بررسی اثرات سطوح مختلف شوری بر برخی خصوصیات جوانه زنی و رشد گیاهچه در دو گونه مرتعی *Agropyron intermedium* و *Agropyron trichophorum*

ساسان فرهنگیان کاشانی[1]*

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۹ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱۲

چکیده

به منظور بررسی تحمل به شوری، دو گونه *Agropyron intermedium* و *Agropyron trichophorum* در چهار تیمار شوری شامل غلظت های : ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی مولار کلرید سدیم و کلریدکلسیم در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در ۴ تکرار در شرایط آزمایشگاه و گلخانه مورد مطالعه قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه در این تحقیق شامل خصوصیات جوانه زنی، طول گیاهچه، نسبت طول ریشه به ساقه، نسبت وزن خشک ریشه به ساقه، نسبت وزن خشک گیاهچه به وزن تر گیاهچه، وزن ماده خشک، میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل بود. نتایج حاصل از سنجش میزان کلروفیل و دیگر صفات مربوط به رویش فیزیولوژیک گیاهان در گلدانها نشان داد که بین کلیه‌ی اکوتیپ ها و سطوح شوری از لحاظ محتوای کلروفیل a، b و کلروفیل کل، طول گیاهچه، وزن ماده خشک و نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ به دست آمد و اثر متقابل ژنوتیپ*شوری نیز برای صفات کلروفیل کل و کلروفیل a در سطح ۵٪ معنی دار گردید و نکته قابل توجه، افزایش نسبی غلظت های کلروفیلی در مقابل افزایش سطوح شوری در گونه ها بوده است. در نهایت اینکه *A. trichophorum* با اکوتیپ ۳۴۱۲ در شرایط تنش، داری محتوای کلروفیلی بیشتری نسبت به دیگر اکسشن ها بوده است و *A. intermedium* با اکوتیپ ۳۴۲۴ بالاترین میزان درصد ماده خشک را بین اکوتیپ ها برخوردار بوده است.

واژه‌های کلیدی: *Agropyron intermedium*، *Agropyron trichophorum*، مورفولوژی و شوری

[1]- کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری، گروه کشاورزی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: Email: sfarhangian@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه:

از عام‌ترین اثرات شوری بازداشتن رشد می باشد که اغلب بدون هیچگونه علائم خسارتی از قبیل سوختگی برگ، ظاهر می شود. این دگرگونی و سایر تغییرات ظاهری رشد، مانند حالت پربرگی حاکی از آن است که تنظیم کننده های رشد ممکن است در پاسخ گیاه به شوری دخالت داشته باشند. همچنین خسارت شوری در گیاهان از طریق اثر اسمزی، اثر سمیت ویژه یون ها و اختلال در جذب عناصر غذایی می باشد (۱۳).

شوری میزان انرژی لازم برای حفظ شرایط طبیعی سلول را افزایش می دهد، در نتیجه مقدار انرژی کمتری برای نیازهای رشد باقی می ماند (۸). کاهش عملکرد می تواند در اثر تخصیص موادی نظیر فراورده فتوسنتزی به ریشه ها، کاهش رشد بخش هوایی، بویژه رشد برگ ها و یا بدلیل بستن جزئی یا کلی روزنه ها، یا بعلت اثر مستقیم نمک بر روی سیستم فتوسنتزی و یا تاثیر بر توازن یونی باشد (۶). املاح موجود در خاک موجب کاهش پتانسیل آب در محیط رشد ریشه شده و جذب آب توسط ریشه را محدود می کنند (۱۳) و در نتیجه گیاه دچار نوعی خشکی فیزیولوژیک می شود.

Agropyron یا چمن گندمی از خویشاوندان وحشی گندم است که صفت تحمل به شوری را نشان می دهد و قادر به تلاقی با گندم می باشد، همچنین تنش شوری کلرید سدیم را تا سطح $۳۵۰ \; mol/m^{-۳}$ تحمل می‌نماید.

همچنین بعنوان یک تطبیق دهنده اسمزی[1] معرفی شده است که قادر است تجمع یون های سدیم و کلرید را تا حدی که برای تنظیم اسمزی برگ ها کافی باشد، محدود نماید (۷). نشان داده اند که با افزایش تحمل در برابر شوری در بین و داخل توده های یونجه، وزن خشک ریشه و ساقه، تعداد ساقه و طول ساقه اصلی نیز افزایش می یابد (۱۵). معمول ترین و آشکارترین اثر شوری، تأخیر در رشد است. در گیاهان علوفه ای که محصول قابل برداشت شامل قسمت های رویشی است و یا در گیاهانی مانند ذرت علوفه ای که عملکرد به شدت به بیوماس بستگی دارد و متناسب با کاهش اندازه گیاه کاهش می یابد، اثر شوری بهتر نمایان است. در مطالعه تحمل به شوری دو رقم کلزا ، این نتیجه به دست آمد که تجمع ماده خشک و تر اندام های هوایی و عملکرد بذر دو رقم کلزا که در تحمل شوری اختلاف داشتند، با افزایش شوری خاک کاهش یافت (۳۷). بیان کردند که جوانه زنی گونه *Panicum turgidum* به طور معنی دار تحت تاثیر سطوح مختلف شوری کلرید سدیم قرار گرفت. بیشترین جوانه زنی در غلظت ۲۵ تا ۵۰ میلی مولار (پایین ترین سطح نمک) و شاهد صورت گرفت. با افزایش سطوح نمک بالای ۵۰ میلی مولار، جوانه زنی بذرها با تاخیر و کاهش همراه بود. سطوح پایین نمک (۲۵-۵۰ میلی مولار) وزن خشک ساقه و ریشه را افزایش داد؛ اما سطوح بالای ۱۰۰ میلی مولار در وزن

[1]- Osmoconformer

Archive of SID

www.SID.ir

خشک ریشه و ساقه گیاهچه کاهش معنی داری ایجاد می کند (۱).

امروزه کلیه گونه هایی که در آن فاصله سنبلچه ها از یکدیگر بیش از ۲ میلی متر می باشند، از جنس Agropyron جدا شده و به عنوان گونه های جنس*Elymus* sp به شمار می آیند. جنس *Elymus* sp از مهمترین گراس های مرتعی ایران محسوب می شود. این جنس در مناطق استپی سرد و در مناطق معتدله می روید و ارزش مرتعی قابل توجهی دارد. گونه های مهم آن دائمی بوده و از گونه های مناطق سرد محسوب می شوند و اغلب دارای فرم چمنی هستند (۱۴). در این تحقیق با هدف شناسایی گونه مرتع متحمل به سطوح شوری در مرحله رشد گیاهچه، دو گونه مرتعی از خانواده گندمیان که ارزش علوفه ای و حفاظت خاک دارند، انتخاب شدند تا در صورت مقاوم بودن برای اصلاح خاک های شور در مراتع پیشنهاد گردند.

مواد و روش‌ها:

این آزمایش به منظور بررسی اثرتنش شوری در مرحله رشد گیاهچه دراکوتیپ های دو گونه *intermedium* و *trichophorum* در شرایط گلخانه ای انجام گرفت. بطوریکه دو گونه مورد نظر هر کدام دارای دو ژنوتیپ بودند و جمعا چهار اکوتیپ مورد آزمایش قرار گرفت و بذور مورد استفاده در این آزمایش از بانک ژن موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور تهیه گردید.

به منظور بررسی صفات طول گیاهچه، نسبت طول ریشه به ساقه، نسبت وزن خشک ریشه به ساقه، نسبت وزن خشک گیاهچه به وزن تر گیاهچه، وزن ماده خشک، میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل در شرایط نرمال (شاهد) و تحت تیمارهای شوری انجام گرفت.

تعداد ۸۰ عدد گلدان پلاستیکی ۱/۱۵۰ گرمی با نسبت ۱:۲ خاک زراعی- ماسه پر شده و هر گلدان با ۱۰۰ میلی لیتر آب آبیاری شد. البته قبل از شروع کشت، ظرفیت زراعی خاک بدین صورت به دست آمد که در چهار عدد گلدان از خاک کاملا خشک شده پر گشته و توزین شده و در حد اشباع آبیاری شدند که پس از ۲۴ ساعت در چند نوبت گلدان ها پس از خروج آب ثقلی توزین شدند و میانگین قبل و بعد از آبیاری (۱۰۰ میلی لیتر) بدست آمد. طرز قرار گیری گلدان ها نیز به طریقی بود که به یک نسبت از فاکتورها دما، روشنایی و انرژی تابشی خورشید بهره گیرند و حدود تقریبی دما در فضای سالن آزمایشگاه در طول مدت رویشی گیاهان با توجه به قوانین استاندارد انجمن بین المللی آزمون بذر ISTA (International Seed Testing Association)، ۲۰ درجه بود. گلدان‌ها به صورت دو دسته‌ی ۴۰ تایی از دو سری ژنوتیپ از هر گونه تقسیم شده و با چهار تکرار و چهار سطح شوری در نظر گرفته شدند. در هر گلدان ۱۰ عدد بذر جهت کشت در نظر گرفته شد و بذور مربوطه در عمق یک سانتی‌متری خاک کاشته شدند. تیماردهی گلدان ها بلافاصله پس از کاشت صورت نگرفت و تا ۴۵ روز پس از کاشت، آبیاری با آب صورت گرفت تا گیاهان به اندازه کافی رشد نموده و در

Archive of SID

www.SID.ir

مرحله ی ۴ برگی شدن سطوح مختلف شوری را دریافت کنند. لازم به ذکر است که در طول زمستان در مراتع نمک شسته شده و پایین می رود و متعاقب آن گیاه مرتعی براحتی جوانه می زند و پس از مدتی به علت تبخیر از سطح آب، نمک از طریق لوله های مویین بالا می آید و برای جوانه زنی بذر مشکل ایجاد می نماید، به همین دلیل مستقر شدن گیاه تا مرحله چند برگی شدن آن که می تواند ۴۵ روز تا دو ماه باشد، لازم است تا گیاهچه مستقر شود و امکان اعمال و مطالعه تنش شوری میسر گردد. با بزرگتر شدن گیاهچه ها و توسعه ریشه، آنها به مواد غذایی نیازمند می شوند و به همین منظور گلدان ها با استفاده از محلول غذایی لانگ آشتون[1] (جدول شماره ۲-۲) طی سه نوبت با فواصل ۱۰ روز یکبار تغذیه شدند. پس از اعمال تیمارشوری به مدت دو هفته (۱۴روز) نگهداری شدند و عملیات تیماردهی در دو نوبت با مقدار ۲۰۰ سی‌سی در هر گلدان صورت گرفت. مشخصات گونه های مورد آزمایش در جدول ذیل آورده شده است.

پس از اعمال تیمار شوری در گلدان ها، جهت تهیه‌ی عصاره‌ی حاوی کلروفیل برای سنجش میزان کلروفیل، سطوح مختلف شوری تمام برگهای یک گیاه پس از توزین در هاون چینی با ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰٪ بخوبی ساییده شده و محلول حاصل با کاغذ صافی و اتمن ۲ بوسیله قیف صاف گردید (۲).

هاون، قیف و باقیمانده مواد گیاهی روی کاغذ صافی دوباره با ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰٪ شسته شد که بدین ترتیب حجم نهایی عصاره به ۲۰ میلی لیتر رسید. در این مرحله جهت محاسبه تراکم کلروفیل های a و b و کل جذب محلول در طول موج های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر با استفاده از شاهد (استون ۸۰٪) در دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد.

محتوی کلروفیلی با استفاده از روابط زیر بر حسب میلی گرم در میلی لیتر محاسبه گردید.

در رابطه زیر A_{645} مقدار جذب در طول موج ۶۴۵ نانومتر و A_{663} مقدار جذب در طول موج ۶۶۳ نانومتر را مشخص می‌سازند. داده های حاصل از تاثیر سطوح مختلف شوری بر گراس های مورد مطالعه نیز با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS 9. 1 و Minitab 11 تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد و رسم نمودارها و گراف ها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گردید.

[1] - Long Shtone

Archive of SID

www.SID.ir

$$(chl\ .\ a) = \%127\ \ A_{663}^{a} _\ 0/00269\ A_{645}^{b}$$ غلظت کلروفیل a

$$(chl\ .\ b) = \%229\ \ A_{645}^{b} _\ 0/00468\ A_{663}^{a}$$ غلظت کلروفیل b

$$(chl\ .\ tot) = \%202\ \ A_{645}^{b} + 0/00802\ A_{663}^{a}$$ غلظت کلروفیل کل (a+b)

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ های مورد آزمایش

ردیف	گونه	کد اکسشن	منشا	کد سردخانه
۱	A.intermedium	۳۴۲۴	مریک بختیاری	۹۷۳۵
۲	A.intermedium	۱۵۹۹	چهارباغ گرگان	۹۷۳۲
۳	A.trichophorum	۳۴۱۲	بلدابی چهارمحال	۹۷۵۶
۴	A.trichophorum	۳۷۵۶	اراک	۹۷۵۷

جدول ۱-۲ غلظت‌های نمکی، میزان نمک و هدایت الکتریکی اعمال شده در مرحله رشد گیاهچه

هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک	هدایت الکتریکی (Ec)	میزان نمک ($Nacl+Cacl_2$)	غلظت نمک
$Mmohs\ cm^{-1}$	$Mmohs\ cm^{-1}$	gL^{-1}	MML^{-1}
۱/۴۹	۰	_	Control
۸/۵	۸/۳۳	۸/۴۷	۱۰۰
۱۸/۵۵	۱۶/۶۳	۱۶/۹۵	۲۰۰
۱۳/۶	۲۷/۱	۲۵/۴۲	۳۰۰
۴۸/۱	۳۰/۵	۳۳/۹	۴۰۰

جدول ۲-۲ محلول غذایی لانگ آشتون در یک لیتر

محلول استفاده شده (mg/lit)	عناصر غذایی مورد استفاده
عناصر غذایی ماکرو	
۸	KNO_3
۸	$Ca(NO_3)_2$.Anhydrous
۸	$Mgso_4(7\ H_2O)$
۴	$NaH_2PO_4(2H_2o)$
عناصر غذایی میکرو	
۵	FeEDTA
۱	$Mnso_4(4H_2o)$
۱	$Znso_4(5H_2o)$
۱	$Cuso_4(5H_2o)$
۱	H_3Bo_3
۱	$Na_2MoO4(2H_2o)$
۱	NaCl
۱	$Coso_4(7H_2o)$

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج:

طول گیاهچه:

ارزیابی صفت گیاهچه، نشان داد که بین ژنوتیپ ها و سطوح شوری اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ وجود دارد ولی اثر متقابل ژنوتیپ در شوری معنی دار نبود. از طرفی مقایسه میانگین اثرات ساده و سطوح شوری بر روی صفات مورد مطالعه در مرحله رشد گیاهچه (جدول شماره ۴) نشان داد که اکسشن ۱۵۹۹ با منشا چهارباغ گرگان از نظر طول گیاهچه در گروه اول (گروه a) با میانگین ۵۰/۲۲۸ میلی متر قرار گرفت و اکسشن های ۳۴۱۲ (منشاچهارمحال) و ۳۷۵۶ (منشا اراک) به ترتیب در گروه های جداگانه b و c جدول جای گرفتند؛ همچنین مقایسه میانگین سطوح شوری، شاهد و ۱۰۰ میلی مولار را در گروه a قرار داد و بالاترین سطح شوری (۳۰۰ میلی مولار) از نظر صفت طول گیاهچه در آخرین گروه (b) قرار گرفت.

با نگاهی به نمودار مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنوتیپ در شوری (شکل ۱و۲) مشاهده می شود که *A. intermedium* با اکسشن ۱۵۹۹ از نظر طول گیاهچه با میانگین ۶۰/۱۱۳ در شرایط شاهد، گروه اول (a) را به خود اختصاص داده است و گونه *A. trichophorum* با اکسشن ۳۷۵۶ و با میانگین ۸/۸۰ در سطح شوری ۲۰۰ میلی مولار، آخرین گروه (گروه f) را به خود اختصاص داده است.

نسبت طول ریشه به طول ساقه:

این نسبت بین ژنوتیپ های مورد آزمایش و اثر متقابل آنها در سطوح تیماری، هیچگونه اختلاف معنی داری را نشان نداد (جدول ۳) ولی بین سطوح شوری، اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ وجود داشت. مقایسه میانگین اثرات ساده و سطوح شوری نشان می دهد (جدول ۴) که کلیه اکسشن ها در یک گروه مشترک (گروه a) قرار گرفته اند و در رابطه با سطوح شوری نیز می توان گفت که شاهد و دو سطح شوری ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار، در گروه a قرار گرفتند و از لحاظ آماری تفاوت محسوسی را نشان نمی دهند؛ اما سطح ۳۰۰ میلی مولار شوری در گروه b قرار گرفت. از طرفی مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنوتیپ در شوری (شکل ۱و۲) نیز، نشان داد که این نسبت در ژنوتیپ ۳۷۵۶ مربوط به گونه *A.trichophorum* در سطح ۱۰۰ میلی مولار شوری، با میانگین ۰/۵۸۰۰ گروه اول (a) را به خود اختصاص داده است.

نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه:

این نسبت بین ژنوتیپ های مورد آزمایش و اثر متقابل آنها در سطوح تیماری، هیچگونه اختلاف معنی داری را نشان نداد (جدول ۳). جدول مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه در تمامی ژنوتیپ ها از نظر گروه بندی به روش دانکن، در گروه a قرار گرفته اند و اختلافی را بروز نمی دهند (جدول ۴). همچنین مقایسه سطوح شوری در همین جدول نشان می دهد که سطح ۱۰۰ میلی مولار با میانگین ۰/۴۷۷ اولین گروه را به خود اختصاص داده است.

Archive of SID

www.SID.ir

اکثر ژنوتیپ ها در تقابل با سطوح شوری، در گروه مشترک ab قرار گرفته اند؛ همچنین نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه در تنش ۱۰۰ میلی مولار گروه a را به اکوتیپ های ۳۴۲۴ و ۳۷۵۶ اختصاص داد. با نگاهی به نتایج آزمون دانکن بر روی میانگین ها می بینیم که ژنوتیپ ها در یک گروه قرار گرفته و بین سطوح شوری نیز تغییرات زیادی بین میانگین ها به چشم نمی خورد که البته گروه بندی نیز گویای این مطلب می باشد. اما نتیجه مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان می دهد که نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه در اکوتیپ ۳۴۲۴ از گونه *A.intermedium* و سطح شوری ۱۰۰ میلی مولار بیشترین میانگین را داشته است (شکل۱و۲).

وزن ماده خشک:

با توجه به جدول شماره ۳، بین ژنوتیپ ها و سطوح تیماری اختلاف در سطح ۱٪ معنی دار شد و دو اکوتیپ مربوط به *A. intermedium* و اکوتیپ ۳۴۱۲ از گونه دیگر، از نظر وزن ماده خشک در یک گروه مشترک (a) قرار گرفتند و اکوتیپ ۳۷۵۶ نیز در کلاس b جای گرفت (جدول شماره ۴). از طرفی مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری نشان می دهد که شاهد و سطح شوری ۱۰۰ میلی مولار در گروه اول بطور مشترک قرار گرفتند و اختلافی را بروز ندادند اما سطوح بالاتر شوری در گروه های b و c جدول قرار گرفتند.

همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنوتیپ در شوری (جدول ۵) نشان می دهد که وزن ماده خشک در سطح اول شوری (۱۰۰ میلی مولار) در گونه *A. intermedium* با اکوتیپ ۳۴۲۴، بالاترین میزان وزن ماده خشک (۰/۲۶۷۵) را دارا بوده و در کلاس a قرار گرفت. وزن ماده خشک اکوتیپ ۳۷۵۶ از گونه *A. trichophorum* در مجاورت شوری کاهش چشمگیری نسبت به سه اکوتیپ دیگر داشته است و با توجه به نتایج جدول مربوط به مقایسه اثرات ساده می توان گفت که گونه *A. intermedium* در این صفت نیز نسبت به تنش شوری متحمل تر و تجمع ماده خشک در اندام هوایی گیاهچه ها بیشتر از گونه دیگر بوده و بطور کلی عملکرد آن نسبت به گونه *A. trichophorum* بهتر بوده است. همچنین می توان گفت که با افزایش شوری از ۲۰۰ میلی مولار به بالا، وزن خشک گیاهچه ها بطور معنی داری کاهش یافته است به طوریکه شاهد و سطح ۱۰۰ میلی مولار شوری در یک گروه واقع شده و از گروه دیگر (۲۰۰ و ۳۰۰ میلی مولار) جدا گشته اند.

وزن گیاهچه در سطح شوری ۱۰۰ میلی مولار گونه *A. intermedium* و اکسشن ۳۴۲۴ بیشترین میانگین را دارا بوده است (جدول ۴).

در شرایط آزمایشگاهی با افزایش شوری کاهش در وزن خشک را شاهد بودیم. در شرایط گلخانه نیز با افزایش شوری روند کاهشی را شاهد بودیم؛ البته در گزارش های دیگر موارد خلاف این روند کلی نیز وجود دارد. در ژنوتیپ ۱۲۱۶۸ از گونه *At. halimus* تا تیمار ۳۰۰ میلی مولار بر وزن گیاهچه افزوده می شود.

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت وزن خشک گیاهچه به وزن تر گیاهچه:

با نگاهی به جدول شماره ۳، اختلاف در سطح ۵٪ بین ژنوتیپ ها از نظر نسبت وزن خشک گیاهچه به وزن تر به وضوح پیداست و این اختلاف بین سطوح شوری در سطح ۱٪ معنی دار شده است. از طرفی مقایسه میانگین اثرات ساده و سطوح شوری بر روی صفات مورد مطالعه در مرحله رشد گیاهچه (جدول شماره ۴) نشان داد که اکسشن ۳۴۲۴ از گونه *A. intermedium* و اکسشن ۳۴۱۲ از گونه دیگر، از نظر این صفت مورد مطالعه نتایج مشابهی را در گروه بندی نشان دادند به طوریکه هر دو در گروه a قرار گرفته و دو اکسشن دیگر نیز گروههای بعدی را از آن خود نمودند. همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری نشان داد که کلیه سطوح شوری (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی مولار) در یک گروه قرار گرفتند، در حالیکه شاهد با میانگین ۰/۲۰۲۰۰ گروه b را به خود اختصاص داد.

می توان اذعان نمود که نسبت وزن خشک گیاهچه به وزن تر گیاهچه در سطح ۲۰۰ میلی مولار *A.trichophorum* اکسشن ۳۴۱۲ در جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل با میانگین ۰/۲۹۰۰ بالاترین نسبت را دارا بوده و در گروه a قرار گرفته است.

غلظت کلروفیل a:

نتایج تجزیه واریانس اثرات شوری بر روی صفات مورد مطالعه در مرحله رشد گیاهچه های آگروپیرون پس از سنجش کلروفیل a، نشان داد که بین ژنوتیپ ها و سطوح شوری اختلاف ۱٪ مشاهده گردید و اثر متقابل آنها نیز با سطح ۵٪ معنی دار شد (شکل ۱و۲). ژنوتیپ های *A. intermedium* با اکسشن ۳۴۲۴ و *A. trichophorum* با اکسشن ۳۴۱۲ از نظر میزان تراکم کلروفیل a پس از مقایسه میانگین ها به روش دانکن، در گروه مشترک a قرار گرفتند و دومین گروه از نظر میزان تراکم کلروفیل a و با توجه به جدول اکسشن ۱۵۹۹ مربوط به گونه *A. intermedium* (گروه b) بوده و بالاخره آخرین گروه (گروه c) نیز به اکسشن ۳۷۵۶ می باشد (جدول شماره ۴). همچنین سطوح مختلف شوری (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی مولار) از نظر کلروفیل a در گروه a و شاهد با میانگین ۱/۵۸ در گروه b قرار گرفت.

گونه *A. intermedium* با اکسشن ۳۴۲۴ از نظر میزان تراکم کلروفیل a در شرایط بهتری نسبت به دیگر اکسشن ها در جدول پدیدار شده است؛ بدین لحاظ که در سطح شوری ۲۰۰ میلی مولار اکسشن ۳۴۲۴، شاهد طبقه بندی در کلاس a با میانگین ۳/۰۶۲۵ بوده ایم (شکل ۱).

غلظت کلروفیل b:

بین ژنوتیپ ها اختلاف معنی دار ۱٪ و بین سطوح تیماری نیز اختلاف معنی دار ۵٪ مشاهده شد (جدول شماره ۴). ژنوتیپ های *A. intermedium* با اکسشن ۳۴۲۴ و *A. trichophorum* با اکسشن ۳۴۱۲ از نظر میزان تراکم کلروفیل b پس از مقایسه میانگین ها به روش دانکن، در گروه مشترک a قرار گرفتند و دومین گروه از نظر میزان تراکم کلروفیل b و با توجه به جدول اکسشن ۱۵۹۹ مربوط به گونه *A.intermedium* (گروه b) بوده و بالاخره

Archive of SID

www.SID.ir

آخرین گروه (گروه c) نیز به اکسشن ۳۷۵۶ می باشد (جدول شماره ۴). همچنین سطح شوری ۳۰۰ میلی مولار از نظر کلروفیل b در گروه a با میانگین ۱/۲۹۶۷ قرار گرفت.

گونه *A. intermedium* با اکسشن ۳۴۲۴ از نظر میزان تراکم کلروفیل b در شرایط بهتری نسبت به دیگر اکسشن ها در جدول پدیدار شده است؛ بدین لحاظ که در سطح شوری 300 میلی مولار اکسشن ۳۴۲۴، شاهد طبقه بندی در کلاس a با میانگین ۱/۹۳۷ بودیم (شکل ۱).

غلظت کلروفیل کل:

با توجه به جدول شماره ۳، بین ژنوتیپ ها و سطوح شوری از نظر میزان تراکم کلروفیل کل در برگ ها و ساقه ها، اختلاف معنی دار ۱٪ مشاهده شد و همچنین اثر متقابل ژنوتیپ در شوری نیز در سطح ۵٪ معنی دار گردید. ژنوتیپ های *A. intermedium* با اکسشن ۳۴۲۴ و *A. trichophorum* با اکسشن ۳۴۱۲ از نظر میزان تراکم کلروفیل کل پس از مقایسه میانگین ها به روش دانکن، در گروه مشترک a قرار گرفتند و دومین گروه از نظر میزان تراکم کلروفیل کل و با توجه به جدول اکسشن ۱۵۹۹ مربوط به گونه *A.intermedium* (گروه b) بوده و بالاخره آخرین گروه (گروه c) نیز به اکسشن ۳۷۵۶ می باشد (جدول شماره ۴). همچنین سطح شوری ۳۰۰ میلی مولار از نظر کلروفیل کل در گروه a با میانگین ۳/۹۰۴۲ قرار گرفت.

شکل ۱ که مربوط به مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنوتیپ در شوری می باشد، نشانگر این بود که گونه *A. intermedium* با اکسشن ۳۴۲۴ از نظر میزان تراکم کلروفیل کل در شرایط بهتری نسبت به دیگر اکسشن ها در جدول پدیدار شده است؛ بدین لحاظ که در سطح شوری ۳۰۰ میلی مولار اکسشن ۳۴۲۴، شاهد طبقه بندی در کلاس a با میانگین ۵/۰۱۷ بودیم. نتایج جدول تجزیه واریانس در گونه های الیموس نشان داد که بین کلیه‌ی ژنوتیپ ها از لحاظ کلروفیل a ، b و کلروفیل کل تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ به دست آمد، که نکته قابل توجه افزایش نسبی غلظت های کلروفیلی در برابر افزایش سطوح شوری در گونه ها بوده است. پاسخ ژنوتیپ ها به سطوح مختلف شوری در بررسی اثر متقابل آنها و تاثیر بر میزان تجمع کلروفیل در اندام های هوایی گیاه، معنی دار بوده است؛ اما نکته دیگر بیش بود چشمگیر میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل در اکسشن های ۳۴۲۴ و ۳۴۱۲ از دو گونه نسبت به دو اکسشن دیگر است بطوریکه این دو اکسشن با توجه به میانگین محتوای کلروفیلی در یک گروه (گروه a) قرار گرفته اند . دیگر اینکه محتوای کلروفیلی در تنش های بالا در اکسشن ۳۴۲۴ کاهش کمتری را نسبت به دیگر اکسشن ها نشان داده است.

در پژوهش فوق مشخص شد که بین دو گونه یا چهار اکسشن مورد مطالعه، گونه *A. intermedium* با اکسشن ۳۴۲۴ از لحاظ میزان جذب کلروفیل و وزن ماده خشک بالاترین میانگین را به خود داده است و سطوح شوری بالا نیز افزایش میزان جذب کلروفیل را همراه داشته است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول گیاهچه (میلی متر)	نسبت طول ریشه به ساقه	نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه	وزن ماده خشک (گرم)	نسبت وزن خشک گیاهچه به وزن تر	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل (a+b)
ژنوتیپ	۳	۱۵۲۵/۱۵**	۰/۰۰۵۱	۰/۰۲۸۷	۰/۰۲۹۲**	۰/۰۰۶۹*	۳/۲۳۰۰**	۱/۷۶۶**	۹/۸۶۴۲**
شوری	۳	۵۱۹/۸۳**	۰/۰۵۹۸**	۰/۰۳۷۶	۰/۰۷۱۴**	۰/۰۱۲۴**	۱/۱۰۱۵**	۰/۳۸۳۶*	۲/۷۴۲۴**
ژنوتیپ در شوری	۸	۵۴/۹۹	۰/۰۱۳۵	۰/۰۱۰۴	۰/۰۰۵۷	۰/۰۰۰۹	۰/۵۱۲*	۰/۱۸۳۸	۱/۲۴۱۸*
خطا	۳۸	۴۲/۸۰	۰/۰۰۸	۰/۰۲۲۱	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۱۳	۰/۱۷۹	۰/۰۹۸	۰/۴۳۸۹
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۴/۶	۲۳/۴	۳۵/۵	۳۹/۶	۱۵/۰	۱۹/۳	۲۹/۸	۲۰/۱

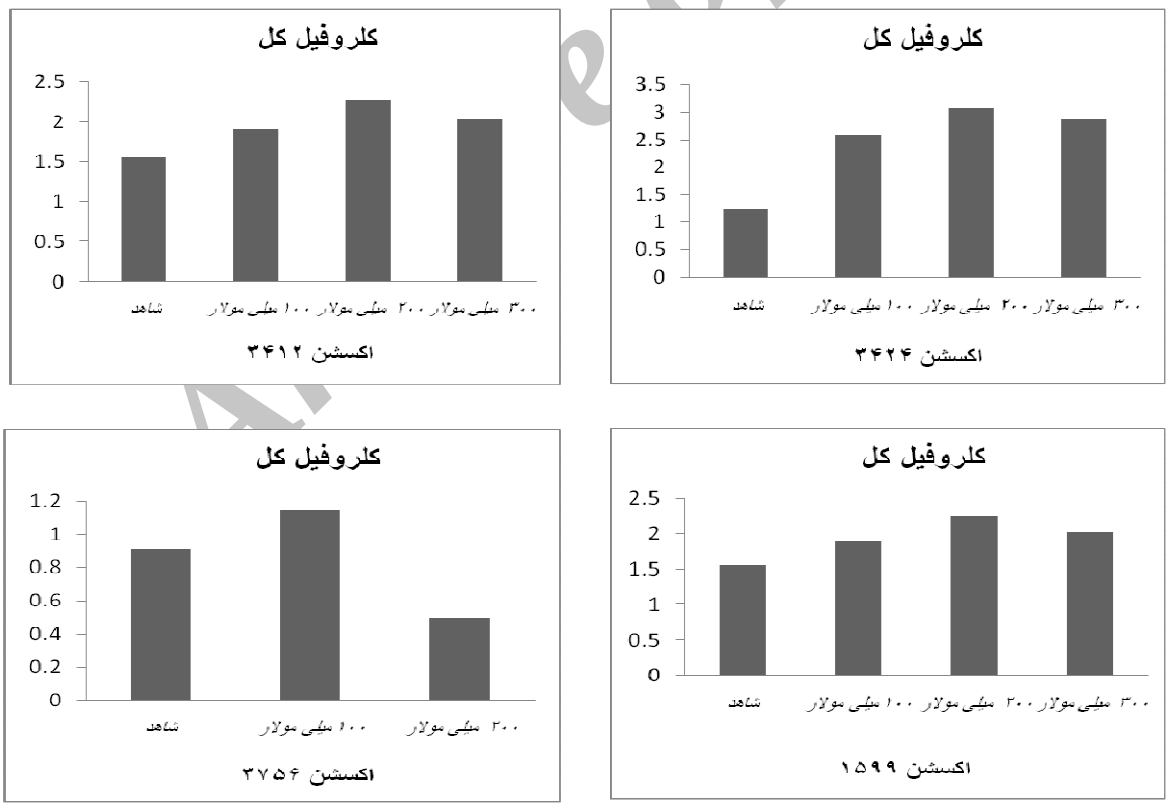
**و* = میانگین مربعات به ترتیب در سطح ۱و۵ درصد معنی دار هستند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده و سطوح شوری بر روی صفات مورد مطالعه

فاکتورها	کد اکسشن	طول گیاهچه (میلی متر)	وزن ماده خشک (گرم)	وزن خشک گیاهچه به وزن تر گیاهچه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل (a+b)
intermediumAgropyron	۳۴۲۴	ab ۴۹/۳۰۸	a ۰/۱۶۵۰۰	a ۰/۲۵۵۰۰	a ۲/۴۳۸۸	a ۱/۳۹۸۸	a ۳/۸۸۸۱
intermediumAgropyron	۱۵۹۹	a ۵۰/۲۲۸	a ۰/۱۳۳۷۵	b۰/۲۱۳۷۵	b ۱/۹۳۵۶	b ۱/۷۲۱۹	b ۲/۶۶۰۶
trichophorumAgropyron	۳۴۱۲	b ۴۳/۷۷۲	a ۰/۱۱۹۳۸	a ۰/۲۵۸۱۳	a ۲/۵۳۳۸	a ۱/۱۹۸۱	a ۳/۸۳۲۵
trichophorumAgropyron	۳۷۵۶	c ۱۶/۱۹۰	b ۰/۰۳۰۰۰	ab ۰/۲۲۷۵۰	c ۰/۷۶۰۰	c ۱/۳۵۷۵	c ۱/۱۱۵۰
شاهد	-	a ۴۸/۰۷۷	a ۰/۱۷۲۰۰	b ۰/۲۰۲۰۰	b ۱/۵۸۶۹	c ۰/۷۸۴۶	c ۲/۴۳۹۲
۱۰۰میلی مولار	-	a ۴۷/۲۹۶	a ۰/۱۷۸۴۶	a ۰/۲۴۴۶۲	a ۲/۲۹۹۲	bc۰/۹۷۸۵	b ۳/۲۷۸۵
۲۰۰ میلی مولار	-	ab ۴۳/۳۰۰	b ۰/۱۲۱۶۷	a ۰/۲۵۲۵۰	a ۲/۳۸۱۴	۱/۱۴۶۴ ab	ab ۳/۵۲۷۱
۳۰۰ میلی مولار	-	b ۳۹/۵۸۲	c ۰/۰۳۷۵۰	a ۰/۲۷۵۰۰	a ۲/۴۷۵۸	a ۱/۲۹۶۷	a ۳/۹۰۴۲

www.SID.ir

شکل ۱- اثرات متقابل گونه در شوری بر روی صفت کلروفیل a



شکل ۲- اثرات متقابل گونه در شوری بر روی صفت کلروفیل کل

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری:

اثر تنش شوری بر کاهش رشد گیاهچه:

با بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس اختلاف معنی دار ی را بین ژنوتیپ ها و سطوح مختلف شوری شاهد هستیم بطوریکه در جدول مقایسه میانگین ها، *Ag.intermedium* کاهش کمتری را در معرض تنش شوری نسبت به گونه *Ag.trichophorum* نشان می دهد و این حاکی از مقاوم تر بودن اکسشن های این گونه می باشد.

نسبت طول ریشه به طول ساقه (R/S):

در واقع با افزایش شوری، ریشه بیشتر از ساقه تحت تاثیر قرار می گیرد یعنی نسبت R/S کاهش می یابد. با توجه به جدول تجزیه واریانس بین ژنوتیپ ها تغییرات آنچنان محسوس نبود و لذا معنی دار نگردید ولی با افزایش مقدار نمک، بین سطوح شوری تفاوت معنی داری در سطح ۱٪ مشاهده می شود. از طرفی مقایسه میانگین اثرات ساده و سطوح تیماری نیز ژنوتیپ ها را در یک گروه قرار داده که این خود نتایج حاصل از تجزیه واریانس را توجیه می کند.

ریشه گیاهان بسیار متحمل تر از بخش هوایی در برابر شوری است و افزایش شوری در محیط رشد، نسبت ساقه به ریشه را تغییر می دهد، بنابراین به احتمال زیاد این امر یک ساز و کار سازگاری در محیطهای شور می‌باشد (۲۲ و ۲۳). محققین اعلام کردند که به طور کلی شوری باعث کاهش رشد اندام هوایی بیش از ریشه می‌گردد. آن ها طویل شدن اندام هوایی را در ذرت و سویا نسبت به شوری در مقایسه با ریشه حساس تر گزارش کرده اند (۲۰).

پژوهشگران با بررسی اثر شوری روی یونجه، اعلام نمودند که با افزایش شوری طول ریشه چه و ساقه چه و وزن خشک گیاهچه ها کاهش معنی داری یافته و نسبت ریشه به قسمت هوایی در ارقام متحمل افزایش نشان می دهد (۳).

نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه:

این نسبت در بین سطوح شوری، ژنوتیپ ها و اثر متقابلشان ns یا بی معنی گردید که حاکی از عدم اختلاف معنی دار در این فاکتورها می باشد. از طرفی با نگاهی به نتایج مقایسات دانکن بر روی میانگین ها می بینیم که ژنوتیپ ها در یک گروه قرار گرفته و بین سطوح شوری نیز تغییرات زیادی بین میانگین ها به چشم نمی خورد که البته گروه بندی نیز گویای این مطلب می باشد.

وزن ماده خشک (وزن گیاهچه) :

با توجه به نتایج جدول مربوط به مقایسه اثرات ساده گونه *Ag.intermedium* در این صفت نیز نسبت به تنش شوری متحمل تر بوده و تجمع ماده خشک در اندام هوایی گیاهچه ها بیشتر از گونه دیگر بوده و بطور کلی عملکرد آن نسبت به گونه *Ag.trichophorum* بهتر بوده است. در محیط شور مقادیر وسیع انرژی متابولیکی برای جذب یون ها از بین می رود و نتیجه آن کاهش انرژی قابل دسترس می باشد. تحت تنش شوری کاهش در ارتفاع گیاه، سطح برگ و وزن خشک کل معمول است (۱۷). کاهش در

Archive of SID

www.SID.ir

وزن خشک در بافت های گیاه در افزایش هزینه انرژی متابولیک و کاهش کسب کربن در سازگاری با نمک و اثرات نمک روی بافت ها (۸) و کاهش فتوسنتز در واحد سطح برگ ارتباط پیدا می کند (۱۷).

کاهش وزن خشک می‌تواند ناشی از کاهش سطح برگ و اقتصاد کربنی گیاه و کاهش نرخ فتوسنتزی به دلیل محدودیت های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب از قبیل کاهش رنگیزه های فتوسنتزی به خصوص کلروفیل ها باشد (۱۲). شاید بتوان کاهش رشد در شوری‌های بالا را نیز نوعی مکانیسم دفاعی در برابر استرس شوری و استرس آبی ناشی از آن دانست، چون با کاهش میزان رشد، میزان تعرق نیز کاهش می یابد که به نوعی تخفیف دهنده استرس آبی می باشد.

در شرایط آزمایشگاهی با افزایش شوری کاهش در وزن خشک را شاهدیم. در شرایط گلخانه نیز با افزایش شوری روند کاهشی را شاهد بودیم؛ البته موارد خلاف این روند کلی نیز وجود دارد.

این نتایج با نتایج دیگر پژوهشگران (۹، ۱۰ و ۲۴) همسویی دارد.

نسبت وزن خشک گیاهچه به وزن تر گیاهچه:

این نسبت در شرایط گلخانه محاسبه شد و نتایج بدین صورت بود که با افزایش شوری این شاخص در دو گونه افزایش یافت. بین ژنوتیپ ها و سطوح شوری اختلاف معنی دار بدست آمد و می توان گفت که با افزایش شوری این نسبت فزون یافته و تغییرات بین سطوح شوری بیشتر گردیده است. با افزایش شوری حضور یون ها در اطراف ریشه زیاد می شود. کاهش میزان آب مصرفی به دلیل کاهش قابلیت دسترسی ریشه به آب می باشد که در اثر کمبود آب در خاک در اثر تجمع یون های اضافی و کاهش پتانسیل آب خاک و ایجاد خشکی فیزیولوژیکی یا افزایش مقاومت در مسیر جریان آب در داخل گیاه نظیر کاهش تعداد آوندها و یا افزایش مقاومت روزنه و کاهش تعرق (۹) ایجاد می شود. کاهش آب موجود در گیاهچه با افزایش شوری دلیل، افزایش نسبت وزن خشک به وزن تر خواهد بود.

اثر تنش شوری بر غلظت کلروفیل a، b و کلروفیل کل:

نکته قابل توجه افزایش نسبی غلظت های کلروفیلی در برابر افزایش سطوح شوری در گونه ها بوده است.

پاسخ ژنوتیپ ها به سطوح مختلف شوری در بررسی اثر متقابل آنها و تاثیر بر میزان تجمع کلروفیل در اندام های هوایی گیاه، معنی دار بوده است؛ اما نکته دیگر بیشبود چشمگیر میزان کلروفیل a ، b و کلروفیل کل در اکسشن های ۳۴۲۴ و ۳۴۱۲ از دو گونه نسبت به دو اکسشن دیگر است بطوریکه این دو اکسشن با توجه به میانگین محتوای کلروفیلی در یک گروه (گروه a) قرار گرفته اند . دیگر اینکه محتوای کلروفیلی در تنش های بالا در اکسشن ۳۴۲۴ کاهش کمتری را نسبت به دیگر اکسشن ها نشان داده است.

Archive of SID

www.SID.ir

یکی از مهمترین دلایل کاهش کلروفیل‌ها تخریب آن‌ها به وسیله گونه‌های اکسیژن فعال (OH و H_2O_2 و O^{2-}) Reactive Oxygen Species (Ros) می‌باشد (۱۸)، کاهش فعالیت فتوسیستم II، کاهش فعالیت آنزیم روبیسکو و مهارسنتز ATP همگی باعث می شوند تا اکسیژن یک پذیرنده‌ی جایگزین برای الکترون‌های اضافی فتوسنتز باشد و تشکیل گونه‌های اکسیژن آزاد در کلروپلاست‌ها افزایش یابد (۴ و ۱۲). نرخ تولید Ros وابسته به گونه، مدت تنش، سن گیاه و مهم تر از همه شدت تنش می باشد (۱۸).

References:

1-Al-Khateeb, S.A., 2006. Effect of salinity and temperature on germination, growth and relations of *Panicum turgidum* Forssk. Bioresource technology vilume 97, Issue2.

2-Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Phisiology 24 : 1-15.

3-Assadian,N. W. and S. Miyamoto., 1987. Salt effects on alfalfa seedling emergence. *Agron. J*. 76:710-714.

4-Asada, D.I., 1999. Copper enzymes in isolated chloroplast: Scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons. Annual Review plant physiology and plant Molecular Biology 50: 601-639.

5-Badger, K.S. and I. A. Ungar., 1989. The effects of salinity and temperature on the germination of inland halophyt Hordeum. jubatum, Canadian Journal of Botany. 67: 1420-1425.

6-Brugnoli, E., and Bjorkman, D., 1992. Growth of cotton under continuous salinity stress: Influence of allocation pattern, stomatal and non stomatal components of photosynthesis and dissipation of excess light energy. Planta. 187: 335-347.

7-Goraham J.,E.Mc Donnell,E.Budrewicz and R.G.WynnJones., 1985.Salt tolerance in the Triticeae: Growt and Solute accumulation in Leaves of Thinopyrom bessarabicum. J.Exp. Bot. 36:1021-1031.

8-Greenway, H & R. Munns., 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. AnnRev. Plant physiol. 31: 149-190.

9-Houle G., Morel L., Reynolds C.E. and Siegel J., 2001. The effect of salinity on different developmental stages of an endemic annual plant, Aster laurentianus. *Amer. Jour*. Bot. 88:62-67.

10-Khan, M. A., and Rizvi, Y., 1994. Effect of salinity, temperature and growth regulation and early seedling growth of *Atriplex griffithii*. Can. J. Bot. 72: 475-479.

11-Khan, M.A.,B.Gul, and D.J.Weber.,۱۹۹۸. Germination of *Suaeda torreyana* dimorphic Seeds in relation to Salinity and temprature.Department of Botany and Range Science. Brigham Young University. Provo. Utah 84602-5181(Internet Search).

12-Lawlor, D.W. and Cornic, G., 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant, cell and Environment. 25:275-294.

13-Mauromicale, G. and Licandro, P., 2002. Salinity and temperature effects on germination, emergence and seedling growth of global Artichoke. Agronomie, 22: 443-450.

14-Mozaffarian, V., 1375. Plant taxonomy. Taxonomy morphology. Daneshe emrooz Publisher.

Archive of SID

www.SID.ir

15-Noble,C.L.,G.M.Halloran and D.W.West.,1984. Identification and selection for salt tolerance in lvcerne(Medicago Sativa). Avst.J.Agric. Res. 35:239-252.
16-Munns, R., 1993. Plant growth in saline soil. Some dogmas and hypothesis. Plant, Cell and Environment 16: 15-24.
17-Netondo, G. W., J.C. onyngo & e. Beck., 2004. Sorghum and salinity: II.Gasexchange and chlorophyll fluoresences of sorghum under salt stress. Crop sci. 44: 806-811.
18- Navari-Izzo, F., Quartacci, M.F. and Izzo, R., 1990. Water –stress induced changes in protein and free amino acids in field grown maize and sun flower. Plant physiology Biochemistry. 28:531-537.
19-Qasim, M. Ashraf, M.Y.Ashraf, S-U. Rahman & E.S. Rha., 2003. Salt induced changes in two canola cultivars differing in salt tolerance *Biologia plantarum.* 46: 629-632.
20-Shalhevet, J., Huck, M. G. and Schroeder, B. P., 1995. *Root and Shoot growth responses to salinity in maize and soybean*. Agron. J. 87: 512-516.
21-Shannon M.C., 1984. Breediing, selection and the genetics of salt tolerance. In: Salinity tolerance in plants. Staples. R. c. and G. H. Toenniessen (eds) John willey NewYork. p: 231-251.
22-Snapp, S. S. and Shenman, C., 1992. Effects of salinity on root growth and death dynamics of tomato (Lycopersican esculentum L.). Newphytol. 121: 71-77.
23-Soliman, M. F .,1988. Effect of salinity on growth and micronutrient composition of corn plants. Agro Chem. 32: 337-342.
24-Ungar, I.A., 1996. Effect of salinity on seed germination, growth and ion accumulation of Atriplex patula. Am: J. Botany. 83:604-607.
25-Ramak, P. khavari-Nejad, R. Hidari Sharifabad, H. Rafiee, M and Khademi, K., 2004. The effect of water stress on dry weight and photosynthetic pigments in two sainfoin species. Iranian Journal of Rangelands Forests Plant Breeding and Genetic Research. Vol. 14 No. (2).
26-Farhangian Kashani, S. Jafari, A.A. Moraghebi, F and Mohebbi, H.R ., 2007. Effect of salinity on seed germination in species of *Agropyron*, *Bromus*, *Secale* . Plant and Ecosystem. No. 12.

Archive of SID

www.SID.ir