Archive of SID

اثرتنش‌های آبی درمراحل مختلف رشد بر کمیت وکیفیت دو رقم گوجه فرنگی (کال جی و موبیل)[1]

سید حسن موسوی فضل و علیرضا محمدی[2]

۱- چکیده:

به منظور بررسی تأثیر تنش آبی در مراحل مختلف رشد گوجه فرنگی بر خصوصیات کمی و کیفی محصول این گیاه، آزمایشی در قالب طرح اسپلیت اسپلیت پلات با سه فاکتور در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان (شاهرود) از سال ۱۳۷۹ به مدت دو سال زراعی اجرا شد. ارقام گوجه فرنگی (موبیل و کال جی) به صورت دو نوار در هر بلوک قرار گرفتند. تیمار اصلی شامل سه سطح مختلف آب آبیاری (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز گیاه) و تیمار فرعی شامل مراحل رشد گیاه در چهار سطح (نشا تا گل دهی، گل دهی تا میوه دهی، تشکیل میوه‌ها تا اولین برداشت، و پس از برداشت اول تا انتهای فصل) بود. آب مورد نیاز گیاه بر اساس داده‌های تشتک تبخیر کلاسA و سطوح آبیاری ۵۰، ۷۵، و ۱۰۰ درصد محاسبه شد و با روش آبیاری شیاری(فارو) در اختیار گیاه قرار گرفت. نتایج نشان داد که ارقام گوجه فرنگی از نظر عملکرد با هم تفاوتی ندارند. اثر متقابل مقدار آب و مرحلهٔ رشد گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار شد، به طوری‌که تنش ملایم (۷۵ درصد نیاز آبی) و شدید (۵۰ درصد نیاز آبی) در مرحلهٔ گل دهی تا میوه‌دهی عملکرد محصول را به میزان ۱۳ تن در هکتار کاهش می‌دهد. تنش آبی در سایر مراحل رشد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد محصول نداشت. تیمارهای آبی ۵۰، ۷۵، و۱۰۰ درصد به ترتیب با میانگین عملکرد ۵۸/۳ ، ۵۷ ، ٦۲ تن در هکتار اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. بنابراین به غیر از مرحلهٔ گل‌دهی تا میوه‌دهی می‌توان میزان آب مصرفی را تا ۵۰ درصد، بدون کاهش قابل توجه در عملکرد، تقلیل داد. ارقام از نظر پارامترهای pH و مواد جامد انحلال پذیر (Brix) تفاوت نداشتند اما رقم کال- جی (با نسبت گوشت به آب ۰/۲۲) در مقایسه با رقم موبیل (با نسبت ۰/۱۷) دارای میوه‌های سفت‌تری بود. تنش آبی، پارامترهای pH و مواد جامد انحلال پذیر میوه را تحت‌تأثیر قرار داد (در سطح یک درصد). با افزایش تنش آبی، میزانpH و مواد جامد انحلال پذیر افزایش یافت، به طوری که حداکثر pH و مواد جامد انحلال پذیر به ترتیب ۳/٤۷ و ٤/۹ از تیمار ۵۰ درصد مصرف آب حاصل شد. همچنین نسبت گوشت به آب میوه با افزایش تنش افزایش یافت. حداکثر کارایی مصرف آب ۹/٦ و ۹/۵ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار به ترتیب مربوط به تیمارهای سطوح آبیاری ۷۵ درصد در مرحله پس از برداشت اول تا انتهای فصل و ۵۰ درصد در مرحله نشا تا گل‌دهی بود. مقایسهٔ نتایج به دست آمده با سایر گزارشها نشان می‌دهد که چنانچه برنامه‌ریزی صحیحی جهت تنش آبی برای گیاه اعمال شود، در روش آبیاری شیاری هم می‌توان کارایی مصرف آب را تا حد زیادی بالا برد. اما به دلیل حساسیت گیاه به تنشهای یکنواخت در طول فصل، این گونه تنشها توصیه نمی‌شود.

۲- واژه‌های کلیدی:

گوجه فرنگی، مراحل رشد، تنش آبی، کیفیت، کمیت

۱- برگرفته از

۲- به‌ترتیب عضو هیئت علمی (پژوهشگر) بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان (شاهرود) و عضو هیئت علمی (پژوهشگر) بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان (شاهرود)، شاهرود - کیلومتر ۳ جاده بسطام - مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان (شاهرود)- صندوق پستی ۳۱۳-۳٦۱۵۵، تلفن ۲۲۲۷٤۷۱-۰۲۷۳، دورنگار: ۲۲۲۹۹۲۳-۰۲۷۳.

www.SID.ir

Archive of SID

۳- پیشگفتار:

منابع آب و خاک جزء سرمایه های ملی و متعلق به همهٔ نسلهاست. امروزه مقولهٔ افزایش عملکرد، یا بالا بردن تولید در واحد سطح، به ازای آب مصرفی استوار شده است. در کشور ما توجه به این امر از آن رو ضروری است که در منطقهٔ خشک و نیمه خشک واقع شده است و محدودیت بیشتر منابع آب و خاک نسبت به سایر مناطق دنیا در آن وجود دارد. بر اساس آمار و اطلاعات موجود، در حال حاضر مصرف آب در کشور حدود ۹٤ میلیارد متر مکعب در سال است که ۸٤ درصد آن در بخش کشاورزی و بقیه در بخشهای شرب، صنعت و سایر موارد به مصرف می‌رسد [۱]. با توجه به رقم بسیار بالای مصرف آب در بخش کشاورزی، اگر بتوان شرایطی فراهم کرد که با استفاده صحیح از آب فقط چند درصد در این بخش صرفه جویی شود، رقم آن بسیار قابل توجه خواهد شد. کم آبیاری[1] یک تکنیک فنی برای بهینه‌سازی میزان آب مصرفی و عملکرد محصول است که برای اغلب محصولات و در اکثر شرایط محیطی به خصوص در مواردی که محدودیت منابع آب و زمین وجود دارد، قابل اجراست. آبیاری کامل زمانی موجه و منطقی است که همراه با آن سایر عوامل تولید نیز در حد کمال باشد وگرنه آبیاری کامل فقط هدر دادن آب است [۳]. سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی در استان سمنان حدود ۱۵۰۰ هکتار با متوسط تولید ۳۰ تن در هکتار است که برای تولید آن۱۳۰۰۰-۱۰۰۰۰ متر مکعب در هکتار آب مصرف می شود. از طرفی، کارایی مصرف آب برای تولید این محصول در کشور ٤ کیلوگرم بر مترمکعب است که این رقم می‌تواند تا ۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب نیز افزایش یابد، رسیدن به رقم ۱۸ با اعمال مدیریت صحیح آبیاری، استفاده از روشهای آبیاری نوین و کم آبیاری به سهولت امکان‌پذیر است [۱].

تحقیقات نشان می‌دهد که کم آبیاری سبب افزایش درصد پروتئین گندم، درصد قند در چغندرقند و انگور و افزایش طول الیاف در کتان می‌شود [٤]. براساس تحقیقات انجام شده تنش یکنواخت درطول فصل رشد گوجه‌فرنگی عملکرد را به میزان زیادی کاهش می‌دهد [۱]. منابع موجود مراحل حساس گیاه گوجه‌فرنگی به تنش‌های آبی را زمان تشکیل گل، میوه و مرحلهٔ رشد سریع میوه ذکر کرده‌اند [۳]. کم آبیاری عملکرد و آب ذخیره شده میوه گوجه‌فرنگی را کاهش می‌دهد، اما میزان مواد جامد انحلال پذیر، درصد قند، میزان اسید سیتریک و پتاسیم را افزایش می‌دهد [٤]. مقایسهٔ روشهای آبیاری قطره‌ای و شیاری و سطح تنشهای وارده شده به گیاه گوجه‌فرنگی که باغانی و همکاران (۱۳۷۹) در محل ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق انجام دادند نشان داد که، عملکرد محصول در روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش شیاری افزایش می-یابد، و تنشهای آبی در برابر فصل آبیاری عملکرد را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. کارایی مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای با صددرصد تامین آب مورد نیاز، ۱۰/۳ و در روش آبیاری شیاری با تامین ۵۰ درصد آب مورد نیاز، ۳/۳ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار ذکر شده‌است [۱].

ویت کهلر و همکاران (Veit Kohler *et al*., 2001) گزارش کردند که کاهش مصرف آب از ۷۰ درصد به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (α =۰/۵) تعداد میوه در

1- deficit irrigation

www.SID.ir

Archive of SID

هر بوته را کاهش می‌دهد ولی بر متوسط وزن میوه، عملکرد کل، و بازار پسند مؤثر نیست. همچنین غلظت گلوکز، فروکتوز، و میزان ویتامین C میوه افزایش می‌یابد [۱۵].

سیستم ریشهٔ گیاه گوجه‌فرنگی گسترده است و می‌تواند به خوبی به اعماق خاک نفوذ کند، محدود کردن آبیاری یا اجتناب از آبیاری زیاد به خصوص در نیمهٔ اول دوره رشد گیاه از اهمیت خاصی برخودار است [۵]. در اقلیمهای خشک شبه حاره‌ای و در دوره‌های خشک نواحی معتدل و مدیترانه‌ای، آبیاری صحیح و تامین مقدار اپتیمم آب موجب گلدهی بیشتر و رسیدن همزمان محصول می‌شود [۵]. در نیمهٔ دوم دوره رشد، متوقف کردن آبیاری موجب همزمان رسیدن میوه‌ها می‌گردد [۵]. عکس‌العمل این گیاه نسبت به تامین آب اپتیمم در اقلیم‌های خشک و سالهای خشک سریع است [۵].

مطالعات نشان می دهد که ریشهٔ برخی از گیاهان رطوبت را از خاک جذب و به عنوان یک اولویت برای نیاز خود حفظ می‌کند و تنها مقدار اضافی آن به اندامهای هوایی منتقل می‌شود. در شرایطی که رطوبت در حد متوسط است اندامهای هوایی با کمبود رطوبت مواجه می‌شوند و ریشه‌های دارای رطوبت کافی، به رشد خود ادامه می‌دهند [۱۱]. در شرایط تنش نیز اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه ادامه می‌یابد و ریشه‌ها به لایه‌های عمیق‌تر دارای رطوبت کافی حرکت می‌کنند و رشد جانبی آنها کم می‌شود. به عبارت دیگر ریشه‌ها مستقیم‌تر رشد می‌کنند [۱۲]. در تحقیق دیگر در مورد اثر آب موجود در خاک بر رشد ریشهٔ گیاهان مشخص شد که با افزایش تنش رطوبتی، سرعت رشد ریشه کاهش می‌یابد. اما رشد ریشه نسبت به رشد قسمتهای هوایی کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۱۳]. همچنین، زمانی که رطوبت خاک در ناحیهٔ ریشه کافی نیست، ریشه به سرعت به قسمتهای دیگری از خاک که دارای رطوبت بیشتری است گسترش می‌یابد [۱٤].

این تحقیق با هدف پیداکردن مراحل حساس به تنش و میزان آن و افزایش کارایی مصرف آب، از طریق اعمال تنشهایی در مراحل مختلف دورهٔ رشد گیاه انجام شد.

۴- مواد وروشها:

محل اجرای طرح اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان، در بسطام، با متوسط بارندگی ۱۷۵ میلیمتر بود. بر اساس آمار درجه حرارت و رسم منحنی آمبروترمیک، دوره خشک از اواسط اردیبهشت شروع می‌شود و تا نیمهٔ آبان ماه ادامه دارد و بقیهٔ ماههای سال جزء دورهٔ مرطوب منطقه محسوب می‌گردد. مطابق طبقه‌بندی آمبرژه، اقلیم منطقه خشک و سرد است.

به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کاشت، از عمقهای (۳۰-۰) و (۶۰-۳۰) سانتیمتر نمونه گیری شد. بعد از خشک کردن نمونه‌ها و خرد کردن آنها، بافت خاک با عبور دادن نمونه ها از الک ۲ میلی‌متری با استفاده از روش هیدرومتری مشخص شد. جرم مخصوص ظاهری خاک نیز با روش پارافین (نمونه‌های دست نخورده)، و مقدار رطوبت در حد ظرفیت مزرعه و نقطهٔ پژمردگی با استفاده از صفحات فشاری[1] در مکشهای ۰/۳ و ۱۵ بار تعیین شد. با استفاده از گل اشباع تهیه شده از نمونهٔ خاک، اسیدیتهٔ آن با دستگاه

1- Pressure Plate

www.SID.ir

Archive of SID

pH متر و هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع خاک با وسیله دستگاه هدایت‌سنج اندازه‌گیری شد. فسفر خاک به روش اسپکتروفتومتر و ازت کل خاک به روش کجلدال تعیین شد [۹]. جدول شمارهٔ ۱ خلاصه نتایج خاک را نشان می‌دهد.

جدول شمارهٔ ۱- خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک مزرعه

پارامتر های اندازه‌گیری شده	عمق خاک (سانتی‌متر) ۰ - ۳۰	۳۰-٦۰
۱- بافت خاک	لوم	لوم
الف- درصد شن	٤٥	٤٥
ب- درصد سیلیت	۳۲	۳٤
ج- درصد رس	۲۳	۲۱
۲- جرم مخصوص ظاهری (g/cm^3)	۱/٤٦	۱/٥۹
۳- رطوبت وزنی در حد ظرفیت مزرعه (درصد)	۲۰/۷	۱۹/۷
٤- رطوبت وزنی در نقطهٔ پژمردگی (درصد)	۹/٥	۹
٥- اسیدیتهٔ خاک	۷/۹	۷/۸
٦- هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع خاک (دسی زیمنس بر متر)	۱/٤	۱/۳
۷- عناصر غذایی		
الف- پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)	۳۷۰	۳٦۰
ب- فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	۱٦	۱۲
ج- ازت کل (درصد)	۰/۰٥	۰/۰٥

به منظور تعیین کیفیت آب، دو نمونه تهیه و آزمایش شد که نتایج تجزیهٔ کیفی آن مطابق جدول شماره ۲ است.

جدول شمارهٔ ۲- نتایج تجزیهٔ کیفی آب مورد استفاده در آزمایش

پارامترهای اندازه‌گیری	هدایت الکتریکی (EC) (دسی زیمنس بر متر)	pH	کاتیونهای محلول (میلی اکی والان بر لیتر)				آنیونهای محلول (میلی اکی والان بر لیتر)			SAR
			Ca+Mg	^{+}Na	^{+}K	^{-}Cl	SO_4^{-}	$HCO_3^{-}+CO_3^{2}$		
مقدار	۱/۱٥	۸/۱	٥/٦	۳/٥	–	٥/۲	۰/۹۲	۲/۹۸		۲/۱

طرح در قالب اسپلیت اسپلیت پلات با سه فاکتور در سه تکرار اجرا شد [۱۰]. فاکتورهای طرح عبارت بودند از: ۱- مقادیر مختلف آب آبیاری به عنوان پلات اصلی، در سه سطح ٥۰، ۷٥ و ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز گیاه، ۲- مراحل مختلف رشد گیاه به عنوان پلات فرعی، در چهار سطح S_1 (زمان نشا تا

www.SID.ir

Archive of SID

شروع گلدهی)، S_2 (شروع گلدهی تا شروع میوه دهی)، S_3 (شروع میوه دهی تا اولین برداشت)، S_4 (بعد از اولین برداشت تا انتهای فصل رشد)، ۳- ارقام گوجه فرنگی به عنوان پلات فرعی فرعی، در دو سطح V_1 (موبیل Mobile)، V_2 (کال جی cal-J). بدین ترتیب تعداد پلاتهای فرعی در داخل هر پلات اصلی ۸ و کل پلات‌ها در هر بلوک آزمایشی ٢٤ و تعداد کرتهای آزمایشی ۷۲ بود. در این مقاله تیمارهای آبی با علائم W50، W75، W100 و مراحل رشد S1 ,S2, S3, S4 و ارقام گوجه فرنگی V1 و V2 مشخص شده‌اند.

- روش آبیاری و محاسبهٔ مقدار آب

روش آبیاری، جوی پشته‌ای معمول منطقه انتخاب شد. شیب بندی و کنترل آب طوری اجرا شد که هیچ آبی از انتهای جوی (شیار) خارج نشود. آب آبیاری با لوله تا ابتدای هر کرت آزمایشی منتقل و به طور یکسان در تمام کرتها توزیع می‌شد. مقدار آب آبیاری در هر تیمار توسط شیر فلکه‌ها و کنتورهای حجمی که برای سیستم تعبیه شده بود، اندازه‌گیری و کنترل می‌شد. مقدار آب آبیاری با استفاده از میزان تبخیر از تشتک کلاس A مستقر در ایستگاه هواشناسی محل طرح محاسبه و با منظور نمودن مقادیر مختلف سطوح آبی ذکر شده در تیمارها با دور آبیاری ۷ روز و با رعایت ظرفیت نگهداری آب در خاک به گیاه داده می‌شد. فاصلهٔ ردیفها ۱۲۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ بوته‌ها روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر [۷ و ۸]، طول هر خط کاشت برای هر رقم ۷ متر و بین دو رقم، یک متر فاصله درنظر گرفته شد و گیاه در یک طرف پشته نشا شد. بنابراین طول هر ردیف خط کاشت) ۱۵ متر و تعداد خطوط کاشت در هر کرت آزمایشی چهار خط انتخاب شد. بدین ترتیب سطح هر بلوک ۹۷۵ مترمربع، و سطح کل طرح مورد آزمایش ۳۵۰۰ متر مربع بود. این طرح از سال ۱۳۷۹ به مدت دو سال زراعی اجرا شد.

میزان تبخیر و تعرق پتانسیل از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شد [۹].

$$ET_o = K_{pan} \cdot ET_{pan}$$

در این رابطه :

ETo = تبخیر و تعرق پتانسیل در فاصلهٔ دو آبیاری؛

Kpan = ضریب تشتک تبخیر (با توجه به نوع و محل نصب آن و سایر شرایط ۰/۷۵ منظور شد)؛

ETpan= میزان تبخیر از تشتک بین هر دو آبیاری متوالی است.

سپس مقدار تبخیر و تعرق گیاه از رابطهٔ زیر محاسبه می شد:

$$ET_{crop} = K_c \cdot ET_o$$

در این رابطه:

ET crop = تبخیر و تعرق گیاه؛

Kc = ضریب گیاهی است.

ضریب گیاهی Kc بر اساس روش پیشنهادی فائو برای منطقه تعیین شد (که برای اردیبهشت ماه ۰/٤٥ و نیمه اول و دوم خرداد ماه به ترتیب ۰/۵، ۰/٦ و تیر ۰/۷ ، ۰/۸ و مرداد ۱، ۱ و شهریور ۰/۹ ، ۰/۸) بود و ET crop محاسبه شد و سپس با اعمال ضرایب مربوط به سطوح آبی ۵۰ ، ۷۵، و ۱۰۰ درصد، مقدار آب مورد نیاز هر کرت آبی در هر تیمار آزمایشی محاسبه شد و در اختیار گیاه قرار

www.SID.ir

Archive of SID

می‌گرفت (با توجه به شرایط اجرای طرح، راندمان آبیاری ۷۵ درصد منظور شد). دور آبیاری بر اساس شرایط آب و هوایی، جنس خاک، و محصول برآورد شد، و مقدار آب آبیاری با توجه به ظرفیت نگهداری آب در خاک مورد آزمایش، طوری انتخاب شد که میزان تلفات عمقی در هر نوبت آبیاری به حداقل ممکن تقلیل یابد. به این معنی که دور آبیاری ۹ روز برای منطقه برآورد شد، اما به منظور حذف تلفات عمقی دور آبیاری ۷ روز اعمال می‌شد.

عملیات آماده سازی زمین و اجرای سیستم انتقال آب در فروردین ماه و انتقال نشای گوجه فرنگی از خزانه به زمین مورد آزمایش در پانزدهم اردیبهشت هر سال انجام می‌شد. در هر دو سال، اولین آبیاری همراه با نشا در همهٔ تیمارها به طور یکسان (۷ سانتی‌متر) و آبیاریهای بعدی مطابق تیمارهای ذکر شده انجام می‌شد. وجین علفهای هرز، مبارزه با آفات و بیماریهای گیاهی در سراسر فصل رشد برای کلیهٔ تیمارها یکسان بود. کود نیز بر اساس نیاز خاک در کلیهٔ تیمارها یکسان داده شد.

محصول در هر سال در هفت نوبت به‌صورت دستی برداشت شد. به منظور حذف اثرهای حاشیه‌ای، محصول قسمت وسط کرت‌ها برداشت می‌شد. محصول در هر برداشت در تیمارهای مختلف وزن می‌شد. برای تعیین متوسط تعداد میوهٔ هر بوته و متوسط وزن هر میوه نیز تعدادی بوته در هر کرت به طور تصادفی انتخاب می‌شد. برای اجرای آزمایشهای کیفی محصول مانند pH، نسبت آب به گوشت، و مواد جامد انحلال پذیر نیز از هر کرت نمونه‌هایی تهیه و پارامترهای مربوط اندازه‌گیری شدند.

پارامترهای اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار کامپیوتری MSTATC جداگانه در هر سال تجزیه و تحلیل آماری شدند و نهایتاً داده‌های دو سال تجزیهٔ مرکب شد.

۵- نتایج و بحث:

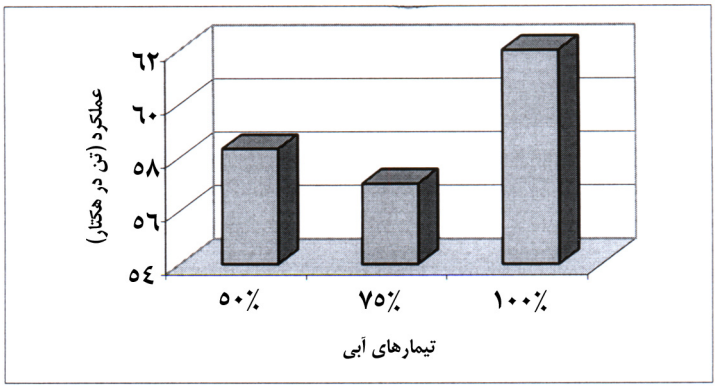
- عملکرد

متوسط عملکرد رقم موبیل وکال ـ جی به ترتیب ۵۸/۷ و ۵۹/۵ تن در هکتار بود . تجزیهٔ مرکب داده‌های مربوط به عملکرد حاصل از دو سال آزمایش نشان داد ارقام از نظر عملکرد با هم تفاوت آماری ندارند.

اثر تیمارهای آبیاری (مقدار آب مصرفی) بر عملکرد محصول نیز معنی‌دار نشد. بیشترین عملکرد (٦٢ تن در هکتار) با مصرف ۱۰۰ درصد آب و کمترین عملکرد (۵۷ تن در هکتار) با مصرف ۷۵ درصد آب حاصل شد (نمودار شماره ۱). تیمارهای W100S4 و S4W50 به‌ترتیب با ٧٦٠٠ و ٦٠٠٠ متر مکعب درهر هکتار، دارای بیشترین و کمترین مقدار آب مصرفی بودند، با توجه به اینکه عملکردهای این تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت،می‌توان با برنامه-ریزی صحیح (بدون کاهش قابل توجه درعملکرد) حدود١٦٠٠ مترمکعب آب درهکتارصرفه‌جویی کرد.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار شمارهٔ ۱- میانگین دو سالهٔ عملکرد تیمارهای آبیاری

عملکرد (به ترتیب برابر ٤٧/٩ ، ٥١/٢، ٥٤/١ تن در هکتار) در یک گروه آماری و سایر تیمارها نیز با عملکردی بیشتر در گروه آماری دیگری قرار دارند.

اثر متقابل تیمارهای آبیاری و مرحلهٔ رشد، عملکرد محصول را (در سطح ٥ درصد) تحت‌تأثیر قرار داد. نتایج گروه‌بندی آماری نشان داد که تیمارهای W75S2 ، W50S2 ، W75S3 با کمترین

جدول شماره ۳- گروه بندی متوسط عملکرد تیمارهای آزمایشی در دو سال آزمایش

ردیف	تیمار		متوسط عملکرد (تن در هکتار)	
	مرحلهٔ رشد (S)	سطح آبیاری (W)		
١	٣	١٠٠	a	٦٤/٨٣
٢	١	٥٠	a	٦٤/٨٠
٣	١	٧٥	ab	٨٧/٦٢
٤	٤	٧٥	ab	٧٩/٦٢
٥	١	١٠٠	ab	٦١/٦١
٦	٣	٥٠	ab	٢٠/٦١
٧	٢	١٠٠	ab	٧٥/٦٠
٨	٤	١٠٠	ab	٦١/٦٠
٩	٤	٥٠	abc	٩/٥٦
١٠	٣	٧٥	bc	١٢/٥٤
١١	٢	٥٠	c	٢٢/٥١
١٢	٢	٧٥	c	٨٩/٤٧

* اعدادی که با حروف نامتشابه مشخص شده‌اند از لحاظ دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس نتایج طرح، تنش آبی ۵۰ درصدی (سطح آبیاری ۵۰٪) در مقایسه با تنش ملایم‌تر ۲۵ درصد (سطح آبیاری ۷۵٪ آبیاری کامل) توانست عملکرد محصول را در سراسر فصل افزایش دهد. علت آن احتمالاً این است که تنش فقط در یک مرحله از فصل وارد شده و در بقیهٔ دورهٔ رشد، آب به اندازهٔ نیاز کامل در اختیار گیاه قرار گرفته است. بنابراین، تنش شدیدتر در یک مرحله سبب گسترش بیشتر سیستم ریشهٔ گیاه شده است. یکی از راههای مطمئن برای مقابله یا صدمات حاصل از خشکی در گیاهان، وجود ریشه‌های عمیق و گسترش یافته و پر انشعاب شبیه به ریشه‌های ذرت خوشه‌ای است [۲ و ٦]. گیاهانی مانند سیب‌زمینی، پیاز، و کاهو که سیستم ریشه‌های سطحی و کم انشعاب دارند سریع‌تر از گیاهانی مانند یونجه، ذرت، و گوجه‌فرنگی صدمه می بینند که ریشه‌های عمیق دارند [۲]. ترکیب شرایطی از خاک و مدیریت آبیاری و توانایی گیاه در ساختن ریشه های عمیق وضعیتی به وجود می‌آورد که از لحاظ مقاومت گیاه در مقابل کم آبی مفید است [۲]. بنابراین، ایجاد تنش شدیدتر در یک مرحله غیرحساس از فصل رشد گیاه می‌تواند سیستم ریشهٔ گیاه را عمیق‌تر و گسترده‌تر کند و گیاه را قادر سازد تا در مراحل بعدی از آب و مواد غذایی در دسترس بهتر بهره برد [۲، ٦، ۱۱، ۱۲، ۱۳و ١٤].

همچنین، بر اساس نتایج به دست آمده از این طرح و منابع [۵]، مرحلهٔ نشا تا شروع گلدهی در گوجه‌فرنگی مرحله ای حساس به تنشهای آبی نیست و بدین ترتیب می‌توان پس از نشاندن نشا در خاک و مستقر شدن کامل گیاه، تنشهای آبی را اعمال کرد. توصیه می‌شود تنشهای آبی از طریق زیادکردن فواصل آبیاری اعمال نشود بلکه با همان فواصل آبیاری معین مقدار آب داده شده در هر نوبت کاهش یابد. نتایج حاصل نشان داد این تنشها می‌تواند تا ۵۰ درصد در نظر گرفته شود. مطالعات باغانی و همکاران [۱]، میشل و شنان به نقل از فریبرز عباسی [٤] نشان می‌دهد که چنانچه تنشهای آبی ۵۰ درصدی در سراسر فصل رشد گوجه‌فرنگی به طور یکنواخت اعمال شود، عملکرد محصول به شدت کاهش می‌یابد. بنابراین، با توجه به طول مرحله پس از نشا تا شروع گلدهی، که به طور متوسط ٤۵-۳۵ روز است، با کم کردن مقدار آب آبیاری به میزان ۵۰ درصد نیاز گیاه می‌توان حدود ۷۵۰ مترمکعب در هر هکتار صرفه‌جویی کرد.

مرحلهٔ حساس به تنش آبی در گوجه‌فرنگی بر اساس نتایج حاصل از طرح و منابع [۵]، مرحله شروع گلدهی تا بستن میوه است که هر نوع تنش ملایم (۲۵ درصد) یا شدید (۵۰ درصد) می‌تواند عملکرد محصول را در این به طور قابل توجه کاهش دهد. تنش در این مرحله سبب بارور نشدن گلها و حتی ریزش گلهای تلقیح شده می‌گردد. این مطلب با اطلاعات موجود در منابع دیگر نظیر منبع ۳، ۵ و ۱۵ مطابقت دارد. مرحلهٔ رشدی شروع میوه‌دهی تا اولین برداشت، مرحله‌ای نیمه‌حساس به کمبود آب است. به طوری که تنش ملایم (آب مصرفی۷۵ درصد) سبب کاهش عملکرد و تنش شدید (۵۰ درصد آب مصرفی) تأثیری بر عملکرد محصول ندارد، این مرحله، مرحله ای رویشی است و در آن میوه بزرگ می‌شود. در شرایط تنش شدید (۵۰ درصد مصرف آب) گیاه برای حفظ خود مواد

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتری به ریشه‌ها منتقل می‌کند. بدین ترتیب حجم ریشه‌ها بیشتر گسترش می‌یابد [۲] و با توجه به اینکه طول این دوره حدود ٤٠-۳۰ روز است، سبب می‌شود که گیاه در مراحل بعدی که آب به حد کافی در اختیارش قرار گیرد. به دلیل حجم بیشتر ریشه از آب و مواد غذایی در دسترس بهتر استفاده کند که در نتیجه نقصان عملکرد جبران می‌شود و کاهشی در عملکرد محصول حاصل نخواهد شد. ولی در شرایط تنش ملایم (۷۵ درصد مصرف آب) عملکرد کاهش می‌یابد. اما به دلیل گسترش نیافتن ریشه، گیاه نمی تواند در مراحل بعدی این کاهش عملکرد را جبران کند.

مرحلهٔ اولین برداشت تا پایان فصل رشد مرحله‌ای حساس به کمبود آب نیست و به دلیل طولانی بودن این مرحله، گیاه خود را با شرایط موجود تطبیق می‌دهد. بنابراین می‌توان آب مصرفی را تا ۵۰ درصد کاهش داد (بی آنکه کاهش قابل توجه در عملکرد رخ دهد). بدین ترتیب، ۱۵۵۰ متر مکعب آب در هکتار می‌تواند صرفه‌جویی شود.

- کارایی مصرف آب

کارایی مصرف آب عبارت است از نسبت عملکرد محصول به کل آب مصرفی در طول فصل رشد گیاه که بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار بیان می‌شود. به عبارت دیگر کارایی مصرف آب میزان تولید محصول به ازای هر مترمکعب آب مصرفی در هکتار است. در این تحقیق، کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف و با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شد. نتایج تجزیهٔ مرکب دو سال آزمایش نشان داد که کمترین کارایی مصرف آب یکی مربوط به تیمار مرحلهٔ گلدهی با هر نوع تنش (ملایم و تند) و دیگری تیمار تنش ملایم در زمان میوه دهی (مرحله ۳) است که نشان دهندهٔ حساسیت مرحلهٔ گلدهی است. جدول شماره ٤ مقایسهٔ میانگین‌های کارایی مصرف آب را نشان می‌دهد.

جدول شمارهٔ ٤- متوسط کارایی مصرف آب تیمارها

ردیف	تیمار		کارایی مصرف آب ($Kg/m^3/ha$)
	مرحلهٔ رشد (S)	سطح آبیاری (W)	
۱	٤	۷۵	۹/٦ a
۲	۱	۵۰	۹/۵ a
۳	٤	۵۰	۹/۳ ab
٤	۳	۵۰	۹/۲ ab
۵	۱	۷۵	۸/۷ abc
٦	۳	۱۰۰	۸/۵ abc
۷	۱	۱۰۰	۸/۱ abcd
۸	۲	۱۰۰	۷/۹ abcd
۹	٤	۱۰۰	۷/۹ abcd
۱۰	۳	۷۵	۷/۷ bcd
۱۱	۲	۵۰	۷/۱ cd
۱۲	۲	۷۵	٦/۵ d

* اعدادی که با حروف نامتشابه مشخص شده‌اند از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دارند.

www.SID.ir

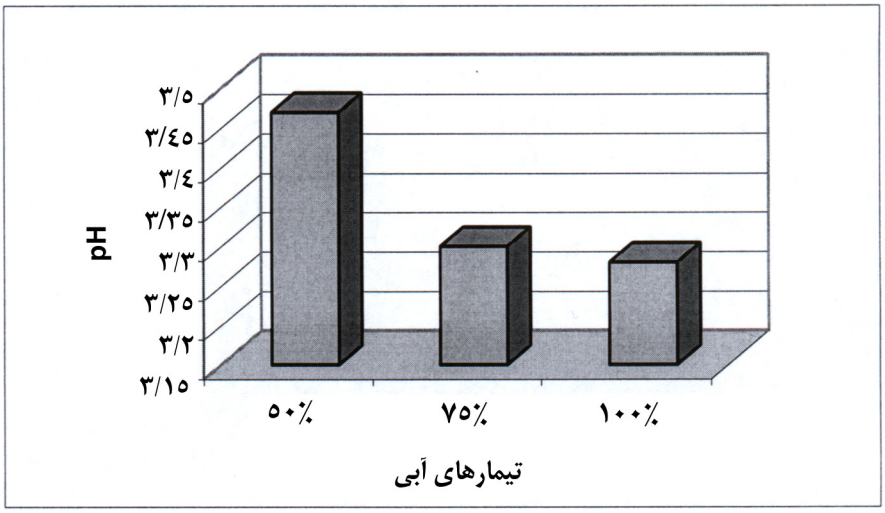
Archive of SID

نتایج مذکور نشان می‌دهد که چنانچه برنامه‌ریزی صحیحی، در زمینهٔ تنش آبی برای گیاه اعمال شود حتی در روش آبیاری شیاری هم می‌توان کارایی مصرف آب را تا حد روشهای آبیاری قطره‌ای بالا برد. اما به‌دلیل حساسیت گیاه به تنشهای یکنواخت در طول فصل، اینگونه تنش‌ها توصیه نمی‌شود.

- خصوصیات کیفی

pH یکی از مهمترین پارامترهای کیفی میوهٔ گوجه‌فرنگی است. نتایج نشان می دهد ارقام از نظر pH اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند (pH موبیل برابر ۲/۳۲ و pH کال- جی برابر ۳/۳۸ است). تیمارهای آبیاری بر این پارامتر مؤثر بودند، به طوری که تیمار آبیاری ۵۰ درصد بالاترین pH (برابر ۳/٤۷) را به دست داد (نمودار شماره ۲). بنابراین با کاهش مصرف آب و اعمال تنش آبی، pH در میوه گوجه‌فرنگی افزایش می یابد.

بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین کارایی مصرف آب در دو تیمار است یکی تیمار آبیاری ۷۵ درصد تأمین نیاز آبی و مرحلهٔ رشد ٤ (W_{75} S_4 بعد از برداشت اول تا انتهای فصل) و دیگری ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی و مرحله رشد ۱ (W_{50} S_1 بعد از نشا تا قبل از گلدهی) و به ترتیب برابر با ۹/٦ و ۹/۵ است. کمترین کارایی مصرف آب مربوط به مرحلهٔ ۲ (W_{75} S_2 و $W_{50}S_2$ گلدهی تا بسته‌شدن میوه‌ها) به ترتیب برابر با ٦/۵ و ۷/۱ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار است، که نشان دهندهٔ حساسیت مرحلهٔ گلدهی تا بستن میوه (مرحله ۲)، صرف نظر از تیمار سطح آبیاری، نسبت به تنشهای آبی است. باغانی و همکاران [۱] کارایی مصرف آب را در روش آبیاری قطره‌ای با صددرصد تأمین آب در سراسر فصل ۱۰/۳ و در روش شیاری با اعمال ۵۰ درصد تنش یکنواخت در سراسر فصل رشد برابر با ۳/۳ کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار گزارش کرده‌اند. مقایسهٔ نتایج به دست آمده از این طرح با

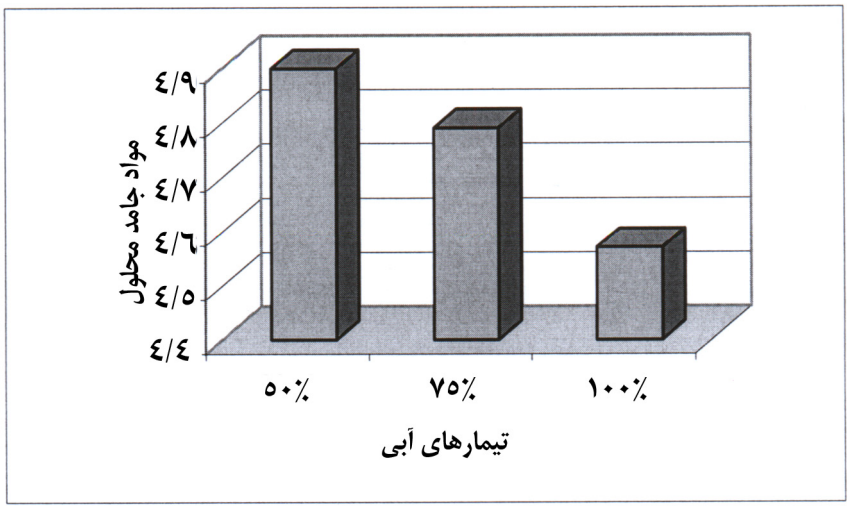


نمودار شمارهٔ ۲- متوسط pH در تیمارهای آبیاری

www.SID.ir

Archive of SID

مواد جامد انحلال پذیر از پارامترهای کیفی است که غلظت ذرات جامد محلول را معین می‌کند. تجزیهٔ مرکب نتایج دو ساله نشان می‌دهد که این پارامتر تحت تأثیر ارقام قرار ندارد ولی با احتمال ۹۰ درصد (در سطح ۱۰ درصد) تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار می‌گیرد. مقایسهٔ میانگینها نشان می‌دهد که تأمین ۵۰ درصد آب مورد نیاز گیاه، بیشترین و تأمین ۱۰۰ درصد آب، کمترین مقدار مواد جامد انحلال پذیر را دارند. بنابراین با افزایش تنش آبی، مواد جامد انحلال پذیر میوه افزایش می‌یابد.



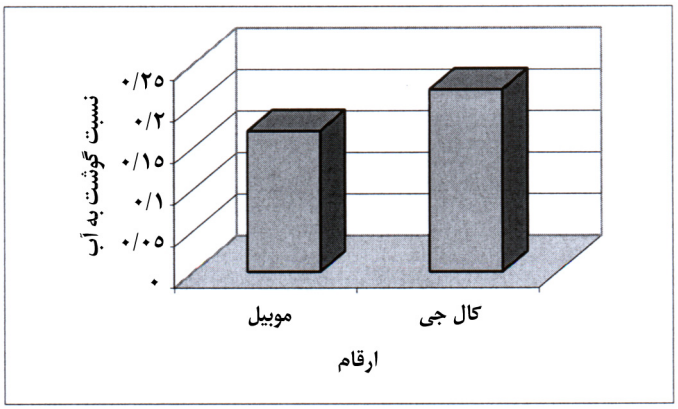
نمودار شمارهٔ ۳- متوسط مواد جامد انحلال پذیر در تیمارهای آبیاری

نسبت گوشت به آب در میوه یکی دیگر از پارامترهای کیفی محصول است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که ارقام از نظر این پارامتر با هم دارای اختلافی معنی‌دار (α =٪۵) هستند. به طوری که رقم کال- جی (با نسبت گوشت به آب ۰/۲۲) در مقایسه با رقم موبیل با (نسبت ۰/۱۷) برتری دارد (نمودار شمارهٔ ٤). بنابراین، آب موجود در میوهٔ رقم کال- جی کمتر از رقم موبیل است، در نتیجه سفتی این رقم بیشتر و خاصیت حمل و نقل آن بهتر است.

اثر متقابل تیمار سطح آبیاری و مرحلهٔ رشد نیز بر این پارامتر مؤثرند. بررسی میانگینها نشان می‌دهد که آبیاری کامل (۱۰۰ درصد مصرف آب) پس از برداشت اول تا انتهای فصل رشد، سبب کاهش شدید این پارامتر خواهد شد. به عبارت دیگر، آبیاری کامل مقدار آب میوهٔ گوجه‌فرنگی را افزایش می‌دهد که این امر سبب کاهش خاصیت نگهداری و حمل و نقل گوجه‌فرنگی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار شمارهٔ ٤- متوسط نسبت گوشت به آب در ارقام گوجه فرنگی

براساس نتایج حاصل از طرح، پارامترهای کیفی pH و درصد مواد جامد انحلال پذیر تحت تأثیر رقم گوجه‌فرنگی قرار نمی‌گیرند. اما تنشهای آبی اثر معنی‌داری روی این دو پارامتر دارد. به طوری که با کاهش مصرف آب، مقدار pH میوه افزایش می یابد. بیشترین مقدار مادهٔ جامد انحلال پذیر در میوه در تیمار تنش آبی ٥٠ درصد و کمترین آن در تیمار آبی ١٠٠ درصد حاصل شد. مطالعات سایر محققان [٤ و ١٥] نیز این نتایج را تأیید می‌کند.

نسبت گوشت به آب میوه تحت‌تأثیر هر دو فاکتور رقم و تنشهای آبی است. به طوری که در رقم کال- جی این نسبت بیشتر است. بنابراین، رقم کال- جی خاصیت حمل و نقل خوب و بازارپسندی بهتری دارد. اِعمال تنش آبی نیز سبب کاهش آب موجود در میوه می‌شود. به گونه‌ای که با افزایش آب مصرفی برای گیاه (به خصوص در مرحلهٔ بعد از برداشت اول تا انتهای فصل)، آب موجود در میوه نیز افزایش می‌یابد و این عامل سبب کم شدن قدرت حمل و نقل میوه می‌شود. تحقیقات سایرین (میشل و شنان به نقل از فریبرز عباسی) مؤید این نتایج است [٤].

٥- توصیه و پیشنهاد:

تنش آبی یکنواخت در طول فصل رشد سبب کاهش عملکرد محصول گوجه‌فرنگی می‌شود. از این رو به دلائل زیر توصیه می‌شود که به جای تنشهای آبی یکنواخت در سراسر فصل، تنشهای آبی در یک یا دو مرحله از مراحل غیرحساس در فصل رشد آن اعمال شود.

١- تنش آبی باعث صرفه‌جویی مقادیر قابل‌توجهی آب می‌شود.

٢- هر گونه تنش آبی در مراحل اولیهٔ رشد گیاه سبب گسترش و پراکندگی سیستم ریشهٔ گیاه خواهد شد و گیاه را قادر می‌سازد در بقیهٔ مدت فصل از آب و مواد غذایی در دسترس بهتر استفاده کند.

٣- تنش آبی می‌تواند خصوصیات کیفی محصول مانند pH، درصد گوشت، مواد جامد انحلال پذیر و خاصیت حمل و نقل میوه را افزایش دهد و کیفیت میوه را بهبود بخشد.

همچنین توصیه می‌شود که در خصوص تاثیر تنشهای شدید بر فعالیت و گسترش ریشهٔ گیاه گوجه‌فرنگی بیشتر تحقیق شود.

www.SID.ir

Archive of SID

۶- منابع:

۱- باغانی، ج. و علیزاده، ا. ۱۳۷۹. عملکرد محصول و کارایی مصرف آب در آبیاری قطره‌ای و شیاری. مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.جلد ۵. شماره ۱۸، ۱-۱۰.

۲- حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۷۹. گیاه، خشکی و خشکسالی. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

۳- خیرابی، ج. ۱۳۷۵. دستورالعمل‌های کم‌آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

٤- عباسی، ف. و صادق زاده، ک. ۱۳۷۹. تأثیرکم آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت. مجلهٔ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. جلد ۵. شماره ۱۸. ۲۳-۳٦.

۵- علیزاده، ا. ۱۳٦۹. آبیاری قطره‌ای. انتشارات آستان قدس رضوی.

٦- علیزاده، ا. ۱۳۷۸. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس رضوی.

۷- کمال، س. ط. بررسی و مقایسه عملکرد ارقام گوجه‌فرنگی در آذربایجان غربی. خلاصه مقالات دومین سمینار تحقیقات سبزی و صیفی. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۳۷٤. ۱۱۱-۱۱۲.

۸- مرتضوی، ا. کاوسی، م. و مختارزاده، ع. ا. بررسی ارقام گوجه‌فرنگی در اصفهان. خلاصه مقالات اولین سمینار سبزی و صیفی. انتشارات فردابه. ۱۳۷۱. ۸۹-۹۱ .۹- موسوی فضل، س. ح. تأثیر دور آبیاری و تعداد قطره چکانها در روش آبیاری قطره ای بر عملکرد و کیفیت هندوانه. مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳۷۷. ۱٦۱-۱۷۷.

۱۰- یزدی صمدی، ب، رضایی، ع. و ولی‌زاده، م. ۱۳۷٦. طرحهای آماری در پژوهش‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران.

11- Gupta, U. S. 1992. Root type. In: Crop improvement, Vol. 1. Physiological attributes. Oxford and IBH pub. Co. New Dehli, 161-191.

12- Hoogen Boom, G., Huck, M. G., and Peterson, C. M. 1987. Root growth rate of soyabean as affected by drought. Agron .J. 79, 607-614.

13- Peters, D. B. and Runkles, J. R. 1967. Shoot and root growth as affected by water availability. In: Irrigation of agricultural lands Hagan, R. M. Haise, R. H. and Edminister, T. W. Agronomy series. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin. 373-386

14- Sharma., R. B. and Ghildyal, B. P. 1977. Soil water – root relations. In: Wheat-Water extraction rate of wheat roots that develop under dry and moist conditions, Agron. J. 69, 231-233.

15-Veit-Kohler, U., Krumbein, A., and Kosegarten, H. 2001. Different water supply influences growth and fruit quality in tomato. In: Plant nutrition-Food security and sustainability of agro-ecosystems. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands, 308-309.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Water Stress at Different Stages of Growth on Yield and Fruit Quality of Two Tomato Varieties

S. H. Mousavi Fazl and A. R. Mohammadi

In order to investigate the effect of water stress at different growth stages on the yield and quality of tomato, a field experiment was conducted at Agricultural Research Center of Semnan (Shahrood), during 1999-2001 years. The split-plot design with subplots in strips and three factors were used. Tomato varieties (Mobile, Cal- j) were trans planted in two strips in each block. Main plots were different amounts of water (50, 75 and 100 percent of full irrigation), and subplots were growth stages of plant (transplanting- flowering, flowering-fruit formation, fruit formation-first harvesting and after first harvesting-end of season). Irrigation requirement was determined by class–A evaporation pan. Irrigation method was furrow irrigation. The results showed that, there was no difference between the yield of the two varieties. Irrigation levels of 75 and 50. (25 and 50 percent water stress) decreased the yield of tomato in the S_2 stage (flowering-fructify). This decrease was about 13 ton per hectare (50 percent stress), but water stress had no significant effect on the yield, at other growth stages. Water levels of 50, 75,100 percent with two season average yields of 58.3, 57 and 62 ton per hectare, respectively, were not significantly different. Water stresses affected the pH and BRIX index of the samples. The pH and BRIX increased with increase of water stress, so that the maximum pH and BRIX were obtained from 50% water stress treatment. The pulp to juice ratio decreased with increase of stress. The maximum water use efficiencies were 9.6 and 9.5 ($kg/m^3ha_)$ for 75% in the 4th growth stage and 50% irrigation in the first growth stage, respectively.

Key words: Tomato, Water Stress, Growth Stages, Quality.

www.SID.ir