بررسی اثرات رژیمهای مختلف آبیاری و ریزمغذیهای آهن و روی بر عملکرد و کارایی آب آبیاری در زراعت گوجه فرنگی

محسن سیلسپور و محمدرضا قائمی[1]*

چکیده

در یک بررسی 2 ساله (1382-1381) در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین ، اثر سه میزان آب آبیاری براساس 60 ،80 و100 درصد تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و چهار تیمار کودی NPK ، NPKFe ، NPKZn و NPKFeZn بر عملکرد محصول گوجه فرنگی با روش آبیاری قطره ای با دور آبیاری یکسان در زمان محصول دهی در قالب طرح آماری کرت های خرد شده (رژیم های آبیاری به عنوان عوامل اصلی و تیمارها کودی به عنوان عوامل فرعی) با سه تکراردر یک خاک لوم رسی مورد مطالعه قرار گرفت . نتایج نشان داد اثر عوامل اصلی و اثر عوامل فرعی واثرات متقابل آنها بر متوسط عملکرد میوه و کارائی آب مصرفی معنی دار می باشند. مصرف آهن و روی باعث افزایش معنی دار عملکرد و بازده آب آبیاری در مقایسه با تیمار شاهد شداز طرف دیگر افزایش مصرف آب ، عملکرد و بازده آب آبیاری را بطور معنی داری افزایش داد. در این خصوص مناسبترین ترکیب تیمارهای آبیاری و کودی ،اعمال رژیم آبیاری به میزان 100 درصد تبخیر و تیمار کودی NPKFeZn با متوسط تولید میوه 48/1 تن در هکتار و کارایی آب آبیاری 6/2 کیلوگرم محصول به ازای مصرف یک مترمکعب آب آبیاری بود.

واژه های کلیدی: گوجه فرنگی، آبیاری، عملکرد، آهن، روی

مقدمه

گوجه‌فرنگی از محصولات مهمی است که از نظر اقتصادی اهمیت بسزائی دارد و سطح کشت کل کشور حدود 120 هزار هکتار با متوسط تولید 27 تن در هکتار می باشد (خوگر1379). این محصول به شکلهای مختلف تازه ، آبمیوه، پودر و رب مورد استفاده قرار گرفته و مصرف آن دارای رشد فزاینده‌ای است. امروزه آب برای زندگی و سلامت بشر ضروری است. در خیلی نقاط جهان کمبود آب در حال افزایش است و به دنبال آن کاهش سهم آب در بخش کشاورزی و افزایش مصرف آن در شهرها و صنعت چشمگیر می‌باشد. از این جهت نسل‌ای آینده ناچار به تولید غذای بیشتر با مقدار آب کمتر یا مشابه آب قابل استفاده موجود در بخش کشاورزی می‌باشند لذا نیاز به افزایش راندمان آب (نسبت توده یا ارزش تولید شده به حجم آب مصرف شده) بدون به مخاطره افتادن امنیت غذایی می‌باشد (Kamal 1990 و Kijne2002) .

مسئله کم آبی در ایران همواره یکی از مهمترین مسائل و مشکلات بوده است.با در نظر گرفتن پائین بودن میزان بارندگی، بالا بودن میزان تبخیر و تعرق و محدودیت منابع آبی، هر گونه تحقیق در زمینه رژیمهای آبیاری حائز اهمیت خواهد بود.کم آبیاری یک استراتژی بهینه برای به عمل آوردن محصولات تحت شرایط کمبود آب است که همواره با کاهش محصول مواجه می‌باشد و هدف اصلی آن، افزایش راندمان مصرف آب است. مطالعات Mitchel و همکاران (1991) برای گوجه‌فرنگی نشان داد که کم آبیاری عملکرد و آب ذخیره شده گوجه‌فرنگی را کاهش، اما میزان مواد جامد محلول، درصد قند، میزان اسید سیتریک و پتاسیم را افز ایش می‌دهد. نورجو و همکاران (1382) مراحل بحرانی و دوره‌های فعال گیاهی (مناطق ممنوعه کم آبیاری) برای گوجه‌فرنگی را مرحله تشکیل گلها، میوه‌ها و مرحله‌ای که رشد میوه‌ها سریع است ذکر نموده‌اند. Alvino و همکاران (1988) در تحقیقی ارتباط رسیدگی همزمان

---

1 - به ترتیب اعضاء هیئت علمی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین

* وصول: 84/3/16 و تصویب: 85/6/28

میوه‌ها و قابلیت نگهداری را با رژیمهای مختلف آبیاری خاطر نشان شده‌اند. آنان با انتخاب چهار زمان آبیاری بر مبنای : ۴۰،۷۰، 100و130 میلیمتر تبخیر و تعرق اعلام نمودند که مواد جامد محلول در تیمار اول بیشترین مقدار، قابلیت نگهداری محصول در تیمار چهارم بیشترین و سومین تیمار موجب تولید خوب و نسبتا یکنواخت محصول گردیده است . بطور کلی تیمار 1 و 2 موجب کاهش کیفیت پس از برداشت گردیده در حالی که در تیمار 3 و4 تغییرات محسوس در کیفیت محصول مشاهده نشده است. مطالعات Rubino و Tarantino (1988) با اعمال هشت تیمار آبیاری (۱۴۰،۱۲۰،۱۰۰،۸۰،۶۰،۴۰،۲۰و160درصد تبخیر و تعرق پتانسیل) نشان داد که ماده خشک با افزایش میزان آبیاری کاهش می‌یابد، همچنین مجموع مواد جامد محلول بطور متوسط در تیمارهای کم آبیاری بیشتر بوده ولی اسیدیته آن نسبت به آبیاری تغییری نداشته است. Mitchel و همکاران (1991) اثرات کم آبیاری را در عملکرد، کیفیت و بافت میوه مورد بررسی قرار داده و گزارش نمودند که کم آبیاری موجب کاهش تجمع آب در میوه و تولید محصول گردیده ولی مواد جامد محلول را افزایش و منجر به افزایش غلظت قند و اسید سیتریک و پتاسیم شده است. Fukumuto و همکاران (1992) طی آزمایشی روی گوجه فرنگی اعلام نمودند استرس آبی موجب کاهش چروکیدگی و فساد میوه گوجه فرنگی می‌گردد. Reid و (1996)با اعمال کم آبیاری به میزان ۳۷،۱۵و 40 درصد نسبت به آبیاری کامل اعلام نمودند کاهش آب آبیاری به میزان 40درصد ،اندازه میوه را 31درصد و میزان محصول قابل عرضه را 13درصد کاهش می‌دهد. Peet و Willits (1995) اعلام نمودند آبیاری بیش از حد گوجه‌فرنگی موجب افزایش چروکیدگی میوه خواهد شد. از دیگر سو، آبیاری بیش از حد از طریق رواناب،باعث هدر رفتن مقداری از آب آبیاری می‌گردد و از طرفی زه آب در هر زراعتی باعث شستشوی یکسری از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شده و همچنین زیادی آب احتمال بروز خسارت آفات و بیماریها را افزایش می‌دهد. دوره‌های کوتاه مدت آبیاری نیز موجب افزایش تبخیر از سطح خاک می‌شود. نتایج تحقیقات Obreza و همکاران (1996) نشان می‌دهد که کم آبیاری در گوجه‌فرنگی باعث کاهش عملکرد میوه و بازارپسندی آن می‌شود.به عبارت دیگر، هر چه میزان آب آبیاری کمتر می‌شود، اندازه میوه‌ها نیز کاهش می‌یابد.از طرف دیگر کم آبیاری باعث بالا رفتن کارایی آب آبیاری می‌شود، اما به دلیل آنکه میوه‌های درشت کمتر تولید می‌شوند، نهایتاً کم آبیاری اقتصادی نخواهد بود. نتایج تحقیقات Damptey (1994) نشان می‌دهد که کم آبیاری در گوجه‌فرنگی باعث کاهش عملکرد میوه، ارتفاع و تعداد برگ در گیاه می‌شود. نتایج تحقیقات Mendez (1995) در رابطه با تأثیر دورهای آبیاری ۴،۸،۱۲ و16 روزه نشان می‌دهد که بطور کلی هرچه دور آبیاری بیشتر می‌شود، محصول به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و از بازارپسندی آن کاسته می‌شود. نورجو و همکاران(1382) طی تحقیقی با چهار تیمار آبیاری (۱۲۵،۱۰۰،۷۵ و 50 درصد نیاز واقعی گیاه) نشان دادند که هر چه میزان آب آبیاری کمتر می‌شود،عملکرد کل و عملکرد بازارپسند کاهش می‌یابد.در تیمار چهارم با کاهش مصرف آب به میزان 44/5 درصد، عملکرد محصول 41/7 و عملکرد بازارپسند 43/4 درصد کاهش نشان می‌دهد.

در یک تحقیق گلخانه‌ای، Kaya و همکاران (2001)، گیاه گوجه‌فرنگی در بستر فقیر از روی رشد داده و سپس با محلولهای سولفات روی به غلظت 0، 0/35و 3/5 میلی‌مول در لیتر محلولپاشی شد. نتایج نشان داد که محلولپاشی با محلولهای فوق، محصول گوجه‌فرنگی را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد. غلظت روی، آهن، فسفر و پتاسیم در ریشه با افزایش غلظت محلول اسپری شده افزایش پیدا کرد .در تحقیق گلخانه‌ای دیگر Kaya (2002) با سه رقم گوجه فرنگی ومصرف سه سطح روی در محلول کاشت (0/01 ، 0/5 و 3 میلی‌گرم در لیتر) حداکثر محصول در هر سه رقم از تیمار 0/5 میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. غلظت روی در اندامهای هوایی با افزایش غلظت روی در محلول کاشت افزایش پیدا کرد. نتایج تحقیقات Bose و Tripathi (1996) در رابطه با محلولپاشی عناصر کم مصرف نشان می‌دهد که بهترین نتیجه (ارتفاع گیاه، محصول، تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد میوه در بوته) از مصرف توام ریزمغذیهای روی، منگنز و آهن بصورت محلولپاشی 30 و 60 روز پس از نشا بدست آمده است.

مواد و روشها

این آزمایش با طرح آماری کرت‌های خرد شده با سه رژیم آبیاری به عنوان عوامل اصلی و چهار تیمار کودی به عنوان عوامل فرعی در سه تکرار بمدت 2 سال در مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین با تیمارهایی به شرح ذیل اجرا گردید.

الف- کرت های اصلی با دور آبیاری براساس 20 تا 30 میلیمتر تبخیر از تشتک (جهت جلوگیری از تخلیه کامل رطوبت **خاک**) و **3 میزان عمق آبیاری شامل :**

W1-1 - آبیاری به میزان 60 درصد تبخیر از تشتک سفید کلاس A

W2-2 - آبیاری به میزان 80 درصد تبخیر از تشتک سفید کلاس A

3- W3 - آبیاری به میزان 100 درصد تبخیر از تشتک سفید کلاس A

ب- کرت های فرعی

1 – شاهد (NPK) :کود پایه بدون مصرف آهن و روی

2- NPKFe: کود پایه به علاوه (سولفات آهن با غلظت 5 در هزار)

3- NPKZn: کود پایه به علاوه (سولفات روی با غلظت 5 در هزار)

4- NPKFeZn: کود پایه به علاوه (مصرف توام سولفات روی و آهن با غلظت 1 درصد)

قبل از کاشت، از خاک محل اجرای آزمایش نمونه گیری مرکب به عمل آمد و خاک حاصله با روشهای متداول در موسسه تحقیقات خاک و آب (ازت با روش کلدال،کربن آلی با روش بلاک، فسفر با روش اولسن، پتاسیم با روش استات آمونیوم، عناصر آهن، منگنز، روی و مس با روش DTPA، بر با روش عصاره‌گیری با آب داغ و بافت خاک با روش هیدرومتری) مورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت (علی احیایی1376).

کودهای پایه شامل ازت از منبع اوره به میزان 350 کیلوگرم در هکتار ، فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان 100 کیلوگرم در هکتار و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به میزان 100 کیلوگرم در هکتار بر مبنای آزمون خاک مصرف شدند. تمام کود فسفر و پتاسیم قبل از کاشت و کود ازت در سه نوبت (قبل از گلدهی، میوه دهی و قبل از رنگ انداختن میوه‌ها) مصرف شد. عملیات محلولپاشی با منابع سولفات آهن و سولفات روی به غلظت 5 هزار در سه مرحله (قبل از گلدهی، قبل از رنگ انداختن میوه‌ها و بین دو برداشت) انجام شد. هر کرت اصلی آزمایش شامل 6 خط کاشت بود. هر خط کاشت به طول 10 متر به عنوان یک کرت فرعی در نظر گرفته شد. فاصله کشت روی خطوط و فاصله قطره چکانها، نیم متر در نظر گرفته شد (2 بوته در هر مترمربع) که پس از آبیاری نوار ممتد خیس شده ایجاد می‌شد. دبی قطره چکانها نیز 2 لیتر در ساعت بود. زمان آبیاری نیز در تیمارهای مختلف بر اساس حجم آب مورد نیاز و دبی قطره چکانها محاسبه می‌شد. راندمان آبیاری نیز 90 درصد (ده درصد اتلاف به منظور جبران فرونشت عمقی منظور شد) در نظر گرفته شد و در محاسبات منظور گردید.

قبل از نشاء کاری با مصرف 300 تا 400 مترمکعب آب در هکتار ابتدا حدود 25 تا 30 سانتی متر لایه فوقانی خاک کاملا مرطوب شد و بلافاصله بعد از آن نشاء کاری انجام شد. از مرحله شروع محصولدهی به بعد، دور آبیاری یک روز در میان (20-30 میلیمتر تبخیر) و ضرایب ۶۰،۸۰ و100 درصد تبخیر تیمارهای آبیاری اعمال شدند. عمق آب آبیاری در تیمارهای مختلف در نوبتهای مختلف آبیاری و مقایسه آن با میزان تبخیر از طشتک در شکل 2 نمایش داده شده است. در طول اجرای آزمایش جمعاً 38 نوبت عملیات آبیاری انجام شد و میانگین آب مصرفی برای تیمارهای W2,W1وW3 به ترتیب 4690، 6223 و7751 متر مکعب در هکتار بود. محصول آزمایش در هر سال طی 2 تا 3 نوبت برداشت و توزین گردید و عملکرد تیمارها در هکتار مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تجزیه واریانس روی اعداد عملکرد و کارآیی آب آبیاری در تیمارها انجام شد و نهایتا تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن گروه بندی شدند.

نتایج

قبل از اجرای طرح، از خاک محل اجرای آزمایش و آب آبیاری نمونه برداری شد و نتایج اندازه گیری های شیمیائی و فیزیکی نمونه‌ها ی آب و خاک در جداول 1 و2و3 درج گردید که در برنامه مصرف کود و آبیاری مورد استفاده قرار گرفت.

جدول یک نشان می‌دهد که خاک محل اجرای آزمایش از نظر پتاسیم در وضعیت مناسب ،از نظر فسفر در وضعیت متوسط و از نظر ازت و ماده آلی فقیر می‌باشد. (ملکوتی و غیبی 1379). جدول 3 نشان می‌دهد که کیفیت آب آبیاری هیچگونه محدودیت شوری ندارد.

جدول 2 نشان دهنده قابلیت‌های ذخیره رطوبت در لایه‌های مختلف است که عموماً در حدود 18 سانتیمتر آب در یک متر عمق خاک می‌شود. با استفاده از این جدول می‌توان برنامه آبیاری را طوری تنظیم نمود که رطوبت خاک در بین دو آبیاری از میزان معین و همچنین از عمق معینی درخاک پائین تر نرود.

نتایج تجزیه و تحلیل آماری اعداد جدول 3 تجزیه واریانس مرکب در خصوص عملکرد (جدول 4) نشان می‌دهد که اثرات اصلی، اثرات فرعی و اثرات متقابل در سطح یک درصد تفاوت آماری معنی دار دارند.

درج علامت n.s به معنای عدم وجود تفاوت معنی‌دار آماری است.

جدول 5 تجزیه واریانس مرکب بازده آب آبیاری را نشان می‌دهد. همانگونه که از نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب بازده آب آبیاری (جدول 5) مشخص است اثر عوامل اصلی و اثر عوامل فرعی در سطح یک درصد و اثر متقابل آب و کود در سطح پنج درصد معنی‌دار است.

میانگینهای دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در متن جدول و سطر یا ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشند.
متوسط نتایج دو ساله بازده مصرف آب برحسب کیلوگرم محصول به ازای مصرف یک مترمکعب آب آبیاری نیز در جدول 7 ارایه شده است.

بحث

نتایج تجزیه وتحلیل آماری اعداد عملکرد نشان داد اثرات اصلی، اثرات فرعی و اثرات متقابل در سطح یک درصد تفاوت آماری معنی‌دار دارند. در این خصوص مناسبترین تیمار آبیاری، تیمار آبیاری W3 (آبیاری به میزان 100 درصد تبخیر از تشتک سفید کلاس A) با متوسط تولید 34/17 تن در هکتار و مناسبترین تیمار کودی، تیمار NPKFeZn (کود پایه به علاوه مصرف توأم سولفات روی و آهن با غلظت 1 درصد) با متوسط تولید 31/74 تن در هکتار می‌باشند (جدول6). با توجه به معنی‌دار بودن اثرات متقابل آب و کود، اعمال آزمون چند دامنه‌ای دانکن روی اثرات متقابل تیمارهای آب و کود نشان داد که مناسبترین تیمار جهت حصول به حداکثر محصول، تیمار کودی NPKFeZn با رژیم آبیاری W3 می‌باشد که 48/11 تن در هکتار محصول تولید نموده است (جدول6).
نتایج جدول 6 نشان می‌دهد که با افزایش میزان آب آبیاری، محصول به طور معنی‌داری افزایش یافته است، به طوریکه حداکثر محصول از تیمار W3 به میزان 34/17 تن در هکتار بدست آمده است. نتایج تحقیقات Mendez (1995) در رابطه با تأثیر دورهای آبیاری ۴،۸ ،12 و16 روزه نشان می‌دهد که بطور کلی هرچه دور آبیاری بیشتر می‌شود، محصول به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و از بازارپسندی آن کاسته می‌شود. نورجو و همکاران (1382) طی تحقیقی با چهار تیمار آبیاری (۱۲۵،۱۰۰،۷۵ و 50 درصد نیاز واقعی گیاه) نشان دادند که هر چه میزان آب آبیاری کمتر می‌شود، عملکرد کل و عملکرد بازارپسند کاهش می‌یابد. در تیمار چهارم با کاهش مصرف آب به میزان 44/5 درصد، عملکرد محصول 41/7 و عملکرد بازارپسند 43/4 درصد کاهش نشان می‌دهد.

در تمام رژیم های آبیاری (W3,W2,W1) مصرف کودهای ریز مغذی باعث افزایش محصول شده است. افزایش محصول در رژیم های آبیاری W3 محسوس‌تر از سایر رژیم‌های آبیاری است، بطوریکه محصول از 20/38 تن در هکتار (تیمار NPK) به 48/11 تن در هکتار (NPKFeZn) رسیده است که اثرات مثبت تغذیه متعادل گیاه در افزایش عملکرد می‌باشد.از طرف دیگر در تیمارهای کودی افزایش مصرف آب آبیاری باعث افزایش محصول شده است. این افزایش محصول در تیمار NPKFeZn محسوس تر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عملکرد از 17/63 تن در هکتار (تیمار W1) به 48/11 تن در هکتار (تیمار W3) رسیده است (شکل1).

نتایج دو ساله آزمایش در خصوص بازده مصرف آب تجزیه واریانس مرکب شد و مشخص شد که اثر عوامل اصلی و اثر عوامل فرعی در سطح یک درصد و اثر متقابل آب و کود در سطح پنج درصد معنی‌دار است. دربین رژیم‌های مختلف آبیاری، رژیم آبیاری W3 بالاترین بازده آب مصرفی را داشته است (4/25 کیلوگرم محصول به ازای مصرف یک مترمکعب آب آبیاری). در بین تیمارهای کودی نیز تیمار NPKZnFe بالاترین بازده آب مصرفی را داشت است. (4/86 کیلوگرم محصول به ازای مصرف یک مترمکعب آب آبیاری) (جدول 7). اعمال آزمون چند دامنه‌ای دانکن که روی متوسط بازده زراعی آب آبیاری اعمال شد نشان داد که مناسبترین تیمار جهت حصول به حداکثر بازده آب آبیاری، رژیم آبیاری W3 و تیمار کودی NPKZnFe می‌باشد. از آنجائیکه مصرف توأم آهن و روی باعث تغذیه متعادل گیاه شده و عملکرد افزایش یافته است، بنابراین بازده آب آبیاری نیز افزایش پیدا کرده است. نتایج تحقیقات Oertli و همکاران (1990) در خصوص مصرف کودهای کم مصرف در خصوص گوجه فرنگی نشان می‌دهد که مصرف عناصر کم مصرف باعث افزایش محصول و افزایش کارائی آب آبیاری می‌شود. تحقیقاتMore وShirde (1990) در خصوص مصرف آهن در گوجه‌فرنگی در یک خاک آهکی نشان می‌دهد که مصرف آهن بصورت سولفات آهن باعث افزایش معنی‌دار عملکرد گوجه فرنگی از 28 تن به 52 تن در هکتار می‌شود. بهترین نتیجه از مصرف سولفات آهن بصورت محلولپاشی عاید شده است. تحقیقات El-Sharif (1990) در خصوص مصرف روی در گوجه‌فرنگی (محلولپاشی- مصرف خاکی) نشان داد که در خاکهای آهکی مصرف روی بصورت محلولپاشی باعث افزایش ماده خشک و محصول گوجه فرنگی می‌شود. مصرف روی باعث افزایش جذب پتاسیم، کلسیم، آهن و روی شده است.

همانگونه که از نتایج جدول 7 مشخص است در تمامی رژیم‌های آبیاری، مصرف کودهای ریز مغذی باعث افزایش کارائی آب آبیاری شده است. این افزایش در تیمار آبیاری W3 محسوس تر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه کارائی آب آبیاری در رژیم آبیاری W3 ، از 2/6 کیلوگرم محصول بر متر مکعب آب آبیاری (تیمار NPK) به 6/21 کیلوگرم محصول بر متر مکعب آب آبیاری (تیمار

NPKFeZn) رسیده است که مؤید نقش مثبت ریز مغذی و تغذیه متعادل در افزایش کارائی آب آبیاری می‌باشد. نتایج تحقیقات Bose و Tripathi (1996) در رابطه با محلولپاشی ریزمغذیها نشان می‌دهد که بهترین نتیجه (ارتفاع گیاه، محصول، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد میوه در بوته) از مصرف توأم ریزمغذیهای روی، منگنز، آهن و روی بصورت محلولپاشی 30 و 60 روز پس از نشا بدست آمده است. از طرف دیگر در هر یک از تیمارهای کودی افزایش مصرف آب آبیاری موجب افزایش کارائی آب آبیاری شده است، بطوریکه در تیمار NPKFeZn کارائی آب آبیاری از 3/66 کیلوگرم بر متر مکعب در رژیم آبیاری W1 به 6/21 کیلوگرم بر متر مکعب در رژیم آبیاری W3 رسیده است. به عبارت دیگر آبیاری بر اساس 100 درصد تبخیر از طشتک، بیشترین کارایی آب آبیاری را به دنبال داشته است. نتایج تحقیقات Smajstrla و Locascia (1990) که ضرایب تبخیر از تشتک را (۳۰،۶۰،۹۰) روی محصول گوجه فرنگی آزمایش می‌کردند، نشان داد که با افزایش آبیاری، عملکرد محصول و کارائی آب آبیاری افزایش می‌یابد. بیشترین عملکرد قابل ارائه به بازار و بالاترین کارائی آب آبیاری به ترتیب 72 تن در هکتار و 10 کیلوگرم محصول به ازای یک متر مکعب آب آبیاری بر اساس 90 درصد تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر بوده است.

نتیجه گیری

نتایج آزمایش فوق نشان داد که که با افزایش آب آبیاری، عملکرد محصول و کارائی مصرف آب آبیاری افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، مصرف عناصر کم مصرف آهن و روی نیز باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و افزایش بازده آب مصرفی می‌شوند.برای رسیدن به حداکثر محصول و افزایش بازده آب آبیاری در گوجه فرنگی، مصرف عناصر کم مصرف آهن و روی همراه با اعمال رژیم آبیاری بر مبنای 100 درصد تبخیر از طشتک الزامی است.

جدول 1 - ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

سال اجرا	عمق سانتیمتر	pH گل اشباع	EC $dS.m^{-1}$ هدایت الکتریکی	T.N.V % موادخنثی‌شونده با اسید	OC % کربن آلی	بافت	P $mg.kg^{-1}$	K $mg.kg^{-1}$	Fe $mg.kg^{-1}$	Mn $mg.kg^{-1}$	Zn $mg.kg^{-1}$	Cu $mg.kg^{-1}$
1380	0-30	7/3	3/4	17	0/72	لوم-رس	10/6	300	4/4	12/3	0/9	1/4
1381	0-30	7/6	3	17	0/81	لوم-رس	9/5	324	5/2	11/5	0/42	0/5

جدول 2- خصوصیات فیزیکی لایه های مختلف خاک

عمق لایه خاک (سانتی متر)	درصد ذرات در بافت خاک شن	سیلت	رس	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	درصد وزنی رطوبت خاک نقطه پژمردگی	ظرفیت زراعی	آب قابل استفاده درعمق خاک (سانتی متر به ازای یک متر عمق خاک)
0-30	12	54	34	سیلتی لوم	1/47	10/60	22/25	17/12
30-60	26	48	26	کلی لوم	1/46	10/80	22/75	17/44
60-90	40	40	20	لوم	1/42	9/90	22/50	17/89

جدول 3 - خصوصیات شیمیائی آب آبیاری

هدایت الکتریکی $dS.m^{-1}$	اسیدیته pH	میلی اکی والان در لیتر بیکربنات HCO_3^-	کلر Cl^-	سولفات So_4^{2-}	مجموع آنیونها	کلسیم و منیزیم Ca^{2+} Mg^{2+}	سدیم Na^+	مجموع کاتیونها	نسبت جذب سدیم SAR	طبقه بندی
0/699	7/6	4/7	1/5	2/3	8/5	6/1	2/2	8/3	1/2	C1 S1

جدول 4 – تجزیه واریانس مرکب درخصوص عملکرد

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	احتمال معنی دار شدن	LSD
سال	1	3690/8	%1	-
تکرار در سال	4	177/8	n.s	-
عامل آب	2	3098/0	%1	3/45
عامل آب در سال	2	397/3	%5	-
اشتباه	8	51/53	n.s	-
عامل کود	3	1074/8	%1	3/98
عامل کود در سال	3	38/9	n.s	-
اثر متقابل آب و کود	6	113/6	%1	6/89
آب در کود در سال	6	17/6	n.s	-
اشتباه	36	12/61	n.s	-

جدول 5- تجزیه واریانس مرکب بازده آب آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	احتمال معنی دار شدن	LSD
سال	1	123/5	%1	-
سال در تکرار	4	4/1	n.s	-
عامل آب	2	21/0	%1	0/58
عامل آب در سال	2	21/9	%1	-
اشتباه	8	1/2	n.s	-
عامل کود	3	27/7	%1	0/67
عامل کود در سال	3	1/0	n.s	
اثر متقابل آب و کود	6	1/3	%5	1/17
آب در کود در سال	6	1/0	%5	-
اشتباه	36	0/4	n.s	-

درج علامت n.s به معنای عدم وجود تفاوت معنی دار آماری است.

متوسط نتایج دو ساله عملکرد بر حسب تن درهکتار درجدول ٦ ارایه شده است.

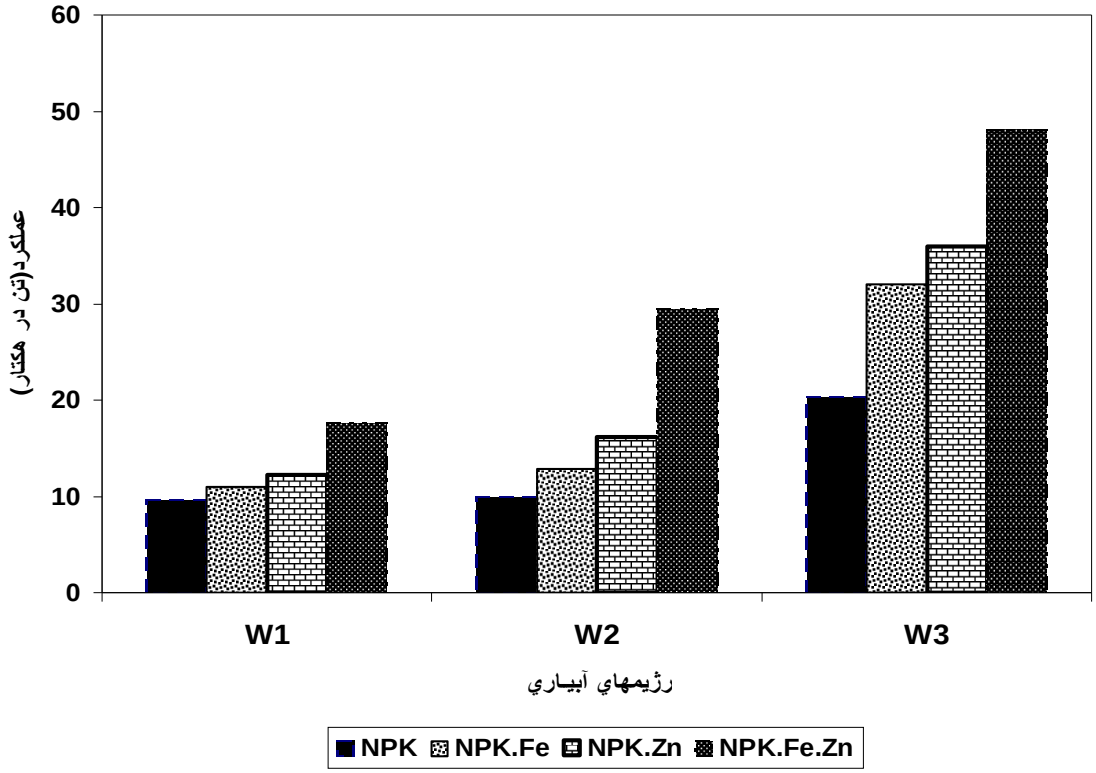
جدول 6 - متوسط نتایج دو ساله عملکرد بر حسب تن درهکتار

تیمار	W1	W2	W3	میانگین
NPK	9/63E	10/08 DE	20/38 C	13/36 C
NPKFe	11 DE	12/83 DE	32/08 B	18/63 B
NPKZn	12/21 DE	16/21 CDE	36/10 B	21/51 B
NPKFeZn	17/63 CD	29/48 B	48/11 A	31/74 A
میانگین	12/62 C	17/15 B	34/17 A	-

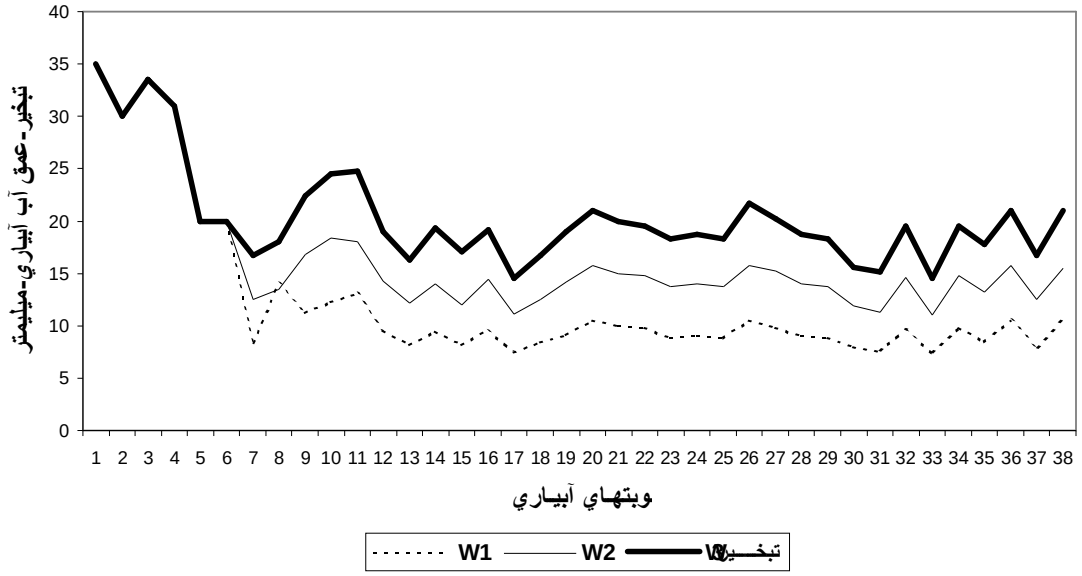
جدول 7 - متوسط نتایج دو ساله بازده مصرف آب برحسب کیلوگرم محصول به ازای مصرف یک مترمکعب آب آبیاری

تیمار	W1	W2	W3	میانگین
NPK	1/96 D	1/35 D	2/60 CD	1/97 C
NPKFe	2/26 D	2/03 D	3/55 BC	2/61 BC
NPKZn	2/50 CD	2/56 CD	4/65 B	3/23 B
NPKFeZn	3/66 BC	4/71 B	6/21 A	4/86 A
میانگین	2/60 B	2/66 B	4/25 A	-

میانگینهای دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در متن جدول و سطر یا ستون، فاقد اختلاف معنی دار به روش دانکن در سطح احتمال یک درصد میباشند.



شکل 1- اثر مصرف عناصر کم مصرف آهن و روی در محصول گوجه فرنگی در تیمارهای مختلف آبیاری



شکل 2- عمق آب آبیاری در تیمارهای مختلف در نوبتهای مختلف آبیاری و مقایسه آن با میزان تبخیر از طشتک

فهرست منابع:

1. خوگر، ز. 1379. اثرات مصرف بهینه کود در افزایش عملکرد گوجه فرنگی، موسسه تحقیقات خاک و آب ،تهران ، ایران.
2. علی احیایی، م.1376.شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک.جلد2،نشریه شماره1024، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
3. ملکوتی، م .ج و م . ن. غیبی.1379. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی موثر در خاک،گیاه و میوه. نشر آموزش کشاورزی،کرج، ایران.
4. نورجو.ا، ش. زمردی و ع.امامی.1382. اثرات کم آبیاری بر کمیت و کیفیت گوجه فرنگی. هشتمین کنگره علوم خاک ایران.12 -9 شهریور، رشت.
5. Alvino,A and R.D, Anderia.1988.Fruit ripening of different tomato cultivars as influenced by irrigation regims and time of harveting.Acta.228:137-146.
6. Bose,U.S and C.K,Tripathi.1996. Effect of micronutrients on growth,yield and quality of tomato.Crop Research Hisar.12:1,61-64.
7. Damptey.H.B.1994 .The effects of water deficit on some growth parameters of tomato.Ggana-Jurnal-of-Science.22-28.
8. Dsouza,M.C.,M.K, Ked .1991. Quality of processed field grown tomato as influenced by growth of plant under less than optimum soil moisture condition. J.of Sustainable Agriculture 2 :41-48.
9. El-Sharif,A .F.1990. Effects of rates and methods of Zinc application on growth and nutrient uptake of tomato plants. Egyptian Journal of Horticulture.17:46-53.
10. Fukumuto, K and K,Koyima.1992. Effect of phosphate fertilizer application and water stress on yield and quality of fully ripe tomatoes. Bulletin of Research Institute of Irrigation System.
11. Kamal,E.D.1990.Water management in oases.Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Zagazig University. Zagazig (Egypt).
12. Kaya,C and M.A.S.Burton .2001.Response of tomato CVs grown to fruit harvest stage under Zinc stress in glasshouse coundition. Jurnal of Plant Nutrition 24 (2)369-382 .
13. Kaya.C. 2002 .Response of tomato cultivar to foliar application of zinc when grown in sand culture at low zinc.Vcientia Horticultureae ,Vol 93.53-64 .
14. Kijne, J.W.,T.P.Tuong, J.Bennett, B.Bouman and T.Oweis.2002. Ensuring food securitg via improve in crop water producticity. Challenge program in water and food background.
15. Mendes.R.F.G.1995.Effects of applying different irrigation frequencies in tomato production in San Juan de Lagunillas, Merida State. Agronomia-Tropical-Maracay,45:2,203-232.
16. Mitchell,J.P.,C.Shenan,S.R.Grarran and D.M.May.1991.Tomato fruit yield and quality under deficit and salinity. J of the Ame.Soc of Soil Science.116-215.
17. More,N.B and P.H.Shirde.1991. Effects of different sources and methods of iron application on the uptake of iron, phosphorus and calcium by tomato cultivars. Journal of Maharashtra Agricultural Universities.16:172-176.
18. Obreza.TA.,D.J.Pits.,RJ.Mcgowern and T.H.Spreen.1996. Deficit irrigation of micro-irrigated tomato affects yield,fruit quality and disease severity. Jurnal of production Agriculture.9:2,270-275.
19. Oertli,J.J.,P.S.J.W. Seresinhe and R.Ruh.1989.The influence of the nutritional status of tomato plants on the water use efficiency. Acta-Horticulturae., No. 278, 227-235.
20. Peet,M.M and D.H.Willits.1995. Role of excess in tomato fruit cracking. J of Hortscience.30:65-68.

21. Reid.J.,B.D.Winfield and I.Sorensen.1996.Water deficit, root demography and the causes of internal blackening in field grown tomatoes. Annals of Applied Biology.129:137-149
22. Rubino,P and E.Tarantino.1988. Influnce of irrigation techniques on behavior of some processing tomato cultivars. Acta Horticulture.228:109-118.
23. Smajstrla.A.G and S.J. Locascio.1990. Irrigation scheduling of drip-irrigated tomato using tensiometers and pan evaporation. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 103: 88-91