

ارزیابی تأثیر کم آبیاری بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی، عملکرد و اجزای عملکرد رقم‌های متفاوت گوجه‌فرنگی

ابراهیم امیری^{۱*} و اباسلط رستمی اجیرلو^۲

۱. استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، لاهیجان

۲. عضو باشگاه پژوهشگران دانشگاه آزاد اسلامی واحد پارس‌آباد

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۱۶)

چکیده

یکی از راهکارها برای دستیابی به عملکرد مطلوب در شرایط کم آبیاری، انتخاب رقم مناسب با توجه به شرایط هر منطقه است. بنابراین آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دشت مغان در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ روی گیاه گوجه‌فرنگی اجرا شد. تیمارها شامل آبیاری عادی، قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی، قطع آبیاری در مرحله گلدهی و قطع آبیاری در مرحله رشد میوه‌ها به عنوان کرت‌های اصلی و رقم‌های تجاری گوجه‌فرنگی شامل سوپریتا، ۰۸ (رقم یا وارثه دورگ یا هیبرید پربازده، میوه‌هایی با اندازه متوسط، بازپسندی مطلوب و مقاومت بالا به شرایط انبارداری) و متین به عنوان کرت‌های فرعی بودند. نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین داده‌ها نشان دادند، قطع آبیاری در هر مرحله موجب کاهش رشد، عملکرد و اجزای آن به میزان ۱۱ برابر در همه رقم‌ها در مقایسه با تیمار آبیاری عادی شد. به طوری که بالاترین میزان عملکرد (۶۹/۴۶ تن در هکتار) و اجزای آن (شمار میوه در هر بوته: ۶۱/۶۶، وزن متوسط میوه: ۲۲۰ گرم، قطر میوه: ۵/۶ سانتی‌متر و زیست‌توده یا بیوماس: ۷۳/۶۸ تن در هکتار) در تیمار آبیاری عادی مربوط به رقم تجاری ۰۸ و پایین‌ترین مقادیر آن‌ها در زمان قطع آبیاری در مراحل گلدهی و رشد میوه‌ها مربوط به رقم متین است. همچنین در مورد صفات ریخت‌شناختی یا مورفولوژیک (ارتفاع بوته، قطر ساقه، شمار شاخه‌های جانبی)، پایین‌ترین مقادیر آن‌ها در زمان قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی مربوط به رقم‌های سوپریتا و متین بودند. بنابراین بر پایه نتایج این تحقیق در شرایط دشت مغان رقم ۰۸ (با توجه به نتایج به دست آمده از صفات مربوط به عملکرد، اجزای عملکرد و صفات ریخت‌شناختی در هر دو شرایط آبیاری عادی و قطع آبیاری) برترین رقم و رقم متین حساس‌ترین رقم به قطع آبیاری است.

واژه‌های کلیدی: بحران آب، تولید، خشکی، رشد، گوجه‌فرنگی.

Assessment the effect of water deficit on morphological traits, yield and yield components of different cultivar of tomato

Ebrahim Amiri^{1*} and Abasalt Rostami Ajirloo²

1. Department of Water Engineering, Lahijan branch, Islamic Azad University, Iran.

2. Abasalt Rostami Ajirloo, Young Researchers and Elite Club, Parsabad Branch, Islamic Azad University

(Received: January 2, 2017 - Accepted: June 6, 2017)

ABSTRACT

Selecting an appropriate variety considering the conditions of each region is an agricultural solution to achieve a desirable performance of plants in drought stress conditions. For this purpose, an experiment was conducted in a split plot arrangement based on randomized complete block design with three replications in Moghan plain at 2015 and 2016 years. Main-plot was Normal irrigation, cutting irrigation during vegetative growth stage, cutting irrigation during flowering stage and cutting irrigation during growth of fruit. Cultivars included Super Bita, 08 and Matin as a sub-plot. The results of mean comparisons of data demonstrated that cutting irrigation decreased growth and yield of all cultivars as much as 11 items than normal irrigation treatment. Also, the highest yield (69.46 ton per hectare) and yield components (Number fruit per each plant: 61.66, Average fruit weight: 220g, Fruit diameter: 5.6 cm and Biomass: 73.68 ton per hectare) observed in 08 economic cultivar under normal irrigation and the lowest values for these traits were obtained in Matin cultivar at cutting irrigation in flowering and fruit growth stages. Also, about morphological traits (Plant height, Stem diameter and the number of lateral branches) the lowest values observed in Matin and Super Bita under cutting irrigation during the growth stages. Therefore, 08 was the best variety (according to the results of traits related to yield, yield components and morphological traits in both of normal irrigation and cutting irrigation conditions) and Matin was the most sensitive variety to cutting the irrigation in Moghan plain.

Keywords: Drought, Growth, Production, Water crisis, Tomato.

* Corresponding author E-mail: eamiri57@yahoo.com

مقدمه

بزرگ‌ترین چالش پیش‌روی کشاورزی در دهه‌های اخیر و سال‌های آینده، افزایش تولید غذا با آب کمتر، به‌ویژه در کشورهایی با محدودیت منابع آب است. بررسی‌های زیادی برای بهبود کارایی مصرف آب در گیاهان مختلف با کاربرد راهبرد (استراتژی)‌های جدید به‌منظور کاهش آب مصرفی و کمترین اثرگذاری روی عملکرد گیاه انجام شده است. از جمله این راهبردها، کم آبیاری تنظیم‌شده و انتخاب رقم‌های مناسب است. گوجه‌فرنگی یکی از منابع سرشار از مواد کانی، ویتامین‌ها و ترکیب‌های پاداکسندگی (آنتی-اکسیدانی) بوده و از مهم‌ترین محصولات باغبانی پرمصرف جهان به‌شمار می‌آید. امروزه این سبزی ۳۰ درصد از کل تولیدات سبزی جهان را به خود اختصاص می‌دهد (Falian et al., 2012). ایران یکی از هفت کشور عمده تولیدکننده گوجه‌فرنگی در جهان است که سطح زیر کشت آن در سال زراعی ۹۵-۹۴، ۱۹۸-۱۳۹ هزار هکتار گزارش شده است. دشت مغان یکی از قطب‌های مهم کشاورزی است که در کشت و کار گوجه‌فرنگی با سطح زیر کشت ۵۰۰۰ هکتار به‌عنوان طلایه‌دار کشت و تولید این محصول در شمال غرب کشور است (Ministry of Agriculture Jihad, 2016). آب از جمله عامل‌های مؤثر بر صفات کیفی و کمی محصولات زراعی و باغی است، به‌طوری‌که تنش آبی و یا قطع آبیاری در برخی از مرحله‌های مختلف رشدی عامل مهم و اصلی محدودکننده عملکرد گیاهان زراعی است (Nuruddin et al., 2014). گوجه-فرنگی با توجه به نیاز بالایی به آب در مدت دوره رشد خود، یکی از حساس‌ترین سبزی‌ها به کمبود آب است. قطع آبیاری در هرکدام از مرحله‌های رشدی گوجه‌فرنگی به علت رشد نامحدود بودن آن، می‌تواند با کاهش توان نورساختی (فتوسنتزی) برگ‌ها، توان جذب عنصرهای غذایی ریشه‌ها و کاهش ذخایر کربن در بافت‌های رویشی موجب کاهش عملکرد و تغییر کیفیت میوه‌ها شود (Celebi, 2014). بسیاری از محققان مرحله گلدهی و رشد میوه‌های گوجه‌فرنگی را حساس‌ترین مرحله‌ها نسبت به قطع آبیاری گزارش کرده‌اند (Topcu et al., 2006; Lahoz et al., 2016;)

(Murshed et al., 2013).

Mishell et al. (1991) با بررسی تأثیر کم آبیاری در مرحله‌های مختلف رشدی گوجه‌فرنگی نشان دادند، آبیاری کمتر از حد میزان عادی در همه مرحله‌های رشدی به‌ویژه مرحله گلدهی بیشترین تأثیر سوء را بر عملکرد دارد. Abdulrasoul et al. (2011) با بررسی قطع آبیاری در مرحله‌های رشدی گوجه‌فرنگی به این نتیجه رسیدند، قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی به‌شدت موجب کاهش صفات ریخت‌شناختی (مورفولوژیک) و در مرحله گلدهی موجب کاهش شمار میوه در بوته و عملکرد میوه شد. Birhanu & Tilahun (2010) با بررسی تأثیر قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی گوجه‌فرنگی نشان دادند، قطع آبیاری در مرحله گلدهی و اوایل تشکیل میوه بیشترین تأثیر سوء را بر عملکرد دارد به‌طوری‌که قطع آبیاری در این مرحله ۶۰ درصد عملکرد را نسبت به آبیاری عادی کاهش داد. Nurjoo et al. (2001) در تحقیقی به‌منظور بررسی امکان صرفه‌جویی در مصرف آب و تأثیر کم آبیاری در زراعت گوجه‌فرنگی به این نتیجه رسیدند، تیمارهای قطع آبیاری به میزان ۱۲۵، ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی بر عملکرد محصول معنی‌دار است، به‌طوری‌که افزایش ۲۵ درصد آب آبیاری مازاد بر نیاز آبی گیاه تنها موجب افزایش ۳ درصد تولید و کاهش آبیاری به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد به ترتیب موجب کاهش عملکرد به میزان ۲۹/۳ و ۴۰/۶ درصد شده است. Mishell et al. (1991) در نتایج بررسی‌های خود در محصول گوجه‌فرنگی نشان دادند، کم آبیاری عملکرد و آب ذخیره در گوجه‌فرنگی را کاهش می‌دهد. بررسی به‌منظور ارزیابی تأثیر تیمارهای آبیاری به میزان ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی بر عملکرد و بازده کاربرد آب گوجه‌فرنگی انجام شد. نتایج نشان داد، بیشترین عملکرد و بازده آب در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (آبیاری کامل) به دست آمد و با کاهش مصرف آب به میزان ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی، عملکرد به ترتیب ۲۴، ۵۷ و ۷۴ درصد کاهش یافت (Golkar et al., 2008). نتایج بررسی Esmailpur & Akbari (2013) نشان داد، تأثیر سطوح مختلف کم آبیاری بر شاخص‌های شمار

صورت کرت‌های یک‌بار خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل قطع آبیاری در زمان‌های مختلف رشدی (آبیاری بر پایه مرحله رشدی انجام گرفت) (IR1: آبیاری عادی یا بدون قطع آبیاری، آبیاری بر پایه ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (Golkar et al., 2008))، IR2: قطع آبیاری در مرحله دوره رشد رویشی (بیست روز پس از کاشت تا ظهور گلدهی)، IR3: قطع آبیاری در مرحله دوره گلدهی و IR4: قطع آبیاری در مرحله رشد میوه (Zafarani-Moattar et al., 2010) به‌عنوان عامل اصلی و رقم‌های پربازده و تجاری گوجه‌فرنگی شامل (Cul1: رقم سوپریتا، Cul2: رقم ۰۸ (این رقم یا واریته دورگ یا هیبرید، پربازده و زودرس است. میوه شکلی گرد، اندازه متوسط با بازارپسندی مطلوب دارد و میوه‌ها ماندگاری بالایی در شرایط انبارداری را دارند) و Cul3: رقم متین) به‌عنوان عامل فرعی بودند. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف به طول ۵ متر که فاصله ردیف‌ها از همدیگر ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰-۱۵ سانتی‌متر بودند. برای جلوگیری از نشت آب بین کرت‌های اصلی ۲ متر فاصله گذاشته شد. در این آزمایش نشاءهای رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی (تهیه‌شده از کشاورزان محلی) به صورت دستی در فاصله‌های یادشده در هر دو سال ۹۴ و ۹۵ در بیستم فروردین ماه کشت شدند. پیش از اجرای آزمایش، نمونه‌ای مرکب از خاک مزرعه تهیه و برای تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد و بنا بر نتایج آزمون خاک (جدول ۱) و با توجه به نیاز گیاه گوجه‌فرنگی، ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار (به‌عنوان تنظیم‌کننده pH)، ۲۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل پیش از کشت به خاک اضافه شد. همچنین در طول فصل رشد ۴۰۰ کیلوگرم اوره در سه مرحله، محلول‌پاشی پتاسیم (نانوکود پتاسیم K_2O ۲۷ درصد، به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار) و محلول‌پاشی کلسیم در هر دو سال زراعی انجام شد. آبیاری به روش جوی و پشته‌ای

میوه درجه ۱، وزن میوه، طول میوه و عملکرد کل معنی‌دار بود.

با توجه به ارزش آب در کشاورزی، محدودیت این منبع مهم و حیاتی و احتمال نبود به‌هنگام آب در زمان کشت و کار گوجه‌فرنگی به دلیل رقابت بر سر آبیاری بین کشاورزان منطقه مغان، صرفه‌جویی در مصرف آب و استفاده بهینه از آب موجود امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. برای صرفه‌جویی در مصرف آب مدیریت آبیاری و انتخاب رقم مناسب بسته به شرایط اقلیمی هر منطقه در کشت گیاهان زراعی و باغی مهم‌ترین راهکار است. این پژوهش در همین زمینه و با توجه به اینکه پژوهش‌های دیگر محققان بیشتر در مورد تأثیر قطع آبیاری روی یک رقم از گوجه‌فرنگی معطوف شده است، با بررسی تأثیر قطع آبیاری در مرحله‌های مختلف رشدی سه رقم تجاری سوپریتا، ۰۸ و متین بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناختی، عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی در دو سال زراعی با هدف معرفی بهترین رقم و حساس‌ترین مرحله رشدی هر کدام از رقم‌ها به قطع آبیاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی کارایی رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی از نظر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات ریخت‌شناختی در شرایط قطع آبیاری در مرحله‌های مختلف رشدی، آزمایشی در دو سال زراعی سال‌های ۹۴ و ۹۵ در مزرعه شخصی واقع در بخش تازه‌آباد از توابع شهرستان پارس‌آباد از دشت مغان (یکی از قطب‌های مهم کشاورزی کشور واقع در استان اردبیل) انجام شد. محل اجرای آزمایش بین مدارهای ۳۹ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. منطقه پارس‌آباد اقلیم نیمه‌خشک دارد، میانگین دمای بارش سالانه در این منطقه ۲۷۱ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۵ درجه سلسیوس است (Vatankhah, 2009). آزمایش در دو سال زراعی به-

آبیاری تا مرحله برداشت به صورت دستی انجام شد همچنین برای مدیریت آفات و بیماری‌های قارچی از سموم مرتبط استفاده شد.

اجرا و همه تیمارها تا اواسط اردیبهشت‌ماه در دو مرحله به طور یکسان آبیاری شدند و پس از این تیمارهای آبیاری (بر پایه مرحله‌های رشدی) اعمال شدند. عملیات وجین علف‌های هرز پس از نخستین

جدول ۱. نتایج آزمون خاک مزرعه مورد کشت

Table 1. The result of tested soil in experimental site

Texture	Sand %	Silt %	clay %	K mg/kg	P mg/kg	Organic Matter (%)	pH	EC dS/m	Depth (cm)	First year (2015)
Clay	17	18	65	440	4.6	0.95	7.1	0.90	0-45	
Clay	17	18	65	440	4.6	0.944	7.1	0.89	0-45	Second year (2016)

توجه به جدول یادشده اثر متقابل تیمارهای قطع آبیاری و رقم‌های گوجه‌فرنگی بر همه صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار به دست آمد.

همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای قطع آبیاری × رقم‌های گوجه‌فرنگی (جدول ۳) با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان می‌دهد که، بالاترین میزان همه صفات مورد بررسی در تیمار بدون قطع آبیاری در رقم‌های مورد بررسی به دست آمد. به طوری که بالاترین میزان شمار میوه در هر بوته (۶۱/۶۶)، میانگین وزن میوه (۲۲۰ گرم)، قطر میوه (۵/۶ سانتی‌متر)، عملکرد میوه قابل‌فروش (۶۹/۴۶ تن)، زیست‌توده (۷۳/۶۸ تن) و شاخص برداشت (۹۴ درصد) در تیمار آبیاری عادی در رقم تجاری ۰۸ به دست آمد که تفاوت معنی‌داری را با دیگر تیمارها نشان می‌دهند. همچنین پایین‌ترین مقادیر میانگین وزن میوه، قطر میوه، عملکرد میوه و زیست‌توده در تیمار قطع آبیاری در مرحله رشد میوه در رقم متین به دست آمد. با توجه به جدول ۳ عملکرد گوجه‌فرنگی در تیمار IR4Cul3 نسبت به تیمار IR1Cul2 در حدود ۱۲ درصد کاهش پیدا می‌کند. افزون بر این کمترین شمار میوه در هر بوته (۱۰) که یکی از اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی است هنگامی که آبیاری در مرحله گلدهی قطع شد در رقم ۰۸ به دست آمد. گیاه گوجه‌فرنگی به تنش خشکی حساس است و در نتیجه با اعمال تنش، رشد رویشی و عملکرد آن کاهش می‌یابد (Miguel & Francisco,

صفات مورد بررسی شامل میانگین شمار میوه در هر بوته، میانگین وزن هر میوه، قطر میوه، عملکرد میوه قابل‌فروش، زیست‌توده (بیوماس) و شاخص برداشت به‌عنوان صفات زراعی و ارتفاع بوته، شمار شاخه‌های جانبی هر بوته، قطر ساقه به‌عنوان صفات ریخت‌شناختی بودند. برای اندازه‌گیری صفات ریخت‌شناختی در هر دو سال زراعی پس از حذف اثر حاشیه‌ای از دو ردیف میانی به‌طور تصادفی ده بوته انتخاب و اندازه‌گیری شدند. افزون بر این برای اندازه‌گیری صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد در پایان فصل رشد (بیشترین رسیدگی میوه‌های هر بوته - پس از شش ماه از اول نشاکاری (Karimi *et al.*, 2015) در هر دو سال زراعی ۹۴ و ۹۵ ده بوته به‌طور تصادفی و تخریبی انتخاب و سنجش شدند. داده‌های به‌دست‌آمده توسط نرم‌افزار آماری SAS, 9.1 version (SAS, 2008) مورد تجزیه و تحلیل، رسم نمودارها با کمک نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

الف) عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها (جدول ۲) برای شمار میوه در هر بوته، میانگین وزن هر میوه، قطر میوه، عملکرد میوه قابل‌فروش، زیست‌توده و شاخص برداشت گویای وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای قطع آبیاری و رقم‌های تجاری گوجه‌فرنگی است. با

بررسی‌های خود اظهار کردند، تنش کم‌آبی، بیشترین تأثیر را بر تلقیح نشدن گل‌ها و ریزش آن‌ها داشته است، آن‌چنان‌که در طول اجرای آزمایش، ریزش شدید گل‌ها در شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدی موجب کاهش شمار میوه در بوته و در نهایت عملکرد میوه شد. همچنین Sato *et al.* (2006) با اعمال تنش کم‌آبی در مرحله گلدی گوجه‌فرنگی گزارش کردند، تلقیح نشدن گل‌ها و ریزش آن‌ها موجب کاهش شدید عملکرد میوه می‌شود. نتایج این تحقیق با یافته‌های Falian *et al.*؛ Hagigy, (2010) (2012) همخوانی نشان داد.

(2007). با توجه به نتایج جدول ۳ قطع آبیاری در مرحله‌های مختلف رشدی به‌ویژه مرحله گلدی و رشد میوه در همه رقم‌های مورد بررسی به‌ویژه رقم متین بیشترین تأثیر را بر عملکرد دارد. به نظر می‌رسد که قطع آبیاری در مرحله گلدی به دلیل ریزش گل‌ها، تأثیر سوء بر دانه‌های گرده گل‌ها و در پی آن تلقیح نشدن مادگی موجب کاهش شدید شمار میوه در هر بوته می‌شود که در رقم متین این مورد بیشتر مشهود است که از این طریق عملکرد میوه را کاهش می‌دهد. در این راستا Esmailpur & Akbari (2013) با بررسی تأثیر کم آبیاری بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد دو رقم گوجه‌فرنگی در نتایج

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای عملکرد رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی در شرایط قطع آبیاری در دو سال زراعی

Table 2. Analysis of multiplex variance for yield and yield components in different cultivars of tomato under water deficit in 2 years

S.O.V	df	Number fruit per plant	Average fruit weight	Fruit diameter	Marketable fruit yield	Biomass	Harvest Index
(y) Year	1	24.34 ^{ns}	281.04 ^{ns}	0.14*	28.49 ^{ns}	30.62 ^{ns}	680.49**
R (Year)	4	167.06**	954.23**	0.11**	24.23 ^{ns}	30.99 ^{ns}	14.68 ^{ns}
(A) Water deficit	3	2843.86**	36679.51**	30.25**	45000.73**	4382.99**	744.28**
Water × Year deficit	3	11.05 ^{ns}	1.97 ^{ns}	1.26**	14.80 ^{ns}	4.79 ^{ns}	63.46*
R × Water deficit (Year)	12	30.06 ^{ns}	635.86**	0.11**	84.14**	89.31**	31.01*
(B) Cultivar	2	1313.29**	17180.9**	2.91**	1515.13**	1671.29**	228.67**
A × B	6	48.97*	1115.10**	2.04**	69.34**	77.30**	78.97**
Cultivar × Year	2	17.34 ^{ns}	5.74 ^{ns}	0.04 ^{ns}	24.57 ^{ns}	6.79 ^{ns}	13.91 ^{ns}
× Cultivar × Year Water deficit	6	0.99 ^{ns}	21.64 ^{ns}	0.06 ^{ns}	2.20 ^{ns}	2.19 ^{ns}	18.59 ^{ns}
Error	32	18.29	187	0.02	12.53	14	17
C.V (%)	-	11.39	4.49	4.49	11.28	10.15	5.11

ns، * و ** به ترتیب بدون اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

** : Significant at 1%; * : Significant at 5%; ns: no significant

رشد میوه‌ها در مقایسه با دیگر تیمارها به‌شدت کاهش پیدا کرد. نتایج این تحقیق نیز با یافته‌های (2008) Zotarelli *et al.*؛ Golkar *et al.* (2009) همخوانی داشت. با توجه به اینکه دو مورد یادشده از اجزای مهم عملکرد میوه است بنابراین قطع آبیاری در مرحله رشد میوه در رقم متین (IR4Cul3) به‌شدت عملکرد را نسبت به دیگر تیمارها کاهش داد. با توجه به فرمول شاخص برداشت، نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد، شاخص

به نظر می‌رسد کاهش قطر میوه و میانگین وزن آن با قطع آبیاری در مرحله رشد میوه به دلیل کاهش نورساخت جاری و کمبود انتقال مواد نورساختی به میوه‌های در حال رشد است که این مورد نیز در رقم متین مشهود بود (جدول ۳).

Molavy *et al.* (2011) با بررسی تیمارهای قطع آبیاری بر اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی نشان دادند، قطر میوه و میانگین وزن میوه با حذف آبیاری در مرحله

برداشت برای تیمارهای قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی تفاوت معنی‌داری با تیمارهای آبیاری عادی ندارد، چراکه در این تیمارها کمترین میزان زیست‌توده به دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم‌های گوجه‌فرنگی × قطع آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد

Table3. Mean comparison of cutting irrigation × different cultivar on yield and yield components of tomato.

Treatment	Number fruit per each plant	Average of fruit weight (gr)	Fruit diameter (cm)	Marketable fruit yield (ton/hect)	Biomass (ton/hect)	H.I (%)
IR1Cul1	55 ^b	155 ^c	5 ^b	50.40 ^b	53.4 ^b	94 ^a
IR1Cul2	61.66 ^a	220 ^a	5.6 ^a	69.46 ^a	73.68 ^a	94 ^a
IR1Cul3	56 ^b	168 ^b	4.6 ^c	41.25 ^c	46 ^c	89 ^b
IR2Cul1	33 ^e	111 ^e	3.4 ^g	29.3 ^e	31 ^e	93 ^{ab}
IR2Cul2	40 ^d	160 ^d	4 ^f	36 ^d	38 ^d	94 ^a
IR2Cul3	35 ^e	100 ^f	3.3 ^g	22 ^f	29.3 ^e	75 ^f
IR3Cul1	6 ^g	88 ^g	4.2 ^e	20 ^f	25.26 ^f	80 ^d
IR3Cul2	10 ^f	95 ^g	4.5 ^d	20 ^f	25 ^f	80 ^d
IR3Cul3	5 ^g	90 ^g	4 ^f	14 ⁱ	16 ^h	87 ^c
IR4Cul1	44 ^d	64 ^l	2.6 ^l	10 ⁱ	14 ⁱ	71 ^e
IR4Cul2	50 ^c	77 ^h	2.8 ^h	16 ^h	20 ^g	80 ^d
IR4Cul3	40 ^d	70 ^h	2.55 ^l	8 ^l	10 ^j	80 ^d

IR1= آبیاری عادی، IR2= قطع آبیاری در طول رشد رویشی، IR3= قطع آبیاری در طول گلدهی، IR4= قطع آبیاری در طول پر شدن دانه. Cul1= رقم سوپر بیتا، Cul2= رقم ۰۸، Cul3= رقم متین.

The means with similar letters in each column do not have significant different based on Duncan test in probability level of 5%.

I₁: control, I₂: cutting irrigation at the vegetative phase, I₃: cutting irrigation at the flowering phase and I₄: cutting irrigation during Fruit growth stage. Cul1: Super Bita, Cul2: 08 and Cul3: Matin.

ب) صفات ریخت‌شناختی

نتایج تجزیه مرکب برخی صفات ریخت‌شناختی، تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و رقم‌های متفاوت گوجه‌فرنگی در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها گویای وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مورد بررسی است، به طوری که اثر متقابل تیمارهای آبیاری × رقم‌های گوجه‌فرنگی بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، شمار شاخه‌های جانبی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار به دست آمد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای قطع آبیاری × رقم‌های گوجه‌فرنگی (جدول ۵) بر برخی صفات ریخت‌شناختی نشان می‌دهد، بالاترین مقادیر ارتفاع بوته (۷۰ سانتی-متر)، قطر ساقه (۶/۶ سانتی-متر)، شمار شاخه‌های جانبی (۲۸) در آبیاری عادی در رقم ۰۸ (تیمار

IR1Cul2) به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها نشان داد. با توجه به جدول مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۵) صفات ریخت‌شناختی همه رقم‌های مورد بررسی با حذف آبیاری کاهش پیدا کردند. به طوری که پایین‌ترین مقادیر صفات یادشده در تیمار قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی در رقم سوپر بیتا (Super Bita) به دست آمد. آنچه مسلم است کاهش رطوبت خاک در مرحله رشد رویشی منجر به رشد ضعیف ریشه‌ها و تخصیص مواد پرورده (آسیمبالات) کمتری به اندام‌های هوایی شده که در نهایت منجر به رشد صفات ریخت‌شناختی از جمله ارتفاع بوته، قطر ساقه و شمار شاخه‌های جانبی می‌شود (Malash et al., 2008). نخستین واکنش اندام‌های رویشی گیاه به حذف آبیاری در مرحله رشد

رویشی کاهش سطح برگ‌ها، زرد و پژمرده شدن آن-
 هاست که منجر به کاهش توان نورساختی برگ‌ها و
 در نتیجه کاهش رشد و ارتفاع بوته می‌شود (Franco *et al.*, 2011).
 نتایج این تحقیق با یافته‌های دیگر
 محققان از جمله (Rui *et al.*, 2005)؛ Zotarelli (2009)
et al.؛ Molavy *et al.* (2011) همخوانی دارد.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات ریخت‌شناختی رقم‌های گوجه‌فرنگی در شرایط قطع آبیاری در دو سال زراعی
 Table 4. Analysis of multiplex variance on morphological traits in different cultivars of tomato under water deficit in 2 years

S.O.V	DF	Plant height	Stem diameter	The number of lateral branches
(y) Year	1	123.79**	3.66**	93.38**
R (Year)	4	39.43*	0.09 ^{ns}	14.63**
Water deficit (A)	3	1433.08**	15.52**	166.68**
Water × Year deficit	3	1.42 ^{ns}	0.09 ^{ns}	1.79 ^{ns}
Water deficit R (Year) × (B) Cultivar	12	30.31*	0.24 ^{ns}	13.49**
A × B	2	1106.41**	11.68**	387.26**
× Year	6	39.42**	10.32**	15.17**
Cultivar	2	5.92 ^{ns}	0.14 ^{ns}	2.68 ^{ns}
× Year	6	0.91 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.921 ^{ns}
Water × Cultivar deficit				
Error	32	12.7	0.18	4.09
C.V (%)	-	7.65	1.65	11.14

ns، * و ** به ترتیب بدون اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

** : Significant at 1%; * : Significant at 5%; ns: no significant

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم‌های گوجه‌فرنگی × قطع آبیاری بر برخی صفات ریخت‌شناختی

Table 5. Mean comparison of cutting irrigation × different cultivar on some morphological traits of tomato.

Treatment	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	The number of lateral branches
IR1Cul1	56 ^b	5.3 ^b	22 ^b
IR1Cul2	70 ^a	6.6 ^a	28 ^a
IR1Cul3	55 ^b	5.2 ^b	21 ^b
IR2Cul1	30 ^f	2.5 ^g	8 ^g
IR2Cul2	41 ^e	2.7 ^f	12 ^f
IR2Cul3	33 ^f	2.4 ^g	9 ^g
IR3Cul1	50 ^d	4 ^e	14 ^{ef}
IR3Cul2	55 ^b ^c	4.5 ^d	18 ^d
IR3Cul3	51 ^d	4 ^e	15 ^e
IR4Cul1	54 ^b	4.5 ^d	20 ^c
IR4Cul2	57 ^b	4.7 ^c	22 ^b
IR4Cul3	50 ^b	4.44 ^d	20 ^c

IR1= آبیاری عادی، IR2= قطع آبیاری در طول رشد رویشی، IR3= قطع آبیاری در طول گلدهی، IR4= قطع آبیاری در طول پر شدن دانه.

Cul1= رقم سوپریتا، Cul2= رقم ۰۸، Cul3= رقم متین.

The means with similar letters in each column do not have significant different based on Duncan test in probability level of 5%.

I₁: control, I₂: cutting irrigation at the vegetative phase, I₃: cutting irrigation at the flowering phase and I₄: cutting irrigation during Fruit growth stage. Cul1: Super Bita, Cul2: 08 and Cul3: Matin.

حساس‌ترین مرحله گیاه به حذف آبیاری در رابطه با
 شمار میوه در هر بوته و شاخص برداشت به ترتیب
 قطع آبیاری در مرحله گلدهی و قطع آبیاری در مرحله
 رشد رویشی و میانگین وزن میوه، قطر میوه، عملکرد
 قابل‌فروش و زیست‌توده قطع آبیاری در مرحله رشد
 میوه در همه رقم‌های مورد بررسی بود. همچنین

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد، قطع آبیاری
 در هر مرحله رشدی از گیاه گوجه‌فرنگی در مقایسه با
 آبیاری عادی (صد در صد نیاز آبی) موجب کاهش
 صفات مربوط به عملکرد، اجزای عملکرد و صفات
 ریخت‌شناختی می‌شود. به‌طوری‌که در این بین

نظر صفات ریخت‌شناختی، عملکرد و اجزای عملکرد است.

سپاسگزاری

از آقایان حسین سمندر و پیمان رستمی اجیرلو که در مراحل مختلف این تحقیق همکاری نمودند، نهایت سپاس و قدردانی را داریم.

حساس‌ترین و مقاوم‌ترین رقم به قطع آبیاری در همه مرحله‌های رشدی به ترتیب رقم متین و ۰۸ بودند. در رابطه با ارتفاع بوته، قطر ساقه، شمار شاخه‌های جانبی و میزان اسپد برگ‌ها حساس‌ترین مرحله به حذف آبیاری مرحله رشد رویشی و حساس‌ترین رقم، رقم سوپریتا به دست آمد. در نهایت رقم ۰۸ بهترین رقم در شرایط آبیاری عادی و رقم‌های متین و سوپریتا حساس‌ترین رقم‌ها به کم آبیاری در شرایط مغان از

REFERENCES

1. Abdulrasoul, M., Al-omran, A. R., AL-Harbi, A., Wahb-Allah Mahmoud, M. & Nadeem, A. (2010). Impact of irrigation water quality, irrigation systems, irrigation rates and soil amendments on tomato production in sandy calcareous soil. *Turkey Journal of Agriculture*, 34(7), 59-73.
2. Aksic, M., Gudzic, S. N., Deletic, N. & Stojkovic, S. (2011). Tomato Fruit Yield and Evapotranspiration in the Conditions of South Serbia. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17(6), 150-157.
3. Birhanu, K. & Tilahun, K. (2010). Fruit yield and quality of drip-irrigated tomato under deficit irrigation. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, 10 (2), 2139-2151.
4. Celebi, M. (2014). The effect of water stress on tomato under different emitter discharges and semi-arid climate condition. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20 (5), 1151-1157.
5. Esmailpur, B. & Akbary, M. (2013). Assessment the effect of water deficit on growth characteristic, yield and fruit quality after harvesting on 2 cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under Miandoab condition. *Journal of Agriculture Ecology*, 5(2), 178-187. (In Farsi).
6. Falian, A., Ansary, H. & Kafy, M. (2012). Study the effect of different salinity of irrigation water on quantity and quality of tomato under hydroponic culture. *Journal of Soil and Water*, 26(2), 451-459. (In Farsi).
7. Franco, J. A., Banˆon, S., Vicente, M. J., Miralles, J. & Martınez-Sa´nchez, J.J. (2011) Root development in horticultural plants grown under abiotic stress conditions—a review. *Journal of Horticulture Science Biotechnology*, 86(11), 543–556.
8. Golkar, F., Farahmand, A. & Fardad, H. (2008). Study the effect of amount irrigation water on yield and water use efficiency on tomato. *Journal of engineer water*, 20(11), 13-20. (In Farsi).
9. Hagigy, M. (2010). The effect of drought stress in Rizosphere on water term, growth, yield and some quality characteristic of tomato. *Sciences and technology of greenhouse*, 1(2), 9-17. (In Farsi).
10. Karimi, B., Vafaei, Yavar., Abdi, Ch. & Golzari, A. (2015). Effect of different deficit irrigation regimes using surface and subsurface system on Shaghayegh and Shahrzad tomato cultivars performance under greenhouse conditions. *Journal of Plant Process and Function*, 5(16), 133-143. (In Farsi).
11. Lahoz, I., Pérez-de-Castro, A., Valcárcel, M., Macua, J.I., Beltránd, J., Rosellóc, S. & Cebolla-Cornejo, J. (2016). Effect of water deficit on the agronomical performance and quality of processing tomato. *Journal of Science Horticulture*, 200 (11), 55–65.
12. Malash, N.M., Flowers, T.J., & Ragab, R. (2008). Effect of irrigation methods, management and salinity of irrigation water on tomato yield, soil moisture and salinity distribution. *Journal of Irrigation Science*, 26(8), 313–323.
13. Miguel, A. & Francisco, M. (2007). Response of tomato plants to deficit irrigation under surface or subsurface drip irrigation. *Journal of Applied Horticulture*, 9(2), 97-100.
14. Ministry of Agriculture Jihad, 2016. From (www.pr.maj.ir).
15. Mishell, J. P., Shennan, C., Grran, S. R. & May, D. M. (1991). Tomato fruit yields and quality under deficit and salinity. *Journal of the Agriculture*, 18(7), 196-215.
16. Molavy, H., Mohammady, M. & Leiagat, A. (2011). The effect of complete irrigation on yield, yield component and water use efficiency on tomato. (Super Strain B). *Journal of Soil and Water*, 21(3), 115-126. (In Farsi).
17. Murshed, R., Lopez-Lauri, F. & Sallanon, H. (2013). Effect of water stress on antioxidant systems and oxidative parameters in fruits of tomato (*Solanum lycopersicon* L, cv. Micro-tom). *Journal of Physiology and Biology Plants*, 19 (5), 363–378.
18. Nurjoo, A., Zemorrody, SH. & Emamy, A. (2001). Effect of different level of irrigation in tomato

- culture. *National Congress of Strategies to water crisis*, 14-17 Oct. Tehran University, Tehran, Iran. Pp.800-8014. (In Farsi).
19. Nuruddin, M. M., Madramootoo, C. h. & Dodds, G. T. (2014). Effects of Water Stress at Different Growth Stages on Greenhouse Tomato Yield and Quality. *Horticultural Science*, 38(7), 1389- 1393.
 20. Rui, M. A., Machado, A. E., Maria, D. R. & Oliveira, G. (2005). Tomato root distribution, yield and fruit quality under different subsurface drip irrigation regimes and depths. *Journal of Irrigation Science*, 24(10), 15–24.
 21. SAS . (2008). *Statistical analysis system institute*. Cary, NC, USA.
 22. Sato, S., Kamiyama, M., Iwata, T., Makita, N., Furukawa, H. & Ikeda, H. (2006). Moderate increase of mean daily temperature adversely affects fruit set of tomato (*Lycopersicon esculentum*) by disrupting specific physiological processes in male reproductive development. *Annals of Botany*, 97(8), 731–738.
 23. Tafteh, A., Ebrahimi, N.A., Babazadeh, H & Kaveh. F. (2013). Evaluation of tomato production functions to estimate the performance of different irrigation treatments on the plain of Qazvin. 27(3): 315-328.
 24. Topcu, S., Kirda, C., Dasgan, Y., Kaman, H., Cetin, M., Yazici, A. & Bacon, M.A. (2006). Yield response an N-fertilizer recovery of tomato grown under deficit irrigation. *European Journal of Agronomy*, 26: 64-70.
 25. Vatankhah, A. (2009). Feasibility regions cultivation of citrus in Prsabad Moghan. M.Sc., Thesis. Azad University, Ahar branch, 95 p. (In Farsi).
 26. Zafarani-Moattar, P., Raey, Y., Ghassemi-Golezani, K. & Mohammadi, S.A. (2010). Effect of Limited Irrigation on Growth and Yield of Bean Cultivars. . *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*. 21(4), 85-94. (In Farsi).
 27. Zotarelli, L., Scholberg, J. M., Dukes, M. D., Munoz-Carpena, R. & Icerman, J. (2009). Tomato yield, biomass accumulation, root distribution and irrigation water use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. *Agricultural Water Management*, 96 (20), 23- 34