

## بررسی مدیریت آبیاری و بسترهای متفاوت در کشت بدون خاک بر خصوصیات كمی و کیفی گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای

پریسا شاهین رخسار<sup>۱\*</sup>، حسن شکری واحد<sup>۲</sup>، محمد اسماعیل اسدی<sup>۳</sup>، کامران داوری<sup>۴</sup> و غلامعلی پیوست<sup>۵</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۱/۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۳/۴)

### چکیده

امروزه در دنیا استفاده از کشت بدون خاک به عنوان نوعی فناوری تولید گیاهان که موجب افزایش کیفیت و کمیت محصولات باطنی می‌شود، گسترش یافته است. به منظور بررسی برخی خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در واکنش به مدیریت آبیاری و بسترهای متفاوت کشت بدون خاک، این پژوهش در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی گلستان در بهار ۸۴ با دو تیمار دفعات آبیاری در سه سطح ۴، ۸ و ۱۲ بار در روز و بسترهای کشت در سه نوع پرلیت، لیکا و مخلوط پرلیت و لیکا (نسبت ۱:۱ وزنی) انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار بود. نتایج بررسی نشان داد بستر پرلیت موجب افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون (۰/۴۳ میلی گرم در صد لیتر) و بستر لیکا موجب افزایش درصد تشکیل میوه (۴۸ درصد) شد. بیشترین عملکرد میوه بازاریستند در هر بوته از ۱۲ بار آبیاری در روز به مقدار ۱۸۳۰/۵ گرم در بوته و کمترین از ۴ بار آبیاری در روز به مقدار ۱۱۵۶/۷ گرم در بوته به دست آمد. افزایش دفعات آبیاری موجب کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون عصاره میوه شد و روی سایر صفات تأثیر معنی داری نداشت. به طور کلی بستر لیکا و دور آبیاری ۱۲ بار در روز با افزایش ویتامین ث، عملکرد میوه بازاریستند و درصد تشکیل میوه شرایط مطلوبی را از نظر کیفی و کمی به وجود آورده است. گرچه میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (۰/۴۳ میلی گرم درصد لیتر) در این تیمار کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: گوجه‌فرنگی، هیدرопونیک، لیکا، پرلیت، آبیاری

۱. عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان

۲. عضو هیئت علمی بخش خاک و آب مؤسسه تحقیقات برج کشور، رشت

۳. عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

۴. استادیار مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۵. دانشیار باطنی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: shahinroksar@yahoo.com

## مقدمه

امروزه در دنیا استفاده از کشت بدون خاک به عنوان نوعی فناوری تولید گیاهان که موجب افزایش کیفیت و کمیت محصولات باگبانی می‌شود، به طور فزاینده‌ای گسترش یافته است (۲۳ و ۲۴). هزینه اولیه بالای این سیستم با تولید محصول بیشتر و کیفیت بالاتر با استفاده بهینه از فضا و مواد غذایی مورد نیاز، توجیه می‌شود (۷). بسترها رشد مانند پرلیت (Perlite)، لیکا (Leca)، شن (Sand) و سایر (Coconut- Fiber) بسترها آلی پیت (Peat)، پوسته نارگیل (Peat) شرایط خوبی را برای توسعه این نوع سیستم‌های کشت فراهم می‌کنند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترها رشد به طور مستقیم و یا غیر مستقیم بر عملکرد و کیفیت محصول مؤثر هستند (۲۹ و ۳۴). پرلیت شرایط مناسب برای رشد گیاه مانند تهویه، زه کشی و دسترسی به عنصر غذایی به ویژه در ترکیب با سایر بسترها را فراهم می‌کند (۱۸ و ۲۹). امروزه استفاده از رس‌های منسیط شده یا لیکا نیز به دلیل تخلخل زیاد، تهویه و زه کشی مناسب و به ویژه هزینه کمتر نسبت به پرلیت به عنوان بستر کاشت گیاه در سیستم کشت بدون خاک بررسی شده است. بستر لیکا نسبت به پرلیت دارای ثبات ساختمانی بالای است و نسبت به بسترها رایج در کشت بدون خاک، کم هزینه بوده و طول عمر مفید زیادی دارد (۵).

نتایج دی کرجی و همکاران بر عملکرد و کیفیت گوجه فرنگی، نشان داد که بسترها مختلف بر ویژگی‌های کیفی محصول pH، مواد جامد محلول (SSC)، اسیدیته قابل تیتراسیون (Content)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، pH و ماده خشک میوه (Dry Matter) تأثیر داشتند (۱۰). بر اساس نتایج این پژوهشگران، گیاهان رشد یافته در بستر ترکیبی پرلیت و زئولیت (Zeolite) (نسبت ۲ به ۱)، بیشترین ماده خشک (۶/۴۸ درصد) و pH کم (۵/۹۲) را دارا بود و با وجودی که میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) (۲۳/۰ گرم در ۱۰۰ لیتر) در این بستر کاهش یافت، این ترکیب به عنوان بستری که شرایط مطلوبی برای کیفیت میوه ایجاد می‌کند،

شناخته شد (۱۰). آلن و همکاران نیز در کشت کیسه‌ای بسترها متفاوت کشت مانند خاک، پرلیت، پیت، شن، پومیس (Pumice) را به تهایی و در ترکیبات متفاوت بر کیفیت و کیت کشت بدون خاک گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین بسترها مورد بررسی از نظر عملکرد بازار پستند (Marketable yields)، (Brix) و ویتامین‌ث، مواد جامد محلول بر پایه بریکس (Brix) و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) وجود دارد (۷). آجلیس و همکاران، تحقیقی روی تأثیر سه بستر کشت خاک، پرلیت و راک‌وول (Rockwool) (Rockwool) بر خصوصیات کیفی گوجه‌فرنگی انجام دادند که در آن مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، pH و مواد جامد محلول (SSC) تحت تأثیر بسترها کشت قرار نگرفتند (۸). نتایج بررسی تی زورتاکسیس و اکونوماکس نشان داد ترکیب بستر کم‌هزینه‌ای مانند ساقه خرد شده ذرت با پومیس و پرلیت موجب بهبود خصوصیات کیفی و کمی میوه نظیر افزایش ویتامین‌ث، مواد جامد محلول بر پایه بریکس و تعداد و عملکرد میوه شد ولی بر دیگر پارامترهای کیفی مانند EC، pH و درصد ماده خشک (DM) مؤثر نبود (۳۲).

جوانپور و همکاران با بررسی بسترها کشت پرلیت، کمپوست، خاک زراعی و ترکیبات مختلف آنها روی صفات کیفی گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای رقم حمراء (Hamra) مشاهده کردند که می‌توان بسترها را که در ترکیب آنها خاک به کار رفته است، به عنوان بستر مناسب و مؤثر بر بهبود صفات کیفی معرفی نمود (۱). دلداد و همکاران نیز ترکیبی از دو بستر (TA) معرفی شد (۱). پرلیت درشت و ریز دانه به نسبت (۱:۳ حجمی) و خاک اره را در کشت کیسه‌ای گوجه‌فرنگی (رقم حمراء) مورد مقایسه قرار دادند. پرلیت از نظر عملکرد (تعداد و وزن کل میوه‌های برداشت شده از هر بوته) در سطح بالاتری قرار داشت، اما از نظر ویتامین‌ث، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، درصد ماده خشک (DM) میوه با بستر خاک اره در یک سطح قرار گرفت (۲). مامی و همکاران نیز با مقایسه بسترها مانند پیت، برگ

## مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان (بهار ۸۴) انجام شد. به طوری که دفعات آبیاری در سه سطح ۴ (I<sub>1</sub>), ۸ (I<sub>2</sub>) و ۱۲ (I<sub>3</sub>) بار در روز و بسترهای کشت در سه نوع پرلیت (B<sub>1</sub>) به عنوان شاهد، لیکا (B<sub>2</sub>) و مخلوط پرلیت و لیکا (B<sub>3</sub>) (نسبت ۱:۱ وزنی) در چهار تکرار در نظر گرفته شدند. خصوصیات دانه‌بندی بسترهای در جدول ۱ آورده شده است. هر کدام از بسترهای مورد بررسی در سیلندری ۱۵×۱۰ (۱۵ سانتی متری) به مدت ۲۴ ساعت اشباع شدند و پس از آن به مدت ۳ ساعت اجازه داده شد تا آب موجود از منافذ زهکشی شود. سپس حجم آب جمع آوری شده از هر نمونه اندازه‌گیری شد (V<sub>1</sub>), تخلخل تهیه‌ای (Air-Filled Porosity (AFP)) از نسبت حجم آب جمع آوری (EC) و مواد جامد محلول (SSC) شد (۳۲). نمونه‌ها پس از ۲۴ ساعت توزین شدند (W<sub>1</sub>) و پس از آن در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت فرار گرفتند و مجدداً وزن گردیدند (W<sub>2</sub>). ظرفیت نگهداری جذب آب (WHC Water Hold Capacity) از تقسیم وزن بسترهای پس از اشباع و زه کشی شدن بعد از ۲۴ ساعت (W<sub>1</sub>) به وزن نمونه خشک شده خاک در آون (W<sub>2</sub>) به دست آمد (۱۰ و ۲۹). چگالی (Bulk density) از نسبت وزن نمونه بسترهای پس از خشک شدن در آون (W<sub>2</sub>) به حجم نمونه (V) حاصل شد (۳۷). به منظور تعیین خصوصیات شیمیایی بسترهای ۲۵ میلی‌لیتری از دفعه ۱۰ گرم بستر خشک اضافه و پس از این که به مدت ۳۰ دقیقه با دستگاه همزن مدل یونیورسال به هم زده شد، pH و EC عصاره اشباع به ترتیب با استفاده از دستگاه pH متر متراهوم و EC متر اگریستت خوانده شد (جدول ۱).

بسترهای مورد نظر در کیسه‌های پلاستیکی به حجم ۱۲ لیتر ریخته شدند (۱۷). قبل از تهیه محلول غذایی جهت تعیین مقدار مواد معنی موجود در آب، آب گلخانه تجزیه شده و تصحیحات لازم در هنگام تهیه محلول غذایی انجام شد.

خشک کاج، پوسته برنج کربونیزه و ترکیبات متفاوت آنها در کشت گلخانه گوجه فرنگی به این نتیجه رسیدند که بسترهای کشت تأثیر معنی داری روی صفاتی مانند عملکرد غیر بازار پسته، ویتامین ث و اسیدیته قابل تیتراسیون میوه ندارند (۴).

هم‌چنین مشخص شده است دفعات آبیاری به ویژگی‌های فیزیکی بسترهای کشت بستگی دارد و بر خصوصیات کمی و کیفی میوه در سیستم کشت بدون خاک مؤثر می‌باشد (۲۵ و ۳۰). میزان آب آبیاری، دفعات آبیاری و مدت زمان آن از پارامترهای مهم برای استفاده از بسترهای کشت به عنوان جایگزین خاک هستند (۱۶). توزیل و همکاران با بررسی دفعات آبیاری ۱، ۲ و ۴ بار در روز در کشت کیسه‌ای گوجه فرنگی مشاهده کردند که افزایش دفعات آبیاری از ۱ به ۴ بار در روز موجب افزایش عملکرد، تعداد و میانگین وزن میوه و کاهش EC و مواد جامد محلول (SSC) شد (۳۱). واسیلاکاکیس و همکاران نیز تأثیر دور آبیاری ۲ ساعت یک بار و ۴ ساعت یک بار را در بستر تازه و استفاده شده پرلیت در کشت کیسه‌ای توت فرنگی مقایسه کردند. دور آبیاری ۲ ساعت یک بار باعث افزایش عملکرد در بستر پرلیت استفاده شده نسبت به دور آبیاری ۴ ساعت یک بار در همین بستر گردید (۳۳). سزن و همکاران با بررسی دفعات آبیاری ۱ و ۲ بار در روز و ترکیبات بسترهای کشت خاکستر آتشفسانی، پیت و ترکیبات مختلف آنها گزارش کردند بالاترین عملکرد و تعداد میوه از ترکیبات خاکستر آتشفسانی و پیت (۱:۱) با آبیاری دو بار در روز حاصل شد. مواد جامد محلول میوه و ویتامین ث با افزایش دفعات آبیاری کاهش یافت (۲۷).

با توجه به اطلاعات فوق، به نظر می‌رسد دو ویژگی دفعات آبیاری و نوع بستر بر عملکرد و کیفیت گوجه فرنگی در سیستم کشت بدون خاک مؤثر هستند. به همین دلیل و به منظور مطالعه تأثیر این دو فاکتور بر عملکرد کمی و کیفی میوه گوجه فرنگی این آزمایش انجام شد.

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بسترهای مورد مطالعه

دنه‌بندی	چگالی	EC	pH	ظرفیت نگهداری آب	تخلخل تهیه‌ای	درصد	درصد	بسترهای
۲-۵	۱۸۸	۱/۲۷	۷/۰۴	۳۶	۲۸	۲۸	۲۸	پرلیت
≤۱۲/۰	۷۹۸	۳/۳۵	۷/۸	۱۶	۴۲	۴۲	۴۲	لیکا
۲-۱۰	۳۴۶	۲/۲۸	۷/۸۴	۳۲	۲۴	۲۴	۲۴	پرلیت - لیکا

تشکیل میوه (نسبت تعداد گل تشکیل یافته به تعداد میوه)، مواد جامد محلول بر اساس بریکس؛ با استفاده از دستگاه رفراتومتر مدل 220 pH, China (EC, pH, Ca, Mg, K, P, Zn, B, Mn, Fe, S, Cu, Mo) میلی گرم در ۱۰۰ گرم؛ با استفاده از روش تیتراسیون (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)؛ با استفاده از روش تیتراسیون میوه (نسبت ارتفاع به قطر میوه) و اسیدیته قابل تیتراسیون میوه (TA) (گرم در ۱۰۰ لیتر)؛ با استفاده از روش تیتراسیون با سود ۱٪ نرمال اندازه‌گیری شد (۶). عملکرد و تعداد میوه بازارپسند پس از جدا کردن میوه‌های ریز و یا دارای پوسیدگی گلگاه و ترکیدگی تعیین شد (۶). پس از آن میوه‌ها به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه آون قرار گرفته و درصد ماده خشک (DM) آنها تعیین گردید (۶). تجزیه واریانس ساده و مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون دانکن با استفاده از نرم افزار MSTATC Excel انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار 2003 استفاده شد.

## نتایج و بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که بین سطوح مختلف دفعات آبیاری و همچنین بسترهای مختلف کاشت از نظر EC عصاره میوه اختلاف معنی داری وجود نداشت ( $P \geq 0.05$ ) (جدول ۳). اما برهمکنش دفعات آبیاری و بستر معنی دار بود ( $P \leq 0.05$ ) (جدول ۳). ۴ بار آبیاری در روز در بستر لیکا موجب بالا رفتن عصاره میوه نسبت به ۴ بار آبیاری در روز در بستر پرلیت شد (شکل ۱). به نظر می‌رسد که به دلیل پایین بودن ظرفیت نگهداری آب بستر لیکا (۱۶ درصد) نسبت به سایر بسترهای (جدول ۱)، این بستر شرایط رطوبتی مطلوبی را در ۴ بار آبیاری

(جدول ۲). محلول غذایی در یک تانک یک متر مکعبی پلاستیکی بر اساس ترکیباتی شامل: (۱۱۵/۵ N-NO<sub>3</sub>, ۱۲۶/۵ N-NH<sub>4</sub>, ۲۷۳/۰ P, ۲۳۲/۱ K, ۳۶۰/۰ Mg, ۰/۲۷۵/۰ B, ۰/۸۵/۰ Mn, ۰/۸۸/۰ Fe, ۰/۴۰/۰ S, ۰/۳۳۶/۰ Mo) میلی گرم در لیتر با آب آبیاری گلخانه تحقیقاتی آماده گردید (۱۴).

در طول اجرای آزمایش pH محلول غذایی در محدوده ۵/۵ تا ۶ با استفاده از اسید نیتریک ۶۵ درصد و EC در محدوده ۳ دسی زیمنس بر متر حفظ شد (۲۴). پس از تعیین نیاز آبی (حدود ۲ لیتر در روز) و با استفاده از روش پنمن مانیث (۱۸) بسترهای کاشت با استفاده از زمان سنج مجرأ با قطره چکان‌های ۲ لیتر در ساعت آبیاری می‌شدند، میزان نیاز آبی برآورد شده بر دفعات آبیاری تقسیم می‌شد، به طوری که در سطوح مختلف آبیاری، بوته‌ها نیاز آبی کامل خود را دریافت کردند. بذرهای گوجه فرنگی (هیبرید حمراء با رشد نامحدود)، ابتدا در مخلوط خاکی حاوی ۵ درصد ماسه نرم و خاک برگ کشت شدند و پس از رسیدن به مرحله ۴ برگی به بسترهای سورن نظر انتقال یافتدند (۲۶ و ۲۶). فاصله دو نشا در هر کیسه به فاصله ۳۵/۵ سانتی‌متر، فاصله کیسه‌ها از یکدیگر ۴۰ سانتی‌متر و بین هر دو ردیف یک راهرو ارتیاطی ۱۲۰ سانتی‌متری برای رفت و آمد و برای هر گیاه یک قطره چکان در نظر گرفته شد (۱۲). میانگین دمای روزانه بین ۲۱ تا ۲۲ و دمای شبانه ۱۸ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۶۰ تا ۷۰ درصد بود. اولین برداشت در تیرماه و برداشت‌ها به فاصله زمانی دو هفته‌ای و کلاً سه بار صورت گرفت. فاکتورهایی مانند عملکرد میوه بازارپسند (گرم در بوته)، تعداد میوه بازارپسند، درصد

#### جدول ۲. نتایج تجزیه آب گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی

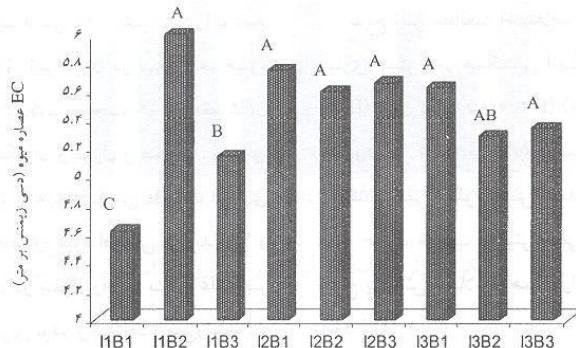
عناصر	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{Na}^{+1}$	$\text{K}^{+1}$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{CO}_3^{2-}$	pH	EC	*TH
			میلی اکی والان بر لیتر					دسی زیمنس بر متر	میلی گرم در لیتر
مقدار	۲	۲/۸	۰/۲۲	۰/۰۲۶	۴	۰	۷/۲	۰/۶۳	۲۲°

\* سختی آب

جدول ۳. مقادیر درجه آزادی و میانگین مربعات تعدادی از صفات مورد مطالعه

ماده خشک	ویتامین	اسیدیته قابل	مواد جامد محلول	ترشی	شوری	درجه	منابع تغییر
DM	VITc	TA	SSC	pH	EC	آزادی	
۰/۱۷۸ <sup>ns</sup>	۱/۴۱۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۱*	۰/۲۸۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۳۵ <sup>ns</sup>	۲	دفعات آبیاری
۲/۴۴۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۸۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۴*	۰/۰۳۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۲۹۴ <sup>ns</sup>	۲	بستر
۳/۲۲۷ <sup>ns</sup>	۲/۲۷۲**	۰/۰۲۷*	۰/۴۳۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۹۱۲**	۴	دفعات آبیاری × بستر
۱/۹۲۷	۰/۰۲۳	۰/۰۰۱	۰/۱۷۶	۰/۰۱۱	۰/۱۹۶	۲۴	خطا
۱/۸/۱۰	۴/۹۸	۹/۴۷	۹/۲۰	۲/۳۸	۸/۱۲		(.) CV

\* و \*\*: معنی دار در سطح ۰/۰۵ و سطح ۰/۰۱ ns: در سطح ۰/۰۵ معنی دار نیست.



شکل ۱. اثر پر همکنش آپیاری و بستر از نظر شوری عصاره میوه

pH عصاره میوه این آزمایش در محدوده ۴/۴۹ - ۴/۳۷ به دست آمد که از نظر رده بندی کیفی در محدوده مناسب است (۱۱). به طور کلی pH پایین در عصاره میوه یک ویژگی کیفی مطلوب می باشد. همچنین بین تیمارهای مورد نظر و برهمکنش آنها از نظر pH اختلاف معنی داری دیده نشد (جدول ۳). احتمالاً تاثیر رقم بر این صفت بیشتر از تیمارهای مورد بررسی بوده است (۸). آنجلس و همکاران و

pH پیکی، پارامترهای مهم کفی، میوه گوجه فرنگی است.

اسیدیته قابل تیتراسیون دیده شد ( $P \leq 0.05$ ) (جدول ۳). همان‌گونه که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود ۸ بار آبیاری در روز در بستر پرلیت موجب افزایش معنی‌دار اسیدیته قابل تیتراسیون ( $0.54\%$  میلی‌گرم بر  $100\text{ mL}$ ) نسبت به  $12$  بار آبیاری در روز در بستر لیکا به میزان ( $0.33\%$  میلی‌گرم بر  $100\text{ mL}$ ) شده است.

همان‌گونه که در جدول (۳) ملاحظه می‌شود، بین دورهای آبیاری و بسترهای مورد بررسی از نظر ویتامین ث اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $P \geq 0.05$ ). نتایج اسلام و همکاران و پادم و آلان با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (۱۳ و ۲۲). اما برهمکنش دفعات آبیاری و بسترهای متابعت معنی‌دار بود ( $P \leq 0.05$ ) (جدول ۳). بیشترین و کمترین ویتامین ث به ترتیب مربوط به  $12$  بار آبیاری در روز در بستر لیکا با  $15/27$  میلی‌گرم در  $100\text{ mL}$  و  $4$  بار آبیاری در روز در بستر لیکا با  $13/68$  میلی‌گرم در  $100\text{ mL}$  دیده شد (شکل ۳).

نتایج این مطالعه اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای آبیاری، بستر و بر همکنش آنها از نظر درصد ماده خشک (DM) نشان نداد ( $P \geq 0.05$ ) (جدول ۳). مقدار ماده خشک در محدوده بین  $6/41$  تا  $8/66$  درصد به دست آمد که از نظر رده‌بندی کیفی مطلوب می‌باشد (۳۶). به طور کلی افزایش ماده خشک موجب افزایش کیفی گوجه‌فرنگی می‌شود (۹). نتایج پژوهش اسلام و همکاران نیز با این شیوه مطابقت دارد (۱۳).

همان‌گونه که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود بین تیمارهای مختلف آبیاری، بستر و برهمکنش آنها اختلاف معنی‌داری از نظر شاخص شکل میو (نسبت ارتفاع به قطر) مشاهده نشد ( $P \geq 0.05$ ) و مقدار آن در محدوده  $0/79$  تا  $0/84$  بود (جدول ۶)، به نظر می‌رسد این صفت بیشتر تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی رقم قرار گرفته است (۱۹). فاکتور درصد تشکیل میو تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری و بستر قرار گرفت ( $P \leq 0.05$ ) (جدول ۵). به طوری که  $12$  بار آبیاری در روز بیشترین درصد تشکیل میو (۴۸ درصد) و  $4$  بار آبیاری در روز کمترین درصد تشکیل میو (۳۹ درصد)

توزول و همکاران نیز با بررسی تأثیر دفعات آبیاری و بسترهای مختلف بر pH عصاره میو به نتیجه مشابه رسیده بودند (۸ و ۳۱).

تیمارهای آبیاری، بستر و برهمکنش آنها روی ماده جامد محلول بر پایه بریکس میو تأثیر معنی‌داری نداشت ( $P \geq 0.05$ ) (جدول ۳) و مقدار آن در محدوده بین  $4/1$  تا  $5/1$  درصد متغیر بود. نتایج آلن و همکاران و تی زورتساکیس و اکونوماکیس نشان داد که بسترهای بر ماده جامد محلول بر پایه بریکس میو گوجه‌فرنگی مؤثر نمی‌باشد (۷ و ۳۲).

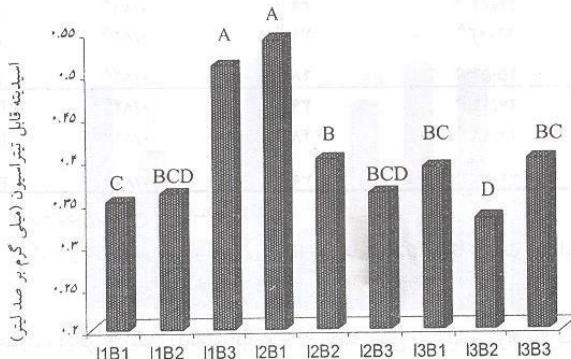
بین سطوح مختلف دفعات آبیاری از نظر اسیدیته قابل تیتراسیون اختلاف معنی‌داری دیده شد ( $P \leq 0.05$ ) (جدول ۳).  $8$  بار آبیاری در روز بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون ( $0.38\%$  میلی‌گرم بر  $100\text{ mL}$ ) را دارا بودند (جدول ۴). افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون در بهبود طعم میو مؤثر بوده و بر این اساس آبیاری کمتر موجب خوش طعم شدن میو شده است (۹). سزن و همکاران و توزول و همکاران نیز در پژوهش مشابه مشاهده کردند که با کاهش دفعات آبیاری میزان اسیدیته قابل تیتراسیون عصاره میو افزایش می‌یابد (۲۷ و ۳۱). تجمع اسید کربوسیکلیک در سلول راهی برای غله بر کمبود آب یا تعديل فشار اسمزی بوده و به نظر می‌رسد به همین دلیل آبیاری کمتر موجب افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون شده است (۳).

بین بسترهای مورد بررسی نیز از نظر اسیدیته قابل تیتراسیون، اختلاف معنی‌داری دیده شد ( $P \leq 0.05$ ) (جدول ۳). بسترهای پرلیت بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون ( $0.43\%$  میلی‌گرم بر  $100\text{ mL}$ ) و بسترهای لیکا کمترین اسیدیته قابل تیتراسیون ( $0.37\%$  میلی‌گرم بر  $100\text{ mL}$ ) را داشتند (جدول ۴). به این ترتیب بسترهای پرلیت با افزایش این ویژگی، شرایط مناسبی را برای بهبود طعم میو فراهم کرده است (۹). اختلاف معنی‌داری نیز بین برهمکنش تیمارهای مورد بررسی از نظر

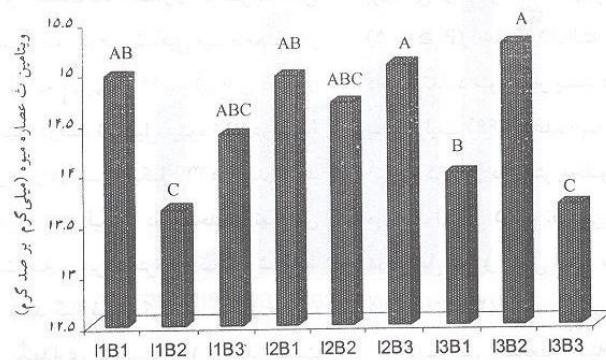
جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر دفعات آبیاری، بستر و برهمکنش آنها

نیمار	دستی زیمنس بر	شوری EC	اسیدیته pH	مواد جامد محلول SSC	اسیدیته TA	ویتامین ث VIT <sub>C</sub>	ماده خشک DM
I <sub>1</sub>	۰/۲۵ <sup>A</sup>	۴/۴۵ <sup>A</sup>	۴/۴۸ <sup>A</sup>	۰/۴۴ <sup>A</sup>	۱۰۰	۱۴/۳۷ <sup>A</sup>	V/V2 <sup>A</sup>
I <sub>2</sub>	۰/۶۷ <sup>A</sup>	۴/۴۵ <sup>A</sup>	۴/۴۵ <sup>A</sup>	۰/۴۱ <sup>A</sup>	۱۰۰	۱۴/۹۱ <sup>A</sup>	V/V4 <sup>A</sup>
I <sub>3</sub>	۰/۲۱ <sup>A</sup>	۴/۴۶ <sup>A</sup>	۴/۴۶ <sup>A</sup>	۰/۳۸ <sup>B</sup>	۱۰۰	۱۴/۳۱ <sup>A</sup>	V/V4 <sup>A</sup>
B <sub>1</sub>	۰/۲۳ <sup>A</sup>	۴/۴۳ <sup>A</sup>	۴/۶ <sup>A</sup>	۰/۴۳ <sup>A</sup>	۱۰۰	۱۴/۵۷ <sup>A</sup>	V/V8 <sup>A</sup>
B <sub>2</sub>	۰/۶۲ <sup>A</sup>	۴/۴۷ <sup>A</sup>	۴/۵ <sup>A</sup>	۰/۳۷ <sup>B</sup>	۱۰۰	۱۴/۰۷ <sup>A</sup>	V/V14 <sup>A</sup>
B <sub>3</sub>	۰/۳۸ <sup>A</sup>	۴/۴۳ <sup>A</sup>	۴/۱۰ <sup>A</sup>	۰/۴۲ <sup>A</sup>	۱۰۰	۱۴/۳۸ <sup>A</sup>	V/V96 <sup>A</sup>

حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند. (۰۲ و ۰۱ آبیاری، ۸ و ۱۲ بار در روز و ۰۲ و ۰۱ بسترها پرلیت، لیکا و مخلوط پرلیت و لیکا)



شکل ۲. اثر برهمکنش آبیاری و بستر از نظر اسیدیته قابل تیتراسیون



شکل ۳. اثر برهمکنش آبیاری و بستر از نظر ویتامین ث عصاره میوه

جدول ۵. تعجزیه واریانس (میانگین مربعت) تعدادی از صفات مورد مطالعه

متابع تغییر	درجه آزادی	شاخص شکل میوه	درصد تشکیل میوه	تعداد میوه بازار پستند	عملکرد میوه بازار پستند
دفعات آبیاری	۲	۰/۰۳۵**	۷/۲۴۵ ns	۱۴۳۵۲۵۳**	۱۸۶۹۳۷ns
بستر	۲	۰/۰۳۵**	۳۵/۹۳۲ ns	۱۸۶۹۳۷ns	۵۳۷۶۶۱**
دفعات آبیاری × بستر	۴	۰/۰۷۵**	۸۳/۱۹۸*	۹۰۲۵۷	۹۰۲۵۷
خطا	۲۴	۰/۰۰۴	۷۹/۹۴۱	۱۹/۰۳	۱۹/۰۳
(%) CV		۱۵/۰۲	۴/۵۵		

\* و \*\*: معنی دار در سطح ۰/۰۵ و سطح ۰/۰۱ ns: در سطح ۰/۰۵ معنی دار نیست.

جدول ۶. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر دفعات آبیاری، بستر و برهمکنش آنها

تیمار	قطر / ارتفاع	درصد	عدد در هر بوته	عملکرد میوه بازار پستند	درصد تشکیل میوه	تعداد میوه بازار پستند	عملکرد میوه بازار پستند	گرم در هر بوته
I <sub>۱</sub>	۰/۸۱A	۳۹ B	۲۴/۴۴ A	۱۱۵۶/۷B				
I <sub>۲</sub>	۰/۸۲A	۳۹ B	۲۴/۰۳A	۱۶۲۸/۶A				
I <sub>۳</sub>	۰/۸۲A	۴۸ A	۲۵/۰۴ A	۱۸۳۰/۵A				
B <sub>۱</sub>	۰/۸۴A	۳۹ B	۲۷/۱۴ A	۱۶۲۶/۴A				
B <sub>۲</sub>	۰/۸۱A	۴۸ A	۲۴/۹۸ A	۱۵۹۳/۷A				
B <sub>۳</sub>	۰/۸۰A	۳۹ B	۲۱/۹۰ A	۱۳۹۵/۷A				

\*: حروف مشابه اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد ندارند.

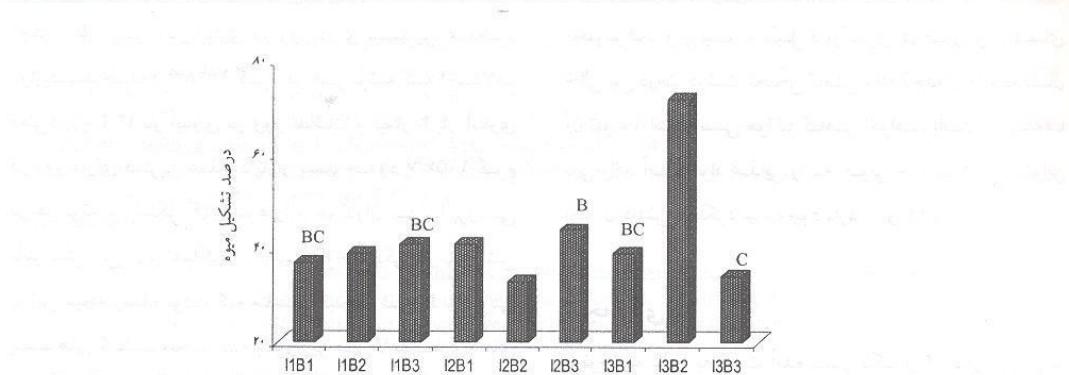
\*\*: (۰/۰۱ و ۰/۰۲) دور آبیاری ۴، ۸ و ۱۲ بار در روز و (۰/۰۲ و ۰/۰۱) بسته های برلیت، لیکا و مخلوط پرلیت و لیکا

دسترسی به آب و مواد غذایی برای گیاه را تسهیل کرده است (جدول ۱). نتایج واسیلا کاکیس نیز موید این مسئله است (۳۳).

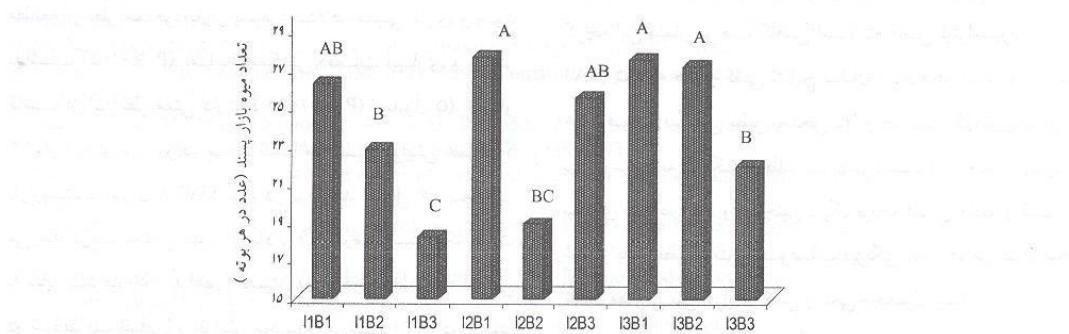
اختلاف معنی داری بین تیمارهای آبیاری و بستر مورد بررسی از نظر تعداد میوه بازار پستند ملاحظه نگردید (P  $\geq 0/05$ ) (جدول ۵). البته بررسی اثر برهمکنش آنها نشان داد که تعداد میوه بازار پستند در تیمار ۸ بار آبیاری در روز در بستر پرلیت (۰/۰۶۶ عدد) به طور معنی داری بیشتر از ۴ بار آبیاری در روز در بستر مخلوط پرلیت و لیکا (۰/۰۵۱ عدد) می باشد (شکل ۵). به نظر می رسد تنش رطوبتی موجب نقص در تکامل گل و تبدیل آن به میوه و در نتیجه کاهش تعداد میوه شده است (۲۱).

نتایج این مطالعه اختلاف معنی داری را بین تیمارهای آبیاری از نظر عملکرد میوه بازار پستند نشان داد (P  $\leq 0/05$ )

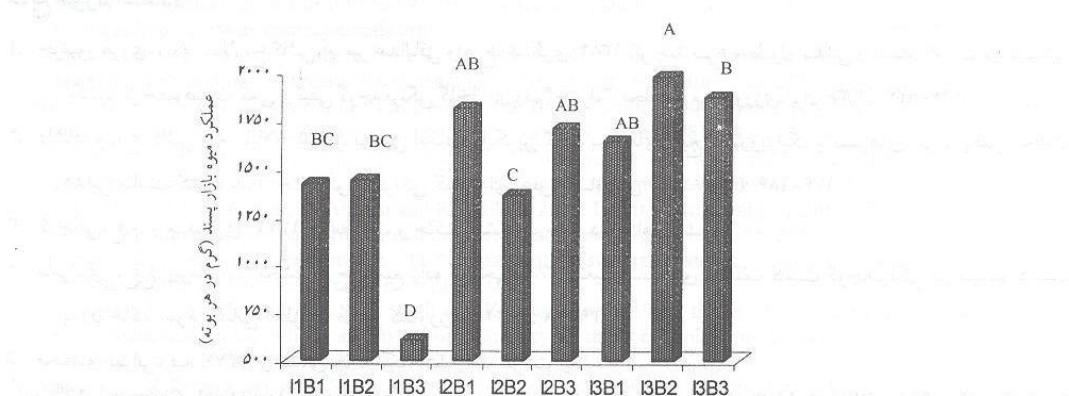
را دارا بودند (جدول ۶). به عبارت دیگر افزایش دفعات آبیاری منجر به تبدیل گل های بیشتری به میوه شده است (۲۱). هم چنین بستر لیکا به طور معنی داری مقدار درصد تشکیل میوه بیشتری (۴۸ درصد) نسبت به بستر پرلیت و مخلوط پرلیت و لیکا (۳۹ درصد) از خود نشان داد (جدول ۶). برهمکنش تیمارهای مورد بررسی نیز از نظر درصد تشکیل میوه معنی دار بود (۰/۰۵) (جدول ۵). به طوری که ۱۲ بار آبیاری در روز در بستر لیکا موجب افزایش درصد تشکیل میوه (۰/۰۷۲ درصد) نسبت به ۴ بار آبیاری در روز در بستر لیکا (۰/۰۳۳ درصد) شد (شکل ۴). به نظر می رسد که بستر لیکا به دلیل تخلخل تهویه ای بالاتر (۰/۰۴۲ درصد) نسبت به سایر بسترهای کشت شرایط تهویه ای مطلوبی را برای رشد گیاه فراهم کرده است. از طرف دیگر پایین بودن ظرفیت نگهداری این بستر (۰/۰۱۶ درصد) نسبت با سایر بسترهای با افزایش دفعات آبیاری در روز جبران و



شکل ۴. اثر برهمکنش آبیاری و بستر از نظر درصد تشکیل میوه



شکل ۵. اثر برهمکنش آبیاری و بستر از نظر تعداد میوه بازار پستد



شکل ۶. اثر برهمکنش آبیاری و بستر از نظر عملکرد میوه بازار پستد

مخلوط لیکا و پرلیت به دلیل قرارگیری ذرات ریز در فضای خالی بین ذرات درشت تخلخل کاهش یافته (جدول ۱) و به دنبال آن تهیه و انتشار نسبی هوانیز کاهش خواهد یافت و ریشه‌ها نمی‌توانند آب و مواد غذایی را به خوبی جذب کنند؛ بنابراین احتمال کاهش عملکرد میوه وجود دارد (۲ و ۲۲).

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده بستر لیکا و ۱۲ بار آبیاری در روز نسبت به سایر بسترهای مورد بررسی شرایط مطلوبی را هم از نظر کمی نظیر افزایش عملکرد، تعداد میوه و درصد تشکیل میوه و هم از نظر کیفی نظیر افزایش ویتامین ث به وجود آورد. گرچه این تیمار موجب کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون میوه (TA) شد، به طور کلی نتایج نشان داد که در بسترهای با خصوصیات فیزیکی نظیر تخلخل بالا و ظرفیت نگهداری پایین برای رسیدن به عملکرد مطلوب، بهتر است از دفعات آبیاری بیشتری استفاده شود و همچنین با یک برنامه آبیاری منظم و کنترل شده و با در نظر گرفتن خصوصیات فیزیکی بسترهای میتوان به تعادل مطلوبی بین افزایش کفی و کمی محصول رسید.

(جدول ۵). تیمار ۸ بار آبیاری در روز دارای بیشترین عملکرد بازارپسند حدود ۱۶۲۸/۶ گرم در هر بوته که اختلاف معنی داری با ۱۲ بار آبیاری در روز نداشت و تیمار ۴ بار آبیاری در روز دارای کمترین عملکرد بازار پسند حدود ۱۱۵۶/۷ گرم در هر بوته بود (شکل ۶). شبتوهارا و همکاران نیز با بررسی تاثیر تنش آبی روی عملکرد و کیفیت گوجه‌فرنگی در بستر شن به این نتیجه رسیده بودند که مناسب نبودن شرایط رطوبتی بسترهای کشت منجر به سرمه برشی ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی مانند پوسیدگی گلگاه، ترکیدگی میوه و کاهش عملکرد بازار پسند می‌شود (۲۸).

همان‌گونه که در جدول ۵ دیده می‌شود، بین بسترهای مورد مطالعه از نظر عملکرد بازار پسند اختلاف معنی داری وجود نداشت ( $P \geq 0.05$ ). اما برهمکنش دفعات آبیاری و بستر کاشت از این نظر معنی دار بود ( $P = 0.05 \leq P$ ) (جدول ۵). تیمار ۱۲ بار آبیاری در روز در بستر لیکا موجب افزایش عملکرد بازارپسند به میزان ۱۹۷۹/۸ گرم در بوته شد (شکل ۶). به نظر می‌رسد درصد تخلخل تهیه‌ای بالاتر (۴۲ درصد) بستر لیکا نسبت به سایر بسترهای، باعث فراهمی اکسیژن بیشتر در محیط ریشه (حتی در شرایط آب اضافی) و افزایش محصول می‌شود (۳۳).

### منابع مورد استفاده

1. جوانپور هروی، ر.، م. بابلار، ع. کاشی، م. میر عبدالباقي و م. ع. عسگری. ۱۳۸۴. اثر چند نوع محلول غذایی و بستر کاشت در سیستم آبکشت بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای رقم "حمراء". مجله علوم کشاورزی ایران (۳۶): ۹۳۹-۹۴۶.
2. دلشاد، م.، ع. کاشی و م. بابلار. ۱۳۸۵. بررسی امکان جایگزین کردن بسترهای رایج هیدروپونیک با بسترهای آلی و یافتن محلول غذایی مناسب کشت بدون خاک گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای. علوم کشاورزی ایران (۳۷): ۱۸۶-۱۷۶.
3. کوچکی، ع. و م. صفری. ۱۳۷۲. روابط آب و خاک. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
4. مامی، ی.، غ. پیوست، د. بخشی و ح. سمیع زاده لاهیجی. ۱۳۸۷. تعیین بسترهای مختلف کاشت گوجه‌فرنگی در سیستم کشت بدون خاک. علوم باگبانی (علوم و صنایع کشاورزی) (۲۲): ۴۸-۳۹.
5. محمدی تهرانی، ف. ۱۳۷۷. راهنمای جامع لیکا. انتشارات شرکت لیکا.
6. A.O.A.C. 1975. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 12<sup>th</sup> ed., Washington DC.
7. Alan, R., A. Zulkadir and H. Padem. 1994. The influence of growing media on growth, yield and quality of tomato grown under greenhouse condition. Acta Hort. 366: 229-234.
8. Angelis, N., T. Papadontonakis and C. Petrakis. 2001. Effect of substrate and genetic variation on fruit quality on

- greenhouse tomatoes: Preliminary Result. *Acta Hort.* 548: 497-502.
- 9. Davies, J. and G. Hobson. 1981. The constituents of tomato fruit – the influence of environment, nutrition and genotype. *Critical Rev. in Food Sci. and Nutr.* 15: 205-281.
  - 10. De. Kreij, C., C. W. Van Elderen, G. Wever and R.C.M. Duijvestijn. 2001. Extraction of growing media regarding its water holding capacity and bulk density. *Acta Hort.* 548: 409-414.
  - 11. Hamner, K. C. and L. A. Maynard. 1942. Factors influencing the nutritive value of the tomato, a review of the literature. U.S.D.A. Misc. Pub. No. 502. 23 pp.
  - 12. Hickman, G.W. 1998. Commercial Greenhouse Vegetable Handbook. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources.
  - 13. Isalm, S., S. Khan, T. Ito, T. Maruo and Y. Shinohara. 2002. Characterization of the physico-chemical properties of environmentally friendly organic substrates in relation to rock wool. *J. Hort. Sci & Bio.* 72: 143–148.
  - 14. Ladogina, M. 1999. Nutrient solution for growing vegetable crops on mineral rock wool. *Info. J. Glasshouse Indust.* 5:20-21.
  - 15. Lemaire, F. 1999. Determination of substrate characteristic for soil less culture Cahier Option Mediterranean. J. Published by CIHEAM. 31: 347-356.
  - 16. Lizarraga, A., H. Boesveld, F. Huibers and C. Robles. 2003. Evaluating irrigation scheduling of hydroponics' tomato in Navarra, Spain. *Irrig. and Drain.* 52: 177-188.
  - 17. Logendra, L.S. and H.W. Janes. 1999. Hydroponics tomato production: growing media requirement. *Acta Hort.* 481: 483-486.
  - 18. Martinez, P.F. and M. Abad. 1992. Soilless culture of tomato in different mineral substrates. *Acta Hort.* 323: 251-259.
  - 19. Michael Eskin, N. A. 2000. Quality and Preservation of Vegetables. CRC Press., USA.
  - 20. Mitchell, J.P., S.R. Shennan and D. M. May. 1991. Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. *J. ASHS.* 116: 215-221.
  - 21. Nuruddin, M. M., Madramootoo, C. A. and G. T. Dodds. 2003. Effect of water stress at different growth stages on greenhouse tomato yield and quality. *Hort Sci.* 38(7): 1389-1393.
  - 22. Padem, H. and R. Alan. 1994. The effect of some substrates on yield and chemical composition of pepper under greenhouse conditions. *Acta Hort.* 366: 445–451.
  - 23. Papadopoulos, A. P. 1991. Growing Greenhouse Tomatoes in Soil and in Soil Less Media. Agric. Canada Pub., Canada.
  - 24. Papadopoulos, A.P., X. Hao, J.C. Tu and J. Zheng. 1999. Tomato production in open or closed rock wool culture system. *Acta Hort.* 481: 89 – 93.
  - 25. Peet, M. M. and D. H. Willits. 1995. Role of excess water in tomato fruit cracking. *Hort. Sci.* 30:65-68.
  - 26. Premuzic, Z., A.De. los Rios, M. Clozza, F. Vilella, E. Mirabelli and C. Accorinti. 2001. Influence of fertilization on the production vitamin C and sugar content of "CHERRY" tomatoes. *Acta Hort.* 559:601-609.
  - 27. Sezen, M. S., C. Gulendam, A. Yazar, S. Tekin and B. Kapur. 2010. Effect of irrigation management on yield and quality of tomatoes grown in different soilless media in a glasshouse. *S. R. E. A. J.* 5(1): 041-048, Available online at <http://www.academicjournals.org/SRE>
  - 28. Shinohara, Y., K. Akiba, T. Maruo and T. Ito. 1995. Effect of water stress on the fruit yield, quality and physiological condition of tomato plants using the gravel culture. *Acta Hort.* 396: 211-218.
  - 29. Shinohara, Y., T. Hata, T. Maruo, M. Hohjo and T. Ito. 1999. Chemical and Physical properties of the coconut-fiber substrate and the growth and productivity of tomato plants. *Acta Hort.* 481: 145-149.
  - 30. Traka-Mavrona, E., D. Gerasopoulos, T. Pritsa and E. Maloupa. 2001. Growth, fruit yield and quality of tomato in relation to substrate and nutrition source in a soilless culture system. *Acta Hort.* 548: 173-179.
  - 31. Tuzel, I.H., Y. Tuzel, A. Gul, H. Altunlu and R.Z. Eltez. 2001. Effect of different irrigation schedules, substrate and substrate volume on fruit quality and yield of greenhouse tomato. *Acta Hort.* 548: 285-291.
  - 32. Tzortzakis, N. G. and C. D. Economakis. 2008. Impacts of the substrate medium on tomato yield and fruit quality in soilless cultivation. *Hort Sci. (Prague)*, 35(2): 83–89.
  - 33. Vasilakakis, M., A. Alexandridis, S. El. Fadl and K. Anagnostou. 1999. Effect of substrate (new or used perlite), plant orientation on the column and irrigation frequency on strawberry plant productivity and fruit quality. *Cahier Option Mediterranean. J.* by CIHEAM. 31: 357-363
  - 34. Verdonck, O., R. Pennick and M. D. Boodt. 1981. The influence of the substrates on plant growth. *Acta Hort.* 126: 251-258.
  - 35. Winsor, G.W. 1979. Some factors affecting the composition, flavor and firmness of tomatoes. *Hort Sci.* 18: 27-35.
  - 36. Yahya, A., A. SH. Shaharom, R.B. Mohamad and A. Selamat. 2009. Chemical and physical characteristics of coco peat based media mixtures and their effects on the growth and development of celosia cristata. *AJABS* 4(1):63-71.

ایرانی دانشگاه اسلامی ایصفهان  
دانشگاه اسلامی ایصفهان  
دانشگاه اسلامی ایصفهان  
دانشگاه اسلامی ایصفهان

## Effect of Irrigation Managements and Substrates on some Quality and Quantity Parameters of Greenhouse Tomato (CV.Hamra)

دانشگاه اسلامی ایصفهان  
دانشگاه اسلامی ایصفهان  
دانشگاه اسلامی ایصفهان  
دانشگاه اسلامی ایصفهان

P. Shahinroksar<sup>1\*</sup>, H. Shokri<sup>2</sup>, M.A. Asadi<sup>3</sup>, K. Davari<sup>4</sup> and GH. Peivast<sup>5</sup>

(Received : Jan. 25-2009 ; Accepted : Apr. 4-2010)

### Abstract

Nowadays in the world, soilless culture as a kind of technique is known to give vegetable crops higher yield and quality. This experiment was conducted at research greenhouse of Agriculture and Natural Research Center of Golestan province in spring 2005. The purpose of this research was to investigate the effects of irrigation frequency and substrates on yield and fruit quality of greenhouse tomato (CV. Hamra). Irrigation was carried out for 4, 8 and 12 times per day. The substrates were Perlite, Leca and Perlite + Leca (1:1, w/w). The experimental design was factorial in the form of randomized complete design with four replicates. The substrates used in the experiment had no effect on most factors. However, TA (0.43 mg/100 l) and fruit set (48%) were increased significantly by perlite and Leca substrates, respectively. The results indicated that higher and lower marketable yields were obtained from plants irrigated 12 (1830.5 g/plant) and four times (1156.7 g/plant) per day, respectively. Also increasing irrigation schedule decreased the Titratable acidity but didn't significantly affect the other factors. According to these results, Irrigation of 12 times per day and Leca substrate increased vitamin C and marketable yields, leading to optimum quality and quantity fruit set and the decreased TA (0.33 mg/100 l) in fruits in this treatment.

**Keywords:** Tomato, Hydroponics, Leca, Perlite, Irrigation.

- Scientific Member of Eng. and Technol. Res. Section of Agric. and Natur. Resour. Res. Center of Guilan, Rasht, Iran.
- Scientific Member of Soil and Water Section, Rice Res. Center, Rasht, Iran.
- Scientific Member of Eng. and Technol. Res. Section of Agric. and Natur. Resour. Res. Center of Golestan.
- Assis. Prof. of Water Eng., College of Agric., Ferdowsi Univ. of Mashhad, Mashhad, Iran.
- Assoc. Prof. of Hort., College of Agric., Guilan Univ., Rasht, Iran.

\*: Corresponding Author, Email: shahinroksar@yahoo.com