اثرات تعدیلی اسید هیومیک روی جوانه‌زنی و رشد رویشی گیاه کلزا تحت تنش شوری

علی اصغر علیلو*[۱]، زهرا شیری آذر[۱]، شهریار دشتی[۱]، صالح شهابی وند[۲] و علیرضا پورمحمد[۱]

[۱] **ایران، مراغه، دانشگاه مراغه، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی**

[۲] **ایران، مراغه، دانشگاه مراغه، دانشکده علوم پایه، گروه زیست شناسی**

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۱۳

چکیده

شوری تنش غیر زیستی موثر بر تولید گیاهان است که با کاربرد مناسب مواد آلی می‌توان از تبعات آن کاست. به همین منظور در این آزمایش، اثر تعدیلی تیمار اسید هیومیک (شاهد، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر) بر تنش شوری (شاهد، ۴، ۸ و ۱۲ دسی-زیمنس) روی صفات جوانه‌زنی بذر و برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه کلزا در دو مرحله جوانه‌زنی و رشد رویشی بررسی شد. با توجه به نتایج، اثر بازدارندگی تنش شوری روی صفات جوانه‌زنی معنی‌دار بود. همچنین تیمار شوری، محتوی کلروفیل برگ و پایداری غشا آن را به شدت کاهش داد. تیمار اسید هیومیک باعث افزایش نسبی محتوی کلروفیل a، کلروفیل کل و کارتنوئید برگ گیاه در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر شد. معنی‌دار شدن اثر متقابل تیمار شوری و اسید هیومیک روی صفات پایداری غشا، درصد جوانه زنی، سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه، حاکی از تعدیل تنش شوری توسط تیمار اسید هیومیک در این صفات بود، بطوری‌که تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک توانست در سطح ۴ دسی زیمنس تنش شوری، درصد جوانه‌زنی را بهبود دهد. همچنین این تیمار سرعت جوانه زنی را در سطح ۸ دسی زیمنس بر متر افزایش داد. اثرات تعدیلی تیمار اسید هیومیک بر پایداری غشاء در سطوح ۸ و ۱۲ دسی زیمنس نیز قابل‌توجه بود. به این ترتیب، پیشنهاد می‌گردد جهت تعدیل سطوح متوسط شوری، اسید هیومیک بصورت تیمار بذری بکار رود.

واژهای کلیدی: شوری، هیومیک، کلروفیل، جوانه‌زنی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۶۳۷۲۲۸۳۱ ، پست الکترونیکی: aliloo@maragheh.ac.ir

مقدمه

گیاهان مهم‌ترین تامین کننده غذا، دارو و دیگر نیازهای انسان بوده و اهمیت آن‌ها با رشد روزافزون جمعیت جهان بیشتر می‌شود. کشور ایران با دارا بودن اقلیم‌های متفاوت، شرایط مناسبی را برای رشد انواع گیاهان زراعی بومی و غیربومی فراهم ساخته است که دانه‌های روغنی از جمله آنها می باشند. کلزا با نام علمی (*Brassica napus* L.) از خانواده شب بو (Brassicacea)، بعد از سویا دومین مقام را در تامین دانه‌های روغنی به خود اختصاص داده‌است (۲۲). عموماً، رشد و نمو گیاهان تحت تاثیر تنش‌های زنده و غیرزنده قرار می‌گیرد که آفات و بیماری‌ها، علف‌های هرز، شوری آب و خاک، کم‌آبی، سرما، یخزدگی، دمای بالا، فلزات سنگین، غرقابی، تابش پرتوهای فرابنفش و آسیب-های ناشی از کمبود یا بیش‌بود عناصر غذایی و موادآلی خاک از مهم‌ترین آن‌ها به شمار می‌آیند (۴۲). در بین انواع تنش‌ها، شوری آب و خاک از معضلات جهانی به شمار آمده و بخش کشاورزی را در مناطق خشک و نیمه خشک را تهدید می‌کنند. جوانه‌زنی بذر یکی از اساسی‌ترین و حیاتی‌ترین مراحل رشد گیاه می‌باشد که عملکرد را تعیین می‌کند. با این حال تاثیر مضر تنش شوری روی جوانه زنی گیاهان مختلف، از جمله برنج (۵۱)، گندم (۱۶)، ذرت (۳۸)، خیار (۳۷) و کلزا (۳۱) ثابت شده است. تاثیر شوری روی جوانه‌زنی معمولا از طریق کاهش پتانسیل اسمزی و

سمیت ایجاد می شود و فعالیت آنزیم‌های متابولیسم اسید نوکلئیک (۲۷) و متابولیسم پروتئین ها را تغییر می‌دهد (۱۹)، تعادل هورمونی را مختل می‌کند (۳۵ و ۳۶) و استفاده از ذخایر دانه ها کاهش پیدا می‌یابد (۴۴) که در نهایت سرعت و درصد جوانه زنی و قدرت رشد گیاهچه کاهش می یابد (۳۲).

از فاکتورهای مهم حفظ تولید در گیاهان، ظرفیت بالای فتوسنتز در آنهاست است که این ظرفیت به دلیل کاهش پتانسیل آب و حضور غلظت بالای سدیم و کلر در کلروپلاست کاهش پیدا می‌کند (۵۳). باید توجه داشت که سیستم فتوسنتزی در نتیجه‌ی تنش‌های محیطی مختل می-شود (۲۵). معمولا در اکثر گزارشات به کاهش محتوای کلروفیل بعنوان یک شاخص زیستی در تنش شوری اشاره شده است (۱۰). کاهش مقدار کلروفیل a و b برگ در حضور شوری در گیاهان برنج (۱۷ و ۱۸)، ماش (۴۳) و خیار (۳۷) گزراش شده است. کاهش میزان رنگدانه‌ها با کاهش ۱۶ درصدی فلورسانس کلروفیل همراه است و معمولا در گیاهان غلظت کلروفیل a بیشتر از کلروفیل b است که در تنش شوری مقادیر آن‌ها به هم نزدیک می‌شود (۴۰). انتخاب صحیح گونه‌های گیاهی، مدیریت آب و خاک از جمله راه‌کارهای مقابله با تنش شوری است. در مدیریت خاک معمولا استفاده از انواع کودها روشی مهم بشمار می‌رود که در این بین اثر کودهای آلی بیش از کود شیمیایی است، زیرا کودهای شیمیایی کارایی اندکی در تعدیل تنش شوری داشته و باعث تجمع مواد سمی در گیاهان می‌شوند و محیط زیست را با خطرات دیگری مواجه می‌سازند. به همین دلیل استفاده از کودهای آلی از جمله مواد هیومیکی که از تجزیه مواد گیاهی و حیوانی تشکیل می‌شوند توصیه می‌شود. مواد هومیکی (HS)، از مهمترین مواد آلی خاک می‌باشند که موضوع مطالعه‌ی در اصلاح خاک، حاصلخیزی (۴۸)، فیزیولوژی گیاهی و علوم زیست محیطی می باشد. زیرا به خاطر داشتن نقش‌های متعدد، می‌توانند به رشد گیاه کمک کنند. افزایش رشد ریشه‌ها (۵۰)، افزایش جذب آهن(۴۷)، بهبود عملکرد غشاء سلولی (۴۹) افزایش سطوح فتوسنتز و تنفس (۲۹)، بهبود کلروفیل (۵۲) و افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو (۲۱) در نتیجه‌ی کاربرد خارجی اسید هیومیک روی گیاهان گزارش شده است. همانطور که اشاره شد شوری عملکرد گیاهان را به طور چشمگیری کاهش می‌دهد و بررسی اثر تعدیل کنندگی مواد هیومیکی در این شرایط می‌تواند سودمند باشد. بنابراین در این تحقیق سعی شد اثر اسید هیومیک در تعدیل تنش مذکور روی برخی صفات فیزیولوژیکی و جوانه زنی گیاه کلزا بررسی شود.

مواد و روشها

این آزمایش در پاییز ۱۳۹۶ در آزمایشگاه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه صورت گرفت. بذر گواهی شده هیبرید کلزا (دانوب) از اداره کشاورزی شرستان بناب تهیه شد. روش کشت گلدانی (۲۳×۲۱/۵cm) و اطاقک کشت (دمای۲۰ درجه سانتیگراد، نور با شدت۱۸۰۰ لوکس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد) برای پرورش گیاهان استفاده شد. برای آزمایش از خاک لومی رسی (خاک مزرعه دانشگاه مراغه) با هدایت الکتریکی ۱/۹ دسی زیمنس بر متر و با ماده آلی کمتر از نیم درصد استفاده شد. فاکتورهای آزمایش شامل شوری در چهار سطح با هدایت الکتریکی(EC) ۰، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر از منبع NaCl و اسیدهیومیک در سه سطح ۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر بودند که به صورت آبیاری زیر-گلدانی همراه با محلول یک‌دوم هوگلند در اختیار گیاهان قرار می‌گرفتند. برای آزمایش سه تکرار و دوبار نمونه‌گیری بر هر تکرار (زیرنمونه) در نظر گرفته شد. صفات مورد مطالعه در این آزمایش عبارتند بود از:

شاخص پایداری غشا (MSI): برای اندازه گیری شاخص پایداری غشا چند برگ از هر گلدان انتخاب شده و ۰/۵ گرم دور از محل رگبرگ را دیسک زده و در داخل لوله آزمایش ریخته و در داخل بنماری در دمای ۴۰ درجه

سانتی گراد قرار داده شد و بعد از ۳۰ دقیقه از داخل بنماری خارج و EC آن با EC متر اندازه گیری شد(EC1) ، و دوباره در بنماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار گرفته و بعد از ۳۰ دقیقه دوباره EC آن را اندازه گرفته (EC2) و از روی فرمول زیر شاخص پایداری غشا را محاسبه گردید (۴۴).

$$MSI = [\ 1 - EC1 / EC2] \times 100 \qquad [1]$$

محتوی آب نسبی (RWC): برای اندازه‌گیری محتوای آب نسبی چند برگ از هر گلدان انتخاب کرده و از آن‌ها ۲۰ بار دیسک زده بلافاصله وزن تر (Fresh Weight) آن اندازه‌گیری شد. پس از آن نمونه‌ها را در داخل پتری ریخته و روی آن ها را با آب مقطر پر کرده و نمونه‌ها را پس از ۲۴ ساعت از آب خارج کرده و مجددا وزن شد (Turgid Weight) و بعد از آن در داخل فویل آلومینیومی ریخته و در آون قرار داده و بعد از خشک شدن وزن خشک آن‌ها (Dry Weight) اندازه گیری شد. بعد از آن محتوای رطوبت نسبی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۲۸).

$$RWC\ (\%) = (Fresh\ Weight - Dry\ Weight) / (Turgid\ Weight - Dry\ Weight) \times 100 \qquad [2]$$

سنجش رنگدانه‌های فتوسنتزی: به منظور اندازه‌گیری کلروفیل برگ ابتدا ۰/۵ گرم برگ تازه گیاه در هاون چینی کاملا سائیده تا یک توده یکنواخت به دست آمد. مخلوط حاصل در داخل ارلن ۱۰۰ میلی‌لیتر، با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسید. سپس یک میلی‌لیتر از عصاره نمونه با ۹ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد مخلوط شد. محلول حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ و محلول رویی با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۳/۳ و ۶۴۶/۸ و ۴۷۰ نانومتر قرائت شد و غلظت کلروفیل و کارتنوئید با استفاده از فرمول‌های زیر به دست آمد (۳۹).

کلروفیل a $Chl.a = 12.25\ A663.2 - 2.79\ A646.8$ [3]

کلروفیل b $Chl.b = 21.50\ A646.8 - 5.10\ A663.2$ [4]

کارتنوئید $c(x+c) = (1000\ A470 - 1.82\ Chl.a - 85.02\ Chl.b)/198$ [5]

آزمایش دیگری همزمان اثرات تیمارهای مذکور را در شرایط کنترل شده (ژرمیناتور) بر روی خصوصیات جوانه زنی و گیاهچه با استفاده از آزمون استاندارد جوانه زنی و رشد گیاهچه در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد ارزیابی کرد. و صفات درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه‌چه و ساقه-چه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و تعداد گیاهچه نرمال بررسی شد.

جهت اندازه گیری سرعت جوانه زنی (R) از فرمول زیر استفاده شد (۲۴):

$$R=\sum N / \sum (D \times ni) \qquad [6]$$

در فرمول بالا، N- نشان دهنده ی کل بذور جوانه زده در دوره‌ی آزمایش، D- مشخص کننده روز و ni- تعداد بذر جوانه زده در همان روز را نشان می دهد.

تحلیل آماری: از نرم افزار SAS برای تجزیه های آماری استفاده شد. داده بعد از تست مفروضات تجزیه واریانس، بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه واریانس شد. برای مقایسات میانگین از روش چند دامنه‌ی دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

رنگدانه‌های فتوسنتزی، پایداری غشاء و محتوی آب نسبی: کلروفیل a , b , (a+b) و نسبت a/b: نتایج به دست آمده نشان داد که اثر اسید هیومیک بر روی کلروفیل a در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد ولی تیمار شوری و ترکیب تیماری شوری و اسیدهیومیک تاثیر معنی‌داری روی این صفت نداشتند. همچنین با توجه به نتایج، اثر

تیمارها روی کلروفیل b و نسبت a/b معنی‌دار نبود (جدول ۱). با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) میزان کلروفیل a در تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک افزایش یافت که این افزایش نسبت به شاهد معنی‌دار نبود ولی بین دو سطح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. در مورد مجموع کلروفیل ها، اثر تیمارهای شوری و اسید هیومیک روی کلروفیل کل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد ولی ترکیب تیماری آن‌ها روی این صفت معنی‌دار نشد. نتایج نشان داد که (جدول ۳) سطوح مختلف شوری نسبت به تیمار شاهد، میزان کلروفیل کل را کاهش داد که این کاهش فقط در سطح شوری ۸ و دسی زیمنس بر متر معنی‌دار شد. همچنین غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک نسبت به تیمار شاهد کلروفیل کل را افزایش و غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک این صفت را نسبت به شاهد کاهش داد که این تغییرات غیرمعنی‌دار بودند ولی بین دو غلظت اسید هیومیک اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمار اسید هیومیک روی رنگدانه های فتوسنتزی، شاخص پایداری غشا و محتوای آب نسبی گیاه کلزا تحت تنش شوری.

منابع تغییر	درجه-آزادی	میانگین مربعات							
		کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنوئید (x+c)	کلروفیل a+b	نسبت کلروفیل a/b	نسبت کلروفیل (a+b)/(x+c)	شاخص پایداری غشا	محتوای آب نسبی
تکرار	۲	۰/۰۱۲^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۰۱۳^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}	۱۶۶/۹^{ns}	۱۵/۳۸^{ns}	۲/۳۵۹^{ns}	۷۸/۵۸۴^{ns}
شوری	۳	۰/۲۲۹^{ns}	۰/۰۷۶^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۴۷۹*	۶۰/۰۷^{ns}	۴۴/۹۷^{ns}	۹۶/۶۸۷**	۲۶۱/۲۰۰**
اسید هیومیک	۲	۰/۵۳۸*	۰/۰۸۱^{ns}	۰/۰۵۲*	۰/۷۴۴*	۵۰/۴۹^{ns}	۷۷/۵۳^{ns}	۲/۸۱۵^{ns}	۱۲۶/۳۴۳^{ns}
ترکیب تیماری	۶	۰/۱۲۲^{ns}	۰/۰۷۲^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۱۵۳^{ns}	۲۱۹/۶^{ns}	۳۰/۹۴^{ns}	۱۵/۰۰۱*	۲۰/۲۵۵^{ns}
خطا	۲۲	۰/۱۱۲	۰/۰۵۹	۰/۰۱۱	۰/۱۷۷	۱۷۰/۵	۸۵/۷	۴/۸۹	۵۳/۹۹
ضریب تغیرات (درصد)		۰/۲	۰/۸	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۱/۱	¼	۱۰/۶

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ^{ns} غیرمعنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمار اسید هیومیک بر رنگدانه‌های فتوسنتزی، صفات جوانه زنی و گیاهچه‌ای کلزا.

تیمار اسید هیومیک (mg/l)	کلروفیل a (mg/g.Fw)	کارتنوئید (x+c) (mg/g.Fw)	کلروفیل (a+b) (mg/g.Fw)	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)
شاهد	۱/۴۷^{ab}	۰/۲۷^{ab}	۱/۶۴^{ab}	۸۱/۷۵^{a}	۱۱/۰۴^{a}	۶/۴۵^{a}	۰/۰۷۱۵^{a}
۵۰۰	۱/۲۳^{b}	۰/۲۱^{b}	۱/۵۴^{b}	۷۹/۸۷^{ab}	۱۱/۸۵^{ab}	۵/۸۳^{ab}	۰/۰۶۴۱^{ab}
۱۰۰۰	۱/۶۳^{a}	۰/۳۴^{a}	۱/۹۷^{a}	۷۷^{b}	۱۰/۰۷^{b}	۵/۹۹^{b}	۰/۰۶۲۵^{b}

حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند. مقادیر رنگدانه‌ها بر حسب وزن تر می باشد.

محتوی کارتنوئید و نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید (a+b)/(x+c): نتایج نشان داد (جدول ۱) که اثر اسید هیومیک روی کارتنوئید در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد ولی اثر تیمار شوری و ترکیب تیماری شوری و اسید هیومیک بر روی صفت مذکور معنی‌دار نشد. با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) تیمار۵۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک میزان کارتنوئید را بهبود بخشید و تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک این را صفت افزایش داد که این تغییرات نسبت به شاهد معنی‌دار نبود ولی بین دو تیمار اسید هیومیک اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. همچنین با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) هیچکدام از تیمارهای شوری و اسید هیومیک و ترکیب

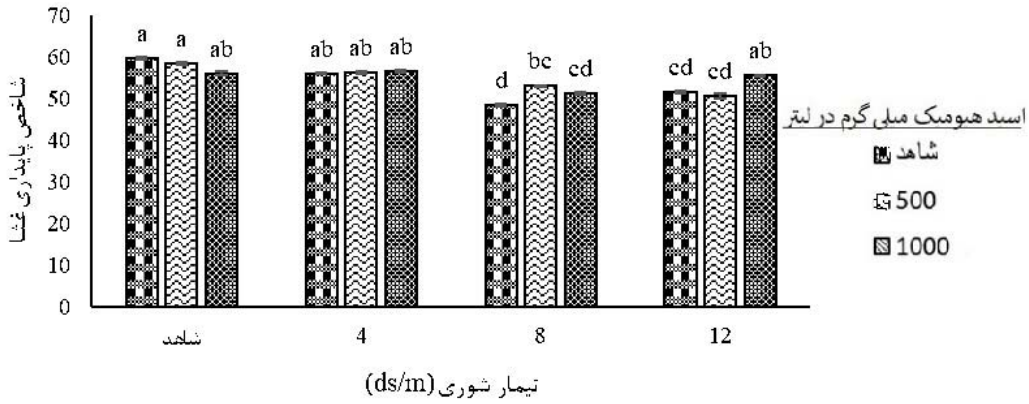
تیماری آن‌ها تاثیر معنی‌داری روی نسبت کلروفیل به کاروتنوئید نداشتند.

جدول۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف شوری روی صفات اندازه‌گیری شده در گیاه کلزا.

تیمار شوری (ds/m)	کلروفیل (a+b) (mg/g)	شاخص پایداری غشا (درصد)	محتوای آب نسبی برگ (درصد)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)
شاهد	۲/۰۵^{a}	۵۸/۰^{a}	۶۱/۷۸^{b}	۸۸/۶۶^{a}	۲/۴۱^{a}	۱۲/۱۶^{a}	۶/۱^{a}	۰/۰۰۶۲^{a}
۴	۱/۵۹^{ab}	۵۶/۲^{a}	۷۴/۸۱^{a}	۸۱/۶۶^{b}	۲/۳^{a}	۱۱/۴^{ab}	۶/۲^{a}	۰/۰۰۶۱^{a}
۸	۱/۴۴^{b}	۵۰/۹^{b}	۷۰/۱۱^{a}	۷۵/۱۶^{c}	۲/۰۹^{b}	۱۰/۳^{bc}	۵/۵^{b}	۰/۰۰۵۵^{ab}
۱۲	۱/۵۹^{ab}	۵۲/۶^{b}	۶۹/۲۴^{a}	۷۳/۳۳^{c}	۲/۰۵^{b}	۹/۱^{c}	۵/۱^{b}	۰/۰۰۴۴^{b}

حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند.

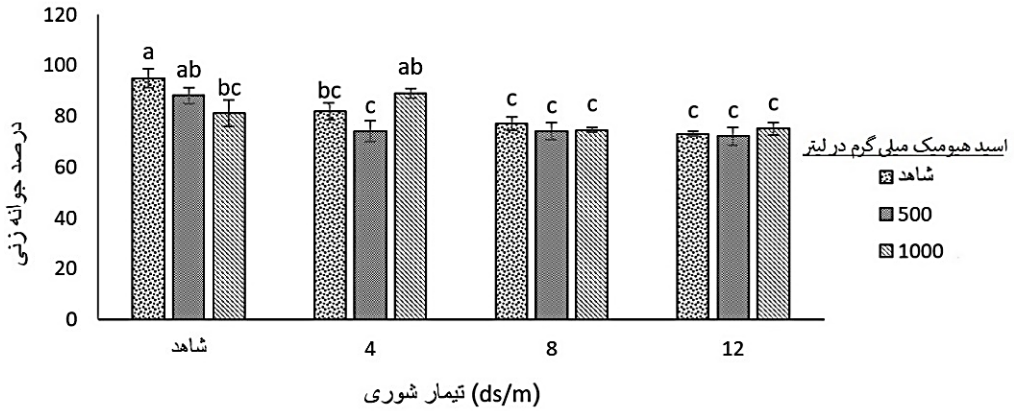
پایداری غشا: بر اساس جدول شماره یک نتایج نشان داد، اثر تیمار شوری بر روی شاخص پایداری غشا در گیاه کلزا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، همچنین اثر ترکیب تیماری آن‌ها بر روی این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. ولی اثر تیمار اسید هیومیک بر صفت مذکور تاثیر معنی‌داری نداشت. بر اساس جدول شماره ۳، تیمار شوری ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار شاهد باعث تغییر معنی‌دار شاخص پایداری غشا شد و میزان این صفت را نسبت به شاهد کاهش دادند ولی تیمار چهار دسی زیمنس برمتر نسبت به تیمار شاهد تغییر معنی‌داری از خود نشان نداد. با توجه شکل یک، نتایج نشان داد که در تیمار شاهد شوری، هر دو غلظت اسید هیومیک نسبت به تیمار شاهد باعث کاهش غیرمعنی‌دار شاخص پایداری غشا شدند که میزان این کاهش در تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک بیشتر بود. در شوری چهار دسی زیمنس بر متر تیمارهای اسید هیومیک نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر تیمار ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک شاخص پایداری غشا را افزایش دادند که تاثیر تیمار ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک معنی‌دار بود. همچنین در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر تیمار ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان نداد ولی تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک نسبت به شاهد شاخص پایداری غشا را به طور معنی‌داری افزایش داد.



شکل ۱- مقایسه میانگین ترکیب تیماری (شوری × اسید هیومیک) روی درصد شاخص پایداری غشای کلزا؛ حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند (آزمون دانکن، $p\geq0.05$)؛ بدون تیمار (شاهد)؛ *dS/m*، دسی زیمنس بر متر

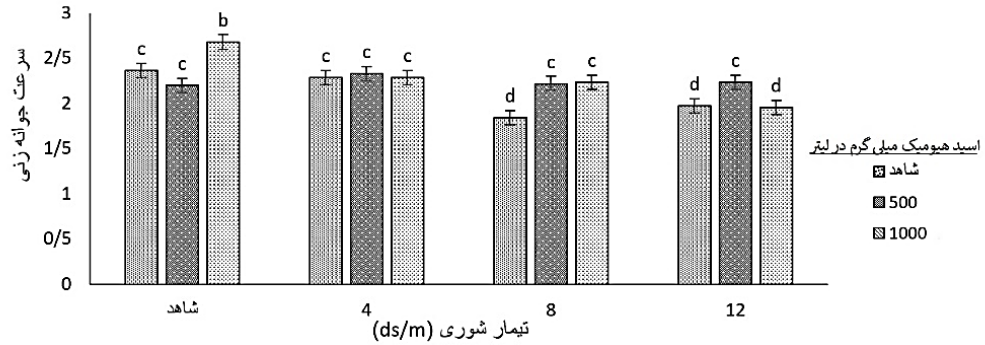
محتوای آب نسبی: با توجه به جدول شماره یک، نتایج نشان داد تاثیر تیمار شوری بر روی محتوای آب نسبی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی اسید هیومیک و ترکیب تیماری آن با سطوح شوری بر روی این صفت تاثیر معنی‌داری نداشتند. بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۳)، محتوای آب نسبی برگ در تمامی تیمارهای شوری به طور معنی‌داری بالاتر از تیمار شاهد می‌باشد. که بیشترین مقدار این صفت در تیمار چهار دسی زیمنس بر متر مشاهده شد.

درصد جوانه‌زنی: باتوجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۴)، اثر تیمار شوری و ترکیب تیماری شوری و اسید هیومیک بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. با افزایش سطوح شوری در صفت درصد جوانه زنی نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳)، همچنین غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک نیز نسبت به تیمار شاهد باعث کاهش معنی‌دار این صفت شد (جدول ۲). با توجه شکل ۲، نتایج نشان داد که در تیمار شاهد شوری، هر دو غلظت اسید هیومیک باعث کاهش درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد شدند که این کاهش فقط در غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر معنی‌دار بود. در شوری چهار دسی زیمنس بر متر تیمار ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک نسبت به شاهد درصد جوانه زنی را کاهش و غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر این صفت را افزایش داد که این تغییرات غیر معنی‌دار بود. در شوری ۸ و ۱۲ هیچ یک از غلظت‌های اسید هیومیک نتوانستند نسبت به شاهد تاثیری روی درصد جوانه‌زنی داشته باشند.



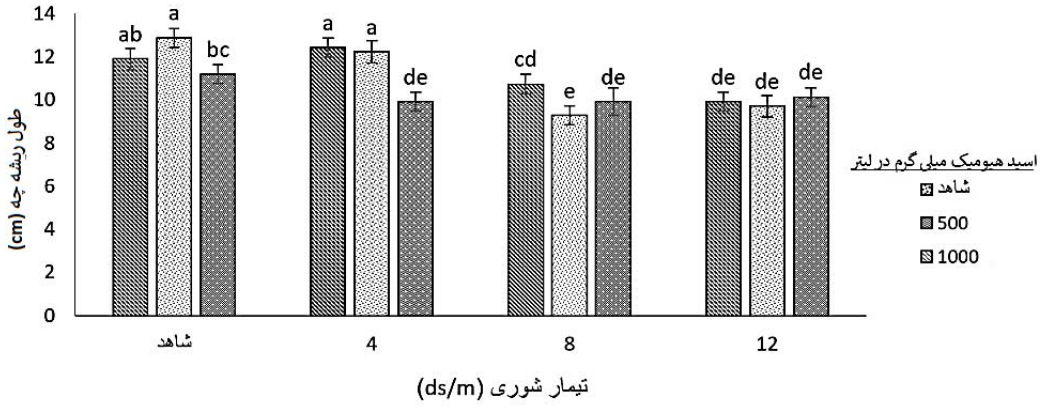
شکل ۲- مقایسه میانگین ترکیب تیماری (شوری × اسید هیومیک) روی درصد جوانه‌زنی کلزا؛ حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند (آزمون دانکن، $p\geq0.05$)؛ بدون تیمار (شاهد)؛ dS/m، دسی زیمنس بر متر

سرعت جوانه‌زنی: باتوجه به تجزیه واریانس (جدول ۴)، اثر تیمار شوری و ترکیب تیماری شوری و اسید هیومیک بر سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. با افزایش سطوح شوری سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت که این کاهش در سطوح ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد معنی‌داری شد (جدول ۳). با توجه شکل ۳، نتایج نشان داد که در تیمار شاهد شوری، غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد. در شوری ۴ دسی زیمنس بر متر هیچ یک از غلظت‌های اسید هیومیک نتوانستند نسبت به شاهد تاثیری روی سرعت جوانه‌زنی داشته باشند در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر هر دو غلظت اسید هیومیک به صورت معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. در سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر فقط غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر این صفت را نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌دار افزایش داد.



شکل ۳- مقایسه میانگین ترکیب تیماری (شوری × اسید هیومیک) روی سرعت جوانه‌زنی کلزا؛ حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند (آزمون دانکن، $p\geq0.05$)؛ بدون تیمار (شاهد)؛ dS/m، دسی زیمنس بر متر

طول ریشه‌چه و ساقچه: با توجه شکل ۴، شوری ۴ دسی زیمنس بر متر غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک باعث کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه نسبت به شاهد شد. در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر هر دو غلظت اسید هیومیک باعث طول ریشه‌چه نسبت به تیمار شاهد شد که این کاهش در غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر نسبت به شاهد معنی‌دار شد. در سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر هیچ یک از غلظت‌های اسید هیومیک تاثیر معنی‌داری نسبت به شاهد روی صفت طول ریشه‌چه نداشتند.



شکل ۴- مقایسه میانگین ترکیب تیماری (شوری × اسید هیومیک) روی طول ریشه‌چه کلزا؛ حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند (آزمون دانکن، $p\geq0.05$)؛ بدون تیمار (شاهد)؛ dS/m، دسی زیمنس بر متر

همچنین باتوجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۴)، اثر تیمار اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد و تیمار شوری در سطح احتمال ۵ درصد روی طول ساقه‌چه معنی‌دار شدند با افزایش سطوح شوری صفت طول ساقه چه کاهش یافت (جدول ۳). همچنین غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک نیز نسبت به تیمار شاهد باعث کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه شد (جدول ۲).

وزن خشک ریشه‌چه وساقه چه: باتوجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۴)، اثر تیمار شوری روی وزن خشک ریشه چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. با افزایش سطوح شوری وزن خشک ریشه چه کاهش یافت که این کاهش در سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد معنی‌داری شد (جدول ۳). اما اثر تیمار اسید هیومیک روی وزن خشک ساقه‌چه معنی دار

بود بطوری که غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک باعث کاهش وزن خشک ساقه‌چه نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۲).

وزن تر ریشه چه ساقه چه و تعداد گیاهچه نرمال: باتوجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۴)، هیچ کدام از تیمار ها بر وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و تعداد گیاهچه نرمال تاثیر معنی‌داری نداشتند.

بحث

شوری یکی از عوامل مهم در تغییر فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاهان عالی بشمار می‌رود که عمدتا با کاهش رشد و عملکرد آنها همراه است. نتایج این آزمایش نشان داد که مقدار کلروفیل، پایداری غشا و صفات گیاهچه‌ای در اثر این تنش کاهش می‌یابد ولی شوری محتوی آب نسبی برگ را افزایش داد که موید همین تغییرات فیزیولوژیکی است. رنگدانه‌های فتوسنتزی یکی از فاکتورهای مهم در حفظ ظرفیت فتوسنتزی گیاهان هستند و عوامل تاثیرگذار بر این رنگدانه‌ها می‌تواند باعث تغییر کارایی فتوسنتز و در نهایت تغییر عملکرد گیاهان شود. در آزمایش اخیر میزان کلروفیل با شروع تنش کاهش یافت که شدت آن متناسب با سطح تنش بود. تنش‌های محیطی از عوامل بسیار مهم و موثر بر مقدار و ترکیب این رنگدانه ها بشمار می‌روند. در بین تنش‌های محیطی غیرزنده، تنش شوری توانایی کاهش محتوی کلروفیل a و b را در گیاهان حساس و نیمه‌حساس را از خود نشان می‌دهد (۴۵). عموما تنش شوری با افزایش میزان اکسیژن فعال باعث کاهش میزان کلروفیل می‌شود (۲). همچنین میزان آبسیزیک اسید و اتیلن در شرایط تنش شوری افزایش یافته که موجب فعالیت آنزیم کلروفیلاز شده که در نهایت موجب کاهش کلروفیل می‌شود (۲۳). نتایج مشابه از کاهش میزان کلروفیل در گیاهان گندم (۴)، پنبه (۷)، برنج (۱۳)، ماش (۲۶)، جو (۱۵ و ۴۱) نیز گزارش شده است. در این آزمایش شاخص پایداری غشا در اثر شوری کاهش یافت که شدت کاهش با افزایش سطح شوری روند افزایشی را نشان می داد. نتایج مشابه اثر تنش شوری روی کاهش پایداری غشا درگیاهان گندم (۵)، گوجه فرنگی (۹)، کاهو (۱۱)، کلزا (۸ و ۱۰)، اسپرس (۶)، شنبلیله (۳) و چغندرقند (۱۴) گزارش شده است. عموماً شاخص پایداری غشاء با میزان نشت یونی از سلول که حاصل خسارت بر غشاء و بر هم خوردن پایداری آن است ناشی می شود (۸). تنش شوری باعث کاهش سنتز آنزیم رابیسکو و احیا قندها می‌شود و در مقابل با تولید گونه‌های اکسیژن فعال باعث صدمه به لیپیدها و اسیدهای چرب غشا شده، و پایداری غشا را کاهش می‌دهد (۴۶). در این آزمایش محتوی آب نسبی برگ ها نیز در اثر تنش افزایش یافت. نتیجه مشابه از آزمایش لطف‌الهی و همکاران (۱۲) روی گیاه بابونه آلمانی گزارش شده است. این محققین افزایش انتقال املاح به برگ‌ها را که به عنوان عامل تعدیل کننده فشار اسمزی نقش ایفا می‌کند را دلیل این کار دانسته‌اند. در گیاه آتریپلکس نیز شوری باعث افزایش محتوای آب نسبی برگ شد که همراه با افزایش فعالیت آنزیم فسفوآنول پیروات کربوکسیلاز (آنزیم کربوکسیل اولیه) در گیاه مورد مطالعه بود (۲۰). بر خلاف گزارش اخیر مطالعات آذری و همکاران (۱) نشان دادند از محتوای نسبی آب گیاه کلزا تحت تنش شوری کاسته می‌شود. مشابه این نتایج نیز از گیاه شنبلیله گزارش شد (۳). با توجه به معنی دار شدن اثر ترکیب تیماری شوری و اسید هیومیک روی صفات پایداری غشا، درصد و سرعت جوانه زنی و طول ریشه‌چه نتایج حاکی از اثرات تعدیلی اسید هیومیک در شرایط تنش شوری در این صفات بجز طول ریشه چه بود. بطوریکه تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک توانست در سطح ۴ دسی زیمنس تنش شوری باعث بهبود درصد جوانه زنی شود. همچنین این تیمار سرعت جوانه زنی در سطح شاهد و ۸ دسی زیمنس بر متر تنش شوری افزایش داد. اثرات تعدیلی تیمار اسید هیومیک بر پایداری غشاء در سطوح ۸ و ۱۲ دسی زیمنس

تنش شوری نیز قابل توجه بود. نتایج مشابهی در مورد اثرات تعدیلی اسید هیومیک روی تنش شوری در مورد گیاهان ذرت (۳۳)، آرابیدوپسیس (۳۵) و بادام (۳۰) گزارش شده است. این محققیق دلیل تعدیلی اثر هیومیک اسید را افزایش میزان پرولین، فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی، پایداری سنتز کلروفیل و پایداری غشا در شرایط تنش شوری اعلام کردند.

نتیجه گیری

در مطالعه اخیر تنش شوری باعث تغییر در فرآیندهای جوانه زنی، رشد گیاهچه و رشد رویشی گیاه کلزا شد. در اغلب موارد اثرات بازدارندگی در صفات مشخص بود. آزمایش حاکی از حساسیت بالای کلروفیل کل نسبت به تنش در مقایسه با سایر صفات بود. زیرا کاهش ۲۵ درصدی در محتوی کلروفیل در سطح شوری چهار دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد برای این صفت مشاهده شد که می تواند به عنوان یک شاخص حساس زیستی در این تنش استفاده شود. همچنین تغییرپذیری مثبت این صفت نسبت به تیمار اسید هیومیک نیز قابل توجه بود. نتایج نشان دهنده‌ی تعدیل تنش شوری با تیمار اسید هیومیک روی صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه زنی و شاخص پایداری غشا برگ گیاه کلزا در سطوح مختلف شوری بود. در کل اثرات تعدیلی بر روی صفات جوانه زنی بیش از صفات رویشی بود. بنابراین پیشنهاد می گردد از این تیمار در غلظت ۵۰۰ الی ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر برای تیمارهای بذری کلزا استفاده شود.

منابع

۱- آذری، آرمان. مدرس ثانوی، سید علی محمد. عسگری، حسین. قناتی، فائزه. ناجی، امیر محمد. و علیزاده، بهرام. (۱۳۹۱). اثر تنش شوری بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دو گونه کلزا و شلغم روغنی (*Brassica napus* and B. *rapa*). علوم زراعی ایران، ۱۴(۲)، ۱۲۱-۱۳۵.

۲- آروین، پویا. (۱۳۹۴). اثر جیبرلین بر روی برخی صفات رویشی، محتوای رنگیزههای فتوسنتزی و پرولین در گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) در شرایط تنش شوری، مجله پژوهش های به زراعی، ۷(۲)، ۸۹-۱۰۳.

۳- آرویی، حسین، ناصری، محبوبه، نعمتی، سید حسین. و کافی، محمد. (۱۳۹۳). تأثیر سیلیس در کاهش اثرات تنش شوری در گیاه شنبلیله *Trigonella foenum- graecum* . پژوهش های کاربردی زراعی، ۲۷(۱۰۴)، ۱۶۵-۱۷۲.

۴- حاجی نیا، سمیه. زارع، محمد جواد. محمدی گل تپه، ابراهیم رجالی، فرهاد. (۱۳۹۰). بررسی سودمندی قارچ اندوفیت *Piriformospora indica* و باکتری *Azospirillum* Sp. در افزایش تحمل گندم رقم سرداری (*Triticum aestivum*) به تنش شوری. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۴(۱)، ۲۱-۳۱.

۵- داوودی‌فرد، مهدی. حبیبی، داوود. و داوودی‌فرد، فرهاد. (۱۳۹۱). بررسی اثر تنش شوری بر پایداری غشاء سیتوپلاسم، میزان کلروفیل، و اجزاء عملکرد در گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک. مجله زراعت و اصلاح نباتات، ۸(۲)، ۷۱-۸۶.

۶- رامک، پروین. مهرنیا، محمد. و اسمعیل‌زاد بهابادی، صدیقه. (۱۳۹۳). اثر تنش آب بر برخی محلول های سازگارکننده و پایداری غشاء در دو گونه اسپرس (*Onobrychis radiate* و *Onobrychis viciifolia*). مجله فیزیولوژی و بیوشیمی گیاهی ایران، ۱(۱)، ۱-۱۶.

۷- شریعتی‌نیا، فاطمه. کریمی گوغری، علیرضا، امیری جبالبارز، فرامرز. و سلطانی‌نژاد، نرگس. (۱۳۹۳). بررسی تاثیر اسید هیومیک و شوری بر رشد رویشی و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی پنبه (رقم ورامین). سیزدهمین همایش علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر ایران، انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۸- شهبازی، مریم. کیانی علیرضا. و رئیسی، سامیه. (۱۳۹۰). تعیین آستانه تحمل به شوری در دو رقم کلزا (*Brassica napus* .L). مجله علوم زراعی ایران. ۱۳(۱)، ۱۸-۳۱.

۹- طباطبائیان، جواد. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر کلسیم در بهبود آسیب-های ناشی از تنش شوری در گیاه گوجه فرنگی. نشریه پژوهش-های تولید گیاهی، ۲۱(۲)، ۱۲۵-۱۳۷.

۱۰- عموآقایی، ریحانه. قربان‌نژاد، هاجر. (۱۳۹۳). بررسی اثر شوری بر رشد گیاهچه، میزان کلروفیل، محتوای نسبی آب و پایداری غشا در دو رقم کلزا. مجله پژوهشهای گیاهی، ۲۷(۲)، ۲۵۹-۲۶۸.

۱۱- فتاحی، سجاد, صیدی, مهدی, زارع, محمد جواد. (۱۳۹۶). بررسی پاسخ‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه کاهو در تلقیح با قارچ *Piriformospora indica* تحت تنش شوری . به زراعی کشاورزی، ۱۹(۲)، ۲۴۳-۲۵۵.

۱۲- لطف الهی، لیلا. ترابی گلسفیدی، حسین. و امیدی، حشمت. (۱۳۹۴). بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر پرولین، رنگدانه های فتوسنتزی و رطوبت نسبی برگ گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) در محیط آبکشت، نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی،۲۲(۱)، ۸۹-۱۰۳.

۱۳- مجیدی‌مهر، احمد. امیری فهلیانی، رضا. (۱۳۹۵). تجزیه و تحلیل اثر شوری بر میزان کلروفیل، شاخص‌های فلورسانس کلروفیل و عملکرد دانه برخی ارقام برنج .پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۸ (۱۸)، ۱۹۰-۱۸۳.

۱۴- محمدی چراغ‌آبادی، مریم. روشنفکر، حبیب‌اله. حسینی، پیمان. و مسکرباشی، موسی. (۱۳۹۴). تاثیر محلول پاشی اسیدسالسیلیک بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی چغندرقند در شرایط تنش شوری. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۶(۴)، ۵۹۱-۶۰۴.

۱۵- یوسفی‌نیا، مهدی. و قاسمیان، علیرضا. (۱۳۹۴) ارزیابی اثرات تنش شوری بر فتوسنتز و فلورسانس کلروفیلa در گیاه جو. فصلنامه زیست شناسی تکوینی، ۸(۱)، ۳۵-۴۴.

16- Akbarimoghaddam H, Galavi M, Ghanbari A, Panjehkeh N (2011) Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. Trakia J Sci 9:43–50.

17- Amirjani, Mohammad R (2011) Effect of salinity stress on growth, sugar content, pigments and enzyme activity of rice. Int J Bot 7:73–81.7

18- Chutipaijit, Sutee, Suriyan Cha-um, and Kanokporn Sompornpailin. (2011) High contents of proline and anthocyanin increase protective response to salinity in *Oryza sativa* L. spp. indica. Aust J Crop Sci 5:1191–1198.

19- Dantas BF, De Sa RL, Aragao CA (2007) Germination, initial growth and cotyledon protein content of bean cultivars under salinity stress. Rev Bras de Sementes 29:106–110.

20- De Araújo, S. A., Silveira, J. A., Almeida, T. D., Rocha, I., Morais, D. L., and Viégas, R. A. (2006). Salinity tolerance of halophyte *Atriplex nummularia* L. grown under increasing NaCl levels. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 10(4), 848-854.

21- Delfine, S., Loreto, F., Pinelli, P., Tognetti, R., and Alvino, A. (2005). Isoprenoids content and photosynthetic limitations in rosemary and spearmint plants under drought water stress. Agric. Ecosystem Environ. 106, 243–252. doi: 10.1016/j.agee.2004.10.012.

22- Diepenbrock, W. (2000). Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Field Crops Research*, *67*(1), 35-49.

23- Draikewicz, M. (1994). Chlorophylase occurrence functions, mechanism of action, effect of extra and internal factors. Phtosyth. 30, 321-337.

24- Ellis, R. H., Covell, S., Roberts, E. H., & Summerfield, R. J. (1986). The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes: II. Intraspecific variation in chickpea (*Cicer arietinum* L.) at constant temperatures. *Journal of Experimental Botany*, *37*(10), 1503-1515.

25- Fan, Xingli., Zhang, Z., Gao, H., Yang, C., Liu, M., Li, Y., & Li, P. (2014). Photoinhibition-like damage to the photosynthetic apparatus in plant leaves induced by submergence treatment in the dark. Plos one, 9(2), e89067.

26- Ghassemi-Golezani, K., and Lotfi, R. (2015). The impact of salicylic acid and silicon on chlorophyll a fluorescence in mung bean under salt stress. Russian journal of plant physiology, 62(5), 611-616. 26

27- Gomes-Filho E, Machado Lima CRF, Costa JH, da Silva AC, da Guia Silva Lima M, de Lacerda CF, Prisco JT (2008) Cowpea ribonuclease: properties and effect of NaCl-salinity on its activation during seed germination and seedling establishment. Plant Cell Rep 27:147–157.

28- González, L., & González-Vilar, M. (2001). Determination of relative water content. In *Handbook of plant ecophysiology techniques* (pp. 207-212). Springer, Dordrecht.

29- Haghighi, M., Kafi, M., & Fang, P. (2012). Photosynthetic activity and N metabolism of lettuce as affected by humic acid. *International Journal of Vegetable Science*, *18*(2), 182-189.

30- Hatami, E., Shokouhian, A. A., Ghanbari, A. R., & Naseri, L. A. (2018). Alleviating salt stress in

almond rootstocks using of humic acid. *Scientia Horticulturae*, *237*, 296-302.

31- Ibrar M, Jabeen M, Tabassum J, Hussain F, Ilahi I (2003) Salt tolerance potential of *Brassica juncea* Linn. J Sci Tech Univ Peshawar 27:79–84.

32- Kaveh H, Nemati H, Farsi M, Jartoodeh SV (2011) How salinity affect germination and emergence of tomato lines. J Biol Environ Sci 5: 159–163.

33- Kaya, C., Akram, N. A., Ashraf, M., & Sonmez, O. (2018). Exogenous application of humic acid mitigates salinity stress in maize (*Zea mays* L.) plants by improving some key physico-biochemical attributes. *Cereal Research Communications*, *46*(1), 67-78.

34- Khaleda, L., Park, H. J., Yun, D. J., Jeon, J. R., Kim, M. G., Cha, J. Y., & Kim, W. Y. (2017). Humic Acid Confers high-affinity K+ transporter 1-Mediated Salinity Stress Tolerance in Arabidopsis. *Molecules and cells*, *40*(12), 966.

35- Khan MA, Rizvi Y (1994) Effect of salinity, temperature and growth regulators on the germination and early seedling growth of *Atriplex griffithii* var. Stocksii. Can J Bot 72:475–479.

36- Khan MA, Weber DJ (2008) Ecophysiology of high salinity tolerant plants (tasks for vegetation science), 1st edn. Springer, Amsterdam.

37- Khan MM, Al-Mas'oudi RSM, Al-Said F, Khan I (2013) Salinity effects on growth, electrolyte leakage, chlorophyll content and lipid peroxidation in cucumber (*Cucumis sativus* L.)2013 International. Conference on Food and Agricultural Sciences IPCBEE vol.55, IACSIT Press, Singapore doi:10.7763/IPCBEE.2013. V55. 6.

38- Khodarahmpour Z, Ifar M, Motamedi M (2012) Effects of NaCl salinity on maize (*Zea mays* L.) at germination and early seedling stage. Afr J Biotechnol 11:298–304.

39- Lichtenthaler, H. K., & Buschmann, C. (2001). Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV□VIS spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*, *1*(1), F4-3.

40- Mane AV, Karadge BA, Samant JS (2010) Salinity induced changes in photosynthetic pigments and polyphenols of *Cymbopogon Nardus* (L.) Rendle. J Chem Pharm Res 2:338–347.

41- Othman Y, Al-Karaki G, Al-Tawaha AR, Al-Horani A (2006) Variation in germination and ion uptake in barley genotypes under salinity conditions. World J Agric Sci 2:11–15.

42- Rao, K. M., Raghavendra, A. S., & Reddy, K. J. (Eds.). (2006). *Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants*. Springer Science & Business Media.

43- Saha, Papiya, Paramita Chatterjee, and Asok K. Biswas (2010) NaCl pretreatment alleviates salt stress by enhancement of antioxidant defense system and osmolyte accumulation in mungbean (*Vigna radiata* L.Wilczek). Indian J Exp Biol 48:593–600.

44- Sairam, R. K., G. C. Srivastava, S. Agarwal, and R. C. Meena. "Differences in antioxidant activity in response to salinity stress in tolerant and susceptible wheat genotypes." *Biologia Plantarum* 49, no. 1 (2005): 85.

45- Sairam, R. K., Rao, K. V., and Srivastava, G. C. (2002). Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Science, 163(5), 1037-1046.

46- Sofo, A., Dichio, B., Xiloyannis, C., & Masia, A. (2004). Lipoxygenase activity and proline accumulation in leaves and roots of olive trees in response to drought stress. Physiologia plantarum, 121(1), 58-65.

47- Stevenson, F. J. (1994). Humus chemistry: genesis, composition, reactions. John Wiley and Sons. 48

48- Tan, K.H., 1998. Colloidal chemistry of organic soil constituents. In: Tan, K.H., (Ed.), Principles of Soil Chemistry, Marcel Dekker, New York, pp. 177–258.

49- Varanini, Z., and Pinton, R. (2000). Direct versus indirect effects of soil humic substances on plant growth and nutrition. The Rhizosphere. Marcel Dekker, New York, 141-157.

50- Vaughan, D., and Malcolm, R. E. (1985). Influence of humic substances on growth and physiological processes. In Soil organic matter and biological activity (pp. 37-75). Springer, Dordrecht.

51- Xu S, Hu B, He Z, Ma F, Feng J, Shen W, Yan J (2011). Enhancement of salinity tolerance during rice seed germination by presoaking with hemoglobin. Int J Mol Sci 12:2488–2501.

52- Xu, Yan-Hong, Liu, R., Yan, L., Liu, Z.Q., Jiang, S.C., Shen, Y.Y., Wang, X.F., and Zhang,

D.P. (2012). Light-harvesting chlorophyll a/b-binding proteins are required for stomatal response to abscisic acid in Arabidopsis. J. Exp. Bot. 63:1095–1106.

53- Zhang, Minghua, Zhihao Qin, and Xue Liu, (2005). Remote sensed spectral imagery to detect late blight in field tomatoes. Precision Agriculture 6: 489–508.

Alleviating effects of humic acid on germination and vegetative growth of canola under salinity stress

Aliloo A.A.[1], Shiriazar Z.[1], Dashti Sh.[1], Shahabivand S.[2] and Pourmohammad A.R.[1]

[1] Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture University of Maragheh, Maragheh, I.R. of Iran

[2] Dept. of Biology, Faculty of Science, University of Maragheh, Maragheh, I.R. of Iran

Abstract

Salinity is an effective abiotic stress on plants production that the application of suitable organic materials reduces its consequences. Thus, in this experiment, the mitigating effects of humic acid (0, 500 and 1000 mg.l-l) on salinity (EC; 0, 4, 8 and 12 dS.m-1) was evaluated at germination and vegetative stages of canola. According to the results, inhibitory effects of salinity on seed germination, germination rate, radicle and shoot length, and dry weights of radicle and shoot were significant. Also, salinity decreased the leaves chlorophylls contents and their membrane stabilities. Humic acid treatment increased chlorophyll (chl) a, total chl and carotenoid contents at 1000 mg l-1 concentration. Regarding to significant interaction effects of humic acid and salinity on membrane stability, seed gemination, germination rate and radicle length traits, results represent a mitigating effect of humic acid on mentioned traits under salinity condition. The humic acid at 1000 mg.l-1 level alleviates seed germination percentage at EC 4 dS.m-1, as well as improved germination rate under EC 8 dS m-1. Likewise, mitigating effect of humic acid on membrane stability at EC 8 and 12 dS.m-1 was noticeable. It was concluded that, under moderate levels of salinity, application of humic acid as seed treatments is recommended to alleviate the stress effects.

Key words: chlorophyll, humic, seed germination, salinity