مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۳۰، شماره ۴، سال ۱۳۹۳

تعیین مناسب‌ترین آرایش کاشت گوجه‌فرنگی در روش آبیاری قطره‌ای نواری

Determination of the Best Planting Pattern of Drip-Tape Irrigated Tomatoes

بهرام بهزادی[۱] و مجید رخشنده‌رو[۲]

۱- محقق، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر، برازجان
۲- محقق، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، رزقان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۴

چکیده

بهزادی، ب. و رخشنده‌رو، م. ا. ۱۳۹۳. تعیین مناسب‌ترین آرایش کاشت گوجه‌فرنگی در روش آبیاری قطره‌ای نواری. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۰ (۴): ۴۰۰- ۳۸۹.**

به منظور تعیین مناسب‌ترین آرایش کاشت رقم Cal J-N3 گوجه‌فرنگی در روش آبیاری قطره‌ای نواری، در ایستگاه تحقیقات برازجان طی دو سال زراعی ۹۰-۱۳۸۸ آزمایشی به صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار فاصله کاشت بین ردیف شامل ۱۲۰، ۱۴۰، ۱۶۰، ۱۸۰ و ۲۰۰ سانتی‌متر در کرت اصلی و سه تیمار فاصله کاشت روی ردیف شامل ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر در کرت فرعی در سه تکرار به اجرا در آمد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر متقابل فاصله بین ردیف × فاصله روی ردیف بر صفات وزن میوه، طول میوه در سطح یک درصد و بر صفت عملکرد تک بوته و مواد جامد محلول و قطر میوه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، ولی این اثر بر عملکرد میوه معنی‌دار نبود. با توجه به قرار گرفتن آرایش کاشت‌های ۴۰ ×۱۲۰ و ۵۰×۱۲۰ سانتی‌متر با عملکردهای ۳۸/۵۲ و ۳۷/۶۵ تن در هکتار در یک کلاس آماری، علی‌رغم این‌که آرایش کاشت ۵۰×۱۲۰ سانتی‌متر برای کشاورزان هزینه تولید کمتری دارد لذا آرایش کاشت ۴۰ ×۱۲۰ به دلیل دارا بودن عملکرد میوه بیشتر و کارآیی مصرف آب بالاتر توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری‌قطره‌ای نواری، آرایش‌کاشت، برازجان، کرت‌های یک بار خرد شده، گوجه‌فرنگی.

نویسنده مسئول: behzadi_res@yahoo.com تلفن: ۰۷۷۳۴۲۲۷۶۴۱

مقدمه

گوجه‌فرنگی یکی از سبزی‌های مهمی است که به علت داشتن انواع ویتامین‌ها، کاروتین، اسیدهای مفید، قند و املاح معدنی نقش مهمی را در سلامت انسان دارد (Peyvast, 2007). در استان بوشهر کاشت اکثر سبزیجات به خصوص گوجه‌فرنگی به صورت زمستانه است به طوری‌که در بخش‌هایی از استان از اوایل دی ماه یا کمی زودتر این محصول به بازار عرضه می‌شود. کشاورزان گوجه‌کار در استان بوشهر در کشت گوجه‌فرنگی به روش آبیاری نواری قطره‌ای فواصل بین ردیف و روی ردیف متفاوتی به کار می‌برند. کشاورزان عواملی از قبیل مساحت مزرعه، سهولت حرکت در بین ردیف‌های کاشت، هزینه اجرای سیستم آبیاری را در اعمال این فواصل در نظر می‌گیرند. با مشاهده وضعیت مزارع گوجه‌فرنگی استان نیاز به اجرای تحقیقی جهت دستیابی به یک فاصله ردیف بهینه و توصیه فنی به کشاورزان احساس شد. فواصل بین لوله زیاد باعث هدر رفت زمین، کاهش هزینه اجرای سیستم آبیاری و هزینه‌های کاشت، داشت و برداشت می‌شود. تراکم بوته از جمله موارد مدیریت مزرعه است که در افزایش عملکرد موثر است. تراکم مطلوب بوته را می‌توان با تغییر فاصله ردیف‌های کاشت و فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف تنظیم کرد (Mazaheri and Majnoon Hosseini, 2001).

نکته مهم این است که چنانچه اصول کلی و مبانی علمی در طراحی، اجرا و مدیریت این روش آبیاری مد نظر قرار نگیرد نه تنها اهداف مورد نظر میسر نخواهد شد بلکه موجب هدررفت سرمایه نیز خواهد شد.

عملکرد گوجه‌فرنگی به طور مستقیم با تعداد بوته در واحد سطح، تعداد میوه‌های برداشت شده در بوته و میانگین وزن میوه در ارتباط است. رابطه مثبتی بین تراکم و افزایش تولید محصول بیان شده است هر چند این افزایش با کاهش اندازه و وزن میوه همراه باشد (Streck *et al.*,1996).

فیاضی (Fayyazi, 1995) با بررسی تاثیر فاصله بین ردیف ۱۲۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر گزارش کرد که بهترین عملکرد از فاصله کشت ۴۰ سانتی‌متر به دست آمد.

در تحقیقی با بررسی اثر تراکم روی صفات کمی و کیفی ارقام گوجه‌فرنگی در زیر پوشش پلاستیک در منطقه جیرفت گزارش شد که با کاهش تراکم بوته، طول و قطر میوه و عملکرد تک بوته افزایش اما عملکرد کل کاهش می‌یابد (ممنوعی، گزارش منتشر نشده). همچنین با افزایش فواصل بوته تعداد میوه در بوته و وزن میوه به طور معنی‌داری افزایش یافت. متراکم تر شدن گیاهان سبب به وجود آمدن تمایل در جهت همرسی می‌شود (Borrelli and Bobieri, 1983). استرک و همکاران (Streck *et al.*, 1996) با بررسی اثر تراکم روی عملکرد رقم مونت کارلو گزارش کردند که تراکم‌های ۴۰۰۰۰ و ۵۰۰۰۰ بوته در هکتار که به ترتیب در فوریه و جولای انتقال نشاء آن‌ها صورت انجام شده بود عملکرد اولیه میوه بیشتری داشتند.

ردریگز و لامبث (Rodriguze and Lambeth, 1975) گزارش کردند که در فواصل بیشتر بین بوته، نفوذ نور به

درون برگ‌ها بیشتر شده و در نتیجه تثبیت دی اکسیدکربن بهتر انجام می‌شود که این امر افزایش عملکرد را به دنبال دارد.

نارگیس و ماتئو (Nargis and Mathew, 2000) با مطالعه اثر فواصل ردیف (۶۰×۸۰، ۴۵×۸۰ و ۳۰× ۸۰ سانتی‌متر) بر بر هیبرید ARTH-210 گوجه‌فرنگی گزارش کردند که بیشترین تعداد گل و میوه در بوته از تراکم ۳۰ ×۸۰ به دست می آید. راجیندار و همکاران (Rajinder *et al*., 2000) با بررسی اثر تراکم بوته بر کیفیت ارقام گزارش کردند که بهترین کیفیت میوه از کمترین تراکم بوته به دست می‌آید. لاگندرا و همکاران (Logendra *et al*., 2001) با بررسی سه تراکم (۵/۵، ۷/۴ و ۹/۲ بوته در مترمربع) در گیاه گوجه‌فرنگی گزارش کردند که تراکم بر عملکرد میوه در بوته اثر می‌گذارد ولی روی عملکرد میوه در واحد سطح اثری ندارد. وارنر و همکاران (Warner *et al*., 2002) با بررسی اثر آرایش ردیف و تراکم بوته روی عملکرد گوجه‌فرنگی گزارش کردند که افزایش تراکم بوته از ۳۳۳۰۰ به ۴۰۴۰۰ بوته در هکتار با کاهش فاصله روی ردیف از ۴۰ به ۳۳ سانتی‌متر، عملکرد را بین ۳ تا ۵ تن در هکتار افزایش می‌دهد. میائو و همکاران (Miyao *et al*., 2003) با بررسی فواصل روی ردیف (۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ سانتی‌متر) گزارش کردند که فواصل بیشتر همبستگی مثبت خطی با عملکرد تجاری داشته ولی با مواد جامد محلول و رنگ میوه همبستگی منفی به ویژه در فواصل بیش از ۵۰ سانتی‌متردارد. کروز کاریلو و همکاران (Cruz Carrillo *et al*., 2003) با ارزیابی اثر سه تراکم بوته بر روی سه هیبرید گوجه‌فرنگی گزارش کردند که تراکم‌های ۵/۳ و ۴ بوته در مترمربع با عملکردهای ۱۷/۵۲ و ۱۷/۳۷ کیلوگرم درمترمربع برتر هستند. میانمار (Myanmar, 1999) گزارش کرد که با کاهش تراکم بوته از طریق فواصل بیشتر بین بوته‌ها میانگین وزن میوه و عمکرد تک بوته افزایش می‌یابد، اما عامل اصلی افزایش عملکرد کل گوجه‌فرنگی در هکتار، کاهش فواصل روی ردیف است.

آزودو و همکاران (Azevedo *et al*., 2010) با بررسی اثر فواصل بین بوته (۴۰، ۶۰ و ۸۰ سانتی‌متر) و فاصله بین ردیف ۱/۵ متر بر عملکرد و اجزاء عملکرد گزارش کردند که از فواصل کاشت پهن تر، بیشترین تعداد میوه در بوته و عملکرد تک بوته به دست آمد، همچنین با افزایش فواصل بین بوته، عملکرد کل کاهش یافت.

پاپادوپولوس و پاراراجاسینگهام (Papadopoulos and Pararajasingham, 1997) گزارش کردند که عامل اصلی برای عملکردهای بیشتر میوه در فواصل کمتر بین بوته در مقایسه با فواصل بیشتر، توده زیستی بیشتر گیاه زراعی در واحد سطح است. محمد و سینگ (Muhammad and Singh, 2007) با بررسی فواصل روی ردیف (۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر) گزارش کردند که بیشترین عملکرد کل گوجه‌فرنگی از فواصل کمتر(۲۰ و ۴۰ سانتی‌متر) به دست آمد. ستین و اویگان (Cetin and Uygan, 2008) با بررسی اثر دو فاصله بین ردیف (۱ و۲ متر) بر عملکرد

گوجه‌فرنگی گزارش کردند که در فاصله بین ردیف ۱ متر عملکرد بیشتری به دست آمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات برازجان استان بوشهر با ارتفاع ۱۱۰ متر از سطح دریا با مختصات طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض ۲۱ درجه و ۲ دقیقه شمالی به اجرا در آمد. میانگین بارندگی سالانه حدود ۳۰۰-۲۵۰ میلی‌متر و بیشینه دما ۵۱ درجه سانتی‌گراد در مرداد ماه و کمینه دما ۱- درجه سانتی‌گراد در بهمن ماه است. ضریب هدایت الکتریکی آب (EC) و خاک مزرعه به ترتیب ۳۶۰۰ و ۴۰۰۰ دسی‌زیمنس بر متر و مقادیر شن، رس، سیلت و کربن آلی خاک به ترتیب ۵۶، ۱۲ و ۳۲ درصد بود. خاک مزرعه دارای بافت لومی بود. آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با فاکتور اصلی فواصل بین ردیف در پنج سطح شامل (۱۴۰، ۱۲۰، ۱۶۰، ۱۸۰ و ۲۰۰ سانتی‌متر) و فاکتور فرعی روی ردیف در سه سطح (۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر) در سه تکرار طی دو سال زراعی ۹۰-۱۳۸۸ به اجرا در آمد. هر کرت شامل شش خط به طول ۵ متر بود. رقم مورد بررسی در این آزمایش، رقم کالجی (Cal J-N3) N3 گوجه‌فرنگی بود. کودهای مصرفی شامل فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، نیتروژن از منبع اوره (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار)، پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کودهای میکرو شامل سولفات روی و منگنز (هر کدام ۲۰ کیلوگرم در هکتار)، سولفات مس (۱۰ کیلوگرم در هکتار) و سکوسترون آهن (۵ کیلوگرم در هکتار) و ۱۵ تن در هکتار کود حیوانی طبق توصیه های معمول کارشناس تغذیه محاسبه و مصرف شد. تهیه خزانه ۴۵ روز قبل از کاشت در زمین اصلی صورت انجام شد. در تاریخ ۱۴ مهر ماه کاشت نشاءها در زمین اصلی انجام شد. برای تهیه نشاء از سینی‌های کشت یونولیتی استفاده و آبیاری با توجه به شرایط آب و هوایی و نیاز گیاه به طور منظم در زمان مناسب انجام شد. مبارزه با آفات و بیماری‌ها با سموم آبا مکتین، اپیردیون کاربندازیم، داکونیل و استامی پراید انجام شد.

صفات مورد بررسی شامل عملکرد کل، تعداد میوه در بوته، وزن میوه، عملکرد تک بوته، طول و قطر میوه، اسیدیته و مواد جامد محلول و کارآیی مصرف آب بودند.

میزان آب آبیاری با نظر کارشناس بخش تحقیقات خاک و آب و بر اساس فرمول‌های مربوطه تعیین شد. برای محاسبه نیاز آبی، ابتدا تبخیر و تعرق پتانسیل در شرایط استاندار (ETO) با روش پنمن-مانتیث محاسبه شد. پس از تعیین ETO، ضرایب گیاهی با استفاده از روش چهار مرحله‌ای فائو تعیین و با استفاده از فرمول زیر میزان آب آبیاری مورد نیاز محاسبه شد (Allen *et al.*, 1998):

$$IR = \frac{Kc * ETo}{1 - LR} - ER$$

در این معادله IR نیاز آبیاری بر حسب میلی‌متر، Kc ضریب گیاهی، LR ضریب آبشویی و ER بارندگی مؤثر است. فشار سیستم فیلتراسیون یک بار و فشار ورودی به نوار آبده ۰/۸ بار بود. آب

مصرفی توسط کنتور اندازه‌گیری شد. نوع نوار آبده آبیاری مدل Siplast ساخت کشور ایتالیا و با فاصله خروجی روزنه‌های ۲۰ سانتی‌متر بود. کشت نشاءها در دو طرف نوار آبده انجام شد.

برای تعیین طول و قطر میوه، اسیدیته و مواد جامد محلول از هر پلات ده میوه تصادفی انتخاب شد. طول و قطر با دقت سانتی‌متر با کولیس دیجیتال مدل Digital caliper ساخت کشور چین اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین اسیدیته و مواد جامد محلول عصاره گوجه‌فرنگی تهیه شد. عصاره تهیه شده در مجاورت سود ۰/۱ نرمال با فنل فتالئین تیتر شد و اسید غالب گوجه‌فرنگی که اسید سیتریک است، محاسبه شد. مواد جامد محلول توسط دستگاه رفراکتومتر دیجیتال شرکت ATAGO مدل PAL-3 ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری شد (ممنوعی، گزارش منتشر نشده).

پس از برداشت میوه در هر چین تعداد میوه در بوته، وزن میوه، عملکرد تک بوته محاسبه و اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ انجام شد.

نتایج و بحث

اثر سال

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال بر صفات تعداد میوه در بوته، وزن میوه، عملکرد تک بوته، طول میوه، اسیدیته و مواد جامد محلول و کارآیی مصرف آب در سطح یک درصد معنی‌دار بود، اثر سال بر عملکرد کل و قطر میوه معنی‌دار نبود (جدول ۱).

عملکرد کل

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر فواصل بین و روی ردیف بر عملکرد کل در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد از فاصله بین ردیف ۱۲۰ سانتی‌متر به میزان ۳۵/۸۹ تن در هکتار و کمترین مقدار عملکرد از فاصله بین ردیف ۲۰۰ سانتی‌متر به میزان ۲۰/۷۲ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۲). همان طور که مشاهده می‌شود با افزایش فاصله بین ردیف از ۱۲۰ به ۲۰۰ سانتی‌متر، عملکرد در حدود ۴۱ درصد کاهش یافت.

فاصله روی ردیف ۴۰ سانتی‌متر با عملکرد ۲۹/۱۹ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد و فاصله روی ردیف ۶۰ سانتی‌متر با ۲۶/۳۴ تن در هکتار کمترین عملکرد را داشت (جدول ۲). افزایش فاصله از ۴۰ به ۶۰ سانتی‌متر در حدود ۱۰ درصد عملکرد را کاهش داد. بنابراین کاهش یا افزایش فاصله روی ردیف در مقایسه با فاصله بین ردیف تأثیر بسیار کمی در کاهش یا افزایش عملکرد داشته است. اثر متقابل فاصله بین ردیف در فاصله روی ردیف معنی‌دار نشده نبود. اثر متقابل سال × فاصله بین ردیف × فاصله روی ردیف در سطح یک درصد معنی‌دار شده بود (جدول ۱) یعنی آرایش کاشت در زراعت گوجه‌فرنگی به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی است (جدول ۳).

نتایج به دست آمده با نتایج گزارش شده توسط فیاضی (Fayyazi, 1995)، کروز و همکاران

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب برای برخی از صفات ارقام گوجه فرنگی در دو سال زراعی(۹۰-۱۳۸۸)

Table 1. Combined analysis of variance for some traits of tomato cultivars in two cropping seasons (2009-2011)

			میانگین مربعات MS								
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	عملکرد میوه Fruit yield	عملکرد در بوته Yield per plant	تعداد میوه در بوته Fruit per plant	وزن میوه Fruit weight	طول میوه Fruit length	قطر میوه Fruit diameter	مواد جامد محلول کل Brix	اسیدیته تیتر شده Titrable acidity (%)	کارآیی مصرف آب Water use efficiency
Year	سال	1	38.954^{ns}	292262.933**	10620.212**	91590.096**	8.918**	0.028^{ns}	2.704**	0.560**	8.711**
Replication × Year	تکرار × سال	4	132.095**	205310.862**	347.207**	53.750^{ns}	0.105^{ns}	0.042^{ns}	0.292^{ns}	0.003^{ns}	4.486**
Inter row spacing (I)	فاصله بین ردیف	4	568.415**	76267.646^{ns}	171.256*	191.723^{ns}	0.160^{ns}	0.91^{ns}	0.158^{ns}	0.001^{ns}	17.156**
Y × I	سال × فاصله بین ردیف	4	117.895**	192639.348**	71.422^{ns}	144.522^{ns}	0.051^{ns}	0.043^{ns}	0.092^{ns}	0.001^{ns}	3.283**
Error a	خطای الف	16	15.790	31654.817	54.591	84.025	0.126	0.064	0.292	0.001	0.496
Intra row spacing (IRS)	فاصله روی ردیف	2	61.028**	946787.580**	1336.060**	167.985^{ns}	0.671**	0.106^{ns}	0.133^{ns}	0.002^{ns}	1.878**
Y × IRS	سال × فاصله روی ردیف	2	78.145**	60809.958**	177.282*	10.040^{ns}	0.052^{ns}	0.051^{ns}	0.196^{ns}	0.001^{ns}	2.582**
I × IRS	فاصله روی ردیف × فاصله بین ردیف	8	19.119^{ns}	31402.977*	32.155^{ns}	299.518**	0.353**	0.171*	0.251*	0.002^{ns}	0.554^{ns}
Y × IRS ×I	سال × فاصله بین ردیف × فاصله روی ردیف	8	42.577**	70347.189**	49.641^{ns}	79.553^{ns}	0.060^{ns}	0.045^{ns}	0.090^{ns}	0.001^{ns}	10.305**
Error b	خطای ب	40	10.601	12373.248	39.300	72.427	0.111	0.070	0.118	0.002	0.345
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		11.70	10.46	16.77	11.91	5.62	5.74	7.45	10.40	11.99

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ns: Not significant.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns: غیر معنی‌دار.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد کل و برخی صفات گوجه‌فرنگی در فواصل مختلف بین و روی ردیف در دو سال زراعی

Table 2. Mean comparison of total yield and some traits of tomato for different inter and intra row spacing in two growing seasons

تیمار Treatment	عملکرد میوه Fruit yield (tha^{-1})	عملکرد در بوته Mean yield per plant(g)	تعداد میوه در بوته Fruit per plant	وزن میوه Fruit weight (g)	طول میوه Fruit length (cm)	قطر میوه Fruit diameter (cm)	مواد جامد محلول کل Brix	درصد اسیدیته تیتر شده Titrable acidity (%)	کارآیی مصرف آب Water use efficiency (kgm^{-3})
سال Year									
2010	27.18a	1006b	26.53b	61.35b	5.61b	4.67a	4.44b	0.32b	4.58b
2010	27.18a	1006b	26.53b	61.35b	5.61b	4.67a	4.44b	0.32b	4.58b
2011	28.50a	1120a	48.25a	81.58a	6.24a	4.70a	4.79a	0.48a	5.21a
فاصله بین ردیف Inter row spacing (cm)									
120	35.89a	1051ab	34.32b	74.67a	5.98a	4.64a	4.47a	0.40a	6.3a
140	28.66b	991b	38.20ab	66.19b	5.81a	4.59a	4.58a	0.40a	5.0b
160	29.04b	1155a	41.39a	73.36a	6.05a	4.75a	4.67a	0.39a	5.1b
180	24.89c	1099ab	38.82ab	70.79ab	5.92a	4.75a	4.65a	0.41a	4.4c
200	20.72d	1020ab	34.23b	72.19ab	5.87a	4.68a	4.70a	0.41a	3.7d
فاصله روی ردیف Intra row spacing (cm)									
40	29.19a	890c	31.44c	73.54a	6.08a	4.69a	4.57a	0.41a	5.1b
50	27.98ab	1055b	36.14b	68.88a	5.78a	4.62a	4.58a	0.41a	4.9ab
60	26.34b	1245a	44.60a	71.90a	5.92a	4.74a	4.69a	0.39a	4.6b

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون برای هر تیمار فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ هستند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

Means with similar letters in each column for each treatment are not significantly dofferent at 1% level of probability (Duncan's multiple range test).

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد کل و برخی صفات گوجه‌فرنگی در اثر متقابل فواصل بین و روی ردیف در دو فصل زراعی

Table 3. Mean comparison of total yield and some traits of tomato for interaction of inter and intra row spacing in two growing seasons

فاصله بین ردیف × فاصله روی ردیف Intra row spacing (cm) × Inter row spacing (cm)	عملکرد میوه Fruit yield (tha^{-1})	عملکرد در بوته Mean yield per plant(g)	تعداد میوه در بوته Fruit per plant	وزن میوه Fruit weight (g)	طول میوه Fruit length (cm)	قطر میوه Fruit diameter (cm)	مواد جامد محلول کل Brix	درصد اسیدیته تیتر شده Titrable acidity (%)	کارآیی مصرف آب Water use efficiency (kgm^{-3})
120×40	36.33a	872f	33.82e	88.20ab	6.40ab	4.79abc	4.60a	0.48ab	6.6a
120×50	34.05abc	1022def	43.28de	92.73a	6.32ab	4.74abc	4.53a	0.49ab	6.2abc
120×60	31.78abcd	1192bcde	51.54abcd	82.53ab	6.18bc	4.67abc	4.67a	0.48ab	5.8abcd
140×40	35.71ab	1000def	46.31bcde	81.87abc	6.39ab	4.61abc	4.93a	0.52a	6.5ab
140×50	27.64cdef	968def	46.39bcde	62.40d	5.88bc	4.38c	4.80a	0.48ab	5.0cdef
140×60	29.86abcd	1306abc	62.51ab	86.60ab	6.23bc	4.89ab	4.77a	0.45ab	5.4abcd
160×40	30.77abcd	985def	44.20cde	81.73abc	6.38ab	4.66abc	4.43a	0.46ab	5.6abcd
160×50	24.50def	980def	47.10bcde	85.07ab	6.33ab	4.76abc	5.07a	0.49ab	4.5def
160×60	30.02abcd	1501a	64.47a	88.47ab	6.51ab	4.79abc	5.20a	0.43b	5.5abcd
180×40	27.45cdef	988def	45.23cde	88.03ab	6.93a	4.90ab	4.83a	0.47ab	5.0cdef
180×50	20.65ef	929ef	38.92de	66.67cd	5.64c	4.38c	4.63a	0.45ab	3.8ef
180×60	23.80def	1339abc	60.86abc	75.07bcd	5.87bc	5.00a	5.00a	0.52a	4.4def
200×40	26.97cdef	1079cdef	39.18de	75.33bcd	6.10bc	4.42bc	4.67a	0.51ab	4.9cdef
200×50	28.24bcde	1412ab	48.75abcde	88.13ab	6.17bc	5.87abc	5.20a	0.48ab	5.1bcde
200×60	19.67f	1229bcd	51.05abcd	80.07abc	6.29b	4.67abc	4.47a	0.50ab	3.6f

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ هستند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

Means with similar letters in each column are not significantly dofferent at 1% level of probability (Duncan's multiple range test).

(Cruz *et al.*, 2003)، محمد و سینگ (Muhammad and Singh, 2007) و ستین و اویگان (Cetin and Uygan, 2008) همخوانی دارد.

اثر فاصله بین ردیف برای تعداد میوه در بوته در سطح ۵ درصد و برای کارایی مصرف آب در سطح یک درصد معنی‌دار شد.

عملکرد تک بوته

اثر فاصله بین ردیف روی عملکرد تک بوته معنی‌دار نبود. اثر فاصله روی ردیف بر این صفت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار و اثر متقابل تیمارهای فواصل بین و روی ردیف در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. اثر متقابل سال با هر یک از عوامل ذکر شده در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). به طور کلی در طی دو سال آزمایش با افزایش فاصله روی ردیف عملکرد تک بوته افزایش یافت (جدول‌های ۲ و ۳). برتری فواصل زیادتر از نظر عملکرد تک بوته به دلیل افزایش نفوذ نور به درون کانوپی و افزایش تعداد میوه در بوته است. کاهش عملکرد تک بوته ناشی از کاهش فواصل روی ردیف ممکن است به دلیل اثر زیان‌آور سایه‌اندازی بیشتر برگ‌ها و در نتیجه تأثیر منفی بر روی تشکیل میوه باشد. نتایج به دست آمده با نتایج میانمار (Myanmar, 1999) و آزودو و همکاران (Azevedo *et al.*, 2010) همخوانی دارد.

تعداد میوه در بوته

اثر فاصله بین ردیف و روی ردیف بر تعداد میوه در بوته به ترتیب در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار بود. روند منظمی در بررسی میانگین‌های اثرات فاصله بین ردیف بر تعداد میوه در بوته مشاهده نشد، در حالی که با افزایش فاصله روی ردیف تعداد میوه در بوته افزایش یافت. با تغییر فاصله روی ردیف از ۴۰ به ۶۰ سانتی‌متر، تعداد میوه در بوته به میزان ۳۰ درصد افزایش یافت. تعداد بوته بیشتر در هکتار، رقابت جهت دسترسی به منابع آب، مواد غذایی، نور، گاز کربنیک و غیره را شدت داده و نتیجه آن کاهش تعداد میوه است.

کارآیی مصرف آب

اثر فاصله بین ردیف و روی ردیف بر کارآیی مصرف آب در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در این آزمایش با افزایش فواصل بین و روی ردیف کارآیی مصرف آب کاهش پیدا کرد. در فاصله بین ردیف ۱۲۰ سانتی‌متر بیشترین کارآیی مصرف آب به میزان ۶/۳ کیلوگرم بر متر مکعب و در فاصله بین ردیف ۲۰۰ سانتی‌متر کمترین میزان با ۳/۷ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد (جدول ۲). با افزایش فاصله بین ردیف تا ۲۰۰ سانتی‌متر کارآیی مصرف آب به میزان ۴۱ درصد کاهش یافت، لذا اگر فاصله بین ردیف صحیح رعایت نشود ضمن کاهش عملکرد محصول باعث اتلاف آب به میزان ۴۱ درصد می‌شود در ضمن همین موضوع در مورد فاصله‌های روی ردیف نیز صادق است. البته تأثیر فاصله بین ردیف بسیار زیادتر از فاصله روی ردیف است و با توجه به شرایط منطقه خشک استان بوشهر و حفظ منابع آبی در مناطق جنوبی کشور رعایت فاصله بین ردیف و روی ردیف صحیح بسیار

اهمیت دارد. یافته‌های رودریگز و لامبث (Rodriguez and Lambeth, 1975) با این موضوع همخوانی دارد.

ویژگی‌های کیفی

اثر فواصل روی ردیف و بین ردیف بر ویژگی‌های کیفی میوه شامل درصد مواد جامد محلول و اسیدیته معنی‌دار نبود و تنها اثر متقابل بر روی درصد مواد جامد محلول در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول‌های ۱، ۲ و ۳).

در مجموع آرایش کاشت‌های ۴۰ ×۱۲۰ و ۵۰×۱۲۰ سانتی‌متر به ترتیب با عملکردهای ۳۸/۵۲ و ۳۷/۶۵ تن در هکتار در یک کلاس آماری قرار گرفتند، به علت محدودیت منابع آبی در استان بوشهر نباید تنها به عملکرد میوه توجه کرد بلکه باید کارآیی مصرف آب را نیز در نظر داشت. به عبارت دیگر عملکردی مورد نظر است که به ازای هر لیتر آب مصرفی محصول بیشتری تولید کند. با توجه به جدول ۲، تیمار آرایش کاشت ۴۰ ×۱۲۰ سانتی‌متر دارای بیشترین عملکرد کل و کارآیی مصرف آب بود. هر چند که تراکم ۵۰×۱۲۰ به دلیل کاهش استفاده از نهاده‌های کشاورزی از قبیل بذر یا نشاء، آب، کود، علف‌کش‌ها هزینه تولید کمتری را به کشاورز تحمیل می‌کند.

References

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. FAO Paper 56, FAO, Rome, Italy.

Azevedo, V. F., Abboud, A. C. S., and Carmo, M. G. F. 2010. Row spacing and pruning regimes on organically grown cherry tomato. Horticultura Brasileira 28: 389-394.

Borrelli, A., and Bobieri, G. 1983. The response of processing tomatoes to increase planting density using once-over harvesting. 1. Effects on the yield and on morphological characters of the plants, Rivista della Ortofloro Froticultura Italiana 67: 429-444.

Cetin, O., and Uygan, D. 2008. The effect of drip line spacing, irrigation regims and planting geometries of tomato on yield, irrigation water use efficiency and net return. Agricultural Water Management 95: 949- 958.

Cruz Carrillo, J., Jimenez, F., Ruiz, J., Diaz, G., Sanchez, P., Perales, C., and Arellanes, A. 2003. Evaluation of planting densities of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) in greenhouse. Agronomia-Mesoamericana 14 (1): 85-88.

Fayyazi, M. 1995. Effect of plant growth regulators, training type and spacing on quantitative and qualitative characteristics of tomato cultivar of Primo Early. MSc. Thesis, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran. 83 pp. (in Persian).

Logendra, L. S., Gianfagna, T. J., Specca, D. R., and Janes, H. W. 2001. Greenhouse tomato limited cluster production systems: crop management practices affect yield. HortScience 36 (5): 893-896.

Mazaheri, D., and Majnoun Hosseini, N. 2001. Principals of Agronomy (1st ed.). Tehran University Publications, Tehran, Iran. 320 pp. (in Persian).

Miyao, G., Bieche, B., and Branthome, X. 2003. Influence of plant population on transplanted processing tomatoes in the Lower Sacramento Valley. Acta Horticulturae 613: 107-110.

Muhammad, A., and Singh, A. 2007. Intra-row spacing and pruning effects on fresh tomato yield in Sudan Savanna of Nigeria. Journal of Plant Science 2(2): 153-161.

Myanmar, M. A. 1999. Effect of pruning and spacing on performance of fresh market tomato. pp. 174-183. In: ARC-AVRDC Training Report, Kasetstar University, Nakhon Pathom, Thailand. pp. 174-183.

Nargis, S., and Mathew, T. 2000. Studies on plant geometry and spacing trial in hybrid tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) ARTH-210. South-Indian Horticulture 48 (1/6): 100-102.

Papadopoulos, A. P., and Pararajasingham, S. 1997. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). A review. Scientia Horticulturae 69: 1-29.

Peyvast, Gh. 2007. Vegetable Production (4th ed.). Daneshpazir Publications. Rasht, Iran. 506 pp. (in Persian).

Rajinder, S., Sandhu, K. S., Daljit, S., Sandha, M. S., Singh, R., and Singh, D. 2000. Quality response of tomato varieties to population density and training methods. Haryana Journal for Horticultural-Sciences 29 (3-4): 235-236.

Rodriguez, B. R., and Lambeth, N. V. 1975. Artificial lighting and spacing as photosynthetic and yield factors in winter greenhouse tomato culture. Journal of American Society for Horticultural Sciences 100: 694-697.

Streck, N. A., Buriol, G. A., and Schneider, F. M. 1996. Effect of plant density on yield of tomatoes cultivated in a plastic greenhouse. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 31 (2): 105-112.

Warner, J., Hao, X., and Zhang, T. Q. 2002. Effects of row arrangement and plant density on yield and quality of early, small-vined processing tomatoes. Canadian Journal of Plant Science 82 (4): 765-770.