نشریه علوم باغبانی ایران
دوره ۴۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳ (ص۲۲۳-۲۱۷)

تأثیر محیط کشت و سرمادهی بر ویژگی‌های کمّی و کیفی سه رقم توت‌فرنگی

سید عبدالحمید ایزدیار[1*]، حسن صادقی[2] و محمدعلی بهمنیار[3]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱ـ تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۵/۲۷)

چکیده

تولید توت‌فرنگی در محیط‌های کشت بدون خاک در حال افزایش است. نه‌تنها عملکرد و کیفیت میوه‌های تولیدشده تحت‌تأثیر محیط کشت، قرار می‌گیرند، بلکه رفع نیاز سرمایی و مدیریت باغی هم بر آنها تأثیر می‌گذارد. هدف از انجام این پژوهش ارزیابی محیط‌های مختلف کشت و سرمادهی بر میزان رشد رویشی، عملکرد و کیفیت میوه‌های تولیدی سه رقم توت‌فرنگی پاروس، کاماروسا و سلوا بوده است. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای این آزمایش شامل بسترهای کشت کمپلکس لیگنین، پرمیکس و کوکوپیت، سرمادهی (بدون سرمادهی و سرمادهی در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۲ هفته) و سه رقم پاروس، کاماروسا و سلوا بودند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد در بستر کوکوپیت و کمترین آن در بستر کمپلکس لیگنین بوده است. سرمادهی موجب افزایش عملکرد شد، اما کاهش میزان آنتوسیانین‌ها و شاخص‌های رویشی مانند زیست‌توده، تعداد برگ و تعداد طوقه در ارقام مختلف را در پی داشت. بیشترین میوهٔ تولیدی در هر بوته نیز در رقم کاماروسا دیده شد. حداکثر عملکرد در ارقام مختلف در محیط کشت کوکوپیت مشاهده شد. شاخص طعم رقم‌های کاماروسا و سلوا اختلاف معناداری نداشتند، ولی بالاتر از پاروس قرار گرفتند.

واژه های کلیدی: **آنتوسیانین‌ها، توت‌فرنگی، کشت بدون خاک، نیاز سرمایی.**

مقدمه

امروزه به‌دلیل تغییرات ایجادشده در روش‌های تولید، میوهٔ توت‌فرنگی در تمامی طول سال در دسترس است. تا کنون شیوهٔ رایج کشت این گیاه، مزرعه‌ای و گلخانه‌ای بوده است، اما در سال‌های اخیر، تولید توت‌فرنگی با روش‌های بدون خاک از قبیل کشت در شن، کشت در شاسی کف گلخانه و کشت در کیسه‌های رشد افزایش یافته است (Sayydi *et al*., 2010).

محیط کشت مناسب و تغذیهٔ کامل موجب رشد و افزایش گل و میوه می‌شوند. بستر کشت به‌منزلهٔ نگهدارندهٔ گیاه و محافظ ریشه‌ها، نقش مهمی در تأمین مواد غذایی و اکسیژن برای فعالیت‌های گیاهی دارد، بنابراین انتخاب بستر کشت مناسب یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در موفقیت تولید در کشت بدون خاک است. Dilmaghani & Hemmati (2011) گزارش کردند که در محیط کشت پرلیت- کوکوپیت بیشترین تعداد گل و تعداد میوهٔ به‌دست‌آمده و بهتر از کوکوپیت خالص بوده است. گیاهان پرورش‌یافتهٔ توت‌فرنگی در بستر کوکوپیت شاخص کلروفیل و تعداد برگ بیشتری داشتند. درحالی‌که پرلیت موجب افزایش عملکرد و تعداد میوه‌ها شد، اما از لحاظ آماری اختلاف معناداری با بستر خرده‌چوب نداشت و حتی این بستر موجب بهبود شاخص طعم شده است (Tavusi & Shahin Rokhsar, 2010). بوته‌های توت‌فرنگی کشت‌شده در کیسه‌های رشد محتوی پرلیت و پیت ترکیبی (الیاف نارگیل، پیت ماساسفاگنوم، پوست درخت کاج) افزایش عملکرد داشتند (Hochmuth *et al*., 1998). وجود ۱۵درصد ورمی کمپوست در محیط کشت سبب شده است تا میوه‌های رقم کاماروسا دارای مقدار آنتوسیانین بیشتری باشند، میوهٔ رقم سلوا در همین محیط کشت

تلفن: ۰۹۱۱۱۵۸۷۰۵۷
E-mail: izadyarhamid@yahoo.com

بالاترین میزان مواد جامد قابل حل داشت. درحالی‌که میوهٔ رقم کاماروسا در بستر کشت محتوی ۵درصد ورمی کمپوست بالاترین اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون را داشت(Ameri *et al*., 2011). گل‌انگیزی و نمو جوانهٔ درختان میوهٔ مناطق معتدله در گرو تأمین نیاز سرمایی آنها در فصل استراحت است بنابراین، رشد و نمو عادی گیاهانی که نیاز سرمایی دارند مستلزم برطرف‌شدن سرماست (Boozari *et al*., 2005; Marandi, 2008). سرمای ناکافی در توت‌فرنگی موجب کاهش رشد رویشی، کاهش کیفیت گرده، بدشکلی میوه و کاهش عملکرد می‌شود (Liteten, 2012). در یک آزمایش بوته‌های رقم سلوا که ۱۵ شب، در سرمای ۴/۵ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شده بودند نسبت به بوته‌هایی که با مدت مشابه در دمای بالاتر (۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد) بودند، عملکرد افزایش یافته است (Tehranifar & Vahdati 2010). در مازندران در حال حاضر گرایش زیادی به تولید توت‌فرنگی در شرایط بدون خاک به وجود آمده است اما به‌دلیل آب و هوای معتدل گرم، همیشه در مورد رفع نیاز سرمایی گونه‌هایی که برای میوه‌دادن به سرما نیاز دارند تردید وجود دارد. مناسب‌بودن وجود محیط‌های کشت آلی که از طریق کمپوست‌سازی پوست درختان جنگلی منطقه معرفی شده‌اند نیاز به مطالعه دارد لذا این مطالعه به‌منظور بررسی چند محیط کشت آلی و سرمادهی بر عملکرد و کیفیت سه رقم کاماروسا، سلوا و پاروس در منطقهٔ مازندران که کاملاً متفاوت از سایر نقاط کشور است طراحی و انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌منظور مطالعهٔ اثر سه نوع بستر کشت و سرما بر ویژگی‌های کمّی و کیفی سه رقم توت‌فرنگی درکشت بدون خاک (کیسه‌ای) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در محل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (عرض شمالی ۳۶ و طول شرقی ۵۳ درجه و ارتفاع ۱۵ متر) در فضای باز طی سال‌های ۱۳۹۰ـ ۱۳۹۱ به اجرا درآمد. تیمارهای این آزمایش عبارت بودند از: بسترهای کشت کمپلکس لیگنین، پرمیکس (محصولات داخلی که از شرکتی معتبر خریداری شدند) و کوکوپیت که برخی از خصوصیات شیمیایی آنها در جدول۱ آمده است. سرمادهی (بدون سرمادهی و سرمادهی) و ارقام پاروس، کاماروسا و سلوا بودند. بوته‌های توت‌فرنگی در کیسه‌های رشد با ابعاد ۱۱۰ سانتی‌متر طول و ۱۶/۵ سانتی‌متر قطر، که هر کدام حاوی ۲۰ لیتر از محیط‌های کشت بودند، کاشته شدند. برای اعمال تیمار سرمادهی به بوته‌های دختری که از قبل هیچ سرمایی ندیده بودند نیمی از آنها به‌مدت دو هفته در یخچال دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد و نیمی از آنها در دمای اطاق در کیسهٔ مرطوب نگهداری شدند. پس از اتمام این مدت تمام بوته‌ها هم‌زمان کشت شدند (طول دورهٔ پرورش حدود ۶ ماه از اواسط دی‌ماه ۱۳۹۰ تا انتهای خرداد ۱۳۹۱).

روی هر کیسه تعداد ۱۰ سوراخ به‌صورت زیگزاگ به فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متر تعبیه شده بودکه بوته‌ها را در خاک جای می‌دادند. بوته‌ها پس از هرس ریشه، برگ و ضدعفونی (بنومیل یک در هزار)کشت شدند. تغذیه به‌صورت کود آبیاری که محلول غذایی آن طبق جدول۲ تهیه شده بود انجام شد (Mollahoseini *et al*., 2009). برای تهیهٔ این محلول ابتدا از هر یک از عناصر غذایی موجود در جدول به مقدار توصیه‌شده تهیه و پس از آسیاب‌کردن درون آب حل شدند، سپس pH محلول با استفاده از اسید سولفوریک حدود ۶/۵ تنظیم شد. بعد از هر چند مرحله کودآبیاری، برای زدودن نمک تجمع‌یافته درون بسترهای کشت، آبیاری با آب خالص انجام می‌گرفت. از زمان شروع رسیدن میوه‌ها تا پایان دورهٔ پرورش (پایان فروردین تا اواخر خرداد ۱۳۹۱)، نسبت به جمع‌آوری و توزین میوه‌ها با ترازوی دیجیتال اقدام شد و مجموع آنها به‌منزلهٔ عملکرد محاسبه شد. به موازات برداشت میوه‌ها میزان مواد جامد قابل حل با دستگاه رفراکتومتر (ATAGO PR-32) و مقدار اسیدیتهٔ آب میوه از طریق تیتراسیون(NaOHN/10-pH 8.1) اندازه‌گیری شدند، با تقسیم میزان مواد جامد قابل حل بر مقدار اسیدیته، شاخص طعم محاسبه شد. میزان آنتوسیانین‌ها به روش اختلاف pH (Wrolstad, 1976) و با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-1800 PC) محاسبه شد. در طول دورهٔ پرورش تعداد برگ‌ها به‌طور هفتگی شمارش شد. در انتهای دوره (اواخر شهریور)

تعداد طوقه (مجموع تعداد طوقه در بوته‌های یک بلوک) شمارش و به شکل میانگین آنالیز شد، زیست توده (وزن تر) بوته‌ها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. محاسبات آماری نیز با استفاده از نرم‌افزارهای SAS, MSTAT-C انجام گرفت و مقایسهٔ میانگین صفات با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵درصد صورت پذیرفت.

جدول۱. برخی خصوصیات شیمیایی بسترهای مطالعه‌شده

نوع بستر	pH	EC dS/m	کل (٪)						کل (میلی‌گرم در کیلوگرم)			
			N	OC	P	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
کمپلکس لیگنین	۷/۵۷	۰/۹۴۳	۱/۰۲۵	۲۰/۴۰	۰/۱۷۵	۰/۹۷۱	۰/۸۲	۱۲/۸۴	۱۵۷/۶	۳۱۷/۶	۱۲۷/۱	۶/۵
پرمیکس	۷/۳۶	۱/۱۱۳	۱/۵۸۹	۲۲/۱۳	۰/۱۴۹	۰/۷۱۱	۰/۶۱	۵/۲۹	۱۷۱/۶	۵۲۷/۶	۱۰۸/۵	۴
کوکوپیت	۶/۵	۰/۵	۰/۴	۰	۰/۰۳۱	۰/۱۰۶	۰/۰۲۹	۰/۰۴۳	۰	۰/۳۲۳	۰	۰/۲۶۷

جدول۲. سطوح تقریبی عناصر غذایی برحسب میلی‌گرم در لیتر برای توت‌فرنگی در کشت بدون خاک (ملاحسینی و همکاران، ۲۰۰۹)

عناصر غذایی		غلظت عناصر در مرحلهٔ رویشی	غلظت عناصر در مرحلهٔ زایشی
کود	عنصر		
$(NH2)_2CO$	N	۲۰۷	۱۸۲
P_2O_5	P	۶۵	۸۲
K_2SO_4	K	۱۸۴	۳۰۱
$MgSO_4$	Mg	۶۰	۵۸
$CaSO_4,2H_2O$	Ca	۳۰۰	۱۴۸
$FeSO_4,2H_2O$	Fe	۶/۵	۶/۵
$ZnSO_4$	Zn	۰/۲۵	/۲۵.
H_3BO_3	B	/۷	۰/۷
$CuSO_4$	Cu	/۷.	/۷.
$MnSO_4$	Mn	۲/۶	۲/۶
$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$	Mo	۰/۰۷	۰/۰۷

نتایج و بحث

در مقادیر متفاوت سرمادهی، تفاوت معناداری در تعداد برگ، تعداد طوقه و میزان آنتوسیانین‌ها و اختلاف بسیار معناداری بر زیست توده مشاهده شد، درحالی‌که در مقادیر شاخص طعم و عملکرد از نظر آماری تفاوت معناداری به چشم نمی‌خورد (جدول۳).

محیط‌های مختلف کشت بر تعداد برگ و طوقه، زیست توده، نسبت طول به قطر، شاخص طعم و میزان آنتوسیانین‌ها تأثیری نداشتند اما میزان عملکرد را به‌شدت تحت‌تأثیر قرار داده‌اند. تعداد طوقه‌ها، میزان آنتوسیانین‌ها و عملکرد در ارقام مختلف بسیارمعنادار و شاخص طعم معنادار بوده است، اما در تعداد برگ، زیست توده و نسبت طول به قطر اختلاف معناداری به چشم نمی‌خورد (جدول۳).

جدول۴ نشان می‌دهد که تعداد برگ، تعداد طوقه، زیست توده و میزان آنتوسیانین‌ها در ارقام مختلف تحت‌تأثیر سرما کاهش یافته است اما به‌هرحال سرما سبب افزایش عملکرد شده است (جدول۹)، که با نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش‌هایLiteten (2012) درخصوص تأثیر رفع نیاز سرمایی در افزایش عملکرد توافق دارد.

عملکرد ارقام در محیط‌های مختلف کشت تفاوت بسیار معناداری داشتند. بیشترین عملکرد (۲۰۱/۱۸ گرم در بوته) مربوط به کوکوپیت و کمترین آن (۱۲۰/۷۳ گرم در بوته) مربوط به کمپلکس لیگنین بود (جدول۵)،

که این برآورد با نتایج Dilmaghani & Hemmati (2011) درخصوص تأثیر محیط کشت بر افزایش عملکرد همخوانی دارد. pH مناسب برای رشد و نمو گیاه توت‌فرنگی در دامنهٔ ۵/۸ـ۶ گزارش شده است(Tehranifar & Vahdati, 2010).

جدول۳. تجزیهٔ واریانس میانگین مربعات سطوح تیمارهای مختلف بر صفات ارزیابی‌شدهٔ توت‌فرنگی

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	برگ	طوقه	زیست توده	نسبت طول به قطر(L/D)	شاخص طعم	آنتوسیانین‌ها	عملکرد
سرمادهی	۱	۱۳/۵۰۰*	۶۴/۴۶۳۰*	۱۱۲۱۵۷/۷۹**	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۶۸^{ns}	۴۹۵۹۰۱۰*	۲۰۸/۲۶^{ns}
محیط کشت	۲	۱/۸۳۶۸^{ns}	۲۷/۵۷۴۱^{ns}	۳۷۷۹/۱۶^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۴۰^{ns}	۱۱۷۳۴۶۰^{ns}	۲۹۳۱۴/۲۸**
رقم	۲	۷/۷۶۸۰^{ns}	۱۲۴/۵۷۴۱**	۸۹۷۲/۰۵^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۷/۳۱*	۴۲۴۵۱۷۷**	۲۲۷۷۱/۶۴**
بلوک	۲	۱۴/۳۹۱۹**	۳۶/۲۴۰۷^{ns}	۶۷۱۷۳/۵۰*	۰/۰۶**	۳/۲۸^{ns}	۱۹۸۷۷۳۵^{ns}	۲۹/۶۷^{ns}
سرمادهی* محیط کشت	۲	۰/۲۳۷۲^{ns}	۰/۹۰۷۴^{ns}	۱۳۵۷/۰۱^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۲۱۹۲۵^{ns}	۹۶۰۳/۸۸**
محیط کشت*رقم	۴	۱/۷۹۳۵^{ns}	۷/۰۷۴۱^{ns}	۱۴۴۰/۳۸^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۴/۲۶*	۱۷۵۸۴۳^{ns}	۱۱۳۷۲/۰۳**
سرمادهی* رقم	۲	۱۰/۰۲۱۷*	۳۶/۶۸۵۲^{ns}	۲۷۳۲۱/۱۲^{ns}	۰/۰۰۱۹^{ns}	۳/۱۱^{ns}	۷۹۴۳۶۴^{ns}	۳۰۹۵۶/۴۳**
محیط کشت*رقم* سرمادهی	۴	۳/۱۸۲۲^{ns}	۸/۲۹۶۳^{ns}	۱۳۹۷/۶۸^{ns}	۰/۰۳۷۳^{ns}	۵/۰۰۱۶^{ns}	۶۱۷۰۱۸^{ns}	۰/۱۸۵^{ns}
خطا	۳۴	۱۴/۵۹	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۰۱	۱/۵۰	۱۴۴۷۸	۱۳۹۴/۵۱
C.V.		۱۷/۸۳	۲۰/۲۴	۲۷/۳۹	۹/۵۷	۲۶/۷۵	۱۷/۹۸	۲۲/۹۳

ns، * و ** به‌ترتیب بدون معناداری و معناداری در سطح ۵ و ۱ درصد است.

جدول۴. مقایسهٔ میانگین تأثیر تیمار سرما بر برخی صفات مرفولوژیکی و بیوشیمیایی توت‌فرنگی

مقادیر سرمادهی	برگ (عدد)	طوقه (عدد)	زیست توده (گرم)	آنتوسیانین (میلی‌گرم در لیتر)
بدون سرمادهی	۹/۱۴ a	۱۹/۹۶ a	۴۸۴/۸۵ a	۵۳۲۴/۳a
سرمادهی	۸/۱۴ b	۱۷/۷۸ b	۳۹۳/۷۰ b	۴۷۱۸/۲b

جدول۵. مقایسهٔ میانگین عملکرد بوته‌ها تحت‌تأثیر محیط‌های مختلف کشت

محیط‌های کشت	عملکرد (گرم در بوته)
کمپلکس لیگنین	۱۲۰/۷۳c
پرمیکس	۱۶۶/۶۲b
کوکوپیت	۲۰۱/۱۸a

به نظر می‌رسد pH کمتر کوکوپیت نسبت به دو محیط کشت دیگر (جدول۱) و درصد تخلخل بالای آن شرایط ریشه‌دوانی و به دنبال آن جذب عناصر را بهتر کرده و درنتیجه با توسعهٔ اندام هوایی و افزایش سطوح فتوسنتزکننده سبب افزایش عملکرد شده است.

اما در ارقام مطالعه‌شده، از نظر آماری تفاوت معناداری در میزان آنتوسیانین‌ها و شاخص طعم ارقام کاماروسا و سلوا مشاهده نشد اما بیشتر از پاروس بود (جدول۶). سنتز آنتوسیانین‌ها بسته به ارقام مختلف به‌طور قابل ملاحظه‌ای متفاوت است (Hapkins, 1999). مجموعه ژن‌های توت‌فرنگی نسبت به پارامترهای محیطی در سنتز آنتوسیانین‌ها نقش مهم‌تری دارند به‌طوری‌که امروزه از *F.virginiana* spp. *Glauca* به‌منزلهٔ منبع ژنتیکی مهمی برای آنتوسیانین در برنامه‌های اصلاحی استفاده می‌شود (Capocasa *et al*., 2008). بیشترین شاخص طعم (۵/۱۲) در رقم کاماروسا

مشاهده شد که تفاوت معناداری با رقم سلوا نداشت و کمترین آن (۳/۸۷) در رقم پاروس مشاهده شد (جدول۶). به نظر می‌رسد شاخص طعم صفتی وابسته به رقم است. ترکیباتی در میوهٔ توت‌فرنگی مانند اسید و قند تحت‌تأثیر رقم قرار دارند (Ameri *et al*., 2012). بیشترین تعداد طوقه (۲۱/۱۷ عدد) مربوط به رقم سلوا بودکه تفاوت معناداری با کاماروسا نداشت و کمترین تعداد (۱۶/۰۰ عدد) در رقم پاروس مشاهده شد (جدول۶). بیشترین عملکرد (۲۰۲/۶۷ گرم در بوته) از رقم کاماروسا به دست آمد درحالی‌که کمترین آن (۱۳۴/۲۶ گرم در بوته) در رقم سلوا حاصل شد که تفاوت معناداری با پاروس نشان نداد (جدول۶). با توجه به اینکه ارقام کاماروسا و سلوا هر دو از گیاهان قوی و پر رشد هستند، از نظر تعدد طوقه در وضعیت تقریباً یکسان قرار گرفتند. هرچند طوقه یکی از اجزای مهم عملکرد محسوب می‌شود، عوامل دیگری نیز می‌تواند در عملکرد بوته‌ها بسیار تأثیرگذار باشد ازاین‌رو به نظر می‌رسد رقم کاماروسا با ذخیرهٔ کربوهیدراتی بیشتر در طوقه‌ها و قدرت جذب بالاتر در سیستم ریشه‌ای عملکرد بهتری نسبت به رقم سلوا داشته باشد. از عوامل مهم تأثیرگذار در میزان عملکرد تعداد طوقه در هر بوته، تعداد خوشه در هر طوقه هستند (Maniei, 2006).رشد و نمو بوتهٔ توت‌فرنگی به‌وسیلهٔ عوامل گوناگونی ازجمله شرایط محیطی و فیزیولوژی تنظیم می‌شود. شکل و میزان رشد برگ‌ها، طوقه‌ها، ریشه و همچنین گل‌آذین‌ها به‌طور محسوس و مشخصی تحت‌تأثیر رقم قرار دارند، البته عوامل محیطی نیز تأثیرگذارند (Maniei, 2006).

جدول۶. مقایسهٔ میانگین تأثیر رقم بر میزان آنتوسیانین، شاخص طعم، تعداد طوقه و عملکرد هر بوته در ارقام مختلف توت‌فرنگی

ارقام	آنتوسیانین (میلی‌گرم در لیتر)	شاخص طعم (درصد)	تعداد طوقه (عدد)	عملکرد (گرم در بوته)
پاروس	۴۴۶۵/۴۰b	۳/۸۷ b	۱۶/۰۰ b	۱۵۱/۶۰ b
کاماروسا	۵۲۳۵/۲۰a	۵/۱۲ a	۱۹/۴۴ a	۲۰۲/۶۷ a
سلوا	۵۳۶۳/۲۰a	۴/۷۴ a	۲۱/۱۷ a	۱۳۴/۲۶ b

تأثیر متقابل سرمادهی با محیط‌های مختلف کشت نیز بررسی شد. بیشترین عملکرد (۲۰۵/۹۳ گرم در بوته) در شرایط بدون سرمادهی بوته‌ها در کوکوپیت و کمترین آن (۹۳/۰۵ گرم در بوته) در همان شرایط از محیط کشت کمپلکس لیگنین حاصل شد (جدول۷). از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین دو محیط کشت پرمیکس و کوکوپیت در شرایط بدون سرمادهی با کوکوپیت در شرایط سرمادهی مشاهده نشد. به‌هرحال به نظر می‌رسد که سرما تأثیر مستقلی از محیط کشت داشته است.

جدول۷. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل سرمادهی و محیط کشت بر عملکرد بوتهٔ توت‌فرنگی

مقادیر سرمادهی	محیط کشت	عملکرد (گرم در بوته)
بدون سرمادهی	کمپلکس لیگنین	۹۳/۰۵ b
	پرمیکس	۱۸۳/۶۵ a
	کوکوپیت	۲۰۵/۹۳ a
سرمادهی	کمپلکس لیگنین	۱۴۸/۴۰ab
	پرمیکس	۱۴۹/۵۹ab
	کوکوپیت	۱۹۶/۴۱ a

شاخص طعم و عملکرد ارقام در محیط‌های مختلف کشت نیز متفاوت بودند (جدول۸). رقم کاماروسا در محیط کشت پرمیکس بیشترین عملکرد را از خود نشان داد (۲۲۸/۲۲ گرم در بوته) و از نظر آماری با محیط کشت کوکوپیت (۲۱۶/۵۲ گرم در بوته) تفاوت معناداری نداشت، اما در کمپلکس لیگنین عملکرد مناسبی نداشت. رقم سلوا عملکرد مشابهی در محیط کوکوپیت داشت (۲۲۳/۹۹ گرم در بوته)، اما در محیط‌های کشت پرمیکس و کمپلکس لیگنین عملکرد مناسبی نداشته است. این موضوع نشان می‌دهد که ارقام مختلف

توت‌فرنگی در محیط‌های مختلف کشت عملکرد متفاوتی دارند و باید بهترین محیط کشت هر رقم در مطالعات مختلف شناخته شود. به نظر می‌رسد pH کمتر محیط‌های کشت کوکوپیت و پرمیکس و شرایط فیزیکی و شیمیایی بهتر آنها سبب توسعهٔ سیستم ریشه‌ای و افزایش قدرت جذب ارقام کاماروسا و سلوا شده درنتیجه با جذب آب و عناصر غذایی بیشتر بهبود اجزای عملکرد و نهایتاً افزایش عملکرد را نشان داد. بدون داشتن سیستم ریشه‌ای توسعه‌یافته، گیاه توانایی رساندن محصول را نداشته و اندازهٔ میوه‌ها بسیار کوچک خواهد بود و عملکرد همچنان پایین می‌ماند (Tehranifar & Vahdati, 2010). رقم کاماروسا در محیط کشت پرمیکس بالاترین درصد (۵/۷۶) شاخص طعم را نشان داد که به نظر می‌رسد EC بیشتر آن نسبت به دو محیط کشت دیگر (جدول۱)، در افزایش مواد جامد قابل حل نقش داشته است. در پژوهشی که اثر محیط‌های مختلف کشت بر پارامترهای رشد توت‌فرنگی را ارزیابی کرد نیز، در محیط کشتی که بالاترین میزان EC را داشت به شکل معناداری مواد جامد محلول افزایش یافت (Tavusi *et al*., 2010) از نظر آماری تفاوت معناداری مابین تعداد برگ و طوقه، زیست توده و نسبت طول به قطر میوه در محیط‌های متفاوت کشت و ارقام مشاهده نشد (جدول۸). سرمادهی عملکرد ارقام را تحت‌تأثیر قرار داده است هرچند که در جدول۴ نشان داده شده است که تأثیر منفی در برخی صفات رویشی داشته است. رقم کاماروسا بعد از دریافت سرما بالاترین عملکرد را داشته است (۲۴۲/۵۷ گرم در بوته)، (جدول۹). این موضوع نشان می‌دهد که رقم کاماروسا در شرایط این مطالعه (مازندران) برای عملکرد مناسب نیاز به سرما دارد. با توجه به وجود زمستان‌های ملایم در این منطقه توجه به این موضوع می‌تواند تولید را با موفقیت همراه سازد. ضمناً اثرات متقابل محیط کشت * سرما * رقم معنادار نشده است، به همین دلیل در جدول مقایسهٔ میانگین‌ها اشاره‌ای به آن نشده است.

جدول۸. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل محیط‌های مختلف کشت و ارقام توت‌فرنگی بر شاخص طعم و عملکرد

صفات		شاخص طعم (درصد)	عملکرد (گرم در بوته)
کمپلکس لیگنین	پاروس	۳/۵۴b	۱۰۹/۲۷ c
	کاماروسا	۴/۹۷ab	۱۶۳/۲۷abc
	سلوا	۵/۷۴a	۸۹/۶۳ c
پرمیکس	پاروس	۴/۰۳b	۱۸۲/۵۰ab
	کاماروسا	۵/۷۶ a	۲۲۸/۲۲ a
	سلوا	۳/۶۷b	۸۹/۱۳ c
کوکوپیت	پاروس	۴/۰۵b	۱۶۳/۰۰۸abc
	کاماروسا	۴/۶۳ab	۲۱۶/۵۲ a
	سلوا	۴/۸۲ab	۲۲۳/۹۹ a

جدول۹. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل سرمادهی و رقم یر تعداد برگ و عملکرد ارقام مختلف

صفات		تعداد برگ	عملکرد (گرم در بوته)
بدون سرما دهی	پاروس	۱۰/۱۷a	۱۹۳/۹۱ab
	کاماروسا	۸/۷۶abc	۱۶۲/۷۸bc
	سـلوا	۸/۴۷bc	۱۲۵/۹۵c
سـرمادهی	پاروس	۷/۷۸bc	۱۰۹/۲۹c
	کاماروسا	۹/۳۴ab	۲۴۲/۵۷a
	سلوا	۷/۲۸c	۱۴۲/۵۶bc

نتیجه‌گیری کلی

نتیجه‌گیری نهایی این مطالعه نشان می‌دهد که ارقام متفاوت در مناطق مختلف کشور می‌توانند عملکردها و کیفیت‌های متفاوتی داشته باشند. با توجه به اینکه الگوی اقلیمی مازندران کاملاً متفاوت با سایر مناطق ایران است، به نظر می‌رسد در این اقلیم نیاز سرمایی

برخی ارقام توت‌فرنگی برآورده نمی‌شود و عملکرد پایین کشت‌های تجاری می‌تواند به این دلیل باشد. محیط‌های کشت حاصل از کمپوست مواد آلی مختلف نیز می‌تواند عملکرد و کیفیت ارقام را تحت‌تأثیر قرار دهد بنابراین در کشت‌های مدرن بدون خاک، نبود محیط‌های کشت بی عیب و نقص را که در منابع علمی به چشم می‌خورد و هزینهٔ بالایی در تولید محصول توت‌فرنگی دارند می‌توان با محیط‌های کشت تولید داخلی جبران کرد، اما استفاده از آنها منوط به مطالعات کافی است.

REFERENCES

1. Ameri, A., Tehranifar, A., Davarinejad, G. H. & Shoor, M. (2012). The effects of substrate and cultivar in quality of strawberry. *Journal of Biology & Environmental Science*, 6(17), 181-188.
2. Ameri, A.,Tehranifar, A., Shoor, M. & Davarynejad, Gh. M. (2011). Effect of cultivars & growing medium on biochemical characteristics strawberry in soilless culture system.Seventh Congress of Iranian Horticultural Science, 5-8 Sept., Esfahan University of Technology.
3. Boozari, N., Arzani, K.&EbrahimZadeh, H. (2005). The study of initiation and chilling requirement of cherry (*Prunusavium*) cultivars Siahedaneshkadeh and Farasida.*Iranian Journal of Agriculture Science*, 36, 6, (In Farsi).
4. Capocasa, F., Scalzo, J., Mezzetti, B., &Battino, M. (2008). Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. *Food Chemistry,* 111, 872–878.
5. Dilmaghani, M. & Hemmati, S. (2011). Effect of different substrates on quantity, quality and uptake by Selva in soilless culture. Seventh Congress of Iranian Horticultural Science, 5-8 Sept. Esfahan University of Technology.
6. Hapkins,W.G. (1999).*Introductin to plant Physiology*. vol 1 and 2, John Wiley and Sons, New York.
7. Hill, M, J., & Luck, R. (1991).The effect of temperature on germination and seedling growth of temperate perennial pasture legumes.*Australian Journal of Agricultural Research*, 42,175-189.
8. Hochmuth, R., L.L. Leon, T. Crocker, D. Dinkins&Hochmuth, G. (1998). Evaluation oftwosoilless growing media and three fertilizer programs inoutdoor bag culture for strawberry in NorthFlorida. Proc. *Florida State Horticultural Society*,111, pp341-344.
9. JaliliMarandi, R.(2008). Small Fruits, Urmia University Jihad Publication, Second Edition. P, 110.
10. Liteten, P.(2006).Chilling requirement of strawberry cv. 'Sonata' and 'Figaro'. *Fragaria Holland BVKempweg* 15, 5496 ND Horst.
11. Maniei, H. (2006). *Strawberries*. (1th Ed.) DashteMoshavash Publication. (In Farsi).
12. Mollahoseini, H., Solhi, M., Baghi, E. & Ghayour, F., (2009). *Strawberry fertilizer guide* (1th Ed.) Avay Masih Press.
13. Sayydi, A., Ebadi, A., Babalar, M., Saeedi, B., (2010).Effect of plant density on yield and quality of Selva strawberry fruits in vertical soilless culture system*. Journal of Horticultural Science*, 1(24), 6.
14. Tavusi, M. & ShahinRokhsar, P. (2010). The effect of four subestrates on yield and some parameters on the performance strawberries grown in soilless culture. Journal of Agricultural Sciences, 13, 83-94.
15. Tehranifar, A. & Vahdati, N. (2010). *Hydroponicstrawberry production*. Mashhad University Jihad Publication.
16. Wrolstad R. E. (1976). Color and pigment analysis in fruit products.Station Bull624. Agricultural Experiment station Oregon state University, 20 pp.