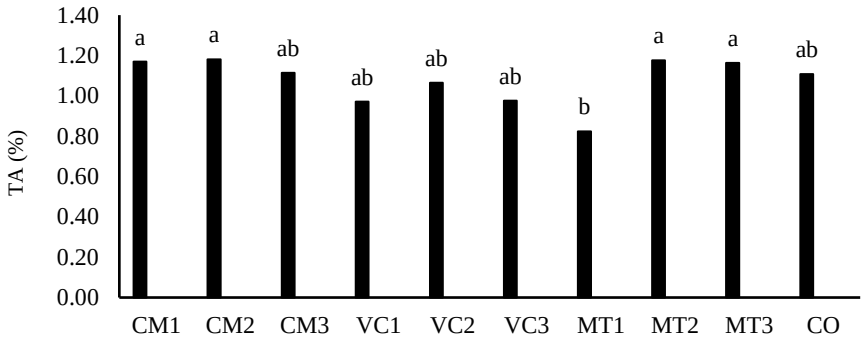
1. Shwartz

2. Fathy

**جدول ۶- تجزیه واریانس صفات بیوشیمیای انار رقم محلی طارم تحت تأثیر تیمار کود گاوی، ورمی‌کمپوست و مخلوط هر دو**

| منبع تغییر | درجه آزادی | pH | TA | SSC | شاخص طعم | آنتوسیانین کل | فنل کل | فلاونوئید کل | فعالیت آنتی‌اکسیدانی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۲ | ۰/۱۱$^{ns}$ | ۰/۱۴$^{**}$ | ۱/۳$^{ns}$ | ۳۰/۰۷$^{**}$ | ۷۲/۰۳$^{ns}$ | ۲۶۴۱/۱$^{**}$ | ۲۱/۷$^{**}$ | ۷۱/۶$^{ns}$ |
| تیمار | ۹ | ۰/۰۸$^{ns}$ | ۰/۰۴$^{*}$ | ۰/۹$^{ns}$ | ۱۱/۶$^{*}$ | ۲۶/۳$^{ns}$ | ۱۱۴۸/۳$^{*}$ | ۶/۴$^{ns}$ | ۹/۸۳$^{ns}$ |
| خطا | ۱۸ | ۰/۰۶ | ۰/۰۱ | ۰/۷ | ۴/۳ | ۲۰/۴ | ۳۶۲/۸ | ۳/۵ | ۳۱/۸ |
| ضریب تغییر (درصد) | | ۷/۹ | ۱۱/۷ | ۵/۶ | ۱۲/۵ | ۱۳/۲ | ۱۰/۱ | ۱۲/۴ | ۷/۳ |

$^{ns}$، $^{*}$ و $^{**}$ به‌ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و معنی دار در سطح ۱٪



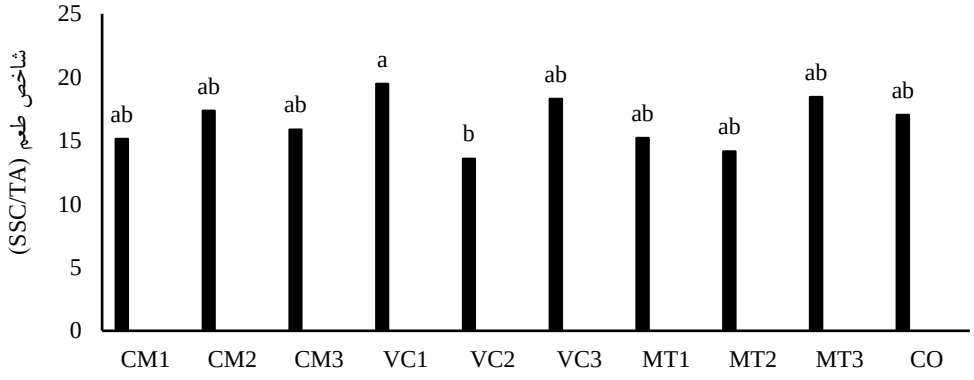

**شکل۷- تأثیر تیمارهای کودی بر میزان اسید قابل تیتراسیون آب انار.** CO: شاهد، CM1 :۳ کیلوگرم کود گاوی، CM2: ۶ کیلوگرم کود گاوی، CM3: ۹ کیلوگرم کود گاوی، VC1: ۳ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC2: ۶ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC3: ۹ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، MT1: ۳ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT2: ۶ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT3: ۹ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.

با طعم شیرینی دارد که این طعم شیرین در مقابل با اسیدیته انار موجب بروز طعم‌های مختلف می‌شود. شاخص طعم میوه از مهم‌ترین ویژگی‌های هر میوه از جمله انار می‌باشد که به نسبت کل مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون موجود در آن بستگی دارد (میرجلیلی، ۱۳۸۱). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، فقط بین ورمی‌کمپوست سه و شش کیلوگرم اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و هیچ کدام از تیمارهای کودی با شاهد از نظر آماری اختلاف نداشتند. ورمی‌کمپوست سه کیلوگرم با ۱۹/۴۹ بیشترین و ورمی‌کمپوست شش کیلوگرم هم با ۱۳/۵۹ کمترین میزان شاخص طعم را داشتند (شکل۸).

به‌طور کلی شاخص بلوغ به میزان TA و SSC وابسته است که با کاهش TA و افزایش SSC در طی رسیدن میوه انار، افزایش پیدا می‌کند (ال‌میمان و احمد[1]، ۲۰۰۲). این صفت در میان ارقام بسیار متفاوت است و به عنوان شاخصی جهت رسیدگی میوه به کار برده می‌شود (مزیان[2] و همکاران، ۲۰۱۶). مارتینز[3] و همکاران (۲۰۱۲) عنوان داشتند که میزان شاخص طعم و رسیدگی بین ۵ رقم انار بومی جنوب اسپانیا بین محدوده ۱۶/۲۵ تا ۵۶/۹۴ است. شاخص طعم در پژوهش حاضر بین دامنه ۱۳ تا ۲۰ قرار گرفت که می‌تواند به خصوصیات ژنتیکی و یا غلظت‌های مورد استفاده کودها مرتبط باشد. آریاکیا و همکارن (۱۳۹۶) گزارش دادند که بیشترین مواد جامد محلول و شاخص طعم در درخت خرما از ترکیب کود دامی با سولفات‌آمونیوم ۵۰۰ گرم حاصل شد که در پژوهش حاضر نیز کود گاوی در مقایسه با کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست میانگین شاخص طعم کمتری داشت.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین برای فنل کل، تیمارکود گاوی سه کیلوگرم با تیمار کود مخلوط شده گاوی و ورمی‌کمپوست در سطوح ۳ و ۶ کیلوگرم و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. بقیه تیمارهای کودی با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند و کود گاوی سه کیلوگرم با میانگین ۲۲۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بیشترین و شاهد نیز با میانگین ۱۶۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه کمترین فنل کل را نشان دادند (شکل ۹).

1. Almaiman and Ahmad
2. Meziane
3. Martinez




**شکل۸- تأثیر تیمارهای کودی برمیزان شاخص طعم انار.** CO: شاهد، CM1 :۳ کیلوگرم کود گاوی، CM2: ۶ کیلوگرم کود گاوی، CM3: ۹ کیلوگرم کود گاوی، VC1: ۳ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC2: ۶ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC3: ۹ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، MT1: ۳ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT2: ۶ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT3: ۹ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.

همچنین میزان فنل کل در ۲۰ رقم انار ایرانی بین ۲۹۵/۷۹ تا ۷۱۰/۷۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گزارش شد (تهرانی‌فر[1] و همکاران، ۲۰۱۰) که با نتایج ما همخوانی داشت. در پژوهشی میغانی و همکاران (۱۳۹۶) میزان فنل کل را بین ۱۵۰/۳۷ تا ۱۱۹/۶۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر بیان کردند که از نتایج این پژوهش کمتر بود. این اختلاف می‌تواند ناشی از نوع رقم انار، روش عصاره‌گیری و نوع تغذیه باشد. در این پژوهش هم کود گاوی و ورمی‌کمپوست در هر سه سطح میزان فنل کل بیشتری نسبت به شاهد داشتند.

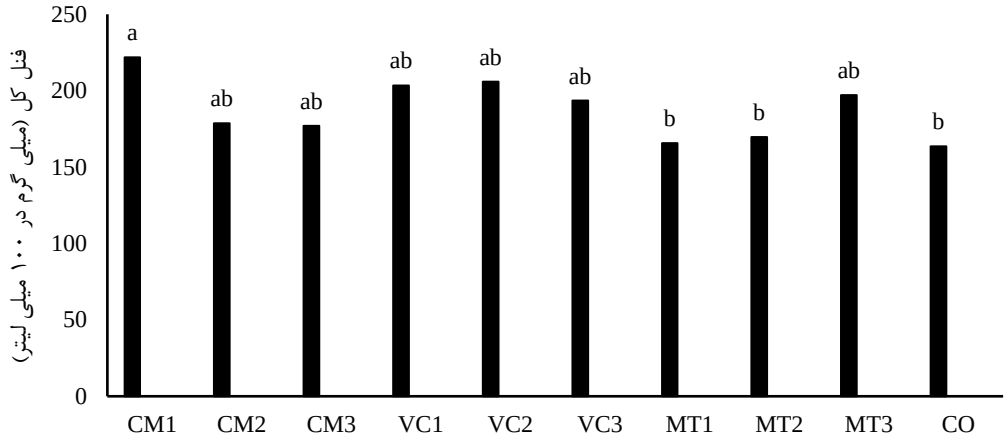
احمدی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی روی سیستم‌های کشت انار بیان نمودند که بیشترین میزان فلاونوئید کل مربوط به روش مدیریت ارگانیک و کمترین میزان فلاونوئید هم مربوط به روش متداول بوده است. یافته‌های احمدی و همکاران نشان داد که رابطه مثبتی بین میزان فنل کل، فلاونوئید کل و آنتوسیانین وجود دارد. ظرفیت آنتی اکسیدانی آب انار اثر معنی‌داری بر روی تیمارهای کودی و شاهد نداشته است و همه تیمارها در یک سطح بودند، اگرچه کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست ۶ کیلوگرم (۷۹/۷۳٪) و سه کیلوگرم (۷۴/۴٪) به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را نشان دادند. تیمار شاهد (۷۸/۶٪) نیز به لحاظ خاصیت آنتی‌اکسیدانی عملکردی خوبی را داشت. فعالیت آنتی‌اکسیدانی انار تابعی از مواد فنلی است و این فعالیت تابعی از شرایط محیطی، مدیریت باغ، میزان رسیدگی انار و نوع رقم است (کام[2] و همکاران، ۲۰۰۹).

## نتیجه‌گیری کلی

ویژگی‌های کمی و کیفی میوه و آریل انار به شرط فراهم بودن شرایط تغذیه‌ای مناسب، بهبود بخشید. کمبود عناصر در خاک اطراف ریشه و برگ را می‌توان با استفاده از کودهای آلی بصورت چالکود افزایش داد. استفاده از کودهای آلی رایج منجر به بهبود رشد و نمو گیاه و ارتقاء کیفیت میوه می‌شود. افزایش عملکرد میوه بازارپسند و محتوای آنتوسیانین و سایر خصوصیات بیوشیمیایی آریل باید با استفاده از کودهای مناسب بویژه کود گاوی و ورمی کمپوست و ترکیبی از آن‌ها میسر است. چنین روشی منجر به بهبود وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک باغ می‌شود. در پژوهش حاضر، کود ورمی‌کمپوست نسبت به کود گاوی و کود مخلوط، اثر بهتری در ارتقاء صفات اندازه‌گیری شده نشان داد. سطح نُه کیلوگرم ورمی‌کمپوست در مقایسه با سطوح دیگر تأثیر بیشتری داشت. فعالیت آنتی‌اکسیدان عصاره آریل انار با کودهای ارگانیک اعمال شده در این پژوهش، در همه تیمارها درصد بالایی را نشان داد که از نظر تغذیه‌ای بسیار ارزشمند است. این یافته، حاکی از ارزشمندی و غنای کودهای آلی است که در این آزمایش استفاده شدند. بنابراین انار رقم شیرین محلی طارم با توجه به داشتن ترکیبات طبیعی آنتی‌اکسیدانی مناسب به عنوان یک میوه با ارزش تغذیه‌ای بالا، قابل معرفی است.

1. Tehranifar

2. Çam




**شکل۹- تأثیر تیمارهای کودی بر میزان فنل کل انار.** CO: شاهد، CM1 :۳ کیلوگرم کود گاوی، CM2: ۶ کیلوگرم کود گاوی، CM3: ۹ کیلوگرم کود گاوی، VC1: ۳ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC2: ۶ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، VC3: ۹ کیلوگرم ورمی‌کمپوست، MT1: ۳ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT2: ۶ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست، MT3: ۹ کیلوگرم کود مخلوط گاوی و ورمی‌کمپوست. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.

## منابع


احمدی، ک.، قلی‌زاده، ا.، عبادزاده، ح.، حسین‌پور، ر.، عبدشاه، ه.، رضایی، م. و استبرق، م. ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵. جلد سوم، محصولات باغبانی.

احمدی، م. ۱۳۹۳. مقایسه سیستم کشت ارگانیک تلفیقی و متداول بر عملکرد، کیفیت و عمر انبارمانی میوه انار رقم رباب شیراز. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه گیلان، ایران. ۶۱ ص.

آریاکیا، ا.، روستا، ح. و رحمی‌زاده، ن. ۱۳۹۶. اثر کودهای سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم همراه با کود دامی بر شاخص‌های فیزیکوشیمیایی میوه و برگ خرما (*Phoenix dactylifera* L.) رقم مضافتی. (۳)۳۱: ۴۵۷-۴۶۸.

اناری‌انارکی، ب.، قاسم‌نژاد، م. و میغانی، ح. ۱۳۹۵. اثر تغذیه خاکی و برگی هیومیک اسید بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم ملس ساوه. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، (۳)۲۶: ۱۴۳-۱۵۳.

اولیایی‌ترشیز، ع. و امامیان، م. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر محلول‌پاشی با کلسیم (Ca) در کاهش ترکیدگی انار رقم بجستان در شهرستان کاشمر. مجموعه مقالات همایش ملی انار، ۹۷ -۱۰۱.

بهزادی‌شهربابکی، ب. ۱۳۹۳. انار میراث کویر. سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۴۴۳ ص.

بیاری، ا.، غلامی، ا. و اسدی‌رحمانی، ه. ۱۳۸۶. تولید پایدار و بهبود جذب عناصر غذایی ذرت در عکس‌العمل به تلقیح بذر توسط باکتری‌های محرک رشد. چکیده مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران گرگان، صفحه ۸.

پرستش، م. ۱۳۹۲. بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انار (*Punica granatum* L.) رقم شیشه‌کپ در اقلیم‌های مختلف ایران. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه گیلان، ایران. ۶۱ ص.

پروین، م.، ض، ع. و دستفال، م. ۱۳۹۶. برهمکنش میکوریزا، کود آلی و پتاسیم بر عملکرد و خصوصیات کیفی میوه انار (*Punica granatum* L.). نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، (۳)۳۱: ۳۲۹-۳۳۹.

تدین، م.س. ۱۳۹۴. دستورالعمل فنی انار. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، نشریه فنی.۵۶ ص.

توکلی، ح. ۱۳۸۸. بررسی مقدماتی علل سفید شدن دانه‌های انار در استان خراسان (گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی). مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی.

حسنی، م.، زمانی، ذ.، ثواقبی، غ. و طباطبایی، س.ض. ۱۳۹۲. تأثیر اوره و کود دامی بر غلظت عناصر غذایی برگ، عملکرد و کیفیت میوه انار. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، (۲)۲۰: ۱-۱۸.

زارعی، م. و عزیزی، م. ۱۳۸۹. ارزیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شش رقم میوه انار ایران در مرحله رسیدن. نشریه علوم باغبانی، ۲۴: ۱۷۵-۱۸۳.

مستوفی، ی. و نجفی، ف. ۱۳۸۴. روش‌های آزمایشگاهی تجزیه‌ای در علوم باغبانی. جلد اول، انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۱۳۶ص.

منوچهری، س. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۲. تغذیه بهینه کودی، ضرورتی انکارناپذیر در افزایش عملکرد کمی و کیفی انار. نشریه فنی شماره ۳۰۴، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، وزارت جهاد کشاورزی.

میرجلیلی، س. ع. ۱۳۹۵. انارتنوع زیستی و ذخایر ژنتیکی، بازنگری رستنی‌ها، (۱) ۱۱۷-۱۱۸.

میرجلیلی، ع. ۱۳۸۱. شناخت انار. معاونت ترویج و نظام بهره‌برداری، دفتر تولید برنامه‌های ترویجی و انتشارات فنی، وزارت جهاد کشاورزی. ۲۳۶ ص.

میغانی، ح. قاسم‌نژاد، م. و احمدی، م. ۱۳۹۶. ارزیابی قابلیت انبارمانی و کیفیت پس از برداشت میوه انار رقم رباب شیراز تولید شده در نظام کشت متداول، تلفیقی و ارگانیک. مجله علوم باغبانی ایران، (۳)۴۸: ۶۳۵-۶۴۴.

Ajmal, M., Ali, H.I., Saeed, R., Akhtar, A., Tahir, M., Mehboob, M.Z. and Ayub, A. 2018. Biofertilizer as an alternative for chemical fertilizers. Journal of Agriculture and Allied Sciences, 7(1): 1-7.

Akbarpour,V., Milani, J. and Hemmati, K.H. 2009. Mechanical property of pomegranate seeds aspect by moisture content. American–Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 6: 447-453.

Al-Maiman, S.A. and Ahmad, D. 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. Food Chemistry, 76(4): 437-441.

Al-Said, F.A., Opara, L.A. and Al-Yahyai, R.A. 2009. Physico-chemical and textural quality attributes of pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in the Sultanate of Oman. Journal of Food Engineering, 90(1): 129-134.

Amiri, M.E. and Fallahi, E. 2009. Impact of animal manure on soil chemistry, mineral nutrients, yield, and fruit quality in 'Golden Delicious' apple. Journal of plant nutrition, 32(4): 610-617.

Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D. 2000. Earthworm-processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. Compost Science and Utilization, 8(3):215-223.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C.L.W.T. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technology, 28(1): 25-30.

Çam, M., Hışıl, Y. and Durmaz, G. 2009. Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. Food chemistry, 112(3): 721-726.

Chaudhry, M.A., Naeem, M.A. and Mushtaq, N. 1999. Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient contents and some properties of eroded loess soils. Pakistan Journal of Soil Science (Pakistan), 16: 63-68.

Chen, J.H. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. In International workshop on sustained management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use, 16(20): 1-11. Land Development Department Bangkok Thailand.

Fadavi, A., Barzegar, M. and Azizi, M.H. 2006. Determination of fatty acids and total lipid content in oilseed of 25 pomegranates varieties grown in Iran. Journal of Food Composition and Analysis, 19(6-7): 676-680.

Fathy, M.A., Gabr, M.A. and El Shall, S.A. 2010. Effect of humic acid treatments on 'Canino'apricot growth, yield and fruit quality. New York Science Journal, 3(12): 109-115.

Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E. 2001. Anthocyanins. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UVVisible Spectroscopy. In: Wrolstad, R., Ed., Current Protocols in Food Analytical Chemistry, John Wiley and Sons, Inc., New York, F1.2.1-F1.2.13.

Han, C., Zhao, Y., Leonard, S.W. and Traber, M.G. 2004. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria× ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). Postharvest Biology and Technology, 33(1): 67-78.

Leonel, S. and Tecchio, M.A. 2009. Cattle manure fertilization increases fig yield. Journal of Agricultural Science and Technology, 66(6): 806-811.

Macit, İ., Koç, A., Guler, S. and Deligoz, I. 2007. Yield, quality and nutritional status of organically and conventionally-grown strawberry cultivars. Asian Journal of Plant Sciences, 6(7): 1131-1136.

Mars, M. and Marrakchi, M. 1999. Diversity of pomegranate (*Punica granatum* L.) germplasm in Tunisia. Genetic Resources and Crop Evolution, 46(5): 461-467.

Martinez, J.J., Melgarejo, P., Hernández, F., Salazar, D.M. and Martínez, R. 2012. Seed characterization of five new pomegranate varieties. Scientia Horticulturae, 110: 241–246.

Meziane, Z.K., Elothmani, D. and Benhadja, L.B. 2016. Morphological and physicochemical characteristics of three pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in Northern Algeria. Fruits Journal, 71(1): 17-26.

Nagavallemma, K.P., Wani, S.P., Lacroix, S., Padmaja, V.V., Vineela, C., Babu, R.M and Sahrawat, K.L. 2004. "Vermicomposting: recycling wastes into valuable organic fertilizer" Andhra Pradesh, India: Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 20 p.

Naik, M.H. and Sri Hari Babu R. 2005. Feasibility of organic farming in guava (*Psidium guajava* L.). Acta Horticulturae, 735: 365-372.

Norouzi, M., Talebi, M. and Sayed-Tabatabaei, B.E. 2012. Chloroplast microsatellite diversity and population genetic structure of Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes. Scientia Horticulturae, 137: 114-120.

Park, Y.S., Jung, S.T., Kang, S.G., Heo, B.G., Arancibia-Avila, P., Toledo, F., Drzewiecki, J., Namiesnik, J. and Gorinstein, S. 2008. Antioxidants and proteins in ethylene-treated kiwifruits. Food Chemistry, 107(2): 640-648.

Schwartz, E., Tzulker, R., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I., Wiesman, Z., Tripler, E., Bar-Ilan, I., Fromm, H., Borochov-Neori, H., Holland, D. and Amir, R. 2009. Environmental conditions affect the color, taste, and antioxidant capacity of 11 pomegranate accessions' fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(19): 9197-9209.

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventós, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, 299: 152-178.

Tehranifar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiyari, B. and Vazifeshenas, M.R. 2010. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Scientia Horticulturae, 126(2): 180-185.

Zaller, J.G. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. Scientia Horticulturae, 112(2): 191-199.