مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۴، شماره ۱، ۱۳۹۲ (۶۷-۵۹)

واکنش عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک ارقام مختلف گوجه فرنگی(*Lycopersicon esculentum* Mill.) به تنش گرما

محمد مدرسی[1*] و ساسان راستگو[2]
۱ و ۲، استادیاران دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس- بوشهر
(تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۲۲ - تاریخ تصویب: ۹۱/۹/۲۹)

چکیده

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تحمل گرما در یازده رقم گوجه فرنگی، بررسی واکنش آنها نسبت به شرایط طبیعی استان بوشهر و معرفی بهترین رقم در دو شرایط طبیعی و تنش گرما، طی مدت یکسال در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده ها حاکی از وجود اختلاف معنی دار بین ارقام و معنی دار شدن اثرات متقابل رقم و محیط برای تمامی صفات مورد بررسی بود. تنش گرما همه صفات مورد مطالعه را بطور معنی داری تحت تاثیر قرار داد. متوسط کاهش عملکرد ناشی از تنش گرما ۷۲/۳۳ درصد محاسبه شد. بیشترین کاهش ناشی از تنش گرما در عملکرد میوه معادل ۹۰/۵۸ درصد بدست آمد. بیشترین همبستگی مثبت و منفی معنی دار با عملکرد تک بوته در شرایط نرمال به ترتیب متعلق به طول شاخساره(۰/۳۵) و تعداد روز تا برداشت(۰/۳۷-) و بالاترین همبستگی مثبت و منفی با عملکرد تک بوته در شرایط تنش گرما به ترتیب مربوط به ارتفاع گیاه(۰/۳۷) و تعداد روز تا برداشت(۰/۶۷-) بدست آمد. همبستگی عملکرد تک بوته در شرایط نرمال و تنش معادل ۰/۴۹ و معنی دار برآورد گردید که حاکی از امکان انتخاب در شرایط طبیعی برای شرایط تنش گرماست. بر اساس محاسبه شاخص تحمل گرما، تجزیه مولفه های اصلی و همبستگی بین این دو، ارقام T629 و E26.34095 در هر دو شرایط نرمال و تنش، وضعیت مطلوبی داشته و از لحاظ برایند صفات ازجمله عملکرد تک بوته و تعداد روز تا شروع برداشت و درنظر گرفتن خصوصیتهای مورفولوژیک موثر در بازارپسندی میوه، به عنوان بهترین رقمهای قابل توصیه برای کشت در استان بوشهر می باشند. بیشترین مقدار شاخص تحمل تنش گرما(۰/۶۳) و مقادیر مولفه های اصلی در هر دو شرایط نرمال و تنش گرما مربوط به رقم شماره شش بدست آمد. نکته جالب توجه، معنی دار شدن تفاوت هر سه خصوصیت مورفولوژیک میوه بین شرایط محیطی نرمال و تنش است که بیانگر تغییر کیفیت ظاهری میوه های تولیدی، ناشی از تنش گرماست.

واژه های کلیدی: **گوجه فرنگی، عملکرد تک بوته ، ژنوتیپ، تحمل گرما**

مقدمه

تغییرات مرتبط با گرم شدن جهانی[1] و تنش گرما در دهه های اخیر به عنوان یکی از مشکلات جدی سر راه تولید محصولات کشاورزی از جمله گوجه فرنگی در مناطق گرم و خشک تبدیل شده است که دستیابی به ژنوتیپ های متحمل را اجتناب ناپذیر نموده است. برای دستیابی به این هدف، درک کاملی از واکنش های گیاه به دمای بالا، مکانیسمهای تحمل گرما و شناسایی شاخص های غربال ژنوتیپ ها ضروری است. گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) متعلق به

1. Global Warming

* نویسنده مسئول: محمد مدرسی تلفن: ۰۹۱۷۳۰۳۱۵۵۰ E-mail: Modarresi@pgu.ac.ir

خانواده سولاناسه با بیش از ۳۰۰۰ گونه از دنیای قدیم و جدید که محل تنوع آن پرو و در مکزیک اهلی شده است. به طور ذاتی گوجه فرنگی گیاهی نیمه گرمسیری است که اولین بار توسط مهاجرین اسپانیایی از آمریکا به اروپا برده و در اواخر قرن هجدهم به عنوان گیاه خوراکی شناخته شد. فرانسوی ها به آن لقب سیب عشق نام نهادند، زیرا تصور می کردند در گوجه فرنگی قدرت ویژه جنسی نهفته است. تنوع گسترده ای بر اساس ارزیابی نشانگرهای ملکولی، صفات مورفولوژیک و جنبه های مختلف مرتبط با تولید در سطح ارقام اصلاح شده و وابستگان وحشی این گیاه ارزشمند وجود دارد (Wang et al., 2003; Venema et al., 2005; Bai & Lindhout, 2007). اکنون گوجه فرنگی در اکثر کشورهای دنیا بجز مناطق بسیار سرد مورد کشت و کار قرار می گیرد که همواره رسیدن به حداکثر تولید کمی و کیفی در واحد سطح در منطقه کشت و کار این محصول اقتصادی از جمله اهداف اصلی بوده است (Peter et al., 2002; Hannan et al., 2007). تولید این محصول در بسیاری از مناطقی که گوجه فرنگی مورد کشت و کار قرار می گیرد بدلیل برخورد با شرایط نامطلوب محیطی از جمله دمای بالا(گرما)، دمای پایین، خشکی، غرقاب و شوری خاک، کمتر از حد مطلـــوب می باشد که تنوع ژنوتیپی موجود میتواند متناسب با شرایط هر منطقه، جهت افزایش کمیت و کیفیت تولید در برنامه های بهنژادی (اصلاحی) و بهزراعی مورد استفاده قرار گیرد. از اینرو مطالعه عملکرد، اجزای عملکرد و صفات مرتبط با آن بمنظور دستیابی به ژنوتیپ های مطلوب گوجه فرنگی با حداکثر عملکرد کمی و کیفی تحت شرایط مطلوب یا توام با تنش گرما در هر منطقه از اهمیت ویژه ای در پیشرفت برنامه بهنژادی بمنظور مقابله با پدیده گرم شدن جهانی برخوردار می باشد (Wang et al., 2003; Venema et al., 2005; Bai & Lindhout, 2007). در تحقیقی که توسط Hannan et al., (2007) روی ۴۵ هیبرید سینگل کراس گوجه فرنگی انجام شد، علاوه بر عملکرد در واحد سطح، بعضی از صفات مهم دیگر شامل ارتفاع گیاه، تعداد روز تا گلدهی، تعداد گل در کلاستر، تعداد میوه در هر بوته، وزن میوه، تعداد روز تا اولین رسیدگی را نیز در غربالگری ارقام موثر دانسته است. در این تحقیق، اختلافات معنی داری از نظر این صفات گزارش شده است. ایران با سطح زیرکشت ۱۵۰ هزار هکتار و تولید حدود ۵/۲۵ میلیون تن گوجه فرنگی رتبه چهارم تولید این محصول در جهان را به خود اختصاص داده است. استان بوشهر که با بیش از ۱۵ هزار هکتار سطح زیر کشت گوجه فرنگی خارج از فصل و تولید بیش از ۶۶۰هزار تن در سال با اخذ رتبه ششم کشوری را به خود اختصاص داده است (Boshkani, 2011)، تاریخ کاشت را عمدتا به منظور عرضه هرچه زودتر محصول در زمانی که بقیه نقاط کشور در یخبندان زمستان بسر می برند به نحوی به اواسط تابستان (مرداد ماه) تغییر می دهند که با توجه به وضعیت جوی استان و عدم وقوع بارندگی تا اواسط و بعضا اواخر آذر ماه، گیاهچه های جوان و حتی گیاهان بالغ در شروع مرحله گلدهی نیز با ترکیبی از انواع تنش های زیست محیطی از جمله گرمای شدید به عنوان زمینه ای برای بروز مشکلات فیزیولوژیک وآفات و بیماریها مواجه می شوند. تنش گرما مراحل رویشی و زایشی گوجه فرنگی را شدیدا تحت تاثیر منفی قرار می دهد و نهایتا منجر به کاهش عملکرد و کیفیت میوه می شود. گرما پروسه های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه را تحت تاثیر قرار داده، باعث تغییر در کارکرد اندام های گیاه و نهایتا موجب کاهش عملکرد می شود. البته لازم به ذکر است که گرما تمام مراحل رشد تا عملکرد نهایی را تحت تاثیر منفی قرار می دهد اما بدلیل حساسیت بیشتر مراحل گلدهی و گرفتن میوه (میوه بندی)، ارزیابی واکنش ژنوتیپ ها نسبت به تنش گرما در این مراحل می تواند بهنژادگران را در رسیدن به ژنوتیپ های مقاوم کمک کند (Peter et al., 2002; Malgorzata et al., 2008; Modarresi et al., 2010). سیستم زایشی نر و تولید دانه گرده در گیاهان بطور بسیار دقیقی سازمان یافته است و نسبت به تنش های محیطی مختلف از جمله خشکی، شوری و دمای بالا(گرما) بسیار حساس بوده و افزایش دما در محدوده بالاتر از دمای مطلوب گیاه خصوصا در مرحله گلدهی و گرده افشانی باعث عقیم شدن دانه گرده، کاهش باروری و نهایتا کاهش عملکرد خواهد شد (Malgorzata et al., 2008; Endo et al., 2009). نتایج

تحقیق بعمل آمده توسط Sato et al.,(2006) حاکی از کاهش معنی دار تعداد میوه، زنده ماندن دانه گرده و تعداد دانه گرده آزاد شده در اثر افزایش دماست. همچنین بیان نموده اند که گرما باعث کاهش گلوکز و فروکتوز میوه شده است. ایشان استدلال نموده اند که کاهش میوه بندی تحت شرایط تنش گرما به دلیل گسیختگی متابولیسم قند و انتقال پرولین در زمان کوتاه توسعه دانه گرده گیاه می باشد. در تحقیقی که توسط Malgorzata et al., (2008) بمنظور ارزیابی پاسخ های فیزیولوژیک تعدادی ژنوتیپ گوجه فرنگی نسبت به تنش گرمایی انجام شد دریافتند که تنش گرما یک اثر بازدارندگی روی وضعیت فیزیولوژیکی این گیاه داشته که درجه بازدارندگی مربوطه بسته به نوع ژنوتیپ متفاوت بود. با وجود اینکه مطالعاتی نیز جهت ارزیابی و تشریح ژنتیک و فیزیولوژی واکنش به دمای بالا در گوجه فرنگی شروع شده است اما برای ارزیابی تحمل دمای بالا نیازمند بررسی بیشتر واکنش عملکرد و صفات وابسته به آن نسبت به تنش گرما می باشد. در همین راستا باید ذکر کرد که تاکنون تعداد بسیار اندکی شاخص برای ارزیابی تنش گرما در گیاهان معرفی شده است که نیازمند تحقیق و بررسی بیشتر است(Porch, 2006; Wahid et al., 2007). علیرغم گسترش روزافزون سطح زیر کشت گوجه فرنگی به عنوان سبزی خارج از فصل، اقتصادی و سودآور خصوصا در استانهای جنوبی کشور، وجود ترکیبی از تنش های غیرزنده خصوصا گرما به عنوان یک معضل جدی در ابتدا و انتهای فصل، ارتباط این موضوع با شیوع بسیاری از آفات و بیماری ها و ضرورت ارزیابی ژنوتیپ ها به این منظور، تاکنون اقدام قابل توجهی در این راستا صورت نگرفته است. از اینرو پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تحمل گرما و بررسی واکنش یازده رقم مختلف گوجه فرنگی نسبت به تنش گرما با کمک بررسی صفات مورفولوژیک، تجزیه به مولفه ها و محاسبه شاخص تحمل گرما در آنها تحت شرایط محیطی نرمال و تنش انجام شد.

مواد و روش ها

مواد آزمایشی شامل یازده ژنوتیپ گوجه فرنگی که برخی از آنها هیبرید(با علامت F_1) و مابقی ارقام ثبت شده وارداتی بود با نام های ۱- Rio fuggo ۲- G-35- ۳- 5911 اوربانا ۴- T629 ۵- EUREKA ۶- E26.34095 Sadeen-۷ ۸- Logain ۹- BSS 711 F1 ۱۰- TORMENTA F1 و ۱۱- VAJRAM به عنوان تیمارهای آزمایش طی مدت یکسال در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در دو موقعیت نرمال و تنش گرما کاشته و مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یازده ژنوتیپ مذکور در سه تکرار در دو موقعیت نرمال و تنش، هر یک در یک کرت به مساحت ۲/۵ متر مربع(با ابعاد ۲/۵X۱متر مربع شامل ۵ بوته) و با فاصله بین بوته و بین ردیف ۵۰سانتیمتر کاشته شد. بجز اعمال تیمار تنش گرمایی در شرایط تنش، کلیه عملیات کاشت، داشت و برداشت در هردو شرایط طبیعی و تنش، یکسان و مطابق اصول علمی انجام گرفت. تیمار گرمایی از ۱۰ روز پس از انتقال نشاء در زمین اصلی درون تونل در مرحله استقرار کامل (اواخر مهرماه)، شروع و تا پایان فصل رشد (اوایل اردیبهشت ماه) با افزایش تدریجی دما تا حداکثر ۴۵ درجه سانتیگراد و تهویه مطلوب ادامه یافت.

صفات ارتفاع گیاه، طول شاخساره، تعداد روز تا گلدهی، عملکرد تک بوته، وزن تک میوه، طول و قطر میوه، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک میوه و تعداد روز تا برداشت اندازه گیری شد. با توجه به اینکه آزمایش در دو شرایط نرمال و تنش گرما انجام شده بود، تجزیه واریانس مرکب انجام و مقایسه میانگین براساس آزمون چند دامنه ای دانکن با استفاده نرم افزار SAS صورت گرفت.

برای مقایسه بهتر و قضاوت مطلوبتر، اقدام به انجام تجزیه مولفه های اصلی و محاسبه شاخص تحمل تنش گرما (HTI) با استفاده از فرمول پیشنهادی فرناندز (Fernandez, 1994)؛ $HTI=(Yp\times Ys)/\overline{Yp2}$ گردید که در آن Yp اندازه صفت مود نظر هر ژنوتیپ در شرایط نرمال و Ys اندازه صفت مورد نظر هر ژنوتیپ در شرایط تنش و مخرج فرمول شاخص، مجذور میانگین ژنوتیپها در شرایط نرمال می باشد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب داده ها (جدول ۱) برای صفات ارتفاع گیاه، طول شاخساره، تعداد روز تا گلدهی، عملکرد تک بوته، وزن تک میوه، طول و قطر میوه، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک میوه و تعداد روز تا برداشت حاکی از وجود اختلاف معنی دار بین ژنوتیپها برای تمامی صفات مورد بررسی بود. اثر متقابل ژنوتیپ و شرایط محیطی نیز برای تمامی صفات مورد بررسی معنی دار بود که نشان دهنده تاثیر متفاوت شرایط محیطی و همچنین رفتار متفاوت ارقام در محیط های نرمال و تنش بوده که انجام چنین پژوهشهایی متناسب با شرایط هر منطقه را ضروری تر می نماید. مجموعا بطور متوسط، تنش گرما باعث کاهش ۷۲/۳۳ درصدی عملکرد تک بوته گردید که با نتایج Malgorzata et al. (2008) درخصوص کاهش تعداد میوه و عملکرد ناشی از تنش گرما همخوانی دارد. بیشترین کاهش عملکرد ناشی از تنش گرما به ترتیب معادل ۹۰/۵۸ و ۸۴/۱۷ درصد مربوط به ارقام شماره سه و ۱۰ بدست آمد. میزان دقت انجام آزمایش که یکی از شرایط اصلی هر آزمایش است با ضریب پراکندگی بررسی می شود. همانگونه که در جدول یک مشاهده می شود، ضرایب پراکندگی بدست آمده، مقادیری قابل قبول برای اینگونه آزمایشات که در بستر خاکی گلخانه مشابه آنچه در مزرعه انجام می شود است. بیشترین همبستگی مثبت و منفی با عملکرد تک بوته(جدول ۲) در شرایط نرمال به ترتیب متعلق به طول شاخساره(۰/۳۵) و تعداد روز تا برداشت(۰/۳۷-) بود که نشان دهنده عملکرد بیشتر ارقام با طول شاخساره بیشتر و تعداد روز تا رسیدگی کمتر در این شرایط است. بالاترین همبستگی مثبت و منفی با عملکرد تک بوته در شرایط تنش گرما به ترتیب مربوط به ارتفاع گیاه (۰/۳۷) و تعداد روز تا برداشت (۰/۶۷-) بدست آمد که شاید بدلیل امکان تبادل هوای بهتر در بوته ها و نتیجتا میوه بندی زودتر و در اختیار داشتن زمان بیشتر برای تولید میوه و عملا کاهش تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک و برداشت باشد. عملکرد در شرایط نرمال و تنش، همبستگی مثبت و معنی دار (۰/۴۹) نشان دادند که حاکی از این موضوع است که ارقامی که عملکرد مطلوبی در شرایط تنش دارند می بایست در شرایط نرمال نیز عملکرد قابل قبولی داشته باشند و بالعکس که این موضوع با مراجعه به نتایج شاخص تحمل گرما (جدول شماره ۴) نیز تایید می شود. البته لازم به ذکر است، هرچند در این گروه از ژنوتیپهای مورد بررسی، ارقام برتر، تقریبا در هر دو شرایط روند یکسانی داشتند (شکل ۱) اما ممکن است برعکس آن درست نباشد زیرا براساس بررسی های بعمل آمده، واکنش ژنوتیپها بر این اساس به چهار دسته تقسیم می شوند، برخی در هر دو شرایط نرمال و تنش، عملکرد بالا(گروه A) و برخی در هیچ کدام از شرایط عملکرد مطلوبی ندارند (گروه D)، برخی در شرایط نرمال(گروه B) و گروه دیگر در شرایط تنش(گروه C) عملکرد بالایی دارند (Fernandez, 1992).

به این دلیل بر سر این موضوع که بالاخره در کدام شرایط انتخاب انجام شود اختلاف نظر وجود دارد. برخی (Grando, 1991; &Ceccarelli, 1987; Ceccarelli Rathjen, 1994) انتخاب در شرایط تنش را توصیه می کنند، عده ای(Richards, 1996; Van Ginkel et al. 1998; Rajaram and Van Ginkle, 2001; معتقد به انتخاب در شرایط مطلوب بوده در حالیکه گروهی (Fernandez, 1992) نیز بر این باورند که برای جمع کردن ژنهای عملکرد و تحمل تنش، بایستی انتخاب در هر دو شرایط مطلوب و تنش انجام داد. بیشترین عملکرد در هر دو شرایط نرمال و تنش مربوط به رقم شماره ۶ بود که کمترین کاهش عملکرد ناشی از تنش گرما نیز به همین رقم اختصاص داشت. بیشترین کاهش عملکرد مربوط به رقم شماره سه بود.

با انجام تجزیه عامل ها، اقدام به محاسبه مولفه ها در شرایط نرمال، تنش گرما و میانگین هر دو محیط گردید. ضرایب مولفه های اصلی که بصورت تجمعی بیش از ۸۰ درصد تنوع را توجیه می کنند(جدول ۳)، مقادیر مولفه ها و شاخص تحمل گرما مربوط به هر ژنوتیپ(جدول ۴) مورد محاسبه قرار گرفت. مولفه هایی که ضرایب مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد در آنها مثبت بود به عنوان مولفه های عملکرد در نظر گرفته شد. در شرایط نرمال، دو مولفه دوم و سوم به عنوان مولفه های عملکرد بدست آمد که در این شرایط، رقم شماره ۴ در هر دو مولفه و رقم شماره ۶ بر اساس مولفه

دوم جزو بهترین ارقام با بالاترین مقدار مولفه تشخیص داده شد. در شرایط تنش گرما نیز مقدار مولفه دوم به عنوان مولفه عملکرد گویای اهمیت رقم شماره ۶ می باشد. بالاترین مقدار شاخص تحمل تنش گرما (۰/۶۳) نیز به رقم شماره شش اختصاص یافت که تاییدی بر اهمیت این رقم در شرایط تنش گرماست. همین موضوع مجددا برای شاخص دوم بر اساس میانگین عملکرد هر دو محیط نیز تکرار شده است که همگی موید نتایج فنوتیپی و قضاوت انجام شده می باشد. همبستگی شاخص تحمل تنش گرما با عملکرد در شرایط تنش بسیار معنی دار(۰/۹۲) بدست آمد (جدول ۴).

شکل ۱- وضعیت عملکرد (Y) تک بوته ارقام مورد بررسی تحت شرایط نرمال(N)، تنش(S) و میانگین دو محیط

از جمله خصوصیات بسیار مهم و موثر در تولید و انتقال محصول گوجه فرنگی به بازار مصرف، صفات مورفولوژیک میوه نظیر طول، قطر و وزن تک میوه است. وزن تک میوه متاثر از تغییر در طول و قطر میوه است.

در این پژوهش، برآیند کاهش طول(۱۳درصد) و قطر(۱۳درصد) میوه ناشی از تنش گرما باعث کاهش ۳۲درصدی وزن تک میوه گردید. با وجود تاثیر پذیری شدید این صفات از شرایط محیطی، فقط همبستگی طول میوه با عملکرد تک بوته معنی دار شد که این موضوع نقش و اهمیت این صفت در عملکرد نهایی را مورد تاکید قرار می دهد. بیشترین و کمترین کاهش طول میوه به ترتیب مربوط به ارقام شماره۱۱ و ۶ (شکل شماره یک و جدول شماره ۲)بود. اثر مکان و همچنین اثر متقابل آن با ژنوتیپ در مورد این صفات معنی دار شد که حاکی از تفاوت معنی دار واکنش ارقام در هر دو محیط است(جدول شماره ۱).

جدول ۱ - میانگین مربعات حاصل از تجزیه مرکب صفاتارقام گوجه فرنگی در دو شرایط محیطی نرمال و تنش گرما

منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	طول شاخساره	تعداد روز تا گلدهی	عملکرد تک بوته	وزن تک میوه	طول میوه	قطر میوه	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	تعداد روز تا برداشت
شرایط محیطی	۱	۱۲۹۶/۱۳**	۲۲۷/۳۷ns	۱۱/۰۵ ns	۸۶/۸۰**	۱۷۶۹۷/۶۱**	۷۸۴/۷۴**	۸۶۳/۵۲**	۲۴/۲۴ns	۲۴/۲۴ns
بلوک داخل محیط(اشتباه ۱)	۴	۱۰/۴۰	۳۴/۷۳	۱۶	۰/۱۳	۳/۶۶	۰/۷۴	۴/۹۰	۴۱/۸۹	۳۸/۴۲
رقم	۱۰	۱۱۲/۱۶**	۱۵۱۳/۶۰**	۳۷/۸۳**	۱/۸۶**	۳۸۰۰/۷۷**	۴۸/۲۷**	۴۱۶/۴۱**	۹۹/۱۷**	۱۲۴/۲۱**
رقمxمحیط	۱۰	۸۸/۷۳**	۱۸۷/۱۷**	۱۸/۶۵**	۰/۶۹**	۷۹۹/۵۴**	۴۰/۴۶**	۲۳/۲۱**	۷۶/۵۱**	۵۴/۸۸**
اشتباه ۲	۴۰	۱۰/۲۰	۱۰/۰۵	۳/۰۵	۰/۲۶	۹/۵۸	۳/۷۷	۴/۱۴	۲/۳۴	۳/۹۲
ضریب تغییرات	-	۵/۳۹	۲/۷۰	۴/۷۴	۷/۹۹	۳/۶۵	۳/۹۶	۳/۹۴	۱/۶۴	۱/۹۷

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد و یک درصد ns : عدم وجود اختلاف معنی دار

یکی از خصوصیاتی که می تواند در شکل ظاهری بوته و نفوذ جریان هوا به درون شاخساره موثر واقع شود و به تبع آن در مناطق با رطوبت بیشتر، درصد میوه بندی را افزایش و میزان خسارت ناشی از پوسیدگی میوه را کاهش دهد ارتفاع گیاه می باشد. این خصوصیت به همراه طول شاخساره که امکان تغییر تراکم بوته در واحد سطح را فراهم می کند به عنوان دو خصوصیت قابل توجه در مدیریت مزرعه و شیوه کاشت نقش موثری خواهند داشت. با وقوع تنش گرما هر دو صفت مذکور افزایش نشان داده است که در مورد ارتفاع معنی دار بوده است. درواقع گیاه برای دفع گرما، از این طریق واکنش نشان داده است. بیشترین و کمترین ارتفاع در شرایط تنش، به ترتیب مربوط به ارقام ۸ و ۳ بوده است. همبستگی ارتفاع گیاه با عملکرد در شرایط تنش معادل ۳۷ درصد و با احتمال ۹۵ درصد معنی دار بود درحالیکه این همبستگی در شرایط نرمال معنی دار نشد. این نتیجه گویای نقش ارتفاع در عملکرد بالا در شرایط تنش می باشد. در مورد طول شاخساره برعکس این موضوع، در شرایط نرمال معنی دار در حالیکه در شرایط تنش غیرمعنی دار بدست آمد. ارقامی که طول شاخساره بلندتری دارند در شرایط نرمال عملکرد بالاتری خواهند داشت. تعداد روز تا گلدهی نیز از جمله صفاتی است که در تولید گوجه فرنگی مورد توجه زیاد قرار می گیرد. باوقوع تنش گرما، تعداد روز تا گلدهی کاهش یافت (جدول شماره ۲). درحقیقت تنش گرما گیاه را زودرس تر می نماید که ممکن است از جهاتی مطلوب باشد اما بدلیل تاثیر منفی بر برخی جنبه های رشدی، معمولا این کاهش دوره مطلوب نیست زیرا باعث کاهش عملکرد کمی و کیفی می شود. این یافته ها با نتایج گزارش شده توسط Sato et al.(2006) و Comlekcioglu & (2010)Kemal Soylu، در شرایط کنترل شده همخوانی دارد. بیشترین و کمترین تغییر ناشی از تنش گرما در این صفت به ترتیب مربوط به ارقام شماره ۶ و ۳ ، معادل ۱۵ و ۳ درصد بدست آمده است. با وجود اهمیت تعداد روز تا گلدهی و تاثیر معنی دار محیط بر آن، همبستگی آن با عملکرد در هر دو شرایط نرمال و تنش معنی دار نشده است که گویای این حقیقت است که تنش گرما تفاوتی از این لحاظ ایجاد نکرده است و آنچه باعث چنین اختلافی بین ارقام شده است، کاهش توان فتوسنتزی، قدرت زنده ماندن دانه گرده و زمان میوه بندی و میزان آن است، خصوصا در شرایط تنش که بسیاری از گلها بدلیل شرایط سخت محیطی و عقیم شدن دانه های گرده ریزش نموده و به میوه تبدیل نمی شوند(Sato et al., 2006 و

Kemal Soylu, 2010& Comlekcioglu). بر همین اساس، هرچند میزان همبستگی در هر دو شرایط محیطی، منفی و غیر معنی دار شده است اما قدر مطلق این مقدار همبستگی منفی در شرایط تنش، کمتر از شرایط نرمال شده است که شاید با تعداد ژنوتیپ بیشتر این اختلاف بیشتر خود را نشان دهد. این موضوع بیانگر این است که با وجود عدم تبدیل تمام گلها به میوه در شرایط نرمال، اما بدلیل محدودیت کمتر در گرفتن میوه و دوره رشد، گلدهی زودتر، اثر بهتری دارد. نتایج پژوهش حاضر در این خصوص با یافته های گزارش شده توسط .Sato et al(2006) همخوانی کامل دارد.

جدول ۲ - میانگین صفات، درصد تغییرات و همبستگی صفات ارقام گوجه فرنگی با عملکرد در شرایط نرمال و تنش گرما

صفت	وضعیت	میانگین صفات	همبستگی صفات		تغییرات نسبت به شرایط نرمال(درصد)		
			با عملکرد نرمال	با عملکرد تنش	حداکثر	متوسط	حداقل
عملکرد تک بوته(کیلوگرم)	نرمال	۳/۱۸	-	۰/۴۹**	-۹۰/۵۸	-۷۲/۳۳	-۵۴/۹۶
	تنش	۰/۸۸	۰/۴۹**	-			
وزن تک میوه(گرم)	نرمال	۱۰۱/۲۲	۰/۱۶ns	۰	-۶۰/۷۷	-۳۲/۳۶	-۲۱/۶۹
	تنش	۶۸/۴۷	۰/۲۲ns	۰/۱۸ns			
طول میوه(میلیمتر)	نرمال	۵۲/۴۴	۰/۲۵ns	-۰/۰۴ns	-۲۸/۲۸	-۱۳/۱۴	-۱/۶۸
	تنش	۴۵/۵۵	-۰/۲۶ns	-۰/۵۴**			
قطر میوه(میلیمتر)	نرمال	۵۵/۳۱	۰	-۰/۰۳ns	-۲۲/۸۸	-۱۳/۰۹	-۸/۸۱
	تنش	۴۸/۰۷	۰/۱۶ns	۰/۲۴ns			
ارتفاع گیاه(سانتیمتر)	نرمال	۵۴/۸۵	۰/۰۸ns	۰/۳۲ns	۵۰/۴۰	۱۶/۱۵	-۱/۹۵
	تنش	۶۳/۷۱	۰/۳۷*	۰/۳۷*			
طول شاخساره(سانتیمتر)	نرمال	۱۱۵/۵۰	۰/۳۵*	۰/۴۴**	۲۱/۵۲	۳/۲۱	۰/۲۰
	تنش	۱۱۹/۲۱	۰/۲۱ns	۰/۳۱ns			
تعداد روز تا گلدهی	نرمال	۳۷/۲۷	-۰/۲۶ns	-۰/۲۸ns	-۱۵/۶۸	-۲/۲	-۰/۱۰
	تنش	۳۶/۴۵	-۰/۱۹ns	-۰/۲۷ns			
تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک	نرمال	۹۴/۰۶	-۰/۲۶ns	-۰/۲۸ns	۱۶/۰۱	-۱/۲۹	۱/۰۶
	تنش	۹۲/۸۵	-۰/۱۰ns	-۰/۶۳**			
تعداد روز تا برداشت	نرمال	۱۰۱	-۰/۳۷*	-۰/۴۵**	۱۱/۱۱	-۱/۲۰	-۰/۹۰
	تنش	۹۹/۷۹	-۰/۲۲ns	-۰/۶۷**			

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد و یک درصد ns : عدم وجود اختلاف معنی دار

یکی از دلایل اصلی توسعه کشت و کار گوجه فرنگی در مناطق جنوبی کشور، تولید خارج از فصل آن است. زمانی که اکثر مناطق کشور در سرمای پاییز و زمستان به سر می برند در این مناطق، گوجه فـرنگی برداشت می شود. از اینرو تعدادروز تا رسیدن فیزیولوژیک و برداشت تاثیر بسزایی در زمان ارائه محصول به بازار و حصول سود اقتصادی مورد نظر از این محصول دارد.

جدول ۳- ضرایب مولفه ها در شرایط نرمال، تنش گرما و میانگین هر دو محیط برای صفات مورد بررسی ارقام گوجه فرنگی

صفات	ضرایب مولفه ها تحت شرایط مختلف									
	مولفه اول- نرمال	مولفه دوم- نرمال	مولفه سوم- نرمال	مولفه اول- تنش	مولفه دوم-تنش	مولفه سوم- تنش	مولفه چهارم- تنش	مولفه اول- میانگین دو محیط	مولفه دوم- میانگین دو محیط	مولفه سوم- میانگین دو محیط
عملکرد تک بوته	-۰/۲۹۶	۰/۱۵۱	۰/۶۸۳	-۰/۷۷۵	۰/۵۴۸	۰/۱۴۱	۰/۰۷۶	-۰/۷۲۲	۰/۴۵۶	۰/۱۷۹
ارتفاع	-۰/۳۲۹	-۰/۸۰۳	۰/۳۷۸	-۰/۲۱۷	۰/۳۴۲	-۰/۱۲۳	۰/۸۱۹	-۰/۷۹۷	-۰/۳۶۴	۰/۳۱۷
روز تا گلدهی	۰/۸۸۳	۰/۰۰۸۱	۰/۱۴۵	۰/۲۷۶	-۰/۲۲۸	۰/۳۰۵	۰/۸۰۵	۰/۳۶۵	-۰/۱۷۳	۰/۷۷۸
روز تا رسیدگی فیزیولوزیک	۰/۹۲۸	-۰/۱۵۰	۰/۰۱۳۳	۰/۹۶۰	۰/۰۵۱	-۰/۰۴۹	۰/۰۹۲	۰/۸۰۱	-۰/۰۰۶۵	۰/۴۳۵
روز تا برداشت	۰/۸۸۱	۰/۰۸۶	-۰/۳۱۴	۰/۹۷۳	۰/۰۵۶	۰/۰۶۸	-۰/۰۳۹۱	۰/۸۹۸	۰/۰۰۶۲	۰/۲۱۷
طول شاخساره	۰/۴۳۷	۰/۰۹	۰/۸۵۰	-۰/۰۸	۰/۱۵۴	۰/۸۶۲	۰/۳۲۲	-۰/۱۵۴	۰/۳۲۴	۰/۸۰۳
طول میوه	۰/۵۵۷	۰/۴۰۷	-۰/۴۹۸	۰/۰۱۴	۰/۲۷۱	۰/۸۶۲	-۰/۱۵۱	۰/۸۲۶	۰/۱۶۷	۰/۰۷۲
قطر میوه	-۰/۲۱۱	۰/۹۲۲	۰/۱۶۶	-۰/۰۲۴۹	۰/۹۱۷	۰/۱۴۸	۰/۰۰۹۸	۰/۰۳۳	۰/۹۴۷	-۰/۰۱۸
وزن میوه	-۰/۰۲۵۵	۰/۹۵۳	۰/۲۴۴	۰/۰۰۴۸	۰/۹۳۹	۰/۲۷۳	۰/۰۸۹	۰/۱۳۷	۰/۹۵۴	۰/۱۲۱
درصد واریانس	۳۵/۱۰	۲۹/۲۰	۱۹/۸۵	۲۸/۸۹	۲۵/۴۸	۱۹/۰۸	۱۶/۳۲	۳۸/۵۰	۲۵/۶۹	۱۸/۲۲
درصد تجمعی واریانس	۸۴/۱۵			۸۹/۷۷				۸۲/۴۰		

علاوه بر گرمای اول فصل رشد (اواسط تابستان در مرحله رشد رویشی)، گرمای اواخر فصل رشد که هنوز محصول مناطق معتدل به بازار نرسیده است نیز از جمله محدودیتهای جدی در تولید موفق و سودآور این

محصول است لذا اندیشیدن تدبیر اساسی با لحاظ کرد این عوامل می تواند تولیدکننده را به توسعه کشت این محصول ارزشمند ترغیب نماید. بیشترین کاهش ناشی از تنش گرما در تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک معادل ۱۳ روز مربوط به رقم یازده بدست آمد. کمترین تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک در هر دو شرایط محیطی مربوط به رقم شماره ۶ بود. رقم شماره ۴ بیشترین تغییر اما در جهت افزایش تعداد روز تا رسیدن در محیط تنش از خود نشان داد که نشان از میوه بندی دیرتر این رقم در شرایط تنش است. باوجود اینکه تنش گرما درمجموع باعث تفاوت معنی داری در تعداد روز تا رسیدگی و برداشت نشد اما با کاهش ماندگاری میوه حتی پس از تشکیل، کاهش عملکرد نهایی در شرایط تنش معادل ۷۲ درصد بدست آمد. همبستگی معنی دار تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک با عملکرد در شرایط نرمال نیز نشان دهنده عدم وجود محدودیت رشد در این شرایط است که موضوعی کاملا منطقی است اما همبستگی منفی و معنی دار عملکرد با تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک و برداشت در شرایط تنش نشان دهنده کاهش عملکرد نهایی با افزایش این دوره است.

در مجموع بر اساس برآیند صفات از جمله عملکرد تک بوته (شکل یک)، تعداد روز تا شروع برداشت و درنظر گرفتن بعضی از خصوصیتهای ظاهری مربوط به بازارپسندی(طول، قطر و وزن تک میوه) که در بسته بندی و ترابری محصول نیز نقش مهمی دارند، ارقام شماره ۴ و ۶ که در هر دو شرایط نرمال و تنش وضعیت مطلوبی داشتند به عنوان بهترین رقمهای قابل توصیه برای کشت در استان بوشهر معرفی می شود.

جدول۴- مقادیر مولفه های اصلی ژنوتیپهای مورد مطالعه گوجه فرنگی، هبستگی شاخص تحمل گرما(HTI) با عملکرد تک بوته و مقادیر مولفه های اصلی

HTIمقادیر	مقادیر مولفه های ژنوتیپ های مورد مطالعه تحت شرایط مختلف										ژنوتیپها
	مولفه سوم- میانگین دو محیط	مولفه دوم- میانگین دو محیط	مولفه اول- میانگین دو محیط	مولفه چهارم- تنش	مولفه سوم- تنش	مولفه دوم- تنش	مولفه اول- تنش	مولفه سوم- نرمال	مولفه دوم- نرمال	مولفه اول- نرمال	
۰/۰۹	-۰/۰۵	-۲/۶۶	۲/۳۵	-۱/۴۲	-۱/۱۲	-۳/۳۸	۲/۴۹	-۱/۲۵	-۲/۱۸	۱/۶۸	۱
۰/۱۲	۱/۴۸	۱/۸۰	۴/۱۰	۱/۳۴	۲/۰۳	۲/۱۴	۲/۳۳	-۱/۶۴	۲/۳۸	۲/۷۲	۲
۰/۰۷	-۱/۳۳	۱/۳۱	۴/۲۰	-۲/۱۱	-۱/۳۴	-۲	۱/۸۶	-۲/۰۴	۳/۷۰	۱/۳۴	۳
۰/۳۳	۲/۲۷	۳/۶۶	۳/۵۹	۰/۷۷	۱/۱۴	۲/۳۱	۴	۱/۸۶	۴/۵۲	۱/۴۵	۴
۰/۴۹	۱/۵۵	۰/۸۷	-۱/۴۲	-۰/۳۲	۳/۶۵	۲/۰۵	-۳/۱۴	۲/۱۲	-۱/۲۳	۳/۰۷	۵
۰/۶۳	-۲/۸۲	۱/۵۹	-۶/۶۰	-۱/۷۵	-۰/۶۶	۲/۵۳	-۳/۷۸	۲/۱۵	-۰/۵۶	-۸/۴۸	۶
۰/۴۸	-۱/۳۱	۱/۷۴	-۱/۱۸	۰/۳۸	۰/۳۵	۲/۶۸	-۲/۵۱	-۰/۴۱	۱/۸۵	-۱/۲۲	۷
۰/۴۰	۱/۳۸	-۰/۳۲	-۳/۶۲	۲/۷۰	-۰/۱۱	۰/۸۲	-۱/۸۷	۲/۰۴	-۰/۹۹	-۱/۷۷	۸
۰/۲۲	۱/۲۳	-۲/۲۴	۰/۲۹	۱/۴۹	۱/۰۳	-۲/۲۰	۰/۵۴	-۰/۴۸	-۲/۱۶	۱/۱۱	۹
۰/۰۹	-۲/۰۵	-۳/۴۵	۱/۰۲	-۱/۲۳	-۲/۵۱	-۲/۶۷	۱/۵۲	-۲/۸۰	-۲/۶۸	-۰/۵۱	۱۰
۰/۳۳	-۰/۳۲	-۲/۳۰	-۲/۷۶	۰/۱۹	-۲/۴۶	-۲/۲۴	-۱/۵۱	۰/۴۴	-۲/۶۵	۰/۶۵	۱۱
-	۱۸/۲۲	۲۵/۶۹	۳۸/۵۰	۱۶/۳۲	۱۹/۰۸	۲۵/۴۸	۲۸/۸۹	۱۹/۸۵	۲۹/۲۰	۳۵/۱۰	درصد واریانس
-	۸۲/۴۰				۸۹/۷۷			۸۴/۱۵			درصد تجمعی واریانس
۱	-۰/۰۹ns	۰/۴۱ns	-۰/۸۱**	۰/۱۴ns	۰/۳۱ns	۰/۷۰*	-۰/۸۲**	۰	-۰/۰۴ns	-۰/۶۰*	همبستگی با شاخص HTI
همبستگی شاخص تحمل تنش گرما با عملکرد در شرایط تنش گرما			-۰/۹۲**			همبستگی شاخص تحمل تنش گرما با عملکرد در شرایط نرمال			۰/۱۷ns		

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد و یک درصد ns : عدم وجود اختلاف معنی دار

این دو رقم از نظر ارتفاع و طول شاخساره نیز جزء برترین ها بوده که با طول شاخصاره کوتاهتر، اجازه کاشت تعداد بوته در واحد سطح بیشتری نیز فراهم می کنند. رقم شماره چهار علاوه بر عملکرد تک بوته بالاتر، از لحاظ وزن و قطر میوه نیز با داشتن رتبه یک از بین ارقام مورد آزمایش و از نظر طول میوه با اخذ رتبه دو ، برتری خود را نسبت به سایر ارقام نشان داد. در نهایت برای راستی آزمایی و اطمینان بیشتر از نتایج حاصله خصوصا جهت توصیه رقم در مناطق مختلف که شرایط آب و هوایی مشابه با منطقه بوشهر دارند، تکرار آزمایش

در چند سال و چند منطقه و با وجود دشواری انجام مطالعات تنش گرما، حتی الامکان با تعداد رقم بیشتر توصیه میشود.

REFERENCES

1. Bai, Y. & Lindhout, P. (2007). Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? *Annals of Botany*, 1–10.
2. Boshkani, M. (2011). *The fifth progressive program of Bushehr province*. fifth edition. Bushehr Agricultural Organization. 400pp(In Farsi).
3. Ceccarelli, S. (1987). Yield potential and drought tolerance of segregating populations of barley in contrasting environments. *Euphytica*, 40, 197– 205.
4. Ceccarelli, S. & Grando, S. (1991). Selection environment and environmental sensitivity in barley. *Euphytica*, 57, 157–167.
5. Comlekcioglu, N. and M. Kemal Soylu. 2010. Determination of high temperature tolerance via screening of flower and fruit formation in tomato. *YYU J AGR SCI*, 20(2), 123-130.
6. Endo, M., Tsuchiya, T., Hamada, K., Kawamura, S., Yano, K., Ohshima, M., Higashitani, A., Watanabe M., & Kawagishi-Kobayashi, M. (2009). High Temperatures Cause Male Sterility in Rice Plants with Transcriptional Alterations During Pollen Development. *Plant and Cell Physiology*, 50(11),1911-1922.
7. Fernandez, C. G. J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: C. G. Kuo, ed. *Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress*. (pp. 257-270). AVRDC, Shanhua, Taiwan.
8. Hannan, M. M., Ahmed, M. B., Razvy, M. A., Karim, R., Khatun, M., Haydar, A., Hossain, M., & Roy, U. K. (2007). Heterosis and Correlation of Yield and Yield Components in Tomato (*Lycopersicon esulentum* Mill.). *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 2 (2), 146-150.
9. Malgorzata, B., Nevena, S., Zlatko, Z., & Daniela, G. (2008). Physiological response of some tomato genotypes (Lycopersicon esculemtum L.) to high temperature stress. *Journal of Central European Agriculture*, 9(4), 723-732.
10. Modarresi, M., Mohammadi, V., Zali, A., & Mardi, M. (2010). Response of wheat yield and yield related traits to high temperature. *Cereal Research Communications*, 38(1), 23–31.
11. Peter, M. H., Chen, I. T., & George, K. (2002). Gene action and heritability of high temperature fruit set in tomato. *Hort. Science*, 37(1): 172-175.
12. Porch, T. G. (2006). Application of stress indices for heat tolerance screening of common bean. *J. Agronomy & Crop Science*, 192, 390-394.
13. Rajaram, S., & Van Ginkle, M. (2001). Mexico, 50 years of international wheat breeding. In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. (Eds.), *The World Wheat Book: A History of Wheat Breeding*. Lavoisier Publishing, Paris, France. (pp. 579–604).
14. Rathjen, A. J. (1994). The biological basis of genotype-environment interaction: its definition and management. In: *Proceedings of the Seventh Assembly of the Wheat Breeding Society of Australia*, Adelaide, Australia.
15. Richards, R. A. (1996). Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Regul*, 20, 157–166.
16. Sato, S., Kamiyama, M., Iwata, T., Makita, N., Furukawa, H., & Ikeda, H. (2006). Moderate increase of mean daily temperature adversely affects fruit set of Lycopersicon esculentum by disrupting specific physiological processes in male reproductive development. *Annals of Botany*, 97, 731–738.
17. Van Ginkel, M., Calhoun, D. S., Gebeyehu, G., Miranda, A., Tian-you, C., Pargas Lara, R., Trethowan, R. M., Sayre, K., Crossa, L., & Rajaram, S. (1998). Plant traits related to yield of wheat in early, late, or continuous drought conditions. *Euphytica*, 100, 109-121.
18. Venema, J. H., Linger, P., Van Exuden, A. W., Van Hasselt, P. R., & Brueggemann, W. (2005). The inheritance of chilling tolerance in tomato (*Lycopersicon* spp.). *Plant Biology*, 7, 118-130.
19. Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M. & Foolad, M. R. (2007). Heat tolerance in plants:An Overview. *Environmental and Experimental Botany*, 61, 199-223.
20. Wang, W., Vinocur, B. & Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218, 1–14.