نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص. ۵۸۲-۵۷۰

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 3, Fall. 2015, p. 570-582

بررسی اثر فواصل کاشت و روش برداشت بر صفات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

هادی خزاعی[1*]- احمد زارع فیض آبادی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۱۰

چکیده

این پژوهش در اردیبهشت ۱۳۸۹به مدت دو سال در مزرعه نمونه آستان قدس رضوی و با استفاده از یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عامل اول فاصله بوته‌ها در سه سطح ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر روی ردیف و عامل دوم روش برداشت یک و چند مرحله‌ای گوجه‌فرنگی رقم‌های پیل ۳۴۷ بود. صفات مورد بررسی تعداد میوه در گیاه، وزن میوه در بوته، عملکرد کل، مواد جامد محلول، pH و نیروی انسانی مورد نیاز به‌ازاء هر تن وزن میوه بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر فاصله کاشت بر صفات تعداد و وزن میوه در بوته، عملکرد و تعداد کارگر برداشت، دارای اختلاف معنی‌دار بود. فاصله کاشت ۴۰ سانتی‌متری بیشترین و فاصله ۲۰ سانتی‌متری کمترین تعداد و وزن میوه در بوته را دارا بودند و ۵۱ و ۱۰۲ درصد اختلاف بین این دو فاصله کاشت به‌ترتیب برای صفات تعداد و وزن میوه در بوته مشاهده شد. حداکثر عملکرد میوه در فاصله ۳۰ سانتی‌متری با ۱۶/۲ درصد و حداکثر تعداد کارگر برداشت در فاصله ۲۰ سانتی‌متری با ۱۰/۵ درصد اختلاف در مقایسه با فاصله کاشت ۴۰ سانتی‌متری که کمترین عملکرد و نیاز کارگر برداشت را دارا بود، مشاهده شد. اثر روش برداشت بر صفات وزن میوه در بوته، عملکرد و تعداد کارگر برداشت، دارای اختلاف معنی دار بود. با وجود اینکه روش برداشت چند مرحله‌ای به‌ترتیب از ۹/۹ و ۹/۶ درصد وزن میوه در بوته و عملکرد بیشتر برخوردار بود، ولی نیازمند ۱۲۷/۱ درصد تعداد کارگر برداشت بیشتر در مقایسه با روش یک مرحله‌ای بود.

واژه‌های کلیدی: اجزاء عملکرد، تراکم، مواد جامد محلول

مقدمه

در حال حاضر اکثر گوجه‌کاران کشور، کشاورزان خرده مالکی بوده که به روش سنتی و در سطوحی کوچک اقدام به کشت این محصول می‌کنند و در زمان برداشت به روش چین‌های متعدد، هزینه‌های زیادی از قبیل نیروی انسانی و نیز حمل و نقل مکرر محموله‌های کوچک به آنها تحمیل می‌شود. ازطرفی در بسیاری از مزارع، کاشت نشاء گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum*) با فواصل بسیار نزدیک (در حدود ۲۰ سانتی‌متر) رایج است. علّت این موضوع روش سنّتی تهیه نشاء و صدمه دیدن ریشه نشاءها در هنگام انتقال از خزانه به مزرعه است. هدف کشاورز از کشت متراکم، جهت افزایش کارایی عملیات تولید و کاهش خطاهای احتمالی می‌باشد. این در حالی است که آن دسته از ارقام گوجه‌فرنگی که در چند چین و با استفاده از نیروی انسانی برداشت می‌شوند در مقایسه با ارقامی که در یک مرحله برداشت می‌شوند، معمولاً از تراکم کمتری در مزرعه برخوردارند (۱۱).

اثرات متقابل بین عملکرد و تراکم بوته وابسته به این موضوع است که عملکرد نتیجه رشد رویشی و یا رشد زایشی و تشکیل میوه در گیاه باشد (۹). تراکم مطلوب یکی از عوامل مؤثر در تولید بهینه هر محصول زراعی بوده و هدف از آن ترکیب مناسب عوامل محیطی در دسترس گیاه زراعی است. این تراکم یکی از عوامل مؤثر در تولید بهینه می‌باشد و هدف این است که ترکیب مناسبی از عوامل محیطی برای حصول عملکرد کمی و کیفی تأمین گردد (۸). تعداد بوته در واحد سطح بستگی به میزان بذر، قابلیّت جوانه زنی، درصد سبز شدن و استقرار و بقاء گیاهچه دارد (۱۷). در آزمایشی که توسط وارنر و همکاران (۲۰) در کشور کانادا تأثیر تراکم و فواصل بین ردیف‌ها و روی ردیف‌ها بر عملکرد گوجه‌فرنگی انجام گرفت، مشاهده شد افزایش تراکم از ۳۴۰۰۰ بوته در هکتار به ۴۴۰۰۰ بوته در هکتار مشابه کاهش فاصله بوته‌ها در روی ردیف‌ها بود. به‌طوری‌که در هر دو حالت میزان رشد رویشی و شاخ و برگ کمتر شد و میزان عملکرد میوه در مقایسه با سایر حالت‌های تراکم افزایش یافت. ولی اندازه

۱- مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی مشهد، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
(*- نویسنده مسئول: Email: khazaeihadi@yahoo.com)
۲- استاد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی مشهد، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

میوه و درصد ماده خشک تحت تأثیر تغییرات تراکم قرار نگرفت. به‌طور کلی بررسی‌های انجام شده حاکی از این است که با کاهش فواصل بوته‌ها در روی خطوط کاشت به حدود ۳۰ سانتی‌متر، عملکرد و اجزای آن در گوجه‌فرنگی افزایش می‌یابد (۳، ۷، ۱۲و ۲۰).

برداشت مکانیزه گوجه‌فرنگی علاوه بر کاهش هزینه برداشت، امکان افزایش سطح زیر کشت این محصول را فراهم می‌آورد که از این طریق می‌توان کل میزان تولید را افزایش داد (۸). از سال ۱۹۶۰ میزان تولید گوجه‌فرنگی در ایالت کالیفرنیای امریکا با توجه به رشد جمعیّت و افزایش تقاضا برای آن محصول، به سرعت افزایش و از حدود یک میلیون تن به بیش از ده میلیون تن در سال ۱۹۹۸رسید. همراه با افزایش تقاضا، به ناچار برنامه یک مرحله‌ای شدن برداشت از طریق افزایش مکانیزاسیون در برداشت این محصول در دستور کار قرار گرفت (۸). در نتیجه میانگین عملکرد مزارع گوجه‌فرنگی آن ایالت از ۴۹ تن در سال ۱۹۶۰ به بیش از ۶۴ تن در هکتار در سال ۱۹۹۷ افزایش یافت. ضمن اینکه با یک مرحله‌ای شدن برداشت کل نیاز کارگری آن منطقه از ۱۳/۵ میلیون ساعت در سال ۱۹۶۰ به ۳/۸ میلیون ساعت در سال ۱۹۹۷ کاهش یافت به‌نحوی که نیروی انسانی مورد نیاز عملیات برداشت هر تن میوه گوجه‌فرنگی از ۵/۳ ساعت به ۲/۹ ساعت کارگر کاهش یافت در حالی‌که میزان تولید در این مدت بیش از ۴ برابر شد (۱۹). برداشت گوجه‌فرنگی در یک مرحله علاوه بر کاهش هزینه برداشت، امکان افزایش سطح زیر کشت این محصول را فراهم می‌آورد که از این طریق می‌توان کل میزان تولید را افزایش داد (۸).

مقدار کل مواد جامد (بریکس) و pH مهمترین معیارهای کیفی در تولید رب گوجه‌فرنگی می‌باشند. درصد مواد جامد کل یکی از ویژگی‌های شیمیایی رب حاصل از گوجه‌فرنگی است، به‌طوری‌که هرچه مقدار مواد جامد کل بیشتر باشد، تأثیر بیشتری بر ویژگی‌های فیزیکی فرآورده‌های حاصل از گوجه‌فرنگی خواهد داشت (۱۶).

بر این اساس سعی داریم ضمن اصلاح روش فعلی کاشت گوجه‌فرنگی با فواصل نزدیک در روی ردیف‌ها، تفاوت کمّی و کیفی برداشت این محصول در یک چین در مقایسه با چین‌های مختلف را ارزیابی نموده تا از این طریق نیروی انسانی مورد نیاز عملیات برداشت که از سهم قابل توجهی در هزینه‌های تولید این محصول برخوردار است، کاهش یابد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در اردیبهشت ۱۳۸۹به مدت دو سال در مزرعه نمونه آستان قدس رضوی با استفاده از یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. اولین فاکتور فواصل کاشت بوته‌ها در سه سطح ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر روی ردیف و دومین فاکتور دو نوع برداشت یک و چند مرحله‌ای (حداقل سه چین) گوجه‌فرنگی رقم هایپیل ۳۴۷ بود. این رقم هیبرید و نسبتاً زودرس، مناسب فرآوری و همچنین هر دو نوع برداشت یک و یا چند مرحله‌ای (چین) می‌باشد. بذر این رقم گوجه‌فرنگی در اوایل بهار در خزانه کشت شد و نشاهای حاصل در اواسط خرداد ماه در کرت‌های مربوطه مطابق فواصل هر تیمار و بر روی ردیف‌هایی به فاصله ۱۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر کشت و بلافاصله آبیاری به روش قطره‌ای و با استفاده از نوارهای تیپ انجام شد. هر کرت شامل پنج ردیف هر یک به طول شش متر بود که بوته‌ها در روی ردیف‌ها به‌صورت دو طرفه (مجموعاً ۱۰ خط در هر کرت) کشت شدند. در هر کرت سه ردیف وسط (شامل شش خط کاشت) جهت اندازه‌گیری صفات مورد استفاده قرار گرفت. عملیات داشت شامل وجین علف‌های هرز، مبارزه با آفات، محلول‌پاشی عناصر غذایی مورد نیاز، خاک‌دهی بوته‌ها و آبیاری قطره‌ای با استفاده از نوارهای آبیاری ایرانی با دبی ۱/۶ لیتر در ساعت برای هر قطره‌چکان و به مدت هشت ساعت در فواصل سه الی چهار روز بود. صفات مورد اندازه‌گیری شامل تعداد میوه در گیاه، وزن میوه در بوته، عملکرد کل، درصد مواد جامد محلول کل (بریکس)، pH و همچنین نیروی انسانی مورد نیاز به‌ازاء هر تن وزن میوه بودند. عملیات برداشت از اواسط شهریور آغاز و در اواخر مهرماه به پایان رسید. به‌طوری‌که در تیمار چند مرحله‌ای سه چین و در تیمار یک مرحله‌ای فقط یک چین (در اواسط مهرماه و همزمان با سومین چین تیمار چند مرحله‌ای) برداشت شد. در هنگام برداشت فقط میوه‌های کاملاً رسیده و سالم برداشت شد و از جمع‌آوری میوه‌های فاسد شده خودداری شد. در تیمارهای برداشت چند مرحله‌ای، مجموع کل صفات تعداد میوه در گیاه، وزن میوه در بوته و نیز عملکرد سه چین برداشت شده برای هر مشاهده مورد استفاده قرار گرفت. ولی در صفات بریکس و pH که برای اندازه‌گیری آنها در هر دو روش برداشت از میوه‌های کاملاً رسیده و سالم استفاده شد، میانگین سه چین برای هر مشاهده محاسبه و مورد استفاده واقع شد. برای تعیین تعداد کارگر برداشت به‌ازاء هر تن وزن میوه، ۸ ساعت کار روزانه برای هر نفر اساس کار قرار گرفت. به‌طوری‌که کل تناژ برداشتی در هر چین تقسیم بر کل تعداد کارگر مورد استفاده شده و سپس تعداد کارگر مورد نیاز به‌ازای هر تن میوه برداشتی محاسبه شده است (۱۰ و ۱۹).

در پایان هر سال داده‌های حاصل پس از انجام تبدیل زاویه‌ای برای صفاتی که به‌صورت درصد بودند، با استفاده از نرم افزار Mstat-c مورد تجزیه آماری قرار گرفته و در انتهای سال دوم آزمایش، پس از انجام آزمون بارتلت و تأیید یکنواختی واریانس سال‌ها، ادغام داده‌های دو سال برای انجام تجزیه مرکب در کلیه صفات مورد بررسی امکان‌پذیر شد. همچنین برای کنترل معنی‌داری اثرات منابع تغییر از طریق روش امید ریاضی میانگین مربعات اقدام شد. در نهایت میانگین‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

صفات کمی

تجزیه واریانس داده‌های دو ساله این آزمایش نشان داد اثر سال و فاصله کاشت بر کلیه صفات کمی دارای تأثیر معنی‌دار بود در حالی‌که روش برداشت فقط بر صفات وزن میوه در بوته و عملکرد میوه تأثیر معنی‌دار نشان داد.

اثر متقابل سال و فاصله کاشت برای صفات تعداد میوه در بوته و وزن میوه در بوته دارای تأثیر معنی‌دار بود و اثر متقابل سال و روش برداشت فقط در صفت تعداد میوه در بوته تأثیر معنی‌دار نشان داد. اثر متقابل فاصله کاشت و روش برداشت و نیز اثر متقابل سال و فاصله کاشت و روش برداشت بر هیچ یک از صفات کمی تأثیر معنی‌دار نشان ندادند (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد صفات تعداد میوه در بوته، وزن میوه در بوته و عملکرد میوه در سال اول به‌ترتیب ۳۱/۱، ۲۱/۳ و ۲۰/۱ درصد در مقایسه با دومین سال آزمایش برتری داشتند (جدول ۲)، که این موضوع با شرایط جوی بسیار گرم در تابستان ۱۳۹۰ در اکثر مناطق کشور و ازجمله استان خراسان رضوی قابل توجیه است. در یک پژوهش انجام شده دیگر نیز با افزایش درجه حرارت محیط، عملکرد و اجزای آن در گوجه فرنگی کاهش یافت (۵). مقایسه میانگین فواصل مختلف کاشت در این آزمایش نشان داد فاصله کاشت ۴۰ سانتی‌متری از بیشترین و فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متری از کمترین تعداد و وزن میوه در بوته برخوردار بودند. به‌طوری‌که ۵۱ و ۱۰۲ درصد اختلاف بین این دو فاصله کاشت به‌ترتیب برای صفات تعداد و وزن میوه در بوته مشاهده شد (شکل‌های ۱ و ۲). این در حالی است که حداکثر عملکرد کل میوه در فاصله کاشت ۳۰ سانتی‌متری مشاهده شد. به‌نحوی که ۱۶/۲ درصد بیشتر از فاصله کاشت ۴۰ سانتی متری عملکرد حاصل نمود (شکل ۳). علت این موضوع با توجه به تعداد کمتر بوته در هکتار در فاصله کاشت ۴۰ سانتی‌متری قابل توجیه است. چرا که در فاصله کاشت ۳۰ سانتی‌متری در مقایسه با فاصله کاشت ۴۰ سانتی‌متری ۳۳ درصد بر تعداد بوته‌ها در واحد سطح افزوده می‌شود. اما در فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متری با وجود ۵۱ درصد تعداد بیشتر بوته در واحد سطح در مقایسه با فاصله کاشت ۳۰ سانتی‌متری، به علت رقابت بیش از حد بوته‌های مجاور برای نور، عناصر غذایی و حتی رطوبت که منجر به ۳۵/۱ درصد کاهش در تعداد میوه در بوته و همچنین ۷۶/۳ درصد کاهش در وزن میوه در بوته شده است، ۱۷/۶ درصد افت در عملکرد مشاهده شد.

جدول ۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای صفات مختلف

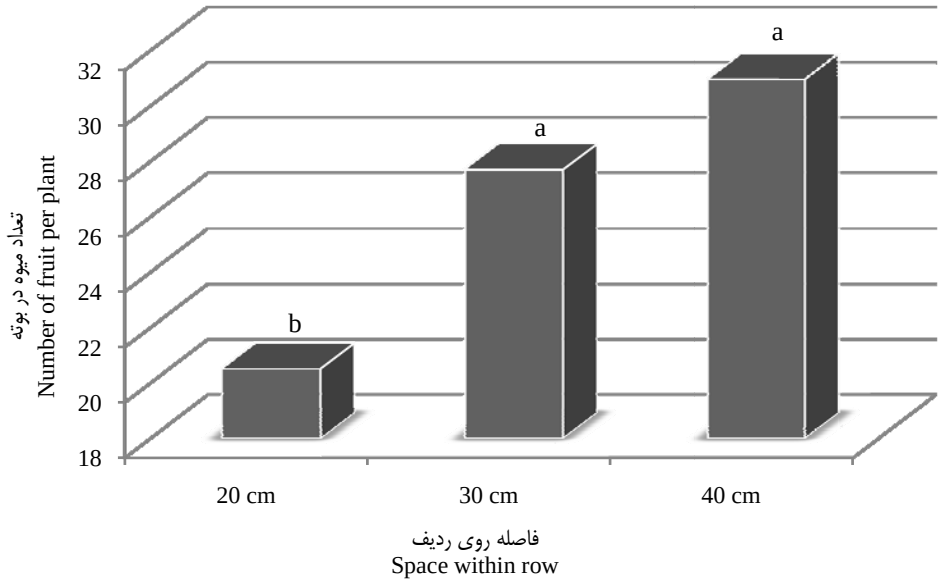
Table 1- Summary of analysis of variance of data for different traits

منابع تغییر S.O.V		درجه آزادی df	میانگین مربعات (Mean of Square)					
			تعداد میوه در بوته No. of fruits per plant	وزن میوه در بوته Weight of fruits per plant	عملکرد میوه Fruit yield	کل مواد جامد محلول Brix	pH	تعداد کارگر برداشت به ازاء هر تن وزن میوه Labor consumption per ton fruit
Year	سال	1	604.352**	0.944*	1647.480*	12.638**	1.718**	0/0001$^{n.s}$
Rep.(Year)	سال و تکرار	6	8.112	0.078	164.922	0.301	0.042	0.002
Planting Space	فاصله کاشت	2	457.240*	3.781*	560.755*	0.099$^{n.s}$	0.001$^{n.s}$	0.003**
Year & Planting Space	سال و فاصله کاشت	2	8.360*	0.080**	53.631$^{n.s}$	0.091$^{n.s}$	0.001$^{n.s}$	0.0001$^{n.s}$
Harvest Method	روش برداشت	1	108.180$^{n.s}$	0.228*	412.251*	0.034$^{n.s}$	0.004$^{n.s}$	0.490**
Year & Harvest Method	سال و روش برداشت	1	36.855**	0.0001$^{n.s}$	0.566$^{n.s}$	1.377$^{n.s}$	0.0001$^{n.s}$	0.0001$^{n.s}$
Planting Space & Harvest Method	فاصله کاشت و روش برداشت	2	5.254$^{n.s}$	0.017$^{n.s}$	9.980$^{n.s}$	0.051$^{n.s}$	0.001$^{n.s}$	0.003**
Year & Planting Space &Harvest Method	سال و فاصله کاشت و روش برداشت	2	0.246$^{n.s}$	0.009$^{n.s}$	28.728$^{n.s}$	0.404$^{n.s}$	0.001$^{n.s}$	0.0001$^{n.s}$
Error	خطا	30	17.011	0.015	36.443	0.350	0.010	0.0001
Total	کل	47						
CV%			15.63	8.47	9.42	12.88	2.36	7.92

** و * : به‌ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد، n.s : عدم وجود اختلاف معنی‌دار

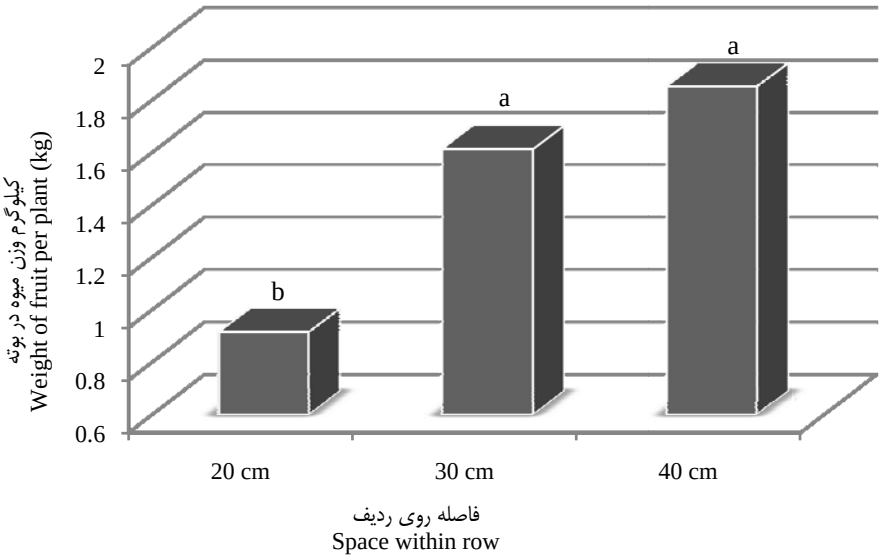
Ns: Non- significant* and ** : Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

بـــاآنگودا (۲) در بررســـی اثـــر تـــراکم کشـــت روی عملکـــرد گوجه‌فرنگی در کشور یمن گزارش کرد که در تراکم بـا فاصـله بـین ردیف ۱۲۰ سانتی متر و فاصله روی بوته ۶۰ سانتی‌متر عملکـرد ۳۵ تن در هکتار ولی در فاصله بین ردیف ۱۴۰ سانتی‌متر و فاصـله روی بوته ۴۰ سانتی‌متر عملکرد ۵۰ تن در هکتار بوده است. فضای مـورد نیاز برای هر بوته در ضمن نشاکاری بستگی به نوع رقـم و پتانسـیل رشد آن دارد. با این وجود در اکثر ارقام گوجه‌فرنگی فاصـله مناسـب در روی ردیف ۴۰ – ۲۵ و در بین ردیف ۱۵۰ – ۱۲۰ سانتی‌متر است (۱۱).



شکل ۱- تأثیر فواصل مختلف کاشت بر تعداد میوه در بوته گوجه‌فرنگی

Figure 1- Effect of different planting space on number of tomato fruit per plant

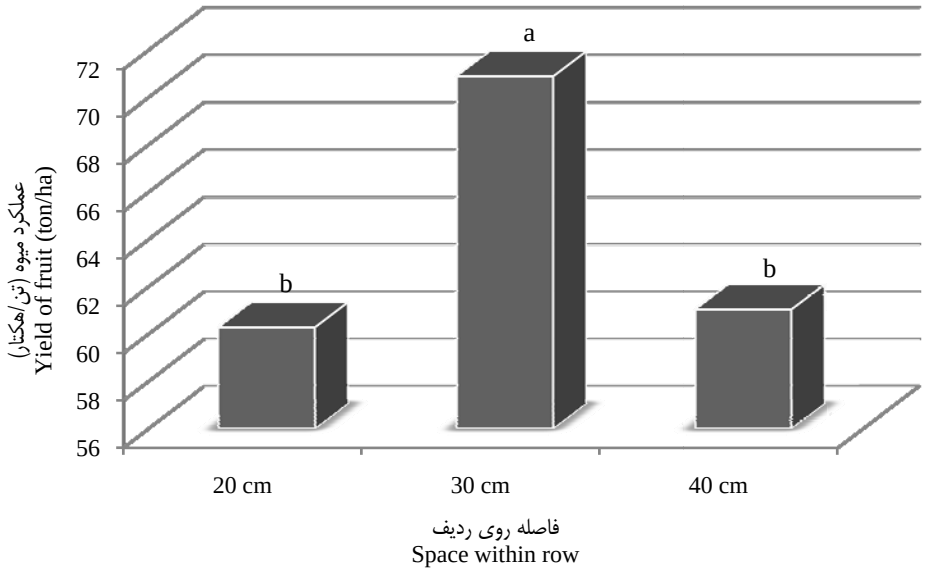


شکل ۲- تأثیر فواصل مختلف کاشت بر وزن میوه در بوته گوجه‌فرنگی

Figure 2- Effect of different planting space on weight of tomato fruit per plant

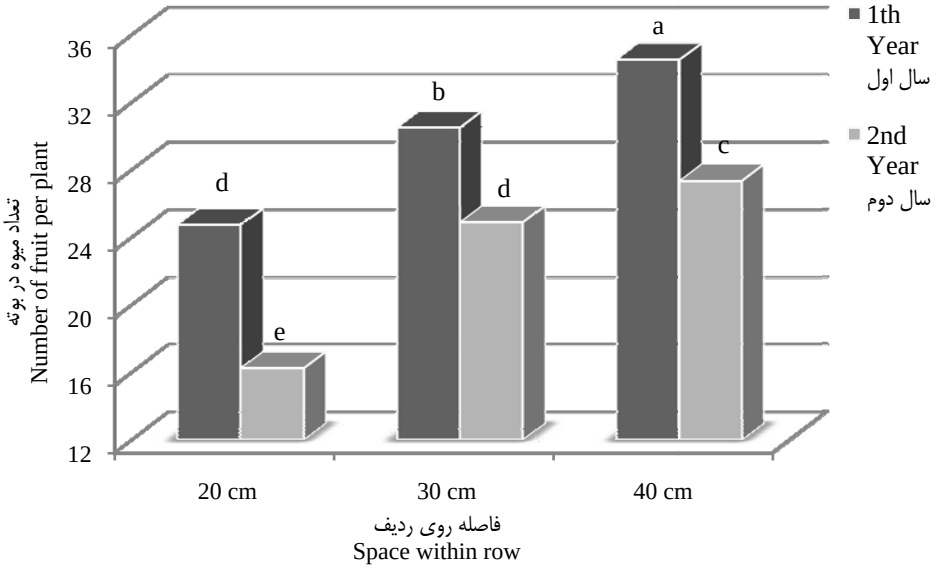
در تراکم کمتر کل تشعشع جذب شده در واحد سطح کاهش می‌یابد که این موضوع می‌تواند علت کاهش عملکرد کل باشد. از طرفی تراکم خیلی کم علاوه بر تأثیر مستقیمی که بر کاهش عملکرد دارد، در شرایط برداشت یک مرحله‌ای از طریق آفتاب سوختگی و نهایتاً ضایع شدن آن دسته از میوه‌ها که زودتر از بقیه رسیده‌اند، موجب کاهش عملکرد خواهد شد. شولبرگ و برین (۱۸) گزارش کردند حداکثر عملکرد میوه گوجه‌فرنگی در تراکم ۶۰۰۰۰ بوته در هکتار و در شاخص سطح برگ ۵-۴ به‌دست آمده است. ولی در تراکم‌های خیلی کم، افت عملکرد تشدید شده است. معمولاً در تراکم‌های پایین‌تر گیاهان زراعی، با افزایش تراکم تا حدودی عملکرد افزایش یافته و هرگاه تراکم بیش از حد افزایش یابد، عملکرد ازطریق افزایش رقابت کاهش خواهد یافت. رقابت هنگامی به‌وجود می‌آید که در یک جامعه گیاهی هر گیاه برای واکنش به عوامل محیطی دچار محدودیت شود و این موضوع که دو گیاه مجاور تا چه حد به هم نزدیک هستند تعیین‌کننده شدت رقابت خواهد بود. بر این اساس تعیین دقیق فاصله کاشت در مزرعه یکی از ویژگی‌های مدیریت تولید گیاهان زراعی است (۱۵).

مقایسه میانگین اثر متقابل سال و فاصله کاشت نشان داد بیشترین تعداد و وزن میوه در اولین سال آزمایش و در فاصله کاشت ۴۰ سانتی‌متری و کمترین آن صفات در دومین سال آزمایش و در فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متری حاصل شده است. به‌طوری‌که به‌ترتیب ۱۱۲/۵ و ۱۳۸/۷ درصد اختلاف برای صفات تعداد و وزن میوه مشاهده شد (شکل‌های ۴ و ۵). این وضعیت با توجه به شرایط بهتر جوّی در اولین سال آزمایش و تأثیر مثبت آن بر کاهش هرچه بیشتر رقابت فی مابین بوته‌های تنک تر (فاصله کاشت ۴۰ سانتی‌متری) و ازطرفی شرایط نامساعد جوّی در دومین سال آزمایش و تأثیر منفی تنش‌های حاصل بر بوته‌های متراکم و تحت رقابت بیشتر (فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متری)، قابل توجیه است. در شرایط درجه حرارت‌های بالا، گیاه مراحل فنولوژیکی خود را تسریع کرده و درنتیجه میوه‌های کوچکتری تولید می‌کند. ولی وقتی شرایط دمایی در شهریور ماه به حالت مطلوب نزدیک می‌شود، از سرعت پر شدن میوه‌ها کاسته شده و میوه‌ها فرصت بیشتری برای تجمع مواد ذخیره‌ای و در نهایت درشت تر شدن خواهند داشت. گوجه فرنگی از هنگام کاشت تا برداشت به ۴-۳ ماه زمان با شرایط آب و هوایی مطلوب نیاز دارد. بروز هرگونه تنش در این مدت سبب کاهش میزان تولید خواهد شد (۱). شرایط مطلوب برای تولید گوجه‌فرنگی، روزهای خشک و آفتابی با دمای ۲۵-۲۱ درجه سانتی‌گراد و شب‌هایی با دمای ۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد است. در این حالت چنانچه رطوبت و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه فراهم شود، رشد رویشی به حداکثر رسیده و هنگامی که دما به حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا کند، درشت شدن میوه‌ها به سرعت ادامه خواهد یافت (۱۱).



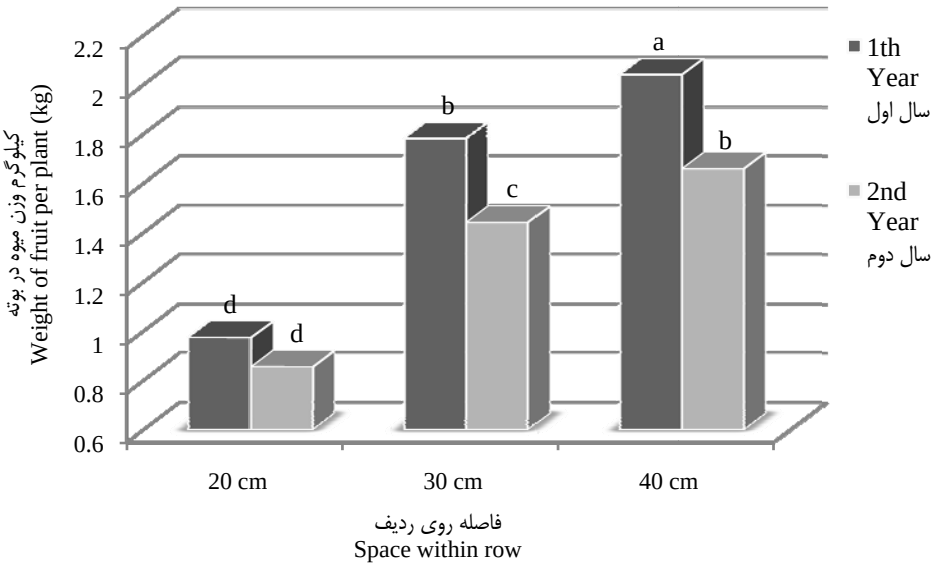
شکل ۳- تأثیر فواصل مختلف کاشت بر عملکرد کل گوجه‌فرنگی

Figure 3- Effect of different planting space on yield of tomato



شکل ٤- تأثیر فواصل مختلف کاشت بر تعداد میوه در بوته گوجه‌فرنگی

Figure 4- Effect of different planting space on number of tomato fruit per plant



شکل ٥- تأثیر فواصل مختلف کاشت بر وزن میوه در بوته گوجه‌فرنگی

Figure 5- Effect of different planting space on weight of tomato fruit per plant

مقایسه میانگین روش برداشت در این آزمایش نشان داد روش برداشت چند مرحله‌ای در مقایسه با روش برداشت یک مرحله‌ای از ۹/۹ درصد وزن میوه در بوته و ۹/۶ درصد عملکرد بیشتر برخوردار بوده است که این موضوع مربوط به فساد قسمتی از میوه‌ها در برداشت یک مرحله‌ای که به دلایل متعدد همچون تأثیر شرایط محیطی بر رسیدگی زودتر از موعد میوه‌ها شده‌اند، می‌باشد. در حالی‌که در برداشت چند مرحله‌ای، میوه‌هایی که زودتر از بقیه وارد مرحله رسیدگی می‌شوند، در چین‌های متعدد و جدا از هم برداشت می‌گردند (جدول ۲). خزاعی و زارع فیض آبادی (۱۰) گزارش کردند روش برداشت چند مرحله‌ای گوجه‌فرنگی از نظر تعداد و وزن میوه برداشت شده از هر بوته و عملکرد میوه به‌ترتیب ۱۴/۱، ۱۱/۳ و ۱۱/۳ درصد بر روش یک مرحله‌ای برتری داشته است. موضوع مهم در برداشت یک مرحله‌ای گوجه‌فرنگی مدیریت آب در مرحله درشت شدن و رسیدگی میوه‌ها و ممانعت از وارد آمدن تنش به مزرعه می‌باشد. در غیر این صورت عدم یکنواختی در رسیدگی میوه‌ها افزایش‌یافته که از این طریق ممکن است کاهش عملکرد قابل

توجهی در این نوع برداشت اتفاق بیفتد. به همین دلیل در این نوع برداشت استفاده از آبیاری قطره‌ای بر آبیاری نشتی ارجحیّت دارد. با قطع آبیاری هنگامی که حدود نیمی از میوه‌ها رنگ گرفته‌اند، می‌توان کیفیّت باقیمانده میوه‌ها را به سرعت ارتقاء داد تا از فساد میوه‌های پیش‌رس تا حد امکان جلوگیری نمود (۴). ضمن اینکه از این طریق بریکس محصول نیز افزایش خواهد یافت (۱۳). فوکوموتو و همکاران (۶) گزارش کردند تنش آبی به موقع موجب کاهش چروکیدگی و فساد گوجه فرنگی می‌گردد.

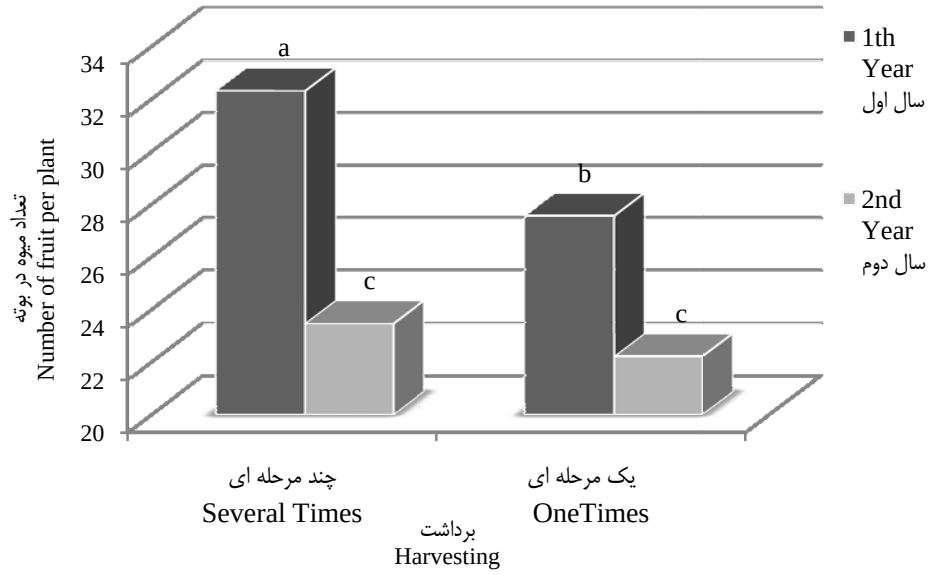
مقایسه میانگین اثر متقابل سال و روش برداشت نشان داد بیشترین تعداد میوه در اولین سال آزمایش و در برداشت چند مرحله‌ای و کمترین آن صفت در دومین سال آزمایش و در برداشت یک مرحله‌ای و با ۴۵/۵ درصد اختلاف حاصل شده است (شکل ۶). شرایط مناسب‌تر آب و هوایی در اولین سال آزمایش منجر به تولید بیشترین تعداد میوه و از طرفی برداشت‌های متعدد سبب کمترین کاهش در تعداد میوه به علت فساد بر روی بوته شده است. در حالی‌که در دومین سال آزمایش علاوه بر شرایط نامساعد محیطی که منجر به کاهش تعداد میوه در بوته شد، برداشت میوه در یک مرحله نیز منجر به فساد تعدادی از میوه‌های تولید شده بر روی بوته‌ها گردیده است. فرزانه و همکاران (۵) گزارش نمودند با افزایش درجه حرارت محیط، کمیت و کیفیت گوجه‌فرنگی کاهش یافت.

صفات کیفی

تجزیه واریانس داده‌های دو ساله این آزمایش نشان داد فقط اثر سال بر صفات مواد جامد محلول (بریکس) و pH تأثیر معنی‌دار داشته است. فاصله کاشت و روش برداشت و اثرات متقابل آنها فاقد اثر معنی‌دار بر این صفات بودند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد pH در سال اول به‌ترتیب ۹/۳ درصد در مقایسه با دومین سال آزمایش برتری داشت، در حالی‌که درصد مواد جامد محلول کل (درجه بریکس) در سال اول ۲۵/۲ درصد کمتر از سال دوم بود (جدول ۲). در یک بررسی انجام شده با افزایش درجه حرارت محیط، برخی صفات کیفی در گوجه فرنگی کاهش یافته است (۵).

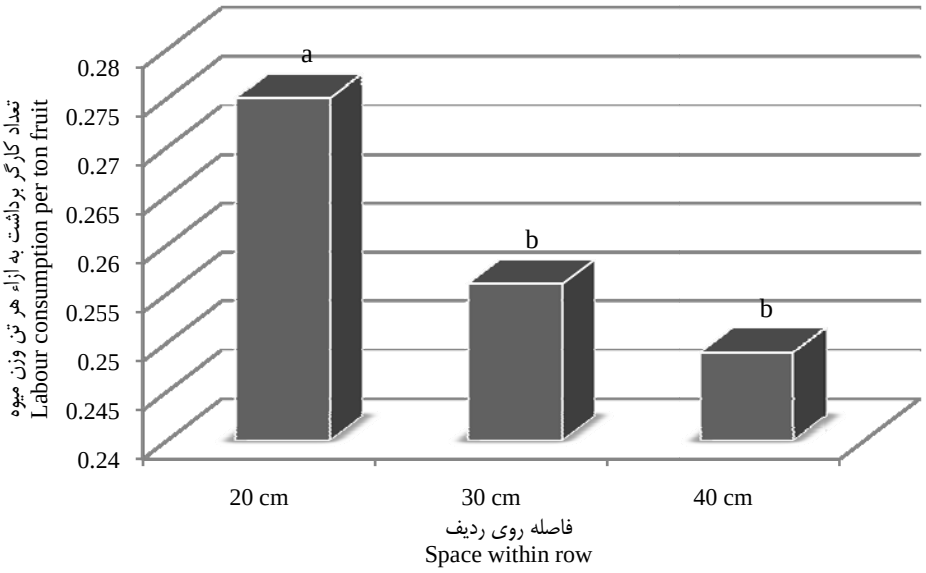
نیروی انسانی مورد نیاز برداشت

تجزیه واریانس داده‌های دو ساله این آزمایش نشان داد فاصله کاشت، روش برداشت و اثر متقابل فاصله کاشت و روش برداشت بر این صفت دارای تأثیر معنی‌دار بودند (جدول ۱). فاصله کاشت ۴۰ سانتی‌متری از کمترین و فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متری با ۱۰/۵ درصد اختلاف نیازمند بیشترین تعداد کارگر برداشت به‌ازای هر تن وزن میوه بودند (شکل ۷). تفاوت کارایی کارگران در فواصل کاشت مختلف، در واقع مربوط به نحوه عمل کارگر در حین برداشت میوه بوده است. به این ترتیب که یک کارگر در تیمارهای با فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متر به‌خصوص در اولین چین که مصادف با حداکثر رشد شاخ و برگ بوته‌های گوجه فرنگی نیز بوده است، نه تنها ناچار بوده در حین کار در داخل انبوه بوته‌ها، میوه‌های رسیده را جستجو نماید بلکه تراکم بیشتر بوته‌ها و انبوه شاخ و برگ بر سرعت حرکت وی در طول فارو تأثیر منفی داشته است.



شکل ٦- تأثیر روش برداشت بر تعداد میوه در بوته گوجه فرنگی

Figure 6- Effect of harvesting method on number of tomato fruit per plant



شکل ۷- تأثیر فواصل مختلف کاشت بر تعداد کارگر برداشت به‌ازای هر تن وزن میوه

Figure 7- Effect of different planting space on labor consumption per ton fruit

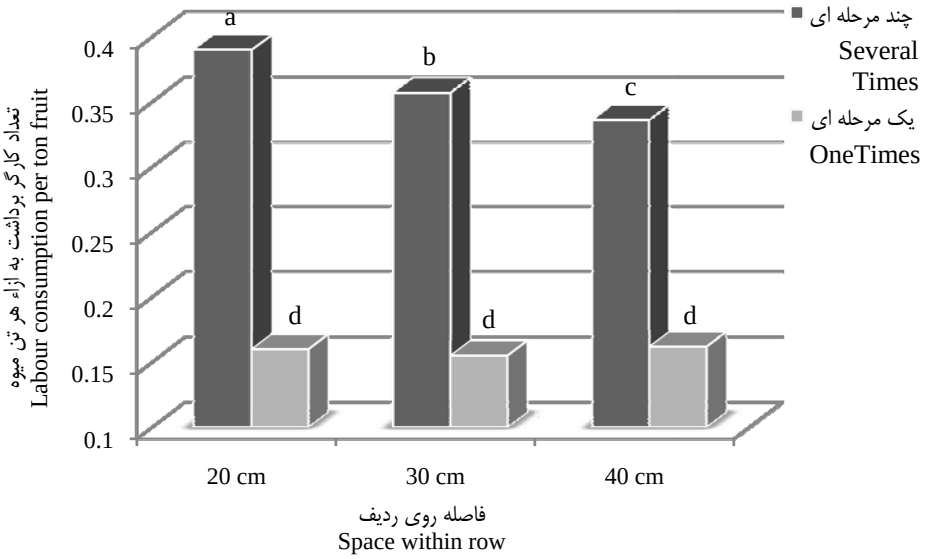
در حالی‌که در فواصل کاشت ۴۰ سانتی‌متری به‌خصوص در پایان فصل رشد که از انبوهی شاخ و برگ بوته‌های گوجه فرنگی به مقدار قابل توجهی کاسته شده و از طرفی فاصله کاشت بوته‌ها نیز کمتر بوده است، سرعت عمل کارگران در حین برداشت به مراتب بیشتر بوده است. مک کورمک (۱۴) اظهار نموده است تراکم بیش از حد بوته‌های گوجه فرنگی در مزرعه علاوه بر کاهش عملکرد، بر هزینه‌های تولید خواهد افزود.

فاصله بیشتر کاشت بوته‌ها در فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متری سبب شده است که کارگران در برداشت چند مرحله‌ای میوه به‌خصوص در اولین چین با سرعت کمتری مشغول به‌کار باشد. ولی در برداشت یک مرحله‌ای در پایان فصل رشد که از انبوهی شاخ و برگ بوته‌های گوجه فرنگی نیز به مقدار قابل توجهی کاسته شده و ازطرفی تمام میوه‌ها کاملاً رسیده بوده‌اند، سرعت عمل کارگران در حین برداشت بسیار بیشتر بوده است. در امریکا تغییر روش برداشت گوجه فرنگی از چند مرحله‌ای به یک مرحله‌ای، هزینه‌های کارگری تولید این محصول را از ۵/۳ کارگر ساعت بر تن به ۰/۴ کارگر بر هر تن میوه کاهش داد که این موضوع سبب کاهش قابل توجه کل هزینه‌های تولید و افزایش کیفیت گوجه فرنگی شد (۱۹).

روش برداشت چند مرحله‌ای از ۱۲۷/۱ درصد تعداد کارگر برداشت بیشتر به‌ازاء هر تن وزن میوه در مقایسه با برداشت یک مرحله‌ای برخوردار بود (جدول ۲). تفاوت نیاز نیروی انسانی در برداشت یک و چند مرحله‌ای، در واقع مربوط به نحوه عمل کارگر در حین برداشت میوه بوده است. به این ترتیب که یک کارگر در برداشت چین به چین میوه به‌خصوص در اولین چین که مصادف با حداکثر رشد شاخ و برگ بوته‌های گوجه فرنگی نیز بوده است، نه تنها ناچار بوده در حین کار در داخل انبوه بوته‌ها، میوه‌های رسیده را جستجو نماید بلکه انبوه شاخ و برگ بر سرعت حرکت وی در طول ردیف‌ها تأثیر منفی داشته است. در حالی‌که در برداشت یک مرحله‌ای در پایان فصل رشد که اتفاقاً از انبوهی شاخ و برگ بوته‌های گوجه فرنگی به مقدار قابل توجهی کاسته شده و از طرفی کلیه میوه‌ها در مرحله رسیدگی کامل بوده‌اند، سرعت عمل کارگران در حین برداشت بسیار بیشتر بوده است.

مقایسه میانگین اثر متقابل فاصله کاشت و روش برداشت نشان داد بیشترین تعداد کارگر برداشت به‌ازای هر تن وزن میوه در فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متری در شرایط برداشت چند مرحله‌ای و کمترین آن در فاصله کاشت ۳۰ سانتی‌متری و در برداشت یک مرحله‌ای با ۱۵۱/۶ درصد اختلاف حاصل شده است (شکل ۸).

خزاعی و زارع فیض آبادی (۱۰) گزارش کردند روش برداشت چند مرحله‌ای گوجه‌فرنگی ۱۴۰ درصد بیشتر از روش برداشت یک مرحله‌ای نیازمند نیروی انسانی بوده است.



شکل ۸- تأثیر فاصله کاشت و نوع برداشت بر تعداد کارگر مورد نیاز برداشت هر تن میوه

Figure 8- Effect of planting space and harvest method on labor consumption per ton fruit

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی

Table 2- Mean comparison of traits under study

			تعداد میوه در بوته No. of fruits per plant	وزن میوه در بوته Weight of fruits per plant (kg)	عملکرد میوه Fruit yield (ton ha^{-1})	مواد جامد محلول کل Brix %	pH	تعداد کارگر برداشت به ازاء هر تن وزن میوه Labor consumption per ton fruit
سال Year	1th	اول	29.933 a	1.599 a	69.927 a	4.081 b	4.433 a	0.262
	2nd	دو	22.837 b	1.318 b	58.210 b	5.108 a	4.055 b	0.259
فاصله کاشت Planting Space	20 cm	۲۰ سانتی متر	20.505 b	0.914 b	60.278 b	4.506	4.241	0.275 a
	30 cm	۳۰ سانتی متر	27.698 a	1.611 a	70.890 a	4.619	4.241	0.256 b
	40 cm	۴۰ سانتی متر	30.952 a	1.850 a	61.036 b	4.658	4.252	0.249 b
سال و فاصله کاشت Year & Planting Space	1th & 20 cm	اول و ۲۰ سانتی متر	24.750 d	0.974 d	64.126	4.080	4.437	0.280
	1th & 30 cm	اول و ۳۰ سانتی متر	30.500 b	1.781 b	78.320	4.056	4.429	0.255
	1th & 40 cm	اول و ۴۰ سانتی متر	34.550 a	2.041 a	67.334	4.108	4.435	0.250
	2nd & 20 cm	دوم و ۲۰ سانتی متر	16.260 e	0.855 d	56.430	4.933	4.044	0.270
	2nd & 30 cm	دوم و ۳۰ سانتی متر	24.896 d	1.441 c	63.460	5.183	4.054	0.257
	2nd & 40 cm	دوم و۴۰ سانتی متر	27.354 c	1.659 b	54.739	5.208	4.069	0.249
روش برداشت Harvesting Method	Several times	چند مرحله ای	27.866	1.528 a	66.999 a	4.621	4.254	0.361 a
	One time	یک مرحله ای	24.884	1.390 b	61.137 b	4.568	4.235	0.159 b
سال و روش برداشت Year & Harvesting Method	1th & Several times	اول و چند مرحله ای	32.311 a	1.665	72.966	3.938	4.442	0.364
	1th & one times	اول و یک مرحله ای	27.556 b	1.533	66.887	4.224	4.425	0.159
	2nd & Several times	دوم و چند مرحله ای	23.462 c	1.390	61.032	5.303	4.065	0.358
	2nd & one times	دوم و یک مرحله ای	22.212 c	1.247	55.387	4.912	4.046	0.159

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت آماری معنی‌داری در سطوح احتمال یک یا پنج درصد در آزمون چند دامنه‌ای دانکن نداشته‌اند.

In each column, means followed by any letter are not significantly different at the 5% probability levels-Using Duncans Multiple Rang Test.

ادامه جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی

Continue of table 2- Mean comparison of traits under study

		تعداد میوه در بوته No. of fruits per plant	وزن میوه در بوته Weight of fruits per plant (kg)	عملکرد میوه Fruit yield (ton ha^{-1})	مواد جامد محلول کل Brix %	pH	تعداد کارگر برداشت به ازاء هر تن وزن میوه Labor consumption per ton fruit
فاصله کاشت و روش برداشت Planting Space &	۲۰ سانتی متر و چند مرحله ای 20 cm & several times	21.359	0.946	62.394	4.470	4.245	0.390 a
	۲۰ سانتی متر و یک مرحله ای 20 cm & one times	19.651	0.883	58.162	4.542	4.236	0.160 d
	۳۰ سانتی متر و چند مرحله ای 30 cm & several times	29.641	1.696	74.582	4.661	4.260	0.357 b
	۳۰ سانتی متر و یک مرحله ای 30 cm & one times	25.755	1.562	67.197	4.578	4.223	0.155 d
	۴۰ سانتی متر و چند مرحله ای 40 cm & several times	32.659	1.940	64.020	4.731	4.256	0.336 c
	۴۰ سانتی متر و یک مرحله ای 40 cm & one times	29.245	1.760	58.052	4.584	4.248	0.162 d
سال و فاصله کاشت و روش برداشت Year & Planting Space & Harvesting Method	اول و۲۰ سانتی متر و چند مرحله ای 1th & 20 cm & Several times	26.350	1.030	67.863	4.020	4.437	0.397
	اول و۲۰ سانتی متر و یک مرحله ای 1th & 20 cm & one times	23.150	0.918	60.390	4.140	4.438	0.163
	اول و۳۰ سانتی متر و چند مرحله ای 1th & 30 cm & Several times	33.332	1.845	81.075	3.953	4.442	0.360
	اول و۳۰ سانتی متر و یک مرحله ای 1th & 30 cm & one times	27.668	1.718	75.565	4.160	4.415	0.150
	اول و۴۰ سانتی متر و چند مرحله ای 1th & 40 cm & Several times	37.250	2.120	69.960	3.843	4.447	0.335
	اول و۴۰ سانتی متر و یک مرحله ای 1th & 40 cm & one times	31.850	1.963	64.707	4.373	4.423	0.165
	دوم و۲۰ سانتی متر و چند مرحله ای 2nd & 20 cm & Several times	16.638	0.862	56.925	4.920	4.053	0.383
	دوم و۲۰ سانتی متر و یک مرحله ای 2nd & 20 cm & one times	16.153	0.848	55.935	4.945	4.035	0.158
	دوم و۳۰ سانتی متر و چند مرحله ای 2nd & 30 cm & Several times	25.950	1.548	68.090	5.370	4.077	0.355
	دوم و۳۰ سانتی متر و یک مرحله ای 2nd & 30 cm & one times	23.843	1.335	58.830	4.995	4.030	0.160
	دوم و۴۰ سانتی متر و چند مرحله ای 2nd & 40 cm & Several times	28.068	1.760	58.080	5.620	4.065	0.337
	دوم و۴۰ سانتی متر و یک مرحله ای 2nd & 40 cm & one times	26.640	1.558	51.398	4.795	4.072	0.160

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت آماری معنی‌داری در سطوح احتمال یک یا پنج درصد در آزمون چند دامنه‌ای دانکن نداشته‌اند.

In each column, means followed by any letter are not significantly different at the 5% probability levels-Using Duncans Multiple Rang Test.

نتیجه‌گیری

۱- با توجه به عملکرد بیشتر گوجه فرنگی در فاصله کاشت ۳۰ سانتی‌متری، پیشنهاد می‌شود آن را جایگزین روش مرسوم که طی آن فواصل کاشت حتّی کمتر از ۲۰ سانتی‌متر اعمال می‌شود، نمود.

۲- با توجه به نیاز بیشتر نیروی انسانی در روش برداشت چند مرحله‌ای، تقلیل مراحل برداشت از سه تا پنج چین به یک چین از طریق فراهم آوردن امکان توسعه کشت این محصول در قطعات بزرگ‌تر و حتّی امکان به‌کارگیری ماشین‌های برداشت مکانیزه، افزایش تولید و درآمد کشاورزان را به دنبال خواهد داشت.

۳- چنانچه روش برداشت یک مرحله‌ای در مزارع اعمال شود، می‌توان با برنامه‌ریزی منطقه‌ای و اعمال نوبت‌بندی کاشت در تاریخ‌های مختلف، از تجمّع و یا کمبود محصول گوجه فرنگی در مقاطع خاص زمانی جلوگیری به‌عمل آورده و از این طریق ضمن استمرار تولید، تغییرات نا مطلوب قیمت گوجه فرنگی و فرآورده‌های آن و تأثیر سوء وارده بر تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان را کنترل نمود.

References

1. Atherton, J. G., and Rudich, J. 1988. The Tomato Crop:A Scientific Basis for Improvement, 35-105. Chapman and Hall, New York, USA.
2. Ba-Angooda, S. A. 1984. A study on the effect of plant density on the spread of tomato yield in the peoples. Arab Journal of Plant Protection 2 (1): 40-43.
3. Balemi, T. 2008. Response of tomato cultivars differing in growth habit to nitrogen and phosphorous fertilizers and spacing on Vertisol in Ethiopia. Acta Agriculture Slovenica 91 (1): 103-119.
4. Cahn, M. D., Herrero, E. V., Synder, R. L., and Hanson, B. R. 2001. Water management strategies for improving fruit quality of drip-irrigated processing tomato. ISHS Horticulture542, VII International symposium on the

processing tomato, Sacramento, USA.
5. Farzane, A., Nemati, S. H., and Vahdati, N. 2011. Effects of different climatic parameters (Temperature and Light) on productive indexes and quantitative and qualitative characteristics of four tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Journal of Water and Soil 25 (3): 688-697. (in Persian).
6. Fukumoto, Y., Yokoyama, K., and Kojima, K. 1992. Effects of phosphate fertilizer application and water stress on yield and quality of fully ripe tomatoes. Bulletin of Research Institute of System Horticulture, Faculty of Agriculture, Kochi University, 25-31.
7. Geremew, A., Teshome, A., Kasaye, T., and Amanti, C. 2010. Effect of inter-row spacing with double row arrangement on yield and yield component of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) at Adami Tulu Agricultural Research Center (Central Rift Valley of Oromia, Ethiopia), African Journal of Agricultural Research 6 (13): 2978-2981.
8. Hartsough, B. 2007. The Mechanizing Miracle of Tomato Harvesting. Resource Engineering and Technology for a Sustainable World. Available at: http://asabe.org/imis/StaticContent/5/Oct07/Oct07Resource.pdf/ (visited 21 September 2009).
9. Hilhorst, H. W. M. 2007. Definition and hypotheses of seed dormancy. In: Seed Dormancy and Germination, J. Bradford and H. Nanogaki (eds.), Oxford, Blackwell, pp 50-71.
10. Khazaei, H., and Zare Feizabadi, A. 2013. Assessment of fruit yield and quality of tomato varieties in one and several times hand-harvesting. Seed and plant production journal 29 (2): 235-249 (in Persian).
11. Khazaei, H., Sobhani, A., and Khaksar, K. 2008. Tomato seed multiplication. Agricultural information and technology center, Agricultural research, education and extension organization, Technical report, No. 87/505, p.29 (in Persian).
12. Kirimi, J. K., Itulya, F. M., and Mwaja, V. N. 2011. Effects of nitrogen and spacing on fruit yield of tomato, African Journal of Horticultural Science 5: 50-60.
13. Lopez, J., Ballesteros, R., Ruiz, R., and Ciruelos, A. 2001. Influence on tomato yield and brix of an irrigation cut off fifteen days before the predicted harvest date in southwestern Spain. ISHS Horticulture 542, VII international symposium on the processing tomato, Sacramento, USA.
14. McCormac, J. 2004. Tomato seed production. An organic seed production manual for seed growers, Available at: http:// www.Gardenmedicinals.com /pdf/ tomato (visited 21 September 2008).
15. Prics, S. C., Hill, J. E., and Allard, R. W. 1983. Genetic variability for herbicide reaction in plant population. Weed Science 30: 652-657.
16. Ranganna, S. 1991. Hand book of analysis and Quality control for Fruit and vegetable Products. Second Ed. Tate Mc Graw–Hill publishing company limited. 112p.
17. Rawson, H. M., and Macpherson, H. G. 2000. Irrigated wheat. FAO, Available at: http://www.fao.org/DOCREP/006/X8234E/X8234E00.htm (visited 11 September 2008).
18. Scholberg, J., and Braian, L. M. 2000. Growth and canopy characteristics of field – grown tomato. Agronomy Journal 92: 152-159.
19. Thompson, J. F., and Blank, S. C. 2000. Harvest mechanization helps agriculture remain competitive. California Agriculture 54 (3): 51-56.
20. Warner, J., Zhang, T. Q., and Hao, X. 2004. Effects of nitrogen fertilization on fruit yield and quality of processing tomatoes. Canadian Journal of Plant Science 84: 865-871.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 3, Fall. 2015, p. 570-582

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص. ۵۸۲-۵۷۰

The Effect of Planting Space and Harvesting Method on Quantitative and Qualitative Traits of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

H. Khazaei[1*]- A. Zarea Feizabadi[2]

Received: 29-10-2013
Accepted: 01-12-2014

Introduction

One time tomato harvesting, in addition to labor saving, provides a possibility of increasing the cultivated area which lead to increase the total output (1). Varieties of tomato that has multiple harvest usually have a lower density in farm compared to one time harvest (2). In the late 1940s, the processing tomato industry in California was concerned that expected shortage of labor would prevent harvest of its increasing tomato production. Commercial use of the new variety and the new harvesting method, began in early 1960s. New harvesting method had a labor requirement of 2.9 hours per ton, compared with 5.3 hours per ton for hand-harvest in several times. Total labor use for the crop dropped from 13.5 million hours in the hand-harvest years to about 3.8 million hours per year in 1997, while fruit yield increased 4-fold (3).

Materials and Methods

This study was carried out in two years (2010-2011) at Mazrae Nemone Astan Ghods Razavi using a factorial experiment based on randomized complete block design with 4 replications. The first factor was planting space within row at three levels including 20, 30 and 40 cm and the second factor was harvesting method at two levels including multiple and one time on tomato variety hypeel 347. Measured traits included fruit number per plant, fruit weight per plant, yield, as quantitative also pH, brix as qualitative and labor consumption per each ton of harvested fruit were investigated. Each plot consisted of 5 rows with a length of 6 meters, the plant in the row bilaterally (a total of 10 lines per plot) were planted. Drip irrigation method was performed using the T-tape with 1.6 liters per hour. Harvesting started in mid-September and ended in late October. Fully ripe and healthy fruits were harvested and rotten fruits were not collected.

Results and Discussion

Quantitative traits

Analysis of variance showed that the effect of year and planting space on all quantitative traits was significant while harvesting method significantly affected fruit weight per plant and fruit yield. Interaction between year and planting space had significant effect on the fruit number and weight per plant. Moreover, interaction of year and harvesting method had a significant effect only on fruit number per plant.

Means comparison indicated that fruit number, fruit weight per plant and fruit yield in first year were 31.1, 21.3 and 20.1 percent higher than second year, respectively. The highest and the lowest fruit number and fruit weight per plant obtained on 40 cm and 20 cm, respectively. The maximum yield with 16.2 percent was observed in 30 cm space treatment compared to 40 cm which had the lowest rate on those traits. The maximum fruit number and fruit weight per plant obtained in the first year and 40 cm planting space while the minimum number obtained in the second year and 20 cm planting space,. The fruit harvested at several times had 9.9 and 9.6 percent higher than fruit weight per plant and yield respectively, compared to harvested method at once. The maximum and minimum of fruit number per plant achieved in the first year and several time harvesting also in the second year and harvested method at once, respectively with 45.5 percent difference.

Qualitative traits

Analysis of variance revealed that only year had significant effect on brix and pH. Means comparison

1- MSc., Scientific member of Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resourses Resarch Center, Seed & Plant Improvement Department, Toroq, Mashad, Iran
2- Professor, Scientific member of Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resourses Resarch Center, Seed & Plant Improvement Department, Toroq, Mashad, Iran
(*- Corresponding Author Email: khazaeihadi@yahoo.com)

showed that pH had 9.3 percent superiority in the first year compared to the second year while brix was 25.2 percent lower in the first year compare to the second year.

Labor working time

Analysis of variance showed that planting space, harvesting method and their interaction had significant effect on this labor time. Means comparison illustrated that the maximum labor time with 10.5 percent difference were observed in 20 cm planting space treatment compared to 40 cm which had the lowest rate on this trait. The fruit harvested multiple times method needed 127.1 percent more labor compared to harvested method at once. The highest and the lowest labor consumption with 151.6 percent difference, were observed in 30 cm and 20 cm respectively.

Conclusions

In tomato production increasing and decreasing of harvest's expenses, increasing within row space from 20 to 30 cm and one-time harvesting method, had a very important role.

Keywords: Brix, Density, Yield component