بررسی اثرات برهم کنش شوری کلرید سدیم و اسید آسکوربیک بر برخی شاخص‌های رشد، میزان پرولین و تغییرات یون‌های سدیم و پتاسیم در دو رقم کلزا (RGS & Hayola 401)

*حسین لاری یزدی، رضوان لک، مسعود گودرزی

گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد

چکیده

در این بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی دو رقم RGS و Hayola 401 از گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) به تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها بر روی گیاهان ۲۰ روزه در محیط کشت هیدروپونیک (هوگلند) و با سه تکرار در شرایط یکسان آزمایشگاهی انجام گردید. در این بررسی میزان محتوای نسبی آب (RWC)، سرعت رشد نسبی (RGR)، سرعت ماده‌سازی خالص (NAR) و نسبت سطح برگ (LAR) در گیاهان با افزایش شوری کاهش یافت. همچنین تنش شوری، میزان انباشتگی پرولین و سدیم را درون بخش‌های مختلف گیاه افزایش داد، در حالی که میزان پتاسیم آنها به شدت کاهش یافت. افزودن آسکوربات ۰/۲ میلی مولار به غلظت‌های مختلف نمک توانست اثرات مخرب شوری را تعدیل کند، به طوری که با افزایش میزان فاکتورهای رشد توانست از انباشتگی پرولین و سدیم درون گیاهان کاسته و میزان پتاسیم را افزایش دهد. در بررسی‌ها نشان داده شد که رقم Hayola 401 نسبت به رقم RGS، مقاومت بیشتری در برابر شوری دارد.

کلمات کلیدی: شوری، NaCl، اسید آسکوربیک، کلزا، شاخص‌های رشد، پرولین، یونهای K^+ و Na^+

مقدمه

به طور بدیهی تنش شوری موجب کاهش و ممانعت از رشد بسیاری از گیاهان زراعی می‌شود. اکثر گیاهان زراعی نمی‌توانند در محیط شور رشد کنند و در صورت رشد، میزان محصول اندک خواهد بود (میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱). با توجه به گسترش روزافزون اراضی شور در سطح جهان و با توجه به نیاز جمعیّت در حال رشد دنیا به مواد غذایی، اهمیّت گیاهانی که دارای ارزش غذایی بالاتری هستند در این زمان به خوبی آشکار می‌شود. برای مقابله با این افزایش تقاضا، به ژنوتیپ هایی از گیاهان زراعی که دارای تحمل به نمک باشند نیاز خواهیم داشت (El-Hendawy et al., 2005). به دلیل اهمیّت فراوان دانه‌های روغنی در تغذیه وصنعت، تولید فرآورده‌های آن از دیر باز مورد توجه بوده است. گیاه کلزا با نام علمی *Brassica napus* L. متعلق به تیره شب بو (Brassicaceae) از جمله مهم ترین گیاهان تولید کننده دانه‌های روغنی در جهان است (آلیاری، ۱۳۷۹)، و از طرفی چون گیاهی بردبار به شوری است، اهمیت مطالعه تنش شوری بر روی آن دو چندان گردیده است. اولین اثر قابل ملاحظه شوری در گیاهان کاهش رشد است (Ghoulam et al., 2002; Romero et al., 2001). مهم‌ترین دلیل مطالعه وضعیت شوری خاک، مطالعه رشد و عملکرد گیاه و شاخص‌های وابسته به آن است و دانستن عکس العمل نسبی

*e.mail Lariyazdi_Hosseini@yahoo.com

گیاه در برابر شوری، از نظر کاربردی دارای اهمیّت است (افیونی و همکاران، ۱۳۷٦). یک شاخص کلیدی سرعت رشد است، تحت شرایط شوری جهت مقایسه ژنوتیپ‌های یک گونه سرعت رشد نسبی (RGR) بسیار مطلوب تر از سرعت رشد مطلق است (Cramer et al., 1992). RGR تابعی از سرعت ماده‌سازی خالص یا (NAR) است که شاخص تعیین ظرفیت ماده‌سازی فتوسنتزی گیاهان، برای هر واحد سطح برگ است. نسبت سطح برگ (LAR) یک شاخص پربرگی در گیاهان است (El-Hendawy et al., 2005). محتوای نسبی آب (RWC) نیز شاخصی درک وضعیت و ترازمندی آب گیاه است (Cramer, 1985). در خاک‌های شور، شوری با اثر بر انتخاب یون ها توسط گیاه باعث تجمع Na^+ و Cl^- در گیاه و کاهش جذب یون‌های ضروری مانند K^+ و Ca^{++} توسط گیاه می‌گردد، که این کاهش بر تمامیّت و کارآمدی دیواره سلولی تأثیر می‌گذارد (Gorham et al., 1987). افزایش تجمع پرولین در گیاه نیز پیامد تنش شوری در گیاهان است (میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱). افزایش تحمل گیاهان به تنش شوری در خاک‌های مناطق خشک یعنی جائیکه آبیاری یک ضرورت است از اهمیّت ویژه ای برخوردار است (میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱). در راستای افزایش تحمل گیاهان زراعی به تنش شوری در زمین هایی که امکان کاشت اینگونه گیاهان فراهم نیست، آنتی اکسیدان ها شاید بتوانند در افزایش تحمل برخی از گیاهان زراعی به شوری نقش مؤثری ایفا کنند. آنتی اکسیدان ها اولین سد حفاظتی در برابر خطرات ناشی از رادیکال ها هستند. اسید آسکوربیک یک آنتی اکسیدان است که در نقش‌های متفاوتی به محافظت از گیاه می‌پردازد (Smirnoff, 1996). دانشمندان مشاهده کردند که اثرات نامطلوب شوری در گیاه، نتیجه تجمع ROS (اکسیژن واکنش‌گر) در گیاه است، توانایی گیاهان عالی در جاروب کردن اثرات سمی اکسیژن رادیکالی عامل بسیار مهم و تعیین کننده‌ای در مقاومت آنها در برابر استرس ها است (Hernandez et al., 1995; Smirnoff, 1996). ROS بر روی ماکرومولکول‌های داخل سلولی اثر کرده و باعث تخریب آنها می‌گردد. اسید آسکوربیک یکی از آنتی اکسیدان‌هایی است که گیاهان برای جاروب کردن انواع اکسیژن‌های واکنش‌گر و رادیکال‌های آزاد، از آنها استفاده می‌کنند (Smirnoff, 1996; Noctor & Foyer, 1998).

مهم‌ترین اهداف این پژوهش، مطالعه تاثیرات برهم کنش شوری کلرید سدیم و اسید آسکوربیک بر برخی شاخص‌های رشد، میزان پرولین و تغییرات یون‌های سدیم و پتاسیم بر اندام هوایی و ریشه، در دو رقم کلزا (RGS & Hayola 401) است. انتظار می‌رود که اسید آسکوربیک بتواند تا حدودی از اثرات سمی نمک بر گیاهان کاسته وگیاه را به رشد مطلوب نزدیک کند تا شاید به این ترتیب بتوانیم تولید محصول بیشتر را در گیاهان زراعی القا کنیم.

مواد و روش‌ها

بذور مورد استفاده در این پژوهش متعلق به جنس کلزا (*Brassica napus* L.) می‌باشد که این مطالعه بر روی رقم‌های RGS و Hayola 401 از این گیاه انجام گردید. این بذور از مرکز جهاد کشاورزی استان لرستان تهیه شد. پس از ضدعفونی شدن توسط آب ژاول ۲۰ درصد، به تعدادی سبد با منافذ ریز که بر روی ظرف آب قرار داشتند منتقل شدند و پس از ٢٤ ساعت قرار گرفتن در تاریکی، تا رسیدن به مرحله دو برگی در این شرایط نگهداری شدند. سپس گیاهان دو برگی به ظروف حاوی محیط کشت هوگلند (نیم قدرت) منتقل شدند و پس از ٢٤ ساعت تیمارهای مختلف بر آن ها اعمال گردید. تیمارها شامل نمک NaCl با غلظت‌های ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار، نیز و تیمارهای نمک NaCl ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار به همراه آسکوربات ۰/۲ میلی مولار، بود که به محیط کشت اضافه گردید. گیاهان پس از اعمال تیمار در شرایط یکسان و در دما و رطوبت آزمایشگاه و طول دوره روشنایی و تاریکی به ترتیب ١٦ و ٨ ساعت، مدت ۲۰ روز رشد کردند. آزمایش‌های با سه تکرار انجام گردید. جهت آنالیز رشد گیاهان ۲۰ روزه از محیط کشت هوگلند خارج شدند و وزن تر اندام هوایی و ریشه بر حسب گرم و سطح برگ‌ها بر حسب سانتی‌متر مربع اندازه گیری شد. وزن خشک

گیاهک‌ها پس از قرار گرفتن در آون ۷۰ درجه پس از ٤٨ ساعت اندازه گیری گردید و شاخص‌های رشد به روش‌های زیر محاسبه گردیدند.

W_2= وزن ماده خشک گیاه در محلول هوگلند (۲۰ روزه)

$$RGR = \frac{LnW_2 - LnW_1}{t_2 - t_1} \quad (g.Kg^{-1}d^{-1})$$

W_1= وزن ماده خشک گیاه در محلول هوگلند (۱۰ روزه)

$$NAR = \frac{(w_2 - w_1)(LnL_2 - LnL_1)}{(t_2 - t_1)(l_2 - l_1)} \quad (g.cm^{-2}d^{-1})$$

t_2= مدت زمان رشد گیاه در محلول هوگلند (۲۰ روزه)

$$LAR = RGR / NAR \quad (cm^2/g)$$

t_1= مدت زمان رشد گیاه در محلول هوگلند (۱۰ روزه)

L_2= سطح برگ در زمان t_2

L_1= سطح برگ در زمان t_1

سنجش RWC بر طبق رابطه فوق انجام گردید:

$$RWC = (w_T - w_F)/(w_T - w_D) \times 100$$

در این رابطه:

w_t = وزن تورمی

w_D = وزن خشک دیسک‌های برگی

w_f = وزن تازه است

برای سنجش پرولین مقدار معینی از بافت تر گیاهی را به همراه اسید سولفوسالیسیلیک سائیده و محلول همگن حاصل را پس از افزودن معرف اسید نین هیدرین و اسید استیک خالص درون بن ماری جوش قرار می‌دهیم و در مرحله بعد پس از افزودن تولوئن و تشکیل دو لایه مجزا از بخش فوقانی مقدار معینی را جدا و در درون دستگاه اسپکترو فتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر مقدار جذب را اندازه گیری کرده و سپس بوسیله منحنی استاندارد که از طریق اندازه گیری میزان جذب غلظت‌های مشخص پرولین رسم شده، میزان غلظت مجهول پرولین برحسب mg/Li محاسبه گردید (Azizi et al., 1999).

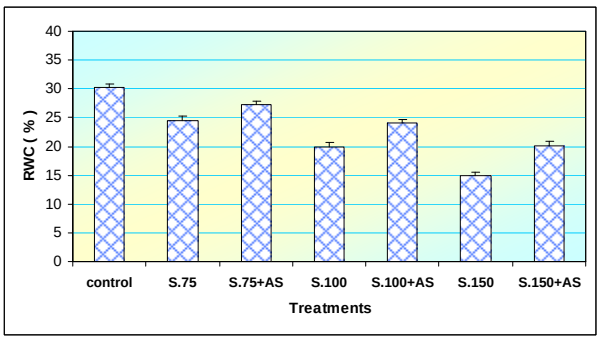
جهت سنجش میزان یون‌های سدیم و پتاسیم گیاهان، پس از طی زمان مشخص نمونه ها در آون ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ٤٨ ساعت خشک شده و سپس به مدت ٢٤ ساعت در ویال‌های حاوی اسید کلریدریک با pH٤ قرار گرفتند، سپس به وسیله دستگاه فلیم فتومتر غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم این محلول سنجش و از طریق منحنی‌های استاندارد سدیم و پتاسیم که از طریق اندازه گیری میزان یون ها در محلول ها با غلظت معلوم، رسم شد، میزان غلظت‌های مجهول یون‌های اندازه‌گیری شده بر حسب mg/Li محاسبه گردید.

آنالیز آماری داده ها تحت ANOVA و توسط نرم افزار SPSS (ver.15) انجام گردید و مقایسه میانگین داده ها بوسیله تست دانکن و با ضریب اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. نمودارها بوسیله نرم افزار Excel رسم شدند.

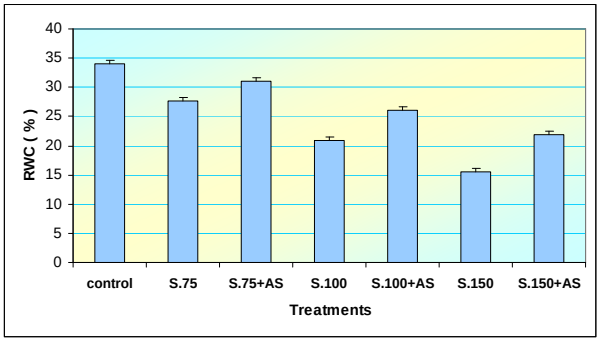
نتایج

نتایج حاصل از اثرات تیمارهای متفاوت بر شاخص‌های رشد دو رقم RGS و Haypla401 پس از ۱۰ و ۲۰ روز انتقال به محیط کشت هوگلند

تغییرات میانگین رطوبت نسبی برگ (RWC): بر طبق نتایج، با افزایش میزان شوری، میزان RWC برگ هر دو رقم RGS و Hayola 401 کاهش یافت. این کاهش در همه سطوح شوری نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار بود ($P<0/05$). با مقایسه منیزان کاهش RWC برگ دو رقم مشاهده شد که این کاهش در رقم RGS نسبت به Hayola 401 بیشتر بود. افزودن تیمار آسکوربات در همه سطوح شوری میزان RWC برگ را نسبت به تیمارهای حاوی نمک افزایش داد که این افزایش نیز معنی‌دار بود ($P<0/05$) (نمودارهای ۱ و ۲).



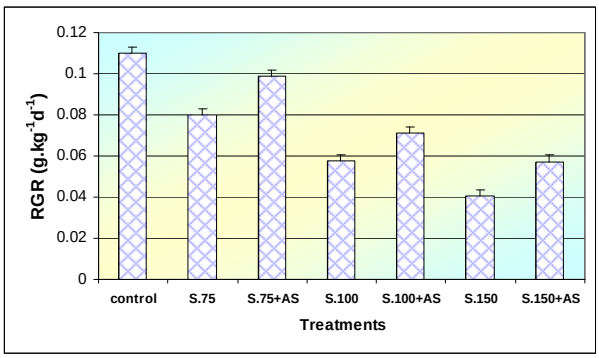
نمودار ۱: تغییرات میزان رطوبت نسبی برگ رقم RGS تحت تیمارهای مختلف



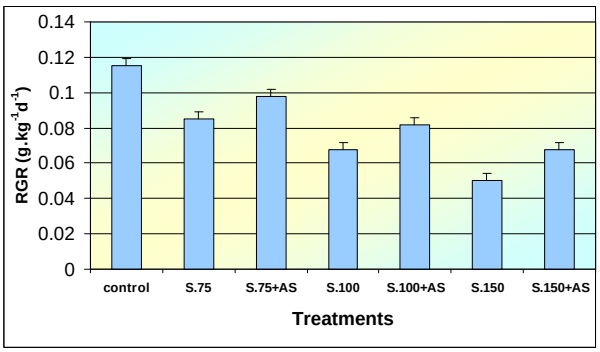
نمودار ۲: تغییرات میزان رطوبت نسبی برگ رقم Hayola 401 تحت تیمارهای مختلف

تغییرات سرعت رشد نسبی (RGR)

میزان RGR در دو رقم RGS و Hayola 401 با افزایش غلظت نمک NaCl کاهش معنی داری نسبت به نمونه شاهد نشان داد(P< ۰/۰۵)، که این کاهش در رقم RGS بیشتر از رقم Hayola 401 بود.با افزودن تیمار آسکوربات به تیمارهای شوری میزان RGR نسبت به تیمارهای نمک هم در رقم RGS (نمودار۳) و هم در رقم Hayola 401 (نمودار٤) افزایش یافت که این افزایش معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).



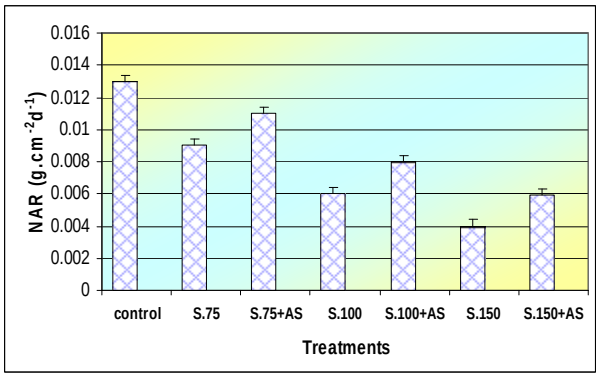
نمودار ۳: تغییرات میزان سرعت رشد نسبی گیاهان در رقم RGS تحت تیمارهای مختلف



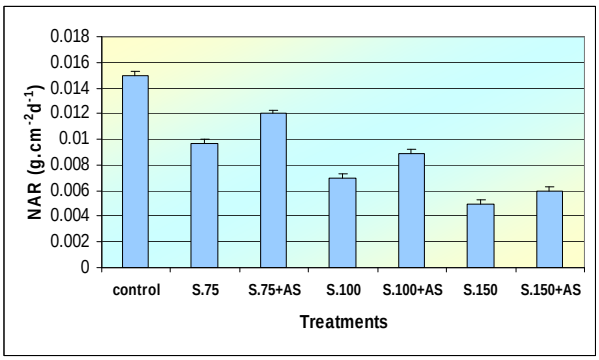
نمودار ٤: تغییرات میزان سرعت رشد نسبی گیاهان در رقم Hayola 401 تحت تیمارهای مختلف

تغییرات سرعت ماده‌سازی خالص (NAR)

با افزایش میزان غلظت نمک در تیمارهای شوری، میزان NAR کاهش یافت. این کاهش در تیمارهای مختلف نسبت به شاهد معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). افزودن آسکوربات به تیمارهای حاوی نمک میزان NAR را در گیاهان رقم RGS (نمودار ٥) و رقم Hayola 401 (نمودار ٦) نسبت به تیمارهای حاوی نمک بطور معنی داری افزایش داد (P<۰/۰۵). بر طبق نتایج مقایسه دو رقم نشان داد که کاهش مشاهده شده تحت تیمارهای نمک در رقم RGS بیشتر از رقم Hayola 401 بود.



نمودار ٥: تغییرات میزان سرعت ماده‌سازی خالص گیاهان در رقمRGS تحت تیمارهای مختلف

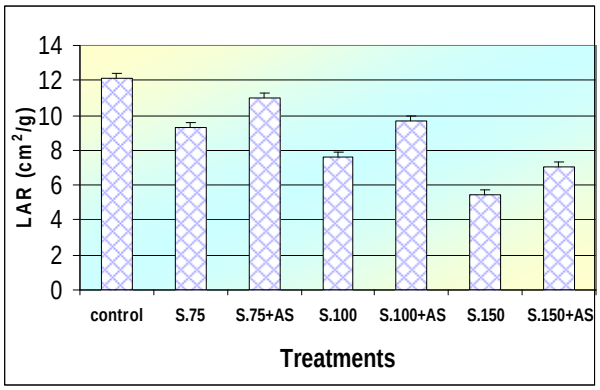


نمودار ٦: تغییرات میزان سرعت ماده‌سازی خالص گیاهان در رقم Hayola 401 تحت تیمارهای مختلف

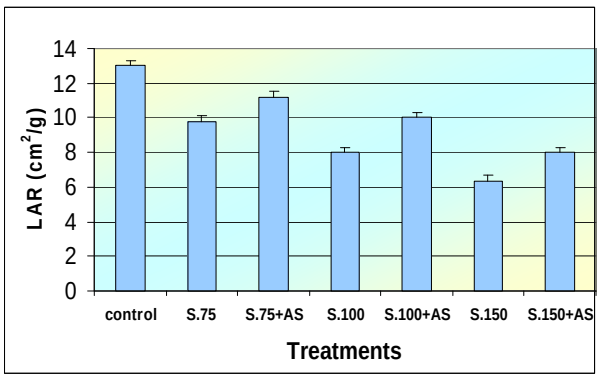
تغییرات نسبت سطح برگ (LAR)

نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف نمک میزان LAR را بطور معنی داری در هر دو رقم RGS و Hayola 401 نسبت به شاهد کاهش داد (P<۰/۰۵). که این کاهش برای رقم RGS بیشتراز رقم Hayola 401 بود. تیمار آسکوربات اضافه شده به

تیمارهای نمک توانست میزان LAR را نسبت به تیمارهای حاوی نمک افزایش دهد که این افزایش معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) (نمودارهای ۷ و ۸).



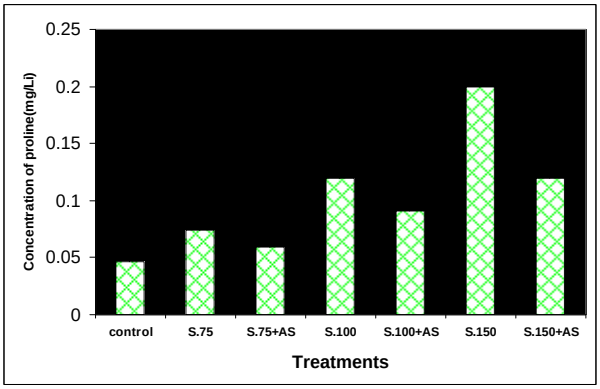
نمودار ۷: تغییرات میزان نسبت سطح برگ در رقمRGS تحت تیمارهای مختلف



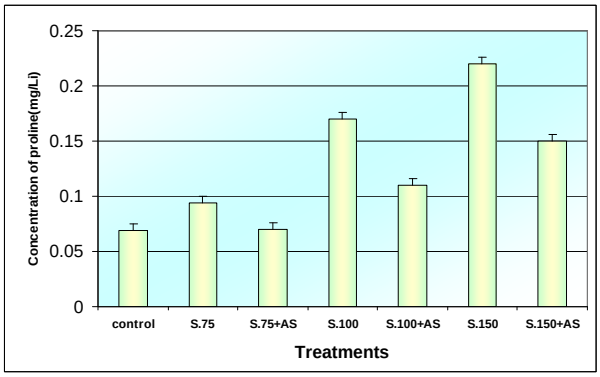
نمودار ۸: تغییرات میزان نسبت سطح برگ در رقمHayola 401 تحت تیمارهای مختلف

نتایج حاصل از مقایسه تغییرات محتوای پرولین اندام‌های مختلف، در دو رقم RGS و Hayola 401 تحت تیمارهای متفاوت

بر طبق نتایج مشاهده شد که تحت غلظت‌های مختلف نمک میزان پرولین ریشه گیاهک‌های هر دو رقم RGS و Hayola 401 به شکل معنی داری نسبت به شاهد افزایش یافت (P<۰/۰۵)، که این افزایش در رقم Hayola 401 بیشتر بودو افزودن آسکوربات به تیمارهای نمک توانست از میزان پرولین اضافی ریشه بکاهد، بطوریکه در مقایسه با تیمارهای شوری کاهش معنی داری را نشان داد (P<۰/۰۵) (نمودارهای ۹ و ۱۰).

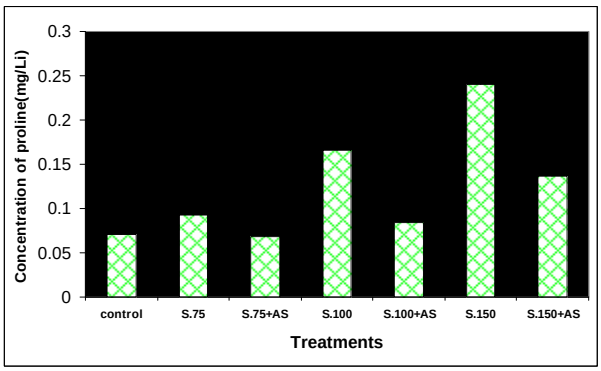


نمودار ۹: تغییرات محتوای پرولین ریشه گیاهان رقم RGS تحت تیمارهای مختلف

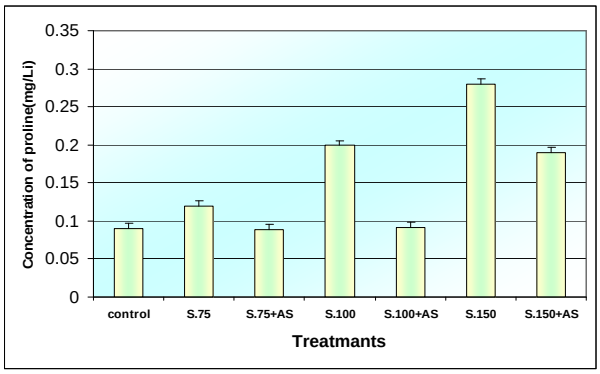


نمودار ۱۰: تغییرات محتوای پرولین ریشه گیاهان رقم Hayola 401 تحت تیمارهای مختلف

همچنین تحت تیمارهای مختلف نمک میزان پرولین برگ دو رقم فوق نیز افزایش یافت که این افزایش نیز نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و در برگ رقم Hayola 401 پرولین بیشتری انباشته شد. در اینجا نیز افزودن آسکوربات به تیمارهای شوری سبب کاهش معنی داری در میزان پرولین برگ، نسبت به تیمارهای شوری شد (P<۰/۰۵) (نمودارهای ۱۱ و۱۲).



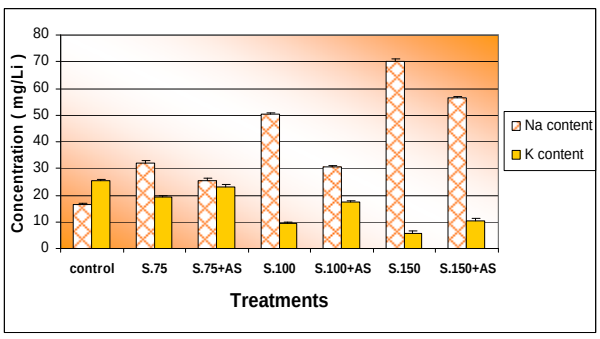
نمودار ۱۱: تغییرات محتوای پرولین برگ گیاهان رقم RGS تحت تیمارهای مختلف



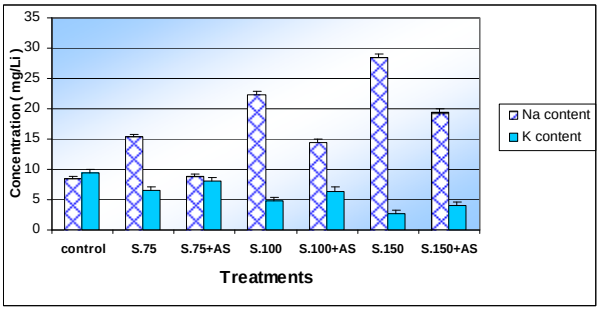
نمودار ۱۲: تغییرات محتوای پرولین برگ گیاهان رقم Hayola 401 تحت تیمارهای مختلف

نتایج حاصل از مقایسه تغییرات غلظت یون‌های Na^+ و K^+ اندام‌های مختلف دو رقم RGS و Hayola 401 تحت تیمارهای متفاوت

در هر دو رقم RGS و Hayola 401 با افزایش غلظت نمک میزان تجمع یون سدیم در اندام ها افزایش و میزان یون پتاسیم کاهش یافت. با افزایش غلظت نمک در تیمارهای مختلف میزان Na اندام هوایی و ریشه رقم RGS به شکل معنی داری نسبت به شاهد افزایش یافت ($P< ۰/۰۵$)، در حالی که میزان یون K^+ آنها نسبت به شاهد به شدت کاهش یافت که این کاهش نیز معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). افزودن تیمار آسکوربات بر تیمارهای نمک توانست از افزایش میزان یون Na^+ اندام ها کاسته و بر میزان یون K^+ درون اندام ها بیافزاید که این تغییرات نسبت به تیمارهای حاوی نمک معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$)(نمودارهای ۱۳و۱٤).

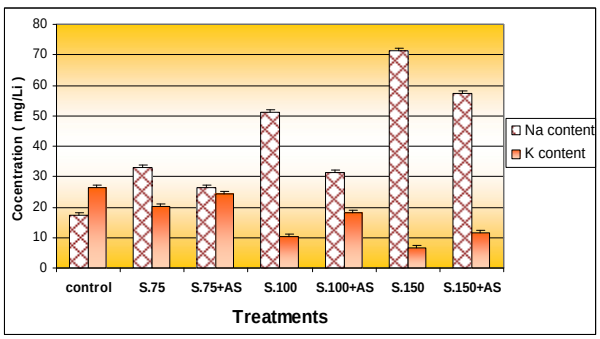


نمودار ۱۳: تغییرات میزان یون‌های سدیم و پتاسیم در اندام هوایی گیاهان رقم RGS

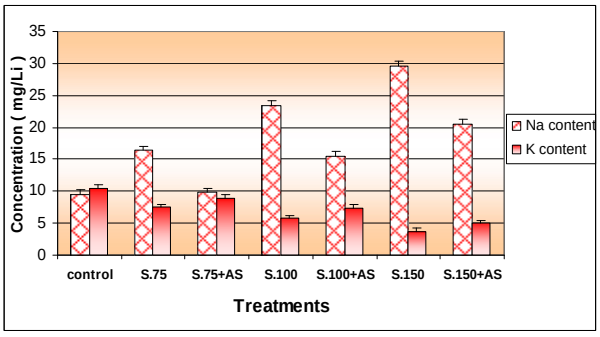


نمودار ۱٤: تغییرات میزان یون‌های سدیم و پتاسیم در ریشه گیاهان رقم RGS

همچنین مشاهده شد که میزان Na^+ اندام هوایی و ریشه رقم Hayola 401 نیز تحت تیمارهای نمک و با افزایش غلظت نمک به شدت افزایش یافت که این افزایش نسبت به شاهد معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) و میزان K^+ این اندام‌ها نیز نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$). گیاهک‌هایی که تحت تیمار نمک به علاوه آسکوربات قرار گرفتند، در آنها نیز میزان Na^+ نسبت به تیمارهای نمک کاهش و میزان K^+ در اینحالت افزایش یافت که این تغییرات در هر دو اندام فوق معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) (نمودارهای ۱۵و ۱٦). در مقایسه بین دو رقم مشاهده شد که میزان تجمع Na^+ و کاهش K^+ در رقم Hayola 401 محسوس تر بود.



نمودار ۱۵: تغییرات میزان یون‌های سدیم و پتاسیم در اندام هوایی گیاهان رقم Hayola 401



نمودار ۱٦: تغییرات میزان یون‌های سدیم و پتاسیم در ریشه گیاهان رقم Hayola 401

بحث

تعدیل اثرات شوری بر فاکتورهای رشد دو رقم RGS و Hayola 401 تحت تیمار آسکوربات خارجی

تجزیه تحلیل رشد به منظور توجیه و تفسیر واکنش گیاه به شرایط محیطی است و به وسیله آن می‌توان میزان مواد فتوسنتزی را در طول زمان اندازه‌گیری کرد (حق نیا، ۱۳٦۸). در مطالعه حاضر با قرار گرفتن گیاهک ها تحت تیمارهای ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار نمک NaCl مشاهده شد که میزان RWC، RGR، NAR و LAR به شدت کاهش یافت و اختلاف معنی‌دار بین تیمارها و شاهد گویای این مطلب بود. میزان این فاکتورها در تیمارهای نمک حاوی آسکوربات افزایش یافت و نشان داد که آسکوربات خارجی در تعدیل اثرات نمک بر میزان فاکتورها مؤثر عمل کرد. با توجه به نتایج بدست آمده، در مقایسه دو رقم مشاهده شد که رقم RGS نسبت به رقم Hayola 401 کاهش بیشتری را در میزان فاکتورها نشان داد و این رقم نسبت به شوری حساس‌تر و رقم Hayola 401 مقاوم تر بود. تحقیقات Sairam و Srivastava در سال۲۰۰۲ نشان داد که میزان رطوبت نسبی برگ گیاه گندم با افزایش میزان شوری کاهش یافت که به علت افزایش نمک در اطراف ریشه آب در محیط اطراف ریشه کم شد و منجر به کاهش میزان RWC گردید (Cramer et al., 1985). میزان RWC در نمونه موتانت آرابیدوبسیس که فقط حاوی ۳۰٪ آسکوربات نسبت به نوع طبیعی خود بود، ٦۳٪ گزارش شد، حال آنکه در نمونه طبیعی این مقدار ۷٦٪ گزارش شد. این نتایج نشان داد که حضور آسکوربات جهت تعدیل اثرات تنش شوری مؤثر بود (Huang et al., 2005). این نتایج توسط Alqurainy در سال ۲۰۰۷ نیز نشان داده شد. هم سو با این یافته ها عبداللهیان در سال ۱۳۷۳ مشاهده کرد که تنش شوری باعث کاهش میزان LAR می‌گردد، زیرا روند توسعه سطح برگ از افزایش ماده خشک کمتر است، همچنین Pitman در سال ۱۹۸٤ مشاهده کرد که میزان NAR با افزایش شوری در گیاه چغندر قند کاهش یافت و میزان RGR نیز با افزایش شوری در گیاه جو رو به کاهش نهاد. در ابتدای تنش شوری، تنش خشکی حاصل می‌شود که عامل اصلی کاهش رشد است که این کاهش در نتیجه کاهش سطح فتوسنتز کننده یا میزان فتوسنتز در واحد سطح می‌باشد که به دلیل پایین تر بودن پتانسیل اسمزی محیط ریشه، جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه کاهش می‌یابد (سرمدنیا، ۱۳۷۲). تنش شوری باعث بازدارندگی رشد برگ ها می‌شود که به علت تجمع بیش از حد نمک در آن‌ها است که باعث نکروزه شدن برگ‌ها می‌شود (میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱). در مطالعاتی که توسط Shalata و Neumann در سال ۲۰۰۱ صورت گرفت مشاهده شد آسکوربات باعث افزایش ۵۰ درصدی جلوگیری از پژمردگی دائم گیاه گوجه فرنگی تحت تنش‌های خشکی و شوری می‌شود. بر طبق تحقیقات در زمان تنش شوری میزان ROS و رادیکال‌های آزاد تولید شده در گیاه توسط آسکوربات خنثی می‌شود (Smirnoff, 1996)، همچنین با نقش داشتن در تقسیم و انبساط سلول ها باعث جذب مواد محلول به درون سلول ها شده (Smirnoff, 2000; Smirnoff & Weeler, 2000; Arrigoni & De Tullio, 2000) و به این ترتیب از اثرات سوء تنش شوری بر گیاهان می‌کاهد.

کاهش میزان انباشتگی پرولین حاصل از تنش شوری، درون اندام‌های مختلف دو رقم RGS و Hayola 401 تحت تیمار آسکوربات خارجی

در مطالعه حاضر مشاهده شد که با افزایش میزان غلظت نمک از ۷۵ میلی مولار به ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار میزان پرولین درون بخش‌های مختلف گیاهان افزایش یافت، در حالی که با افزودن آسکوربات به تیمارهای نمک از میزان پرولین موجود در بخش‌های مختلف کاسته شد. اختلاف مشاهده شده بین تیمارهای حاوی آسکوربات و نمک با تیمارهای نمکی گویای این مطلب بود که آسکوربات در تعدیل اثرات تنش و کم کردن میزان پرولین نقش مؤثر و مثبت داشته است. پرولین یک اسید آمینه کلیدی است که در هنگام تنش شوری به جهت تنظیم اسمزی، حفظ ساختار پروتئین ها و از بین بردن رادیکال‌های آزاد در گیاه مقدار آن

به بالاترین مقدار خود می‌رسد و از اثرات مخرب تنش بر گیاه می‌کاهد (میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱؛ Aziz et al., 1999).

این نتایج در تحقیقات سایر دانشمندان نشان داده شد، در انواع مختلف گیاه کلزا با افزایش میزان شوری تجمع پرولین در گیاهان افزایش یافت (Gary & Gupta, 1998; Gibon et al., 2000). از آنجایی که پرولین یکی از تنظیم کننده‌های اسمزی است موجب سازش سلول گیاهی برای زنده ماندن در شرایط تنش زا می‌شود و در این شرایط از آنزیم ها و پروتئین‌های غشایی در برابر تغییرات ساختاری حفاظت می‌کند (Gibon et al., 2000) و آسکوربات بر طبق خاصیت آنتی اکسیدانی و همچنین به علت اینکه کوفاکتور آنزیم پرولین هیدروکسیلاز است و باعث تبدیل پرولین به هیدروکسی پرولین می‌شود و به این ترتیب از مقدار پرولین آزاد می‌کاهد (Smirnoff, 1996). Alqurainy در سال ۲۰۰۷ نشان داد که میزان انباشتگی پرولین در گیاهان لوبیا تحت تنش شوری، در اثر تیمار با آسکوربات بسیار کمتر شد.

کاهش میزان سدیم تجمع یافته و افزایش میزان پتاسیم، درون اندام‌های دو رقم RGS و Hayola 401 تحت تیمار آسکوربات خارجی

در این مطالعه مشاهده شد تحت غلظت‌های مختلف نمک NaCl به تدریج میزان Na درون اندام‌های گیاه تجمع یافت و با افزایش غلظت نمک در تیمار نمک ۱۵۰ میلی مولار این میزان بسیار زیاد شد و به طور طبیعی میزان یون K کاهش یافت تا حدی که در تیمار نمک ۱۵۰ میلی مولار به کمترین میزان رسید. در تیمارهایی که به طور همزمان حاوی نمک و آسکوربات بود افزایش میزان یون سدیم و کاهش میزان یون پتاسیم کمتر صورت گرفت، این نتایج در بالاترین غلظت نمک نیز صورت گرفت که نشان داد این آنتی اکسیدان در کاهش اثرات شوری مؤثر بود. هم سو با این مشاهدات، Ashraf و همکاران در سال ۲۰۰۱ و He و Cramer در سال ۱۹۹۲ با مطالعه اثر غلظت‌های مختلف شوری در شش گونه *Brassica* مشاهده کردند که میزان غلظت یون Na بسیار زیاد و مقدار یون K بسیار کم شد. به طور بدیهی تنش شوری جذب و انتقال عناصر Na و K را تحت تأثیر قرار میدهد، در این شرایط به علت ممانعت یون سدیم از جذب یون پتاسیم، میزان این عنصر در گیاه افزایش و مقدار یون پتاسیم کاهش می‌یابد (Cachorro et al., 1993; Ajmal khan et al., 2000). افزایش غلظت سدیم و کاهش پتاسیم می‌تواند ناشی از آنتاگونیسم بین این دو یون در رقابت مستقیم در جایگاه‌های جذب در غشای پلاسمایی باشد (Cachorro et al., 1993). شواهد نشان داده که میزان آسکوربات در گیاهان تحت تنش افزایش می‌یابد (Smirnoff, 1996). دِهیدروآسکوربات به عنوان یک پذیرنده الکترون در دیواره عمل می‌کند که پمپ غشایی H^+/ATPase را تحریک کرده و باعث جذب مواد محلول به درون سلول می‌شود (Smirnoff, 1996; Smirnoff & Weeler, 2000). بنابراین حضور آسکوربات و دِهیدروآسکوربات در هنگام تنش در دیواره تصادفی نیست زیرا که ناقلین میل ترکیبی بالایی برای انتقال توسط آن ها به درون سلول دارند (Rautenkranz et al., 1994).

نتیجه‌گیری نهایی

در این مطالعه نشان داده شد که با استفاده از آسکوربات، به عنوان یک تعدیل کننده تنش شوری، می‌توان تا حدودی از اثرات زیان بار شوری بر تولید محصولات زراعی در زمین‌های شور کاسته، و تولید محصول بیشتر را در آنها القا کرد. افزودن آسکوربات ۰/۲ میلی مولار در محیط کشت دو رقم کلزا، علاوه بر افزایش میزان فاکتورهای رشد، از انباشتگی پرولین و سدیم درون گیاهان کاسته، میزان پتاسیم را افزایش می‌دهد در نتیجه اثرات مخرب شوری را تعدیل می‌کنند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که رقم Hayola 401 نسبت به رقم RGS از مقاومت بیشتری در برابر شوری برخوردار است.

منابع

آلیاری، ح.، شکاری، ف. (۱۳۷۹). دانه‌های روغنی زراعت و فیزیولوژی، انتشارات عمیدی، تبریز.

افیونی، ا.، مجتبی پور م.، نوربخش، ف. (۱۳۷٦). خاک‌های شور و سدیمی، نشر ارکان اصفهان.

سرمدنیا، غ. (۱۳۷۲). اهمیت تنش‌های محیطی در زراعت، مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

عبدالهیان، م. (۱۳۷۳). بررسی روند رشد چغندرقند گزارش پژوهش سال ۱۳۸۲، بخش تحقیقات چغندرقند مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان.

میرمحمد میبدی، ع.م.، قره یاضی، ب. (۱۳۸۱). جنبه‌های فیزیولوژیک و به نژادی تنش شوری گیاهان، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

Ajmal Khan, M., Irwin A. Ungar and Allan M. Showalter, (2000), The effect of salinity on the growth, water status, and ion content of a leaf succulent perennial halophyte, Suaeda fruticosa (L.) Forssk, jornal of arid environments, 45, 73-84.

Al qurainy, F., (2007). Responses of bean and pea to vitamin C under salinity stress, Agriculture and biological sciences, 3(6): 714-722.

Arrigoni O and De Tullio MC. (2000). The role of ascorbic acid in cell metabolism: between gene-directed functions and unpredictable chemical reactions. *Journal of Plant Physiology* 157: 481–488.

Ashraf, M., Nazir, N., MCNeilly, T., (2001). Comparative salt tolerance of amphidiplpid and diploid Brassica species, Plant sci., , 160:683-689.

Aziz, A., Martin –tanguy, J., Laher.F., (1999). Salt stress- induced praline accumulation and changes inb tyramin and polyamielevcls are linked to onic adjustments in tomato leaf discs, plant scince, 145: 83-91.

Cachorro. P., A. Ortiz., and Ceda. (1993). Growth, water and solute composition in phaseolus vulgaris L. under saline relation condition. Plant Sci. 95(1):23-29.

Cramer, G., He, (1992). Growth and mineral nutrition of six rapid – cyching Brassica species in response to sea water salinity, palnt and soil, 139: 185 – 294.

Cramer.G. R., A. Lauchi and V.S. Polito. (1985). Displacment of Ca^{2+} by Na^{+} from the plasmalemma of cells. A primary response to salt stress. Plant Physiol. 81: 207-211.

El- Hendawy. S., Yuncai. H., Schmid hater. U. (2005). Growth, ion content, gas exchange, and water relation of wheat genotypes differing in salt tolerances, Australian jornal of agricultural research, 56, 123 – 134.

Gary, BK., Gupta, IC. (1998). Physiology of salt tolerance of arid zone crops. IV. Rapeseed and Indian mustard, Current-Agriculture. 22(1-2):1-20.

Ghoulam, C., Foursy, A. and Fares, K., (2002). Effects of Salt Stress on growth, inorganic ions and Proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet Cultivars. Environ. Exp. Bot. 47,39-50.

Gibbon, Y., Sulpice, R., (2000). Larher to stress is the loss of chlorophlls and to the decrease of mitochondrial activity, Physiol. Plant. 110:469-476.

Gorham. J., Wyn jones, RG. Joppa, LR., (1987), chromosomal location of a K/Na discrimination character in the D genome of weat, Theoretical and applied genetic, 74, 584 – 588.

He, T., Cramer, G. R. (1992). Growth and mineral nutrition of six rapid-cycling Brassica species in response to seawater salinity, Plant and Soil. 139:285-294.

Hernandez, J.A, Olmos, E., Corpas, F.J., Sevilla, F., Del Rio, L.A., (1995). Salt-induced oxidative stress in chloroplasts of pea plants, Plant Sci. 105:151-167.

Huang, C. (2005). increased sensitivity to salt stress in an ascrobate-deficient Arabidopsis mutant, Jornal of Experimental botany, 56 (422):3041-3049.

Noctor G, Foyer CH. (1998). Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 49, 249–279.

Rautenkranz AAF, Li L, Machler F, Martinoia E, Oertli JJ. (1994). Transport of ascorbic and dehydroscorbic acids scross protoplast and vacuole membranes isolated from barley (*Hordeum vulgare* L. cv Gerbel) leaves. Plant Physiology 106:187-193.

Romero-aranda, R., Soria, T. and Cuartero, J., (2001). Tomato Plant-water up take and Plant-water relationships under Soline growth Condition. Plant Sci, 160,265-272.

Sairam, R.K., G. C. Srivastava. (2002). Change in antioxidant activity in subcellular fraction of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress. Journal of Experimental Botany.162:897-904.

Shalata A, Neumann PM. (2001). Exogenous ascorbic acid (vitamin C) increases resistance to

salt stress and reduces lipid peroxidation. Journal of Experimental Botany 52, 2207-2211.

Smirnoff N and Wheeler GL. (2000), Ascorbic acid in Plants: biosynthesis and function. Critical Reviews in Plant Sciences 19:267-290.

Smirnoff N. (1996). The function and metabolism of ascorbic acid in plants. Annals of Botany 78:661-669.

Smirnoff N. (2000). Ascorbate biosynthesis and function in photoprotection. Philosphical Transcations of the Rayal Society of London, Series B, Biological Sciences 355, 1455-1464.

Wheeler, G., Jones. M., Smirnoff. N., (1998), The biosynthetic pathway of vitamin C in higher olants, Nature, 393:365-369.

Study of interaction effects between NaCl and Ascorbic acid on some growth factors, proline content and changes Na and K ions in two cultivar of *Brassica napus* L. (RGS & Hayola 401)

Lari Yazdi, H., Lak, R., Godarzi, M.

Biology department, Islamic Azad University- Broujerd Branch

Abstract

In this study, the salt stress was studied on the physiological responses of two cultivars of *Brassica napus* L. (RGS & Hayola 401). The research is done on 20 day plants in hydroponics (Hoagland) environment with three repeated in the similar room condition. In the research, the increase of salinity is decreased the relative water content (RWC), relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR) and leaf area rate (LAR), in roots and shoots of plants. In addition, the salt stress increased proline and sodium accumulation in different parts of plants, whereas decreased their potassium contents. Applying of exogenous ascorbate (0.2mM) to different NaCl treatments could adjustment adverse effects of salinity, so that increased growth factors and potassium content, and decreased proline and sodium accumulation. The results showed Hayola 401 cultivar is more tolerant to salinity than RGS cultivar.

Keywords: Salt stress, NaCl, Ascobic acid, *Brassica napus* L., Growth factors, Proline, Na^+ and K^+ ions