نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۸۹۱-۸۷۸

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 878-891

اثر کاربرد همزمان پلیمر آبدوست رطوبت، سایه‌انداز و خاک‌پوش بر عملکرد کمی و کیفی گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) در شرایط کم آبیاری

مریم بستانی[۱]، مهدی صیدی[۲*] و زهرا طهماسبی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۰۹

بستانی، م.، **صیدی، م.**، و طهماسبی، ز. ۱۳۹۶. اثر کاربرد همزمان پلیمر آبدوست رطوبت، سایه‌انداز و خاک‌پوش بر عملکرد کمی و کیفی گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) در شرایط کم آبیاری. بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۳): ۸۷۸-۸۹۱.

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر کاربرد پلیمر آبدوست A_{200}، سایه‌اندازی و خاک‌پوش پلاستیکی بر عملکرد و کیفیت گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) رقم Early Urbana VF 132- 7171 تحت رژیم‌های مختلف آبیاری در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل سه رژیم آبیاری سه، شش و نه روزه (برابر ظرفیت زراعی خاک) و فاکتور فرعی شامل هشت تیمار خاک‌پوش، پلیمر آبدوست، سایه‌اندازی، خاک‌پوش + پلیمر آبدوست، خاک‌پوش + سایه‌اندازی، پلیمر آبدوست + سایه‌اندازی، خاک‌پوش + سایه‌اندازی+ پلیمر آبدوست و شاهد بودند. نتایج نشان داد که افزایش دور آبیاری عملکرد و اجزای مهم آن را کاهش و درصد پوسیدگی گلگاه و ترک‌خوردگی میوه‌ها را افزایش داد. بیشترین عملکرد کل و بالقوه توسط تیمار پلیمر آبدوست + سایه‌انداز + خاک‌پوش و بالاترین درصد میوه‌های بازارپسند متعلق به تیمارهای پلیمر آبدوست، خاک‌پوش و سایه‌انداز + خاک‌پوش بود. کاربرد سایه‌انداز به تنهایی و یا توأم با خاک‌پوش و پلیمر آبدوست باعث به حداقل رساندن درصد میوه‌های آفتاب‌سوخته گردید. درشت‌ترین میوه‌ها توسط تیمارهایی تولید شد که خاک‌پوش پلاستیکی در آن‌ها مشارکت داشت. به‌طورکلی، در شرایط آبیاری با فواصل کم، ترکیب تیماری پلیمر آبدوست + سایه‌انداز + خاک‌پوش و در شرایط کمبود شدید منابع آب و آبیاری با فواصل بیش از شش روز، افزودن پلیمر آبدوست A_{200} به تنهایی جهت بهبود عملکرد و کیفیت محصول گوجه‌فرنگی به‌عنوان تیمارهای برتر مشخص شدند.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی گلگاه، ترکیدگی میوه، تنش خشکی، کارایی مصرف آب

مقدمه

منابع آب و خاک جزء سرمایه‌های ملی و متعلق به همه نسل‌ها بوده و در مدیریت آن‌ها به‌ویژه در کشور ایران که نسبت به سایر نقاط دنیا محدودیت این منابع بیشتر است، باید کوشید. بر اساس آمار و اطلاعات موجود، از مجموع منابع آب تجدید شونده کشور حدود ۸۹/۵ میلیارد مترمکعب جهت مصارف بخش‌های کشاورزی، صنعت و معدن و خانگی برداشت می‌شود که حدود ۹۳ درصد به بخش کشاورزی، شش درصد به بخش خانگی و مابقی به بخش صنعت و نیازهای متفرقه دیگر اختصاص دارد (Ehsani & Khaledi, 2003).

برای دست‌یابی به افزایش کارایی مصرف آب و عملکرد گیاهان زراعی و افزایش کارایی اقتصادی مصرف آب رهیافت‌های مختلفی وجود دارد (Mahdavi Damghani & Jami Al-Ahmadi, 2007). تنش‌های محیطی از عمده‌ترین و مهم‌ترین موانع تولید می‌باشند که

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام
(*- نویسنده مسئول: (Email: m.saidi@ilam.ac.ir
DOI:10.22067/jag.v9i3.57683

به‌دلیل دشواری کنترل تنش در سطح مزرعه، عواقب بسیاری را به‌دنبال می‌آورند (Sadreghaen et al., 2010). از بین گیاهانی که به خشکی و تنش‌های رطوبتی حساسیت نشان می‌دهند، می‌توان گیاه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) را نام برد. این گیاه یکی از سبزی‌های مهم فصل گرم بوده که به‌علت دارا بودن انواع ویتامین‌ها، اسیدهای مفید، قند و املاح معدنی نقش مهمی در سلامت انسان دارد. این گیاه به صورت‌های مختلف خام و فرآوری شده به مصرف می‌رسد.

طبق آمار سازمان خوار و بار جهانی در سال ۲۰۱۲ ایران با تولید شش میلیون تن گوجه‌فرنگی، سطح زیر کشت ۱۶۰ هزار هکتار و میانگین تولید ۳۷/۵ تن در هکتار رتبه هفتم جهان را به خود اختصاص داده است (Haqhighi & Afifipoor, 2014). در ایران نیز محدودیت‌های زیادی به‌خصوص کمبود آب با کیفیت مطلوب سد راه تولید محصولات کشاورزی در شرایط مزرعه می‌باشند. اختلاط برخی مواد افزودنی نظیر بقایای گیاهی، کود دامی، کمپوست و مواد پلیمری آبدوست[1] (SAP) می‌تواند مقادیر متفاوتی آب را در بستر کاشت ذخیره نموده و قابلیت نگهداری آب خاک را افزایش دهد. ترکیب این مواد با خاک، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و به عبارتی دیگر پارامترهای طراحی و مدیریتی آبیاری را متأثر نموده و امکان افزایش بهره‌وری مصرف آب را فراهم می‌سازد (Montazer, 2009). امروزه کاربرد مواد پلیمر آبدوست، یکی از جدیدترین شیوه‌های آبیاری برای مناطق خشک است که به کمک آن می‌توان تا ۵۰ درصد مصرف آب آبیاری را کاهش داد، ضمن اینکه از شستشوی کودهای محلول در آب و آلودگی آب های زیرزمینی جلوگیری کرد (Oster et al., 1995). یکی از عوامل مؤثر بر رشد گیاه، نور است. رشد و عملکرد اکثر گیاهان به مقدار نور دریافت شده در یک روز بستگی دارد (Khosh-khoi, 1991). گوجه‌فرنگی از نظر مقدار و شدت نور از گیاهان پرتوقع محسوب می‌شود.

بر اساس منابع موجود شدت نور لازم برای رشد و محصول‌دهی گوجه‌فرنگی ۲۰ کیلو لوکس[2] معین شده است. در حالی‌که شدت نور اندازه‌گیری شده در هنگام ظهر در تیرماه ۱۳۹۰ در شهر ایلام حدود ۱۷۰ کیلو لوکس می‌باشد. این میزان از شدت نور، نور در اکثر نقاط کشورمان را به‌عنوان یک تنش محیطی بسیار مهم مطرح نموده و لزوم اتخاذ تدابیری برای مقابله با آن را ضروری می‌نماید (Safarinia, 2011). اگر میوه‌های گوجه‌فرنگی در معرض نور شدید قرار بگیرند، علائم آفتاب‌سوختگی روی آن‌ها به صورت نواحی براق و سفید رنگی نمایان می‌شود که کیفیت و بازارپسندی محصول را به‌شدت کاهش می‌دهد. یکی از روش‌های کاهش دما در شرایط گلخانه یا مزرعه استفاده از پارچه‌های مخصوص به‌عنوان سایبان است. معمول‌ترین پارچه‌هایی که برای این منظور به کار می‌روند از نوع پلی پروپیلن، پلی اتیلن، پلی استر و همچنین گونی‌های نازک و یا کتانی می‌باشند (Nasuhi, 2009).

با توجه به مطالب فوق، این پژوهش با هدف بررسی اثرات کاهش شدت نور با استفاده از سایه‌انداز ساران (Saran®)، افزودن پلیمر آبدوست A_{200} به بستر کاشت و پوشاندن سطح بستر کاشت با خاک‌پوش پلاستیکی بر عملکرد و کیفیت گوجه‌فرنگی و کارایی مصرف آب تحت رژیم‌های مختلف آبیاری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام گرفت. محل آزمایش دارای طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه و عرض جغرافیای ۲۳ درجه و ۳۷ دقیقه، ارتفاع ۱۱۷۴ متر از سطح دریا بود. دمای متوسط سالیانه منطقه ۲۶ درجه سانتی‌گراد بود.

این پژوهش به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل سه رژیم آبیاری ۳، ۶ و ۹ روزه به میزان ظرفیت زراعی خاک و فاکتور فرعی شامل هشت تیمار خاک‌پوش، پلیمر آبدوست، سایه‌اندازی، خاک‌پوش + پلیمر آبدوست، خاک‌پوش + سایه‌اندازی، پلیمر آبدوست + سایه‌اندازی، خاک‌پوش + سایه‌اندازی + پلیمر آبدوست و شاهد (بدون استفاده از کلیه این مواد) بودند.

نقشه کاشت زمین به صورت سه کرت اصلی به ابعاد ۱۲*۶ متر و کرت‌های فرعی به ابعاد ۳*۱/۵ متر که شامل چهار ردیف به فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود، طراحی شد. بعد از مشخص شدن محل دقیق کاشت نشاءها، ۱۰ گرم پلیمر آبدوست به ازای هر گیاه تا عمق ۳۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط گردید (Sajedinea, 2014) و خاک‌پوش پلاستیکی سیاه نیز قبل از انتقال نشاءها به زمین اصلی روی

۱- Superabsorbent polymers (SAP)

۲- k lux

پشته‌های به عرض ۳۰ سانتی‌مترکشیده شد. برای کاهش شدت نور نیز از پرده‌های ساران سفید رنگ (۴۰ درصد کاهش نور) بعد از انتقال نشاءها بر روی قیم‌ها (ارتفاع ۲ متر از سطح زمین) استفاده شد. میزان شدت نور در زیر سایه‌اندازها و بیرون از آن‌ها با دستگاه نورسنج (مدل MS6610، شرکت Mastech) اندازه‌گیری شد. برای اجرای این آزمایش در کل ۱۴۴۰ نشاء گوجه‌فرنگی رقم Early Urbana VF 7171 -132 کشت گردید. بین کرت‌ها به‌علت هم‌پوشانی سایه ناشی از سایبان با کرت مجاور از هر طرف ۱/۵ متر فاصله لحاظ شد. فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. لذا با در نظر گرفتن چهار ردیف در هر کرت، روی هر ردیف پنج بوته کشت شد. در هر کرت فرعی جمعاً ۲۰ بوته کاشته شد.

برای ارزیابی صفات مختلف پس از استقرار نشاءها، پنج بوته از دو ردیف میانی انتخاب و کدگذاری شد. از زمان انتقال نشاءها به زمین اصلی تا ۲۰ روز پس از آن همه بوته‌ها هر سه روز یک مرتبه آبیاری شدند، اما از آن به بعد تیمارهای آبیاری طبق برنامه انجام شد. سیستم آبیاری به گونه‌ای طراحی شد که هم زمان سه کرت اصلی در سه تکرار با هم و به یک میزان توسط لوله‌های سوپردریپ آبیاری می‌شدند. برای تعیین میزان آب مورد نیاز در هر دور آبیاری، ابتدا ظرفیت زراعی خاک محل کاشت محاسبه گردید. با توجه به ابعاد کرت‌ها و عمق ۳۰ سانتی‌متر به‌عنوان منطقه نفوذ ریشه‌ها، میزان آب مورد نیاز برای ۱/۳۵ مترمکعب خاک محاسبه و در تیمارهای مختلف هر سه، شش و یا نه روز یکبار اعمال گردید. برای انجام این تحقیق از گوجه فرنگی رقم Early Urbana VF 7171 -132 محصول شرکت ®Petoseed کشور ایتالیا استفاده شد. در طول مدت آزمایش از زمان کاشت تا برداشت مراقبت‌های زراعی شامل وجین علف‌های هرز و استفاده از کودهای شیمیایی فوسامکو۲۰-۲۰-۲۰ سه مرتبه به فاصله ۳۰ روز به‌ترتیب به مقدار ۱۰، ۱۳ و ۱۵ گرم به‌ازای هر مترمربع صورت گرفت. عملیات برداشت از تاریخ ۲۵ مرداد با چیدن میوه‌های رسیده سفت و قرمز کم رنگ آغاز و در تاریخ ۲۰ مهرماه پس از هشت مرحله برداشت خاتمه یافت.

برای اندازه‌گیری عملکرد بالقوه، عملکرد میوه‌های بازارپسند و عملکرد میوه‌های پوسیده گلگاه، میوه‌های هر یک از پنج بوته انتخابی به‌صورت مجزا برداشت و به‌کمک ترازوی دیجیتالی توزین شده و در پایان فصل مجموع داده‌های حاصل از برداشت‌های متوالی محاسبه گردید. سایر صفات مورد مطالعه نیز با استفاده از میوه‌ها و بوته‌های انتخاب شده ارزیابی شدند. میوه‌های سایر بوته‌های موجود در هر تکرار نیز برای محاسبه عملکرد کل در طول فصل، برداشت، شمارش و ثبت گردیدند. عملکرد میوه‌های بازارپسند با تجمیع وزن میوه‌های سالم و قابل عرضه به بازار، عملکرد میوه‌های پوسیده‌گلگاه با تجمیع وزن میوه‌های دارای علائم پوسیدگی گلگاه و غیرقابل عرضه به بازار و عملکرد میوه‌های دارای ترک‌خوردگی نیز با تجمیع وزن میوه‌های ترک‌خورده و سپس برآورد نسبت هریک به عملکرد بالقوه محاسبه و به‌صورت درصد بیان شد. برای مطالعه سایر صفات از جمله محاسبه عملکرد بالقوه از پنج بوته انتخاب شده در هر تکرار که قوی‌ترین و سالم‌ترین بوته‌ها بودند، استفاده شد. از آن‌جایی‌که پس از واکاری و تثبیت نشاءها (۲۰ عدد در هر تکرار)، برخی از بوته‌ها در طول فصل در اثر شیوع بیماری یا آفات از بین رفتند، عملکرد کل شاخص درستی از بیشترین عملکرد هر تیمار نبود. لذا، برای تخمین عملکرد بالقوه (بیشترین عملکرد ممکن) در صورت حفظ تمامی بوته‌ها تا پایان فصل، از برآورد میانگین عملکرد پنج بوته انتخاب شده در هر کرت آزمایشی و ضرب آن در تعداد استاندارد بوته در هر هکتار (۴۴۰۰۰ بوته) استفاده شد. برای این منظور، محصول برداشت شده از هر کدام از این پنج بوته به‌صورت مجزا توزین و در نهایت با جمع نمودن آن‌ها، میانگین عملکرد پنج بوته به‌عنوان عملکرد بالقوه از هر کرت آزمایشی محاسبه گردید. طول و قطر حداقل سه میوه از میوه های برداشت شده از هر کدام از پنج بوته انتخابی به وسیله کولیس مدل (Lutron DC 515)با دقت یک صدم میلی‌متر اندازه‌گیری شد. تعداد شاخه‌های اصلی و جانبی در پایان آزمایش شمرده شدند. ضخامت دیواره میوه‌ها در مرحله رسیدگی کامل و در ابتدا، اواسط و انتهای دوره برداشت با برش عرضی حداقل سه میوه از هر بوته انتخابی در ضخیم‌ترین نقطه با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عمر پس از برداشت از روش پیشنهادی صیدی (Saidi, 2007) استفاده شد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها، نسبت به برقرار بودن مفروضات تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار Minitab نسخه ۱۷,۱ اقدام گردید. سپس تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین تیمارها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن با استفاده از برنامه‌های آماری نسخه ۹,۳ SAS و MSTATC نسخه ۱۰,۲ اقدام شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel ۲۰۱۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثرات ساده و متقابل دور آبیاری، پلیمر آبدوست، سایه‌انداز و خاک‌پوش بر عملکرد کل، عملکرد بالقوه، عملکرد بازارپسند، عملکرد میوه‌های پوسیده

گلگاه، عملکرد میوه‌های آفتاب‌سوخته، عملکرد میوه‌های ترک‌خورده، میانگین وزن میوه، قطر میوه و تعداد شاخه اصلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. همچنین، اثر اصلی تیمارها بر تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی (زودرسی)، ارتفاع بوته و قطر جداره میوه و اثر اصلی دور آبیاری بر شاخص شکل میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. اما، اثرات مستقل تیمارها بر طول میوه، عمر پس از برداشت و اثر مستقل دور آبیاری بر زودرسی، تعداد شاخه فرعی و عمر پس از برداشت و برهمکنش دور آبیاری و تیمار بر شاخص شکل میوه، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته، ضخامت جداره میوه و عمر پس از برداشت میوه تفاوت معنی‌داری نشان ندادند.

جدول ۱ - تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد ارزیابی گوجه فرنگی تحت تأثیر فواصل مختلف آبیاری و کاربرد پلیمر آبدوست رطوبتی، سایه‌اندازی و خاکپوش پلاستیکی

Table 1- ANOVA (mean of squares) of studied traits for tomato under different irrigation intervals and use of superabsorbent, shading and plastic mulches

منبع تغییرات S.O.V	بلوک Block	دور آبیاری Irrigation interval	خطای اصلی Error (A)	دورآبیاری × تیمار Irrigation interval Treatment*	تیمار Treatment	خطای فرعی Error (B)	ضریب تغییرات (٪) C.V (%)
درجه آزادی df	2	2	4	14	7	42	-
عملکرد کل Total yield	0.0083^{ns}	3.144^{**}	0.018	0.12^{**}	0.465^{**}	0.014	13.12
عملکرد بالقوه Potential yield	0.017^{ns}	12.92^{**}	0.021	0.18^{**}	0.835^{**}	0.037	10.67
عملکرد میوه بازار پسند Marketable yield	17.98^{ns}	8491.65^{**}	36.35	483.23^{**}	2160.09^{**}	30.66	13.16
عملکرد میوه پوسیده گلگاه Blossom end rotten Fruits yield	12.358^{*}	2284.55^{**}	4.01	188.36^{**}	266.23^{**}	3.644	16.62
عملکرد میوه آفتاب سوخته Sun burned fruit yield	1.749^{ns}	37.73^{**}	0.856	263.48^{**}	95.39^{**}	0.945	20.33
عملکرد میوه ترک خورده Cracked fruit yield	2.971^{ns}	6.96^{**}	1.66	99.89^{**}	90.20^{**}	0.861	23.16
وزن تک میوه Fruit weight	15.96^{ns}	1111.46^{**}	69.18	625.54^{**}	933.222^{**}	58.69	14.15
ماندگاری پس از برداشت Shelf life	65.64^{**}	14.58^{ns}	9.75	0.13^{ns}	7.72^{ns}	13.76	21.77
طول میوه Fruit length	8.62^{ns}	84.49^{**}	14.98	93.16^{**}	25.68^{ns}	7.78	7.56
قطر میوه Fruit diameter	16.4^{ns}	17.12**	6.31	14^{**}	8.05**	3.77	7.87
شاخص شکل میوه Fruit shape index	0.005^{ns}	0.0097^{ns}	0.0056	0.023^{*}	0.021^{**}	0.006	6.37
ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness	0.395^{ns}	0.63^{ns}	0.574	7.2^{**}	1.294^{*}	0.82	14.89
ارتفاع بوته Plant height	12.92^{ns}	42.75^{ns}	74.99	657.88^{**}	230.32^{*}	25.39	15.68
تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی No. of days to 50% flowering	11.29^{ns}	14.00^{ns}	5.61	17.12^{**}	13.77^{*}	10.27	7.97
تعداد شاخه اصلی No. of main branches	0.167^{ns}	0.67^{**}	0.187	1.08^{**}	2.049^{**}	0.057	17.65
تعداد شاخه فرعی No. of lateral branches	6.08^{*}	2.02^{ns}	1.48	3.8^{ns}	9.2^{**}	0.78	24.26

ns: غیر معنی‌دار، *و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns: non significant, *,**: significant at 5 and 1 percent of probability level, respectively.

مقایسه میانگین‌ها (جدول۲) نشان داد که با افزایش فاصله آبیاری عملکرد کل، عملکرد بالقوه، عملکرد بازارپسند، میانگین وزن میوه، شاخص شکل میوه، ضخامت دیواره میوه و ارتفاع بوته کاهش و میزان پوسیدگی گلگاه، میوه‌های ترک‌خورده افزایش یافت. اما در عمر پس از برداشت، تعداد شاخه‌های اصلی و درصد آفتاب‌سوختگی میوه‌ها تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. با افزایش فاصله آبیاری از سه به نه روز، عملکرد کل و بازارپسند حدود ۵۰ درصد کاهش یافت. در حالی‌که عملکرد بالقوه با شدت بیشتری تحت تأثیر قرار گرفت و به حدود یک سوم رسید. از طرفی، در این شرایط درصد پوسیدگی گلگاه در میوه‌های برداشت شده حدود چهار برابر افزایش یافت. بنابراین، مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده (جدول ۲) به‌وضوح نشان داد که در شرایط کنونی با کاهش میزان نزولات آسمانی، پایین رفتن سطح سفره‌های آب زیر زمینی و نیز گرم‌شدن تدریجی هوا، فاصله دفعات آبیاری گوجه‌فرنگی نباید بیش از سه روز باشد. اسماعیل‌پور و اکبری (Esmaeelpour & Akbari, 2013) تأثیر منفی کم‌آبیاری بر خصوصیات رشدی، عملکرد و کیفیت پس از برداشت گوجه‌فرنگی گزارش نموده‌اند.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده گوجه فرنگی تحت تاثیر فواصل آبیاری مختلف

Table 2- Mean comparison of eavaluated traits for tomatos under different irrigation intervals

دور آبیاری (روز) Irrigation interval (day)	3	6	9
عملکرد کل (تن در هکتار) Total yield ($t.ha^{-1}$)	62.92[a*]	42.24[b]	31.24[c]
عملکرد بالقوه (تن در هکتار) Potential yield ($t.ha^{-1}$)	96.80[a]	50.60[b]	34.76[c]
عملکرد بازارپسند (کیلوگرم در گیاه) Marketable yield ($kg.plant^{-1}$)	54.54[a]	44.49[b]	27.65[c]
عملکرد میوه پوسیده‌گلگاه (درصد) Blossom end rotten Fruits yield (%)	3.90[c]	9.54[b]	22.9[a]
عملکرد میوه آفتاب‌سوخته (درصد) Sun burned fruit yield (%)	7.4[a]	6.91[a]	7.17[a]
عملکرد میوه ترک‌خورده (درصد) Cracked fruit yield (%)	6.87[a]	6.24[b]	3.06[c]
میانگین وزن میوه (گرم) Average fruit weight (g)	60.26[a]	57.08[b]	38.09[c]
ماندگاری پس از برداشت (روز) Shelf life (day)	14.41[a]	14.24[a]	14.68[a]
طول میوه (میلی‌متر) Fruit length (mm)	56.78[a]	46.59[b]	36.76[c]
قطر میوه (میلی‌متر) Fruit diameter (mm)	48.95[a]	41.28[b]	35.76[c]
شاخص شکل میوه Fruit shape index	1.15[a]	1.13[b]	1.03[c]
ضخامت دیواره میوه (میلی‌متر) Fruit wall thickness (mm)	5.62[a]	4.80[b]	4.58[b]
ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	50.00[a]	48.60[b]	38.14[c]
تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی No. of days to 50% flowering	29.12[b]	28.62[c]	30.12[a]
تعداد شاخه اصلی No. of main branches	5.44[a]	4.95[a]	4.43[a]
تعداد شاخه فرعی No. of lateral branches	3.85[b]	4.37[a]	3.07[c]

*میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ردیف از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

*Means with at least one similar letter in each row have no significant difference at 5% of probability level.

آروین و وفابخش (Arvin & Vafabakhsh, 2016) با بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد کلزا (Brassica napus L.) گزارش

نمودند که تنش خشکی از طریق اختلال در فعالیت‌های گیاهی و فرآیند رشد، ضریب تخصیص مواد به غلاف و کارایی مصرف نور را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. افزایش فاصله آبیاری از سه به نه روز در گوجه‌فرنگی نیز احتمالاً به دلایل مشابهی باعث کاهش عملکرد محصول بازارپسند می‌شود.

مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده با کاربرد پلیمر آبدوست رطوبتی، سایه‌اندازی و خاک‌پوش پلاستیکی (جدول ۳) نشان داد که بیشترین عملکرد کل و بالقوه توسط تیمار پلیمر آبدوست + سایه‌انداز + خاک‌پوش و کمترین مقدار آن برای تیمار خاک‌پوش ثبت گردید. اما، بالاترین درصد میوه‌های بازارپسند به ترتیب متعلق به تیمارهای پلیمر آبدوست، خاک‌پوش و سایه‌انداز + خاک‌پوش بود. این یافته‌ها نشان داد که چنانچه هدف از تولید گوجه‌فرنگی، مصرف سالادی و تازه‌خوری باشد، افزودن پلیمر آبدوست به خاک و یا پوشاندن سطح بستر کاشت با خاک‌پوش‌های پلاستیکی به تنهایی و یا توأم با سایه-انداز، می‌تواند محصول قابل فروش بیشتری را در پی داشته باشد. اما باتوجه به اینکه برای ارقام مخصوص فرآوری جهت تولید رب، سس و غیره تنها عملکرد کل میوه مد نظر بوده و شکل، اندازه و یا ترک-خوردگی میوه‌های تولیدی از اهمیت کمتری برخوردار می‌باشد، اعمال تیمار پلیمر آبدوست + سایه‌انداز + خاک‌پوش بدلیل تولید عملکرد کل بالاتر (میوه های سالم، ترک خورده و پوسیده گلکاه) برای چنین مزارعی قابل توصیه می‌باشد.

بیشترین عملکرد میوه‌های پوسیده گلگاه در تیمار شاهد (۲۱/۷۴ درصد) و کمترین درصد پوسیدگی گلگاه در تیمارهای پلیمر آبدوست + سایه‌انداز + خاک‌پوش (۶/۷۱ درصد) و پلیمر آبدوست + سایه‌انداز (۷/۲۲ درصد) مشاهده شد. علت احتمالی کاهش عملکرد میوه‌های پوسیده گلگاه توسط تیمارهای برتر، حفظ و عرضه کارآمدتر آب آبیاری در فواصل بین دو آبیاری متوالی می‌باشد. کاشی و همکاران (Kashi et al., 2004) گزارش کردند با کاربرد خاک‌پوش تیره، تعداد و درصد وزنی میوه‌های پوسیده گلگاه در هندوانه *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) کاهش یافت. ثابت شده است کاهش تنش رطوبتی باعث بهبود جذب و انتقال کلسیم و کاهش عارضه پوسیدگی گلگاه در میوه‌ها می‌شود (Guertal et al., 1996; El-Hadi & Camelia, 2004; Clarkson, 1960; Carter & Johnson, 1988). بیشترین درصد ترک‌خوردگی میوه‌ها برای تیمار خاک‌پوش (۱۰/۱۶ درصد) و کمترین عملکرد میوه‌های ترک‌خورده برای تیمارهای پلیمر آبدوست + سایه‌انداز + خاک‌پوش، سایه‌انداز و پلیمر آبدوست + سایه‌انداز (به‌ترتیب ۲/۹۲، ۲/۳۸ و ۲/۱۹ درصد) ثبت گردید. بیشترین درصد آفتاب‌سوختگی میوه‌ها را نیز تیمار خاک‌پوش (۱۰/۹۴ درصد) و کمترین مقدار را تیمارهای پلیمر آبدوست + سایه‌انداز + خاک‌پوش، سایه‌انداز و پلیمر آبدوست + سایه‌انداز (به-ترتیب ۱/۷۲، ۱/۸۶ و ۱/۹۱ درصد) به خود اختصاص دادند. یکی از دلایل احتمالی بالا بودن درصد میوه‌های آفتاب‌سوخته، جذب بالای انرژی خورشیدی توسط خاک‌پوش تیره، ساطع کردن تشعشعات گرمایی حاصل در قالب امواج با طول موج‌های بلند (امواج مادون قرمز) به‌طرف شاخساره گیاهان (Ehsani & Khaledi, 2003)، بالا رفتن دمای شاخساره و میوه‌های قرار گرفته در مسیر امواج، جمع شدن و کوچک شدن سطح برگ‌ها و در نهایت قرار گرفتن درصد بیشتری از میوه‌ها در معرض نور مستقیم آفتاب و ظهور علائم آفتاب-سوختگی می‌باشد. از طرفی، بخش قابل‌توجهی از انرژی جذب شده توسط خاک‌پوش پلاستیکی تیره به خاک منتقل می‌شود (Khalili Mahaleh, 2005). یکی از نتایج جالب توجه این بود که کاربرد سایه‌انداز به تنهایی و یا توأم با خاک‌پوش و پلیمر آبدوست باعث به-حداقل رساندن درصد میوه‌های آفتاب‌سوخته و ترک‌خورده گردید. گنت (Gent, 2007) ثابت کرد که تعداد میوه ترک خورده با سایه-اندازی کاهش می‌یابد. شدت نور بالا نیز باعث انقباض و انبساط پوست میوه و در نتیجه ترک‌خوردگی میوه می‌شود. از این رو سایه اندازی با کاهش تشعشع خورشید و متعاقب آن کاهش تبخیر تولیدی و غیرتولیدی، ترک‌خوردگی و ظهور علائم آفتاب‌سوختگی در میوه‌ها را کاهش می‌دهد.

میانگین وزن میوه، ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی به‌عنوان برخی از مهم‌ترین اجزای عملکرد و ضخامت دیواره میوه تحت تأثیر تیمارها تغییرات معنی‌داری نشان دادند. اما بالاترین مقادیر این صفات در تیمارهایی ثبت گردید که خاک‌پوش پلاستیکی در آن-ها استفاده شده بود. این یافته نقش غیرقابل‌انکار خاک‌پوش در حفظ رطوبت خاک و تأثیر مستقیم آن بر رشد گیاه و محتوای آب بافت‌ها به‌ویژه میوه‌ها را به‌وضوح نشان داد. ثابت شده است که با استفاده از خاک‌پوش، خاک پای بوته در معرض آب‌شویی قرار نمی‌گیرد (Shennan, 1992)، شاخه‌های جانبی با تولید و حمایت ریشه‌های نابه‌جای بیشتر به‌خوبی رشد می‌کنند (Torabi-Giglou et al., 2005) و با استفاده بهینه از آب آبیاری موجود، امکان افزایش سطح

زیر کشت فراهم می‌گردد (Hosseini & Neamati, 2014). پیش از این، آزادی گنبد و حسن‌پور (Azadigonbad & Hassanpour, 2003) نیز تأثیر مثبت خاک‌پوش بر ارتفاع گیاه نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) را گزارش نموده‌اند.

شاخص شکل میوه به‌عنوان معیاری از کشیده یا تخت بودن میوه در تیمار پلیمر آبدوست + سایه‌انداز دارای بیشترین مقدار بود که اختلاف چندانی با شاهد نداشت. هرچند که میانگین طول و قطر میوه در تیمار شاهد پایین‌تر از سایر تیمارها بود. پایین‌ترین مقادیر شاخص شکل میوه در تیمارهایی مشاهده شد که خاک‌پوش پلاستیکی در آن‌ها به‌کار رفته بود. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از خاک‌پوش می‌تواند با افزایش رشد قطری میوه (جدول ۳) و کاهش نسبت طول به قطر آن، میوه‌ها را گردتر نماید.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده گوجه فرنگی با کاربرد پلیمر آبدوست رطوبتی، سایه‌اندازی و خاک‌پوش پلاستیکی

Table 3- Mean comparison of eavaluated traits for tomato under use of superabsorbent, shading and plastic mulch

تیمارها Treatments	الف A	ب B	ج C	د D	ت E	ر F	س G	ی H
عملکرد کل (تن در هکتار) Total yield ($t.ha^{-1}$)	40.48 cd*	46.64 b	44.88 bc	38.28 d	68.20 a	50.16 b	39.60 cd	37.84 d
عملکرد بالقوه (تن در هکتار) Potential yield ($t.ha^{-1}$)	63.36 c	70.40 b	68.64 bc	55.88 d	77.00 a	63.36 c	55.88 d	32.56 e
عملکرد بازارپسند (کیلوگرم در گیاه) Marketable yield ($kg.plant^{-1}$)	28.82 e	26.13 e	69.24 a	34.92 d	43.63 c	46.77 c	55.60 b	61.11 b
عملکرد میوه پوسیده‌گلگاه (درصد) Blossom end rotten Fruits yield (%)	21.74 a	7.22 f	8.08 ef	11.59 d	6.17 f	9.63 e	18.04 b	13.94 c
عملکرد میوه آفتاب‌سوخته (درصد) Sun burned fruit yield (%)	7.4 b	1.91 e	3.17 d	1.86 e	1.72 e	4.81 c	3.49 cd	10.94 a
عملکرد میوه ترک‌خورده (درصد) Cracked fruit yield (%)	4.53 c	2.19 d	4.84 c	2.38 d	2.92 d	6.29 b	9.88 a	10.16 a
میانگین وزن میوه (گرم) Average fruit weight (g)	47.03 cd	43.00 d	53.39 bc	56.77 b	67.31 a	67.30 a	68.84 a	65.58 a
ماندگاری پس از برداشت (روز) Shelf life (day)	13.75 a	15.26 a	14.88 a	14.24 a	15.30 a	14.83 a	12.82 a	13.35 a
طول میوه (میلی‌متر) Fruit length (mm)	49.26 ab	47.67 b	52.21 a	50.99 ab	51.40 ab	52.79a	52.14 a	51.95 a
قطر میوه (میلی‌متر) Fruit diameter (mm)	40.15 b	47.17 b	44.60 a	44.82 a	46.70 a	45.95 a	45.01 a	45.16 a
شاخص شکل میوه Fruit shape index	1.23 ab	1.24 a	1.17 bc	1.13 c	1.10 c	1.15 c	1.15 c	1.15 c
ضخامت دیواره میوه (میلی‌متر) Fruit wall thickness (mm)	4.52 bc	4.35 c	4.95 abc	4.95 abc	5.36 a	5.38 a	5.26 ab	5.09 abc
ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	50.00 b	50.66 b	52.14 ab	49.85 b	61.07 a	60.85 a	59.89 a	57.48 ab
تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی No. of days to 50% flowering	29.44 b	29.55 b	28.33 b	32.00 a	28.33 b	28.55 b	29.44 b	29.66 b
تعداد شاخه اصلی No. of main branches	1.94 d	1.89 d	1.94 d	2.59 bc	2.44 c	3.10 a	2.74 abc	2.92 ab
تعداد شاخه فرعی No. of lateral branches	3.96 c	4.38 bc	4.07 c	3.77 c	5.33 ab	5.96 a	6.14 a	5.99 a

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ردیف بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

*Means with at least one similar letter in each row have no significant difference at 5% of probability level.

الف: شاهد؛ ب: پلیمر آبدوست+ سایه‌انداز؛ ج: پلیمر آبدوست؛ د: سایه‌انداز؛ ت: پلیمر آبدوست+ سایه‌انداز + خاک‌پوش؛ ر: پلیمر آبدوست+ خاک‌پوش؛ س: سایه‌انداز+ خاک‌پوش؛ ی: خاک‌پوش

A: Control; B: Superabsorbent+Shading; C: Superabsorbent; D: Shading; E: Superabsorbent+Shading+Mulch; F: Superabsorbent+Mulch; G: Shading+Mulch; H: Mulch

بدیهی است که در میوه‌ها ابتدا تقسیم سلولی و افزایش طول میوها اتفاق افتاده و سپس با جذب آب، حجیم شدن میوه صورت

می‌گیرد. خاک‌پوش و سایه‌دهی با کاهش تبخیر تولیدی (تعرق) و غیر تولیدی (تبخیر از سطح خاک) طول دوره رشد میوه را افزایش می‌دهند (Farhadi & Akbari, 2003; Clarkson, 1960; Guertal et al., 1996).

ثبت بیشترین تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی برای تیمار سایه‌انداز و اختلاف معنی‌دار آن با سایر تیمارها نشان داد که کاهش شدت نور باعث دیررس شدن محصول گوجه‌فرنگی می‌شود.

مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده تحت تأثیر برهمکنش فواصل آبیاری و تیمارهای پلیمر آبدوست رطوبتی، سایه‌اندازی و خاک‌پوش پلاستیکی (جدول ۴) نشان داد که در دور آبیاری سه روزه، بیشترین عملکرد کل برای تیمار پلیمر آبدوست+سایه‌انداز+خاک‌پوش (۱۰۶/۲۰ تن درهکتار) ثبت گردید که تقریباً دو برابر میانگین سایر ترکیب‌های تیماری بود. اما با افزایش فاصله آبیاری به شش و نه روز، اگرچه استفاده از پلیمر آبدوست، سایه‌انداز و خاک‌پوش به‌صورت تکی یا ترکیبی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد کل شد، اما اختلاف آن‌ها با تیمار شاهد بسیار ناچیز بود. عملکرد بالقوه نیز چنانچه انتظار می‌رفت، در دور آبیاری سه روز توسط کلیه ترکیب‌های تیماری به استثنای تیمارهای خاک‌پوش و سایه‌انداز+خاک‌پوش افزایش معنی‌داری نشان داد. اما با افزایش دور آبیاری به شش روز، کلیه ترکیب‌های تیماری به استثنای تیمار پلیمر آبدوست+سایه‌انداز+خاک‌پوش در مقایسه با شاهد عملکرد پایین‌تری داشتند. این نتایج نشان داد که با طولانی شدن فاصله بین دو آبیاری، کارایی تیمارها برای حفظ رطوبت خاک کاهش می‌یابد. اما در دور آبیاری نه روزه، تنها تیمارهایی که در آن‌ها از پلیمر آبدوست رطوبتی استفاده شده بود توانستند عملکرد بالقوه بالاتری نسبت به شاهد ثبت نمایند. این نتایج با گزارشات یزدانی و همکاران (Yazdani et al., 2007)، نظرلی و همکاران (Nazarli et al., 2010)، صیدی و همکاران (Saidi et al., 2013)، الهادی و کاملیا (El-Hadi & Camelia, 2004) و تیموری (Timuri, 2012) مطابقت داشت. پلیمرهای آبدوست ظرفیت نگهداری آب در خاک و راندمان مصرف آن را افزایش داده که با گذشت زمان این اثر کاهش می‌یابد (Shaabani et al., 2009).

با بررسی اثر برهمکنش ترکیب‌های تیماری بر عملکرد میوه‌های بازارپسند، پوسیده‌گلگاه و ترک‌خورده مشخص گردید که در دور آبیاری سه و شش روز یک‌بار بالاترین درصد عملکرد بازارپسند مربوط به دو تیمار پلیمر آبدوست و خاک‌پوش بود. اما با افزایش فاصله آبیاری به نه روز، تنها تیمار پلیمر آبدوست بود که اختلاف شدید و معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. از طرفی، در دور آبیاری سه روزه، میانگین عملکرد میوه‌های پوسیده گلگاه در اکثر ترکیب‌های تیماری بیشتر از میوه‌های ترک‌خورده بود. اما با افزایش دور آبیاری به شش و نه روز، درصد میوه‌های بازارپسند و پوسیده‌گلگاه به‌شدت کاهش و درصد میوه‌های ترک‌خورده افزایش یافت. با افزایش فاصله بین دفعات آبیاری عملکرد گیاهان تیمار شده و شاهد هر دو کاهش یافت. اما هر چه فواصل بین دو آبیاری بیشتر شد، تیمارهای پلیمر آبدوست، سایه‌انداز و خاک‌پوش اثر مثبت بیشتری از خود نشان دادند که با نتایج محققان دیگر روی گوجه‌فرنگی (Haqhighi & Afifipoor, 2014; Safarinia, 2011) و خیار (*Cucumis sativus* L.) (Abedi Koupai & Mesforoush, 2009) هم‌خوانی داشت.

بررسی اثر برهمکنش دور آبیاری و تیمارها بر میانگین وزن میوه نشان داد که تیمار پلیمر آبدوست+سایه‌انداز+خاک‌پوش در دور آبیاری سه روز درشت‌ترین میوه (۱۰۲/۹۶ گرم) را تولید نمود. درحالی‌که، با افزایش دور آبیاری به شش روز، ترکیب‌های تیماری‌ایی که خاک‌پوش پلاستیکی در آن‌ها مشارکت داشت بالاترین وزن میوه را به خود اختصاص دادند. اما در دور آبیاری نه روز، تیمار خاک‌پوش پلاستیکی به‌تنهایی همچنان کارایی خود را در تحمل شرایط کم‌آبی حفظ کرد و سنگین‌ترین میوه‌ها را تولید نمود. پیش از این جهانی و کاشی (Jahany & Kashi, 2003) در تولید طالبی (*Cucumis melo* var. *reticulatus* L.) و اکینچی و دورسان (Ekinci & Dursun, 2009) نیز در مزارع خربزه (*Cucumis melo* grp. *indorus* L.) بیشترین وزن میوه را با کاربرد خاک پوش شفاف به‌دست آورند. خاک‌پوش پلاستیکی تیره با جلوگیری از رویش علف‌های هرز و حفظ رطوبت خاک باعث افزایش وزن تر اندام‌های هوایی می‌شود (Kashi et al., 2004).

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده گوجه فرنگی تحت تأثیر برهمکنش فواصل آبیاری و تیمارهای پلیمر آبدوست رطوبتی، سایه‌اندازی و خاک‌پوش پلاستیکی

Table 4- Mean comparison of eavaluated traits for tomato under interaction of irrigation intervals and superabsorbent, shading and plastic mulch treatments

فاکتورها Factors		عملکرد کل (تن در هکتار) Total yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد بالقوه (تن در هکتار) Potantial yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد بازار پسند(کیلوگرم در گیاه) Marketable yield ($kg.plant^{-1}$)	عملکرد میوه پوسیده‌گلگاه (درصد) Blossom end rotten Fruits yield (%)	عملکرد میوه ترک‌خورده (درصد) Cracked fruit yield (%)	میانگین وزن میوه (گرم) Average fruit weight (g)
فواصل آبیاری (روز) Irrigation interval (day)	تیمارها Treatments						
3	الف A	54.12 bcd*	95.92 de	45.25 ghi	7.4 bcd	6.02 ghi	63.98 de
	ب B	59.84 bcd	118.36 a	35.55 ij	3.25 g	2.89 ghi	65.55 de
	ج C	58.96 bcd	112.64 ab	89.23 a	6.08 cde	3.96 fgh	77.78 cd
	د D	51.04 cde	104.28 bcd	61.09 cde	3.02 gh	4.91 def	96.01 ab
	ت E	106.92 a	109.56 abc	64.39 cd	4.16 efg	2.74 ghi	102.96 a
	ر F	65.12 b	99.00 cde	67.52 c	7.48 bc	3.30 de	83.15 bc
	س G	50.60 def	91.52 e	53.33 efg	12.15 a	3.91 def	83.14 bc
	ی H	58.08 bcd	44.44 mn	84.78 b	11.48 a	3.53 i	75.83 cd
6	الف A	39.16 fghi	62.04 fg	18.72 mno	2.18 ghij	10.16 b	35.64 hij
	ب B	42.68 efg	53.68 gh	28.50 jklm	2.53 ghij	6.21 d	33.18 hij
	ج C	40.92 efgh	51.92 gh	64.78 cd	5.73 cde	8.51 def	46.48 fgh
	د D	36.96 ghij	35.20 klm	31.46 jkl	3.55 fg	12.25 c	46.43 fgh
	ت E	50.16 bc	73.04 f	47.89 fgh	3.49 fg	6.07 def	56.74 ef
	ر F	49.72 def	53.68 gh	48.83 fgh	9.08 b	12.31 d	78.15 cd
	س G	40.04 efghi	48.40 d	55.4 defg	12.15 a	12.11 i	94.78 ab
	ی H	29.48 hij	31.69 lmn	60.37 cde	11.26 a	8.73 efg	65.28 de
9	الف A	27.72 j	31.68 lmn	22.50 lmno	4.00 efg	49.04 a	41.48 fghij
	ب B	37.84 ghi	39.16 klm	14.35 no	0.79 ij	12.55 i	30.26 ij
	ج C	34.76 ghij	41.36 hijkl	33.73 jk	2.71 ghi	11.77 hi	35.92 hij
	د D	26.84 j	27.72 mn	12.21 o	0.56 j	17.62 i	27.87 j
	ت E	34.76 ghij	50.16 ghi	1.12 hij	11.31 i	44.25 fghi	18.05 mno

ر F	35.64 ghij	37.40 jklm	2.31 ghij	13.28 i	40.65 ij	23.97 klmn
س G	28.60 ij	28.60 hij	5.3 def	38.11 a	28.61 ij	58.25 cdef
ی H	26.84 j	22.35 lmn	7.74 bc	29.56 b	55.64 efg	38.17 hij

*میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

*Means with at least one similar letter in each column have no significant difference at 5% of probability level.

الف: شاهد؛ ب: پلیمر آبدوست+سایه‌انداز؛ ج: پلیمر آبدوست؛ د: سایه‌انداز؛ ت: پلیمر آبدوست+سایه‌انداز + خاک‌پوش؛ ر: پلیمر آبدوست+خاک‌پوش؛ س: سایه‌انداز+خاک‌پوش؛ ی: خاک‌پوش

A: Control; B: Superabsorbent+Shading; C: Superabsorbent; D: Shading; E: Superabsorbent+Shading+Mulch; F: Superabsorbent+Mulch; G: Shading+Mulch; H: Mulch

نتیجه‌گیری

این پژوهش ثابت نمود که کاربرد پلیمر آبدوست، سایه‌انداز و خاک‌پوش تأثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد و کیفیت محصول گوجه‌فرنگی دارد. اما با توجه به وضعیت منابع آب موجود، در شرایطی که آبیاری با فواصل کم (سه روز یک‌بار) مقدور باشد، بهره‌گیری از ترکیب تیماری پلیمر آبدوست+سایه‌انداز+خاک‌پوش جهت بهبود راندمان آب آبیاری و کمیت و کیفیت محصول تولیدی توصیه می‌شود، اما در شرایط کمبود شدید منابع آب و الزام به آبیاری مزارع گوجه‌فرنگی با فواصل بیش از شش روز، افزودن پلیمر آبدوست A_{200} می‌تواند نه تنها تولید گوجه‌فرنگی را امکان‌پذیر و از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر نماید، بلکه عملکرد و کیفیت محصول تولیدی را نیز ارتقاء بخشد.

منابع

Abedi Koupai, J., and Mesforoush, M. 2009. Evaluation of superabsorbent polymer application on yield, water and fertilizer use efficiency in cucumber (*Cucumis sativus*). Iranian Journal of Irrigation and Drainage 2(3):100-111. (In Persian with English Summary)

Arvin, P., and Vafabakhsh, J. 2016. Study of drought and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on radiation use efficiency and dry matter partitioning into pod in different cultivars of *Brassica* oilseed rape. Journal of Agroecology 8(1): 134-152. (In Persian with English Summary)

Azadigonbad, R., and Hassanpour, A. 2003. Effects of plastic wrap on the quantity and quality of peas arranged in the region, Iranian Horticultural Science. In: 3rd Iranian Congress of Horticultural Sciences. 1-3 September, 2003, Karaj, Iran p. 276. (In Persian with English Summary)

Carter, J., and Johnson, C. 1988. Influence of different types of mulches on eggplant production. Hortscience 23(1): 143-145.

Clarkson, V.A. 1960. Effect of black polyethylene mulch on soil and microclimate temperature and nitrate level, Agronomy Journal 52: 307-309.

Ehsani, M., and Khaledi, H. 2003. Recognition and improvement of water productivity in agriculture to ensure food security and the country's water. In: 11th Conference of National Committee on Irrigation and Drainage, 24-25 December, 2003, Tehran, Iran p. 658-674. (In Persian)

Ekinci, M., and Dursun, A. 2009. Effects of different mulch materials on plant growth, some quality parameters condution. Pakistan Journal of Botany 41(4): 1891-1901.

El-Hadi, O.A., and Camelia, Y.E. 2004. The conditioning effect of composts (natural) or/ and acrylamide hydrogels (synthesized) on a sandy calcareous soil. Growth response, nutrients uptake and water and fertilizers use efficiency by tomato plants. Journal of Applied Science Research 2(12): 1293-1297.

Esmaeelpour, B., and Akbari, M. 2013. Evaluation of effects of water deficit on growth properties, yield and post harvest quality of two tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars in Miandoaab climatic conditions. Journal of Agroecology 5(2): 178-187. (In Persian with English Summary)

Farhadi, A., and Akbari, M. 2003. Evaluation of plastic mulch and irrigation systems to reduce water stress and cantaloupe plants. In: 3rd Iranian Congress of Horticultural Sciences, 1-3 September, 2003, Karaj, Iran 72 p. (In

Persian)

Food and Agriculture Organization (FAO). 2012. http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault. aspx? PageID=567#ancor. (Verified 14 October, 2012).

Gent, M.P.N. 2007. Effect of degree and duration of shade on quality of greenhouse tomato. Hortscience 42: 514-520.

Guertal, E.A., Edvards, J.H., Gough, R.E., and Bozeman, M.T. 1996. Organic mulch and nitrogen affect spring and fallcollard yield. HortScience 31(5): 823-826.

Haqhighi, M., and Afifipoor, Z. 2014. The Effect of superabsorbent polymer and different levels of deficit irrigation on growth and yield and fruit quality of tomato. Journal of Horticultural Science 28(1): 125-133. (In Persian with English Summary)

Hosseini, A., and Neamati, H. 2014. Effect of irrigation intervals on growth properties and qualitative and quantitative yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in used/ unused plastic mulch conditions. Journal of Agroecology 6(3): 552-560. (In Persian with English Summary)

Jahany, E., and Kashi, A. 2003. Effects of black plastic mulch and leaf feeding on the quantity and quality of cantaloupe, Horticultural Sciences. In: 3rd Iranian Congress of Horticultural Sciences, 1-3 September, 2003, Karaj, Iran, 70 p. (In Persian)

Kashi, A., Hosseinzadeh, S., Babalar, M., and Lessani, H. 2004. Effect of black polyethylene mulch and calcium nitrate application on growth, yield, and blossom-End rot of watermelon, cv. charleston gray. Journal of Water and Soil Sciences 7(4): 1-10. (In Persian with English Summary)

Khalili Mahaleh, J. 2005. Uses of superabsorbent crystals in arid zones' agriculture. Journal of Dryness and Drought Agriculture 17: 22-29.

Khosh-khoi, M. 1991. Plant Propagation, Volume 2, Shiraz University Press, Shiraz, Iran 427 p. (In Persian)

Mahdavi Damghani, A.M., and Jami Al-Ahmadi, M. 2007. Water Revolution 2: solutions, tools, and prospects. Proceedings of the Second National Conference of Ecological Agriculture, 17-18 October, 2007, Gorgan, Iran, 2492-2460. (In Persian)

McCraw, D., and Motes, J.E. 1964. Use of plastic mulch and row covers in vegetable production, Oklahoma Cooperative Extension Service, HLA, 34-60. Available at Web site:

http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Version-14121/HLA-6034web.pdf (verified 21 July, 2016).

Montazer, E.A. 2009. Study the effect of stockosorb super absorption polymer on the flow advance time and infiltration parameters in furrow irrigation. Journal of Soil and Water 22(2): 341-357 (In Persian with English Summary)

Naraqi, M., Lotfi, M., and Delshaad, M. 2009. The effect of different levels of shading on the physiology and agronomic characteristics of tomato. 6th Iranian Congress of Horticultural Sciences, 13-16 July, 2009, Rasht, Iran, 242 p. (In Persian)

Nasuhi, G. 2009. Tomatoes in the Greenhouse (Greenhouse Production Methods), Nasuh Publication, 4th Edition 140 p. (In Persian)

Nazarli, H.M., Zardashti, R., Darvishzadeh, R., and Najafi, S. 2010. The effects of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits of sunflower under greenhouse condition. Notulae Scientia Biologica 2(4): 53-58.

Oster, J.D., Singer, M.J., Fulton, A., and Pritchard, T. 1995. Infiltration Hard Water in the Soil. Translated by: Haghnia, G.H. University of Mashhad Publication, Mashhad, Iran 225 p.

Peyvast, G. 2007. Olericulture. Agricultural Sciences Publication, Tehran, Iran, 402 pp. (In Persian)

Safarinia, H. 2011. The effect of superabsorbent polymer (A_{200}) on yield and quality of tomato under drought stress conditions. MSc Thesis, Ilam University. (In Persian with English Summary)

Saidi, M. 2007. Genetical studies in tomato (*L. esculentum* Mill.) with special reference to resistance against leaf curl virus (TLCV). PhD Thesis. Mahatma Phule Agriculture University, Maharashtra State, India.

Saidi, M., Safrinia, H., Ghanbari, F., and Sayari, M. 2013. Evaluation of some physiological indicators of tomato plants by irrigation and different levels of superabsorbent polymer A_{200}. Journal of Crop Production and Processing. (In Persian with English Summary)

Sajedinea, H. 2014. The effect of superabsorbent polymer on the yield and quality of tomato (*Solanumly copersicun*) different irritation regimes in the field. MSc Thesis. Faculty of Agriculture. Ilam University, Iran. (In Persian with English Summary)

Shaabani, A., Kamkar Haghighi, A., Sepaskhah, A., Emami, Y., and Honar, T. 2009. Effect of water stress on

physiological prameters of oil seed rape (*Brassica napus*). Journal of Water and Soil Sciences 13(49): 31-42.

Shennan, C. 1992. Cover crops, nitrogen cycling and soil properties in semi-arid irrigated vegetable production systems. HortScience 27: 749-754.

Timuri, A. 2012. The effect of irrigation and super absorbent polymer application on morphological characters, yield and yield components of beans in Ilam proveince. MSc Thesis, Ilam University, Iran. (In Persian with English Summary)

Torabi Giglou, M., Keramati Toroghi M., Didar Taleshmikail R., and Davari, M. 2005. Investigation of 'mulches and cultivation methods' effects on growth of tomato. In: 4th Congress of Iranian Horticultural Science. Mashhad, Iran p. 289 (In Persian with English Summary)

Yazdani, F., Aladadi, I., Akbari, G., and Behbehani, M.R. 2007. Effect of different rates of superabsobent polymer (Tarawat A_{200}) on soybean (*Glycine max* L.) yield and yield components. Pajouhesh and Sazandegi 75: 167-174. (In Persian with English Summary)

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 878-891

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۸۹۱-۸۷۸

Evaluation of Tomato Yield and Quality under Deficit Irrigation conditions and Simultaneous Application of Superabsorbent Polymer, Shading and Mulches

M. Bostani[1], M. Saidi[2*] and Z. Tahmasbi[3]

Submitted: 01-08-2016
Accepted: 30-10-2016

Bostani, M., Saidi, M., and Tahmasbi, Z. 2017. Evaluation of tomato yield and quality under deficit irrigation conditions and simultaneous application of superabsorbent polymer, shading and mulches. Journal of Agroecology 9(3): 878-891.

Introduction

Drought is one of the most important environmental factors that influences yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* Peralta & Spooner)in arid and semi-arid regions. Drought stress causes different physiological effects on plant growth. Vegetable crops are more sensitive to water shortage and any deficit in providing water requirement of plant leads to considerable reduction of yield. For future global food security, water use in agriculture must become sustainable. Agricultural water-use efficiency and water productivity can be improved by many approaches and strategies. Super absorbent polymers (SAP) as a soil improvement substance, covering soil by different types of mulches and blocking a part of sun light by shading have been used effectively to increase the water use efficiency sustainability of production in agricultural systems. But, still there is a limited knowledge on interactions of SAPs, plastic mulches and shading under deficit irrigation on yield and quality of tomato.

Material and Methods

In order to evaluate the effects of SAP, black plastic mulches and decreasing light intensity under deficit irrigation on yield and quality of tomato 'Early Urbana VF 132- 7171' fruits, the current research carried out in a field experiment at department of Horticulture, Ilam University during 2014 using a 3 × 8 × 3 split plot assay based on a randomized complete block design (RCBD) with two factor. The main factor was including three irrigation intervals (once after 3, 6 or 9 days equivalent to soils field capacity) and sub-factor was including eight treatments viz., mulch, superabsorbent, shading, mulch + superabsorbent, mulch + shading, superabsorbent + shading, mulch + shading + superabsorbent and control. Light intensity was measured by a digital exposure meter 'Mastech MS6610'. Data were subjected to ANOVA using SAS software version 9.3. Verification of significant differences was done using Duncan's Test at 5% probability level.

Results and Discussion

Analysis of variances revealed that effects of irrigation intervals, treatments and their interactions were highly significant on total yield, potential yield, marketable yield, blossom end rotten fruits yield, sunburned fruits yield, cracked fruits yield, average weight of fruits and number of main and lateral branches. Also, effects of treatments on number of days to 50 percent flowering, plant height and fruit wall thickness and effects of irrigation intervals on fruit shape index were significant at 5 percent of probability level. Results showed that increasing irrigation intervals decreased yield and its important components and increased blossom end rot, and cracked fruits. Increasing irrigation intervals from 3 to 9 days decreased 50 percent of total and marketable yield and quadrupled percentage of blossom end rotten fruits. Although shading improved total and marketable yield, but recording the highest number of days to 50 percent flowering for plants grown under shade of Saran® clothes, proved that shading delays harvesting of tomato. The maximum of total and potential yields produced by

[1] 1, 2 and 3- Fomer MSc. Student of Agroecology, Associate Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture, Ilam University and Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Ilam University, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: m.saidi@ilam.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v9i3.57683

superabsorbent + shading + mulch treatment and the highest percentage of marketable fruits recorded for superabsorbent, mulches and shading + mulch, respectively. Application of shading clothes alone or along with mulches or superabsorbent minimized the percentage of sunburned fruits. The biggest fruits produced by treatments in which mulches were participated. Increasing irrigation intervals to six and nine days extremely decreased percentage of marketable and blossom rotten fruits, while increased cracked fruits.

Conclusion

Generally, for short irrigation intervals, superabsorbent + shading + mulch compound treatment and for extreme water deficit conditions and irrigation intervals more than six days adding superabsorbent A_{200} (10 $g.plant^{-1}$, mixing into 30 cm depth of soil) is recommended to improve yield and quality of tomato crop.

Keywords: Blossom End Rot, Drought Stress, Fruit Cracking, Water use efficiency