جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

اثر تنش خشکی بر میزان پرولین و قندهای محلول گیاهچه های کلزا (*Brassica napus*)

ملیحه میرزایی[۱]، احمد معینی[۱،*] و فائزه قناتی[۲]

[۱] تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی

[۲] تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم گیاهی، گروه زیست شناسی

تاریخ دریافت: ۸۹/٤/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۹

چکیده

خشکی یکی از مهم ترین تنشهای محیطی است که رشد گیاه و تولید محصول را به طور نامطلوبی تحت تأثیر قرار می دهد. در این آزمایش اثر تنش اسمزی بر میزان پرولین و قندهای محلول در دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.) SLM046 و Hyola 308 (به ترتیب متحمل و حساس به خشکی) ارزیابی شد. برای ایجاد تنش کمبود آب، گیاهچه های ۱۲ روزه کلزا به مدت ۲٤ ساعت در محلول ۱/۲ هوگلند حاوی غلظتهای مختلف PEG 6000 (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد (w/v))، قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تنش خشکی موجب افزایش غلظت پرولین برگها و ریشه های ارقام مورد مطالعه شد؛ اما در شرایط تنش، مقدار پرولین در رقم SLM046 بیشتر از رقم Hyola 308 بود. از طرف دیگر، خشکی سبب افزایش میزان گلوکز، مانوز و رامنوز در بافتهای ارقام کلزا شد، اما غلظت این قندهای محلول در رقم SLM046 به صورت معنی داری بالاتر از رقم Hyola 308 بود.

واژه های کلیدی: کلزا، تنش خشکی، PEG، پرولین، قندهای محلول.

* نویسنده مسئول، تلفن : ٤٨٢٩٢٠٠٢ پست الکترونیکی: moieni_a@modares.ac.ir

مقدمه

تنشهای محیطی از فاکتورهای مهم کاهش محصولات کشاورزی در دنیا هستند (۷). خشکی، دماهای بالا و پایین و شوری خاک همانند آفات، بیماریها و علفهای هرز به طور نامطلوبی جوانه زنی، رشد گیاه و در نهایت تولید محصول را تحت تأثیر قرار می دهند (۲۵). بیش از ٤۵ درصد از زمینهای کشاورزی به طور دائم در معرض خشکی قرار دارند و ۳۸ درصد جمعیت دنیا، در آن مکانها ساکن هستند (۵). لذا در آینده، بیشترین تلاشها در جهت تولید بیشتر محصول در شرایط کم آبی خواهد بود(۲۲). به عبارت دیگر باید محصول بیشتری در ازای هر قطره آب تولید کرد (۲۹). کمبود آب (که معمولاً خشکی نامیده می شود)، می تواند به عنوان عدم وجود رطوبت کافی و ضروری برای یک گیاه به منظور رشد نرمال و کامل کردن چرخه زندگی تعریف شود (۱۵).

از آنجا که گیاهان نمی توانند از تنشهای محیطی مختلف فرار کنند، به مکانیسمهایی نیاز دارند که تنشها را شناسایی کرده و به آنها پاسخ دهند (۲۰)، که از جمله این مکانیسمها، تنظیم اسمزی است. تنظیم اسمزی، یک نوع سازگاری به تنش کمبود آب است که از طریق تجمع مواد محلول درون سلولها، می تواند منجر به حفظ تورژسانس سلولها و فرآیندهای وابسته به آن در پتانسیلهای پایین آب شود (۲٦). این تنظیم از طریق تولید بیشتر انواع مختلف مواد آلی مانند پرولین، پروتئین، بتائین و قندهای محلول در ریشه ها و اندام های هوایی صورت می گیرد (۳، ۱۳ و ۱٦).

قندهای محلول به عنوان تنظیم کننده های اسمزی، ثبات دهنده غشاهای سلولی و حفظ کننده تورژسانس سلولها، عمل می کنند. در حقیقت، در گیاهانی که قندهای محلول

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

در پاسخ به تنش خشکی تجمع می یابند، تنظیم اسمزی بهتر صورت می گیرد (۲٤).

از دیگر تنظیم کننده های اسمزی، پرولین است. اسید آمینه پرولین در بسیاری از گیاهان عالی شناسایی شده است و معمولاً در مقادیر زیاد در پاسخ به تنشهای محیطی، تجمع می یابد. شکستن سریع پرولین بعد از پایان یافتن شرایط تنش، ممکن است خود تأمین کننده عوامل مورد نیاز فسفوریلاسیون اکسیداتیو میتوکندریایی و تولید ATP برای ترمیم صدمات ناشی از تنش باشد. نقش ویژه پرولین در گیاهانی که در معرض خشکی قرار گرفته اند، به اثبات رسیده است؛ و میزان تجمع آن در گیاهان متحمل به تنش بیش از ارقام حساس است (٦). مقدار چندین اسید آمینه دیگر نیز تحت تأثیر تنشهای مختلف مانند خشکی و شوری افزایش می یابد؛ اما میزان این تغییرات با تغییراتی که در پرولین رخ داده و طی مدت کوتاهی بعد از ایجاد تنش به سطوح بالایی می رسد، قابل مقایسه نیست (۱۰).

در شرایط آزمایشگاهی، جهت مشاهده صدمات ناشی از تنش خشکی از ماده polyethylene glycol (PEG) استفاده می شود (۲۳). PEG، مولکولهایی با وزن زیاد بوده که پتانسیل آب را در روشی مشابه با خشکی خاک کاهش می دهند (۲۵). از آنجا که این ترکیب اسمزی به آسانی توسط سلولها جذب نمی شود، بر ترکیب یونی سلول اثر نمی گذارد. به عبارت دیگر، PEG نمی تواند از غشا عبور کند (در حالی که ساکارز از غشاء سلولی عبور می کند)؛ لذا این ماده در سلول ایجاد سمیت نمی کند (۲۷).

به طور کلی، هدف از این تحقیق ارزیابی تغییرات ایجاد شده در میزان پرولین و قندهای محلول در پاسخ به تنش خشکی ایجاد شده توسط غلظتهای مختلف PEG، در ارقام متحمل و حساس به خشکی کلزا می باشد.

مواد و روشها

مواد گیاهی و اعمال تنش خشکی: بذور دو رقم کلزا با نامهای SLM046 و Hyola 308 به ترتیب به عنوان ارقام متحمل و حساس به تنش خشکی، از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. به منظور ضدعفونی سطحی، بذور به مدت ۲۰ دقیقه در هیپو کلریت سدیم ۲/۵ درصد (حجم/وزن) قرار داده شدند و پس از ٦-٤ بار شستشو با آب مقطر استریل، به مدت ۳۰ ثانیه در اتانول ۷۰ درصد قرار گرفتند؛ بعد از این مدت زمان نیز چند بار شستشو با آب مقطر استریل انجام شد. سپس جهت جوانه زنی بذور ارقام حساس و متحمل، آنها بر روی دو لایه کاغذ صافی مرطوب قرار داده شدند و بعد از گذشت ٦ روز، جوانه ها به محیط کشت محلول ۱/۲ هوگلند هوادهی شده (در محیطی با شدت نور $\mu Ms^{-1} m^{-2}$ ٤۱۰، فتوپریود ۱٦ ساعت روز و ۸ ساعت تاریکی، دمای ۲ ± ۲۳ درجه سانتی گراد و رطوبت ۷۰ درصد) منتقل شدند. تعویض محیط کشت هر ٤۸ ساعت یکبار، انجام شد. بعد از ٦ روز از استقرار گیاهچه ها در این شرایط، PEG 6000 جهت ایجاد تنش خشکی در چهار غلظت ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به بستر کشت هیدروپونیک اضافه شد و گیاهچه های ۱۲روزه به مدت ۲٤ ساعت تحت تأثیر تنش قرار گرفتند؛ و پس از آن ریشه ها و اندامهای هوایی جهت اندازه گیری میزان پرولین و قندهای محلول برداشت شدند.

اندازه گیری پرولین: برای تعیین مقدار پرولین در ریشه و اندامهای هوایی، از روش Bates (1973) و همکاران (٦) استفاده شد. بدین ترتیب که برای تهیه معرف نین هیدرین، مقدار ۱/۲۵ گرم از این ماده را داخل ارلن ریخته و به آن ۳۰ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال و ۲۰ میلی لیتر اسید فسفریک ٦ مولار اضافه شد؛ سپس آن را به آرامی حرارت داده تا نین هیدرین به طور کامل حل شود. برای اندازه گیری پرولین، ابتدا مقدار ۰/۲ گرم از نمونه گیاهی تر

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

توزین شد و در هاون چینی در ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳ درصد، به خوبی ساییده شد. ماده همگن حاصل در دستگاه سانتریفیوژ با دور ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه، در دمای ٤ درجه سانتی گراد و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس، ۲ میلی لیتر از عصاره های صاف شده را به لوله های درب دار منتقل نموده و به همه لوله ها مقدار ۲ میلی لیتر معرف نین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال، اضافه شد. پس از بستن درب لوله ها، آن ها به مدت ۱ ساعت در آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و بعد از سرد شدن، به هر یک از لوله ها مقدار ٤ میلی لیتر تولوئن اضافه شد. برای مخلوط کردن این دو محلول، به مدت ۲۰-۱۵ ثانیه با استفاده از ورتکس لوله ها تکان داده شدند. سرانجام فاز رویی که به رنگ قرمز در آمده و حاوی پرولین محلول در تولوئن بود را برداشته و همزمان با نمونه های استاندارد، در دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل GBC cintr 6 ساخت استرالیا) قرار گرفت. اعداد در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت گردید و غلظت پرولین بر حسب میلی گرم بر گرم بافت تازه، با استفاده از منحنی استاندارد تعیین شد.

اندازه گیری قندهای محلول: برای اندازه گیری مقدار قندهای محلول، ۰/۲ گرم از هر یک از بخشهای هوایی و ریشه گیاه به طور جداگانه در ٤ میلی لیتر بافر سدیم فسفات ۲۵ میلی مولار (pH 6.8) ساییده شد و محلول رویی جهت اندازه گیری قند کل استفاده گردید. برای اندازه گیری قند نمونه، در هر لوله ۰/۵ میلی لیتر محلول قندی، ۰/۵ میلی لیتر فنل ۵ درصد و ۲/۵ میلی لیتر اسید سولفوریک خالص اضافه شد. بلافاصله بعد از افزودن اسید سولفوریک، یک واکنش گرمازا همراه با ایجاد رنگ نارنجی به وجود آمد که تولید حرارت زیادی کرد؛ لذا ضرورت داشت که پس از افزودن اسید، مخلوط واکنش ۱۰ دقیقه در دمای اتاق خنک شود. منحنی استاندارد با استفاده از غلظتهای مختلف قندهای گلوکز، مانوز و رامنوز، از ۰ تا ۲۰ میکروگرم در میلی لیتر ترسیم گردید. جذب استانداردها به همراه جذب نمونه، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل GBC cintr 6 ساخت استرالیا) در طول موجهای ٤۸۰ (رامنوز) ، ٤۸۵ (گلوکز) و ٤۹۰ (مانوز) نانومتر اندازه گیری شد؛ و مقدار قند نمونه، بر مبنای میکروگرم بر گرم وزن تر نمونه تعیین گردید (۸).

تجزیه های آماری: آزمایش، به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. اولین فاکتور، رقم در دو سطح و فاکتور دوم شامل تنش خشکی در ٤ سطح در نظر گرفته شد. از نرم افزار SPSS برای تجزیه واریانس داده ها استفاده گردید؛ و برای مقایسه میانگین از آزمون حداقل اختلاف معنی دار (Least significant difference :LSD) و در سطح احتمال ۵ درصد، استفاده شد. رسم نمودارها نیز با کمک نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج

اثر تنش خشکی بر غلظت اسید آمینه پرولین: نتایج نشان داد که، تنش خشکی سبب افزایش غلظت پرولین در دو رقم کلزا شد؛ این افزایش در برگ و ریشه رقم SLM046، بیشتر از رقم Hyola 308 بود. در برگ رقم SLM046 ، تنش خشکی در تمام سطوح خود موجب افزایش معنی داری در میزان پرولین شد؛ در حالی که در رقم Hyola 308، افزایش غلظت پرولین در سطوح تنش ۱۰ و ۱۵ درصد معنی دار بود (شکل ۱a).

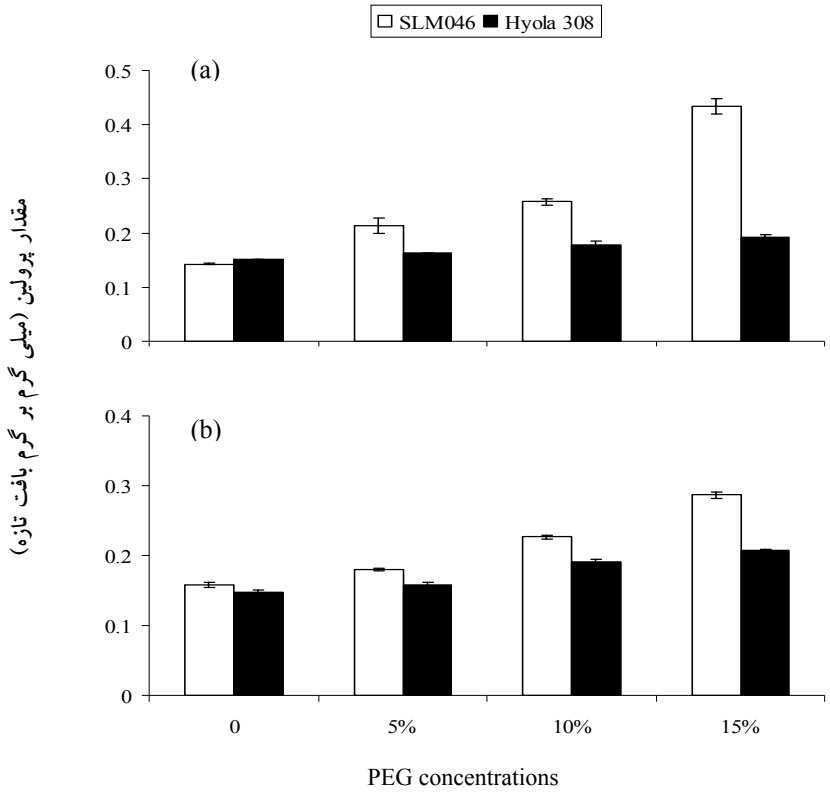
در ریشه رقم SLM046 با کاهش پتانسیل آب در سطوح مختلف PEG، افزایش معنی داری در غلظت اسید آمینه پرولین مشاهده شد. در رقم Hyola 308 و در سطح ۵ درصد از تنش، افزایش غلظت این ماده نسبت به کنترل معنی دار نبود؛ اما در سطوح بالاتر از PEG، میزان پرولین به صورت معنی داری افزایش یافت (شکل ۱b).

اثر تنش خشکی بر غلظت قندهای محلول: ۱ - گلوکز: تنش کمبود آب سبب افزایش غلظت گلوکز در هر دو رقم

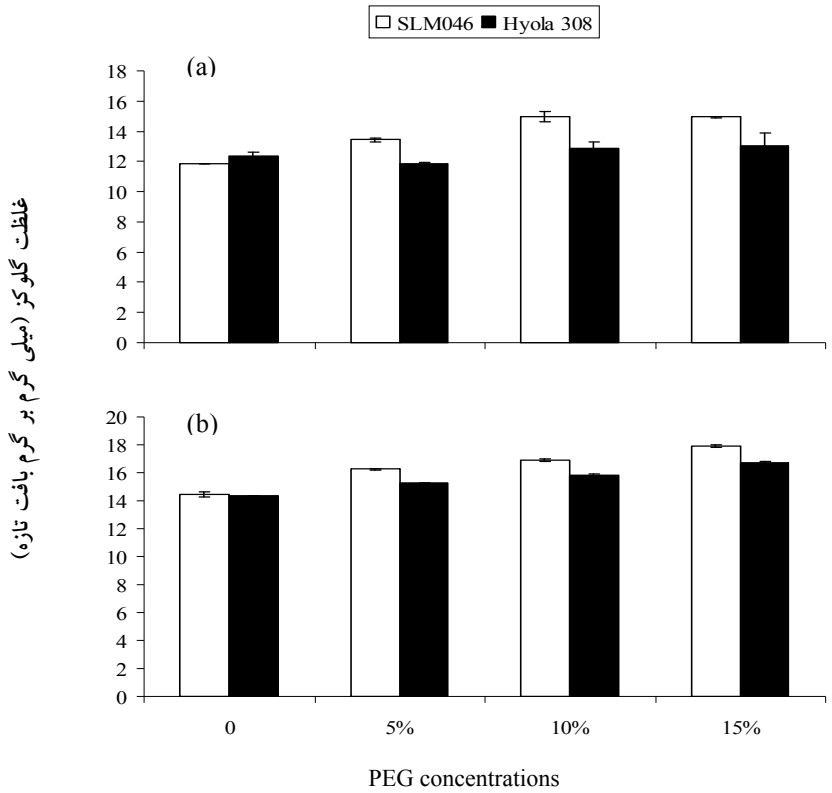
کلزا شد؛ اما این افزایش در رقم SLM046 بیشتر از رقم Hyola 308 بود. در برگ، اعمال تنش ۵ درصد از PEG سبب افزایش معنی داری در غلظت گلوکز رقم SLM046 شد؛ ولی در رقم Hyola 308، تفاوت معنی داری را با کنترل نشان نداد. در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد از تنش، افزایش غلظت قند در هر دو رقم مشاهده شد که این افزایش در رقم SLM046 معنی دار بود ولی در رقم Hyola 308 معنی دار نبود. به عبارتی، در رقم Hyola 308 تفاوت معنی داری بین سطوح مختلف خشکی از نظر غلظت گلوکز ملاحظه نشد (شکل ۲a).

در ریشه، تنش کمبود آب سبب افزایش غلظت قند گلوکز، در ارقام کلزا شد. در اینجا نیز میزان افزایش غلظت قند در رقم SLM046، بیش از رقم Hyola 308 بود. در هر دو رقم، با کاهش پتانسیل آب در سطوح ۵ ، ۱۰ و ۱۵ درصد از PEG، افزایش معنی داری در غلظت گلوکز مشاهده شد (شکل ۲b).

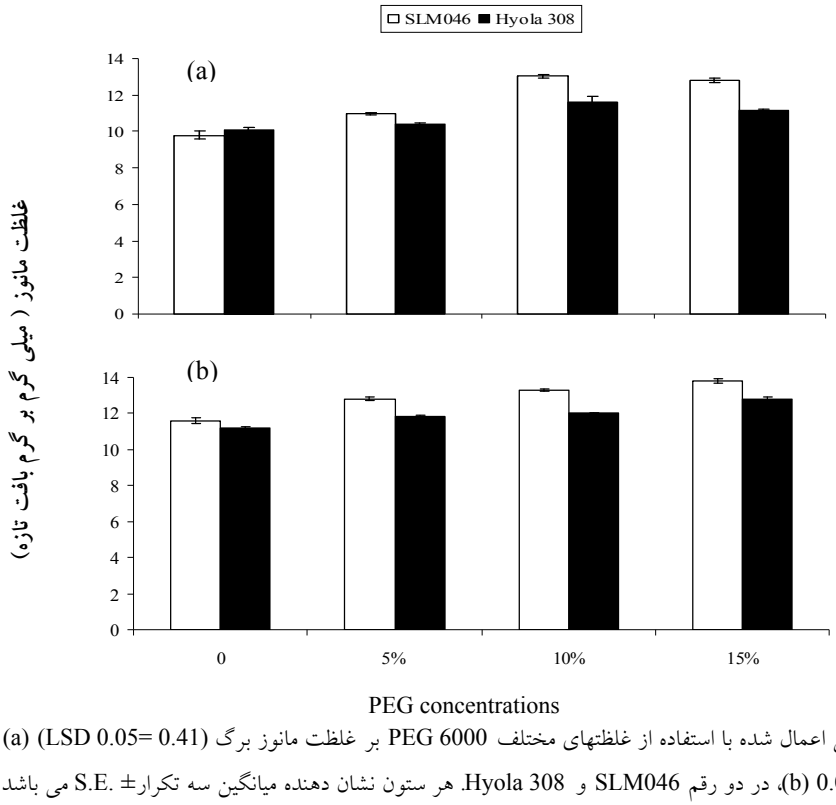
۲ – مانوز: در برگ ارقام کلزای مورد بررسی، تنش اعمال شده موجب افزایش غلظت مانوز شد ؛ البته میزان این افزایش در رقم SLM046، بیشتر بود. در این رقم، تنشهای ۵ و ۱۰ درصد از PEG سبب افزایش معنی داری در غلظت مانوز شد؛ اما سطح ۱۵ درصد تنش، سبب کاهش غلظت مانوز شد ولی از نظر آماری اختلاف معنی داری را با تنش ۱۰ درصد نشان نداد. در رقم Hyola 308، تنش ۱۰ درصد موجب افزایش معنی دار میزان مانوز شد. در این رقم نیز تنشهای ۱۰ و ۱۵ درصد تفاوت معنی داری را از نظر آماری نشان ندادند(شکل ۳a).



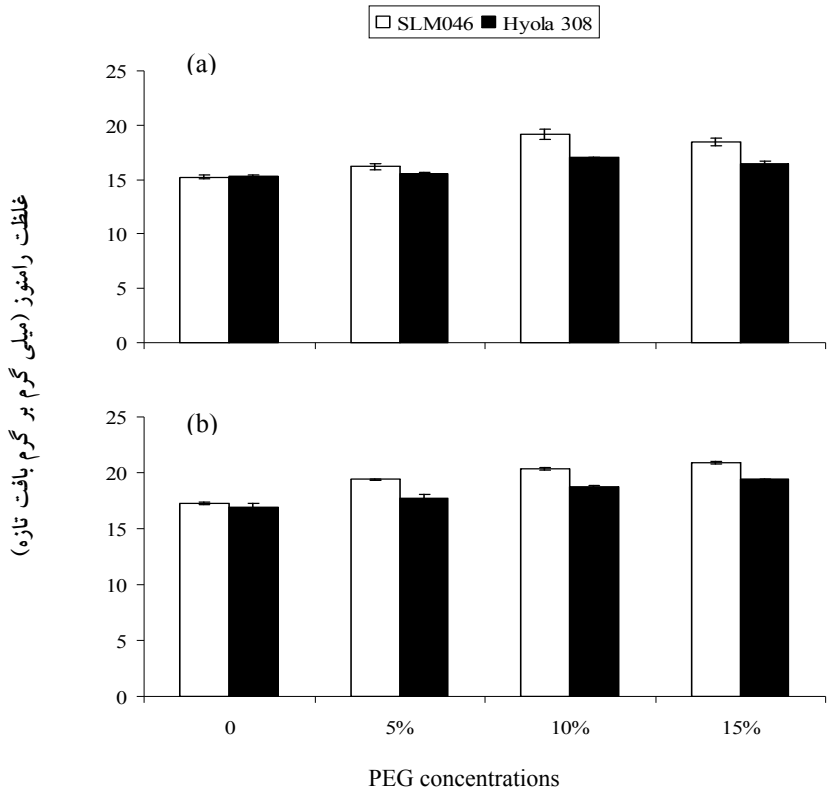
شکل ۱– اثر تنش خشکی اعمال شده با استفاده از غلظتهای مختلف PEG 6000 بر مقدار پرولین برگ (a) (LSD 0.05= 0.33) و ریشه (b) (LSD 0.05= 0.01)، در دو رقم SLM046 و Hyola 308. هر ستون نشان دهنده میانگین سه تکرار± S.E. می باشد.



شکل ۲- اثر تنش خشکی اعمال شده با استفاده از غلظتهای مختلف PEG 6000 بر غلظت گلوکز برگ (a) (LSD 0.05= 0.88) و ریشه (LSD 0.05= 0.25) (b)، در دو رقم SLM046 و Hyola 308. هر ستون نشان دهنده میانگین سه تکرار± S.E. می باشد.



شکل ۳- اثر تنش خشکی اعمال شده با استفاده از غلظتهای مختلف PEG 6000 بر غلظت مانوز برگ (a) (LSD 0.05= 0.41) و ریشه (LSD 0.05= 0.26) (b)، در دو رقم SLM046 و Hyola 308. هر ستون نشان دهنده میانگین سه تکرار± S.E. می باشد.



شکل ٤- اثر تنش خشکی اعمال شده با استفاده از غلظتهای مختلف PEG 6000 بر غلظت رامنوز برگ (a) (LSD 0.05= 0.63) و ریشه (LSD 0.05= 0.41) (b)، در دو رقم SLM046 و Hyola 308. هر ستون نشان دهنده میانگین سه تکرار± S.E. می باشد.

در ریشه، تنش کمبود آب سبب افزایش غلظت قند مانوز در رقم SLM046 بیش از رقم Hyola 308، شد. در ارقام SLM046 و Hyola 308، کاهش پتانسیل آب در تمام سطوح PEG، سبب افزایش غلظت مانوز ریشه شد که این افزایش در رقم SLM046 در تمامی سطوح تنش معنی دار بوده ولی در رقم Hyola 308، اختلاف معنی داری بین تنشهای ۵ و ۱۰ درصد مشاهده نشد (شکل ۳b).

۳ - رامنوز: در برگ و ریشه ارقام کلزا، تنش خشکی سبب افزایش غلظت رامنوز در دو رقم کلزا شد؛ اما این افزایش در رقم SLM046 بیشتر بود. در برگ ارقام SLM046 و Hyola 308، بیشترین غلظت رامنوز در تنش ۱۰ درصد از PEG دیده شد که تفاوت معنی داری را با خشکی ایجاد شده توسط ۱۵ درصد از PEG نشان نداد (شکل ٤a).

در ریشه دو رقم کلزای مورد آزمایش، تنشهای ۵ و ۱۰ درصد از PEG سبب افزایش معنی داری در غلظت قند رامنوز شدند (شکل ٤b).

بحث

با توجه به مجموعه نتایج به دست آمده در این پژوهش، ملاحظه شد که تنش خشکی سبب افزایش غلظت پرولین و قندهای محلول در دو رقم کلزا شده است. این نتایج نشان داد که تولید این تنظیم کننده های اسمزی، یک پاسخ معمول به شرایط تنش خشکی می باشد. افزایش غلظت پرولین در گیاهانی که تحت تنش قرار گرفته اند، نوعی سازگاری برای غلبه بر شرایط تنش می باشد (١٤). پرولین، تحت شرایط تنش می تواند عملکردهای متفاوتی مانند ایجاد تعادل اسمزی، حفاظت از ساختار پروتئینی و غشاء سلول، تثبیت ساختارهای درون سلولی و حذف

رادیکالهای آزاد را داشته باشد (٤ و ١٧). پس از شرایط تنش، این اسید آمینه و قندها به راحتی تجزیه می شوند (١٩). در آزمایش انجام شده، همواره غلظت پرولین در رقم SLM046 بیشتر از رقم Hyola 308 بود؛ لذا رقم SLM046، این شاخصه مقاومت به خشکی را بهتر از رقم دیگر نشان داد. افزایش غلظت پرولین تحت شرایط تنش خشکی در سورگوم (٢٨)، گندم (١٢)، آفتابگردان (١٤)، ذرت (٩) و کلزا (١) نیز گزارش شده است؛ در این گیاهان، میزان پرولین همواره در رقم مقاوم بالاتر بوده است. اما در گوجه فرنگی، میزان پرولین در رقم مقاوم کاهش یافته و این امر در راستای این فرضیه است که پرولین یک مشخصه سازگاری به تنش نیست و تنها یک نشانه تنش است (٢١).

بسیاری از شرایط تنش زای محیطی بر متابولیسم قندها و پخش مواد فتوسنتزی در گیاهان در حال رشد اثر می گذارند. افزایش مقدار قندهای محلول تحت شرایط شوری، غرقابی، سرما گزارش شده است (٢). در شرایط تنش خشکی، تنظیم کننده های اسمزی می توانند قدرت جذب آب را از خاک توسط ریشه افزایش دهند (١١). در مطالعه ای که روی دو رقم ذرت انجام شد، غلظت قندهای محلول با اعمال تنش خشکی افزایش یافت (١٦). همچنین در بررسیهای انجام شده روی برنج (١٩)، گندم (١٣) و ارقام دیگری از کلزا (١٨)، اعمال تنش خشکی موجب افزایش میزان قند رقم مقاوم در مقایسه با رقم حساس شده است. در آزمایش انجام شده نیز رقم SLM046 همواره مقادیر بالاتری از قندهای محلول را تحت سطوح مختلف تنش تولید نمود؛ بنابراین این رقم در شرایط تنش خشکی قادر است با بالا بردن پتانسیل اسمزی، مقادیر بیشتری از آب را جذب نماید.

به طور کلی در پژوهش حاضر، افزایش غلظت پرولین و قندهای محلول در برگها و ریشه های رقم SLM046 بیشتر از رقم Hyola 308 بود؛ بنابراین به نظر می رسد که میزان تجمع این تنظیم کننده های اسمزی با مقاومت به خشکی در رقم SLM046، مرتبط باشد.

منابع

١- احمدی موسوی، ع.، منوچهری کلانتری، خ. و ترکزاده، م. (١٣٨٤). اثر نوعی براسینواتروئید (epibrassinolide -24) بر مقدار تجمع مالون دی آلدئید، پرولین، قند و رنگیزه های فتوسنتزی در گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) تحت تنش کم آبی. مجله زیست شناسی ایران، ١٨: ٢٩٥-٣٠٦.

٢- سلطانی، ف.، قربانلی، م. و منوچهری کلانتری، خ. (١٣٨٥). اثر کادمیوم بر مقدار رنگیزه های فتوسنتزی، قندها و مالون دآلدئید در کلزا. مجله زیست شناسی ایران، ١٩: ١٣٦-١٤٥.

3- Ahmad, P. and Sharma, S. (2010). Physio-biochmical attributes in two cultivars of mulberry (*Morus alba* L.) under $NaHCO_3$ stress. International Journal of Plant Production, 4: 79-86.

4- Ain-Lhout, F., Zunzunegui, M., Diaz Barredas, M.C., Tirado, R., Clavijo, A. and Garcia Novo, F. (2001). Comparison of proline accumulation in two mediterranean shrubs subjected to natural and experimental water deficit. Plant and Soil, 230: 175-183.

5- Ashraf, M. and Foolad, M.R. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany, 59: 206–216.

6- Bates, L. S., Walderen, R. D. and Taere, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil, 39: 205-207.

7- Dat, J., Vandenabeele, S., Van Montagu, M., Inze, D and Van Breusegem, F. (2000). Dual action of the active oxygen species during plant stress response. Cellular and Molecular Life Sciences, 57: 779-779.

8- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J. K., P. A. and Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of green-type Annual Blugrass ecotype. Crop Science, 41:1862-1870.

9- Efeoglu, B., Ekmekci, Y. and Cicek, N. (2009). Physiological responses of three maize cultivars

accumulation of proline and soluble sugars in sheath and blades of their different ages leaves. American-Eurasian journal of agricultural and environmental sciences, 5: 264-272.

20- Sadiqov, S.T., Akbulut, M. and Ehmedov, V. (2002). Role of Ca^{2+} in drought stress signaling in wheat seedlings. Biochemistry, 67: 491-497.

21- Sanchez-Rodriguez, E., Rubio-Wilhelmi, M., Cervilla, L.M., Blasco, B., Rios, J.J., Rosales, M.A., Romero, L. and Ruiz, J.M. (2010). Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. Plant Science, 178: 30-40.

22- Sinaki, J.M., Heravan, E.M. Shirani Rad, A.H., Noormohammadi, G. and Zarei, G. (2007). The Effects of Water Deficit During Growth Stages of Canola (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 2(4): 417-422.

23- Sivritepe, N., Erturk, U., Yerlikaya, C., Turkan, I., Bor, M. and Ozdemir, F. (2008). Response of the cherry rootstock to water stress induced *in vitro*. Biologia Plantarum, 52: 573-576.

24- Slama, I., Ghnaya, T., Hessini, K., Messedi, D., Savoure, A. and Abdelly, C. (2007). Comparative study of the effects of mannitol and PEG osmotic stress on growth and solute accumulation in *Sesuvium portulacastrum*. Environmental and Experimental Botany, 61:10–17.

25- Van Den Berg, L. and Zeng, Y. J. (2006). Response of South African indigenous grasss pecies to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. South African Journal of Boany, 72: 284-286.

26- Vinocur, B. and Altman, A. (2005). Recent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: achievements and limitations. Current Opinion in Biotechnology, 16: 123-132.

27- Xu, J., Zhang, Y., Guan, Z., Wei, W., Han, L. and Chai, T. (2008). Expression and function of two dehydrins under environmental stresses in *Brassica juncea* L. Molecular Breeding, 21**:** 431-438.

28- Zaifnejad, M., Clark, R.B. and Sullivan, C.Y. (1997). Aluminum and water stress effects on growth and proline of Sorghum. Plant Physiology, 150: 338–344.

29- Zhao, T.J., Liua, Y., Yan, Y.B., Feng, F., Liu, W.Q. and Zhou, H.M. (2007). Identification of the amino acids crucial for the activities of

to drought stress and recovery. South African Journal of Botany, 75: 34-42.

10- Gzik, A. (1996). Accumulation of proline pattern of α-amino acids in sugar beet plants in response to osmotic, water and salt stress. Enviromental and Experimental Botany, 36: 29-38.

11- Hongbo, s., ZongSuo, L. and MingAn, S. (2006). Osmotic regulation of 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes at soil water deficits. Colloids and Surfaces, Biointerfaces, 47: 132-139.

12- Hamada, A.M. (2000). Amelioration of drought stress by ascorbic acid, thiamine or aspirin in wheat plants. Indian Journal of Plant Physiology, 5: 358–364.

13- Johari-Pireivatlou, M. (2010). Effect of soil water stress on yeild and proline content of four wheat lines. African Journal of Biotechnology, 9: 36-40.

14- Manivannan, P., Jaleel, C.A., Sankar, B., Kishurekumar, A., Somasundaram, R., Lakshmanan, G.M. and Panneerselvam, R. (2007). Growth, biochemical modifications and proline metabolism in *Helianthus annuus* L. as induced by drought stress. Colloids and Surfaces, Biointerfaces, 59: 141-149.

15- Manivannan, P., Abdul Jaleel, C., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. (2008). Osmoregulation and antioxidant metabolism in drought-stressed *Helianthus annuus* under triadimefon drenching. Comptes Rendus Biologies, 331: 418–425.

16- Mohammadkkhani, N. and Heidari, R. (2008). Drought-induced accumlation of soluble sugars and proline in two maize varieties. World Applied Sciences Journal, 3: 448-453.

17- Molinari, H.B.C., Marur, C.J., Bespalhok, J.C., Kobayashi, A.K., Pileggi, M., Pereira, F.P.P. and Vieira, L.G.E. (2004). Osmotic adjustment in transgenic *Citrus* rootstocks (*Carrizo citrange*) overproducing proline. Plant Science, 167: 1375–1381.

18- Moradshahi, A., Salehi Eskandari, B. and Kholdebarin, B. (2004). Some physiological responses of canola (*Brassica napus* L.) to water defficit stress under laboratory conditions. Iranian journal of science and technology, 28: 43-50.

19- Mostajeran, A. and Rahimi-Eichi, V. (2009). Effects of drought stress on growth and yeild of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars and

drought responsive element binding factors (DREBs) of *Brassica napus*. Federation of European Biochemical Societies, 581: 3044-3050.

Effect of drought stress on proline and soluble sugar content in canola (*Brassica napus* L.) seedlings

Mirzaee M.[1], Moieni A.[1] and Ghanati F.[2]

[1] Plant Breeding and Biotechnology Dept., Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, I.R. of IRAN

[2] Plant Biology Dept., Faculty of Plant Science, Tarbiat Modares University, Tehran, I.R. of IRAN

Abstract

Drought is one of the most important environmental stresses that adversely affect the plant growth and crop production. In this experiment, the effect of osmotic stress on proline and soluble sugars content was investigated in two canola cultivars (*Brassica napus* L. cv. SLM046 –drought-tolerant and cv. Hyola 308 –drought-sensitive). To establish water deficit, the 12 days old canola seedlings were placed in half strength Hoagland solution containing different levels of PEG 6000 ((0, 5%, 10% and 15% (w/v)) for 24 h. The results indicated that water stress increased proline content in shoots and roots of the studied cultivars; but in stress conditions, amount of proline in SLM046 was higher than that of in Hyola 308. On the other hand, drought increased glucose, mannose and rhamnose content in the both tissues of canola cultivars, but content of these soluble sugars in SLM046 was significantly higher than that of Hyola 308.

Keywords: canola, drought stress, PEG, proline, soluble sugars.