اثر سیستم‌های مختلف تربیت بوته بر رشد، عملکرد و کیفیت خیار گلخانه‌ای رقم گوهر (*Cucumis sativus* var. Gohar)

سیما شیراحمدی[1*]، طاهر برزگر[1] و زهرا قهرمانی[1]

(تاریخ دریافت:۱۳۹۳/۱۲/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۵/۲۲)
DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.13

چکیده

به منظور بررسی اثر سیستم‌های مختلف تربیت بوته بر رشد، عملکرد و کیفیت خیار گلخانه‌ای رقم گوهر، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار نوع سیستم تربیت بوته [دوشاخه (V شکل)، دوشاخه تغییر یافته، داربستی و افقی (تک‌شاخه)] بودند. طبق نتایج، بیشترین ارتفاع بوته، تعداد گره و سطح برگ در سیستم‌های داربستی و افقی مشاهده شد. اما از نظر طول میان‌گره تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود نداشت. کوتاه‌ترین مدت زمان گل‌دهی تا برداشت میوه (۱۴ روز) در سیستم دوشاخه به‌دست آمد. تأثیر سیستم‌های مختلف تربیت بوته بر تعداد میوه و عملکرد بازارپسند بوته در ماه‌های مختلف ارزیابی شد. بیشترین تعداد میوه (۲۵/۷۳) و عملکرد بازارپسند (۲۶۲۶ گرم در بوته) در ماه فروردین در سیستم داربستی و بیشترین تعداد میوه غیر بازارپسند در سیستم دوشاخه تغییر یافته حاصل شد. میوه‌های حاصل از سیستم داربستی بیشترین طول (۱۷/۲۳ سانتی‌متر) را داشتند. اثر سیستم‌های مختلف تربیت بوته بر ماده خشک میوه و کلروفیل پوست میوه معنی‌دار نشد. میوه‌های حاصل از سیستم دوشاخه بیشترین درصد مواد جامد محلول و پتاسیم میوه را داشتند. با توجه به نتایج و اهمیت عملکرد در کشت‌های گلخانه‌ای، سیستم داربستی برای کشت در شرایط شدت نور کم و سیستم دوشاخه (V شکل) برای کشت در شرایط با شدت نور کافی پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: سیستم تربیت بوته، عملکرد بازارپسند، کیفیت میوه

مقدمه

خیار (*Cucumis sativus* L.) گیاهی یک ساله، علفی، با ساقه خزنده و پوشیده از کرک است (۲۱). بوته‌های خیار دارای عادت رشدی نامحدود هستند و به طور مداوم ساقه و برگ جدید تولید می‌کنند (۳۵). مصرف تازه خوری خیار در تمام طول سال بر اهمیت تولید گلخانه‌ای آن افزوده است و امروزه یکی از مهمترین محصولات گلخانه‌ای به شمار می‌آید. در پرورش محصولات گلخانه‌ای، عملکرد و کیفیت میوه دو فاکتور اساسی است. یکی از مواردی که خصوصیات کمی و کیفی محصولات را در گلخانه به میزان زیادی تحت تأثیر قرار می‌دهد، نحوهٔ انجام هرس و بهره‌گیری از یک سیستم مناسب تربیت و هدایت بوته با تراکم مناسب می‌باشد (۹). هرس منجر

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sshirahmadi2@gmail.com

به تغییراتی در فرایندهای فیزیولوژیک گیاهان، سنتز رنگیزه، شدت فتوسنتز و منابع آسیمیلات‌ها و بهبود شرایط تشکیل میوه، عملکرد و کیفیت میوه می‌شود (۱۵). با تغییر در ساختار کانوپی گیاه به واسطه سیستم‌های مختلف تربیت بوته، می‌توان بر میزان نفوذ نور، شاخص سطح برگ، کاهش بیماری‌ها و فیزیولوژی گیاه تأثیر معنی‌داری را ملاحظه کرد و سرعت حرکت شیره پرورده را در گیاه تحت تأثیر قرار داد (۱۶ و ۲۹). تربیت بوته توانایی گیاه را برای دسترسی به نور مورد نیاز برای رشد به حداکثر می‌رساند (۱۲). در محصولات گلخانه‌ای، هم‌زمانی در رشد بوته‌ها و ایجاد یک کانوپی هم‌سان از اهمیت بالایی برخوردار است. نفوذ نور کافی به داخل پوشش گیاهی سبب ایجاد تعادل در رشد بوته‌ها شده و بوته‌ها از لحاظ ارتفاع، شاخص سطح برگ، طول شاخساره با یکدیگر هماهنگی داشته و در نتیجه یکنواختی در رشد حاصل می‌شود (۸). با تغییر شدت هرس، تغییرات مهمی در مورفولوژی و آناتومی برگ اتفاق می‌افتد. اولین تغییر اساسی، تفاوت در سطح برگ گیاه است که این تغییر به معنی تغییر سطح آسیمیلاسیون و افزایش کارایی فتوسنتز گیاه می‌باشد (۴). رشد میوه خیار پارتنوکارپ به میزان دسترسی میوه‌ها به آسیمیلات‌ها وابسته است (۲۹). رقابت بین میوه‌ها در جذب آسیمیلات‌ها و یا سایه اندازی برگ‌ها منجر به کاهش سرعت رشد میوه و یا ریزش آن می‌شود (۱۸).

انواع سیستم‌های تربیت در واقع نحوه آرایش شاخه‌های جانبی نسبت به یکدیگر و ساقه اصلی است. با اختلاف در روش‌های هدایت شاخه‌های جانبی بوته به طور افقی (زمان برخورد به سیم) و تغییر در تعداد شاخه به ازای هر بوته، می‌توان سبب تغییر در ویژگی‌های رشدی گیاه شد (۲۷). چندین سیستم مختلف برای تربیت بوته خیار گلخانه‌ای وجود دارد که قاعده اساسی تمام آنها گسترش حداکثری اندازه برگ‌ها می‌باشد؛ به طوری که بیشترین مقدار نور را دریافت نمایند. انتخاب یک سیستم تربیت به میزان زیادی به آسانی کار در گلخانه، سیستم تولید و برتری میزان تولید وابسته است (۳۱).

هُوی و همکاران (۲۰) گزارش دادند که در پرورش خیار گلخانه‌ای به روش چتری، به دلیل ایجاد سایه سنگین توسط برگ‌ها، در قسمت پایین ساقه، تولید و کیفیت میوه به علت رنگ‌گیری ضعیف کاهش می‌یابد. مطالعه اثر سیستم تربیت بوته دوشاخه‌ای و تک‌شاخه‌ای در خیار گلخانه‌ای نشان داد که نوع سیستم تربیت بوته، رشد رویشی و زایشی، عملکرد و کیفیت میوه را تحت تأثیر قرار داده و بیشترین شاخص سطح برگ، وزن تک میوه و عملکرد کل بازارپسند در سیستم تک شاخه‌ای به‌دست آمد (۳۱). اکثر تحقیقات انجام گرفته در رابطه با سیستم تربیت بوته خیار گلخانه‌ای مربوط به نتایج خارج از ایران، به‌خصوص شرایط اروپا، می‌باشد. مسلما، با توجه به تفاوت عرض جغرافیایی، شدت نور و عوامل اقلیمی ایران، این تحقیقات قابل تعمیم به شرایط موجود در کشور نمی‌باشد. با وجود افزایش سطح زیر کشت خیار گلخانه‌ای در ایران و سهم شایان توجه این محصول در تولید محصولات گلخانه‌ای، مطالعات جامعی در مورد انواع سیستم‌های تربیت بوته بر میزان صفات کمی و کیفی خیار گلخانه‌ای انجام نشده است. تشخیص سیستم‌های مناسب تربیت بوته در خیار گلخانه‌ای و تأثیر این تیمارها بر عملکرد و کیفیت محصول ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق، سعی شده تا اثر سیستم‌های مختلف تربیت بوته روی یک رقم تجاری خیار گلخانه‌ای در تراکم مشخص مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک واحد گلخانه خصوصی با سازه رایج تونلی- پلاستیکی به طول ۳۵ متر، عرض دهانه ۸ متر و ارتفاع ۵ متر و آزمایشگاه‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان اجرا گردید. مدت زمان پرورش گیاهان از بهمن ماه ۱۳۹۲ تا خرداد ماه ۱۳۹۳ در نظر گرفته شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار، سه تکرار و پنج بوته خیار در هر واحد آزمایشی به صورت کشت خاکی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار نوع سیستم تربیت بوته [سیستم دوشاخه

شکل ۱. (الف) سیستم‌های تربیت بوته در ابتدای رشد: دوشاخه‌ای، (ب) دوشاخه‌ای تغییر شکل یافته و (ج) تک‌شاخه‌ای

(شکل ۱- الف)، دوشاخه تغییر یافته (شکل ۱- ب)، داربستی و افقی (شکل ۱- ج)] بودند.

ابتدا بذرهای خیار رقم پُرگل گوهر (متعلق به شرکت نانهمس هلند) تهیه و در تاریخ ۱۳۹۲/۱۰/۲۰ در سینی‌های کشت حاوی پیت‌موس کشت شدند. پرورش نشا حدود ۱۰ روز به طول انجامید. در این دوره، سینی‌های نشا به طور روزانه آبیاری گردیدند. نشاها در مرحله ظهور اولین برگ حقیقی به داخل بستر خاکی گلخانه انتقال یافتند. تراکم کشت از ابتدا برای سیستم دوشاخه، ۲ بوته در متر مربع و برای سایر سیستم‌ها ۲/۴ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. در همهٔ سیستم‌های تربیت، شاخه‌های جانبی پس از ظهور روی ساقه حذف گردیدند. همچنین، گل‌ها و میوه‌های تشکیل شده روی ساقه اصلی تا ارتفاع ۴۵ سانتی‌متری جهت افزایش رشد رویشی بوته حذف شدند. به منظور ایجاد قیم، بوته‌ها به وسیله نخ‌هایی به سیم‌های افقی بالای ردیف‌ها متصل شدند و پیچاندن نخ دور ساقه‌های اصلی در طول فصل رشد به طور مستمر انجام گرفت. به منظور تربیت بوته‌ها در سیستم دوشاخه، ساقه اصلی بوته‌ها در مرحله پنج برگ حقیقی (گره پنجم) و قبل از باز شدن گل‌ها (ارتفاع بوته ۱۰ سانتی‌متر) سربرداری شد و از بین شاخه‌های جانبی رشد یافته در هر بوته دو شاخه قوی و مناسب (از نظر طول و قطر شاخه) انتخاب و نخ به دور آن‌ها پیچانده شد. به منظور ایجاد فضا جهت رشد مطلوب بوته، هر کدام از نخ‌ها به یک سیم هوایی در بالای بوته بسته شد. برای سیستم دوشاخه تغییر یافته، علاوه بر حفظ ساقه اصلی، در پائین بوته یک شاخه جانبی جهت ادامه رشد نگه داشته شد. در این سیستم، ساقه اصلی به یک سیم و شاخه جانبی به سیم مجاور توسط نخ اتصال یافت. در سیستم داربستی، ساقه اصلی گیاه تا پایان فصل رشد حفظ شد و بوته به فرم تک ساقه رشد و نمو یافت با این تفاوت که در زمان برخورد به سیم (ارتفاع سه متری)، بوته توسط قلاب‌هایی به پائین کشیده شد و تا پایان فصل رشد حالت عمودی خود را حفظ کرد. در سیستم افقی نیز همانند سیستم داربستی، بوته به فرم تک ساقه اصلی رشد و نمو یافت، با این تفاوت که در زمان برخورد به سیم انتهای بوته روی سیم قرار گرفته و رشد بوته به حالت افقی انجام گرفت و در ادامه رشد، بوته از سیم آویزان گشت.

میانگین دمای روزانه و شبانه گلخانه در طول دوره پرورش به ترتیب ۳±۲۵ و ۲±۱۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵- ۷۵ درصد بود. شدت نور داخل گلخانه با لوکس‌متر قابل حمل (مدل TES 1339) اندازه‌گیری شد (شکل ۲). آبیاری بوته‌ها نیز به روش قطره‌ای انجام گرفت. در طول فصل رشد، گیاهان به دو صورت محلول‌پاشی و همراه آب آبیاری با توجه به برنامه غذایی و کمبودهای مشاهده شده تغذیه شدند. با در نظر گرفتن شاخص برداشت (طول میوه ۱۸ سانتی‌متر) برای اولین میوه‌ها، برداشت میوه‌ها یک روز در میان با دست انجام گرفت (۱). ارتفاع بوته از محل طوقه تا نوک هر شاخه به طور جداگانه و با متر اندازه‌گیری و در نهایت میانگین ارتفاع برای هر بوته محاسبه گردید. تعداد گره در هر شاخه و طول میان‌گره در طول فصل رشد اندازه‌گیری شد. سطح برگ در اواسط فصل

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر سیستم‌های تربیت بوته بر خصوصیات رشدی خیار

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع بوته	طول میان‌گره	تعداد گره هر تک‌شاخه	شاخص سطح برگ	مدت زمان از گل‌دهی تا برداشت
تکرار	۲	۳۰/۰۳۴^{ns}	۰/۰۲۱^{ns}	۳/۲۵۰^{ns}	۴۹۶۶/۳۹^{ns}	۳/۲۵^{ns}
تیمار	۳	۳۱۶۶/۳۹**	۰/۰۲^{ns}	۱۶۸/۰۸**	۲۰۲۵۹/۹۱*	۲۶/۹۷۲**
خطای آزمایش	۶	۳۹/۲۵	۰/۰۶	۷/۲۵	۲۴۵۶/۷۲	۱/۴۷
ضریب تغییرات	–	۲/۱۶	۵/۰۰	۴/۵۸	۷/۸۸	۵/۸۴

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر سیستم‌های تربیت بوته بر خصوصیات رشدی خیار

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول میان‌گره (سانتی‌متر)	تعداد گره هر تک شاخه	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	مدت زمان از گل‌دهی تا برداشت (روز)
سیستم دوشاخه	۲۶۱/۵b	۵/۰۹a	۵۳/۳b	۵۹۰/۰۸b	۱۴c
سیستم دوشاخه تغییر یافته	۲۶۲b	۴/۳۳a	۵۱/۳b	۵۳۱/۳۵b	۱۶/۶b
سیستم داربستی	۳۲۰/۶a	۵/۰۹a	۶۶ a	۶۹۶/۸۶a	۲۰/۳a
سیستم افقی	۳۱۵/۲a	۴/۹a	۶۴/۳a	۶۹۶/۸۵a	۲۰a

در هر ستون، حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

رشد با استفاده از اسکنر و نرم‌افزار GSA Image Analayzer (بر حسب سانتی‌متر مربع) محاسبه گردید. به منظور تعیین دوره گل‌دهی تا برداشت در انواع سیستم‌های تربیت بوته، تعداد روز از زمان شکوفایی گل تا برداشت (در طول و قطر بازارپسند) با ثبت زمان باز شدن گل و زمان برداشت میوه محاسبه شد (۷). در زمان برداشت، طول میوه‌ها با خط‌کش و قطر میوه‌ها نیز با کولیس اندازه‌گیری شد و با جداسازی میوه‌های بازارپسند و غیر بازارپسند در بوته، میوه‌های بازارپسند با ترازوی دیجیتالی وزن شدند و به دنبال آن متوسط وزن تک میوه (گرم) و عملکرد بازارپسند بوته (بر حسب کیلوگرم در متر مربع) با احتساب تراکم بوته در یک متر مربع برآورد شد. همچنین، تعداد میوه بازارپسند و عملکرد هر بوته در طول دوره سه ماهه برداشت نیز با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند. میزان مواد جامد محلول میوه با رفرکتومتر دستی (مدل ATADO N1) براساس درصد بریکس (Brix) برآورد گردید. درصد ماده خشک میوه با خشک نمودن میوه‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سلسیوس محاسبه شد. اندازه‌گیری کلروفیل پوست میوه نیز طبق روش آرنون (۶) انجام گرفت. درصد پتاسیم میوه نیز پس از خشک نمودن بافت میوه در آون، و سپس آسیاب نمودن آن، با دستگاه فلیم فتومتر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) آنالیز و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. نمودارها به وسیله نرم‌افزار Excel رسم گردیدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته، تعداد گره و طول میان‌گره

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نوع سیستم تربیت بوته بر صفات ارتفاع بوته و تعداد گره در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌داری داشت؛ ولی بر طول میان‌گره تأثیر معنی‌داری نداشت. براساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) بیشترین ارتفاع بوته و

تعداد گره در سیستم داربستی به دست آمد که با سیستم تربیت افقی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. کمترین ارتفاع بوته و تعداد گره در سیستم دوشاخه مشاهده شد. گیاهان با تعداد ساقه کمتر، رشد نهایی بیشتری نسبت به گیاهان با تعداد ساقه بیشتر نشان داده‌اند و تعداد گره‌های هر ساقه با کاهش تعداد ساقه افزایش یافت، که با نتایج مارسلیز (۲۹) در خیار گلخانه‌ای مطابقت نشان داد. یکی از دلایل ارتفاع کم ساقه در بوته‌های با تعداد ساقه بیشتر را می‌توان این گونه بیان کرد که در گیاهان با تعداد ساقه بیشتر، به دلیل وجود تعداد میوه بیشتر (در این پژوهش در اواخر فصل رشد)، مواد آسیمیلاته تمایل بیشتری به انتقال به این ساختارهای زایشی دارند که این امر باعث کاهش رشد ساقه‌ها می‌گردد. همچنین، افزایش تعداد گره با کاهش تعداد ساقه، به دلیل کاهش رقابت بین اندام‌های زایشی و رویشی می‌باشد که مواد فتوسنتزی تولید شده بیشتری صرف رشد رویشی گیاه و افزایش ارتفاع بوته شده است (۲۹). یُویسیج و همکاران (۲۲) نیز بیان کردند که بوته‌های فلفل با تعداد ساقه کمتر، ارتفاع بوته بلندتر و تعداد گره بیشتری داشتند. ولی فاصله میان‌گره تحت تأثیر نوع سیستم تربیت بوته قرار نگرفت، که با یافته‌های این تحقیق مطابقت نشان می‌دهد.

سطح برگ

صفت سطح برگ به طور معنی‌داری تحت تأثیر سیستم‌های مختلف تربیت بوته قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین سطح برگ در سیستم‌های تربیت داربستی و افقی به‌دست آمد (جدول ۲). علت آن را می‌توان این گونه بیان نمود که کاهش تعداد ساقه در سیستم داربستی و افقی با تأثیر بر تعداد برگ به ازای هر بوته منجر به افزایش سطح برگ شده است. مشابه با این نتایج، پرمالاتا و همکاران (۳۱) در یک پژوهش، با تعیین شاخص سطح برگ حدود چهار هفته بعد از کشت گیاه و قبل از مرحله گل‌دهی، دریافتند که بین سیستم‌های مختلف تربیت بوته اختلاف معنی‌داری از نظر سطح برگ وجود دارد و بیشترین شاخص سطح برگ به سیستم تربیت داربستی اختصاص یافت. با مطالعه انواع سیستم‌های تربیت در فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای مشخص شد که مساحت سطح برگ در بوته‌های تک‌شاخه نسبت به بوته‌های دوشاخه و چهارشاخه بیشتر بود (۲۲). طبق تحقیق هائو و همکاران (۱۷) اندازه برگ خیار گلخانه‌ای تحت تأثیر سیستم‌های مختلف هرس و تربیت بوته قرار گرفت و برگ‌های بوته‌های سیستم تربیت دوشاخه، ۱۴٪ کوچکتر از سیستم تربیت تک‌شاخه بودند. این میزان در اواسط فصل رشد به ۱۶٪ افزایش یافت.

مدت زمان از گل‌دهی تا برداشت میوه

اختلاف بین تیمارها در صفت مدت زمان از گل‌دهی تا برداشت میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). بین سیستم‌های مختلف تربیت بوته، سیستم دوشاخه با مدت زمان ۱۴ روز کوتاه‌ترین دوره گل‌دهی تا برداشت را به خود اختصاص داد (جدول ۲). به نظر می‌رسد تعداد برگ بیشتر در سیستم دوشاخه موجب انتقال سریع مواد آسیمیلاته به مخزن میوه شده و در نتیجه میوه با سرعت رشد زیاد، سریع‌تر به مرحله برداشت رسیده است (۲۴). در بوته خیار، بین مدت زمان از گل‌دهی تا برداشت با تعداد گره ارتباط مستقیم وجود دارد و بیان شده است که تعداد روز لازم برای برداشت میوه با تعداد کم گره افزایش می‌یابد، به طوری که در شاخه‌های جانبی به دلیل تعداد گره کمتر نسبت به ساقه اصلی، میوه‌ها در مدت زمان کوتاه‌تری به مرحله برداشت می‌رسند (۲۴). همچنین، عنوان شده که تعداد روز تا برداشت را می‌توان به نسبت برگ به میوه نسبت داد. در سیستم تربیت دوشاخه، به دلیل نسبت زیاد برگ به میوه، سرعت رشد میوه افزایش یافت و نسبت کم برگ به میوه در سیستم داربستی موجب کاهش سرعت رشد میوه شد (۲۴). افزایش تعداد ساقه به ازای هر گیاه به معنای افزایش در نسبت برگ به میوه است. اما این افزایش می‌تواند کاهش تعداد میوه به ازای هر بوته را نیز منجر شود (۲۶). کلیبر و همکاران (۲۴) گزارش کردند که آغاز گل‌دهی تحت تأثیر سیستم‌های مختلف تربیت بوته خیار قرار نگرفت و تقریباً تعداد

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر سیستم‌های تربیت بوته در دوره سه‌ماهه برداشت

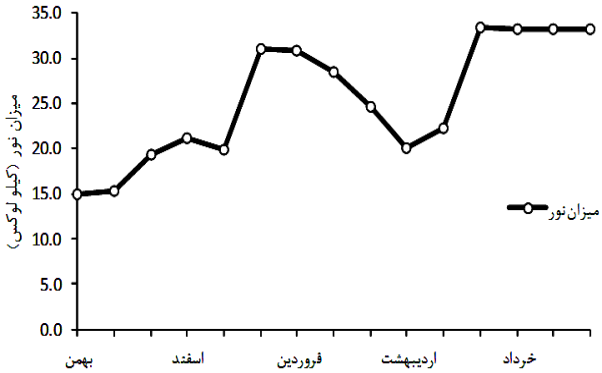
تیمار	فروردین		اردیبهشت		خرداد	
	تعداد میوه در بوته	عملکرد بوته (گرم)	تعداد میوه در بوته	عملکرد بوته (گرم)	تعداد میوه در بوته	عملکرد بوته (گرم)
سیستم دو شاخه	۱۶/۶c	۱۵۵۰/۷b	۲۴/۸۶۷a	۲۳۲۳/۳a	۳۴/۸a	۳۲۵۱/۴a
سیستم دو شاخه تغییر یافته	۱۹/۳۳b	۱۷۰۷/۳b	۲۶/۳۳۳a	۲۳۲۶a	۳۰/۴۶۷a	۲۶۹۱/۱a
سیستم داربستی	۲۵/۷۳a	۲۶۲۶/۱a	۲۵/۸۶۷a	۲۸۶۲/۶a	۲۹/۲۰۰a	۳۲۳۱/۴a
سیستم افقی	۲۴/۹۳a	۲۵۳۴/۵a	۲۶/۵۳۳a	۲۶۹۷/۵a	۲۹/۶۰۰a	۳۰۰۹/۳a

در هر ستون، حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر سیستم‌های تربیت بوته بر صفات کمی خیار

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		طول میوه	قطر میوه	نسبت طول به قطر میوه	وزن متوسط تک میوه	تعداد میوه در بوته	عملکرد بوته	تعداد میوه غیربازارپسند	عملکردکل بازارپسند
تکرار	۲	۰/۱۸^{ns}	۰/۰۰۰۸^{ns}	۰/۵۸^{ns}	۲۹/۲^{ns}	۱۷/۹۲^{ns}	۱۸۰۹۸۷/۳۴^{ns}	۱۵/۲۵^{ns}	۱/۰۵^{ns}
تیمار	۳	۱/۴۸*	۰/۱۶^{ns}	۲/۹۴*	۲۸۷/۲۲*	۱۸/۰۳^{ns}	۱۷۵۴۵/۳۸^{ns}	۱۸۹/۵۵*	۹/۳۲**
خطای آزمایش	۶	۰/۲۸	۰/۱۷	۰/۸۵	۴۲/۰۹۹	۲۲/۱۲	۱۱۸۳۹۱/۸۰	۲۱/۸۰	۰/۶۷
ضریب تغییرات	–	۳/۲۹	۱۱/۱۲	۱۳/۱۵	۶/۵۸	۴/۱۸	۴/۲۷	۱۵/۰۶	۴/۴۴

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

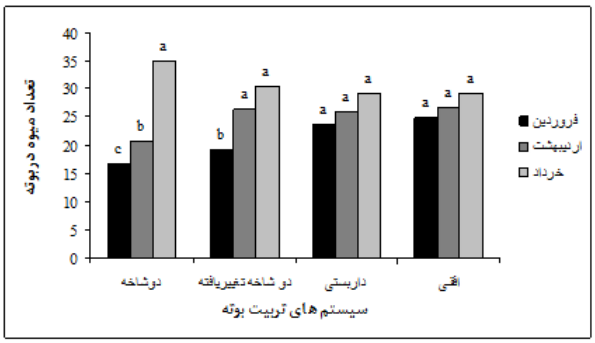


شکل ۲. روند تغییرات نور دریافتی گلخانه در طول رشد بوته‌های خیار

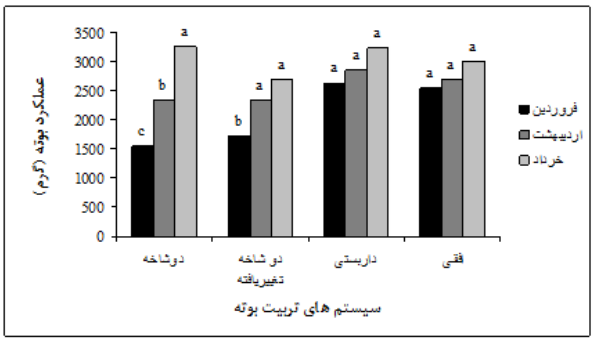
روز تا زمان ظهور ۵۰٪ گل‌ها در سیستم‌های مختلف تربیت یکسان و حدود ۳۳ روز بود. اما مدت زمان از گل‌دهی تا برداشت با سیستم‌های مختلف تربیت بوته تغییر کرد و از ۱۶ تا ۲۳ روز متغیر بود.

تعداد میوه و عملکرد بازارپسند در بوته

با توجه به نتایج دوره سه ماهه برداشت (جدول ۳) بین تیمارهای مختلف تربیت بوته در ماه فروردین از نظر تعداد میوه و عملکرد بازارپسند در بوته اختلاف معنی‌داری وجود داشت. ولی در ماه‌های اردیبهشت و خرداد، تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. به عبارت دیگر، به دلیل عدم اختلاف معنی‌دار تعداد میوه بین سیستم‌های تربیت بوته در دو سوم از فصل رشد، تعداد میوه و عملکرد تک بوته بین سیستم‌های مختلف تربیت بوته در کل فصل رشد اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۴). در طول فصل رشد، با افزایش طول روز و شدت نور (شکل ۲) افزایش صعودی در باردهی تمام سیستم‌های تربیت بوته اتفاق افتاد. اما این افزایش در بوته‌های تک شاخه به تدریج و با یک روند ثابت انجام گرفته است. در ماه‌های با شدت نور کم (اسفند و فروردین) که میزان نور دریافتی به ازای هر بوته



شکل ۳. روند تغییرات تعداد میوه در سیستم‌های مختلف تربیت بوته



شکل ۴. روند تغییرات عملکرد بوته در سیستم‌های مختلف تربیت بوته

کم بود، تعداد میوه بوته‌های با تعداد شاخه کمتر افزایش نشان داد (جدول ۳) و اختلاف بین تیمارهای مختلف تربیت بوته معنی‌دار شد. در شرایط نور کافی (اردیبهشت و خرداد ماه) به دلیل افزایش مواد آسیمیلاته، تعداد میوه در سیستم دوشاخه هم افزایش یافت و بین تیمارهای مختلف تربیت بوته تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد، اما در شرایط نور کم، این اختلاف معنی‌دار بود. بر اساس شکل‌های ۳ و ۴ که با هدف مقایسه جداگانه تعداد میوه و عملکرد هر سیستم تربیت بوته در هر ماه ترسیم شده است، به ترتیب در سیستم دوشاخه و دوشاخه تغییر یافته، بیشترین نوسانات باردهی مشاهده شد، به طوری که بوته‌های دوشاخه در ماه‌های مختلف از نظر تعداد میوه و عملکرد بوته با هم اختلاف معنی‌دار داشتند. این در حالی است که بوته‌های تک‌شاخه دارای یک دوره منظم و یکنواخت در باردهی بودند و اختلاف معنی‌داری در ماه‌های مختلف مشاهده نگردید. از دیگر نتایج استنباط شده این تحقیق می‌توان به این مورد اشاره نمود که بوته‌های دوشاخه بیشتر تحت تأثیر نوسانات نور که به دلیل تغییر موقعیت خورشید در طول فصل رشد اتفاق افتاده است نسبت به بوته‌های تک‌شاخه قرار گرفتند. به این دلیل که با نزدیک شدن فصل رشد به شرایط مناسب نوری، افزایش بیشتری در تعداد میوه ملاحظه گردید. در پژوهشی که نتایج آن با نتایج این تحقیق مطابقت دارد، ملاحظه شده که عملکرد بیشتر از هر بوته خیار بدون حذف نقطه رشد انتهایی بوته حاصل گردید، به طوری که در سیستم تربیت تک‌شاخه، به دلیل عدم حذف نقطه رشد انتهایی بوته‌ها، عملکرد کل و کیفیت میوه‌ها افزایش یافت (۱۹). در یک تحقیق، عملکرد بوته‌های گوجه‌فرنگی که تحت سیستم مشخص هرس قرار گرفتند در مقایسه با بوته‌هایی که هرس نشدند افزایش یافت (۲۸).

طول، قطر و وزن متوسط تک میوه

سیستم‌های مختلف تربیت بوته بر میزان قطر میوه‌ها اثر معنی‌داری نداشت. در حالی که طول میوه به طور معنی‌داری تحت تأثیر سیستم‌های مختلف تربیت بوته قرار گرفت. به دلیل اختلاف معنی‌دار در طول میوه، اختلاف نسبت طول به قطر میوه نیز در سیستم‌های مختلف معنی‌دار شد (جدول ۴). با توجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵)، بیشترین طول میوه (۱۷/۲۳ سانتی‌متر) در سیستم داربستی حاصل شد که با سیستم افقی اختلاف معنی‌داری داشت. مطالعات نشان داده که قطر میوه‌ها بیشتر به وسیله فاکتورهای محیطی کنترل می‌شود، در حالی که طول میوه به عنوان یک فاکتور متغیر در برخی از سبزی‌های میوه‌ای مانند خیار و فلفل دلمه‌ای تحت تأثیر سیستم تربیت بوته است (۱۹). بیان شده که قطر میوه‌ها از سیستم‌های مختلف تربیت تأثیر نمی‌پذیرد و سیستم‌های تربیت بوته فقط روی طول میوه تأثیر دارند. این تفاوت در طول میوه نسبت به فصل نیز متفاوت است، به طوری که طول میوه در سیستم افقی و در فصل بهار بیشترین مقدار را داشت (۱۱ و ۱۹). بین تیمارهای مختلف، متوسط وزن تک میوه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۴). با توجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵)

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر سیستم‌های تربیت بوته بر صفات کمی خیار

تیمار	طول میوه (سانتی‌متر)	قطر میوه (سانتی‌متر)	نسبت طول به قطر میوه	وزن متوسط تک میوه (گرم)	تعداد میوه در بوته	عملکرد بوته (گرم)	تعداد میوه غیربازارپسند	عملکرد کل بازارپسند (کیلوگرم در متر مربع)
دوشاخه	۱۵/۶۰b	۲/۷۳a	۵/۷۴b	۹۳/۴۲b	۸۶/۰۶a	۷۹۳۷/۱a	۳۰/۰۰b	۱۵/۸۷b
دوشاخه تغییریافته	۱۵/۹۶b	۲/۲۳a	۷/۲۱ab	۸۸/۳۳b	۸۴/۲۰a	۸۰۵۷/۹a	۴۰/۳۳۳a	۱۹/۳۳a
داربستی	۱۷/۲۳a	۲/۳۳a	۸/۱۴a	۱۱۰/۶۶۷a	۸۱/۲۰a	۸۱۸۰/۹a	۲۷/۶۶۷b	۱۹/۴۵a
افقی	۱۶/۴۰ab	۲/۲۶a	۷/۰۴ab	۱۰۱/۶۶۷ab	۸۱/۰۰a	۸۰۸۵/۹a	۲۷/۶۶b	۱۹/۴۰a

در هر ستون، حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

بیشترین وزن متوسط تک میوه در بوته‌های با سیستم داربستی به‌دست آمد که با سیستم تربیت افقی اختلاف معنی‌داری داشت. با کاهش تعداد شاخه در بوته، میزان وزن متوسط تک میوه افزایش نشان داد. هر چه میزان نور بیشتر باشد، بوته قدرت تولید تعداد میوه بیشتری را خواهد داشت و با افزایش تعداد میوه، مواد آسیمیلاته حاصل بین تعداد میوه بیشتری (مقصد فیزیولوژیک بیشتر) توزیع شده در نتیجه به هر میوه مواد فتوسنتزی کمتری نسبت به میوه‌های روی بوته با تعداد شاخه کمتر می‌رسد. از آنجایی که میوه روی شاخه اصلی دارای ارتباط آوندی مستقیم می‌باشد میزان مواد آسیمیلاته برای افزایش وزن تک میوه افزایش می‌یابد (۱۵). در یک تحقیق، سبولا (۱۰) بیان کرد که بیشترین عملکرد در فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای از بوته‌های با یک شاخه اصلی و در تراکم زیاد حاصل شد و تعداد شاخه کمتر در بوته منجر به تولید میوه‌های با وزن بیشتر گردید. با افزایش تعداد شاخه‌ها، وزن تک میوه گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای کاهش داشت و تیمار گیاهان بدون هرس کمترین وزن تک میوه را داشتند (۵).

تعداد میوه غیر بازارپسند در بوته

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) اختلاف معنی‌داری را بین سیستم‌های مختلف تربیت بوته از نظر تعداد میوه غیر بازارپسند در بوته نشان داد. بیشترین تعداد میوه غیر بازارپسند در سیستم دوشاخه تغییر یافته مشاهده گردید. نگه‌داری شاخه فرعی در کنار شاخه اصلی با ایجاد عدم توازن در رشد، بر عکس سیستم دوشاخه منجر به کاهش متوسط وزن تک میوه روی شاخه اصلی و افزایش تعداد میوه غیر بازارپسند روی شاخه فرعی و در نتیجه افزایش تعداد میوه غیر بازارپسند در سیستم دوشاخه تغییر یافته نسبت به سایر سیستم‌های تربیت بوته شد. زیاد بودن تعداد میوه غیر بازارپسند در بوته‌های دو شاخه تغییر یافته تا پایان فصل رشد و آخرین برداشت، روند افزایشی خود را حفظ کرد. در پژوهشی در مورد فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای مشخص شد که با افزایش شاخه فرعی، میزان میوه درجه دو افزایش یافت. سیستم تربیت چهارشاخه بیشترین و سیستم تربیت دوشاخه کمترین میوه درجه دو را به خود اختصاص دادند (۲).

عملکرد کل بازارپسند در واحد سطح

تیمارهای مختلف تربیت بوته، بنا بر تراکم در نظر گرفته شده، بر عملکرد کل بازارپسند اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۵). کمترین عملکرد کل بازارپسند در سیستم دوشاخه‌ای حاصل شد. در این پژوهش، بوته‌ها نیمه‌ای از دوره رشد خود را در شرایط نور کم و نیمه‌ای دیگر را در شرایط نور کافی کامل کردند و بوته‌های دوشاخه در اوایل فصل رشد تحت تأثیر این شرایط قدرت رقابت خود را نسبت به بوته‌های تک‌شاخه از دست دادند و عملکرد کم تک‌بوته در اوایل فصل رشد در شرایطی که بوته‌های دوشاخه محصول کافی تولید می‌کردند منجر به پیشرفت عملکرد به نفع بوته‌های تک‌شاخه شد و در پایان بوته‌های تک‌شاخه از بیشترین عملکرد کل بازارپسند برخوردار شدند. این نتایج حاکی از آن است که هرس شاخه و اعمال سیستم‌های مختلف تربیت بوته اثر کاملاً

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر سیستم‌های تربیت بوته بر صفات کیفی خیار

سیستم‌های تربیت بوته	مواد جامد محلول میوه (٪)	درصد ماده خشک میوه	کلروفیل پوست میوه (میلی‌گرم بر گرم)	درصد پتاسیم میوه
سیستم دوشاخه	۴/۲۳a	۳/۹۳a	۰/۳۰a	۲/۰۸a
سیستم دوشاخه تغییریافته	۴/۱۰ab	۳/۸۱a	۰/۱۵a	۱/۷۰b
سیستم داربستی	۴/۱۰ab	۴/۰۹a	۰/۰۹a	۱/۲۷c
سیستم افقی	۳/۹۶b	۴/۰۸a	۰/۰۷a	۱/۱۵c

در هر ستون، حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ ٪ می‌باشند.

مشخصی بر عملکرد دارد. در نور بیشتر، اثر هرس معنی‌دار نیست؛ ولی در کل مؤثر است، به این مفهوم که افزایش شدت نور منجر به افزایش عملکرد در تمامی سیستم‌های تربیت شده است. در شرایطی که نور عامل محدود کننده است به دلیل افزایش هزینه، بهتر است از سیستم تربیت بوته تک‌شاخه استفاده شود و در شرایط نور زیاد، به دلیل افزایش کارایی بوته‌های با سیستم تربیت دو شاخه، استفاده از این سیستم توصیه می‌شود. عملکرد کل بازارپسند در بوته‌های تک‌شاخه با بوته‌های دوشاخه تغییر یافته نیز تفاوت معنی‌داری نشان نداد. به نظر می‌رسد نگه‌داری شاخه فرعی در کنار شاخه اصلی باعث افزایش تراکم و حجم بوته شده و این احتمال دور از ذهن نیست که افزایش تراکم سبب ایجاد رقابت بین بوته‌ها شده و در نتیجه عملکرد بوته‌های دوشاخه تغییر یافته مشابه عملکرد بوته‌های تک‌شاخه گردیده است. در یک پژوهش، بیشترین عملکرد کل بازارپسند به ازای هر واحد سطح در میان سیستم‌های مختلف تربیت بوته، به سیستم داربستی اختصاص یافت (۱۳). نتایج مقایسه‌ای در تحقیقات دیگر روی میزان تأثیر تراکم گیاه بر عملکرد نشان داد که عملکرد بیشتر در سیستم داربستی در تراکم‌های مختلف به چشم می‌خورد (۳۲).

مواد جامد محلول میوه

بین سیستم‌های مختلف تربیت بوته اختلاف معنی‌داری در میزان مواد جامد محلول میوه مشاهده شد. بیشترین میزان مواد جامد محلول میوه در سیستم دوشاخه حاصل گردید که با سایر سیستم‌های تربیت اختلاف معنی‌داری نشان داد. همچنین، اختلاف معنی‌داری بین سیستم‌های داربستی و افقی از این نظر وجود داشت (جدول ۶). داسگان و آباک (۱۲) در یک بررسی روی فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای بیان نمودند که اثر نوع هرس (یک، دو، سه، چهار شاخه) بر این صفت معنی‌دار نبود. آرا و همکاران (۵) در گوجه‌فرنگی به این نتیجه دست یافتند که فاصله بین بوته‌ها هیچ تأثیری بر میزان مواد جامد محلول نداشت. ولی سطوح مختلف هرس بر این صفت تأثیر گذار بود و بیشترین آن در هرس دوشاخه به دست آمد. در یک مطالعه در مورد هرس بادمجان گلخانه‌ای، که نتایج آن با تحقیق حاضر مطابقت نشان می‌دهد، گزارش شده که گیاهان با شدت هرس بیشتر (تک‌شاخه) از درصد ساکارز کمتری در سلول‌های برگی برخوردار هستند (۴).

ماده خشک میوه

اختلاف بین تیمارهای مختلف از نظر درصد ماده خشک میوه معنی‌دار نشد (جدول ۶). با این حال، در سیستم‌های تربیت داربستی و افقی، درصد ماده خشک تا حدودی بیشتر از سیستم‌های دیگر است.

کلروفیل پوست میوه

تیمارهای مختلف از نظر کلروفیل پوست میوه تفاوت معنی‌داری نداشتند. با توجه به داده‌های مقایسه میانگین (جدول ۶) مقدار کلروفیل پوست میوه در سیستم دوشاخه بیشتر است، که انتظار

می‌رود در صورت ادامه فصل رشد به دلیل دستیابی به نور بیشتر در این نوع سیستم تربیت بوته، اختلاف بین تیمارها معنی‌دار گردد. در واقع، با دوشاخه شدن بوته‌ها، سایه‌اندازی برگ‌ها روی هم کاهش می‌یابد. نور خورشید یکی از منابعی است که گیاهان برای دریافت آن رقابت می‌کنند و برگ‌هایی که در سایه برگ‌های دیگر قرار می‌گیرند از سرعت فتوسنتز کمی برخوردار می‌باشند (۳۳). تحقیقات نشان داده که افزایش شدت تابش نور خورشید، و نسبت زیاد نور قرمز به مادون قرمز، سبب افزایش غلظت کلروفیل در پوست میوه و عمر ماندگاری میوه می‌شود (۲۵).

درصد پتاسیم بافت میوه

اثر معنی‌دار سیستم‌های تربیت بوته بر درصد پتاسیم میوه اثبات شد و بیشترین میزان پتاسیم (۲/۰۸ درصد) در میوه‌های حاصل از سیستم دوشاخه مشاهده گردید (جدول ۶). آدامز (۳) گزارش نمود که کمبود پتاسیم سبب کاهش اندازه میوه می‌شود. گزارش شده که تغذیه با پتاسیم کافی به دلیل نقش پتاسیم در بسیاری از فعالیت‌های ضروری گیاه از جمله در انتقال فتوآسیمیلات‌ها از بافت‌های منبع توسط آوند آبکش به بافت‌های مخزن، سرعت فرایند فتوسنتز و فعالیت آنزیم‌ها سبب افزایش عملکرد، اندازه میوه، افزایش مواد جامد محلول میوه، افزایش غلظت آسکوربیک اسید، بهبود رنگ میوه، افزایش عمر ماندگاری و کیفیت خوب محصولات می‌شود (۱۴، ۲۳ و ۲۵). محتوای مناسب پتاسیم میوه، میزان پتاسیم کافی در برگ‌ها را منعکس می‌کند و مشخص شده که سرعت فرایند فتوسنتز با افزایش پتاسیم برگ افزایش می‌یابد و این می‌تواند یک مکانیسم جهت افزایش میزان قند در میوه نیز تلقی گردد (۳۰، ۳۱ و ۳۴).

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان داد که خصوصیات رشدی گیاه تحت تأثیر نوع سیستم تربیت بوته قرار گرفت و با افزایش تعداد شاخه، ارتفاع بوته و تعداد گره کاهش یافت. بین تیمارهای مختلف تربیت بوته، در ماه‌های مختلف، از نظر میزان تولید تفاوت وجود داشت. در سیستم تربیت دوشاخه و دوشاخه تغییر یافته، بیشترین نوسانات باردهی مشاهده شد. بوته‌های تک‌شاخه‌ای دارای تشکیل میوه منظم و یکنواخت بودند. در طول فصل رشد، با افزایش شدت نور در بوته‌های با سیستم تربیت دوشاخه‌ای و دوشاخه‌ای تغییر یافته، با تأثیر بر سطح گل‌دهی بوته‌ها، تعداد میوه و عملکرد بازارپسند افزایش یافت. در کل، بیشترین تعداد میوه و عملکرد در سیستم داربستی به‌دست آمد. همچنین، کیفیت میوه تحت تأثیر نوع سیستم تربیت بوته قرار گرفت و میوه‌های حاصل از سیستم دوشاخه‌ای در مقایسه با سیستم‌های دیگر کیفیت مناسبی داشتند. در مجموع، با توجه به نتایج آزمایش، می‌توان با توجه به فصل کشت نوع سیستم تربیت بوته را در خیار گلخانه‌ای تغییر داد و برای فصول با شدت نور کم، سیستم داربستی را با توجه به عملکرد زیاد و افزایش قیمت فروش میوه‌ها در فصول سرد و برای فصول با شدت نور کافی، سیستم دوشاخه‌ای (V شکل) را توصیه نمود. اگرچه در این شرایط میزان عملکرد آن با سیستم داربستی مشابه است، ولی با توجه به اینکه تراکم بوته در این سیستم تربیت به دلیل داشتن دوشاخه کمتر است، در نتیجه نیاز به بذر و گیاه کمتری بوده، هزینه‌های تولید کاهش یافته، کاهش هزینه‌های ناشی از افت قیمت محصول احتمالی در فصول گرم سال را جبران نموده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر خواهد بود.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه زنجان و پرسنل گلخانه لوتوس تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. برزگر، ط. و م. ر. خلیلی. ۱۳۹۲. راهنمای جامع و کاربردی کشت گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی و خیار. انتشارات مرز دانش، ۱۷۶ صفحه.

۲. دشتی، ف. و م. رسولی. ۱۳۹۱. اثر نوع هرس و انتخاب میوه بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی دو رقم فلفل دلمه گلخانه‌ای. علوم باغبانی ایران ۴۳(۴) : ۳۷۱-۳۷۹.

3. Adams, P. 1984. Potassium uptake by tomatoes in relation to the environment. J. Sci. Food Agric. 35: 294-295.
4. Ambroszczyk, A.M., S. Cebula and A. Sekara. 2008. The effect of plant pruning on the light conditions and vegetative development of eggplant (*Solanum melongena* L.) in greenhouse cultivation. Veg. Crops Res. Bull. 68: 57-70.
5. Ara, N., M. Bashar, K. Begum and S. Kakon. 2007. Effect of spacing and stem pruning on the growth and yield of tomato. Int. J. Sustain. Crop Prod. 2(3): 35-39.
6. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24: 1-15.
7. Boonkorkaew, P., Y. Mine, S. Hikosaka, A. Tazuke and W. Amki. 2012. Effect of the timing of defoliation on fruit growth and abortion in a parthenocarpic cucumber. Environ. Control Biol. 50(3): 313-317.
8. Heuvelink, E. and R.P.M. Buiskool. 1995. Influence of sink-source interaction on dry matter production in tomato. Ann. Bot. 75: 381-389.
9. Cebula, S. 1989. Effect of pruning and spacing on certain vegetative and generative processes in plant of sweet pepper in greenhouse production. PhD Thesis, 86 p. (In Polish with English abstract).
10. Cebula, S. 1995. Optimization of plant and shoot spacing in greenhouse production of sweet pepper. Acta Hort. 412: 321-328.
11. Chandima, T.M., W.A.P. Weerakkody, K.W.L.K. Weerasinghe and K.B. Wahundeniya. 2006. Growth and yield performances of salad (green) cucumber (*Cucumis sativus*). Idaho Center for Sustainable Agriculture, 18 p.
12. Dasgan, H.Y. and K. Abak. 2003. Effect of plant density and number of shoots on yield and fruit characteristics of pepper grown in glasshouses. Agric. Forest. 27: 29-35.
13. Gaye, M.M., P.A. Jolliffe and A.R. Maurer. 1991 .Row cover and population density effect on yield of bell pepper in south coastal British Columbia. J. Plant Sci. 72: 901-909.
14. Geraldson, C.M. 1985. Potassium nutrition of vegetable crops. PP. 915-927. *In:* Munson, R.S. (Ed.), Potassium in Agriculture, ASA,CSSA,SSSA, Madison, WI.
15. Ghebremariamh, T.T. 2005 .Yield and quality response of tomato and hot pepper to pruning. PhD Thesis, Plant Production and Soil Science, Pretoria University, pp. 1-138.
16. Guo, F.C., Y. Fugime, T. Hirose and T. Kato.1991. Effects of the number of training shoots, raising period of seedlings and planting density in growth, fruiting and yields of sweet pepper. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 59: 763-770.
17. Hao, X., G. Wen, A.P. Papadopoulos and S. Khosla. 2010. A twin-head ''V'' high-wire greenhouse cucumber production system for reducing crop start-up costs. Hort. Technol. 20: 963-970.
18. Hikosaka, S. and N. Sugiyama. 2005. Effect of fruit load on growth patterns of fruit at the middle nodes of Gynocious-type cucumber. J. Hort. Sci. Biotech. 80: 130-134.
19. Hochmuth, R.C., C. Leilani and C. Leon. 1996. Evaluation of twelve greenhouse cucumber cultivars and two training systems over two seasons in Florida. Hort. Sci. 109: 174-177.
20. Hovi, T., J. Nakkula and R. Tahvonen. 2004. Interlighting improves production of year-round cucumber. Hort. Sci. 102: 283-294.
21. Jeffrey, C. 1962. Notes on Cucurbitaceae, including a proposed new classification of the family. Kew Bull. 15: 337-371.
22. Jovicich, E., D.J. Cantliffe and G.J. Hochmuth. 1999. Plant density and shoot pruning on yield and quality of a summer greenhouse sweet pepper crop in north central Florida. Proceedings 28th National Agricultural Plastics Congress.
23. Kanai, S., K. Ohkura, J.J. Adu-Gyamfi, P.K. Mohapatra, N.T. Nguyen, H. Saneoka and K. Fujita. 2007 Depression of sink activity precedes the inhibition of biomass production in tomato plants subjected to potassium deficiency stress. J. Exp. Bot. 58: 2917-2928.
24. Klieber, A., W.C. Lin, P. Jolliffe and J.W. Hall. 1993. Training systems affect canopy light exposure and shelf life of long English cucumber. J. Hort. Sci. 118(6): 786-790.
25. Lester, G.E., J.L. Jifon and D.J. Makus. 2006. Supplemental foliar potassium applications with or without a surfactant can enhance netted muskmelon quality. J. HortSci. 41: 741-744.

26. Lin, W.C. and D.L. Ehret. 1991. Nutrient concentration and fruit thinning affect shelf life of long English cucumber. HortSci. 26: 1299-1300.
27. Lorenzo, P. and N. Castilla. 1995. Bell pepper yield response to plant density and radiation in unheated plastic greenhouse. Acta Hort. 32: 149-158.
28. Mantur, S.M. and R.P. Sateesh. 2008. Influence of spacing and pruning on yield of tomato grown under shade house. J. Agric. Sci. 21(1): 97-98.
29. Marcelis, L.F.M. 1996. Fruit growth and dry matter partitioning. Wageningen UR, The Netherlands 173 p.
30. Peoples, T.R. and D.W. Koch. 1979. Role of potassium in carbon dioxide assimilation in *Medicago sativa* L. J. Plant Physiol. 63: 878-881.
31. Premalatha, M.G.S., K.B. Wahundeniya, W.A.P. Weerakkody and C.K. Wicramathunga. 2006. Plant training and spatial arrangement for yield improvements in greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.) varieties. Trop. Agric. Res. 18: 346-357.
32. Robinson, R.W. and D.S.D. Walters. 1999. Cucurbits. University Press, Cambridge, UK, pp. 125-129.
33. Taiz, L. and E. Zeiger. 2003. Plant Physiology. Ann. Bot. Comp., 623 p.
34. Terry, N. and A. Ulrich. 1973. Effects of potassium deficiency on the photosynthesis and respiration of leaves of sugar beet. J. Plant Physiol. 51: 783-786.
35. Van Ravestijn, W. and W. Molhoek. 1978. Annual Report. Naaldwijk, Glasshouse Crops Res. and Exp. Sta., The Netherlands, 41 p.