Archive of SID

اثر کم آبیاری بر عملکرد و برخی صفات کیفی گرمک (*Cucumis melo* L.) رقم کانتولوپ

بهروز مصطفی‌زاده فرد[۱]، عباس فرخنده[۱]، سید فرهاد موسوی[۱]، محمد فیضی[۲]

چکیده

منطقه کویری رودشت واقع در شرق استان اصفهان، به دلیل بارندگی ناچیز و تبخیر شدید (متوسط بارندگی سالیانه کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر و تبخیر و تعرق پتانسیل سالیانه حدود ۲۴۰۰ میلی‌متر) به ویژه در فصل تابستان، دارای منابع آب محدود و نامطلوب می‌باشد. برای بررسی اثر کم آبیاری روی عملکرد و برخی صفات کیفی گرمک، یک آزمایش مزرعه‌ای آبیاری قطره‌ای در ایستگاه تحقیقات شوری و زهکشی رودشت واقع در ۶۵ کیلومتری شرق شهرستان اصفهان انجام شد. مقادیر آب آبیاری براساس ۶۵، ۸۰ و ۹۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A اعمال گردید و از طرح آماری کرت‌های خرد شده استفاده شد. مقدار آب کاربردی طی فصل آبیاری در هر یک از تیمارها به ترتیب ۳۰۰، ۳۴۲ و ۳۸۴ میلی‌متر بود. نتایج نشان داد که با افزایش مقدار آب آبیاری، عملکرد میوه‌ی تازه، عملکرد در واحد سطح، تعداد میوه در هر پلات، وزن میوه در هر بوته و کارآیی مصرف آب آبیاری افزایش می‌یابد. برای تابع تولید که رابطه‌ی بین عملکرد با مقدار آب آبیاری را بیان می‌کند، یک معادله‌ی همبستگی چند جمله‌ای درجه‌ی دوم با ضریب تعیین بالا (R^2=۰/۹۹) به‌دست آمد. هم‌چنین رابطه‌ی بین کارایی مصرف آب آبیاری با مقدار آب آبیاری، یک معادله‌ی چند جمله‌ای درجه‌ی دوم با ضریب تعیین بالا (R^2=۰/۹۷) بود. نتایج نشان داد که این رقم گرمک نسبت به کم آبیاری حساس می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، کم‌آبیاری، راندمان آب مصرفی، عملکرد محصول، گرمک

۱. به‌ترتیب دانشیار، دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان، بخش آب و خاک

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان آبیاری از اهمیت فزاینده‌ای برخوردار است و به واسطه‌ی تبخیر شدید، میزان بارش کم و به کارگیری روش‌های سنتی آبیاری، کمبود منابع آب غیر قابل اجتناب خواهد بود (یازار و همکاران، ۲۰۰۲). کشاورزانی که به‌صورت سنتی آبیاری می‌کنند، تلفات آب زیاد و کارایی مصرف آب آبیاری کمی خواهند داشت، که این امر در نهایت منجر به ایجاد مشکل شوری و زهکشی در خاک می‌گردد (تکنیل، ۱۹۹۴). شیوه‌ی مدیریت آب در مزرعه تاثیرگذارترین عامل بر عملکرد محصول در کشاورزی فاریاب می‌باشد. فشار ناشی از کمبود آب در بخش کشاورزی، انگیزه‌ی یافتن راه‌هایی برای بهبود کارایی مصرف آب آبیاری و بهره‌برداری کامل از منابع آب در دسترس را افزایش داده است، که به‌کارگیری روش‌های جدید آبیاری یکی از این راه‌ها است (آل عمران و همکاران، ۲۰۰۴).

آبیاری قطره‌ای فناوری جدیدی است که از جنبه‌های زراعی، حفاظت منابع آب و اقتصاد کشاورزی دارای محاسن زیادی می‌باشد. به همین دلیل استفاده از این شیوه‌ی آبیاری به‌طور پیوسته در جهان رو به گسترش است. در این روش نه تنها در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود، بلکه عملکرد محصول نیز افزایش می‌یابد (تیواری و همکاران، ۲۰۰۳). در آبیاری قطره‌ای امکان کنترل دقیق مقدار آب با مدیریت صحیح وجود داشته و می‌توان تلفات آب را در مقایسه با روش‌های آبیاری سطحی و بارانی کاهش داد (یازار و همکاران، ۲۰۰۲). ماتیوس و همکاران (۱۹۹۲)، دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای را روی پنبه مقایسه کردند و دریافتند که آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری سطحی ۳۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب را در پی داشته است. در مناطق خشک، ضریب سطح خیس شده برای آبیاری قطره‌ای از حداقل یک سوم (۳۳ درصد) تا حدود یک دوم (۵۰ درصد) مساحت کشت شده در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب سطح خاک بین ردیف‌های کشت و بوته‌ها خشک باقی می‌ماند و ناحیه‌ی ریشه به‌طور کامل مرطوب می‌گردد. از سوی دیگر موجب صرفه‌جویی در مصرف آب و کاهش نفوذ عمقی خواهد شد (قاسم زاده مجاوری، ۱۳۶۹ و وابو-اواد، ۲۰۰۱).

توابع تولید مختلفی وجود دارند که مقدار آب کاربردی را به اجزای عملکرد ربط می‌دهند. کارایی مصرف آب، رابطه‌ی بین عملکرد و یا ماده‌ی خشک تولیدی را با مقدار آب کاربردی بیان می‌کند (یووان و همکاران، ۲۰۰۴ و یووان و همکاران، ۲۰۰۳). فابیرو و همکاران (۲۰۰۲)، آبیاری قطره‌ای را برای خربزه به‌روش کم‌آبیاری کنترل شده[1] به‌کار بردند. آن‌ها با مطالعه‌ی ۹ تیمار شامل سطوح مختلف نیاز آبی از ۶۰ تا ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع در سه مرحله‌ی مختلف رشد گیاه (گل‌دهی، میوه‌دهی و رسیدن میوه) نتیجه گرفتند که تابع ریاضی که بهترین برازش را بین میزان تولید و مقدار آب کاربردی برقرار می‌کند، یک چند جمله‌ای درجه‌ی دوم با ضریب تعیین بالا (R^2=۰/۹۵) می‌باشد. رابطه‌ی بین کارایی مصرف آب و مقدار آب آبیاری نیز یک رابطه‌ی ریاضی از نوع چند جمله‌ای درجه‌ی دوم با ضریب تعیین بالا (R^2=۰/۸۷) بود.

حسینی یزدی (۱۳۷۶)، به مطالعه‌ی اثر رژیم‌های مختلف ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر کلاس A با دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری روی هندوانه (چارلستون گری) پرداخت. نتایج این تحقیق نشان داد که کارایی مصرف آب به‌طور متوسط در روش آبیاری قطره‌ای ۳ برابر آبیاری شیاری است.

تینگوو و همکاران (۲۰۰۳)، چهار تیمار آب آبیاری مختلف را به‌روش آبیاری قطره‌ای به میزان صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت تبخیر برای هندوانه به کار بردند. کم‌ترین و بیش‌ترین میزان عملکرد به ترتیب برای تیمار آب آبیاری شاهد و تیمار آب آبیاری ۶۰ درصد به دست آمد.

1. Controlled Deficit Irrigation

www.SID.ir

Archive of SID

آل‌عمران و همکاران (۲۰۰۴)، چهار سطح آبیاری قطره‌ای (سطحی و زیرسطحی) به میزان ۰/۶، ۰/۸، ۱ و ۱/۲ برابر تبخیر و تعرق گیاه مرجع را برای آبیاری کدو به کار بردند. نتایج نشان داد که عملکرد میوه‌ی کدو به‌طور معنی‌دار با افزایش مقدار آب آبیاری افزایش یافت. کارایی مصرف آب به‌طور خطی با افزایش آب آبیاری کاربردی افزایش یافت و سپس در بالاترین سطح آبیاری، کاهش یافت.

ویسواناتا و همکاران (۲۰۰۲)، تأثیر سه تیمار آب آبیاری معادل با ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ برابر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A را با آبیاری قطره‌ای در مقایسه با تیمار آبیاری سطحی به میزان ۰/۸ برابر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A با دوره آبیاری ۷ روزه برای ذرت شیرین مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد با افزایش مقدار آب آبیاری عملکرد خوشه‌ی ذرت تازه و علوفه با آبیاری قطره‌ای افزایش می‌یابد و عملکرد آبیاری سطحی با رژیم ۰/۸ تقریباً برابر با عملکرد آبیاری قطره‌ای با رژیم ۰/۶ می‌باشد.

یووان و همکاران (۲۰۰۴)، اثر آبیاری قطره‌ای را بر عملکرد و کارایی مصرف آب آبیاری توت فرنگی مورد بررسی قرار دادند. سه سطح تبخیر از تشت تبخیر به میزان ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ به کار گرفته شد. نتایج نشان داد که با افزایش مقدار آب آبیاری، عملکرد توت فرنگی به واسطه‌ی افزایش تعداد میوه و متوسط وزن میوه افزایش می‌یابد و با کاهش مقدارآب آبیاری، کارایی مصرف آب آبیاری برای عملکرد توت فرنگی افزایش می‌یابد.

هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر کم‌آبیاری به‌روش آبیاری قطره‌ای برای گیاه گرمک در منطقه‌ی رودشت اصفهان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات زهکشی و اصلاح اراضی رودشت وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان واقع در ۶۵ کیلومتری شرق شهرستان اصفهان انجام شد. به دلیل بارش سالانه‌ی کم (حدود ۱۰۰ میلی‌متر) و تبخیر شدید (حدود ۲۰۰۰ میلی‌متر) در منطقه، انجام آبیاری برای کشت محصول ضروری است.

قبل از انجام عملیات کاشت، خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متر شخم و دیسک زده شد. سیستم آبیاری از نوع قطره‌ای بوده و واحد کنترل مرکزی سیستم شامل تانک ذخیره‌ی آب، پمپ مجهز به شیر هواگیری و شیر بای- پَس[1] (جهت تنظیم جریان و فشار سیستم)، تانک کود، فیلتر توری، کنتور (با دقت ۰/۱ لیتر) و فشارسنج بود. جنس لوله‌های اصلی، نیمه‌اصلی و فرعی از پلی‌اتیلن سیاه رنگ و قطر لوله‌ی اصلی ۳۲ میلی‌متر، قطر لوله‌ی نیمه‌اصلی ۳۲ میلی‌متر (تغذیه از دو طرف) و ۲۵ میلی‌متر (تغذیه از یک طرف) و قطر لوله‌ی فرعی ۱۶ میلی‌متر بود. تعداد ۲۷ زیر واحد[2] آبیاری قطره‌ای استفاده شد که شمایی از یک زیرواحد (پلات آزمایشی) در شکل ۱ اریه شده است. هر زیرواحد دارای ۶ عدد لوله‌ی فرعی به فاصله‌ی یک متر از یکدیگر بود. فواصل زیرواحدها از هم، حدود ۲ متر در نظر گرفته شد. فواصل بین قطره‌چکان‌ها روی هر لوله‌ی فرعی ۰/۵ متر و تعداد آن‌ها ۱۱ عدد بود. بدین‌ترتیب در هر پلات ۶۶ عدد قطره‌چکان وجود داشت. مساحت هر پلات آزمایشی حدود ۳۰ مترمربع در نظر گرفته شد. قطره‌چکان‌ها از نوع متداول مورد استفاده در آبیاری قطرهای یعنی از نوع درون‌خطی با آب‌دهی ۴ لیتر در ساعت در فشار کارکرد یک اتمسفر بودند. در ابتدای هر پلات یک عدد شیر کنترل برای قطع و وصل جریان نصب شده بود و سه تکرار برای هر پلات در نظر گرفته شد.

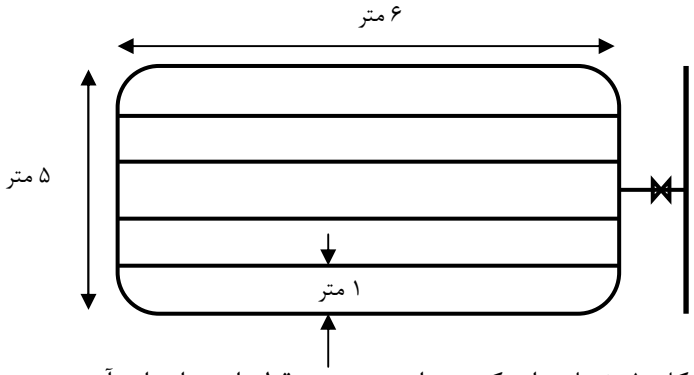
بذر گیاه گرمک رقم کانتلوپ (*Cucumis melo* L.) در تاریخ ۸۲/۱/۲۱ به تعداد ۵ عدد در کنار هر قطره‌چکان کاشته شد. برای جلوگیری از سله بستن سطح خاک و سهولت خروج گیاهچه از سطح خاک، بذرگرمک در حفره‌ای که با ماسه‌ی نرم پر شده بود کشت گردید. بعد از استقرار

1. By-pass
2. Sub-unit

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه، تعداد بوته‌ها به ۲ عدد در کنار هر قطره‌چکان کاهش داده شد. بعد از تشکیل میوه نیز تعداد میوه‌ها به یک عدد روی هر بوته کاهش داده شد. به این کار اصطلاحاً سربَرداری گفته می‌شود و به‌طور معمول به منظور رشد بهتر میوه‌ها صورت می‌گیرد. از ابتدای کشت بذر تا ۵۰ روز بعد از آن، ۱۶ مورد آبیاری یکنواخت برای همه‌ی پلات‌ها اعمال گردید. از آن پس ۲۱ مورد آبیاری غیر یکنواخت تا پایان فصل زراعی انجام شد. در آبیاری غیر یکنواخت سه تیمار آبیاری ۶۵، ۸۰ و ۹۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A در سه تکرار اعمال گردید. دور آبیاری براساس ۳±۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تعیین شد. تشت تبخیر در ایستگاه هواشناسی رودشت به فاصله‌ی ۲۰۰ متری محل اجرای آزمایش نصب شده بود و جهت ممانعت از آشامیدن آب توسط جانوران با توری فلزی پوشیده شده بود.



شکل ۱: شمایی از یک زیرواحد سیستم قطره‌ای و اجزای آن

برای محاسبه‌ی حجم آب آبیاری برای هر پلات از فرمول زیر استفاده شد:

$$V_{iw} = E_{pan} \times K_{pan} \times S \times P \times A \times C \qquad [۱]$$

که: V_{iw}= حجم آب آبیاری برای هر پلات، لیتر
E_{pan}= تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A، میلی‌متر، K_{pan}= ضریب تشت تبخیر، S= ضریب سطح سایه‌انداز، P= ضریب سطح خیس‌شده
A= مساحت هر پلات (۳۰ مترمربع)، C= ضریب مربوط به تیمار آب آبیاری که معادل با ۰/۶۵، ۰/۸۰ و ۰/۹۵ بود.

محاسبه‌ی ضریب تشت تبخیر براساس سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (کیلومتر در روز)، میانگین درصد رطوبت نسبی و طول پوشش سبز پیرامون تشت (متر) صورت گرفت. براین اساس، ضریب تشت تبخیر در ایستگاه رودشت ۰/۸۵ در نظر گرفته شد (علیزاده، ۱۳۷۳ و فائو، ۱۹۹۸).

برای محاسبه‌ی ضریب سطح سایه‌انداز از یک فرض ساده پیروی شد. به‌این ترتیب که هر بوته به شکل دایره با میانگین قطر d (متر) در نظر گرفته شد و از فرمول زیر ضریب سطح سایه‌انداز برای مرحله‌ی آبیاری غیر یکنواخت (از ۵۰ تا ۱۰۲ روز بعد از کشت بذر) محاسبه شد:

$$S = \frac{a \times n}{A} \qquad [۲] \qquad \text{و} \qquad a = \frac{\pi \times d^2}{4} \qquad [۳]$$

که: a = مساحت سطح سایه‌انداز یک بوته، مترمربع
n = تعداد بوته‌های موجود در هر پلات (۶۶ عدد)
ضریب سطح خیس شده نصف ضریب سطح سایه‌انداز در نظر گرفته شد:

$$P = \frac{1}{2} \times S \qquad [۴]$$

در طی فصل کشت، با رشد گیاه و افزایش سطح سایه‌انداز، ضریب سطح خیس شده افزایش داده شد. براین اساس، ضریب سطح خیس شده، حداقل ۳۳ درصد (براساس ۵۰ درصد سطح سایه‌انداز معادل با ۶۵ درصد در ابتدای اعمال تیمارها) و حداکثر ۵۰ درصد (براساس ۵۰ در صد سطح سایه‌انداز معادل با یک در انتهای فصل رشد) در نظر گرفته شد.

www.SID.ir

Archive of SID

حجم آب آبیاری مورد نظر برای هر پلات از طریق کنتور به‌دقت اعمال گردید. کود دهی براساس نیاز به‌طور یکنواخت برای همه‌ی تیمارها از طریق تانک کود کنترل مرکزی سیستم به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در مرحله‌ی آبیاری یکنواخت و ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم در مرحله‌ی آبیاری غیر یکنواخت (اعمال تیمارها) انجام شد. عملیات سم‌پاشی در مرحله‌ی آبیاری یکنواخت برای دفع آفات صورت گرفت. برداشت گرمک در طی یک هفته از تاریخ ۸۲/۴/۲۴ تا ۸۲/۵/۱ انجام شد و میوه‌های برداشت شده از هر پلات به‌طور جداگانه شمارش شده و وزن گردید. برداشت محصول براساس عرف منطقه و رسیدگی میوه انجام شد. در هنگام برداشت، از هر پلات ۲ عدد میوه برای اندازه‌گیری عناصر و ترکیبات میوه شامل میزان ازت، پتاسیم، فسفر، سدیم، کلر، هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد ماده‌ی خشک و درصد مواد جامد محلول انتخاب گردید. برای محاسبه‌ی کارایی مصرف آب آبیاری، وزن میوه‌ی تازه (کیلوگرم) به حجم آب آبیاری برای هر پلات (مترمکعب) تقسیم شد. از طرح آماری کرت‌های خرد شده استفاده شد و برای تجزیه واریانس از نرم‌افزار آماری SPSS.11 استفاده شد و مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

آب کاربردی و عملکرد

در جدول‌های ۱ و ۲ برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آورده شده‌اند. هم‌چنین در جدول ۳ خصوصیات شیمیایی آب آبیاری نشان داده شده است. در طی ۳۷ مورد آبیاری انجام شده (۱۶ مورد آبیاری یکنواخت و ۲۱ مورد آبیاری غیر یکنواخت)، به میزان ۳۰۰، ۳۴۲ و ۳۸۴ میلی‌متر آب به ترتیب به تیمارهای ۶۵، ۸۰ و ۹۵ درصد رسید، که به ترتیب معادل ۹، ۱۰/۲۶ و ۱۱/۵۲ مترمکعب آب در هر پلات بود. بنابراین، در تیماری که بیشترین مقدار آب را دریافت کرده بود، عمق آب آبیاری از ۴۰۰ میلی‌متر تجاوز نکرد (شکل ۲). در جدول‌های ۴ و ۵ به‌ترتیب نتایج تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین اجزای عملکرد ارایه شده است. اثر مقادیر مختلف آب آبیاری بر عملکرد میوه‌ی تازه و تعداد میوه در هر پلات در سطح احتمال ۱ درصد و اختلاف بین مقادیر میانگین عملکرد میوه‌ی تازه و تعداد میوه در تیمارهای مختلف آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد کاملاً معنی‌دار بود.

صرفه‌جویی در مصرف آب برای تیمارهای ۶۵ و ۸۰ درصد نسبت به تیمار ۹۵ درصد به ترتیب ۲۲ و ۱۱ درصد بود که موجب ۴۲و ۲۹ درصد افت محصول گردید. با افزایش مقدار آب آبیاری (تیمار ۶۵ درصد نسبت به تیمار ۹۵ درصد) عملکرد میوه‌ی تازه‌ی گرمک در هر پلات به‌طور میانگین از ۹۵ به ۱۶۳ کیلوگرم افزایش یافت (جدول ۵). تعداد میوه در تیمارهایی که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار آب را دریافت کردند به‌ترتیب ۱۰۱ و ۶۵ عدد بود (جدول ۵). علت کاهش تعداد میوه علاوه بر کم‌آبیاری به واسطه‌ی پوسیدگی تدریجی میوه‌های نزدیک به قطره‌چکان به دلیل مرطوب بودن سطح خاک نیز می‌باشد.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش

عمق (سانتی‌متر)	درصد ذرات خاک			بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)
	رس	سیلت	شن		
۰-۳۰	۳۲	۳۷	۳۱	لوم رسی	۱/۴۷
۳۰-۶۰	۳۷	۴۴	۱۹	لوم رسی سیلتی	۱/۴۶

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: خصوصیات شیمیایی خاک محل آزمایش (قبل از اعمال تیمارها)*

عمق (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	میلی اکی‌والان در لیتر		نسبت جذب سدیم	درصد سدیم قابل تبادل
			سدیم	کلسیم و منیزیم		
۰-۳۰	۱/۴۸	۷/۴۹	۸/۵۳	۷/۱۱	۴/۵۲	۵/۱۱
۳۰-۶۰	۱/۷۱	۷/۴۹	۹/۹	۸/۴۵	۴/۸۷	۵/۶

*- هر عدد میانگین سه تکرار می‌باشد.

جدول ۳: خصوصیات شیمیایی آب آبیاری*

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	میلی اکی والان در لیتر							نسبت جذب سدیم	نسبت جذب سدیم تعدیل شده
		سدیم	کلسیم و منیزیم	کربنات	بی کربنات	کلر	سولفات	مجموع آنیون‌ها	مجموع کاتیون‌ها	
۵/۲۵	۷/۵۲	۴۱	۱۷/۶۷	۰/۴۸۹	۴/۵۳	۳۵/۷۸	۱۶/۹۲	۵۷/۶۷	۵۸/۶۷	۱۳/۱	۳۳/۹۶

*- ارقام ارائه شده میانگین سه تکرار می‌باشند.

جدول ۴: تجزیه‌ی واریانس اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب آبیاری

منابع تغییر	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد میوه‌ی تازه	عملکرد در واحد سطح	تعداد میوه	وزن میوه در هر بوته	کارایی مصرف آب آبیاری
تیمار آبیاری	۲	۱۰۹۰۶/۲۷ **	۱۲۱۱/۸۱۶ **	۳۰۱۱/۳۷ **	۰/۰۵۷۲۳ *	۳۲/۵۵۴ **
تکرار	۲	۱۸/۷۱۲	۲/۰۸	۱۸/۰۳۷	۰/۰۱۱۳۶	۰/۱۴۷
خطا	۱۲	۶۶/۲۰۳	۷/۳۵۵	۲۵/۸۳۳	۰/۰۰۸۴۵	۰/۶۱۸
مقدار F		۱۶۴/۷۳۹	۱۶۴/۷۵۴	۱۱۶/۵۶۹	۶/۷۷۲	۵۲/۶۹۲
سطح معنی‌داری		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰۱

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۵: مقایسه‌ی میانگین‌های اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب آبیاری

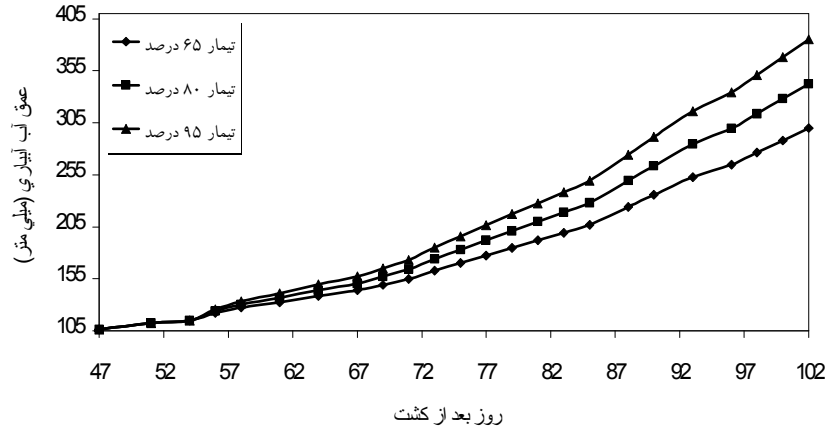
تیمار آبیاری	عملکرد میوهٔ تازه (کیلوگرم)	عملکرد در واحد سطح (تن در هکتار)	تعداد میوه	وزن میوه در هر بوته (کیلو گرم)	کارایی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم در متر مکعب)
۶۵ درصد تبخیر از تشت	۹۵/۲۰۶ c	۳۱/۷۳۵ c	۶۵ c	۱/۴۷۱ b	۱۰/۵۷۸ b
۸۰ درصد تبخیر از تشت	۱۱۵/۴۵۳ b	۳۸/۴۸۴ b	۷۸ b	۱/۴۷۳ b	۱۱/۲۵۳ b
۹۵ درصد تبخیر از تشت	۱۶۳/۰۱۸ a	۵۴/۳۳۹ a	۱۰۱ a	۱/۶۱ a	۱۴/۱۵۷ a

میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده‌اند.

برای هر تیمار آزمایشی تفاوت هر دو میانگین با حداقل یک حرف مشترک معنی‌دار نمی‌باشد.

www.SID.ir

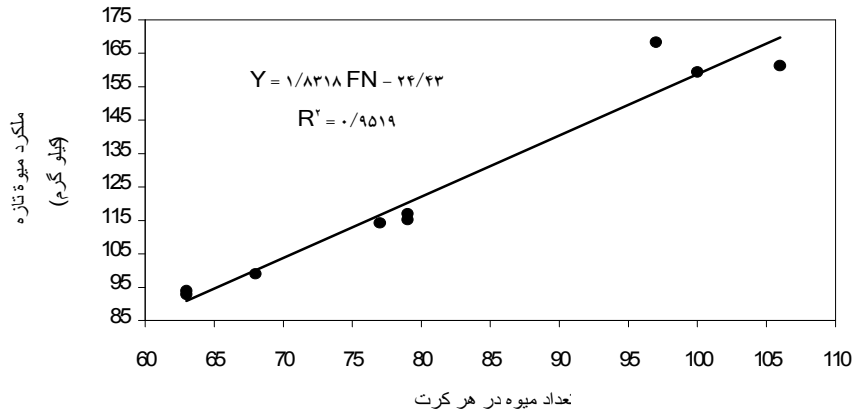
Archive of SID



شکل ۲: مقدار تجمعی آب برای تیمارهای مختلف آبیاری در محدوده‌ی زمانی کشت تا برداشت گرمک

اثر مقدار آب آبیاری بر وزن میوه در هر بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۴). با وجود آن‌که اختلاف بین مقادیر میانگین وزن میوه در هر بوته در تیمارهای ۶۵ و ۸۰ درصد در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبود، اما اختلاف این دو مقدار با مقدار میانگین به دست آمده از تیمار ۹۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). با افزایش مقدار آب آبیاری میانگین وزن میوه در هر بوته برای تیمارهای ۶۵، ۸۰ و ۹۵ درصد از ۱/۴۷۱ به ۱/۴۷۳ و ۱/۶۱ کیلوگرم در هر بوته افزایش یافت. بین تعداد میوه و عملکرد میوه‌ی تازه در هر پلات، یک رابطه‌ی خطی با ضریب تعیین بالا (R^2=۰/۹۵) برقرار شد که این روند نشان می‌دهد افزایش عملکرد نه تنها به دلیل افزایش متوسط وزن میوه، بلکه به واسطه‌ی افزایش تعداد میوه در هر پلات نیز بوده است (شکل ۳).

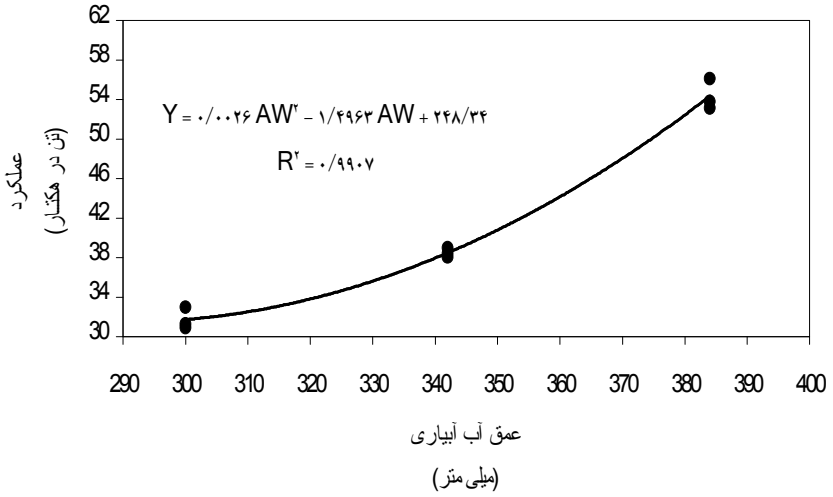
عملکرد گرمک در واحد سطح در تیمارهای آبیاری به میزان ۳۱/۷، ۳۸/۵ و ۵۴/۳ تن در هکتار افزایش یافت. اثر مقدار آب آبیاری برعملکرد در واحد سطح در سطح احتمال۱ درصد و اختلاف بین مقادیر میانگین درسطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول‌های ۴ و ۵). رابطه‌ی بین عملکرد در واحد سطح (تن در هکتار) و مقدار آب آبیاری (میلی‌متر) را می‌توان با یک معادله‌ی چند جمله‌ای درجه‌ی دوم با ضریب تعیین بالا (R^2=۰/۹۹) بیان نمود (شکل ۴). نتیجه‌های به‌دست آمده در این بخش بیانگر افزایش وزن و تعداد میوه در هر پلات و عملکرد در واحد سطح باافزایش مقدار آب آبیاری بود، که با نتـــایج به‌دست آمده تـــوسط پژوهشگران دیگر از جمله آل‌عمران و همکاران (۲۰۰۴) و ویسواناتا و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد.



شکل ۳: عملکرد میوه‌ی تازه‌ی گرمک در مقابل تعداد میوه در هر پلات

www.SID.ir

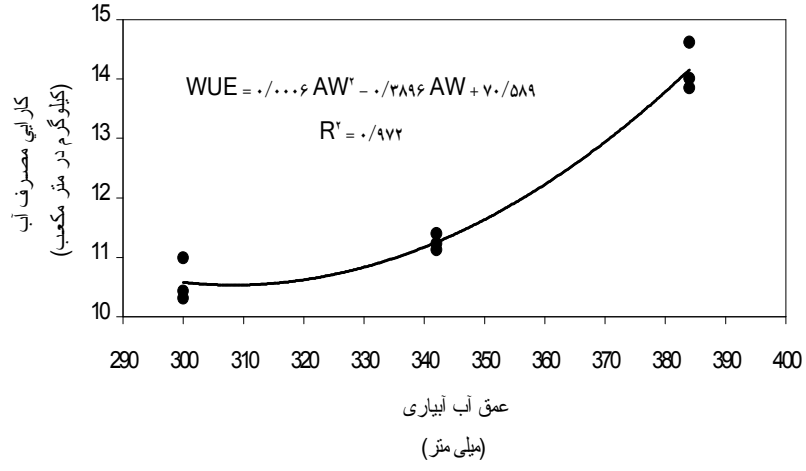
Archive of SID



شکل ۴: عملکرد گرمک در واحد سطح برای تیمارهای مختلف آبیاری

کارایی مصرف آب آبیاری

اثر مقادیر مختلف آب آبیاری بر کارایی مصرف آب آبیاری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).مقادیر آب آبیاری ۳۰۰، ۳۴۲ و ۳۸۴ میلی‌متر به ترتیب دارای کارایی مصرف آب آبیاری به میزان ۱۰/۵۸، ۱۱/۲۵ و ۱۴/۱۶ کیلوگرم در مترمکعب شدند. افزایش کارایی مصرف آب را می‌توان به افزایش عملکرد در اثر افزایش مقدار آب آبیاری نسبت داد. در هر حال همان‌گونه که در جدول ۵ نشان داده شده است اختلاف بین مقادیر میانگین کارایی مصرف آب آبیاری در تیمارهای ۶۵ و ۸۰ درصد در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبوده ولی اختلاف این دو با تیمار ۹۵ درصد معنی‌دار بود که دلیل آن ممکن است حساسیت شدید گرمک به کم آبیاری باشد. رابطه‌ی ریاضی که بین کارایی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم در مترمکعب) و عمق آب آبیاری (میلی‌متر) به‌دست آمد، یک معادله‌ی چند جمله‌ای درجه‌ی دوم با ضریب تعیین بالا (R^2=۰/۹۷) بود (شکل ۵). بنابراین، می‌توان گفت که با افزایش مقدار آب آبیاری، کارایی مصرف آب آبیاری برای گیاه گرمک افزایش یافته است. این روند بیانگر حساسیت شدید گرمک به کم‌آبیاری و تنش آبی می‌باشد. این نتایج با نتایج به دست آمده از پژوهش‌های آل‌عمران و همکاران (۲۰۰۴) و فابیرو و همکاران (۲۰۰۲) که روی کدو و خربزه تحقیق کرده‌اند، مطابقت دارد.



شکل ۵: کارایی مصرف آب آبیاری گرمک برای تیمارهای مختلف آبیاری

www.SID.ir

Archive of SID

عناصر و ترکیبات میوه

در جدول‌های ۶ تا ۹ نتایج تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین عناصر و ترکیبات میوه آورده شده است. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر درصد ازت میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). هم‌چنین اختلاف بین مقادیر میانگین درصد ازت میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۷). ازت میوه در تیمار ۶۵ درصد تبخیر از تشت حدود ۰/۱۳ درصد شد. در تیمارهای ۸۰ و ۹۵ درصد تبخیر از تشت، ازت میوه به حدود ۰/۱۱ درصد رسید. بنابراین، ازت میوه در تیمارهای ۸۰ و ۹۵ درصد به میزان ۱۵ درصد کمتر از تیمار ۶۵ درصد شد. ممکن است آبشویی کود اوره به اعماق خاک در تیمارهای ۸۰ و ۹۵ درصد، موجب دسترسی کمتر گیاه به کود نسبت به تیمار ۶۵ درصد شده باشد.

جدول ۶: تجزیه‌ی واریانس ترکیبات و عناصر میوه

منابع تغییر	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات				
		ازت	پتاسیم	فسفر	سدیم	کلر
تیمار آبیاری	۲	۰/۰۰۱۹۶ **	۰/۰۰۱۱۳ *	۷۷۶/۶۹۴ ns	۳۳۹/۳۶۱ ns	۱۴۶۰۸/۵۶۵ *
تکرار	۲	۰/۰۰۰۵۶	۰/۰۰۱۴۴	۴۰۶۹	۳۰۳/۵۸۳	۳۱۱۸/۲۸۷
خطا	۱۲	۰/۰۰۰۲۷	۰/۰۰۰۲۲	۴۴۷/۳۲۴	۳۱۶۳/۱۴۴	۲۹۶۲/۹۶۳
مقدار F		۷/۱۴۹	۵/۰۶۷	۱/۷۳۶	۰/۱۰۷	۴/۹۳۰
سطح معنی‌داری		۰/۰۰۹	۰/۰۲۵	۰/۲۱۸	۰/۸۹۹	۰/۰۲۷

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

مقادیر مختلف آب آبیاری بر درصد پتاسیم موجود در میوه دارای اثر معنی‌دار در سطح ۵ درصد شد (جدول ۶). اختلاف بین مقادیر میانگین درصد پتاسیم میوه نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۷). با افزایش مقدار آب آبیاری، درصد پتاسیم میوه کاهش یافت. به عبارت دیگر پتاسیم میوه در تیمارهای ۶۵ درصد حدود ۰/۲۵ درصد و در تیمار ۹۵ درصد حدود ۰/۲۳ درصد شد. بین مقادیر میانگین درصد پتاسیم میوه در تیمارهای ۶۵ و ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد، اما در تیمار ۸۰ درصد اختلاف معنی‌دار با دو تیمار دیگر مشاهده نشد. کاهش درصد پتاسیم میوه در تیمار ۹۵ درصد نسبت به تیمار ۶۵ درصد را می‌توان به آبشویی کود سولفات پتاسیم به اعماق خاک در این تیمارها نسبت داد.

جدول ۷: مقایسه‌ی میانگین‌های ترکیبات و عناصر میوه

تیمار آبیاری	درصد ازت	درصد پتاسیم	قسمت در میلیون		
			فسفر	سدیم	کلر
۶۵ درصد تبخیر از تشت	۰/۱۳ a	۰/۲۵ a	۹۴/۳۸۹ a	۴۳۷/۷۷۸ a	۶۲۷/۵ b
۸۰ درصد تبخیر از تشت	۰/۱۱ b	۰/۲۴ ab	۷۹/۸۳۳ a	۴۳۱/۸۸۹ a	۶۲۴/۱۶۷ b
۹۵ درصد تبخیر از تشت	۰/۱۱ b	۰/۲۳ b	۷۷/۱۱۱ a	۴۲۵/۵ a	۶۹۵/۵۵۶ a

میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده‌اند.

برای هر تیمار آزمایشی تفاوت هر دو میانگین با حداقل یک حرف مشترک معنی‌دار نمی‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر میزان فسفر و سدیم میوه معنی‌دار نبود (جدول ۶). هم‌چنین اختلاف بین مقادیر میانگین فسفر و سدیم میوه در تیمارهای مختلف آبیاری نیز معنی‌دار نشد (جدول ۷). اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر میزان فسفر و سدیم میوه معنی‌دار نبود زیرا با افزایش آب آبیاری هم مقدار سدیم اضافه شده به خاک و هم مقدار سدیم آبشویی شده از خاک افزایش می یابد که تائیر توائم دو عامل فوق سبب می‌گردد که با افزایش آب آبیاری اختلاف بین مقادیر میانگین سدیم میوه در تیمارهای مختلف آبیاری معنی‌دار نشود. در مورد فسفر احتمالا با افزایش آب آبیاری مقدار فسفر آبشویی شده از خاک نیز افزایش یافته است هر چند که موضوع فوق نیاز به مطالعه دارد.

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر میزان کلر میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۶). هم‌چنین اختلاف بین مقادیر میانگین کلر میوه در تیمارهای مختلف آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۷). با افزایش مقدار آب آبیاری، کلر موجود در میوه از ۶۲۷/۵ به ۶۹۵/۶ قسمت در میلیون افزایش یافت. که دلیل آن احتمالا شوری و کلر بالای آب آبیاری مورد استفاده بوده است. بین دو تیمار ۶۵ و ۸۰ درصد اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. اما بین این دو تیمار با تیمار ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید که دلیل آن ممکن است حساسیت شدید گرمک به کم‌آبیاری باشد.

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر هدایت الکتریکی و اسیدیته‌ی میوه معنی‌دار نبود (جدول ۸). اما اختلاف بین مقادیر میانگین هدایت الکتریکی و اسیدیته‌ی میوه در تیمارهای مختلف آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۹). با افزایش مقدار آب آبیاری در تیمار ۶۵، ۸۰ و ۹۵ درصد، هدایت الکتریکی میوه به‌ترتیب از ۵/۶ به ۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیته‌ی میوه نیز از ۵/۶۱ به ۵/۵۶ کاهش یافت. با وجود آن‌که اختلاف مقادیر میانگین هدایت الکتریکی و اسیدیته‌ی میوه در تیمارهای ۶۵ و ۹۵ درصد معنی‌دار شد، اما بین تیمار ۸۰ درصد با دو تیمار ۶۵ و ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود نداشت.

جدول ۸: تجزیه‌ی واریانس هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد ماده‌ی خشک و درصد ماده‌ی کل جامد محلول میوه

منابع تغییر	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات			
		هدایت الکتریکی	اسیدیته	درصد ماده‌ی خشک	درصد ماده‌ی کل جامد محلول
تیمار آبیاری	۲	۰/۳۰۳ ns	۰/۰۰۷۳۲ ns	۲/۷۷۷ *	۴/۷۳۹ **
تکرار	۲	۰/۰۴۸۴	۰/۰۰۲۵۹	۰/۲۴۹	۰/۷۹۴
خطا	۱۲	۰/۰۹۹۳	۰/۰۰۲۴۵	۰/۵۳	۰/۲۶۶
مقدار F		۳/۰۴۸	۲/۹۸۱	۵/۲۳۶	۱۷/۷۹۷
سطح معنی‌داری		۰/۰۸۵	۰/۰۸۹	۰/۰۲۳	۰/۰۰۱

Ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

اثر مقادیر مختلف آب آبیاری بر درصد ماده‌ی خشک میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۸). هم‌چنین اختلاف بین مقادیر میانگین درصد ماده‌ی خشک میوه در

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای مختلف آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۹). اختلاف مقادیر میانگین درصد ماده‌ی خشک در تیمار ۶۵ درصد با تیمارهای ۸۰ و ۹۵ درصد معنی‌دار بود. اما اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار ۸۰ و ۹۵ درصد مشاهده نشد که دلیل آن ممکن است حساسیت شدید گرمک به کم‌آبیاری باشد. با افزایش مقدار آب آبیاری، ماده‌ی خشک میوه از ۶/۴۴ به ۵/۳۶ درصد کاهش یافت. بنابراین می‌توان گفت که بوته‌هایی که مقدار آب بیشتری دریافت کرده‌اند، میوه‌هایی با درصد آب بیشتر و درصد ماده‌ی خشک کمتر تولید کرده‌اند.

جدول ۹: مقایسه‌ی میانگین‌های هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد ماده‌ی خشک و ماده‌ی کل جامد محلول میوه

تیمار آبیاری	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	درصد ماده‌ی خشک	درصد ماده‌ی کل جامد محلول
۶۵ درصد تبخیر از تشت	۵/۵۹۹ a	۵/۶۱۱ a	۶/۴ a	۴/۴ a
۸۰ درصد تبخیر از تشت	۵/۴۱۶ ab	۵/۵۹۴ ab	۵/۶ b	۳/۶ b
۹۵ درصد تبخیر از تشت	۵/۲۳۲ b	۵/۵۵۶ b	۵/۴ b	۳ c

میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده‌اند.

برای هر تیمار آزمایشی تفاوت هر دو میانگین با حداقل یک حرف مشترک معنی‌دار نمی‌باشد.

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر درصد مواد جامد محلول میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۸). اختلاف بین مقادیر میانگین درصد ماده‌ی کل جامد محلول میوه در تیمارهای مختلف آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد کاملاً معنی‌دار گردید (جدول ۹). با افزایش مقدار آب آبیاری در تیمارهای ۶۵، ۸۰ و ۹۵ درصد تبخیر از تشت درصد ماده‌ی کل جامد محلول میوه که نماینده درصد قند میوه (فروکتوز) می‌باشد از ۴/۴۲ به ۳/۵۷ و ۲/۹۷ درصد کاهش یافت. بنابراین می‌توان گفت که درصد ماده‌ی کل جامد محلول (درصد قند) در میوه‌هایی که با مقدار آب بیشتر آبیاری شده بودند کاهش یافت.

بنابراین، مقادیر آب آبیاری کمتر از ۹۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A برای آبیاری گرمک توصیه نمی‌شود. پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از پوسیدگی میوه بر اثر تماس با حاشیه‌ی مرطوب خاک، آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برای این محصول به‌کار رود. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود که اثر شوری آب آبیاری و خاک بر عملکرد این محصول بررسی شود و آستانه‌ی تحمل آن به شوری تعیین گردد.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در شرایط آب و هوایی خشک و کویری شرق شهرستان اصفهان، محصول گرمک واکنش مثبتی به مقدار آب آبیاری در شرایط کم‌آبیاری نشان داد. با افزایش مقدار آب آبیاری، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب آبیاری افزایش یافت. با کاهش مقدار آب آبیاری عملکرد به شدت کاهش یافت.

منابع

www.SID.ir

Archive of SID

حسینی یزدی، م. ۱۳۷۶. عملکرد و کیفیت هندوانه در روش آبیاری قطره‌ای و شیاری. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی. مشهد. ۹۹ صفحه.

قاسم‌زاده مجاوری، ف. ۱۳۶۹. ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع. انتشارات آستان قدس رضوی. چاپ اول، ص ۱۵۵-۱۷۵.

علیزاده، ا. ۱۳۷۳. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری. انتشارات آستان قدس رضوی. چاپ سوم، ص ۵۸-۲۱۴.

Abu-Awwad, A. M. 2001. Influence of different water quantities and qualities on lemon trees and soil salt distribution at the Jordan Valley. Agricultural Water Management 52: 53-71.

Al‡ Omran, A. M., Sheta, A. S., Falatah, A. M. and Al-Harbi, A. R. 2004. Effect of drip irrigation on squash *(Cucurbita pepo)* yield and water-use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. Agricultural Water Management. Article in press. Available at: www.elsevier.com/locate/agwat.

Fabeiro, C., De Santa Olalla, M. and De Juan, J. A. 2002. Production of muskmelon (*Cucumis melo* L.) under controlled deficit irrigation in a semi-arid climate. Agricultural Water Management 54: 93-105.

FAO., 1998. Crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). Irrigation and Drainage Paper No. 56. R. G. Allen, L. S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. Food and Agriculture Org of United Nations. Rome. pp. 80-82.

Mateos, L., Berengena, J., Orgaz, F., Diz, J. and Fereres, E. 1992. A comparison between drip and furrow irrigation in cotton at two levels of water supply. Irrigation and drainage Abstracts. (018-04095), pp. 125.

Tekinel, O. 1994. Turkish experience on farm water management. In Proceedings of Advance Short Course on Farm Water Management Techniques. 7–22 May, Rabat, Morocco. Compiled by A. Hamdy, CIHEAM-IAM-Bari, Italy. pp. 189–287.

Tingwu, L., Juan, X., Guanyong, L., Jianghua, M., Jianping, W., Zhizhong, L. and Jianguo, Z. 2003. Effect of drip irrigation with saline water on water use efficiency and quality of watermelons. Water Resources Management 17: 395-408.

Tiwari, K. N., Singh, A. and Mal, P. K. 2003. Effect of drip irrigation on yield of cabbage (Brassica oleracea L. var. capitata) under mulch and non-mulch conditions. Agricultural Water Management 58: 19–28.

Viswanatha, G. B., Ramachandrappa, B. K. and Nanjappa, H. V. 2002. Soil-plant water status and yield of sweet corn (*Zea Mays* L. cv. Saccharata) as influenced by drip irrigation and planting methods. Agricultural Water Management 55: 85-91.

Yazar, A., Sezen, S. M. and Gencel, B. 2002. Drip irrigation of corn in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. Irrigation and Drainage 51: 293-300.

Yuan, B. Z., J. Sun, B. and Nishiyama, S. 2004. Effect of drip irrigation on strawberry growth and yield inside a plastic greenhouse. Biosystems Engineering 87(2): 237-247.

Yuan, B. Z., Nishiyama, S. and Kang, Y. 2003. Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of drip-irrigated potato. Agricultural Water Management 63: 153-167.

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of deficit irrigation on yield and some qualitative characters of cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. cantalupensis)

Mostafazadeh-Fard, B[1]. Farkhondeh, A[1]. Mousavi, S. F[1] and Feizi, M .[2]

Abstract

The desert area of Rudasht, located in east of Esfahan province, due to low precipitation and high evapotranspiration (average annual precipitation of less than 100 mm and potential annual evapotranspiration of about 2400 mm), especially during the summer season, faces with insufficient and low quality water resources. To study the effect of deficit irrigation on cantaloupe, using drip irrigation system, a field experiment was conducted in Rudasht Drainage and Salinity Research Station located at 65 km east of Esfahan city, in central part of Iran. The applied irrigation water treatments were 65%, 80% and 95% of the cumulative evaporation from class A pan. In this study, the statistical split plot design was used. The applied water treatment during the irrigation season were equal to 300, 342 and 384 mm, respectively. The results showed, as the irrigation water increases, the yield of fresh fruit, yield per unit area, number of fruits per plot, weight of fruit per plant, and irrigation water use efficiency increases. The production function which shows the relationship between yield and applied water, showed a second order polynomial with high coefficient of determination (R^2 = 0.99). Furthermore, the relation between irrigation water use efficiency and amount of applied irrigation water, showed a second order polynomial with high coefficient of determination (R^2 = 0.97). The results showed that the cantaloupe is very sensitive to deficit irrigation.

Keywords: Drip irrigation, Deficit irrigation, Water use efficiency, Crop yield, Cantaloupe

1. Assoiate Professor, Graduate student and Professor, Irrigation Department, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

2. Scientific member of Isfahan Agricultural and Natural Resource Research Center, Isfahan, Iran.

www.SID.ir