بررسی رابطه میزان مصرف آب و عملکرد گوجه فرنگی در استان مازندران

داوود اکبری نودهی[۱] *، علی اکبر عزیزی زهان و رضا رضایی سوخت آبندانی

استادیار و عضو هیات علمی، گروه آبیاری، دانشگاه آزاد اسلامی قائمشهر ، ایران

Dakbarin@yahoo.com

محقق بخش تحقیقات آبیاری و فیزیک خاک موسسه تحقیقات خاک و آب، ، کرج، ایران

Azizizohan@yahoo.com

عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران،گروه زراعت

Rezaei9533@yahoo.com،

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کم آبیاری بر عملکرد گوجه فرنگی، تعیین تابع تولید و بازده مصرف آب، آزمایشی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار و به مدت دو سال بر روی گوجه فرنگی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بایع‌کلاء (نکاء) اجرا شد. تیمارهای آبیاری پس از انتقال نشاء گوجه فرنگی بر اساس I_1، I_2، I_3، I_4، I_5 و I_6 (به ترتیب ۰ (بدون آبیاری) ، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) اجرا گردید. نتایج نشان داد که تیمار I_1 (بدون آبیاری) و I_6 (۱۰۰ درصد نیاز آبی) به ترتیب دارای کمترین و بیشترین عملکرد در هکتار می-باشند. بازدهی مصرف آب در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی از دیگر تیمارهای آبیاری بیشتر از بود. و همچنین حداکثر محصول گوجه فرنگی با تأمین کامل نیاز آبی گیاه اتفاق می‌افتد. لذا، تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی با مقدار ۵۶۳۵ مترمکعب آب در هکتار و تولید ۴۵۰۲۰ کیلوگرم گوجه فرنگی در هکتار از سایر تیمارها برتری داشته که برای مناطقی که محدودیت منابع آبی وجود نداشته باشد، برای حصول حداکثر عملکرد قابل توصیه به کشاورزان می‌باشد. مقدار بازده مصرف آب (WUE) و بازده مصرف آب آبیاری (I_{WUE}) به ترتیب بین ۹/۲-۵ و ۹/۲-۱۴/۶ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. متوسط دو ساله فاکتور عکس العمل محصول (K_y) برای گوجه فرنگی در منطقه مورد نظر ۱/۱۸ تعیین شد.

واژه‌های کلیدی : بازده مصرف آب، کم آبیاری، فاکتور عکس العمل

مقدمه

گوجه فرنگی یکی از کشت‌های اقتصادی برای کشاورزان شرق استان مازندران است که سطحی معادل ۱۲۰۰ هکتار را به خود اختصاص داده است. در این اراضی گوجه فرنگی هنوز به صورت سنتی آبیاری می‌شود که مقدار آب مصرفی آن بالغ بر ۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار است. کارآیی مصرف آب برای تولید این محصول در کشور چهار کیلوگرم بر مترمکعب است که این رقم می‌تواند تا ۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب نیز افزایش یابد، رسیدن به رقم ۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب با اعمال مدیریت صحیح آبیاری، استفاده از روش‌های

---

[۱] آدرس نویسنده مسئول: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائمشهر، گروه آبیاری، قائمشهر، ایران

* دریافت: بهمن ۱۳۹۱ و پذیرش: شهریور ۱۳۹۲

آبیاری نوین و کم آبیاری به سهولت امکان‌پذیر است (۲). گیاه گوجه فرنگی به تنش آبی حساس بوده و ارتباط زیادی بین تبخیر- تعرق و عملکرد محصول وجود دارد (۱۲ و ۱۳). ویت کلهر و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند کاهش مصرف آب از ۷۰ درصد به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، تعداد میوه در هر بوته را کاهش می‌دهد، ولی بر متوسط وزن میوه، عملکرد کل و بازار پسندی میوه موثر نیست (۲۱). فرهمند و همکاران (۱۳۸۳) با اعمال سطوح مختلف آبیاری و تاثیر آن بر عملکرد گوجه فرنگی گزارش نمودند که اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر عملکرد میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بوده است. ایشان نشان دادند با کاهش ۶۰ درصد نیاز آبی عملکرد ۷۴ درصد کاهش داشته است. حداکثر بازده مصرف آب در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین در ۴۰ درصد نیاز آبی بدست آمده است (۴). طی پژوهشی باغانی و بیات (۱۳۷۸) تاثیر سه سطح آبیاری ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آب آبیاری و دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری را بر عملکرد گوجه فرنگی بررسی کردند و نشان دادند که با کاهش آب مصرفی عملکرد کل در هر دو روش کاهش می‌یابد (۱). اسمجسترلا و لوکاسکیو (۱۹۹۴) با اعمال کم آبیاری به میزان ۱۵، ۳۷ و ۴۰ درصد نسبت به آبیاری کامل اعلام نمودند کاهش آب آبیاری به میزان ۴۰ درصد ، اندازه میوه ۳۱ درصد و میزان محصول قابل عرضه ۱۳ درصد کاهش داشته است (۲۰). با توجه به نتایج متفاوت حاصله از بررسی‌های اشاره شده، هدف از این پژوهش تعیین میزان آب مصرفی گوجه فرنگی، تعیین رابطه میزان مصرف آب و عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب از طریق اعمال کم آبیاری می باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی رابطه میزان مصرف آب و عملکرد گوجه فرنگی در استان مازندران، آزمایشی در طی سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بابع‌کلاء (نکاء) وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجراء شد. ایستگاه مورد نظر در عرض ۳۶ درجه و۴۱ ثانیه و طول ۵۳ درجه و۳۶ ثانیه و ارتفاع ۴ متر از سطح دریا قرار دارد. بر اساس میانگین ۱۱ ساله داده های هواشناسی ایستگاه سنوپتیک دشت ناز ساری، متوسط بارندگی منطقه ۶۲۰ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت منطقه ۱۷ درجه سانتی‌گراد، متوسط رطوبت نسبی ۷۰ درصد و متوسط تبخیر از تشت ۱۳۰۰ میلی‌متر است.داده های مقدار بارندگی فصل رشد در طی دو سال آزمایشی در جدول (۱) نشان داده شده است خاک منطقه مورد آزمایش سیلتی-رسی بوده که در جدول (۲) خصوصیات فیزیکی آنها نشان داده شده است.

تیمارهای آبیاری شامل I_1، I_2، I_3، I_4، I_5 و I_6 (به ترتیب ۰ (بدون آبیاری)، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) گیاه بوده است. نیاز آبی گیاه با استفاده از فرمول پنمن- مونتیث اصلاح شده توسط فائو و اعمال ضریب گیاهی (K_C) تعیین شد.پارامترهای مربوط به فرمول پنمن مانتیث از ایستگاه دشت ناز که نزدیک محل بود، اخذ گردید. ضریب گیاهی با استفاده از دستورالعمل نشریه شماره ۲۴ فائو تعیین گردید (۹). برای اعمال تیمارها، آبیاری به صورت شیاری و با استفاده از کنتور حجمی و در کرت‌هایی به ابعاد ۴/۸×۶ متری یک هفته بعد از استقرار در زمین اصلی انجام شد. گوجه فرنگی رقم اوربانا[1] در اوایل فروردین ماه، با آماده شدن خزانه کاشته شد. نشاها در اواخر فروردین ماه به زمین مورد نظر که قبلاً آماده شده بود، منتقل شدند. فاصله ردیف-ها ۱۲۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۴۰ سانتی‌متر بود. در هر گودال سه نشاء کشت و بلافاصله آبیاری شد. پس از استقرار بوته‌ها، تنک کردن و

1- Urebana

خاکدهی پای آن‌ها اجرا شد. در خلال فصل رشد، مراقبت‌های لازم از قبل وجین علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و خاکدهی پای بوته‌ها انجام شد. مقدار آب آبیاری تیمارها به‌صورت شیاری و با استفاده از کنتور حجمی و بر مبنای رساندن رطوبت خاک در عمق ریشه به حد ظرفیت زراعی برای تیمار ۱۰۰ تعیین و تیمارهای دیگر بر اساس درصد نیاز آبی مقدار آب مورد نیاز اعمال شد. آبیاری زمانی که ۵۰ درصد رطوبت در منطقه توسعه ریشه برای تیمار ۱۰۰ درصد تخلیه گردید، اعمال شد. مقدار رطوبت خاک به صورت یک روز در میان و به صورت وزنی به دست آمد. سطح آب زیرزمینی در طی فصل رشد بر اساس اندازه گیری سطح آب چاهک موجود در منطقه بین پنج تا ۱۰ متر نوسان داشته است. مقدار عمق آب مورد نیاز به‌صورت فرمول زیر محاسبه و مقدار آب آبیاری با احتساب راندمان ۹۰ درصد اعمال شد:

$$d = \frac{(\theta_{fc} - \theta_w).Z.\rho_b}{۱۰۰} \qquad (۱)$$

که درآن: Θ_{fc}: رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت زراعی(درصد)، Θ_w: رطوبت وزنی خاک در زمان آبیاری (درصد)، Z : عمق ریشه (سانتی‌متر) و ρ_b: جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم در سانتی‌متر مکعب) می‌باشد. اثر تنش آبی در طی فصل رشد بر روی عملکرد محصول به صورت زیر بررسی شد (۸):

$$\left(1-\frac{Ya}{Ym}\right) = Ky\left(1-\frac{ETa}{ETm}\right) \qquad (۲)$$

که در آن: ETa: تبخیر-تعرق واقعی، ETm: تبخیر-تعرق ماکزیمم، $\left(1-\frac{Ya}{Ym}\right)$: کاهش عملکرد نسبی و $\left(1-\frac{ETa}{ETm}\right)$: نسبت کمبود تبخیر و تعرق و K_y فاکتور حساسیت گیاه می‌باشد. بازده مصرف آب (WUE) با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شد (۱۰).

$$WUE = Y / ET \qquad (۳)$$

که در آن: Y عملکرد گوجه فرنگی و ETa تبخیر و تعرق واقعی می‌باشد.ETa برای تیمارهای جداگانه با استفاده از معادله بیلان آب بصورت زیر بدست آمد (۱۰).

$$Dp - ETa = P + I + \Delta S \qquad (۴)$$

که در آن: ΔS تغییرات ذخیره آب در ابتدا و انتهای فصل رشد (میلی‌متر)، P بارندگی (میلی‌متر)، I مقدار آب آبیاری (میلی‌متر) و D_p آب زهکشی شده می‌باشد. از آنجا که مقدار آب آبیاری فقط به اندازه رساندن رطوبت خاک تا رطوبت ظرفیت مزرعه مورد استفاده قرار گرفته است، بنابراین از مقدار آب زهکشی شده صرفنظر شد. همچنین بازده مصرف آب آبیاری با استفاده از معادله (۵) محاسبه شد (۶).

$$IWUE = Y / I \qquad (۵)$$

که در آن: I فقط مقدار آب آبیاری می‌باشد.

در پایان مقایر عددی حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای مطرح شد که به صورت میدانی و در سطح تیمارهای آزمایشی برداشت شد، داده‌های بدست آمده توسط نرم افزار آماری *MSTAT-C* مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد، و رسم نمودارها نیز توسط نرم افزار *Excel* صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس، مقایسه میانگین و بازده مصرف آب، در تولید گوجه فرنگی به ترتیب در جدول‌های (۳) تا (۴) نشان داده شده است. حروف I_1، I_2، I_3، I_4، I_5 و I_6 به ترتیب معرف ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی می‌باشد. بر اساس این جداول، اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد محصول و بازده مصرف آب در سطح آماری یک درصد ($P< ۰/۰۱$) برای هر یک از سال‌ها و همچنین در مقدار میانگین دو سال معنی‌دار بوده است. در جدول (۴) مقایسه میانگین-های عملکرد گوجه فرنگی، بازده مصرف آب و بازده مصرف آب آبیاری تحت تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری نشان داده شده است. بر اساس داده‌های جدول مزبور، مقدار عملکرد گوجه فرنگی در سال اول

۱۲۶۰۰ تا ۴۵۵۶۰ کیلو گرم در هکتار و برای سال دوم ۱۲۸۵۰ تا ۴۴۴۹۰ کیلوگرم در هکتار نوسان داشته است. نتایج جدول یاده شده نشان می‌دهد که در سطح آماری یک درصد ($P< ۰/۰۱$) اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی وجود ندارد. کمترین عملکرد مربوط به تیمار بدون آبیاری (البته در تیمار I_1 مقدار حدود ۹۰ میلی‌متر آب برای مراحل اولیه رشد (بعد از انتقال نشاء به مزرعه)، اعمال شد) بوده است. بنابراین، مشاهده می‌شود کم آبیاری تاثیر معنی‌داری در عملکرد محصول داشته است. در جدول (۶) مقایسه میانگین مرکب دو ساله عملکرد نیز نشان می‌دهد که با کاهش مصرف آب کاهش معنی‌دار عملکرد اتفاق افتاده است. در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰ درصد نیاز آبی) با کاهش ۲۰ درصدی مصرف آب تنها ۴/۸ درصد کاهش عملکرد مشاهده شد. در تیمار I_2 و I_3 با کاهش ۴۰ و ۶۰ درصدی مصرف آب، کاهش ۲۰ و ۴۱ درصدی عملکرد رخ داده است. رحمان و همکاران (۱۹۹۸)، شین‌هارا و همکاران (۱۹۹۵) نیز گزارش دادند در اثر تنش آبی، عملکرد گوجه فرنگی کاهش می‌یابد (۱۶ و ۱۹). کاهش عملکرد میوه گوجه فرنگی در اثر کم آبیاری احتمالاً به دلیل حساس بودن گیاه گوجه فرنگی به کمبود آب و در نتیجه کاهش فتوسنتز و انتقال مواد به سمت میوه است (۵). بر اساس داده‌های جدول‌های (۵ و ۶) حداکثر بازده مصرف آب و کارآیی مصرف آب آبیاری مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی می‌باشد. کاهش میزان آب آبیاری باعث کم شدن کارآیی مصرف آب شده است. با کم شدن میزان آب مصرفی، تولید محصول نیز کاهش یافته است. نتایج پین و درو (۱۹۹۲) نیز نشان می‌دهد با کاهش میزان آب آبیاری، عملکرد افت بیشتری پیدا می‌کند و در نتیجه کارآیی مصرف آب کاهش می‌یابد (۱۵). گلکار و همکاران (۱۳۸۷) نیز طی پژوهشی مقدار حداکثر بازده مصرف آب را مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گوجه گزارش نمودند (۳). بر اساس داده‌های جدول (۶) مقدار بازده مصرف آب بین پنج تا ۹/۲ کیلوگرم در هر متر مکعب بوده است. رشیدی و غلامی (۲۰۰۸) مقدار متوسط بازده مصرف آب در ایران را ۷/۲۳ کیلوگرم در هر متر مکعب برآورد نمودند (۱۷).

بر اساس نتایج بدست آمده تابع تولید گوجه فرنگی که بیانگر چگونگی ارتباط بین آب مصرفی و تولید متناظر با آن می‌باشد، مطابق شکل (۱) استخراج شد. تابع بدست آمده از نوع درجه دوم می‌باشد. بر اساس شکل مزبور با افزایش مصرف آب، عملکرد به صورت غیرخطی افزایش می‌یابد. کیپ کوریر و همکاران (۲۰۰۲)، اورگاز و همکاران (۱۹۹۲) نیز رابطه غیرخطی بین آب آبیاری و عملکرد محصول را گزارش نمودند (۱۲ و ۱۴). ستین و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش نمودند که تغییرات عملکرد محصول گوجه فرنگی به صورت غیر خطی با مقدار آب آبیاری ارتباط دارد (۷).

در شکل(۲) تغییرات مقدار محصول نسبت به تبخیر- تعرق رسم شده است. بر اساس شکل یاد شده، مشاهده می‌شود تابع تولید نسبت به تبخیر- تعرق غیرخطی می‌باشد. به عبارت دیگر هر کاهشی در تبخیر- تعرق باعث کاهش عملکرد شده است. ستین و همکاران (۲۰۰۲) رابطه غیر خطی بین مقدار آب مصرفی و عملکرد را گزارش نمودند (۷).

فاکتور عکس‌العمل گیاه (K_y) در شکل(۳)نشان داده شده است. حداکثر عملکرد (Y_m)، عملکرد واقعی (Y_a)، حداکثر تبخیر - تعرق (ET_m) و تبخیر - تعرق واقعی (ET_a) برای تعیین $\left(1-\frac{Ya}{Ym}\right)$، کاهش عملکرد نسبی و $\left(1-\frac{ETa}{ETm}\right)$، نسبت کمبود تبخیر - تعرق ارائه شد. بر اساس داده‌های آزمایش مقدار محصول و آب مصرفی تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی که بیشترین مقدار عملکرد را تولید نمود به عنوان حداکثر عملکرد (Y_m) و تبخیر - تعرق حداکثر (ET_m) به

ترتیب برابر ۴۵۵۶۰ و ۴۴۴۹۰ کیلوگرم در هکتار و ۵۵۶ و ۵۷۱ میلی‌متر تعیین و ضریب K_y گوجه فرنگی در منطقه مورد مطالعه برای کل دوره رشد ۱/۱ و ۱/۲۵ برای سال‌های اول و دوم بدست آمد. Doorenbos and Kassam دورنباس و کاسم (۱۹۷۹) مقدار ۱/۰۵ و سامیز و یو (۱۹۸۶) مقدار ۰/۹۸ را گزارش نمودند (۸ و ۱۸). کیردا و همکاران (۲۰۰۴) مقدار کمتر از یک یعنی مقدار ۰/۶۸ را برای گوجه فرنگی ارائه نمودند (۱۱). بنابراین، مشاهده می‌شود تفاوت بین مقدار K_y وجود دارد، این امر را می‌تواند به دلیل تفاوت اقلیم و همچنین نوع رقم گوجه فرنگی مورد استفاده باشد.

نتیجه‌گیری

مقایسه میانگین عملکرد بین تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری در سطح آماری یک درصد ($P< ۰/۰۱$) وجود دارد. تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی دارای بیشترین عملکرد ممکن می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین کارآیی مصرف آب در سطوح مختلف تامین آب نشان داد که کلیه تفاوت‌های مشاهده شده بین میانگین کارآیی مصرف آب در تیمارهای سطوح مختلف تامین آب معنی‌دار می‌باشند. بیشترین کارآیی مصرف آب مربوط به تیمار ۱۰۰ نیاز آبی می‌باشد. همچنین، رابطه بین تبخیر- تعرق با عملکرد به صورت غیرخطی و رابطه آب آبیاری و عملکرد نیز به‌صورت غیرخطی برای گوجه فرنگی بدست آمد. مقدار فصلی فاکتور حساسیت به طور متوسط برای گیاه گوجه فرنگی برابر ۱/۱۸ به‌دست آمد.

جدول۱- مقدار بارندگی (میلی متر) در فصل رشد طی دو سال اجرای آزمایش (ایستگاه سنوپتیک دشت ناز ساری)

سال	ماه					
	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مجموع
۱۳۸۸	۳۶	۲۸	۰	۳۵	۶۷	۱۶۶
۱۳۸۹	۲۶	۰	۶	۴	۲۰	۵۶

جدول۲- خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش

عمق نمونه برداری (cm)	ظرفیت مزرعه (٪)	نقطه پژمردگی دائم (٪)	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)
۰-۳۰	۲۷/۸	۱۳/۱	۱/۳۱
۳۰-۶۰	۲۸/۷	۱۳/۵	۱/۳۴
۶۰-۹۰	۲۹/۵	۱۳/۸	۱/۳۵

جدول۳- تجزیه واریانس سالانه عملکرد گوجه فرنگی، کارآیی مصرف آب (WUE)و کارآیی مصرف آب آبیاری (I_{WUE}) در تولید گوجه فرنگی تحت تاثیرتیمارهای آبیاری طی سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		۱۳۸۸			۱۳۸۹		
		عملکرد	WUE	I_{WUE}	عملکرد	WUE	I_{WUE}
تکرار	۲	۵۵۸۹۸۳۹ **	۰/۳۵۸ **	۰/۹۴ **	۶۳۶۹۶۱۷ **	۰/۲۳ **	۱/۳۳ **
تیمارهای آبیاری	۵	۵۸۴۳۱۰۳۹۲**	۱۰/۲۳ **	۱۲/۴ **	۴۹۷۲۸۸۸۴**	۷/۱۵ **	۸/۱۳ **
خطا	۱۰	۹۲۲۹۵۹	۰/۰۵۶	۰/۲	۳۱۸۷۱۰	۰/۰۶۳	۰/۱۵
ضریب تغییرات(٪)		۲/۴۹	۲/۰۸	۶/۰۶	۴/۵۸	۴/۴۷	۱۳/۲۱

ns ، ** و * : به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

جدول۴-تجزیه واریانس مرکب عملکرد گوجه فرنگی ، کارآیی مصرف آب (WUE) و کارآیی مصرف آب آبیاری (I_{WUE}) در تولید گوجه فرنگی تحت تاثیر تیمارهای آبیاری طی سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد	WUE	I_{WUE}
سال	۱	۵۷۸۱۸۲۸۱ **	۰/۷۸۶**	۱۸/۳**
تکرار در سال	۴	۵۹۷۹۷۲ ns	۰/۶۹۱ ns	۱/۱۴ ns
تیمارهای آبیاری	۵	۱۰۷۴۹۳۴۴۵۷**	۱۷/۵**	۱۹/۷**
تیمار آبیاری × سال	۵	۶۶۶۴۸۱۹**	۰/۲۸۶**	۰/۸۱**
خطا	۲۰	۶۲۰۸۳۴	۰/۰۵۹	۰/۱۷
ضریب تغییرات(٪)		۵/۰۴	۶/۰۲	۱۰/۴۵

جدول۵- مقایسه میانگین‌های عملکرد گوجه فرنگی ، بازده مصرف آب و بازده مصرف آب آبیاری تحت تاثیر تیمارهای آبیاری طی سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹

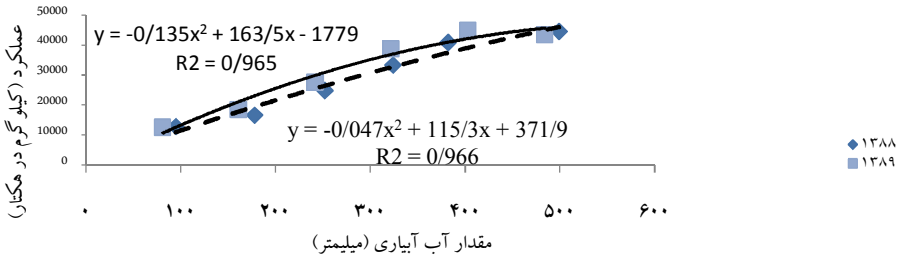
	۱۳۸۸			۱۳۸۹		
تیمارهای آبیاری	عملکرد گوجه فرنگی (kg/ha)	WUE (kg/m^3)	IWUE (kg/m^3)	عملکرد گوجه فرنگی (kg/ha)	WUE (kg/m^3)	IWUE (kg/m^3)
I_1	۱۲۶۰۰e	۴/۸d	--	۱۲۸۵۰f	۵/۲c	--
I_2	۱۸۴۵۰d	۶c	۱۱/۲b	۱۶۶۲۰e	۵/۶c	۹/۴cd
I_3	۲۷۶۸۰c	۸b	۱۱/۴b	۲۴۸۰۰d	۷/۹b	۹/۸bcd
I_4	۳۸۸۵۰c	۸/۲b	۱۱/۵b	۳۲۲۹۰c	۸/۱b	۱۰/۳bc
I_5	۴۴۹۲۰a	۹/۴a	۱۲/۱b	۴۰۸۰۰b	۸/۴ab	۱۰/۷b
I_6	۴۵۵۶۰a	۹/۵a	۱۵/۶a	۴۴۴۹۰a	۸/۹a	۱۳/۵a

در هر ستون و در هر گروه تیمار میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند

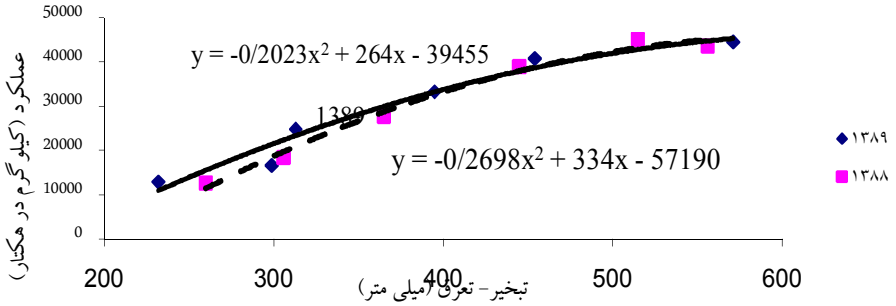
جدول۶- مقایسه میانگین‌های مرکب دو ساله عملکرد گوجه فرنگی، کارآیی مصرف آب و کارآیی مصرف آب آبیاری تحت تاثیر تیمارهای آبیاری

	۱۳۸۸-۱۳۸۹			
تیمارهای آبیاری	عملکرد گوجه فرنگی (kg/ha)	کاهش عملکرد (٪)	WUE (kg/m^3)	IWUE (kg/m^3)
I_1	۱۲۷۳۰f	۷۱/۷	۵d	--
I_2	۱۷۵۴۰e	۶۱	۵/۸c	۱۰/۴b
I_3	۲۶۲۴۰d	۴۱/۷	۷/۹b	۱۰/۶b
I_4	۳۶۰۷۰c	۲۰	۸/۲b	۱۰/۹b
I_5	۴۲۸۶۰b	۴/۸	۸/۹a	۱۱/۲b
I_6	۴۵۰۲۰a	۰	۹/۲a	۱۴/۶a

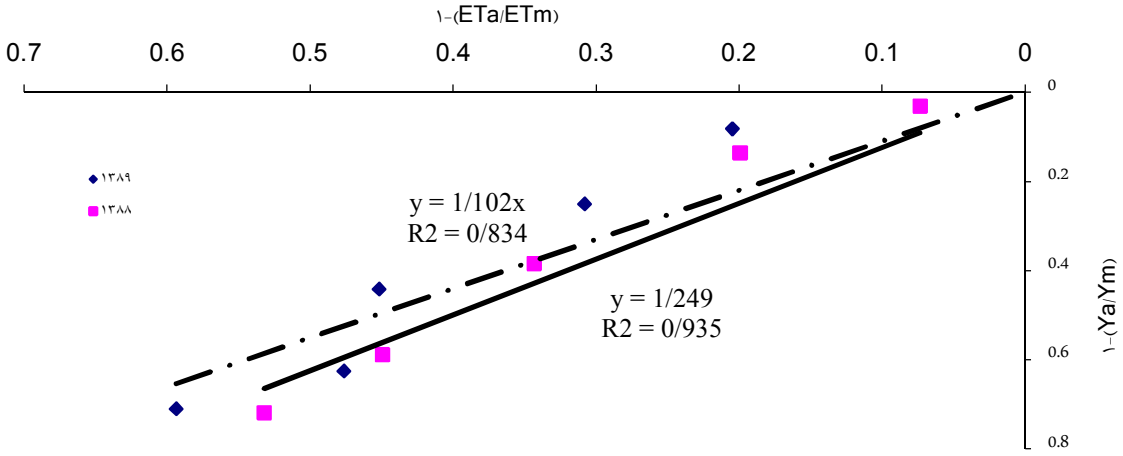
در هر ستون و در هر گروه تیمار میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند



شکل ۱- رابطه میزان آب آبیاری و عملکرد محصول گوجه فرنگی



شکل۲- رابطه میزان تبخیر- تعرق و عملکرد محصول گوجه فرنگی



شکل۳- ضریب واکنش عملکرد گوجه فرنگی به آبیاری(K_y)

فهرست منابع

۱. باغانی، ج. و بیات، ح. ۱۳۷۸. بررسی و مقایسه دو روش آبیاری شیاری و قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت گوجه فرنگی. گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، نشریه شماره ۱۳۱.

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

۳. گلکار، ف.، فرهمند، ع. ر. و فرداد، ح. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر میزان آب آبیاری بر عملکرد و بازده مصرف آب در گوجه فرنگی. مجله مهندسی آب. سال اول. صفحه ۱۳-۱۹.

۴. فرهمند، ع. ر.، فرداد، ح. و لیاقت، م. ۱۳۸۳. بررسی تاثیر رژیم‌های آبیاری و مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و بازده مصرف آب در گوجه فرنگی. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک. دانشگاه شیراز.

۵. شرایعی، پ.، سبحانی، ع. ر. و رحیمیان، م. ح. ۱۳۸۵. تاثیر سطوح مختلف آب آبیاری و کود پتاسیم بر کارآیی مصرف آب و کیفیت میوه گوجه فرنگی رقم پتوارلی سی اچ. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. شماره ۲۷: ۷۵-۸۶.

6. Ahmad, M. D., Masih, I. and Turral, H. 2004. Diagnostic analysis of spatial and temporal variations in crop water productivity: A field scale analysis of the rice-wheat cropping system of Punjab, Pakistan. J. Appl. Irrig. Sci., 1: 43–63.
7. Cetin, O., Yildirim, O. and Uygan, D. 2002. Irrigation scheduling of drip irrigated tomatoes using class A pan evaporation. Turk. J. Agri, 26:171-178.
8. Doorenbos, J. and Kassam, A. H. 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33, FAO, Rome, Italy, 193 pp.
9. Doorenbos, J. and Pruitt, W. 1975. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, FAO, Rome, Italy, 120 pp.
10. Huang, M., Calich, J. and Zhong, L. 2004. Water-yield relationships and optimal water management for winter wheat in the loes plateau of china. Irrig. Sci. 23: 47-54.
11. Kirda, C., Cetin, M., Dasgan, Y., Topcu, S., Kaman, H., Ekici, B., Derici, M. R. and Ozguven, A. I. 2004. Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. Agricultural Water Management, 69:191–201.
12. Kipkorir, K. K., Reas, D. and Massawe, B. 2002. Seasonal water production functions and yield response factors for maize and onion in perkerra, Kenya. Agric. Water Manage. 56:229-240.
13. Nuruddin, M. M., Madramootoo, C. A. and Dodds, G. T. 2003. Effects of water stress at different growth stages on greenhouse tomato yield and quality. Hort. Sci., 38:1389-1393.
14. Orgaz, F. Mateas, L. and Fereres, E. 1992. Season length and cultivar determine the optimum evapotranspiration deficit in cotton. Agro J.,65:464-467.
15. Payne, W. A. and Drew, M. C. 1992. Soil phosphorus availability and pearl millet water use efficiency. Crop. Sci. 32: 1010-1015.
16. Rahman, S. M., Nawata, L. and Sakuratani, E. 1998. Effects of water stress on yield and related morphological characers among tomato. Thai J. of Agric. Sci., 31(1): 60-78.

17. Rashidi, M. and Gholami, M. 2008. Review of crop water productivity values for tomato, potato, melon, watermelon and cantaloupe in Iran. Int. J.Agri. Biol., 10:432-440.
18. Sammis, T. W. and Wu, I. P. 1986. Fresh market tomato yields as affected by deficit irrigation using a micro-irrigation system. Agric. Water Manage., 12:117-126.
19. Shinohara, Y., Akiba, K., Maruo ,T. and Ito, T. 1995. Effect of water stress on the fruit yield, quality and physiological condition of tomato plants using gravel culture. J. Agro. and Crop Sci., 396: 211-218.
20. Smajstrla, A. G. and Locascio, S.Y. 1994. Irrigation cut back effects on drip – irrigated tomato yields. Proceedings of the Florida, 107:113-118.
21. Veit-Kohler, U., Krumbein, A. and Kosegarten, H. 2001. Different water supply influences growth and fruit quality in tomato. Kluwer Academic publications. Printed in the Netherlands, 308-309.