

تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر رشد و بررسی رابطه نیترات دمبرگ و شاخص کلروفیل با نیترات هیپوکتیل تربچه

طیبه حرفی^{۱*} و سید جلال طباطبائی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۳۰)

چکیده

هدف اصلی از این آزمایش اندازه‌گیری نیترات قسمت هوایی گیاه و میزان کلروفیل برگ‌ها است که از طریق آن بتوان نیترات هیپوکتیل را پیش‌بینی نمود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ سطح نیتروژن (۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و ۵ تکرار با دو رقم تربچه (Cherry Belle و Sparkler) در گلدان‌های حاوی پرلایت انجام شد. پارامترهای اندازه‌گیری شده در این تحقیق شامل: ویژگی‌های رویشی (سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، هیپوکتیل و طول و قطر هیپوکتیل)، نیترات وزن تر دمبرگ و هیپوکتیل، نیترات وزن خشک برگ و هیپوکتیل، مواد جامد محلول هیپوکتیل و دمبرگ و شاخص کلروفیل برگ بود. در این تحقیق همبستگی مثبت در سطح احتمال پنج درصد بین شاخص کلروفیل برگ و نیترات ماده تر هیپوکتیل در زمان برداشت بین ارقام مشاهده شد ($r^2_{\text{cherry bell}} = 0/896$ و $r^2_{\text{SPARKLER}} = 0/841$) و همبستگی مثبت بین نیترات ماده تر هیپوکتیل و دمبرگ و بین نیترات ماده خشک هیپوکتیل و برگ تربچه وجود داشت. براساس معادلات به دست آمده به ازای افزایش ۱ واحد نیترات دمبرگ، نیترات هیپوکتیل ۲۱۲/ واحد در رقم Cherry Bell و ۲۶۶/۰ واحد در رقم Sparkler افزایش یافت. نتایج نشان داد که تست شیره دمبرگ، تکنیک سریع و با ارزش برای اطلاع از وضعیت نیترات تربچه است.

واژه‌های کلیدی: تربچه، نیترات، مواد جامد محلول، کلروفیل، نیترات سنج

۱. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: tayebehharfi@yahoo.com

مقدمه

نیترژن معدنی به صورت نیترات در ساقه و آوندها در گیاه تجمع می یابد و پروتئین ها با وزن مولکولی بالا شکل عمده نیترژن آلی است (۱۷). نیترات منبع عمده نیترژن قابل دسترس برای گیاهان به ویژه سبزی ها است (۱۱). استفاده بیش از حد نیترات به دلیل آبخوئی نیترات، منجر به آلودگی آب های زیرزمینی می شود (۱۹). جذب بیش از حد نیترات توسط گیاهان منجر به تجمع بیش از حد نیترات در گیاهان به ویژه در سبزی ها شده و سبزی هایی با نیترات بالا می تواند سلامتی انسان را تحت تأثیر قرار دهند و باعث ایجاد بیماری هایی مثل سرطان معده و ایجاد متهموگلوبین شود (۱۶).

وضعیت نیترژن محصولات اغلب با تجزیه بافت های خشک گیاهی نشان داده می شود. با این حال تجزیه بافت خشک اغلب باعث تأخیر قابل توجه بین زمان نمونه برداری و تجزیه می شود. دستگاه نیترات سنج می تواند به طور مستقیم برای آنالیز شیره گیاهی به کار رود، استفاده موفقیت آمیز از نیترات سنج در ارزیابی شیره گیاهی محصولات مختلفی مانند گندم، گوجه فرنگی، گوجه آلبالویی، کاهو، فلفل، سیب زمینی و هویج گزارش شده است (۲۱). کلروفیل و نیترژن در گیاهان ارتباط نزدیکی با هم دارند و به همین دلیل از میزان کلروفیل برای تعیین وضعیت نیترژن در گیاهان استفاده می شود و می توان با اندازه گیری کلروفیل توسط کلروفیل متر وضعیت نیترژن در گیاه را به دست آورد.

اسکارف و همکاران (۱۳) نشان دادند که از مقادیر کلروفیل می توان برای تعیین غلظت نیترژن و همچنین قابلیت دسترسی به نیترژن در ذرت استفاده نمود. مطالعات ماداکادزی و همکاران (۸) نشان داد که این روش مبتنی بر این موضوع است که حدود ۷۰٪ از نیترژن برگ در کلروپلاست ها انباشت می شود و در نتیجه میزان کلروفیل همبستگی زیادی با مقدار نیترژن دارد. بردمیر (۳) گزارش کرد که بالاترین سطوح نیترژن بالاترین اعداد کلروفیل متر و کمترین اعداد کلروفیل متر در گیاهان شاهد مشاهده شد. ویستکوت (۲۰) تأثیر ۶ نسبت

کود اوره (صفر تا 336 kg h^{-1}) براساس یک برنامه هفتگی که با گذشت زمان بر مقدار مصرف کود افزوده می شد مورد مطالعه قرار داد و نتایج نشان داد که میزان قرائت کلروفیل متر و غلظت NO_3^- که به صورت هفتگی طی دو سال اندازه گیری شد، همبستگی معنی داری با همدیگر نشان دادند. حد بحرانی نیترات برای انسان در گیاه تربچه 1400 میلی گرم در وزن تر محصول گزارش شده است (۹). هدف اصلی از این آزمایش اندازه گیری نیترات قسمت هوایی گیاه و میزان کلروفیل برگ هاست که از طریق آن بتوان نیترات ریشه را پیش بینی نمود.

مواد و روش ها

این آزمایش در آبان ماه ۱۳۸۹ در گلخانه تحقیقاتی هیدروپونیک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار (۵ سطح نیترژن و دو رقم) و ۵ تکرار که در هر گلدان ۶ گیاه قرار داشت، به اجرا درآمد. سطوح نیترژن مورد استفاده شامل: ۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر بود و از دو تربچه به نام تربچه تک رنگ (Cherry Belle) و دورنگ (Sparkler) که از بذر فروشی معتبر در شهر تبریز تهیه شدند، استفاده شد. بذور دو رقم تربچه به طور مستقیم در تاریخ ۹۰/۸/۲۹ درون گلدان های ۴ لیتری حاوی پرلایت کشت شدند (حدود ۲۰-۱۵ بذر در هر گلدان) که در این مرحله با محلول غذایی رقیق تغذیه (یک چهارم محلول هوگلند) شدند و پس از سبز شدن و به محض ظاهر شدن برگ های حقیقی، تعداد گیاهچه ها در هر گلدان به ۶ عدد کاهش یافت و گلدان ها براساس طرح آزمایشی به صورت تصادفی چیده شدند و از این مرحله تیمارهای مورد نظر اعمال گردید. در دوره پرورش تربچه (۵۰ روز) در گلخانه از نور طبیعی خورشید استفاده شد و دمای محیط گلخانه در محدوده 24 ± 2 درجه سانتی گراد تنظیم شده بود. در این آزمایش ۵ محلول غذایی به صورت جداگانه در بشکه های ۲۰۰ لیتری تهیه شدند که غلظت تمامی عناصر به غیر از غلظت نیترژن که به عنوان متغیر یا تیمار محسوب گردید، ثابت بود

جدول ۱. غلظت نمک‌های مورد استفاده (mg/l)

منابع کودی	N= 0	N= 25	N= 50	N= 100	N= 200
LSA-Ca	۶۰۰/۰	۶۰۰/۰	۵۴۰/۰	۴۳۰/۰	۲۰۰/۰
KH ₂ PO ₄	۱۲۰/۰	۱۲۰/۰	۱۲۰/۰	۱۲۰/۰	۱۲۰/۰
CaNO ₃ , 2H ₂ O	—	—	۱۰۰/۰	۲۵۰/۰	۶۰۰/۰
KNO ₃	—	۶۰/۰	۱۳۰/۰	۳۵۰/۰	۷۰۰/۰
K ₂ SO ₄	۸۱۰/۰	۷۶۰/۰	۷۰۰/۰	۵۱۰/۰	۲۱۰/۰
NH ₄ NO ₃	—	۵۰/۰	۵۰/۰	۵۰/۰	۵۰/۰
MgSO ₄	۲۵۰/۰	۲۵۰/۰	۲۵۰/۰	۲۵۰/۰	۲۵۰/۰
H ₃ BO ₃	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰
Fe-EDTA	۱۴/۰	۱۴/۰	۱۴/۰	۱۴/۰	۱۴/۰
ZnSO ₄	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷
CuSO ₄	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۳۳
MnSO ₄	۳/۳	۳/۳	۳/۳	۳/۳	۳/۳
(NH ₄) ₂ MO ₄ O ₂ .4HO ₂	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱

غلظت نمک‌های مورد استفاده برای تهیه محلول‌ها برحسب میلی گرم در لیتر در جدول ۱ آورده شده است (۱۷).

بعد از تهیه محلول‌ها pH توسط pH متر اندازه‌گیری و با استفاده از اسید سولفوریک رقیق در حدود ۷ تنظیم شد. آبیاری توسط محلول‌ها روزانه به مقدار ۲۰۰ میلی لیتر در یک نوبت به صورت دستی انجام شد که مازاد محلول‌ها، آبشویی شده و در زیر گلدانی‌ها قرار می‌گرفت. گیاهان در تاریخ ۸۹/۱۱/۱۹ با توجه به طول فصل رشد و متورم شدن هیپوکتیل برداشت شدند.

بعد از برداشت گیاهان سطح برگ توسط دستگاه سطح برگ سنج مدل (Li-Cor-model Li 300 USA)، وزن تر و خشک برگ و هیپوکتیل با ترازوی دیجیتالی (دقت یک صدم گرم)، طول و قطر هیپوکتیل با کولیس و مواد جامد محلول توسط دستگاه رفاکتومتر دیجیتالی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و پس از خشک شدن کامل، نمونه‌ها توزین گردیدند. برای اندازه‌گیری

شاخص کلروفیل برگ‌ها (۱۰ روز قبل از برداشت و در مرحله برداشت) از دستگاه کلروفیل متر (SPAD-502-Minolta-Japon) و برای اندازه‌گیری نیترات هیپوکتیل و دمبرگ (۱۰ روز قبل از برداشت و در مرحله برداشت) از دستگاه نیترات-سنج (Horiba compact nitrate meter c-141) استفاده شد. برای اندازه‌گیری نیترات ماده خشک هیپوکتیل و برگ از روش عصاره‌گیری با اسید استیک استفاده گردید (۱۷).

پس از جمع‌آوری و مرتب کردن داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید و همبستگی بین صفات از طریق نرم‌افزار آماری SPSS بررسی شد و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر رقم در سطح احتمال پنج درصد بر ویژگی‌های رویشی ترجیه معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲. خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر نیتروژن و رقم بر صفات رویشی تربچه

منابع تغییر	درجه آزادی	سطح برگ	وزن تر برگ	میانگین مربعات			
				وزن خشک برگ	وزن تر	وزن خشک	طول قطر
نیتروژن	۴	۱۸۰۳۴**	۴۰/۱**	۵/۳۷**	۳۸۴**	۵/۷۳**	۵۰۰**
رقم	۱	۷۹۴ ^{ns}	۴/۶۰*	۵/۰۴*	۳۰/۳*	۵/۱۵**	۷۲/۱*
نیتروژن × رقم	۴	۳۸۹ ^{ns}	۱/۳۰ ^{ns}	۵/۰۱ ^{ns}	۲/۶۰ ^{ns}	۵/۰۱ ^{ns}	۶/۸۰ ^{ns}
اشتباه آزمایشی	۴۰	۳۱۰	۵/۷۴	۵/۰۰	۵/۸۷	۵/۰۱	۱۶/۶
ضرب تبادلات	-	۳۰/۰	۲۸/۲	۲۷/۵	۲۶/۰	۲۳/۶	۱۵/۹

* و **: معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و ns: غیر معنی دار

سطح برگ

مقایسه میانگین مقادیر مختلف نیتروژن نشان داد که بیشترین میزان سطح برگ مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن و کمترین سطح برگ مربوط به تیمار فاقد نیتروژن بود (جدول ۳). مقدار نیتروژن مصرفی تأثیر زیادی بر تولید و گسترش سطح برگ دارد به طوری که گیاهان ذرت شیرین با دریافت نیتروژن بیشتر، سطح برگ بزرگ تری به ویژه در برگ های بالایی نسبت به گیاهان با نیتروژن مصرفی کم داشتند (۱۴).

وزن تر و خشک برگ

بیشترین وزن تر و خشک برگ مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن بود و کمترین وزن تر برگ مربوط به تیمار فاقد نیتروژن بود و اختلاف معنی داری در سطوح صفر، ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن بر وزن خشک وجود نداشت (جدول ۳). وزن تر و خشک برگ رقم Sparkler نسبت به رقم Cherry Belle بیشتر بود به نظر می رسد کارایی رقم Sparkler در استفاده از نیتروژن بیشتر است. (جدول ۴). فرزانه و همکاران (۵) بیان کردند که با افزایش سطوح نیتروژن مصرفی وزن خشک اندام هوایی گوجه فرنگی افزایش یافت، به طوری که بیشترین وزن خشک اندام هوایی گوجه فرنگی مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن بود. نتایج آزمایش چن و همکاران (۴) نیز نشان داد که با

افزایش مصرف نیتروژن وزن تر اسفناج، کلم چینی و شلغم افزایش یافت.

وزن تر و خشک هیپوکتیل

بیشترین وزن تر و خشک هیپوکتیل مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن بود و کمترین وزن تر و خشک مربوط به تیمار فاقد نیتروژن بود (جدول ۳). وزن تر و خشک هیپوکتیل رقم Sparkler نسبت به رقم Cherry Belle بیشتری بود (جدول ۴). نیتروژن یکی از مهم ترین عناصر غذایی و کمبود آن عامل محدود کننده رشد گیاهان است و نقش بسیار مهمی در تغذیه گیاهان دارد. نیتروژن جزء اصلی پروتئین در گیاه است. بنابراین برای رشد طبیعی، گیاهان به مقدار کافی نیتروژن نیاز دارند. تحقیقات ملتون و دوفالت (۱۲) نشان داد که با افزایش سطوح نیتروژن از ۲۵ به ۲۲۵ میلی گرم در لیتر محلول غذایی وزن خشک ساقه و ریشه، ارتفاع گیاه و سطح برگ گوجه فرنگی افزایش یافت.

طول و قطر هیپوکتیل

بیشترین طول و قطر هیپوکتیل مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن بود و اختلاف معنی داری در تیمارهای فاقد نیتروژن، ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن بر طول ریشه وجود نداشت و کمترین قطر هیپوکتیل مربوط به تیمارهای

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر نیتروژن بر صفات رویشی تربچه

نیتروژن (mg/l)	سطح برگ تربچه (cm ²)	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)	وزن تر هیپوکتیل (g)	وزن خشک هیپوکتیل (g)	طول هیپوکتیل (mm)	قطر هیپوکتیل (mm)
۰	۱۴/۹۶ ^c	۰/۶۱ ^c	۰/۰۷ ^b	۳/۵ ^c	۰/۲۳ ^c	۱۸/۶ ^b	۱۷/۸۱ ^c
۲۵	۲۰/۱۷ ^c	۰/۹۲ ^{bc}	۰/۰۹ ^b	۴/۳ ^c	۰/۲۴ ^c	۲۰/۲۷ ^b	۱۸/۹۴ ^c
۵۰	۴۰/۱۱ ^b	۱/۶ ^b	۰/۱۵ ^b	۶/۷ ^b	۰/۴۲ ^b	۲۲/۴۷ ^b	۲۲/۸۷ ^b
۱۰۰	۹۶/۶۸ ^a	۴/۴۳ ^a	۰/۴۳ ^a	۱۵/۲ ^a	۰/۷۳ ^a	۳۲/۹۳ ^a	۲۹/۶۶ ^a
۲۰۰	۱۰۶/۰۱ ^a	۴/۸۳ ^a	۰/۴۸ ^a	۱۶/۶۴ ^a	۰/۸۱ ^a	۳۳/۳۸ ^a	۳۰/۰۱ ^a

در هر صفت میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

جدول ۴. مقایسه میانگین مربوط به صفات رویشی در دو رقم تربچه مورد آزمایش

صفات رویشی	Cherry Belle	Sparkler
وزن تر برگ (g)	۲/۱۷ ^b	۲/۷۸ ^a
وزن خشک برگ (g)	۰/۲۱ ^b	۰/۲۸ ^a
وزن تر هیپوکتیل (g)	۸/۵۳ ^b	۱۰/۰۹ ^a
وزن خشک هیپوکتیل (g)	۰/۴۳ ^b	۰/۵۴ ^a
طول هیپوکتیل (mm)	۲۴/۳ ^b	۲۶/۷ ^a
قطر هیپوکتیل (mm)	۲۳/۰ ^b	۲۴/۶ ^a

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن است.

در زمان برداشت، در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۵).

شاخص کلروفیل برگ

بیشترین شاخص کلروفیل برگ ۱۰ روز قبل از برداشت و در زمان برداشت مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن بود. کمترین شاخص کلروفیل ۱۰ روز قبل برداشت در تیمار فاقد نیتروژن مشاهده شد اما اختلافی در سطوح صفر، ۲۵، ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن هنگام برداشت گیاهان، بر روی شاخص کلروفیل مشاهده نشد (جدول ۶). نتایج آزمایش گل‌دانی و همکاران (۶) نیز نشان داد که اعداد کلروفیل متر به مراحل رشد گیاه و عناصر غذایی مختلف به‌خصوص نیتروژن بستگی دارد و

فاقد نیتروژن بود (جدول ۳). رقم Sparkler نسبت به رقم Cherry Belle از لحاظ اندازه غده بزرگ‌تر بود (جدول ۴). اسپارو و چاپمن (۱۵) گزارش کردند که کاربرد کود سرک نیتروژن باعث افزایش عملکرد غده سیب‌زمینی شد که این افزایش عملکرد بیشتر ناشی از اندازه غده بود.

صفات فیزیولوژیکی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نیتروژن بر تمام صفات فیزیولوژیکی به‌جز مواد جامد محلول دمبرگ و هیپوکتیل در زمان برداشت، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و اثر رقم بر شاخص کلروفیل برگ (۱۰ روز قبل از برداشت و هنگام برداشت) در سطح احتمال یک درصد و بر نیترات شیره دمبرگ

جدول ۵. نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر تیمار با نیتروژن و رقم بر صفات فیزیولوژیکی تربچه

صفات مورد اندازه گیری									
منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص کلروفیل ۱	شاخص کلروفیل ۲	TSS دمبرگ ۱	TSS دمبرگ ۲	TSS ریشه	نیترات شیره دمبرگ ۱	نیترات شیره دمبرگ ۲	نیترات ماده تر ریشه
تیمار	۴	۶۳/۱۴۱۸ ^{**}	۱۳۰/۰۱۸۳ ^{**}	۲/۹۱۶۸ ^{**}	۱/۰۹۱۳ [*]	۱/۴۱۶۷ [*]	۱۰۲۲۴۵۰۰ ^{**}	۵۳۲۸۸۲۰۰ ^{**}	۲۶۰۴۶۴۳ ^{**}
رقم	۱	۲۸/۸۸ ^{**}	۲۶/۳۵۳ ^{**}	۰/۷۲ ^{ns}	۱/۳۴۴۸ ^{ns}	۰/۱۵۶۸ ^{ns}	۴۶۸۱۸۰۰ ^{ns}	۵۵۷۷۸۰۰ [*]	۷۶۸۸ ^{ns}
تیمار × رقم	۴	۱/۳۰۷ ^{ns}	۱/۴۰۳ ^{ns}	۰/۹۵۴ ^{ns}	۰/۴۹۸۳ ^{ns}	۰/۲۷۵۳ ^{ns}	۱۷۱۵۲۰۰ ^{ns}	۱۱۶۹۸۰۰ ^{ns}	۱۹۰۰۳ ^{ns}
اشباه آزمایشی	۴۰	۲/۲۴۵۴	۲/۷۵۶	۰/۴۳۹۲	۰/۴۵۹	۰/۴۰۳۲	۱۲۴۱۲۰۰	۷۸۴۰۰۰	۱۴۲۲۷۰
ضرب تفسیرات	-	۴/۲۷	۴/۵۱	۱۵/۶۸	۱۳/۱۳	۱۴/۷۲	۲۶/۹۷	۲۱/۰۷	۲۴/۱۵
نیترات ماده خشک برگ									
نیترات ماده خشک ریشه									

* و **: اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد
۱: ۱۰ روز قبل از برداشت
۲: در زمان برداشت

جدول ۶. میانگین اثر نیتروژن بر صفات فیزیولوژیکی تربچه

نیتروژن (mg/l)	شاخص کلروفیل قبل برداشت	شاخص کلروفیل بعد برداشت	TSS دمبرگ قبل برداشت (/)	TSS دمبرگ بعد برداشت (/)	TSS هیپوکتیل (/)	نیترات شیره دمبرگ قبل برداشت (mg/l)	نیترات شیره دمبرگ بعد برداشت (mg/l)	نیترات وزن تر هیپوکتیل (mg/kg)	هیپوکتیل (mg/kg)	وزن خشک نیترات	نیترات وزن خشک برگ (mg/kg)
۰	۳۲/۲۳ ^C	۳۳/۴۶ ^b	۴/۷۱ ^a	۵/۱ ^{ab}	۴/۶ ^{ab}	۱۴۴۰ ^c	۲۲۰۰ ^b	۹۶۲ ^c	۵۳/۴ ^c	۶۷/۵۵ ^c	۶۷/۵۵ ^c
۲۰	۳۳/۳۱ ^{bc}	۳۴/۵۱ ^b	۴/۵۱ ^a	۵/۲۵ ^{ab}	۴/۰۵ ^{bc}	۱۷۶۰ ^c	۲۴۴۰ ^b	۱۲۳۱ ^{bc}	۵۳/۶ ^c	۷۱/۶۵ ^c	۷۱/۶۵ ^c
۵۰	۳۴/۵۱ ^b	۳۴/۶۱ ^b	۴/۶۲ ^a	۵/۲۸ ^{ab}	۴/۱۳ ^{bc}	۲۳۲۰ ^c	۲۹۶۰ ^b	۱۴۵۵ ^b	۶۶/۲ ^{bc}	۱۰۵ ^b	۱۰۵ ^b
۱۰۰	۳۸/۰۶ ^a	۴۱/۳۰ ^a	۳/۷۱ ^b	۵/۵۲ ^a	۴/۸۲ ^a	۶۸۰۰ ^b	۶۴۵۰ ^a	۱۹۷۰ ^a	۷۸/۵ ^{ab}	۱۱۸/۶ ^b	۱۱۸/۶ ^b
۲۰۰	۳۷/۲۶ ^a	۴۰/۰۵ ^a	۳/۵۷ ^b	۴/۶۳ ^b	۳/۹۶ ^c	۸۳۳۰ ^a	۶۹۶۰ ^a	۲۱۹۰ ^a	۹۳/۵ ^a	۱۶۹/۵ ^a	۱۶۹/۵ ^a

میانگین‌های داری حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

جدول ۷. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به صفات فیزیولوژیکی دو رقم تربچه

صفات	Cherry Belle	Sparkler
شاخص کلروفیل برگ ۱	۳۴/۳ ^b	۳۵/۸ ^a
شاخص کلروفیل برگ ۲	۳۶/۰ ^b	۳۷/۵ ^a
نیترات شیره دمبرگ ۲ (mg/l)	۴۵۳۶ ^a	۳۸۶۸ ^b

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن است

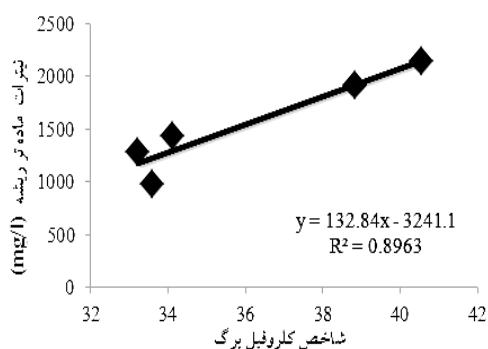
۱: ۱۰ روز قبل از برداشت ۲: در زمان برداشت

به همین دلیل کمترین اعداد کلروفیل متر در کل مراحل رشد ذرت شیرین در تیمار فاقد نیتروژن به‌دست آمد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم Sparkler نسبت به رقم Cherry Belle محتوای کلروفیل بیشتری داشته است (جدول ۷).

مواد جامد محلول

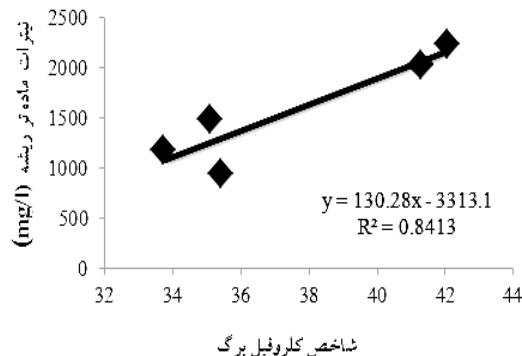
مواد جامد محلول دمبرگ ۱۰ روز قبل از برداشت در تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن نسبت به تیمارهای فاقد نیتروژن، ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر کمتر بود و در زمان برداشت نسبت به ۱۰ روز قبل از برداشت افزایش یافت ولی در تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن نسبت به بقیه تیمارها کمتر

بود (جدول ۶). فرزانه و همکاران (۵) نیز بیان کردند که بالاترین میزان مواد جامد محلول در گوجه‌فرنگی از مصرف ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن به‌دست آمد و سطوح بالاتر باعث کاهش این صفت گردید. میزان مواد جامد محلول هیپوکتیل در ۱۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن به بیشترین میزان خود رسید اما مقدار آن در ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کاهش یافت (جدول ۶). از آنجایی که مواد جامد محلول عمدتاً قندها می‌باشند نیتروژن موجب مصرف کربوهیدرات‌ها یا قندها در گیاه شده و با تأمین نیتروژن، کربوهیدرات‌ها به پروتئین‌ها تبدیل می‌شوند در نتیجه آب بیشتری جذب پرتوپلاست می‌شود و گیاه را ترد و شکننده می‌کند هر چه میزان مصرف نیتروژن بالا رود به‌دلیل آبکی شدن



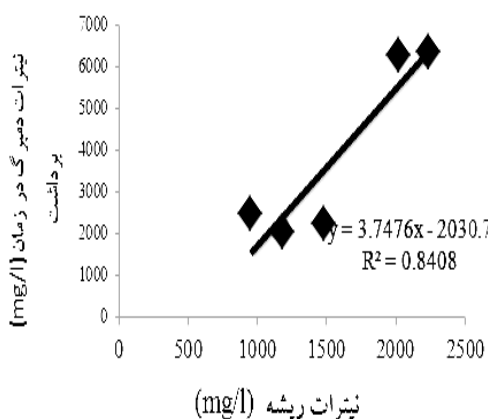
شکل ۲. خط رگرسیون شاخص کلروفیل برگ در زمان برداشت و

نیترات ماده تر ریشه تربچه رقم Cherry Belle



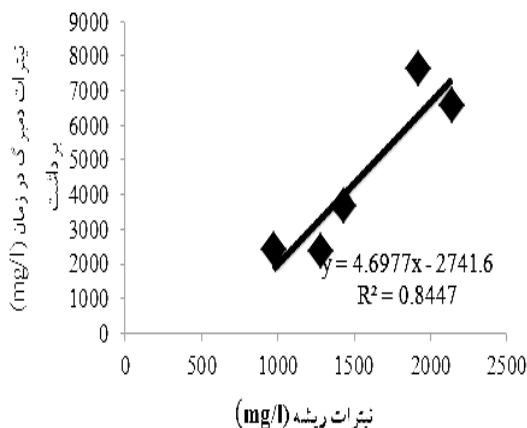
شکل ۱. خط رگرسیون شاخص کلروفیل برگ در زمان برداشت و

نیترات ماده تر ریشه تربچه رقم Sparkle



شکل ۴. خط رگرسیون نیترات شیره دمبرگ و

ریشه تربچه رقم Sparkler در زمان برداشت



شکل ۳. خط رگرسیون نیترات شیره دمبرگ و ریشه تربچه

رقم Cherry Belle در زمان برداشت

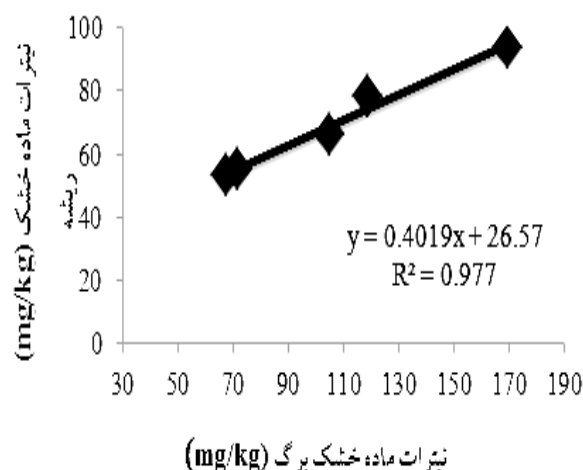
بیشترین میزان نیترات هیپوکتیل مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن می باشد و کمترین مربوط به تیمار فاقد نیتروژن بود. مقایسه نیترات دمبرگ و نیترات هیپوکتیل در زمان برداشت نشان داد که دمبرگ گیاهان تربچه در تمام تیمارها میزان نیترات بیشتری داشت (جدول ۶). با افزایش میزان نیتروژن نیترات ذخیره شده در ریشه ها به تدریج به برگ ها انتقال می یابند، پس دمبرگ گیاهان که مسیر آوندهای چوبی هستند میزان نیترات بیشتری دارند (۱۸).

بیشترین میزان نیترات ماده خشک برگ و هیپوکتیل در تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن و کمترین میزان در تیمار فاقد نیتروژن دیده شد و مقایسه نیترات ماده خشک برگ و غده

بافت ها درصد مواد جامد محلول کاهش می یابد (۱۰).

نیترات

مقایسه میانگین مقادیر مختلف نیتروژن نشان داد که بیشترین میزان نیترات دمبرگ مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن می باشد و کمترین مربوط به تیمار فاقد نیتروژن بود. مقایسه میزان نیترات دمبرگ در دو زمان مختلف نشان داد که در زمان برداشت تربچه در سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر میزان نیترات دمبرگ کاهش جزئی نسبت به ۱۰ روز قبل داشته است (جدول ۶) و نیترات شیره دمبرگ در زمان برداشت در رقم Cherry Belle نسبت به رقم Sparkler بیشتر است (جدول ۷).



شکل ۵. خط رگرسیون نیترات ماده خشک برگ و ریشه تربچه

رگرسیون در رقم Cherry Bell به صورت $Y = 4/697X - 2741$ و در رقم Sparkler به صورت $Y = 3/747X - 2030$ بود که در این معادله، نیترات دمبرگ در زمان برداشت Y و نیترات هیپوکتیل X بود (نمودار ۳ و ۴).

براساس معادلات به دست آمده به ازای افزایش ۱ واحد نیترات دمبرگ، نیترات هیپوکتیل $0/212$ واحد در رقم Cherry Bell و $0/266$ واحد در رقم Sparkler افزایش یافت که نشان می‌دهد نیترات دمبرگ هم معیاری برای ارزیابی نیترات هیپوکتیل تربچه است هم‌چنین همبستگی مثبت در سطح احتمال یک درصد بین نیترات ماده خشک ریشه و برگ در تربچه مشاهده شد ($r^2 = 0/977$) و معادله خط رگرسیون به این صورت بود:

$Y = 0/401X - 26/57$ که در این معادله نیترات ماده خشک برگ X و نیترات ماده خشک هیپوکتیل Y بود (نمودار ۵). در این آزمایش بین مواد جامد محلول هیپوکتیل و دمبرگ تربچه همبستگی معنی‌داری وجود نداشت، هم‌چنین بین نیترات هیپوکتیل و مواد جامد محلول ریشه همبستگی معنی‌دار نشد. نتایج نشان داد که تست شیره دمبرگ و شاخص کلروفیل برگ تکنیک سریع و با ارزشی برای اطلاع از وضعیت نیترات گیاه تربچه می‌باشد.

نشان داد که برگ گیاهان تربچه در تمام تیمارها میزان نیترات بیشتری داشت (جدول ۶).

همبستگی صفات

در این تحقیق همبستگی مثبت در سطح احتمال پنج درصد بین شاخص کلروفیل برگ و نیترات ماده تر هیپوکتیل در زمان برداشت بین ارقام مشاهده شد ($r^2_{\text{cherry bell}} = 0/896$ و $r^2_{\text{sparkler}} = 0/841$).
 $r^2_{\text{SPARKLER}} = 0/841$ و معادله خط رگرسیون در رقم Cherry Bell به صورت $Y = 132/8X - 3313$ و در رقم Sparkler به صورت $Y = 130/2X - 3313$ بود که در این معادله، نیترات ماده تر هیپوکتیل Y و شاخص کلروفیل در زمان برداشت X بود (نمودار ۱ و ۲).
 براساس معادلات به دست آمده به ازای افزایش ۱ واحد شاخص کلروفیل برگ میزان نیترات هیپوکتیل در رقم Cherry Bell $132/8$ واحد و در رقم Sparkler $130/2$ واحد افزایش یافت که نشان می‌دهد شاخص کلروفیل برگ معیاری برای ارزیابی نیترات ریشه تربچه است.

همبستگی مثبت در سطح احتمال ۵ درصد بین نیترات شیره دمبرگ و هیپوکتیل در زمان برداشت در بین ارقام مشاهده شد شد ($r^2_{\text{cherry bell}} = 0/844$ و $r^2_{\text{SPARKLER}} = 0/840$) معادله خط

منابع مورد استفاده

1. Barker, A. V. and H. A. Mills. 1980. Ammonium and nitrate nutrition of horticultural crops. *Horticulture Review*. 2: 395-423.
2. Barker, A. V., D. N. Maynard and H. A. Mills. 1974. Variations in nitrate accumulation among spinach cultivars. *Journal of American Society for Horticultural* 99: 132-134.
3. Bredemeier, C. 2005. Laser-induced chlorophyll fluorescence sensing as a tool for site-specific nitrogen fertilizer evaluation under controlled environmental and field conditions in wheat and maize. PhD. Thesis. Technical University of Munich, Germany.
4. Chen, B. M., Z. W. Wang, S. X. Li., G. X. Wang., H. X. Song and X. N. Wang. 2004. Effect of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation, metabolic nitrate concentration and nitrate reductase activity in three leafy vegetables. *Plant Science* 167 (3): 635-643.
5. Farzaneh, N., A. Golchin and k. Hashemiye majd. 2010. The effect of nitrogen and boron on growth, yield and mineral nutrient concentration of tomato. *Science and Technology of Greenhouse Culture* 2: 19-28. (In Farsi).
6. Goldani, M., S. M. Kharazi and P. Pepo. 2010. The effect of macronutrients (NPK) on growth characteristics of two commercial cultivars of maize (*Zea mays* L.) in hydroponic environments. *Journal of Agricultural Ecology* 2: 459-473. (In Farsi).
7. Hopkins, W. G. 2004. Introduction to Plant Physiology (3rd ed.). John Wiley and Sons. New York.
8. Madakadze, I. C., K. A. Stewart, R. M. Madakadze, P. R. Peterson. B. E. Coulman and D. L. Smith. 1999. Field evaluation of the chlorophyll meter to predict yield and nitrogen concentration of switch grass. *Plant Nutrition* 22(6) : 1001-1010.
9. Malakoti, M. J. 1378. Sustainable Agriculture and Increase Performance by Optimizing Fertilizer Use in Iran. Publishing, education, training and equipping personnel department, the TAT and the Ministry of Agriculture, Karaj, Iran. (In Farsi).
10. Manavifard, M., F. Dashti, A. Ershadi and M. Jalali. 2008. of sources (urea and ammonium nitrate) and different levels of nitrogen fertilizer on characteristics of quantitative and qualitative nitrate accumulation in Iranian Leek (*Allium ampeloprasum*). *Journal of Agricultural Science* 39: 301-308. (In Farsi).
11. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press, London.
12. Melton, R. R. and Dufault, R. J. 1991. Nitrogen, phosphorus, and potassium fertility regimes affect tomato transplant growth. *Hortscience* 26: 141-142.
13. Scharf, P. C., S. M. Brouder and R. G. Hoeft. 2006. Chlorophyll meter reading can predict nitrogen need and yield response of corn in the north-central USA. *Agronomy Journal* 98: 655-665.
14. Sepehri, A., S. A. M. ModaresSanavi, B. GharehRiyazi and Y. Yamini. 2002. Effect of different amounts of water and nitrogen stress on growth and yield and yield components in maize. *Iranian Journal of Crop Sciences* 4(3)184-200. (In Farsi).
15. Sparrow, L. A and K. S. R. Chapman. 2003. Effects of nitrogen fertiliser on potato (*Solanum tuberosum* L., cv. Russet Burbank) in Tasmania. 1. Yield and quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43(6): 631-641.
16. Stagnari, F., V. D. Bitetto and M. Pisante. 2007. Effect of N fertilizers rates on yield, safety and nutrients in processing spinach genotypes. *Journal of Horticultural Science* 114: 225-233.
17. Tabatabaei, S. J. 2009. Principles of Mineral Nutrition of Plants. Moalef. Tabriz. Iran. (In Farsi).
18. Wang, L., L. Li and X. Chen. 2010. Effect of different nitrogen concentration and form on nitrate accumulation in leaf radish. *International Society for Horticultural Science* 856: 229-236.
19. Wang, Z. H., Z. Q. Zong, S. X. Li and B. M. Chen. 2002. Nitrate accumulation in vegetables and its residual in vegetable fields. *Huanjing Kexue/Environmental Science* 23: 79-83.
20. Westcott, M. P. & J. M. Wraith, 1995. Correlation of leaf chlorophyll readings and stem nitrate concentrations in peppermint. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 26: 1481-1490
21. Westerveld, S. M. and A. W. Mckeown. 2003. Chlorophyll and nitrate meters as nitrogen monitoring tools for selected vegetables in Southern Ontario. *Acta Horticulturae* 627: 259-266.