اثر نسبت‌های متفاوت $NH_4^+ : NO_3^-$ بر رشد، محتوای قند و رنگیزه‌های فتوسنتزی ذرت رقم ۷۰۴

اکرم سیوانی اصل[۱] و کمال الدین دیلمقانی[۲]

چکیده

در این تحقیق، اثر نسبت‌های مختلف $NH_4^+ : NO_3^-$ (۶۰:۴۰، ۸۰:۲۰، ۱۰۰:۰) روی برخی پارامترهای رشد، از جمله وزن تر و وزن خشک اندام‌های رویشی (ریشه، برگ، ساقه)، غلظت کربوهیدرات‌های محلول و رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل **a**، کلروفیل **b** و کلروفیل کل و کاروتنوئیدها) در رقم ۷۰۴ ذرت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان دادند که با کاهش نسبت $NH_4^+ : NO_3^-$ از ۱۰۰:۰ به ۸۰:۲۰ وزن تر ریشه و برگ و وزن تر و خشک ساقه کاهش و با کاهش آن از ۸۰:۲۰ به ۶۰:۴۰ افزایش یافت. در وزن خشک برگ و ریشه با کاهش نسبت $NH_4^+ : NO_3^-$ کاهش دیده شد هم‌چنین با کاهش نسبت $NH_4^+ : NO_3^-$ غلظت قندهای محلول در برگ کاهش یافت، در حالی‌که در ساقه با کاهش نسبت $NH_4^+ : NO_3^-$ از ۱۰۰:۰ به ۸۰:۲۰ افزایش و با کاهش آن از ۸۰:۲۰ به ۶۰:۴۰ کاهش دیده شد. در ریشه بالاترین غلظت قندهای محلول در نسبت ۶۰:۴۰ وجود داشت و تفاوت آن بین دو نسبت دیگر معنی‌دار نبود. سنجش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی نشان داد که با کاهش نسبت $NH_4^+ : NO_3^-$ به ۶۰:۴۰ غلظت کلروفیل **a** و کاروتنوئیدها افزایش یافت. تفاوت آن‌ها در دو نسبت دیگر معنی‌دار نبود. غلظت کلروفیل **b** و کلروفیل کل با کاهش نسبت $NH_4^+ : NO_3^-$ کاهش یافت، با این حال، اختلاف سطوح آن‌ها در دو نسبت ۸۰:۲۰ و ۶۰:۴۰ معنی‌دار نبود.

کلمات کلیدی: *ذرت، نیترات، آمونیوم، وزن تر، وزن خشک، قندهای محلول، کلروفیل، کاروتنوئید.*

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۲۵

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرند، دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی، مرند، ایران.
۲ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرند، گروه زیست شناسی، مرند، ایران(نویسنده مسئول)
E- mail: K0_dil@marandiau.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه و بررسی منابع علمی

ذرت (*Zea mayes* L.) گیاهی تک لپه از تیره گندمیان می‌باشد. این گیاه از نظر تغذیه انسان و دام اهمیت بسیاری دارد (Kahrizi et al., 1997).

نیتروژن یک عنصر پرمصرف بوده و برای رشد گیاهان ضروری بوده (Balotf and Kavoosi, 2011) و رشد گیاهان را در بسیاری از اکوسیستم‌های طبیعی محدود می‌کند. از این رو، امروزه نیتروژن گسترده‌ترین ماده غذایی استفاده شده به عنوان کود برای گیاهان زراعی است (Sanchez Chavez et al., 2009).

یون NH_4^+ و NO_3^- دو شکل عمده نیتروژن غیر آلی برای گیاهان هستند. این دو ترکیب در درون گیاه به دو روش کاملا جدا و متفاوت از هم آسیمیله شده و دارای اثرات متفاوتی روی رشد گیاهان هستند. کاربرد نیتروژن در هر دو شکل نیتراتی و آمونیومی احتمالا بر مقدار کربوهیدرات‌ها و انرژی در گیاهان اثر می‌گذارد. آمونیوم در غلظت‌های نسبتا کم، سمی است و به همین دلیل بلافاصله پس از ورود به ریشه گیاه باید سم زدایی گردد. مسیر مهم سم زدایی آمونیوم وارد شدن آن در ساختار اسیدهای آمینه و ترکیبات وابسته است. کربوهیدرات‌های ذخیره شده در ریشه‌ها اسکلت کربنی مورد نیاز برای این ترکیبات را تامین می‌کنند. بر عکس یون آمونیوم، نیترات در گیاه سمی نیست. با این حال برای استفاده باید به آمونیوم، احیا شده، سپس وارد ترکیب اسیدهای آمینه شود. بنابراین، آسیمیلاسیون نیترات نیازمند صرف انرژی بیشتری نسبت به آسیمیلاسیون آمونیوم است (Almodares et al., 2009).

شکل ترجیحی نیتروژن بصورت نیترات یا آمونیوم ما بین گونه‌های گیاهی متفاوت است (Daniel- Vedele et al., 1998). با توجه به اهمیت تغذیه نیتروژنی به شکل نیترات و آمونیوم، در این مقاله اثر تغذیه نیتراتی و آمونیومی به عنوان دو منبع مهم نیتروژنی در نسبت‌های (۶۰:۴۰، ۸۰:۲۰ و ۱۰۰:۰) NO_3^- : NH_4^+ بر روی پارامترهای رشد (وزن تر و وزن خشک)، پارامترهای بیوشیمیایی (قندهای محلول)، غلظت رنگیزه‌های گیاهی (کلروفیل a، کلروفیلb، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها) و در گیاه ذرت رقم ۷۰۴ مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، دانه‌های ذرت رقم ۷۰۴ *Zea mays* از اداره جهاد کشاورزی شهرستان خوی تهیه گردید. دانه‌هایی با ویژگی‌های ظاهری تقریبا یکسان از نظر شکل، اندازه و سالم بودن به تعداد مورد نیاز برای کشت انتخاب و به مدت ۲۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۱ درصد ضدعفونی و سپس با آب مقطر کافی شستشو داده شدند و به تعداد ۸ دانه در هر گلدان بصورت کشت گلخانه‌ای تحت شرایط دمایی حداقل ۲۳/۵ و حداکثر ۳۴/۵ درجه سیلسیوس و شدت نور ۱۳۰۰۰ لوکس تحت رژیم روشنایی و تاریکی، به ترتیب، ۱۶و ۸ ساعت کشت شدند. دو هفته بعد از کشت، دانه رست‌ها به

Archive of SID

www.SID.ir

محلول غذایی هوگلند تغییر یافته (Taiz and Zeiger, 2006) دارای سه نسبت از NO_3^- : NH_4^+ به صورت (۸۰:۲۰، ۶۰:۴۰ و ۱۰۰:۰) با کشت گلدانی به مدت دو هفته با سه تکرار تیمار شدند. ۵ روز پس از اتمام تیماردهی نیز دانه رست‌ها برداشت شده و پارامترهای زیر اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها، ریشه، ساقه و برگ‌ها به طور جداگانه در آون در دمای ۸۰ °C به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توزین شدند.

غلظت قندهای محلول برگ، ساقه و ریشه به روش فنل - اسیدسولفوریک اندازه‌گیری شد. نخست بافت‌های گیاهی شامل برگ، ساقه و ریشه هر کدام به طور جداگانه به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس در هاون پودر شدند. ۰/۱ گرم ماده خشک گیاهی پودر شده به همراه ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ به مدت ۱۵ دقیقه جوشانده شد. پس از سرد شدن عصاره با استفاده از کاغذ واتمن شماره ۲ صاف و چند بار شستشو داده و حجم محلول از صافی گذشته با آب مقطر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در مرحله بعد بر روی محلول ۲/۵ میلی‌لیتر هیدروکسید باریم ۰/۳ نرمال و ۲/۵ میلی‌لیتر سولفات روی ۵٪ اضافه شد. سپس در سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۰۰۰ rpm قرار داده شد. پس از سانتریفیوژ محلول رویی از ته نشست جدا گردید و دوباره حجم محلول با آب مقطر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در مرحله آخر ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ به اضافه ۱ میلی‌لیتر فنل ۵٪ در لوله‌های آزمایش ۱۰ میلی‌لیتری ریخته و بر روی آن‌ها ۲ میلی‌لیتر از محلول حاوی قند محلول اضافه شد. پس از گذشت ۳۰ دقیقه جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۴۸۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر CECIL مدل ۲۰۴۱ اندازه‌گیری شد. در نهایت با استفاده از منحنی استاندارد قند، غلظت قندهای هر نمونه بر حسب mg/l محاسبه گردید. برای رسم منحنی استاندارد قند از محلول‌هایی با غلظت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر گلوکز استفاده شد. با در دست داشتن وزن خشک نمونه‌ها مقادیر قند محلول هر نمونه بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک محاسبه گردید.

اندازه‌گیری غلظت کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها در برگ به ترتیب به روش آرنیون و لی‌چن‌دالیر (Lichenthaler, 1987; Arnon,) انجام شد. یک روز پیش از برداشت دانه رست‌ها، نمونه‌های برگی برداشت و پس از وزن کردن در ml ۵ استن خالص قرار داده و به مدت ۴۸ ساعت در یخچال برای استخراج کلروفیل و کاروتنوئیدها تا بی‌رنگ شدن کامل نمونه‌ها نگهداری شدند. پس از آن در دو طول موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر توسط دستگاه اسپکترومتر CECIL مدل ۲۰۴۱ میزان جذب نوری عصاره‌های رنگیزه‌ای اندازه‌گیری شد و با انجام محاسبات با استفاده از معادله‌های زیر و با در دست داشتن وزن تر نمونه‌ها میزان کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئیدها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بدست آمد.

Archive of SID

www.SID.ir

در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار SPSS (Version 19) و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

پارامترهای رشد (وزن تر و خشک): داده‌های ارائه شده در جدول ۱ و شکل ۱ بیان‌گر آن است که بالاترین مقدار وزن تر برگ در نسبت ۸۰:۲۰ و کمترین مقدار آن در نسبت ۶۰:۲۰ $NO_3^-:NH_4^+$ دیده شد. وزن تر برگ در نسبت از ۱۰۰:۰ $NO_3^-:NH_4^+$ حد واسط بین دو نسبت دیگر بود.

وزن تر ساقه: با کاهش نسبت $NO_3^-:NH_4^+$ در نسبت ۸۰:۲۰ وزن تر ساقه افزایش و در نسبت ۶۰:۴۰ کاهش معنی‌داری نشان داد و همانند برگ، بالاترین مقدار وزن تر در نسبت ۸۰:۲۰ و کمترین مقدار آن در نسبت ۶۰:۴۰ از $NO_3^-:NH_4^+$ دیده شد (جدول ۱).

وزن تر ریشه: نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری وزن تر ریشه دانه‌رست‌های تیمار شده با ۳ نسبت از $NO_3^-:NH_4^+$ نشان می‌دهد که همانند وزن تر برگ و ساقه بالاترین مقدار وزن تر ریشه در نسبت ۸۰:۲۰ از $NO_3^-:NH_4^+$ و پایین‌ترین مقدار آن در نسبت ۶۰:۴۰ از $NO_3^-:NH_4^+$ وجود داشت (جدول ۱).

وزن خشک برگ: داده‌های عددی ارائه شده در جدول (۲) نشان‌گر آن است که با کاهش نسبت $NO_3^-:NH_4^+$ وزن خشک برگ کاهش یافت. این کاهش در نسبت ۶۰:۴۰ بسیار بالاتر بود.

وزن خشک ساقه: با کاهش نسبت $NO_3^-:NH_4^+$، در نسبت ۸۰:۲۰ وزن خشک ساقه، مانند وزن تر آن، افزایش و در نسبت ۶۰:۴۰ از $NO_3^-:NH_4^+$ کاهش یافت، بالاترین مقدار وزن خشک ساقه در نسبت ۸۰:۲۰ و پایین‌ترین مقدار آن در نسبت ۶۰:۴۰ از $NO_3^-:NH_4^+$ دیده شد (جدول ۲).

وزن خشک ریشه: داده‌های عددی ارائه شده در جدول ۲ نشان داد که مانند برگ، با کاهش نسبت $NO_3^-:NH_4^+$ وزن خشک ریشه کاهش یافت. این کاهش در نسبت ۶۰:۴۰ بسیار بالاتر بود.

شکل نیتروژن در دسترس گیاه آثار قابل ملاحظه‌ای روی رشد و فتوسنتز در گیاهان دارد (Cramer and Lewis, 1993) و شکل ترجیحی نیتروژن بصورت نیترات یا آمونیوم ما بین گونه‌های گیاهی متفاوت است (Baker and Mills, 1980). برای مثال، رشد بهتر برنج و مخروطیان در حضور آمونیوم بهتر اتفاق می‌افتد (Britto and Kronzucher, 2002; Britto and Kronzucher, 2004; Gerendas et al., 1997). در حالی‌که بعضی گونه‌های گیاهی مانند خیار، بادمجان، گوجه‌فرنگی، ذرت، گندم، جو و لوبیا برای تغذیه، نیترات را نسبت به آمونیوم ترجیح می‌دهند (Bloom et al., 2002). در این تحقیق با توجه به وزن خشک که برگ‌ها، ریشه و ساقه معلوم شد که این گیاهان در

Archive of SID

www.SID.ir

شرایط تنها NO_3^- یا نسبت بالای $NH_4^+ : NO_3^-$ بهتر رشد کردند.

لی‌ویس و کرامر (Cramer and Lewis, 1993) با بررسی اثر تغذیه آمونیومی و نیتراتی روی ذرت، گندم و اسفناج نشان دادند که بیومس این گیاهان با تغذیه آمونیومی نسبت به نیترات پایین تر بود. این مساله می‌تواند به دلیل نرخ‌های فتوسنتزی پایین تر در تغذیه NH_4^+ در مقایسه با NO_3^- باشد. مطالعات دیگر اثر متضاد را در توت فرنگی، raspberry، bluberry و چاودار گزارش کردند.

اوسوریو و همکاران (Osorio et al., 2003) اثر شکل نیتروژن را روی گیاه *Colocasia esculenta* L. بررسی کردند و کاهش رشد در بالاترین سطح نیتروژن را تا اندازه‌ای به سطح بالای $NH4^+$ که جذب و تراجایی کاتیون‌ها، مانند Mg^{2+}، Ca^{2+} و Mn^{2+} کاهش داد نسبت دادند.

اسچورتیمی‌یر و همکاران (Schortemeyer et al., 1997) با بررسی چهار هیبرید از ذرت به این نتیجه رسیدند که آمونیوم وزن خشک را در دو هیبرید ذرت کاهش داد و این‌که تغذیه آمونیوم نسبت به گیاهان رشد یافته روی نیترات اثر بازدارندگی قابل توجهی روی دو هیبرید دیگر نداشت.

دائو و همکاران (Dou et al., 1999) گزارش کردند که رشد همه بخش‌های گیاه نارنج (ریشه، ساقه، برگ) با افزایش غلظت آمونیوم در محلول رشد کاهش یافت.

زیوو و همکاران (Zhou et al., 2011) مشاهده کردند که گیاهان خیار (*Cucumis sativus* L.) تیمار شده با آمونیوم رشد آهسته‌تری را در مقایسه با گیاهان رشد یافته با نیترات داشتند.

الیمینی (Alyemeni, 1997) با بررسی پاسخ رشدی دانه‌رست‌های *Vigna ambacensis* L. به منبع نیتروژن نشان داد که شکل نیتروژن اثر معنی‌داری روی وزن تر و وزن خشک همه بخش‌های گیاهی (ریشه، ساقه و برگ) داشت. گیاهان رشد یافته در محیط کشت آمونیومی دارای وزن تر و خشک پایین تری در مقایسه با گیاهان رشد یافته در محیط کشت نیتراتی بودند. کاهش رشد گیاه به وسیله آمونیوم در مقایسه با نیترات می‌تواند به دلیل انباشت ناکافی کاتیون‌های کانی و آنیون‌های آلی یا احتمالا به دلیل کاهش جذب آب باشد که ناشی از اثر آمونیوم روی تراوایی غشا است، حتی تنش آبی در گیاهان تغذیه شده با آمونیوم ممکن است مشاهده شود.

هم‌چنین کای‌سیدو و همکاران (Caicedo et al., 2000) و پاولیک و همکاران (Pavlik et al., 2010) نیز با بررسی آثار اشکال متفاوت نیتروژن بر روی رشد گیاه عدسک آبی (Lemna minor) و ذرت، کاهش رشد (وزن تر و خشک) گیاهان رشد یافته در آمونیوم را نسبت به گیاهان رشد یافته در نیترات نشان دادند که با نتایج ما هم سو است.

Archive of SID

www.SID.ir

قندهای محلول برگ: کاهش نسبت $NO_3^-:NH_4^+$ موجب کاهش معنی‌دار در مقدار قندهای محلول برگ رشد به طوری‌که بیشترین مقدار قندهای محلول در نسبت ۱۰۰:۰ از $NO_3^-:NH_4^+$ و کمترین آن در نسبت ۶۰:۴۰ از $NO_3^-:NH_4^+$ دیده شد (جدول ۳).

قندهای محلول ساقه: داده‌های عددی ارائه شده در جدول ۳ نشان داد برخلاف برگ، با کاهش نسبت $NO_3^-:NH_4^+$ از ۱۰۰:۰ به ۸۰:۲۰ محتوای قندهای محلول ساقه افزایش پیدا کرد. کمترین مقدار قندهای محلول در نسبت ۱۰۰:۰ و بیشترین مقدار آن در نسبت ۸۰:۲۰ از نسبت $NO_3^-:NH_4^+$ وجود داشت.

با کاهش نسبت $NO_3^-:NH_4^+$ مقدار قندهای محلول ریشه در نسبت ۶۰:۴۰ افزایش یافت، با این حال تفاوت مقدار قندهای محلول در دو نسبت دیگر معنی‌دار نبود (جدول ۳).

نتایج تحقیق نشان داد که با کاهش نسبت $NO_3^- : NH_4^+$ مقدار قندهای محلول در برگ کاهش، در حالی‌که در ساقه و ریشه افزایش یافت. در ساقه بالاترین غلظت قندهای محلول در نسبت ۸۰:۲۰ و در ریشه در نسبت ۶۰:۴۰ از $NO_3^- : NH_4^+$ دیده شد.

اسچورتیمی‌یر و همکاران (Schortemeyer et al., 1997) با بررسی اثر سمیت آمونیومی بر مقدار کربوهیدرات‌ها در ذرت نشان دادند که با افزایش آمونیوم مقدار قندها کاهش یافت. افزایش آمونیوم در بخش‌های هوایی باعث کاهش اسیمیلاسیون قندها می‌شود. هم‌چنین وقتی آمونیوم به عنوان منبع تغذیه استفاده شود برای اسیمیلاسیون آن باید کربوهیدرات‌ها از بخش‌های هوایی به ریشه‌ها منتقل شوند و سپس به صورت آمیدها و آمینواسیدها به بخش‌های هوایی انتقال یابند. بنابراین مقداری از کربوهیدرات مصرف شده و مقدار آن در کل گیاه به ویژه در برگ‌ها و ساقه‌ها کاهش می‌یابد. فرض شده است که عرضه کافی اسکلت‌های کربنی برای آسیمیلاسیون آمونیوم در ریشه‌ها برای بیشینه رشد در غلظت‌های بالای آمونیوم لازم است که این نتایج با نتایج ما کاملا مطابقت دارد.

بیلترانو و همکارانش (Beltrano et al., 1999) با به کار بر روی گیاه (*Paspalum vaginatum*) نشان دادند که میزان قند کل در تیمار آمونیومی نسبت به تیمار نیتراتی کمتر بود که با نتایج ما در مورد برگ مطابقت داشت.

کلروفیل a: با کاهش نسبت $NO_3^-:NH_4^+$ غلظت کلروفیل a در نسبت ۶۰:۴۰ افزایش نشان داد. تفاوت غلظت‌های کلروفیل a در دو نسبت دیگر معنی‌دار نبود (جدول ۴).

Archive of SID

www.SID.ir

کلروفیل b: داده‌های عددی ارائه شده در جدول ۴ نشان داد که با کاهش نسبت $NO_3^-:NH_4^+$ غلظت کلروفیل b کاهش پیدا کرد، با این حال تفاوت بین نسبت‌های ۸۰:۲۰ و ۶۰:۴۰ معنی‌دار نبود.

کلروفیل کل: با کاهش نسبت $NO_3^-:NH_4^+$ غلظت کلروفیل کل، مانند کلروفیل b، کاهش یافت، اگر چه تفاوت در غلظت‌های ۸۰:۲۰ و ۶۰:۴۰ معنی‌دار نبود (جدول ۴).

کاروتنوئیدها: بلانک و همکاران (Blanke et al., 1996) با بررسی اثر تغذیه آمونیومی بر محتوای کلروفیل در گیاه اسفناج *Brassica Oleracea* var. *gongylodes* نشان دادند که هنگامی از کود آمونیومی در محیط کشت استفاده شد محتوای *chl a* و *chl b* در مقایسه با استفاده از نیترات کاهش یافت که تنها با نتایج این تحقیق در مورد *chl a* هم سو می‌باشد.

پوریتچ و بارکیر (Puritch and Barker, 1967) با بررسی ساختار و عملکرد کلروپلاست‌های گوجه فرنگی در طی سمیت آمونیومی نشان دادند که یکی از نشانه‌های ویژه سمیت آمونیوم، زرد شدن برگ‌هاست. اندازه‌گیری مقدار کلروفیل نشان داد که مقدار کلروفیل برگ‌ها خیلی زود پس از تیمار آمونیومی کاهش یافت. این کاهش سریع کلروفیل ممکن است به وسیله اثر سمیت آمونیومی روی بیوسنتز کلروفیل توضیح داده شود.

ساتدووال ویلا (Sandoval- villa et al., 1999) با بررسی روی گیاه گوجه فرنگی نشان داد که با افزایش غلظت آمونیوم در محیط کشت مقدار کلروفیل تا حدی افزایش یافت اما غلظت‌های بالاتر از آن موجب کاهش محتوای کلروفیل گردید.

گاربین و دیل‌لینبورگ (Garbin and Dillenburge, 2008) با بررسی اثر نیتروژن بر غلظت کلروفیل در *Araucaria angustifolia* نشان دادند که برگ‌های جوان تیمار شده با نیترات کم رنگ‌تر بودند که بیانگر مقدار کم کلروفیل در برگ‌هاست. این نتایج با نتایج ما در مورد *chl* a هم سو می‌باشد.

نتایج نشان دادند که غلظت کاروتنوئیدها در نسبت NO_3^- : NH_4^+ به صورت ۶۰:۴۰ بالاتر بود. تفاوت غلظت این رنگیزه‌ها در دو نسبت دیگر معنی‌دار نبود.

واسیلی‌وا و ایلی‌وا (Vasileva and Ilieva, 2011) با بررسی اثر اشکال نیتروژنی بر روی کلروفیل در گیاه علفی یونجه نشان دادند که که استفاده از کود نیتراته در سه سطح گوناگون و کود آمونیومی در سه سطح تاثیر قابل ملاحظه‌ای روی مقادیر کاروتنوئیدها نداشت.

روستا و همکاران (Roosta et al., 2009) با بررسی اشکال نیتروژنی در گیاه سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) نشان دادند که تفاوت معنی‌دار از نظر محتوای کاروتنوئیدها بین تیمارهای نیترات، آمونیوم و نیترات آمونیوم وجود نداشت.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج کارهای کوپسیل و همکاران (Kopsell et al., 2007) با بررسی روی ۳ رقم گیاه (*Brassica Oleraceaea*) نشان دادند که غلظت بتاکاروتن با کاهش نسبت NH_4^+ : NO_3^- کاهش یافت (Kopsell et al., 2007) که با نتایج ما هم سو نیست.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار مقادیر وزن تر (g) دانه رست‌های ذرت رقم ۷۰۴ رشد یافته در نسبت‌های مختلف $NO_3^-:NH_4^+$

نسبت $NO_3^-:NH_4^+$	وزن تر برگ Leaf fresh weight	وزن تر ساقه Stem fresh weight	وزن تر ریشه Root fresh weight
100:0	2/551 ± 0/096b	1/868 ± 0/108b	1/654 ± 0/121b
80:20	3/149 ± 0/036 a	2/301 ± 0/054a	2/212 ± 0/049 a
60:40	1/407 ± 0/049 c	1/251 ± 0/034 c	1/469 ± 0/058 c

اختلاف مابین میانگین‌ها در هر ستون با حروف مشابه از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشد

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار مقادیر وزن خشک (g) دانه رست‌های ذرت رقم ۷۰۴ رشد یافته در نسبت‌های مختلف $NO_3^-:NH_4^+$

نسبت $NO_3^-:NH_4^+$	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight
100:0	1/336 ± 0/028a	0/369 ± 0/026b	0/517 ± 0/008 a
80:20	1/252 ± 0/038 b	0/461 ± 0/032 a	0/460 ± 0/019 b
60:40	0/199 ± 0/026 c	0/042 ± 0/001 c	0/066 ± 0/001 c

اختلاف مابین میانگین‌ها در هر ستون با حروف مشابه از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار مقادیر قندهای محلول در دانه رست‌های ذرت رقم ۷۰۴ رشد یافته در نسبت‌های مختلف $NO_3^-:NH_4^+$

نسبت $NO_3^-:NH_4^+$	قندهای محلول برگ ($mg.g^{-1}$ D.W.)	قندهای محلول ساقه ($mg.g^{-1}$ D.W.)	قندهای محلول ریشه ($mg.g^{-1}$ D.W.)
100:0	21/186 ± 1/174 a	11/443 ± 1/532 c	13/567 ± 1/508 b
80:20	17/362 ± 1/112 b	16/386 ± 0/908 a	13/702 ± 0/969 b
60:40	14/723 ± 0/100 c	13/382 ± 0/444 b	20/311 ± 2/508 a

اختلاف مابین میانگین‌ها در هر ستون با حروف مشابه از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دارنمی باشد.

جدول ۴- میانگین و انحراف معیار مقادیر کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها در دانه رست‌های ذرت رقم ۷۰۴ رشد یافته در نسبت‌های مختلف $NO_3^-:NH_4^+$

نسبت $NO_3^-:NH_4^+$	کلروفیل a (mg/g F.W.)	کلروفیل b (mg/g F.W.)	کلروفیل کل (mg/g F.W.)	کاروتنوئید (mg/g F.W.)
100:0	2/731 ± 0/200 b	1/827 ±0/353 a	4/460 ± 0/448 a	0/082 ± 0/006 b
80:20	2/723 ± 0/225 b	0/600 ± 0/108 b	3/416 ± 0/455 b	0/080 ± 0/003 b
60:40	3/231 ± 0/209 a	0/626 ± 0/038 b	3/066 ± 0/287 b	0/112 ± 0/012 a

اختلاف مابین میانگین‌ها در هر ستون با حروف مشابه از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

✓ Kahrizi, D., F. Sadegi, and G. Mohammadi. 1997. Corn -farming- breeding, pests and diseases- weed and innovative technologies. Islamic Azad Univ. Publisher, Kermanshah Branch. Pp: 9- 10. (In Persian)

✓ Almodares, A., M. Jafarainia, and M. R. Hadi. 2009. The effects of nitrogen fertilizer on chemical composition in corn and sweet sorghum. Am- Euras. J. Agric. Environ Sci. 6 (24): 441- 446.

✓ Alyemeni, M. N. 1997. Growth respons of *Vigna ambacensis* L. seedling to the interaction beetwin nitrogen source and salt stress. Pak. J. Bot. 29 (2): 323- 330.

✓ Arnon, D. I. 5141. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant physiol. 2515- 5.

✓ Baker, A., and V. Mills. 1980. Ammonium and nitrate nutrition of horticultural crops. Hort. Rev. 2: 395- 423.

✓ Balotf, S., and G. Kavoosi. 2011. Differential nitrate accumulation, nitrate reduction nitrate reductase activity protein production and carbohydrate biosynthesis in response to potassium and sodium nitrate. Afr. J. Biotechnol. 10 (78): 17973- 17980.

✓ Beltrano, J., M. G. Ronco., R. Barreiro, and E. R. Montaldi. 1999. Plant architecture of *Paspalum vaginatum* Schwartz modified by nitrate and ammonium nutrition. Sci. Elo. Brasil. 34 (7): 1159- 1166.

✓ Blanke, M. M., W. Bacher., R. J. Pring, and E. A. Baker. 1996. Ammonium nutrition enhances chlorophyll and glaucousness in kohlrabi. Annales of Botany. 78: 599- 604.

✓ Bloom, A. J., D. R. Smart., D. T. Nguyen, and P. S. Searles. 2002. Nitrogen assimilation and growth of wheat under elevated carbon dioxide. PNAS. 99 (3): 1730- 1735.

✓ Britto, D. T., and H. J. Kronzucher. 2002. NH_4^+ toxicity in higher plants. J. Plant Physiol. 159 (6): 567- 584.

✓ Britto, D. T. and H. J. Kronzucher. 2004. Bioengineering nitrogen acquisition in rice: can novel initiatives in rice genomics and physiology contribute to global food security? Bio Essays. 26 (6): 683- 692.

✓ Caicedo, N. P., N. P. Van Der Streen., O. Arce, and H. J. Gijzen. 2000. Effect of total ammonia nitrogen concentration and pH on growth rates of duckweed (*Spirodela Polyrrhiza*). Wat. Res. 34 (15): 3829- 3835.

✓ Cramer, M. D., and O. A. M. Lewis. 1993. The influence of nitrate and ammonium nutrition on the growth of wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) plants. Ann. Bot. 72: 359- 365.

✓ Daniel- Vedele, F., S. Filleur, and M. Caboche. 1998. Nitrate transport: a key step in nitrate assimilation. Plant Biol. 1: 235- 239.

✓ Dou, H., A. K. Alva, and B. R. Bondada. 1999. Growth and chloroplast ultra structure of two citrus rootstock seedlings in response to ammonium and nitrate nutrition. J. Plant Nutrition. 22 (55): 5735- 5744.

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Garbin, M. L., and L. R. Dillenburge. 2008. Effects of different nitrogen sources on growth chlorophyll concentration nitrate reductase activity and carbon and nitrogen distribution in *Araucaria angustifolia*. Braz. Society. J. Plant Physiol. 20 (4): 295- 303.

✓ Gerendas, J., Z. J. Zhu., R. Bendixen., R. G. Ratcliffe. and B. Sattelmacher. 1997. Physiological and biochemical processes related to ammonium toxicity in higher plants. Z. P fanzenernahr. Bodenkd. 160 (2): 239- 251.

✓ Kopsell, D. A., D. E. Kopsell, and J. Curran – Celentano. 2007. Carotenoid pigments in kale are influenced by nitrogen concentration and form. J Sci. Food Agric. 87: 900- 907.

✓ Lichenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic bio-membranes. Methods in Enzymology. 148: 350- 382.

✓ Liu, D. J., C. S. Wang, and M. L. Wei. 1987. Effects of nitrate and ammonium nitrogen sources on the seedling growth and root phosphoenolpyruvate carboxylase activity of different crop species. J. Agric. Res. China. 36 (3): 283- 295.

✓ Osorio, N. W., S. S. Miyasaka., W. R. L. Shirey, and W. J. Wigmore. 2003. Nitrogen level and from affect Taro growth and nutrition. Hort Science. 38 (1): 36- 40.

✓ Pavlik, M., D. Pavlikova., J. Balik, and M. Neuberg. 2010. The contents of amino acids and sterols in maize plants growing under different nitrogen conditions. Plant Soil Environ. 56 (3): 125- 132.

✓ Puritch, G. S., and A. V. Barker. 1967. Structure and function of tomato leaf chloroplasts during ammonium toxicity. J. Plant Physiol. 42: 1229- 1238.

✓ Roosta, H. R., A. Shahnazari, and F. Nazari. 2009. Comparative effects of irrigation (CI) and partial root zone drying (RPD) and various sources of nitrogen on growth and yield in potato under field condition. Am- Eurasian J. Sustain. Agric. 3 (4): 643- 651.

✓ Sanchez Chavez, E., E. Munoz., A. Anchondo., J. M. Ruiz, and L. Romero. 2009. Nitrogen impact on nutritional satuse of phosphorous and its main bioindicatore: response in the roots and leaves of green bean plants. Revisa Chapingo Sene Horti. 78: 11- 24.

✓ Sandoval- Villa, M., C. W. Wood, and E. A. Guertal. 1999. Ammonium concentration in solution affects chlorophyll meter readings in tomato leaves. J. Plant. Nutr. 22 (11): 1717- 1729.

✓ Schortemeyer, M., P. Stamp, and B. Feil. 1997. Ammonium tolerance and carbohydrate status in Mize cultivars. Ann. of Bot. 79: 25- 30.

✓ Taiz, L., and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. 4th edition. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Pp: 78.

✓ Zhou, Y. H., Y. L. Zhang., X. M. Wang, and J. X. Cui. 2011. Effects of nitrogen form on growth CO2 assimilation chlorophyll fluorescence and photosynthetic electron allocation in cucumber and rice plants. J. Zhejiang Uni- Sci. (Biomed. & Biotechnol.). 12 (2): 126- 134.

✓ Vasileva, V., and A. Ilieva. 2011. Chemical composition nitrate reeducates activity and plastid pigments content in lucerne under the influence of ammonium and nitrate form mineral nitrogen. Agron. Res. 9 (1- 2): 357- 364.

Archive of SID

www.SID.ir