تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری و کود پتاسیم بر کارآیی مصرف آب و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی رقم پتو ارلی سی اچ[۱]

پروین شرایعی، علیرضا سبحانی و محمد حسین رحیمیان[۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۳/۹/۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۴/۱۲/۱۳

چکیده

به منظور بررسی اثر میزان آب آبیاری و عنصر غذایی پتاسیم بر عملکرد، کارآیی مصرف آب، و برخی خصوصیات کیفی میوه گوجه‌فرنگی رقم پتو ارلی سی اچ، طرحی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت کرت‌های خرد شده در سه تکرار، در سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان اجرا شد. در کرت‌های اصلی شامل آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و کرت‌های فرعی شامل مقادیر کود پتاسیم ۱۰۰، ۱۵۰ و۲۰۰ درصد نیاز غذایی بود. نتایج تجزیهٔ آماری نشان داد که عملکرد میوه گوجه‌فرنگی در اثر آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب برابر با ۵۵/۳۴۳، ۴۹/۰۰۷ و ۳۳/۴۵۷ تن در هکتار است. افزایش مقدار پتاسیم باعث افزایش عملکرد و کارآیی مصرف آب شد. با کاهش میزان آب آبیاری، pH میوه کاهش پیدا کرد اما مقادیر مختلف کود پتاسیم تأثیری بر آن نداشت. درصد مواد جامد انحلال‌پذیر میوه با افزایش کود پتاسیم افزایش پیدا کرد. اسید قابل تیتراسیون میوه در سطوح مختلف آب آبیاری تغییر یافت و بالاترین میزان آن پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به دست آمد. افزایش کود پتاسیم، اسید قابل تیتراسیون میوه را افزایش داد و مصرف مقادیر مختلف پتاسیم در خاک تأثیری در مقدار پتاسیم موجود در میوه و گیاه نداشت.

واژه‌های کلیدی

پتاسیم، عملکرد، کارآیی مصرف آب، کیفیت، گوجه‌فرنگی

۱- برگرفته از طرح تحقیقاتی با عنوان «تأثیر کم آبیاری و تنش مواد غذایی بر عملکرد کمی و کیفی گوجه‌فرنگی»

۲- به ترتیب عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان. نشانی: مشهد، ص. پ. ۴۸۸-۹۱۷۳۵، عضو هیئت علمی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی و عضو هیئت علمی بخش تحقیقات آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان

مقدمه

گوجه‌فرنگی با سطح زیرکشت ۲۲ هزار هکتار و میزان تولید ۵۷۱۳۶۱ تن یکی از محصولات عمده استان خراسان است (Anon, 2001). تنش کم آبی در مناطق خشک و نیمه خشک یکی از عوامل مهم و مؤثر بر عملکرد محصولات زراعی است. هنگامی که آب موجود در خاک کاهش می‌یابد و شرایط جوی به دفع آب از طریق تبخیر و تعرق کمک کند، تنش خشکی روی می‌دهد. در صورتی که تنش طولانی باشد، ممکن است گیاه در اثر خشک شدن از بین برود مگر اینکه دارای مکانیسم‌های مقاومت باشد (Hekmatshoaar, 1993). واکنش گیاهان به خشکی ممکن است اجتناب کننده از خشکی و یا مقاوم به خشکی باشد (Emam, 1995). تنش‌های محیطی در مزرعه عمدتاً به صورت کمبود آب، مواد غذایی، یا حرارت ظاهر می‌شوند. برخی از محققان شرایط محیطی را مهم‌ترین عامل در تهیهٔ ارقام مقاوم به خشکی می‌دانند و معتقدند که باید شرایط محیطی را کاملاً شناخت (Rahimian, 1998).

رادیچ و همکاران (Rudich *et al.*, 1977) گزارش کردند زمانی‌که گوجه‌فرنگی در مرحلهٔ گلدهی یا رشد میوه آبیاری شود، عملکرد به ترتیب ۵۹ تا ۷۸ درصد افزایش می‌یابد و هنگامی که در هر دو مرحله انجام شود، عملکرد ۱۲۵ درصد افزایش نشان می‌دهد. میشل و همکاران (Mitchell *et al.*, 1991) اظهار داشتند که عملکرد میوه گوجه‌فرنگی در اثر کمبود آب ۳۷ درصد و میزان مادهٔ خشک ۸ درصد کاهش می یابد. رحمان و همکاران (Rahman *et al.*, 1998) گزارش کردند که میزان عملکرد به طور معنی‌داری تحت شرایط تنش آبی کاهش می یابد و این میزان کاهش در رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی متفاوت است. به طور کلی ارقام دارای میوهٔ متوسط و کوچک شرایط تنش را بهتر از ارقامی تحمل می‌کنند که میوهٔ آنها بزرگ باشد. شینوهارا و همکاران (Shinohara *et al.*, 1995) گزارش کردند که تحت شرایط تنش آبی، میزان عملکرد میوه گوجه‌فرنگی رقم ماموتارو[1] کاهش می‌یابد در حالی که میزان درصد مواد جامد انحلال‌پذیر نسبت به نمونهٔ شاهد افزایش می‌یابد. کارین یال وکی‌لاش (Karunyal & Kailash, 1994) اظهار داشتند که تحت شرایط تنش آبی میزان آب بافت گیاه گوجه‌فرنگی و همچنین وزن خشک به طور معنی‌داری پس از ۵ و ۱۰ روز از تنش آبی کاهش می‌یابد و تجمع عناصر میکرو و ماکرو تحت شرایط تنش آبی کمتر می‌شود، اگرچه غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم افزایش می‌یابد. هایاتا و همکاران (Hayata *et al.*, 1998) نیزگوجه‌فرنگی رقم پیکو[2] را تحت تأثیر تنش آبی قرار دادند و نتیجه گرفتند که وزن خشک کل و میزان آب میوه در اثر تنش آبی پایین می‌آید. همچنین در شرایط تنش آبی میزان قند افزایش می‌یابد، اما تنش آبی تأثیری روی میزان نشاسته نمی‌گذارد و میزان آن در تنش‌های مختلف یکسان است اما در حین رسیدن کاهش پیدا می کند.

کلاوی و لینت (Klawi & Lint, 1974) گزارش کردند که میزان آبیاری در افزایش عملکرد مؤثر است ولی بر درصد مادهٔ خشک میوه تأثیر منفی دارد. آنها همچنین اظهار داشتند که مقدار ماده خشک، قند، و اسید قابل تیترکردن تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری قرار می‌گیرند. به طوری‌که میزان

1- Momotaro 2- Piko

قند در ابتدای برداشت بالاست و در طول دورهٔ و با آبیاری زیاد کاهش می‌یابد. میزان مواد جامد انحلال‌پذیر در اوایل فصل نسبت به انتهای فصل به دلیل عملکرد بیشتر، زیادتر است.

پرودان (Prodan, 1993) اظهار داشت که روش‌های کاشت در مزرعه یا گلخانه برمیزان ماده خشک میوه مؤثر است، به طوری‌که میوه‌های تولید شده در مزرعه دارای اسید اسکوربیک و قند بالا هستند و میوه‌های گلخانه‌ای اسیدسیتریک و نمک‌های معدنی بیشتر و درصد قند و اسیداسکوربیک کمتری دارند.

آدامز (Adams, 1978) گزارش داد که افزایش میزان کود پتاسیم دار سبب افزایش کیفیت میوهٔ گوجه‌فرنگی، افزایش کل اسید آزاد، و کل اسید قابل تیتراسیون (تا حد ۳۰ درصد) می‌شود. سانتوس و همکاران (Santos *et al*., 1971/1972) نتیجه گرفتند که کود دارای پتاسیم و کلسیم هیچ‌گونه تأثیری در ترکیبات غذایی گوجه فرنگی ندارد. افزایش کودهای نیتروژن‌دار و پتاسیم دار، دورهٔ نگهداری میوهٔ گوجه‌فرنگی را کاهش می‌دهد در حالی که افزایش میزان کلسیم دورهٔ نگهداری را افزایش می‌دهد. همچنین، افزایش کودهای دارای نیتروژن، پتاسیم، و کلسیم میزان اسید قابل تیتراسیون میوه را افزایش می‌دهد. افزایش کود پتاسیم به کاهش درصد مواد جامد انحلال‌پذیر می‌انجامد و استفاده از سطوح بالای کود پتاسیم باعث دیر رسیدن میوه می‌شود. پتاسیم که عاملی مؤثر در تنظیم فشار اسمزی شناخته شده است، می‌تواند عملکرد را تحت شرایط تنش کم آبی بهبود بخشد و تا حدی گیاه را به کمبود آب سازگار کند (Nakhoda, 1996). نتایج تحقیقات ونانگامیودی و همکاران (Vanangamudi *et al*., 1985) نشان می‌دهد که میزان تغییر ماده خشک و عملکرد با افزایش پتاسیم در واریته‌های مختلف گوجه فرنگی متفاوت است و واریته‌های مختلف نسبت به افزایش پتاسیم عکس‌العمل‌های متفاوتی نشان می‌دهند. ترکیب کودهای دارای پتاسیم و نیترات تاثیرات سودمند در بهبود اندازهٔ میوه، مادهٔ خشک، رنگ، و طعم میوهٔ گوجه‌فرنگی می‌گذارد (Achilea, 1999).

روش‌های افزایش کارآیی مصرف آب برای تولید مطلوب در مزارع تحت آبیاری از زمینه‌های اصلی مطالعهٔ تاثیرات متقابل گیاه و محیط است. هر عاملی که عملکرد را افزایش یا تبخیر و تعرق را کاهش دهد، کارآیی مصرف آب را بالا می‌برد (Rahimian, 1998). رطوبت هوا، میزان CO_2، درجهٔ حرارت، تشعشع، قابلیت دسترسی آب در خاک، و عوامل گیاهی بر کار آیی مصرف آب تأثیر می‌گذارند (Sobhani, 2000). برخی از گونه‌ها که نسبت به کمبود شدید آب سازگاری پیدا کرده‌اند، حتی در شرایط تنش، دارای کارآیی مصرف آب متوسطی هستند (Adams, 1978).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعهٔ تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق واقع در ۵ کیلومتری جنوب شرقی مشهد با عرض جغرافیایی ° ۳۶ و ′۱۳ شمالی و طول جغرافیایی ° ۵۹ و ′ ۴۰ شرقی و با ارتفاع ۹۸۵ متر بالاتر از سطح دریا به اجرا در آمد.

در این تحقیق، از طرح آماری کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در سه

تکرار استفاده شد. در کرت‌های اصلی، تیمارهای آبیاری و در کرت‌های فرعی مقادیر مختلف کود دارای پتاسیم قرار گرفتند. دور آبیاری شامل آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و سطوح کود دارای پتاسیم (سولفات پتاسیم) شامل مصرف مقادیر ۱۰۰، ۱۵۰، و ۲۰۰ درصد میزان پتاسیم مورد نیاز و بر اساس آزمون خاک، بود. آب مورد مصرف برای آبیاری از چاه تأمین و با یک شبکه تحت فشار به محل مزرعه انتقال داده شد. هدایت الکتریکی آب برابر با ۰/۸ دسی‌زیمنس بر متر و مقادیر سدیم، منیزیم و کلسیم آن نیز به‌ترتیب برابر با ۳/۰، ۲/٤ و ۲/٤ میلی اکی‌والانت بر لیتر بود.

نتایج اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک مزرعهٔ آزمایشی در سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ در جدول شمارهٔ ۱ آمده است.

جدول شماره۱- خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک مزرعهٔ آزمایشی در سال‌های ۷۹-۱۳۷۸

سال	عمق (سانتی-متر)	اشباع (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته کل اشباع	مواد خنثی شونده (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون قسمت)	پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون قسمت)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
۱۳۷۸	۰-۳۰	۳٦/۹٤	۰/۷۰	۸/۱	۱٤/۲۵	۰/۳۸	۰/۰۵۳	۷/۳۲	۱۵۰	۲۹	۵۰	۲۱
	۳۰-٦۰	۳۸/٤۸	۰/۷٦	۸/۲	۱٤/۲۵	۰/۲۸	۰/۰۵۳	۳/۷٦	۱۲۰	۳۱	٤۸	۲۱
۱۳۷۹	۰-۳۰	۳۷/۹۱	۱/۹	۸/۱	۱۷/٤۷	۰/۳٤	۰/۰٤۹	۱۲/۱	۱٦۰	۳٤	٤٤	۲۲
	۳۰-٦۰	۳۸/۸۲	۱/۹	۸/۱	۱۷/۳۸	۰/۳۰	۰/۰٤۹	۱۷/۲	۱۵۵	۳۰	٤۲	۲۱

در اوایل فروردین‌ماه، یا آماده شدن زمین خزانه کاشته شد. رقم مورد استفاده پتوارلی سی اچ[1] (رقم پر محصول و دو منظوره) بود. نشاها در اواخر فروردین‌ماه به زمین مورد نظر که قبلاً آماده شده بود، منتقل شدند. فاصلهٔ ردیف‌ها ۱۲۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ بوته‌ها روی ردیف ٤۰ سانتی‌متر بود. در هر گودال ۳ نشا کشت و خزانه بلافاصله آبیاری شد. پس از استقرار بوته‌ها، تنک کردن و خاکدهی پای آنها اجرا شده هر کرت به طول ٦ و عرض ٤/۸ متر و به مساحت ۳۰/۸ متر مربع دارای ٤ ردیف طولی بود. آبیاری به صورت ردیفی و با استفاده از سیفون انجام گردید و میزان آب ورودی و خروجی با پارشال فلوم اندازه‌گیری شد. یک سوم از کود دارای پتاسیم قبل از کاشت نشا، یک سوم ازآن هنگام تشکیل گل، و یک سوم بعد از چین اول به زمین داده شد. میزان آب مصرفی در تیمارهای آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر در سال ۱۳۷۸ به ترتیب ۱٤۵۰۰، ۱۰۳۰۰ و ۸۱۰۰ متر مکعب در هکتار و در سال ۱۳۷۹ به ترتیب برابر با ۱۳۸۸۰، ۹۵۰۰ و ۷۵۰۰ متر مکعب در هکتار بود. در خلال فصل رشد، مراقبت‌های لازم از قبیل وجین علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها، و خاکدهی پای بوته‌ها انجام شد.

1-Peto early CH

صفات مورد اندازه‌گیری عبارت بودند از:

- **عملکرد:** در سراسر فصل رشد، در هر چین وزن میوه‌ها در دو ردیف وسط (در مساحتی برابر با ۱۲ متر مربع) اندازه‌گیری شد.
- **کارآیی مصرف آب:** برای محاسبهٔ کارآیی مصرف آب از فرمول زیر استفاده شد.

$$\text{کارآیی مصرف آب} = \frac{\text{عملکرد میوه}}{\text{آب مصرفی}}$$

- **مواد جامد انحلال‌پذیر (TSS) آبمیوه:** با استفاده از رفراکتومتر مدل Shouchit Tangliang ساخت آلمان اندازه گیری، تصحیح، و گزارش شد (Anon, 1991).
- **pH:** با دستگاه pH متر Metrohm 691 ساخت آلمان در دمای آزمایشگاه اندازه‌گیری، تصحیح، و گزارش شد (Anon, 1991).
- **اسید قابل تیترکردن (TA):** با استفاده از سود ۰/۱ نرمال و بر حسب اسیدسیتریک محاسبه و گزارش شد (Anon, 1991).
- **پتاسیم موجود در میوه و گیاه:** پس از خشک کردن میوه‌ها و گیاه با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل Jenway pfp7 اندازه‌گیری شد (Anon, 1991).

نتایج و بحث

جدول‌های شماره ۲ و ۳، مقایسهٔ میانگین اثرهای اصلی فاکتورها را بر خواص کمی، کیفی، و درصد پتاسیم در میوه و در کل گیاه نشان می‌دهند.

جدول شمارهٔ ۲- مقایسهٔ میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف تیمارهای آزمایشی

تیمار	عملکرد (تن در هکتار)	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم به ازای مترمکعب)	pH	مواد جامد انحلال‌پذیر (درصد)	اسید قابل تیترکردن*
آبیاری					
پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر	۵۵/۳۴۳ a	۳/۹۰۴ b	۳/۶۷۵ a	۴/۷۳ a	۰/۳۲۱ ab
پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر	۴۹/۰۰۷ b	۴/۹۷۶ a	۳/۶۲۰ c	۴/۸۷ a	۰/۳۵۲ a
پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر	۳۳/۴۵۷ c	۴/۲۸۳ b	۳/۶۴۷ b	۴/۸۴ a	۰/۳۰۰ b
پتاسیم					
۱۰۰ درصد نیاز غذایی	۴۳/۰۳۷ c	۴/۱۰۳ c	۳/۶۴۵ a	۴/۷۶ b	۰/۲۹۴ c
۱۵۰ درصد نیاز غذایی	۴۶/۹۵۶ b	۴/۴۷۷ b	۳/۶۵۳ a	۴/۸۵ a	۰/۳۵۱ a
۲۰۰ درصد نیاز غذایی	۴۷/۸۱۴ a	۴/۵۸۳ a	۳/۶۴۴ a	۴/۸۳ab	۰/۳۲۷ b

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون LSD، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دارنیست.

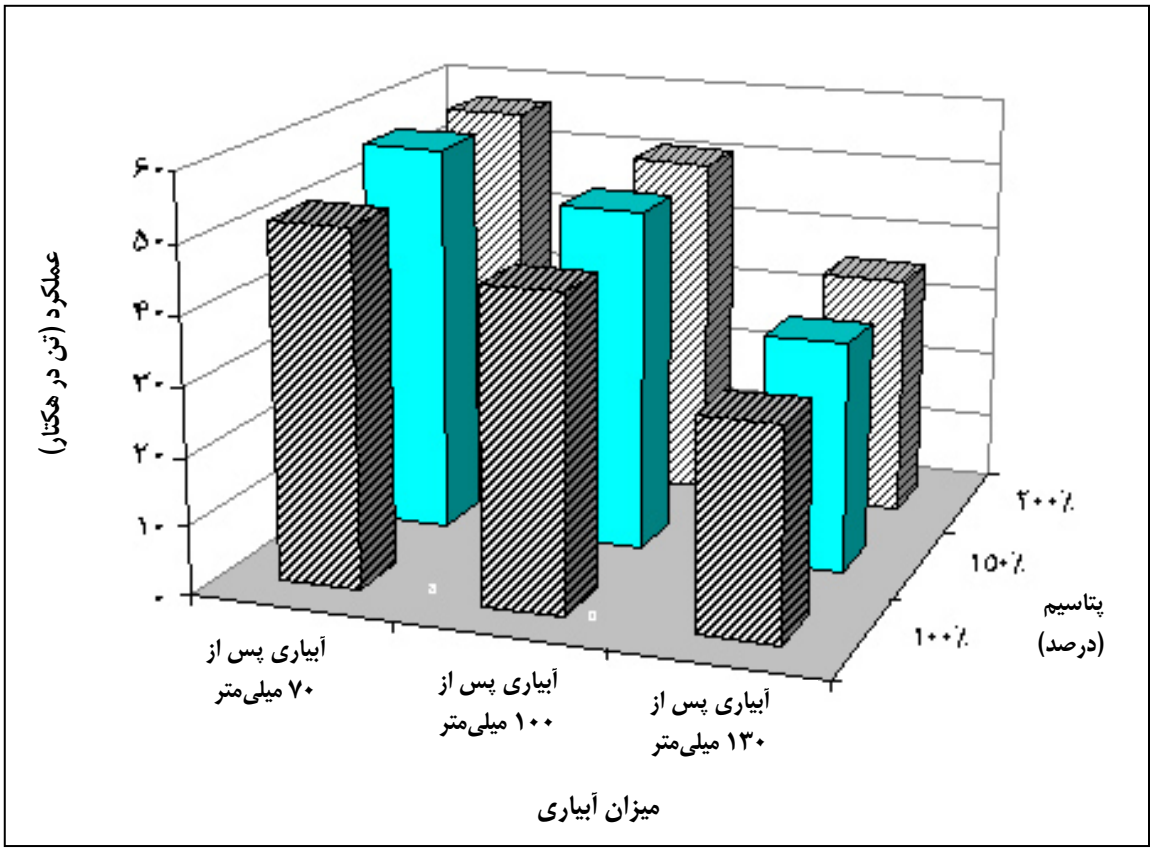
*** برحسب گرم اسید سیتریک درصد گرم نمونه**

جدول شمارهٔ ۳- مقایسهٔ میانگین‌های درصد پتاسیم در میوه و درکل گیاه گوجه‌فرنگی

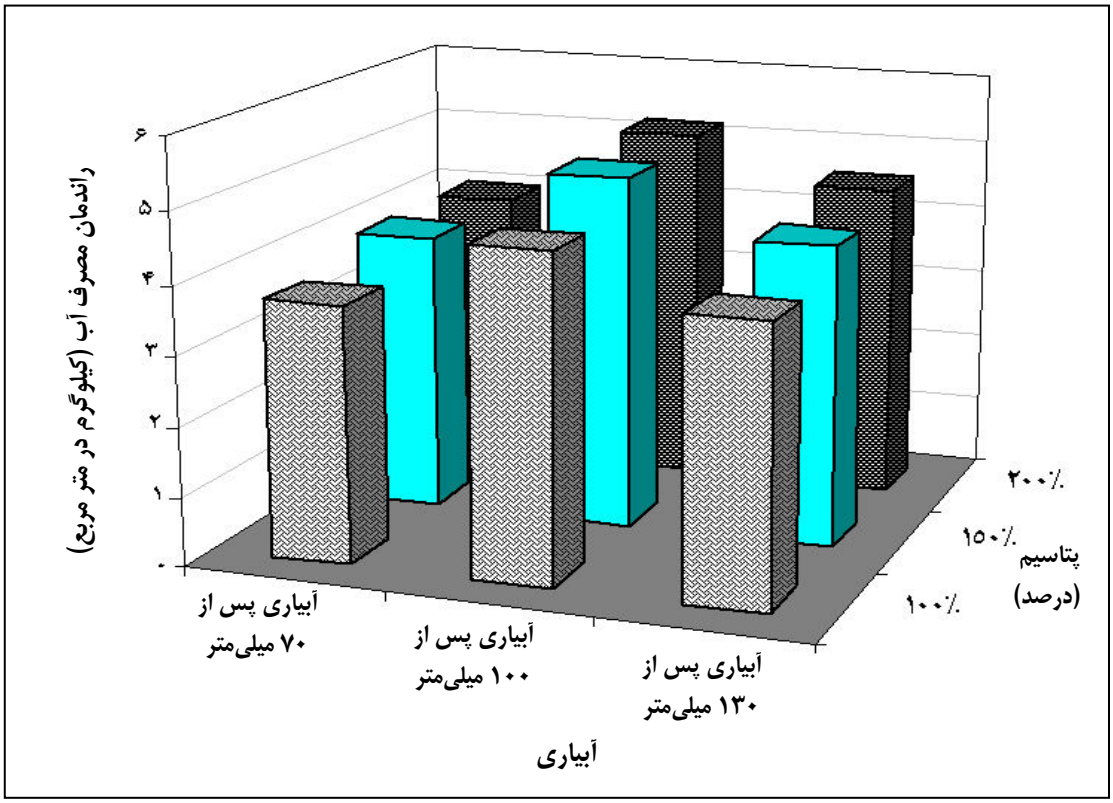
تیمار	درصد پتاسیم در میوه	درصد پتاسیم در گیاه
آبیاری		
۷۰ میلی‌متر تبخیر	۲/۷۸۲ a	۱/۸٤۱ a
۱۰۰ میلی‌متر تبخیر	٤/۰۱۵ a	۲/۳۹۲ a
۱۳۰ میلی‌متر تبخیر	۳/۲۳۱ a	۲/۲٤۳ a
پتاسیم		
۱۰۰ در صد نیاز غذایی	۳/۳۷۲ a	۲/۱۵۸ a
۱۵۰ درصد نیاز غذایی	۳/۲۸۸ a	۲/۱۵۸ a
۲۰۰ درصد نیاز غذایی	۳/۳٦۷ a	۲/۱٦۱ a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون LSD، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دارنیست.

نمودارهای شمارهٔ ۱ و ۲ اثر متقابل دور آبیاری و پتاسیم را بر عملکرد و کارآیی مصرف آب در میوه گوجه‌فرنگی نشان می‌دهند.



شکل شمارهٔ ۱- اثر متقابل دور آبیاری و سطوح مختلف پتاسیم بر عملکرد میوه گوجه‌فرنگی



شکل شمارهٔ ۲- اثر متقابل دور آبیاری و سطوح مختلف پتاسیم بر کارآیی مصرف آب در میوه گوجه‌فرنگی

نتیجه‌گیری

عملکرد میوه: در جدول شمارهٔ ۲ مشاهده می‌شود که آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، باعث کاهش عملکرد میوه گوجه‌فرنگی نسبت به شاهد (آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر) شده‌است. میزان عملکرد میوه گوجه‌فرنگی رقم پتوارلی سی اچ در اثرکم آبیاری کاهش یافته است. آب یکی از اجزای مهم و حیاتی گیاه است که اگر به میزان کافی در اختیار گیاه قرار نگیرد واکنش‌های بیولوژیکی را کاهش می‌دهد (Sobhani, 2000). رحمان و همکاران (Rahman *et al*., 1998) و شینوهارا و همکاران (Shinohara *et al*., 1995) نیز گزارش دادند که در اثر تنش آبی، عملکرد میوه گوجه‌فرنگی کاهش می‌یابد. کاهش عملکرد میوهٔ گوجه‌فرنگی در اثر کم آبیاری احتمالاً به دلیل حساس بودن گیاه گوجه‌فرنگی به کمبود آب و در نتیجه کاهش فتوسنتز و انتقال مواد به سمت میوه است.

افزایش میزان کود پتاسیم، عملکرد را افزایش می‌دهد (جدول شمارهٔ ۲). نتایج این آزمایش‌ها با داده‌های سانتوس و همکاران (Santos *et al*., 1971, 1972)، ونانگامیودی و همکاران (Vanangamudi *et al*., 1985)، و اچیلی (Achilea,1999) مطابقت دارد در حالی‌که

تسی‌کالس و مانیوس (Tsikalas & Manios, 1984) گزارش کردند که افزایش پتاسیم تأثیری بر عملکرد ندارد.

اثر دور آبیاری با سطوح مختلف پتاسیم نشان دهندهٔ افزایش عملکرد میوه در اثر افزایش مصرف هر یک از تیمارهای آبیاری و عناصر غذایی است (شکل شمارهٔ ۱). در آبیاری به میزان کافی و مصرف ۱۵۰ درصد پتاسیم مورد نیاز، عملکرد ۵۷/۱۰ تن در هکتار به دست آمد. در آبیاری کافی و مصرف ۲۰۰ درصد پتاسیم مورد نیاز بیشترین عملکرد گوجه‌فرنگی (۵٦/۸۵ تن در هکتار) مشاهده شد.

- کارآیی مصرف آب

کاهش میزان آب آبیاری ابتدا کارآیی مصرف آب را افزایش داده و کاهش بیشتر آن، باعث کم شدن کارآیی مصرف آب شده است (جدول شمارهٔ ۲). با کم شدن میزان آب مصرفی، تولید محصول نیز کاهش یافته است، اما میزان این کاهش به آن شدت نیست که کمبود آب کاهش داده است و به همین دلیل کارآیی مصرف آب زیادتر گردید. نتایج تحقیقات پین و درو (Payne & Drew, 1992) نیز نشان می‌دهد که با کاهش مصرف آب، کارآیی مصرف آب افزایش می‌یابد. با کاهش بیشتر میزان آبیاری، عملکرد افت بیشتری پیدا می‌کند و در نتیجه کارآیی مصرف آب کاهش می‌یابد.

هر عاملی که باعث افزایش عملکرد یا بالارفتن تولید مادهٔ خشک شود، کارآیی مصرف آب را نیز افزایش می‌دهد. مصرف پتاسیم عملکرد را بهبود می‌بخشد که در نتیجهٔ آن کارآیی مصرف آب نیز افزایش می‌یابد (جدول شمارهٔ ۲). افزایش پتاسیم درخاک باعث بالا رفتن کارآیی مصرف آب تا ٤/۵۸۳ کیلوگرم به ازای متر مکعب آب در سطح مصرف ۲۰۰ درصد پتاسیم مورد نیاز شده است (جدول شمارهٔ ۲). نقش پتاسیم در بهبود عملکرد در شرایط تنش آبی در بسیاری از گیاهان مشخص شده است. در این آزمایش نیز پتاسیم در دورهای مختلف آبیاری، کارآیی مصرف آب را افزایش داد (شکل شمارهٔ ۲).

- فاکتورهای کیفی گوجه‌فرنگی

با کاهش میزان آب آبیاری، **pH** میوه کاهش می‌یابد ولی مقادیر مختلف پتاسیم اثر معنی‌داری بر آن ندارد (جدول شمارهٔ ۲).

کاهش آب آبیاری بر در صد مواد جامد انحلال‌پذیر اثر معنی‌داری ندارد اما همان‌طورکه مشاهده می‌شود با کاهش آب آبیاری به میزان جزئی درصد مواد جامد انحلال‌پذیر افزایش می‌یابد (جدول شمارهٔ ۲). این نتیجه با نتایج هایاتا و همکاران (Hayata *et al.*, 1998)، شینوهارا و همکاران (Shinohara *et al.*, 1995) مطابقت دارد. افزایش پتاسیم تا ۱۵۰ درصد نیاز غذایی، باعث افزایش درصد مواد جامد انحلال‌پذیر می‌شود اما افزایش بیشتر آن در بریکس تأثیری ندارد (جدول شمارهٔ ۲). سانتوس و همکاران (Santos *et al.*, 1971, 1972) عکس این نتایج را گزارش کرده‌اند. دلیل این مغایرت احتمالاً نشان دهنده تأثیر رقم و منابع کودی بر افزایش یا کاهش درصد مواد جامد انحلال‌پذیر است.

تنش آبی باعث تغییر در میزان اسید قابل تیتراسیون می‌شود و بالاترین میزان اسید قابل

تیتراسیون پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به دست آمده است. افزایش کود پتاسیم باعث افزایش اسید قابل تیتراسیون شده است (جدول شمارهٔ ۲). سانتوس و همکاران (Santos *et al.*, 1971, 1972) و آدامز (Adams, 1978) گزارش دادند که افزایش میزان پتاسیم، باعث افزایش اسید قابل تیتراسیون می‌شود که احتمالاً به دلیل تاخیر در رسیدن میوه در اثر استفاده از کود پتاسیم است.

- درصد عناصر مورد آزمایش در میوه و گیاه

مقادیر مختلف پتاسیم در خاک بر مقدار پتاسیم میوه و گیاه تأثیری ندارد (جدول شمارهٔ ۳). از آنجا که عنصر پتاسیم کمتر آبشویی می‌شود، میزان آن در گیاه در اثر مصرف مقادیر مختلف آبیاری، تغییری پیدا نمی‌کند.

مصرف آب و پتاسیم در حد مورد نیاز گوجه‌فرنگی با تأثیر بر رشد گیاه، عملکرد را بهبود می‌بخشد و در نتیجه کارآیی مصرف آب را افزایش می‌دهد. به طور کلی، آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و مصرف پتاسیم در حد ۲۰۰ درصد مورد نیاز، نسبت به سایر تیمارها باعث حفظ بهتر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی می‌شود.

مراجع

1- Anon. 1991. Fruit juices test methos. Iranian Standard and Industrial Research Institute. 2nd Ed. Report No. 2685. (In Farsi)

2-Anon. 2001. Agricultural Statiscal Blletin. Statistical and Uniformation Department. Bulletin No 80/01. Ministry of Agrculture Pub. (In Farsi)

3-Achilea, O. 1999. Citrus and tomato quality is improved by optimized K nutrition. Improved rop quality by nutrient management Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. Netherlands. 19-22.

4-Adams, P. 1978. Effects of nutrition on tomato quality. Grower. 89(20): 1142-1143, 1145.

5- Emam, Y. 1995. Physiology of tropical plant. Shiraz University Pub. (In Farsi)

6- Hayata, Y., Tabe, T., Kondo, S. and Inoue, K. 1998. The effects of water stress on the growth, suger and nitrogen content of cherry tomato fruit. J. of the Japanese Soc. for Hort. Sci. 67(5): 759-766.

7- Hekmatshoaar, H. 1993. Plant Physiology in Hard Condition. Tabriz. Niknam Pub. (In Farsi)

8- Karunyal, S. and Kailash, P. 1994. Effect of water stress on water relations, photosynthesis, and elemnt content of tomato. Plant Physiol. and Biochemi. (New Delhi). 21(1): 33-37.

9- Klawi, J. K. D. and Lint, J. A. 1974. Fresh weight and flowering of tomato plant as influenced by container type and watering condition. Abstract. Hort. 45(8): 591.

10- Mitchell, J. P., Shennan, P. C., Grattan, S. R. and May, D. M. 1991. Tomato yields and quality under water deficit and salinity. J. Am. Soc. Hort. Sci. 116, 215-221.

11- Nakhoda, B. 1996. Investigation on water stress and harvesting time on the growth analysis and yield of millet. M. Sc. Thesis of Agronomy. Tarbiat Modaress University. (In Farsi)

12- Payne, W. A. and Drew, M. C. 1992. Soil phosphorus availability and pearl millet water use efficiency. Crop Sci. 32, 1010-1015.

13- Prodan, G. 1993. Some relationship concerning the chemical composition in tomato fruit. Abstract. Hortic. 45(4): 223.

14- Rahimian, H. 1998. Evaluation, Adaption and Yield of Crops. Jihad -e- university. Mashad. (In Farsi)

15-Rahman, S. M., Nawata, L. and Sakuratani, E. 1998. Effects of water stress on yield and related morphological characters among tomato (*Lycopersicon esculentum Mill*) cultivars. Thai J. of Agric. Sci. 31(1): 60-78.

16- Rudich, J. D., Kalmar, C., Geizenberg, K. and Havel, S. 1977. Low water tensions in defined growth stage of processing tomato plant. Hort Sci. 52, 391-399.

17- Santos, G. A., Panatastico, Er. B. and Uri, L. V. 1971,1972. Pre-harest factors affecting tomato fruit quality. I. Mineral nutrition.Philippine Agriculturist. 55(7,8), 289-309.

18- Sobhani, A. R. 2000. Investigation on physiologic aspects of water deficit and potassium nutrition on potato. Ph.D. Thesis. Azad University. Science and Research Department.

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. Agronomy and Crop Sci. 396, 211-218.

20- Tsikalas, P. E. and Manios, V. I. 1984. Tomato nuy trition on growth bags in greenhouse. I. Effect on the yield. Proceeding of 3rd Conference on Protected Vegetables and Flowers. Heraklion. Greece. 14.

21-Vanangamudi, K. Karivaratharaju, T. V. and Ayyaswamy. V. 1985. Effect of potassium nutrition on dry matter production and yield of tomato. South Indian Hort. 33(4): 266-268.

Effect of Different Levels of Irrigation Water and Potassium on Water Productivity and Quality of Tomato *(peto early CH)*

P. Sharayei, A. R. Sobhani and M. H. Rahimian

In Order to study the effects of irrigation regimes and potassium elements on the yield and some qualitative characterstics of tomatoes, an experiment was conducted by a split-factorial design with three replications in Khorassan Agricultural Research Station. Irrigation regimes were arranged as main plots with three levels of irrigation after 70, 100 and 130 mm evaporation from class- A- Pan. Potassium placed in sub plots as factorial, and applied in 100, 150 and 200% of the nutritional need. Yield of tomato fruit in irrigation after 70, 100 and 130mm evaporation was 55.3, 49.0 and 33.5 ton, respectivity. Application of potassium (up to 200% level) increased yield and water use efficiency (WUE) of tomato. Irrigation regimes had significent effect on the WUE and no effect on the Brix and titrable acid. The pH was affcted by irrigation regimes and reduced with decreasing of water amounts but potassium had no effect an the pH. Increasing of potassium application caused on inhance in titrable acid but potassium had no effect on its content in fruit and plant.

Key words: Potassium, Quality, Tomato, Water, Water Use Efficiancy,