به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۹ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۶
صفحه‌های ۱۰۰۹-۹۹۵

آثار محلول‌پاشی مگافول بر عملکرد و کیفیت میوهٔ گوجه‌فرنگی رقم ریوگرند تحت شرایط تنش کم‌آبی

زهرا اصفهانی[۱]، طاهر برزگر[۲]* زهرا قهرمانی[۳]، جعفر نیکبخت[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
۲ و ۳. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
۴. دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۳۰

چکیده

به‌منظور مطالعهٔ اثر تنش کم‌آبی و سطوح مختلف مگافول بر عملکرد و کیفیت میوه و کارآیی مصرف آب گوجه‌فرنگی رقم ریوگرند آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در سال ۱۳۹۴ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زنجان انجام شد. تیمار های آزمایش شامل آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و محلول‌پاشی مگافول به‌عنوان عامل فرعی در چهار سطح (صفر، ۱، ۲ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که تیمار آبیاری تأثیر معناداری بر عملکرد و کیفیت میوه و کارآیی مصرف آب داشت. تیمار مگافول بر سفتی بافت میوه، عملکرد، لیکوپن میوه و کارآیی مصرف آب در سطح احتمال پنج درصد معنادار شد. بیشترین مواد جامد محلول کل (۲/۴۱ درصد بریکس) و اسید قابل تیتراسیون (۲/۰۹ درصد) در تیمار تنش کم‌آبی ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌دست آمد. در تیمار ۲ میلی‌لیتر در لیتر مگافول، بیشترین مقدار مواد جامد محلول کل (۲/۲۹ درصد بریکس)، اسید قابل تیتراسیون میوه (۱/۹۷ درصد)، لیکوپن (۰/۸۳ گرم بر لیتر)، تعداد میوه (۳۷/۹)، متوسط وزن میوه (۵۹/۳۲ گرم)، کارآیی مصرف آب (۲۱/۷۸ کیلوگرم در متر مکعب) و عملکرد بوته (۲۶۸۰ گرم) حاصل شد. اثر متقابل معناداری بین آبیاری و مگافول در صفات اسید قابل تیتراسیون میوه، عملکرد بوته و تعداد میوه وجود داشت. بیشترین تعداد میوه (۵۱/۷) و عملکرد بوته (۳۲۷۸ گرم) در تیمار ۲ میلی‌لیتر در لیتر مگافول در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و حداکثر اسید قابل تیتراسیون در تیمار ۱ میلی‌لیتر در لیتر مگافول و تنش کم‌آبیاری ۵۰ درصد به دست آمد. با توجه به نتایج، کاربرد مگافول ۲ میلی‌لیتر عملکرد میوه را در شرایط آبیاری نرمال و کم‌آبی بهبود بخشید و باعث افزایش ۱۶ درصدی کارآیی مصرف آب شد. تنش کم آبیاری ۷۵ درصد با کاهش ۱۶ درصدی عملکرد موجب ذخیرهٔ ۲۵ درصدی آب در مقایسه با تیمار ۱۰۰ آبیاری شد.

کلیدواژه‌ها: سفتی بافت میوه، لیکوپن، مواد جامد محلول، وزن میوه، ویتامین ث.

* نویسنده مسئول
Email: tbarzegar@znu.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) متعلق به خانوادهٔ سولاناسه است که سرشار از مواد معدنی، ویتامین ها و ترکیبات آنتی اکسیدانی بوده و از مهم ترین محصولات باغبانی جهان در ارتباط با سلامت و تغذیه انسان به شمار می آید [۹ و ۱۶]. میزان تولید جهانی و این سطح زیر کشت جهانی محصول در سال ۲۰۱۴ به‌ترتیب حدود ۱۷۰۷۵۰۷۶۷ تن و ۵۰۲۳۸۱۰ هکتار تخمین زده می‌شود [۱۳]. آب یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر تولید و رشد میوهٔ گوجه‌فرنگی است [۲۹]. بر اساس تحقیقات انجام شده، تنش کم‌آبی به‌ویژه در مرحلهٔ میوه‌دهی بیش از ۱۷ درصد کاهش عملکرد ناشی از تنش های غیرزنده را به خود اختصاص داده و از اهمیت خاصی برخوردار است [۱۰]. از طرفی، کارآیی مصرف آب برای تولید این محصول در کشور ایران چهار کیلوگرم بر متر مکعب است که این رقم می تواند تا ۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب نیز افزایش یابد. رسیدن به این مقدار کارآیی مصرف آب، با اعمال مدیریت صحیح آبیاری، استفاده از روش های آبیاری نوین و کم‌آبیاری امکان پذیر است [۱]. میزان تنش آبی و زمان کاربرد آبیاری به طور چشمگیری عملکرد گوجه‌فرنگی و کیفیت میوه را تحت تأثیر قرار می دهد [۲۹]. پژوهشگران نشان دادند که افزایش شدت تنش کم‌آبی سبب بالا رفتن غلظت آبسیزیک‌اسید و اتیلن و در نهایت زودرسی میوه در گوجه‌فرنگی خواهد شد. در حالی که مجموع کربوهیدرات های آزاد در گوجه‌فرنگی در این شرایط به‌شدت کاهش می‌یابد و وزن تک‌میوه پایین می آید [۱۲]. تأثیر تیمارهای آبیاری به‌میزان ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بر گوجه‌فرنگی رقم ارلی اوربانا نشان داد که حداکثر عملکرد محصول و حداکثر بازده مصرف 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 گیاه، عملکرد به ترتیب ۷۴، ۵۷ و ۲۴ درصد کاهش یافت [۵].

در شرایط نامساعد محیطی عمل ساخت اسیدهای آمینه مختل می شود که مصرف اسیدهای آمینه به‌صورت کود، نیاز ساخت آن را توسط گیاه برطرف می‌کند و این امکان را به گیاه می‌دهد که انرژی ذخیره شدهٔ خود را صرف رشد بیشتر و بالا بردن عملکرد و کیفیت محصول کند [۱۴]. از جمله فرآورده‌های آلی بیولوژیکی و تجاری حاوی اسیدهای آمینهٔ آزاد، محرک های زیستی هستند. محرک های زیستی مخلوطی مایع از ترکیبات طبیعی گیاهان، مانند آمینواسیدها، گلوکوزیدها، ویتامین ها، عناصر کم‌مصرف، هورمون رشد و یا اسیدهای هیومیک هستند. گزارش‌های زیادی از آثار محرک‌های زیستی در تحمل به تنش‌ها و تأثیر روی رشد، عملکرد و افزایش کیفیت در گونه‌های مختلف گیاهی وجود دارد [۲۱ و ۲۳]. با این حال درک صحیحی از آثار فیزیولوژیکی محرک های زیستی در سطح مولکولی، وجود ندارد.

مگافول، محرکی زیستی متشکل از جلبک دریایی (*Ascophyllum nodosum*)، اسیدآمینه‌های (پرولین، تریپتوفان)، قندها (گلیکوزید، پلی‌ساکاریدها)، ویتامین‌ها و بتائین است. این محرک زیستی ارائه‌شده توسط Valagro S.P.A برای تأثیر مثبت بر عملکرد محصول شناخته شده است [۲۲]. مگافول دارای بتائین است که نقش این مولکول‌ها در کاهش تنش کم آبی، در آسیب سلولی گیاهان به خوبی اثبات شده است [۱۴]. استفادهٔ منظم از مگافول، رشد و نمو متعادلی را در گیاه تضمین می‌کند. تیمار با مگافول باعث افزایش بیوماس برگ ها و افزایش متابولیسم گیاهی می‌شود [۲۰]. مگافول دارای ۳ درصد نیتروژن کل (۱ درصد نیتروژن آلی، ۲ درصد نیتروژن Ureic)، ۸ درصد پتاسیم اکسید و ۹ درصد کربن آلی است [۱۴]. در مطالعه‌ای روی گوجه‌فرنگی، کاربرد مگافول باعث افزایش

Archive of SID
www.SID.ir

تنظیم تعدادی از مسیرهای پاسخ به تنش شد تحمل به کم آبی گیاهان گوجه فرنگی را بهبود بخشید [۲۴]. در گیاه کاهو محلول‌پاشی برگی مگافول بر عملکرد، اندازه و استحکام پیچ، سوختگی نوک برگ‌ها و طول ساقه تأثیری نداشت [۱۶]. همچنین، در گیاه ذرت، محلول پاشی برگی مگافول به میزان دو لیتر در هکتار موجب افزایش عملکرد ذرت به میزان ۲۸۹۵ کیلوگرم در هکتار شد [۱۵].

در این تحقیق در نظر بود که آثار محلول‌پاشی برگی مگافول بر عملکرد و کیفیت میوهٔ گوجه‌فرنگی در شرایط تنش کم‌آبی بررسی شود و مناسب‌ترین غلظت مگافول همگام با افزایش رشد و عملکرد گوجه فرنگی تحت شرایط تنش کم‌آبی شناسایی شوند تا در نهایت نتایج حاصل از این مطالعه در اختیار کشاورزان قرار گیرد.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زنجان با مشخصات عرض جغرافیایی ۴۰ درجه و ۳۶ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۲۴ درجه و ۴۸ دقیقهٔ شرقی و ارتفاع ۱۶۱۵ متری از سطح دریا در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. سطوح آبیاری (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) به کرت های اصلی و سطوح مختلف مگافول (صفر، ۱، ۲ و ۳ میلی لیتر در لیتر) به کرت های فرعی اختصاص داده شد. هر واحد آزمایشی شامل شش بوته که در مجموع شامل ۳۶ واحد آزمایشی و ۲۱۶ بوته بود. جداول ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب ویژگی‌های خاک محل آزمایش، ویژگی‌های آب مورد استفاده و آمار هواشناسی را طی فصل رشد نشان می‌دهند. گیاه مطالعه شده در این پژوهش، گوجه فرنگی رقم ریوگرند بود که دارای عملکرد بالا و مقاوم به بیماری قارچی ورتیسیلیوم و فوزاریوم است و بذرهای گیاه مورد نظر از زنجان تهیه شد. بذرها در ۲۵ اسفند سال ۱۳۹۳ داخل سینی‌های مخصوص کاشت بذر (۲۴ حفره‌ای) در بستر حاوی خاک برگ، شن و خاک لوم به نسبت (۱:۱:۲) در گلخانه (دمای ۳±۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد روز و ۳±۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد شب با رطوبت نسبی ۶۰-۷۰ درصد) کشت و بعد از ۴۵ روز (مرحلهٔ ۴-۵ برگی) نشاها به مزرعه انتقال داده شدند. فاصلهٔ ردیف‌ها ۹۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ بوته‌ها ۳۰ سانتی‌متر، در نظر گرفته شد.

دو هفته پس از استقرار کامل بوته ها در خاک، نخستین محلول‌پاشی برگی با مگافول (کود مکمل تولیدی شرکت Valagro ایتالیا حاوی ۳ درصد نیتروژن کل شامل یک درصد نیتروژن آلی و دو درصد نیروژن بصورت اوریک، ۸ درصد اکسیدپتاسیم، ۹ درصد کربن آلی، pH ۶/۵ و EC ۰/۳ میلی زیمنس بر سانتی متر) در مرحلهٔ ۵-۶ برگی حقیقی، شروع شد و محلول‌پاشی برگ‌ها جمعاً هفت بار و به فاصلهٔ هر ۱۰ روز یک‌بار انجام گرفت و محلول‌پاشی هر بوته تا زمانی ادامه داشت که تمام برگ‌های بوته با محلول مگافول خیس شدند. اعمال تنش کم آبی، یک هفته پس از محلول پاشی مگافول انجام شد. نیاز آبی گیاهان شاهد به‌صورت روزانه و با استفاده از میانگین بلند مدت پارامترهای هواشناسی ایستگاه سینوپتیک زنجان و به کمک روابط ۱ و ۲ محاسبه شد. پس از محاسبه حجم آب آبیاری تیمار شاهد (۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه)، نیاز آبی تیمارهای کم‌آبیاری بر اساس درصدهای کم‌آبیاری از روی آن محاسبه شد [۶].

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{(T+273)} u_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (۱)$$

$$ET_c = K_c . ET_0 \quad (۲)$$

ET_0: تبخیر-تعرق گیاه مرجع (چمن) ($mm.day^{-1}$)؛ R_n: تشعشع خالص در سطح گیاه ($MJ.m^{-2}.d^{-1}$)؛ G: جریان

Archive of SID
www.SID.ir

گرمایی خاک ($MJ.m^{-2}.d^{-1}$)؛ T: متوسط درجهٔ حرارت هوا در ارتفاع ۲ متری (°C)؛ u_2: سرعت باد اندازه‌گیری شده در ارتفاع ۲ متری ($m.sec^{-1}$)؛ $e_a - e_d$: کمبود فشار بخار اندازه گیری شده در ارتفاع ۲ متری (kpa)؛ Δ: شیب منحنی فشار بخار ($kpa.°C^{-1}$)؛ γ: ثابت سایکرومتری ($kpa.°C^{-1}$)؛ 900: ضریبی برای گیاه مرجع ($kJ^{-1}kg°Kd^{-1}$)؛ 0.34: ضریب باد برای گیاه مرجع ($sec.m^{-1}$)؛ ET_c: تبخیر-تعرق گیاه ($mm.day^{-1}$)؛ ET_0 :K_c: ضریب گیاهی (بدون واحد) [۶]. مقادیر ضرایب گوجه فرنگی در مرحلهٔ اولیه رشد ۰/۶، مرحله توسعه ۱/۱۵ و در نقطه نهایی رشد ۰/۷ در نظر گرفته شد [۶]. میزان حجم آب آبیاری مورد نیاز، بر اساس دورهٔ رشد گیاه و سطح سایه‌انداز که در مزرعه اندازه‌گیری می‌شد و مساحت اختصاصی گیاه محاسبه می‌شد. برای محاسبهٔ نیاز آبی به ازای هر بوته، مجموع آب داده شده در طول دورهٔ رشد به هر بوته محاسبه شد که در این صورت مقدار نیاز آبی هر بوته برای تیمار شاهد (۱۰۷/۹۴ لیتر) برآورد شد. نیاز آبی سایر تیمارها (تیمارهای تنش آبی) بر اساس نیاز آبی تیمار شاهد و درصد تنش آبی (۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه)، برآورد و توزیع شد. در نهایت به منظور توزیع مقدار آب محاسبه شده به گیاه، در مزرعه با اندازه‌گیری حجم آب آبیاری خروجی از روزنه‌های قطره‌چکان‌ها، حجم آب خروجی اندازه‌گیری و کنترل می‌شد. دبی قطره‌چکان‌ها ۲ لیتر در ساعت بود، در این آزمایش از نوار آبیاری قطره‌ای استفاده شد که قطره‌چکان به صورت روزنه بر روی نوار ایجاد شده بود.

برای ارزیابی تعداد میوه در هر بوته و وزن تک میوه و عملکرد بوته، میوه های هر بوته در مرحله رنگ قرمز برداشت و وزن شد و در نهایت تعداد میوه برای هر بوته شمارش و وزن متوسط میوه و عملکرد بوته بر حسب گرم به دست آمد. محتوای ویتامین ث یا اسید آسکوربیک موجود در میوه با استفاده از روش یدومتریک و بر حسب میلی گرم در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه محاسبه شد [۲]. رابطه کارآیی مصرف آب با استفاده از رابطهٔ (۳) محاسبه شد.

(۳)

کارآیی مصرف آب = عملکرد (kgh^{-1}) / آب مصرفی (m^3h^{-1})

برای اندازه گیری مواد جامد محلول کل از رفراکتومتر دستی مدل (ATAGO Brixo-32%) استفاده شد. نخست عصارهٔ خالص میوه ها گرفته شد و مقدار مواد جامد محلول کل به‌صورت درصد بریکس محاسبه شد. سفتی بافت میوه در سه قسمت مشخص بافت میوه با دستگاه سفتی سنج دستی مدل (Mc cormic-FT 327) ساخت کشور ایتالیا، با سطح مقطع هشت میلی‌متر انجام گرفت و بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع ثبت شد. اسید قابل تیتراسیون آب میوه گوجه‌فرنگی با تیتر کردن آن با سود ۰/۱ نرمال و بر حسب اسید سیتریک مطابق با رابطهٔ (۴) محاسبه شد [۲].

درصد اسیدیته =(100×0.0064×V)/5 (۴)

در این رابطه، Vحجم سود مصرفی برای نمونه است.

pH با استفاده از pH متر مدل (Consort-c863) ساخت بلژیک تعیین شد. میزان لیکوپن با اسپکتروفتومتر UV/Vis مدل Jas.Co 7800 به روش باربا و همکاران [۱۱] اندازه‌گیری شد. ۲/۵ گرم از نمونه درون ارلن مایر توزین شد. چهار میلی لیتر آب مقطر به آن افزوده و به‌مدت یک دقیقه روی همزنی مغناطیسی همزده شد. سپس ۵۰ میلی‌لیتر حلال (هگزان/استون/اتانول مطلق با نسبت ۱/۱/۲) به آن افزوده شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه روی همزن مغناطیسی همزده شد. آن گاه پس از افزودن ۷/۵ میلی لیتر آب مقطر به مدت پنج دقیقه دیگر همزده شد. پس از آن ارلن را ثابت قرار داده تا دو لایه از هم تفکیک شوند. از لایهٔ زرد رنگ بالایی که حاوی لیکوپن است با دقت مقداری برداشته و ۱۰ تا ۱۰۰ برابر آن را با هگزان رقیق شد و جذب آن در ۵۰۲ نانومتر به‌وسیلهٔ اسپکتروفتومتر (اسپکتروفتومتر

Archive of SID
www.SID.ir

JENWAY مدل UV-6505) خوانده شد. مقدار لیکوپن برحسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم بافت محاسبه شد.

تجزیه داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS Ver. 9.0 انجام شد و میانگین‌های حاصل با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد مقایسه شد.

۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف آبیاری اثر معناداری در سطح پنج درصد بر صفات تعداد میوه، وزن میوه، سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول کل میوه، اسید قابل تیتراسیون، لیکوپن میوه، عملکرد بوته و کارآیی مصرف آب داشتند (جدول ۴). در میان سطوح مگافول از نظر تعداد میوه، وزن میوه، سفتی بافت میوه، لیکوپن، عملکرد بوته و کارآیی مصرف آب اختلاف معناداری در سطح احتمال پنج درصد مشاهده شد (جدول ۴). اثر متقابل آبیاری و مگافول در صفات تعداد میوه، اسید قابل تیتراسیون میوه و عملکرد بوته در سطح پنج درصد معناداری بود (جدول ۴).

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک	ماده آلی (٪)	پتاسیم ($g.kg^{-1}$)	سدیم ($g.kg^{-1}$)	کلسیم ($g.kg^{-1}$)	نیتروژن (٪)	EC ($dS.m^{-1}$)	pH
۳۷	۳۸	۲۵	لوم رسی	۰/۹۴	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۷	۱/۴۹۲	۷/۴۲

جدول ۲. نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده

pH	EC ($dS.m^{-1}$)	سدیم ($mg.L^{-1}$)	پتاسیم ($mg.L^{-1}$)	کلسیم ($mg.L^{-1}$)	منیزیم ($mg.L^{-1}$)	کلر ($mg.L^{-1}$)	کربنات ($mg.L^{-1}$)	بی‌کربنات ($mg.L^{-1}$)
۶/۵	۲/۳۵	۵۰/۰	۰/۰	۲۵۸/۴۵	۱۰۳/۷	۵۸۲/۲	۰/۰	۱۹۵/۲

جدول ۳. مشخصات ایستگاه هواشناسی سینوپتیک زنجان و میانگین بلند مدت (۵۴ ساله) پارامترهای هواشناسی

ارتفاع از سطح دریا(m)	عرض جغرافیایی (شمالی)	طول جغرافیایی (شرقی)	دمای متوسط (°C)	ساعات آفتابی	بارندگی (mm)	رطوبت نسبی (٪)	سرعت باد (ms^{-1})	نمایه اقلیم آمبرژه
۱۶۶۳	۳۶°۴۱′	۴۸°۲۹′	۱۱	۲۷۵۸/۱	۳۰۴	۵۶	۱/۴	نیم‌خشک سرد

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۴. نتایج تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی مگافول بر عملکرد و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی رقم ریوگراند تحت شرایط تنش کم آبی

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد میوه	وزن میوه	سفتی بافت میوه	مواد جامد محلول کل	pH آب میوه	اسید قابل تیتراسیون	ویتامین ث	لیکوپن	عملکرد بوته	کارآیی مصرف آب
تکرار	۲	۲/۱۴*	۰/۸۱ns	۰/۰۰۱*	۰/۰۴ns	۰/۰۰۰۴ns	۰/۱۲ns	۰/۱۳*	۰/۰۰۹ns	۹۱۸۷۴/۴۳*	۶/۵۶*
آبیاری	۲	۱۵۷۰/۹۲*	۲۶۶۷/۴۸*	۰/۰۰۱*	۰/۳۸*	۰/۰۰۰۶ns	۰/۴۹*	۰/۰۲ns	۰/۰۸۹*	۱۱۶۹۸۵۴۱/۴۴*	۹۸/۴۸*
خطای کرت اصلی	۴	۱/۰۳	۰/۵۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۰۳	۱۱۴۷۵۶/۷۶	۹/۷۴
مگافول	۳	۷۷/۰۵*	۸۹/۴۴*	۰/۰۰۳*	۰/۰۱ns	۰/۰۰۰۴ns	۰/۱۴ns	۰/۰۱ns	۰/۰۲*	۲۸۹۴۸۲/۶۲*	۱۸/۷۲*
آبیاری× مگافول	۶	۴/۴۸*	۱/۵۹ns	۰/۰۰۰۴ns	۰/۰۰۷ns	۰/۰۰۰۴ns	۰/۲۶*	۰/۰۷ns	۰/۰۱ns	۴۸۴۱۴/۱۸*	۰/۴۸ns
خطای کرت فرعی	۱۸	۰/۵۶	۰/۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۱	۰/۰۳	۰/۰۰۷	۵۵۳۵/۱۵	۰/۵۶
ضریب تغییرات	—	۲/۱۷	۱/۷۰	۱/۷۳	۷/۱۰	۰/۷۷	۱۷/۲۴	۷/۲۵	۱۱/۳۱	۳/۰۲	۳/۷۵

* و ns : به‌ترتیب معناداری در سطح احتمال ۵ درصد و عدم معناداری.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری بر صفات مورد بررسی

سطوح آبیاری (درصد نیاز آبی گیاه)	وزن میوه (g)	عملکرد کل ($kg.ha^{-1}$)	سفتی بافت میوه ($Kg.cm^{-2}$)	مواد جامد محلول کل (٪Brix)	لیکوپن ($g.lit^{-1}$)	کارآیی مصرف آب ($Kg.m^{-3}$)
۱۰۰	۷۱/۵ a	۱۲۱۴۲۲ a	۰/۹۷ a	۲/۰۵ c	۰/۸۴ a	۲۰/۳۴ b
۷۵	۵۴/۳ b	۱۰۱۰۷۳/۹ b	۰/۹۶ ab	۲/۲۳ b	۰/۸۱ a	۲۲/۵۷ a
۵۰	۴۱/۸ c	۵۰۴۰۷/۳ c	۰/۹۵ b	۲/۴۱ a	۰/۶۸ b	۱۶/۸۸ c

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند فاقد اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن هستند.

جدول ۶. مقایسهٔ میانگین اثر سطوح مختلف مگافول بر صفات مورد بررسی

سطوح مگافول ($ml.lit^{-1}$)	وزن میوه (g)	عملکرد کل ($kg.ha^{-1}$)	سفتی بافت میوه ($Kg.cm^{-2}$)	لیکوپن ($g.lit^{-1}$)	کارآیی مصرف آب ($Kg.m^{-3}$)
شاهد	۵۲ d	۸۳۵۴۴/۳ d	۰/۹۳ c	۰/۷۱ b	۱۸/۲۹ d
۱	۵۵ c	۸۸۵۱۱c	۰/۹۷ ab	۰/۷۹ ab	۱۹/۴۵ c
۲	۵۹/۳ a	۹۹۲۵۵/۴ a	۰/۹۵ b	۰/۸۳ a	۲۱/۷۸ a
۳	۵۷/۳ b	۹۲۵۶۲/۸ b	۰/۹۸ a	۰/۷۸ ab	۲۰/۲۶ b

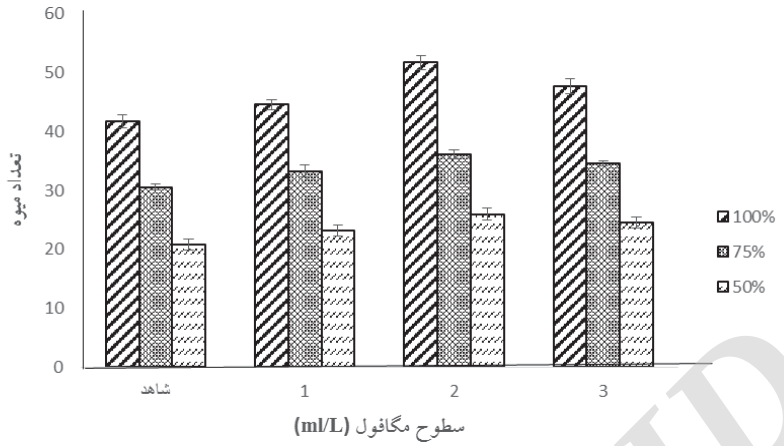
میانگین‌های صفاتی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند فاقد اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

۱.۳. تعداد میوه، وزن میوه و عملکرد

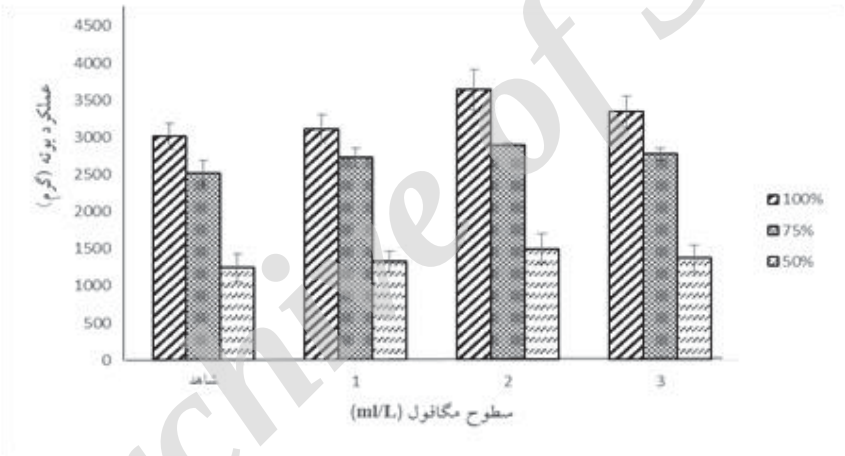
تنش کم آبی تعداد میوه در بوته و وزن متوسط میوه را کاهش داد. بیشترین وزن میوه (۷۱/۵۶ گرم) در گیاهان دارای آبیاری کامل و کمترین وزن میوه (۴۱/۸۶ گرم) در تیمار کم آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه حاصل شد (جدول ۵). اثر متقابل آبیاری و تیمار مگافول روی تعداد میوه و عملکرد بوته و عملکرد کل معنادار بود. به‌طوری که بیشترین تعداد میوه (۵۱/۷) در سطح مگافول ۲ میلی‌لیتر در لیتر در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کمترین تعداد میوه (۲۰/۸) در تیمار مگافول صفر (شاهد) در شرایط تنش کم آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه حاصل شد (شکل ۱). بیشترین میزان عملکرد بوته و عملکرد کل در سطح مگافول ۲ میلی لیتر در لیتر در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کمترین مقدار عملکرد بوته و کل در سطح مگافول صفر تحت تنش کم آبی ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه مشاهده شد (شکل۲).

در آزمایشی بر روی گوجه فرنگی، کاهش تعداد میوه در اثر کم‌آبیاری قسمتی از ریشه گزارش شد [۲۶]. گیاهان گوجه‌فرنگی به تنش آبی حساس بوده و رشد رویشی و عملکرد کل آن در شرایط تنش کم‌آبی کاهش می‌یابد [۲۰]. علت کاهش تعداد میوه و وزن میوه را می توان بدین صورت بیان کرد که ریشه های گیاهان، مواد غذایی و آب را از سطوح بالایی خاک در شرایطی که تنش کم آبی نباشد جذب می‌کنند و ۲۵ سانتی‌متر اول ناحیه ریشه در پروفیل خاک ۴۰ درصد آب جذب شده را در اختیار گیاه قرار می‌دهد [۱۷]. در تیمارهای مختلف مگافول بیشترین وزن میوه (۵۹/۳۲ گرم) در تیمار مگافول ۲ میلی لیتر در لیتر و کمترین وزن (۵۲ گرم) در تیمار شاهد (فاقد مگافول) مشاهده شد (جدول۶).

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱. اثر سطوح مختلف مگافول بر تعداد میوهٔ گوجه‌فرنگی رقم ریوگرند تحت شرایط تنش کم‌آبی



شکل ۲. اثر سطوح مختلف مگافول بر عملکرد بوتهٔ میوهٔ گوجه‌فرنگی رقم ریوگرند تحت شرایط تنش کم‌آبی

در آزمایشی بر روی گوجه فرنگی، کاهش تعداد میوه در اثر کم‌آبیاری قسمتی از ریشه گزارش شد [۲۶]. گیاهان گوجه‌فرنگی به تنش آبی حساس بوده و رشد رویشی و عملکرد کل آن در شرایط تنش کم‌آبی کاهش می‌یابد [۲۰]. علت کاهش تعداد میوه و وزن میوه را می توان بدین صورت بیان کرد که ریشه های گیاهان، مواد غذایی و آب را از سطوح بالایی خاک در شرایطی که تنش کم آبی نباشد جذب می‌کنند و ۲۵ سانتی‌متر اول ناحیه ریشه در پروفیل خاک ۴۰ درصد آب جذب شده را در اختیار گیاه قرار می‌دهد [۱۷]. در تیمارهای مختلف مگافول بیشترین وزن میوه (۵۹/۳۲ گرم) در تیمار مگافول ۲ میلی لیتر در لیتر و کمترین وزن (۵۲ گرم) در تیمار شاهد (فاقد مگافول) مشاهده شد (جدول۶).

چهار محرک زیستی مختلف، Radifarm، Megafol، Viva و Benefit موجب افزایش عملکرد فلفل دلمه‌ای زرد در کشت هیدروپونیک و به‌طور همزمان بهبود کیفیت میوه

Archive of SID
www.SID.ir

در طول فصل گرم تابستان شدند [۲۲]. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه کاهش عملکرد به‌دلیل کاهش وزن میوه و تعداد میوه در بوته حاصل شد که به‌دلیل کاهش آب‌میوه در اثر تنش کم‌آبی است. اسیدآمینه‌های موجود در مگافول، از طریق فعال‌سازی هورمون‌های مؤثر در تشکیل گل و میوه باعث بهبود جوانه‌زنی دانه‌های گرده و افزایش گل‌دهی و میوه‌دهی می‌شوند[۸]. همچنین، کاربرد مقدار ناچیزی از نیتروژن از منبع کودی آمینواسیدی باعث افزایش اسیدآمینه‌های فعال در گیاه می‌شود و کاربرد اسیدآمینه‌های حاوی پرولین بر اندام‌های زایشی گیاه باعث افزایش باروری و افزایش متابولیسم در گیاه و تسریع بلوغ می‌شود[۲۸].

۲.۳. سفتی بافت میوه

نتایج نشان داد که تنش کم‌آبی موجب کاهش سفتی بافت میوه شد. به‌طوری که کاهش آبیاری از ۱۰۰ درصد به ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، باعث کاهش سفتی بافت میوه از ۰/۹۷ به ۰/۹۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع شد (جدول ۵). بین تیمارهای مختلف مگافول از نظر سفتی بافت میوهٔ گوجه‌فرنگی اختلاف معناداری مشاهده شد. بیشترین (۰/۹۸ کیلوگرم بر سانتی‌متر) و کمترین سفتی بافت میوه (۰/۹۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر) به‌ترتیب در تیمار ۳ میلی‌لیتر در لیتر مگافول و تیمار فاقد مگافول (شاهد) به‌دست آمد (جدول ۶). استحکام میوه گوجه فرنگی از عوامل مهم کیفیت بوده و از چند جنبه دارای اهمیت است. میوه‌هایی که دارای استحکام کافی نیستند، هنگام حمل و نقل آسیب دیده و از قابلیت نگهداری و بازارپسندی کمتری برخوردارند. سفتی یکی از ویژگی‌های کیفی مهم میوه گوجه‌فرنگی است که بیانگر خواص سطحی و داخلی آن است. استحکام میوهٔ گوجه فرنگی با تغییرات کمی و کیفی مواد پکتینی در مراحل مختلف رسیدگی ارتباط مستقیم دارد [۳].

با توجه به اینکه در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، آب در مدت‌زمان بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد موجب نرم‌تر شدن بافت میوه‌ها شد. اسیدآمینه‌ها دارای ویژگی کلات کنندگی عناصر ریزمغذی ازجمله کلسیم هستند و جذب و انتقال این عناصر را به درون گیاه آسان‌تر می‌کنند [۳۰].

۳.۳. مواد جامد محلول کل میوه

مقدار مواد جامد محلول کل میوه در آبیاری کامل نسبت به دیگر آبیاری‌ها کمتر بود (جدول ۵). بیشترین (۲/۴۱ درصد بریکس) و کمترین (۲/۰۵ درصد بریکس) مواد جامد محلول کل میوه به‌ترتیب در تیمار ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه حاصل شد. نتایج مشابهی توسط سایر محققان در خصوص افزایش مواد جامد محلول کل میوه گوجه‌فرنگی در شرایط کم‌آبیاری گزارش شده است [۷]. افزایش بیوسنتز قند در گیاهان تیمار شده با محرک‌های زیستی در چندین گونه مشخص شده است که با افزایش میزان کلروفیل، فتوسنتز خالص و بازده کوانتومی فتوسیستم II در ارتباط است [۱۲]. نتایج نشان داد که مواد جامد محلول کل میوه در تیمارهای تنش کم‌آبی از تیمارهای شاهد بیشتر بوده که دلیل آن را می‌توان به این صورت بیان کرد که تجزیهٔ مواد نشاسته در شرایط تنش و بالا رفتن میزان مواد جامد محلول کل میوه را به دنبال دارد که این مطلب معمولاً در فرآیند صنایع غذایی اهمیت دارد [۲۶] که با نتایج به‌دست آمده در این آزمایش دربارهٔ افزایش میزان مواد جامد محلول کل میوه در تیمارهای تنش کم‌آبی مطابقت دارد. همچنین کاهش آبیاری منجر به کاهش محتوای آب میوه شده در نتیجه باعث بهبود مقدار مواد جامد محلول میوه می‌شود. [۳۱].

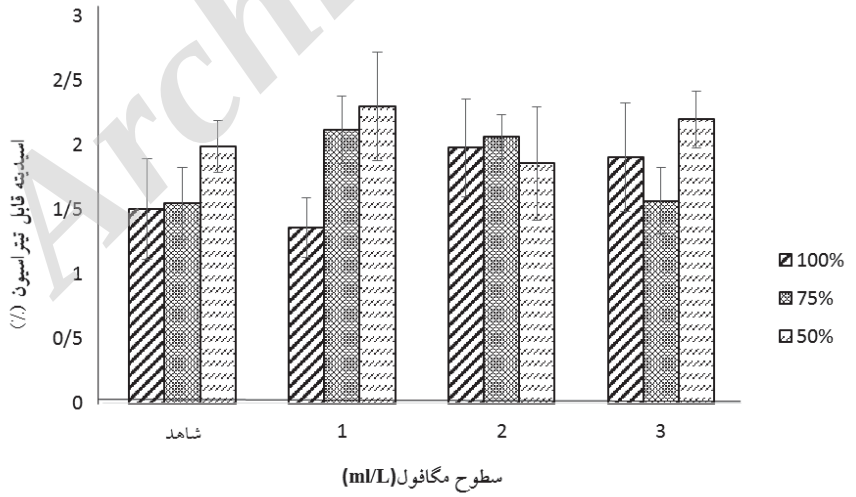
Archive of SID
www.SID.ir

۴.۳. اسید قابل تیتراسیون

بر اساس یافته های این مطالعه، تنش کم‌آبی منجر به افزایش اسید قابل تیتراسیون شد، نتایج اثر متقابل نشان داد که بیشترین اسید قابل تیتراسیون (۲/۳ درصد) در سطح مگافول یک میلی لیتر در لیتر در آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، مشاهده شد (شکل ۳). نتایج حاصل با نتایج مطالعات پیشین که گزارش کردند تنش کم آبی مقدار اسید قابل تیتراسیون را در گوجه‌فرنگی بهبود می‌بخشد همخوانی دارد [۷ و ۲۳].

در گیاهانی که دارای آبیاری همراه با تنش‌های کم‌آبی بوده‌اند تنش، شرایطی را به وجود آورده که رابطهٔ مستقیم اسید قابل تیتراسیون میوه را با میزان آب در دسترس گیاه نشان می دهد. در شرایطی که گیاه آب کمتری در دسترس داشته باشد و همچنین با تغییر میزان آبیاری و تحریک ریشه های مویین در گیاه و جذب بهتر آب، شرایط تنش موجب می شود این صفت در گیاه افزایش یابد. در تحقیقی دیگر گزارش شده است که در تیمار کم آبیاری قسمتی از ریشه، اسید قابل تیتر میوهٔ گوجه‌فرنگی افزایش یافته است [۲۵].

در گیاهانی که دارای آبیاری همراه با تنش های کم آبی بوده اند تنش شرایطی را به وجود آورده که رابطهٔ مستقیم اسید قابل تیتراسیون میوه را با میزان آب در دسترس گیاه نشان می دهد در شرایطی که گیاه آب کمتری در دسترس داشته باشد و همچنین با تغییر میزان آبیاری و تحریک ریشه های مویین در گیاه و جذب بهتر آب، شرایط تنش موجب می شود این صفت در گیاه افزایش یابد. اسیدهای آمینه به‌کاررفته در فرمولاسیون این محرک‌های زیستی با افزایش نسخه‌برداری mRNA تا میزان دو نیم برابر، فعال‌سازی هورمون‌های مؤثر در رشد زایشی، فعال‌سازی فرایندهای تشکیل کربوهیدرات ها، افزایش جذب و انتقال عناصر و افزایش میزان پروتئین در گیاهان موجب بهبود ویژگی‌های کیفی و کمی در مدت‌زمان کوتاه‌تری به‌خصوص در شرایط تنش‌های محیطی شده باشند [۲۷].



شکل ۳. اثر سطوح مختلف مگافول بر اسید قابل تیتراسیون میوهٔ گوجه‌فرنگی رقم ریوگرند تحت شرایط تنش کم‌آبی

Archive of SID
www.SID.ir

۵.۳. لیکوپن

لیکوپن به طور غالب در کلروپلاست بافت گیاه وجود دارد و بیوسنتز آن در گوجه فرنگی در طول فرآیند رسیدن انجام می‌شود که طی آن کلروپلاست به کروموپلاست تبدیل می شود [۱۶]. بیشترین مقدار لیکوپن در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه (۰/۸۴ گرم بر لیتر) و کمترین مقدار لیکوپن (۰/۶۸ گرم بر لیتر) در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد (جدول ۵). تنش خشکی بطور مستقیم با کاهش هدایت روزنه‌ای برگ‌ها باعث کاهش فتوسنتز می‌شود که کاهش فتوسنتز منجر به کاهش انتقال متابولیت های اولیه از برگ‌ها به میوه می‌شود که این متابولیت‌های اولیه منبع اصلی بیوسنتز ترکیباتی مانند کارتنوئیدها و آسکوربات است و همچنین تنش خشکی به طور غیرمستقیم با تشدید تنش اکسیداتیو مسیر سنتز این ترکیبات را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۷].

اثر مگافول بر مقدار لیکوپن معنادار بود به طوری که در تیمار فاقد مگافول (شاهد) مقدار لیکوپن ۰/۷۱ گرم بر لیتر و در تیمار مگافول ۲ میلی لیتر در لیتر مقدار لیکوپن ۰/۸۳ گرم بر لیتر مشاهده شد (جدول ۳). محرک های رشد بر پایه اسیدآمینه (حاوی پرولین) به‌عنوان محافظ اسمزی در مقابل تنش کم‌آبی عمل کرده و افزایش آن به‌منظور تنظیم اسمزی سلول همراه با افزایش کارتنوئیدها که نقش در محافظت از غشای تیلاکوئیدی دارد، انجام می‌شود [۱۹].

۶.۳. کارآیی مصرف آب

نتایج مقایسه میانگین کارآیی مصرف آب در سطوح مختلف تأمین آب نشان داد که تمامی تفاوت های مشاهده شده بین میانگین کارآیی مصرف آب معنادار هستند. بیشترین کارآیی مصرف آب مربوط به تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه (۲۲/۵۷ کیلوگرم بر متر مکعب) و کمترین کارآیی مصرف آب مربوط به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (۱۶/۸۸ کیلوگرم بر متر مکعب) است (جدول ۵). نتایج نشان داد که در تیمار مگافول ۲ میلی لیتر در لیتر، بیشترین (۲۱/۷۸ کیلوگرم بر متر مکعب) و تیمار شاهد، کمترین (۱۸/۲۹ کیلوگرم بر متر مکعب) کارآیی مصرف آب دیده شد (جدول ۶) که موجب افزایش ۱۶ درصدی کارآیی مصرف آب شد. پاتانه و همکاران [۱۸] و کاسکو و همکاران [۲۳] بیان داشتند اعمال تنش کم آبیاری ملایم، کارآیی مصرف آب را بهبود بخشید و تنش آبی شدید کارآیی مصرف آب را کاهش داد. شرایعی و همکاران [۴] با کاهش میزان آب آبیاری در گوجه فرنگی گزارش دادند که نخست کارآیی مصرف آب افزایش یافت، ولی کاهش بیشتر آب، باعث کم شدن کارآیی مصرف آب شد. در تنش ملایم ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه، چون با کاهش میزان آب مصرفی عملکرد با نسبت کمتری کاهش‌یافته است. بنابراین، کارآیی مصرف آب افزایش یافت و دلیل کاهش کارآیی مصرف آب در تنش کم آبی ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به این خاطر است که با کاهش آب آبیاری میزان عملکرد کم شده است. تیمار کودی اسیدآمینه با کاهش مقاومت روزنه‌ها موجب کاهش باز بودن روزنه‌های گیاه شده و کاهش تبخیر و تعرق آب و افزایش محتوای نسبی آب برگ را سبب شده و درنتیجه کارآیی مصرف آب را در تنش افزایش می‌دهد [۳۲].

۴. نتیجه‌گیری

مقدار آب آبیاری و روش های مدیریت آبیاری آثار متفاوتی از نظر عملکرد و ویژگی‌های کیفی در گیاهان ایجاد می کند. با توجه به نتایج حاصل می توان بیان داشت که سطوح بالای تنش کم آبی (۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) با کاهش تعداد میوه و وزن میوه موجب کاهش شدید عملکرد در میوه گوجه‌فرنگی گردید. اعمال سطح آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه اگرچه باعث کاهش ۱۶/۷۵ درصد

Archive of SID
www.SID.ir

عملکرد شد ولی باعث افزایش ۹/۹ درصدی کارآیی مصرف آب شد و ۲۵ درصد در مصرف آب صرفه جویی شد. تنش کم‌آبی تأثیر معناداری بر میزان محتوای ویتامین ث و اسیدیته میوه نداشت. مقایسهٔ تیمارهای مختلف مگافول در این پژوهش نشان می‌دهد که کاربرد مگافول ۲ میلی لیتر در لیتر موجب بهبود عملکرد، کارآیی مصرف آب و خصوصیات کیفی میوهٔ گوجه فرنگی (لیکوپن و سفتی بافت میوه) می‌شود که این آثار در شرایط آبیاری نرمال بیشتر از شرایط تنش بوده است و در شرایط تنش مگافول تأثیر چشمگیری نشان نداد. با توجه به اینکه مگافول موجب افزایش فتوسنتز، جذب عناصر غذایی و تولید گیاه می‌شود می‌توان از مگافول به جای عناصر شیمیایی استفاده کرد زیرا علاوه بر اینکه مصرف کودهای شیمیایی هزینه های بالایی داشته و موجب آلودگی محیط زیست نیز می‌شوند. بنابراین، استفاده از کودهایی با منابع طبیعی می تواند سبب کاهش مصرف کودهای شیمیایی در زمینهٔ تولید گوجه فرنگی برای نیل به سیستم کشاورزی پایدار شود.

منابع

۱. باغانی ج. و علیزاده ا. (۱۳۷۹) عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب در آبیاری قطره ای و شیاری. مجلهٔ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۱۸(۵): ۱-۱۰.

۲. جلیلی مرندی ر. (۱۳۹۱) فیزیولوژی بعد از برداشت. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۵۹۴ ص.

۳. رحمانی ا. (۱۳۷۴) اثر تغذیه برگی بر روی صفات کمی و کیفی گوجه فرنگی رقم اورا بانا در منطقه کرج. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. تهران.

۴. شرایعی پ.، سبحانی ع. و رحیمیان س. (۱۳۸۴) تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری و کود پتاسیم بر عملکرد، کارآیی مصرف آب و کیفیت میوهٔ گوجه‌فرنگی رقم پتو ارلی سی اچ. مجلهٔ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۲۷(۷): ۷۵-۸۶.

۵. گلکار ف.، فرهمند ع. و فرداد ح. (۱۳۸۶) تأثیر میزان آب آبیاری بر عملکرد و بازده مصرف آب در گوجه‌فرنگی رقم اورا بانا. فصلنامهٔ علمی پژوهشی مهندسی منابع آب. ۱(۱): ۱۳-۲۰.

۶. وزیری ژ.، سلامت ع. انصاری م. مسجی م. حیدری ن. و دهقانی‌سانیچ ح. (۱۳۸۷) تبخیر-تعرق گیاهان (دستورالعمل محاسبهٔ آب مورد نیاز گیاهان) (ترجمه). انتشارات کمیتهٔ ملی آبیاری و زهکشی ایران، چاپ اول، تهران.

7. Agbemafle R., Owusu-Sekyere J., Bart-Plange A. and Otchere J. (2014) Effect of deficit irrigation and storage on physicochemical quality of tomato (lycopersicon esculentum mill. var. pechtomech). Food Science and Quality Management. 34: 113–120.

8. Amanda A., Ferrante A., Valagussa M. and Piaggesi A. (2008) Effect of biostimulants on quality of baby leaf lettuce grown under plastic tunnel. Acta Horticulturae. 807:407-412.

9. Araujo J., Gonçalves P. and Martel F.) 2011(Chemopreventive effect of dietarypoly phenols in colorectal cancer cell lines. Nutrition Research. 31(2): 77-87.

10. Ashraf M.A. and Harris P.J. (2005) Abiotic stresses: plant resistance through breeding and molecular approaches. The Haworth Press, New York. pp. 277-300.

11. Barba A.O., Hurtado M.C., Mata M.S., Ruiz V.F. and De Tejada M.L.S. (2006) Application of a UV–vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β-carotene in vegetables. Food Chemistry. 95(2): 328–336.

Archive of SID
www.SID.ir

12. Basiouny F.M. and Maloney M. (1994) Influence of water stress on abscisic acid and ethylene production in tomato in different PAR levels. Journal of Horticultural Science. 69(3): 535-541.

13. FAO. (2014) FAOSTAT. Available at http://faostat3.fao.org/home/index.html (accessed on 08.14.13.(

14. Gawronaka H. (2008) Biostimulators in modern agriculture (general aspects). Arysta Life Science. Published by the Editorial House Wies Jutra, Limited. Warsaw. 7- 25.

15. Gheorghe M., Gidea M., Rosca I. and Dimasis K. (2014) Research regarding the treatments with bio-stimulator at maize crop. Scientific Papers-Series A, Agronomy. 57: 192-196.

16. Hochmuth G.J. (1998) Response of mulched lettuce, cauliflower and tomato to Megafol bio stimulant 98-08. North Florida Research and Education Center Suwannee Valley, University of Florida. Booklet.

17. Jureková Z., Németh-Molnár K. and Paganová V. (2011) Physiological responses of six tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) cultivars to water stress. Journal of Horticulture and Forestry. 3(10): 294-300.

18. Kuscu H., Turhan A. and Demir A.O. (2014) The response of processing tomato todeficit irrigation at various phenological stages in a sub-humid environment. Agricultural Water Management. 133: 92–103.

19. Marija S., Stolfa I., Lisjak M., Stanisavljevic A., Vinkovic T., Agric D., Paradikovic N., Teklic T., Engler M. and Klesic K. (2010(Strawberry (Fragaria xananassa Duck.) leaf anti-oxidative response to bio stimulators and reduced fertilization with N and K. Poljopriverda. 16(1): 50-56.

20. Miguel A. and Francisco M. (2007) Response of tomato plants to deficit irrigation under surface or subsurface drip irrigation. Journal of Applied Horticulture. 9(2): 97-100.

21. Parađiković N., Vinković T. and Radman D. (2008) The influence of bio stimulators on seed germination of flower species. Seed. 25(1): 25-33.

22. Parađiković N., Vinković T., Vinković Vrček I., Žuntar I., Bojić M. and Medić-Šarić M. (2011) Effect of natural bio stimulants on yield and nutritional quality: an example of sweet yellow pepper (Capsicum annuum L.) plants. Journal of the Science of Food and Agriculture. 91(12): 2146-2152.

23. Patane C., Tringali S. and Sortino O. (2011) Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. Scientia Horticulturae 129: 590-596

24. Petrozza A., Santaniello A., Summerer S., Di Tommaso G., Di Tommaso D., Paparelli E. and Cellini F. (2014) Physiological responses to Megafol® treatments in tomato plants under drought stress. A phenomic and molecular approach. Scientia Horticulturae. 174: 185-192.

25. Sobeih W.Y., Dodd I.C., Bacon M.A., Grierson D. and Davies W.J. (2004) Long distance signals regulating stomatal conductance and leaf growth in tomato (Lycopersicon esculentum) plants subjected to partial root-zone drying. Journal of Experimental Botany. 55(407): 2353-2363.

26. Stikic R., Popovic S., Srdic M., Savic D., Jovanovic Z., Prokic L.J. and Z. dravkovic J. (2003) Partial root drying (PRD): a new technique for growing plants that saves water and improves the quality of fruit. Plant Physiology. 29(3-4): 164-171.

Archive of SID
www.SID.ir

27. . Thomas J., Mandal A.K.A., Raj Kumar R. and Chordia A. (2009) Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of Tea (Camellia sp.). International Journal of Agricultural Research. 4: 228 –236.

28. Venecamp J.H. and Koot J.T.M.) 1988(Alterations of free amid and amino acid contents during the development of Maize plant, Zea mays L. Annals of Botany. 62: 589-596.

29. Wang F., Kang S., Du T., Li F. and Qiu R. (2011) Determination of comprehensive quality index for tomato and its response to different irrigation treatments. Agricultural Water Management. 98(8): 1228-1238.

30. Xu X.D.)1986(The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and yield in wheat. Australian Journal of Agricultural Research. 37(4): 343-350.

31. Zhanga H., Yunwu Xionga b., Guanhua Huanga b., Xu Xua b. and Quanzhong Huanga b. (2017) Effects of water stress on processing tomatoes yield, quality andwater use efficiency with plastic mulched drip irrigation in sandy soilo f the Hetao Irrigation District Huimeng. Econpapers. 179: 205-214.

32. Zotarelli L, Scholberg JM, Dukes MD, Munoz-Carpena R and 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(1): 23-34.

Archive of SID

www.SID.ir

Crops Improvement
(Journal of Agricultural Crops Production)
Vol. 19 ■ No. 4 ■ Winter 2017

Effects of foliar application of Megafol on yield, fruit quality and water use efficiency of tomato Cv. Rio Grande under water deficit stress

Zahra Esfahani[1], Taher Barzegar[2], Zahra Ghahremani[2], Jaefar Nikbakht[3]*

1. M.Sc. Student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
2. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
3. Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

Received: September 9, 2016 **Accepted: February 18, 2017**

Abstract

In order to study the effect of water deficit stress and foliar spray of Megafol on yield, fruit quality and water use efficiency (WUE) of tomato cv. Rio Grande, an experiment was carried out in a split plot based on randomized complete block design with three replications in Research Filed at the University of Zanjan, Iran in 2015. Treatments consisted arrangement of three irrigation levels (starting irrigation at 100, 75 and 50% ETc (crop evapotranspiration)) and four levels (0, 1, 2 and 3 ml/L) of Megafol. Results showed significant effects of water deficit stress on yield, fruit quality, and WUE. Megafol treatment showed significant effects on yield, fruit firmness, lycopene content, and WUE. The highest total soluble solids (2.41%) and titratable acidity (TA) (2.09) was found at 50% ETc irrigation treatment. Foliar application of 2 ml/L megafol showed the highest value of TSS (2.29%), TA (1.97%), lycopene (0.83 g/l), fruit per plant (37.94), fruit weight (59.32 g) and WUE (21.78 kg/m^3). The interaction effect of irrigation by foliar treatments had a significant effect on plant yield, fruits number per plant and TA. The maximum fruit number (51.73) and plant yield (3278.43 g) was obtained by application of 2 ml/L Megafol under 100% ETc irrigation. Also, the highest TA was achieved in 1 ml/L Megafol and 50% ETc irrigation. According to the results, foliar application of 2 ml/l Megafol improved fruit yield under normal irrigation and deficit water stress and resulted in 16% increase in WUE. Irrigation at 75% ETc level with 16% yield reduction, saved 25% of water as compared to 100% ETc treatment.

Keywords: fruit firmness, fruit weight, lycopene, total soluble solids, vitamin c.

Corresponding Author: tbarzegar@znu.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir