تأثیرات کاربرد نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم بر سرعت فتوسنتز ومحتوی اسیدهای چرب دانه کلزا در شرایط تنش شوری

احمد بای بوردی[۱*] و سید جلال طباطبایی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۱۷)

چکیده

به منظور بررسی نسبت‌های مختلف نیتروژن در سطوح مختلف تنش شوری بر میزان فتوسنتز و ترکیب اسیدهای چرب در کلزا آزمایشی به صورت فاکتوریل در سال ۱۳۸۹ در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانهٔ مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان‌شرقی انجام گرفت. فاکتور اول نسبت‌های نیترات به آمونیوم در چهار سطح (۰: ۱۰۰ ، ۲۵ : ۷۵ ، ۵۰ : ۵۰ و ۷۵ : ۲۵) و فاکتور دوم شوری در دو سطح صفر و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرورسدیم بود. بیشترین وزن تر و خشک، سطح برگ و مقدار آب نسبی، میزان فتوسنتز و شدت تعرق و میزان پتاسیم در برگ در صورت کاربرد نسبت نیترات به آمونیوم (۵۰:۵۰) در شرایط غیرشور به دست آمد. با افزایش شوری مقادیر وزن تر، وزن خشک، سطح برگ، مقدار نسبی آب، میزان فتوسنتز و میزان پتاسیم برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت. به نظر می‌رسد با افزایش شوری در صورت اعمال نسبت نیتروژن نیترات به آمونیوم۵۰ : ۵۰ گیاه آسیب کمتری می‌بیند. هم‌چنین ترکیب اسیدهای چرب در نتیجهٔ اعمال تیمارهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان اکثر اسیدهای چرب در محیط شور به طور معنی‌داری بیشتر از شرایط غیرشور بود. در تیمارهایی که کلزا از مقادیر بالای آمونیوم استفاده نموده بود میزان اسیدهای چرب بیشتر از شرایط تغذیه با نیترات بود. بیشترین میزان اکثر اسیدهای چرب در صورت کاربرد نسبت نیترات به آمونیوم ۷۵ : ۲۵ در شرایط شور حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: کلزا، شوری، نیتروژن، اسیدهای چرب، فتوسنتز

۱. دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشکده اکولوژی و علوم خاک دانشگاه دولتی باکو و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی

۲. استاد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ahmad.bybordi@gmail.com

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این گیاهان علاوه بر دارا بودن ذخایر غنی اسیدهای چرب، حاوی پروتئین نیز می‌باشند. کلزا به عنوان یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی در سطح جهان مطرح می‌باشد. به طوری که پس از سویا و نخل روغنی سومین منبع تولید روغن نباتی جهان به شمار می‌رود(۱). روغن گرفته شده از کلزا حاوی یک نسبت مطلوب از اسیدهای چرب با سطح پایین اسیدهای چرب اشباع شده (۷ درصد)، سطح بالای اسیدهای چرب غیراشباع تک باندی (حدود ۶۱ درصد) و سطح متوسطی از اسیدهای چرب غیراشباع چند باندی (حدود ۳۲ درصد) می‌باشد(۳).

تنش شوری یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که تولید محصولات کشاورزی و بازده استفاده از اراضی مناطق خشک و نیمه خشک را کاهش می‌دهد (۱۳). طبق برآورد سازمان محیط زیست ایالات متحده آمریکا حدود ۲۰ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان تحت تأثیر تنش شوری می‌باشد(۱). شوری خاک دامنهٔ وسیعی از اختلالات را در سلول‌های گیاهی ایجاد می‌کند و باعث ایجاد سلسله‌ای از فرآیندهای معین می‌شود که منجر به تجمع املاحی نظیر سدیم و کلر شده و بر جذب عناصر غذایی از طریق اثرات متقابل رقابتی و یا نفوذپذیری انتخابی یون‌ها در غشاها اثر می‌گذارند که این امر باعث کاهش رشد گیاه می‌شود(۲). مقاومت به نمک شامل فرآیندهای پیچیده‌ای می‌باشد که به خصوصیات فیزیولوژیک درون سلولی در گیاه بستگی دارد(۲۶). اسیدهای چرب در دانه اغلب به فرم تری اسیل گلیسرول یافت می‌شوند. خصوصیات و مصارف روغن کلزا در وهلهٔ اول به ترکیب اسیدهای چرب آن بستگی دارد. رومرو (۱۹) دریافت که ترکیب اسید چرب دانه در حال رشد در لاین‌های *B. rapa* که دارای اسیداروسیک اندک هستند، در ۳۶-۱۵ روز بعد از گرده‌افشانی به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کند. درصد اسید اولئیک (۱ : ۱۸) به سرعت افزایش می‌یابد در حالی که اسیدهای پالمیتیک (۰ : ۱۶) ، استئاریک (۰ : ۱۸) و لینولنیک (۳: ۱۸) کاهش می‌یابد. مقدار اسیدهای چرب اشباع شده به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی مانند دما و تغذیه گیاهی در دوره تجمع روغن و رسیدگی دانه قرار دارد. هنگامی که نیتروژن به شکل نیترات مصرف می‌شود گیاه قادر است به سرعت از آن استفاده کند. با اینحال مالهی و همکاران (۱۶) نشان دادند که کلزا فرم آمونیومی نیتروژن را نیز به خوبی مصرف می‌کند.

مطالعات متعددی در خصوص تأثیر کاربرد همزمان نسبت‌های مختلف نیتروژن(آمونیوم ونیترات) و شوری بر رشدونمو، محتوی اسیدهای چرب دانه، میزان فتوسنتز و متابولیسم نیتروژن در کلزا ومیزان تحمل به شوری در گیاهان مختلف صورت گرفته است (۱۴و۱۷).به طور مثال،بای بوردی(۷)گزارش نمود که استفاده مساوی از یون‌های آمونیوم ونیترات باعث افزایش اسیدهای چرب غیراشباع کلزا گردیده است.تأثیرات کاربرد نسبت‌های مختلف نیتروژن (آمونیوم و نیترات) و سطوح مختلف شوری روی میزان تحمل به شوری در گیاهان مختلف توسط دانشمندان گزارش شده است (۲۰و۲۳). نتایج حاصل ازدسته دیگری از مطالعات نشان داده‌اند که با افزایش میزان شوری و نسبت بالای کاربرد آمونیوم به نیترات میزان فعالیت آنزیم‌های آلدئید اکسیداز و گزانتین دهیدروژناز که نقش مهمی در تحمل به شوری مخصوصاً در سبزیجات دارند، افزایش می‌یابد (۲۴). در محیط شور جذب ومصرف یون نیترات به دلیل اختلالات یونی در سراسر دیوارهٔ سلولی ریشه به کندی صورت می‌گیرد (۲۵). در این تحقیق اثرات شوری و کاربرد نسبت‌های مختلف نیتروژن بر برخی از جنبه‌های فیزیولوژیکی و ترکیب اسیدهای چرب کلزای پاییزه مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۷ در گلخانهٔ تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی به اجرا درآمد. این

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل و با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول سطوح شوری (صفر و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرورسدیم) و فاکتور دوم نسبت‌های مختلف نیتروژن نیترات / آمونیوم به صورت ۰: ۱۰۰، ۲۵: ۷۵، ۵۰ : ۵۰ و ۷۵ : ۲۵ بودند. رقم کلزا مورد استفاده SLM_{046} بود که در گلدان‌های ۵ لیتری در مخلوط پرلیت و ورمی کولیت به نسبت (۱ : ۱) کاشته شد. محیط گلخانه در شرایط نور طبیعی در بهار و تابستان قرار گرفته و دما در روز ۳ ± ۲۲ و در شب ۳ ± ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد تنظیم گردید. کلیهٔ گلدان‌ها در طول دورهٔ رشد توسط محلول هوگلند مورد تغذیه قرار گرفتند(۱۲)در هرنوبت آبیاری میزان چهل میلی‌لیتر از محلول در هر گلدان استفاده شد. تیمار شوری ۲۰۰ میلی‌مولار کلرورسدیم با استفاده از نمک کلرورسدیم به میزان ۱۲ گرم در لیتر به کار رفت. زیر هر گلدان یک زیر گلدان قرار داده شد. زمان آبیاری براساس کاهش مقدار آب در زیر گلدان تنظیم می‌شد. یعنی وقتی مقداری از محلول در زیر گلدان باقی می‌ماند به آن تیمار محلول شوری داده می‌شد. برای تنظیم مقدار محلول ، آب زه‌کشی شده جمع‌آوری و هدایت الکتریکی آن اندازه‌گیری می‌شد تا EC آب زه‌کش شده در هنگام آبیاری برابر EC محلول داده شده باشد. بدین ترتیب مقدار محلول داده شده به گلدان‌ها حدود ۱۵ درصد بیشتر از آب زه‌کش شده بود تا EC محیط ریشه ثابت بماند. به طور متوسط گلدان‌ها هر ۳-۲ روز یکبار محلول‌دهی می‌شدند. نسبت‌های مختلف نیتروژن براساس جدول ۱ تهیه گردید. برای ثابت نگه داشتن نسبت‌های مختلف نیتروژن به دفعات نسبت به اعمال آن اقدام شد.

اسیدیته اولیه محلول‌های غذایی حاوی نسبت‌های آمونیوم و نیترات با اضافه کردن اسید سولفوریک به حدود ۶/۸- ۶/۵ رسید. برای اندازه‌گیری سرعت فتوسنتز از دستگاه فتوسنتزمتر ۱۰۱۰ Walz, Da, Germany بین ساعات ۹ تا ۱۴ و با شدت نور ثابت در حدود ($1000\ \mu mol.^{-2}m^{-2}.S^{-1}$) وغلظت CO_2 ورودی نیز در حدود ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تنظیم شد. (۳۲). یکی از برگ‌های سوم یا چهارمی که ظاهر سالمی داشت زیر اتاقک دستگاه قرار داده شده و پس از ثابت شدن اعداد CO_2^- abs مقدار فتوسنتز خالص در سه نوبت اندازه‌گیری شد. در آزمایشگاه وزن تازه تعیین و سپس برگ‌ها در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق و در تاریکی قرار گرفته و متعاقب آن وزن آماس تعیین شد. در مرحله بعد برگ‌ها به مدت ۷۲ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و خشک شدند. مقدارآب نسبی (Relative water content) در برگ گیاهچه‌های ده روزه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد(۷) :

$$\%RWC = \left(\frac{fw - Dw}{tw - Dw}\right) \times 100$$

وزن تازه =Fw، وزن خشک=Dw، tw= وزن آماس

اندازه‌گیری اسیدهای چرب موجود در دانه کلزا

در میان تمام روش‌های کروماتوگرافی، تعیین و تشخیص اسیدهای چرب به وسیلهٔ کروماتوگرافی گازی، دقیق‌ترین نتایج را ارائه می‌دهد. کروماتوگرافی گازی یک روش فیزیکی می‌باشد که برای جداسازی، شناسایی و اندازه‌گیری اجزای فرار به کار می‌رود. برای تفکیک و جداسازی اسیدهای چرب غالباً از فرم‌های متیلیک آنها استفاده می‌کنند که نقطهٔ جوش پایین‌تری دارند. جهت متیله کردن اسیدهای چرب موجود در روغن‌های به دست آمده از نمونه‌ها، ابتدا ۰/۱ گرم از روغن استخراج شده از بذر را با ۳ میلی‌لیتر هپتان نرمال و ۰/۰۵ میلی‌لیتر محلول به مدت ۲۰ دقیقه توسط همزن برقی تکان داده، بعد از گذشت این مدت گلیسرول ته‌نشین شده و لایه رویی آن همان استرهای متیلی محلول در هپتان می‌باشند که جهت تعیین نوع اسیدهای چرب و میزان آنها به دستگاه گازکروماتوگراف تزریق شدند. دستگاه گاز کروماتوگراف به کار برده شده، مدل ۳۸۰۰- Varian- CP ساخت کشور استرالیا بود. گاز حاصل نیتروژن، فشار گاز ۰/۷۶ بار و شدت جریان آن ۲/۱ میلی‌لیتر بود. ستون کاپیلاری ، ۱۰۰۰- EC با ماهیت قطبی از جنس شیشه به طول ۳۰ سانتی‌متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومترمورد استفاده قرارگرفت. دمای قسمت تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، آشکارساز

جدول ۱. دستورالعمل تهیه محلول غذایی با نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات برحسب میلی‌مولار(۲۴)

نمک	$NO_3 : NH_4$			
	۰ : ۱۰۰	۲۵ : ۷۵	۵۰ : ۵۰	۷۵ :۲۵
KNO_3	۵/۷	۵/۴	۰	۰
$Ca(NO_3)_2$	۴/۳	۲/۷	۳/۶	۱/۸
$MgSo_4$	۲	۲	۲	۲
KH_2PO_4	۱	۰	۰	۰
$NH_4H_2PO_4$	۰	۱	۱	۱
NH_4 Cl	۰	۲/۶	۶/۲	۹/۸
KCl	۱	۲/۳	۷/۷	۷/۷
$NaCl_2$	۰	۱/۵	۰/۷	۲/۴

یونیزاسیون شعله‌ای با سوخت هیدروژن و اکسیداسیون هوا که فشار آن ۰/۷۵ بار و فشار هوای فشرده ۱ بار بود(۱۰ و ۲۸). عناصر سدیم وپتاسیم به روش فلیم فتومتری (۱۷) هم‌چنین وزن تر وسطح برگ در زمان گلدهی به طور متوسط از پنج برگ میانی انتخاب گردیده ومیانگین آنها به دست آمد. سطح برگ توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Model Li-1300,USA، Li-Cor) اندازه‌گیری شدند(۲۵). داده‌های به دست آمده توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد مورد تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

کاربرد نسبت‌های مختلف نیتروژن در سطوح مختلف شوری اثر معنی‌داری بر وزن تر و خشک بوته داشت (جدول ۲). بیشترین مقدار وزن تر در کاربرد نسبت ۵۰ : ۵۰ ($NO_3^- : NH_4^+$) در سطح صفر شوری حاصل شد (جدول۳). روند کاهش وزن تر با افزایش شوری در کاربرد نسبت ۵۰ : ۵۰ فرم نیتروژن کندتر بود (جدول۳). به نظر می‌رسد یون آمونیوم از یک طرف با افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیدازی و یون نیترات با ایجاد آثار متقابل بر برخی یون‌ها مانند کلر از صدمات ناشی از قرار گرفتن گیاه در محیط شور کاسته‌اند (۲ و ۱۱). محققان زیادی عنوان نمودند در صورتی که گیاه تحت تنش شوری قرار گیرد بایستی از دو شکل نیتروژن به نسبت مساوی استفاده نمود تا این عامل مانع از اثرات شدید بر کاهش تولید مواد فتوسنتزی و کاهش تولید زیست توده در گیاه گردد (۲۶).

اثر کاربرد نسبت‌های مختلف نیتروژن در سطوح مختلف شوری بر میزان آب نسبی و سطح برگ معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین محتوی آب نسبی برگ در صورتی که نسبت‌های ۰ : ۱۰۰ و ۵۰ : ۵۰ (NO_3: NH_4) در شرایط غیرشور به کار رفتند به دست آمد (جدول ۳). با افزایش شوری از مقدار نسبی آب به طور معنی‌داری کاسته شد. روند کاهش مقدار نسبی آب در صورت کاربرد نسبت نیتروژن ۵۰:۵۰ در محیط شور کندتر بود (جدول ۳). در شرایط شوری سرعت طویل شدن سلول‌ها و تورژسانس کاهش یافته، دیوارهٔ سلول‌ها سخت و ضخیم می‌گردند (۵). کاهش کم مقدار آب نسبی در شوری‌های بالا در نسبت نیتروژن ۵۰ : ۵۰ احتمالاً ناشی از به کار گرفتن مکانیزم‌های درون سلولی خاص نظیر تولید قندهای محلول، پرولین، گلیسین است که در تعدیل میزان آب سلول‌ها و گیاه مؤثرند (۷). هم‌چنین بیشترین سطح برگ اندازه‌گیری شده در صورت کاربرد نسبت ۵۰ : ۵۰ (NO_3: NH_4) در شرایط غیرشور به دست آمد (جدول ۳). در سطح تنش شوری ۲۰۰ میلی‌مولار کلرور سدیم و تیمارکاربرد نسبت یکسان نیترات به

جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مختلف شامل: وزن تر وخشک، سطح برگ مقدار آب نسبی، فتوسنتز وغلظت سدیم ،پتاسیم واسیدهای چرب در دانه رقم SLM_{046}کلزا

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر	وزن خشک	سطح برگ	محتوی نسبی آب	میزان فتوسنتز	پتاسیم برگ	سدیم برگ	اسید پالمتیک	پالمیتولئیک	اولئیک	لینولئیک	لینولنیک	آراشیدیک	اکوزوئونیک
نسبت‌های نیتروژن	۳	۱۶/۰۶**	۱۰/۲۱**	۱۱۲۰۹۲۵/۲۸**	۲۲/۶۰*	۳۹/۸۳**	۴۸/۶۱**	۱۰/۵۰**	۳۹/۲۴**	۶/۳۶**	۴/۲۶**	۹/۴۸**	۳/۸۶**	۲/۷۲**	۱/۸۶**
سطوح شوری	۱	۵۴**	۳۲*	۹۲۴۱۱۷۷۵/۲۸**	۴۸/۶۱**	۴۵۱/۸۰**	۲۲/۴۱**	۱۸/۶**	۴۸/۶۶**	۹/۴۶**	۶/۸۱**	۱۱/۶۶**	۶/۹۱**	۵/۴۶**	۴/۳۱**
نسبت نیتروژن × سطوح شوری	۳	۳/۲۲*	۴/۲۶*	۶۱۸۹۷۵۶/۷۸*	۶/۹۶*	۷/۶۴*	۱۱/۶*	۴/۳۶*	۱۲/۱۴*	۲/۸۸*	۱/۱۲*	۳/۶۶*	۱/۷۲*	۱/۶۱*	۱/۴۱*
اشتباه آزمایشی	۲۴	۰/۵۱	۰/۶۱	۱۵۲۲۵۶/۸۴	۱/۳۶	۱/۵۰	۲/۳۶	۰/۷۲	۱/۳۶	۰/۶۰	۰/۴۶	۰/۸۲	۰/۵۶	۰/۳۶	۰/۳۲
ضریب تغییرات(درصد)		۱۱/۲۵	۱۰/۳۹	۱۰/۴۰	۸/۸۰	۶/۷	۹/۲۲	۸/۵۰	۱۵/۵۰	۱۴/۴۰	۱۰/۱۱	۹/۹۰	۶/۶۰	۵/۵۰	۴/۴۰

**: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد *: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد

جدول ۳. تأثیر کاربرد نسبت‌های مختلف نیتروژن در سطوح مختلف شوری بر صفات مورد اندازه‌گیری شده

تیمار NO_3: NH_4	میلی‌مولار کلرور سدیم	وزن تر برگ (گرم در بوته)	وزن خشک برگ (گرم در بوته)	سطح برگ (سانتی‌مترمربع در بوته)	محتوی نسبی آب برگ(٪)	میزان فتوسنتز (میکرومول بر مترمربع بر ثانیه)	میزان پتاسیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	میزان سدیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)
۰ : ۱۰۰	۰	۴۳/۸ ^{b}	۹/۵^{c}	۶۶۵/۵^{c}	۹۳^{a}	۱۵/۵^{ab}	۳۴^{ab}	۷/۵^{c}
	۲۰۰	۲۹/۵^{c}	۶/۶^{c}	۶۳۱^{c}	۸۱^{b}	۶/۸^{c}	۱۷^{c}	۳۳^{a}
۲۵: ۷۵	۰	۵۳/۴^{ab}	۱۳/۵^{ab}	۱۰۴۴^{ab}	۹۱^{ab}	۱۵/۱^{ab}	۳۲^{b}	۸۸^{c}
	۲۰۰	۴۳/۲^{b}	۹/۲^{c}	۷۱۰^{bc}	۷۹^{c}	۶/۲^{c}	۱۶^{c}	۳۲^{a}
۵۰ : ۵۰	۰	۵۸/۷^{a}	۱۴/۶	۱۱۳۳^{a}	۹۳^{a}	۱۶/۸^{a}	۳۶^{a}	۷/۸^{c}
	۲۰۰	۴۵/۲^{b}	۱۲/۵^{a}	۹۷۶^{b}	۸۲^{a}	۷/۲^{c}	۱۹^{c}	۲۶^{b}
۷۵: ۲۵	۰	۴۴/۲^{b}	۸/۶^{c}	۶۵۵^{c}	۹۰^{ab}	۱۴/۸^{b}	۳۰^{b}	۷/۷^{c}
	۲۰۰	۳۳/۴^{c}	۵/۲^{d}	۵۶۱^{d}	۷۸^{c}	۵/۸^{c}	۱۵^{c}	۲۸^{b}

*: در هر مقایسه حداقل یک حرف مشترک نشان دهندهٔ عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد(LSD) است.

آمونیوم(۵۰: ۵۰)در مقایسه با سایر نسبت‌ها، روند کاهش سطح برگ کمتر از بقیه بود. گزارش‌های نشان می‌دهند زمانی که نسبت نیترات به آمونیوم به طور مساوی استفاده می‌شود تولید هورمون سایتوکینین افزایش یافته و با توجه به نقش این هورمون در رشد و توسعه سلولی به نظر می‌رسد بخشی از افزایش سطح برگ در نسبت نیترات به آمونیوم ۵۰:۵۰ مربوط به این پدیده باشد (۱۳). کاربرد نسبت‌های مختلف نیتروژن در سطوح شوری مختلف تأثیر معنی‌داری بر میزان فتوسنتز نشان داد (جدول ۲). بیشترین میزان فتوسنتز خالص اندازه‌گیری شده در صورت کاربرد نسبت ۵۰:۵۰ و کمترین آن در نسبت ۷۵ : ۲۵ (NO_3: NH_4) در شرایط شور نیتروژن اندازه‌گیری شد (جدول۳). در صورت استفاده از آمونیوم به عنوان فرم نیتروژن، مواد فتوسنتزی ساخته شده در قسمت‌های هوایی صرف ساختن اسیدهای آمینه با وزن مولکولی کم می‌شود و تجمع این مواد حالت بازدارندگی بر فتوسنتز برجای می‌گذارند (۱۹).

هم‌چنین وجود غلظت بالای آمونیوم در محیط رشد باعث کاهش غلظت پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌شود و در این میان پتاسیم و منیزیم نقش مهمی در فتوسنتز داشته و کاهش آنها باعث کاهش کارآیی میتوکندری و کلروپلاست می‌شود (۲۷). برخی محققان تفاوت بین شدت فتوسنتز گیاهان در تغذیه با آمونیوم و نیترات را ناشی از تأثیر شکل نیتروژن بر فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی می‌دانند (۱۷). کاربرد نسبت‌های مختلف نیتروژن در سطوح مختلف شوری بر میزان پتاسیم برگ معنی‌دار گردید (جدول۱). بیشترین مقدار پتاسیم برگ در نسبت نیتروژن ۵۰ : ۵۰ (NO_3: NH_4) در شرایط غیرشور به دست آمد (جدول۳). با افزایش شوری از میزان پتاسیم برگ به طور معنی‌داری کاسته شد. هم‌چنین با افزایش استفاده از فرم آمونیومی نیتروژن میزان پتاسیم برگ کاهش معنی‌داری را نشان داد (جدول۳). این کاهش می‌تواند به علت برهمکنش منفی بین آمونیوم و پتاسیم باشد (۲۰). هم‌چنین کاربرد نسبت‌های مختلف نیتروژن در سطوح مختلف شوری بر میزان سدیم برگ معنی‌دار شد (جدول۲). با افزایش شوری میزان یون سدیم در برگ کلزا افزایش می‌یابد. کمترین افزایش غلظت سدیم در برگ با کاربرد نسبت نیتروژن ۵۰ : ۵۰(NO_3: NH_4) در شرایط شور به دست آمد (جدول۳). با افزایش یون آمونیوم از غلظت سدیم برگ کاسته می‌شود. به نظر می‌رسد این امر ناشی از برهمکنش منفی بین آمونیوم و سدیم باشد(۴).

با توجه به داده‌های جدول ۴ مشاهده می‌شود که بیشترین میزان اسیدهای چرب پالمتیک، پالمیتولئیک، اولئیک، لینولنیک، لینولئیک، آراشیدیک و اکوزنوئیک در صورت کاربرد نسبت نیترات به آمونیوم ۷۵ : ۲۵ در شرایط شور اندازه‌گیری شد. با افزایش عرضه آمونیوم در مقایسه با نیترات میزان اکثر اسیدهای چرب افزایش معنی‌داری نشان می‌دهند. هم‌چنین در شرایط شور میزان اسیدهای چرب افزایش محسوسی نسبت به شرایط غیرشور نشان می‌دهند. کوناوا وهمکاران (۱۴) معتقد هستند که افزایش میزان اسیدهای چرب در شرایط شور یک مکانیزم دفاعی در برابر تنش به شمار می‌رود. که این نتیجه با یافته‌های فرانکوئیس و کلیمن (۹) نیز مورد تأیید قرار گرفته است. دلیل این امر احتمالاً مربوط به مشارکت برخی اسیدهای چرب نظیر اسید لینولئیک در تنظیم درجه سفتی دیواره‌های سلولی مربوط می‌باشد. این اسیدهای چرب در شرایط شور تولید برخی آنزیم نظیر لیپواکسیژناز را جهت افزایش تحمل به شوری بالا می‌برد. اختلاف در ترکیب اسیدهای چرب نقش زیادی در انتقال ترکیبات محافظ‌های اسمزی نظیر گلاسین بتائین ایفا می‌نماید (۲۰، ۲۱ و۲۲).

میزان رنگدانه‌ها و فعالیت‌های فتوسنتزی در گیاه در صورت تغذیه با آمونیوم درمقایسه با نیترات بیشتر است و این امر باعث تولید بیشتر آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در صورت تغذیه بیشتر با یون آمونیوم می‌باشد (۱۴). بیشتر محققان افزایش تحمل به شوری و کمترین کاهش میزان کلروفیل برگ را در گیاهان مختلفی را که تحت تنش شوری قرار گرفته‌اند در نسبت‌های مساوی آمونیوم به نیترات و نسبت بالای آمونیوم به نیترات گزارش نموده‌اند (۹ و ۱۵). پولسکایا و همکاران (۱۸) در مطالعات خود در زمینهٔ کاربرد فرم‌های مختلف نیتروژن در

جدول ۴. تأثیر کاربرد نسبت‌های مختلف نیتروژن در سطوح مختلف شوری بر ترکیب اسیدهای چرب کلزا

تیمار NO_3: NH_4	میلی‌مولار کلرور سدیم	میانگین ترکیب اسیدهای چرب(درصد)						
		پالمتیک	پالمیتولئیک	اولئیک	لینولئیک	لینولنیک	آراشیدیک	اکوزنوئیک
۱۰۰ : ۰	۰	۳/۸۶ c	۱/۴۷ a	۲۲/۶۷c	۹/۳۷c	۶/۶۷ c	۰/۷۲ c	۱/۵۶ d
	۲۰۰	۴/۰۰ c	۱/۵۰d	۶۷/۷۷c	۹/۵۹c	۷/۱۰ bc	۰/۷۴ c	۱/۶۰ bc
۷۵ :۲۵	۰	۴/۱۰ c	۱/۶۰ c	۶۷/۸۹b	۹/۶۰ bc	۷/۱۱ bc	/۷۵ c	۱/۶۲ bc
	۲۰۰	۴/۲۰ bc	۱/۶۱ c	۶۸/۰۰b	۹/۶۲ bc	۷/۱۵ bc	۰/۷۷ c	۱/۶۵c
۵۰ : ۵۰	۰	۴/۳۰ b	۱/۷۰ bc	۶۸/۱۰b	۹/۶۶b	۷/۲۱b	۰/۷۹ bc	۱/۷۰ bc
	۲۰۰	۴/۴۸ ab	۱/۸۰ a	۶۸/۲۲b	۹/۷۶b	۷/۲۱b	۰/۸۱ bc	۱/۷۹ b
۲۵ :۷۵	۰	۴/۳۲ b	۱/۷۶b	۶۸/۳۱ab	۹/۸۶a b	۷/۶۱ab	۰/۸۸ b	۱/۸۰b
	۲۰۰	۴/۵۶ a	۱/۸۲a	۶۹/۵۲a	۱۰/۰۱a	۷/۸۱ a	/۹۱a	۱/۲۱a

محصول گندم به این نتیجه رسیدند که در گیاهانی که آمونیوم بیشتری دریافت می‌کنند میزان پروتئین در برگ‌ها و ریشه‌ها حدود ۴۰-۲۰ درصد بیشتر از موقعی است که توسط نیترات تغذیه می‌شوند. بنابراین میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت که ساختار اولیه آنها پروتئین می‌باشد در برگ‌ها در صورت تغذیه با یون‌های آمونیوم نسبت به تغذیه با نیترات به طور محسوس بیشتر است(۱۰).

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه کلزا از دانه‌های روغنی نسبتاً متحمل به شوری می‌باشد و توسعهٔ کشت آن در اراضی شور از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد، منابع نیتروژن مصرفی تأثیر زیادی بر عملکرد و کارآیی و تحمل این گیاه در شرایط شور دارد. به نظر می‌رسد در شرایط شور بایستی کمتر از فرم‌های نیتراتی نیتروژن استفاده نمود. چون علاوه بر تأثیر منفی بر عملکرد و کیفیت محصول، بر مقاومت گیاه به تنش شوری نیز تأثیر منفی دارد. لذا در این شرایط کاربرد فرم‌های آمونیومی و یا کاربرد نسبت مساوی از یون‌های آمونیوم و نیترات نظیر کود نیترات آمونیوم برای افزایش میزان اسیدهای چرب و مهیا نمودن شرایط مطلوب برای شکل‌گیری فرآیندهای تحمل به تنش شوری پیشنهاد می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Bybordi, A. 2012. Effect of ammonium/nitrate ratio on photosynthesis,respiration and some vegetativetraits of canola grown under salinity stress. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 10(1): 467-474.
2. Bybordi, A. 2011.Effect of different ratios of nitrate and ammonium on seed yield, oil yield ,physiological attributes and fatty acid composition of canola under conditions of salt stress. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 9(3&4):109-112.

3. Bybordi, A. and S. J .Tabatabaei. 2009. Effect of Salinity Stress on Germination and Seedling Properties in Canola Cultivars (*Brassica napus*). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 37(1):71-76.
4. Bybordi, A., S. J. Tabatabaei and A. Ahmadov. 2010b. The influence of salinity stress on antioxidant activity in canola cultivars(*Brassica napus* L.). *Journal of Food, Agriculture* & *Environment* 8(1):122-127.
5. Bybordi, A., S. J. Tabatabaei and A. Ahmadov. 2010c. Effects of salinity on fatty acid composition of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Food, Agriculture* & *Environment* 8(1):113-115.
6. Bybordi, A. 2010. Effect of salinity and N sources on the activity of antioxidant enzymes in canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Food, Agriculture* & *Environment* 8(2):350-353.
7. Bybordi, A. 2011. Effect of ammonium : nitrate ratio on fatty acid composition and proline accumulation of canola cultivars grown under salinity stress. *African Journal of Biotechnology* 10(74):16826-16832.
8. Chatterje, M.T., S.A. Khalawan and B.P.G. Curran. 2000. Cellular lipid composition influences stress activation of the yeast general stress response element. *Microbiology* 146: 877-884.
9. Francois , L.E. and R.Kleiman . 1990. Salinity effects on vegetative growth, seed yield and fatty acid composition of crambe. *Agricultural and Food Chemistry* 82: 1110-1114.
10. Guerzoni, M.E., R. Lanciotti and R.S. Cocconcelli. 2001. Alteration in cellular fatty acid composition as a response to salt, acid, oxidative and thermal stresses. *Microbiology* 147: 2255-2264.
11. Hoagland, D. R. and D. S. Arnon. 1950. The water culture method for growing plants without soil. *California Agriculture* 374:1-32.
12. Jalloh, M. A., J. Chen, F. Zhen and G. Zhang. 2009. Effect of different N fertilizer forms on antioxidant capacity and grain yield of rice growing under Cd stress. *Journal of Hazard Material* 162: 1081-1085.
13. Ikeda, H. and T. Osawa . 1983. Effects of ratios of NO_3:NH_4 and concentrations of each N source in the nutrient solution on growth and leaf N constituents of vegetable crops and solution pH. *Journal* of the *Japanese Society for Horticultural Science* 52: 363-380.
14. Konova, I.V., E. Sergeeva., L.A. Galanina, G.A. Kochkina, N.E. Ivanushkina and S.M. Ozerskaya. 2009. Lipid synthesis by Geomyes pannorum under the impact of stress factors. *Microbiologyia* 78(1): 52-58.
15. Lewis, O. A. M., E. O. leidi and S.H. Lips. 1989.Effect of nitrogen source on growth response to salinity stress in maize and wheat. *New Phytologist* 111:155-160.
16. Malhai, S.S., M. Nyborg , H.G. Jahn and D.C. Penny. 1988. Yield and nitrogen uptake of rapseed (*Brassica Campestris*) with ammonium and nitrate. *Plant Soil* 105: 231-239.
17. Pill, W.G. and V.N Lambeth.1977. Effects of NH_4 and NO_3 nutrition with and without pH adjustment on tomato growth, ion composition, and water relations. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 102:78-81.
18. Polesskaya, O. G., E.L. Kashirina and N. D. Alekhina . 2006. Plants as related to nitrogen nutrition. *Russian Journal of Plant Physiology* 53(2): 186-192.
19. Romero, J.E. 1991. Fatty acid composition of the triacylglycerol fraction in developing *Brassica rapa* seed. PP:1826-1830. *In:* MCGregor, D.I (Ed.), Proceedings of the Eighth International Rapseed Congress, Saskatoon, Canada.
20. Rothestein, D.E. and B.M. Cregg. 2005. Effects of nitrogen form on nutrient uptake and physiology of fraser fir (*Abies fraseri*). *Forest Ecology and Management* 219: 69-80.
21. Robinson, C. H. 2001. Cold adaptation in arctic and antarctic fungi. *New Phytologist* 151: 341-353.
22. Shan, W.X. and H.J. Guo. 2009. Changes of proline content, activity and active isoforms of antioxidative enzymes in two alfalfa under salt stress. *Agricultural Science* 8(4): 431-440.
23. Salsac, L., S.Chaillou, J.F. Morot- Gaudry, C. Lesaint and E. Jolivet . 1987. Nitrate and ammonium nutrition in plants. *Plant Physiology* and *Biochemistry* 25: 805-812.
24. Tabatabaei, S.J., L. Fatemi and E. Fallahi. 2006. Effect of ammonium: nitrate ratio on yield, calcium concentration, and photosynthesis rate in strawberry. *Journal of Plant Nutrition* 29:1273-1285.
25. Tabatabaei, S.J., M.Yusefi and J. Hajiloo. 2008. Effects of shading and NO_3 :NH_4 ratio on the yield, quality and N metabolism in strawberry. *Scientia Horticulturae* 116: 264-272.
26. Wang, L. J.,Y.L. Liu, K. Ma, J. Z.Wang and X.N. Liu. 1998. Effect of NaCl treatment on free radical metabolism of fig. (*Ficus carica* L.) Calli. *Advanced Horticulture* 2:235-241.
27. Willekens, H., S. Chamnongpol, M. Schraudner, C. Langebartles, M. Van Motage, M. Inze and W. Van Camp. 1997. Catalase is a sink for H_2O_2 and is indispensable for stress defense in C_3 plants. *EMBO. J.* 16: 4806-4816.
28. Xu, N., X. Zhang, X.Fan, L. Han and C. Zeng. 2001. Effect of nitrogen source and concentration on growth rate and fatty acid composition of Ellipsioidion SP. (Eustigmatophyta). *Journal* of *Applied Physiology* 13: 463-469.