

تأثیر شوری محلول غذایی بر رشد، عملکرد و صفات کیفی گوجه‌فرنگی در سیستم کشت بدون خاک

معصومه لایق^۱، غلامعلی پیوست^{۲*}، حبیب‌اله سمیع زاده^۳ و محمد خصوصی^۴
۱، ۲، ۳، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیار، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
۴، دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۱۹ - تاریخ تصویب: ۸۷/۱۰/۲۵)

چکیده

به منظور بررسی اثرات شوری محلول غذایی بر رشد، عملکرد و صفات کیفی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. *Falkato*) در سیستم کشت کیسه‌ای، آزمایشی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار سطح هدایت الکتریکی ۱/۵ (شاهد)، ۳/۵، ۵/۵ و ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر و سه تکرار صورت گرفت. شاخص‌های رشدی از جمله عملکرد کل، عملکرد بازارپسند و غیر بازارپسند، تعداد، قطر، ماده خشک و میانگین وزن میوه، تعداد و سطح برگ و تعداد گل در خوشه و همچنین برخی صفات کیفی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش هدایت الکتریکی محلول غذایی، عملکرد کل، میانگین وزن میوه و شاخص سطح برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت، در حالی که درصد ماده خشک میوه روندی افزایشی داشت. بیشترین عملکرد از تیمار محلول شاهد و تیمار ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب با ۱۴/۳۳ و ۱۳/۲۵ کیلوگرم در متر مربع به دست آمد که اختلاف معنی‌داری بین این دو تیمار وجود نداشت. اما تفاوت آنها با عملکرد تیمارهای ۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۱۰/۱۸ کیلوگرم در مترمربع) و ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۹/۷۳ کیلوگرم در مترمربع) معنی‌دار بود ($P = < 0/01$). همچنین با طبقه‌بندی میوه‌ها بر اساس قطر میوه، در سه درجه مشخص شد که با افزایش هدایت الکتریکی محلول غذایی درصد میوه‌های درجه یک کاهش ولی درصد میوه‌های درجه دو و سه افزایش می‌یابد که این خود عامل مهمی در کاهش محصول بازارپسند است. تعداد میوه، تعداد برگ و تعداد گل در خوشه در تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. به طور کلی افزایش هدایت الکتریکی یا به عبارتی افزایش شوری در محلول غذایی کشت‌های بدون خاک تا ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و برخی از اجزای آن ندارد و نتایجی نزدیک به هدایت الکتریکی نرمال، جهت پرورش گوجه‌فرنگی را سبب می‌شود. اما در سطوح بالاتر عملکرد با شدت بیشتری تحت تأثیر این عامل بوده و کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد. همچنین با افزایش هدایت الکتریکی محلول غذایی، میزان مواد جامد محلول، اسید قابل تیتر، هدایت الکتریکی عصاره میوه، درصد ماده خشک میوه و میزان ویتامین ث به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. این در حالی است که pH عصاره میوه تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد. افزایش سطوح شوری محلول غذایی همچنین سبب کاهش مقادیر پتاسیم، نیتروژن، کلسیم و افزایش مقادیر سدیم و کلر در میوه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، گوجه‌فرنگی، کلرید سدیم، کشت بدون خاک.

مقدمه

تقریباً بیشتر از نصف تمامی آب‌های زیرزمینی که در نواحی خشک و نیمه خشک، برای آبیاری محصولات کشاورزی به کار می‌روند با مشکل شوری همراه می‌باشند که این مسئله نقش مهمی در کاهش تولید بسیاری از محصولات ایفا می‌کند (Dorais et al., 2001). گوجه‌فرنگی یکی از مهمترین محصولات باغی است که امروزه در سطح وسیعی به صورت هیدروپونیک کشت می‌شود و در رژیم غذایی روزانه مردم بسیاری از کشورها قابل توجه است. امروزه به دلیل کمبود منابع آبی و یا وجود منابع آبی با کیفیت پایین (آب‌های شور و لب شور)، در تمامی دنیا مدیریت تولید سبزی‌ها تحت شرایط شوری بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Malash et al., 2002).

Soria & Cuartero (1997) طی تحقیقی به بررسی تغییرات عملکرد و میزان مصرف آب سه رقم گوجه فرنگی در پنج سطح هدایت الکتریکی محلول غذایی (۲/۷، ۶/۳، ۹/۸، ۱۳، ۱۵/۸ دسی‌زیمنس بر متر) پرداختند. نتایج آزمایش نشان داد که در هر سه رقم، افزایش هدایت الکتریکی موجب کاهش محسوسی در عملکرد گردید به ترتیبی که هدایت الکتریکی ۶/۳ منجر به کاهش ۵۰ درصدی عملکرد در مقایسه با هدایت الکتریکی ۲/۷ دسی‌زیمنس بر متر شد (Satti et al., 2001; Hohjo et al., 1996). اثرات دو سطح شوری ۱/۸ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر در محلول غذایی را روی رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی در مراحل مختلف دوره پرورش، بررسی کرده و گزارش دادند که با افزایش غلظت نمک، عملکرد کل کاهش می‌یابد ولی تاثیر چندانی روی تعداد میوه و قطر ساقه گیاه ندارد (Ieperen, 1996). Malash et al. (2002) تاثیر سه سطح هدایت الکتریکی ۱/۵، ۴/۰ و ۶/۰ دسی‌زیمنس بر متر را روی رشد و عملکرد ۲۷ ژنوتیپ متفاوت گوجه‌فرنگی بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که در همه ژنوتیپ‌ها با افزایش شوری از ۴ به ۶ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد کل، عملکرد بازاری‌سند و میانگین وزن میوه کاهش و درصد ماده خشک میوه افزایش یافت (Schwarz & Mavrogopoulos et al., 2002). Kuchenbuch (1998) نیز تاثیر غلظت‌های متفاوت

محلول غذایی را روی عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار دادند. سطوح آزمایشی شامل ۷/۱، ۵/۳ و ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر بود. آنها دریافتند که عملکرد گیاهان پرورش یافته در بالاترین سطح هدایت الکتریکی (۷/۱ دسی‌زیمنس بر متر) حدود ۵۲ درصد کمتر از عملکرد گیاهان پرورش یافته در هدایت الکتریکی ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر بود. همچنین میانگین وزن میوه کاهش پیدا کرد (Soria & Cuartero, 2003; Conversa et al., 1997). تاثیر سطوح متفاوت هدایت الکتریکی را روی رشد و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی بررسی کردند. دو تیمار به صورت (۲ تا ۵) و (۴ تا ۱۰) دسی‌زیمنس بر متر تعریف شد. صفاتی چون درصد ماده خشک، میزان مواد جامد محلول و اسیدهای قابل تیتر افزایش یافت. Cuartero & Fernandez-Munoz (1999) با انجام پژوهشی روی گوجه‌فرنگی‌های ارقام Rambo و Daniela گزارش کردند که در مقادیر بالاتر از حد آستانه (۲ دسی‌زیمنس بر متر) به ازاء افزایش هر یک واحد در هدایت الکتریکی، میزان مواد جامد محلول ۱۰/۵ درصد افزایش یافت. همچنین با افزایش هدایت الکتریکی از ۲ به ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر میزان اسید قابل تیتر از ۷۵ به ۲۹۰ میلی‌اکی‌والان در لیتر رسید. Lin & Glass (1999) تاثیر افزایش غلظت محلول غذایی را با کاربرد نمک کلرید سدیم و عناصر پرمصرف روی کیفیت و مقادیر مواد فرار میوه گوجه‌فرنگی مطالعه نمودند. آنها دریافتند که با افزایش سطوح هدایت الکتریکی محلول غذایی از ۲ به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر میزان مواد جامد محلول، اسیدهای قابل تیتر و میزان ویتامین ث افزایش یافت ولی روی ترکیبات معطر و فرار اثری نداشت. تاثیر افزایش شوری روی نسبت مواد جامد محلول به اسیدهای قابل تیتر نیز معنی‌دار بود و با افزایش هدایت الکتریکی این نسبت کاهش یافت. با توجه به تاثیرگذاری هدایت الکتریکی بر روند رشد و نمو و کیفیت این تحقیق به منظور تعیین میزان مطلوب هدایت الکتریکی محلول غذایی و بررسی تاثیر فاکتور فوق بر رشد، عملکرد و برخی از شاخص‌های کیفی گوجه‌فرنگی انجام شد.

مواد و روش‌ها

بذر گوجه‌فرنگی رقم "فالكاتو"^۱ در پانزده شهریور ماه ۱۳۸۳ در گلدان‌های نشایی به قطر دهانه ۱۰ و عمق ۱۲ سانتیمتر حاوی مخلوطی از لیکا^۲ و پیت نارگیل^۳ (۱:۱) (حجمی) کشت شد (Ho, 1996). نشاهای بدست آمده در مرحله ۴-۵ برگی به بستر اصلی (بستر نگهدارنده) انتقال یافتند (Elia et al., 2001) و در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با چهار تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. بستر نگهدارنده جهت استقرار گیاهان مخلوطی از پیت نارگیل و لیکا (۱:۳) بود که به میزان ۸ لیتر برای هر گیاه در کیسه‌های پلی‌اتیلن به طول ۱ متر، عرض ۴۰ و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر ریخته شد. در هر کیسه دو گیاه کشت گردیدند. کیسه‌ها به صورت دو ردیفی و با فواصل ۵۰ × ۵۰ × ۸۰ سانتیمتر در کف گلخانه چیده شد. اعمال تیمارها یک ماه بعد از انتقال نشاء صورت پذیرفت و تا آن زمان کلیه تیمارها با محلول غذایی یکسان با هدایت الکتریکی ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شدند (Eltez et al., 2002). تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح هدایت الکتریکی ۱/۵ (شاهد)، ۳/۵، ۵/۵ و ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر بودند. جهت تغذیه گیاهان از محلول غذایی با غلظت عناصر $N=210$ ، $K=250$ ، $B=0/4$ ، $Mn=0/75$ ، $Fe=2$ ، $Mg=50$ ، $Ca=150$ ، $P=40$ ، $Zn=0/5$ و $Mo=0/05$ میلی‌گرم بر لیتر) استفاده گردید (Day, 1991). برای تهیه محلول غذایی نمک‌های پر مصرف و کم مصرف به صورت محلول پایه A (شامل ترکیبات کلسیم و پتاسیم)، محلول پایه B (سایر عناصر ماکرو) و محلول پایه C (شامل عناصر کم مصرف) تهیه و در هنگام مصرف به مقدار مورد نیاز رقیق شدند. به منظور افزایش دقت کار و تنظیم صحیح هدایت الکتریکی از آب مقطر استفاده گردید. pH محلول غذایی توسط pH متر HANNA اندازه‌گیری و با اسید نیتریک ۴۰ درصد در محدوده ۵/۵-۵/۸ تنظیم شد (Ho, 1999). میزان هدایت الکتریکی هم با EC سنج JETWAY تنظیم گردید. پس از تهیه محلولی با هدایت الکتریکی شاهد (۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر)، با افزودن

1. Falkato
2. Pumice
3. Coco peat

مقادیر مشخصی از نمک NaCl سطوح هدایت الکتریکی مورد نظر به دست آمد. پس از شروع اعمال تیمارها، آبیاری گیاهان مربوط به هر تیمار بصورت منظم و با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای ادامه یافت. میزان محلول مورد استفاده با توجه به مرحله رشد گیاه متفاوت بود.

پس از انتقال نشاء برای هر گیاه روزانه ۰/۵ تا ۱ لیتر محلول داده شد، ولی با ادامه رشد و ورود گیاه به مرحله زایشی این مقدار به ۴/۵-۴ لیتر افزایش یافت (Elia et al., 2001). با توجه به دمای مناسب برای رشد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای، در کل دوره رشد گیاه، دمای روز بین ۲۳-۲۵ و دمای شبانه در ۱۸ درجه سانتیگراد با استفاده از منبع گرمایش و سرمایش اسپلنت تنظیم شد (Satti et al., 1996). جهت تامین نور مورد نیاز در روزهای ابری، از لامپ‌های بخار سدیم با توان ۴۰۰ وات در ارتفاع ۵۰ سانتیمتری گیاه استفاده شد. اولین برداشت محصول در اول بهمن ماه ۱۳۸۳ انجام شد. پس از آن به طور متوسط هر هفته ۱ تا ۲ بار برداشت صورت می‌گرفت. برداشت میوه تا ۲۸ اردیبهشت ماه ۱۳۸۴ ادامه یافت. در مجموع ۱۴ بار برداشت انجام شد. داده‌های مربوط به صفات عملکرد کل، تعداد میوه و میانگین وزن میوه، در هر برداشت ثبت شد. تعداد برگ، تعداد گل در خوشه، سطح برگ، (هفتاد روز بعد از اعمال تیمارها) (Bangreth & Ho, 1984)، همچنین درصد ماده خشک میوه نیز اندازه‌گیری گردید. در این تحقیق گروه‌بندی میوه‌ها بر اساس قطر میوه (Ehret & Ho, 1986) در سه گروه متفاوت (گروه ۱ $< 5/5$ ، گروه ۲ $< 4/5$ و گروه ۳ $> 4/5$ سانتی‌متر) انجام شد. میزان مواد جامد محلول (با رفراکتومتر دیجیتالی)، اسید قابل تیتر (تیتراسیون به کمک سود ۰/۱ نرمال) درصد ماده خشک، میزان ویتامین ث (تیتراسیون با محلول ۲ و ۶-دی کلروفنل ایندوفنل)، pH عصاره میوه (pH متر) و EC عصاره میوه (EC متر) اندازه‌گیری شدند. مقادیر نیتروژن با استفاده از روش کج‌دال، پتاسیم و سدیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر، کلسیم با روش کمپلکسومتری^۴ و کلر با آزمون

درصد ماده خشک

درصد ماده خشک میوه تحت تاثیر تیمارهای هدایت الکتریکی روی در سطح یک درصد معنی دار بود. با توجه به جدول شماره ۲ تیمار ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین درصد ماده خشک را به خود اختصاص داد که برابر با ۷/۴۹ درصد بود، اما تفاوت معنی‌داری بین این تیمار با تیمار ۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد. کمترین درصد ماده خشک به میزان ۵/۱۹ درصد از تیمار ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد که در مقایسه با تیمار ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

سطح برگ

همانطوری که در جدول یک مشاهده می‌شود اثر تیمارهای هدایت الکتریکی روی شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. میانگین سطح برگ اندازه‌گیری شده برای تیمارهای متفاوت هدایت الکتریکی (جدول ۲) نشان می‌دهد که بیشترین میزان سطح برگ در تیمار شاهد (۳۵۳۰ سانتی‌متر مربع) و کمترین میزان این صفت در تیمار ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۱۴۱۳ سانتی‌متر مربع) وجود دارد.

مواد جامد محلول (TSS)

جدول شماره سه نشان می‌دهد که تاثیر هدایت الکتریکی محلول غذایی روی میزان مواد جامد محلول میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است. در بین تیمارهای اعمال شده تیمار هدایت الکتریکی ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین مواد جامد محلول را با ۷/۶۶ درصد به خود اختصاص داد. کمترین مواد جامد محلول به میزان ۶/۰۹ درصد در تیمار ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۴).

اسید قابل تیتر (TA)

نتایج ارائه شده در جدول شماره سه نشان می‌دهد که اثر تیمار بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. در این آزمایش، بیشترین اسید قابل تیتر در تیمار هدایت الکتریکی ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین مقدار آن در تیمار ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد که به ترتیب برابر ۰/۸۹ و ۰/۵۳ درصد بود (جدول ۴).

کلریمتریک^۱ به دست آمد (Depascale et al., 2003).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS 6.12 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج

عملکرد و میانگین وزن میوه

آنالیز واریانس صفات مورد ارزیابی در جدول ۱ ارائه شده است. همانطوری که مشاهده می‌شود تاثیر تیمارهای هدایت الکتریکی بر دو صفت عملکرد کل و میانگین وزن میوه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. میانگین عملکرد کل و وزن میوه در سطوح متفاوت هدایت الکتریکی در جدول ۲ آورده شده است. بالاترین عملکرد کل به میزان ۱۴/۳۳ کیلوگرم در متر مربع از تیمار ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۱۳/۲۵ کیلوگرم در متر مربع) نداشت، اما تفاوت آن با تیمارهای ۵/۵ و ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب با ۱۰/۱۸ و ۹/۳۷ کیلوگرم در مترمربع، معنی‌دار بود. همچنین در بین چهار تیمار به کار رفته، تیمار ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر با دارا بودن ۱۰۲/۴۴ گرم و تیمار ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر با ۶۸/۹۵ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین میانگین وزن میوه را به خود اختصاص دادند.

درصد میوه‌های درجه ۱، ۲ و ۳

اثر تیمارهای هدایت الکتریکی بر این صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). تیمار ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر با مقدار ۶۳/۴ درصد بیشترین میزان میوه‌های درجه ۱ و کمترین میزان میوه‌های درجه ۳ (۱۶/۴ درصد) را به خود اختصاص داد. تیمار ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین تعداد میوه‌های درجه ۳ (۷۹/۰۷ درصد) را به دست آورد.

تعداد برگ، تعداد میوه، تعداد گل در خوشه

با توجه به جدول شماره یک مشاهده می‌شود که تاثیر تیمارهای هدایت الکتریکی روی تعداد برگ و میوه همچنین تعداد گل در خوشه معنی‌دار نبود و کلیه تیمارها در یک سطح قرار داشتند.

ویتامین ث

محلول غذایی روی هدایت الکتریکی عصاره میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است و تیمار ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر با مقدار ۹/۰۹ دسی‌زیمنس بر متر در صدر تیمارها قرار می‌گیرد (جدول ۴). همچنین جدول آنالیز داده‌ها نشان می‌دهد که تیمارهای هدایت الکتریکی محلول غذایی روی pH عصاره میوه تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۳).

مقادیر سدیم و کلر میوه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به مقادیر عناصر سدیم و کلر نشان می‌دهد که تأثیر هدایت الکتریکی محلول غذایی روی این صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است (جدول ۳). تیمار ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر بالاترین میزان عناصر سدیم (۰/۱۳۴ مول در ۱۰۰۰ گرم وزن خشک) و کلر (۰/۱۴۹ مول در ۱۰۰۰ گرم وزن خشک) را داراست این در حالی است که تیمار ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر کمترین مقادیر سدیم (۰/۰۵) و کلر (۰/۰۴۵) را نشان می‌دهد (جدول ۴).

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان ویتامین ث نشان داد که تأثیر هدایت الکتریکی محلول غذایی روی این صفت در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین میزان ویتامین ث از تیمار ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد که برابر ۲۹/۴۹ میلی‌گرم در صد گرم از عصاره میوه بود. کمترین مقدار آن با ۲۳/۴۸ میلی‌گرم در صد گرم از عصاره میوه به تیمار ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر اختصاص یافت (جدول ۴).

مقادیر پتاسیم، نیتروژن و کلسیم میوه

در بین تیمارهای اعمال شده تیمار ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر، کمترین میزان پتاسیم، نیتروژن و کلسیم را به ترتیب با مقادیر ۰/۸، ۲/۵۲ و ۰/۰۳۶ (مول در ۱۰۰۰ گرم وزن خشک) به خود اختصاص می‌دهد (جدول ۴).

EC و pH عصاره میوه

با بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) مشخص می‌شود که تأثیر هدایت الکتریکی

جدول ۱- تجزیه واریانس برای تعیین اثر هدایت الکتریکی بر صفات کمی اندازه‌گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد کل (کیلوگرم/مترمربع)	میانگین وزن میوه (گرم)	تعداد میوه (مترمربع)	تعداد برگ
هدایت الکتریکی	۳	۲۰/۵۴**	۱۰۱۰/۹۸**	۱۳/۴۱ ^{ns}	۴/۷۳ ^{ns}
خطا	۱۲	۰/۷۲	۲۳/۴۷	۲۱/۱۲	۲/۶۰
CV		۷/۱۲	۵/۷۶	۳/۲۵	۵/۴۳

ادامه جدول ۱

منابع تغییرات	سطح برگ (سانتیمتر مربع)	ماده خشک (درصد)	تعداد گل در خوشه	میوه درجه ۱ (درصد)	میوه درجه ۲ (درصد)	میوه درجه ۳ (درصد)
هدایت الکتریکی	۳۴۴۱۹۷/۳**	۵/۰۷**	۲/۷۳ ^{ns}	۳۴۸/۹۵**	۱۰۱/۳۱**	۳۴۸/۹۵**
خطا	۸۸۴۹/۶	۰/۰۰۰۲	۲/۷۷	۲/۹۱	۰/۱۵۶	۰/۲۲
CV	۱۱/۰۸	۸/۴۵	۱۲/۱۶	۳/۲۵	۱/۵۸	۲/۱۱

^{ns} معنی دار در سطح ۱ درصد

جدول ۲- میانگین صفات کمی اندازه‌گیری شده

تیمارهای هدایت الکتریکی	عملکرد کل (کیلوگرم/مترمربع)	میانگین وزن میوه (گرم)	تعداد میوه (مترمربع)	تعداد برگ	سطح برگ (سانتیمتر مربع)
T1= ۱/۵	۱۴/۳۳a	۱۰۲/۴۴a	۱۳۹/۷۵a	۲۹/۵a	۳۵۳۰a
T2= ۳/۵	۱۳/۲۵a	۹۲/۱۱b	۱۴۳/۷۵a	۳۱/۲۵a	۳۳۷۸a
T3= ۵/۵	۱۰/۱۸b	۷۲/۷۷c	۱۴۰/۰۰a	۲۹/۲۵a	۲۴۲۳b
T4= ۶/۵	۹/۷۳b	۶۸/۹۵c	۱۴۱/۰۰a	۲۸/۷۵a	۱۴۱۳c

ادامه جدول ۲

تیمارهای هدایت الکتریکی	ماده خشک (درصد)	تعداد گل در خوشه	میوه درجه ۱ (درصد)	میوه درجه ۲ (درصد)	میوه درجه ۳ (درصد)
T1= ۱/۵	۵/۱۹b	۱۴/۵a	۶۳/۴a	۲۰/۲d	۱۶/۴d
T2= ۳/۵	۵/۳۰b	۱۴/۲۵a	۵۶/۱b	۲۲/۰c	۲۱/۴c
T3= ۵/۵	۶/۷۸a	۱۳/۲۵a	۴۸/۳c	۲۷/۴۰b	۲۴/۶۸b
T4= ۶/۵	۷/۴۹a	۱۲/۵a	۴۱/۹d	۳۱/۲a	۲۶/۵۵a

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات کیفی اندازه‌گیری شده تحت تاثیر فاکتور هدایت الکتریکی

منابع تغییرات	درجات آزادی	مواد جامد محلول (TSS)	اسید قابل تیتر (TA)	اسیدیته عصاره میوه (PH)	EC (عصاره میوه)	ویتامین ث عصاره میوه (میلیگرم/۱۰۰ گرم)	درصد وزن خشک میوه
هدایت الکتریکی	۳	۱/۷۸**	۰/۱۰۹**	۰/۰۰۲۳ ^{ns}	۷/۱۷**	۲۷/۷۶**	۵/۰۷**
خطا	۱۲	۰/۰۲۷	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰۶	۰/۰۸	۰/۴۳	۰/۰۰۰۲
C.V		۲/۷۶	۶/۵۲	۱/۶۸	۳/۶۵	۲/۴۴	۸/۴۵

ادامه جدول ۳

منابع تغییرات	درجات آزادی	میوه گوجه فرنگی (K)	میوه گوجه فرنگی (Ca)	میوه گوجه فرنگی (N)	میوه گوجه فرنگی (Na)	میوه گوجه فرنگی (Cl)
هدایت الکتریکی	۳	۰/۱۱۶**	۰/۰۰۰۰۶۲**	۰/۱۵۹**	۰/۰۰۵۸**	۰/۰۰۹۱**
خطا	۱۲	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۰۰۰۳۷	۰/۰۰۰۵۵	۰/۰۰۰۰۰۱۲	۰/۰۰۰۰۰۲۷
C.V		۳/۷۴	۴/۷۴	۲/۶۷	۳/۳۹	۲/۷۱

** معنی‌داری در سطح ۱ درصد ns عدم معنی‌داری

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات کیفی اندازه‌گیری شده تحت تاثیر فاکتور هدایت الکتریکی

تیمارهای هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس/متر مربع)	K (مول/کیلوگرم وزن خشک)	Ca (مول/کیلوگرم وزن خشک)	N (مول/کیلوگرم وزن خشک)	Na (مول/کیلوگرم وزن خشک)	Cl (مول/کیلوگرم وزن خشک)
T1=۱/۵	۱/۲۱a	۰/۰۴۶a	۲/۹۸a	۰/۰۵۰d	۰/۰۴۵d
T2=۳/۵	۰/۹۹b	۰/۰۴۱b	۲/۸۷b	۰/۱۰۲c	۰/۱۲۵c
T3=۵/۵	۰/۹۳b	۰/۰۳۹b	۲/۷۴c	۰/۱۲۸b	۰/۱۳۸b
T4=۶/۵	۰/۸c	۰/۰۳۶c	۲/۵۲d	۰/۱۳۴a	۰/۱۴۹a

ادامه جدول ۴

تیمارهای هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس/متر مربع)	مواد جامد محلول (درصد)	اسید قابل تیتر (TA) عصاره میوه (میلیگرم/۱۰۰ گرم)	هدایت الکتریکی عصاره میوه (دسی‌زیمنس/متر مربع)	ویتامین ث عصاره میوه (میلیگرم/۱۰۰ گرم)	ماده خشک (درصد)
T1=۱/۵	۶/۰۹c	۰/۵۳c	۵/۹۹d	۲۳/۴۸d	۵/۱۹b
T2=۳/۵	۷/۰۲b	۰/۵۵c	۷/۵۷c	۲۵/۷۲c	۵/۳۰b
T3=۵/۵	۷/۲۶b	۰/۶۷b	۸/۴۴b	۲۸b	۶/۷۸a
T4=۶/۵	۷/۶۶a	۰/۸۹a	۹/۰۹a	۲۹/۴۹a	۷/۴۹a

بحث

نمی‌دهند.

هر گیاهی جهت تولید میوه بیشتر و رشد مناسب آنها و به عبارتی دستیابی به عملکرد بالا، نیازمند رشد رویشی قوی و داشتن ذخایر غذایی کافی است. این رشد مناسب در صورتی میسر خواهد شد که جذب بهینه و

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش هدایت الکتریکی میزان عملکرد کل و میانگین وزن میوه‌ها کاهش می‌یابد. این در حالی است که تیمارها از لحاظ تعداد میوه، تفاوت معنی‌داری نشان

میانگین وزن میوه‌هاست که این عامل همچنان که در بالا به آن اشاره شد، خود به شدت تحت تاثیر روابط آبی گیاه قرار دارد. نتایج حاصل از آزمایش همچنان نشان می‌دهد که با افزایش سطوح شوری در محلول غذایی، از میزان میوه‌های گروه ۱ کاسته شده و بر میزان میوه‌های گروه ۲ و ۳ افزوده می‌شود که این خود عامل مهمی در کاهش عملکرد محصول قابل عرضه به بازار است که با نتایج Eltez et al. (2002) مطابقت دارد. تعداد میوه در گوجه‌فرنگی تحت تاثیر عواملی مانند تعداد خوشه گل، تعداد گل در خوشه و در نهایت شاخص میوه بستن^۱ در هر خوشه می‌باشد (Magan et al., 2004). با توجه به نتایج آزمایش دلیل عدم تفاوت معنی‌دار در تعداد میوه در دامنه هدایت الکتریکی مورد آزمون را می‌توان عدم تفاوت معنی‌دار در تعداد گل در خوشه بیان کرد زیرا در کلیه تیمارها تعداد خوشه گل برای هر گیاه (۸ خوشه) در طی آزمایش ثابت بود. نتیجه بدست آمده از این تحقیق در رابطه با تعداد میوه با نتایج Elia et al. (2001) همچنین Schwarz & Kuchenbuch (1998) همچنین Soria & Cuartero, (1997) مطابقت دارد. همچنین Adams & Ho (1992) نیز بیان کردند که افزایش شوری محلول غذایی تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر معنی‌داری بر میوه بستن ندارد، حال آن که در مقادیر بالاتر مانند ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر میوه بستن به خصوص در خوشه‌های بالایی کاهش می‌یابد.

نتایج آزمایش همچنین نشان داد که درصد وزن خشک میوه‌ها با افزایش هدایت الکتریکی افزایش می‌یابد. برخی از تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش میزان ماده خشک در میوه‌ها یکی از عوامل بهبود کیفیت آنهاست (Dorais et al., 2001; Ehret & Ho, 1986). میزان وزن خشک در میوه گوجه‌فرنگی رابطه معکوسی با اندازه میوه دارد ولی همبستگی مثبتی با میزان کل قندها و مواد جامد محلول نشان می‌دهد. میزان وزن خشک میوه همچنین تابعی از مقادیر آب و آسمیلات‌های حاصل از فتوسنتز است (Hohjo et al., 2001). Veit-Kohler et al. (1999) گزارش کردند که در گوجه‌فرنگی‌هایی که تحت تیمارهای شوری محلول

کافی آب و عناصر غذایی توسط ریشه‌ها انجام شود (Turhan & Atilah, 2004). افزایش هدایت الکتریکی و به عبارتی افزایش شوری در محلول غذایی، اثر شگرفی روی پتانسیل اسمزی آب گیاه داشته و جذب آب توسط گیاه را محدود می‌کند. افزایش غلظت نمک در محیط ریشه می‌تواند پتانسیل آب را در گیاه و به دنبال آن در برگ کاهش دهد. بواسطه چنین مکانیسمی آب کمتری توسط گیاه جذب شده و در نتیجه، جریان آب به سمت میوه نیز کاهش می‌یابد (Gul & Sevigan, 1992). از آنجاییکه بیش از ۹۲ درصد از وزن میوه گوجه‌فرنگی را آب تشکیل می‌دهد پس وزن میوه‌ها در گوجه‌فرنگی تابعی از مقدار آب موجود در آن است، بنابراین با محدود شدن جریان آب به سمت میوه، اندازه و وزن آن کاهش خواهد یافت (Hohjo et al., 2001). از علل دیگر کاهش میزان جذب آب، به دنبال افزایش مقادیر هدایت الکتریکی، کاهش نفوذپذیری ریشه می‌باشد که منجر به کاهش جذب آب توسط گیاه و متعاقباً میوه می‌شود (Cuartero & Fernandez-Munoz, 1999). از اثرات ثانویه شوری محلول غذایی کاهش سطح برگ است. تاثیر افزایش شوری و به دنبال آن استرس آبی بر سطح برگ بیش از سایر پارامترهای رویشی مانند ارتفاع، وزن خشک و غیره است. کاهش رشد برگ، اولین و سریع‌ترین عکس‌العمل گیاهان گل‌یکوفیت به استرس شوری است (Shi et al., 2002). با کاهش سطح برگ از میزان فتوسنتز به سبب کاهش در سطح فتوسنتزی، کاسته شده و به این ترتیب حجم آسمیلات‌های سنتز شده نیز کم می‌شود. Munns & Termaat (1986) و Ieperen (1996) نیز طی تحقیقی گزارش نمودند که افزایش هدایت الکتریکی محلول غذایی، اندازه میوه را به واسطه کاهش جریان آسمیلات‌ها به سمت میوه کاهش می‌دهد که این امر در کاهش میانگین وزن میوه‌ها بسیار مؤثر است (Magan et al., 2004; Plaut et al., 2004). عملکرد در گیاه گوجه‌فرنگی به میزان موثری تحت تاثیر دو عامل است که شامل میانگین وزن میوه‌ها و تعداد آنهاست (Dorais et al., 2001). از آنجا که در این تحقیق تعداد میوه‌ها در تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نشان نداد، می‌توان نتیجه گرفت که فاکتور مؤثر و اصلی در کاهش عملکرد کل، کاهش در مقادیر

دارد. غلظت بالاتر ساکارز در برگ‌ها به دلیل فعالیت بیشتر ساکارز فسفات سنتتاز و فعالیت کمتر اسید اینورتاز و نیز سرعت بالای سنتز نشاسته در میوه‌ها (به خصوص میوه‌های جوان و نابالغ) نقش مهمی به عنوان یک منبع سوکروز، در میوه‌های بالغ دارند و می‌توانند مکانیسمی برای توجیه مقدار قند بالا در میوه‌های بالغ در این شرایط باشند (Cuartero & Fernandez-Munez, 1999).

Plaut (1997) علت افزایش مواد جامد محلول در گیاهان گوجه‌فرنگی تحت تیمار شوری را تجمع گلوکز و یون‌ها به ویژه کلر گزارش کردند. با افزایش سطوح هدایت الکتریکی محلول غذایی میزان اسیدهای قابل تیتر نیز افزایش یافت. افزایش اسیدهای قابل تیتر در شرایط شوری برای گیاهان مختلف در تحقیقات متعددی گزارش شده است (Dorais et al., 2001; Depascale et al., 2003). یکی از علل افزایش اسیدهای آلی در گیاهان تحت تیمار شوری، جذب و موازنه بیشتر کاتیون‌های معدنی (K^+ , Na^+) در مقایسه با آنیون‌های معدنی (SO_4^{2-} , Cl^-) است که به حفظ pH میوه نیز کمک می‌کند (Davis, 1964). تفاوت بین مقادیر کاتیون‌ها و آنیون‌های معدنی در میوه‌های تحت تیمار شوری بیشتر از میوه‌های پرورش یافته با آب شیرین است که این امر خود منجر به ایجاد غلظت‌های بالاتر اسیدهای آلی در این میوه‌ها می‌شود (Cuartero & Fernandez-Munez, 1999). افزایش شوری در محلول غذایی همچنین می‌تواند منجر به افزایش میزان ویتامین ث در میوه‌های گوجه‌فرنگی شود که این امر نتیجه کاهش مقادیر آب میوه به دنبال کاهش پتانسیل آب گیاه است (Malash et al., 2002). Fernandez-Munez (1999) گزارش نمودند که افزایش شوری در محلول غذایی تاثیر مثبتی در افزایش مقادیر ویتامین ث دارد. آن‌ها این افزایش را به تجمع منوساکاریدها در میوه مرتبط دانستند. همچنین Radawn et al. (1979) بیان کردند که در گیاهان گوجه‌فرنگی تحت تیمار شوری، قرارگیری بیشتر میوه‌ها در مقابل نور، به دلیل کاهش رشد، همچنین کاهش سطح برگ، می‌تواند در افزایش میزان ویتامین ث میوه موثر باشد.

غذایی قرار گرفته‌اند، جذب آب به سبب وقوع پدیده‌ای به نام خشکی اسمزی^۱ کاهش می‌یابد که این محدودیت در میزان جذب آب، سبب افزایش قندها و اسیدها و نشاسته در میوه‌ها تحت تیمار می‌شود و افزایش در میزان ماده خشک را به دنبال دارد. مهمترین تفاوت چشمگیر بین گیاهان تحت تیمار شوری و گیاهان شاهد، افزایش تجمع نشاسته در میوه‌های گیاهان تحت تیمار شوری است که توسط Mitchell et al. (1991) گزارش شده است. همچنین مشخص شده است که سرعت عمل آنزیم ADP- گلوکز فسفوریلاز که سنتز نشاسته را تنظیم می‌کند در میوه‌های تحت تیمار شوری افزایش می‌یابد که این خود دلیل دیگری در افزایش تجمع نشاسته و در نتیجه افزایش میزان ماده خشک میوه‌هاست (Veit-Kohler et al., 1999).

افزایش هدایت الکتریکی و به عبارتی افزایش شوری در محلول غذایی، اثر شگرفی روی پتانسیل اسمزی آب گیاه داشته و جذب آب توسط گیاه را محدود می‌کند (Elia et al., 2001). افزایش غلظت نمک در محیط ریشه می‌تواند پتانسیل آب را در گیاه و به دنبال آن در برگ کاهش دهد که این امر تنظیم اسمزی نام دارد. بواسطه چنین مکانیسمی آب کمتری توسط گیاه جذب شده و در نتیجه، جریان آب به سمت میوه نیز کاهش می‌یابد (Ehret & Ho, 1986). محدودیت در مقدار جذب آب سبب افزایش قندها و اسیدهای قابل تیتر در میوه گوجه‌فرنگی شده و بدین ترتیب، کیفیت آن افزایش می‌یابد (Veit-Kohler et al., 1999). همچنین مشخص شده است که تجمع نشاسته در میوه‌ها و فعالیت آنزیم ساکارز سنتتاز زمانی که گیاهان تحت تیمارهای شوری هستند تشدید می‌گردد (Dorais et al., 2001). در این شرایط مقادیر کربوهیدراتی که باید جهت سنتز نشاسته و قندهای محلول به کار گرفته شوند از طریق پتانسیل اسمزی میوه‌های جوان تحت تاثیر قرار می‌گیرد (Plaut & Grava, 2000). Gao et al. (1998) نیز با استفاده از کربن (C^{14}) مشاهده کردند که نقل و انتقال آسیمیلات‌ها از برگ‌ها به میوه و تغییر آن‌ها به نشاسته در شرایط اعمال شوری روند افزایشی

نشان می‌دهد که مقادیر نیتروژن، پتاسیم و کلسیم با افزایش سطوح شوری محلول غذایی کاهش می‌یابد. این در حالی است که مقادیر عناصر سدیم و کلر روندی افزایشی نشان می‌دهد. غیرقطبی شدن غشاء بوسیله سدیم (Cram, 1983) همچنین وجود رابطه آنتاگونیستی بین نیترات و کلر، نقش مهمی در کاهش مقادیر ازت بازی می‌کند (Tadess et al., 1999). افزایش شوری می‌تواند سبب تداخل در جذب نیترات از طریق ریشه شود و حتی از نقل و انتقال نیترات از واکوئل به سیتوپلاسم، ممانعت نماید (Gao et al., 1998). کاهش مقادیر پتاسیم در میوه، رابطه تنگاتنگی با اثرات آنتاگونیستی بین عناصر سدیم و پتاسیم دارد. افزایش مقادیر سدیم می‌تواند باعث کاهش جذب پتاسیم شود. البته کاهش پتانسیل آب در محیط ریشه نیز به عنوان عاملی ثانوی در کاهش جذب پتاسیم موثر است (Sonneveld, 1988). کلسیم جزء عناصر کم تحرک طبقه بندی می‌شود که انتقال آن از طریق سیستم آوند چوبی همراه با انتقال آب صورت می‌پذیرد (Veit-Kohler et al., 1999). Belda et al. (1996) بیان نمودند که افزایش سطوح شوری در محلول غذایی می‌تواند سطح ناحیه آوند چوبی را در غلاف‌های آوندی میوه کاهش دهد که این مسئله نیز می‌تواند در کاهش جذب کلسیم توسط میوه موثر باشد. همچنین مشخص شده است که مقاومت هیدرولیکی در مسیر بین ساقه و میوه، در شرایط افزایش شوری بالا می‌رود، در نتیجه میزان نقل و انتقال آب و کلسیم به میوه از طریق آوندهای چوبی کاهش یافته و با سرعت پایینی انجام می‌شود (Malon & Andrews, 2001). افزایش مقادیر سدیم و کلر همراه با افزایش سطوح هدایت الکتریکی توسط برخی از محققین نیز گزارش شده است (Cuartero & Fernandez-Munez, 1999; Depascale et al., 2003). افزایش این یون‌ها مکانیسمی جهت پاسخگویی به کاهش پتانسیل اسمزی در این شرایط است (Veit-Kohler et al., 1999)، و در تنظیم پتانسیل اسمزی نقش موثری دارد (Al-Harbi & Burrage, 1993; Sonneveld, 1988).

نتیجه کلی

با توجه به نتایج حاصل می‌توان دریافت که افزایش

مقدار ماده خشک در میوه گوجه‌فرنگی رابطه معکوسی با اندازه میوه دارد ولی همبستگی آن با مقدار کل قندها و نسبت مواد جامد محلول به کل مواد جامد مثبت است (Ho, 1996). مقدار ماده خشک میوه با تجمع مواد حاصل از فتوسنتز و میزان آب تعیین می‌شود. قابلیت دسترسی به مواد فتوسنتزی بستگی به نور و دما (فعالیت‌های متابولیکی) دارد و میزان دسترسی میوه به آب با توجه به وضعیت آب گیاه تعیین می‌شود. در طی رشد میوه گوجه‌فرنگی ۸۵ درصد جذب آب توسط میوه از طریق آوند آبکشی همراه با ورود آسیمیلات‌ها صورت می‌گیرد (Ho et al., 1987). ورود آب به میوه به غلظت آسیمیلات‌ها بستگی نداشته و با وضعیت آب گیاه تعیین می‌شود. بنابراین اندازه میوه رابطه معکوسی با هدایت الکتریکی محلول غذایی دارد، در صورتی که مقدار ماده خشک میوه با هدایت الکتریکی به صورت خطی افزایش می‌یابد (Ho et al., 1987). در شرایط اعمال تیمارهای شوری مواد آلی و معدنی محلول در بافت‌ها تجمع بیشتری می‌یابند که با عنوان ماده خشک بیان می‌شوند. سرعت تجمع وزن خشک و ماده آلی در میوه توأم با افزایش سطوح شوری افزایش می‌یابد. تأثیر افزایش غلظت شیره آبکش در این مسئله بیشتر از کاهش انتقال آب است. افزایش غلظت شیره آبکش نقش مهمی در سرعت بیشتر انتقال مواد بازی می‌کند. در حقیقت آوندهای آبکش قادرند که مقادیر بیشتری از مواد محلول را به میوه برای تنظیم اسمزی منتقل کنند (Radawn et al., 1979). Satti et al. (1996) گزارش نمودند که افزایش ماده خشک میوه می‌تواند به کاهش مقدار آب میوه مربوط باشد (Savas & Lenz, 2000) این در حالی است که Plaut & Grava (2000) تجمع قندها به خصوص هگزوزهایی نظیر گلوکز را در افزایش میزان ماده خشک میوه در شرایط شوری مؤثر دانستند. به نظر می‌رسد که کاهش مقادیر آب میوه بواسطه پتانسیل پایین آب در گیاه و برگ و همچنین افزایش غلظت برخی از عناصر مانند سدیم و کلر در میوه، نقش مهمی در افزایش هدایت الکتریکی عصاره میوه داشته باشند (Depascale et al., 2003; Ehret & Ho, 1986).

در بررسی غلظت عناصر موجود در میوه، نتایج ما

افزایش سطوح هدایت الکتریکی در محلول غذایی نقش موثری در بهبود کیفیت میوه دارد به طوری که با افزایش این سطوح مقادیر مواد جامد محلول، درصد ماده خشک، اسید قابل تیتراسیون و ویتامین ث نیز افزایش می‌یابد. افزایش در مقادیر درصد ماده خشک و مواد جامد محلول ویژگی‌های مطلوبی برای صنایع فرآوری و کنسروی گوجه‌فرنگی است و می‌تواند کیفیت محصولات فرآوری شده را افزایش دهد. هم چنین کاهش مقادیر نیتروژن در میوه، شانس فاسد شدن غیرمیکروبی را در محصولات کنسروی گوجه‌فرنگی کاهش می‌دهد.

هدایت الکتریکی یا به عبارتی افزایش سطوح شوری در محلول غذایی تا ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر، تاثیر معنی‌داری بر عملکرد و برخی از اجزاء آن ندارد، و نتایجی نزدیک به هدایت الکتریکی نرمال جهت پرورش گوجه‌فرنگی را سبب می‌شود. اما در سطوح بالاتر عملکرد با شدت بیشتری تحت تاثیر این عامل بوده و کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد. این نتیجه می‌تواند راهکاری برای ممانعت از هدر رفتن آب‌هایی با کیفیت پایین‌تر از حد بهینه کشت این محصول، در مناطق دارای آب‌های لب شور باشد.

REFERENCES

- Adams, P. & Ho, L. C. (1992). The susceptibility of modern tomato cultivars to blossom-end rot in relation to salinity. *Journal of Horticultural Science*, 67, 827-839.
- Al-Harbi, A. & Burrage, S. W. (1993). Effect of NaCl salinity on growth of cucumber grown in NFT. *Acta Horticulturae*, 323, 39-50.
- Bangreth, F. & Ho, L. C. (1984). Fruit position and fruit set sequence in a truss as factor determining final size of tomato fruit. *Annals of Botany*, 53, 315-319.
- Bleda, R. M., Fenlon, J. S. & Ho, L. C. (1996). Salinity effects on the xylem vessels in tomato fruit among cultivars with different susceptibility to Blossom-end rot. *Journal of Horticultural Science*, 71, 173-179.
- Conversa, G., Santamaria, P., Carofiglia, O., Gonnella, M. & Parente, A. (2003). Response of cherry tomato to the electrical conductivity of the nutrient solution. *Acta Horticulturae*, 609, 159-163.
- Cram, W. J. (1983). Chloride accumulation as a homeostatic system: set points and perturbation. *Journal Experimental Botany*, 34, 1484-1502.
- Cuartero, J. & Fernandez-Munoz, R. (1999). Tomato and salinity. *Sci. Hortic*, 78, 83-125.
- Davis, J. N. (1964). Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the non-volatile organic acids of tomato fruit. *J. Sci. Food and Agric*, 15, 665-673.
- Day, D. (1991). *Growing in perlite*. Grower Digest. No:12, Grower Publ. LTD. London. 36p.
- Depascale, S., Maggio, A., Angelino, G., Graziani, G., Trisaia, C. R. & Jonicakm, S. S. (2003). Effect of salt stress on water relations and antioxidant activity in tomato. *Acta Horticulturae*, 613, 39-46.
- Dorais, M., Papadopulos, A. P. & Gosselin, A. (2001). Influence of electrical conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie*, 21, 367-383.
- Ehret, D. L. & Ho, L. C. (1986). The effect of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. *Journal of Horticultural Science*, 61, 361-367.
- Elia, A., Serio, F., Parente, A., Santamaria, P. & Ruiz Rodriguez, G. (2001). Electrical conductivity of nutrient solution, plant growth and fruit quality of soilless grown tomato. *Acta Horticulturae*, 559, 503-508.
- Eltez, R. Z., Tuzel, Y., Tuzel, I. H. & Duyar, H. (2002). Effect of different EC levels of nutrient solution on greenhouse tomato growing. *Acat Horticulturae*, 573, 443-448.
- Gao, Z., Sagi, M. & Lips, S. H. (1998). Carbohydrate metabolism in leaves and assimilate partitioning in fruit tomato as affected salinity. *Plant Science*, 135, 149-159.
- Gül, A. & Sevgican, A. (1992). Effect of growing media on glasshouse tomato yield and quality. *Acta Horticulturae*, 3030, 145-150.
- Ho, L.C. (1996). The mechanism of assimilate partitioning and carbohydrate Compartmentation in fruit in relation to the quality and yield of tomato. *Journal Experimental Botany*, 47, 1239-1243.
- HO, L. C. (1999). The physiological basis for improving tomato fruit quality. *Acta Horticulturae*, 487, 33-40.
- HO, L. C., Grange, R. I. & Picken, A. J. (1987). An analysis of the accumulation of water dry matter in tomato fruit. *Plant Cell Environ*, 10, 157-162.
- Hohjo, M., Ganda, M., Maruo, T., Shinohara, Y. & Ito, T. (2001). Effect of NaCl application on growth, yield and fruit quality in NFT-tomato plants. *Acta Horticulturae*, 548, 469-475.

21. Ieperen, V. W. (1996). Effect of different day and night salinity levels on vegetative growth, yield and quality of tomato. *Journal of Horticultural Science*, 71, 99-111.
22. Lin, W. C. & Glass, A. D. M. (1999). The effect of NaCl addition and macronutrient concentration on fruit quality and flavor volatiles of green house tomatoes. *Acta Horticulturae*, 481, 487-493.
23. Magan, J. J., Casas, E., Gallardo, M., Thampson, R. B. & Lorenzo, P. (2004). Effect of increasing salinity on fruit development and growth of tomato grown in soilless culture. *Acta Horticulturae*, 609, 235-239.
24. Malash, N., Ghaibeh, A., Yeo, A., Ragab, R. & Cuartero, J. (2002). Effect of irrigation water salinity on yield and fruit quality of tomato. *Acta Horticulturae*, 573, 415-423.
25. Malon, M. & Andrews, J. (2001). The distribution of xylem hydraulic resistance in the fruiting truss of tomato. *Plant cell-environm*, 24, 565-570.
26. Mavrogianpoulos, G., Savvas, D. & Vogli, V. (2002). Influence of NaCl-salinity imposed on half of the root system hydroponically grown tomato on growth, yield and tissue mineral composition. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 77, 557-564.
27. Mitchell, J. P., Shannan, C., Grattan, S. R. & May, D. M. (1991). Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. *Journal of American Horticultural Science*, 16, 215-221.
28. Munns, R. & Termaat, A. (1986). Whole plant response to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*, 13, 143-160.
29. Plaut, Z., Grava, A., Yehezkel, C. & Matan, E. (2003). How do salinity and water stress affect transport of water, assimilates and ions to tomato fruits? *Physiological Plantarum*, 122, 429-442.
30. Plaut, Z. & Grava, A. (2000). Improvement of tomato fruit quality with brackish water unde optimal irrigation management. *Acta Horticulturae*, 537, 611-620.
31. Plaut, Z. (1997). Irrigation with low-quality water: effects o productivity, fruit quality and physiological processes of vegetable crops. *Acta Horticulturae*, 449, 591-597.
32. Radawn, A. A., Hassan, A. A. & Malash, N. M. (1979). *Physiological studies on tomato fruit firmness, total soluble solids and vitamin C contents*. Research Bulletin. NO (1063). Faculty of Agriculture, AinSham University, Cairo. Egypt.
33. Satti, S. M. E., Al-Harbi, R. A. & Al-Said, F. (1996). Fruit quality and partitioning of mineral elements in processing tomato in response to saline nutrients. *Journal of Plant Nutrition*, 19, 705-715.
34. Savas, D. & Lenz, F. (2000). Respone of eggplant grown in recirculating nutrient solution to salinity imposed prior to the start of harvesting. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75, 262-267.
35. Schwarz, D. & Kuchenbuch, R. (1998). Water uptake by tomato plants grown in closed hydroponic systems dependent on the EC-level. *Acta Horticulturae*, 458, 323-328.
36. Shi, Z. Q., Jobin-Lawler, F., Gosselin, A., Turcotte, G., Papadopoulos, A. P. & Dorais, M. (2002). Effect of different EC managment on yield, quality and nutraceutical properties of tomato grown under supplemental lighting. *Acta Horticulturae*, 580, 241-247.
37. Soria, T. & Cuartero, J. (1997). Tomato fruit yield and water consumption with salty water irrigation. *Acta Horticulturae*, 458, 215-219.
38. Sonneveld, C. (1988). The salt tolerance of greenhouse crops, Neth. *Journal of Agricultural Science*, 36, 63-73.
39. Tadess, T., Nichols, M. A. & Fisher, K. J. (1999). Nutrient conductivity effect on sweet pepper plants grown using a nutrient film technique. *New Zealand journal of Crop and Horticultural Science*, 27, 239-247.
40. Turhan, E. & Atilla, E. (2004). Effect of chloride application and different media on ionic strawberry plants under salt stress conditions. *Soil. Science Plant Analysis*, 36, 1021-1028.
41. Veit-Kohler, V., Krumbein, A. & Kosegarten, H. (1999). Effect of different water supply on plant growth and fruit quality of (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal Plant Nutrient Soil Science*, 162, 583-588.