نشریه علمی پژوهش‌های خاک / الف / جلد 36 / شماره 1 / 1401
Archive of SID

ارزیابی اثر مدیریت‌های مختلف مصرف نیتروژن بر عملکرد و برخی از ویژگی‌های کیفی توت فرنگی رقم کوئین الیزا

محمدحسین سدری[1] و فرهاد کرمی

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران؛ **Sedri_mh@yahoo.com**

استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران؛ **farhad.karami@gmail.com**

دریافت: **1400/8/22** و پذیرش: **1401/2/21**

چکیده

به منظور ارزیابی اثر مقدار نیتروژن و زمان‌های مصرف بر عملکرد و برخی از ویژگی‌های کیفی توت فرنگی رقم *کوئین الیزا* در سامانه کشت چند ساله، آزمایشی مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقاتی گریزه شهرستان سنندج از سال 1396 لغایت 1398 اجرا شد. تیمارهای آزمایش، شامل چهار سطح N_0، N_{50}، N_{100} و N_{150} (کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) از منبع کودی اوره و چهار زمان مصرف T_1-کل نیتروژن در بهار (دو هفته قبل از گل‌دهی)، T_2–کل نیتروژن در بهار (یک روز پس از آخرین چین برداشت)، T_3-کل نیتروژن در ابتدای شهریور ماه و T_4- نیتروژن در سه تقسیط مساوی در زمان‌های T_1، T_2 و T_3) در سه تکرار به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال بر عملکرد، TSS، pH اسیدیته، ماده خشک میوه معنی‌دار بود ($p< 0/01$). اثرات اصلی سطوح نیتروژن و زمان مصرف بر عملکرد، ماده خشک و TSS معنی‌دار بود ($p< 0/01$)، اثر متقابل سال و زمان مصرف بر عملکرد میوه معنی‌دار بود($p< 0/01$)، اثر متقابل زمان مصرف و سطوح نیتروژن بر عملکرد و ماده خشک و TSS میوه معنی‌دار بود ($p< 0/05$)، بیشترین عملکرد در تیمار N_{150} و زمان مصرف T_4 به میزان 629 گرم در بوته به دست آمد و پس از آن، تیمارهای T_3 N_{150}، T_4 N_{100} و T_3 N_{100}، به ترتیب بیشترین عملکرد را نشان دادند، در حالی‌که عملکرد در تیمارهای N_{150} و N_{100} در زمان T_2، نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. اثرات اصلی زمان مصرف نیتروژن بر شاخص کلروفیل و غلظت نیتروژن برگ، معنی‌دار بود ($p< 0/01$)، با افزایش مصرف نیتروژن، غلظت نیتروژن در برگ، به طور صعودی، افزایش یافت. بین غلظت نیتروژن در برگ و شاخص کلروفیل برگ، همبستگی مثبت و قوی وجود داشت. سطوح نیتروژن و زمان مصرف، موجب افزایش معنی‌دار ($p< 0/05$) ماده خشک و درجه بریکس (TSS) میوه شد و بر اسیدیته‌کل و pH میوه تاثیر نداشت. تیمار N_{100} در زمان T_4، بیشترین عملکرد میوه، ماده خشک و درجه بریکس میوه را داشت.

واژه‌های کلیدی: اوره، زمان مصرف کود، خصوصیات میوه

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: سنندج، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، بخش تحقیقات خاک و آب

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

توت‌فرنگی به دلیل مزیت‌های نسبی فراوان، از مهمترین میوه‌های دانه ریز در سراسر جهان است. ارزش غذایی فوق العاده توت‌فرنگی و اهمیت مصرف آن در حوزه سلامت، باعث شده است تا مصرف سرانه توت فرنگی در دنیا بویژه در کشورهای توسعه یافته، رشد فزاینده‌ای داشته باشد (سیمپسون، 2018). بیشترین سطح زیر کشت توت فرنگی در کشور ایران، متعلق به استان کردستان با سطح 3400 هکتـار است. نیتروژن یکی از عناصر اصلی و ضروری برای رشد گیاه می‌باشد و از بین عناصر تغذیه‌ای، مهمترین عنصر معدنی است که در تعیین عملکرد و کیفیت میوه دخالت دارد. نیتروژن، عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در محصولات زراعی می‌باشد. نیتروژن در گیاهان، بالاترین غلظت را داشته و گلوگاه رشد است و نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد؛ به‌طوری‌که کمبود آن، بیش از سایر عناصر غذایی، عملکرد را محدود می‌کند. مهمترین روش تأمین نیتروژن مورد نیاز محصولات کشاورزی، استفاده از کودهای نیتروژنی است. علاوه بر این، برای تولید اقتصادی محصولات مختلف کشاورزی و تأمین نیاز غذایی جامعه، مدیریت نیتروژن، از اولویت ویژه‌ای، برخوردار است. بنابراین استفاده مناسب از کودهای نیتروژنی برای افزایش تولید محصول و افزایش کارآیی نیتروژن، از مهمترین مباحث روز است (ملکوتی و همایی، 1373).

افزایش جمعیت دنیا، باعث افزایش تقاضای مواد غذایی شده و از طرف دیگر، ورود بیش از حد نیتروژن به آب، یکی از مشکلات زیست‌محیطی به شمار می‌آید. به کارگیری روش‌های جدید مدیریتی که بر اساس افزایش کارایی نیتروژن و آب استوار باشد، می‌تواند علاوه بر افزایش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی، سبب ارتقاء سطح سلامت جامعه شود و در این بین، انتخاب نوع، مقدار و زمان مصرف صحیح کود، می‌تواند در افزایش کارایی بسیار مؤثر باشد. در مطالعات تغذیه‌ای بررسی اثر زمـان و سـطوح مختـلف مصـرف کـود نیتروژنی بر روی توت‌فرنگی، نتایج گوناگونی گزارش شده، که این تناقض در نتایج، عمدتاً به دلیل وجود تفاوت در کودپذیری ارقام مختلف توت‌فرنگی، اختلاف در سیستم کاشت، روش و زمان مصرف کود نیتروژنی و نوع خاک بوده است. در تحقیقی، مشاهده شد بوته‌های توت‌فرنگی رقم "*الان*" که در پاییز کود نیتروژن دریافت کرده بودند، نسبت به بوته-های شاهد تعداد گل‌آذین و گل بیشتری داشتند. همچنین بوته‌هایی که هم در پاییز و هم در بهار، کود نیتروژن دریافت کرده بودند، نسبت به بوته‌هایی که فقط در بهار، کود نیتروژن دریافت کرده بودند، تعداد گل بیشتری داشتند (دورنر، 2017). در تحقیقی دیگر، اثر سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی توت‌فرنگی رقم "*پاروس*" را مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این محققان، نشان داد که سطوح مختلف نیتروژن، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد، درصد ماده خشک و TSS دارد و بیشترین عملکرد با مصرف 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمده بود (عینی‌زاده و شکوهیان، 2018).

در تحقیقی مشخص شد که توت‌فرنگی رقم "*چندلر*"، در سیستم کاشت سالانه، با مصرف تقسیطی کود نیتروژنی در بهار و پاییز، بالاترین عملکرد را داشته است (مینر و همکاران، 1997). در تحقیقی دیگر گزارش شد که مصرف کود نیتروژنی در بهار و در فصل میوه‌دهی، نسبت به مصرف کود پس از مرحله برداشت میوه، ارجحیت دارد (هارت و همکاران، 2000). در مکزیک مصرف کود نیتروژنی، برای تولید بهینه توت‌فرنگی، به میزان 597 کیلوگرم در هکتار در مراحل مختلف رشد (بصورت تقسیطی) توصیه شده که این میزان، حدود دو و نیم برابر عرف محلی مصرف کود نیتروژنی است (کاردیناس و همکاران، 2004). در آرژانتین محققین گزارش نمودند که با افزایش مصرف نیتروژن در رقم توت‌فرنگی "*چاندلر*" تا سطح مصرف 53 پوند در ایکر (معادل 59 کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، وزن میوه و تعداد میوه توت‌فرنگی افزایش یافت، اما با افزایش سطح

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف کود نیتروژنی، عملکرد میوه توت‌فرنگی کاهش پیدا کرده بود (گاریگیلیو و همکاران، 2000). افزایش مقادیر مصرف کود نیتروژنی، موجب افزایش اسیدیته میوه و کاهش قند توت‌فرنگی شده بود (بیلینسکی و چاندلر، 2009). در تحقیقی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر رشد رویشی و عملکرد توت-فرنگی بررسی شد. نتایج این محققین نشان داد که مصرف بیش از حد نیتروژن، موجب کاهش عملکرد می‌شود (چاندراموهان‌ردی و گویال،2020). نتایج تحقیقی مشخص نمود که مصرف کود نیتروژن در اوایل مرحله رشد، تأثیر بسیار معنی‌داری بر عملکرد توت‌فرنگی دارد (آجیهارا و همکاران، 2021). این پژوهش، با هدف تعیین مناسب‌ترین زمان مصرف و بهترین سطح کود نیتروژنی، برای دستیابی به بالاترین عملکرد و ارتقاء ویژگی‌های کیفی میوه توت فرنگی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر زمان مصرف و سطوح مختلف نیتروژن بر ویژگی‌های کمی و کیفی توت‌فرنگی رقم "*کوئین الیز*" در سیستم برداشت چند ساله، آزمایشی مزرعه‌ای با چهار سطح نیتروژن صفر، 50، 100 و 150 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کودی اوره و چهار زمان مصرف T1- مصرف کل نیتروژن در بهار (دو هفته قبل از گل‌دهی)، T2– مصرف کل نیتروژن در بهار (یک روز پس از آخرین چین برداشت)، T3– مصرف کل نیتروژن در ابتدای شهریور ماه، T4– مصرف نیتروژن در سه تقسیط مساوی در زمان‌های T1، T2 و T3 در سه تکرار، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در ایستگاه تحقیقاتی گریزه از فروردین 1396 (به عنوان سال کاشت) لغایت 1398 به مدت 2/5 سال اجرا شد.

ایستگاه گریزه با مختصات طول جغرافیایی ′01 و °47 و عرض جغرافیایی ′16 و °35 در ارتفاع 1400 متری از سطح دریا 1400 در فاصله 5 کیلومتری از شرق شهرستان سنندج قرار دارد. متوسط بارندگی سالیانه این ایستگاه، نیز 486/1 میلی‌متر است. به منظور اجرای تحقیق، قطعه زمینی به مساحت 24 × 20 مترمربع، انتخاب شد. عملیات خاک‌ورزی بر روی قطعه زمین، شامل شخم عمیق و دیسک متقاطع در دو جهت انجام شد. پس از گونیا کردن، متراژ، میخ‌کوبی و طناب‌کشی، قطعه زمین به کرت‌هایی به ابعاد (طول240 سانتی‌متر و عرض270 سانتی‌متر)، تقسیم شد. بین تیمارها و تکرارها، یک متر فاصله، در نظرگرفته شد. در هرکرت، 3 پشته با عرض 50 سانتی‌متر و عرض‌جوی30 سانتی‌متر، به طور دستی، طراحی و ایجاد شد. برای بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیائی خاک محل اجرای آزمایش، قبل از اجرا تحقیق و اعمال تیمارهای کودی، از هر تکرار، 16 نمونه ساده از عمق 30-0 سانتیمتری خاک تهیه و فاکتورهای کربنات‌کلسیم معادل خاک با روش تیتراسیون، pH خاک (با روش گل اشباع و قرائت به وسیله الکترود شیشه‌ای)، کربن آلی (با روش دی‌کرومات پتاسیم)، پتاسیم قابل جذب (با روش استات آمونیوم)، نیتروژن (با روش کجلدال)، فسفر (با روش اولسن)، هدایت اکتریکی خاک (با روش عصاره اشباع و اندازه‌گیری با دستگاه هدایت سنج)، مس، منگنز و روی قابل جذب با عصاره‌گیر DTPA و قرات به وسیله دستگاه جذب اتمی مدل (روش لیندزی و نورول، 1978) و بور (با روش آب داغ و قرائت با دستگاه اسپکتروفتومتر) تعیین شد (علی‌احیایی، 1373).

در اوایل بهار، تعداد 1200 نشاء توت فرنگی از رقم غالب منطقه (رقم *کوئین الیزا*)، برای کاشت به محل اجرای آزمایش منتقل شد. نشاءهای توت فرنگی، در سه ردیف بر روی پشته‌ها به فاصله کشت 30 سانتی‌متر کشت شدند و سپس سیستم آبیاری قطره‌ای در سطح کرت‌های آزمایش طراحی و اجرا شد. عملیات وجین علف هرز، حذف رانرها (ساقه‌های رونده) و سایر مراقبت‌های ویژه در طول فصل رشد بوته‌ها، از زمان استقرار بوته‌ها و به-طور مستمر در بهار و تابستان هر دو سال انجام گرفت. در سال استقرار بوته‌های توت‌فرنگی، میزان کود فسفره

www.SID.ir

Archive of SID

مورد نیاز بر اساس آزمون خاک تعیین و کود سوپرفسفات تریپـل در سطح تمام کرت‌ها درز کنار ردیف های کشت، با روش نواری توزیع و به زیر خاک (با فاصله 5 سانتی-متری از بوته و در عمق 8 سانتی‌متری خاک) برده شد. به منظور مصرف کود نیتروژنی، میزان کود اوره مورد نیاز برای هر کرت محاسبه و سپس کود اوره هرکرت، در آزمایشگاه توزین و در اوایل تیر ماه، اوایل شهریور ماه، بهار سال بعد (دو هفته قبل از گل‌دهی) و تابستان سال بعد (پس از پایان برداشت میوه) به وسیله فوکا، مطابق نقشه آزمایش، به صورت نواری با فاصله 5 سانتی‌متر از بوته و در عمق 8 سانتی‌متری خاک، جایگذاری شد. با هدف تعیین غلظت نیتروژن در برگ گیاه، در مرحله گل-دهی (جونز و همکاران، 1991)،

از هرکرت، 100 گرم نمونه برگ، تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. برداشت میوه به فاصله هر 3 روز یک بار، انجام شد. به منظور تعیین ویژگی کیفی میوه، از هر کرت، 20 عدد میوه تهیه شد. برای تعیین شاخص کلروفیل با دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD[1])، به طور تصادفی، 10 قرائت از برگ‌های میانی توت فرنگی (جونز و همکاران، 1991)، در سطح هر کرت انجام شد. در آزمایشگاه شستشوی نمونه‌های میوه در دو مرحله متوالی با آب معمولی و آب مقطر انجام و سپس نمونه‌ها در شرایط آزمایشگاه، هوا خشک شدند. در آزمایشگاه از نمونه‌های میوه، تعدادی حبه توت فرنگی، به طور تصادفی انتخاب و سپس میوه‌ها در درون دستگاه مخلوط‌کن ریخته شد. پس از تهیه عصاره یکنواخت میوه، میزان مواد جامد محلول یا درجه بریکس میوه (TSS[2]) با دستگاه رفراکتومتر (مدل ATAGO، ساخت ژاپن) و بر اساس پروتکل شماره 932.14C (AOAC، 2000) قرائت شد. برای اندازه‌گیری درصد ماده خشک میوه، از هرکرت آزمایش، ده عدد حبه توت فرنگی، توزین و توسط چاقو برش داده شدند. میوه‌ها به مدت 48 ساعت در آون (دمای 70 درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند و سپس میوه‌های خشک شده، توزین و با محاسبه اختلاف وزن نمونه‌های تازه و خشک، درصد ماده خشک میوه در هر کرت تعیین شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته میوه، پس از تهیه نمونه میوه در مراحل دوم، سوم و چهارم برداشت میوه، تعدادی حبه توت‌فرنگی در ظرف مخلوط‌کن ریخته شد. پس از تهیه عصاره یکنواخت، اسیدیته قابل تیتراسیون میوه، با روش تیتراسیون، به کمک سود 0/1 نرمال، بر اساس حجم سود مصرفی، اسیدیته میوه تعیین شد (فولکی و فرانسیس، 1968). برای اندازه‌گیری pH میوه در هر مرحله از برداشت میوه، تعدادی حبه توت‌فرنگی، به طور تصادفی در ظرف مخلوط‌کن ریخته شد. پس از تهیه عصاره یکنواخت میوه، با دستگاه pH متر، pH میوه قرائت و در فرم یادداشت‌برداری ثبت شد (او آی وی، 2021). در مرحله گل‌دهی، مطابق استاندارد نمونه‌گیری، از سطح هرکرت آزمایشی، به طور تصادفی، حدود 100 گرم نمونه برگ تهیه شد.

سپس نمونه برگ‌ها در آزمایشگاه، با آب معمولی و آب مقطر در دو مرحله شستشو و در شرایط دمای آزمایشگاه، هوا خشک شدند. پس از این مرحله، نمونه برگ‌ها در پاکت کاغذی، بسته بندی و به مدت 48 ساعت در آون (در دمای 70 درجه سانتیگراد) قرار داده شدند. پس از خارج کردن نمونه‌ها از آون، نمونه برگ‌ها با دستگاه آسیاب مخصوص، پودر شده و سپس در ظروف کوچک، برای انجام آنالیز غلظت نیتروژن، نگهداری و سپس غلظت نیتروژن نمونه‌های برگ توت‌فرنگی در تیمارهای مختلف پژوهش (48 کرت)، با روش کجلدال، اندازه‌گیری شدند. در نهایت پس از جمع آوری داده‌ها و اطلاعات مربوط به فاکتورهای مورد بررسی، به کمک نرم افـزار آماری SPSS و Mstat-C جدول تجزیه واریانس محاسبه و مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش، با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

1. Soil Plant Analysis Development (SPAD) chlorophyll meter
2. Total soluble solids

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش

نتایج تجزیه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی سه نمونه خاک (عمق30-0 سانتیمتری)، از سه تکرار مربوط به محل اجرای آزمایش در ایستگاه گریزه، نشان دهنده آن بود که آهک در حد پایین، pH خاک قلیایی، بافت خاک رسی و فاقد مشکل شوری بود. ماده‌آلی و نیتروژن خاک در حد مطلوب، غلظت فسفر قابل جذب خاک، کمتر از حد بحرانی فسفر (حد بحرانی فسفر در خاک 15 میلی‌گرم در کیلوگرم)، پتاسیم قابل جذب، بالاتر از حد بحرانی پتاسیم (حد بحرانی پتاسیم در خاک250 میلی‌گرم در کیلوگرم)، میانگین غلظت آهن قابل جذب (عصاره-گیری با DTPA) به میزان 6/73 میلی‌گرم در کیلوگرم، بالاتر از حد بحرانی آهن (حد بحرانی آهن در خاک 4/68 میلی‌گرم در کیلوگرم)، غلظت روی قابل جذب (عصاره-گیری با DTPA) به میزان 1 میلی‌گرم در کیلوگرم، بالاتر از حد بحرانی روی (حد بحرانی روی در خاک 0/67 میلی‌گرم در کیلوگرم) و غلظت منگنز و مس قابل جذب خاک (عصاره‌گیری با DTPA) بالاتر از حد بحرانی (ملکوتی و غیبی، 1379) بود (جدول1).

نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای آزمایش بر عملکرد میوه و برخی از ویژگی‌های کیفی میوه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر اصلی سال بر عملکرد میوه، درجه بریکس (TSS)، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون و ماده خشک میوه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثرات اصلی زمان مصرف و سطوح نیتروژن بر عملکرد میوه، ماده خشک و TSS میوه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل سال و زمان مصرف بر عملکرد میوه در سطح آماری یک درصد معنی-دار بود. اثر متقابل زمان مصرف و سطوح نیتروژن بر عملکرد میوه در سطح آماری پنج درصد و بر ماده خشک و TSS میوه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل سال، زمان مصرف و سطوح نیتروژن بر عملکرد میوه، TSS، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون و ماده خشک میوه در هیچکدام از سطوح آماری معنی‌دار نبود (جدول2).

نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای آزمایش بر غلظت نیتروژن و شاخص کلروفیل برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب، مشخص شد که اثرات اصلی سال، زمان مصرف و سطوح نیتروژن بر غلظت نیتروژن و شاخص کلروفیل برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل سال و سطوح نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و بر غلظت نیتروژن در برگ معنی‌دار نشد. اثر متقابل زمان مصرف و سطوح نیتروژن بر غلظت نیتروژن و شاخص کلروفیل برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود. (جدول 2)

مقایسه میانگین عملکرد میوه، TSS، pH، اسیدیته و ماده خشک میوه در سال‌های آزمایش

میانگین عملکرد میوه، درجه بریکس (TSS)، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون و ماده خشک میوه در سال دوم نسبت به سال اول، به ترتیب به میزان 753 گرم در بوته افزایش، 0/5 واحد افزایش، 0/62 واحد کاهش، 77 گرم در لیتر کاهش و 0/69 درصد افزایش نشان دادند که این تغییرات در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود (جدول 3).

اثر سطوح مختلف نیتروژن بر میانگین عملکرد و سایر صفات مورد ارزیابی

مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد میوه نشان داد که تیمارهای N50، N100 و N150 نسبت به شاهد (بدون مصرف نیتروژن)، به ترتیب به میزان 73، 121 و 146 گرم در بوته افزایش داشتند که این اختلاف، فقط برای تیمارهای N100 و N150 معنی‌دار ($p< 0/05$) بود و هر دو سطح نیتروژن در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول 4).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 1- ویژگی‌های خاک مورد مطالعه قبل از اجرای آزمایش در عمق 30-0 سانتیمتری

شماره نمونه	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	واکنش خاک	درصد اشباع	کربن آلی	کربنات کلسیم معادل	رس	سیلت	شن
				(درصد)				
1	0/45	7/94	49/64	1/23	12	42	34	24
2	0/45	7/91	49/06	1/12	12	44	34	22
3	0/48	7/91	48/83	1/06	11/25	46	34	22

شماره نمونه	نیترات	آمونیوم	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس
			(میلی‌گرم در کیلوگرم)					
1	7/2	4/6	10/96	431	7/6	13/6	1/1	2/3
2	5/4	4/9	7/46	384	6/4	17/5	1/2	2/0
3	5/9	4/2	10/96	394	6/2	15/1	0/7	1/7

جدول 2- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای آزمایش بر عملکرد میوه، TSS، pH، اسیدیته و ماده خشک میوه، نیتروژن برگ و شاخص کلروفیل برگ در دو سال آزمایش

منابع تغییر	میانگین مربعات							
	درجه آزادی	عملکرد	pH	TSS	اسیدیته قابل تیتراسیون	ماده خشک	نیتروژن برگ	شاخص کلروفیل
سال (Y)	1	13608969/010**	9/488*	5/777**	143376/042**	11/296**	0/229**	1/125**
خطای A (Y* R)	4	1/042	0/605	0/123	2223/958	0/006	0/000	0/006
زمان مصرف (A)	3	58231/538**	0/498 ns	28/776**	3953/819 ns	94/172**	0/800**	12/309**
اثر متقابل Y* A	3	37150/955**	0/476 ns	0/014 ns	5845/486ns	0/037 ns	0/000 ns	0/001 ns
سطوح نیتروژن (B)	3	98905/733**	0/661 ns	6/747**	1256/597 ns	142/643**	5/850**	89/000**
اثر متقابل Y * B	3	63182/427**	0/652 ns	0/007 ns	5920/486 ns	0/053 ns	0/001 ns	0/008*
اثر متقابل A* B	9	8174/659*	0/627 ns	7/181**	3394/560 ns	65/679**	0/103**	1/633**
اثر متقابل Y*A*B	9	5204/557 ns	0/554 ns	0/006 ns	4715/856 ns	0/025 ns	0/000 ns	0/000 ns
خطای کل آزمایش	60	4108/953	1/587	0/411	4546/181	0/329	0/009	0/003
CV(%)		13/36	39/74	7/60	9/45	4/10	4/92	0/54

** و * به ترتیب نشانه معنی‌دار بودن در سطح آماری یک درصد و پنج درصد و ns، عدم معنی بودن است.

جدول 3– اثر سال بر میانگین عملکرد، TSS، pH، اسیدیته و ماده خشک میوه، نیتروژن برگ و شاخص کلروفیل برگ

سال	شاخص کلروفیل	نیتروژن برگ (%)	ماده خشک (٪)	pH	اسیدیته قابل تیتراسیون	TSS	عملکرد (گرم در بوته)
اول	9/9 b	1/93 b	13/63 b	3/48 a	752 a	8/2 b	103 b
دوم	10/12 a	2/02 a	14/32 a	2/86 b	675 b	8/7 a	856 a
Lsd 5%	0/21	0/08	1/01	2/02	122/31	0/91	13/26

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4- مقایسه میانگین عملکرد، TSS ، ماده خشک میوه، غلظت نیتروژن برگ و شاخص کلروفیل برگ تحت تاثیر سطوح مختلف نیتروژن در دو سال آزمایش

سطوح نیتروژن	شاخص کلروفیل برگ	غلظت نیتروژن برگ (%)	ماده خشک میوه (٪)	TSS میوه	عملکرد (گرم در بوته)
N0	7/28 d	1/27 c	10/33 b	7/704 b	394/8 b
N50	10/09 c	2/02 b	14/92 a	8/402 ab	463/3 ab
N100	11/09 b	2/24 a	15/40 a	8/883 a	515/6 a
N150	11/59 a	2/38 a	15/24 a	8/762 a	540/8 a
Lsd 5%	0/09	0/16	0/967	1/081	108/1

رابطه بین سطوح نیتروژن مصرفی و عملکرد میوه

بین سطوح نیتروژن (N) و عملکرد میوه (Y)، رابطه‌ای از نوع پلی نومیال، با معادله $Y= -1.6707X^2 + 375.36X$ و $R^2=0.90$ برقرار بود. بر اساس رابطه مذکور، بیشترین میزان عملکرد میوه (21083 کیلوگرم در هکتار در 36000 بوته توت فرنگی در هکتار) با مصرف 112 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (معادل 243 کیلوگرم اوره در هکتار) برآورد شده است (شکل 1).

شکل 1- رابطه سطوح نیتروژن مصرفی با عملکرد میوه توت فرنگی

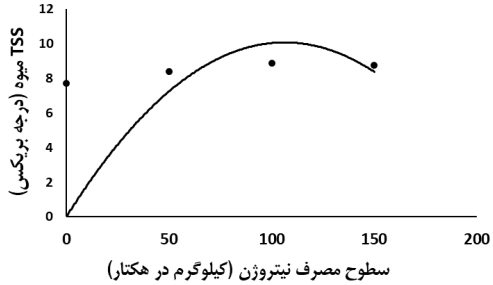
اثر سطوح مختلف نیتروژن بر میانگین ویژگی‌های کیفی میوه

مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن بر TSS میوه نشان داد که سطوح 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به شاهد (بدون مصرف نیتروژن)، به ترتیب به میزان 0/7، 1/18 و 1/06 درجه بریکس افزایش داشتند که این اختلاف فقط برای سطوح 100 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن معنی‌دار ($p< 0/05$) بود و هر دو سطح نیتروژن در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول 4). بین سطوح مختلف مصرف نیتروژن (X) به عنوان متغییر و درجه بریکس میوه توت فرنگی (Y) به عنوان تابع، رابطه‌ای از نوع پلی‌نومیال با معادله $Y = -0.0009X^2 + 0.1895X$ با $R^2 = 0.97$ برقرار بود. در این رابطه با افزایش صعودی سطح مصرف نیتروژن، میزان TSS میوه، به طور صعودی تا سطح N100 افزایش و در سطح N150 کاهش پیدا کرد. با حل این معادله، بیشترین میزان درجه بریکس میوه با مصرف 105 کیلوگرم نیتروژن در هکتار برآورد شد (شکل 2). مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن بر ماده خشک میوه نشان داد که سطوح 50، 100 و 150 کیلوگرم

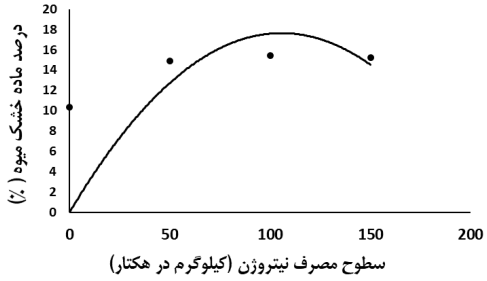
www.SID.ir

Archive of SID

در هکتار نیتروژن نسبت به شاهد (بدون مصرف نیتروژن)، به ترتیب به میزان 4/59، 4/07 و 4/91 درصد افزایش داشتند که این اختلاف برای هر سه سطح 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن معنی‌دار (0/05 >p) بود و هر سه سطح نیتروژن در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول 4). بین سطوح مختلف مصرف نیتروژن (X) به عنوان متغییر و ماده خشک میوه توت فرنگی (Y) به عنوان تابع، رابطه‌ای از نوع پلی‌نومیال با معادله $Y = -0.0016X^2 + 0.3339X$ با $R^2 = 0.96$ برقرار بود. در این رابطه با افزایش صعودی سطح مصرف نیتروژن، میزان ماده خشک میوه، به طور صعودی تا سطح N100 افزایش و در سطح N150 کاهش پیدا کرد. با حل این معادله، بیشترین ماده خشک میوه با مصرف 106 کیلوگرم نیتروژن در هکتار برآورد شد (شکل 3).



شکل 2- رابطه سطوح نیتروژن مصرفی با TSS (درجه بریکس) میوه



شکل 3- رابطه سطوح نیتروژن مصرفی با ماده خشک میوه

اثر سطوح نیتروژن بر میانگین غلظت نیتروژن و شاخص کلروفیل برگ

مقایسه میانگین اثر سطح نیتروژن مصرفی بر غلظت نیتروژن در برگ نشان داد که سطوح 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به شاهد (بدون مصرف نیتروژن)، به ترتیب به میزان 0/75، 0/97 و 1/11 درصد افزایش غلظت نیتروژن برگ داشتند که این اختلاف، نسبت به شاهد برای هر سه سطح 50، 100 و 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، معنی‌دار (0/05 >p) بود (جدول 4). مقایسه میانگین اثر سطح نیتروژن مصرفی بر شاخص کلروفیل برگ نشان داد که سطوح 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به شاهد (بدون مصرف نیتروژن)، به ترتیب به میزان 2/81، 3/81 و 4/31 واحد افزایش داشتند که این اختلاف، نسبت به شاهد برای هر سه سطح 50، 100 و 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، معنی‌دار (0/05 >p) بود (جدول 4).

اثر زمان مصرف نیتروژن بر میانگین عملکرد میوه

مقایسه میانگین‌های اثر زمان مصرف نیتروژن بر عملکرد میوه نشان داد که زمان T4 (مصرف نیتروژن در سه تقسیط مساوی در مراحل T1، T2 و T3) با عملکرد 541 گرم در بوته، نسبت به زمان T2 (کل نیتروژن در بهار یک روز پس از آخرین چین برداشت) با عملکرد 418 گرم در هر بوته، به میزان 110 گرم در بوته، افزایش عملکرد داشتند، که این اختلاف در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود. اما دو زمان T1 (کل نیتروژن در بهار دو هفته قبل از گل‌دهی) و T3 (کل نیتروژن در ابتدای شهریور ماه)، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری در عملکرد میوه نداشتند (جدول 5).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 5- اثر زمان مصرف بر میانگین عملکرد میوه، TSS میوه، ماده خشک میوه، نیتروژن برگ و شاخص کلروفیل برگ در دو سال آزمایش

زمان مصرف	شاخص کلروفیل برگ	نیتروژن برگ (%)	ماده خشک میوه (٪)	TSS میوه	عملکرد میوه (گرم در بوته)
T1	9/47 c	1/81 b	11/39 c	7/12 c	464/3 ab
T2	10/89 a	2/14 a	13/91 b	8/07 bc	417/8 b
T3	9/38 c	1/83 b	14/41 b	8/89 ab	509/3 ab
T3	10/30 b	2/13 a	16/18 a	9/67 a	528/1 a
Lsd 5%	0/09	0/16	0/967	1/081	108/1

T1- مصرف کل نیتروژن در بهار (دو هفته قبل از گل‌دهی)، T2- مصرف کل نیتروژن در بهار یک روز پس از آخرین چین برداشت، T3- مصرف کل نیتروژن در ابتدای شهریور ماه و T4- مصرف نیتروژن در سه تقسیط مساوی در مراحل T1، T2 و T3

جدول 6- اثر متقابل سطوح نیتروژن و زمان مصرف بر میانگین عملکرد میوه، TSS میوه، ماده خشک میوه، نیتروژن برگ و شاخص کلروفیل برگ در دو سال آزمایش

زمان مصرف	سطوح نیتروژن	شاخص کلروفیل برگ	نیتروژن برگ (%)	ماده خشک میوه (٪)	TSS میوه	عملکرد میوه (گرم در بوته)
T1	N0	7/19 l	1/27 h	12/40f	7/70ef	394 d
	N50	9/21 l	1/75 g	14/36 de	8/23 de	451 cd
	N100	10/24 g	1/95 ef	10/32 g	6/73 fg	506 abcd
	N150	11/24 d	2/25 cd	8/46 h	5/82 g	506 abcd
T2	N0	7/38 j	1/22 h	12/40 f	7/68 ef	381 d
	N50	11/43 c	2/31 bc	13/43 ef	7/44 ef	433 cd
	N100	12/31 b	2/45 ab	14/39 de	8/40 de	425 cd
	N150	12/43 a	2/56 a	15/43 cd	8/75 cde	432 cd
T3	N0	7/32 jk	1/24 h	8/26 h	7/75 ef	404 d
	N50	9/40 h	1/85 fg	15/49 cd	8/70 cde	493 bcd
	N100	10/44 e	2/08 de	16/48 bc	9/27 cd	543 abc
	N150	10/37 ef	2/16 cd	17/43 b	9/85 bc	596 ab
T4	N0	7/22 kl	1/34 h	8/25 h	7/68 ef	400 d
	N50	10/33 fg	2/16 cd	16/42 bc	9/23 cd	495 bcd
	N100	11/35 c	2/46 ab	20/41 a	11/13 a	588 ab
	N150	12/31 b	2/55 a	19/66 a	10/63 ab	629 a
Lsd 1%		0/1028	0/178	1/076	1/203	83/72

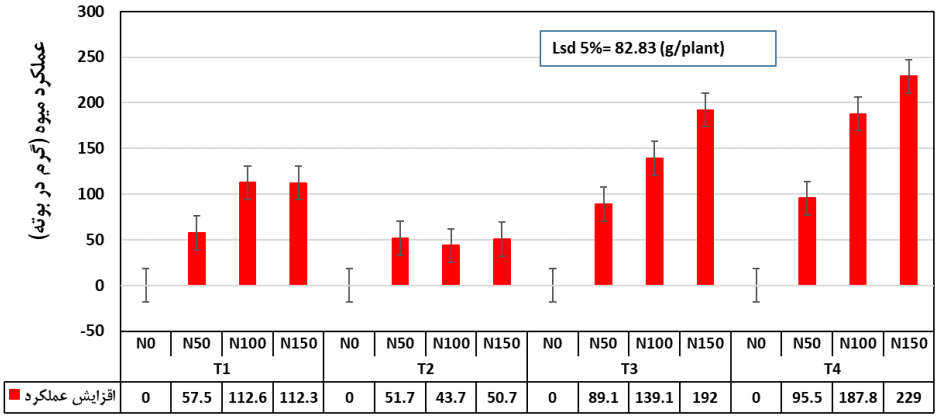
T1- مصرف کل نیتروژن در بهار (دو هفته قبل از گل‌دهی)، T2- مصرف کل نیتروژن در بهار یک روز پس از آخرین چین برداشت، T3- مصرف کل نیتروژن در ابتدای شهریور ماه و T4- مصرف نیتروژن در سه تقسیط مساوی در مراحل T1، T2 و T3

www.SID.ir

Archive of SID

اثر متقابل زمان مصرف و سطح نیتروژن بر میانگین عملکرد میوه

مقایسه میانگین اثر متقابل زمان مصرف و سطح نیتروژن بر عملکرد میوه توت فرنگی نشان داد که مصرف 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن در زمان‌های مصرف T4 (مصرف نیتروژن در سه تقسیط مساوی در زمان‌های T1، T2 و T3) و T3 (مصرف کل نیتروژن در ابتدای شهریور ماه)، به ترتیب با عملکرد میوه 229 و 192 گرم در بوته و مصرف 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن در زمان‌های T4 و T3 به ترتیب با عملکرد میوه 188 و 139 گرم در بوته، نسبت به شاهد افزایش داشتند که این اختلاف در سطح یک درصد معنی‌دار بود و بقیه تیمارها نسبت به شاهد، اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (جدول 3 و شکل 4).



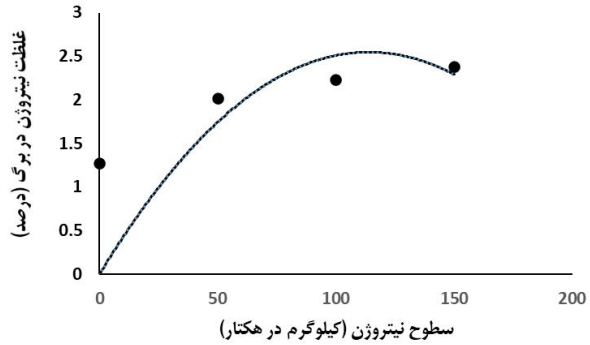
شکل 4- افزایش عملکرد میوه در تیمارهای سطوح مختلف نیتروژن(0، 50، 100 و 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و زمان‌های مصرف T1 (کل نیتروژن در بهار (دو هفته قبل از گل‌دهی))، T2 (مصرف کل نیتروژن در بهار (یک روز پس از آخرین چین برداشت))، T3 (مصرف کل نیتروژن در ابتدای شهریور ماه) و T4 (مصرف نیتروژن در سه تقسیط مساوی در زمان‌های T1، T2 و T3)) در مقایسه با تیمار شاهد

رابطه بین سطوح مصرف نیتروژن و غلظت نیتروژن در برگ

بین سطوح مصرف نیتروژن (X) به عنوان متغییر و غلظت نیتروژن برگ (Y) به عنوان تابع، رابطه‌ای از نوع پلی‌نومیال با معادله $Y= -0.0002X^2 + 0.0447X$ با $R^2 = 0.96$ برقرار بود. با افزایش مصرف نیتروژن، غلظت نیتروژن در برگ به طور صعودی افزایش یافت. بیشترین میزان عملکرد میوه، با مصرف 112 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار برآورد شده است (شکل 5).

www.SID.ir

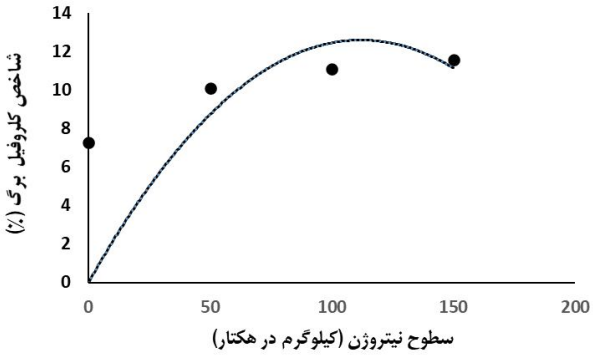
Archive of SID



شکل 5- رابطه بین سطوح مصرف نیتروژن و غلظت نیتروژن در برگ توت فرنگی

رابطه بین سطوح نیتروژن و شاخص کلروفیل برگ

بین سطوح مصرف نیتروژن (X) به عنوان متغییر و شاخص کلروفیل برگ (Y) به عنوان تابع، رابطه‌ای از نوع پلی‌نومیال با معادله $Y= -0.001X^2 + 0.2249X$ با $R^2 =$ 0.96 برقرار بود. با افزایش مصرف نیتروژن، شاخص کلروفیل در برگ به طور صعودی افزایش یافت. بیشترین میزان شاخص کلروفیل در برگ توت‌فرنگی، با مصرف 112 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار برآورد شده است (شکل 6).



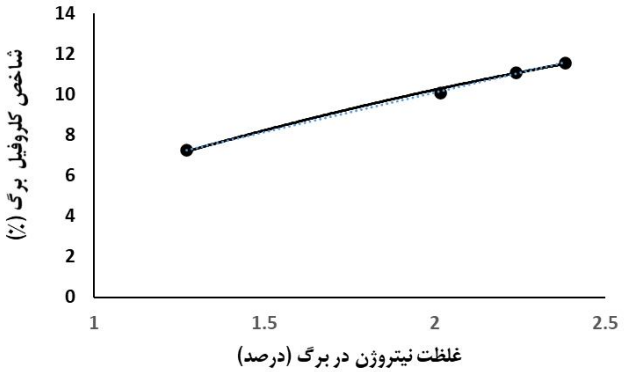
شکل 6- رابطه بین سطوح مصرف نیتروژن و شاخص کلروفیل برگ

رابطه بین غلظت نیتروژن در برگ و شاخص کلروفیل برگ

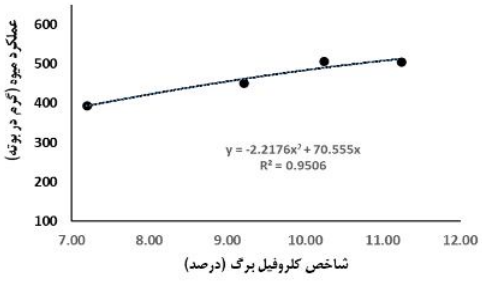
بین غلظت نیتروژن در برگ (X) به عنوان متغییر و شاخص کلروفیل برگ توت فرنگی (Y) به عنوان تابع، رابطه‌ای خطی با معادله $Y= 3.9005X + 2.3035$ با $R^2 =$ 0.99 برقرار بود (شکل 7). این رابطه نشان می‌دهد که با افزایش صعودی غلظت نیتروژن در برگ، شاخص کلروفیل برگ، به طور صعودی افزایش یافته است.

www.SID.ir

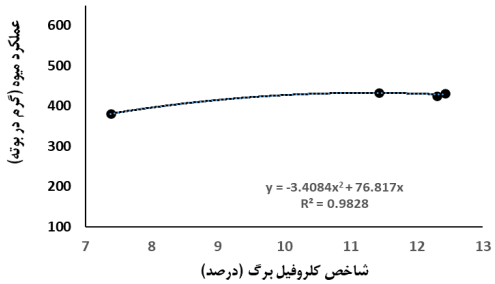
Archive of SID



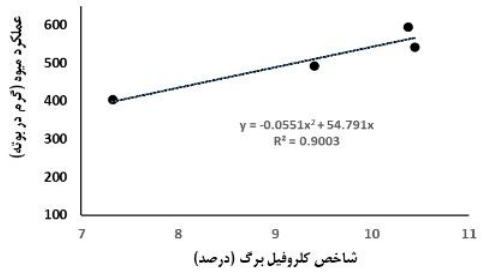
شکل 7 - رابطه بین غلظت نیتروژن در برگ و شاخص کلروفیل برگ



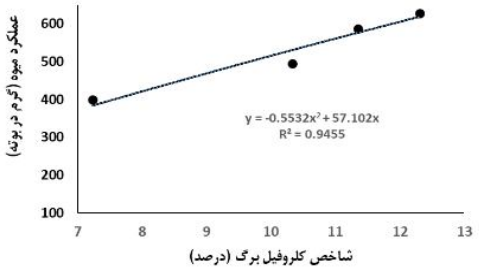
شکل 8- رابطه بین عملکرد میوه و شاخص کلروفیل برگ در زمان T1 (کل نیتروژن در بهار (دو هفته قبل از گل‌دهی))



شکل 9- رابطه بین عملکرد میوه و شاخص کلروفیل برگ در زمان T2 (مصرف کل نیتروژن در بهار (یک روز پس از آخرین چین برداشت میوه))



شکل 10- رابطه بین عملکرد میوه و شاخص کلروفیل برگ در زمان T3 (مصرف کل نیتروژن در ابتدای شهریور ماه)



شکل 11- رابطه بین عملکرد میوه و شاخص کلروفیل برگ در زمان T4 (مصرف نیتروژن در سه تقسیط مساوی در زمان‌های T1، T2 و T3))

www.SID.ir

Archive of SID

رابطه بین عملکرد میوه با شاخص کلروفیل برگ در زمان‌های مختلف مصرف

مصرف نیتروژن در زمان‌های T1، T2، T3 و T4 با شاخص کلروفیل برگ، از معادلات پلی نومیال به ترتیب با ضرایب تبیین 0/95، 0/98، 0/90 و 0/94 تبعیت نموده‌اند (شکل‌های 8، 9، 10 و 11).

همبستگی صفات

نتایج همبستگی صفات اندازه‌گیری شده طی دو سال آزمایش در جدول شماره 7 خلاصه شده است. این جدول نشان می‌دهد که بین عملکرد میوه و غلظت نیتروژن برگ، همبستگی مثبت و قوی با ضریب همبستگی 0/812 برقرار بود. اما بین عملکرد میوه و pH و اسیدیته میوه، همبستگی ضعیف و منفی برقرار بود. بین غلظت نیتروژن برگ با کلروفیل برگ و ماده خشک میوه، همبستگی مثبت و بسیار قوی به ترتیب با ضریب همبستگی 0/976 و 0/611 وجود داشت. بین TSS میوه با نیتروژن برگ، کلروفیل برگ و ماده خشک میوه، نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری به ترتیب با ضریب 0/409، 0/327 و 0/840 برقرار بود (جدول 7).

جدول 7 - ضرایب همبستگی صفات اندازه‌گیری شده طی دو سال آزمایش

صفات	نیتروژن برگ	کلروفیل برگ	ماده خشک	TSS	pH	اسیدیته	عملکرد
نیتروژن برگ	1/000						
کلروفیل برگ	0/976**	1/000					
ماده خشک	0/611**	0/554**	1/000				
TSS	0/409**	0/327**	0/840**	1/000			
pH	-0/114	-0/046	-0/129	-0/167	1/000		
اسیدیته	0/025	0/040	0/131	0/027	0/063	1/000	
عملکرد	0/812**	0/166	0/221*	0/271**	-0/257**	-0/458**	1/000

** ضریب همبستگی در سطح P<0.01 معنی‌دار است.

* ضریب همبستگی در سطح P<0.05 معنی‌دار است.

بحث

در این پژوهش، مصرف نیتروژن در کشت چند ساله توت‌فرنگی رقم *کوئین الیزا* نسبت به شاهد (بدون مصرف کود نیتروژنی)، موجب افزایش عملکرد میوه شد. با بررسی تأثیر مصرف کود نیتروژنی بر عملکرد توت‌فرنگی، نتایج مشابهی توسط محققان گزارش شده است (گاریگیلیو و همکاران، 2000 و عینی‌زاده و شکوهیان، 2018). در این آزمایش، با افزایش صعودی مصرف سطح نیتروژن، عملکرد میوه توت‌فرنگی، به طور صعودی تا سطح مشخصی افزایش یافت و بر اساس تابع شکل یک، حداکثر عملکرد میوه، با مصرف 112 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار حاصل شد. اما با مصرف نیتروژن بیش از این مقدار، عملکرد میوه کاهش یافت. نتایج مشابهی در خصوص تأثیر منفی مصرف بیش از حد نیتروژن بر عملکرد توت‌فرنگی گزارش شده است (چاندراموهان‌ردی و گویال، 2020). در این پژوهش، مصرف نیتروژن در سه تقسیط مساوی (در بهار دو هفته قبل از گل‌دهی، یک روز پس از آخرین چین برداشت و در ابتدای شهریور ماه)، نسبت به زمان‌های دیگر مصرف نیتروژن، به عنوان برترین تیمار، موجب افزایش معنی‌دار عملکرد میوه شد. نتایج

www.SID.ir

Archive of SID

مشابهی در تأثیر مثبت مصرف تقسیطی کود نیتروژنی در بهار و پائیز بر روی عملکرد میوه توت‌فرنگی رقم "چاندلر" گزارش شده است (مینر و همکاران، 1997 و کاردیناس و همکاران، 2004). در تحقیقات مشابه دیگری، نیز مشخص شد که بوته‌های توت‌فرنگی که هم در پائیز و هم در بهار کود نیتروژن دریافت کرده بودند، نسبت به بوته‌هایی که فقط در بهار کود نیتروژن دریافت کرده بودند و عملکرد بیشتری داشتند (دورنر، 2017). اما بر خلاف نتیجه این پژوهش، برخی از محققین برتری مصرف یک باره کود نیتروژنی در بهار و در فصل میوه‌دهی توت-فرنگی را گزارش نمودند (هارت و همکاران، 2000). در این پژوهش، با افزایش مصرف نیتروژن، غلظت نیتروژن در برگ توت‌فرنگی، به طور صعودی افزایش یافت که به تبع این افزایش در جذب نیتروژن در برگ، میزان عملکرد میوه توت‌فرنگی، نیز افزایش یافت. نتایج تحقیقات مشابه، نیز مشخص نمود که بین سطوح نیتروژن مصرفی و غلظت نیتروژن در برگ توت‌فرنگی، رابطه خطی برقرار است (گئورگ و همکاران، 1996).

بر اساس وجود رابطه پلی‌نومیال بین سطوح مختلف مصرف نیتروژن با عملکرد میوه توت‌فرنگی، بیشترین عملکرد میوه با مصرف 112 کیلوگرم نیتروژن در هکتار استحصال شد. این میزان مصرف در کود نیتروژنی، موجب افزایش غلظت نیتروژن برگ از 1/27 درصد به 2/94 درصد شده بود. نتایج مشابهی در ایالت فلوریدای آمریکا در خصوص افزایش غلظت نیتروژن در برگ توت فرنگی به دلیل مصرف کود نیتروژنی طی دو سال تحقیق گزارش شده است (هوچموث و همکاران، 1996). اثر زمان و سطوح مختلف نیتروژن بر pH میوه و اسیدیته قابل تیتراسیون میوه بی‌تأثیر بود. نتیجه مشابهی توسط برخی از محققین گزارش شده است (مینر و همکاران، 1997). این محققین معتقدند که pH، اسیدیته قابل تیتراسیون تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن قرار نمی-گیرد. اما در مقابل، برخی از محققین دیگر معتقدند که با افزایش مقادیر مصرف کود نیتروژنی، اسیدیته میوه افزایش می‌یابد (بیلینسکی و چاندلر، 2009). مقادیر مختلف کود نیتروژنی و زمان مصرف بر برخی از خصوصیات کیفی میوه، شامل درصد ماده خشک میوه و درجه بریکس (TSS) میوه تأثیر مثبت نشان داد. با مصرف نیتروژن، TSS میوه (درجه بریکس) افزایش نشان داد و این ویژگی کیفی میوه، در میزان مصرف 105 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به حداکثر خود رسید و سپس با افزایش مصرف نیتروژن، درجه بریکس میوه کاهش یافت. با مصرف نیتروژن ماده خشک میوه، به طور صعودی تا سطح مصرف 106 کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد و با افزایش مصرف نیتروژن، کاهش نشان داد.به نظر می‌رسد علت متغییر بودن نتایج اثر مصرف نیتروژن بر ویژگی‌های کیفی توت فرنگی نظیر pH اسیدیته قابل تیتراسیون میوه عمدتاً تحت تأثیر شرایط خاک و عوامل اقلیمی محل اجرای پژوهش بوده باشد.

در پژوهش انجام گرفته در ایالت فلوریدا آمریکا گزارش شده که عملکرد میوه توت‌فرنگی، به طور مؤثری، تحت استفاده از کود نیتروژنی در ابتدای فصل رشد گیاه توت‌فرنگی بوده و عوامل اقلیمی (نظیر میزان بارندگی، طول تابش خورشید، دما، رطوبت نسبی هوا و...) و محیطی (حاصلخیزی خاک) در تأثیر و یا عدم تأثیر کود نیتروژنی بر ویژگی‌های کیفی میوه نیز قابل توجه است (آگیهارا و همکاران، 2021). در مجموع از نتایج این پژوهش، چنین استنباط می‌شود بیشترین میزان عملکرد میوه و بهینه‌ترین خصوصیات کیفی میوه، با مصرف 100 کیلوگرم نیتروژن درهکتار و به صورت تقسیطی در سه مرحله (دو هفته قبل از گل‌دهی، یک روز پس از آخرین چین برداشت در بهار و در ابتدای شهریور ماه)، به حداکثر خود رسید.

نتیجه‌گیری کلی و توصیه فنی

به منظور افزایش عملکرد میوه توت فرنگی رقم کوئین الیزا در سیستم کشت چند ساله، مصرف کود نیتروژنی در خاک با بافت رسی و ماده آلی حدود یک

www.SID.ir

Archive of SID

درصد، حداکثر به میزان 112 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (معادل 243 کیلوگرم اوره در هکتار)، به صورت سه تقسیط (در بهار دو هفته قبل از گلدهی، یک روز پس از آخرین چین برداشت و در ابتدای شهریور ماه) برای استحصال 21083 کیلوگرم در هکتار میوه توت‌فرنگی توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از استانداری کردستان و مدیرکل محترم دفتر آموزش و پژوهش‌های توسعه و آینده نگری سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کردستان به خاطر تأمین اعتبار انجام این پژوهش، سپاسگزاری می‌شود. از آقایان مهندس محمدکوهسار بستانی و فرهنگ خالدیان کارشناسان محترم بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان به پاس همکاری صمیمانه در اجرای این پژوهش و اندازه‌گیری‌های صحرایی و آزمایشگاهی نیز تشکر و تقدیر می‌شود.

فهرست منابع:

1. علی‌احیایی، م. 1373. شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره 893. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.
2. ملکوتی، م، ج و م، ن، غیبی. 1379. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی مؤثر در خاک، گیاه و میوه در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات استراتژیک کشور. چاپ دوم با بازنگری کامل. نشر آموزش کشاورزی. معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان تات. وزارت کشاورزی. کرج. ایران.
3. ملکوتی، م، ج و م، همایی. 1373. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک «مشکلات و راه‌حل‌های». انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ایران.
4. Agehara, S., and M.C.d.N. Nunes. 2021. Season and nitrogen fertilization effects on yield and physicochemical attributes of strawberry under subtropical climate conditions. Agronomy, 11, 1391. https://doi.org/10.3390/ agronomy11071391
5. Bielinski, M.S., and C.K. Chandler. 2009. Influence of nitrogen fertilization rates on performance on strawberry cultivars. International Journal of Fruit Science. 9:126-135. https://doi.org/10.1080/15538360902991337
6. Cárdenas-Navarro, R., L. López-Pérez, P. Lobit, O. Escalante-Linares, V. Castellanos-Morales, and R. Ruíz-Corro. 2004. Diagnosis of N status in strawberry (Fragaria x ananassa Duch.). Proc. Intl. Workshop on Models Plant Growth and Contr. Prod. Qual. In Hort. Prod. Acta Hort. 654:257–262. https://doi:10.1080/15538360902991337
7. Chandramohan Reddy, G., and R.K. Goyal. 2020. Growth, yield and quality of strawberry as affected by fertilizer N rate and biofertilizers inoculation under greenhouse conditions. Journal of Plant Nutrition. https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1806301
8. Durner, E.F. 2017. Fall nitrogen enhances spring nitrogen enhanced flowering in the long day strawberry cultivar '*Elan*'. AIMS Agriculture and Food. 2(2):149-164. https://doi: 10.3934/agrfood.2017.2.149
9. Einizadeh, S., and A.A. Shokouhian. 2018. The effect of biofertilizer and nitrogen rates on quantitative and qualitative properties of strawberry cultivar '*Paros*'. Journal of Central European Agriculture, 19(3): 517-529. p.517-529. https://doi:/10.5513/JCEA01/19.3.2078
10. Fuleki, T., and F. Francis. 1968. Quantitative methods for anthocyanins. 2. Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. Journal of Food Science and Technology. 33, 78-83.

www.SID.ir

Archive of SID

11. Garigilo, N.F., R.A. Pilatti, and B.L. Baldi. 2000. Using nitrogen nalance to calculate fertilization in strawberries. Hort Technology. 10:147-150.
12. George, J.H., E.E. Albregts C.C. Chandler, J. Cornell, C., and J. Harrison. 1996. Nitrogen fertigation requirements of drip-irrigated strawberries. J Amer. Soc. Hort. Sci. 121(4):660-665. https://doi:10.21273/jashs.121.4.660
13. Hart, J., T. Righetti, A. Sheets, and L.W. Martin. 2000. Strawberries, Fertilizer Guide. Ore. State Univ. Ext. Ser. Publ. FG 14.
14. Hochmuth, G.J., E.E. Albregts, C.C. Chandler, J. Cornell, and J. Harrison. 1996. Nitrogen fertigation requirements of drip-irrigated strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(4):660-665.
15. Jones, Jr. J. Benton, B. Wolf, and H.A. Milles. 1991. Plant Analysis Handbook (A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide). ISBN 1-878148-001. Printed in the United Staets of America.
16. Lindsay, W.L, and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganses and, copper. J. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 42:421-428.
17. Miner, G.S., E.B. Polling, D.E. Carol, and L.A. Nelson. 1997. Influence of fall nitrogen and spring nitrogen-potassium applications on yield and fruit quality of “Chandler” strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122 (2):290-295.
18. OIV. 2021. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. International Organisation of Vine and Wine. Vol:1. Paris, ISBN: 978-2-85038-033-4, pp 154–196
19. Simpson, D. 2018. The economic importance of strawberry crops. In: Hytönen T., Graham J., Harrison R. (eds). The genomes of Rosaceous berries and their wild relatives. Compendium of plant genomes. Springer International Publishing, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76020-9_1

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluating Effect of Different Nitrogen Application Managements on Yield and Some Quality Traits of Strawberry

M. H. Sedri[1] and F. Karami

Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran; E-mail: sedri_mh@yahoo.com
Assistant Professor, Crop and Horticultural Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. AREEO, Sanandaj, Iran;
E-mail: farhad.karami@gmail.com

Received: November, 2021, and Accepted: May, 2022

Abstract

In order to evaluate the effect of nitrogen rates and application times on yield and some quality characteristics of strawberry cultivar *Queen Elisa* in the perennial harvesting system, a field experiment was conducted at Grizeh Station in Sanandaj District, Iran, from September 2011 to 2013. Treatments included four rates of nitrogen (N_0, N_{50}, N_{100}, and N_{150} kg N. ha^{-1} from urea) and four application times: T_1=Total nitrogen in spring (two weeks before flowering), T_2=Total nitrogen in spring (one day after the last harvest), T_3=Total nitrogen at the beginning of September, and T_4=Application of nitrogen in three equal installments at times T_1, T_2, and T_3. Experiment was conducted with three replications as a factorial in a randomized complete block design. The results of analysis of variance showed that the effect of year on yield, TSS, pH, acidity, and dry matter of fruit was significant ($p<1\%$). The main effects of nitrogen rates and application time on yield, dry matter, and TSS of fruit were significant ($p<1\%$). The interaction effect of year and application time on fruit yield was significant ($p<1\%$). The interaction effect of application time and nitrogen rates on fruit yield was significant ($p< 5\%$) and on dry matter and TSS of fruit at $p<1\%$. The highest fruit yield was obtained in N_{150} treatment and T_4 application time of 629 g. $plant^{-1}$ followed by fruit yield in N_{150} T_3, N_{100} T_4, and N_{100} T_3, respectively, while N_{150} and N_{100} at T_2 were not significantly different from the control. The effects of different nitrogen rates and application times of nitrogen on chlorophyll index and leaf nitrogen concentration were significant ($p<1\%$). With increasing nitrogen rates, its concentration in the leaves increased. There was a strong positive correlation between nitrogen concentration in leaves and leaf chlorophyll index. Nitrogen rates and application times had no effect on titratable acidity and pH of fruit. By application of 100 kg $N.ha^{-1}$ in three equal installments at T_4, the highest yield, TSS, and fruit dry matter were obtained.

Keywords: Urea, Application Time, Fruit Characteristics

[1]. Corresponding author: Water and Soil Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Sanandaj, Iran

www.SID.ir