



## The Influence of Foliar Application of Humic Acid, Amino Acid and Extract of *Otostegia persica*, *Artemisia abrotanum* and *Teucrium polium* Medicinal Plants on Yield and Yield Components of Tomato (*Solanum lycopersicum*)

Asghar Sadeghi Ghahnasir<sup>1</sup>, Abdolhossein Aboutalebi Jahromi<sup>2\*</sup>, Behnam Behrooznam<sup>3</sup>, Hamed Hassanzadeh Khankahdani<sup>4</sup> and Abdolkarim Ejraei<sup>3</sup>

1- Ph.D. Student, Department of Horticultural Science, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran

2- Associate Professor, Department of Horticultural Science, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran

3- Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran.

4- Researcher, Horticultural Crops Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran

\*Corresponding author: aa84607@gmail.com

(Received: 23 October 2022

Revise: 25 November 2022

Accepted: 30 November 2022)

### Extended Abstract

- 1. Introduction:** The rapid growth of the world's population and food demand have made the use of agricultural inputs such as pesticides and chemical fertilizers inevitable to achieve the highest yield per unit area. The result of these activities during recent years has been the crisis of environmental pollution, especially the pollution of water and soil resources, which has entered the human food chain and threatened the health of human society. In order to overcome these issues and increase soil productivity rate and improve plant growth, fertilizers and biological compounds could be considered as efficient solution. Foliar application of organic compounds and bio-fertilizers is a suitable method for optimal nutrition of plants and is considered as one of the effective solutions to quickly improve the yield and quality of various crops. Therefore, this research was conducted with the aim of investigating the effect of foliar application of humic acid, amino acid, and extract of *Otostegia persica*, *Artemisia abrotanum* and *Teucrium polium* medicinal plants on the yield of tomato plant cv. "Sunseed 6189" under field condition.
- 2. Materials and Methods:** In order to investigate the effect of foliar application of humic acid, amino acid and extract of *Otostegia persica*, *Artemisia abrotanum* and *Teucrium polium* medicinal plants on the yield and yield components of tomato (*Solanum lycopersicum*) cv. "Sunseed 6189", an experiment was conducted based on randomized complete blocks design with 15 treatments including humic acid (2, 4 and 6 g L<sup>-1</sup>), amino acid (2, 4 and 6 g L<sup>-1</sup>), extract of *Otostegia persica*, *Artemisia abrotanum* and *Teucrium polium* medicinal plants (2 and 4 g L<sup>-1</sup>), mixed extracts (2 g L<sup>-1</sup>), humic acid + amino acid (4 g L<sup>-1</sup>) and control (water), and 3 replications in Kohnuj, Kerman province during 2018-2019. In this research, "Sunseed 6189" cultivar was cultivated. The seeds were purchased from Nanhenz Company (Netherlands). At the end of December, tomato seeds were sown in seedling trays contained peat moss substrate, and after 30 d, the seedlings were ready to be transferred to the field. After the establishment of seedlings (4-leaf stage), which took about 20 d, the foliar treatments were applied. Drip Irrigation was done according to the rainfall and climate conditions, so that all experimental units were watered twice per day, one time in the morning and the other in the evening for 20 min. Duration of daily watering was gradually increased to 1 h as the seedling grew. At the end of the experiment, plant fresh and dry weight, carotenoid, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll content, fruit number, length and diameter, yield per plant, marketable yield and total yield, tissue firmness, total soluble solid content, vitamin C, fruit carotenoid, fruit anthocyanin, potassium and phosphorus content were measured.
- 3. Results and Discussion:** The results showed that the highest fresh and dry weight of plant was observed in control (water-treated plants) (1150 and 200 g). Also, the highest number of fruits per plant (30.3) and yield (2.51 kg plant<sup>-1</sup> and 50.3 ton h<sup>-1</sup>) was related to humic acid + amino acid (4 g L<sup>-1</sup>) treatment. The results of previous researches demonstrated that humic acid increases the amino acids and proteins content of plant tissues leading to enhancing the plant growth and yield performance. Also, the results of this study showed that using combined treatment of humic acid and amino acid can amplify this positive effect, so that the fruit diameter and length, and total yield of treated plant with humic acid + amino acid

was significantly higher than those of control. The lowest anthocyanin content of fruit ( $3.212 \mu\text{mol g}^{-1}$ ) was for combined treatment of humic acid + amino acid. The highest tissue firmness was recorded in fruits treated with mixed extracts. Based on studies, using medicinal plants extract can lead to lower activity of cell wall degrading enzymes resulting in more tissue firmness. According to obtained results, amino acid treatment improved qualitative characteristics of tomato fruit and increased its nutrients content. Increasing the absorption rate of N, P, K and some micro-nutrients induced by amino acids foliar application was reported in different studies. Amino acids improve the efficiency of root absorption rate resulting in higher macro and micro-nutrients content of plant cells.

4. **Conclusion:** Based on the obtained results, humic acid + amino acid ( $4 \text{ g L}^{-1}$ ) and the mixed extract of *Otostegia persica*, *Artemisia abrotanum* and *Teucrium polium* medicinal plants ( $2 \text{ g L}^{-1}$ ) were the best treatments to increase yield and yield components, and enhancing the fruit quality. Therefore, using these treatments during the cultivation of tomato plant cv. "Sunseed 6189" is recommendable.

**Keywords:** *Artemisia abrotanum*, *Otostegia persica*, *Teucrium polium*, Bio-fertilizers, Organic compounds

**Citation:** Sadeghi Ghahnasir, A., Aboutalebi Jahromi, A., Behrooznam, B., Hassanzadeh Khankahdani, H. & Ejraei, A. (2023). The influence of foliar application of humic acid, amino acid and extract of *Otostegia persica*, *Artemisia abrotanum* and *Teucrium polium* medicinal plants on yield and yield components of tomato (*Solanum lycopersicum*). *Journal of Vegetables Sciences*, 13(1), 113-130. doi: 10.22034/IUVS.2022.1971285.1241

**Copyrights:**

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Vegetables Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).





## اثر محلول پاشی اسیدهیومیک، اسیدآمین و عصاره گیاهان دارویی گلدر، کلپوره و درمنه بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.)

اصغر صادقی چاه‌نصیر<sup>۱</sup>، عبدالحسین ابوطالبی جهرمی<sup>۱\*</sup>، بهنام بهروزنام<sup>۲</sup>، حامد حسن‌زاده خانکهدانی<sup>۴</sup> و

عبدالکریم اجرایی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

۳- استادیار، گروه علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

۴- محقق، بخش تحقیقات محصولات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

\*نویسنده مسئول: aa84607@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۹/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۰۱

### چکیده

محلول‌پاشی برگ‌گی ترکیبات آلی و کودهای زیستی روشی مناسب برای تغذیه بهینه گیاهان بوده و یکی از راهکارهای بهبود سریع عملکرد و کیفیت محصولات مختلف محسوب می‌شود. به همین دلیل، این پژوهش با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی اسیدهیومیک، اسیدآمین و عصاره گیاهان دارویی گلدر، درمنه و کلپوره بر عملکرد گوجه‌فرنگی رقم "سانسید ۶۱۸۹" تحت شرایط مزرعه‌ای انجام گرفت. این پژوهش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار شامل: اسیدهیومیک ۲، ۴ و ۶ گرم در لیتر، اسیدآمین ۲، ۴ و ۶ گرم در لیتر، غلظت ۲ و ۴ گرم در لیتر، عصاره گیاهان دارویی گلدر، کلپوره و درمنه، ترکیب ۲ گرم در لیتر عصاره ۳ گیاه دارویی و ترکیب ۴ گرم اسیدهیومیک + اسیدآمین و تیمار شاهد در کهنوج استان کرمان اجرا شد. حداکثر وزن تر و خشک بوته در تیمار شاهد (۱۱۵۰ و ۲۰۰ گرم) مشاهده شد. همچنین بیشترین تعداد میوه به‌ازای بوته (۳۰/۳ عدد) و عملکرد (۲/۵۱ کیلوگرم به‌ازای هر بوته و ۵۰/۳ تن در هکتار) مربوط به تیمار اسیدهیومیک + اسیدآمین بود. کمترین میزان آنتوسیانین میوه (۳/۲۱۲ میکرومول بر گرم) نیز مربوط به تیمار ترکیبی اسیدهیومیک + اسیدآمین بود. بیش‌ترین میزان سفتی بافت میوه مربوط به کاربرد ترکیبی عصاره گیاهان دارویی (گلدر + کلپوره + درمنه) بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده تیمار ترکیبی اسیدهیومیک + اسیدآمین و همچنین تیمار ترکیبی عصاره گیاهان دارویی گلدر، کلپوره و درمنه سبب حصول بیش‌ترین میزان عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت میوه در زمان برداشت شدند.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات آلی، درمنه، کودهای زیستی، کلپوره، گلدر

استناد: صادقی چاه‌نصیر، ا.، ابوطالبی جهرمی، ع.، بهروزنام، ب.، حسن‌زاده خانکهدانی، ح. و اجرایی، ع. (۱۴۰۲). اثر محلول‌پاشی اسیدهیومیک، اسیدآمین و عصاره گیاهان دارویی گلدر، کلپوره و درمنه بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.). علوم سبزی‌ها، ۱۳(۱)، ۱۱۳-۱۳۰.

### حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل‌دسترس است.

## مقدمه

گوجه‌فرنگی با نام علمی *Solanum lycopersicum* L. یکی از مهم‌ترین سبزیجات میوه‌ای در جهان است که سرشار از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، لیکوپن، پلی‌فنول‌ها و ویتامین‌ها است (Afroz et al., 2010). ایران با تولید ۶/۱۷ میلیون تن رتبه ششم جهانی تولید گوجه‌فرنگی را به خود اختصاص داده است. رشد سریع جمعیت کره زمین و نیاز به غذا، استفاده از نهاده‌های کشاورزی مانند سموم دفع آفات و کودهای شیمیایی برای دستیابی به بالاترین عملکرد محصول در واحد سطح را اجتناب‌ناپذیر کرده است. نتیجه این فعالیت‌ها در سال‌های اخیر، بحران آلودگی محیط‌زیست به‌ویژه آلودگی منابع آب و خاک بوده است که وارد زنجیره غذایی انسان شده و سلامت جامعه بشری را تهدید کرده است (Sheikhalipour et al., 2019). به‌منظور جلوگیری از این مشکلات و افزایش بهره‌وری خاک و بهبود رشد گیاه، کودها و ترکیبات زیستی راه حل مطمئنی هستند (Dehghani Meshkani et al., 2011). از جمله کودهای زیستی که می‌توان برای بهبود تولیدات کشاورزی استفاده کرد اسیدهای آمینه هستند. گیاهان می‌توانند از اسیدهای آمینه به‌عنوان منبع نیتروژن استفاده کنند (El Naggar et al., 2009). افزودن کودهای حاوی اسیدآمینه به خاک باعث بهبود وضعیت میکروارگانیسم‌های موجود در خاک می‌شود که فعالیت آن‌ها باعث تسهیل جذب برخی از عناصر غذایی و در نهایت افزایش رشد و بهبود عملکرد گیاه می‌شود. علاوه بر این، محلول پاشی این کودها باعث افزایش راندمان جذب نیتروژن توسط ریشه گیاهان از خاک می‌شود و تا حدی از شستشوی نیتروژن از خاک جلوگیری می‌کند (Liu and Lee, 2012). علاوه بر این، استفاده از اسیدهای آمینه در گیاهان باعث تقویت سیستم ایمنی گیاه از طریق تقویت دیواره سلولی، افزایش تولید لیگنین (بافت چوب گیاهی) و ترمیم سریعتر بافت‌های آسیب‌دیده می‌شود (Alfosea-Simón et al., 2020). طی تحقیقی کاربرد ۶ گرم در لیتر اسیدآمینه باعث بهبود وزن تر و خشک گوجه‌فرنگی و بهبود افزایش جذب

پتاسیم و فسفر گردید. نتایج مطالعات آن‌ها حاکی از تأثیر مثبت اسیدهای آمینه بر وزن خشک میوه فلفل و به‌طور کلی بهبود ویژگی‌های رشد و عملکرد هر دو محصول گوجه‌فرنگی و فلفل دلمه‌ای در شرایط گلخانه بود (Haghighi & Mozafarian, 2015). نتایج مشابهی در استفاده از اسیدهای آمینه برای بهبود پارامترهای فیزیولوژیکی، عملکرد و کیفیت چای (*Camellia* sp.) و فلفل شیرین (*Capsicum* Al-Said & Kamal 2008; Thomas ) (Annuam et al. 2009) گزارش گردید.

از ترکیبات آلی تقویت‌کننده رشد گیاه و سازگار با محیط زیست، هیومیک‌ها هستند. اسیدهیومیک‌ها حاوی گروه‌های کربوکسیلات و فنولات بوده که توانایی تشکیل کلات‌های پیچیده با عناصر و یون‌های غذایی را دارند (Ahmad et al., 2020). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک باعث بهبود عملکرد و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی شده است (Aslani et al., 2018). طی تحقیقی کاربرد ۳ گرم در لیتر اسیدهیومیک رشد گیاه و میوه‌نشینی و نیز تولید میوه خیار (*Cucumis sativus*) گردید (El-Nemr et al., 2012).

سایر ترکیبات طبیعی که می‌توانند جایگزین نهاده‌های شیمیایی شوند، عصاره گیاهان دارویی هستند. عصاره‌های گیاهان دارویی بر خلاف اسانس‌هایشان هزینه تولید بسیار پایینی دارند و به‌دلیل خاصیت ضد میکروبی و داشتن برخی فعل و انفعالات شیمیایی می‌توانند بر رشد و نمو گیاهان و زندگی پس از برداشت اثر بگذارند. با این حال، بیشتر مطالعات در مورد استفاده از گیاهان دارویی به کاربردهای پس از برداشت اسانس گیاهان دارویی برای افزایش عمر پس از برداشت محدود می‌شود (Barreto et al. 2016).

درمنه کوهی (*Artemisia aucheri*) یکی از مهم‌ترین گیاهان مرتعی ایران است که گونه‌های مختلف آن دارای طیف وسیعی از ترکیبات فعال بیولوژیکی هستند که سمیت آن‌ها بر روی گیاهان و اثرات ضد میکروبی

آن‌ها به اثبات رسیده است. از جمله این ترکیبات می‌توان به آرتیمیزینین، کومارین، کافور، بورنیل استات، ۱، ۸- سینئول اشاره کرد (Pirzad et al., 2012). گلدر (*Teucrium polium*) از دیگر گیاهان دارویی ایران هستند که خواص ضد میکروبی آن‌ها گزارش شده است. مطالعات روی کلپوره از خانواده Labiatae نشان داده است که حاوی تانن، تریپنویید، ساپونین، استرول، فلاونوئید و لوکوانتوسیانین است. همچنین اثر ضدباکتریایی دارد، اما اثر ضدقارچی قابل توجهی ندارد (Niazmand et al., 2010). در رابطه با خواص گلدر، دیلاپیول، ترانس و ربنول و هگزادکانوئیک اسید اسانس اصلی اندام هوایی گیاه و اسانس اصلی گل‌ها  $\alpha$ -پینن، ۱-اکتن، ۳-اول و کوبنول و اسانس اصلی میوه‌ها دی ایزواکتیل فتالات و هگزادکانوئیک اسید بود (Javidnia et al., 2010).

با توجه به موارد اشاره شده و اهمیت محلول‌پاشی برگ‌ی ترکیبات آلی و کودهای زیستی برای تغذیه بهینه گیاهان به‌عنوان یک روش سازگار با محیط زیست، این پژوهش با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی اسیدهیومیک، اسیدآمینه و عصاره گیاهان دارویی گلدر، درمنه

## مواد و روش‌ها

### مواد گیاهی و محل آزمایش

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی اسیدهیومیک، اسیدآمینه و عصاره گیاهان دارویی گلدر، درمنه و کلپوره بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی رقم "سانسید ۶۱۸۹" (Sunseed 6189) تحت شرایط مزرعه‌ای در منطقه کهنوج، استان کرمان انجام گرفت.

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی اسیدهیومیک، اسیدآمینه و عصاره گیاهان دارویی گلدر، درمنه و کلپوره بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی رقم "سانسید ۶۱۸۹"، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار و ۳ تکرار تحت شرایط مزرعه‌ای در منطقه کهنوج، استان کرمان طی سال‌های ۹۹-۱۳۹۸ اجرا شد. منطقه کهنوج در ۳۵۰ کیلومتری مرکز استان کرمان و در جنوب شرقی ایران با آب و هوای گرم و خشک و با ارتفاع ۴۷۰ متر بالاتر از سطح دریا، در طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی واقع شده است. نتایج آزمون خاک و آب در جدول (۱) آورده شده است.

### جدول ۱- نتایج آزمون خاک و آب آبیاری سایت تحقیقاتی منطقه کهنوج

Table 1. The results of soil and irrigation water analysis of the research site in Kahnouj region

خاک										
Soil										
فسفر (پی‌پی-ام)	پتاسیم (پی‌پی-ام)	روی (پی‌پی-ام)	آهن (پی‌پی-ام)	مس (پی‌پی-ام)	منگنز (پی‌پی-ام)	کلسیم+ منیزیم (پی‌پی-ام)	سدیم (پی‌پی-ام)	نسبت جذب سدیم (سدیم/کلسیم+منیزیم) SAR (Na/Ca+Mg)	بافت Texture	اسیدیته pH
(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)			
9.2	215.8	0.092	0.136	0.048	1.52	4.1	1.06	0.74	لومی شنی Sandy loam	7.8
آب آبیاری										
Irrigation water										
سدیم+ منیزیم (پی‌پی-ام)	سدیم (پی‌پی-ام)	کربنات (پی‌پی-ام)	سدیم (پی‌پی-ام)	هدایت الکتریکی (میلی-سانتیمتر) EC (mS cm <sup>-1</sup> )	نسبت جذب سدیم SAR	اسیدیته pH				
(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)							
2.3	1.3	1.92	1112	0.95	7.4					

۲ گرم در لیتر عصاره گیاه دارویی درمنه، T12: ۴ گرم در لیتر عصاره گیاه دارویی درمنه، T13: ۲ گرم در لیتر گلدر + ۲ گرم در لیتر کلیپوره + ۲ گرم در لیتر درمنه، T14: ۴ گرم در لیتر اسیدهیومیک + ۴ گرم در لیتر اسیدآمین و T15: شاهد (آب) بودند.

لازم به ذکر است که اسیدآمین مورد استفاده حاوی ۵۰ درصد اسید آمین آزاد است و تجزیه کودی آن به این شرح می‌باشد: نیتروژن کل: ۱۷/۵ درصد وزنی، مواد آلی: ۸۰ درصد وزنی، اسید آمین کل: ۵۲ درصد وزنی و اسیدآمین آزاد: ۵۰ درصد وزنی. محلول پاشی در ۵ مرحله و در اوایل صبح صورت پذیرفت.

### روش عصاره‌گیری از گیاهان دارویی

در این آزمایش برای عصاره‌گیری از گیاهان دارویی، ابتدا گیاه خشک شده را به نسبت ۱ به ۵ (۲۰ درصد اندام گیاهی خشک + ۸۰ درصد آب) با آب مخلوط کرده و سپس به مدت ۷۲ ساعت در دمای محیط قرار داده شدند تا کاملاً مواد در آب حل شود. سپس محلول به دست آمده از صافی عبور داده شد و از محلول صاف شده به عنوان مواد آزمایش، استفاده گردید (Enayati et al., 2016).

### صفات مورد ارزیابی

وزن تر و خشک بوته و عملکرد در بوته با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، بوته‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. به منظور اندازه‌گیری عملکرد قابل فروش، پس از اندازه‌گیری عملکرد کل هر بوته، محصول غیراقتصادی، ناسالم و خراب در صورت وجود حذف و باقی‌مانده محصول به عنوان عملکرد فروش در نظر گرفته شد. مقادیر کلی عملکرد و عملکرد قابل فروش از ضرب میانگین این صفات در بوته در تعداد بوته در هکتار بدست آمد. طول و قطر میوه با دستگاه کولیس دیجیتالی (Mitutoyo PK-1012-Japan) اندازه‌گیری شد.

برای محاسبه سطوح کلروفیل در برگ، و کاروتنوئید در برگ و میوه از روش آرنون (Arnon, 1949) استفاده شد. سطح جذب نور با دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل، و ۴۸۰ و

در این تحقیق رقم "سانسید ۶۱۸۹" گوجه‌فرنگی کشت گردید. بذر این رقم از شرکت نانهنر هلند تهیه شد. گوجه‌فرنگی رقم "سانسید ۶۱۸۹" یکی از معروف-ترین ارقام زودرس تا متوسط‌رس کشور است. قیمت مناسب بذر، مقاومت بسیار خوب به تنش‌های محیطی به‌ویژه گرما، شوری و خشکی، بوته نسبتاً قوی، کیفیت میوه بالا، میوه نسبتاً سفت با یکنواختی خوب در رسیدگی، اندازه و رنگ بازارپسند، مقاومت خوب به بیماری‌های پژمردگی ورتیسیلیومی، بوته میری فوزاریومی و لکه برگی خاکستری سبب شده تا یکی از ارقام بسیار پرطرفدار برای کشت در مناطق جنوبی کشور باشد.

در اواخر آذرماه بذرهای گوجه‌فرنگی در سینی‌های نشاء حاوی بستر پیت‌ماس کشت شدند و پس از گذشت ۳۰ روز نشاء آماده انتقال به زمین اصلی شدند. پس از استقرار نشاء که حدوداً ۲۰ روز طول کشید تیمارهای موردنظر اعمال شدند. امور داشت و نگهداری بوته‌ها به صورت یکسان و براساس شرایط موجود بود. سم‌پاشی با سموم حشره‌کش آبامکتین و ایمیداکلوپراید با غلظت ۱ در هزار برای مقابله با شته‌ها صورت پذیرفت. همچنین، از سموم قارچ‌کش کاپتان و بردوفیکس با غلظت ۲/۵ گرم در لیتر بر علیه بیماری‌های قارچی استفاده گردید. آبیاری تمامی تیمارها به صورت یکسان، به روش قطره‌ای و با استفاده از نوار تیپ بود.

### تیمارهای مورد مطالعه

به منظور بررسی اثر اسیدهیومیک، اسیدآمین (شرکت پارس شیمی) و عصاره گیاهان دارویی گلدر، کلیپوره و درمنه بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی، تیمارهای مورد مطالعه شامل T1: ۲ گرم در لیتر اسیدهیومیک، T2: ۴ گرم در لیتر اسیدهیومیک، T3: ۶ گرم در لیتر اسیدهیومیک، T4: ۲ گرم در لیتر اسیدآمین، T5: ۴ گرم در لیتر اسیدآمین، T6: ۶ گرم در لیتر اسیدآمین، T7: ۲ گرم در لیتر عصاره گیاه دارویی گلدر، T8: ۴ گرم در لیتر عصاره گیاه دارویی گلدر، T9: ۲ گرم در لیتر عصاره گیاه دارویی کلیپوره، T10: ۴ گرم در لیتر عصاره گیاه دارویی کلیپوره، T11:

۲). بررسی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بیش‌ترین وزن تر و خشک در تیمار شاهد مشاهده گردید، به‌نظر می‌رسد در تیمار شاهد تخصیص کربوهیدرات‌ها به سمت رشد رویشی بیشتر بوده که منجر به وزن تر و خشک بیشتر شده است. این در حالی است که کاربرد ترکیب‌های آلی در این پژوهش بویژه ترکیب ۴ گرم در لیتر اسیدهیومیک + ۴ گرم در لیتر اسیدآمینه تخصیص کربوهیدرات را به سمت رشد زایشی و عملکرد بیشتر داده است. مطالعات پیشین نیز حاکی از اثر این ترکیبات بر تغییر در تخصیص کربوهیدرات و بیوماس می‌باشد (Tattini *et al.*, 1991). به‌علاوه، گیاهان قادرند از اسیدهای آمینه به‌عنوان منبع نیتروژن استفاده کنند (El Naggar *et al.*, 2009). Farajzadeh و Dadashzadeh (۲۰۲۰) گزارش کردند که محلول‌پاشی اسیدهای آمینه به‌طور معنی‌داری سبب افزایش تعداد غده، قطر غده و متوسط وزن غده در گیاه سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) شد. علاوه بر موارد اشاره شده، اسید هیومیک رشد گیاه و به‌ویژه رشد بخش ریشه را تحریک می‌کند که همین امر سبب می‌شود تا آب و مواد غذایی بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته و به دنبال آن رشد و عملکرد افزایش یابد (Delfine *et al.*, 2005).

### رنگیزه‌ها

براساس نتایج مقایسات میانگین، بیش‌ترین میزان کلروفیل a و کل در تیمار ۶ گرم در لیتر اسیدهیومیک (به‌ترتیب ۲۷/۴ و ۳۲/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مشاهده شد. بیش‌ترین میزان کلروفیل b در تیمار ۶ گرم در لیتر اسیدهیومیک (۵/۰۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بوده که تفاوت معنی‌داری با عصاره ۴ گرم در لیتر درمنه و ۴ گرم در لیتر اسیدهیومیک همراه با اسیدآمینه نداشت (جدول ۲). نتایج بدست آمده نشان داد که بیش‌ترین میزان کارتنوئید برگ در تیمارهای ۲ گرم در لیتر گلدر + ۲ گرم در لیتر کلپوره + ۲ گرم در لیتر درمنه، ۴ گرم در لیتر عصاره کلپوره و ۶ گرم در لیتر اسیدهیومیک به‌ترتیب (۴/۳۶، ۴/۲۸، و ۴/۲۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مشاهده گردید؛ اگرچه از لحاظ آماری

۵۱۰ نانومتر برای کارتنوئید قرائت گردید و با استفاده از روابط ۱ تا ۴ مقادیر کلروفیل a، b و کل و کارتنوئید محاسبه گردید. در این روابط، V حجم محلول بالایی که از سانتریفیوژ به‌دست آمد و W وزن تر نمونه بر حسب گرم است.

$$\text{Chl a} = [12.7 (A663) - 2.69(A645)] \times V / (1000 \times W) \quad \text{رابطه ۱}$$

$$\text{Chl b} = [22.9 (A645) - 4.68 (A663)] \times V / (1000 \times W) \quad \text{رابطه ۲}$$

$$\text{Chl T} = (\text{chl a} + \text{chl b}) \quad \text{رابطه ۳}$$

$$\text{Car} = [7.6 (A480 - 1.49 \times A510)] \times V / 1000 \times W \quad \text{رابطه ۴}$$

pH، مواد جامد محلول و سفتی بافت میوه به‌ترتیب با استفاده از pH متر، رفراکتومتر (SBR-32T) و سفتی‌سنج (FT327) اندازه‌گیری شد. میزان ویتامین ث با تیتراسیون با دی کلروفلن-ایندوفنل و با استفاده از روش Rangana (۱۹۷۹) اندازه‌گیری شد. از روش Wagner (۱۹۷۹) جهت اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین نمونه‌ها استفاده شد.

اندازه‌گیری فسفر به روش آمونیوم مولبیدات و آمونیوم وانادات (زرد) بعد از عصاره‌گیری با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Olsen *et al.*, 1954). عنصر کلسیم در بافت میوه بعد از عصاره‌گیری با استفاده از دستگاه جذب اتمیک و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری گردید (Enayati *et al.*, 2016).

تجزیه واریانس داده‌ها پس از بررسی نرمال بودن آن‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسات میانگین براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

#### وزن تر و خشک

براساس نتایج مقایسات میانگین، بیش‌ترین وزن تر و خشک گیاه در تیمار شاهد (به‌ترتیب ۱۱۵۰ و ۲۰۰ گرم) و کمترین میزان این صفات در تیمار ۲ گرم در لیتر گلدر بدست آمد (به‌ترتیب ۳۵۰ و ۸۹ گرم) (جدول

کربوهیدرات‌ها را افزایش داده و سبب اثر مثبت بر گل- انگیزی و تشکیل میوه می‌شود. به‌علاوه، بر تولید اکسین و نقش مثبت آن بر فعال کردن آنزیم‌های مختلف نیز اثر مثبت دارد (Abdel-Mawgoud *et al.*, 2007). گزارش شده است که کاربرد برگی اسید هیومیک سبب بهبود تنفس، پروتئین کل و فتوسنتز در گیاه شده و از این طریق بر بهبود خصوصیات رشدی و محتوای رنگیزه‌ها تأثیرگذار است (Neri *et al.*, 2006). در چای ترش، محلول پاشی اسید هیومیک سبب بهبود تحرک و کارایی عناصر غذایی، افزایش مقدار روی و آهن برگ و در نتیجه افزایش فتوسنتز و تولید کربوهیدرات و پروتئین شد (Heydari & Khalili, 2013). Shamsan و Chamani (2014) نیز تأثیر اسید هیومیک بر فلورسانس کلروفیل گیاه زعفران را گزارش کردند.

تفاوت معنی‌داری با تیمار ۲ گرم در لیتر کلیپوره نداشت و در مقابل، کم‌ترین میزان صفت ذکر شده در تیمار ۴ گرم در لیتر اسید آمینه (۲/۲۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مشاهده شد (جدول ۲). براساس نتایج حاصل از این پژوهش مشخص شد که برخلاف وزن تر و خشک، کاربرد اسید هیومیک سبب بهبود میزان رنگیزه‌های گوجه‌فرنگی شد که این نتایج با گزارشات Pozshi (2018) بر روی انگور، و Khoshmaram و Arshad (2014) بر روی گوجه-فرنگی مطابقت دارد. همانطور که در بالا نیز اشاره شد، اسید هیومیک می‌تواند تخصیص کربوهیدرات را در گیاه تحت تأثیر قرار دهد. به‌علاوه، از طریق بهبود جذب عناصر غذایی و همچنین محتوای کلروفیل برگ سبب افزایش کارایی فتوسنتز می‌شود (Khoshmaram & Arshad, 2014) که از این طریق، تولید و تجمع

جدول ۲- اثر تیمارهای مختلف اسید هیومیک، اسید آمینه و عصاره گیاهان دارویی بر وزن تر و خشک و میزان رنگیزه موجود در برگ گوجه‌فرنگی

Table 2. Effect of different treatments of humic acid, amino acid and medicinal plants extract on fresh and dry weight and leaf pigments content of tomato

تیمار Treatment	وزن تر (گرم) Fresh weight (g)	وزن خشک (گرم) Dry weight (g)	کارتنوئید (میلی- گرم بر گرم وزن تر) Carotenoid (mg g <sup>-1</sup> FW)	(میلی-کلروفیل a-کلروفیل گرم بر گرم وزن تر) Chlorophyll a (mg g <sup>-1</sup> FW)	(میلی-باکلروفیل ب-کلروفیل گرم بر گرم وزن تر) Chlorophyll b (mg g <sup>-1</sup> FW)	کل کلروفیل (میلی گرم بر گرم وزن تر) Total Chlorophyll (mg g <sup>-1</sup> FW)	
اسید هیومیک Humic acid (g L <sup>-1</sup> )	2 4 6	700 <sup>e</sup> 650 <sup>ef</sup> 650 <sup>ef</sup>	167 <sup>bcd</sup> 158 <sup>cde</sup> 124 <sup>fghi</sup>	2.54 <sup>g</sup> 3.99 <sup>bc</sup> 4.27 <sup>a</sup>	11.9 <sup>k</sup> 19.8 <sup>f</sup> 27.4 <sup>a</sup>	2.25 <sup>i</sup> 3.50 <sup>f</sup> 5.02 <sup>a</sup>	14.1 <sup>j</sup> 23.4 <sup>f</sup> 32.4 <sup>a</sup>
اسید آمینه Amino acid (g L <sup>-1</sup> )	2 4 6	650 <sup>ef</sup> 500 <sup>h</sup> 550 <sup>gh</sup>	142 <sup>defg</sup> 105 <sup>ij</sup> 118 <sup>ghi</sup>	3.20 <sup>ef</sup> 2.25 <sup>h</sup> 3.30 <sup>de</sup>	14.4 <sup>j</sup> 12.0 <sup>k</sup> 17.8 <sup>h</sup>	2.91 <sup>g</sup> 2.47 <sup>h</sup> 4.07 <sup>cd</sup>	17.3 <sup>i</sup> 14.45 <sup>j</sup> 21.9 <sup>g</sup>
عصاره گلدر <i>O.p.</i> extract (g L <sup>-1</sup> )	2 4	350 <sup>i</sup> 800 <sup>d</sup>	89 <sup>j</sup> 151 <sup>cdef</sup>	3.01 <sup>f</sup> 3.45 <sup>d</sup>	16.6 <sup>i</sup> 16.1 <sup>i</sup>	3.01 <sup>g</sup> 3.48 <sup>f</sup>	19.62 <sup>f</sup> 19.61 <sup>f</sup>
عصاره درمنه <i>A.a.</i> extract (g L <sup>-1</sup> )	2 4	650 <sup>ef</sup> 900 <sup>c</sup>	130 <sup>efghi</sup> 174 <sup>abc</sup>	3.14 <sup>ef</sup> 3.98 <sup>c</sup>	18.7 <sup>g</sup> 24.2 <sup>c</sup>	3.68 <sup>ef</sup> 4.91 <sup>a</sup>	22.35 <sup>e</sup> 29.1 <sup>c</sup>
عصاره کلپوره <i>T.p.</i> extract (g L <sup>-1</sup> )	2 4	1000 <sup>b</sup> 600 <sup>fg</sup>	192 <sup>ab</sup> 113 <sup>hij</sup>	4.21 <sup>ab</sup> 4.28 <sup>a</sup>	21.6 <sup>d</sup> 21.6 <sup>d</sup>	4.38 <sup>b</sup> 4.17 <sup>bc</sup>	26.0 <sup>d</sup> 25.8 <sup>d</sup>
<i>O.p.</i> + <i>A.a.</i> + <i>T.p.</i> extracts	2	700 <sup>e</sup>	141 <sup>defgh</sup>	4.36 <sup>a</sup>	20.7 <sup>e</sup>	3.88 <sup>de</sup>	24.6 <sup>e</sup>
AA+HA	4	800 <sup>d</sup>	150 <sup>cdef</sup>	3.93 <sup>c</sup>	25.3 <sup>b</sup>	4.95 <sup>a</sup>	30.2 <sup>b</sup>
شاهد Control		1150 <sup>a</sup>	200 <sup>a</sup>	2.73 <sup>g</sup>	16.1 <sup>i</sup>	3.48 <sup>f</sup>	19.6 <sup>h</sup>
LSD (p<0.05)		92	28.2	0.229	0.75	0.212	0.874

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. *O.p.*: *Otostegia persica*, *A.a.*: *Artemisia abrotanum*, *T.p.*: *Teucrium polium*, AA: اسید آمینه و HA: هیومیک اسید.

In each column, treatments followed by at least one same letter are not significantly different based on LSD test at 5 % probability level. *O.p.*: *Otostegia persica*, *A.a.*: *Artemisia abrotanum*, *T.p.*: *Teucrium polium*, AA: amino acid and HA: humic acid.

گیاهان داوری (۲ گرم در لیتر گلدر + ۲ گرم در لیتر کلپوره + ۲ گرم در لیتر درمنه)، ۴ گرم در لیتر درمنه، ۴ گرم در لیتر کلپوره، ۲ و ۶ گرم در لیتر اسید آمینه و ۴ و ۶ گرم در لیتر اسید هیومیک نشان نداد. کمترین

#### عملکرد و اجزای عملکرد

بیش‌ترین تعداد میوه مربوط به تیمار ۴ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۴ گرم در لیتر اسید آمینه بود (۳۰/۳) که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ترکیبی عصاره

فعالیت‌های متابولیکی گیاه را تحت تأثیر قرار داده و مقدار محصولات حاصل از این فعالیت‌ها را تغییر دهند. اسیدهای آمینه زنجیره اصلی ساختار پروتئین بوده و به نوبه خود در توسعه رشد گیاه مؤثر می‌باشند (Hounsone *et al.*, 2008). Cao و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که کاربرد خارجی اسیدآمین باعث افزایش عملکرد و کیفیت برگ‌های کلم چینی (*Brassica oleracea*) گردید. نتایج مشابهی توسط Koukounaras و همکاران (۲۰۱۳) در کاربرد اسیدآمین بر عملکرد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای گزارش شده است. اسیدآمین باعث تسهیل جذب و انتقال عناصر غذایی در سیستم آوندی از طریق بهبود نفوذپذیری غشای سلولی می‌شود. کاربرد اسیدآمین سبب افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش تجمع ماده خشک و افزایش سرعت رشد محصول می‌شود (Hounsone *et al.*, 2008). به علاوه، اسیدهای آمینه با اثر مثبت بر فعالیت روزنه‌ها، افزایش رونویسی mRNA و افزایش محتوای پروتئین گیاه سبب بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد گیاه می‌شوند. اسیدهای آمینه از طریق فعال‌سازی هورمون‌های مؤثر در تشکیل گل و میوه، بهبود جوانه‌زنی دانه‌های گرده و افزایش سرعت گلدهی، موجب بهبود فرآیند گرده‌افشانی می‌شوند (Liu & Lee, 2012). نتایج حاصل از این پژوهش نیز نشان داد که کاربرد اسیدهای آمینه بویژه در ترکیب با اسیدهیومیک سبب بهبود میزان رنگیزه‌های برگ، تخصیص بیشتر بیوماس به رشد زایشی و در نهایت افزایش معنی‌دار اجزای عملکرد و عملکرد شد. نتایج تحقیق Koukounaras و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان داد که شاخص‌های رشدی شامل ارتفاع گیاه و تعداد گره و همچنین تعداد گل و میوه گوجه‌فرنگی تحت تأثیر اسیدآمین قرار نگرفته، اما عملکرد میوه (میانگین وزن میوه) تحت تأثیر کاربرد اسیدآمین با غلظت ۰/۳ درصد به صورت مصرف ریشه‌ای و ۰/۹ درصد به صورت محلول پاشی افزایش یافت.

تعداد میوه مربوط به تیمارهای ۲ گرم در لیتر درمنه (۱۴/۳) و گلدر (۱۷/۰) بود که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. بیش‌ترین قطر میوه در تیمار ۴ گرم در لیتر کلپوره مشاهده شد (۵/۸۴ سانتی‌متر) (جدول ۳).

بررسی میزان عملکرد نشان داد که بیش‌ترین میزان عملکرد مربوط به تیمار ترکیبی اسیدهیومیک + اسیدآمین (۲/۵۱ کیلوگرم به ازای هر بوته و ۵۰/۳ تن در هکتار) بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ترکیبی عصاره گیاهان دارویی (۴۷/۸ تن در هکتار) و تیمارهای ۲، ۴ و ۶ گرم در لیتر اسیدهیومیک (به ترتیب ۴۷/۹، ۴۶/۹ و ۴۸/۷ تن در هکتار) نداشت. همچنین کمترین میزان عملکرد مربوط به تیمار ۲ گرم در لیتر گلدر بود (۲۱/۳ تن در هکتار). براساس نتایج بدست آمده، تیمار ۲ گرم در لیتر گلدر کمترین میزان عملکرد بازاریسند را دارا بود (۱۶/۱ تن در هکتار). بیش‌ترین میزان عملکرد بازاریسند مربوط به تیمار ترکیبی اسیدهیومیک + اسیدآمین (۴۳/۱ تن در هکتار) و همچنین تیمار ترکیبی عصاره گیاهان دارویی (۴۱/۷ تن در هکتار) بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۲ گرم در لیتر کلپوره و همچنین اسیدهیومیک ۴ گرم در لیتر نداشت (جدول ۳).

مطالعات پیشین حاکی از این است که اسیدهیومیک دارای طیف وسیعی از ترکیبات آلی از قبیل اسیدهای آمینه بوده و سبب بهبود مقادیر اسیدآمین در داخل گیاه می‌شود و از این طریق سبب بهبود رشد و عملکرد گیاه خواهد شد (Dadashzadeh & Farajzadeh, 2020). احتمالاً اثر هم‌افزایی حاصل از کاربرد ترکیبی اسیدهیومیک و اسیدآمین در تحقیق حاضر نیز به دلیل همین نقش می‌باشد. کاربرد ترکیبی اسیدهیومیک و اسیدآمین از طریق افزایش تعداد، طول و قطر میوه سبب افزایش عملکرد گردید. گزارش‌های متعددی، اثر مثبت اسیدهیومیک و اسیدآمین را بر بهبود عملکرد و اجزای عملکرد در گیاهان مختلف تأیید می‌نماید. Jones و Owen (۲۰۰۱) گزارش کردند که اسیدهای آمینه می‌توانند به عنوان تنظیم‌کننده‌های رشد،

## جدول ۳- اثر تیمارهای مختلف اسید هیومیک، اسید آمینه و عصاره گیاهان دارویی بر خصوصیات میوه و عملکرد گوجه‌فرنگی

Table 3. Effect of different treatments of humic acid, amino acid and medicinal plants extract on fruit characteristics and yield of tomato

	تعداد میوه در بوته Fruit number per plant	قطر میوه (سانتیمتر) Fruit diameter (cm)	طول میوه (سانتیمتر) Fruit length (cm)	عملکرد تک بوته (کیلوگرم) Single plant yield (kg)	عملکرد بازاری پسند (کیلوگرم) marketable Yield (kg)	کل عملکرد (تن در هکتار) Total Yield (ton ha <sup>-1</sup> )	عملکرد بازاری پسند (تن در هکتار) marketable Yield (ton ha <sup>-1</sup> )	
اسید هیومیک Humic acid (g L <sup>-1</sup> )	2	25 <sup>bcdef</sup>	5.34 <sup>ab</sup>	4.92 <sup>bcd</sup>	2.40 <sup>abc</sup>	1.82 <sup>cdef</sup>	47.9 <sup>abc</sup>	36.5 <sup>cdef</sup>
	4	28.7 <sup>abcd</sup>	5.60 <sup>a</sup>	4.99 <sup>bc</sup>	2.35 <sup>abc</sup>	1.90 <sup>abcd</sup>	46.9 <sup>abc</sup>	38.1 <sup>abcd</sup>
	6	29.3 <sup>abc</sup>	5.50 <sup>ab</sup>	5.17 <sup>abc</sup>	2.43 <sup>ab</sup>	1.84 <sup>bcdef</sup>	48.7 <sup>ab</sup>	36.7 <sup>bcdef</sup>
اسید آمینه Amino acid (g L <sup>-1</sup> )	2	25.67 <sup>abc</sup>	5.27 <sup>bc</sup>	4.79 <sup>cd</sup>	1.93 <sup>ef</sup>	1.60 <sup>efg</sup>	38.7 <sup>ef</sup>	31.9 <sup>efg</sup>
	4	24.33 <sup>bc</sup>	5.23 <sup>ab</sup>	5.04 <sup>bcd</sup>	2.08 <sup>de</sup>	1.74 <sup>cdef</sup>	41.6 <sup>de</sup>	34.8 <sup>cdef</sup>
	6	26.67 <sup>ab</sup>	5.71 <sup>a</sup>	5.59 <sup>a</sup>	2.28 <sup>bc</sup>	1.88 <sup>bcd</sup>	45.7 <sup>bc</sup>	37.6 <sup>bcd</sup>
عصاره گلدر <i>O.p.</i> extract (g L <sup>-1</sup> )	2	17.00 <sup>de</sup>	5.32 <sup>a</sup>	4.90 <sup>bcd</sup>	1.06 <sup>h</sup>	0.80 <sup>i</sup>	21.3 <sup>h</sup>	16.1 <sup>i</sup>
	4	20.67 <sup>cd</sup>	5.62 <sup>a</sup>	5.32 <sup>ab</sup>	1.85 <sup>f</sup>	1.42 <sup>gh</sup>	37.1 <sup>f</sup>	28.4 <sup>gh</sup>
عصاره درمنه <i>A.a.</i> extract (g L <sup>-1</sup> )	2	14.33 <sup>e</sup>	4.94 <sup>b</sup>	4.58 <sup>d</sup>	1.61 <sup>g</sup>	1.23 <sup>g</sup>	32.2 <sup>g</sup>	24.7 <sup>g</sup>
	4	26.00 <sup>ab</sup>	5.44 <sup>abc</sup>	5.02 <sup>bcd</sup>	2.02 <sup>def</sup>	1.73 <sup>cdef</sup>	40.4 <sup>def</sup>	34.7 <sup>cdef</sup>
عصاره کلپوره <i>T.p.</i> extract (g L <sup>-1</sup> )	2	24.00 <sup>bc</sup>	5.67 <sup>a</sup>	5.11 <sup>abcd</sup>	2.19 <sup>cd</sup>	1.97 <sup>abc</sup>	43.9 <sup>cd</sup>	39.5 <sup>abc</sup>
	4	28.00 <sup>ab</sup>	5.84 <sup>a</sup>	5.20 <sup>abc</sup>	1.97 <sup>ef</sup>	1.64 <sup>efg</sup>	39.4 <sup>ef</sup>	32.8 <sup>efg</sup>
<i>O.p.</i> + <i>A.a.</i> + <i>T.p.</i> extracts	2	29.6 <sup>ab</sup>	5.52 <sup>ab</sup>	4.97 <sup>bcd</sup>	2.39 <sup>abc</sup>	2.08 <sup>ab</sup>	47.8 <sup>abc</sup>	41.7 <sup>ab</sup>
AA+ HA	4	30.3 <sup>a</sup>	5.59 <sup>a</sup>	4.96 <sup>bcd</sup>	2.51 <sup>a</sup>	2.15 <sup>a</sup>	50.3 <sup>a</sup>	43.1 <sup>a</sup>
Control شاهد		23.0 <sup>ef</sup>	5.61 <sup>a</sup>	5.35 <sup>ab</sup>	1.85 <sup>f</sup>	1.65 <sup>defg</sup>	37.1 <sup>f</sup>	33.1 <sup>defg</sup>
LSD (p<0.05)		10.71	0.638	0.554	0.762	0.681	15.25	13.62

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. *O. p.*: *Otostegia persica*, *A. a.*: *Artemisia abrotanum*, *T. p.*: *Teucrium polium*, AA: اسید آمینه و HA: هیومیک اسید.

In each column, treatments followed by at least one same letter are not significantly different based on LSD test at 5 % probability level. *O.p.*: *Otostegia persica*, *A.a.*: *Artemisia abrotanum*, *T.p.*: *Teucrium polium*, AA: amino acid and HA: humic acid.

## ویژگی‌های کیفی میوه

بیشترین میزان سفتی بافت میوه در تیمار ترکیبی عصاره گلدر، کلپوره و درمنه (۴/۷۴ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) مشاهده گردید. همچنین کمترین میزان این صفت مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). بیشترین میزان مواد جامد محلول در تیمار ۶ گرم در لیتر اسیدهیومیک، ۴ گرم در لیتر گلدر و ۴ گرم در لیتر درمنه (۴ درصد) ثبت گردید و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار ترکیبی عصاره گیاهان دارویی (گلدر+کلپوره+درمنه) نداشت. درمقابل، کمترین میزان مواد جامد محلول در تیمار شاهد (۳/۱ درصد) مشاهده شد (جدول ۴).

همچنین، کمترین میزان ویتامین ث نیز مربوط به تیمار شاهد بود. درحالی‌که میزان ویتامین ث با کاربرد ۶ گرم در لیتر اسیدهیومیک (۲۸/۵۳ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم) و پس از آن با کاربرد اسیدآمین ۲ گرم در لیتر (۲۸/۲۹ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم) به حداکثر رسید (جدول ۴). در رابطه با میزان pH، تیمار ۴ گرم در لیتر درمنه باعث افزایش معنی‌دار pH و دو تیمار ۲ گرم در لیتر اسیدهیومیک و ۴ گرم در لیتر اسیدآمین سبب کاهش معنی‌دار pH آب میوه نسبت به سایر تیمارهای مورد مطالعه شدند (جدول ۴).

براساس نتایج مقایسات میانگین، بیشترین میزان کارتنوئید میوه در تیمار ۲ گرم در لیتر گلدر (۹۲/۶۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای گلدر + کلپوره + درمنه، ۴ گرم در لیتر درمنه و اسیدهیومیک ۲ گرم در لیتر نداشت. کمترین میزان آن نیز در تیمارهای ۲ و ۴ گرم در لیتر اسیدآمین مشاهده شد. درمقابل، بیشترین میزان آنتوسیانین میوه در تیمار ۶ گرم در لیتر اسیدهیومیک (۳/۶۶۷ میکرومول بر گرم) مشاهده گردید و کمترین میزان نیز در کاربرد تیمار ترکیبی هیومیک‌اسید + اسیدآمین به ثبت رسید (جدول ۴).

بیشترین میزان پیتاسیم در تیمار ۴ گرم در لیتر اسیدآمین (۲/۹۶۹ درصد) مشاهده گردید؛ اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمارهای ۲ گرم در

لیتر اسیدآمین، ۲ و ۴ گرم در لیتر گلدر، ۴ گرم در لیتر کلپوره، ۴ گرم در لیتر درمنه، گلدر + کلپوره + درمنه و شاهد نداشت. کمترین میزان پتا سیم نیز در تیمار ۲ گرم در لیتر کلپوره مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان کلسیم میوه در تیمار ۴ گرم در لیتر درمنه (۳/۶۶۰ درصد) و کمترین در تیمار شاهد (۳/۰۶۰ درصد) به ثبت رسید. براساس نتایج حاصل، بیشترین میزان فسفر در تیمارهای ۶ گرم در لیتر اسیدهیومیک (۰/۱۸۰ درصد) و ۲ گرم در لیتر کلپوره (۰/۱۸۵ درصد) مشاهده شد و کمترین میزان آن در تیمار اسیدهیومیک + اسیدآمین مشاهده گردید (جدول ۴).

در این مطالعه استفاده از عصاره گیاهان دارویی باعث افزایش سفتی بافت میوه‌ها نسبت به سایر تیمارها شد. نرمی بافت میوه به دلیل تغییر در ساختار دیواره سلولی از جمله کاهش همی‌سلولز، گالاکتوز و انحلال و دپلمیریزاسیون پکتین است. از سوی دیگر، نرمی بافت میوه به دلیل فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده دیواره سلولی مانند پلی‌گالاکتوروناز، پکتین متیل استراز و بتا گلوکوزیداز است که همه این آنزیم‌ها پکتین را هدف قرار می‌دهند (Athmaselvi et al., 2013). اسانس‌های گیاهی فعالیت این آنزیم‌ها را کاهش می‌دهند و بنابراین در جلوگیری از تخریب دیواره سلولی و نرم شدن میوه مؤثر هستند (Barreto et al., 2016). تحقیقات نشان داده است که استفاده از موسیلاژ دانه ریحان (*Ocimum basilicum*) و اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum*) (Shahiri Tabarestani et al., 2016)، کیتوزان و اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) و پنی‌رویال (Guerra et al., 2015)، کیتوزان و اسانس مرزنجوش (*Origanum vulgare*) (Barreto et al., 2016)، کیتوزان و اسانس علف‌لیمو (*Cymbopogon citratus*) (Athayde et al., 2016) خواص فیزیکی‌وشیمیایی و میکروبی گوجه‌فرنگی گیلاسی را حفظ کرده است.

کاربرد اسیدهیومیک سبب افزایش میزان ویتامین ث و میزان کلسیم میوه گوجه‌فرنگی رقم زمرد تحت شرایط

دانست (Dakora & Phillips, 2002). همچنین، اسیدآمین‌ها باعث بهبود انتقال مواد غذایی در سیستم آوندی از طریق بهبود نفوذپذیری غشاء سلولی می‌شود (Franco *et al.*, 1994). افزایش کارایی جذب نیتروژن توسط Liu و همکاران (۲۰۰۸) با کاربرد اسیدآمین‌ها گزارش شد. کاربرد اسیدهای آمینه برای بهبود فرآیندهای فیزیولوژیکی، متابولیک و بیوشیمیایی در گیاهان از جمله افزایش جذب دی‌اکسید کربن، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، جذب مواد مغذی، و بهبود بیوسنتز گلوکز و فروکتوز (که باعث تحریک بیشتر گلیکولیز و چرخه کربس می‌شود) گزارش شده است (Alfosea-Simón *et al.* 2020; Maach *et al.* 2020).

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، خصوصیات کیفی میوه در زمان برداشت در نتیجه کاربرد برگ‌های عصاره گیاهان دارویی گلدرد، کلپوره و درمنه افزایش یافت. احتمالاً بهبود خصوصیات کیفی میوه گوجه‌فرنگی در زمان برداشت در نتیجه نقش عصاره گیاهی در کاهش فعالیت آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی و حفظ استحکام دیواره سلولی می‌باشد (Munhuweyi *et al.*, 2020).

مزرعه‌ای شد که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد (Nasirpour, 2014). نتایج مشابهی توسط Salehi و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر اسیدهیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی سه رقم گوجه‌فرنگی گزارش شده است. علاوه بر نقش اسیدهیومیک در بهبود جذب عناصر غذایی، این ترکیب سبب بهبود وضعیت فتوسنتز و پیرو آن تنفس می‌شود که افزایش فتوسنتز منجر به افزایش تولید ترکیبات قندی و انتقال آن از برگ به میوه و در نتیجه افزایش محتوای مواد جامد محلول خواهد شد. به علاوه، افزایش و بهبود جذب عناصر غذایی به‌ویژه عناصر میکرو توسط اسیدهیومیک سبب تسریع انتقال مواد قندی از برگ به میوه می‌شود (Neri *et al.*, 2002).

نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از اثر مثبت اسیدآمین‌ها بر خصوصیات کیفی میوه گوجه‌فرنگی و افزایش غلظت عناصر غذایی بود که با مطالعات پیشین مطابقت دارد. گزارش شده است که محلول پاشی اسیدهای آمینه باعث افزایش جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر کم‌مصرف شد (Faten *et al.*, 2010). دلیل افزایش جذب عناصر را می‌توان افزایش کارایی جذب عناصر به‌وسیله‌ی ریشه با کاربرد اسیدآمین‌ها

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف اسید هیومیک، اسید آمینه و عصاره گیاهان دارویی بر خصوصیات کیفی میوه گوجه فرنگی

Table 4. Effect of medicinal plant extraction and amino acid on fruit quality characteristics of tomato

	سفتی (کیلوگرم بر سانتی متر مربع) Firmness (kg/cm <sup>2</sup> )	مواد جامد محلول (درصد) TSS (%)	ویتامین ث (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) Vitamin C (mg 100 g <sup>-1</sup> )	اسیدیته pH	کارتنوئید (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) Carotenoid (mg 100 g <sup>-1</sup> )	آنتوسیانین (میکرومول در گرم) Antocyanin (μmol g <sup>-1</sup> )	پتاسیم (درصد) K (%)	کلسیم (درصد) Ca (%)	فسفر (درصد) P (%)	
اسید هیومیک Humic acid (g L <sup>-1</sup> )	2 4 6	4.44 <sup>ab</sup> 3.86 <sup>bed</sup> 4.46 <sup>ab</sup>	3.40 <sup>bcde</sup> 3.30 <sup>cde</sup> 4.00 <sup>a</sup>	24.04 <sup>d</sup> 27.44 <sup>bc</sup> 28.53 <sup>a</sup>	5.92 <sup>b</sup> 5.62 <sup>g</sup> 5.66 <sup>f</sup>	90.7 <sup>abc</sup> 86.8 <sup>de</sup> 88.8 <sup>bcd</sup>	3.455 <sup>de</sup> 3.33 <sup>fg</sup> 3.667 <sup>a</sup>	2.524 <sup>de</sup> 2.537 <sup>abc</sup> 2.838 <sup>b</sup>	3.527 <sup>ab</sup> 3.260 <sup>de</sup> 3.193 <sup>ef</sup>	0.161 <sup>cd</sup> 0.151 <sup>def</sup> 0.180 <sup>a</sup>
اسید آمینه Amino acid (g L <sup>-1</sup> )	2 4 6	3.37 <sup>de</sup> 3.50 <sup>cde</sup> 4.04 <sup>bc</sup>	3.30 <sup>cde</sup> 3.20 <sup>de</sup> 3.70 <sup>ab</sup>	28.29 <sup>ab</sup> 18.70 <sup>c</sup> 13.46 <sup>jk</sup>	5.79 <sup>c</sup> 5.63 <sup>g</sup> 5.81 <sup>c</sup>	70.9 <sup>h</sup> 83.74 <sup>ef</sup> 69.82 <sup>h</sup>	3.576 <sup>bc</sup> 3.455 <sup>de</sup> 3.576 <sup>bc</sup>	2.937 <sup>ab</sup> 2.969 <sup>a</sup> 2.649 <sup>c</sup>	3.327 <sup>cd</sup> 3.460 <sup>bc</sup> 3.460 <sup>bc</sup>	0.146 <sup>efg</sup> 0.132 <sup>hij</sup> 0.156 <sup>cde</sup>
عصاره گلدر <i>O.p.</i> extract (g L <sup>-1</sup> )	2 4	4.17 <sup>ab</sup> 4.02 <sup>bc</sup>	3.30 <sup>cde</sup> 4.00 <sup>a</sup>	26.83 <sup>c</sup> 15.71 <sup>g</sup>	5.76 <sup>d</sup> 5.80 <sup>c</sup>	92.65 <sup>a</sup> 85.85 <sup>de</sup>	3.515 <sup>cd</sup> 3.273 <sup>gh</sup>	2.866 <sup>ab</sup> 2.927 <sup>ab</sup>	3.127 <sup>ef</sup> 3.260 <sup>de</sup>	0.141 <sup>fgh</sup> 0.146 <sup>efg</sup>
عصاره درمنه <i>A.a.</i> extract (g L <sup>-1</sup> )	2 4	4.22 <sup>ab</sup> 4.33 <sup>ab</sup>	3.50 <sup>bed</sup> 4.00 <sup>a</sup>	14.72 <sup>hi</sup> 15.03 <sup>gh</sup>	5.68 <sup>f</sup> 5.90 <sup>b</sup>	86.80 <sup>de</sup> 88.76 <sup>bed</sup>	3.455 <sup>de</sup> 3.364 <sup>f</sup>	2.514 <sup>c</sup> 2.922 <sup>ab</sup>	3.393 <sup>cd</sup> 3.660 <sup>a</sup>	0.122 <sup>jk</sup> 0.127 <sup>ijk</sup>
عصاره کلپوره <i>T.p.</i> extract (g L <sup>-1</sup> )	2 4	4.04 <sup>bc</sup> 4.41 <sup>ab</sup>	3.60 <sup>bc</sup> 3.20 <sup>de</sup>	15.13 <sup>gh</sup> 13.94 <sup>ij</sup>	5.66 <sup>f</sup> 5.96 <sup>a</sup>	80.78 <sup>fg</sup> 90.67 <sup>abc</sup>	3.606 <sup>ab</sup> 3.394 <sup>ef</sup>	2.636 <sup>cd</sup> 2.866 <sup>ab</sup>	3.327 <sup>cd</sup> 3.260 <sup>de</sup>	0.185 <sup>a</sup> 0.166 <sup>bc</sup>
<i>O.p.</i> + <i>A.a.</i> + <i>T.p.</i> extracts	2	4.74 <sup>a</sup>	3.70 <sup>ab</sup>	28.27 <sup>ab</sup>	5.67 <sup>f</sup>	91.62 <sup>ab</sup>	3.545 <sup>bc</sup>	2.923 <sup>ab</sup>	3.527 <sup>ab</sup>	0.175 <sup>ab</sup>
AA+HA	4	3.88 <sup>bcd</sup>	3.20 <sup>de</sup>	17.20 <sup>f</sup>	5.73 <sup>c</sup>	87.6 <sup>cd</sup>	3.212 <sup>h</sup>	2.922 <sup>ab</sup>	3.393 <sup>cd</sup>	0.117 <sup>k</sup>
Control شاهد		3.21 <sup>e</sup>	3.1 <sup>e</sup>	12.82 <sup>k</sup>	5.79 <sup>c</sup>	79.7 <sup>g</sup>	3.455 <sup>de</sup>	2.650 <sup>c</sup>	3.060 <sup>f</sup>	0.136 <sup>ghi</sup>
LSD (p<0.05)		0.969	0.33	0.944	0.024	3.19	0.0781	0.1173	0.134	0.0138

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. *O.p.*: *Otostegia persica*; *A.a.*: *Artemisia abrotanum*; *T.p.*: *Teucrium polium*; AA: اسید آمینه و HA: هیومیک اسید.

In each column, treatments followed by at least one same letter are not significantly different based on LSD test at 5 % probability level. *O.p.*: *Otostegia persica*, *A.a.*: *Artemisia abrotanum*, *T.p.*: *Teucrium polium*, AA: amino acid and HA: humic acid.

## نتیجه‌گیری کلی

کاربرد ترکیبی ۴ گرم در لیتر اسیدهیومیک + ۴ گرم در لیتر اسیدآمینه بیش‌ترین اثر را بر بهبود عملکرد و خصوصیات کیفی میوه گوجه‌فرنگی داشت و می‌تواند به‌عنوان یک تیمار مؤثر در بهبود عملکرد و کیفیت گوجه‌فرنگی مورد توجه قرار گیرد. تاکنون اثر کاربرد برگ‌گی عصاره گیاهان دارویی در مرحله قبل از برداشت بر خصوصیات رشدی، عملکرد و کیفیت میوه مورد بررسی قرار نگرفته است. اما براساس نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد ترکیبی ۲ گرم در لیتر عصاره گیاهان دارویی گلدر، کلپوره و درمنه سبب بهبود اجزای عملکرد، عملکرد بازارپسند و کیفیت میوه شد و می‌تواند یک نتیجه امیدوارکننده برای مطالعات بعدی باشد.

به‌طور کلی و با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش مشخص گردید که کاربرد ترکیبات آلی به‌صورت محلول‌پاشی سبب بهبود عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات کیفی میوه گوجه‌فرنگی رقم "سانسید ۶۱۸۹" شد. اسیدهیومیک با تغییر در تخصیص کربوهیدرات در گیاه، بهبود جذب و کارایی عناصر غذایی و همچنین محتوای کلروفیل برگ سبب افزایش کارایی فتوسنتز و در نتیجه افزایش تولید و انتقال کربوهیدرات‌ها به میوه شد که منجر به رشد بهتر و عملکرد و کیفیت بالاتر میوه گوجه‌فرنگی شد. براساس نتایج بدست آمده

## References

- Abdel-Mawgoud, A. M. R., El-Greadly, N. H. M., Helmy, Y. I. & Singer, S. M. (2007). Responses of tomato plants to different rates of humic based fertilizer and NPK fertilization. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(2), 169-174.
- Afroz, A., Chaudhry, Z., Rashid, U., Khan, M. R. & Ali, G. M. (2010). Enhanced regeneration in explants of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) with the treatment of coconut water. *African journal Biotechnology*, 9(24), 3634-3644.
- Ahmad, Z., Ullah Khan, Q., Qadoos, A., Jamil Khan, M., Saleem, A. & Bibi, Z. (2020). Humic acid, an effective amendment used for amelioration of phosphatic fertilizer and enhancing maize yield. *Pure Applied Biology*, 9, 750-759.
- Alfosea-Simón, M., Simón-Grao, S., Zavala-Gonzalez, E. A., Cámara-Zapata, J.M., Simón, I., Martínez-Nicolás, J. J., Lidón, V., Rodríguez-Ortega, W. M. & García-Sánchez, F. (2020). Application of biostimulants containing amino acids to tomatoes could favor sustainable cultivation: implications for tyrosine, lysine, and methionine. *Sustainability*, 12(22), 9729.
- Al-Said, M. A. & Kamal, A. M. (2008). Effect of foliar spray with folic acid and some amino acids and some amino acids on flowering yield and quality of sweet pepper. *Mansoura University Journal of Agricultural Sciences*, 33(10), 7403-7412.
- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase *Beta Vulgaris*. *Plant Physiology*, 24, 1-15.
- Aslani, Sh., Barzegar, T. & Nikbak, J. (2018). Effect of foliar application of humic acid on growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon pimpinellifolium* (L.) Mill) under irrigation deficit stress. *Journal of plant process and function*, 8(32), 70-83 (In Farsi).
- Athayde, A. J. A. A., De Oliveira, P. D. L., Guerra, I. C. D., Da Conceicao, M. L. De Lima, M.A.B., Arcanjo, N.M.O., Madruga, M.S., Berger, L.R.R., & de Souza, EL. (2016). A coating composed of chitosan and *Cymbopogon citratus* (Dc. Ex Nees) essential oil to control

- Rhizopus* soft rot and quality in tomato fruit stored at room temperature. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 91(6), 582-591.
- Athmaselvi, K. A., Sumitha, P. & Revathy, B. (2013). Development of *Aloe vera* based edible coating for tomato. *International Agrophysics*, 27(4), 369-375.
  - Barreto, T. A., Andrade, S. C., Maciel, J. F., Arcanjo, N.M., Madruga, M.S., Meireles, B., Cordeiro, Â. M., Souza, E. L. & Magnani, M. (2016). A chitosan coating containing essential oil from *Origanum vulgare* L. to control postharvest mold infections and keep the quality of cherry tomato fruit. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1724.
  - Cao, J. X., Peng, Z. P., Huang, J. C., Yu, J. H., Li, W. N., Yang, L. X. & Lin, Z.J. (2010). Effect of foliar application of amino acid on yield and quality of flowering Chinese cabbage. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 26, 162-165.
  - Dadashzadeh, M. & Farajzadeh Memari Tabriz, E. (2020). The Effect of plant growth stimulus bacteria and amino acids application on plant characteristics, yield components and quality characteristics of potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Agria). *Plant Productions*, 43(3), 398-408 (In Farsi).
  - Dakora, F. D. & Phillips, D. A. (2002). Root exudates as mediators of mineral acquisition in low-nutrient environments. *Plant and Soil*, 245, 35-47.
  - Dehghani Mashkani, M., Naghdi Badi, H., Darzi, M., Mehrafarin, A., Rezazadeh, S. & SKadkhoda, Z. (2012). The effect of biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Journal of Medicinal Plants*, 10(38), 35-48. (In Farsi).
  - Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. & Alvino, A. (2005) Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable Development*, 25, 183-191.
  - El -Nemr, M. A., El -Desuki, M., El -Bassiony, A. M. & Fawzy, Z. F. (2012). Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar applications of humic acid and bio-stimulators. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6, 630 - 637.
  - El-Naggar A. A. M., Adam A. I. & El-Tony F. E. Z. H. (2009). Response of *Longiflorum* × *Asiatic* hybrid Liliun plants to foliar spray with some amino acids. *Alex. Journal of Agricultural Research*, 58(3), 197-208.
  - Enayati, N., Ghafarzadegan, R., Haji Aghaei, R. & Vazirian, A. (2016). Comparison of different extraction methods in extracting effective compounds of senna plant. *Quarterly Journal of Medicinal Plants*, 16 (4), 169-160 (In Farsi).
  - Faten, S. A., Shaheen, A. M., Ahmed, A. A, & Mahmoud, A. R. (2010). Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield and characteristics of Squash. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(5), 583-588.
  - Guerra, I. C. D., de Oliveira, P. D. L., de Souza Pontes, A. L., Lúcio, A. S. S. C., Tavares, J. F., Barbosa-Filho, J. M., Madruga, M. S., de Souza, E. L. (2015). Coatings comprising chitosan and *Mentha piperita* L. or *Mentha* × *villosa* Huds essential oils to prevent common postharvest mold infections and maintain the quality

- of cherry tomato fruit. *The International Journal of Food Microbiology*, 214, 168-178.
- Haghghi, M. & Mozafarian, M. (2015). Application of amino acids on growth and development and yield of greenhouse tomatoes and bell peppers. *Journal of Vegetable Science*, 1(2), 59-64. (In Farsi)
  - Heydari, M. & Khalili, S. (2013). Effect of humic acid and phosphorus fertilizer on seed and flower yield, photosynthetic pigments and mineral elements concentration in sour tea (*Hisbiscus sabdariffa* L.). *Iranian Plant Sciences*, 45(2), 191-199 (In Farsi).
  - Hounsome, N., Hounsome, B., Tomos, D. & Edwards-Jones, G. J. (2008). Plant metabolites and nutritional quality of vegetables. *Food Science*, 73(4), 48-65.
  - Javidnia, K., Miri, R., Soltani, M. & Khosravi, A. R. (2010). Essential oil composition of *Otostegia persica* Boiss. from Iran. *Journal of Essential Oil Research*, 22(6), 609-610.
  - Khoshmaram, F. & Arshad, M. (2014). Productivity of tomato "Early CH" as affected by foliar application of humic acid and zinc. *The 9<sup>th</sup> Congress of Horticultural Sciences of Iran*, 5 to 8 February 2014, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran: 1-4 (In Farsi).
  - Koukounaras, A., Tsouvaltzis, P., Siomos, A. S. (2013). Effect of root and foliar application of amino acids on the growth and yield of greenhouse tomato in different fertilization levels. *The Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11(2), 644-648.
  - Liu, X. Q. & Lee, K. S. (2012). Effect of mixed amino acids on crop growth. *Journal of Agricultural Science*, 1, 119-158.
  - Liu, X. Q., K0, K.Y., Kim, S. H. & Lee, K. S. (2008). Effect of amino acid fertilization on nitrate assimilation of leafy radish and soil chemical properties in high nitrate soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39, 269-281.
  - Maach, M., Boudouasar, K., Akodad, M., Skalli, A., Moumen, A. & Baghour, M. (2020). Application of bio-stimulants improves yield and fruit quality in tomato. *International Journal of Vegetable Science*, 32, 1-6.
  - Munhuweyi, K., Mpai, S. & Sivakumar, D. (2020). Extension of avocado fruit postharvest quality using non-chemical treatments. *Agronomy*, 10(2), 212.
  - Nasirpour, M. (2014). The effect of humic acid, calcium and boron application on yield and physicochemical properties of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Master's Thesis, Department of Horticulture, Shahrood University, Semnan, Iran. (In Farsi)
  - Neri, D., Lodolini, E. M., Luciano, M., Sabbatini, P. & Savini, G. (2002). The persistence of humic acid droplets on leaf surface. *Acta Horticulturae*, 594, 303-314.
  - Neri, F., Mari, M. & Brigati, S. (2006). Control of *Penicillium expansum* by plant volatile compounds. *Plant Pathology*, 55, 100-105.
  - Niazmand, S., Neamati Karimui, H. & Sparhem, M. (2010). The Effects of aqueous - ethanol extract of *Teucrium polium* L. on rabbit's blood pressure, heart rate and intraventricular pressure. *Journal of Medicinal Plants*, 9(33), 90-97.
  - Olsen, S. R., Cole, C.V., Watanabe, F. S. & Dean, L.A. (1954). Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ. 939, U.S. Gov. Print. Office, Washington, U.S.A.

- Owen, A. G. & Jones, D. L. (2001). Competition for amino acids between wheat roots and rhizosphere microorganisms and the role of amino acids in plant N acquisition. *Soil Biology and Biochemistry*, 33, 651- 657.
- Pirzad, A., Ghasemian, V., Seyed Sharifi, R., Sedghi, M. & Hadi, H. (2012). Effect of water extracts of *Salvia officinalis* and *Artemisia sieberi* on seed germination and seedling growth of *Amaranthus retroflexus*. *Journal of Plant Protection*, 26(2), 145-151. (In Farsi)
- Pozshi, R. (2018). The effect of foliar application of zinc, humic acid and acetic acid on yield and yield components and element concentration in Pikani grapes. *Journal of Iranian Horticultural Sciences*, 25(3), 360-351. (In Farsi)
- Rangana, A. (1979). Manual analysis of fruits and vegetables product. Tata McGraw Hill Co. Ltd., New Delhi. 2-95, 634
- Salehi, B., Bagherzadeh, A. & Ghasemi, M. (2010). The effect of humic acid organic matter on growth characteristics, yield and yield components of three varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Agricultural Ecology*, 2(4), 640-647. (In Farsi)
- Shahiri Tabarestani, H., Sedaghat, N. & Alipour, A. (2013). Shelf-life improvement and postharvest quality of cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit using basil mucilage edible coating and cumin essential oil. *International Journal of Plant Production*, 4, 2346-2353.
- Shahsavan, M. & Chamani, A. (2014). The effect of concentration and time of application of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of cut flowers Shbbvrqm Hanza. *Science and Technology of Greenhouse Culture*, 5(19), 157-170.
- Sheikhalipour, P., Bolandnazar, S., Sarikhani, M. & Panahandeh, J. (2019). Effect of application of biofertilizers on yield, quality and antioxidant capacity of tomato fruit. *Iranian Journal of Horticulture Science*, 50(3), 621-632. (In Farsi)
- Tattini, M., Bertoni, P., Landi, A. & Traversi, M.L. (1991). Effect of humic acids on growth and biomass partitioning of container-grown olive plants. *Acta Horticultural*, 294, 75-80.
- Thomas, J., Mandal, A.K.A., Raj Kumar, R. & Chordia, A. (2009). Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of Tea (*Camellia* sp.). *International Journal of Agricultural Research*, 4, 228-236.
- Wagner, G. J. (1979) Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplast. *Plant Physiology*, 64, 88-93.