Archive of SID

# تأثیر روش‌های مختلف آبیاری و مصرف متعادل کود بر عملکرد و کارآئی مصرف آب در مرکبات

علی اسدی کنگرشاهی، محمدجعفر ملکوتی و محمدرضا امداد [۱*]

## چکیده

**به منظور بررسی اثر توام روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی با مصرف متعادل کودهای شیمیایی در عملکرد کمی و کیفی مرکبات در مازندران، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار در شهرستان نکا در سال ۸۰ – ۱۳۷۹ اجرا شد. تیمارهای این تحقیق شامل دو روش آبیاری (A: قطره‌ای و B: سطحی) و دو تیمار کودی (T1: شاهد، شامل مصرف ۱/۵ کیلوگرم اوره به ازای هر درخت به صورت دو بار تقسیط و T2: مصرف بهینه کودهای شیمیایی بر اساس عملکرد درخت و تجزیه برگ) بود که بر روی درختان پرتقال رقم سانگین (۱۲ ساله) با پایه نارنج انجام شد. در آبیاری سطحی کودهای مورد نظر در سایه انداز درخت پخش و سپس با خاک سطحی کاملاً مخلوط گردید و در آبیاری قطره ای کودهای مورد نظر از طریق سیستم در اختیار تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. آبیاری پس از کاهش رطوبت سهل‌الوصول به مقدار ۵۰ درصد انجام شد. غلظت عناصر غذایی در برگ‌ها، عملکرد، قطر و وزن متوسط میوه، اسیدیته عصاره میوه، مواد جامد محلول و میزان آب مصرفی به ازای هرکیلوگرم میوه تولیدی، بعنوان پاسخ‌های گیاهی تعیین گردیدند. نتایج نشان داد که افزایش عملکرد در تیمار مصرف بهینه کودی با آبیاری قطره‌ای معنی‌دار گردید. عملکرد متوسط به ازای هر درخت از ۱۷۱/٦ کیلوگرم در آبیاری سطحی به ۱۸٦/۷ کیلوگرم در آبیاری قطره‌ای افزایش یافت. در حالی که کارآیی مصرف آب [۲] در آبیاری سطحی ۵/۵ کیلوگرم به ازای هر متر مکعب بود، این رقم به ۸/۵ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب آب در آبیاری قطره‌ای افزایش یافت. بیشترین عملکرد مربوط به مصرف بهینه کود با روش آبیاری قطره‌ای به میزان ٤۱/۰۷ تن در هکتار بود که غلظت عناصر غذایی منجمله فسفر، منیزیم و منگنز در برگ‌ها را نیز بطور معنی‌داری افزایش داد.**

**واژه های کلیدی:** آب، کود، پرتقال، آبیاری تحت فشار

## مقدمه

سطح زیر کشت مرکبات کشور حدود ۲۲۸ هزار هکتار است که ۹۲ درصد آن بارور می‌باشد. استان مازندران با ۳۸ درصد از این اراضی در جایگاه نخست قرار داشته و از ۸٤ هزار هکتار باغهای مرکبات بارده استان تقریباً یک میلیون و چهارصد هزار تن میوه تولید می‌شود. متوسط عملکرد ۱٦/۷ تن در هکتار می باشد که از متوسط جهانی کمتر است (بی‌نام، ۱۳۸۰). در شرق مازندران، بعلت این که در اواخر بهار و اوایل تابستان یک فاصله زمانی خشک نسبتاً طولانی وجود دارد، تنش خشکی موجود موجب افت عملکرد قابل توجهی در این مناطق می‌شود که بنظر می‌رسد یکی از عوامل مهم در کاهش عملکرد هکتاری در منطقه باشد. با توجه به اینکه متوسط تبخیر و تعرق سالانه در یک باغ کاملاً بارور مرکبات در کشور حدوداً ۱۲۵۰ میلی متر می‌باشد، اما در عمل حدود ۲۵۰۰

۱- به ترتیب، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران، استاد دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

*- وصول: ۸۱/۱۰/۲۹ و تصویب: ۸۲/۱۰/۱۱

2 – Water use efficiency (WUE)

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌متر آب برای تولید مقدار اپتیمم مرکبات لازم است (فرشی و همکاران، ۱۳۷٦). بنابراین بعلت محدودیت منابع آب در این مناطق، استفاده بهینه از آب موجود می تواند سبب افزایش عملکرد و بهبود کیفیت مرکبات گردد. از طرف دیگر مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی در مرکبات شمال (اوره و فسفات آمونیوم آن هم با جایگذاری غیرعلمی)، یکی دیگر از دلایل عمده پائین بودن متوسط عملکرد در واحد سطح و همچنین پایین بودن بازدهی کودهای شیمیایی مصرفی می‌باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹؛ اسدی و محمودی، ۱۳۸۰؛ ملکوتی، ۱۳۸۱). بنابراین بکارگیری متعادل کودهای شیمیایی همراه با مصرف بهینه آب از طریق اعمال آبیاری تحت فشار (قطره‌ای) می‌تواند در افزایش عملکرد هکتاری مرکبات در منطقه بسیار موثر باشد.

El – Fouly و همکاران (۱۹۹۵) ضرورت مصرف بهینه کود همراه با آبیاری تحت فشار را بیان نمودند. ایشان اظهار داشتند در کشورهای غربی با اعمال آبیاری پیشرفته، مقدار کودی که مصرف می‌گردد به مراتب کمتر از کشورهای جهان سوم بوده است. در گزارش دیگر، مصرف همزمان کودها با آب آبیاری علاوه بر کاهش میزان مصرف کود، سبب افزایش عملکرد به میزان ٤٧ درصد در مرکبات شده است. لازم به ذکر است که با مصرف کودها بصورت خاکی، به ازاء مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار ازت (N)، ۳/۸ کیلوگرم در هکتار فسفر ($P_2O_5$) و ۱۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم ($K_2O$)، عملکرد ۱۷ تن در هکتار بوده، در حالی که در روش آبیاری قطره‌ای مصرف ۳/۸ کیلوگرم ازت، ۱/۷ فسفر و ۵/۲ کیلوگرم در هکتار پتاسیم، عملکرد ۲۵ تن در هکتار گردید. این نکته نیز ضروری است که توزیع کودهای ریزمغذی به صورت کلات نیز از طریق کود آبیاری[1] سهم موثری در افزایش عملکرد هکتاری تولیدات کشاورزی ایفا می‌نماید.

در آزمایشی با استفاده از سیستم آبیاری بارانی سنترپیوت، با ٦٧ درصد کاهش مصرف آب و ۸۰ درصد کاهش مصرف کود در مقایسه با آبیاری سطحی حدود ۹۱ درصد محصول دانه تولیدی بدست آمد. در سیستم قطره‌ای با روش مدیریت کود آبیاری جذب فسفر و پتاسیم بهبودی می‌یابد ولیکن گرفتگی قطره چکانها از مهمترین مشکلات این روش می‌باشد. از محاسن سیستم آبیاری قطره‌ای می‌توان عملکرد بالا، بهبود کیفیت محصول، کاهش تلفات کود ناشی از آبشویی و کنترل بر تمرکز املاح در خاک را نام برد. از طرف دیگر تزریق کود به صورت محلول، نوسانات شوری محلول خاک را نیز کاهش می‌دهد. با این روش شرایط محلول خاک خصوصاً برای گیاهان حساس به شوری بهبود می‌یابد (Papadopoulos، ۱۹۹۸). در سیستم کود آبیاری، ازت می‌تواند از منابع سولفات آمونیوم، اوره، نیترات آمونیوم، نیترات پتاسیم و پتاسیم از منابع کلرور پتاسیم و نیترات پتاسیم تأمین گردد. ولی منابع تأمین فسفر محدود بوده و شامل اسیدفسفریک، پلی‌فسفات و یا مونو فسفات آمونیوم (MAP) می‌باشد. محلول کودی فسفر، جز اسیدفسفریک خالص، ممکن است ناخالصی‌هایی داشته باشد که خطوط آبرسانی قطره‌ای را دچار اشکال نماید. همچنین مونو فسفات آمونیوم را می‌توان در سیستم انتقال تزریق نمود (Papadopoulos، ۱۹۹۸). گزارش شده است که کوددهی بصورت محلول با سیستم آبیاری قطره‌ای و بارانی می‌تواند برای بیشتر گیاهان در انواع خاک‌ها بکار رود (Musa، ۱۹۹۸). به منظور مدیریت بهتر در این روش بایستی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک همچون بافت، نفوذپذیری، شوری، pH و یونهای قابل تبادل خاک تعیین گردند. یکی از امتیازهای روش کود آبیاری نسبت به روش سنتی کاهش آلایندگی آب‌های زیرزمینی به نیترات می‌باشد (Elgala، ۱۹۹۸). در قبرس ۹۸ درصد زمینهای آبیاری شده توسط آبیاری قطره‌ای و بارانی انجام می پذیرد. در حالی که این رقم در ایران کمتر از دو درصد می‌باشد. کوددهی همراه با آب آبیاری با مدیریت کود آبیاری باعث کاهش نوسانات شوری محلول خاک می‌گردد زیرا در هر آبیاری، مقدار کمی مواد غذایی تزریق می‌گردد (Hadjiparaskevas، ۱۹۹۸). آزمایش‌های مختلف کودی توأم با روش‌های آبیاری در قبرس توسط Papadopoulos (۱۹۹۸ و ۱۹۹۹) نشان داد که مقدار آب و کود مصرفی کاهش و عملکرد نیز افزایش یافت. لازم به ذکر است که در آمریکا مقدار کود مصرفی برای تولید یک تن پرتقال ۲/۳ کیلوگرم در هکتار ازت (N)، ۱/۵ کیلوگرم در هکتار فسفر ($P_2O_5$) و ۲/۵ کیلوگرم در هکتار پتاسیم ($K_2O$) بوده در حالی که این مقادیر در مراکش به ترتیب برابر ٤/٦، ۳/۰ و ٤/۵ کیلوگرم و در مصر به ترتیب برابر ۱۹/۵، ٤ و ۰/۵ [2] کیلوگرم در هکتار بوده است (ملکوتی، ۱۳۷۷). در آزمایش دیگری روش استفاده توأم آب و کود با مصرف کودی معادل نصف روش سنتی زارعین، میزان تولید و کیفیت میوه را افزایش داد (Ragozo، ۲۰۰۰). از طرف دیگر در شرایط استفاده متعادل کود در آبیاری قطره‌ای درختان زیتون، عملکرد و کیفیت بالایی تولید شده است (Rezk، ۲۰۰۰). نتایج تحقیقات متعدد کود آبیاری که در هشت کشور

[1] - Fertigation

[2] – به دلیل عدم رواج مصرف کودهای پتاسیمی این رقم پایین می‌باشد

www.SID.ir

Archive of SID

خاورمیانه و اروپایی طی سالهای ۱۹۹۵ الی ۱۹۹۸ انجام گرفت، نشان داد که روش‌های آبیاری قطره‌ای و کود آبیاری در مورد مصرف بهینه آب آبیاری و کودهای شیمیایی دارای امتیازات فراوانی می‌باشند. در این روش علاوه بر افزایش کارآیی مصرف آب آبیاری (WUE) و صرفه‌جویی در مقدار کود مصرفی، عملکرد محصولات مختلف نیز افزایش یافت. در روش مدیریت کود آبیاری جذب ازت، فسفر و پتاسیم بهبود می‌یابد. از مزایای سیستم مدیریت کود آبیاری می‌توان عملکرد بالا، بهبود کیفیت محصول، افزایش راندمان کود، حداقل تلفات کودی ناشی از آبشویی و کنترل غلظت مواد محلول خاک را نام برد. در جدول یک عملکرد محصولات مختلف در دو روش کود آبیاری و سنتی مقایسه شده است (Papadopoulos،۱۹۹۹).

از ارقام جدول ۱ چنین استنباط می‌شود که عملکرد محصولات به دست آمده با روش مدیریت کود آبیاری چند برابر عملکرد آن در سیستم کوددهی سنتی می‌باشد. از طرف دیگر مدیریت کود آبیاری نوسانات محلول خاک را از نظر شوری کاهش و بدین ترتیب شرایط محلول خاک را خصوصاً برای محصولات حساس به شوری بهبود می‌بخشد (Papadopoulos، ۱۹۹۹). مقدار ماده خشک تولیدی در گندم در حالت مدیریت کود آبیاری حدود ۵ تن در هکتار، در حالی که در شرایط آبیاری سطحی حدود ۲ تن در هکتار بوده است. به طور کلی از نتایج به دست آمده از اجرای طرحهای تحقیقاتی متعدد چنین استنباط گردید که حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد در مصرف آب در شرایط آبیاری قطره‌ای صرفه‌جویی شده و روش مدیریت کود آبیاری با صرفه‌جویی در میزان کود مصرفی و افزایش راندمان مصرف کود، موجب افزایش عملکرد و بهبود کیفیت آن گردیده است. درسوریه طی سالهای ۱۹۹۵ الی ۱۹۹۸ ملاحظه شد که مقدار آب مصرف شده توسط آبیاری قطره‌ای نصف آب مصرف شده در آبیاری سطحی بود.

(Moutonnet، ۱۹۹۹). با عنایت به نتایج مذکور Ryan (۲۰۰۰) چنین جمع بندی نمود که: با اعمال روش آبیاری قطره‌ای ۵۰ – ۳۰ درصد در آب مصرفی صرفه‌جویی می‌گردد، بسته به درجه حاصلخیزی خاک، با مصرف بهینه و کمتر کودهای ازته، فسفاته و پتاسیمی در سیستم کود آبیاری، عملکرد افزایش می‌یابد، روش متداول کوددهی روش مناسبی نبوده و چنانچه این کودها با آب آبیاری تدریجاً مصرف گردند کارآیی بالاتری داشته و تولید در راستای کشاورزی پایدار خواهد بود، و در سیستم آب کود، با اضافه کردن مقدار کمی از کودها به عملکرد مطلوب می‌توان رسید، در حالی که در روش‌های متداول با مصرف کودهای بیشتری می‌توان به عملکرد مطلوب دست یافت. بنابراین با روش کود آبیاری به سهولت می‌توان تا ۵۰ درصد از کودهای مصرفی به ویژه ازته صرفه‌جویی نمود.

در جایی که آب و کود از ارزش بالایی برخوردار هستند، تزریق کود به آبیاری قطره‌ای یک عامل اساسی در استفاده بهینه از آب و کود می باشد. در تحقیقی از دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای و پنج سطح کود ازته استفاده و نتیجه گرفته شد که مدیریت کود آبیاری سهم بسزایی در صرفه جویی آب ایفا نمود و کارآیی مصرف آب را نیز افزایش داد. از طرف دیگر مصرف ازت توأم با مدیریت کود آبیاری، سبب افزایش ماده خشک در پنبه گردید. همچنین کود ازته و روش آبیاری از عوامل اصلی افزایش عملکرد و بهبود کیفیت پنبه بود. تحت شرایط مدیریت کود آبیاری، بین ۳۵ تا ۵۵ درصد آب آبیاری مصرف شده در روش سطحی در مصرف آب صرفه‌جویی گردید. بذر پنبه تولیدی از روش مدیریت کود آبیاری نیز ۵۰ درصد بیشتر از مقدار تولید شده در شرایط سطحی بود. عملکرد ماده خشک پنبه آبیاری شده با روش مدیریت کود آبیاری به صورت معنی‌داری نسبت به روش سطحی افزایش یافت (Mussaddak، ۲۰۰۱). کاربرد توأم آب و ازت در روش مدیریت کود آبیاری روشی متداول در کشاورزی پیشرفته نسبت به روش‌های سنتی می‌باشد. در تحقیق انجام گرفته در تایلند از روش مدیریت کود آبیاری به عنوان روشی موثر و پیشرفته به منظور آبیاری و تزریق موثر کود نام برده شده است (Asadi و Clemente، ۲۰۰۲).

در سال ۱۹۹۳ وسعت زمین‌های تحت کشت آبی ایران ۷۲٤٦۱۹٤ هکتار گزارش شده که از این مقدار حدود ۷۱۷۳٤۹٤ هکتار آن (حدود ۹۸/۸ درصد) بصورت سطحی، ٤۷۲۰۰ هکتار (حدود ۰/۷ درصد) بصورت بارانی و ٤۳۵۰۰ هکتار (حدود ۰/٦ درصد) بصورت قطره‌ای آبیاری شده است (Sarraf، ۱۹۹۸). در مقایسه روش‌های آبیاری در درختان سیب گزارش شد که میزان آب مصرفی در روش قطره‌ای نسبت به سطحی ۳۵ درصد کاهش داشته است. با استفاده از روش‌های مدرن آبیاری، در صورتی که به کلیه عوامل خاک، آب، گیاه، شرایط اقلیمی، مسایل اقتصادی و نیروی انسانی توجه صحیح معطوف گردد، صرفنظر از مخارج اولیه نسبتاً زیاد، می‌توان از بروز بسیاری از مشکلات و محدودیت‌ها جلوگیری نمود (رهبر،۱۳٦۷). در گزارش دیگری، آبیاری قطره‌ای با مصرف آب حدود ۳۰ درصد کمتر از روش سطحی، عدم آلودگی قارچی تنه درختان، کمتر بودن هزینه کارگری، کاهش علف‌های هرز، افزایش کارآئی آب و مصرف کم کودهای شیمیایی، سهولت نصب و راه اندازی سیستم و

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف کود و غیره از رتبه بالایی برخوردار بوده است. یکی از مشکلات استفاده از کودها در سیستم قطره‌ای، گرفته شدن قطره چکان‌ها می‌باشد که می‌توان با نصب فیلترهای مناسب این مشکل را کم کرد. کودهای گوناگون حلالیت‌های مختلف در آب دارند. نظر به حلالیت مختلف کودها، اطلاع از حجم آب مصرفی به منظور انحلال کودها ضروری می‌باشد. کالیبره و تعیین نمودن سرعت تزریق مواد شیمیایی نیز مهم می‌باشد. اگر توزیع کود با روش کود آبیاری خوب طراحی و مدیریت شود، می‌تواند ابزار مناسبی به منظور استفاده بهینه از مصرف آب و کود تلقی گردد.

در آزمایشی که برروی ۱٦۰ اصله درخت نارنگی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جهرم انجام گرفت، ملاحظه گردید که تیمار ۸۰ کیلوگرم ازت در هکتار عملکرد را نسبت به شاهد ۳۰ درصد افزایش داده و مصرف آهن نیز موجب ۵۰ درصد اضافه محصول نسبت به تیمار شاهد گردید (دانش نیا و رستگار، ۱۳۷۷). در گزارش دیگری اثر مقادیر مختلف ازت و آب آبیاری بر لیمو شیرین بررسی و مشخص گردید که تیمار ۱۰۰ کیلوگرم ازت نسبت به بقیه تیمارها دارای عملکرد بیشتری بوده و ۱۷ درصد عملکرد را افزایش داد. در آزمایشی با سطوح مختلف آب مصرفی و تیمارهای مختلف سولفات پتاسیم (۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ گرم به ازاء هر درخت) در جهرم اظهار شد که با مصرف ۵۰۰ گرم سولفات پتاسیم برای هر درخت می‌توان آب مصرفی درختان پرتقال را به مقدار قابل توجهی کاهش داد بدون اینکه به کمیت و کیفیت محصول لطمه‌ای وارد شود. در شکل ۱ نقش سولفات پتاسیم در افزایش عملکرد هکتاری و کاهش آب آبیاری نشان داده شده است (دانش‌نیا و رستگار،۱۳۷۷).

علی‌رغم قدمت کم کود آبیاری در ایران، تحقیقات نسبتاً زیادی در مورد مقایسه روش‌های قطره‌ای و سطحی از لحاظ میزان آب مصرفی و عملکرد در درختان مختلف صورت گرفته است. در منطقه اردستان اصفهان میزان مصرف آب برای درختان سیب با سیستم قطره‌ای ۱۱۹۱۰ متر مکعب در هکتار و عملکرد محصول ۱٦۲۵٦ کیلوگرم در هکتار گزارش شد. در همین منطقه میزان عملکرد با روش آبیاری سطحی ۱۱۲۵۵ کیلوگرم در هکتار به ازاء مصرف ۲٦۰۳٤ متر مکعب آب در هکتار بوده است. کارآئی مصرف آب (WUE) در سیستم قطره ای برابر ۱/۳٦ کیلوگرم بر متر مکعب، در حالی که در سیستم سطحی (سنتی)، کارآیی مصرف آب برابر ۰/٤۳ بوده که نشان می‌دهد کارآیی مصرف آب در سیستم آبیاری قطره‌ای بسیار بیشتر از سیستم سطحی می‌باشد و با مصرف آب کمتر در سیستم آبیاری قطره‌ای میزان عملکرد افزایش یافته است. عملکرد بادام در سیستم آبیاری قطره‌ای در اصفهان ۵۰۱۰ کیلوگرم در هکتار و در آبیاری سطحی ٤٤۳۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شد. کارآیی مصرف آب در روش قطره‌ای ۳/٤۰ کیلوگرم و در سیستم سطحی ۰/۵٦ کیلوگرم بر متر مکعب گردید.

**جدول ۱ – نقش کود آبیاری در افزایش عملکرد محصولات مختلف زراعی (Papadopoulos، ۱۹۹۹) ***

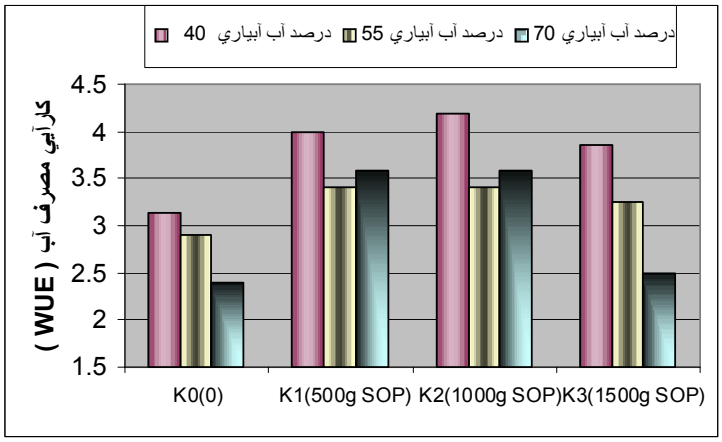
| نوع محصول | روش سنتی (تن درهکتار) | روش کودآبیاری ( تن در هکتار) | درصد افزایش عملکرد |
|---|---|---|---|
| سیب زمینی | ۳۷ | ۷۰ | ۸۹ |
| هویج | ٤۲ | ۵٤ | ۲۸ |
| گوجه فرنگی ( گلخانه ) | ۱۵۰ | ۳۵۰ | ۱۳۳ |
| گوجه فرنگی ( مزرعه ) | ۵۵ | ۱۸۰ | ۲۲۷ |
| خیار ( گلخانه ) | ۱٤۰ | ۳۰۰ | ۱۱٤ |
| هندوانه | ٦۰ | ۱۱۵ | ۹۲ |
| توت فرنگی | ۲۰ | ٤۸ | ۱٤۰ |

* در آب مصرفی نیز بیش از ۵۰ درصد صرفه جویی گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID






**شکل ۱ – اثر سولفات پتاسیم در افزایش کارآیی مصرف آب در پرتقال**
**(دانش نیا و رستگار ، ۱۳۷۷)**

تحقیقات مشابهی در درختان سیب نشان داد که میزان آب مصرفی در روش قطره‌ای ٦٦٣٨ و در روش سطحی ۱۲۹۸۲ متر مکعب در هکتار بود. عملکرد سیب در سیستم قطره‌ای ٣٦٣٣٣ و در سیستم سطحی ٣١٣٩٦ کیلوگرم در هکتار گزارش گردید (کارآیی مصرف آب در آبیاری قطره‌ای ۵/۵ و در آبیاری سطحی ۲/٤ کیلوگرم بر متر مکعب شد) و در آزمایش دیگری مقادیر صفر، ۱۵۰، ۳۰۰ و ٤٥٠ میلی‌گرم در لیتر کود اوره توسط آبیاری قطره‌ای بر گوجه فرنگی اعمال و با روش آبیاری سطحی با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کود ازته مورد مقایسه قرار گرفت. آبیاری قطره‌ای موجب صرفه جویی در آب به میزان پنجاه درصد گردید. همچنین مقدار محصول به صورت معنی‌داری در شرایط آبیاری قطره‌ای افزایش یافت. راندمان مصرف کود نیتروژن در شرایط آبیاری سطحی خیلی کم و حدود ۵ درصد بود، در حالی که در مدیریت کود آبیاری به ۳۰ درصد افزایش یافت. نهایتاً نتیجه گرفته شد که آبیاری قطره‌ای به همراه تزریق کود به صورت معنی‌داری سبب افزایش محصول گوجه فرنگی و کارآیی مصرف آب گردید (رهبر، ١٣٦٧؛ شاهرخ نیا، ١٣٦٧ و ١٣٧١؛ رستگار، ١٣٧٢؛ دانش نیا و رستگار، ١٣٧٧ و خسروی ١٣٧٨). واعظی و همکاران (١٣٨٠) برای تعیین اثر روش کوددهی و مقدار کود مصرفی بر عملکرد ذرت علوفه‌ای آزمایشی به صورت کرتهای خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به اجرا در آورد. فاکتور اصلی شامل دو روش کوددهی (کود آبیاری و پخش سطحی + آبیاری بارانی و فاکتور فرعی شامل ۵ سطح کود شاهد، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه بهینه کودی) بود. نتایج نشان داد که عملکرد ذرت علوفه‌ای تحت تأثیر روش کوددهی مقدار کود مصرفی و اثر متقابل این دو عامل بود. روش کوددهی سبب افزایش عملکرد، کارآیی مصرف کود و آب گردید. همچنین می‌توان با تزریق کود بصورت محلول به این سیستم، کارآیی مصرف کودها را نیز افزایش داد. بطور کلی محاسن کود آبیاری را می‌توان چنین جمع‌بندی نمود: افزایش کارآیی مصرف کود و نهایتاً کاهش در مصرف کود، بالا بردن کارآیی مصرف آب بمنظور استفاده بهینه از آن، تغییر روش آبیاری سنتی به آبیاری قطره‌ای برای مصرف بهینه آب و کود و حصول به عملکرد بالا، مصرف متعادل کود برای بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی و کاهش واردات، تزریق کودهای محلول با سطوح مختلف و مصرف آن با آب آبیاری با روش‌های تحت فشار، و در نهایت، صرفه جویی‌های اقتصادی در مصرف آب و کود. در راستای تحقق اهداف فوق آزمایشی برای بررسی تأثیر روش‌های مختلف آبیاری همراه با مصرف متعادل کودهای شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی و همچنین کارآیی مصرف آب در مرکبات در سال زراعی ۸۰ – ۱۳۷۹ در شرق مازندران پیاده گردید.

## مواد و روش‌ها

آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در یکی از باغ‌های مرکبات نکا در سال ۸۰ – ۱۳۷۹ اجرا گردید. تیمارهای این تحقیق شامل دو روش آبیاری (A: قطره‌ای و B: سطحی) و دو تیمار کودی (T1: شاهد شامل مصرف ۱/۵ کیلوگرم اوره به صورت دو بار تقسیط بود که به صورت سطحی مصرف گردید و T2: مصرف بهینه کودهای شیمیایی که شامل ۲/۵ کیلوگرم سولفات آمونیم، ۲ کیلوگرم سولفات پتاسیم، یک و نیم کیلوگرم سولفات منیزیم، ۳۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

گرم سولفات روی، ۳۰۰ گرم سولفات منگنز، ۳۰۰ گرم سولفات آهن، ۵۰ گرم اسید بوریک و ۵۰ گرم سولفات مس به ازای هر درخت بود که بر مبنای عملکرد محصول و آزمون برگ انجام شد) می‌باشد . تعداد ۳۲ اصله درخت مرکبات، رقم پرتقال سانگین با پایه نارنج که از نظر سن و اندازه تقریباً یکسان بودند، انتخاب و تیمارهای مورد نظر اجرا گردید. در آبیاری سطحی کودهای مورد نظر در سایه انداز (dripline) پخش و سپس با خاک سطحی کاملاً مخلوط گردید. در آبیاری قطره‌ای کودهای مورد نظر از طریق سیستم در اختیار تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. آبیاری پس از کاهش رطوبت سهل‌الوصول به مقدار ۵۰ درصد انجام شد. (Kanber و همکاران، ۱۹۹۶). قبل از انجام آزمایش درصد رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی اندازه‌گیری شد. در طول دوره آزمایش به منظور تعیین زمان و میزان آبیاری، مرتباً رطوبت خاک از طریق وزنی تعیین گردید. میزان آب براساس کاهش رطوبت قابل استفاده و بر اساس فرمول ($H = (FC-W) * Bd * d / 100$) محاسبه و با نصب چند دستگاه کنتور، در زمان‌های معین آبیاری انجام گرفت و در این فرمول W و FC درصد رطوبت خاک در هنگام آبیاری و ظرفیت مزرعه، H عمق آب مورد نیاز (mm)، Bd وزن مخصوص ظاهری خاک ($g / cm^3$)، d عمق تقریبی ریشه (mm) می‌باشد. بدین‌ترتیب آب مورد نیاز گیاه بر حسب متر مکعب در هکتار ($Q = 10 H$) محاسبه گردید. در طول فصل رشد عملیات زراعی نظیر سمپاشی و مبارزه با علفهای هرز بطور یکنواخت انجام گرفت. عملکرد محصول، قطر و وزن متوسط میوه، اسیدیته عصاره میوه، میزان کل مواد جامد محلول، غلظت عناصر غذایی برگ و کارآیی مصرف آب به ازای هر کیلوگرم میوه تولیدی بعنوان پاسخ‌های گیاهی در نظر گرفته شد. نمونه‌های برگ در تیرماه از شاخه‌های انتهایی فصل جاری (برگ‌های بدون میوه میانی شاخه) در پیرامون درخت از کلیه تکرارها تهیه شد (Embleton و همکاران، ۱۹۷۳) نمونه ها پس از شستشو با آب مقطر در آون ٦۵ درجه سانتیگراد با جریان هوای گرم خشک و سپس پودر شدند. غلظت ازت برگ با استفاده از روش کجلدال، پتاسیم با فلیم فتومتر و فسفر با روش زرد وانادات اندازه‌گیری شد. خاکستر نمودن نمونه‌ها در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد انجام گرفت. پس از خاکستر شدن، اسیدکلریدریک ۲ نرمال به نمونه‌ها اضافه، عصاره‌گیری و صاف کردن با کاغذ صافی انجام گرفت. پس از به حجم رساندن نمونه‌ها با آب مقطر، غلظت منگنز، روی و مس با استفاده از دستگاه جذب اتمیک اندازه‌گیری شد. برای تعیین قطر و وزن متوسط میوه‌ها، ۲۵ عدد میوه از هر تیمار و تکرار بصورت تصادفی تهیه و قطر آنها با کولیس و وزن آنها با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد. مواد جامد محلول عصاره با استفاده از رفراکتومتر دستی قرائت گردید. اسیدیته عصاره بر اساس اسید غالب (اسیدسیتریک) با روش تیتراسیون با سود یکدهم نرمال اندازه‌گیری گردید (امامی، ۱۳۷۵).

## نتایج و بحث

در جداول ۲، ۳ و ٤ نتایج تجزیه خاک، آب و برگ‌های باغ مرکبات قبل از شروع آزمایش گنجانده شده است.

**جدول ۲ – نتایج خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک تحت بررسی**

| عمق (سانتیمتر) | وزن مخصوص ظاهری ($gr/cm^3$) | درصد وزنی رطوبت خاک | | هدایت الکتریکی (dS/m) | T.N.V. (%) | کربن آلی (%) | pH | پتاسیم قابل جذب (mg/kg) | فسفر قابل جذب (mg/kg) | بافت خاک |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | FC | WP | | | | | | | |
| ۰ – ۳۰ | ۱/۲۱ | ۲٦/۳ | ۱٤/٤ | ۰/۷٤ | ۱۲ | ۲/۱۰ | ۷/۸ | ٥٦۰ | ۲۰ | SCL |
| ۳۱–٦۰ | ۱/۳۸ | ۲۵/۳ | ۱۳/۱ | ۰/۵٤ | ۱۹ | ۱/۲۰ | ۷/۹ | ۳۰۰ | ۵ | SCL |
| ٦۱ –۹۰ | ۱/٤۵ | ۲۱/٦ | ۱۰/٦ | ۰/٦۳ | ۲۲ | ۰/٦۱ | ۷/۹ | ۱۹۰ | ٦ | SCL |

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۳ – خصوصیات کیفی آب آبیاری در محل مطالعه**

| EC (dS/m) | pH | $Ca^{++}$ | $Mg^{++}$ | $Na^{+}$ | مجموع کاتیونها | $Cl^{-}$ | $*HCO_3^{-}$ | مجموع آنیونها | SAR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | میلی اکی والان در لیتر | | | | میلی اکی والان در لیتر | | | |
| ۱/۰ ٦ | ۷/٤ | ۵/۸ | ۲/٦ | ۱/۸ | ۱۰/۲ | ۲/۲ | ۸/۲ | ۱۰/٤ | ۰/۸۸ |

* بی کربنات آب آبیاری بسیار بالا می باشد که نامطلوب به شمار می آید.

**جدول ٤ – نتایج تجزیه برگی باغ مرکبات قبل از شروع آزمایش**

| ازت | فسفر | پتاسیم | منیزیم | منگنز | روی | مس |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | درصد براساس وزن خشک برگ | | | میکروگرم برگرم | |
| ۲/۱۵ | ۰/۱۱ | ۱/۱۸ | ۰/۲۰ | ۲۷ | ۲۸ | ۷ |

**جدول ۵ – تأثیر روش‌های مختلف آبیاری (A قطره‌ای و B سطحی) و تیمارهای کودی (T1 شاهد، T2 مصرف متعادل کود بر اساس آزمون برگ و عملکرد درخت) بر غلظت عناصر غذایی برگ پرتقال**

| تیمار | ازت | فسفر | پتاسیم | منیزیم | منگنز | روی | مس |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | درصد بر اساس وزن خشک برگ | | | | میکرو گرم در گرم | | |
| $AT_1$ | ۲/۳۵ A | ۰/۱۱ C | ۱/۱٦ B | ۰/۲۱ B | ۱۸ C | ۲٦ A | ٦/۷ A |
| $BT_1$ | ۲/۳۵ A | ۰/۱۲ BC | ۱/۲۰ B | ۰/۲۱ B | ۳٦ B | ۳۲ A | ۸/۰ A |
| $AT_2$ | ۲/۵۷ A | ۰/۱۳ A | ۱/٦۰ A | ۰/۲۸ A | ٤۵ B | ۳۱ A | ۸/۷ A |
| $BT_2$ | ۲/۵۰ A | ۰/۱۲ B | ۱/۱۳ B | ۰/۲۰ B | ۸۰ A | ۳۱ A | ۹/۰ A |
| معنی دار از نظر آماری | NS | * | NS | ** | ** | NS | NS |

NS : عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها * و ** به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد (بر اساس آزمون F)

**جدول ٦ – اثر روش‌های آبیاری بر خواص کمی و کیفی پرتقال سانگین**

| روش آبیاری | مواد جامد محلول (٪) | اسیدیته عصاره (٪) | قطر متوسط میوه (میلی متر) | وزن متوسط میوه (گرم) | عملکرد متوسط (در هر درخت) | عملکرد (تن در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| قطره ای | ۸/۲۸ | ۱/۳٦ | ٦۷/۷ | ۱۵۹ | ۱۸٦/۷ | ٤۱/۰۷ |
| سطحی | ۸/۹۰ | ۱/۳۷ | ٦۸/۳ | ۱٦۷ | ۱۷۱/٦ | ۳۷/۷٦ |
| معنی دار از نظر آماری | NS | NS | NS | NS | * | * |

NS : عدم وجود اختلاف معنی‌دار * : اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد (بر اساس آزمون F)

**جدول ۷ – کارآئی مصرف آب در سیستم آبیاری قطره‌ای و سطحی در مرکبات (پرتقال سانگین)**

| روش آبیاری | کارآئی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب) | میزان آب مصرفی (متر مکعب در هکتار) |
|---|---|---|
| قطره ای | ۸/۵ | ٤۸۰۵ |
| سطحی | ۵/۵ | ٦۹۱۱ |

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر روش‌های مختلف آبیاری بر غلظت عناصر غذایی برگ نیز مورد بررسی قرار گرفت. (جدول ۵) نتایج نشان داد که تأثیر روش‌های آبیاری بر غلظت منیزیم و منگنز برگ از نظر آماری معنی‌دار و بر غلظت سایر عناصر غذایی معنی‌دار نبود (بر اساس آزمون F). بطوریکه غلظت ازت، فسفر، پتاسیم، و منیزیم به ترتیب از ۲/٤۷، ۰/۱۱، ۱/۲ و ۰/۲۰ درصد در روش آبیاری سطحی به ۲/٥٤، ۰/۱۲، ۱/٥، و ۰/۲٤ درصد بر اساس وزن خشک برگ در روش آبیاری قطره‌ای رسید و غلظت منگنز از ٥۷ میکروگرم در گرم در روش آبیاری سطحی به ٤٥ میکروگرم در گرم بر اساس وزن خشک برگ در روش آبیاری قطره‌ای رسید. غلظت روی و مس تحت تأثیر روش آبیاری قرار نگرفت. تأثیر روش‌های مختلف آبیاری (قطره‌ای و سطحی) بر درصد مواد جامد محلول، اسیدیته، قطر و وزن متوسط میوه و عملکرد محصول در جدول ٦ ارائه شده است. اثر روش‌های آبیاری بر عملکرد کل از نظر آماری معنی‌دار بود (بر اساس آزمون F). بطوریکه عملکرد کل از ۳۷/۷٦ تن در هکتار در آبیاری سطحی به ٤۱/۰۷ تن در هکتار در روش آبیاری قطره‌ای افزایش یافت. اثر روش‌های آبیاری بر وزن و قطر متوسط میوه، اسیدیته عصاره و درصد مواد جامد محلول عصاره میوه معنی‌دار نگردید (جدول ٦).

تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد کل درخت، عملکرد متوسط، غلظت فسفر، منیزیم و منگنز برگ از نظر آماری معنی‌دار بود بطوریکه در مصرف متعادل کودها عملکرد متوسط میوه به ازای هر درخت از ۱٥۸/۷ کیلوگرم (تیمار شاهد) به ۱۸۰/٤ کیلوگرم به ازای هر درخت افزایش یافت. همچنین قطر و وزن متوسط میوه به ترتیب از ٦۷/۷ میلی متر و ۱٥۹ گرم در تیمار شاهد به٦۸/۳ میلی‌متر و ۱٦۷ گرم به ازای هر میوه در تیمار مصرف کود افزایش یافت. تاثیر مصرف متعادل کود بر سایر فاکتورهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود. همچنین اثر تیمارهای کودی بر غلظت عناصر غذایی برگ نشان داد که مصرف متعادل کود موجب افزایش معنی‌دار غلظت ازت، فسفر، منیزیم و منگنز برگ شد بطوریکه غلظت ازت و فسفر به ترتیب از ۲/۳٥ و ۰/۱۱ درصد در شاهد به ۲/٥٤ و ۰/۱۳ درصد بر اساس وزن خشک در تیمار مصرف متعادل کود افزایش یافت و غلظت منگنز از ۲۷ میلی‌گرم در شاهد به ٦۲/٦ میلی‌گرم در تیمار مصرف متعادل کود رسید. همچنین مصرف متعادل کود غلظت پتاسیم، روی و مس برگ را نیز افزایش داد اما از نظر آماری معنی‌دار نبود. اثر توأم تیمار کودی و روش آبیاری نیز مورد بررسی قرار گرفت و بیشترین عملکرد از تیمار مصرف کود و روش آبیاری قطره‌ای حاصل گردید. همچنین اثر توأم روش آبیاری و تیمار کودی بر غلظت فسفر، منیزیم، منگنز برگ از نظر آماری معنی‌دار گردیده و موجب افزایش غلظت این عناصر در برگ شد. بیشترین غلظت ازت ، فسفر، پتاسیم و منیزیم از تیمار آبیاری قطره‌ای و مصرف متعادل کودهای شیمیایی حاصل گردید (جدول ۵). تأثیر روش‌های آبیاری بر میزان آب مصرفی و کارآئی مصرف آب در جدول ۷ نشان داده شده است.

در این بررسی نتایج نشان داد که کارآئی مصرف آب از ۵/۵ کیلوگرم محصول تولیدی به ازای هر متر مکعب آب مصرفی در آبیاری سطحی به ۸/۵ کیلوگرم به ازای هر متر مکعب آب مصرفی در آبیاری قطره‌ای افزایش یافت. همچنین میزان آب مصرفی از ٦۹۱۱ متر مکعب در هکتار در سال با روش آبیاری سطحی به ٤۸۰٥ متر مکعب با آبیاری قطره‌ای کاهش یافت که تقریباً ۲۱۰٦ متر مکعب آب در سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به روش سطحی کمتر مصرف گردید. بدین ترتیب با تغییر در روش آبیاری، ۳۰ درصد در مصرف آب صرفه جویی گردید. بنابراین علاوه بر اینکه در آبیاری قطره‌ای آب کمتری مصرف شده، کارآئی مصرف آب نیز افزایش یافته است به طوری که تقریباً ۳ کیلوگرم افزایش تولید میوه به ازای هر متر مکعب آب مصرفی بدست آمد. متأسفانه فقط ۲/۳ درصد از باغهای مرکبات استان دارای سیستم آبیاری تحت فشار می‌باشند، ٥٦ درصد بصورت سنتی آبیاری می‌شوند و ٤۱/۷ درصد فاقد سیستم آبیاری می‌باشند (بی نام، ۱۳۸۰). بنابراین با توجه به کارآئی بیشتر آب در سیستم آبیاری قطره‌ای و همچنین محدودیت آب در این مناطق علی‌الخصوص در شرق استان، ضروری است تلاش گردد سیستم تحت فشار قطره‌ای را جایگزین روش‌های آبیاری سنتی نمود. Kanber و همکاران (۱۹۹٦) نیز اثر آبیاری قطره‌ای را بر پرتقال واشنگتن ناول مورد بررسی قرار داده و اظهار داشتند، کارآئی مصرف آب در آبیاری قطره‌ای ٦/۲ کیلوگرم به ازای هر متر مکعب آب مصرفی گردید. در شرایط فعلی که آب مهمترین چالش در سیستم کشاورزی حال و آینده می‌باشد، بکارگیری سیستم آبیاری قطره‌ای برای آبیاری باغهای کشور می تواند در کاهش بحران آب موثر باشد. نتایج تحقیقات فوق با دست آوردهای نتایج طرح‌های تحقیقاتی رستگار (۱۳۷۲)؛ دانش نیا و رستگار (۱۳۷۷)؛ ملکوتی (۱۳۷۷)؛ خسروی (۱۳۷۸)؛ Papadopoulos (۱۹۹۸ و ۱۹۹۹)؛ و ملکوتی و همکاران، (۲۰۰۱) مطابقت داشت.

از نتایج تحقیقات چنین جمع بندی می‌گردد که:

www.SID.ir

Archive of SID



ارجحیت روش آبیاری قطره‌ای بر روش سنتی از نظر مقدار آب مصرفی محرز شده و نیز کارآئی مصرف آب افزایش یافته است. با اعمال مصرف بهینه کود چون عملکرد افزایش می یابد بنابراین کارآیی مصرف آب نیز از این طریق افزایش می‌یابد. نظر به محاسن فراوان آبیاری قطره‌ای در مقایسه با روش سنتی (آبیاری سطحی) و مشکلات کم آبی و خشکی که متأسفانه کشور ما در ۱۵ سال گذشته بدان مبتلا گشته، تجدید نظر اساسی در تغییر روش آبیاری وظیفه اساسی مسئولین کشور می‌باشد و در این رابطه لازم است کودهای کامل مناسب هر محصول، که گرفتگی نیز در قطره چکانها ایجاد ننماید، تولید گردد.

## فهرست منابع


۱. اسدی، علی و مجتبی محمودی. ۱۳۸۰. بررسی روند مصرف کودهای شیمیایی و پیامدهای ناشی از آن در استان مازندران. هفتمین کنگره علوم خاک ایران. شهر کرد، ایران.

۲. امامی، عاکفه. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه، نشریه فنی شماره ۱۸۲، چاپ اول، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۳. بی نام. ۱۳۸۰. سطح کشت باغهای مرکبات استان مازندران. اداره آمار سازمان جهاد کشاورزی. ساری، ایران.

٤. خسروی، حسن. ۱۳۷۸. گزارش نهایی مقایسه روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی از نظر آب مصرفی و عملکرد محصول موز ارقام وامری و هاریجال.

۵. دانش نیا، سید عبدالعظیم و حمید رستگار. ۱۳۷۷. بررسی نقش پتاسیم در کاهش آب مصرفی و تأثیر متقابل آب و پتاسیم بر کمیت و کیفیت محصول پرتقال محلی با روش آبیاری قطره‌ای. مجله علمی پژوهشی خاک و آب. شماره ۱۲، جلد ۵. صفحات ٦۲ الی ۷۱. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.

٦. رهبر، عباس. ۱۳٦۷. مقایسه روش‌های آبیاری قطره‌ای بارانی و سطحی برروی درختان میوه. مجموعه مقالات موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.

۷. رستگار، حمید. ۱۳۷۲. گزارش نهایی بررسی اثر مقادیر مختلف ازت و آب آبیاری بر روی رشد و ترکیب شیمیایی لیمو شیرین با روش آبیاری قطره‌ای در جهرم. نشریه شماره ۷۲/۱٤۳، موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.

۸. شاهرخ نیا، عزیز. ۱۳۷۱. گزارش نهایی بررسی اثر ازت، فسفر، پتاس و آهن برروی لیمو شیرین با آبیاری قطره‌ای در جهرم. نشریه شماره ۷۱/۲٦۵. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.

۹. شاهرخ نیا، عزیز. ۱۳٦۷. مقایسه روشهای آبیاری قطره‌ای، بارانی و سطحی برروی مرکبات جهرم سالهای ۵٦ تا ٦۳. نشریه شماره ۷٦٤. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.

۱۰. فرشی، علی اصغر، محمدرضا شریعتی، رقیه جارالهی، محمدرضا قائمی، مهدی شهابی فر و میر مسعود تولایی. ۱۳۷٦. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. جلد دوم گیاهان باغی. نشر آموزش کشاورزی. سازمان تات، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

۱۱. ملکوتی، محمد جعفر. ۱۳۷۷. گزارش ماموریت مصرف موثر کودها از طریق آبیاری تحت فشار در قاهره. موسسه تحقیقات خاک و آب . تهران، ایران.

۱۲. ملکوتی، محمدجعفر، حمید رستگار، عبدالمحیمد دریا شناس، اکبر گندمکار و محمد ساردوئی. ۱۳۷۹. شناخت ناهنجاریهای تغذیه‌ای مرکبات و ارائه راه‌حلهای علمی – کاربردی برای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت آنها در کشور. مجله خاک و آب (ویژه نامه باغبانی) جلد ۱۲، شماره ۸. موسسه تحقیقات خاک و آب. سازمان تات، وزارت کشاورزی. تهران، ایران.


www.SID.ir

Archive of SID

۱۳. ملکوتی، محمدجعفر. ۱۳۸۱. گزارش نهایی شناخت ناهنجاریهای تغذیه‌ای در درختان میوه و ارائه راه حلهای اجرایی توصیه بهینه کودی برای افزایش تولید و ارتقای کیفی میوه تا حد استاندارد جهانی. موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تات، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

۱٤. واعظی، علیرضا، مهدی همایی و محمد جعفر ملکوتی. ۱۳۸۰. اثر مصرف کودهای شیمیایی به روش کود – آبیاری بر عملکرد ذرت علوفه‌ای. مجموعه مقالات کوتاه هفتمین کنگره علوم خاک ایران. صفحات ٤٥٠ الی ٤٥١. دانشگاه شهر کرد، شهر کرد، ایران.

15. Asadi, M. E. and R. S. Clemente. 2002. Impacts of fertigation via sprinkler irrigation on nitrate leaching and corn yield in an acid – sulphate soil in Thailand. Agricultural Water Management .52: 197 – 213.
16. El – Fouly, M. , A. F. A. Fawzi and A. A. El – Sayed. 1995. Optimizing fertilizer use in oranges through fertigation- A case study DAHLIA Greidinger International Symposium on Fertigation Technion.
17. Elgala, A. 1998. Fertigation to crops under surface irrigation system. Regional Workshop on Guidelines for Efficient Fertilizer Use through Modern Irrigation. FAO, Cairo, Egypt.
18. Embleton, T. W. , W. W. Jones, C. K. Labanauskaa and W. Reuther. 1973. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. In: The Citrus Industry, Vol. III. Ed. W. Reuther, pp. 183 – 210. Berkeley. Division of Agricultural Sciences, University of California. California, USA.
19. Hadjiparaskevas, C. 1998. Country (Cyprus) presentation report. Regional Workshop on Guidelines for Efficient Fertilizer Use through Modern Irrigation. FAO, Cairo, Egypt.
20. Kanber, R. , H. Koksal, S. Onder and M. Engllen. 1996. Effects of different irrigation methods on yield, evaportranspiration and root development of youny orange trees. Turkish J. of Agri. and Ferestry, 20: 163 – 172.
21. Malakouti, M. J. , J. Vaziri, M. Mahdavi, and H. Rastegar. 2001. Crops yield and water use efficiency as affected by K fertilization. Regional Workshop on Potassium and Water Management in West Asia and North Africa. Amman, Jordan.
22. Moutonnet, P. 1999. Role of FAO / IAEA program in fertigation studies in the Mediterranean region. Plant nutrient management under pressurized irrigation systems in the Mediterranean region. Proceedings of the IMPHOS International Fertigation Workshop 25 – 27 April. Amman, Jordan.
23. Musa, N. 1998. Fertilization as an efficient and safe tool for water and fertilizer applications. Regional Workshop on Guidelines for Efficient Fertilizer Use through Modern Irigation. FAO, Cairo, Egypt.
24. Mussaddak, G. S. 2001. Performance of cotton crops grown under surface irrigation and drip fertigation. Field water use efficiency and dry matter distribution. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 32: 3945 – 3076.
25. Papadopoulos, I. 1998. Overview on fertilizer use through pressurised irrigation systems. Regional Workshop on Guidelines for Efficient Fertilizer use through modern Irrigation. Cairo, Egypt.
26. Papadopoulos, I. 1999. Fertigation: present situation and Future prospects. Plant Nutrient Management under Pressurized Irrigation Systems in the Mediterranean Region. Proceedings of the IMPHOS International Fertigation Workshop. 25 – 27. April. Amman, Jordan.
27. Ragozo, C. R. A., 2000. Nutritional efficiency in citrus as influenced by fertigation in Xth international colloquium for the optimization of plant nutrition. Cairo Sheraton, Egypt.
28. Rezk, A. I. 2000. Optimizing fruit quality parameters and yield of olive trees grown under drip irrigation system in sandy soil; in Xth international colloquium for the optimization of plant nutrition. Cairo Shereraton, Egypt.

www.SID.ir

Archive of SID


29. Ryan, J. 2000. Plant nutrient management under pressurized irrigation systems in the Mediterranean region. Proceedings of the IMPHOS International Fertigation Workshop IMPHOS – ICARDA, Amman, Jordan.
30. Sarraf, S. 1998. FAO activities on promoting fertigation. Regional Workshop on Guidelines for Efficient Fertilizer Use through Modern Irrigation. FAO/RNE and AFA, Cairo, Egypt.

www.SID.ir