



مدیریت آب و آبیاری

دوره ۴ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۳

صفحه‌های ۷۲-۵۹

تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نیتروژن در شرایط گلدانی بر برخی خصوصیات گیاه توت‌فرنگی رقم سلوا (*Fragaria ananassa* Duch. Cv. selva)

داوود اکبری نودهی*

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم‌شهر، گروه آبیاری، قائم‌شهر، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۰/۲۲

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۷/۳۰

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و کود نیتروژن بر رشد و نمو گیاه توت‌فرنگی، پژوهشی در سال ۱۳۸۹ در استان مازندران انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای تنش خشکی شامل ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک و سه سطح مختلف نیتروژن، صفر، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک خشک بود. نتایج نشان داد تأثیر استفاده از تنش خشکی، کود نیتروژن و اثر متقابل آنها بر شاخص‌های تعداد و طول استولون، تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه، طول و عملکرد کل بوته، وزن تر و خشک بوته، قطر و وزن میوه، مثبت و معنادار است. در همه شاخص‌ها، بیشترین میانگین‌ها مربوط به ۳۰ درصد تخلیه رطوبت بود؛ و ۱۰۰ میلی‌گرم کود، بهترین تیمار کودی در نظر گرفته شد. بیشترین عملکرد تک‌میوه در ۳۰ درصد تخلیه رطوبت به مقدار ۹/۱۷ گرم حاصل شد. در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم کود نیتروژن، بیشترین عملکرد تک‌میوه به مقدار ۸/۱۵ گرم به دست آمد. اثر متقابل ۱۰۰ میلی‌گرم کود نیتروژن و ۳۰ درصد تخلیه رطوبت دارای بیشترین شاخصه‌ها بود. در برهمکنش تنش خشکی و کود نیتروژن، بیشترین عملکرد تک‌میوه به مقدار ۹/۶۹ گرم در تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت و ۱۰۰ میلی‌گرم کود نیتروژن و کمترین عملکرد تک‌میوه با کاهش ۳۵ درصدی مربوط به ۷۰ درصد تخلیه رطوبت و بدون مصرف کود نیتروژن بود.

کلیدواژه‌ها: بهره‌وری آب، تخلیه رطوبت، رشد و نمو، عملکرد میوه، کارایی مصرف کود.

مقدمه

اوره بیشترین عملکرد در توت‌فرنگی را سبب شد که نتیجه آن افزایش تشکیل میوه مطلوب بود. مقدار گلدهی با کوددهی نیتروژنی در توت‌فرنگی افزایش یافت، اگرچه این اثر با زمان کاربرد نیتروژن به مقدار زیادی تفاوت نشان داد [۴۰]. تأثیر نیتروژن بر عملکرد محصول توت‌فرنگی با مقادیر مختلف سطوح کود نشان داد که با افزایش مقدار کود مصرفی از ۷۵ کیلوگرم در هکتار به ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار، سه تن افزایش عملکرد به دست آمد [۱۶].

تأثیر همزمان آب و نیتروژن از عوامل اصلی تعیین‌کننده سطح تولیدات کشاورزی در جهان است [۳۹]. بین آب قابل استفاده و نیتروژن، همبستگی زیادی وجود دارد، زیرا افزایش نیتروژن به توسعه ریشه منجر می‌شود و آب در تماس و دسترس ریشه گیاه افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه تنش رطوبتی کاهش می‌یابد. اما در صورتی که آب به قدر کافی موجود نباشد، افزایش مصرف کود نیتروژن سبب افزایش تنش رطوبتی وارد به گیاه می‌شود [۷]. از این رو آگاهی از اثر متقابل سطوح مختلف آب و کود بر عملکرد و اجزای عملکرد نیز از اهمیتی ویژه برخوردار است. فیزیولوژیست‌های گیاهی، شاخص‌های رشد را به عنوان ابزارهای مفیدی برای تجزیه و تحلیل کمی رشد گیاه به کار می‌برند (۴۳). به همین منظور در این تحقیق تأثیر کود نیتروژن (از منبع اوره) و تنش خشکی بر رشد و نمو عملکرد میوه توت‌فرنگی در استان مازندران بررسی شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کود نیتروژن و تنش خشکی بر خصوصیات گیاه توت‌فرنگی، آزمایشی در سال ۱۳۸۹ در شهرستان ساری انجام گرفت. منطقه مورد نظر در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی (شرقی) ۵۳ درجه و سه دقیقه و ارتفاع ۲۳ متر پایین‌تر از سطح دریای آزاد قرار دارد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه براساس تجزیه مرکب خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

توت‌فرنگی از مهم‌ترین میوه‌های ریز است که در جهان به‌طور گسترده کشت و کار می‌شود. توت‌فرنگی به‌صورت تجاری با ساقه رونده (استولون) تکثیر می‌شود. قسمت‌های مختلف گیاه ممکن است تحت تأثیر کمبود آب قرار گیرد. این قسمت‌ها شامل تولید و رشد و نمو برگ، تولید ساقه رونده، گسترش ریشه، وزن و تعداد میوه‌ها هستند. شدت صدمات ناشی از کمبود آب، به مرحله رشد و نمو بستگی دارد. توت‌فرنگی برای تولید محصول کافی به آبیاری مناسب نیاز دارد. این گیاه به دلیل داشتن سیستم ریشه سطحی، سطح برگ زیاد و آبدار بودن میوه، به حجم آب زیاد نیازمند است [۲۹]. در شرایط مزرعه مقدار تولید توت‌فرنگی در اثر کمبود آب به شدت کاهش می‌یابد [۳۳]. تنش‌های آبی در آغاز گلدهی بر تعداد گل‌ها تأثیر منفی می‌گذارد، در صورتی که اگر این تنش در اواخر این مرحله صورت گیرد، ممکن است تعداد گل‌ها را افزایش دهد. توت‌فرنگی‌هایی که در معرض تنش خشکی واقع شده‌اند، برگ‌های کمتر و کوچک‌تر و نیز ضریب هدایت روزنه‌ای کمتر و در نتیجه تعرق کمتری دارند [۲۴]. در تحقیقی، چهار تیمار آبیاری براساس پتانسیل آب خاک (۰/۰۱، -۰/۰۳، -۰/۰۵ و -۰/۰۷ - مگاپاسکال) انجام پذیرفت. نتایج نشان داد با افزایش تنش، کاهش معنادار عملکرد افتاد و عملکرد از ۱۶/۸ گرم در هر بوته به ۱۳/۹ گرم تقلیل یافت. بیشترین بهره‌وری آب در تیمار -۰/۰۵ - مگاپاسکال اتفاق افتاد [۴۵]. یکی از عوامل مؤثر بر بهبود عملکرد، استفاده کارآمد از کود نیتروژن است. نیتروژن تأثیر عمیقی بر رشد گیاه دارد و گیاه به جذب نیتروژن از خاک به‌صورت‌های نترات و آمونیوم تمایل دارد [۱۹]. گزارش‌های زیادی در مورد تأثیر نیتروژن بر رشد، عملکرد، کیفیت میوه و ترکیب بافت‌های گیاهی در توت‌فرنگی و گیاهان دیگر ارائه شد [۳۲، ۲۲، ۲۱، ۱۴]. در پژوهشی که از منابع مختلف نیتروژنی استفاده شده بود،

مدیریت آب و آبیاری

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت آزمایش

ظرفیت مزرعه (درصد وزنی)	نقطه پژمردگی دائم (درصد وزنی)	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm ³)	هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته گل اشباع PH	ماده آلی (%)	فسفر قابل جذب p.p.m	پتاسیم قابل جذب p.p.m	لومی
۲۵	۱۱	۱/۳۲	۰/۶۵	۷/۶۶	۱/۱۵	۵۱/۷	۲۲۰	

گلدان‌ها تا حد اشباع آبیاری شد. گلدان اشباع‌شده در فواصل زمانی دوساعته توزین شد و زمانی که دو قرائت متوالی به‌طور تقریبی به حد ثابتی رسید، رطوبت خاک داخل گلدان اندازه‌گیری شده و رطوبت در ظرفیت مزرعه محسوب شد. مقدار ظرفیت مزرعه (FC) با توجه به موجود بودن بوته‌ها و رشد سریع آنها هر هفته برای گلدان‌های تیمارهای مختلف محاسبه شد تا تغییرات وزن گیاه تأثیری بر اندازه‌گیری مقدار رطوبت خاک که به‌صورت وزنی انجام می‌گیرد، نداشته باشد. مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۳۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب محاسبه شد [۶]. مقادیر عددی ظرفیت مزرعه، رطوبت در نقطه پژمردگی و وزن مخصوص ظاهری در جدول ۱ ارائه شده است.

در این آزمایش از بوته توت‌فرنگی رقم سلوا (selva) استفاده شده است. گلدان‌های به‌کاررفته از نوع پلاستیکی با قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر بود. برای آماده کردن بستر کشت، ابتدا در کف گلدان‌ها به‌مقدار مساوی شن (برای زهکشی) ریخته شد و سپس گلدان‌ها با خاک تهیه‌شده پر شدند. مقدار کود نیتروژنه از منبع اوره در سه سطح به‌ترتیب مقادیر صفر، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک خشک به گلدان‌ها اعمال شد که ۲۵ درصد به‌صورت پایه و ۷۵ درصد باقی‌مانده به فواصل چهارهفته‌ای براساس وزن گلدان‌ها و تأمین نیتروژن از منبع

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار کود نیتروژن از منبع اوره (۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک خشک) و سه سطح آبیاری (۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد تخلیه مجاز رطوبت) و سه تکرار و در مجموع ۲۷ گلدان که در شرایط طبیعی رشد و نمو (فقط از ریزش باران در تیمارها جلوگیری شد) پیدا کردند اجرا شد.

انتخاب تیمارهای خشکی براساس درصد تخلیه رطوبت در دسترس صورت گرفت. برای رشد بهینه توت‌فرنگی، رطوبت خاک باید در محدوده ۶۰ تا ۸۰ درصد در دسترس باشد [۳۱]. براین اساس مقدار تخلیه رطوبت ۳۰ درصد به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد [۱۱].

با توجه به اینکه تأمین درصدی از نیاز آبی گیاه یکی از فاکتورهای آزمایش بود، در هر نوبت آبیاری اختلاف محتوای رطوبتی حجمی خاک در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی محاسبه و با لحاظ ضریب تخلیه، مقدار آب لازم برای هر گلدان به‌دست آمد. اندازه‌گیری مقدار رطوبت خاک به‌روش وزنی صورت گرفت و گلدان‌ها تا ظرفیت مزرعه آبیاری شدند.

نقطه پژمردگی دائم (PWP) برای خاک گلدان در آزمایشگاه با دستگاه صفحات فشاری محاسبه شد (علیزاده). برای محاسبه ظرفیت مزرعه، ابتدا یکی از

طول بلندترین استولون: تنش خشکی بر طول بلندترین استولون اثر داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین طول مربوط به تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت بود (جدول ۲).

تأثیر کود نیتروژن نیز بر طول بلندترین استولون معنادار بود، به طوری که بیشترین طول استولون در تیمار ۱۰۰ میلی گرم کود نیتروژن و به اندازه ۶۲/۴۷ سانتی متر به دست آمد. تأثیر معناداری در برهمکنش آب و کود بر تعداد جوانه استولون مشاهده شد و تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت و ۱۰۰ میلی گرم نیتروژن، بیشترین طول استولون (۷۰/۶ سانتی متر) را داشت. کمترین طول استولون با کاهش ۳۲ درصدی مربوط به تیمار ۷۰ درصد تخلیه رطوبت و مصرف ۱۵۰ میلی گرم نیتروژن بود.

تعداد جوانه استولون: براساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) بیشترین تعداد جوانه استولون در تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت ۸/۵۸ بود. در تیمار ۷۰ درصد تخلیه رطوبت، تعداد جوانه‌ها به ۳/۷۷ کاهش یافت. مصرف نیتروژن نیز تأثیر معناداری در تعداد جوانه استولون داشت و مصرف ۱۰۰ میلی گرم کود بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. در برهمکنش آب و کود، بیشترین تعداد جوانه استولون در تیمار ۳۰ درصد تخلیه مجاز رطوبت و ۱۰۰ میلی گرم نیتروژن بود.

تعداد برگ: بیشترین تعداد برگ مربوط به تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت خاک بود و با افزایش تنش، تعداد برگ کاهش یافت (جدول ۲). کاهش تعداد برگ به واسطه تنش خشکی در گیاه داودی گزارش شد [۸]. بیشترین تعداد برگ در تیمار کود مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی گرم کود نیتروژن و در اثر متقابل آب و کود مربوط به تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت و ۱۰۰ میلی گرم کود نیتروژن و به مقدار ۱۲/۶ بود. افزایش تعداد برگ به واسطه تأثیر متقابل آب و کود در گیاهان دیگر نیز گزارش شد [۱۳].

اوره بوده است، که با توجه به مقدار ۴۶ درصد نیتروژن اوره محاسبه شد.

مقدار بهره‌وری آب براساس نسبت عملکرد محصول بر مقدار آب مصرفی [۲۶] و کارایی مصرف کود براساس نسبت تفاضل عملکرد محصول از عملکرد تیمار شاهد (صفر میلی گرم در کیلوگرم) بر مقدار کود مصرفی هر گیاه [۱۰] محاسبه شد.

شاخص‌های اندازه‌گیری شده شامل تعداد استولون، طول استولون، تعداد جوانه استولون، تعداد برگ، سطح برگ، اندازه ریشه، وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه، اندازه بوته، عملکرد کل بوته، وزن تر بوته، وزن خشک بوته، تعداد میوه، قطر میوه، وزن تر میوه و وزن خشک میوه بود.

مقادیر عددی حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای ذکر شده با کمک نرم‌افزار MSTATC تجزیه و تحلیل آماری شد. میانگین‌ها نیز توسط آزمون مقایسه میانگین چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شد.

نتایج و بحث

تعداد استولون: براساس مقایسه میانگین‌ها، بیشترین تعداد استولون مربوط به تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت بود و با افزایش تنش، تعداد استولون کاهش یافت (جدول ۲)، به طوری که در تیمار ۷۰ درصد تخلیه رطوبت به ۱/۹ عدد رسید. مقدار مصرف کود نیتروژن نیز سبب افزایش تعداد استولون شد و در تیمار ۱۰۰ میلی گرم کود نیتروژن، بیشترین تعداد استولون به دست آمد. محققان دیگر نیز افزایش تعداد استولون به واسطه افزایش مقدار نیتروژن را گزارش کرده‌اند [۴۸، ۱۸]. برهمکنش تخلیه رطوبت و کود نیز سبب افزایش تعداد استولون شد و در تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت و ۱۰۰ میلی گرم، تعداد استولون به بیشترین حد یعنی ۵/۰۷ رسید.

مدیریت آب و آبیاری

تنش شدید خشکی (۷۰ درصد) و کمبود نیتروژن (بدون مصرف کود) بود (جدول ۴). این وضعیت بیانگر این است که کاربرد نیتروژن در تیمارهای مختلف آبیاری، آثار متفاوتی بر سطح برگ داشته است، به طوری که تحت تنش شدید خشکی، افزایش مصرف نیتروژن تأثیر اندکی بر سطح برگ داشت. عدم تأثیر مثبت کاربرد نیتروژن بر افزایش سطح برگ در شرایط تنش شدید خشکی احتمالاً ناشی از اختلال در فرایند جذب نیتروژن در این شرایط بوده است، زیرا در این شرایط کمبود شدید آب در خاک، موجب محدودیت توانایی گیاه در جذب نیترات از خاک می‌شود.

طول ریشه: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین طول ریشه در تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت به وجود آمد و با افزایش تنش از طول ریشه کاسته شد. در تحقیقی کاهش طول ریشه در توت‌فرنگی با اعمال تنش خشکی گزارش شد (کلاموسکی و تردر، ۲۰۰۸). در تنش خشکی بر گیاه نخود مشاهده شد که با افزایش شدت تنش، این صفت تا حد زیادی کاهش یافت [۳]. با افزایش شدت تنش فتوسنتز برگ کاهش پیدا می‌کند و احتیاجات قندی برای تنظیم اسمزی سلول افزایش می‌یابد، در نتیجه دسترسی به مواد فتوسنتزی، محدود شده و رشد ریشه به طور اجتناب‌ناپذیری متوقف می‌شود. بنابراین در شرایطی که تنش خشکی بر گیاه غلبه می‌کند، رشد و نمو ریشه نسبت به شرایط فراهمی رطوبت کاهش می‌یابد [۳۴]. طول ریشه تحت تأثیر کود نیتروژن نیز قرار گرفت و تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم کود نیتروژن با ۱۸/۳۶ سانتی‌متر بیشترین طول را داشت. محققان دیگر نیز افزایش طول ریشه را به‌واسطه افزایش مقدار کود گزارش کردند [۳]. در برهمکنش آب و کود، حداکثر طول ریشه در تیمار ۷۰ درصد تخلیه رطوبت با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم کود حاصل شد (جدول ۴).

سطح برگ: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که سطح برگ تحت تأثیر مقادیر مختلف آب قرار گرفت. بیشترین سطح برگ، مربوط به تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت و کمترین آن، مربوط به تیمار ۷۰ درصد تخلیه رطوبت بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد با افزایش شدت تنش خشکی، ممانعت از رشد سلولی به کاهش توسعه برگ‌ها منجر می‌شود. سطح برگ کمتر موجب جذب آب کمتری از خاک و کاهش تعرق می‌شود. در واقع، محدودیت سطح برگ می‌تواند اولین خط دفاعی برای مقابله با خشکی باشد [۳۷]. تحقیقات دیگری نشان داده که با کاربرد خشکی در توت‌فرنگی، سطح برگ‌ها کاهش می‌یابد [۳۳]. افزایش سطح برگ گیاه داودی به‌واسطه کاهش تنش خشکی در گزارش محققان ارائه شد [۸]. از طرفی یکی از عوامل مؤثر بر توسعه سطح برگ هر بوته و به تبع آن، توسعه برگ مزرعه، مقدار نیتروژن است که با تأثیر بر اندازه و طول عمر برگ موجب افزایش شاخص سطح برگ می‌شود که اختلاف در قابل استفاده بودن نیتروژن بر رشد و نمو ذرت اثر می‌گذارد و ممکن است سبب تغییراتی در ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه در هنگام گلدهی و تشکیل دانه شود [۳۵]. در این تحقیق افزایش نیتروژن افزایش سطح برگ را در پی داشت و بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم کود نیتروژن و به مقدار ۲۳۸۳ میلی‌متر مربع بود. تأمین نیتروژن کافی برای گیاه، سطح برگ را که زمینه تولید و تجمع ماده خشک است افزایش می‌دهد [۱۵]. اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر سطح برگ معنادار نبود، اما در مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن، سطح برگ تحت تأثیر ترکیبات مختلف تیماری در کلاس‌های متفاوت آماری قرار گرفت. در هر سه سطح آبیاری با افزایش کود سطح برگ افزایش یافت. بیشترین سطح برگ (۲۵۶۲ میلی‌متر مربع) در تیمار آبیاری مطلوب (۳۰ درصد) نیتروژن ۱۰۰ میلی‌گرم و کمترین مقدار آن (۲۱۴۲ میلی‌متر مربع) متعلق به تیمار

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر تخلیه مجاز رطوبت برخی از خصوصیات اندازه گیری شده توت فرنگی

وزن خشک ریشه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	متوسط طول ریشه (سانتی متر)	متوسط طول برگ (میلی متر مربع)	تعداد برگ	تعداد جوانه استولون	طول بلندترین استولون (سانتی متر)	تعداد استولون	تخلیه مجاز رطوبت (درصد)
۴/۶۳۷ ^a	۱۳/۶۲ ^a	۱۹/۸۴ ^a	۲۴۷۷ ^a	۱۱/۹۳ ^a	۸/۵۷۸ ^a	۶۷/۰۹ ^a	۴/۲۸۱ ^a	۳۰
۴/۰۳۷ ^b	۱۰/۸۹ ^b	۱۷/۱۳ ^b	۲۲۸۱ ^b	۱۰/۳۶ ^b	۶/۰۵۲ ^b	۵۷/۲۰ ^b	۳/۰۳۰ ^b	۵۰
۳/۵۰۴ ^c	۱۰/۳۰ ^b	۱۵/۰۷ ^c	۲۱۸۲ ^c	۹/۳۲۶ ^c	۳/۷۷۴ ^c	۵۱/۲۴ ^c	۱/۹۱۲ ^c	۷۰

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر کود نیتروژن بر برخی خصوصیات اندازه گیری شده توت فرنگی

وزن خشک ریشه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	متوسط طول ریشه (سانتی متر)	متوسط طول برگ (میلی متر مربع)	تعداد برگ	تعداد جوانه استولون	طول بلندترین استولون (سانتی متر)	تعداد استولون	کود نیتروژن (میلی گرم در کیلوگرم خاکی خشکی)
۳/۸۵۷ ^c	۱۱/۸۳ ^c	۱۶/۴۷ ^c	۲۲۵۴ ^c	۱۰/۰۱ ^c	۴/۷۰۳ ^c	۵۶/۲۷ ^c	۲/۳۴۱ ^c	۰
۴/۲۵۲ ^a	۱۲/۸۱ ^a	۱۸/۳۶ ^a	۳۳۸۳ ^a	۱۱/۱۳ ^a	۷/۵۵۶ ^a	۶۲/۴۷ ^a	۳/۷۷۸ ^a	۱۰۰
۴/۰۶۹ ^b	۱۲/۲۷ ^b	۱۷/۲۳ ^b	۳۳۰۴ ^b	۱۰/۴۷ ^b	۶/۱۴۴ ^b	۵۷/۸۰ ^b	۳/۸۰۴ ^b	۱۵۰

مدیریت آب و آبیاری

تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نیتروژن در شرایط گلدانی بر برخی خصوصیات گیاه توت فرنگی رقم سلوا

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر کود نیتروژن و تخلیه مجاز رطوبت بر برخی از خصوصیات اندازه گیری شده توت فرنگی

وزن خشک ریشه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	متوسط طول ریشه (سانتی متر)	سطح برگ (میلی متر)	تعداد برگ	تعداد جوانه استولون	طول بلندترین استولون (سانتی متر)	تعداد استولون	مقادیر نیتروژن (میلی گرم در کیلوگرم خاک خشک)	تخلیه مجاز رطوبت (درصد)
۴/۴۲۳ ^c	۱۳/۲۷ ^b	۱۴/۴ ^a	۲۳۹۷ ^c	۱۱/۲۷ ^c	۶/۹۳۳ ^c	۶۳/۶۷ ^c	۳/۴۴۴ ^c	۰	
۴/۸۴۷ ^a	۱۴/۰۰ ^a	۱۵/۸۰ ^b	۲۵۶۲ ^a	۱۲/۶۰ ^a	۱۰/۱۳ ^a	۷۰/۶۰ ^a	۵/۰۶۷ ^a	۱۰۰	۳۰
۴/۶۴۱ ^b	۱۳/۶۰ ^b	۱۵/۰۰ ^h	۲۴۷۳ ^b	۱۱/۹۳ ^b	۸/۶۶۷ ^b	۶۷/۰۰ ^b	۴/۳۳۳ ^b	۱۵۰	
۳/۸۱۱ ^e	۱۱/۷۵ ^d	۱۶/۴ ^f	۲۲۲۲ ^d	۹/۸۶۷ ^f	۴/۵۵۵ ^e	۵۴/۱۳ ^f	۲/۴۶۷ ^e	۰	
۴/۲۱۲ ^d	۱۲/۷۳ ^c	۱۷/۹۳ ^d	۲۳۵۸ ^c	۱۰/۹۳ ^d	۷/۴۶۷ ^c	۶۲/۲۷ ^d	۳/۷۳۳ ^c	۱۰۰	۵۰
۴/۰۸۹ ^d	۱۲/۴۰ ^c	۱۷/۰۷ ^e	۲۲۶۳ ^d	۱۰/۲۷ ^e	۶/۱۳۳ ^d	۵۸/۲۰ ^e	۳/۰۸۹ ^d	۱۵۰	
۳/۳۳۹ ^f	۱۰/۴۷ ^f	۱۸/۶۰ ^c	۲۱۴۳ ^e	۸/۹۱۱ ^e	۲/۶۲۱ ^e	۵۱/۰۰ ^g	۱/۳۱۳ ^g	۰	
۳/۶۹۷ ^e	۱۱/۴۰ ^e	۲۱/۳۳ ^a	۲۲۲۹ ^d	۹/۸۶۷ ^f	۵/۰۶۷ ^e	۵۴/۵۳ ^f	۲/۵۳۳ ^e	۱۰۰	۷۰
۳/۴۷۶ ^f	۱۰/۸۰ ^f	۱۹/۶۰ ^b	۲۱۷۵ ^e	۹/۲۰۰ ^g	۳/۶۳۳ ^f	۴۸/۲۰ ^h	۱/۸۸۹ ^f	۱۵۰	

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۴ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۳

[۲۳]. در تیمار ۱۰۰ میلی گرم کود نیتروژن، بیشترین متوسط طول بوته توت فرنگی به مقدار ۱۱/۲۲ سانتی متر به دست آمد. با مصرف ۱۵۰ میلی گرم کود نیتروژن ارتفاع بوته به ۱۱/۶ سانتی متر کاهش یافت. از آنجاکه کود نیتروژن رشد رویشی را در گیاهان افزایش می دهد، گیاهانی که به خوبی با ازت تغذیه شده اند ارتفاع بوته بیشتری دارند. کاهش ارتفاع بوته در اثر مصرف بیش از حد کود نیتروژن را می توان به اثر منفی مقادیر زیاد نیتروژن بر رشد ریشه و اندام های هوایی از جمله ساقه نسبت داد. اثر مقادیر زیاد نیتروژن در ممانعت از رشد ریشه و بخش هوایی ذرت گزارش شد [۴۹]. اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و کاربرد نیتروژن نشان می دهد که ترکیبات مختلف تیماری تأثیر معناداری بر ارتفاع بوته نداشته است، ولی در عین حال بیشترین ارتفاع بوته (۱۳/۴ سانتی متر) در تیمار ۳۰ درصد رطوبت و ۱۰۰ میلی گرم و کمترین ارتفاع (۱۰/۳۰ سانتی متر) در تیمار تنش شدید خشکی (۷۰ درصد) و کمترین سطح نیتروژن (بدون مصرف نیتروژن) به دست آمد (جدول ۷). در تأثیر تنش خشکی و نیتروژن بر گیاه سویا گزارش شد که ارتفاع بوته با اعمال نیتروژن افزایش یافت، در حالی که تحت شرایط تنش خشکی ارتفاع کاهش یافت [۴]. به نظر می رسد رشد ارتفاع بوته با افزایش مصرف نیتروژن و افزایش مواد فتوسنتزی صورت گیرد.

عملکرد کل بوته: تأثیر تنش خشکی، مقادیر کود و اثر متقابل آنها بر عملکرد کل بوته معنادار بود. بیشترین عملکرد بوته در تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت به دست آمد (جدول ۵). با افزایش تنش، عملکرد کل بوته کاهش یافت. کمبود آب مانع آن می شود که وزن زیستی گیاه به حداکثر خود برسد که این کاهش می تواند به دلیل اثر تنش آبی بر فتوسنتز باشد. وزن زیستی گیاه بیانگر این است که گیاه چه مقدار فتوسنتز حقیقی خود را قادر است به صورت فتوسنتز خالص درآورد. افزایش مقاومت مزوفیلی و

این افزایش عملکرد احتمالاً به واسطه تأثیر متقابل کود، که سبب افزایش عملکرد می شود با مقدار آب است.

وزن تر و خشک ریشه: تنش خشکی بر وزن تر و خشک ریشه تأثیرگذار بود. مقایسه میانگین ها نشان داد که سطوح مختلف تنش در مورد این ویژگی تفاوت معناداری دارند که بیشترین وزن تر ریشه مربوط به تنش خشکی ۳۰ درصد تخلیه رطوبت بود (جدول ۲). در تیمار ۱۰۰ میلی گرم کود نیتروژن و اثر متقابل ۳۰ درصد تخلیه رطوبت و ۱۰۰ میلی گرم کود نیتروژن، بیشترین وزن تر ریشه اتفاق افتاد (جدول ۴). تنش خشکی بر وزن خشک ریشه اثر معناداری داشت. بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به ۳۰ درصد تخلیه رطوبت بود. با افزایش تنش از وزن ریشه کاسته شد. کاهش وزن ریشه گونه بومی چمن [۲] و گراس [۲۶] تحت شرایط نقصان رطوبت خاک [۲] گزارش شده است. در تیمار کود نیتروژن نیز تأثیر معنادار در وزن خشک ریشه مشاهده شد و تیمار ۱۰۰ میلی گرم کود دارای بیشترین وزن خشک ریشه بود. در برهمکنش آب و کود با توجه به معنادار بودن تیمارها، بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت و ۱۰۰ میلی گرم کود نیتروژن بود.

طول بوته: نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی، ارتفاع بوته به طور معناداری تحت تأثیر قرار گرفت. بیشترین ارتفاع بوته (۱۲/۸۲ سانتی متر) با آبیاری مطلوب (۳۰ درصد) و کمترین مقدار آن (۱۰/۵۳ سانتی متر) با ۷۰ درصد تخلیه رطوبت به دست آمد (جدول ۵). این مطلب را می توان به کاهش ترگر و تأثیر آن بر تقسیم و توسعه سلول نسبت داد. رشد سلول به در دسترس بودن ترکیبات ارگانیک و غیرارگانیک مورد نیاز برای سنتز پروتوپلاسم جدید و دیواره های سلول و همچنین فشار ترگر وابسته است. به دلیل کمبود آب، کشیدگی و افزایش طول ساقه به سرعت متوقف می شود

تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نیتروژن در شرایط گلدانی بر برخی خصوصیات گیاه توت‌فرنگی رقم سلوا

تخلیه رطوبت، قطر میوه توت‌فرنگی به ۱۸/۲۹ میلی‌متر رسید که در مقایسه با تیمار ۷۰ درصد تخلیه رطوبت (قطر میوه ۱۳/۰۴ میلی‌متر) حدود ۲۹ درصد افزایش داشت (جدول ۵). کاهش معنادار اندازه و عملکرد میوه توت‌فرنگی به واسطه تنش خشکی به‌ویژه در مرحله رشد گزارش شد [۱۷، ۵۰]. در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم مصرف کود نیتروژن، قطر میوه به بیشترین مقدار رسید (جدول ۶). تأثیر متقابل آب و کود سبب شد قطر در تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت و مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم به ۱۹/۰۷ میلی‌متر برسد. حداقل قطر میوه در تیمار ۷۰ درصد تخلیه رطوبت و بدون مصرف کود به ۱۲/۵۳ رسید که در مقایسه با تیمار حداکثر ۳۴ درصد کاهش داشت (جدول ۷).

وزن تر و خشک تک‌میوه: وزن تر و خشک میوه توت‌فرنگی تحت تأثیر تنش خشکی، کود و اثر متقابل آنها قرار گرفت. بیشترین عملکرد میوه در تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت اتفاق افتاد، به طوری که وزن تر در تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت به ۹/۱۷ گرم رسید، در حالی که در تیمار ۷۰ درصد تخلیه رطوبت، ۶/۵۵ گرم بود (جدول ۵). با اعمال تنش پتانسیل آب در آوندهای چوبی کاهش پیدا می‌کند و به دنبال آن حرکت آب به درون میوه‌ها دچار اختلال می‌شود و به عبارتی از وزن تر میوه‌ها کاسته می‌شود [۳۳]. بیشترین عملکرد تر میوه در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم کود و به مقدار ۸/۱۸ گرم بود. با افزایش نیتروژن، مواد فتوسنتزی، و در نتیجه، عملکرد میوه افزایش می‌یابد (جدول ۶). این نتیجه با نتایج بیان شده در همیشه‌بهار [۴۴]، بادرنجبویه [۵]، شاییزک [۱۲] و کنجد [۱] مطابقت دارد. براساس نتایج آزمایش، حداقل وزن میوه در تیمار بدون مصرف کود نیتروژن بود. با مصرف بیشتر نیتروژن (۱۵۰ میلی‌گرم) وزن میوه کاهش یافت. در گزارشی نشان داده شد که گیاهان توت‌فرنگی که تحت شرایط کمبود نیتروژن پرورش یافتند، کوچک و دارای برگ‌های زرد بودند و

روزنه‌ای در شرایط تنش آبی، سبب کاهش ورود دی‌اکسید کربن به درون گیاه می‌شود و تحت تأثیر این حالت، فتوسنتز ظاهری گیاه کاهش می‌یابد؛ بنابراین وزن زیستی گیاه در اثر تنش آبی کاهش پیدا می‌کند [۹]. کاهش شدید وزن اندام‌های هوایی و تولید فراورده‌های فتوسنتزی در نتیجه محدودیت آب در نتایج تحقیقات ارائه شد [۲۵]، [۴۱]. در تحقیقی درباره انگور ثابت شد که با کاهش آب آبیاری، از مقدار وزن تر اندام‌های رویشی کاسته می‌شود. به نظر می‌رسد با افزایش شدت تنش خشکی، مقدار موادی مانند سایتوکینین کاهش می‌یابد و این کاهش نسبی نسبت مستقیمی با رشد و وزن تر اندام‌های رویشی در انگور دارد [۴۷]. در تیمار کود نیتروژن نیز بیشترین عملکرد کل بوته با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم کود نیتروژن برابر با ۵۱/۶۹ گرم به دست آمد. با افزایش نیتروژن، عملکرد کل کاهش یافت. در مورد کاهش عملکرد بیولوژیک با مصرف مقادیر بیش از حد نیتروژن بیان شد که سطوح بالای نیتروژن از سنتز نشاسته در اندام‌های هوایی ممانعت به عمل می‌آورد و سطح قند ریشه را کاهش می‌دهد، بنابراین رشد ریشه و به دنبال آن رشد اندام‌های هوایی به واسطه مصرف نیتروژن زیاد منع می‌شود [۴۹]. در اثر متقابل، بیشترین عملکرد کل بوته در تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت و ۱۰۰ میلی‌گرم کود حاصل شد.

تعداد میوه: اثر تنش خشکی، کود و اثر متقابل آنها بر تعداد میوه معنادار بود (جدول ۶). حداکثر ۱۱/۲ عدد میوه توت‌فرنگی در تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت حاصل شد. در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم مصرف کود، ۱۰/۳۳ عدد میوه به دست آمد. در تیمار اثر متقابل تنش و کود، با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم کود و تنش ۳۰ درصد تخلیه رطوبت، تعداد میوه به ۱۱/۷۳ افزایش یافت (جدول ۷).

قطر میوه: تنش خشکی، کود نیتروژن و تأثیر متقابل آنها بر اندازه قطر میوه تأثیرگذار بود. در تیمار ۳۰ درصد

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۴ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۳

نیاز گیاه سبب افزایش تحمل گیاه در برابر تأثیر منفی کمبود آب بر عملکرد گیاه می‌شود. به عبارتی کاربرد مقادیر مناسب کود نیتروژن می‌تواند مقابله با تنش آبی را افزایش دهد، اما مصرف مقادیر بیشتر از نیاز نیتروژن در شرایط تنش رطوبتی بر عملکرد تأثیر نامطلوب دارد.

بهره‌وری آب و کارایی مصرف کود: در جدول ۵

مقدار آب مصرفی در هر گلدان و بهره‌وری آب نشان داده شده است. براین اساس ۱۰ تا ۲۲ لیتر آب به هر گلدان داده شد. در تیمارهای آزمایشی به‌واسطه کنترل مقدار آب اعمال‌شده مقدار آب زهکشی ناچیز بود که در محاسبات لحاظ نشد. بهره‌وری آب بین ۴/۷ تا ۵/۷ گرم در لیتر متغیر بود. بیشترین مقدار در تیمار ۷۰ درصد تخلیه رطوبت به‌دست آمد. در گزارشی مقدار بهره‌وری آب برای توت‌فرنگی تحت شرایط مختلف آبیاری بین ۳/۲ تا ۴/۸ گرم در لیتر گزارش شد که بیشترین مقدار مطابق نتایج این تحقیق مربوط به تیمار با تنش شدید بوده است [۳۳]. مقدار کارایی مصرف کود در جدول ۶ آورده شده است که بیشترین آن مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم کود و به‌مقدار ۳۰/۶ گرم عملکرد به‌ازای مصرف یک گرم کود نیتروژن است.

عملکرد کمی هم داشتند، که دلیل آن نامتعادل بودن مواد متابولیک است. به عبارتی، در صورت جذب کمتر نیتروژن، سنتز پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه محدود می‌شود و فتوسنتز، رشد و ترکیب شیمیایی بافت‌های گیاهی تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۳۶]. همچنین وقتی مقدار نیتروژن از حد مشخصی فراتر رفت، عملکرد و اندازه میوه افزایش پیدا نکرد. در مورد گیاه گوجه‌فرنگی نیز کاهش عملکرد با افزایش بیش از حد نیتروژن مشاهده شد [۲۰]. تأثیر متقابل آب و کود سبب افزایش وزن تر میوه شد که در تیمار ۳۰ درصد تخلیه رطوبت و ۱۰۰ میلی‌گرم کود به ۹/۶۹ گرم افزایش یافت. از این‌رو، آبیاری سبب افزایش وزن متوسط میوه می‌شود، درحالی‌که تغذیه نیتروژن بدون آبیاری خلاف آن عمل می‌کند [۲۸]. در بررسی‌ها مشخص شد همه سطوح آبیاری و کاربرد کود موجب افزایش عملکرد می‌شود [۳۸]. همچنین توصیه شد حتی در زمان تنش شدید آب، باید نیتروژن خاک را افزایش داد [۴۲]. مجموعه این گزارش‌ها با نتایج این تحقیق مطابقت می‌کند. البته باید یادآور شد که افزایش همزمان رطوبت خاک و نیتروژن احتمالاً به‌دلیل جذب بیشتر نیتروژن توسط گیاه تأثیر بیشتری بر افزایش عملکرد داشته است. از طرفی می‌توان گفت در شرایط تنش رطوبتی، افزایش کود تا حد

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر تخلیه مجاز رطوبت برخی از خصوصیات اندازه‌گیری شده توت‌فرنگی

تخلیه مجاز رطوبت (درصد)	متوسط طول بوته (سانتی‌متر)	عملکرد کل بوته (گرم)	تعداد میوه (میلی‌متر)	میوه (گرم)	وزن تر تک‌میوه (گرم)	وزن خشک تک‌میوه (گرم)	مقدار آب آبیاری در هر گلدان (لیتر)	بهره‌وری آب (لیتر/گرم)
۳۰	۱۲/۸۲ ^a	۵۷/۶۴ ^a	۱۱/۲۰ ^a	۱۸/۲۹ ^a	۹/۱۷۰ ^a	۱/۰۶۵ ^a	۲۲	۴/۷ ^b
۵۰	۱۱/۶۷ ^b	۴۷/۸۴ ^b	۹/۷۱ ^b	۱۵/۹۳ ^b	۷/۵۹۸ ^b	۰/۸۵۵۸ ^b	۱۵	۴/۹ ^b
۷۰	۱۰/۵۳ ^c	۳۹/۰۷ ^c	۸/۶۴ ^c	۱۳/۰۴ ^c	۶/۵۵۴ ^c	۰/۷۲۸۷ ^c	۱۰	۵/۷ ^a

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۴ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۳

تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نیتروژن در شرایط گلدانی بر برخی خصوصیات گیاه توت‌فرنگی رقم سلوا

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر کود نیتروژن برخی از خصوصیات اندازه‌گیری شده توت‌فرنگی

کود نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک خشک)	متوسط طول بوته (سانتی‌متر)	عملکرد کل بوته (گرم)	تعداد میوه	قطر بزرگ‌ترین میوه (میلی‌متر)	وزن تر تک‌میوه (گرم)	وزن خشک تک‌میوه (گرم)	مقدار کود مصرفی در هر گلدان (گرم)	کارایی مصرف کود (گرم کود/گرم عملکرد)
۰	۱۱/۲۰ ^c	۴۴/۶۲ ^c	۹/۴۴ ^c	۱۴/۹۳ ^c	۷/۳۳ ^c	۰/۸۳۴ ^b	۰	---
۱۰۰	۱۲/۲۲ ^a	۵۱/۶۹ ^a	۱۰/۳۳ ^a	۱۶/۸۲ ^a	۸/۱۸ ^a	۰/۹۱۶ ^a	۰/۵	۳۰/۶
۱۵۰	۱۱/۶۰ ^b	۴۸/۲۴ ^b	۹/۷۸ ^b	۱۵/۵۱ ^b	۷/۸۱ ^b	۰/۹۰ ^a	۰/۷۵	۹/۷

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر کود نیتروژن و تخلیه مجاز رطوبت برخی از خصوصیات اندازه‌گیری شده توت‌فرنگی

تخلیه مجاز رطوبت (درصد)	مقادیر نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک خشک)	متوسط طول بوته (سانتی‌متر)	عملکرد کل بوته (گرم)	تعداد میوه	قطر بزرگ‌ترین میوه (میلی‌متر)	وزن تر تک‌میوه (گرم)	وزن خشک تک‌میوه (گرم)
۰	۱۲/۲۷ ^c	۵۳/۰۰ ^c	۱۱/۷۳ ^a	۱۰/۷۳ ^c	۱۷/۴۷ ^b	۸/۵۳ ^c	۱/۰۱ ^b
۳۰	۱۳/۴۰ ^a	۶۱/۷۳ ^a	۱۱/۱۳ ^b	۱۱/۷۳ ^a	۱۹/۰۷ ^a	۹/۶۹ ^a	۱/۰۸ ^a
۱۵۰	۱۲/۸۰ ^b	۵۸/۲۰ ^b	۱۱/۱۳ ^b	۱۱/۱۳ ^b	۱۸/۳۳ ^{ab}	۹/۲۹ ^b	۱/۱۱ ^a
۰	۱۱/۲۰ ^c	۴۴/۳۳ ^f	۹/۲۷ ^{ef}	۹/۲۷ ^{ef}	۱۴/۸۰ ^c	۷/۲۰ ^f	۰/۸۰ ^d
۵۰	۱۲/۲۰ ^c	۵۱/۴۰ ^d	۱۰/۲۷ ^d	۱۰/۲۷ ^d	۱۷/۶۷ ^b	۸/۰۱ ^d	۰/۹۲ ^c
۱۵۰	۱۱/۶۰ ^d	۴۷/۸۰ ^e	۹/۶۰ ^e	۹/۶۰ ^e	۱۵/۳۳ ^c	۷/۵۸ ^e	۰/۸۶ ^c
۰	۱۰/۱۳ ^f	۳۶/۵۳ ⁱ	۸/۳۳ ^g	۸/۳۳ ^g	۱۲/۵۳ ^e	۶/۲۵ ⁱ	۰/۷۰ ^f
۵۰	۱۱/۰۷ ^e	۴۱/۹۳ ^g	۹/۰۰ ^f	۹/۰۰ ^f	۱۳/۷۳ ^d	۶/۸۴ ^g	۰/۷۶ ^{de}
۱۵۰	۱۰/۴۰ ^f	۳۸/۷۳ ^h	۸/۶۰ ^g	۸/۶۰ ^g	۱۲/۸۷ ^{de}	۶/۵۷ ^h	۰/۷۳ ^{ef}

منابع

۱. پاپری مقدم‌فردا. و بحرانی م ج (۱۳۸۴) تأثیر کاربرد نیتروژن و تراکم بوته بر برخی ویژگی‌های زراعی کنگد. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۶(۱): ۱۲۹-۱۳۵.
۲. سلاح ورزی ی،، تهرانی‌فر ع،، گرانچیان ع. و آروبی ح (۱۳۸۸) بررسی پاسخ گراس‌های بومی و وارداتی در چگونگی اجتناب از تنش خشکی. مجله علوم و فنون باغبانی. ۹: ۱۹۳-۲۰۴.
۳. شعبان م، منصور یفر س،، قبادی م،، و اشرفی پارچین ر. اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر خصوصیات ریشه و عملکرد چهار ژنوتیپ نخود (*Cicer arietinum* L.) مجله به زراعی نهال و بذر (۲۷): ۴۵۱-۴۷۰.
۴. عبادی ع،، توبه ا، کربلایی خیایوی ح. و خدادوست ز (۱۳۸۵) بررسی تاثیر مصرف نیتروژن در شرایط کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا، پژوهش و سازندگی (زراعت و باغبانی). ۱۹(۲): ۵۱-۵۷.

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۴ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۳

۵. عباس زاده ب.، شریفی عاشورآبادی ا.، اردکانی م ر.، علی آبادی فراهانی ح. و علیزاده سهزایی ع (۱۳۸۶) تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنجبویه. مجموعه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران، گرگان، ایران.
۶. علیزاده ا (۱۳۷۸) رابطه آب و خاک و گیاه. دانشگاه اما رضا مشهد. ۳۵۳ صفحه.
۷. فولادمنند ح.، نیازی ج.، کشاورزی شیرازی ه. و جوکار ل (۱۳۸۵) اثر متقابل مقادیر مختلف آبیاری و ازت بر عملکرد گندم. مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی. ۱۲(۴): ۷۷۹-۷۸۶.
۸. قاسمی م. و خوشخوی م (۱۳۸۶) اثر پلیمر ابرجاذب بر دور آبیاری و رشد و نمو گیاه داودی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۸(۲): ۶۵-۸۲.
۹. مجیدیان م.، فلاوند ا.، کریمیان ن. و کامگار حقیقی ع (۱۳۸۷) تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن، کود دامی و آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. ۱ (۲): ۶۷-۸۵.
۱۰. ملکوتی م ج (۱۳۷۵) کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی. ۲۷۹ صفحه.
۱۱. موسوی ف.، اخوان س (۱۳۸۶) اصول آبیاری. نشر کنکاش اصفهان. ۴۱۴ صفحه.
۱۲. نجف پور نوایی م (۱۳۷۹) بررسی اثر کود شیمیایی نیتروژن و فسفر بر عملکرد بذر گیاه شایبزرک. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۶: ۳-۱۲.
۱۳. ولوآبادی ع ر.، یوسفی ف. و شیرانی اح (۱۳۸۹) تأثیر قطع آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر برخی از صفات زراعی گیاه داروئی کرچک. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۶(۱): ۹۹-۱۱۰.
14. Albregts EE and Howard CM (1986) Response of strawberries to soil and foliar fertilizer rates. HortScience 21: 1140-1142.
15. Amanullah K, Marwat B, Shah P, Maula N and Arifullah S (2009) Nitrogen levels and its time of application influence leaf area, height and biomass of maize planted at low and high density. Pak. J. Bot. 41(2): 761-768.
16. Bielinski S and Craig C (2009) Influence of Nitrogen Fertilization Rates on the Performance of Strawberry Cultivars. International Journal of Fruit Science. 9:126-135.
17. Blatt CR (1984) Irrigation, mulch, and double row planting related to fruit size and yield of 'Bounty' strawberry. HortScience. 19: 826-827.
18. Cain ML (1994) Consequences of foraging in clonal plant species. Ecology. 75: 933-944.
19. Carlone MR and Russell WA (1987) Response to plant densities and nitrogen levels for four maize cultivars from different areas of breeding. Cropscience. 27:465-470.
20. Dangler JM and Locascio SJ (1990) Yield of trickle - irrigated tomatoes as affected by time of N & K application. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 585 -589.
21. Darnell RL and Stutte GW (2001) Nitrate concentration effects on NO₃- N uptake and reduction, growth, and fruit yield in strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125: 560-3
22. Ganmore-Neumann R and Kafkafi U (1985) The effect of root temperature and nitrate/ ammonium ratio on strawberry plants. II. Nitrogen uptake, mineral ions, and carboxylate concentration. Agron. J. 77: 835-840

23. Ghooshchi F, Seilsepour M and Jafari P (2008) Effects of water stress on yield and some agronomic traits of maize [SC 301]. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 4(3): 302-305.
24. Hancock JF, Sjulim TM and Lobos GA (2008) Temperate Fruit Crop Breeding. Wageningen, the Netherlands. pp 393-437.
25. Hosseini NM, Palta JA, Berger JD and Siddique KH (2009) Sowing soil water content effects on chickpea (*Cicer arietinum* L.): Seedling emergence and early growth interaction with genotype and seed size. Agric. Water Manag. 96: 1732-1736.
26. Huang B and Fu J (2001) Growth and physiological responses of tall fescue to surface soil drying. Intl. Turfgrass Soc. Res. J. 9: 291-296.
27. Huang M, Calich J and Zhong L (2004) Water-yield relationships and optimal water management for winter wheat in the loes plateau of china. Irrig. Sci. 23: 47-54.
28. Kaniszewski S, Elkner K and Rumpl J (1987) Effect of nitrogen fertilization & irrigation on yield, nitrogen status in plant & quality of fruits of direct seeded tomatoes. Acta. Hort. 200: 195 – 202.
29. Klamkowski K and Treder W (2006) Morphological and physiological responses of strawberry plants to water stress. Agriculturae Conspectus Scientificus. 71: 159-165.
30. Klamkowski K and Treder W (2008) Response to drought stress of three strawberry cultivares grown under greenhouse conditions. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 16: 179-188.
31. Kruger E, Schmidt G and Bbrukner U (1999) Scheduling strawberry irrigation based upon tensiometer measurement and a climatic water balance model. Scientia Horticulturae. 81: 409-429.
32. Lamarre M and Lareau MJ (1997) Influence of nitrogen, potassium and magnesium fertilization on day-neutral strawberries in Quebec. Acta Hort. 439: 701-704
33. Liu F, Savic S, Jensen CR, Shahnazari A, Jacobsen SE, Stikic R and Andersen M N (2007) Water relations and yield of lysimeter-grown strawberries under limited irrigation. Scientia Horticulturae. 11: 128-132.
34. Michele A., Douglas T and Frank A (2009) The effects of clipping and soil moisture on leaf and root morphology and root respiration in two temperate and two tropical grasses. Plant Ecology. 200: 205-215.
35. Muchow RC and Davis R (1988) Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum In a semi-arid tropical environment. II Radiation interception and biomass accumulation. Field crops res. 18: 17-30.
36. Nestby R, Lieten F, Pivot D, Raynal-Lacroix C and Tagliavini M (2005) Influence of mineral nutrients on strawberry fruit quality and their accumulation in plant organs: A review. Intl. J. Fruit Sci. 5: 141-158.
37. Nielsen DC and Nelson NO (1998) Black bean sensitivity to water stress at various stage. Crop Sci. 38: 422-427.
38. Onken AB, Wendt CW, Payne WA and Drew MC (1992) Soil phosphorus availability and pearl millet water use efficiency. Crop Science 32: 1010-1015.
39. Ovverman R, Wilson DM and Vidack W (1995) Extended probability model for dry matter and nutrient accumulation by crops. journal of plant Nutrition. 18:2609-2627.
40. Papadopoulos I (1987) Nitrogen fertigation of greenhouse-grown strawberries. Fert. Res. 13: 269-276.

41. Pawar VS, Patit PO, Dahiwalker SD and Magar SS (1992) Effect of irrigation schedule based on critical growth stages on yield, quality and water use of chickpea (*Cicer arietinum* L.) on Vertis. *Indian J. Agric. Sci.* 62: 402–404
42. Prasertsak A and Fukai S (1997) Nitrogen availability and water stress interaction on rice growth and yield. *Field Crops Research.* 52:249-26.
43. Radford PJ (1967) Growth analysis formulae—Their use and abuse. *Crop Sci.* 7:171-175 .3.
44. Rahmani N, Valadabadi SA, Daneshian J and Bigdeli M (2008) The effects of water deficit stress and nitrogen on oil yield of *Calendula officinalis* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(1): 101-108.
45. Serrano L, Carbonell X, Save R, Marfa O, and Penulas J (1992) Effects of irrigation regimes on the yield and water use of strawberry. *Irrigation Sci.* 13: 45-48.
46. Stern RAJ, Vandermerwe M, Laker C and Shainberg I (1992) Effect of soil surface treatments of runoff and wheat yields under irrigation. *Agron. J.* 84: 114-119.
47. Stoll M, Loveys B and Dry P (2000) Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *Environmental and Experimental Botany.* 51: 1627-1634.
48. Thomas J, Tworzoskia B, Thomas E, Benassi B and Takeda F (2001) The effect of nitrogen on stolon and ramet growth in four genotypes of *Fragaria chiloensis* L. *Scientia Horticulturae.* 88: 97-106.
49. Wang Z, Rui Y, Shen J and Zhang F (2008) Effects of N fertilizer on root growth in *Zea mays* L. seedlings, *Spanish Journal of Agricultural Research.* 6(4): 677-682.
50. Yuan BZ, Sun J and Nishiyama S (2004) Effect of drip irrigation on strawberry growth and yield inside a plastic greenhouse. *Biosyst. Eng.* 87: 237–245.