Archive of SID

بررسی اثر آبیاری سطحی و زیرزمینی با آب شور بر عملکرد، اجزا عملکرد و کارآیی مصرف آب گوجه فرنگی

مسعود محمدی[1]*، عبدالمجید لیاقت، مسعود پارسی نژاد و علیرضا حسن اقلی

دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران؛ **Mmohammadi_64@yahoo.com**

استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران؛ **Aliaghat@ut.ac.ir**

استادیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران؛ **parsinejad@ut.ac.ir**

عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج؛ **arho49@yahoo.com**

چکیده

به علت محدودیت منابع آب مناسب در مناطق خشک و نیمه خشک، آب شور و لب‌شور منبع بسیار مهمی برای آبیاری در این مناطق می‌باشد. آب شور در آبیاری سطحی فقط برای گیاهانی که به شوری مقاوم می‌باشند، استفاده می‌شود و یا بصورت تناوبی با آب غیرشور بکار برده می‌شود. به همین منظور در این آزمایش روش آبیاری زیرزمینی و سطحی برای تولید گوجه فرنگی که یکی از محصولات مهم می‌باشد، بررسی شد. برای انجام این پژوهش، آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اعمال گردید. تیمارها شامل سه سطح شوری آب آبیاری (آب معمولی، شاهد) S_1=۰/۷، S_2=۲ و S_3=۴ دسی‌زیمنس بر متر به همراه دو روش آبیاری شامل آبیاری سطحی (M_1) و آبیاری زیرزمینی (M_2) با عمق سطح ایستابی (۸۰ سانتی‌متر) در یک خاک لوم رسی اعمال شدند. نتایج نشان داد که شوری در سطح ۱٪ و اثر متقابل روش آبیاری و شوری بر عملکرد گوجه فرنگی در سطح ۵٪ اثر معنی‌داری داشت، در حالیکه روش آبیاری بر عملکرد گوجه فرنگی اثر معنی‌داری نداشت. حداکثر عملکرد (۵۰/۶ تن در هکتار) مربوط به تیمار M_1S_1 و حداقل آن (۳۷/۴ تن در هکتار) مربوط به تیمار M_1S_3 بود. در سطح شوری S_3، عملکرد گوجه فرنگی در آبیاری زیرزمینی نسبت به آبیاری سطحی ۱۷/۱ درصد بیشتر بود. روش آبیاری در سطح ۵ درصد بر متوسط وزن میوه و تعداد آن اثر معنی‌داری داشت. همچنین شوری بر قطر میوه، ارتفاع گیاه و وزن تر گیاه در سطح ۱ درصد و بر تعداد میوه در سطح ۵ درصد اثر معنی‌داری داشت. بیشترین کارایی مصرف آب آبیاری (۹/۴ کیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به تیمار آبیاری زیرزمینی با شوری آب آبیاری ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر (M_2S_1) و کمترین مقدار آن (۴/۹ کیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به تیمار آبیاری سطحی با شوری آب آبیاری ۴ دسی‌زیمنس بر متر (M_1S_3) بود.

واژه های کلیدی: آبیاری زیرزمینی، عملکرد، کارایی مصرف آب، گوجه فرنگی

مقدمه

به‌طور کلی به دلیل محدود بودن ذخایر آب غیرشور در مناطق خشک، بیشتر زمین‌های کشاورزی در این مناطق بدون استفاده می‌باشند. با توجه به اینکه آب لب‌شور، منبع اصلی آب آبیاری در بسیاری از مناطق خشک می‌باشد، هنگامی که از روش آبیاری سطحی در این مناطق استفاده می‌شود، مشکلات زیادی را به وجود می‌آورد (گوپتا و آبرل[2]، ۱۹۹۰). حساسیت گیاهان در مراحل اولیه رشد به آب شور و همچنین تجمع سریع نمک در ناحیه ریشه گیاهان از اساسی‌ترین مشکلات در

---

[1]. نویسنده مسؤل، آدرس: مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب

* دریافت: شهریور ۱۳۸۹ و پذیرش: مرداد ۱۳۹۰

[2]. Gupta and Abrol

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از منابع آب شـور می‌باشند. در گـزارش‌های شریراستارا و همکاران[1] (۱۹۹۴)، مراحل حساس گیاه گوجه فرنگی به تنش خشکی، زمان گلدهی و رشد میوه‌ها ذکر شده است. مالاش و همکاران[2] (۲۰۰۸) نیز اعلام کردند در روش آبیاری سطحی با افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۵۵ تا ۴/۵ دسی‌زیمنس برمتر، عملکرد محصول گوجه فرنگی از ۲/۷ به ۱/۸۸ کیلوگرم در گیاه و وزن متوسط میوه از ۱۱۰ به ۹۵ گرم کاهش می‌یابد. یورتسون و همکاران[3] (۲۰۰۵) گزارش کردند که با افزایش شوری آب از ۰/۲۵ تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد محصول گوجه فرنگی از ۱۸۳۰ به ۲۶۸ گرم در گیاه و قطر میوه از ۵۲/۴ به ۳۹/۷ میلیمتر کاهش می‌یابد. العمران و همکاران[4] (۲۰۱۰) گزارش کردند که با افزایش شوری آب از ۰/۸۶ تا ۳/۶ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد گوجه فرنگی در روش آبیاری قطره‌ای از ۴۷/۳ به ۳۲/۲ تن در هکتار و در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی از ۵۶/۹ به ۳۸/۴ تن در هکتار کاهش می‌یابد. همچنین کارایی مصرف آب با افزایش شوری از ۰/۸۶ تا ۳/۶ دسی‌زیمنس بر متر در این روش‌ها به ترتیب از ۱۳/۶ به ۹/۸ کیلوگرم بر متر مکعب و از ۱۷/۴ به ۱۰/۹ کیلوگرم بر متر مکعب کاهش می‌یابد. وان هوی نینجن هون[5] (۱۹۹۴) گزارش کرد که در روش آبیاری زیرزمینی می‌توان با آب شور، گیاهان نسبتاً حساس به شوری را کشت کرد. با آبیاری زیرزمینی می‌توان از تماس مستقیم آب شور با بافت‌های گیاهی جلوگیری کرده و از این طریق مانع از آسیب رسیدن به گیاه شد. همچنین می‌توان از تبخیر بیش از حد سطح خاک (به علت رطوبت کمتر در سطح خاک) جلوگیری کرد (پتل و همکاران[6] ،۲۰۰۱). بنابراین ارزیابی سیستم‌های آبیاری زیرزمینی با کاربرد آب شور در مناطق خشک امری ضروری است.

پتل و همکاران (۲۰۰۱) آزمایشی را به منظور بررسی اثر شوری اولیه خاک و آب آبیاری به روش آبیاری زیرزمینی بر روی سیب‌زمینی انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که شوری اولیه خاک و شوری آب زیرزمینی تأثیر معنی داری بر روی محصول سیب‌زمینی نداشت و بیشترین مقدار عملکرد سیب‌زمینی در تیمار خاک غیر شور (۲۶ تن در هکتار) بود. پتل و همکاران (۲۰۰۰) آزمایش دیگری را بر روی فلفل سبز به منظور بررسی اثرات عمق سطح ایستابی، شوری آب آبیاری و میزان کود کاربردی انجام دادند. آنها گزارش کردند که شوری و عمق آب زیرزمینی بر روی میزان محصول اثر معنی‌داری نداشت. در بین تیمارهای شوری بیشترین عملکرد (۵۱۵ گرم در گیاه) مربوط به شوری ۱ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین آن (۴۲۹ گرم در گیاه) مربوط به شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. همچنین عملکرد فلفل در تیمار سطح ایستابی ۰/۴ متر (۴۹۴ گرم در گیاه) بیشتر از تیمار سطح ایستابی ۰/۸ متر (۴۵۰ گرم در گیاه) بود. پتل و همکاران (۱۹۹۹) آزمایش دیگری را به روش آبیاری زیرزمینی و با شوری‌های مختلف آب آبیاری بر روی سیب‌زمینی انجام دادند. آنها گزارش کردند که عمق‌های مختلف سطح ایستابی و شوری آب زیرزمینی بر روی وزن کل محصول تأثیر معنی‌داری نداشت. با افزایش شوری آب آبیاری از ۱ تا ۹ دسی‌زیمنس بر متر و افزایش عمق سطح ایستابی از ۴۰ تا ۸۰ سانتیمتر، محصول سیب‌زمینی به ترتیب از ۴۰۹ به ۳۹۱ گرم و از ۴۲۴ به ۳۶۸ گرم در گیاه کاهش یافت. همچنین وزن خشک قسمت هوایی در تیمار سطح ایستابی ۴۰ سانتی متری به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار سطح ایستابی ۸۰ سانتی‌متر بود. اما وزن تر ریشه‌ها و ساقه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت. رافائل و همکاران[7] (۲۰۰۶) با مقایسه روش آبیاری زیرزمینی و قطره‌ای با آب شور در گلخانه بر روی کدو سبز گزارش کردند که عملکرد محصول در روش آبیاری قطره‌ای برای شوری‌های ۲ و ۴/۱ دسی-زیمنس بر متر به ترتیب ۱۳ و ۳۶ درصد بیشتر از روش آبیاری زیرزمینی بود. اینکراکسی و همکاران[8] (۲۰۰۶) عملکرد گوجه فرنگی را در گلخانه تحت دو روش آبیاری قطره‌ای و زیرزمینی با شوری آب ۶ دسی‌زیمنس بر متر مورد بررسی قرار دادند. آنها گزارش کردند که روش آبیاری اثر معنی‌داری بر روی تعداد میوه و عملکرد محصول نداشت. عملکرد محصول و تعداد میوه در آبیاری قطره‌ای به ترتیب ۱۰/۹ کیلوگرم در مترمربع و ۶۴ عدد در مترمربع و در آبیاری زیرزمینی این مقادیر به ترتیب ۱۰/۶ کیلوگرم در مترمربع و ۶۳ عدد در مترمربع بود. اسمعیل نیا و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند که متوسط وزن میوه در روش آبیاری زیرزمینی بیشتر از دو روش آبیاری سطحی و زهکشی کنترل‌شده بود. اما محصول گوجه فرنگی در تیمار زهکشی کنترل‌شده به ترتیب ۷۳ و ۱۲درصد بیشتر از تیمار آبیاری سطحی و تیمار آبیاری زیرزمینی بود. نوری و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی اثرات مدیریت سطح ایستابی بر روی یونجه گزارش کردند که با کنترل سطح ایستابی در

1. Shrirastara et al
2. Malash et al
3. Yurtseven et al
4. Al-Omran et al
5. Von Hoyningen Huene
6. Patel et al
7. Rouphael et al
8. Incrocci et al

www.SID.ir

Archive of SID

اعماق ۵۰ و ۷۰ سانتیمتری از سطح خاک، محصول خشک به ترتیب ۵۲ و ۷۳ درصد نسبت به تیمار زهکشی آزاد (تیمار شاهد) افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه کمبود منابع آب مناسب، یکی از علل اصلی کاهش عملکرد در کشور می‌باشد، ضروری است تا از منابع آب شور و لب‌شور، با اعمال روش و برنامه‌ریزی آبیاری مناسب و در راستای کشاورزی پایدار بهره جست. تحقیق حاضر تأثیر اثر آبیاری زیرزمینی و آبیاری سطحی با آب شور را بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی مصرف آب گوجه فرنگی بررسی می‌کند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸در اراضی تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی واقع در کرج (جنب ایستگاه هواشناسی) اجرا شد. محل اجرای آزمایش در ۳۵ درجه و ۵۵ دقیقه عرض جغرافیایی و ۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه طول جغرافیایی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۱۲/۵ متر است. متوسط بارندگی سالانه در منطقه ۲۶۰ میلی متر می‌باشد. آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار شامل دو فاکتور شوری و روش آبیاری اعمال گردید. سه سطح شوری آب آبیاری شامل (آب معمولی، شاهد) S_1=۰/۷، S_2=۲ و S_3=۴ دسی‌زیمنس بر متر و دو روش آبیاری شامل آبیاری سطحی (M_1) و آبیاری زیرزمینی (M_2) بود. برای تعیین مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) خاک از دستگاه صفحه فشاری (Pressure Plate) استفاده شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک لایسیمترها در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

برای انجام این آزمایش از ۱۸ لایسیمتر به طول ۱/۵، عرض ۱/۵ و عمق ۲ متر استفاده شد. به منظور ساخت لایسیمترها ابتدا در حدود ۵۵ متر مکعب خاکبرداری گردید و بعد از مشخص شدن مکان لایسیمترها، لوله‌هایی به قطر ۶ سانتیمتر از جنس PVC برای خارج کردن آب زهکش‌ها در زیر لایسیمترها قرار داده شدند. دیواره‌های لایسیمترها با بلوک و سیمان ساخته شد و سپس کف آن با ملات شن و سیمان تا ۵ سانتیمتری دهانه زانویی لوله زهکش در لایسیمترها، همسطح شد. بر روی دیواره‌های لایسیمتر یک لایه ملات شن و سیمان کشیده شد سپس دو لایه قیر و گونی بر روی دیواره‌ها و کف لایسیمترها برای جلوگیری از نشت آب قرار داده شد و در انتها بر روی لایه قیر و گونی در کف لایسیمترها یک لایه ملات دیگر قرار داده شد. برای هر یک از لایسیمترها یک لوله به قطر ۶ سانتیمتر و به طول ۱۲ سانتیمتر تهیه گردید که بر روی این لوله ۲۰ سوراخ ۲ میلیمتری ایجاد شده بود. این لوله به صورت عمودی در کف لایسیمتر قرار داده شد و از طریق زانویی، به لوله‌ای که در زیر هر یک از لایسیمترها کار گذاشته شده بود، متصل گردید. برای جلوگیری از گرفتگی زهکش‌ها از یک فیلتر مصنوعی استفاده شد. همچنین برای اطمینان بیشتر، کف لایسیمترها تا ۵ سانتیمتر بالای لوله زهکش با گراول پر شد. سپس با استفاده از لودر لایسیمترها از خاک پر شدند. تمامی لایسیمترها با آب معمولی کاملاً اشباع شدند تا خاک درون لایسیمترها بطور کامل نشست کند و بعد از نشست کامل خاک درون لایسیمترها، میزان خاکی که برای پر شدن لایسیمترها نیاز بود، به آنها اضافه شد. درون لایسیمترها دو فارو به فاصله ۴۰ سانتیمتر ایجاد گردید.

نشاهای گوجه فرنگی (رقم Super Strain B) در تاریخ ۵ تیر ماه ۱۳۸۸، به لایسیمترها انتقال داده شدند. فاصله نشاها برروی فارو ۵۰ سانتیمتر بود که در هر لایسیمتر مجموعاً ۹ عدد نشاء کاشته شد. تا قبل از اعمال تیمارها به دلیل عمق کم ریشه‌ها، آبیاری در تمام تیمارها هر ۵ روز به یک اندازه و به یک مقدار (۳۰ میلیمتر) به صورت سطحی و با آب معمولی (۰/۷ دسی زیمنس بر متر) براساس تبخیر از تشت کلاس A ایستگاه هواشناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی و اعمال ضرایب تشت (K_P) و گیاهی (K_C) انجام شد. پس از استقرار گیاه و افزایش عمق ریشه‌ها، تیمارهای آبیاری و شوری در تاریخ ۱۵ مردادماه اعمال شدند. از آنجا که تیمارهای کیفیت آب در این طرح شامل سه شوری ۰/۷ (آب معمولی)، ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود، لذا این کیفیت‌ها از طریق اختلاط آب معمولی با مقدار مشخصی سنگ نمک طبیعی که مقدار آن در هر آبیاری با دستگاه EC متر کنترل می‌شد، تهیه گردید (۰/۸۷ g/lit نمک برای شوری ۲ دسی زیمنس بر متر و ۲/۳ g/lit برای شوری ۴ دسی زیمنس بر متر). نتایج تجزیه سنگ نمک طبیعی و آب آبیاری در جداول ۳ و۴ نشان داده شده است.

پس از اعمال تیمارهای آزمایش، سطح ایستابی برای تیمار آبیاری زیرزمینی در عمق ۸۰ سانتیمتری از سطح خاک توسط منبع تغذیه آب که مستقیماً به لوله زهکش هر لایسیمتر متصل بود، ثابت نگهداری می‌شد. به دلیل بزرگ بودن لایسیمترها، امکان استفاده از روش ماریوت نبود. به همین جهت هر روز صبح و عصر مقدار آبی (ارتفاع آب) که توسط گیاهان درون لایسیمتر مصرف می‌شد، با استفاده از نوار مدرج نصب شده بر روی منبع تغذیه محاسبه می‌گردید و از حاصلضرب ارتفاع آب در سطح منبع تغذیه آب، حجم آب مصرفی محاسبه و به منبع تغذیه آب اضافه می‌گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

زمان آبیاری برای تیمارهای آبیاری سطحی براساس MAD =۰/۵ و با استفاده از دستگاه رطوبت سنج Profil Prob کنترل می‌شد، بدین صورت که با استفاده از این دستگاه درصد رطوبت حجمی در عمق‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ سانتیمتری از سطح خاک اندازه‌گیری و میانگین آنها محاسبه می‌گردید و با توجه به MAD مربوطه، زمانی که رطوبت خاک به حد مورد نظر (۲۵/۵ درصد حجمی) می‌رسید، آبیاری انجام می‌گرفت. همچنین مقدار آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری از رابطه (۱) محاسبه گردید (علیزاده، ۱۳۸۴):

$$D_n = \frac{\theta_{FC} - \theta_i}{100}.Dr \qquad ۱$$

که D_n مقدار آب در هرنوبت آبیاری، θ_{FC} مقدار رطوبت حجمی خاک در ظرفیت زراعی، θ_i مقدار رطوبت حجمی خاک در زمان آبیاری و Dr عمق موثر ریشه می‌باشد که در طول فصل رشد برابر ۱ متر در نظر گرفته شد.

با توجه به جدول ۲ و مشاوره با کارشناس تغذیه خاک و گیاه فقط کود اوره در دو مرحله میوه‌دهی و ۱۴ روز بعد از این مرحله، هر بار معادل ۶۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سطحی و یکسان استفاده گردید. در جدول ۵ مقادیر آب آبیاری برای تیمارهای مختلف در طول فصل رشد آورده شده است.

در تاریخ ۲۰ مهرماه ۱۳۸۸ محصول برداشت شد. سپس وزن کل میوه، وزن تر گیاه، ارتفاع گیاه، قطر و وزن متوسط میوه اندازه‌گیری شد. وزن میوه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت یک‌صدم گرم اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS تحلیل و میانگین‌ها با آزمون دانکن (Duncan) مقایسه شدند.

بحث و نتایج

تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گوجه فرنگی

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان می‌دهد که شوری در سطح ۱٪ بر عملکرد گوجه فرنگی، قطر میوه، وزن تر گیاه و ارتفاع گیاه و در سطح ۵٪ بر تعداد میوه اثر معنی‌داری داشته است. روش آبیاری در سطح ۵٪ بر تعداد میوه و وزن میوه اثر معنی‌داری داشته است و اثر متقابل روش آبیاری و شوری بر عملکرد گوجه فرنگی در سطح ۵٪، معنی‌دار گردیده است.

مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گوجه فرنگی در تیمارهای مختلف با آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام شد (جدول ۷)، که نتایج آن به شرح زیر می‌باشند:

۱) عملکرد

همان طور که از جدول ۷ مشاهده می‌شود حداکثر عملکرد (۵۰/۶ تن در هکتار) مربوط به تیمار M_1S_1 و حداقل آن (۳۷/۴ تن در هکتار) مربوط به تیمار M_1S_3 می‌باشد. در روش آبیاری سطحی (M_1) با افزایش شوری، عملکرد گوجه فرنگی در تیمارهای M_1S_2 و M_1S_3 نسبت به تیمار شاهد (M_1S_1) به ترتیب ۹ و ۲۶/۲ درصد کاهش یافته است. در روش آبیاری زیرزمینی (M_2) با افزایش شوری، عملکرد گوجه فرنگی در تیمارهای M_2S_2 و M_2S_3 نسبت به تیمار شاهد (M_2S_1) به ترتیب ۳/۵ و ۷/۸ درصد کاهش یافته است. همچنین در سطوح شوری S_1 و S_2، عملکرد گوجه فرنگی در تیمار آبیاری سطحی نسبت به تیمار آبیاری زیرزمینی به ترتیب ۶/۷ و ۰/۶ درصد بیشتر بوده است، اما در سطح شوری S_3، عملکرد گوجه فرنگی در تیمار آبیاری زیرزمینی نسبت به تیمار آبیاری سطحی ۱۷/۱ درصد بیشتر بوده است. متوسط شوری در نیمرخ خاک در تیمار آبیاری سطحی برای شوری‌های آب ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۲/۳ و ۳/۳ دسی‌زیمنس بر متر و برای تیمار آبیاری زیرزمینی این مقادیر به ترتیب ۳/۷ و ۵/۴ دسی‌زیمنس بر متر بود که بیشترین شوری در این تیمارها در لایه سطحی وجود داشت. اما با توجه به این که بیشترین توزیع ریشه در تیمار آبیاری سطحی در لایه سطحی خاک (۲۰-۰ سانتیمتری) و در تیمار آبیاری زیرزمینی در لایه پایینی خاک (۶۰-۴۰ سانتیمتری) بود، در نتیجه اثر شوری در کاهش عملکرد برای تیمار آبیاری زیرزمینی کمتر از تیمار آبیاری سطحی بود. همچنین متوسط رطوبت حجمی خاک بین دو آبیاری در لایه‌های ۲۰-۰، ۴۰-۲۰، ۶۰-۴۰، ۸۰-۶۰ و ۱۰۰-۸۰ سانتیمتری برای آبیاری سطحی به ترتیب ۲۲/۸، ۲۶، ۲۸/۴، ۳۶/۱ و ۳۳/۲ درصد و برای آبیاری زیرزمینی به ترتیب ۱۹/۳، ۲۵/۷، ۳۱/۳ و ۴۳/۴ درصد بود.

در روش آبیاری زیرزمینی به دلیل اینکه سطح ایستابی همواره ثابت می‌باشد، رطوبت کافی همواره از طریق صعود مؤیینه‌ای در محیط ریشه گیاه در جریان است. در نتیجه غلظت نمک در محیط ریشه کمتر از آبیاری سطحی است (پتل و همکاران، ۲۰۰۱). با افزایش رطوبت خاک، از اثرات سو املاح و نمک کاسته می‌شود. به همین دلیل با افزایش شوری آب آبیاری مقدار عملکرد در آبیاری زیرزمینی نسبت به آبیاری سطحی کمتر کاهش یافته است و در شوری آب ۴ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد در این روش بیشتر از روش سطحی شده است. عملکرد گوجه فرنگی تابع متوسط وزن میوه و تعداد میوه تولید شده می‌باشد. در شوری‌های نسبتاً پایین (۲ تا ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر) کاهش متوسط وزن میوه باعث کاهش عملکرد گوجه فرنگی می‌شود در حالیکه تعداد میوه بدون تغییر باقی می‌ماند. اما کاهش تعداد میوه عامل اصلی کاهش عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

گوجه فرنگی در شوری‌های بالا می‌باشد (گوآرترو و سوریا، ۱۹۹۷، ون ایپرن[1]، ۱۹۹۶). پتل و همکاران (۲۰۰۱) در آزمایشی که با روش آبیاری زیرزمینی بر روی سیب زمینی انجام دادند، گزارش کردند که شوری اولیه خاک و شوری آب زیرزمینی تأثیری بر روی محصول کل سیب-زمینی ندارد.

۲) متوسط وزن میوه

نتایج نشان داد که بیشترین وزن میوه (۱۰۰ گرم) مربوط به تیمار M_1S_1 و کمترین آن (۸۷/۲ گرم) مربوط به تیمار M_1S_3 می‌باشد. جدول ۷ نشان می‌دهد وزن میوه در تیمار آبیاری سطحی نسبت به تیمار آبیاری زیرزمینی ۶ درصد بیشتر است. در تیمار آبیاری سطحی با افزایش شوری وزن میوه در تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار شاهد (S_1) به ترتیب ۳/۴ و ۱۲/۸ درصد کاهش یافته است. در حالیکه در تیمار آبیاری زیرزمینی با افزایش شوری وزن میوه در تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار شاهد (S_1) به ترتیب ۱/۹ و ۲/۴ درصد کاهش یافته است، که نشان می‌دهد در آبیاری زیرزمینی، رطوبت بیشتر در محیط ریشه از اثرات سو املاح کاسته و از کاهش بیش از حد وزن میوه در شوری‌های بالاتر آب آبیاری جلوگیری می‌کند. مالاش و همکاران (۲۰۰۸) اعلام کردند در روش آبیاری سطحی با افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۵۵ تا ۴/۵ دسی‌زیمنس برمتر، وزن متوسط میوه از ۱۱۰ به ۹۵ گرم کاهش می‌یابد.

۳) قطر میوه

بیشترین قطر میوه (۵/۱ سانتیمتر) برای تیمار M_1S_1 و کمترین آن (۴/۱ سانتیمتر) برای تیمار M_1S_3 بدست آمد. جدول ۷ نشان می‌دهد با افزایش شوری، قطر میوه در تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار شاهد (S_1) به ترتیب ۸/۸ و ۱۷/۵ درصد کاهش یافته است. در تیمار آبیاری سطحی با افزایش شوری قطر میوه در تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار شاهد (S_1) به ترتیب ۱۰/۱ و ۲۰/۶ درصد کاهش یافته است، در حالیکه در تیمار آبیاری زیرزمینی با افزایش شوری، قطر میوه در تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار شاهد (S_1) به ترتیب ۶/۷ و ۱۲/۶ درصد کاهش یافته است. همچنین در سطوح شوری S_1 و S_2، قطر میوه در تیمار آبیاری سطحی نسبت به تیمار آبیاری زیرزمینی به ترتیب ۴/۹ و ۱/۱ درصد بزرگتر بوده است، اما در سطح شوری S_3، قطر میوه در تیمار آبیاری زیرزمینی نسبت به تیمار آبیاری سطحی ۴/۹ درصد بزرگتر بوده است، که این نشان می‌دهد با افزایش شوری قطر میوه در آبیاری زیرزمینی کمتر از روش سطحی کاهش یافته است. بنابراین می‌توان گفت آبیاری زیرزمینی از لحاظ یکنواختی و بازارپسندی میوه‌ها مزیت بیشتری دارد (اسمعیل نیا و همکاران، ۱۳۸۴). دل عمار و همکاران[2] (۲۰۰۱) گزارش کردند که شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در کاهش قطر، وزن و تعداد میوه گوجه فرنگی دارد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

۴) تعداد میوه

بیشترین تعداد میوه (۱۱۸ عدد در هر لایسیمتر) برای تیمار M_2S_1 و کمترین آن (۹۷ عدد در هر لایسیمتر) برای تیمار M_1S_3 بدست آمد. جدول ۷ نشان می‌دهد با افزایش شوری تعداد میوه در تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار شاهد (S_1) به ترتیب ۴/۱ و ۱۱/۲ درصد کاهش یافته است. در جدول ۷ مشاهده می‌شود که تعداد میوه در تیمار آبیاری زیرزمینی نسبت به تیمار آبیاری سطحی ۸/۶ درصد بیشتر است. در تیمار آبیاری سطحی با افزایش شوری تعداد میوه در تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار شاهد (S_1) به ترتیب ۵/۸ و ۱۵/۲ درصد کاهش یافته است. در حالیکه در تیمار آبیاری زیرزمینی با افزایش شوری تعداد میوه در تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار شاهد (S_1) به ترتیب ۱/۷ و ۵/۵ درصد کاهش یافته است. با افزایش شوری پتانسیل آب در گیاه کاهش می‌یابد، بنابراین سرعت رشد و تعداد میوه کاهش می‌یابد (جانسون و همکاران[3]، ۱۹۹۲). به دلیل اینکه غلظت نمک در محیط ریشه در روش آبیاری زیرزمینی کمتر از روش آبیاری سطحی می‌باشد، بنابراین در روش آبیاری زیرزمینی تنش شوری تأثیر کمتری در کاهش تعداد میوه داشته است.

۵) وزن تر گیاه

بیشترین وزن تر گیاه (۳/۳ کیلوگرم در هر لایسیمتر) مربوط به تیمار M_1S_1 و کمترین آن (۲/۲ کیلوگرم در هر لایسیمتر) مربوط به تیمار M_1S_3 می‌باشد. جدول ۷ نشان می‌دهد با افزایش شوری وزن تر گیاه در تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار شاهد (S_1) به ترتیب ۱۰/۷ و ۲۶ درصد کاهش یافته است. همچنین در سطوح شوری S_1 و S_2 وزن تر گیاه در تیمار آبیاری سطحی نسبت به تیمار آبیاری زیرزمینی به ترتیب ۱۰/۷ و ۰/۳۵ درصد بیشتر بوده است، اما در سطح شوری S_3، وزن تر گیاه در آبیاری زیرزمینی نسبت به آبیاری سطحی ۱۲/۹ درصد بیشتر بوده است. در شرایط شوری وزن خشک ساقه و برگ گیاه گوجه فرنگی کاهش می‌یابد اما وزن خشک ساقه کمتر از وزن خشک

1. van Ieperen

2. Del Amor et al

3. Johnson et al

www.SID.ir

Archive of SID

برگ کاهش می‌یابد (کروز و همکاران[1]، ۱۹۹۰). به‌طور کلی با افزایش غلظت نمک‌ها، فشار اسمزی محلول خاک زیاد می‌شود. همچنین با افزایش فشار اسمزی، رشد ریشه، سرعت رشد و رشد رویشی گیاه کاهش می‌یابد در نتیجه وزن خشک اندام هوایی کاهش می‌یابد (جانسون و همکاران، ۱۹۹۲). گریو و همکاران[2] (۱۹۹۹) و ییلدیریم و همکاران[3] (۲۰۰۶) گزارش کردند که تحت شرایط تنش شوری و کم‌آبی، نفوذ ریشه به اعماق خاک کاهش یافته و در نتیجه وزن خشک گیاه نیز کم می‌شود.

۶) ارتفاع گیاه

بیشترین ارتفاع گیاه (۵۷/۷ سانتیمتر) مربوط به تیمار M_1S_1 و کمترین آن (۴۷/۸ سانتیمتر) مربوط به تیمار M_1S_3 می‌باشد. در جدول ۷ ملاحظه می‌شود که با افزایش شوری ارتفاع گیاه در تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار شاهد (S_1) به ترتیب ۶/۲ و ۱۴/۱ درصد کاهش یافته است. در تیمار آبیاری سطحی با افزایش شوری ارتفاع گیاه در تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار شاهد (S_1) به ترتیب ۷/۲ و ۱۷/۱ درصد کاهش یافته است، در حالیکه در تیمار آبیاری زیرزمینی با افزایش شوری ارتفاع گیاه در تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار شاهد (S_1) به ترتیب ۴/۵ و ۹/۳ درصد کاهش یافته است. همچنین در سطوح شوری S_1 و S_2 ارتفاع گیاه در روش آبیاری سطحی نسبت به روش آبیاری زیرزمینی به ترتیب ۷/۹ و ۴/۸ درصد بیشتر بوده است، اما در سطح شوری S_3، ارتفاع گیاه در آبیاری زیرزمینی نسبت به آبیاری سطحی ۱/۴ درصد بیشتر بوده است.

به‌طور کلی با افزایش فشار اسمزی محلول خاک، سرعت رشد و رشد رویشی گیاه کاهش می‌یابد (ابوشیتا و همکاران[4]، ۲۰۰۰). سوآب[5] (۲۰۰۲) نیز اعلام کرده است که افزایش سطح NaCl به بیش از ۶۰۰۰ ppm در آب آبیاری باعث کاهش ارتفاع گیاه، سطح برگ و رشد ریشه یونجه شده و در نهایت سبب کاهش محصول می‌گردد.

کارایی مصرف آب آبیاری

برای محاسبه کارایی مصرف آب آبیاری از رابطه (۲) استفاده شد (پایرو و همکاران[6]، ۲۰۰۹):

$$IWUE = \frac{Y}{I} \qquad ۲$$

که در آن IWUE کارایی مصرف آب آبیاری بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی، Y عملکرد محصول بر حسب کیلوگرم در هکتار و I کل حجم آب آبیاری در طول فصل رشد بر حسب متر مکعب در هکتار می‌باشد.

پس از محاسبه مقادیر IWUE (شکل ۱)، نتایج نشان داد که بیشترین کارایی مصرف آب (۹/۴۴ کیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به تیمار آبیاری زیرزمینی با شوری آب آبیاری ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر (M_2S_1) و کمترین مقدار آن (۴/۹ کیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به تیمار آبیاری سطحی با شوری آب آبیاری ۴ دسی‌زیمنس بر متر (M_1S_3) بود. در روش آبیاری سطحی (M_1) با افزایش شوری، کارایی مصرف آب آبیاری در تیمارهای M_1S_2 و M_1S_3 نسبت به تیمار شاهد (M_1S_1) به ترتیب ۸/۱ و ۲۴/۳ درصد کاهش یافته است. در روش آبیاری زیرزمینی (M_2) با افزایش شوری، کارایی مصرف آب آبیاری در تیمارهای M_2S_2 و M_2S_3 نسبت به تیمار شاهد (M_2S_1) مقدار ناچیزی به ترتیب ۱/۳ و ۲/۴ درصد کاهش یافته است که نشان دهنده این است در روش آبیاری زیرزمینی با افزایش شوری مقدار محصول نسبت به آبیاری سطحی کمتر کاهش می‌یابد. در جدول ۵ مشاهده می‌شود که با افزایش شوری به دلیل کاهش جذب آب، حجم آب مصرفی کاهش یافته است. همچنین میزان آب مصرفی در تیمارهای زیرزمینی به دلیل کاهش تبخیر از سطح خاک، کمتر از تیمارهای آبیاری سطحی می‌باشد. تیمار آبیاری زیرزمینی در سطوح شوری S_1، S_2 و S_3 به ترتیب ۲۵/۷، ۲۶/۵ و ۲۷/۷ درصد کمتر از تیمار آبیاری سطحی آب مصرف کرده است، که یکی از عوامل افزایش کارایی مصرف آب تیمار آبیاری زیرزمینی نسبت به تیمار آبیاری سطحی است.

اگر چه که عملکرد محصول در شوری‌های پایین (۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر) در روش آبیاری زیرزمینی کمتر از روش آبیاری سطحی می‌باشد، اما در روش آبیاری زیرزمینی آب کمتری نسبت به روش سطحی مصرف شده است. همچنین در شوری‌های بالاتر آب آبیاری علاوه بر کارایی مصرف آب بالاتر، عملکرد بیشتری نسبت به تیمار آبیاری سطحی حاصل شده است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش اثر آبیاری زیرزمینی و آبیاری سطحی با آب شور بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی مصرف آب گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دهندهٔ این است که عملکرد محصول گوجه فرنگی در هر دو تیمار آبیاری زیرزمینی و سطحی نزدیک به هم بود و مصرف آب کمتر در آبیاری زیرزمینی، باعث افزایش کارآیی مصرف آب شد. همچنین در شوری‌های بالاتر آب آبیاری علاوه بر کارایی مصرف آب بالاتر، عملکرد بیشتری نسبت به تیمار آبیاری سطحی بدست آمد.

---

1. Cruz
2. Grieve
3. Yildirim
4. Abushita
5. Saoub
6. Payero

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری و قدردانی

نگارندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند که از معاونت علمی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج به دلیل همکاری بیدریغ و تأمین مالی این پژوهش، سپاسگزاری نمایند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک لایسیمترها

شن (٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	بافت	جرم مخصوص ظاهری (g/cm^3)	ظرفیت زراعی (٪ حجمی)	نقطه پژمردگی دائم (٪ حجمی)
۲۶	۳۵	۳۹	لوم‌رسی	۱/۳۵	۳۴	۱۷

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی خاک لایسیمترها

pH	EC (dS/m)	SAR	O.C	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	سدیم	آهن	روی	منگنز
			(٪)		(mg/kg)			(ppm)		(mg/kg)		
۸/۲	۱/۰۱	۱/۲۳	۰/۸۷	۰/۱۰۵	۳۱/۴	۵۷۴	۱۶۰	۱۷	۶۱	۵/۸۱	۲/۶۴	۸/۵

جدول ۳- نتایج تجزیه سنگ نمک طبیعی

درصد				
NaCl	$Na_2(SO_4)$	$Ca(CO_3H)_2$	$Mg(CO_3H)_2$	غیره
۹۵/۹۴	۰/۷۱	۰/۴۸۶	۱/۳۱۴	۱/۵۵

جدول ۴- نتایج تجزیه آب آبیاری

کاتیون و آنیون‌ها (میلی اکی والان در لیتر) و هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)

pH	EC	SAR	HCO_3^{-2}	Cl^-	SO_4^{-2}	$Ca^{+2}+Mg^{+2}$	Na^+
۷/۱	۰/۷	۰/۴۷	۴/۲	۲	۲/۲	۶	۰/۸۲

جدول ۵- حجم آب مصرفی گیاه گوجه فرنگی در طول فصل رشد

فاکتور اندازه‌گیری شده	آبیاری سطحی			آبیاری زیرزمینی		
سطوح شوری (dS/m)	۰/۷	۲	۴	۰/۷	۲	۴
حجم آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	۷۸۱۳	۷۷۳۵/۱	۷۶۲۴/۱	۵۰۲۷/۸	۴۹۱۴/۷	۴۷۴۸/۵

جدول۶- نتایج تجزیه واریانس پارامترهای اندازه‌گیری شده (عملکرد واجزای عملکرد)

منابع تغییرات	تکرار	میانگین مربعات (M.S)			
		روش آبیاری	شوری	روش آبیاری× شوری	خطا
درجه آزادی	۲	۱	۲	۲	۷
عملکرد	۶/۴ n.s	۰/۳۱ n.s	۸۸/۰۵ **	۲۸/۸۳ *	۶/۶۵
قطر میوه	۰/۰۱ n.s	۰/ ۰۲ n.s	۰/۸۵ **	۰/۰۶ n.s	۰/۰۴
تعداد میوه	۱۰/۳۷ n.s	۲۷۰/۷۵ *	۱۷۴/۶۳ *	۳۵/۴۳ n.s	۲۸/۴۴
وزن میوه	۲۷/۴۳ n.s	۱۵۱/۴۳ *	۶۹/۴۶ n.s	۳۸/۹۵ n.s	۲۰/۰۱
وزن تر گیاه	۰/۶۵ n.s	۰/۹۴ n.s	۰/۰۱ **	۰/۲۵ n.s	۰/۰۸
ارتفاع گیاه	۱/۰۹ n.s	۸/۵ n.s	۶۵/۸۴ **	۷/۳۴ n.s	۲/۶۹

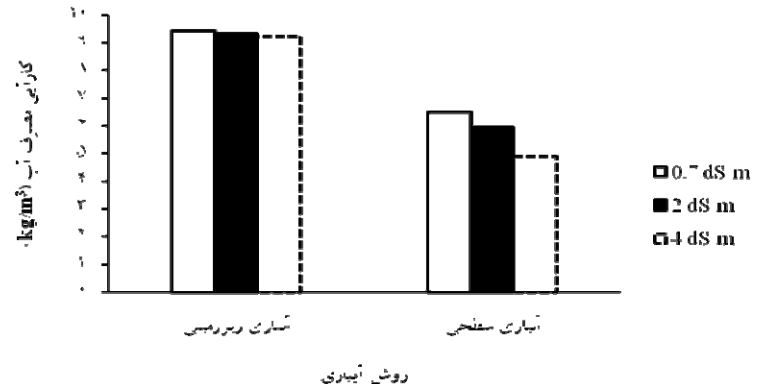
n.s و *و** بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گوجه فرنگی در تیمارهای مختلف آزمایش

تیمار	M_1S_1	M_1S_2	M_1S_3	M_2S_1	M_2S_2	M_2S_3	M_1	M_2	S_1	S_2	S_3
عملکرد (t/ha)	۵۰/۶ a	۴۶/۱ ab	۳۷/۴ c	۴۷/۵ ab	۴۵/۸ ab	۴۳/۸ b	۴۴/۷	۴۵/۷	۴۹/۴	۴۶	۳۹/۹
وزن میوه(g)	۱۰۰	۹۶/۶	۸۷/۲	۹۰/۵	۸۸/۸	۸۸/۳	۹۴/۶ a	۸۹/۲ b	۹۹/۲	۹۳/۵	۸۷/۶
تعداد میوه	۱۱۴	۱۰۷/۳	۹۶/۷	۱۱۸	۱۱۶	۱۱۱/۵	۱۰۶b	۱۱۵/۲ a	۱۱۵/۶ a	۱۱۰/۸ a	۱۰۲/۶ b
قطر میوه (cm)	۵/۱	۴/۶	۴/۱	۴/۹	۴/۶	۴/۳	۴/۶	۴/۶	۵/۰۴ a	۴/۶ b	۴/۱ c
وزن تر گیاه (kg)	۳/۳	۲/۸	۲/۲	۳	۲/۸	۲/۶	۲/۸	۲/۸	۳/۲ a	۲/۸ a	۲/۴ b
ارتفاع گیاه (cm)	۵۷/۷	۵۳/۵	۴۷/۸	۵۳/۴	۵۱	۴۸/۵	۵۳	۵۱	۵۵/۹ a	۵۲/۵ b	۴۸/۱ c



شکل ۱- مقادیر کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف

فهرست منابع

۱. اسمعیل نیا، س.، لیاقت ع.، حیدری، ن. و اکرم، م. ۱۳۸۴. مطالعات لایسیمتری روش‌های سطح ایستابی برای آبیاری گوجه فرنگی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۶ (۲۳): ۲۳-۱۳.

۲. علیزاده، ع. ۱۳۸۴. رابطه آب، خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا.

3. Abushita, A. A., Daood, H. G. and Biacsp, A. 2000. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. American Chemical Society, 48: 2075- 2081.
4. Al-Omran, A. M., Al-Harbi, A. R. Wahb-Allah, M. A. Nadeem, M. and Al-Eter, A. 2010. Impact of irrigation water quality, irrigation systems, irrigation rates and soil amendments on tomato production in sandy calcareous soil. Turk J Agric. 34: 59-73.
5. Cruz, V., Cuartero, J. BolarõÂn, M. C. and Romero, M. 1990. Evaluation of characters for ascertaining salt stress responses in Lycopersicon species. J. Am. Soc. Horti. Sci. 115: 1000-1003.
6. Cuartero, J., and Soria, T. 1997. Productividad de tomates cultivados en condiciones salinas. Actas de Horticultura 16: 214-221.
7. Del Amor, F. M., Martinez, V. and Cerda, A. 2001. Salt tolerance of tomato plants as affected by stage of plant development. Hortscience, 36(7):1260–1263.
8. Grieve, C. M., Shannon, M. C. and Dierig, D. A. 1999. Salinity effects on growth, shoot-ion relations, and seed production of Lesquerella fendleri. Reprinted from: Perspectives on New Crops and New Uses, J. Janick (Ed.), ASHS Press, Alexandria, VA.
9. Gupta, R. K., and Abrol, I. P. 1990. Salt-affected soils: their reclamation and management for crop production. In Advances in Soil Science, Vol. 11 Soil Degradation, Lal R, Stewart BA (eds). Springer-Verlag: New York; 223–288.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Incrocci, L., Malorgio, F. Della Bartola, A. and Pardossi, A. 2006. The influence of drip irrigation or subirrigation on tomato grown in closed-loop substrate culture with saline water. Scientia Horticulturae, 107: 365–372.
11. Johnson, R. W., Dixon, M. A. and Lee, D. R. 1992. Water relations of the tomato fruit during growth. Plant Cell Environ. 15: 947-953.
12. Malash, N. M., Flowers, T. J. and Ragab, R. 2008. Effect of irrigation methods, management and salinity of irrigation water on tomato yield, soil moisture and salinity distribution. Irrigation Science, 26: 313–323.
13. Noory, H., Liaghat, A. Chaichi, M. R. and Parsinejad, M. 2009. Effects of water table management on soil salinity and alfalfa yield in a semi-arid climate. Irrigation Science, 27: 401–407.
14. Patel, R. M., Prasher, S. O. Donnelly, D. and Bonnell, R. B. 2001. Effect of initial soil salinity and subirrigation water salinity on potato tuber yield and size. Agricultural Water Management. 46: 231 239.
15. Patel, R. M., Prasher, SO. and Bonnell, R. B. 2000. Effects of water table depth, irrigation water salinity, and fertilizer application on root zone salt buildup. Canadian Agricultural Engineering. 42: 111–115.
16. Patel, R. M., Prasher, SO. Donnelly, D. Bonnell, R. B. and Broughton, R. S. 1999. Subirrigation with brackish water for vegetable production in arid regions. Bioresource Technology. 70: 33–37.
17. Payero, J. O., Tarkalson, D. D. Irmak, S. Davison, D. and Petersen, J. L. 2009. Effect of timing of a deficit-irrigation allocation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency and dry mass. Agricultural Water Management. 96: 1387–1397.
18. Rouphael,Y., Cardarelli, M . Rea, E . Battistelli, A . and Colla, G. 2006. Comparison of the subirrigation and drip-irrigation systems for greenhouse zucchini squash production using saline and non-saline nutrient solutions. Agricultural Water Management, 82: 99–117.
19. Saoub, H. M. 2002. Response of six Medicago sative cultivars to NaCl concentrations in irrigation water ,Pakistan Journal of Agronomy, 1(4):107-109.
20. Shrirastara, P. K., Parikh, M. M. Sawani, N. G. and Raman, S. 1994. Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. Agricultural Water Management. 25(2): 179- 184.
21. Van Ieperen, W. 1996. Effects of different day and night salinity levels on vegetative growth, yield and quality of tomato. J. Horti. Sci. 71: 99-111.
22. Von Hoyningen Huene, B. 1994. Subirrigation of maize using saline-sodic water. PhD thesis, McGill University, Montreal, Canada.
23. Yildirim, E., Taylor, A. G. and Spittler, T. D. 2006. Ameliorative effects of biological treatments on growth of squash plants under salt stress. Scientia Horticulturae, 111: 1–6.
24. Yurtseven, E., Kesmez, G. D. and Ünlükara, A. 2005. The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central anatolian tomato species (*Lycopersicon esculantum*). Agricultural Water Management, 78: 128–135.

www.SID.ir