Archive of SID

بررسی اکومورفولوژی و اکوفیزیولوژی *Cakile maritima Scop.* و *Convolvulus persicus L.* دو گیاه ماسه رست ساحل دریای خزر

مه‌لقا قربانلی[۱]، مژگان فرزامی‌سپهر[۲]، لاله جهانی[۳]

چکیده

محیط زیست ساحلی یک اکوسیستم تکامل یافته طبیعی است که به شدت آسیب‌پذیر و نسبت به آلودگی آب و تغییرهای اقلیمی بسیار حساس می‌باشد. با وجود شرایط سخت حاکم بر منطقه‌ی ساحلی، گیاهانی دیده می‌شوند که توانسته‌اند با برهمکنشی از مکانیسم‌ها بر این شرایط چیره شوند و بقای خود را در منطقه حفظ کنند.

فاکتورهایی مانند نور شدید آفتاب، بارندگی‌ها، بادهای شدید ساحلی، امواج سهمگین دریا، آلودگی‌های آب و خاک و مهم‌تر از همه اسپری آب شور دریا بر اکوسیستم ساحلی اثر گذاشته است. در این بررسی اثرات این عوامل بر روی دو گیاه *Cakile maritima Scop.* و Convolvulus *persicus L.* مورد مطالعه قرار گرفته است. بررسی‌ها بر روی این دو گیاه ماسه رست نشان می‌دهد که این گیاهان برای حفظ بقای خود تغییرهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی داشته‌اند. ساقه‌ها و برگ‌های گوشتی، ساقه‌ها و برگ‌های پر از کرک در ساختار مورفولوژی آن‌ها و افزایش ترکیب‌های اسمولیتی مانند پرولین، کربوهیدرات‌های محلول و پروتیین‌ها در عملکرد فیزیولوژی آن‌ها این گیاهان را بردبار و سازگار با این فاکتورهای تنش‌زا می‌کند.

در گیاه *C.maritima* ساقه‌ها و برگ‌ها برای رقیق‌کردن یون‌های زیان‌آور گوشتی شده‌اند و ریشه‌ها بسیار عمیق هستند. بررسی‌های فیزیولوژیکی نشان‌داده که میزان پرولین و پروتیین در دو بخش هوایی و زیرزمینی بیش‌ترین مقدار را نسبت به *C.persicus* نشان می‌دهد و هم‌چنین میزان قندهای محلول در بخش هوایی در این گیاه بیش‌تر از *C.persicus* است.

در گیاه *C.persicus* ساقه‌ها و برگ‌ها پوشیده از کرک‌های بی‌شماری است. این گیاه دارای ریزوم می‌باشد که در شرایط شوری زیاد از طریق ریزوم‌ها تولید مثل انجام می‌شود. میزان قندهای محلول در بخش زیرزمینی بیش‌تر از *C.maritima* است.

کلمه‌های کلیدی: *Cakile maritime* – *Convolvulus persicus* – پرولین – پروتیین – قندهای محلول.

مقدمه

دریای‌خزر با ۶۴۳ Km^2 وسعت و حجم ۷۷۰۰۰ کیلومتر مربع بزرگ‌ترین دریاچه دنیا به شمار می‌آید و با میزان شوری ۱/۳ گرم درصد و مقادیری از یون‌های کلسیم و سولفات‌سدیم اکوسیستم ساحلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۱ استادیار گروه زیست‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان. عهده‌دار مکاتبه‌ها. (E-mail:Ghorbanli@yahoo.com)

۲ استادیار گروه زیست‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه.

۳ دانشجوی کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

تاریخ دریافت: زمستان۱۳۸٦ تاریخ پذیرش: تابستان۱۳۸۷

www.SID.ir

Archive of SID

منطقه‌ی ساحلی، ناحیه‌ای است که آب و خشکی به هم می‌پیوندند و در بیش‌تر بخش‌هایی از آن آب شیرین و شور با هم مخلوط می‌شوند. این ناحیه دارای پیچیده‌ترین و در عین‌حال غنی‌ترین اکوسیستم‌های روی زمین است. محیط زیست ساحلی یک سیستم تکامل یافته طبیعی است که به شدت آسیب‌پذیر بوده است و نسبت به آلودگی‌های آب و تغییرهای اقلیمی حساس می‌باشد (عمید مرندی، ۱۳۷۹).

رشد روز افزون جمعیت، برنامه‌های رفاهی شتاب‌زده و ساخت و سازهای بی‌رویه و غیر مجاز روند تخریبی منابع آب و خاک را شدت داده است و آلودگی منابع را موجب شده است. در نتیجه بر روی پوشش‌های گیاهی این منطقه اثرات مخربی داشته است، به طوری که بسیاری از گونه‌ها در معرض انقراض و نابودی هستند و یا در رقابت زیستی جایگزین شده‌اند.

گیاهان مناطق ساحلی گیاهانی هالوفیت (شورپسند) یا تحمل‌کننده شوری هستند. این گیاهان به طور طبیعی در اکوسیستم‌های ساحلی شور رشد می‌کنند. تعدادی از این گونه‌های سازش‌پذیر در سطوح مختلف سازمان‌دهی شده‌ای وجود دارند که چرخه کامل رشد و نمو آن‌ها تحت چنین شرایط سختی صورت می‌گیرد (Flowers & All, 1986 ; Tipirdamaz & All, 2005). گونه‌های هالوفیت به عنوان یک محصول با پتانسیل بالا شناخته شده است (Oleary, 1984 ; Glenn & All, 1999). به علاوه نقش اکولوژیکی آن‌ها در احیای اکوسیستم یا مناظر آسیب دیده است (Debez, 2004). امروزه بهره‌وری از هالوفیت‌ها مورد توجه قرار گرفته است زیرا خاک‌های شور در حال افزایش و آب‌های شیرین در حال کاهش است (Khan & Weber, 2006).

گیاهان مناطق ساحلی تحت تأثیر آب شور دریا، بادهای شدید ساحلی، دمای بالا، خشکی، موادی با نفوذپذیری بالا، نور مستقیم خورشید هستند (Hesp, 1991 ; Clark, 1986 ; Rozema & All, 1985 ; Barbour & All, 1985). پاسخگویی گونه‌ها به اسپری آب شور با توجه به درجه شوری متفاوت است (Barbour & All, 1985 ; Sykes & Wilson, 1990).

دانه‌های هالوفیت تحت شرایط طبیعی در معرض استرس شوری به خصوص NaCl هستند که در این مرحله مانند گلیکوفیت‌ها حساس می‌باشند. تعادل اسمزی یک مکانیسم کلیدی است که هالوفیت‌ها توانایی سازگار کردن خودشان با سطوح بالای شوری و به دست آوردن آب کافی برای رشد و نمو را دارند (Song & All, 2006b)؛ هم‌چنین تفاوت‌های ژنوتیپی آن‌ها نقش مهمی در سازگاری آن‌ها با محیط اطراف آن‌ها را دارد (Gunasekera & All, 2006).

سازش‌پذیری این گیاهان ساحلی با اسپری نمک توسط برهمکنش‌های چندین مکانیسم صورت می‌گیرد که بر مورفولوژی، آناتومی و فیزیولوژی این گیاهان اثر گذاشته است. مکانیسم مبارزه با اثرات شوری می‌تواند رقیق کردن یون‌ها از طریق برگ‌ها و ساقه‌های گوشتی، از بین بردن نمک اضافی از راه غده‌های نمکی و یا ذخیره در کرک‌های بادکنکی نمک و یا جلوگیری از ورود نمک توسط ریشه و تولید محصول‌های آلی اسمولیتی باشد (Li & Zhao, 1999).

گیاهان مورد مطالعه در این پژوهش *Cakile maritime* و *Convolvulus persicu* می‌باشد:

www.SID.ir

Archive of SID

– *C.maritima* از تیره Brassicsceae گیاهی است گوشتی و یک ساله، برگ‌ها دارای تقسیم‌های شانه‌ای و بدون کرک که در ماسه‌ها و توده‌های شنی نزدیک به دریا رشد می‌کند.

– *C.persicus* گیاه است یک ساله از تیره Convolvulaceae که پر از کرک‌های بلند ابریشمی و کشیده می‌باشد، گل به صورت منفرد و دوره‌ی گلدهی بسیار کوتاه و دارای ریزوم که در ماسه‌های مجاور دریا رشد می‌کند.

هدف از این تحقیق بررسی الگوهای رفتاری دو گیاه *Convolvulus persicus* و *Cakile maritima* است که بر روی ماسه‌های ساحل دریای‌خزر می‌رویند. میزان قند، پروتیین، پرولین و ساختار تشریحی این گیاهان ساحلی مورد بررسی قرار گرفته است که برخی الگوهای رفتاری آن‌ها مشخص و با هم مقایسه شده‌اند .

مواد و روش‌ها

– منطقه مورد مطالعه: ساحل شهرستان محمودآباد که در جنوب دریای خزر قرار گرفته است برای انجام این تحقیق در نظر گرفته شده است. این منطقه از نظر موقعیت جغرافیایی به طول شرقی ′۱۵ °۵۲ و عرض شمالی ′۳۶ °۳۶ است. اقلیم منطقه در ناحیه‌ی خزری قرار دارد و عبور جریان‌های مرطوب باعث ریزش‌های جوی به نسبت زیادی شده است؛ به طوری که نوسان سالانه رطوبت نسبی حدود۷۰٪ است. جریان باد در این منطقه در جهت شمال غربی است. نوار ساحلی از ساحل ماسه‌ای و تپه‌های کم ارتفاع ماسه‌ای با کمی پستی و بلندی است. این اراضی از خاک‌های عمیق ماسه‌ای با بافت متوسط تا سبک تشکیل شده است. در مواقع طوفانی بودن دریا، امواج با نیروهای عظیم خود، ضربه‌های سنگینی بر ساحل وارد می‌آورد اما این امواج تا اندازهای سطحی هستند.

– جمع‌آوری گیاهان و انجام مطالعه‌های آناتومی: در فصل بهار دو*گیاه* *Convolvulus persicus* و *Cakile maritime*از منطقه‌ی ساحلی جمع‌آوری شدند. قطعه‌های برگ، ساقه، ریزوم و ریشه در فیکساتیو الکل‌گلیسیرین تثبیت شد. سپس برش‌های دستی به صورت عرضی از بخش‌های مختلف گرفته شد و نمونه‌ها پس از آماده‌سازی با رنگ‌های کارمن زاجی و آبی متیل رنگ آمیزی شدند. بهترین نمونه انتخاب و برای عکس‌برداری آماده شد.

مطالعات فیزیولوژیکی

در فصل بهار دو گیاه مورد نظر در منطقه انتخاب شدند و در یک طرح کاملاً تصادفی آزمایش‌هایی بر روی این گیاهان با نه تکرار از هر یک از اندام‌های هوایی و زیرزمینی انجام شد.

– سنجش میزان پرولین آزاد (Bates & All, 1973): ۰/۵ گرم از بخش هوایی و یا بخش زیرزمینی پس از توزین دقیق با ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳٪ در هاون چینی به خوبی ساییده و هموژن شد. به ۲ میلی‌لیتر از محلول صاف شده، ۲ میلی‌لیتر

www.SID.ir

Archive of SID

معرف نین‌هیدرین، ۲ میلی‌لیتر اسید استیک‌گلاسیال اضافه شد و به مدت ۱ ساعت در بن‌ماری با دمای ^{0C} ۱۰۰ قرار داده سپس در هر لوله آزمایش ۴ میلی‌لیتر تولوئن اضافه شد و پس از تثبیت لوله‌ها دو لایه کاملاً جداگانه تشکیل شد. پرولین در سطح رویی قرار می‌گیرد که توسط قیف دکانتور از بخش زیری جدا می‌شود. با استفاده از اسپکتروفتومتر جذب نوری کلیه نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده می‌شود. واحد اندازه‌گیری پرولین برحسب $\mu mol\ g^{-1}$ در وزن تر بافت می‌باشد.

- اندازه‌گیری میزان پروتیین: که به روش Lowry & All (۱۹۵۱) انجام شد.

روش آزمایش

الف تهیه عصاره پروتیینی: نمونه‌های برداشت شده در آون به مدت ۲۴ ساعت خشک شد. عمل همگن‌سازی نمونه‌های خشک در ۲ میلی‌لیتر بافرتریس اسیدکلریدریک و در ظرف محتوی یخ انجام شد. ترکیب بافر تریس اسیدکلریدریک به قرار زیر است:

۵۰ میلی‌لیتر تریس ۰/۲ نرمال، ۲۶/۸ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۰/۲ نرمال، ۱۷/۲ گرم ساکارز، ۰/۱ گرم اسیدآسکوربیک، ۰/۱ گرم سیستئین‌کلراید.

همه این مواد در آب مقطر حل و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد، pH نهایی محلول در حدود ۸ تثبیت شد سپس نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دور به نسبت بالا (۵۰۰۰ g) سانتریفوژ شدند.

ب انجام واکنش مورد نظر برای سنجش پروتیین: برای هر لوله آزمایش ۴/۹ میلی‌لیتر Na_2Co_3 ۲٪، ۰/۵ میلی‌لیتر تارتارات سدیم- پتاسیم و ۰/۰۵ میلی‌لیتر سولفات‌مس ۱٪ افزوده و سپس ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره پروتیین استخراج شده را به مخلوط به دست اضافه شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فنلی‌فولن‌سیوکالتئو به هر لوله افزوده شد و جذب هرکدام را در طول موج ۷۰۰ نانومتر می‌خوانیم. واحد اندازه‌گیری برحسب $mg\ g^{-1}$ بافت خشک گیاه می‌باشد.

ج) اندازه‌گیری میزان قندهای محلول: این آزمایش به روش (Kochert, 1978) انجام شد. در این روش برای جداسازی قندها از وزن خشک هر یک از بخش هوایی و ریشه‌ای استفاده شد و به این ترتیب که ۰/۱ گرم از نمونه‌ی مورد نظر را وزن کرده و از روش فنل- اسیدسولفوریک استفاده می‌شود. الکل اتانول ۸۰٪ به میزان ۴۰ میلی‌لیتر کم‌کم به هاون اضافه کرده و پس از حرارت دادن به مدت ۱ ساعت در حمام بخار و به مدت ۱۰ دقیقه و با شتاب ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ می‌شود. ۲ میلی‌لیتر از عصاره تهیه شده را با ۲ میلی‌لیتر محلول ۵٪ فنل و ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ مخلوط کرده و میزان جذب در ۴۸۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده می‌شود. واحد اندازه‌گیری قند برحسب $mg\ g^{-1}$ وزن خشک هریک از اندام‌های هوایی و زیرزمینی است. هر یک از بخش‌های هوایی و زیرزمینی با ۹ بار تکرار انجام شد. نتایج آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری Excell مورد تجزیه و تحلیل آماری قرارگرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

نتایج آناتومی

– *C.maritima* : این گیاه دارای برگ و ساقه‌ی گوشتی است. نتیجه‌های آناتومی نشان داد که سلول‌های درشت مزوفیل منطقه‌ی زیادی را اشغال‌کرده است. کوتیکول به نسبت ضخیمی‌دیده می‌شود. در ساقه وسعت پارانشیم پوست به نسبت کم است و سلول‌های آبکش به وفور دیده می‌شوند. در ریشه سلول‌های چوبی به قدری گسترش یافته که اثر کمی از پارانشیم مغز به جای مانده است. سلول‌های چوب پنبه‌ای در سطح قابل دیدن هستند. فیبرهای روی آبکش نیز به راحتی مشاهده می‌شود (شکل۱ a, b, c**).**

– *C.persicus* : گیاهی است علفی، برگ‌ها و ساقه پر از کرک‌های بلند به طوری که گیاه ظاهری نقره‌ای دارد. این گیاه دارای ریزوم است. نتیجه‌های آناتومی کرک‌های ساده و تک سلولی که به صورت فشرده قرار گرفته‌اند را نشان می‌دهد. در ساقه نیز کرک‌ها بسیار بلند، ساده و تک سلولی هستند. فیبرها به صورت یک ردیف ممتد، سلول‌های آبکش را احاطه‌کرده و وسعت زیاد سلول‌های چوب نیز قابل مشاهده است. سلول‌های آبکش از دو طرف سلول‌های چوب را در برگرفته است. بلورهای کلسیم (ماکل) به وفور دیده می‌شود. سلول‌های چوب پنبه‌ای در ریزوم وجود دارد، دانه‌های نشاسته در پارانشیم پوست و مغز زیاد است (شکل۲ a, b, c**).**

نتایج فیزیولوژیکی

– نتیجه‌های به دست آمده از سنجش میزان پرولین در دو بخش هوایی و زیرزمینی: آنالیزها نشان داده است که میزان پرولین در دو بخش هوایی و زیرزمینی در گیاه *C.maritima* بیش‌تر است. اندازه‌های آن در اندام هوایی ۱/۴۹ $\mu mol\ g^{-1}\ FW$ **و در بخش زیرزمینی برابر با ۰/۷۴** $\mu mol\ g^{-1}\ FW$ **می‌باشد که در مقایسه با گیاه *C.persicus* تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد (نمودار۱).**

– نتیجه‌های به دست آمده از اندازه‌گیری میزان قندهای محلول در دو بخش هوایی و زیرزمینی: نتیجه نشان می‌دهد که میزان کربوهیدرات‌های محلول در اندام هوایی گیاه *C.maritima* بیش‌تر است و در حدود ۱۲۴/۸۱ $mg\ g^{-1}DW$ **می‌باشد ولی بیش‌ترین میزان قندهای محلول در اندام زیرزمینی در گیاه *C.persicus* است و در حدود ۱۰۴/۵۰** $mg\ g^{-1}DW$ **است که نسبت به *C.maritima* تفاوت زیادی دارد (نمودار۲).**

– نتیجه به دست آمده از میزان پروتیین در دو بخش هوایی و زیرزمینی: آنالیزها نشان می‌دهد که میزان غلظت پروتیین در دو بخش هوایی و زیرزمینی در گیاه *C.maritima* بیش‌تر از گیاه *C.persicus* است. به طوری که میزان غلظت پروتیین در اندام هوایی حدود ۱/۶۰۹ و در اندام زیرزمینی در حدود $mg\ g^{-1}DW$ **۱/۶۵۷ می‌باشد (نمودار۳).**

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

نوارهبندی و توالی در سیستمهای ساحلی بیشتر نتیجهی تحمل گونهها به اسپری شوری است (Boyce, ؛Oosting, 1945 1954) **و پراکندگی گونهها در جمعیتهای ساحلی ملزم به بردباری آنها به اسپری شوری است** (Rozema, Oosting, 1945 ; 1985)**. گیاهان مناطق ساحلی تحت تأثیر اسپری آب شور دریا، بادهای شدید ساحلی، دمای بالا، خشکی، موادی با نفوذپذیری بالا، نور مستقیم خورشید هستند** (Hesp, 1991 ; Clark, 1986 ; Rozema & All, 1985 ; Barbour & All, 1985)**. اسپری آب نمک یک آشوب زیستی است که نقش اکولوژیکی در بسیاری از جوامع ساحلی دارد و مطالعهها ثابتکرده است که اسپری نمک تعادل آب در گیاه را از بین میبرد** (Munns, 1993)**، موجب نکروز یا کاهش سطح برگی میشود** (Karschon, 1993) **و منجر به کاهش رشد میشود** (Tomiaga, 1991)**.**

گیاهان مناطق ساحلی گیاهانی هالوفیت یا تحملکننده شوری هستند و توانایی آنها در تحمل استرس شوری در چرخهی زیستی متغیر است (Khan, 2002)**. دو گیاه** *Cakile maritima* **و** *Convolvulus persicus* **دو گونهی ماسه رست میباشند که در یک منطقه و با شرایط یکسان محیطی رشد میکنند ولی الگوهای رفتاری این دو گیاه نسبت به فاکتورهای محیطی (باد شدید، نور مستقیم آفتاب، آلودگی) و به ویژه اسپری نمک متفاوت است و این نشان دهنده مکانیسمهای متفاوتی است که گیاه برای سازگاری با محیط زیست انتخاب میکند.**

مورفولوژی گیاهان فاکتور مهمی در بقای گونههای گیاهی در یک منطقه استرسزا است. مورفولوژی گیاه ظرفیت گیاه در جمعآوری نور، به دست آوردن آب و عناصر غذایی و مکانیسمهای مبارزه آن با عوامل استرسزای محیطی را نشان میدهد.

این گیاهان تحت تأثیر اسپری آب شور دریا هستند. افزایش یونهای سدیم و کلراید میتواند برای گیاه مضر باشد. مکانیسم مبارزه با این اثر میتواند رقیقکردن یونها در میان برگها و یا ساقههای گوشتی که در گیاه *C.maritima* **دیده میشود و در گیاه** *C.persicus* **از بین بردن نمک اضافی از طریق غدههای نمکی و یا ذخیره در کرکها صورت میگیرد و گاهی ریشهها نیز از ورود نمک جلوگیری میکنند** (Zhao & Li, 1999) **و همچنین کرکهای انبوه بر روی سطح ساقه و برگهای این گیاه میتواند از اندامکهای حیاتی درون سلول مانند کلروپلاست در مقابل فاکتورهای محیطی مانند اشعه شدید آفتاب، محافظت کند که یکی از راههای مبارزه با اثرهای آب شور دریا میباشد (شکلهای ۱ و ۲).**

دیوارهی سلولهای اپیدرمی و کوتیکول برگها تحت تأثیر شوری، ضخیم میشوند. افزایش در ضخامت برگها در پاسخگویی به شوری شامل افزایش تعداد لایههای سلولهای مزوفیلی یا اندازه سلولها یا هر دوی آنها است. سلولهای بزرگ در برگهای گیاهان تحت شوری نتیجه افزایش بسط دیواره سلولی همراه با فشار تورگر بالا است (Jennigs, 1976 ; Strogonov, 1964 ; Termat & Munns, 1986)**. با افزایش سطح داخلی هر واحد از سطح برگی، برگ گوشتی ممکن است جذب اکسیژن را از هر واحد از ناحیهی برگی افزایش یابد** (Shannon, 1994)**. کوتیکول و ومهای اپیکوتیکولی نقش مهمی در حفظ گیاه در مقابل**

www.SID.ir

Archive of SID

شوری دارد (شکل۱) (Bckovac & All, 1981 ; Jefree, 1986). شوری، هم‌چنین سبب افزایش تولید فیبرها و بلورهای کلسیم می‌شود (Eckstein & All) که در گیاه C.persicus فیبرها در یک ردیف قرار دارند. افزایش آوندهای چوبی که در دو گیاه وجود دارد، در نتیجه شوری به دست آمده است که با نتایج Strogonovo در سال ۱۹۶۴ برابری دارد. چوب پنبه‌ای شدن سطح خارجی ریشه و ریزوم نتیجه غلظت‌های بالای سدیم و کلر در محیط ریزوسفر است (شکل‌های ۱ و ۲).

ریزوم‌ها که در زیر ماسه‌ها دفن شده‌اند مواد غذایی را در خود ذخیره می‌کنند و با شروع فصل گرم و با مصرف مواد ذخیره‌ای اندام‌های هوایی شروع به رشد می‌کنند و قبل از سردشدن هوا از بین می‌روند، کوتاه بودن دوره زندگی این گیاه دلیلی بر بقای آن می‌باشد. با افزایش درجه‌ی شوری بسیاری از گیاهان در زیستگاه خود از راه ریزوم‌ها تولید مثل می‌کنند. ریزوم‌های بلند و ریشه‌های عمیق و قامت کوتاه آن‌ها سبب ایستادگی و مقاومت در برابر بادهای شدید ساحلی است.

گیاهان علاوه بر تغییر در ساختار مورفولوژی خود برای سازگاری با عوامل محیطی از چندین مکانیسم فیزیولوژی دیگری نیز بهره می‌گیرند که برهمکنش این مکانیسم‌ها گیاه را سازش‌پذیر می‌سازد. یکی از این مکانیسم‌ها می‌تواند تولید محلول‌های آلی اسمولیتی باشد (Zhao & Li, 1999). محلول‌های آلی اثرات مشابهی با یون‌های غیر آلی در افزایش تحمل به استرس شوری دارند. تأکید شده است که فعالیت آنزیم‌ها و سایر ماکرومولکول‌ها در تعادل پتانسیل اسمزی در واکوئل‌ها نقش دارد. پرولین یکی از محلول‌های آلی است که دربیش‌تر هالوفیت‌ها، استرس شوری را کم می‌کند (Xiao, 2000 ; Ruan & Xie, 2002 ; Yin & All, 2003)در تنظیم تعادل آبی از حذف پروتیین در برابر کمبود آب نگهداری می‌کند (Zhao & Li, 1999). در واقع جمع شدن میزان پرولین در گیاهان شاخص بردباری گیاه به شوری است (Ashraf, 1993 & 1994 ; Ali & All, 1999). افزایش میزان پرولین تحت شوری ممکن است به خاطر شکستن پروتیین غنی از پرولین یا سنتز از نو پرولین باشد (Tewari, 1991). این اسیدآمینه ضد تنش در گیاه C.maritima بیش‌تر از C.persicus است و این نشان می‌دهد که این گیاه بدون کرک است و مقایسه با C.persicus تحت تنش شوری پرولین بیش‌تری تولید می‌کند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که مقدار پرولین در اندام هوایی بیش‌تر از ریشه است زیرا برگ اندام اصلی گیاه است که پرولین را انباشته می‌کند (Kueh, 1982 ; Dix, 1984 ; Chandler, 1987).

قندهای محلول گروه دیگری از محلول‌های آلی هستند که افزایش قندهای محلول در گیاهان هالوفیت تحت تنش شوری دیده می‌شود (Zhao, 1999 ; Shen & Chen, 2001 ; Song & All, 2006b). تغییرهایی در میزان هیدرات‌های کربن از جمله ویژگی‌های مهم در هنگام تنش، شوری است؛ چرا که در ارتباط مستقیم با فرایندهای فیزیولوژیکی مهم از جمله فتوسنتز، تراجایی و تنفس می‌باشند. در میان هیدرات‌های کربن محلول ساکارز و فروکتان نقش مهمی در سازش به تنش شوری دارند (William & All, 1992).

www.SID.ir

Archive of SID

Helin و Olmos (۱۹۹۶) نشان دادند که شوری تا حد معینی جذب CO_2 را تحریک می‌کند و انباشتن کربوهیدرات‌ها در برگ‌ها را موجب می‌شود. آنالیزهای انجام شده بر روی میزان تولید قندهای محلول در دو گیاه ساحلی نشان داد که میزان تولید هیدرات‌های کربن محلول در بخش هوایی در گیاه C.maritima بیش‌تر از C.persicus بوده ولی میزان قند در بخش زیرزمینی در گیاه C.persicus بیش‌تر بوده است (نمودار۲). طبق نظر Sayed (۱۹۹۲) ، کربوهیدرات‌های محلول در برگ‌های گیاه سورگوم توسط آبیاری با آب شور کاهش می‌یابد که در گیاه C.persicus این کاهش وجود دارد.

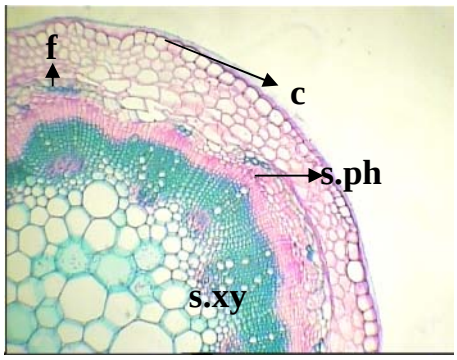
در طی تنش شوری، جمع‌شدن مواد فعال اسمزی مانند پروتیین‌ها، اسیدهای آمینه، پلی‌آمین‌ها در ایجاد مکانیزم بردباری به نمک در گیاهان مؤثر است (Martin & All, 1993). Helin و Olmos (۱۹۹۶) این نظر را داشتند که در سلول‌های سازش یافته به نمک، انباشتن پروتیین‌ها برای تنظیم اسمزی روی می‌دهد. Subbanaldu (۱۹۸۷) بیان داشت در جو نیز سنتز طیف وسیعی از پروتیین‌ها به‌وسیله تنش شوری افزایش یافته است و شوری سبب القای هماهنگ پروتیین‌های جدید می‌شود. نتیجه‌ها نشان می‌دهد که بیش‌ترین میزان پروتیین در دو بخش هوایی و زیرزمینی در گیاه C.maritima دیده شده است (نمودار۳) و کاهش پروتیین در گیاه C.persicus در دو بخش هوایی و زیرزمینی می‌تواند به علت کاهش سنتز پروتیین باشد که مربوط به کاهش نسبتی از مقدار یون‌های موجود در گیاه می‌باشد که با گزارش Morschner (۱۹۸۹) همسویی دارد (نمودار۳).

گیاهان مناطق ساحلی تحت تأثیر عوامل گوناگون محیطی به خصوص اسپری آب شور دریا هستند. حفظ تعادل اسمزی یک مکانیسم کلیدی است که هالوفیت‌ها توانایی سازگار کردن خودشان را با سطوح بالای شوری و به‌دست آوردن آب کافی برای رشد و نمو دارند و برای حفظ تعادل اسمزی این دو گیاه ساحلی مکانیزم‌های متفاوتی را انتخاب کردند تا خود را با شرایط سخت سازگار کنند. در نهایت می‌توان گفت که خصوصیت‌های متفاوت مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی این دو گیاه منجر به بروز الگوهای رفتاری متفاوت آن‌ها در برابر تنش‌های وارده شده است به طوری‌که برگ‌ها و ساقه‌های گوشتی در C.maritima و برگ‌ها و ساقه‌های کرک‌دار در C.persicus در ساختار مورفولوژیکی و افزایش ترکیب‌های اسمولیتی مانند پرولین در C.maritima و افزایش قندهای محلول در C.maritima (در برگ‌ها) و در گیاه C.persicus (در ریزوم) و افزایش پروتیین در C.maritima در ساختار فیزیولوژیکی، آن‌ها را سازگار با تنش‌های محیطی می‌کند.

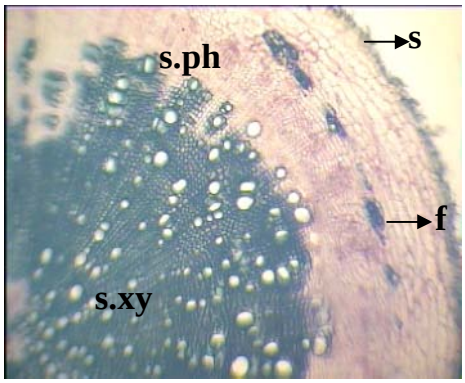
www.SID.ir

Archive of SID

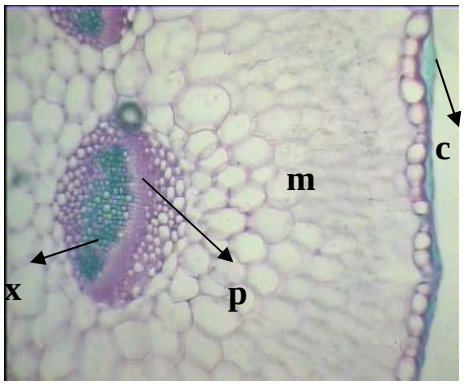
a)



b)



c)



شکل۱ برش عرضی بخش‌های مختلف *C.maritima*

a **: ساقه (بزرگ‌نمایی۴۰×):** s.xy **= چوب پسین،** C **= کوتیکول،** F **= فیبر،** s.ph **= آبکش پسین**

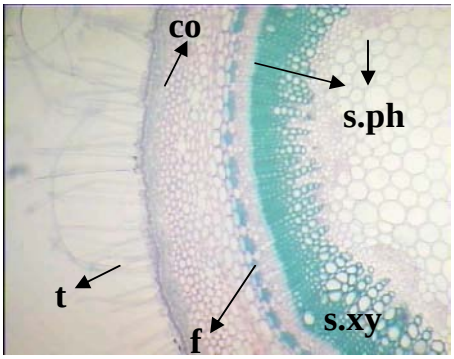
b **: ریشه (بزرگ‌نمایی۱۰۰×):** s.xy **= چوب پسین،** s.ph **= آبکش پسین،** F **= فیبر،** s **= فلوژن**

c **: برگ (بزرگ‌نمایی۴۰×):** m **= مزوفیل،** C **= کوتیکول،** x **= چوب نخستین،** Ph **= آبکش نخستین**

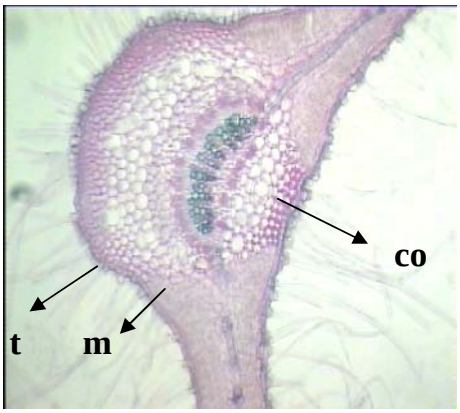
www.SID.ir

Archive of SID

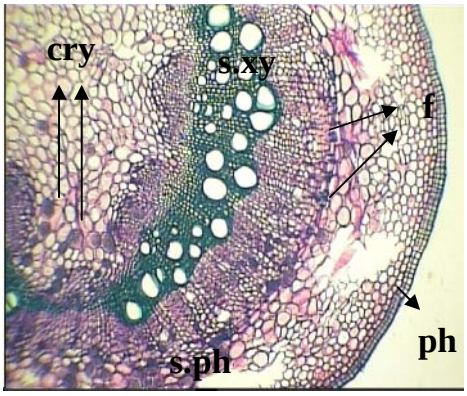
a)



b)



c)



شکل۲ برش عرضی بخش‌های مختلف *C.persicus*

a **: ساقه (بزرگ‌نمایی۴۰×):** s.xy **= چوب پسین،** s.ph **= آبکش پسین،** t **= کرک،** f **= فیبر،** co **= کلانشیم**

b **: برگ (بزرگ‌نمایی۴۰×):** t **= کرک،** co **= کلانشیم،** m **= مزوفیل**

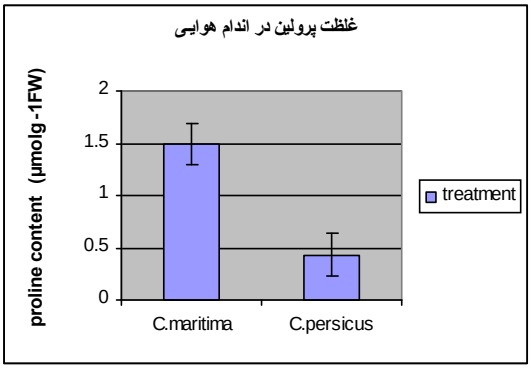
www.SID.ir

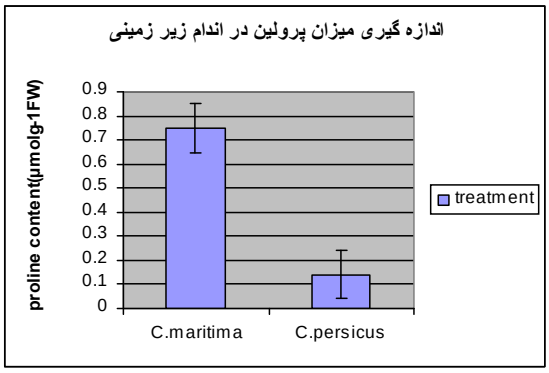
Archive of SID

c : **ریزوم (بزرگ‌نمایی۴۰×):** ph = **لایه فلوژن،** f= **فیبر،** s.xy = **چوب پسین،** s.ph = **آبکش پسین،** cry = **بلورهای کلسیم**

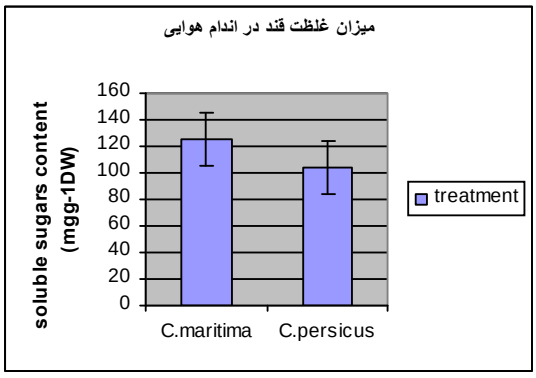
www.SID.ir

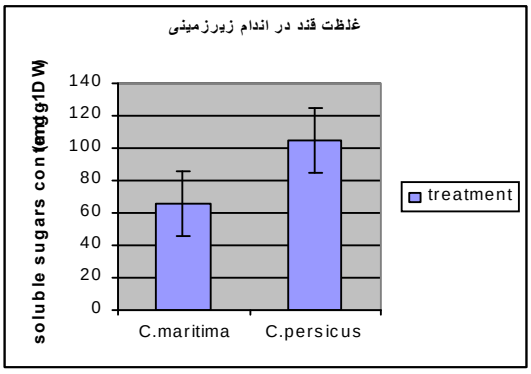
Archive of SID



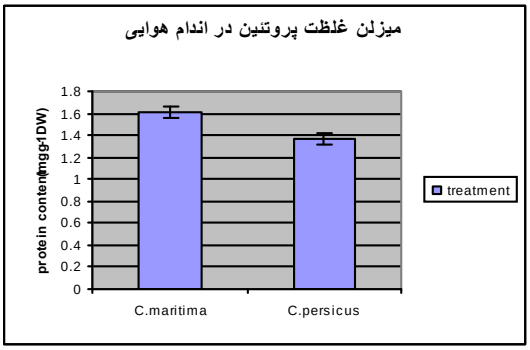


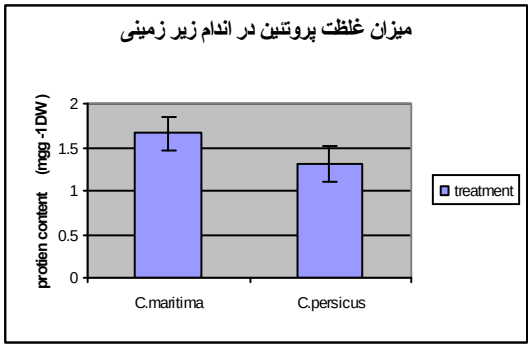
نمودار۱ میزان غلظت پرولین در دو بخش هوایی و زیر زمینی: این نمودار میزان پرولین را در دو گیاه *C.persicus* و*C.maritima* را نشان می‌دهد. تفاوت‌های آشکاری از میزان غلظت پرولین در دو گیاه می‌توان مشاهده‌کرد که بیش‌ترین میزان در هر دو اندام هوایی و زیرزمینی مربوط به *C.maritima* است.





نمودار۲ غلظت کربوهیدرات‌های محلول در اندام‌های هوایی و زیرزمینی دو گیاه C.maritima وC.persicus : بیش‌ترین مقدار قند در اندام هوایی متعلق بهC.maritima **و بیش‌ترین مقدار قند در اندام زیرزمینی مربوط به** C.persicus **است.**





www.SID.ir

Archive of SID

نمودار۳ میزان غلظت پروتیین در دو بخش هوایی و زیرزمینی در دو گیاه C.maritima وC.persicus: بیش‌ترین مقدار پروتیین در دو بخش هوایی و زیرزمینی در گیاه *C.maritima* دیده می‌شود.

منابع

مرندی، ع. ۱۳۷۹ ـ ۱۳۸۰. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مطالعه برنامه ملی مقابله با آلودگی نفتی در شرایط اضطراری دریای خزر . دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

Ali, G, Srivastava, PS, Igbal M. 1999. Proline accumulation, protein pattern and photosynthesis in regenerants grown under stress. Biol Plant 42:89-95

Ashraf,M. 1993. Effect of sodium chloride on water relations and some organic osmotica in arid zone plantspecies Melilotus indica (L.). AllDer Tropen 94:95-102.

Ashraf,M. 1994. Organic substances responsible for salt tolerance in Eruca sativa. Bio Plant 36:61- 71.

Barbour,M.G., DeJong,T. M. & Pavlik,B.M. 1985.Marine beach and dune plant communities. In: Chabot, B.F.& Mooney, H.A.(eds).Physiological ecology of North American plant communities, pp. 296-322.Chapman & Hall, New York, NY.

Bates,L.S., Waldern,R.P., Trear,ID. 1973.Rapid determination of free proline for water- stress studies, Plant Soil, 39:205-207.

Boyce, S.G. 1954.The salt spray community. Ecological Monographs 24:29-67.

Bukovac,M.J., H.P.Rasmussen, & V.E.Shull. 1981. The cuticule: surface structure and function. Scan.Electron Microsc. 3:213-223.

Chandler,S.F., Thorpe,T.A. 1987. Characterization of growth , water relations and proline accumulation in sodium sulfate tolerant callus of Brassica nupus L.cv.wester(canola), Plant physiol. 1987, 84:106-111.

Clark,J.S. 1986.Coastal forest tree populations in changing environment , SE Long Island, New York. Ecol. Monog.56:97-126.

www.SID.ir

Archive of SID

Dix,P.J., Mclysaght,V.A, Pearce,R.S. 1984.The potenial of cell cultres for the production of salt- tolerant cultivars, In Efficiency in plant Breeding, Eds., W.Langr, A.C.Zeve, N,G,Hogenboom, , pp219-222, pudoc Wageningen.

Debez,A, Ben, Hamed, Grignon,C. Abdelly C. 2004. Salinity effects on germination , growth , and seed production of halophyte Cakile maritima. Plant Soil 262:179-189.

Eckstein,D., W.Liese & N.Paramewaran. 1976.Onthe structural changes in wood and bark of a salt-damaged horse chestnut tree.Holzforschung 30:173-178.

Flowers ,T.J, Hajibagheri, M.A, Clipson, N.J.W. 1986. Halophytes Quart Ker Biol 61:313-337.

Glenn,E.P, Brown.J.J, Blumwald. 1999. Salt tolerance and crop potential of halophytes. Crit Rev Plant Sci 18:227-255.

Gunasekera CP,Martin LD,Siddique KHM,Walton GH. 2006. Genotype by environment interaction of Indian mustard (Brassica juncea L.) & canola (B.napus L.) in Mediterranean- type environment. Crop growth & seed yield Europ J Agr. 25:1-12.

Hesp,P.A. 1991. Ecological processess and plant adaptations on coastal dunes.J.Arid ENVIRON. 21 (2) : 165-191.

Jefree,E.J. 1986.The cuticle epicuticular waxes and trichomes of plants, with reference to their structure, function and evolution .p. 23-64. In B. Juniper and R.Southwood (ed.) Insects and the plant surface. Edward Arnold, London.

Jennigs, D.H. 1976. The effect of sodium chloride on higher plants. Bio. Rev. 51:453-486.

Karschon S.R.D.R.Young. 1993. Factors contributing to the decline of Pinus taeda on a Virignia barrier island. Bulletin of the Torrey Botanical Club 120:431-438.

Khan,M.A.& Weber, D.J.(eds). 2006: Ecophysiology of high salinity tolerant plants. – Springer, Dordrecht.

www.SID.ir

Archive of SID

Khan,M.A. 2002: Halophytes seedgermination: success akd pitfalls. – In: Hegazi, A.M. (ed.), International symposium on optimum resource utilization in salt affected ecosystem in arid and semi arid region: 346-358.

Kochert,A. 1978. Hand book of physiological methods: Physiological & Biochemical methods, Cambridge University Press. 4.Kohorn BD: WAKS : cell wall associated kinases. Curr Opin Cell Biol2001, 13: 529_533.

Kueh, J.SH., bright, S.W.J. 1982 ,Biochemical and genetical analysis of three proline accumulating barley mutants, Plant Sci. Lett., 27:233-247.

Lowry, O.H,Rosebrough, N.J.,Farr, A.L., Randall, R.J., 1951. Protein measurement with the foline pnnenol reagrant ,J.Biol. Chem., 193:256-275.

Martin,M., Miceli,F., Morgan,JA., Scalet,M., Zerbi,G. 1993. Synthesis of osmotically active substrates in winter wheat leaves as related to drought resistance of different genotypes. Journal of Agricultural Crop Science. 171,176-184.

Munns,R. 1993. Physiological processe limiting plant growth in saline soils: Some dogmas and hypotheses. Plant, Cell and Enviroment 16: 15- 24.

Munns,R. and A.Termaat. 1986. Whole-plant response to salinity. Aust. J. Plant Physiology. 13:143-160.

Oosting, H.J. 1945. Tolerance to salt spray of plants of coastal dunes. Ecology 26:85-89.

Oleary,J.W. 1984. The role of halophytes in irrigated agriculture.In: Staples RC, Toenniessen ,G.H.(eds.). Salinity tolerance in plants: Strategies for crop improvement. Wiley. New York, pp285-300.

Olmos,E., Helin,E. 1996. Cellular adaptation from a salt tolerant cell line of Pisum sativum, Plant Physiol, 148:727-734.

Rozema,J., Bijwaard,P., Prast,G. & Broekman,R. 1985. Ecophysiological adaptations of coastal halophyt from foredunes and salt marshes. Vegetatio 62:499-521.

www.SID.ir

Archive of SID

Ruan,C.J. & Xie,Q.L. 2002.: Osmotic adjustment effect of Hippophae rhamnoides L. under salt stress. – J. Plant Resour. Environ. 11:45-47.

Sayed,E.L. 1992. Solute accumulation in soybean cells adapted to NaCl salinity, phyton Horn, 31:233-249.

Song,J., Feng,G., Tian,C.Y & Zhang,F.S. 2006b: Osmotic adjustment traits of Suaeda physophora, Haloxylon ammodendron and Haloxylon persicum in field or controlled conditions. – Plant Sci. 170:113-119

Shannon,M.C., Grieve and L.E. Francois. 1994.Whole-plant response to salinity. In Plant- Environment Intractions. Ed.R.E. Wilkinson. Marcel Dekker, New York, pp 199-244.

Shen,Y.G. & Chen,S.Y. 2001.: Molecular mechanism of plant responses to salt stress- Hereditas. 23:365-369.

Strogonovo,B.P. 1964. Physiological basis of salt tolerance of plants. Akad. Nauk.Ussr. (translation by Israel Progr. Sci. Trans., Jerusalem).

Sykes, M.T. & Wilson, J.B. 1990. Dark tolerance in plants of dunes. Funct. Ecol. 4:799-805.

Subbanaldu,R. 1987.Salinity stress induced tissue specific protien in barley seedling, Plant Physiol, 82:324-331.

Tewari,T.N, Singh,B.B. 1991 .S tress studies in lentil (Lens esculenta Moench). П. Sodicity- induced changes in chlorophyll, nitrate, nitrite reductase, nucleic acides proline yeild, and yield componenta in lentil, Plant and Soil, 135:225-250.

Tipirdamaz,R. Gagneul.D., Duhaze,C, Ainouche,A, Monnier,C, Ozkum,D, Larher,F. 2005. Clusterringof halophytea from an hnland salt marsh in Turkey according to their ability to accumulate sodium and nitrogenous osmolytes. Env Exp Bot 57(1-2):139-153.

Tominaga T.H.Kobayashik. Ueki. 1991.Clonal variation in salt tolerance of Imperata cylindrica(L.). Beauv.var. koenigii (Retz.) et Schinz. Journal of Japanese Grassland Science 37:69-75.

www.SID.ir

Archive of SID

Williams,JHH., Williams,AL., Pollock,CJ., Farrar,JF. 1992.Regulation of leaf metabolism by sucrose .Sov.Plant Physiology 39, 443-446.

Xioa,W., Jia, H.X. & Pu, L. M. 2000.: Studies on physiological index of some halophytes. – Acta Bot. Boreal- Occident. Sinica 20:818-825.

Yin,S.J., Shi, D.C. & Yan, H. 2003.: Main strain responses in the plant of Puccinellia tenuiflora (Griseb.) Seribn. Et Merr. To alkaline (Na2 CO3) stress.- Acta protacult Sinica 12(4):51-57.

Zhoa, K.F. & Li, F.Z. 1999.: Halophytes in China. – China Sci. Press,
Beijing.(In Chinese).

www.SID.ir