بررسی اثر پایه بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم تجاری گوجه فرنگی تحت شرایط تنش خشکی

سپیده کاظمی[۱]، عبدالرسول ذاکرین*[۲]، وحید عبدوسی[۳]، پژمان مرادی[٤]

۱-دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

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

۳-استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

٤-دانشیار گروه علوم باغبانی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: zakerrasool2022@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۸/٦- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۹/۳۰)

چکیده

استفاده از پیوند، یکی از راه‌کارهای مقابله با تنش‌های زنده و غیرزنده در سبزیجات است. در این راستا، پایه‌های متحمل به خشکی می‌توانند در تولید گوجه فرنگی در شرایط کمبود آب مفید باشند. به‌منظور بررسی اثر متقابل پایه و پیوندک بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی چهار رقم تجاری گوجه‌فرنگی، پژوهشی در سال ۱۳۹٦ در استان فارس صورت گرفت. در این پژوهش، اثرات پایه بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی های بیوشیمیایی چهار رقم تجاری گوجه فرنگی در شرایط گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. پیوندک‌ها شامل چهار رقم جدید (متین، رعد، راک استون و سوپرچیف) و پایه‌ها شامل سه رقم وحشی گوجه فرنگی (دوراهه، دشتستان و موند) بودند. در این راستا ترکیب سه پایه (دشتستان، دوراهه و موند) و چهار پیوندک (رعد، متین، سوپرچیف و راک استون) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادکه پایه‌های مختلف تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد اندازه‌گیری داشتند. با توجه به اثر اصلی پایه، بیشترین درصد موفقیت (تا ۵۰ درصد) در استفاده از پایه دشتستان به‌دست آمد، در حالی که کمترین (٤۰ درصد) در پایه موند مشاهده شد. از سوی دیگر، اثرات متقابل معنی داری بین پایه و پیوندک از نظر پارامترهای روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، میانگین وزن میوه، سفتی، پروتئین، لیکوپن، کارتنوئید، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز وجود داشت. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که بهترین ترکیبات پایه و پیوندک به ترتیب رعد و سوپرچیف روی پایه دشتستان بودند، زیرا در بسیاری از پارامترهای ارزیابی شده، این ترکیبات پایه و پیوندک از سایر ترکیبات بهتر بودند.

واژه‌های کلیدی: ارقام تجاری، ارقام وحشی، پایه، پیوندک، گوجه فرنگی

مقدمه

عمل پیوند شامل قسمت‌های رویشی دو گیاه منفرد است که از طریق فرآیند همجوشی به یکی می‌پیوندند. دو گیاهی که به هم می‌پیوندند به عنوان پایه و پس از آن پیوندک نامیده می‌شوند. پایه وظیفه تامین آب گیاه و مواد مغذی را از طریق سیستم ریشه خود پس از پیوند دریافت می‌کند، در حالی که پیوندک قسمت‌های هوایی گیاه را تشکیل می‌دهد که در آن محصول رشد می‌کند و برداشت می‌شود. روش‌های پیوند گیاهان علفی مانند سبزیجات و محصولات زراعی کاملاً با گونه‌های چوبی متفاوت است. علاوه بر این، روش‌های مختلفی برای پیوند وجود دارد گونه‌های مختلف گیاهان علفی، و روش‌ها حتی ممکن است در گونه‌های مشابه متفاوت باشد (Martin, 2015).

پیوند را می‌توان به صورت یک رویکرد افزایش مقاومت ارقام گوجه فرنگی به خشکسالی یکی از تکنیک هایی که می توان از آن استفاده کرد در مقابل تنش‌خشکی پیوند نهال است قبل از انتقال آنها به شرایط گلخانه‌ای. را این روش نه تنها برای القای تحمل به خشکی استفاده می‌شود بلکه برای ایجاد مقاومت در برابر بیماری ها و کم دما در برخی مطالعات کیفیت گوجه‌فرنگی با Brix، اسیدیته و محتوای لیکوپن، که تحت تاثیر پیوند قرار نگرفت (Estan *et al*., 2005).

در پژوهشی دیگر اثرات روش‌های مختلف پیوند بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی "TopRed" با تکنیک-های پیوند در سبزیجات و محصولات زراعی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که پیوند باعث افزایش مقاومت گیاهان در برابر چندین نوع تنش (مانند شوری، خشکی و کم، دما) و همچنین افزایش رویشی رشد و جذب مواد مغذی، و افزایش عملکرد در این گیاه شد(Shahabi, 2011).

در پژوهشی دیگر اثر پیوند بر رشد و عملکرد گوجه-فرنگی در شرایط گلخانه‌ای و فضای باز مورد آزمایش قرار دادند و نتایج آزمایش نشان داد که گیاهان پیوند زده عملکرد پایین‌تری را در هر دو محیط داشتند ولی زودرس شدند (Chachalis *et al*., 2006).

مواد و روش ها

در این پژوهش، اثرات پایه بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی چهار رقم تجاری گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه ای در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. پیوندک‌ها شامل چهار رقم جدید (متین، رعد، راک‌استون و سوپرچیف) و پایه‌ها شامل سه رقم وحشی گوجه فرنگی (دوراهه، دشتستان و موند) بودند. پیوند شکافی دو هفته پس از جوانه‌زنی و ظهور دانهال پایه‌ها انجام شد. رژیم غذایی تمامی ترکیب‌های پیوندی در این تحقیق با مقادیر مساوی و کافی کود تأمین شد. در طول آزمایش سعی شد با آفات و هر گونه بیماری احتمالی به همراه فراهم آوردن شرایط بهینه رشد و مدیریت مشترک زراعی مقابله شود. این آزمایش سه تکرار داشت که هر کدام شامل چهار گیاه بود. پارامترهای ارزیابی شده عبارت بودند از روز تا گلدهی و تشکیل میوه، ارتفاع بوته، میانگین وزن میوه، pH آب میوه، تعداد میوه و گل، محتوای ویتامین‌ث، TSS، محتوای پروتئین، عملکرد کل، سفتی میوه، محتوای لیکوپن، محتویات کاروتنوئیدها،

محتوای کلروفیل، محتوای MDA، فعالیت‌های SOD، CAT و پراکسیداز، وزن میوه و pH آب میوه به ترتیب با ترازوی دیجیتال و pH متر مدل هوریبا اندازه‌گیری شد. مقدار ویتامین‌ث با استفاده از تیتراسیون با ید در یدید پتاسیم ارزیابی شد. TSS با استفاده از یک رفرکتومتر دستی مورد سنجش قرار گرفت. برای اندازه‌گیری میزان پروتئین، نمونه‌ها به روش میکروکدال هضم شدند. پس از مرحله تیتراسیون، محتوای پروتئین با استفاده از ضریب تبدیل محاسبه شد: N × 6.25 (Bradford, 1976). با اندازه‌گیری چگالی نور توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۰۳ نانومتر طبق روش (Fishe *et al*., 2002)، مقدار لیکوپن در میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم خمیر کاغذ با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{Lycopene} = \frac{(A_{503}) \times (0.0312)}{sapmle\ weight}$$

که A503 عدد دستگاه در طول موج ۵۰۳ نانومتر و Sample weight وزن نمونه است. فعالیت آنزیم کاتالاز (Dhindsa &Motowe 1981) با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج (۲۴۰) نانومتر در ۳۰ ثانیه اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، بافر فسفات سدیم(۲۰ میلی‌مولار) با ۳۰ درصد به عنوان گیرنده الکترون (H_2O_7) و ۲۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن استفاده شد. فعالیت کاتالاز بر حسب واحد در میلی گرم پروتئین بیان می‌شود. برای مطالعه فعالیت آنزیم پراکسیداز، پروتئین برگ استخراج شد(Agrawal *et al*. 2011). برای ارزیابی فعالیت آنزیم پراکسیداز(Ec: 1.11.1.13)، مخلوط واکنش شامل ۱۰ میلی‌مولار فسفر، ۸ میلی‌مولار، ۲/۵ میلی‌مولار پراکسید هیدروژن و ۵۰ مول محلول پروتئین استخراج شده از موارد فوق است. پس از افزودن پراکسید هیدروژن، بلافاصله افزایش جذب در ۴۷۰ نانومتر به مدت ۶۰ ثانیه خوانده می شود. فعالیت ویژه آنزیم به صورت تتراژیوکلون میکرومولار در دقیقه بیان می‌شود که بر حسب میلی گرم پروتئین بیان می‌شود (Plewa *et al*. 1991). برای تعیین غلظت مالون دی‌آلدئید در برگ-ها، نیم گرم برگ تازه را به طور کامل در محلول تیوکروستیک اسید ۲۰ درصد (TCA) پودر کردند. داده‌های حاصل پس از اطمینان ار نرمال بودن، با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تاثیر اثرمتقابل پایه و پیوندک

پایه × پیوندک		صفات									
		روز تا گلدهی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	متوسط وزن میوه (گرم)	متوسط وزن میوه در هر چین (کیلوگرم)	سفتی میوه (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)	پروتئین (g/gFW)	لیکوپن (میلی‌گرم/میلی لیتر)	کاروتنوئید (میلی‌گرم/ کیلوگرم	کاتالاز (unit/mg protein)	سوپر اکسید دیسموتاز (unit/mg protein)
دوراهه	متین	۳۳/۰^{bcd}	۵۳/۳^{abc}	۱۳۰^{b}	۲/۹^{c}	۱/۴۰^{c}	۳۱/۲^{d}	۳۱/۰^{a}	۰/۱۱۵^{a}	۲۴/۲^{ab}	۱۹/۸^{bc}
	سوپرچف	۳۳/۰^{bcd}	۴۶/۷^{cd}	۱۰۰^{c}	۱/۹^{de}	۱/۵۳^{bc}	۳۲/۴^{d}	۲۸/۸^{b}	۰۲/۱۱۰^{ab}	۲۲/۸^{abcd}	۱۹/۲^{cd}
	رعد	۳۲/۳^{cd}	۵۶/۷^{abc}	۱۱۰^{c}	۲/۳^{d}	۲/۰۷^{ab}	۴۱/۲^{a}	۲۷/۲^{de}	۰/۱۱۲^{ab}	۲۳/۴^{abc}	۲۰/۱^{bc}
	راکستون	۳۲/۳^{cd}	۴۶/۷^{cd}	۵۰^{d}	۲/۳^{d}	۱/۵۷^{bc}	۴۰/۵^{ab}	۲۷/۵^{cde}	۰/۹۸۰^{b}	۱۹/۸^{ef}	۱۷/۲^{e}
دشتستان	متین	۳۳/۳^{bc}	۳۳/۳^{d}	۵۰^{d}	۱/۵^{e}	۱/۶۷^{bc}	۳۵/۸^{c}	۲۲/۱^{g}	۰/۱۱۰^{ab}	۱۹/۱^{f}	۲۲/۲^{a}
	سوپرچف	۳۲/۳^{cd}	۵۲/۷^{abc}	۵۰^{d}	۲/۳^{d}	۲/۰۰^{ab}	۳۲/۰^{d}	۲۸/۰^{bcd}	۰/۱۱۲^{ab}	۲۰/۷^{def}	۱۹/۱^{cd}
	رعد	۳۱/۰^{d}	۶۴/۳^{ab}	۵۰^{d}	۵/۰^{a}	۲/۰۷^{ab}	۳۱/۹^{d}	۲۷/۵^{cde}	۰/۱۱۴^{ab}	۲۱/۷^{bcd}	۲۰/۱^{bc}
	راکستون	۳۶/۰^{a}	۴۷/۳^{cd}	۵۰^{d}	۳/۳^{c}	۲/۲۷^{a}	۴۰/۸^{ab}	۳۱/۱^{a}	۰/۸۱۰^{c}	۲۳/۴^{abc}	۱۴/۲^{f}
موند	متین	۳۵/۰^{ab}	۵۰/۰^{bc}	۱۰۰^{c}	۱/۵^{e}	۲/۰۳^{ab}	۳۸/۷^{b}	۲۵/۵^{f}	۰/۱۰۵^{ab}	۲۱/۳^{cdef}	۱۸/۲^{de}
	سوپرچف	۳۱/۰^{d}	۶۸/۷^{a}	۱۵۰^{a}	۲/۰^{d}	۱/۴۰^{c}	۲۱/۸^{e}	۲۵/۷^{f}	۰/۱۰۷^{ab}	۲۲/۰$^{a-e}$	۲۱/۲^{ab}
	رعد	۳۲/۳^{cd}	۴۸/۰^{bcd}	۱۰۰^{c}	۴/۴^{b}	۱/۷۷^{abc}	۴۰/۰^{ab}	۲۶/۸^{e}	۰/۱۲۰^{a}	۲۴/۳^{a}	۲۱/۱^{ab}
	راکستون	۳۱/۷^{cd}	۴۴/۰^{cd}	۵۰^{d}	۴/۰^{b}	۱/۴۰^{c}	۳۴/۹^{c}	۲۸/۲^{bc}	۰/۱۱۴^{ab}	۲۰/۸^{def}	۲۰/۲^{bc}

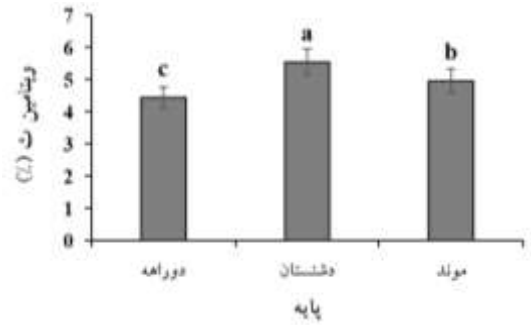
میانگین‌های موجود در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، پایه بر صفات متوسط وزن میوه، وزن میوه در هر چین، ویتامین‌ث، سفتی، پروتئین، لیکوپن، سوپراکسید دیسموتاز و عملکرد کل اثر معنی‌دار نشان داد. پیوندک‌ها در صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، متوسط وزن میوه، وزن میوه در هر چین، TSS، پروتئین، لیکوپن، کاروتئوئید، پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز، مالون دی‌آلدئید و عملکرد کل تفاوت معنی‌داری با هم داشتند. از طرفی اثرمتقابل معنی داری بین پایه و پیوند در صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، متوسط وزن میوه، وزن میوه در هر چین، سفتی، پروتئین، لیکوپن، کاروتئوئید، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز مشاهده شد.

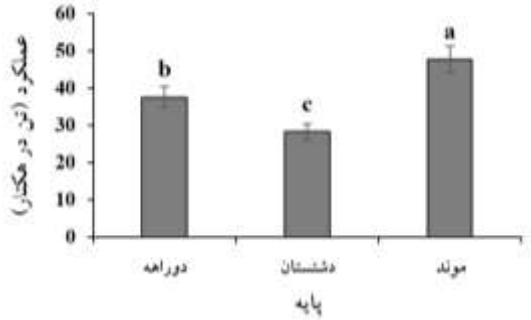
در مقایسه سه پایه مورد بررسی، بیشترین میزان ویتامین‌ث در میوه‌های تولید شده از پیوندک‌های پیوند شده روی پایه دشتستان و کمترین آن روی پایه دوراهه مشاهده شد. بین سه پایه تفاوت معنی-داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. بیشترین ویتامین‌ث میوه‌ها در پایه دشتستان مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با پایه دوراهه داشت. در این رابطه بین پایه موند و دو پایه دیگر تفاوت معنی داری وجود نداشت (شکل ۱). این نتیجه با یافته-های دیگر پژوهشگران (Pozeshshirazi *et al.*, 2013)، مطابقت نداشت. زیرا تفاوت بین پایه‌های

ارزیابی شده از نظر پارامترهایی مانند اسید کل، ویتامین ث و وزن گیاه دیده نشد. در مقایسه پایه‌ها از نظر میزان ویتامین‌ث تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده شد. این نتیجه با یافته‌های دیگر پژوهشگران (Pozeshshirazi *et al.*, 2013) مطابقت نداشت، زیرا آنها تفاوتی بین پایه های ارزیابی شده از نظر پارامترهایی مانند اسید کل، ویتامین‌ث و وزن گیاه مشاهده نکردند.



شکل ۱- مقایسه اثر پایه بر میزان ویتامین‌ث

در مقایسه سه پایه مورد بررسی، بیشترین عملکرد کل ترکیب‌های پیوندی روی روی پایه موند و کمترین آن روی پایه دشتستان مشاهده شد. بین سه پایه تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت (شکل ۲).

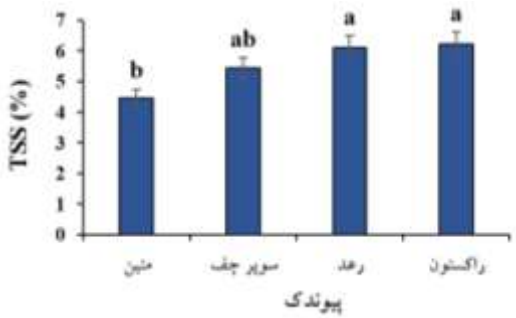


شکل ۲- مقایسه اثر پایه بر میزان عملکرد

پیوند سبزی‌هایی مانند خیار، هندوانه و گوجه فرنگی روی پایه‌های مختلف باعث افزایش رشد رویشی بوته و سرانجام بالابردن عملکرد میوه می-گردد (Salehi-Mohammad *et al.*, 2009). دلیل برتری تیمارهای موفق توان بیشتر پایه در جذب آب و مواد غذایی توسط سیستم ریشه‌ای قوی و همچنین ارتباط آوندی قوی‌تر در این تیمارها مربوط دانستند. نتایج حاضر ممکن است ناشی از اثر متقابل همه یا بعضی از عواملی همچون افزایش جذب آب و مواد غذایی توسط سیستم ریشه‌ای گسترده پایه (Salehi *et al.*, 2004)، افزایش سنتی هورمون‌های گیاهی درون‌زاد (Salehi-Mohammad *et al.*, 2009) مقاومت به دمای پایین خاک (Zhou *et al.*, 2009)، افزایش مقاومت به شرایط نامناسب (Zi-kun *et al.*, 2010) و افزایش مقاومت به آفات و بیماری‌ها (Cohen *et al.*, 2005) باشد بیشتر مطالعات نشان می‌دهد که تغییرات ناشی از پیوند توسط پایه از طریق جذب،

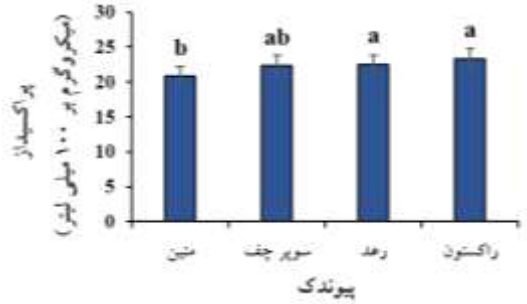
انتقال آب، مواد معدنی و تنظیم کننده‌ی رشد گیاهی کنترل می‌شود (Flores *et al*., 2010) افزایش معنی-داری در عملکرد رقم مانی میکرو پیوندشده روی پایه‌های رادجا و پرا در مقایسه با گیاهان خودپیوندی گزارش کردند. همچنین افزایش در عملکرد میوه گوجه‌فرنگی‌های پیوندی روی دو پایه تجاری Arnold و Beaufort در مقایسه با غیرپیوندی‌ها گزارش شده است (Turhn *et al*., 2011). همچنین گزارش شده است که گیاهان پیوندی در عملکرد بر گیاهان غیرپیوندی برتری داشتند (Eini-Garsadfi *et al*., 2019).

در مقایسه چهار پیوندک مورد بررسی، بیشترین میزان TSS در میوه‌های تولید شده از پایه‌های استفاده شده روی پیوندک رکستون و کمترین آن روی پیوندک متین مشاهده شد (شکل ۳). این نتایج مطابق با یافته‌های سایر تحقیقات در مورد گوجه-فرنگی است (Maria, 2015; Witt-Koehler *et al*., 1999; Maria, 2015; Naotke *et al*., 1998; Matsuzoe *et al*., 1998; Rigi *et al*., 2008).



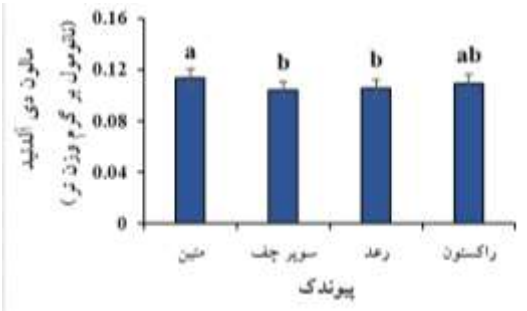
شکل ۳- مقایسه اثر پیوندک بر میزان TSS

در مقایسه چهار پیوندک مورد بررسی، بیشترین میزان پراکسیداز در میوه‌های تولید شده از پایه‌های استفاده شده روی پیوندک رکستون و کمترین آن روی پیوندک متین مشاهده شد (شکل ٤). نتایج متفاوتی از تغییرات میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در ارتباط با سازگاری پیوند در گیاهان مختلف گزارش شده است. مطالعات نشان دادند که پیوندک نخود روی پایه نخود و آکاسیا باعث افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در گیاه پیوندی شده است (Kawaguchi, & Taji, 2005). اگرچه افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در پیوندهای ناسازگار در مقایسه با پیوندهای سازگار گزارش شده است. نتایج این پژوهش با یافته‌های تحقیق پیوند نخود (Kawaguchi, & Taji, 2005) و پیوند فلفل و گوجه‌فرنگی (Deloire & Hebant, 1982) مطابقت داشت.



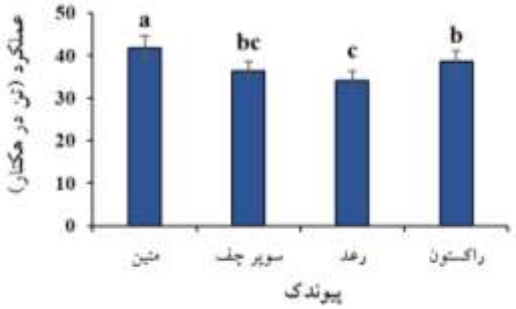
شکل ٤- مقایسه اثر پیوندک بر میزان پراکسیداز

به‌نظر می‌رسد یک دلیل مهم برای توجیه نتایج غیرمشابه تحقیقات مختلف می‌تواند به علت تفاوت در مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز در کلون‌ها و اندام‌های متفاوت نهال‌های گیاهان متفاوت سپس کاهش یافته است و دامنه این تغییرات در گیاهان پیوند شده زیاد بود. همچنین فعالیت این سه آنزیم در گیاهان پیوند شده، بالاتر از گیاهان غیر پیوندی گزارش شد و تفاوت آنزیم‌ها در میان گیاهان با سه روش پیوند، کمتر بود (Stanisavljevic & Mitrovic, 1997). گزارش شده است که تیره‌شدن ناحیه پیوندشده (تشکیل ترکیبات ملانیک) پس از پیوند به علت اکسیداسیون ترکیبات فنلی به کوئینون‌ها و سمی کوئینون‌ها، ناشی از فعالیت آنزیم‌هایی نظیر پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز است (Ze-sheng *et al.*, 2008). کاتالاز پراکسید هیدروژن را به آب و اکسیژن تجزیه می‌کند. پراکسید هیدروژن برای سلول‌ها سمی است. بنابراین، افزایش فعالیت CAT در گیاهان تحت کمبود آب منجر به تحمل در برابر می شود استرس (Noctor and Foyer, 1998). نتایج پژوهش حاضر مشابه یافته‌های گزارش شده توسط دیگر محققان (Daneshmand., 2014) است. در مقایسه چهار پیوندک مورد بررسی، بیشترین میزان مالون دی‌آلدئید در میوه های تولید شده از پایه های استفاده شده روی پیوندک متین و کمترین آن روی پیوندک سوپرچیف مشاهده شد (شکل ۵). نتایج پژوهش حاضر مشابه یافته‌های گزارش شده توسط دیگر محققان (Daneshmand, 2014) است. آنها نیز تفاوت معنی‌داری بین پیوندک‌ها از نظر میزان مالون دی‌آلدئید مشاهده کرد



شکل ۵- مقایسه اثر پیوندک بر میزان مالون دی‌آلدئید

در مقایسه چهار پیوندک مورد بررسی، بیشترین عملکرد کل ترکیب‌های پیوندی روی پیوندک متین و کمترین آن روی پیوندک رعد مشاهده شد. بین چهار پیوندک تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت (شکل ٦). نتایج ما مشابه یافته‌های گزارش شده توسط (Daneshmand., 2014) است.



شکل ٦- مقایسه اثر پیوندک بر میزان عملکرد

پیوند در گوجه‌فرنگی، تعداد روز تا گلدهی را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). در حقیقت، انجام پیوند به دلیل تنش فیزیکی ممکن است زمان تشکیل گل و برداشت اولیه را به تأخیر بیاندازد که با نتایج دیگر پژوهشگران (Dehghani Tafti *et al.*, 2016; Khah *et al.*, 2006) همسو است. گزارش شده است که گلدهی گیاهان خیار پیوند شده در مقایسه با گیاهان پیوند نشده با ۲ روز تأخیر صورت گرفت (Yilmaz *et al.*, 2011). در صورتی که گزارش شده است که گیاهان پیوند شده روی پایه‌های مورد استفاده نسبت به گیاهان پیوند نشده گلدهی زودتری داشتند (Khah., 2011).

ارتفاع بوته تحت تاثیر اثرمتقابل پایه و پیوندک قرار گرفت (جدول ۱). افزایش رشد در این گیاهان پیوندی را می‌توان به محتوای سایتوکنین بیشتر در این گیاهان نسبت داد و از آنجایی که سایتوکنین در تقسیم سلولی و تشکیل اندام‌ها در مرحله‌ی تقسیم سلولی و طویل شدن نقش دارد و همچنین به‌دلیل اینکه این تنظیم‌کننده رشد گیاهی تأثیر خاصی بر تأخیر پیری دارد و باعث جذب بیش‌تر مواد غذایی و افزایش فعالیت متابولیکی می‌گردد، دلیل خوبی برای افزایش رشد در گیاهان پیوندی می‌باشد (Salehi *et al.*, 2010). در پژوهشی بر روی پیوند گوجه‌فرنگی رقم "اس‌وی ۸۳۲۰" گزارش شده است که بیش‌ترین طول بوته مربوط به گیاهان پیوندی به روش نیمانیم، با طول ۱۲۰سانتی‌متر بود و گیاهان شاهد با ٦۸ سانتی‌متر کمترین طول بوته را داشتند (Eini-Garsadfi *et al.*, 2019).

متوسط وزن میوه نیز تحت تاثیر اثرمتقابل پایه و پیوندک قرار گرفت (جدول ۱). افزایش وزن میوه در گیاهان پیوندشده می‌تواند با افزایش طول دوره رشد میوه در ارتباط باشد. در یک پژوهش گزارش شده است که گیاهان پیوند شده روی پایه‌های Primavera و Heman تعداد میوه بیشتری نسبت به گیاهان پیوند نشده تولید نمودند و میوه‌های تولید شده روی این گیاهان وزن بیش‌تری نسبت به گیاهان پیوند نشده داشتند (Khah *et al.*, 2006). همچنین گزارش شده است که پیوند گیاهان گوجه-فرنگی روی دو پایه Arnold و Beaufort باعث افزایش معنی‌دار تعداد میوه در خوشه و وزن میوه

نسبت به گیاهان پیوند نشده گردید (Turhan *et al.*, 2011). در مقابل گزارش شده است که، پیوند سبب کاهش وزن میوه‌ها می‌شود (Vinkovic Vrcek et al., 2011).

براساس نتایج این پژوهش، پایه و پیوندک بر میزان سفتی میوه تولیدی اثر داشتند (جدول ۱). سفتی میوه در درجه اول تحت تأثیر پایه و رقم قرار می-گیرد که این موضوع رابطه مستقیمی با جذب عناصر در گیاهان دارد. جذب و حمل و نقل مواد معدنی می‌تواند توسط اثرات متقابل پایه و پیوندک در محیط‌های مختلف تغییر کند. همچنین احتمال می‌رود شرایط آب و هوایی و فیزیولوژیکی درخت بر سفتی میوه نیز تأثیرگذار باشد. نوع پایه همچنین می‌تواند بر جذب کلسیم و انتقال آن به میوه مؤثر باشد که باعث افزایش سفتی میوه می‌گردد (Mohammadpour *et al.*, 2021). گزارش شده است که صفات کیفی میوه گوجه‌فرنگی از جمله سفتی تحت تأثیر نوع پایه قرار گرفت؛ به طوری که میزان سفتی در گوجه‌های پیوندشده بیشتر از غیرپیوندی‌ها بود (Naik *et al.*, 2021).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل پیوندک و پایه بر صفت پروتئین نشان داد که میزان پروتئین تحت تاثیر اثرمتقابل پایه و پیوندک قرار گرفت (جدول ۱). این نتایج با یافته های دیگر پژوهشگران (Maria., 2015) مطابقت دارد.

اثرمتقابل پایه و پیوندک بر میزان لیکوپن نیز تاثیرگذار بود (جدول ۱). علاوه بر عوامل ژنتیکی، عوامل محیطی نیز بر محتوای لیکوپن در انواع گوجه فرنگی تأثیر می‌گذارد (Helyes *et al.*, 2009). در یک مطالعه میانگین محتوای لیکوپن در رقم گوجه‌فرنگی «چرامی» به دلیل ویژگی‌های کیفی متمایز میوه، حدود چهار برابر بیشتر از «شیجا» بود. محتوای لیکوپن میوه گیاهان "چرامی" غیرپیوندی در بین تمام تیمارهای پیوند بالاترین بود. پیوند باعث کاهش محتوای لیکوپن «چرامی» پیوند شده به همه پایه‌ها شد، اما در «شیجا» پیوند شده به برخی از پایه‌ها در مقایسه با غیر پیوندهای مربوطه آن‌ها، بدون توجه به تأثیر فشار بیماری پژمردگی باکتریایی، افزایش یافت (Naik *et al.*, 2021). در برخی مطالعات، تغییر کاهش یافته و غیر قابل توجه‌ی در محتوای لیکوپن در گوجه‌فرنگی پیوندی مشاهده شده است(Dhivya, 2013; Pek *et al.*, 2007).

از طرفی میزان کاتالاز نیز تحت تاثیر اثرمتقابل پایه و پیوندک قرار گرفت (جدول ۱). گیاهان با دارا بودن سیستم دفاعی کارا قادرند با مکانیزم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیرآنزیمی جلوی اثرات مخرب این گونه‌های فعال را بگیرند. آنتی-اکسیدان‌های آنزیمی شامل سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، مونو دهیدرو آسکوربات ریدوکتاز، دهیدروآسکوربات ریدوکتاز و گلوتاتیون ریدوکتاز می‌باشند. رایج‌ترین آنتی-اکسیدان‌های غیرآنزیمی عبارتند از: گلوتاتیون، آسکوربات، کاروتنوئیدها و توکوفرول‌ها. یک سیستم آنتی‌اکسیدان کارا، عامل مهمی در قابلیت تحمل به انواع تنش‌های سبزی‌های پیوندی بشمار می‌رود (Salehi, 2015). کاتالاز یکی از آنزیم‌های هیدروژن پراکسیدردوکتاز می‌باشد که تقریباً در هر موجود زنده‌ای که در معرض اکسیژن باشد مشاهده می‌شود (Chelikani *et al.*, 2004). در گوجه‌فرنگی

نشان دادند که فعالیت این آنزیم در طی رسیدن افزایش می‌یابد (Andrews *et al*., 2004). افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در پیوندک رعد و پایه موند در این پژوهش ممکن است به خاطر مقاومت بیش‌تر این پایه و پیوندک به تنش باشد.

میزان فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز با توجه به نوع پایه و پیوندک متغیر بود (جدول ۱). سوپراکسید دیسموتاز یک آنزیم آنتی‌اکسیدانی مهم است که رادیکال‌های سوپراکسید را به هیدروژن و اکسیژن تجزیه می‌کند و از این طریق تنش را در بافت‌ها کاهش می‌دهد (Kochhar *et al*., 2003). سوپراکسیددیسموتاز اولین خط دفاعی سلول در برابر رادیکال‌های آزاد می‌باشد و افزایش آن مقاومت در مقابل استرس‌ها بیشتر می‌شود (Mondal *et al*., 2004). نتایج مشابه‌ی با این پژوهش در میوه‌های خیار، فلفل و گوجه‌فرنگی گزارش شده است(Andrews *et al*., 2004; Rabinowitch & Sklan, 1981). نتایج این مطالعه نشان داد که میزان فعالیت این آنزیم در پیوندک متین و پایه دشتستان نسبت به سایر پیوندها بیشتر بود (جدول ۱). تحمل بالای گیاهان پیوندی خیار روی کدو برگ انجیری به تنش شوری به افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز مربوط می‌شود. چنین مکانیسم‌هایی در دیگر سبزی‌های میوه‌ای پیوندی همچون گوجه-فرنگی، بادنجان و هندوانه در مواجهه با شوری مشاهده شده است(Salehi, 2014).

نتیجه‌گیری

با توجه به تأثیر اصلی پایه، بیشترین درصد موفقیت در واحد پیوند (تا ۵۰ درصد) به دست آمد پایه دشتستان، در حالی که کمترین (٤٠ درصد) را پایه موند به دست آورد. نتایج نشان داد که پایه‌های مختلف تأثیر معنی‌داری بر روی ارتفاع بوته، میانگین وزن میوه، تعداد گل و میوه، پروتئین و محتوای لیکوپن داشتند. از سوی دیگر، تعاملات قابل توجهی بین پایه و پیوندک از نظر روز تا گلدهی، میانگین وزن میوه، ارتفاع بوته، سفتی، پروتئین، کارتنوئید، لیکوپن، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز وجود داشت. درمورد پارامترهایی مانند TSS میوه و سفتی، محتوای کاروتنوئیدها، تعداد گل، محتوای پروتئین و فعالیت کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز آنزیم‌ها می‌توان نتیجه گرفت که بهترین ترکیب پایه و پیوندک بودند پیوندک رعد و سوپر چیف به ترتیب روی پایه دشتستان بود. به طوری که، در بسیاری از پارامترهای ارزیابی شده این ترکیبات پایه و پیوندک بهتر از سایرین بود.

تشکر و قدردانی

به این وسیله مراتب سپاس خود را ازتلاش و زحمات ارزشمند و صادقانه استادان درزمینه پیشبرد اهداف در این مقاله تقدیم می‌دارم. از درگاه ایزد منان دوام عزت وسلامت، تداوم حضور و تاثیر آن بزرگواران را در مجموعه مسئلت دارم.

REFRENCES

Agrawal, R., MacMillan-Crow, L.A., Rafferty, T.M., Saba, H., Roberts, D.W., Fifer, E.K., James, L.P., & Hinson, J.A. 2011. Acetaminophen-induced hepatotoxicity in mice occurs with inhibition of activity & nitration of mitochondrial manganese superoxide dismutase. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 337, 110-116.

Andrews, P.K., Fahy, D.A., & Foyer, C.H. 2004. Relationships between fruit exocarp antioxidants in the tomato (*Lycopersicon esculentum*) high pigment-1 mutant during development. *Physiologia Plantarum*, 120, 519-528.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analls Biochemy*, 72, 248-254.

Chachalis, D., Khan, E.M, Kakava, E., Mavromatis&, A., & Goulas C. 2006. Effect of grafting on growth & yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) in greenhouse and open-field. *Journal of Applied Horticulture*, 8, 3-7.

Chelikani, P., Fita, I., & Loewen, P. 2004. Diversity of structures & properties among catalases. *Cellula and Molecular Life Sciences*, 61, 192-208.

Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., Porat, A., & Edelstein, M. 2005. Performance of Galia-type melons grafted on to cucurbita rootstock in *Monosporscus cannoballus* infested & non-infested soils. *Annual of Applied Biology*, 146, 381-387.

Daneshmand, F. 2014. The antioxidant defense system of the tomato plant responds to the tension of water & its removal with ascorbic acid. *Plant Biology*, 6, 72-75. (In Farsi).

Davis, A.R., Perkins-Veazie, P., Hassell, R., Levi, R., King, S.R. & X. Zhang, S.R. 2008. Grafting effects on vegetable quality. *Horticulture Science*, 6, 1670-1672.

Dehghani Tafti, M., Ismailpour, B., Chamani, A., & Fathi Achacheloi, B. 2016. The effect of using different amounts of used compost for cultivation of button mushrooms & the type of base on the growth & yield of tomatoes in Sinda greenhouses. *Science & Techniques of Greenhouse Crops*, 8(2), 119-131. (In Farsi).

Deloire, A., & Hebant, C. 1982. Peroxidase activity & lignification at the interfase between stock and scion of compatible & incompatible grafts of *Capsicum* on *Lycopersicum*. *Annals Botany*, 49, 887-891.

Estan MT, Martinez-Rodriguez MM, Perez-Alfocea F, Flowers TJ and Bolarin MC, 2005. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *J. Exp. Bot*. 56:703-712.

Dhindsa R.S., & Motowe, W. 1981. Drought tolerance in two mosses: Correlation with enzymatic defense against lipid peroxidation. *Journal of Expermental Botany*, 32, 79-91.

Dhivya, R. 2013. Screening studies of wild rootstocks for biotic stresses and its performance on grafting in Tomato (*Solanum lyco-persicon* L.). Ph.D. Thesis, *Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, Tamil Nadu, India.*

Eini Garsadafi, H., Zahedi, B., Moradi poor, F. 2020. Effect of different grafting methods on vegetative growth and yield of tomato fruit. *Journal of Horticultural Science*, 34(2), 207-219.

Fish, W.W., Perkins-Veazie, P., & Collins, J.K. 2002. A Quantitative Assay for Lycopene That Utilizes Reduced Volumes of Organic Solvents. *Journal of Food Composition Analysis*, 15, 309-317.

Flores, F.B., Sanchez-Bel, P., Estan, M.T., Martinez-Rodriguez, M.M., Moyano, E., Morales, B., Compos, J.F., GarciaAbellan, J.O., Egea, M.I., Fern&ez-Garcia, N., Romojaro, F., & Bolarin, M.C. 2010. The effect iveness of grafting to improve tomato fruit quality. *Scientia Horticulture,* 125: 211-217.

Helyes, L., Lugasi, A., Pogonyi, A., & Pek, Z. 2009. Effect of variety & grafting on lycopene content of tomato (*Solanum lycopersicum* L. Karsten) fruit. *Acta Alimental, 38*, 27–34.

Kawaguchi, M., & Taji, A. 2005. Anatomy and physiology of graft incompatibility in sturt, pea (*Swaainsona Formosa*), an Australian native plant. In: international symposium on new floricultural crops ISHS. *Acta Horticulture*, 683.

Khah, E.M. 2011. Effect of grafting on growth, performance and yield of aubergine (S*olanum melongena* L.) in greenhouse and open-field. *Journal of Plant Production*, 4, 359-366.

Khah, E.M., Kakava, E., Mavromatis, A., Chachalis, D., & Goulas, C. 2006. Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) in greenhouse and open-field. *Journal of Applied Horticulture*, 8, 3-7.

Kochhar, S., Watkins, C.B., Conklin, P.L., & Brown, S.K. 2003. A quantitative & qualitative analysis of antioxidant enzymes in relation to susceptibility of apples to superficial scald. *Journal of theAmerican Society for Horticultural Science*, 128, 910-916.

Matsuzoe N, Zushi K and Johjima T, 1998. Effect of soil water deficit on coloring and carotene formation in fruits of red, pink and yellow type cherry tomatoes. *J. Japanese Soc. Hortic*. Sci. 67:600-606.

Maria R, 2015. Drought stress response in long storage tomatoes: morphological, Physiological, Yield & Quality Traits. Department of Agriculture, University of Naples Federico II.

Mohammadpour, H., Selahvarzi, Y., Oraee, A., & Tehranifar, A. 2021. Evaluation of rootstock & scion interactions on apple storage characteristics (Malus domestica Borkh). Plant Process and Function, 11(48), 49-63. (In Farsi).

Mondal, K., Sharma, N., Malhotra, S.P., Dhawan, K., & Singh, R. 2004. Antioxidant systems in ripening tomato fruits. Biologia Plantarum, 48, 49-53.

Mohammadi M, Molavi H and Liyaghat E, 2011. The effect of salinity and drought stress on yield and yield components of tomato in field conditions. J. Irrigate. Sci. Eng. 34:15-24.

Naotke M, Zushi K and Johjima T, 1998. Effect of soil water deficit on coloring and carotene formation in fruits of red, pink, and yellow type cherry tomatoes. *J. Japanese Soc. Hortic*. Sci. 67:600- 606.

Noctor G and Foyer CH, 1998. Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 49:249-279.

Naik, S.A.T.S., Hongal, S., Harshavardhan, M., Chandan, K., Kumar, A.J.S., Ashok Kyriacou, M.C., Rouphael, Y. & Kumar, P. 2021. Productive Characteristics & Fruit Quality Traits of Cherry Tomato Hybrids as Modulated by Grafting on Different Solanum spp. Rootstocks under Ralstonia solanacearum Infested Greenhouse Soil. Agronomy, 11, 1311. https://doi.org/10.3390/ agronomy11071311.

Pouzesh-shirazi M, Bavaryani M, Modaresi M and Behzadi B, 2013. Effect of drought stress on vegetative and reproductive growth stages on quantity and quality of tomato product. *Iranian J. Hortic*. 44:451-459.

Pek, Z., Pogonyi, A., & Helyes, L. 2007. Effects of rootstock on yield & fruit quality of indeterminate tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Karsten. Cereal *Research Communication*, 35, 913–916.

Plewa, M.J., Smith, S.R., & Wanger, E.D. 1991. Diethyl Dithiocarbamate Suppresses the Plant Activation of Aromatic Amines in to Mutagens by Inhibiting Tobacco Cell Peroxidase. Mutant Reserch, 247, 57-64.

Riggi E, Patanè C and Ruberto G, 2008. Carotenoid content at different ripening stages in processing tomato in relation to soil water availability. *Aust. J. Agric. Res*. 59:348-353

Rabinowitch, H., & Sklan, D. 1981. Superoxide Dismutase Activity in Ripening Cucumber and Pepper Fruit (*Capsicum Annuum*, Maturation, Photodynamic Reaction). Physiologia Plantarum. 1: 1-15.

Salehi R., Kashi A., and Lesani H. 2004. Study of The Effects of Different cucurbit rootstocks on vegetative and control of soil-borne diseases and physiological disorders in cucumber, watermelon and muskmelon. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 5(1), 59-69. (In Farsi).

Salehi, R. 2014. Grafting: a useful tool to increase tolerance to salinity in vegetables under arid and semi-arid conditions. 9th Congress of *Horticultural Sciences*, 5 to 8 February 2014, Ahvaz. (In Farsi).

Salehi-Mohammadi R., Kashi A., Lee S.G., Hou Y.C., Lee J.M., Babalar M., & Delshad M. 2009. Assessing the survival and growth performance of Iranian Melon to Grafting onto Cucurbita Rootstocks. Korean *Journal of Horticulture Science and Technology*, 27(1), 1-6. (In Farsi).

Stanisavljevic, M., & Mitrovic, M. 1997. Effect of variety on successful grafting and development of nursery trees of walnut. *Acta Horticulture*, 442, 281-283.

Shahabi, M. 2011. The effect of different methods of grafting on the growth & yield of tomato cv. "Red Top". The First National Conference on Issues of Modern Electronic Horticultural Sciences, *Horticultural Science Society of Jahrom University*. (In Farsi).

Turhan, A., Ozmen, N., Serbeci, M.S., & Seniz, V. 2011. Effects of grafting on different rootstocks on tomato fruit yield and quality. *Horticulture Science*, 38(4), 142–149.

Vinkovic Vrcek, I., Samobor, V., Bojic, M., Medic-Saric, M., Vukobratovic, M., Erhatic, R., Horvat, D., & Matotan, Z. 2011. The effect of grafting on the antioxidant properties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Spanian *Journal of Agriculture Research*, 9, 844-851.

Yilmaz, S., Celik, I., & Zengin, S. 2011. Combining Effects of Soil Solarization and Grafting on Plant Yield and Soilborne Pathogens in Cucumber *Journal of Plant Production*, 5, 95-104

Ze-sheng, Y., Yao-guo, Q., & Yan-hui, H. 2008. Effects of Graft on Activities of Three Protective Enzymes of Bitter Gourd under Waterlogging. *Northera Horticulture*, 12: 69.

Zhou, Y., Zhou, J., Huang, L., Ding, X., Shi, K., & Yu, J. 2009. Grafting of cucumis sativus onto cucurbita ficifolia leads to improved plant growth, increased light utilization & reduced accumulation of reactive oxygen species in chilled plants. *Journal of Plants Research*, 122, 529-540.

Zi-kun, Z., Shi-qi, L., Shu-qin, H., & Su-hui, L. 2010. Grafting increases, the copper tolerance of cucumber seedlings by improvement of polyamine contents and enhancement of antioxidant enzymes activity. *Agricultural Sciences in China*, 9(7), 985-994.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 3/No.3/Fall 2021/P: 64-77

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Investigation The Effect of Rootstock on Yield and Yield Components of four Commercial Varieties of Tomato Under Drought Stress Conditions

Sepideh kazemi[1], **Abrolrasool Zakerin***[2], **Vahid Abdossi**[3], **Pezhman Moradi**[4]

[1] Ph.D. Candidate OF Department of Horticultural Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[2] * Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran.

[3] Assistant Professor Department of Horticultural Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[4] Associated Professor Department of Horticultural Sciences, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, Iran

Corresponding Author's Email: zakerrasool2022@gmail.com

(Received: October. 28, 2021– Accepted: December. 21, 2023)

ABSTRACT

In order to investigate the mutual effect of root and scion on yield, yield components and some biochemical characteristics of four commercial varieties of tomato, a research was conducted in Fars province in 2016. In this regard, the combination of three rootstocks (Dashtestan, Doraheh, and Mond) and four grafts (Raad, Metin, Superchief, and Rockstone) were examined and after grafting, vegetative and reproductive traits and biochemical traits were measured. The results showed that different bases had a significant effect on the measured traits. According to the main effect of base, the highest percentage of success (up to 50%) was obtained using Dashestan base, while the lowest (40%) was observed in Mond base. On the other hand, there were significant interactions between root and scion in terms of parameters of days to flowering, plant height, average fruit weight, firmness, protein, lycopene, carotenoid, catalase and superoxide dismutase. Finally, it can be concluded that the best base and scion combinations were Raad and Superchif respectively on Dashtestan base, because in many parameters evaluated, these base and scion combinations were better than other combinations.

Keywords: Rootstock, Scion, Commercial cultivars and wild cultivars, Tomato