

## بررسی کمیّت و کیفیت میوه توت فرنگی رقم آروماس در چین های مختلف برداشت تحت تأثیر محیط کشت و هیومیک اسید

آزیتا شریفی<sup>۱</sup>، ناصر قادری<sup>۱</sup>، جلال خورشیدی<sup>۱\*</sup> و تیمور جوادی<sup>۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۳)

### چکیده

محیط کشت و تغذیه دو عامل مهم در تعیین کمیّت و کیفیت محصولات گلخانه ای هستند. بر همین اساس، پژوهشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه گروه باغبانی دانشگاه کردستان روی توت فرنگی رقم آروماس انجام گرفت. عامل اول، دو نوع محیط کشت (مخلوط پرلایت-کوکوپیت با نسبت حجمی مساوی و پوکه)، عامل دوم، سه غلظت هیومیک اسید (صفر، ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر) و عامل سوم، چین های مختلف برداشت بود. در چین های مختلف برداشت، صفات کمی و کیفی میوه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج، بیانگر تأثیرپذیری بسیار زیاد ویژگی های عملکردی و کیفی میوه از محیط کشت و هیومیک اسید بود. بیشترین میانگین عملکرد میوه در محیط کشت پرلایت-کوکوپیت (۱۰۷ گرم در بوته) و محیط پوکه (۸۵/۴ گرم در بوته) از بوته هایی به دست آمد که با ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر هیومیک اسید تیمار شده بودند. بیشترین میانگین سفتی (۶ نیوتن بر مترمربع)، مواد جامد محلول (۶/۱۹ درصد) و کربوهیدرات محلول (۵۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) متعلق به میوه بوته های محیط پوکه و تغذیه شده با ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر هیومیک اسید بود و بیشترین میانگین فنول (۱۱۳ میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه) و ویتامین ث (۳۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) متعلق به میوه بوته های محیط پرلایت-کوکوپیت تغذیه شده با ۶۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید بود. به طور کلی و بر اساس مجموع صفات اندازه گیری شده، محیط کشت پرلایت-کوکوپیت و تغذیه با ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر هیومیک اسید به صورت کودآبیاری برای تولید کمی و کیفی مطلوب توت فرنگی رقم آروماس پیشنهاد می شود.

کلمات کلیدی: عملکرد، فنول، آنتوسیانین، کوکوپیت، پوکه

### مقدمه

مطلوب نقش ایفا می کنند (۹). یکی از محصولات که تولید خارج از فصل و مکان آن در حال افزایش است، توت فرنگی است. این محصول، به دلیل طعم و مزه ای عامه پسند و نیز به علت ارزش غذایی زیادی که به واسطه ترکیبات مفیدی همچون ویتامین ها، عناصر معدنی و ترکیبات فنولی دارد، تقاضای

مدیریت صحیح گلخانه نقش بسیار مهمی در دستیابی به تولید بهینه و قابل قبول دارد. نوع رقم، زمان کشت، نوع محیط کشت، رژیم غذایی، کنترل دقیق شرایط دمایی و رطوبتی و نیز مکمل ها و سمومی که استفاده می شود، همه در دستیابی به یک تولید

۱. گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج

\*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: j.khorshidi@uok.ac.ir

کوکوپیت (۰/۰۵: ۰/۴۵: ۰/۵)، ورمی‌کمپوست و پرلایت-کوکوپیت (۰/۱۵: ۰/۴: ۰/۴۵) و ورمی‌کمپوست و پرلایت-کوکوپیت (۰/۲۵: ۰/۳۵: ۰/۴) بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد توت‌فرنگی ارزیابی شد و گزارش شد که بوته‌های کشت‌شده در بستر پوست برنج کوتاه‌ترین مدت زمان را از کاشت تا ظهور گل داشتند. با افزایش میزان ورمی‌کمپوست بستر کشت، ماده خشک و تعداد ساقه‌های رونده‌ی بوته‌ها افزایش یافت و بیشترین عملکرد در بستر حاوی ۰/۱۵ ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (۵).

استفاده از محرک‌های رشد در کنار محلول‌های غذایی در سیستم‌های کشت غیرخاکی نقش مهمی در افزایش عملکرد و کیفیت محصول تولیدی دارد. از جمله این ترکیبات، می‌توان به اسیدهای آمینه، عصاره‌های گیاهی، کیتین، کیتوزان، مواد نیتروژن‌دار، ترکیبات هیومیک و نمک‌های معدنی اشاره کرد. این ترکیبات، علاوه بر بهبود و افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه، موجب افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های زیستی و غیرزیستی شده و در نهایت باعث بهبود عملکرد و کیفیت محصول می‌شوند (۱۸). از بارزترین این ترکیبات، هیومیک‌اسید است. این ترکیب یک اسید ضعیف بوده که به جذب عناصر توسط گیاه کمک کرده و از آب‌شویی و هدررفت آنها جلوگیری می‌کند و لذا تا حد زیادی می‌تواند مصرف کودهای شیمیایی در خاک را کاهش دهد. هیومیک‌اسید موجب بهبود ساختمان خاک، افزایش جمعیت میکروبی خاک و افزایش گنجایش تبادل کاتیونی خاک شده و در نهایت با تأمین مواد غذایی ضروری گیاه، منجر به افزایش حاصلخیزی خاک می‌شود (۳۰). همچنین، این ترکیب موجب کاهش اثرهای مضر ناشی از تنش‌های خشکی، شوری، غرقابی، سرما و فلزات سنگین می‌شود (۱۸). هیومیک‌اسید با اثرهای شبه‌هورمونی که دارد، به بهبود رشد و عملکرد گیاه کمک می‌کند. افزایش کیفیت و عملکرد در اثر کاربرد هیومیک‌اسید در کشت خاکی گیاهان مختلفی از جمله سیب‌زمینی، سویا (۲۷)، ذرت، تنباکو، بادام زمینی، جو (۱۳)، کیوی (۳۵)، گوجه‌فرنگی (۳)، زردآلو (۲۳)،

زیادی در بازار داشته و بر همین اساس روزبه‌روز بر سطح زیر کشت و تولید آن افزوده می‌شود (۳۷ و ۳۸). بوته‌های توت‌فرنگی برای رشدونمو بهتر نیاز به آب‌وهوای نسبتاً خنک (دماهای بین ۲۰ تا ۲۶ درجه‌ی سلسیوس) داشته و نیز دارای نیاز سرمایی بوده و به‌طول روز نیز حساس هستند (۲). بر همین اساس، تولید آنها در هر جایی در شرایط مزرعه امکان‌پذیر نیست و بخشی از این محصول، به‌ویژه در استان‌هایی که شرایط طبیعی مناسبی برای تولید این گیاه ندارند، در گلخانه تولید می‌شود. فراهم کردن مناسب‌ترین شرایط تولید در گلخانه در مورد هر محصول امری اجتناب‌ناپذیر است که می‌بایست بدان توجه ویژه‌ای شود. از مهمترین عواملی که تأثیر به‌سزایی در میزان تولید و کیفیت محصول در گلخانه دارد، نوع محیط کشت است. محیط کشت، با تأثیر بر تنفس ریشه‌ها، رشد و توسعه آنها و جذب آب و مواد غذایی، بر رشد و نمو بوته‌ها و نهایتاً عملکرد کمی و کیفی محصول تأثیر می‌گذارد (۹ و ۴۴).

امروزه، استفاده از محیط‌های کشت غیرخاکی همچون پوک‌های معدنی، ورمی‌کولایت، پرلایت، کوکوپیت، شن و سنگریزه در کشت‌های گلخانه‌ای، به‌دلیل عاری بودن از عوامل بیماری‌زا و کنترل آسان‌تر شرایط تغذیه‌ای گیاه، در حال افزایش است. این محیط‌های کشت به‌دلیل تفاوتی که از لحاظ میزان منافذ و سطح ویژه با هم دارند، از میزان تهویه و قدرت جذب و نگهداری عناصر غذایی مختلفی برخوردار بوده و بر همین اساس آثار متفاوتی بر رشد و عملکرد گیاه می‌گذارند (۲۰). کاربرد ورمی‌کمپوست، رشد و عملکرد توت‌فرنگی را به‌طور قابل توجهی افزایش داده است (۱۴). در مطالعه‌ای که تأثیر بسترهای مختلف کشت شامل پرلایت، خاک جنگل، فاین‌پیت (Finpeat) و پرلایت (۱:۱) و پیت و پرلایت (۱:۱) بر رشد و نمو گیاه توت‌فرنگی بررسی شده، گزارش کرده‌اند که بیشترین حجم ریشه، طول تارهای کشنده و تعداد طوقه در بستر مخلوط فاین‌پیت و پرلایت به‌دست آمد (۲۱). در پژوهشی دیگر، تأثیر شش بستر مختلف کشت شامل پوست برنج، ضایعات چنار، کوکوپیت و پرلایت (۰/۵: ۰/۵)، ورمی‌کمپوست و پرلایت-

جدول ۱. نوع و میزان نمک‌های مورد استفاده برای ساخت محلول غذایی هوگلند

غلظت در محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	نمک استفاده شده	عنصر
۱۷۸/۵	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ (نیترات آمونیوم)	نیتروژن
۱۰۷/۲	$(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ (فسفات آمونیوم)	فسفر
۱۲۸/۵	$\text{KNO}_3$ (نیترات پتاسیم)	پتاسیم
۲۲۱/۲	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (نیترات کلسیم)	کلسیم
۱۴۸/۵	$\text{MgSO}_4$ (سولفات منیزیم)	منیزیم
۱۶/۶	$\text{H}_2\text{BO}_3$ (اسید بوریک)	بُر
۷/۸	$\text{CuSO}_4$ (سولفات مس)	مس
۱۳/۱	$\text{ZnSO}_4$ (سولفات روی)	روی
۱۱/۵	$\text{Mn}_2\text{SO}_4$ (سولفات منگنز)	منگنز
۶/۱	$\text{FeSO}_4$ (سولفات آهن)	آهن

کوکوپیت و پرلایت (با نسبت ۱:۱ حجمی) بود. عامل دوم شامل سه سطح صفر، ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید و عامل سوم شامل سه چین برداشت بود. قطر ذرات پوک‌ه معدنی مورد استفاده ۱۰ تا ۱۵ میلی‌متر و قطر ذرات پرلایت ۲ تا ۴ میلی‌متر بود. بوته‌های توت‌فرنگی در شاسی‌هایی به‌طول سه متر و عرض یک متر با فواصل ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف و ۴۰ سانتی‌متر بین ردیف (۱۰ بوته در مترمربع) که از قبل با محیط‌های کشت مذکور پر شده بودند، کشت شدند، به‌طوری‌که با درنظر گرفتن حاشیه‌ها، در هر شاسی تعداد ۲۰ بوته جای گرفت. برای هر تیمار هیومیک‌اسید دو شاسی که یکی از آنها با پوک‌ه‌های معدنی و دیگری با مخلوطی از کوکوپیت و پرلایت پر شده بودند، درنظر گرفته شد. گیاهان هر دو روز یک‌بار با محلول غذایی هوگلند آبیاری شدند (جدول ۱). هیومیک‌اسید به‌صورت مایع با چگالی  $12 \text{ g/cm}^3$ ، pH حدود ۹ و ترکیبات آن شامل ۱۳٪ هیومیک‌اسید، ۵٪ فولیک‌اسید و ۳٪ پتاسیم بود و به‌روش کودآبیاری مورد استفاده قرار گرفت. با رسیدن میوه‌ها (منبای رسیدگی، ۸۰٪ رنگ‌گیری به‌روش مشاهده‌ای بود)، آنها را در سه چین برداشت کرده و در هر چین، میوه‌ها بر اساس وزن به سه درجه (درجه ۱، ۲ و ۳) تقسیم شدند. میوه‌های با وزن بیشتر از

انار (۳۲)، انگور (۲۴) و کاهو (۲۸) گزارش شده است. گزارش شده که عملکرد و کیفیت میوه توت‌فرنگی تحت تیمار هیومیک‌اسید افزایش یافته است (۲۲). همچنین، دریافته‌اند که میزان آنتوسیانین توت‌فرنگی‌هایی که تحت تیمار هیومیک‌اسید بوده‌اند به‌میزان قابل توجهی در مقایسه با شاهد بیشتر بوده است (۴۰).

به‌دلیل اهمیتی که محیط کشت و محرک‌های رشد در افزایش عملکرد و کیفیت محصولات گلخانه‌ای دارند، در پژوهش حاضر، تأثیر نوع محیط کشت و سطوح مختلف هیومیک‌اسید بر عملکرد و کیفیت توت‌فرنگی رقم آروماس در چین‌های مختلف برداشت مورد ارزیابی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، بوته‌های توت‌فرنگی رقم آروماس در مرحله چهاربرگی از کلکسیون ارقام توت‌فرنگی مرکز پژوهشی به‌نژادی و به‌زرعی توت‌فرنگی دانشگاه کردستان تهیه شد. طرح آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۱۳۹۶ در گلخانه‌ی گروه باغبانی دانشگاه کردستان اجرا شد. عامل اول شامل دو نوع محیط کشت پوک‌ه معدنی و مخلوطی از

برای اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات محلول کل میوه، ۱/۰ گرم از میوه با ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ به‌خوبی مخلوط شده و سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ سانتی‌رفیوژ شد. مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره رویی برداشت شد و به آن ۹۰۰ میکرولیتر آب مقطر افزوده شد. سپس ۴ میلی‌لیتر معرف آنترون به نمونه افزوده شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. پس از خنک شدن نمونه، جذب در طول موج ۶۲۵ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر خوانده شد و میزان مواد جامد محلول برحسب میلی‌گرم گلوکز در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه بیان شد. برای رسم نمودار استاندارد گلوکز از غلظت‌های ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر این ماده استفاده شد (۲۹).

فنول کل میوه به‌کمک روش فولین سیوکالتیو و استاندارد گالیک‌اسید (۲۵)، فلاونوئید کل براساس روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم و استاندارد کوئرستین (۴۲) و میزان آنتوسیانین میوه براساس روش اختلاف pH اندازه‌گیری شد (۳۳).

برای تعیین ظرفیت ضداکسایشی از روش قدرت مهار رادیکال‌های پایدار ۱ و ۱- دی‌فنیل-۲-پیکریل-هیدرازیل (DPPH) استفاده شد. بدین منظور، ۰/۲ گرم میوه به‌خوبی پودر شده و به آن ۱۰ میلی‌لیتر بافر (استون و آب به نسبت ۷ به ۳) افزوده شد و به‌مدت ۲ ساعت در بن‌ماری با دمای ۴۵ درجه سلسیوس قرار داده شد و سپس ۱۰ دقیقه با دور ۵۰۰۰ سانتی‌رفیوژ شد. مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول رویی با ۴ میلی‌لیتر DPPH مخلوط و ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار داده شد. درنهایت، جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۵ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر خوانده شد و پتانسیل ضد اکسایشی به‌صورت درصد بازدارندگی محاسبه شد (۱۷) (رابطه ۲):

$$\text{درصد بازدارندگی} = \frac{\text{جذب نمونه مورد آزمایش} - \text{جذب نمونه شاهد}}{\text{جذب نمونه شاهد}} \times 100$$

[۲]

### تجزیه آماری داده‌ها

برای تجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده، از نرم‌افزارهای SAS و

۱۲ گرم درجه ۱، بین ۷ تا ۱۲ گرم درجه ۲ و کمتر از ۷ گرم در درجه ۳ قرار گرفتند. چین اول برداشت از ۱۵ فروردین تا ۱۵ اردیبهشت، چین دوم برداشت از ۱۶ اردیبهشت تا ۱۵ خرداد و چین سوم برداشت از ۱۶ خرداد تا ۱۵ تیر انجام گرفت. میوه‌های برداشت شده، پس از توزین و درجه‌بندی، برای سایر اندازه‌گیری‌ها به فریزر (۸۰- درجه سلسیوس) منتقل شدند.

سفتی بافت میوه توسط دستگاه فشارسنج (Santam STM-1, Iran) با پیروب ۸ میلی‌متر و سرعت ۲۰ میلی‌متر بر ثانیه اندازه‌گیری شده و بر حسب واحد نیوتن بر مترمربع ثبت شد.

میزان ویتامین ث میوه به‌روش تیتراسیون به‌دست آمد. بدین منظور، ۲۵ گرم میوه را آگیری کرده و پس از صاف کردن آن، ۲ میلی‌لیتر از آن را با ۲ میلی‌لیتر کلرواستیک‌اسید ۵٪ مخلوط کرده و سپس تیتراسیون با معرف ۲ و ۶-کلرو ایندوفنول تا زمان تغییر رنگ محلول از آبی به‌صورتی انجام گرفت. میزان ویتامین ث براساس حجم ایندوفنول مصرفی و به‌کمک نمودار استاندارد که با استاندارد آسکوربیک‌اسید رسم شده بود، محاسبه شد و برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه بیان شد (۱۲).

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول، از رفاکتومتر (مدل Atago, ATC, Japan) استفاده شد و نتیجه به‌صورت درجه بریکس بیان شد. برای تعیین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون، ۲ میلی‌لیتر از آب میوه با آب مقطر به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شد و سپس عمل تیتراسیون توسط هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا رسیدن محلول به pH برابر ۸/۱ انجام گرفت. درنهایت، توسط رابطه (۱)، میزان اسید قابل تیتراسیون محاسبه شده و برحسب درصد اسید سیتریک بیان شد:

$$CA = \frac{N \times V \times \text{Meq}}{M} \times 100 \quad [1]$$

که CA درصد اسید سیتریک، N نرمال‌یته هیدروکسید سدیم مصرفی، V حجم هیدروکسید سدیم مصرفی برحسب میلی‌لیتر، Meq میلی‌اکی‌والان اسید غالب توت‌فرنگی یا همان اسید سیتریک (۰/۰۶۴) و M بیانگر حجم آب میوه مصرفی بر حسب میلی‌لیتر است.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات عملکرد، تعداد میوه، وزن تک‌میوه و میوه‌های درجه ۱، ۲ و ۳ در محیط‌های مختلف کشت، چین‌های مختلف برداشت و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
تعداد میوه در بوته	تعداد میوه در بوته	تعداد میوه در بوته	تعداد میوه در بوته	تعداد میوه در بوته	عملکرد		
۱۷/۸۴ <sup>ns</sup>	۷۴/۹۱ <sup>ns</sup>	۴۰/۴۷ <sup>ns</sup>	۲۳/۳۴ <sup>**</sup>	۲۱/۴۷ <sup>**</sup>	۴۳۹۹/۹۶ <sup>**</sup>	۲	چین برداشت
۱۰۴۲/۰۱ <sup>**</sup>	۰/۲۹ <sup>ns</sup>	۱۰۷۶/۵۵ <sup>**</sup>	۱۱۳/۱۳ <sup>**</sup>	۷/۹۹ <sup>**</sup>	۹۸۶۶/۲۵ <sup>**</sup>	۱	محیط کشت
۸۸/۲۳ <sup>**</sup>	۳۹۰/۷۲ <sup>**</sup>	۲۹۹/۴۸ <sup>**</sup>	۱۰/۶۶ <sup>*</sup>	۰/۸۸ <sup>**</sup>	۷۸۰/۱۵ <sup>**</sup>	۲	چین برداشت × محیط کشت
۸۲/۸۷ <sup>**</sup>	۱۸۲/۹۹ <sup>**</sup>	۳۲۷/۹۴ <sup>**</sup>	۲۹/۵۲ <sup>**</sup>	۴/۷۱ <sup>**</sup>	۳۰۸۹/۰۱ <sup>**</sup>	۲	هیومیک‌اسید
۳۲/۴۸ <sup>*</sup>	۱۴۲/۵۱ <sup>**</sup>	۲۲۷/۶۱ <sup>**</sup>	۱۳/۸۶ <sup>*</sup>	۲/۱۹ <sup>**</sup>	۳۵۰/۱۵ <sup>**</sup>	۴	چین برداشت × هیومیک‌اسید
۱۶۴/۲۸ <sup>**</sup>	۱۹۷/۴۵ <sup>**</sup>	۵۸۱/۵۶ <sup>**</sup>	۹/۷۶ <sup>*</sup>	۰/۴۵ <sup>*</sup>	۲۷۲/۴۷ <sup>*</sup>	۲	محیط کشت × هیومیک‌اسید
۸۳/۵۷ <sup>**</sup>	۲۵۹/۰۰ <sup>**</sup>	۱۴۸/۵۱ <sup>**</sup>	۵/۳۷ <sup>ns</sup>	۰/۳۹ <sup>*</sup>	۷۶/۸۱ <sup>ns</sup>	۴	چین برداشت × محیط کشت × هیومیک‌اسید
۱۰/۹۶	۱۴/۷۲	۱۳/۶۸	۲/۸۱	۰/۱۲	۶۴/۲۳	۳۶	خطای آزمایش
۱۰/۵۱	۶/۷۱	۲/۸۳	۹/۷۳	۱۰/۵۱	۶/۷۱	-	ضریب تغییرات (/.)

\*\*، \* و ns به ترتیب بیان‌گر اثر معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اثر معنی‌دار است.

بیشترین عملکرد میوه در مجموع سه چین برداشت (۲۸۸/۶ گرم در بوته) متعلق به بوته‌های تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید بود (شکل ۱). افزایش غلظت هیومیک‌اسید در هر دو محیط کشت توانست موجب بهبود عملکرد میوه شود. به طوری که بیشترین میانگین عملکرد میوه در محیط کشت پرلایت-کوکوپیت (۱۰۷ گرم در بوته) و محیط پوک (۸۵/۴ گرم در بوته) از بوته‌هایی به‌دست آمد که با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید تیمار شده بودند (شکل ۱).

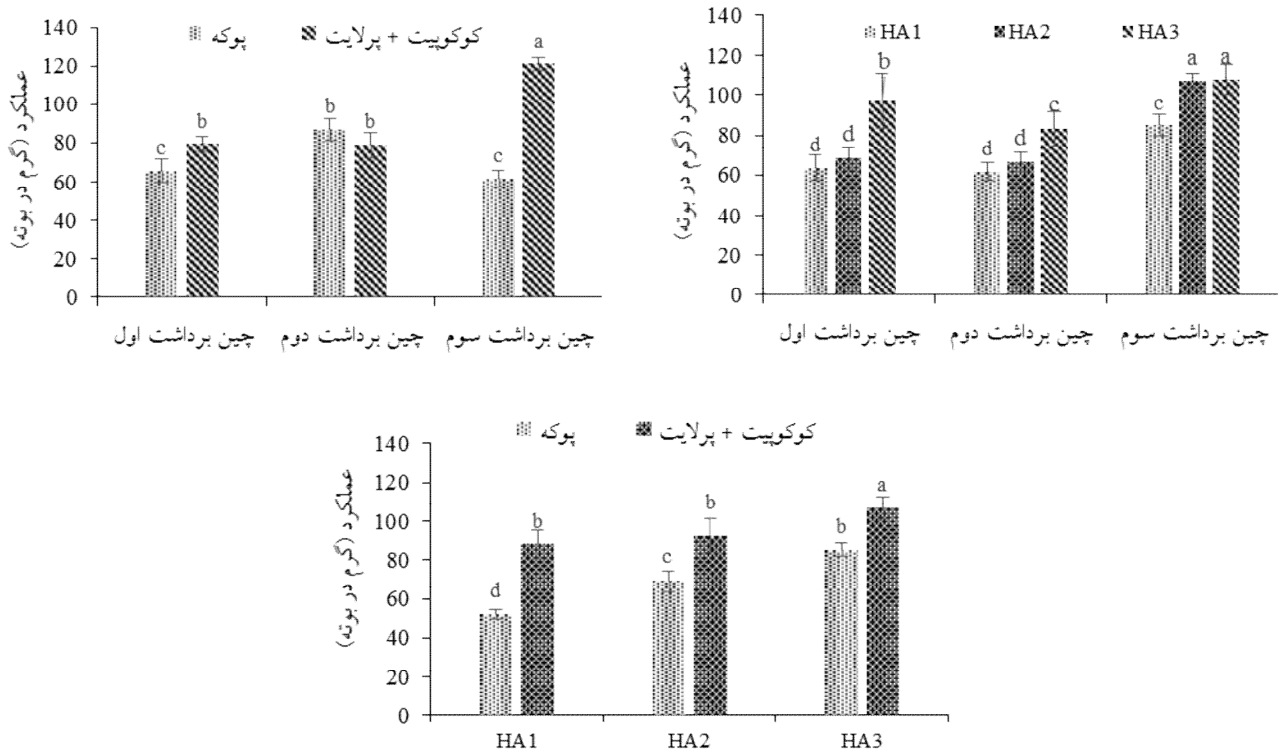
تعداد میوه‌چین برداشت دوم در هر دو محیط کشت تحت تأثیر غلظت هیومیک‌اسید فرار نگرفت. ولی تعداد میوه‌چین‌های برداشت اول و سوم در محیط کشت پرلایت-کوکوپیت، با افزایش غلظت هیومیک‌اسید، افزایش یافت و در محیط پوک ابتدا افزایش و سپس با افزایش غلظت هیومیک‌اسید از ۳۰۰ به ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، کاهش نشان داد. در غلظت‌های مشابه هیومیک‌اسید در دو محیط کشت مذکور، تعداد میوه بوته‌های کشت شده در محیط پرلایت-کوکوپیت بیشتر از تعداد میوه

MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت و رسم نمودارها در Excel 2013 انجام شد.

## نتایج

### صفات مرتبط با عملکرد

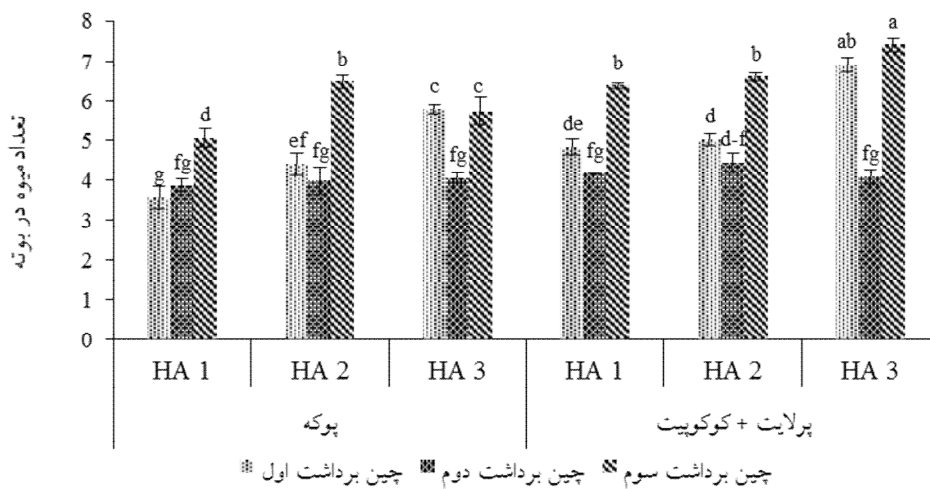
تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهم‌کنش‌های دوگانه‌ی تیمارهای محیط کشت، چین برداشت و هیومیک‌اسید در مورد تمام صفات عملکرد در بوته، تعداد میوه، وزن تک‌میوه و تعداد میوه‌های درجه ۱، درجه ۲ و درجه ۳، معنی‌دار بود. اما برهم‌کنش سه‌گانه‌ی تیمارها در مورد صفات عملکرد در بوته و وزن تک‌میوه معنی‌دار نبود (جدول ۲). در مجموع سه چین برداشت، عملکرد میوه بوته‌های کشت شده در محیط پرلایت-کوکوپیت (۲۷۹/۷ گرم در بوته) بیشتر از بوته‌های محیط پوک (۲۱۴/۵ گرم) بود (شکل ۱). افزایش غلظت هیومیک‌اسید در هر سه چین برداشت موجب افزایش عملکرد میوه شد که این افزایش در چین برداشت سوم چشمگیرتر بود. به طوری که



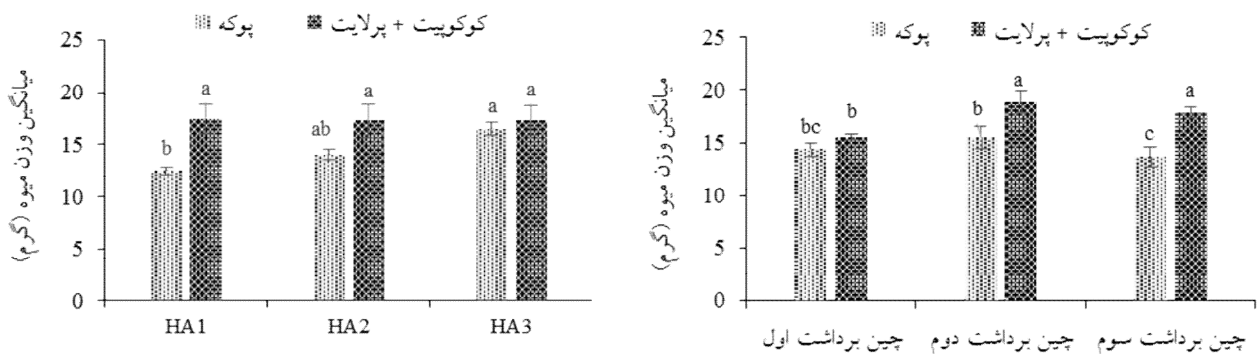
شکل ۱. عملکرد میوه توت‌فرنگی رقم آروماس در چین‌های مختلف برداشت، در محیط‌های کشت مختلف و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید (HA1): هیومیک‌اسید صفر میلی‌گرم بر لیتر، HA2: هیومیک‌اسید ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و HA3: هیومیک‌اسید ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.

بوته‌های محیط پوکه بود. بیشترین میانگین تعداد میوه در بوته (۷ عدد) متعلق به بوته‌هایی بود که در محیط پرلایت-کوکوپیت کشت شده و با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید تیمار شده بودند (شکل ۲). میانگین وزن تک‌میوه در هر سه چین برداشت در بوته‌های کشت شده در محیط پرلایت-کوکوپیت بیشتر از محیط پوکه بود. بیشترین میانگین وزن تک‌میوه (۱۸/۸۶ گرم) مربوط به چین برداشت دوم بوته‌های کشت شده در محیط پرلایت-کوکوپیت بود که البته با وزن میوه چین برداشت سوم بوته‌های محیط مذکور تفاوت معنی‌داری نداشت. افزایش غلظت هیومیک‌اسید در محیط پرلایت-کوکوپیت تأثیر معنی‌داری بر وزن تک‌میوه نداشت؛ ولی در محیط پوکه توانست باعث افزایش وزن تک‌میوه شود. به‌طوری‌که بیشترین وزن تک‌میوه بوته‌های در بوته‌هایی به‌دستی که با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید تیمار شده بودند (شکل ۳). به‌طور کلی تعداد میوه‌های درجه یک بوته‌های کشت شده در محیط پرلایت-کوکوپیت بیشتر از بوته‌های محیط پوکه بود. بیشترین تعداد میوه‌های درجه یک (۵۵٪ کل محصول) از بوته‌هایی به‌دستی که یا در محیط پرلایت-کوکوپیت کشت شده و با غلظت‌های صفر و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید تیمار شده بودند و یا در محیط پوکه بوده و با غلظت ۶۰۰ میلی-گرم بر لیتر هیومیک‌اسید تیمار شده بودند (۵۶٪ کل محصول). در محیط پوکه، با افزایش غلظت هیومیک‌اسید، تعداد میوه‌های درجه یک افزایش پیدا کرد. ولی در محیط پرلایت-کوکوپیت با افزایش غلظت هیومیک‌اسید از ۳۰۰ به ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، تعداد میوه‌های درجه یک کاهش نشان داد (شکل ۴).

بیشترین میانگین تعداد میوه در بوته (۷ عدد) متعلق به بوته‌هایی بود که در محیط پرلایت-کوکوپیت کشت شده و با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید تیمار شده بودند (شکل ۲). میانگین وزن تک‌میوه در هر سه چین برداشت در بوته‌های کشت شده در محیط پرلایت-کوکوپیت بیشتر از محیط پوکه بود. بیشترین میانگین وزن تک‌میوه (۱۸/۸۶ گرم) مربوط به چین برداشت دوم بوته‌های کشت شده در محیط پرلایت-کوکوپیت بود که البته با وزن میوه چین برداشت سوم بوته‌های محیط مذکور تفاوت معنی‌داری نداشت. افزایش غلظت هیومیک‌اسید در محیط پرلایت-کوکوپیت تأثیر معنی‌داری بر وزن تک‌میوه نداشت؛ ولی در محیط پوکه توانست باعث افزایش وزن تک‌میوه شود. به‌طوری‌که بیشترین وزن تک‌میوه بوته‌های در بوته‌هایی به‌دستی که با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید تیمار شده بودند (شکل ۳). به‌طور کلی تعداد میوه‌های درجه یک بوته‌های کشت شده در محیط پرلایت-کوکوپیت بیشتر از بوته‌های محیط پوکه بود. بیشترین تعداد میوه‌های درجه یک (۵۵٪ کل محصول) از بوته‌هایی به‌دستی که یا در محیط پرلایت-کوکوپیت کشت شده و با غلظت‌های صفر و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید تیمار شده بودند و یا در محیط پوکه بوده و با غلظت ۶۰۰ میلی-گرم بر لیتر هیومیک‌اسید تیمار شده بودند (۵۶٪ کل محصول). در محیط پوکه، با افزایش غلظت هیومیک‌اسید، تعداد میوه‌های درجه یک افزایش پیدا کرد. ولی در محیط پرلایت-کوکوپیت با افزایش غلظت هیومیک‌اسید از ۳۰۰ به ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، تعداد میوه‌های درجه یک کاهش نشان داد (شکل ۴).



شکل ۲. تعداد میوه در بوته توت‌فرنگی رقم آروماس در چین‌های مختلف برداشت، در محیط‌های کشت مختلف و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید (HA1: هیومیک‌اسید صفر میلی‌گرم بر لیتر، HA2: هیومیک‌اسید ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و HA3: هیومیک‌اسید ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.

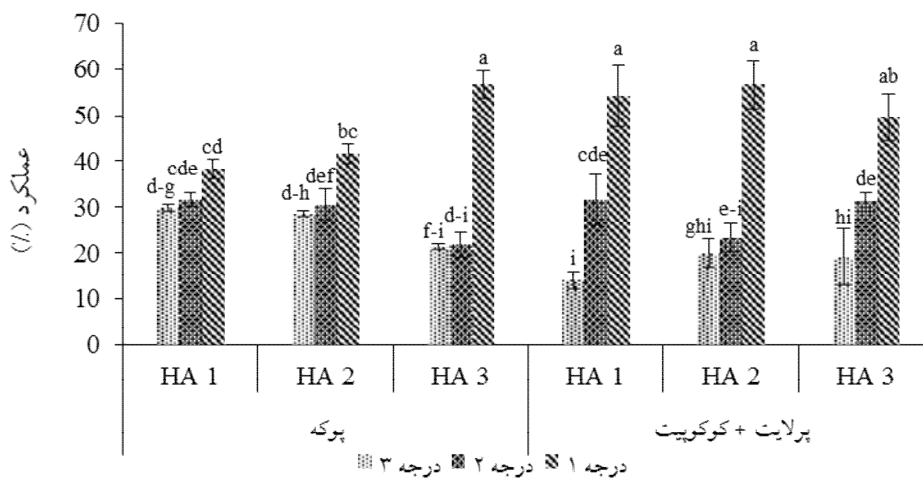


شکل ۳. وزن تک‌میوه گرم توت‌فرنگی رقم آروماس در چین‌های مختلف برداشت، در محیط‌های کشت مختلف و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید (HA1: هیومیک‌اسید صفر میلی‌گرم بر لیتر، HA2: هیومیک‌اسید ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و HA3: هیومیک‌اسید ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.

### صفات مرتبط با کیفیت میوه

غلظت هیومیک‌اسید، میزان سفتی نیز افزایش نشان داد. ولی در دو چین دیگر تغییر چشمگیری در سفتی میوه‌ها با افزایش غلظت هیومیک‌اسید دیده نشد. سفتی میوه‌های چین اول بوته‌های محیط پوکه بیشتر از سفتی میوه‌های محیط پرلایت-کوکویت بود. ولی در مورد دو چین دیگر برداشت، تفاوت چشمگیری از لحاظ میزان سفتی میوه‌ها در دو محیط دیده نشد. به‌طور کلی، بیشترین سفتی (۶ نیوتن بر مترمربع) متعلق به میوه بوته‌هایی بود که در محیط پوکه کشت شده و با ۶۰۰ میلی‌گرم

نتایج تجزیه آماری داده‌ها بیانگر آن بود که تأثیر هیومیک‌اسید، محیط کشت و چین برداشت و همچنین برهم‌کنش آنها در مورد اکثر صفات کیفی اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود و این صفات به‌شدت تحت تأثیر تیمارهای مذکور قرار گرفتند (جدول ۳). بیشترین درجه‌ی سفتی در میوه‌های برداشت شده چین اول مشاهده شد و در چین‌های دیگر به‌تدریج سفتی کاهش یافت. در چین اول، در هر دو محیط کشت، با افزایش



شکل ۴. عملکرد کل (درصد در بوته) میوه‌های درجه ۱، درجه ۲ و درجه ۳ توت‌فرنگی رقم آروماس در چین‌های مختلف برداشت، در محیط‌های کشت مختلف و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید (HA1: هیومیک‌اسید صفر میلی‌گرم بر لیتر، HA2: هیومیک‌اسید ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و HA3: هیومیک‌اسید ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.

میزان اسیدیته نیز افزایش یافت، هرچند این افزایش معنی‌دار نبود. بیشترین میانگین میزان اسیدیته (۰/۹۷ درصد) متعلق به میوه‌های برداشت شده در چین سوم بوته‌های تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید بود (شکل ۷). همچنین در هر سه چین برداشت، میزان اسیدیته میوه بوته‌های کشت شده در محیط پوکه بیشتر از محیط پرلایت-کوکوپیت بود و در مقایسه میزان اسیدیته میوه‌ها در چین‌ها و محیط‌های کشت مختلف می‌توان گفت که بیشترین میانگین میزان اسیدیته (۰/۹۴۷ درصد) متعلق به چین برداشت سوم میوه بوته‌های کشت شده در محیط پوکه بود که البته با میزان اسیدیته میوه‌های چین سوم محیط پرلایت-کوکوپیت (۰/۹۴۱ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۷).

روند تغییرات کربوهیدرات‌های محلول میوه در دو محیط کشت و تحت تأثیر غلظت‌های مختلف هیومیک‌اسید، روند منظمی داشت. به طوری که در هر دو محیط، با افزایش غلظت هیومیک‌اسید، میزان کربوهیدرات‌های محلول میوه نیز افزایش یافت. کربوهیدرات‌های محلول میوه‌های محیط پوکه تا حدودی بیشتر از میوه‌های بوته‌های محیط پرلایت-کوکوپیت بودند. بیشترین میانگین کربوهیدرات‌های محلول میوه بوته‌های کشت شده

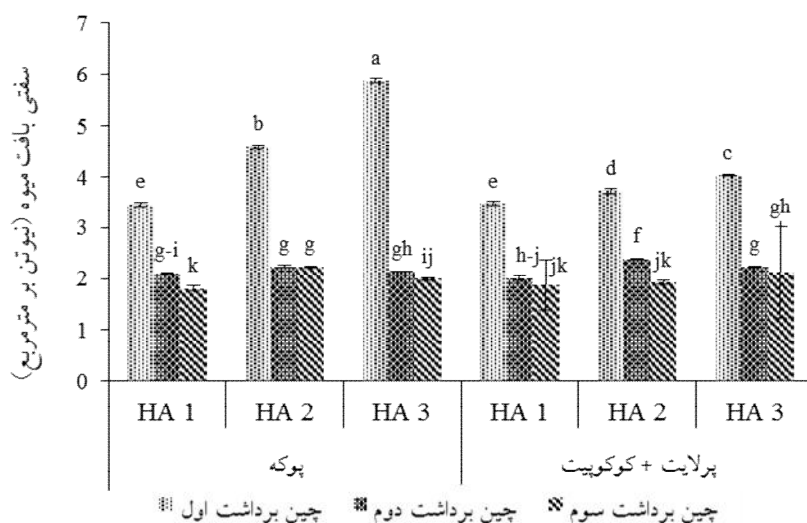
بر لیتر هیومیک‌اسید تیمار شده بودند (شکل ۵). در هر دو محیط کشت، با افزایش غلظت هیومیک‌اسید، محتوای مواد جامد محلول میوه‌ها نیز افزایش یافت. مقایسه مواد جامد محلول میوه‌ها در سه چین برداشت نشان داد که میانگین مواد جامد محلول میوه‌های برداشت شده در چین سوم (۶/۲ درصد) بیشتر از چین اول (۵/۰۹ درصد) و آن هم بیشتر از چین دوم (۴/۴۳ درصد) بود. بیشترین میانگین مواد جامد محلول (۶/۱۹ درصد) مربوط به میوه بوته‌هایی بود که در محیط پوکه کشت شده و با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید تیمار شده بودند و کمترین میانگین مواد جامد محلول (۴/۴۶ درصد) در میوه‌های برداشت شده بوته‌هایی مشاهده شد که در محیط پوکه کشت شده و با هیومیک‌اسید تیمار نشده بودند (شکل ۶). میزان اسیدیته میوه‌ها به شدت تحت تأثیر برهم‌کنش چین و هیومیک‌اسید و نیز چین و محیط کشت قرار گرفت. به طوری که میزان اسیدیته میوه‌ها در هر سه غلظت هیومیک‌اسید، در چین برداشت سوم بیشتر از چین‌های اول و دوم بود. با افزایش غلظت هیومیک‌اسید در چین‌های برداشت اول و دوم، ابتدا افزایش و سپس کاهش در میزان اسیدیته میوه‌ها مشاهده شد. ولی در چین برداشت سوم با افزایش غلظت هیومیک‌اسید،



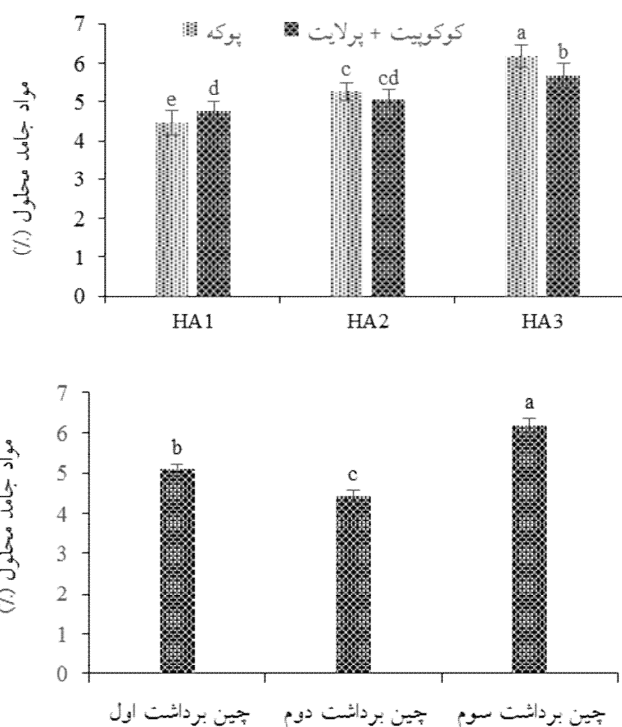
جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات سفتی، مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، کربوهیدرات محلول کل، فنول، فلاونوئید، آنتوسیانین، ویتامین ث و ظرفیت ضداکسایشی در محیط‌های مختلف کشت، چین‌های مختلف برداشت و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید

		میانگین مربعات										منابع تغییرات
ظرفیت ضداکسایشی	ظرفیت	ویتامین ث	آنتوسیانین	فلاونوئید	فنول کل	کربوهیدرات محلول کل	TA	TSS	سفتی یافت میوه	درجه آزادی		
۲۷/۹۸*	۲۶/۸۰***	۹۹/۹۵**	۵۴۴/۳۷**	۵۱۶/۴۹**	۷۹/۵۸**	۰/۷۷**	۱۴/۳۳**	۲۶/۷۶**	۲	چین برداشت		
۵۶/۲۸**	۲/۹۰ <sup>ns</sup>	۳۴/۷۷**	۹۱/۱۳**	۳۰/۱۶*	۴۰۳/۵۵**	۰/۰۳**	۰/۲۶ <sup>ns</sup>	۱/۱۷**	۱	محیط کشت		
۱۶/۶۲ <sup>ns</sup>	۲۶/۰۰**	۳/۲۵ <sup>ns</sup>	۱۸۴/۰۱**	۳۲۸/۱۱**	۹۸/۹۰**	۰/۰۱*	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۱/۲۲**	۲	چین برداشت × محیط کشت		
۲۴۲/۱۴**	۸۵/۹۳**	۱۴۵/۹۳**	۷۶۶/۸۸**	۲۲۵/۷۳**	۷۲۶/۴۸**	۰/۰۴**	۸/۰۱**	۱/۷۱**	۲	هیومیک‌اسید		
۷/۷۹ <sup>ns</sup>	۹/۲۳**	۵۸/۵۱**	۱۶/۳۵*	۳۸۶/۲۳**	۹/۱۶*	۰/۰۱**	۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۸۸*	۴	چین برداشت × هیومیک‌اسید		
۱/۸۳ <sup>ns</sup>	۰/۹۵ <sup>ns</sup>	۱۳/۲۹*	۳۲/۴۲**	۲۳/۰۰*	۴/۲۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۷۵**	۰/۳۳**	۲	محیط کشت × هیومیک‌اسید		
۱/۷۲ <sup>ns</sup>	۱۰/۷۴**	۹/۸۳*	۴۰/۳۰**	۱۲۴/۷۵**	۱۷/۱۵**	۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۵۴**	۴	چین برداشت × محیط کشت × هیومیک‌اسید		
۵/۳۵	۱/۲۳	۳/۶۲	۵/۰۲۹	۵/۰۰	۲/۹۲	۰/۰۰۲	۰/۰۷	۰/۰۰۶	۳۶	خطای آزمایش		
۳/۱۴	۳/۹۹	۸/۲۹	۳/۰۹	۲/۵	۳/۸۴	۶/۲۲	۴/۹۸	۲/۸۳	-	ضریب تغییرات (%)		

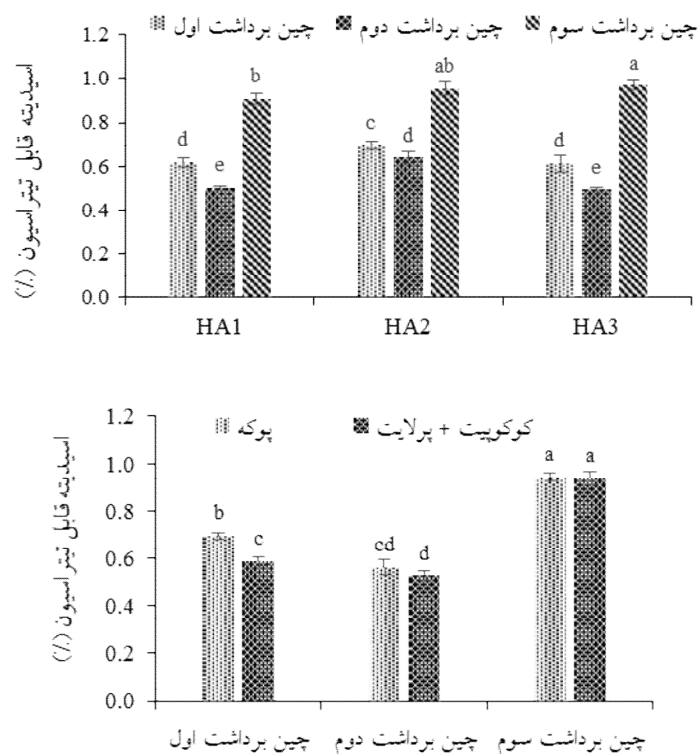
ns و \*، \*\* به ترتیب بیان‌گر اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اثر معنی‌دار است.



شکل ۵. سفتی بافت میوه توت‌فرنگی رقم آروماس در چین‌های مختلف برداشت، در محیط‌های کشت مختلف و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید (HA1: هیومیک‌اسید صفر میلی‌گرم بر لیتر، HA2: هیومیک‌اسید ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و HA3: هیومیک‌اسید ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.



شکل ۶. مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی رقم آروماس در چین‌های مختلف برداشت، در محیط‌های کشت مختلف و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید (HA1: هیومیک‌اسید صفر میلی‌گرم بر لیتر، HA2: هیومیک‌اسید ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و HA3: هیومیک‌اسید ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.



شکل ۷. اسیدیته‌ی قابل تیتراسیون میوه‌ی توت‌فرنگی رقم آروماس (بر حسب درصد سیتریک‌اسید) در چین‌های مختلف برداشت، در محیط‌های کشت مختلف و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید (HA1: هیومیک‌اسید صفر میلی‌گرم بر لیتر، HA2: هیومیک‌اسید ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و HA3: هیومیک‌اسید ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.

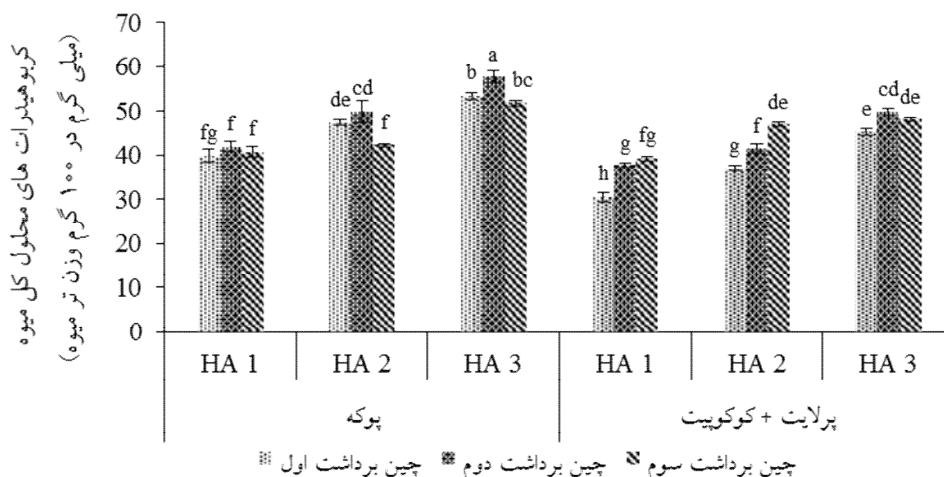
کل دیده شد و در این محیط بیشترین میزان فنول (۱۱۳ میلی‌گرم گالیک‌اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه) متعلق به میوه‌های چین برداشت اول بوته‌های تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید بود (شکل ۹).

روند تغییرات فلاونوئید نیز تا حدود زیادی مشابه فنول کل بود. به طوری که میزان فلاونوئید میوه‌های دو محیط کشت در چین‌ها و غلظت‌های هیومیک‌اسید مشابه، تفاوت زیادی با هم نداشتند و در هر دو محیط، بیشترین میزان فلاونوئید (۹۵ میلی‌گرم کوئرسیتین در ۱۰۰ گرم وزن تازه) در میوه‌های چین برداشت سوم بوته‌های تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید مشاهده شد (شکل ۱۰).

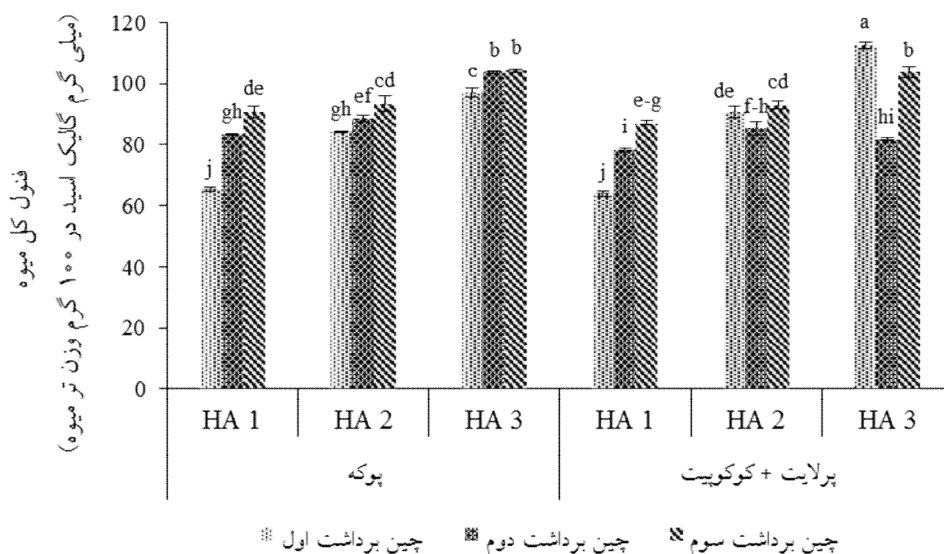
تغییرات آنتوسیانین میوه‌ها در دو محیط کشت با هم متفاوت بود. در محیط پوکه با افزایش غلظت هیومیک‌اسید در

در محیط پوکه (۵۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) و محیط پرلایت-کوکوپیت (۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) متعلق به میوه‌های چین برداشت دوم بوته‌های تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید بود (شکل ۸).

فنول کل میوه در محیط پوکه تغییرات منظمی داشت. به طوری که با افزایش غلظت هیومیک‌اسید، میزان فنول کل میوه‌ها نیز افزایش یافت. بیشترین میانگین فنول کل (۱۰۴ میلی‌گرم گالیک‌اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه) در محیط پوکه در میوه‌های برداشت‌شده چین سوم بوته‌های تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید دیده شد. در محیط پرلایت-کوکوپیت، با افزایش غلظت هیومیک‌اسید در چین‌های اول و سوم، میزان فنول نیز افزایش نشان داد. ولی در چین برداشت دوم ابتدا افزایش و سپس کاهش در میزان فنول



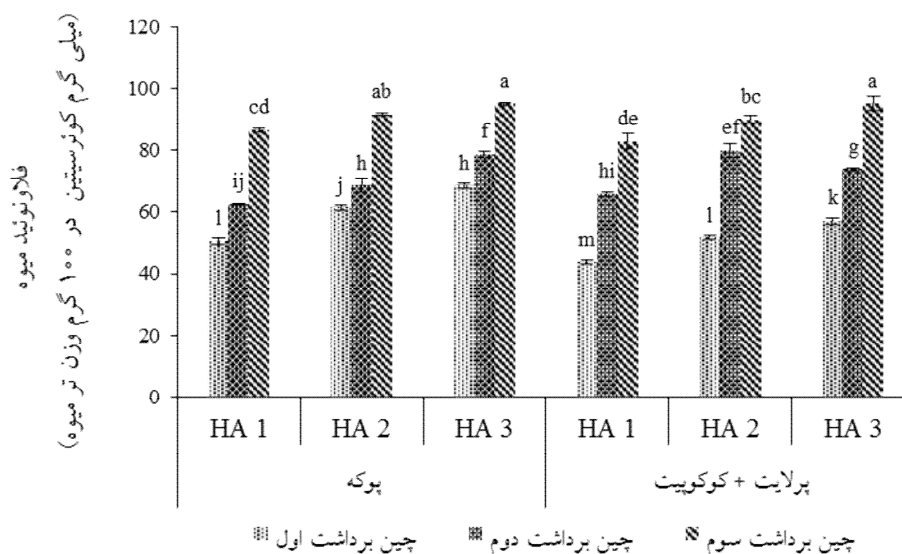
شکل ۸. کربوهیدرات محلول کل میوه توت‌فرنگی رقم آروماس در چین‌های مختلف برداشت، در محیط‌های کشت مختلف و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید (HA1: هیومیک‌اسید صفر میلی‌گرم بر لیتر، HA2: هیومیک‌اسید ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و HA3: هیومیک‌اسید ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.



شکل ۹. فنول کل میوه توت‌فرنگی رقم آروماس در چین‌های مختلف برداشت، در محیط‌های کشت مختلف و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید (HA1: هیومیک‌اسید صفر میلی‌گرم بر لیتر، HA2: هیومیک‌اسید ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و HA3: هیومیک‌اسید ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.

آنتوسیانین نیز افزایش نشان داد. اما در محیط پرلایت-کوکوپیت، در چین‌های دوم و سوم روند افزایشی آنتوسیانین همگام با افزایش غلظت هیومیک‌اسید دیده شد. در چین اول، ابتدا افزایش و سپس کاهش مشاهده شد. در مجموع،

چین اول و دوم ابتدا افزایش در میزان آنتوسیانین دیده شد. ولی در ادامه، با افزایش غلظت هیومیک‌اسید از ۳۰۰ به ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، میزان آنتوسیانین میوه‌ها کاهش یافت. ولی در چین سوم همین محیط کشت، با افزایش غلظت هیومیک‌اسید، میزان



شکل ۱۰. فلاونوئید میوه‌ی توت‌فرنگی رقم آروماس در چین‌های مختلف برداشت، در محیط‌های کشت مختلف و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید (HA1: هیومیک‌اسید صفر میلی‌گرم بر لیتر، HA2: هیومیک‌اسید ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و HA3: هیومیک‌اسید ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.

تأثیر معنی‌داری بر ظرفیت ضداکسایشی میوه‌ها داشتند. به‌طوری‌که میانگین ظرفیت ضداکسایشی میوه‌های متعلق به بوته‌های کشت شده در محیط پرلایت-کوکوپیت (۷۴/۷ درصد) بیشتر از میانگین ظرفیت ضداکسایشی میوه‌های متعلق به بوته‌های کشت شده در محیط پوک (۷۲/۶ درصد) بود. همچنین، در مقایسه سه غلظت هیومیک‌اسید، بیشترین میانگین ظرفیت ضداکسایشی (۷۷/۲ درصد) متعلق به میوه بوته‌های تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید بود و در مقایسه سه چین برداشت، میوه‌های چین برداشت اول با میانگین ۷۵/۱ درصد از بیشترین ظرفیت ضداکسایشی برخوردار بودند (شکل ۱۳).

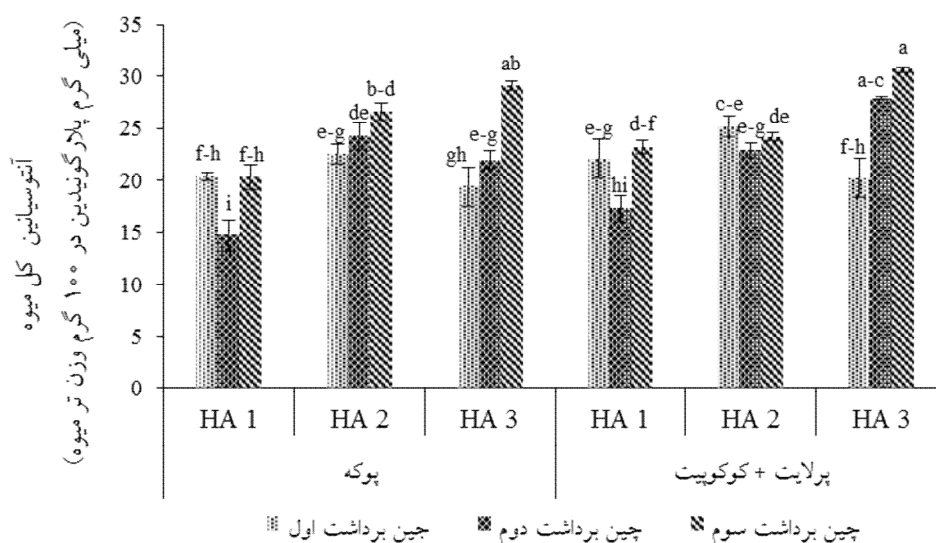
### بحث

افزایش عملکرد، همگام با افزایش غلظت هیومیک‌اسید در هر دو محیط کشت و مجموع سه چین برداشت، می‌تواند مؤید این مهم باشد که هیومیک‌اسید توانسته با ایجاد یکسری تغییرات در گیاه، به رشد و متابولیسم آن کمک کرده و نهایتاً موجب بهبود تولید گیاه شود. گزارش شده که هیومیک‌اسید با افزایش سطح

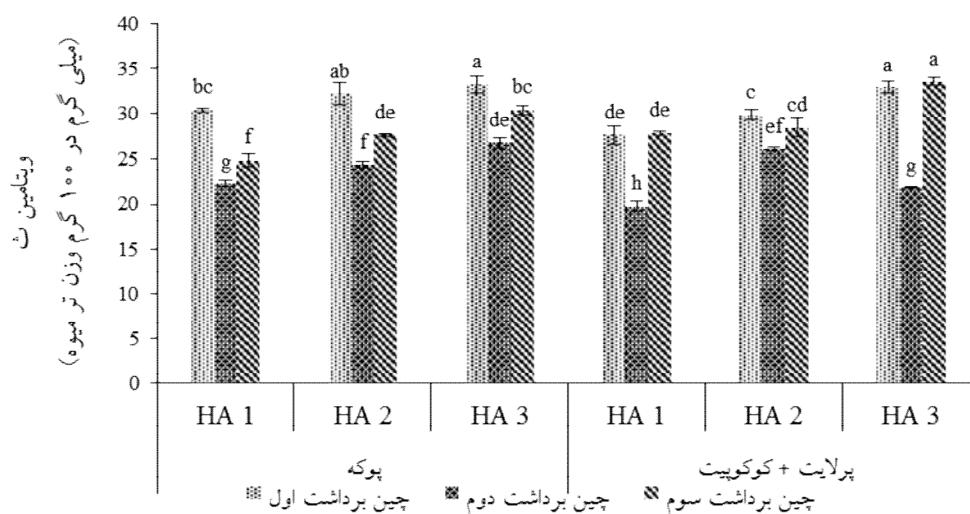
بیشترین میزان آنتوسیانین در محیط پوک (۲۹ میلی‌گرم پلارگونیدین در ۱۰۰ گرم وزن تازه) و محیط پرلایت-کوکوپیت (۳۱ میلی‌گرم پلارگونیدین در ۱۰۰ گرم وزن تازه) متعلق به میوه‌های چین برداشت سوم بوته‌های تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید بود (شکل ۱۱).

در مورد تغییرات ویتامین ث باید گفت که در مجموع، افزایش غلظت هیومیک‌اسید در هر دو محیط باعث افزایش میزان ویتامین ث شد. بیشترین میانگین ویتامین ث (۳۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) در محیط پوک متعلق به میوه‌های چین برداشت اول بوته‌های تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید بود و در محیط کشت پرلایت-کوکوپیت، بیشترین میانگین این ویتامین (۳۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) متعلق به میوه‌های چین برداشت سوم بوته‌های تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید بود (شکل ۱۲).

برهم‌کنش‌های سه‌گانه و دوگانه محیط کشت، غلظت هیومیک‌اسید و چین برداشت، تأثیر معنی‌داری بر ظرفیت ضداکسایشی میوه‌ها نداشتند. ولی اثرهای ساده عامل‌های مذکور



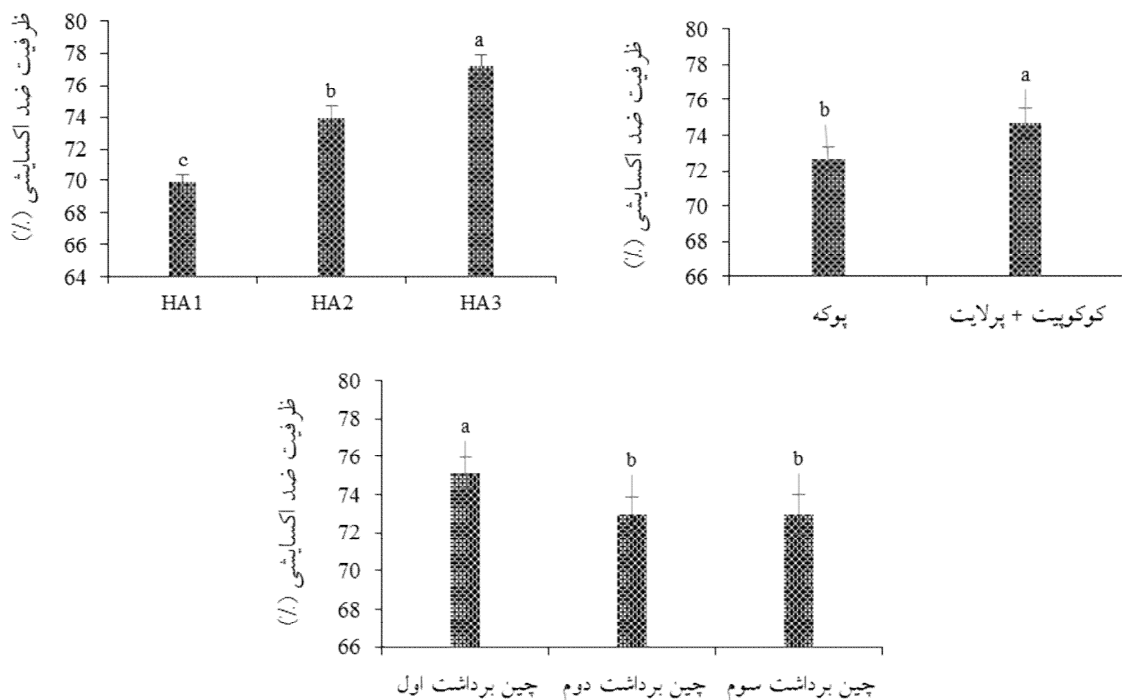
شکل ۱۱. آنتوسیانین کل میوه توت‌فرنگی رقم آروماس در چین‌های مختلف برداشت، در محیط‌های کشت مختلف و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید (HA1: هیومیک‌اسید صفر میلی‌گرم بر لیتر، HA2: هیومیک‌اسید ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و HA3: هیومیک‌اسید ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.



شکل ۱۲. ویتامین ث میوه توت‌فرنگی رقم آروماس در چین‌های مختلف برداشت، در محیط‌های کشت مختلف و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید (HA1: هیومیک‌اسید صفر میلی‌گرم بر لیتر، HA2: هیومیک‌اسید ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و HA3: هیومیک‌اسید ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.

فعالیت پمپ  $H^+$ -ATPase موجب افزایش جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه شده و در نهایت به تولید میوه بیشتر کمک می‌کند (۴۵). افزایش عملکرد میوه در اثر کاربرد هیومیک‌اسید در گیاهان توت‌فرنگی (۷ و ۱۴)، بادمجان (۱۶)، فلفل (۳۴) و

برگ و نیز بهبود فعالیت فتوسنتزی گیاه، موجب افزایش تولید کربوهیدرات‌ها و در نهایت افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول می‌شود. این اسید از طریق افزایش رشد و قدرت جذب ریشه، خاصیت کلات‌کنندگی عناصر و نیز افزایش



شکل ۱۳. ظرفیت ضد اکسایشی میوه توت‌فرنگی رقم آروماس (بر حسب درصد بازدارندگی) در چین‌های مختلف برداشت، در محیط‌های کشت مختلف و تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید (HA1: هیومیک‌اسید صفر میلی‌گرم بر لیتر، HA2: هیومیک‌اسید ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و HA3: هیومیک‌اسید ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.

(۴) نیز گزارش شده است. از آنجایی که معمولاً میوه‌های چین اول از شاه‌گل‌ها به وجود آمده و مواد غذایی بیشتری دریافت می‌کنند، لذا طبیعی است که از سفتی و استحکام بیشتری برخوردار باشند. عناصری مانند کلسیم و پتاسیم باعث بهبود بافت میوه و افزایش استحکام دیواره‌های سلولی و نهایتاً موجب افزایش سفتی بافت میوه می‌شوند. هیومیک‌اسید با کمک به جذب این عناصر می‌تواند به افزایش سفتی بافت میوه کمک کند (۲۲). گفته شده که افزایش میزان مواد جامد محلول بیان‌گر هیدرولیز بیشتر نشاسته میوه به قندهای هگزوز است و هرچه میزان و سرعت این فرایند بیشتر باشد، میوه نرم‌تر خواهد بود (۶).

به نظر می‌رسد که یکی از دلایل سفتی بیشتر میوه‌های چین اول و دوم برداشت نسبت به چین سوم نیز همین امر باشد. همان‌طور که در نتایج آمده است، میوه‌های چین اول و دوم از

گوجه‌فرنگی (۱۵) نیز گزارش شده است. افزایش تعداد میوه‌های درجه ۱ نسبت به درجه ۲ و ۳ بیان‌گر نقش مثبت هیومیک‌اسید در ارتقای کیفیت محصول است. هیومیک‌اسید با تأمین عناصر ضروری رشد و کمک به در دسترس قرار گرفتن این عناصر در اختیار گیاه، موجب افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های زیستی و غیرزیستی شده و از این طریق به بهبود کیفیت محصول کمک می‌کند (۴۱). همچنین، گزارش شده که گیاهان در خاک‌های دارای هیومیک‌اسید کافی، کمتر تحت تأثیر تنش قرار گرفته و محصول آنها از کیفیت بهتری برخوردار خواهد بود (۱۰).

افزایش کیفیت محصول در اثر محلول‌پاشی هیومیک‌اسید در گیاه گوجه‌فرنگی نیز گزارش شده است (۴۶). هیومیک‌اسید موجب افزایش سفتی میوه‌ها، به‌ویژه میوه‌های چین برداشت اول، شد. افزایش سفتی بافت میوه در توت‌فرنگی رقم پاروس

است. افزایش محتوای ویتامین ث در اثر کاربرد هیومیک‌اسید مشابه با نتایج پژوهش حاضر در پژوهش‌های دیگر نیز به اثبات رسیده است (۸). به نظر می‌رسد این ویتامین جزو متابولیت‌های ثانویه بوده و از آنجایی که این متابولیت‌ها از کربوهیدرات‌ها به وجود می‌آیند، بنابراین براساس نتایج مذکور، که افزایش غلظت هیومیک‌اسید موجب افزایش تولید کربوهیدرات‌ها شد، نهایتاً میزان ویتامین ث نیز افزایش خواهد یافت. ظرفیت ضداکسایشی تا حدود زیادی وابسته به میزان ویتامین ث و ترکیبات فنولی است و لذا به نظر می‌رسد با افزایش میزان ترکیبات مذکور، ظرفیت ضداکسایشی نیز افزایش پیدا کند که تا حدود زیادی نتایج این پژوهش نیز بیان‌گر این مهم بود.

بیشترین ظرفیت ضداکسایشی در میوه‌هایی دیده شد که با بیشترین غلظت هیومیک‌اسید، منجر به تولید بیشترین میزان ویتامین ث و ترکیبات فنولی می‌شد، تیمار شده بودند. افزایش ظرفیت ضداکسایشی در اثر کاربرد هیومیک‌اسید در ارقام کردستان (۴) و دیامنت (۸) توت‌فرنگی گزارش شده است. محیط پرلایت-کوکوپیت در مقایسه با محیط پوکه به دلیل قدرت نگهداری مواد غذایی بیشتری که دارد، توانست عملکرد کمی محصول را در مقایسه با پوکه به میزان بیشتری افزایش دهد. اما در مورد اغلب صفات کیفی اندازه‌گیری شده یا تفاوت معنی‌داری بین دو محیط وجود نداشت و یا اینکه میوه‌های محیط پوکه از کیفیت بهتری برخوردار بودند. در ارتباط با تأثیر نوع محیط کشت بر میزان مواد جامد محلول و اسید میوه، فتوحی قزوینی و همکاران (۲۶) تأثیر نسبت‌های مختلف پرلایت و زئولیت را بر رقم کاماروسای توت‌فرنگی مورد بررسی قرار داده و مشاهده کردند که بیشترین میزان مواد جامد محلول و اسیدهای قابل تیتراسیون در محیط کشت پرلایت به تنهایی به دست آمد. فتحی‌مقدم و همکاران (۷) در مطالعه‌ای، تأثیر دو محیط کشت کاه پوسیده و کوکوپیت را بر شاخص‌های عملکردی توت‌فرنگی رقم آروماس مورد بررسی قرار داده و دریافتند که محیط کشت کاه پوسیده محیط مناسب‌تری برای بهبود شاخص‌های عملکردی بود. اینکه میوه‌های چین سوم

میزان مواد جامد محلول کمتر و سفتی بیشتر نسبت به میوه‌های چین سوم برخوردار بودند (شکل‌های ۵ و ۶). در هر دو محیط کشت، افزایش غلظت هیومیک‌اسید موجب افزایش مواد جامد محلول میوه شد. هیومیک‌اسید با کمک به جذب عناصر کم‌مصرف، به‌ویژه آهن، به تولید کلروفیل و لذا فتوسنتز بیشتر کمک کرده و همین امر موجب افزایش تولید کربوهیدرات‌ها شده که نهایتاً منجر به تولید و تجمع مواد جامد محلول می‌شود (۱۹).

نتایج پژوهش‌های نشان داده که هیومیک‌اسید موجب حفظ کلروفیل و کاهش کلروز ناشی از کمبود آهن می‌شود و از این طریق می‌تواند به بهبود تولید قندها و در نهایت به تولید بیشتر مواد جامد محلول کمک کند (۱). در گزارشی آمده که محلول پاشی هیومیک‌اسید در توت‌فرنگی موجب افزایش مواد جامد محلول شد (۴۰). افزایش میزان مواد جامد محلول در اثر محلول پاشی هیومیک‌اسید در گیاهان دیگری همچون سوسن (۳۶)، فلفل (۴۳)، زردآلو (۲۳) و فلفل (۱۱) نیز گزارش شده است. افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون تحت تأثیر کاربرد هیومیک‌اسید می‌تواند به دلیل نقش مثبت هیومیک‌اسید در جذب عناصر غذایی و فتوسنتز و نهایتاً سنتز اسیدهای آلی باشد. ولی کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون در اثر افزایش بیش از حد هیومیک‌اسید شاید به دلیل تولید بیشتر قندها در مقایسه با اسیدهای آلی باشد. هیومیک‌اسید با تأثیر بر فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیلایز موجب تغییر در میزان ترکیبات فنولی می‌شود (۳۹). گزارش شده که هیومیک‌اسید از طریق القای بیان ژن مولد آنزیم فنیل‌آلانین آمونیلایز موجب تحریک مسیر سنتزی فنیل پروپانویدها و در نتیجه افزایش تجمع ترکیبات فنولی می‌شود (۳۷).

بر همین اساس است که در پژوهش حاضر، افزایش میزان فنول کل، فلاونوئید و تا حدودی آنتوسیانین همگام با افزایش غلظت هیومیک‌اسید مشاهده شد (شکل‌های ۹، ۱۰ و ۱۱). افزایش میزان ترکیبات فنولی در اثر کاربرد هیومیک‌اسید در توت‌فرنگی ارقام دیامنت (۸) و پاروس (۴) نیز گزارش شده



پیدا کرد. اما در ارتباط با تأثیر نوع محیط کشت باید گفت که به‌طور کلی عملکرد در محیط پرلایت-کوکوپیت بیشتر بود. ولی ویژگی‌های کیفی میوه بسته به نوع ویژگی کیفی در محیط‌های کشت مختلف متغیر بودند. به‌عبارتی، برخی از شاخص‌های کیفی در محیط پوکه مطلوب‌تر بودند، برخی در محیط پرلایت-کوکوپیت و برخی دیگر از این صفات در دو محیط تفاوت قابل ملاحظه‌ای با هم نداشتند. به‌طور کلی و براساس مجموع صفات اندازه‌گیری شده، محیط کشت پرلایت-کوکوپیت و تغذیه با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک‌اسید به‌صورت کودآبیاری برای تولید کمی و کیفی مطلوب توت‌فرنگی رقم آروماس پیشنهاد می‌شود.

### سپاسگزاری

پژوهش حاضر با همکاری مرکز پژوهشی به‌نژادی و به‌زراعی توت‌فرنگی دانشگاه کردستان انجام گرفته است. لذا بر خود وظیفه می‌دانیم که از زحمات و خدمات این مرکز تقدیر و تشکر کنیم.

برداشت از بیشترین میزان ترکیبات فنولی در مقایسه با دو چین دیگر برخوردار بودند، شاید به‌دلیل دارا بودن مواد جامد محلول بیشتر میوه‌های این چین باشد. چون مواد جامد محلول اغلب قندها هستند و قندها در واقع پیش‌ماده ترکیبات فنولی به‌شمار می‌آیند. لذا طبیعی به‌نظر می‌رسد که میوه‌های چین سوم از میزان ترکیبات فنولی بیشتری برخوردار باشند. میزان ویتامین ث در دو محیط کشت تفاوت قابل توجهی نداشت. عدم تأثیرپذیری میزان این ویتامین از بستر کشت در مطالعه دیگری نیز گزارش شده است (۳۱).

### نتیجه‌گیری

در مجموع، هیومیک‌اسید توانست به‌میزان زیادی موجب بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی میوه‌های توت‌فرنگی رقم آروماس شود. به‌طور کلی، با افزایش غلظت هیومیک‌اسید، هم عملکرد محصول افزایش یافت و هم شاخص‌های کیفی از جمله سفتی، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، کربوهیدرات کل، ترکیبات فنولی مختلف و ظرفیت ضداکسایشی میوه‌ها بهبود

### منابع مورد استفاده

۱. تدین، م. س. و ح. رستگار. ۱۳۷۹. تأثیر محلول‌پاشی اسید سولفوریک بر کلروز آهن درخت پرتقال در یک خاک آهکی. مجله علوم خاک و آب ۱۲: ۲۵-۳۱.
۲. خدیوی، ع. ۱۳۹۰. میوه‌کاری (عمومی و خصوصی). تشریح کامل میوه‌های معتدله، نیمه‌گرمسیری، گرمسیری و ریز. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، ۴۶۸ صفحه.
۳. صالحی، ب.، ع. باقرزاده، م. قاسمی و م. ابراهیمی. ۱۳۹۲. بررسی اثر مقادیر مختلف کود آلی هیومیک‌اسید بر کیفیت و کمیت ارقام مختلف گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum*). نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی ۲۰(۴): ۱۹۸-۱۸۹.
۴. صیدی‌مرادی، د. ۱۳۹۴. تأثیر هیومیک‌اسید بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک توت‌فرنگی تحت تنش شوری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان.
۵. عامری سیاهویی، ع.، ع. تهرانی‌فر، م. شور و غ. ح. داوری‌نژاد. ۱۳۹۰. بررسی اثر بستر کشت و رقم بر خصوصیات رشدی توت‌فرنگی در سیستم کشت بدون خاک. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران.
۶. عثمان‌پور، س. ۱۳۹۵. اثر نانوذرات سیلیس و جاسمونیک‌اسید بر روی برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی توت‌فرنگی تحت تنش شوری در شرایط کشت بدون خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان.
۷. فتحی‌مقدم، ن. م. اسماعیلی زاده، ح. ر. روستا و ب. ترابی. ۱۳۹۳. ارزیابی سطوح مختلف کود نانوفرتایل حاوی اسید هیومیک در

بسترهای مختلف کشت بدون خاک بر ویژگی‌های ریشی توت‌فرنگی رقم آروماس. سومین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای، ۱۸-۲۰ شهریور، کرج.

۸. کریمی، ن. ۱۳۹۵. اثر هیومیک‌اسید و دو نوع محیط کشت بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی توت‌فرنگی در شرایط کشت بدون خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان.

9. Albaho, M., N. Bhat, H. Abo-Rezq and B. Thomas. 2009. Effect of three different substrates on growth and yield of two cultivars of *Capsicum annum*. Eur. J. Sci. Res. 28(2): 227-233.
10. Ameri, A., A. Tehranifar, G. H. Davarnejad and M. Shoor. 2012. The effects of substrate and cultivar on quality of strawberry. J. Biol. Environ. Sci. 6(17): 181-188.
11. Aminifard, M., H. Aroiee, M. Azizi, H. Nemati and H. Jaafar. 2013. Effect of compost on antioxidant components and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). J. Central Eur. Agric. 14(2): 525-534.
12. AOAC. 2002. Guidelines for Single Laboratory Validation of Chemical Methods for Dietary Supplements and Botanicals. 38 p.
13. Arancon, N.Q., A.E. Edwards, S. Lee and R. Byrne. 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. Eur. J. Soil Biol. 42: 65-69.
14. Arancon, N.Q., C.A. Edwards, P. Bierman, C. Welch and J.D. Metzger. 2004. Influences of vermicomposts on fields strawberries: 1. Effects on growth and yields. Biol. Technol. 93: 145-153.
15. Asri, F., E. Demirtas and N. Ari. 2015. Changes in fruit yield, quality and nutrient concentrations in response to soil humic acid applications in processing tomato. Bulg. J. Agric. Sci. 21(3): 585-591.
16. Azarpour, E., M.K. Motamed, M. Moraditochae and H.R. Bozorgi. 2012. Effects of bio mineral nitrogen fertilizer management, under humic acid foliar spraying on fruit yield and several traits of eggplant (*Solanum melongena* L.). Afric. J. Agric. Res. 7: 1104-1109.
17. Brand-Williams, W., M.E. Cuvelier and C. Berset. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Leb. Wi. Technol. 28: 25-30.
18. Calvo, P., L. Nelson and J.W. Kloepper. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant Soil 383(1): 3-41.
19. Chen, Y., C.E. Clapp, H. Magen and V.W. Cline. 1999. Stimulation of plant growth by humic substances: Effects on iron availability. PP. 255-263. In: Ghabbour, E.A. and G. Davies (Eds.), Understanding Humic Substances, Royal Society of Chemistry, Cambridge.
20. Choi, E.Y., Y.B. Lee and J.Y. Kim. 2001. Nutrient uptake and yield of cucumber cultivated with different growing substrates under a closed and an open system. Acta Hort. 548: 543-550.
21. Ercisli, S., U. Sahin, A. Esitken and O. Anapali. 2005. Effects of some growing media on the growth of strawberry cv. 'Camarosa' and 'Fern'. Acta Agron. J. 58: 185-191.
22. Eshghi, S. and M. Garazhian. 2015. Improving growth, yield and fruit quality of strawberry by foliar and soil drench applications of humic acid. Iran. Agric. Res. 34(1): 14-20.
23. Fathy, M.A., M.A. Gabr and S.A. El Shall. 2010. Effect of humic acid treatments on 'Canino' apricot growth, yield and fruit quality. New York Sci. J. 3(12): 109-115.
24. Ferrara, G. and G. Brunetti. 2010. Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Italia. Span. J. Agric. Res. 8: 817-822.
25. Folin, O. and V. Ciocalteu. 1927. On tyrosine and tryptophan determination in proteins. J. Biol. Chem. 27: 627-650.
26. Fotouhi Ghazvini, R., G. Payvast and H. Azarian. 2007. Effect of clinoptilolitic-zeolite and perlite mixtures on the yield and quality of strawberry in soilless culture. Int. J. Agric. and Biol. 9(6): 885-888.
27. Gyang, C.M., M.C. Wang, Y.F. Lu, I.F. Chang and C.H. Chou. 2002. Humic substances affect the chlorophyllase. Institute of Botany and Research Center for Biodiversity Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan, Republic of China.
28. Haghghi, M., M. Kafi, P. Fang and G.X. Luo. 2010. Humic acid decreased hazardous of cadmium toxicity on lettuce (*Lactuca sativa* L.). Veg. Crops Res. Bull. 72: 49-61.
29. Hernandez-Munoz, P., E. Almenar, V. Del Valle, D. Velez and R. Gavra. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria × ananassa*) quality during refrigerated storage. J. Food Chem. 110(9): 428-435.
30. Hosseini Farahi, M., A. Aboutalebi, S. Eshghi, M. Dastyaran and F. Yosefi. 2013. Foliar application of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of 'Aromas' strawberry in soilless culture. Agric. Commun. 1(1): 13-16.
31. Inden, H. and A. Torres. 2004. Composition of four substrates on the growth and quality of tomatoes. Acta Hort. 664: 205-210.
32. Khattab, M., A. Shaban, H.A. El-Shrief and A. El-Deen-Mohamed. 2012. Effect of humic acid and amino acids on

- pomegranate trees under deficit irrigation. I: Growth, flowering and fruiting. J. Hort. Sci. Ornam. Plants 4: 253–259.
33. Muanda, F.N., R. Soulimani, B. Diop and A. Dicko. 2011. Study on chemical composition and biological activities of essential oil and extracts from *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves. Food Sci. Technol. 44: 1865–1872.
34. Norman, Q., C. Arancon, A. Edwards, S. Lee and R. Byrne. 2006. Effects of humic acid from vermicomposts on plant growth. Eur. J. Soil Biol. 42: 865–869.
35. Pacheco, C., F. Calouro, S. Vieira, F. Santos, N. Neves, F. Curado, J. Franco, S. Rodrigues and D. Antunes. 2008. Influence of nitrogen and potassium on yield, fruit quality and mineral composition of kiwifruit. Inter. J. Energy Environ. 2(1): 9–15.
36. Parandian, F. and S. Samavat. 2012. Effects of fulvic and humic acid on anthocyanin, soluble sugar, amylase enzyme and some micronutrient elements in *Lilium*. Int. Res. J. Appl. Basic Sci. 3: 924–929.
37. Peer, W.A. and A.S. Murphy. 2007. Flavonoids and auxin transport: Modulators or regulators. Trends Plant Sci. 12(12): 556–563.
38. Sapei, L. and L. Hwa. 2014. Study on the kinetics of vitamin C degradation in fresh strawberry juices. Proc. Chem. 9: 62–68.
39. Schiavon, M., D. Pizzeghello, A. Muscolo, S. Vaccaro, O. Francioso and S. Nardi. 2010. High molecular size humic substances enhance phenylpropanoid metabolism in maize (*Zea mays* L.). J. Chem. Ecol. 36(6): 662–669.
40. Shehata, S.A., A.A. Gharib, M.M. El-Mogy, A.K.F. Gawad and E.A. Shalaby. 2011. Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. J. Med. Plants Res. 5(11): 2304–2308.
41. Tejada, M., J.L. Gonzalez, M.T. Hernandez and C. Garcia. 2008. Agricultural use of leachates obtained from two different vermicomposting processes. Biol. Technol. 99(14): 6228–6232.
42. Toor, R.K. and G.P. Savage. 2005. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. Food Res. Int. 38(5): 487–494.
43. Unlu, H., H.O. Unlu and Y. Karakurt. 2010. Influence of humic acid on the antioxidant compounds in pepper fruit. Food Agric. Environ. 8: 434–438.
44. Urrestarazu, M. and P.C. Mazuela. 2005. Effect of slow-release oxygen supply by fertigation on horticultural crops under soilless culture. Sci. Hort. 106: 484–490.
45. Verlinden, G., T. Coussens, A. De Vlieghe, G. Baert and G. Haesaert. 2010. Effect of humic substances on nutrient uptake by herbage and on production and nutritive value of herbage from sown grass pastures. Grass For. Sci. 65: 133–144.
46. Yildirim, E. 2007. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. Acta Agric. Scand., Sec. B, 57: 182–186.

## Investigation of the Quantity and Quality of Strawberry Fruit (cv. Aromas) in Different Harvesting Periods as Affected by Culture Medium and Humic Acid

A. Sharifi<sup>1</sup>, N. Ghaderi<sup>1</sup>, J. Khorshidi<sup>1\*</sup> and T. Javadi<sup>1</sup>

(Received: 17 June 2018 ; Accepted: 23 April 2019)

### Abstract

Culture medium and nutrition are two important factors in determining the quantity and quality of greenhouse products. Accordingly, a factorial experiment was conducted based on completely randomized design on strawberry (cv. Aromas) in the greenhouse of Department of Horticulture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. The first factor was two culture media (mixture of perlite and cocopeat with equal volumetric percent, and pumice). The second factor was three concentrations of humic acid (0, 300 and 600 mg/L). The third factor was harvesting period. Quantitative and qualitative characteristics of the fruits were evaluated in different harvesting periods. Results indicated that yield and qualitative characteristics of fruits were highly influenced by culture medium and humic acid. The highest average fruit yields were obtained in perlite-cocopeat medium (107 g/plant) and pumice medium (85.4 g/plant) from plants treated with 600 mg/L humic acid. The highest average fruit firmness (6 N), total soluble solids (6.19%) and soluble carbohydrate (58 mg/100 g fresh weight) were obtained in plants grown in pumice medium and fed with 600 mg/L humic acid and the highest average phenol (113 mg gallic acid/100g fresh weight) and vitamin C (34 mg/100 g fresh weight) were obtained from plants grown in perlite-cocopeat medium and fed with 600 mg/L humic acid. In general, and based on total measured traits, perlite-cocopeat medium, fed with 600 mg/L humic acid as fertigation method, is recommended for favorable quantitative and qualitative production of strawberry (cv. Aromas).

**Keywords:** Yield, Phenol, Anthocyanin, Cocopeat, Pumice.

---

1. Dept. of Hort. Sci. and Eng., Faculty of Agric., Univ. of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

\* Corresponding Author, Email: j.khorshidi@uok.ac.ir