مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۴ شماره ۳ صفحه‌های ۴۱۹ تا ۴۳۲ (۱۴۰۲)
مقاله پژوهشی

اثر محلول‌پاشی هیومیک اسید و عصاره مرزنجوش (*Origanum majorana*) بر تغییرات برخی صفات کمی، کیفی و بیوشیمیایی دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای (Paramo و Taranto)

Effect of Foliar Application of Humic Acid and *Origanum Majorana* Extract on Some Quantitative, Qualitative, and Biochemical Traits Changes of Two Greenhouse-Grown Bell Pepper Cultivars (Paramo and Taranto).

فراز امیری[۱]، عبدالحسین ابوطالبی جهرمی[۱*]، عبدالرسول ذاکرین[۱]، حامد حسن‌زاده خانکهدانی[۲] و عبدالکریم اجرایی[۱]

۱. گروه باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران.

۲. بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران.

[*]نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (aa84607@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۳

چکیده

فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L.) از سبزی‌های میوه‌ای، یکساله و متعلق به تیره Solanaceae است که زیستگاه اصلی آن کشور مکزیک و منطقه‌ی آمریکای جنوبی است و جایگاه ویژه‌ای در رژیم‌های غذایی جوامع مختلف دارد. تجمع بیش از حد نیترات و نیتریت، از معیارهای کاهش‌دهنده‌ی کیفیت در سبزیجات محسوب می‌شود. در این پژوهش اثر محلول‌پاشی هیومیک‌اسید و عصاره‌ی مرزنجوش بر میزان نیترات، نیتریت و برخی صفات کمی، کیفی و بیوشیمیایی دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارها عبارت بودند از (شاهد، اسیدهیومیک ۰/۲، ۰/۶ و ۱ درهزار و عصاره‌ی گیاه دارویی مرزنجوش ۳ و ۶ درصد) که تمامی تیمارها به‌صورت محلول‌پاشی و در ۱۲ هفته متوالی بر روی گیاهان صورت گرفت. در این پژوهش صفاتی از قبیل میزان نیترات و نیتریت میوه، طول میوه، قطر میوه، تعداد میوه در بوته، TSS، میزان پتاسیم و کلسیم میوه، عملکـرد کل، میزان آنتوسیانیـن و درصد کاهش وزن در پس از برداشـت، مورد سنجش قرار گرفت. براساس نتایج تیمار اسید هیومیک ۰/۶ در هزار در رقم تارانتو نسبت به شاهد و سایر تیمارها به ترتیب با مقدار ۵۲/۲ و ۳/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم از میزان نیترات و نیتریت مطلوبتری برخوردار بود. تیمار اسیدهیومیک ۰/۶ در هزار در رقم تارانتو منجر به افزایش طول میوه و تعداد میوه در بوته و در رقم پارامو منجر به افزایش TSS میوه شد. در مقایسه‌ی اثر رقم بر صفات مورد بررسی، رقم تارانتو نسبت به پارامو در اغلب صفات، پتانسیل بهتری از خود نشان داد. نتایج این پژوهش بیانگر این مطلب بود که تیمار اسید هیومیک ۰/۶ در هزار نسبت به شاهد و سایر تیمارها از میزان نیترات و نیتریت کمتر و مطلوبتری برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، پتاسیم، کلسیم، پس از برداشت.

مقدمه

فلفل‌دلمه‌ای با نام علمی *Capsicum annum* L. جزو سبزی‌های میوه‌ای و متعلق به تیره Solanaceae است (Nikkhou *et al.*, 2011) و منبع خوبی برای تعدادی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان است به طوری که مصرف یک عدد فلفل متوسط، دو برابر نیاز روزانه‌ی بدن به ویتامین C را تأمین می‌کند (Ghasemnezhad *et al.*, 2011). فلفل‌دلمه‌ای علی‌رغم داشتن ارزش غذایی بالا، به

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

دلیل محدود بودن عمر پس از برداشت، مشکلاتی در عرضه‌ی این محصول به‌وجود آمده است. در این رابطه و در سال‌های اخیر کاربرد اسانس گیاهان دارویی به عنوان آنتی‌اکسیدان برای افزایش ماندگاری فلفل‌دلمه‌ای مورد توجه بوده است و امروزه یکی از مباحث نوین در علوم کشاورزی، استفاده از اسانس گیاهان دارویی در کاهش ضایعات پس از برداشت و افزایش ماندگاری محصولات باغبانی است (Taheri-Roz *et al*., 2017). گیاهان‌دارویی و ادویه‌ها عوامل بسیار مهمی در حفظ سلامت بشر در طی زمان و در فرهنگ‌های مختلف بوده اند همچنین دارای ویژگی‌های ضد میکروبی، ضداکسیداسیون، دارویی و تغذیه‌ای هستند (Vahid-Moghaddam *et al*., 2018). مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) گیاهی‌ست از تیره‌ی نعناعیان (Lamiaceae) و منشاء آن نواحی مدیترانه است. این گیاه در ایران در نواحی جنگلی به صورت خودرو یافت می‌شود و کشت آن نیز در اغلب نواحی کشور در حال رواج است. این گیاه چند ساله است. برگ و شاخه‌ی گلدار آن، جزو بخش‌های دارویی گیاه هستند که در اسانس‌گیری از آن‌ها استفاده می‌شود (Kushki *et al*., 2015). این گیاه در ایران دارای سه زیرگونه‌ی vulgare، viride و gracile می‌باشد (Hosseini *et al*., 2021). مرزنجوش شیرین (*Origanum majorana* L. Syn. *Majorana hortensis*)، از اهمیت اقتصادی و صنعتی زیادی برخوردار است. روغن *O. majorana* L. تجاری به عنوان ادویه و چاشنی استفاده می‌شود. این گیاه دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی است و عمدتاً به دلیل محتوای بالای اسیدهای فنولیک و فلاونوئیدها است که در مکمل‌های بهداشتی استفاده می‌شود و در حفظ مواد غذایی مفید عمل می‌کند (Sellami *et al*., 2009). استفاده از گیاهان حاوی ترکیب‌های بازدارنده از رشد عوامل میکروبی، افزون بر بهبود عمر پس از برداشت محصول‌ها، برخورداری از غذاهای سالم را هم نوید می‌دهند. ترکیب فنولی کارواکرول از مهم‌ترین ترکیب‌های موجود در گیاه مرزنجوش است. اسانس مرزنجوش به عنوان یک مهارکننده‌ی رشد گونه‌های قارچی، در بیماری‌های پس از برداشت مطرح می‌باشد. همچنین، به دلیل ویژگی ضدمیکروبی از رشد بسیاری از باکتری‌ها جلوگیری می‌نماید که این اثر را به غلظت و نسبت ترکیب‌های فنولی ارتباط داده‌اند (Hosseini *et al*., 2021). مرزنجوش یکی از مهم‌ترین گیاهان معتدل با اهمیت اقتصادی و صنعتی فراوان است و برای تهیه بسیاری از محصولات تجاری از جمله چای‌های گیاهی، ادویه‌ها، نوشیدنی‌ها، داروهای بدون نسخه و محصولات دارویی استفاده می‌شود (Salha *et al*., 2017). نتایج یک پژوهش نشان داد که کاربرد پس از برداشت اسانس گیاه مرزنجوش در میوه گیلاس رقم تک‌دانه مشهد با حفظ ویژگی‌های کیفی و افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی، می‌تواند به عنوان یک روش سالم جهت افزایش ماندگاری این میوه معرفی شود (Hosseni *et al*, 2018). همچنین گزارش شده است از آنجایی که عصاره‌ی گیاه مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) و آویشن کوهی (*Thymus vulgaris*) دارای ترکیبات ضد اکسیدانی هستند به نظر می‌رسد این ترکیبات جهت کاهش شدت تنش و بهبود کیفیت محصول مفید باشند (Ansar *et al*, 2020). مصرف بی‌رویه از کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های زیست محیطی و افزایش هزینه‌های تولید می‌گردد. لذا برای کاهش این مشکلات باید از منابعی استفاده کرد که به پایداری سیستم‌های کشاورزی در دراز مدت کمک نماید (Hayati *et al*., 2022). در پژوهشی (Jindo *et al*., 2012) عنوان داشتند که هیومیک اسید بعنوان یک ماده‌ی آلی دارای تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم مفیدی بر رشد گیاه، بهبود ساختار خاک، یک بافر pH و یک حامل ریز مغذی است. علاوه بر این، اثرات هورمونی در رشد گیاه یکی از مواردی است که مواد هومیک این اثرات مستقیم را تحریک می کنند. هیومیک‌اسید مهمترین جزء اصلی مواد آلی تجزیه شده است. لئوناردیت بهترین منبع برای هیومیک اسید است و با استفاده از محلول قلیـایی استخـراج می شود. این ترکیب آلی باعث انگیـزش سیستـم آنتی‌اکسیدانی (پلی‌فنول، کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتیون S ترانسفراز) و همچنین افزایش محتوای آنزیم‌ها در گیاهانی که در معرض هیومیک‌اسید قرار دارند می‌شود (Afarin *et al*., 2022). استفاده از اسیدهیومیک با کمک به جذب مواد مغذی ضروری مانند N و K باعث افزایش پروتئین‌های محلول و سنتز آنزیم‌ها می‌شود (Hatam *et al*., 2018). یک مطالعه‌ای نشان داد که ترکیب اسیدهیومیک می‌تواند مقاومت فلفل‌دلمه‌ای را در برابر شوری بهبود بخشد (Bacilio *et al*., 2017). همچنین در پژوهشی بیان شد که هیومیک‌اسید می‌تواند با افزایش محرک‌های رشد، بر رشد گیاهان اثر معنی‌داری بگذارد (Safarzadeh-Shirazi *et al*., 2020). اگرچه بسیاری از مواد هیومیک هنوز به طور کامل مشخص نشده‌اند، اما یکی از مهمترین ویژگی‌های هیومیک‌ها سطح واکنشی عظیم آنهاست که عمدتاً نیز دارای بار منفی هستند و با سایر اجزای ماتریکس ریزوسفر (لیگاندهای معدنی، خاک رس، هیدروکسیدها) در واکنش های جذب/جذب فلزات رقابت می‌کند (Ondrasek *et al*., 2018). نیتروژن (N) یک عنصر ضروری برای تمام فرآیندهای زندگی در گیاهان است و جزء ساختاری همه پروتئین‌ها، از جمله آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز، رشد و نمو

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

است و جزء مهم اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل است. در عین حال، نیتروژن یکی از مواد مغذی محدود کننده اصلی در اکثر اکوسیستم‌ها و خاک‌های کشاورزی است (Padilla *et al*., 2018). نیترات و نیتریت دو آنیون در چرخه‌ی نیتروژن هستند که به طور گسترده در طبیعت پراکنده هستند. این ترکیبات در جو، آب، خاک، میکروارگانیسم‌ها، گیاهان و حیوانات یافت می‌شوند (Ding *et al*., 2018). تجمع بیش از حد نیترات، از معیارهای کاهش دهنده‌ی کیفیت در سبزیجات محسوب می‌شود و یکی از عوامل نامناسبی که می‌تواند کیفیت سبزی‌ها را تحت تأثیر قرار دهد، تجمع نیترات در اندام‌های قابل مصرف آنهاست (Alemian *et al*., 2014). وجود نیتریت و نیترات در مواد غذایی و اثرات سوء آنها بر روی سلامتی موضوعی‌ست که امروزه همچنان مورد مطالعه و بحث قرار می‌گیرد و دخالت انسان در چرخه‌ی نیتروژن طبیعت باعث شده که به تدریج بر میزان تجمع این ماده در محیط زیست افزوده شود (Pirsaheb *et al*., 2013). اثرات نامطلوب مصرف نیتریت بر سلامت انسان به خوبی شناخته شده است. با این حال، خوردن میوه‌ها و سبزیجات یکی از مسیرهای اصلی جذب نیتریت به دلیل جذب نیتروژن در گیاهان است (Zhang *et al*., 2019). وجود نیتریت و نیترات بیش از حد در مواد غذایی ممکن است اثرات سمی و سرطان‌زا برای انسان داشته باشد (Rezaei *et al*., 2014). فرضیه‌ی اصلی این پژوهش، امکان‌سنجی کاهش میزان سطوح نیترات و نیتریت با استفاده از مواد مغذی مانند اسیدهیومیک و عصاره گیاه دارویی مرزنجوش در فلفل‌دلمه‌ای می‌باشد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر هیومیک‌اسید و عصاره‌ی گیاه‌دارویی مرزنجوش بر میزان نیترات، نیتریت و برخی صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای انجام شد.

مواد و روش ها

این پژوهش در استان هرمزگان، شهرستان رودان با هدف بررسی اثر هیومیک اسید و عصاره‌ی گیاه دارویی مرزنجوش (*Origanum majorana*) بر میزان نیترات، نیتریت و برخی صفات کمی، کیفی و بیوشیمیایی دو رقم فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای صادراتی (Paramo) و (Tarento) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۶ تیمار و ۳ تکرار و در دو رقم، مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت. رقم Paramo متعلق به شرکت Seminis کشور آمریکا و نارنجی رنگ می‌باشد. رقم Taranto نیز تولید شده‌ی شرکت RIJK ZWAAN کشور هلند و زرد رنگ می‌باشد. در این پژوهش از کود هیومیک اسیدNATURAL GREEN HUMIC ACID ساخت شرکت Agroland کشور یونان در سه سطح (۰/۲، ۰/۶ و ۱ در هزار) استفاده گردید. همچنین از عصاره‌ی گیاه دارویی مرزنجوش در غلظت‌های ۳ و ۶ درصد استفاده شد. جهت مقایسه یک تیمار هم بعنوان شاهد در نظر گرفته شد. در این آزمایش برای عصاره گیری از گیاه مرزنجوش، ابتدا گیاه مرزنجوش خشک شده به نسبت ۱ به ۱۵ (یک واحد اندام گیاهی خشک + ۱۴ واحد آب) را با هم مخلوط کرده و سپس به مدت ۷۲ ساعت در دمای محیط قرار دادیم تا کاملاً مواد مرزنجوش در آب حل شود. سپس محلول به دست آمده را از صافی عبور داده و از محلول صاف شده به عنوان مواد آزمایش، در غلظت های ۳ و ۶ درصد پس از رقیق سازی با آب، استفاده گردید.

جدول ۱- نتیجه آزمون خاک.

Table 1. The result of Soil analysis.

شن Sand (%)	پتاسیم K (mg/kg)	فسفر P (mg/kg)	نیتروژن N (%)	کربن آلی OC (%)	پی‌اچ pH	هدایت الکتریکی EC (ds/m)
62	158	11.73	0.089	1.05	7.38	5.37
منگنز Mn (ppm)	مس Cu (ppm)	روی Zn (ppm)	آهن Fe (ppm)	درصد اشباع SP (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)
3.52	0.15	0.48	3.54	38	26	12

جدول ۲- نتیجه آنالیز آب.

Table 2. The result of Water analysis.

نسبت جذب سدیم SAR	درصد سدیم محلول SSP (%)	پی اچ pH	کل مواد محلول TDS (mg/L)	هدایت الکتریکی EC (µmos/cm)	K^+	Na^+	$Mg2^+$	Ca^{2+}	SO4	Cl	HCO3	CO3
					میلی اکی والان در لیتر Milliequivalaants per liter							
5.25	55.13	7.32	895	1821	0.87	10.04	3.1	4.2	2.41	12.6	3.1	0.00

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

ابتدا آزمون فیزیکوشیمیایی خاک انجام گرفت و پس از آماده‌سازی سینی‌های کشت با بستر پیت‌ماس، کوکوپیت و پرلیت، و در شرایط یکسان بذرها کشت شدند و پس از ۵±۴۰ روز، نشاها به زمین اصلی انتقال داده شدند. تیمارها به صورت محلول پاشی برگی و به مدت ۱۲ هفته‌ی متوالی بر روی بوته ها اعمال گردید. آبیاری بوته ها به صورت یکسان و به روش موضعی و با استفاده از نوارتیپ بود. در این پژوهش صفات مورد نظر جهت اندازه‌گیری پس از هفته‌ی دوازدهم آزمایش و از یک برداشت مشخص و همزمان مورد ارزیابی قرار گرفت.

روش اندازه گیری صفات مورد بررسی

میزان نیترات (NO_3^-) و نیتریت (NO_2^-) میوه

برای اندازه‌گیری میزان نیترات و نیتریت از روش آزمون اندازه‌گیری نیتریت و نیترات در میوه، سبزی و فرآورده‌های آنها به طریق بیناب سنجی مولکولی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی کشور ایران، شماره استاندارد آزمون ۴۱۰۶ (Institute of Standards and Industrial Research of Iran, ISIRI NUMBER 4106) استفاده گردید (Musa-Khani *et al*., 2013).

میزان TSS میوه

جهت تعیین درجه‌ی بریکس یا مواد جامد محلول از روش رفراکتومتری استفاده شد. ابتدا رفراکتومتر توسط آب مقطر کالیبره شده و سپس یک قطره از عصاره‌ی میوه را بر روی منشور شیشه‌ایی ریخته و در مقابل نور عدد بریکس یا مواد جامد محلول قرائت و یادداشت برداری شد (Monzavi *et al*., 2007).

میزان آنتوسیانین میوه

بدین منظور ۰/۱ گرم از نمونه‌ی گیاهی را در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول خالص واسید کلریدریک خالص به نسبت حجمی ۱:۹۹) کاملا سائیده و عصاره در لوله‌های آزمایش سر پیچ‌دار ریخته شد و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفت. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۴۰۰۰g سانتریفوژ و جذب محلول بالایی در طول موج ۵۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. محاسبه غلظت با استفاده از فرمول $A=\varepsilon bc$ وضریب خاموشی $M^{-1}cm^{-1}$ ۳۳۰۰۰ انجام و نتایج بر حسب میکرومول بر گرم وزن‌تر ارائه گردید (Vahid-Moghaddam *et al*., 2018).

اندازه گیری میزان پتاسیم و کلسیم میوه

برای اندازه‌گیری عناصر مورد نظر، پس از برداشت میوه‌ها در هر تیمار، آنها را در آون خشک و سپس نمونه‌های خشک شده را آسیاب و ۲ گرم از هر نمونه در دمای ۵۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد سوزانده شد. بعد از آن ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال را به نمونه‌ها اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه روی حمام بن ماری ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار دادیم. آنگاه با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره‌ی ۲، نمونه را صاف و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رساندیم و سپس با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر میزان عنصر پتاسیم اندازه‌گیری شد.اندازه‌گیری کلسیم میوه نیز به شیوه تیتراسیون با پرمنگنات پتاسیم انجام شد. برای این کار ۲۰ میلی لیتر از محلول خاکستر را به بشر منتقل کرده حدود ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر و دو قطره معرف متیل رد به ان افزوده شد. سپس با استفاده از pH متر و محلول هیدروکسید آمونیوم (pH ۱+۱) محلول را به حدود ۷-۵/۶ رسانده شد. در این مرحله رنگ محلول زرد میشود، سپس توسط اسید کلریدریک (pH ۱+۳) را به حدود ۳ -۲/۵ رساندیم تا رنگ محلول صورتی شود. سپس توسط محلول تیترازول پرمنگنات پتاسیم ۰/۱ نرمال تا ایجاد رنگ صورتی تیتر کردیم و رنگ حداقل باید به مدت ۳۰ ثانیه پایدار بماند (Amidi-Fazli *et al*., 2013).

به منظور تعیین اثر تیمارها بر میزان کاهش وزن میوه‌های برداشت شده نیز، نمونه‌های برداشت شده در هر کدام از تیمارها پس نگهداری در شرایط محیط (دمای ۲۴ درجه سلسیوس و رطوبت ۵۰ درصد) در روزهای پانزدهم و بیستم نگهداری، میزان کاهش وزن آنها محاسبه و بصورت درصد بیان گردید.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

واکاوی‌های آماری

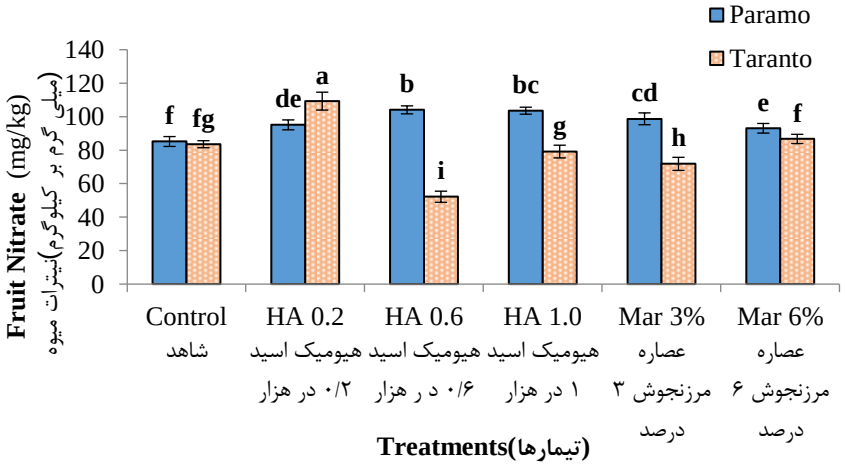
پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها با استفاده از روشKolmogorov-Smirnov و Shapiro-Wilk، با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20.0، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.01، به صورت فاکتوریل و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل ۲۰۰۷ رسم شد.

نتایج

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بین دو رقم در تمامی شاخص‌ها به جز میزان پتاسیم میوه، TSS و میزان آنتوسیانین میوه تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد وجود داشت. و نیز بین تیمارها تفاوت معنی‌داری در تمامی شاخص‌ها به جز در طول میوه، TSS و میزان آنتوسیانین میوه وجود داشت. همچنین برهمکنش معنی‌داری بین دو فاکتور رقم و تیمار، در شاخص‌های قطر میوه، تعداد میوه در بوته، میزان نیترات و نیتریت، عملکرد کل، پتاسیم و کلسیم میوه، میزان TSS و درصد کاهش وزن در روزهای پانزدهم و بیستم مشاهده شد (نتایج نمایش داده نشده است).

نیترات میوه

براساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دو فاکتور، بیشترین میزان نیترات میوه در استفاده از اسید هیومیک ۰/۲ در هزار در رقم تارانتو با میزان ۱۰۹/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن در تیمار هیومیک اسید ۰/۶ در هزار و رقم تارانتو) با میزان ۵۲/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد. در رقم پارامو بیشترین شاخص نیترات میوه در استفاده از هیومیک اسید ۰/۶ در هزار با مقدار ۱۰۴/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن در تیمارشاهد با میانگین ۸۵/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌دست آمد. در رقم تارانتو نیز بیشترین شاخص نیترات میوه در استفاده از اسید هیومیک ۰/۲ در هزار با مقدار ۱۰۹/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن در تیمار اسید هیومیک ۰/۶ در هزار با میانگین ۵۲/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱- برهمکنش اسیدهیومیک و عصاره‌ی گیاه مرزنجوش بر میزان نیترات دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای. ستون‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند.(HA: هیومیک اسید ، Mar: عصاره‌ی گیاه مرزنجوش)

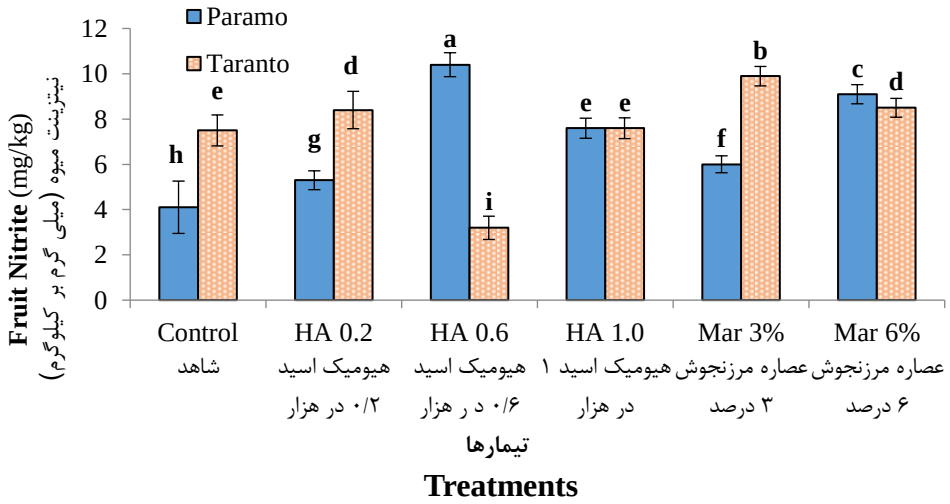
Fig. 1. The interaction effect of humic acid and *Origanum majorana* extract on the amount of Fruit Nitrate of two greenhouse bell pepper cultivars. Columns with common letters do not have a significant difference at the 5% level of the LSD test. **HA**: Humic Acid and **Mar**: *Origanum majorana* extract.

نیتریت میوه

همچنین براساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دو فاکتور، بیشترین میزان نیتریت میوه در استفاده از اسید هیومیک ۰/۶ در هزار در رقم پارامو با میزان ۱۰/۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن در تیمار اسید هیومیک ۰/۶ در هزار و رقم تارانتو با میزان ۲/۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد. در رقم پارامو بیشترین شاخص نیتریت میوه در استفاده از اسید هیومیک ۰/۶ در هزار با مقدار ۱۰/۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن در تیمارشاهد با میانگین ۴/۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌دست آمد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

در رقم تارانتو نیز بیشترین شاخص نیتریت میوه در استفاده از عصاره مرزنجوش ۳ درصد با مقدار ۹/۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن در تیمار اسید هیومیک ۰/۶ در هزار با میانگین ۲/۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد (شکل ۲).



شکل ۲- برهمکنش اسیدهیومیک و عصاره گیاه مرزنجوش بر میزان نیتریت دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای. ستون‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند.(HA: هیومیک اسید ، Mar: عصاره‌ی گیاه مرزنجوش).

Fig. 2. The interaction effect of humic acid and *Origanum majorana* extract on the amount of Fruit Nitrite of two greenhouse bell pepper cultivars. Columns with common letters do not have a significant difference at the 5% level of the LSD test. **HA**: Humic Acid and **Mar**: *Origanum majorana* extract.

میزان TSS

براساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دو فاکتور، بیشترین میزان TSS میوه در رقم پارامو و استفاده از اسیدهیومیک ۰/۶ در هزار با میزان ۵/۳۰ درصد و کمترین آن در تیمار اسیدهیومیک ۰/۶ در هزار و رقم تارانتو با میزان ۳/۷۰ درصد مشاهده شد. در رقم پارامو بیشترین شاخص TSS میوه در استفاده از اسید هیومیک ۰/۶ در هزار با میانگین ۵/۳۰ درصد و کمترین آن در تیمار شاهد به با میانگین ۴ درصد به‌دست آمد. در رقم تارانتو نیز بیشترین شاخص TSS میوه در تیمار شاهد و استفاده از عصاره مرزنجوش ۳ درصد با میانگین ۴/۸۰ درصد و کمترین آن در تیمار اسیدهیومیک ۰/۶ در هزار با میانگین۳/۷۰ درصد مشاهده شد (شکل ۳).

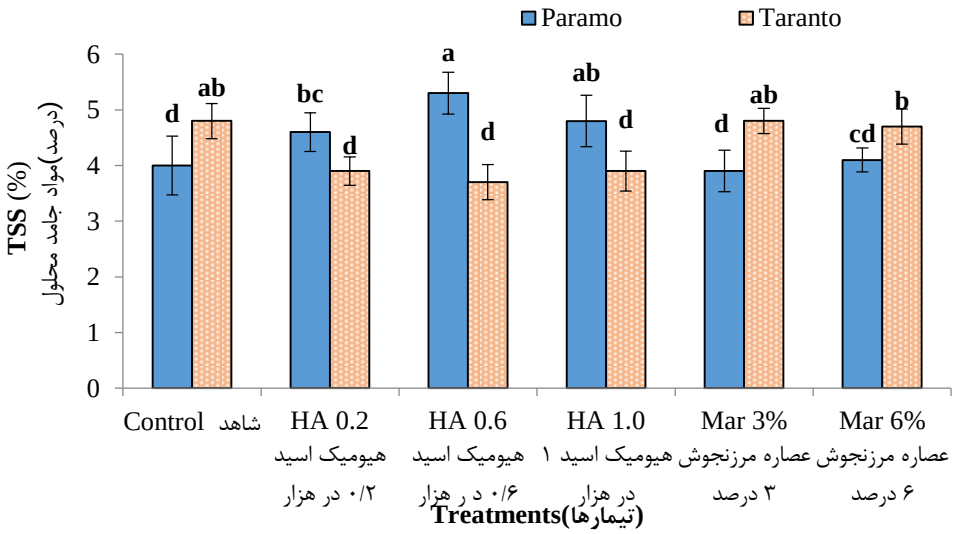
میزان آنتوسیانین میوه

همچنین براساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دو فاکتور، بیشترین میزان آنتوسیانین میوه در رقم تارانتو و استفاده عصاره مرزنجوش ۳ درصد با میزان ۳/۹۳ میکرومول بر گرم وزن‌تر نمونه و کمترین آن در تیمار عصاره مرزنجوش ۶ درصد و رقم تارانتو با میانگین ۳/۵۰ میکرومول بر گرم وزن‌تر نمونه مشاهده شد. در رقم پارامو بیشترین شاخص آنتوسیانین میوه در استفاده از اسید هیومیک ۰/۲ هزار با میزان ۳/۸۷ میکرومول بر گرم وزن‌تر نمونه و کمترین آن در تیمار عصاره مرزنجوش ۶ درصد با میانگین ۳/۵۴ میکرومول بر گرم وزن تر نمونه به‌دست آمد. در رقم تارانتو نیز بیشترین شاخص آنتوسیانین میوه در تیمار عصاره مرزنجوش ۳ درصد با میانگین ۳/۹۳ میکرومول بر گرم وزن‌تر نمونه و کمترین آن در تیمار مرزنجوش ۶ درصد با میانگین ۳/۵۰ میکرومول بر گرم وزن‌تر نمونه مشاهده شد (شکل ۴).

کلسیم میوه

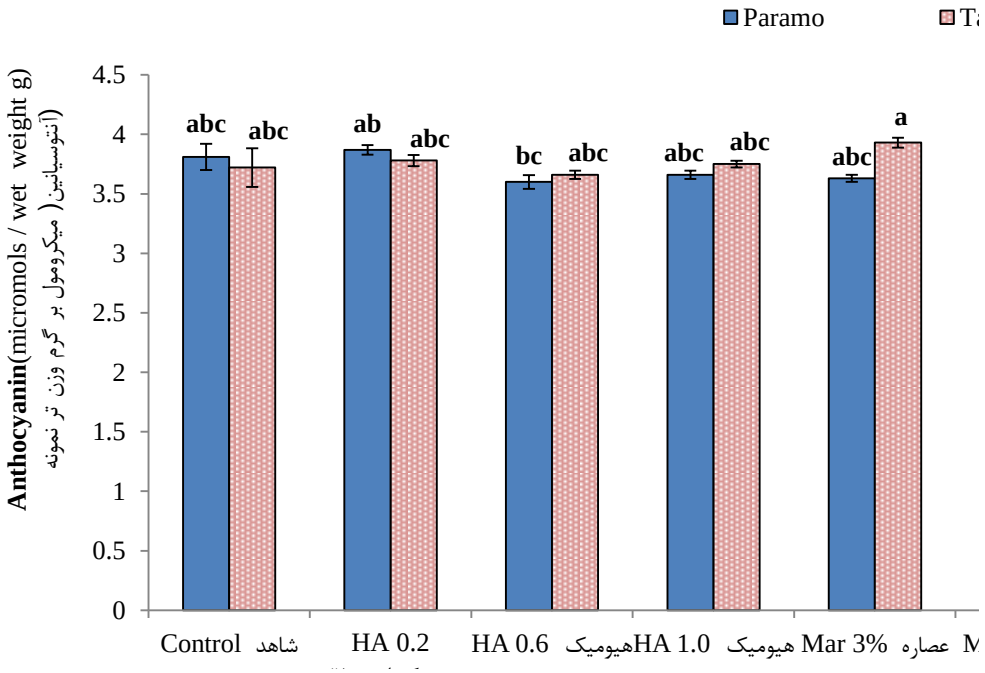
همچنین براساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دو فاکتور، بیشترین میزان کلسیم میوه در رقم پارامو و اسید هیومیک ۱ در هزار با میانگین ۳/۴۶ درصد و کمترین آن در تیمار شاهد و رقم پارامو با میانگین ۱/۳۰ درصد مشاهده شد. در رقم پارامو بیشترین کلسیم میوه در استفاده از اسید هیومیک ۱ هزار با میزان ۳/۴۶ درصد و کمترین آن در تیمار شاهد با میانگین ۱/۳۰ درصد به‌دست آمد. در رقم تارانتو نیز بیشترین میزان کلسیم میوه در تیمار اسید هیومیک ۱ درهزار با میانگین ۳/۳۲ درصد و کمترین آن در تیمار مرزنجوش ۳ درصد با میانگین ۲/۹۸ درصد مشاهده شد (شکل ۵).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]



شکل ۳- برهمکنش اسیدهیومیک و عصاره گیاه مرزنجوش بر میزان TSS دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای. ستون‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند (HA: هیومیک اسید ، Mar: عصاره‌ی گیاه مرزنجوش).

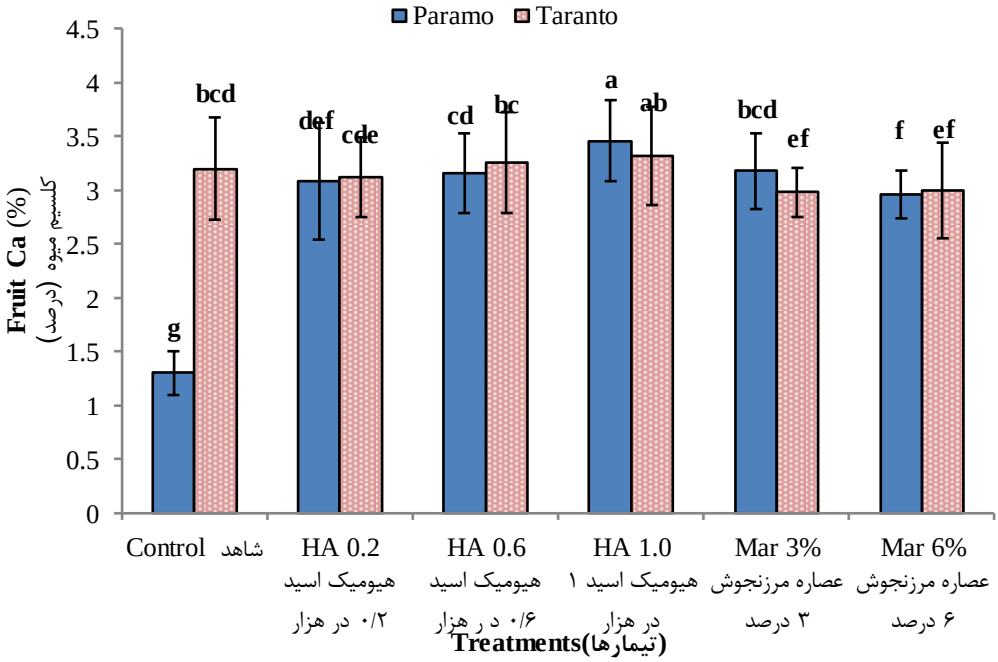
Fig. 3. The interaction effect of humic acid and *Origanum majorana* extract on the amount of Fruit TSS of two greenhouse bell pepper cultivars. Columns with common letters do not have a significant difference at the 5% level of the LSD test. **HA**: Humic Acid and **Mar**: *Origanum majorana* extract.



شکل ۴- برهمکنش اسیدهیومیک و عصاره گیاه مرزنجوش بر میزان آنتوسیانین دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای. ستون‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند.(HA: هیومیک اسید ، Mar: عصاره‌ی گیاه مرزنجوش).

Fig. 4. The interaction effect of humic acid and *Origanum majorana* extract on the amount of Fruit Anthocyanin of two greenhouse bell pepper cultivars. Columns with common letters do not have a significant difference at the 5% level of the LSD test. **HA**: Humic Acid and **Mar**: *Origanum majorana* extract.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]



شکل ۵- برهمکنش اسیدهیومیک و عصاره گیاه مرزنجوش بر میزان کلسیم میوه دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای. ستون‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند.(HA: هیومیک اسید ، Mar: عصاره‌ی گیاه مرزنجوش).

Fig. 5. The interaction effect of humic acid and *Origanum majorana* extract on the amount of Fruit Calcium of two greenhouse bell pepper cultivars. Columns with common letters do not have a significant difference at the 5% level of the LSD test. **HA**: Humic Acid and **Mar**: *Origanum majorana* extract.

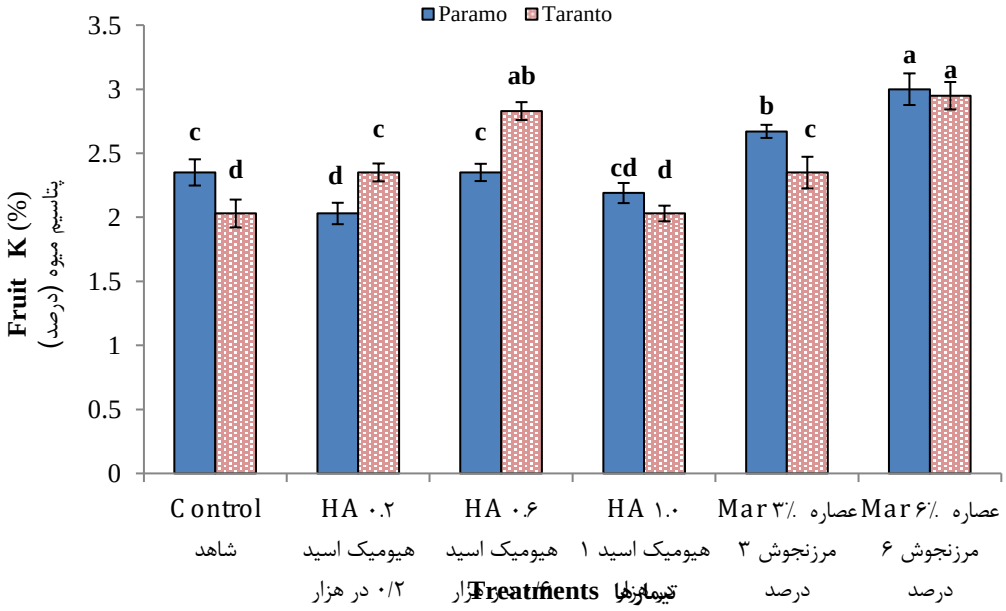
پتاسیم میوه

همچنین براساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دو فاکتور، بیشترین میزان پتاسیم میوه در رقم پارامو عصاره‌ی مرزنجوش ۶ درصد با میانگین ۳/۰۰ درصد و کمترین آن در تیمارهای اسید هیومیک ۰/۲ در هزار و رقم پارامو و شاهد در رقم تارانتو و اسید هیومیک ۱ در هزار در رقم تارانتو با میانگین ۲/۰۳ درصد پتاسیم مشاهده شد. در رقم پارامو بیشترین پتاسیم میوه در استفاده از مرزنجوش ۶ درصد با میزان ۳/۰۰ درصد پتاسیم و کمترین آن در تیمار اسید هیومیک ۰/۲ در هزار با میانگین ۲/۰۳ درصد پتاسیم میوه به‌دست آمد. در رقم تارانتو نیز بیشترین میزان پتاسیم میوه در تیمار مرزنجوش ۶ درصد با میانگین ۲/۹۵ و کمترین آن در تیمارهای شاهد و اسید هیومیک ۱ در هزار با میانگین ۲/۰۳ درصد پتاسیم مشاهده شد (شکل ۶).

قطر میوه

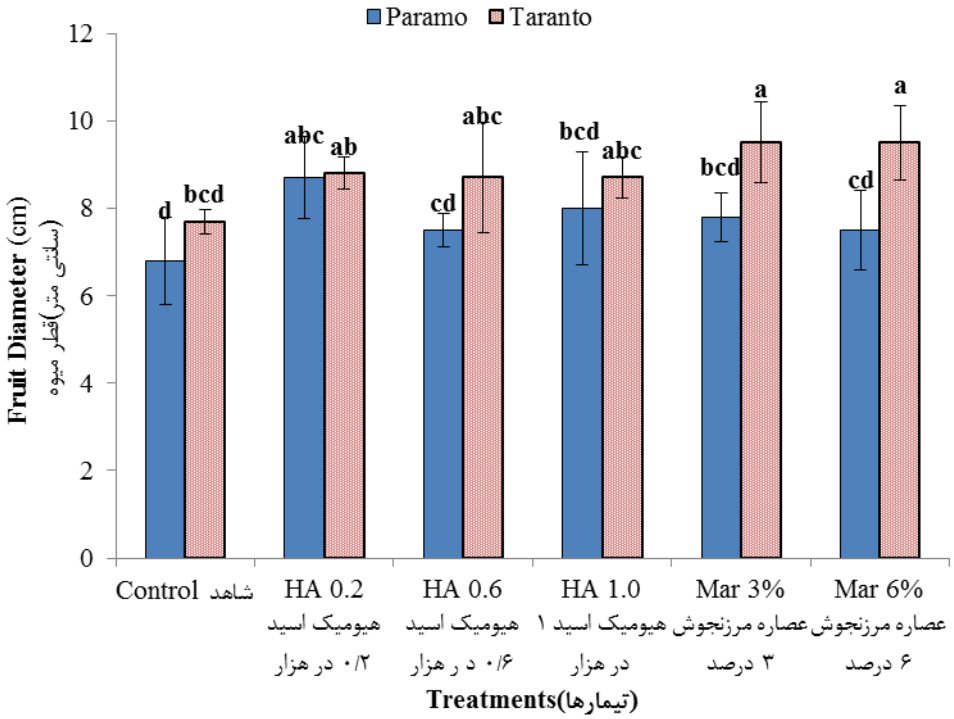
براساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دو فاکتور، بیشترین میزان قطر میوه در تیمارهای مرزنجوش ۳ و ۶ درصد رقم تارانتو با میانگین ۹/۵۰ سانتی‌متر و کمترین آن در تیمار شاهد و رقم پارامو با میانگین ۶/۸۰ سانتی‌متر مشاهده شد. در رقم پارامو بیشترین قطر میوه در استفاده از اسید هیومیک ۰/۲ هزار با میزان ۸/۷۰ سانتی‌متر و کمترین آن در تیمار شاهد با میانگین ۶/۸۰ سانتی‌متر به‌دست آمد. در رقم تارانتو نیز بیشترین میزان قطر میوه در تیمارهای مرزنجوش ۳ و ۶ درصد با میانگین ۹/۵۰ سانتی‌متر و کمترین آن در تیمار شاهد با میانگین ۷/۷۰ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل ۷).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]



شکل ۶- برهمکنش اسیدهیومیک و عصاره گیاه مرزنجوش بر میزان پتاسیم میوه دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای. ستون‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند (HA: هیومیک اسید ، Mar: عصاره‌ی گیاه مرزنجوش).

Fig. 6. The interaction effect of humic acid and *Origanum majorana* extract on the amount of Fruit Potassium of two greenhouse bell pepper cultivars. Columns with common letters do not have a significant difference at the 5% level of the LSD test. **HA**: Humic Acid and **Mar**: *Origanum majorana* extract.



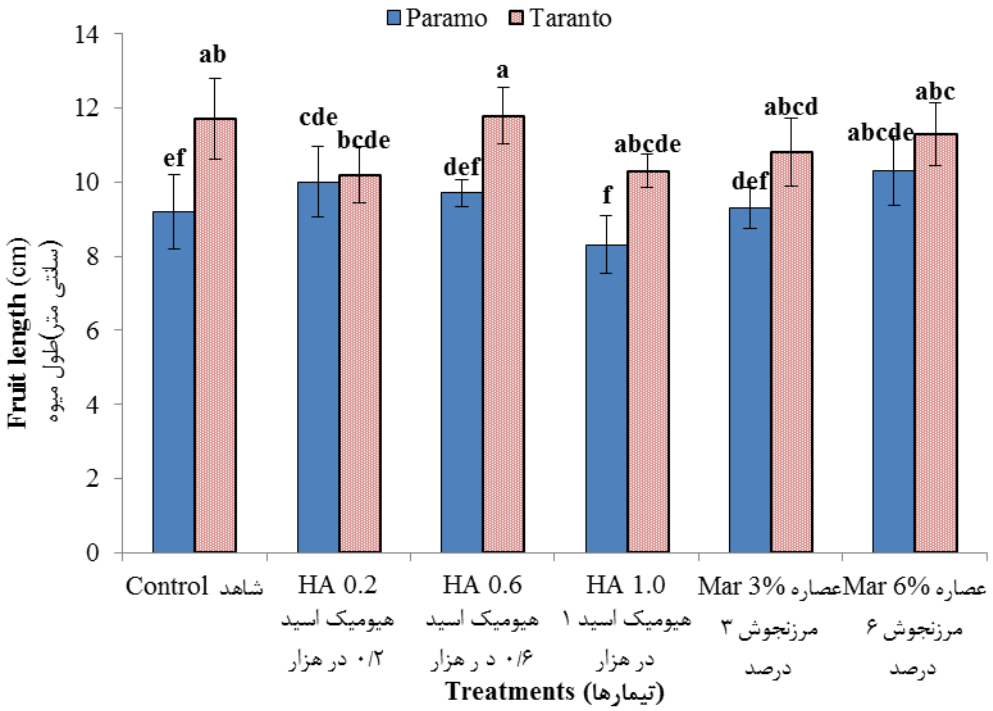
شکل ۷- برهمکنش اسیدهیومیک و عصاره گیاه مرزنجوش بر قطر میوه دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای. ستون‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند (HA: هیومیک اسید ، Mar: عصاره‌ی گیاه مرزنجوش).

Fig. 7. The interaction effect of humic acid and *Origanum majorana* extract on the amount of Fruit Diameter of two greenhouse bell pepper cultivars. Columns with common letters do not have a significant difference at the 5% level of the LSD test. **HA**: Humic Acid and **Mar**: *Origanum majorana* extract.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

طول میوه

همچنین براساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دو فاکتور، بیشترین میزان طول میوه در رقم تارانتو و اسید هیومیک ۰/۶ در هزار با میانگین ۱۱/۸۰ سانتی متر و کمترین آن در تیمار اسید هیومیک ۱ در هزار رقم پارامو با میانگین ۸/۳۰ سانتی‌متر مشاهده شد. در رقم پارامو بیشترین طول میوه در استفاده از مرزنجوش ۶ درصد با میزان ۱۰/۳۰ سانتی‌متر و کمترین آن در تیمار اسید هیومیک ۱ در هزار با میانگین ۸/۳۰ سانتی‌متر به‌دست آمد. در رقم تارانتو نیز بیشترین میزان طول میوه در تیمار شاهد با میانگین ۱۱/۷۰ سانتی‌متر و کمترین آن در تیمار اسید هیومیک ۰/۲ در هزار با میانگین ۱۰/۲۰ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل ۸).



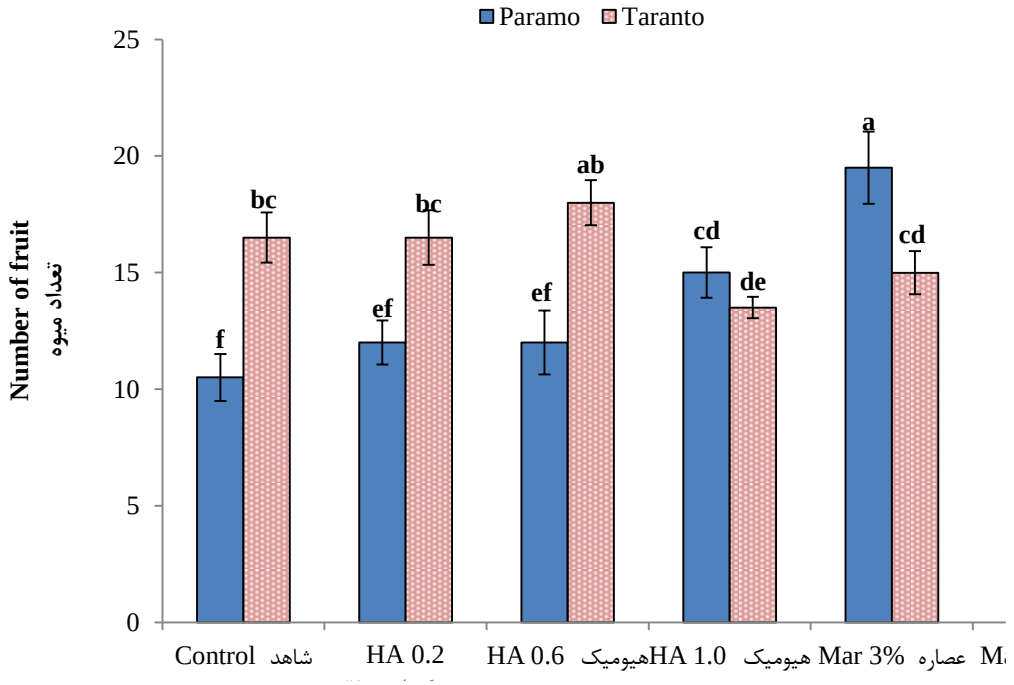
شکل ۸- برهمکنش اسیدهیومیک و عصاره گیاه مرزنجوش بر طول میوه دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای. ستون‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند (HA: هیومیک اسید ، Mar: عصاره‌ی گیاه مرزنجوش).

Fig. 8. The interaction effect of humic acid and *Origanum majorana* extract on the amount of Fruit Length of two greenhouse bell pepper cultivars. Columns with common letters do not have a significant difference at the 5% level of the LSD test. **HA**: Humic Acid and **Mar**: *Origanum majorana* extract.

تعداد میوه در بوته

همچنین براساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دو فاکتور، بیشترین میزان تعداد میوه در بوته در رقم پارامو و عصاره‌ی مرزنجوش ۳درصد با میانگین ۱۹ عدد و کمترین آن در تیمار شاهد و رقم پارامو با میانگین ۱۰ عدد میوه مشاهده شد. در رقم پارامو بیشترین تعداد میوه در عصاره مرزنجوش ۳درصد با میانگین ۱۹ عدد و کمترین آن در تیمار شاهد با میانگین ۱۰ عدد میوه به‌دست آمد. در رقم تارانتو نیز بیشترین میزان تعداد میوه در تیمار اسید هیومیک ۰/۶ در هزار و میانگین ۱۸ عدد و کمترین آن در تیمار اسید هیومیک ۱ در هزار با میانگین ۱۳ عدد میوه مشاهده شد (شکل ۹).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]



شکل ۹- برهمکنش اسیدهیومیک و عصاره گیاه مرزنجوش بر تعداد میوه در بوته‌ی دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای. ستون‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند (HA: هیومیک اسید ، Mar: عصاره‌ی گیاه مرزنجوش).

Fig. 9. The interaction effect of humic acid and *Origanum majorana* extract on the amount of Number of Fruit of two greenhouse bell pepper cultivars. Columns with common letters do not have a significant difference at the 5% level of the LSD test. **HA**: Humic Acid and **Mar**: *Origanum majorana* extract.

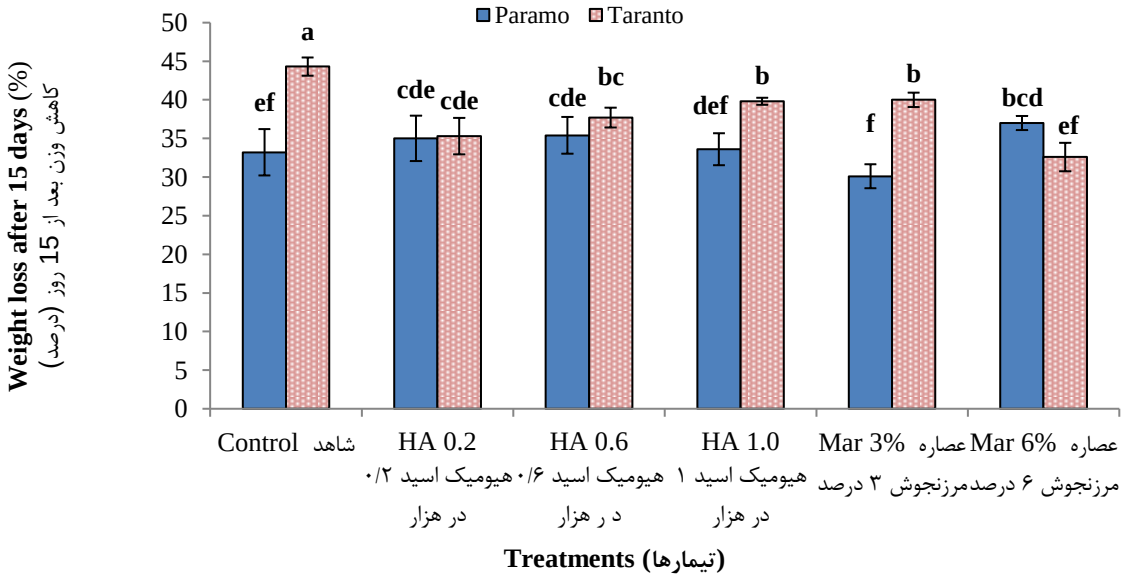
درصد کاهش وزن در روز پانزدهم پس از برداشت

همچنین براساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دو فاکتور، بیشترین میزان درصد کاهش وزن در روز پانزدهم پس از برداشت در تیمار شاهد رقم تارانتو با میانگین ۴۴/۳۰ درصد و کمترین آن در تیمار مرزنجوش ۳ درصد رقم پارامو با میانگین ۳۰/۱۰ درصد کاهش وزن مشاهده شد. در رقم پارامو بیشترین میزان درصد کاهش وزن در روز پانزدهم پس از برداشت در استفاده از عصاره مرزنجوش ۶ درصد با میانگین ۳۷/۰۰ درصد و کمترین آن در تیمار مرزنجوش ۳ درصد با میانگین ۳۰/۱۰ درصد کاهش وزن به‌دست آمد. در رقم تارانتو نیز بیشترین میزان درصد کاهش وزن در روز پانزدهم پس از برداشت در تیمار شاهد با میانگین ۴۴/۳۰ درصد و کمترین آن در تیمار مرزنجوش ۶ درصد با میانگین ۳۲/۶۰ درصد کاهش وزن مشاهده شد (شکل ۱۰).

درصد کاهش وزن روز بیستم پس از برداشت

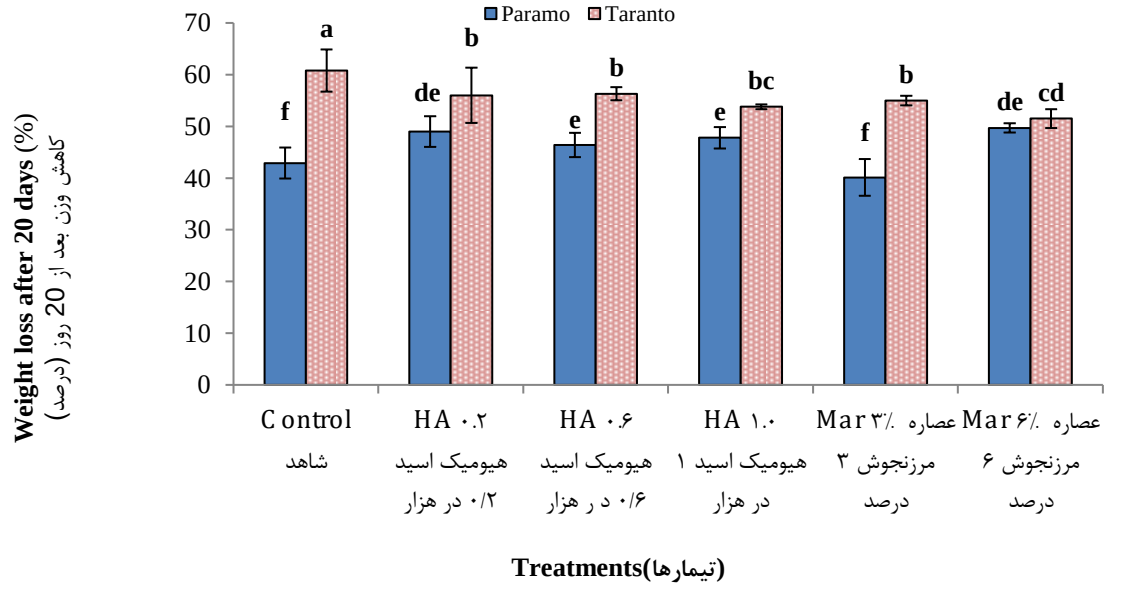
همچنین براساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دو فاکتور، بیشترین میزان درصد کاهش وزن در روز بیستم پس از برداشت در تیمار شاهد رقم تارانتو با میانگین ۶۰/۸۰ درصد و کمترین آن در تیمار مرزنجوش ۳ درصد رقم پارامو با میانگین ۴۰/۱۰ درصد کاهش وزن مشاهده شد. در رقم پارامو بیشترین میزان درصد کاهش وزن در روز بیستم پس از برداشت در استفاده از عصاره مرزنجوش ۶ درصد با میانگین ۴۹/۷۰ درصد و کمترین آن در تیمار مرزنجوش ۳ درصد با میانگین ۴۰/۱۰ درصد کاهش وزن به‌دست آمد. در رقم تارانتو نیز بیشترین میزان درصد کاهش وزن در روز بیستم پس از برداشت در تیمار شاهد با میانگین ۶۰/۸۰ درصد و کمترین آن در تیمار مرزنجوش ۶ درصد با میانگین ۵۱/۵۰ درصد کاهش وزن مشاهده شد (شکل ۱۱).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]



شکل ۱۰- برهمکنش اسیدهیومیک و عصاره گیاه مرزنجوش بر درصد کاهش وزن روز پانزدهم پس از برداشت دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای. ستون‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند (HA: هیومیک اسید ، Mar: عصاره‌ی گیاه مرزنجوش).

Fig. 10. The interaction effect of humic acid and *Origanum majorana* extract on the amount of weight loss in 15 days after the harvest of two greenhouse bell pepper cultivars. Columns with common letters do not have a significant difference at the 5% level of the LSD test. **HA**: Humic Acid and **Mar**: *Origanum majorana* extract.



شکل ۱۱- برهمکنش اسیدهیومیک و عصاره گیاه مرزنجوش بر درصد کاهش وزن روز بیستم پس از برداشت دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای. ستون‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند (HA: هیومیک اسید ، Mar: عصاره‌ی گیاه مرزنجوش).

Fig. 11. The interaction effect of humic acid and *Origanum majorana* extract on the amount of weight loss in 20 days after the harvest of two greenhouse bell pepper cultivars. Columns with common letters do not have a significant difference at the 5% level of the LSD test. **HA**: Humic Acid and **Mar**: *Origanum majorana* extract.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

بحث

طی بررسی نتایج این پژوهش و در مقایسه‌ی اثر انفرادی بین دو رقم پارامو و تارانتو، می توان اینگونه اظهار داشت که رقم پارامو در میزان نیتریت، و رقم تارانتو در میزان نیترات، میانگین بهتر و شرایط مطلوب‌تری از خود نشان دادند. همچنین در رقم تارانتو غلظت عصاره‌ی مرزنجوش ۳درصد نسبت به شاهد و غلظت ۶ درصد مرزنجوش، با اختلاف معنی داری از میزان نیترات کمتری برخوردار بود. در بررسی برهمکنش تیمارها و ارقام، نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی عصاره‌ی گیاه دارویی مرزنجوش (*Origanum majorana*) و هیومیک اسید، همبستگی مستقیمی بر کاهش یا افزایش میزان نیتریت و نیترات میوه‌ی فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای در ارقام مورد آزمایش ندارد. اما در رقم پارامو با افزایش غلظت اسید هیومیک محلول‌پاشی شده، میزان نیترات نیز افزایش یافت. در این رابطه و با توجه به نتایج این پژوهش توصیه می‌شود تا حد ممکن از کودهای پایه آمونیاکی همراه با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید در گلخانه‌های فلفل‌دلمه‌ای رنگی استفاده نشود. زیرا در طی فرآیند نیتریفیکاسیون آمونیاک تبدیل به نیتریت شده و در بافت میوه فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای تجمع می‌یابد. در این رابطه راه‌کارهای بسیاری برای کاهش میزان آلاینده‌های نیترات و نیتریت پیشنهاد شده اما مهم‌ترین و اولین گام، بالابردن آگاهی کشاورزان و تولیدکنندگان از مضرات آن می‌باشد. علاوه بر این بالابردن آگاهی عمومی مصرف‌کنندگان در مورد مضرات این آلاینده می‌تواند به تصویب قوانین و اقدامات اجرایی برای جلوگیری از آلودگی بیش از حد مواد غذایی بینجامد و سطح نظارت ارگان‌های مربوطه را افزایش دهد (Alaei-Ardakani *et al*., 2016).

فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها از مهم‌ترین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی هستند، این ترکیبات نه تنها رادیکال‌های آزاد را از بین می‌برند، بلکه از تولید بیشتر آن‌ها در گیاه نیز جلوگیری می‌کنند. گیاهانی که در بافت‌شان آنتوسیانین دارند اغلب مقاوم به خشکی هستند (Heshmati *et al*., 2016). امروزه یکی از بهترین منابع آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، ترکیبات فنولی گیاهان می‌باشند. آنتی‌اکسیدان‌های پلی‌فنولی یک گروه ویژه از متابولیت‌های ثانویه را تشکیل می‌دهند که نقش مهمی در حفاظت بافت‌ها در مقابل اثرات اکسیدکنندگی رادیکال‌های آزاد اکسیژن و سایر گونه‌های فعال ایفا می‌کنند، خاصیت آنتی اکسیدانی گیاهان به میزان هر یک از ترکیبات پلی‌فنولی بستگی دارد (Sepehrifar and Hasanlou, 2010). نتایج این پژوهش بیانگر این مسئله بود که تیمار عصاره‌ی مرزنجوش ۳ درصد در هر دو رقم دارای بیشترین میزان آنتوسیانین بود و می توان اینگونه نتیجه گرفت که استفاده از عصاره‌ی مرزنجوش در غلظت های ۳ درصد میزان آنتوسیانین میوه فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای را افزایش می دهد، که این موضوع می‌تواند بواسطه‌ی افزایش دادن ترکیبات فنولی بافت میوه توسط عصاره مرزنجوش و در نتیجه افزایش یافتن میزان آنتوسیانین میوه باشد و این موضوع با نتایج به‌دست آمده توسط دیگر محققان کاملاً همخوانی دارد (Sepehrifar and Hsanlou, 2010). از آنجا که در هر دو رقم و در غلظت های ۶ درصد مرزنجوش دارای کمترین میزان آنتوسیانین بود می توان اینگونه بیان داشت که در غلظت های بالاتر شاهد کاهش میزان آنتوسیانین خواهیم بود و این موضوع به این دلیل می‌تواند باشد که گیاهان نسبت به مقادیر مختلف کودهای مورد استفاده پاسخ های متفاوتی نشان می‌دهند و مدیریت تغذیه‌ای مناسب می‌تواند در افزایش عملکرد و کیفیت محصولات حائز اهمیت باشد (Hayati *et al*., 2022). همچنین در این پژوهش استفاده از اسید هیومیک در هر دو رقم تفاوت معنی‌داری را در میزان آنتوسیانین نداشت و این موضوع با نتایج به‌دست آمده توسط دیگر پژوهشگران همخوانی دارد (Aminifard and Ghaderi-Zeh, 2020).

قندها عمده‌ترین مواد جامد محلول در آب‌میوه هستند. بنابراین قندها می‌توانند توسط مواد جامد محلول تخمین زده شوند. با رسیدن میوه، اسید تبدیل به قند می‌شود و تجمع قندها در میوه افزایش می‌یابد. اسیدهای آلی، آمینواسیدها، ترکیبات فنلی و پکتین‌های قابل حل، در مقدار مواد جامد محلول (TSS) دخالت دارند (Azad-Shahraki and Kaffashan, 2017). نتایج این پژوهش همچنین نشان داد که استفاده از محلول‌پاشی عصاره‌ی گیاه دارویی مرزنجوش و هیومیک‌اسید می‌تواند تاثیرات معنی‌داری بر میزان TSS میوه‌ی فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای داشته باشد. و این احتمالاً به این دلیل است که استفاده از اسید هیومیک باعث، افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، روی و مس می شود (Salehi *et al*., 2014). عصاره مرزنجوش دارای ترکیبات مختلفی از قبیل کارواکرول و تیمول است و از آنجایی که این ترکیبات دارای خاصیت آنتی اکسیدانی می‌باشند، ممکن است این ترکیبات میزان فتوسنتز را در گیاه افزایش و منجر به افزایش وزن اندام‌های مختلف شده

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

باشند. همچنین محلول‌پاشی به واسطه گسترش سطح برگ و افزایش پتانسیل فتوسنتزی گیاه، موجب بزرگتر شدن ساختارهای رویشی، افزایش وزن و قطر ساقه‌ها و در نتیجه افزایش وزن قسمت‌های مختلف می‌شود (Ansar *et al*., 2020). نتایج به‌دست آمده در خصوص قطر میوه‌ها، طول میوه‌ها و تعداد میوه در هر بوته، در این پژوهش نیز با موضوع ذکر شده کاملاً همخوانی دارد. به‌طورکلی، گزارشات مختلف حاکی از آن است که محلول‌پاشی با استفاده از ترکیبات مختلف از طریق افزایش فتوسنتز گیاه سبب انتقال بیشتر مواد پرورده‌ی گیاهی به اندام‌های زایشی و به دنبال آن افزایش باروری اندام زایشی تحت شرایط تنش و در نهایت افزایش وزن اندام زایشی می‌شود (Ansar *et al*., 2020). استفاده از مواد هیومیک برای بهبود رشد محصول موضوعی است که از چندین دهه مورد توجه بوده است. این ترکیب باعث افزایش جذب عناصر ماکرو و میکرو می‌شود و همچنین قابلیت تحرک و دسترسی عناصر غذایی برای گیاهان را بهبود می‌بخشد (Anari-Anaraki *et al*., 2016). نتایج این پژوهش نیز نشان داد که بین غلظت اسید هیومیک مورد استفاده و میزان کلسیم میوه‌ی فلفل دلمه‌ی گلخانه‌ای، ارتباط و همبستگی مستقیمی وجود دارد. چرا که در هر دو رقم تارانتو و پارامو، با افزایش غلظت تیمار هیومیک اسید، میزان کلسیم میوه نیز افزایش یافت و این موضوع با نتایج به‌دست آمده توسط (Salehi *et al*, 2014 و Anari-Anaraki *et al*, 2016) کاملاً همخوانی دارد (Anari-Anaraki *et al*., 2016; Salehi *et al*., 2014). بررسی میزان پتاسیم میوه نیز نشان داد که در هر دو رقم، با افزایش غلظت عصاره‌ی مرزنجوش مورد استفاده، میزان پتاسیم میوه نیز افزایش یافته است. در این رابطه گزارش شده است که از آنجایی که عصاره مرزنجوش دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی و دارای ترکیبات فنلی و متانولی می‌باشند، می‌توانند از این طریق افزایش میزان فلاونوئید از تخریب غشاهای سلولی و پراکسیداسیون لیپیدها جلوگیری کنند و عنصر پتاسیم نقش بسزایی در افزایش مقاومت به تنش‌ها دارد (Ansar *et al*., 2020). این مسئله با نتایج به‌دست آمده توسط دیگر پژوهشگران کاملاً همخوانی دارد (Hosseini *et al*., 2018). علاوه بر ارزش تغذیه‌ای ماده غذایی، نگهداری ماده غذایی و جلوگیری از فساد آن نیز می‌بایست مورد توجه قرار بگیرد. می‌دانیم که اکسیداسیون مشکل اصلی فساد شیمیایی است که منجر به از بین رفتن کیفیت تغذیه‌ای، رنگ، طعم، بافت و سلامت ماده‌ی غذایی می‌شود علاوه بر آن، رادیکال‌های آزاد حاصل از اکسایش، هنگامی که در زنجیره‌ی غذایی قرار می‌گیرند تاثیرات ناگواری بر سلامت انسان می‌گذارند. مطالعات فراوانی اثر فعالیت‌های ضدقارچی، ضدباکتریایی و آنتی‌اکسیدانی اسانس گونه‌های مختلف مرزنجوش به دلیل وجود تیمول و کارواکرول موجود در آن‌ها را نشان داده‌اند (Vahid-Moghaddam *et al*., 2018). چندین راه‌حل به حفظ کیفیت فلفل‌دلمه‌ای مانند استفاده از اشعه‌ی ماوراء بنفش، هوای ذخیره‌سازی بهینه، پوشش‌های خوراکی، عملیات حرارتی و استفاده از ترکیبات آلی و غیرسنتتیک مختلف منجر شده است. اما در مورد حفظ کیفیت میوه‌ی فلفل‌دلمه‌ای تناقضاتی وجود دارد. از یک طرف باید هرچه سریعتر خنک شود تا پوسیدگی میوه به حداقل برسد، اما این سرد شدن سریع منجر به آسیب سرمایی (CI) می شود (Ding and Wang, 2018). در این پژوهش نیز و در بین تیمارهای مختلف اسید هیومیک و در رقم پارامو، بیشترین غلظت مورد استفاده یا همان تیمار ۱ در هزار، دارای کمترین درصد کاهش وزن در روزهای پانزدهم و بیستم پس از برداشت بود. و در خصوص استفاده از مرزنجوش، تیمار ۶ درصد نیز دارای کمترین درصد کاهش وزن در روزهای پانزدهم و بیستم در رقم تارانتو بود. از این موضوع می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که عصاره‌ی مرزنجوش با افزایش مقاومت در برابر آلودگی‌های میکروبی و در نتیجه افزایش ماندگاری میوه (Hosseini *et al*., 2018)، باعث حفظ ویژگی‌های کیفی و کمی میوه در پس از برداشت می‌شود. در این رابطه بیان شده است که ترکیبات موجود در گیاه مرزنجوش (کارواکرول، سینامیک اسید، آنتول و فنل‌ها) باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه می‌شوند که منجر به کاهش نرخ پیری و افزایش مقاومت بافت در برابر حمله‌ی میکروبی می‌شوند. که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش نیز همخوانی دارد (Jin *et al*., 2012).

نتیجه‌گیری

اثر محلول‌پاشی عصاره گیاه داروی مرزنجوش (*Origanum majorana*) و هیومیک‌اسید بر میزان نیترات، نیتریت و برخی صفات کمی، کیفی و بیوشیمیایی دو رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای (Paramo و Tarento) نشان داد، بین دو رقم در تمامی شاخص‌ها به جز میزان پتاسیم، TSS و میزان آنتوسیانین میوه و نیز بین تیمارها تفاوت معنی‌داری در تمامی شاخص‌ها به جز میزان طول میوه، TSS وآنتوسیانین میوه در سطح ۱ درصد وجود داشت. همچنین برهمکنش معنی‌داری بین دو فاکتور در تمامی

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

شاخـص‌های مورد بررسی به جزء طول و قطر میوه و میزان آنتوسیانین میوه در سطح ۱ درصد مشاهده شد. در این پژوهش در رقم تارانتو غلظت عصاره‌ی مرزنجوش ۳ درصد نسبت به شاهد و غلظت ۶ درصد مرزنجوش، با اختلاف معنی داری از میزان نیترات کمتری برخوردار شد. در این مطالعه همچنین و در هر دو رقم، با افزایش غلظت عصاره‌ی مرزنجوش مورد استفاده، میزان پتاسیم میوه نیز افزایش یافت. همچنین نتایج این پژوهش بیانگر این مطلب بود که تیمار اسید هیومیک ۰/۶ در هزار نسبت به شاهد و سایر تیمارها از میزان نیترات و نیتریت کمتر و مطلوبتری برخوردار بود.

References منابع

Afarin, H., Jabbarzadeh, Z., & Barin, M. (2022). Effects of humic acid and mycorrhizal fungus on some morphological and physiological characteristics of *Gerbera jamesonii* 'Dune'. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, *23*(2), 191-204. (In Persian).

Alaei-Ardakani, M., Shirdeli, M., & Haji-Mohammadi, B. (2016). An overview of the risks of nitrite and nitrate consumption on human health. *Published in the Third Conference on New Findings in the Environment and Agricultural Ecosystems, Iran, Tehran.* (In Persian).

Alemian, M., Eftekhari, S. A., Heidari, M., & Alamzadeh-Ansari, N. (2014) Evaluation of nitrate accumulation and nitrate reductase activity in different vegetative growth of selected iranian land races of spinach (*Spinacia oleracea* l.). *Journal of Crop Production and Processing*, *3*(10), 25-36. (In Persian).

Amidi-Fazli, F., Dezyani, M., Ezzati, R., & Eivani, M. (2013). Evaluation of human body needed mineral content in fruits. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, *7*(5), 207-212. (In Persian).

Aminifard, M., & Ghaderi-Zeh, H. (2020). Effects of different levels of humic acid and planting density on antioxidant activity and biochemical properties of Trigonella foenum-graecum L. *Eco-Phytochemical Journal of Medical Plants*, *8*(1-29), 77-89. (In Persian).

Anari-Anaraki, B., Ghasemnezhad, M., & Meighani, H. (2016). Effect of foliar and soil application of humic acid on quantity and quality of pomegranate fruit cv. "Malas-e-Saveh". *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *26*(3), 143-153. (In Persian).

Ansar, Z., Baradaran-Firouzabadi, M., Galeshi, S., Gholami, A., & Parsaian, M. (2020). Effect of *Origanum vulgare* and *Thymus vulgaris* extract spraying on some of growth and quality characteristics of sesame under irrigation levels. *Electronic Journal of Crop Production*, *12*(4), 93-110. (In Persian).

Azad-Shahraki, F., & Kaffashan, J. (2017). Qualitative properties of horticultural crops and their measurement methods. *Agricultural Technical and Engineering Research Institute, Office of Knowledge Network and Promotional Media, National Bibliography. No. 4974862, Tehran, Ministry of Jihad-Keshavarzi*. (In Persian).

Bacilio, M., Moreno, M., Lopez-Aguilar, D., & Bashan, Y. (2017). Scaling from the growth chamber to the greenhouse to the field: Demonstration of diminishing effects of mitigation of salinity in peppers inoculated with plant growth-promoting bacterium and humic acids. *Journal of Applied Soil Ecology*, *119*, 327-338.

Ding, F., & Wang, R. (2018). Amelioration of postharvest chilling stress by trehalose in pepper. *Scientia Horticulturae*, *232*, 52-56.

Ding, Z., Johanningsmeier, S. D., Price, R., Reynolds, R., Truong, V., Payton, S. C., & Breidt, F. (2018). Evaluation of nitrate and nitrite contents in pickled fruit and vegetable products. *Journal of Food Control*, *90*, 304-3.

Ghasemnezhad, M., Sherafati, M., & Payvast, G. A. (2011). Variation in phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant activity of five coloured bell pepper (*Capsicum annuum*) fruits at two different harvest time. *Journal of Functional Foods*, *3*(1), 44-49.

Hatam, E., Shokouhian, A. A., Ghanbari, A. R., & Naseri, L. (2018). Alleviating salt stress in almond rootstocks using of humic acid. *Scientia Horticulturae*, *237*, 296-302.

Hayati, A., Rahimi, M. M., Kalidi, A. S., & Hosseini, S. M. (2022). Impact of humic acid and nano-fe chelate on improving vegetative traits, yield and essential oil content of black cumin (*Nigella sativa*) under drought stress. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, *23*(1), 179-190. (In Persian).

Heshmati, S., Amini-Dehaghi, M., Rezazadeh, A., & Fathi-Amirkhiz, K. (2016). Study the effect of different phosphorus fertilizers on physiological characteristic of photosynthetic pigments and soluble sugars of safflower under water deficit condition. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *14*(2), 304-317. (In Persian).

Hikaru, A., Amzad, H., Yukio, I., Kenichi, Y., Kazuo, H., Yukikazu, I., & Yoko, A. (2007). Effect of application of N, P and K alone or in combination of growth, yield and curcumin content of turmeric (*Curcuma longa* L.). *Plant Production Science*, *10*(1), 151-154.

Hosseini, C., Asghari, M., & Khezri, M. (2018). Evaluation of Oregano essential oil effects on quality and biochemical attributes of sweet cherry (*Prunus avium* L. cv. 'Takdaneh Mashhad'). *Research in Pomology*, *3*(2), 55-69. (In Persian).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

Hosseini, C., Asghari, M. R., & Khezri, M. (2021). Biological control of gray mold and induction of defense responses in sweet cherry (*Prunus avium* L. cv. Takdaneh Mashhad) by *Bacillus subtilis* and Oregano essential oil. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, *22*(4), 465-482. (In Persian).

Jin, P., Wang, S. Y., Gao, H., Zheng, Y., & Wang, C. Y. (2012). Effect of cultural system and essential oil treatment on antioxidant capacity in raspberries. *Food Chemistry*, *132*, 399-405.

Jindo, K., Aparecida-Martim, S., Cantero-Navarro, E., Perez-Alfocea, F., Hernandez, T., Garcia, C., Oliveira-Aguiar, N., & Pasqualoto-Canellas, L. (2012). Root growth promotion by humic acids from composted and non-composted urban organic wastes. *Plant Soil*, *353*, 209-220.

Kushki, F., Estekhdami, P., & Baradaran-Firoozabadi, M. 2015. The effect of marjoram extract on barley. *Fourth National Congress of Organic and Conventional Agriculture. University of Mohaghegh Ardabili*. (In Persian).

Monzavi, H., Mahmoudi-Meymand, M., Ahmadi, N., Azarain, M., Akramzadeh-Ardakani, M., & Emami, Z. (2007). Juices and test methods, first revision. *Iranian Institute of Standards and Industrial Research (www.isiri.org)*. (In Persian).

Musa-Khani, F., Ghanavi, Z., Eslami, Z., Aida, B., Khalili, M., Sadeghi-Fard, S., Sanai, A., Zafari, M., Kazemi, F., Motaleh, N., Mazaheri, M., Molai, S., & Malek-Nejad, N. (2013). Test method for the measurement of nitrite and nitrate in fruits and vegetables and their products by molecular spectroscopy. *Institute of Standards and Industrial Research of Iran (www.isiri.org). Isiri Number 4106.* (In Persian).

Nikkhou, H., Mohammadi, A., Rahnama, H., & Abbaszadeh, B. (2011). Optimization of bell pepper culture medium under *in vitro* conditions. *Journal of Agriculture and Plant Breeding*, *7*(1), 1-11. (In Persian).

Ondrasek, G., Rengel, Z., & Romic, D. (2018). Humic acids decrease uptake and distribution of trace metals, but not the growth of radish exposed to cadmium toxicity. *Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety*, *151*, 55-61.

Padilla, F.M., Gallardo, M., & Manzano-Agugliaro, F .2018. Global trends in nitrate leaching research in the 1960–2017 period. *Journal of Science of the Total Environment*, *643*, 400-413.

Pirsaheb, M., Sharafi, K., & Morad, M. (2013). A survey on nitrite and nitrate levels in vegetables and cucurbits cultivated in northern and western plains of Kermanshah city in 2012. *Journal of Food Hygiene*, *3*(1), 23-31.

Rezaei, M., Fani, A., Latifi-Moeini, A., Mirzajani, P., Malekirad, A. A., & Rafiei, M. (2014). Determining nitrate and nitrite content in beverages, fruits, vegetables, and stews marketed in arak, iran. hindawi publishing corporation. *International Scholarly Research Notices*, Article ID 439702, 5 pp.

Safarzadeh-Shirazi, S., Kavian, S., & Gholami, H. (2020). Effect of humic acid on some morphological and biochemical properties and nutrients concentration of *Aloe vera* under salinity stress. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, *21*(4), 429-438. (In Persian).

Salehi, B., Bagherzadeh, A., Ghasemi, M. & Ebrahimi, M. (2014). Effect of different amounts of organic humic acid on the quantity and quality of tomato varieties (*Lycopersium esculantium*). *Journal of Plant Production Research*, *20*(4), 189-198. (In Persian).

Salha, G. B., Diaz, R. H., Labidi, J., & Abderrabba, M. (2017). Deterpenation of *Origanum majorana* L. essential oil by reduced pressure steam distillation. *Journal of Industrial Crops and Products*, *109*, 116-122.

Sellami, I. H., Maamouri, E., Chahed, T., Waannes, W., Kchok, M. E., & Marzouk, B. (2009). Effect of growth stage on the content and composition of the essential oil and phenolic fraction of sweet marjoram (*Origanum majorana* L.). *Journal of Industrial Crops and Products*, *30*, 395-402.

Sepehrifar, R., & Hasanlou, H. (2010). Polyphenolics, flavonoids, and anthocyanins content and antioxidant activity of Qare-qat (*Vaccinium arctostaphylos* L.) from different areas of Iran. *Journal of Medicinal Plants*, *9*(33), 66-74. (In Persian).

Taheri-Roz, A., Behnamian, M., Dejestan, S., & Karimirad, R. (2017). The effect of *Heracleum persicum* essential oils on the catalase enzyme activity of red bell pepper (*Capsicum annuum* L). *International Conference on Agricultural Sciences, Medicinal Plants and Traditional Medicine. Mashhad, Payame Noor University of Khorasan Razavi. Https://www.civilica.com/Paper-CONFMT01-CONFMT01_340.html*. (In Persian).

Vahid-Moghaddam, F., Mortazavi, S. A., & Qal'e Musiyani, Z. (2018). Evaluation of the antioxidant activity of marjoram extract and its effect on survival of *Lactobacillus Plantarum*, Plantarum subspecies in low-fat probiotic yogurt. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, *10*(1), 97-107. (In Persian).

Zhang, Y., Zhao, G., Cheng, P., Yan, X., Li, Y., Cheng, D., Wang, R., Chen, J., & Shen, W. (2019). Nitrite accumulation during storage of tomato fruit as prevented by hydrogen gas. *International Journal of Food Properties*, *22*(1), 1425-1438.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 24 (3): 419-434 (2023)
Research article

Effect of Foliar Application of Humic Acid and *Origanum Majorana* Extract on Some Quantitative, Qualitative, and Biochemical Traits Changes of Two Greenhouse-Grown Bell Pepper Cultivars (Paramo and Taranto)

Faraz Amiri[1], Abdolhossein Aboutalebi Jahromi[1*], Abdolrasoul Zakerin[1], Hassanzadeh Khankahdani[2], Abdolkarim Ejraei[1]

1. Department of Horticultural Science, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran.
2. Horticulture Crops Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran.
*Corresponding Author, Email: (aa84607@gmail.com)

Capsicum annuum L. is an annual fruit vegetable of the family Solanaceae, native to Mexico and South America, and has always had a special place in the diets of various communities. Excessive accumulation of nitrate and nitrite is one of the criteria for reducing the quality of vegetables. In this study, the effect of foliar application of different concentrations of humic acid and *Origanum majorana* extract on nitrate, nitrite, and some quantitative, qualitative, and biochemical traits of two greenhouse-grown bell pepper cultivars (Paramo and Taranto) was investigated. The treatments were the control, humic acid (0.2, 0.6, and 1 gl^{-l}), and marjoram extract (3 and 6%). All treatments were sprayed on plants for 12 consecutive weeks. In this study, traits such as fruit nitrate and nitrite content, fruit length, fruit diameter, number of fruits per plant, TSS, fruit potassium and calcium content, total yield, anthocyanin content, and weight loss percentage after harvest were measured. The results showed that the Taranto cultivar treated with the humic acid (0.6 gl^{-l}) had better and more desirable nitrate and nitrite levels (52.2 and 3.2 mg/kg, respectively) compared to the control and other treatments. Moreover, the Taranto cultivar treated with the humic acid (0.6 gl^{-l}) showed better results in terms of the fruit length and the number of fruits per plant. The Paramo cultivar treated with the humic acid (0.6 gl^{-l}) had better TSS. Comparing the individual effect of cultivar on the traits showed that the Taranto cultivar had better potential than Paramo in most traits. Results indicated that humic acid 0.6 gl^{-1} had lower and more desirable nitrate and nitrite compared control and other treatments.

Keywords*:* Anthocyanin, Potassium, Calcium, Post-harvest.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]