مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۳

موضوع:

تأثیر دور آبیاری و تعداد قطره چکانها در روش آبیاری قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت هندوانه

تألیف:

سید حسن موسوی فضل[۱] - امین علیزاده[۲] - علیرضا آستارایی[۳]

چکیده

به منظور بررسی تأثیر دور آبیاری و تعداد قطره‌چکانها بر عملکرد و کیفیت هندوانه (رقم چارلستون‌گری) آزمایشی در شرایط زراعی با ۶ تیمار؛ سه دور آبیاری (یک روز، دو روز، سه روز) و دو آرایش از قطره‌چکانها (هر بوته یک قطره‌چکان، هر دو بوته یک قطره‌چکان) در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان (طرق) در سال ۱۳۷۶ انجام شد. طرح آزمایشی در قالب بلوکهای کامل تصادفی بصورت فاکتوریل در چهار تکرار اجرا شد.برای تعیین آب مورد نیاز گیاه از داده‌های تشتک تبخیر کلاس A استفاده شد و آب مورد نیاز گیاه براساس ۷۵ درصد تبخیر از تشتک محاسبه و مطابق با دور آبیاری تیمارها در اختیار گیاه قرار می‌گرفت.براساس نتایج حاصله از طرح دور آبیاری یک روز نسبت به دورهای دو و سه روز عملکرد محصول را ۲۰/۶، کارآیی مصرف آب را ۱۹/۶ و متوسط وزن میوه ۲۳/۳ درصد افزایش داد.همچنین در آرایشی از قطره‌چکانها، که برای هر بوته یک قطره‌چکان منظور شده بود عملکرد محصول ۳۰/۳ و کارآیی مصرف آب ۲۰/۴ درصد افزایش داشت.بدین‌ترتیب بیشترین عملکرد محصول، کارآیی مصرف آب و حداکثر متوسط وزن میوه‌های قابل ارائه به بازار در تیمار با دور آبیاری یک روز و یک قطره‌چکان برای هر بوته مشاهده شد. دور آبیاری و تعداد قطره‌چکانها بر مقدار پوسیدگی گلگاه میوه‌ها تأثیری نداشت. خصوصیات فیزیکی میوه مانند طول میوه، عرض میوه، ضخامت پوست میوه، درصد آب موجود در گوشت میوه، نسبت گوشت به وزن میوه و درصد ماده جامد محلول *(BRX)* در تیمارهای مختلف از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند.

کلمات کلیدی - آبیاری قطره‌ای، دور آبیاری، تعداد قطره چکانها، عملکرد هندوانه، کیفیت هندوانه

۱- کارشناس ارشد بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان (شاهرود)

۲- استاد بخش آبیاری دانشگاه فردوسی مشهد ۳- استادیار بخش خاکشناسی دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه

حفظ منابع آب و خاک یکی از ارکان بنیادی کشاورزی در دنیا محسوب می‌شود که با افزایش جمعیت روز به روز اهمیت بیشتری می‌یابد. تا قرن نوزدهم میلادی افزایش محصولات کشاورزی در بیشتر کشورهای جهان دراثر افزایش و توسعه سطح زیر کشت بود ولی در قرن اخیر سیاست کشورهای پیشرفته برای افزایش تولید بیشتر و بالابردن مقدار تولید در واحد سطح بوده است. یکی از عوامل مهم در افزایش تولید در واحد سطح استفاده صحیح از آب و روشهای پیشرفته آبیاری است.

کشور ایران با دارا بودن حدود ۷/۳ میلیون هکتار اراضی فاریاب یعنی بطور متوسط ۱۳۰ هکتار برای هر ۱۰۰۰ نفر (دو برابر متوسط جهانی) می‌تواند علاوه بر تأمین نیازهای داخلی، نقش تعیین‌کننده‌ای در تولید بخشی از نیازهای غذایی جهان داشته باشد. محدودیت امکانات توسعه کشت آبی به دلیل هزینه‌های زیاد احداث تأسیسات جدید، تلاش همه دست اندرکاران و کارشناسان را برای حصول به مدیریت بهره‌وری مناسب از منابع آب و خاک موجود و بکارگیری تکنولوژیها و مدیریتهای نوین آبیاری در جهت افزایش راندمان مصرف آب را می‌طلبد (۳).

با توجه به اینکه متوسط بارندگی سالیانه جهان ۸۶۰ میلی‌متر در سال گزارش شده است، کشور ایران با متوسط بارندگی سالانه حدود ۲۴۰ میلی‌متر جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود، در اکثر مناطق این کشور آب لازم برای محصولات کشاورزی از طریق آبیاری تأمین می‌شود (۳).

عدم آگاهی زارعین از مقدار آب مورد نیاز گیاه و اصول صحیح آبیاری به استفاده بی‌رویه آب در بخش کشاورزی شده و نهایتاً سبب شوری، ماندابی شدن اراضی و اتلاف هزینه‌های پمپاژ آب را بدنبال خواهد داشت.

بدلیل تلفات زیاد آبیاری سطحی در مسیر انتقال و هنگام توزیع در سطح مزرعه و در نتیجه پایین بودن راندمانها، در بسیاری از موارد روشهای دیگر آبیاری از اولویت برخوردار هستند لذا توسعه روشهای کارآمدتر نظیر آبیاری تحت فشار مد نظر قرار می‌گیرد. در این روشها علاوه بر عدم نیاز به تسطیح و احداث شبکه‌های پرهزینه انتقال آب امکان انتقال آب از طریق لوله تا سر مزرعه و توزیع یکنواخت آب در سطح مزرعه و همچنین اعمال مدیریت بهره‌برداری بهینه از آب موجود در مراحل مختلف رشد گیاه فراهم می‌گردد.

بررسی وضعیت کاربرد سیستم‌های مختلف آبیاری در استانهای مختلف حاکی از این است که مساحت تحت پوشش این سیستم‌ها در مقایسه با وسعت اراضی آبی هر استان کم و جز در موارد معدود حالت آزمایشی دارد. موارد مزبور عمدتاً در استانهای شمالی کشور (خراسان، مازنداران و گیلان) قرار دارند. آشنایی فنی با سیستم‌ها، امکانات سرمایه‌گذاری، نیروی انسانی متخصص، لوازم مورد نیاز، مدیریت خصوصی و دولتی از جمله عواملی است که در میزان استفاده از سیستمهای تحت فشار در هر استان مؤثر می‌باشد (۵، ۲).

با توجه به سیاست‌گذاری دولت در بخش کشاورزی و توجه خاص به استفاده بهینه از منابع آب و خاک، اجرای سیستمهای آبیاری تحت فشار (بارانی - قطره‌ای) و مدرنیزه‌کردن مزارع در رأس برنامه‌های دولت قرار گرفته است. بطوریکه در برنامه پنجساله توسعه اقتصادی و عمرانی کشور برای توسعه سیستمهای تحت فشار، ۲۵۰ هزار هکتار آبیاری بارانی و ۵۰ هزار هکتار آبیاری قطره‌ای و ۱۰ هزار هکتار طرح‌های الگویی پیش‌بینی شده است.

در حال حاضر در استان خراسان در حدود ۲۰۰۰ هکتار آبیاری قطره‌ای طراحی و اجرا شده است که اکثراً برای آبیاری باغات میوه است (۵). از طرفی هر ساله در استان خراسان سطح نسبتاً زیادی به کشت جالیز از جمله هندوانه اختصاص می‌یابد. آبیاری این محصول بصورت سنتی و روش جوی پشته‌ای صورت می‌گیرد و به علت عدم توجه کشاورزان به استفاده درست از آب، میزان آب مصرفی در هر هکتار برای هندوانه حدود ۱۰۰۰۰ مترمکعب است. براساس راندمان بالای آبیاری قطره‌ای، در صورت اجرای این سیستم می‌توان آب مصرفی هندوانه را در حد قابل توجهی کاهش داد. متأسفانه هزینه بالای اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای از یک طرف، عدم آگاهی کشاورزان از مزایای آن از سوی دیگر سبب شده است که استقبال از این سیستم از رشد چندان مطلوب برخوردار نباشد.

تحقیقات نسبتاً زیادی در سطح دنیا روی روشهای آبیاری، استفاده از مالچ در سیستم آبیاری قطره‌ای، میزان آب مصرفی، تعداد و فواصل قطره‌چکانها، دور و فواصل آبیاری‌ها برای محصول هندوانه انجام شده است.در ایران نیز در سال ۱۹۹۶ تحقیقی روی مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری بر کمیت و کیفیت محصول هندوانه در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان انجام شده‌است. نتایج حاصله حکایت از پاسخ مثبت این محصول نسبت به سیستم آبیاری قطره‌ای دارد.

تحقیق حاضر به منظور برآورد دقیق‌تر آب مصرفی این زراعت در هر هکتار، ارائه روشهای افزایش کارآیی مصرف آب و کاهش هزینه‌های این سیستم و بالا بردن عملکرد و کیفیت محصول، انجام شده است.

مواد و روشها

هدف از این تحقیق بررسی اثر دور آبیاری و تعداد قطره‌چکانها در آبیاری قطره‌ای روی عملکرد و کیفیت محصول هندوانه و تعیین کارآیی مصرف آب بود. طرح در قالب بلوکهای کامل تصادفی بصورت فاکتوریل با ۴ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان در سال ۱۳۷۶ اجرا شد.

۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از مراحل آماده‌سازی زمین نمونه‌گیری از عمق‌های ۳۰-۰ سانتی‌متر و ۶۰-۳۰ سانتی متر انجام شد. نمونه‌ها با اعمال ملاحظات لازم به آزمایشگاه منتقل شده، بعد از خشک کردن نمونه‌ها وخرد کردن آنها با عبوردادن از الک ۲ میلی‌متری، بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری (۴) ، وزن مخصوص ظاهری خاک با استفاده از روش پارافین (نمونه‌های دست نخورده) و مقدار رطوبت در حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی با استفاده از صفحات فشار (Pressure Plate) در مکش‌های ۰/۳ بار و ۱۵ بار تعیین شد. با استفاده از گل اشباع تهیه شده از نمونه‌های خاک pH خاک توسط دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی خاک بوسیلهٔ دستگاه هدایت سنج اندازه‌گیری شد (۶). اندازه‌گیری کاتیونهای، کلسیم و منیزیم محلول به روش تیتراسیون با EDTA سدیم و پتاسیم محلول به روش شعله‌سنجی (Flame Photometer) انجام شد (۶). همچنین فسفر خاک به روش اسپکتر و فتومتر (۹،۷) و ازت کل خاک به روش کجلدال تعیین شد (۸). جدول ۱ خلاصه نتایج آزمایش خاک را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۱- خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک مزرعه

پارامترهای اندازه‌گیری‌شده	عمق خاک (سانتی‌متر)	
	۰-۳۰	۳۰-۶۰
۱- بافت خاک		
الف - درصد شن	۲۱	۲۵
ب - درصد سیلت	۵۷	۵۴
ج - درصد رس	۲۲	۲۱
بافت خاک	سیلتی‌لوم	سیلتی‌لوم
۲- وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	۱/۳۳	۱/۳۳
۳- رطوبت حجمی درحد ظرفیت مزرعه (درصد)	۲۷/۶	۲۷/۶
۴- رطوبت حجمی درحد نقطه پژمردگی (درصد)	۱۲/۹	۱۲/۹
۵- واکنش خاک (pH)	۸/۰۴	۸/۱۶
۶- هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک(میلی‌موس بر سانتی‌متر)	۱/۲۵	۱/۰
۷- عناصر غذایی		
الف- کلسیم (میلی‌اکی والان برلیتر)	۵/۴۵	۵/۵۷
ب - منیزیم (میلی اکی‌والان برلیتر)	۱/۴	۲/۳
ج - پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)	۲۴۹	۲۷۱
د - فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	۲۳/۷	۲۴/۲
هـ - ازت کل (درصد)	۰/۰۹۹	۰/۰۹۹

۲-کیفیت آب

آب آبیاری از چاههای عمیق مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان تأمین می‌شد.این چاهها توسط یک سیستم لوله‌کشی به یکدیگر مرتبط شده و عمل آبرسانی به کلیه اراضی مرکز را انجام می‌دهند. به منظور تعیین کیفیت آب آبیاری دونمونه آب از هیدرانت واقع در محل طرح گرفته شد که نتایج تجزیه آن به شرح جدول۲ است.

جدول ۲- نتایج تجزیه کیفی آب

پارامترهای اندازه‌گیری	EC	pH	کاتیونهای محلول(meq/lit)				آنیونهای محلول(meq/lit)			S.A.R
	(mmhos/cm)		Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	K^+	Cl^-	SO_4^-	$HCO_3^- + CO_3^-$	
نمونه‌آب آبیاری	۰/۸	۷/۸	۳	۲/۴	۲/۴	-	-۳/۵	۱/۸	۲/۳۵	۱/۹۳

۳- طرح آماری و انتخاب تیمارها

طرح آماری در قالب بلوکهای کامل تصادفی بصورت فاکتوریل در ۶ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. بدین صورت که تیمارها در سه سطح دورهای مختلف آبیاری (دور یک روز، دو روز، سه روز) و دو آرایش از قطره‌چکانها (یک قطره‌چکان برای هر بوته و یک قطره‌چکان برای دو بوته) انجام شد. برای اجرای این طرح ابتدا، زمینی به ابعاد ۱۰۰×۵۰ مترمربع انتخاب و سپس به چهار بلوک مساوی (تکرار) هر یک به ابعاد ۲۱×۵۰ قطعه‌بندی شده و تیمارهای آزمایشی بصورت کاملاً تصادفی در داخل هر بلوک قرار داده شدند. طول هر ردیف ۵۰ متر و فواصل ردیف‌ها ۳ متر و فاصله بوته‌ها در روی هر ردیف ۶۰ سانتی‌متر انتخاب شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: دور آبیاری یک روز و هر بوته یک قطره‌چکان (P۱-۱)، دور آبیاری یک روز و هر دو بوته یک قطره‌چکان (P۱-۲) ، دور آبیاری دو روز و هر بوته یک قطره‌چکان (P۲-۱) ، دور آبیاری دو روز و هر دو بوته یک قطره‌چکان (P۲-۲) ، دور آبیاری سه روز و هر بوته یک قطره‌چکان (P۳-۱) ، دور آبیاری سه روز و هر دو بوته یک قطره‌چکان (P۳-۲)

۴- آماده‌سازی زمین و اجرای طرح سیستم آبیاری قطره‌ای

زمین مورد آزمایش که در سال ۱۳۷۵ به کشت هندوانه اختصاص داشت. در پائیز همان سال شخم زده شد و در فروردین ماه ۱۳۷۶ عملیات شخم بهاره و تسطیح انجام شد. مقدار کود مطابق عرف محل به میزان ۲۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در زمان شخم به خاک اضافه شد. بعد از تسطیح زمین، قطعه‌بندی زمین انجام و سیستم آبیاری قطره‌ای و اجرا شد.

آبگیری برای طرح مذکور از هیدرانت ۴ اینچی که در ابتدای زمین قرار داشت انجام شد. در ابتدای سیستم آبیاری قطره‌ای و در نزدیکی هیدرانت به منظور تصفیه آب یک فیلتر ۶ اینچ نصب و برای تنظیم و کنترل فشار سیستم در حدود ۱/۵ اتمسفر از یک فشارشکن ۴ واحدی بعد از فیلتر استفاده شد.

خط لوله اصلی سیستم آبیاری قطره‌ای دارای طول تقریبی ۶۰ متر بود که جنس آن پلی‌اتیلن کلاس C و قطری برابر ۹۰ میلی‌متر داشت. در محّل اتصّال لوله‌های نیمه اصلی (مانیفلدها) به لولهٔ اصلی ۶ عدد کنتور حجمی $\frac{۴}{۳}$ اینچ و ۶ عدد شیرفلکه جهت اندازه‌گیری حجم آب و قطع وصل جریان نصب گردید. لوله‌های نیمه اصلی از جنس پلی‌اتیلن و دارای قطری برابر با ۴۰ میلی‌متر بودند. برای خطوط فرعی (لاترال‌ها) از لوله‌های ۱۶ میلی‌متری و قطره‌چکانهای داخل خط (مدادی) با دبی متوسط ۴ لیتر در ساعت و فشارکاری ۱/۲ اتمسفر استفاده شد. برحسب نوع تیمار فاصله قطره‌چکانها روی لوله‌های فرعی ۶۰ سانتی‌متر (یک قطره‌چکان برای هر بوته) و ۱۲۰ سانتی‌متر (یک قطره‌چکان برای هر دو بوته) انتخاب شده بود.

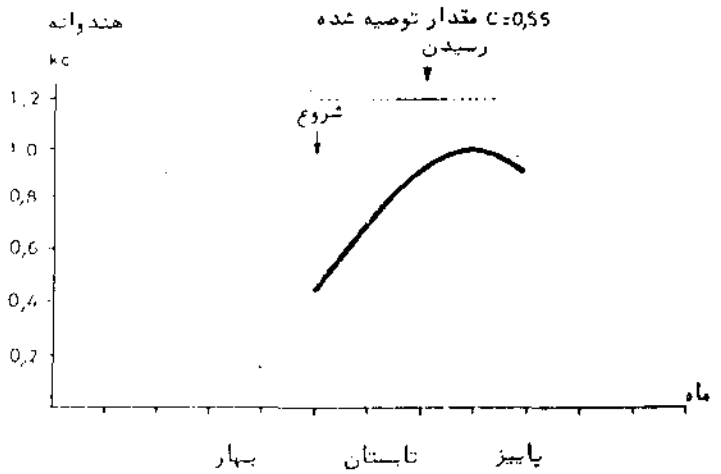
۵- محاسبات نیاز آبیاری و نحوه آبیاری

۵-۱- محاسبه نیاز آبی گیاه

نیاز آبی گیاه براساس تبخیر از تشتک کلاس A ایستگاه هواشناسی دانشکده کشاورزی مشهد، و اعمال

ضریب گیاهی Kc، درصد پوشش گیاهی و غیره ... محاسبه و مطابق با دور آبیاری هر تیمار، مقدار آب مورد نیاز به گیاه داده می‌شد (۴).

منحنی Kc برای زراعت هندوانه براساس نمودار شکل ۱ بوده، مطابق این نمودار ضریب گیاهی Kc در هر روز قابل استخراج بوده و برای محاسبه نیاز آبی گیاه از آن استفاده شده است . درصد پوشش گیاهی بطور مرتب از طریق اندازه‌گیری سطح بوته به مساحت موجود (فاصله ردیف‌ها × فاصله بوته‌ها) برای بوته برآورد و در محاسبه نیاز آبی گیاه منظور می‌شد (۴).



شکل ۱ – نمودار Kc برای محصول هندوانه

۵-۱-۱- محاسبه تبخیر و تعرق واقعی گیاه

برآورد تبخیر و تعرق گیاه در سیستم آبیاری قطره‌ای با سایر سیستم‌ها متفاوت است زیرا در سیستم آبیاری قطره‌ای به دلیل آنکه مستقیماً بصورت قطره در دسترس گیاه قرار می‌گیرد و تبخیر از سطح خاک تقریباً ناچیز بوده و تعرق فقط از سطح سبزینهٔ گیاه صورت می‌گیرد بنابراین تعرق واقعی گیاه بایستی برآورد و در محاسبات منظور گردد.

متوسط تعرق روزانه گیاه براساس رابطهٔ زیر برآورد شده است.

$$Td = Ud \left| \frac{Ps}{100} + 0.15 \left| 1 - \frac{Ps}{100} \right| \right|$$

در این رابطه؛

Td = متوسط تعرق روزانه گیاه

Ud = متوسط آب مصرفی روزانه گیاه

Ps = سطح سایه‌انداز گیاه

برای برآورد متوسط آب مصرفی روزانه گیاه (Ud) براساس آمار روزانه تشتک از رابطه زیر استفاده شده است.

$$Ud = 0.8 \times Epan \times Kc$$

Epan مقدار تبخیر از تشتک تبخیر از زمان آبیاری قبل از روز آبیاری است (دور آبیاری یک روز، دو روز و سه روز).

درصد سطح سایه‌انداز گیاه نیز در هر روز مطابق رابطه زیر برآورد شده و برای تعرق روزانه بکار برده شده است.

$$P_W = \frac{\text{سطح بوته در هر مرحله رشد}}{\text{سطح کل مربوطه به گیاه}} \times 100 = \frac{\text{حدود و سطح گیاه در روز}}{0.6 \times 3} \times 100$$

۵-۲- عمق ناخالص آبیاری

در آبیاری قطره‌ای راندمان آبیاری بین ۹۵-۹۰ درصد است که مقدار آن در محاسبه ۹۰ درصد در نظر گرفته شده است. لذا عمق ناخالص آبیاری مطابق رابطه زیر برآورد شده:

$$I_g = \frac{Td}{E} = \frac{Td}{0.90}$$

۵-۳- نحوه آبیاری

۵-۳-۱- محاسبه حجم آب مورد نیاز هر بوته

حجم آب مورد نیاز هر بوته براساس فاصله بین هر گیاه و فاصله ردیف‌ها و عمق ناخالص آبیاری، برآورد شده و از رابطهٔ زیر استفاده شده است.

$$G = I_g \cdot S_p \cdot S_r$$

در این رابطه؛

G = حجم آب مورد نیاز روزانه هر بوته (لیتر)

I_g = عمق ناخالص آبیاری (میلی‌متر)

S_p = فاصلهٔ بوته‌ها روی هر ردیف (فاصله بوته‌ها روی هر ردیف ۰/۶ متر).

S_r = فاصلهٔ ردیف‌ها (فاصله ردیف‌ها ۳ متر)

براساس تحقیقی که در سال ۱۳۷۵ روی مقدار آب مورد نیاز زراعت هندوانه انجام شده بود مشخص شده که چنانچه ۷۵ درصد آب مورد نیاز گیاه به آن داده شود گیاه عملکرد بهتری خواهد داشت (۲۱). بنا بر استناد همین تحقیق مقدار آب داده شده به گیاه در این طرح ۷۵ درصد نیاز واقعی آن بوده است یعنی؛

$$G' = 0.75\ G$$

۵-۳-۲- حجم آب عبوری از هر کنتور در هر نوبت آبیاری

مقدار آبی که در هر نوبت آبیاری از هر کنتور (تیمار) بایستی عبور نماید براساس تعداد ردیف‌های متصل به هر کنتور، تعداد بوته‌های روی هر ردیف و مقدار حجم آب مورد نیاز هر بوته محاسبه شده است.

$$V = 4.n \cdot G'$$

در این رابطه؛

V = حجم آب لازم که در هر نوبت آبیاری از هر کنتور بایستی عبور نماید. (لیتر)

n = تعداد بوته‌ها روی هر ردیف (تعداد بوته‌های هر ردیف ۸۳)

G' = حجم آب مورد نیاز هر بوته در هر دور آبیاری (لیتر)

عدد چهار نیز در فرمول فوق مبین تعداد ردیف‌هایی است که به هر کنتور متصل است (تعداد

۵-۳-۳- آب مصرفی در طول فصل زراعی

آب مصرفی گیاه چنانکه در قبل بیان شد بر اساس تبخیر از تشتک، ضریب گیاهی، درصد پوشش و... محاسبه و مطابق با دور آبیاری تیمارها در اختیار گیاه قرار گرفت. آب مصرفی در طول فصل زراعی در کلیه تیمارها یکسان و مقدار آن ۳۴۱۶ مترمکعب در هکتار بوده‌است.

۶- برداشت

برداشت محصول در دو مرحله انجام شد. برداشت اوّل در تاریخ ۱۳۷۶/۵/۱۸ و برداشت دوم در تاریخ ۱۳۷۶/۶/۱۰، به منظور از بین بردن اثرات حاشیه‌ای، از ابتدا و انتهای هر خط ۲/۵ متر حذف شده و برداشت در طول ۴۵ متر در هر خط انجام شد. در هر برداشت میوه‌ها به میوه‌های سالم و بازارپسند و میوه‌های ریز و ناسالم غیرقابل ارائه به بازار تفسیم‌بندی شدند. البته در هر دو برداشت تعداد میوه‌های ناسالم تقریباً ناچیز بود و اکثر میوه از نظر اندازه و بازارپسندی در حد مطلوب و خوبی بودند. در هر دو برداشت وزن کل میوه‌های بازارپسند هر تیمار، تعداد میوه‌ها و وزن میوه‌های ناسالم و ریز و تعداد آنها مشخص و اندازه‌گیری شد. لازم به یادآوری است که ترکیدگی در میوه‌ها خیلی کم و ناچیز بود ولی میوه‌های ریز و سرسوخته وجود داشت. جهت انجام آزمایشات فیزیکی و کیفی میوه‌ها، نمونه‌هایی از هر تیمار انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد.

۷- آزمایشات فیزیکی

به منظور مقایسهٔ آماری ابعاد فیزیکی میوه‌ها از قبیل وزن میوه‌ها، طول، عرض، ضخامت پوست درصد گوشت، درصد بذر و آب، از هر تیمار نمونه‌هایی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه ابتدا هندوانه وزن شده، طول و قطر آن اندازه‌گیری می‌شد، سپس برشی از میوه تهیه شده، وزن بذر، گوشت، پوست و ضخامت پوست اندازه‌گیری شد که و نمونه‌هایی از آنها تهیه شده و درگرمخانه با درجه حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و نهایتاً درصد گوشت، درصد بذر، درصد پوست و نسبت آب موجود در قسمت‌های مختلف میوه محاسبه گردید. میزان ماده جامد محلول در میوه (BRX) با استفاده رفرکتومتر (Refrectometer) در هر نمونه اندازه‌گیری می‌شد. تمام موارد اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف به منظور تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری SAS مقایسه شد.

نتایج و بحث

به منظور بررسی اثر هر فاکتور برروی هر صفت در طرح بایستی تأثیر هر فاکتور[1] بطور جداگانه و اثرات متقابل[2] آنها بررسی و تجزیه و تحلیل شود. به همین علت به بررسی اثر فاکتورها(دور آبیاری، تعداد قطره‌چکانها) و اثرات متقابل آنها می‌پردازیم

1. Factor
2. Intreaction

۱-اثر دور آبیاری

۱-۱ عملکرد کل

براساس تجزیه و تحلیل آماری مطابق نمودار ۱ حداکثر عملکرد کل در تیمار با دور آبیاری یک روز حاصل شد (۴۳/۸ تن در هکتار). اختلاف بین میانگین تیمارها با دور آبیاری مختلف معنی‌دار شد. ترتیب قرارگرفتن تیمارها از نظر عملکرد کل تیمار با دور آبیاری یک روز، دور دو روز و دور آبیاری سه روز بود. اختلاف میانگین تیمارها با دور دو روز و سه روز معنی‌دار نشد ولی عملکرد کل در تیمار با دور یک روز نسبت به تیمارهای دو روز و سه روز معنی‌دار شد.

۱-۲- عملکرد اقتصادی

مطابق نمودار ۱ حداکثر عملکرد اقتصادی مربوط به تیمار با دور آبیاری یک روز بود (۴۱/۳ تن در هکتار). اختلاف میانگین عملکرد اقتصادی تیمار با دور یک روز نسبت به تیمارهای دو روز و سه روز معنی‌دار شد امااختلاف میانگین تیمارها با دور دو روز و سه روز معنی‌دار نشد.

۱-۳- مقدار سرسوختگی

براساس تجزیه و تحلیل آماری و مطابق نمودار ۱ اختلاف بین وزن میوه‌های سرسوخته در تیمارها با دورهای مختلف آبیاری معنی‌دار نبود. حداکثر سرسوختگی در تیمار با دور آبیاری یک روز مشاهده شد. تیمارها با دور آبیاری دو روز و سه روز از نظر وزن میوه‌های سرسوخته در مرتبه بعدی قرارگرفتند.

جدول ۳- اثر دور آبیاری بر عملکرد محصول (تن در هکتار)

دور آبیاری	عملکرد (ton/ha)		
روز	اقتصادی	سرسوخته	کل
۱	۴۱/۳^{a}	۲/۵^{a}	۴۳/۸^{a}
۲	۳۵/۱^{b}	۲/۱^{a}	۳۷/۲^{b}
۳	۳۴/۲^{b}	۲/۱^{a}	۳۶/۳^{b}

۱-۴- متوسط وزن میوه

۱-۴-۱- عملکرد کل

متوسط وزن میوه در عملکرد کل از تقسیم عملکرد کل بر تعداد میوه‌های برداشت شده محاسبه شد. اختلاف وزن متوسط میوه‌ها در تیمارها با دورهای مختلف آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار شد. حداکثر وزن متوسط میوه در تیمار با دور آبیاری یک روز (۶/۴ کیلوگرم) و حداقل آن در تیمار با دور سه روز (۵/۳ کیلوگرم) حاصل شد. اختلاف متوسط وزن میوه در تیمارها با دور دو روز و سه روز معنی‌دار نشد امّا در دور

یک روز با سایر تیمار اختلاف معنی‌دار بود.

۱-۴-۲- عملکرد اقتصادی

از وزن کل میوه‌ها در عملکرد کل، وزن میوه‌های سرسوخته و غیرقابل ارائه به بازار حذف شده و عملکرد اقتصادی حاصل، از تقسیم عملکرد اقتصادی به تعداد آن متوسط وزن میوه در عملکرد اقتصادی محاسبه شد. مطابق جدول ۴ حداکثر وزن متوسط میوه در تیمار با دور آبیاری یک روز و بعد از آن تیمارها با دور آبیاری دو روز و سه روز قرار داشتند. اختلاف وزن متوسط میوه در عملکرد اقتصادی در تیمار با دور آبیاری یک روز با سایر تیمارها در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در صورتیکه اختلاف وزن میوه در تیمارهای دو روز و سه روز معنی‌دار نشد.

۱-۴-۳- میوه‌های سرسوخته

براساس جدول ۴ بین متوسط وزن میوه‌های سرسوخته در تیمارها با دور آبیاری مختلف هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. حداکثر وزن متوسط میوه سرسوخته در تیمار با دور دو روز بود. دور آبیاری هیچگونه تأثیری بر روی وزن میوه‌های سرسوخته نداشت.

جدول ۴- اثر دور آبیاری بر متوسط وزن هندوانه

دور آبیاری (روز)	متوسط وزن میوه(kg)		
	عملکرد کل	عملکرداقتصادی	پوسیدگی گلگاه
۱	۶/۴^{a}	۷/۴^{a}	۲/۱^{a}
۲	۵/۶^{b}	۶/۱^{b}	۲/۴^{a}
۳	۵/۳^{b}	۵/۹^{b}	۲^{a}

۱-۵- کارآیی مصرف آب

۱-۵-۱- عملکرد کل

مطابق جدول ۵کارآیی مصرف آب در عملکرد کل برای تیمار با دور آبیاری یک روز حداکثر و مقدار آن ۱۲/۸ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار شد. تیمارهای دو روز و سه روز بترتیب در مراتب بعدی قرار گرفتند. اختلاف کارایی مصرف آب در عملکرد کل تیمار یک روز با تیمارهای دو روز و سه روز در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد امّا اختلاف کارایی مصرف آب در عملکرد کل تیمارهای دو روز و سه روز با یکدیگر معنی‌دار نشد.

۱-۵-۲- عملکرد اقتصادی

کارایی مصرف آب در عملکرد اقتصادی نیز همانند عملکرد کل در تیمار با دور آبیاری یک روز حداکثر

و مقدار آن برابر ۱۲/۰۸ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار شد. اختلاف کارآیی مصرف آب در عملکرد اقتصادی تیمار یک روز با سایر تیمارهای معنی‌دار بود امّا در بین تیمارها با دور آبیاری دو روز و سه روز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۵- اثر دور آبیاری در کارآیی مصرف آب

دور آبیاری (روز)	کارآیی مصرف آب ($Kg/m^3/ha$)	
	عملکرد اقتصادی	عملکرد کل
۱	۱۲/۰۸^a	۱۲/۸^a
۲	۱۰/۳^b	۱۰/۹^b
۳	۱۰/۰۱^b	۱۰/۶^b

۱-۶- خصوصیات فیزیکی میوه

با توجه به جدول ۶ بررسی‌ها نشان داد که از بین خصوصیات فیزیکی میوه که در تیمارهای مختلف با یکدیگر مقایسه شدند فقط دو خصوصیت درصد آب موجود در گوشت میوه و ضخامت پوست میوه در تیمارهای مختلف دور آبیاری دارای اختلاف معنی‌داری بودند.ضخامت پوست میوه در تیمار با دور آبیاری یک روز حداکثر و مقدار آن ۱۵/۹۴ میلی‌متر بود. ضخامت پوست در این تیمار با دو تیمار دیگر دارای اختلاف معنی‌دار بود. درصد آب موجود در گوشت میوه نیز در تیمار با دور آبیاری دو روز حداکثر و مقدار آن معادل ۹۱/۶۴ درصد بود. اختلاف در درصد آب موجود در این تیمار با دو تیمار دیگر معنی‌دار شد.

جدول ۶- اثر دور آبیاری بر خصوصیات فیزیکی هندوانه

دور آبیاری (روز)	درصد گوشت به وزن میوه	درصد آب موجود در میوه	متوسط طول (cm)	متوسط عرض (cm)	ضخامت پوست (mm)	درصد ماده جامد محلول (BRX)
۱	۶۱^a	۹۰/۶^b	۴۷/۴^a	۲۰/۵^a	۱۵/۹^a	۱۰/۸^a
۲	۵۹/۴^a	۹۱/۶^a	۴۴/۶^a	۱۹/۳^a	۱۲/۸^b	۱۰/۱^a
۳	۵۸/۲^a	۹۰/۴^b	۴۴/۹^a	۱۷/۱^a	۱۳/۲^b	۱۰/۹^a

۲- اثر تعداد قطره‌چکانها

در این حالت تیمارها عبارت بودند از: یک قطره چکان برای هر بوته. یک قطره‌چکان برای دو بوته که به بررسی اثر هر کدام از آنها می‌پردازیم.

۲-۱- عملکرد کل

تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که تأثیر تعداد قطره‌چکانها بر عملکرد کل در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مطابق جدول ۷ حداکثر عملکرد کل در تیماری مشاهده شد که برای هر بوته یک قطره‌چکان در نظر گرفته شده بود. عملکرد کل در این حالت ۴۲/۸ تن در هکتار بوده و در تیماری که برای هر دو بوته یک قطره‌چکان وجود داشته عملکرد کل ۳۵/۴ تن در هکتار شد.

۲-۲- عملکرد اقتصادی

براساس جدول ۷ همانند آنچه در عملکرد کل بیان شد تأثیر قطره‌چکانها در هر تیمار بر عملکرد اقتصادی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری داشت. عملکرد اقتصادی حداکثر، در تیماری مشاهده شد که برای هر بوته یک قطره‌چکان منظور شده و مقدار آن ۴۰/۴ تن در هکتار است در صورتیکه عملکرد اقتصادی در تیمار دیگر ۳۳/۳ تن در هکتار بود.

۲-۳- پوسیدگی گلگاه

اثر تعداد قطره‌چکانها بر پوسیدگی گلگاه معنی‌دار نشد. مقدار پوسیدگی گلگاه در تیمار یک قطره‌چکان برای یک بوته ۲/۴ تن در هکتار و در تیماری که یک قطره‌چکان برای هر دو بوته در نظر گرفته شده وزن میوه‌های آلوده به پوسیدگی گلگاه ۲/۱ تن در هکتار بود.

جدول ۷- اثر تعداد قطره‌چکانها بر عملکرد محصول (تن در هکتار)

تیمار	عملکرد اقتصادی	پوسیدگی گلگاه	عملکرد کل
هر بوته یک قطره‌چکان	۴۰/۴[a]	۲/۴[a]	۴۲/۸[a]
هر دو بوته یک قطره چکان	۳۳/۳[b]	۲/۱[a]	۳۵/۴[b]

۲-۴- متوسط وزن میوه

مطابق جدول ۸ تأثیر قطره‌چکانها بر متوسط وزن میوه در عملکرد کل و اقتصادی و پوسیدگی گلگاه معنی‌دار نشد. به عبارت دیگر تعداد قطره‌چکانها برای هر بوته در متوسط وزن میوه تأثیری نداشت.

جدول ۸- اثر تعداد قطره‌چکانها بر متوسط وزن هندوانه

تیمار	متوسط وزن میوه (Kg)		
	عملکرد کل	عملکرداقتصادی	پوسیدگی گلگاه
هر بوته یک قطره‌چکان	۵/۷[a]	۶/۴[a]	۲/۲[a]
هر دو بوته یک قطره‌چکان	۵/۸[a]	۶/۶[a]	۲/۱[a]

۲-۵-کارآیی مصرف آب

نتایج تأثیر تعداد قطره‌چکانها بر کارآیی مصرف آب در عملکرد اقتصادی و عملکرد کل مطابق جدول ۹ است. با توجه به جدول ۹ تأثیر تعداد قطره‌چکانها بر کارآیی مصرف آب در عملکرد اقتصادی و عملکرد کل در سطح یک درصد معنی‌دار بود. کارآیی مصرف آب در عملکرد اقتصادی برای تیماری که هر بوته یک قطره‌چکان داشت حداکثر و مقدار آن ۱۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار و برای تیماری که یک قطره‌چکان برای هر دو بوته منظور شده ۹/۸ کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار شد.

جدول ۹- اثر تعداد قطره‌چکانها بر کارآیی مصرف آب

تیمار	کارآیی مصرف آب ($Kg/m^3/ha$)	
	عملکرد اقتصادی	عملکرد کل
هربوته‌یک قطره‌چکان	$۱۱/۸^a$	$۱۲/۵^a$
هر دو بوته یک قطره‌چکان	$۹/۸^b$	$۱۰/۴^b$

۲-۶- خصوصیات فیزیکی میوه

مطابق جدول ۱۰ اثر تعداد قطره‌چکان در هر تیمار بر هیچکدام از خصوصیات فیزیکی میوه معنی‌دار نشد.

جدول ۱۰- اثر تعداد قطره‌چکانها بر خصوصیات فیزیکی میوه

دور آبیاری (روز)	درصد گوشت به وزن میوه	درصد آب موجود درگوشت	متوسط طول (cm)	متوسط عرض (cm)	ضخامت پوست (mm)	درصد ماده جامد محلول (BRX)
هربوته‌یک‌قطره‌چکان	$۶۱/۱^a$	۹۱^a	$۴۵/۱^a$	$۱۹/۹^a$	$۱۳/۷^a$	$۱۰/۸^a$
دربوته‌یک‌قطره‌چکان	۵۸^a	$۹۰/۸^a$	$۴۶/۲^a$	$۱۸/۱^a$	$۱۴/۳^a$	$۱۰/۳^a$

۳- اثر متقابل تعداد قطره‌چکانها و دور آبیاری

براساس تجزیه و تحلیل آماری در مورد تمام صفاتی که شرح آنها گذشت اثر متقابل[1] دور آبیاری و تعداد قطره‌چکان معنی‌دار نشد.

وقتی اثر متقابل دو فاکتور معنی‌دار نباشد از لحاظ آماری عدم تأثیر آن دو فاکتور را بر یکدیگر می‌رساند. در این حالت اثر متقابل برابر صفر و فاکتورها اثرشان جمع‌پذیر[2] است. یعنی هر فاکتور اثر خود را مانند آنکه

1. Interaction

2. Additive

فاکتور دیگر در آزمایش وجود ندارد بر روی صفت بر جای می‌گذارد.(۱)

۴- مقایسه اقتصادی ناشی از افزایش عملکرد محصول با افزایش هزینه سیستم آبیاری قطره‌ای ناشی از افزایش تعداد قطره‌چکانها

به منظور بررسی اقتصادی بین اختلاف عملکرد محصول در حالتی که برای هر بوته یک قطره‌چکان منظور شود با افزایش هزینهٔ ناشی از تعداد قطره‌چکانها در سیستم نسبت به حالتی که برای هر دو بوته یک قطره‌چکان منظور شود، مقایسه انجام و به شرح ذیل است.

با توجه به اینکه قیمت هر کیلوگرم هندوانه در سال اجرای طرح ۳۰۰ ریال و قیمت هر عدد قطره‌چکان ۲۰۰ ریال است. مقایسه در تیمار با دور آبیاری یک روز و یک قطره‌چکان برای هر بوته و نیز یک قطره‌چکان برای هر دو بوته انجام می‌شود. تعداد بوته‌های موجود در هر هکتار، با فرض فاصله هر بوته روی ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله ردیف‌ها ۳ متر، برابر با ۵۵۵۵ است. در حالتی که برای هر بوته یک قطره‌چکان منظور شود هزینه تعداد قطره‌چکان‌ها در هر هکتار ۱۱۱۱۰۰۰ ریال خواهد شد. در صورتیکه برای هر دو بوته یک قطره‌چکان در نظرگرفته شود این هزینه به نصف تقلیل می‌یابد. یعنی اینکه هزینه خرید قطره‌چکانها در هر هکتار ۵۵۵۵۰۰ ریال خواهد شد. چنانچه ۲۰ درصد نیز به عنوان تلفات ناشی از خراب شدن و گرفتگی قطره‌چکانها در نظر گرفته شود و به آنها اضافه گردد. هزینه قطره‌چکانها در هر هکتار با فرض هر بوته یک قطره‌چکان به ۱۳۳۳۲۰۰ ریال خواهد رسید.

براساس جدول ۹ که کارآیی مصرف آب در تیماری که برای هر بوته یک قطره‌چکان منظور شده برابر با ۱۱/۸ و تیماری که برای هر دو بوته یک قطره‌چکان منظور شده برابر با ۹/۸ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار محاسبه شده است و با توجه به اینکه در هر هکتار ۳۴۰۰ مترمکعب آب مصرف شده، اختلاف عملکرد در دو تیمار حدود ۶۸۰۰ کیلوگرم در هر هکتار است. سود ناشی از این اختلاف عملکرد ۲۰۴۰۰۰۰ ریال است. اگر این رقم سود اختلاف عملکرد محصول با هزینه اضافی ناشی از تعداد قطره‌چکانهای بیشتر (تیماری که برای هر بوته یک قطره‌چکان منظور شده) مقایسه شود، مشخص خواهد شد که سود ناشی از افزایش عملکرد محصول در هر هکتار ۱۳۷۴۳۰۰ ریال بیشتر از حالتی خواهد شد که برای هر دو بوته یک قطره‌چکان در نظر گرفته شود. البته این با فرضی است که هر ساله قطره‌چکانها تعویض شوند و قطره‌چکانهای نو جایگزین شوند. در صورتیکه عملاً اینطور نیست. لذا سود ناشی از افزایش عملکرد محصول از رقم مذکور بیشتر خواهد شد. بنابراین اقتصادی‌ترین روش همان در نظر گرفتن یک قطره‌چکان برای هر بوته است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱- براساس نتایج بدست آمده در مورد عملکرد، وزن متوسط میوه و کارآیی مصرف آب در دور آبیاری هر روز و منظور کردن یک قطره‌چکان برای هر بوته مناسب‌ترین و اقتصادی‌ترین روش در آبیاری قطره‌ای هندوانه است.

۲- دورهای آبیاری بیشتر از یک روز عملکرد و کارآیی مصرف آب را به شدّت کاهش می‌دهد در

صورتیکه در دورهای بیشتر از یک روز اختلاف چندانی بین دو دور آبیاری مشاهده نمی‌شود.

۳- در نظر گرفتن یک قطره‌چکان برای هر بوته عملکرد محصول را به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش و کارآیی آب را بالا می‌برد. از نظر اقتصادی افزایش محصول در اثر منظور کردن یک قطره‌چکان برای هر بوته مقرون به صرفه‌تر و اقتصادی‌تر از افزایش هزینهٔ ناشی از افزایش تعداد قطره‌چکانهاست.

۴- دور آبیاری و تعداد قطره‌چکانها تأثیری بر خصوصیات فیزیکی موجود در میوه ندارد.

۵- با توجه به نتایج به دست آمده از این طرح روش کاهش هزینه سیستم آبیاری قطره‌ای از طریق کم‌کردن تعداد قطره‌چکانها (قرار دادن یک قطره‌چکان برای دو بوته) اقتصادی نیست زیرا این روش سبب کاهش محصول به میزان قابل ملاحظه‌ای خواهد شد. لذا پیشنهاد می‌شود روی تغییر فواصل لاترالها (لوله‌های فرعی) تحقیقاتی به عمل آید.

۶- به منظور کاهش هزینه‌های سیستم آبیاری قطره‌ای پیشنهاد می‌شود که این طرح در مورد سایر محصولات باارزش نیز انجام شود. زیرا عکس‌العمل گیاهان مختلف نسبت به نحوهٔ تأمین آب مورد نیاز یکسان نیست.

تشکر و قدردانی

کلیه هزینه‌ها و امکانات اجرایی این طرح توسط بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان فراهم شده است که بدین وسیله از کلیه همکاران و مسئولین بخصوص آقای مهندس جواد باغانی نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم.

منابع

۱- بصیری، ع. ۱۳۶۸. طرحهای آماری در علوم کشاورزی. دانشگاه شیراز.

۲- حسینی، م. ۱۳۷۶. عملکرد و کیفیت هندوانه در دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۳- سازمان تحقیقات وزارت کشاورزی. ۱۳۷۵. مجموعه مقالات دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور.

۴- علیزاده، الف. ۱۳۷۲. اصول طراحی سیستمهای آبیاری. انتشارات آستان قدس رضوی.

۵- نوروزی، م. ۱۳۷۴. بررسی و مقایسه فنی سیستمهای آبیاری. ماهنامهٔ آب، خاک و ماشین. سال دوم شماره۷.

6- Abu-Awwad, A.M., and R.W. Hill (1991). "Tomato production and soil salt distribution under line source trickle irrigation". Journ Of Agronomy and Crop Science. 167., pp. 188-195.

7- Black, C.A. Method of plant Analysis parts. Chemical pub lsche. M. Madison, Wis consin, U.S.A.

8- Lombardo, V., and G. Patt, 1979. Drip irrigation of the cantaloupe melon (Cucumis melo L.) Irrigazione. 26: No. 4: 13-19.

9- Rudich, J., G. Elassar, and Y. Shefi, 1978. "Optimal growth stages for the application of drip irrigation to muskmelon and water melon". Journal of Hort. Sci., Vol. 53, pp. 11-15.

Effect of irrigation interval and number of emitters on the yield and quality of watermelon in drip irrigation

Abstract

In order to investigate the effect of irrigation regime and the number of emitters on yield and quality of watermelon, a field experiment was conducted in torogh experimatal station of Mashhad, in 1376. A factorial design with randomized blocks and four replication was applied. Treatments were, irrigation intervals in three levels (one, two and three days), and mumber of emitters in two levels (one emitter for each plant, and one emitter for each two plants). Irrigation requirement was determined by class-A evaporation pan. Each treatment received 75% and irrigation requirement only. Evaporation in previous day (or days) the basis of calculation of irrigation requirement.The results showed that, total yield, as well as marketable yield, were higher in those treatments which received water evry day and were equipped with one emitter for each plant.Maximum water use effeciency was also obtaimed in this treatment. Irrigation interval did not affect fruit quality such as weight, length, water content and sugar percentage.