Archive of SID

فصلنامه علوم زیستی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان
شماره پیاپی ۱۰، جلد ۳، شماره ۳، تابستان ۸۹، صفحه ۶۱ تا صفحه ۶۹

تعیین محدوده بردباری و درجه انباشتگی نمک (NaCl) درگیاه انجیر دریا (*Carpobrotus chilensis*) در کشت مایع

بابک دلنواز هاشملویان[۱]، عذرا عطائی عظیمی[۱]، شهرزاد نصیری سمنانی[۲]

۱- استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه **delnavaz@iau-saveh.ac.ir**
۲- استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان.

تاریخ دریافت: ۸۹/٤/۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/٦/۷

چکیده

انجیر دریا (*Carpobrotus chilensis*) از تیره همیشه بهار انجیری(*Aizoaceae*) پوشش سبز متراکمی را به وجود می‌آورد که کاملاً سطح زمین را می‌پوشاند. این گیاه در جاهایی که مستقیماً در معرض امواج باد و انتشار نمک است، رشد می‌کند. از کشت انجیر دریا در نواحی ساحلی برای جلوگیری از فرسودگی خاک در خاک‌های ماسه‌ای و شور استفاده می‌شود. هدف از این مطالعه، رسیدن به پاسخ‌های ریختی و فیزیولوژی انجیر دریا به آب شور می‌باشد. در این پژوهش، قلمه‌های انجیر دریا در محیط MS پایه با مقادیر ۰-۲۸ گرم در لیتر نمک(NaCl) کشت و بعد از ٦۰ روز، اثرات نمک بر روی برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی گیاه بررسی شد. بردباری به نمک، تشکیل ریشه و رشد قلمه تا ۲۸ گرم در لیتر ادامه داشت. افزایش نمک محرک تشکیل ریشه بود. ظرفیت ذخیره نمک، با افزایش نمک افزایش داشت ولی این افزایش با دیگر مواد معدنی در تعادل بود. در انجیر دریا محتوای همه مواد مختلف با افزایش نمک، تغییر یافت.

کلید واژه: انجیر دریا (*Carpobrotus chilensis*)، بردباری، انباشتگی، نمک.

مقدمه

کشور ایران با تنوع آب و هوایی گسترده دارای مناطق خاکی و آبی شور و خشک بسیار است. در این مناطق تنها گیاهان مقاوم به شوری و خشکی قادر به رشد بوده، به همین لحاظ بدون پوشش گیاهی لم یزرع، بی‌مصرف می‌باشند. حال اگر به توان گیاهانی پیدا کرد که مقاومت آن‌ها به شوری و خشکی بالا و توان جذب نمک از آب و خاک را داشته باشند و سطح خاک را هم بپوشانند به چند هدف خوب مثل کشت اقتصادی در این مناطق بی مصرف، کم کردن میزان نمک خاک و آب این مناطق با برداشت این گیاهان، پوشاندن خاک و جلوگیری از پخش گرد و غبار می توان رسید. تیره همیشه بهار انجیری(*Aizoaceae*) دارای گونه‌های گیاهی علفی، بوته‌ای یا بوته مانند یک ساله و یا چند ساله است که غالباً گوشتی مقاوم به خشکی، شوری، تنش‌های مختلف و هالوفیت (نمک دوست) هستند(۲۴). سرده‌ی علف شور یا علف یخی *(Carpobrotus)* از تیره همیشه بهار انجیری(*Aizoaceae*) دارای گونه‌های مقاوم به خشکی و شوری اکثراً با گل‌های زیبا و درشت و رونده بوده که با رشد افقی روی زمین یک فرش سبز را تشکیل می دهند. *Carpobrotus* از کلمه ی یونانی *karpos* به معنی میوه و *'brota* به معنی خوراکی گرفته شده است. این گیاه به شدت سطح زمین را می‌پوشاند (۷،۱۶،۲۰).

www.SID.ir

Archive of SID

معمولاً اکثر گیاهان مقاوم به نمک این سرده، به بادهای شدید، بارش‌های نمکی، خاک‌های قلیایی و خاک‌های فقیر نیز مقاوم می‌باشند(۹). انجیر دریا (*Carpobrotus chilensis*) با گل‌های صورتی و ۴-۸ سانتیمتری از گونه‌های مقاوم به نمک این جنس بوده(۷،۱۰،۱۱) و دربسیاری از نقاط کشور به صورت زینتی کشت می‌شود (شکل ۱).

در برگ انجیر دریا (*Carpobrotus chilensis*) مقدار زیادی آب ذخیره شده تا در دوره کم آبی به تواند بقای خود را حفظ کند. این گیاه کم توقع بوده و می‌تواند به خوبی در زمین‌های ماسه‌ای رشد کند. نام این گیاه با *Mesembryanthemum chilense* و *Carpobrotus aequilaterus* مترادف است. انجیر دریا دارای شاخه و برگی سبز روشن تا سبز آبی در برخی موارد رنگی، کوچک‌تر از انجیر ترش با لبه گوشه‌های گرد است (۲۲). انجیر دریا در سواحل کالیفرنیای آمریکا به فراوانی می‌روید ولی منشأ آن نامشخص است. با آن که به نظر می‌آید منشأ این گیاه آفریقای جنوبی باشد ولی بین گونه‌های موجود در آفریقای جنوبی پیدا نشده است. دلیل این مسئله توانایی بالای این گیاه در دو رگه شدن با انواع دیگر کارپوبروتوس است(۲۶). گونه‌های *C. acinaciformis, C. affine acinaciformis, C. chilensis* بسیار به انجیر ترش شبیه هستند. برگ‌های گوشتی و میوه سته رسیده قهوه‌ای رنگ انجیر دریا با ظاهری انجیرمانند به صورت خام، پخته یا خشک شده خورده می شود. در طب سنتی آفریقای جنوبی گونه‌های سرده ی علف یخی برای درمان بیماری‌های قارچی و باکتریای استفاده می‌شود (۲۱).

از دو گیاه *Carpobrotus edulis* و *C. chilensis* به عنوان پوششی برای جلوگیری از برخاستن گرد و غبار از خاک‌های ماسه‌ای و جلوگیری از فرسودگی خاک استفاده می‌شود(۳،۸،۱۲). همه اعضای سرده *Carpobrotus* دو رگه هستند(۳،۲۵).

مطالعه اثر آب نمک روی رویش دانه و رشد دانه رست‌های دو گونه ی دو رگه *Carpobrotus edulis* و *C. chilensis*، در مقادیر صفر تا غلظت ۵۰٪ آب دریا، نشان داده که رویش دانه با غلظت نمک کاهش پیدا نموده ولی اگر دانه‌ها به شرایط بدون نمک برگردانده شوند، می‌توانند رویش پیدا کنند. نتایج کلی نشان داده که بردباری رویش دانه‌های گونه *Carpobrotus edulis* در مناطق شور کمی بیشتر از *C. chilensis* بوده و این گونه می‌تواند از این طریق در مناطق شور جایگزین *C. chilensis* شود(۵،۲۵). گونه نزدیک به انجیر دریا به نام *C. glaucescens* بسیار مقاوم به نمک بوده و می‌تواند عاملی برای جلوگیری از پخش نمک با بادهای قوی در زمین‌های شور باشد(۴). گرده افشان‌های گونه‌های بومی این سرده قادر به باروری گونه‌های خارجی بوده و می‌توانند باعث تولید تعداد زیادی دانه در این گیاهان

شکل ۱- گل زیبای انجیر دریا در ساوه

www.SID.ir

Archive of SID

و افزایش جمعیت و جای‌گزین گونه‌های بومی به شکل یک گونه مهاجم، ناخواسته و یاعلف هرز شوند (۱۴). برای انتقال ژن‌های مقاوم به خشکی و شوری گیاهان این سرده به گونه‌های زراعی، از کالوس گونه‌های سرده علف یخی، DNA جدا و به روش PCR زیاد شده است(۶،۱۷). هدف از این پژوهش تعیین محدوده بردباری و میزان درجه انباشتگی نمک گیاه انجیر دریا در کشت مایع است.

مواد و روش‌ها

– گلدان‌های *Carpobrothus chillensis* از شهرداری ساوه تهیه و به مدت یک ماه با آب مقطر آبیاری شدند.

– برای کشت از محیط پایه MS با کمی تغییر استفاده گردید. محلول‌های استوک MS شامل درشت مغذی‌ها با ۲۰ برابر غلظت، ریزمغذی و آهن با ۲۰۰ برابر غلظت بودند(۱۸). تغییرات اعمال شده در محیط MS شامل جایگزین کردن مولیبدات سدیم با مولیبدات آمونیوم با مقدار معادل مولیبدن، اضافه کردن ۱۰ میلی گرم KI به استوک است. محلول‌های نمک در ۹ تیمار سه تکراری از غلظت‌های ۰، ۴،۸،۱۲، ۱۶، ۲۰،۲۴ و ۲۸ گرم در لیتر نمک در محیط مایع نصف غلظت MS، تهیه شدند.

۱۵۰ میلی لیتر از محلول نمک هر تیمار در شیشه‌های کمپوت ۰/۵ لیتری که در کف آن‌ها اسفنج‌هایی برابر قطر ظرف شیشه‌ای و به ضخامت ۲/۵ سانتی متری قرار داشت، ریخته شد. قلمه‌های تقریباً یک اندازه و تعداد برگ‌های برابر انجیر دریا در محلول‌های نمک در تماس با اسفنج قرار داده شد. دوره‌های شبانه روزی با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی با ۵ عدد لامپ مهتابی ۲۵ وات و در فاصله ۰/۵ متری تنظیم شد. هم‌چنین دمای محیط بین ۳۰– ۲۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. اثر غلظت‌های نمک روی ریخت و تمایز گیاه بعد از گذشت یک ماه مشهود شد ولی برداشت نمونه‌ها بعد از دو ماه صورت گرفت. برای اندازه گیری وزن خشک، ۱۰ گرم ماده تر را به مدت ۲ ساعت در آون ۱۲۰ درجه سانتی گراد قرار داده و سپس وزن آن با ترازوی ۰/۰۰۱ دقت اندازه گیری شد. درصد آب نمونه، از تقسیم تفاوت وزن تر و وزن خشک بر وزن تر ضرب در ۱۰۰ محاسبه شد. درصد وزن خشک از تقسیم وزن خشک به وزن تر در ۱۰۰ به دست آمد. برای محاسبه وزن مواد آلی و مواد معدنی مقدار معینی ماده خشک (۰/۵ گرم) به مدت ۳۰ دقیقه در کوره ۶۰۰ درجه سوزانده شد و خاکستر سفید(مواد معدنی) به دست آمد. از تقسیم وزن خاکستر بر وزن خشک در ۱۰۰، در صد وزن مواد معدنی حاصل شد.

– برای استخراج سدیم از مخلوط ۰/۱ گرم خاکستر در ۲۰–۱۵ میلی لیتر محلول استات آمونیوم ، هم زدن ۲۰ دقیقه‌ای و صاف برای اندازه گیری سدیم از منحنی استاندارد استفاده شد. مقدار ۵/۸۵ گرم کلرید سدیم با آب به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. این محلول دارای یک اکی والان سدیم(۲۳ گرم در یک لیتر) بود. ۱ میلی لیتر از این محلول کلرید سدیم ۱ مولار را با استات آمونیوم نرمال به حجم یک لیتر رسانده و مقادیر مختلف از آن با آب مقطر ۱۰ برابر رقیق شد. در نهایت لوله‌هایی با مقادیر ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲و۲/۵ میلی اکی والان آماده گردید. با دستگاه فلم فتومتر عبور نور اندازه و بر اساس آن منحنی استاندارد سدیم آماده و از آن برای اندازه‌گیری سدیم نمونه گیاهی با داده‌های عبور نور فلم فتومتری، استفاده شد.

– **استخراج پروتئین:** ۱ گرم نمونه در ۵ میلی لیتر بافر استات سدیم نرمال با pH ۴/۸ و در سرمای ۴ درجه سانتی‌گراد صاف گردید. اندازه‌گیری پروتئین مطابق روش برادفورد(۲) با معرف کماسی بلو و رسم منحنی استاندارد با غلظت‌های ۰– ۲۰ میکروگرم آلبومین تخم مرغی انجام گرفت.

– استخراج کلروفیل ۱۰ گرم برگ تازه را در ۲۵ میلی‌لیتر استن مرک و به مدت ۱۵ دقیقه با ۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. برای اندازه گیری کلروفیل a و b از

www.SID.ir

Archive of SID

فرمول زیر استفاده شد(۱).

$Ca(mg/gf)=[12.7\times A663-2.69\times A645]\times V/1000\times W$ (کلروفیل a)

$Cb(mg/gf)=[22.9\times A645-4.86\times A663]\times V/1000\times W$ (کلروفیل b)

V = حجم استخراج (میلی‌لیتر) و W = وزن برگ تازه (گرم) و A= جذب و Ca= کلروفیل a و Cb= کلروفیل b و mg/gf= میلی‌گرم بر گرم ماده تر

نتایج

تغییرات ریختی و تمایزی انجیر دریا *C.chillensis* با تغییر غلظت نمک

در روز دهم بعد از کشت بررسی نشان داد که برخی از برگ‌ها در غلظت صفر زرد شدند، ولی با افزایش غلظت نمک رشد جوانه‌ها و برگ‌ها بهبود یافت. نتایج ریشه زایی در زمان‌های ۱۰ و ۶۰ روز بعد از کشت ثبت و پس از گذشت ۶۰ روز نمونه‌ها برای تحلیل شیمیایی برداشت شدند (جدول ۱).

همان‌طور که یافته‌های جدول ۱ نشان می‌دهد، همه قلمه‌ها دارای توانایی تشکیل ریشه‌های نابه جا در محیط مایع بودند. تشکیل ریشه‌ها روی قلمه‌ها بعد از ۱۰ روز شروع و با افزایش غلظت نمک تا ۴ گرم در لیترسرعت ریشه زایی افزایش ولی بعد از آن کاهش یافت. بعد از ۱۰ روز در غلظت‌های ۱۶، ۲۰ و ۲۴گرم در لیترهیچ ریشه ای تشکیل نشد. بعد از گذشت ۶۰ روز در تمامی قلمه‌ها با افزایش غلظت نمک تشکیل ریشه مشاهده گردید و کمترین ریشه زایی در محیط شاهد مشاهده شد. طول ریشه‌ها در اکثر نمونه‌ها با افزایش غلظت کمی کاهش داشت. از نظر ریشه زایی بعد از ۶۰روز سه گروه با تفاوت معنی دار مشخص شدند. اکثر غلظت‌ها ۱۰۰٪ ریشه زایی داشتند ولی غلظت صفر نمک کمترین ریشه زایی را نشان داد. در غلظت ۲۸ گرم در لیتر درصد قلمه‌های ریشه داده کمی کاهش ولی تاثیری در تعداد ریشه‌ها نداشت (شکل۲).

بعد از گذشت ۱۰ روز، کمترین افزایش طول قلمه در غلظت صفر، ولی بعد از ۶۰ روز، کمترین افزایش طول قلمه مربوط به غلظت ۲۸ گرم در لیتر نمک بود. از نظر

جدول۱- نتایج تشکیل ریشه، رشد طولی ساقه و قلمه‌های باقی‌مانده بعد از ۱۰ و ۶۰ روز در *C.chillensis* با مقایسه میانگین ها در حد ۰/۰۵ با تست دانکن

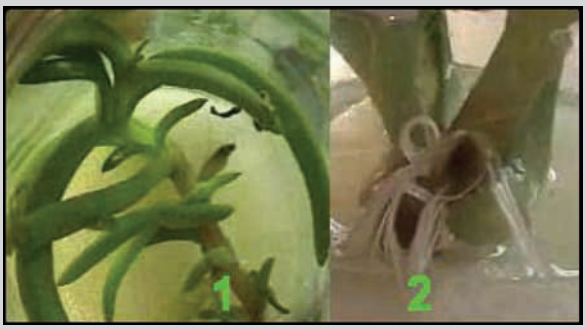
شماره	نمک (gr/L)	درصد ریشه زایی		درصد افزایش طول		درصد قلمه‌های باقیمانده	
		۱۰ روز	۶۰ روز	۱۰ روز	۶۰ روز	۱۰ روز	۶۰ روز
۱	۰	۱۰b	۳۰c	۵c	۵c	۱۰۰a	۳۳c
۲	۲	۶۶a	۱۰۰a	۱۰b	۱۵a	۱۰۰a	۱۰۰a
۳	۴	۶۷a	۱۰۰a	۱۲a	۱۵a	۱۰۰a	۱۰۰a
۴	۸	۳۰b	۱۰۰a	۱۱ab	۱۴ab	۱۰۰a	۱۰۰a
۵	۱۲	۳۰b	۱۰۰a	۱۲a	۱۲b	۱۰۰a	۱۰۰a
۶	۱۶	۰d	۶۷b	۱۰b	۱۲b	۱۰۰a	۱۰۰a
۷	۲۰	۰d	۱۰۰a	۱۰b	۱۲b	۱۰۰a	۱۰۰a
۸	۲۴	۰d	۱۰۰a	۱۰b	۱۲b	۱۰۰a	۱۰۰a
۹	۲۸	۱۰c	۹۰ab	۱۰b	۲d	۱۰۰a	۱۰۰a

www.SID.ir

Archive of SID

باقیماندن قلمه‌ها در محیط مایع ، تنها در محیط شاهد، ۶۶٪ قلمه‌ها از بین رفتند. در بقیه غلظت‌ها تمامی قلمه‌ها شاداب و در حال رشد بودند. در بالاترین غلظت نمک (۲۸ گرم در لیتر) ۷۰٪ جوانه‌ها و برگ‌ها از بین رفته ولی ساقه قلمه‌ها با ریشه‌های خوب و شاداب باقی ماندند. یافته‌های فوق نشان می‌دهد که این گیاه هالوفیت بوده و نمک در این گونه محرک ریشه زایی،رشد و بقای گیاه می‌باشد. افزایش غلظت نمک تا ۲۰ گرم در لیتر محرک یک رشد مناسب ولی غلظت ۲۸ گرم در لیتر اثر کاهنده دارد. به طور کلی درصد آب نسبت به مواد خشک در این گیاه بالا بوده ولی تغییرات آن با افزایش غلظت نمک در اکثر گروه‌ها معنی دار نیست. فقط در غلظت‌های ۲۴،۱۶ و ۲۸ گرم در لیتر نمک کاهش آب مشاهده شد(جدول۲). با افزایش غلظت نمک، در اکثر گروه‌ها (به جز غلظت ۴گرم در لیتر نمک) همراه با افزایش نمک، وزن خشک نیز افزایش یافته است (جدول۲ و نمودار ۱).

با افزایش نمک در بعضی از گروه‌ها افزایش مواد معدنی در ارتباط مستقیم با ریشه زایی مشاهده می‌شود. در غلظت‌هایی از نمک که در آن ریشه زایی کامل بوده است، درصد مواد معدنی نیز افزایش یافته است (جدول۲و۱). با افزایش غلظت نمک ابتدا کاهش مواد معدنی و سدیم نسبت به ماده خشک (۲ گرم در لیتر نمک) مشاهده



شکل۲- شکل ظاهری گیاه انجیر دریا
(۱) تشکیل ریشه در انتهای ساقه قلمه (۲) در ۲۸ گرم در لیتر نمک بعد از ۶۰ روز

جدول۲- نمایش اثر افزایش غلظت نمک بر درصد آب، وزن خشک(dm)، مواد معدنی(mi)، سدیم بر وزن خشک (Na/dm) و سدیم بر مواد معدنی(Na/mi) با مقایسه میانگین‌ها در حد ۰/۰۵ با تست دانکن

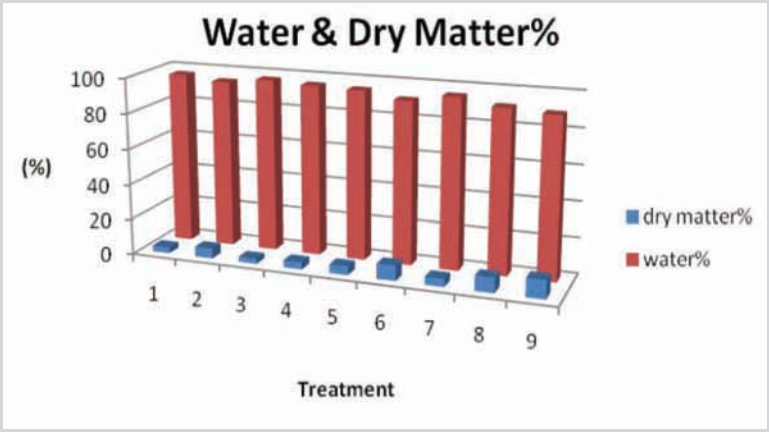
شماره	نمک gr/L	آب ٪	dm ٪	mi ٪	Na/dm ٪	Na/mi ٪
۱	۰	۹۶/۷ a	۳/۲۸bc	۲۷ bc	۲/۵۳ a	۱/۵۲ c
۲	۲	۹۴/۳۱a	۵/۶۸ab	۲۲ c	۰/۹۸ b	۴/۴۶b
۳	۴	۹۷/۱ a	۲/۹۹c	۳۵/۸ b	۲/۱۶ ab	۶/۳۱ a
۴	۸	۹۵/۸ a	۴/۱ b	۴۴/۲ a	۴/۰۰ a	۷/۱۴ a
۵	۱۲	۹۵ a	۴/۹ ba	۴۶/۲ a	۳/۱۳ a	۶/۸۳ a
۶	۱۶	۹۱/۳ b	۸/۶ a	۲۴ cb	۱/۹۲ ab	۵/۹۳ ab
۷	۲۰	۹۵/۳ a	۴/۶ba	۵۷/۹ a	۳/۳۲ a	۵/۵۷ ab
۸	۲۴	۹۱/۵ b	۸/۴ a	۳۹/۳ cb	۱/۹ ab	۴/۹۹ ba
۹	۲۸	۸۹/۷ b	۱۰/۶ a	۲۵/۸ cb	۱/۹۳ ab	۴/۶۲ ba

www.SID.ir

Archive of SID

(نمودار ۲) ولی بعد از آن درصد سدیم جذب شده افزایش و در غلظت‌های ۱۶ تا ۲۸ گرم تقریباً ثابت شد. این فرآیند نشان دهنده ایجاد سدی در برابر جذب سدیم در گیاه است. درصد سدیم نسبت به مواد معدنی، ابتدا با افزایش غلظت نمک تا ۸ گرم در لیتر، افزایش ولی بعد از آن کاهش می‌یابد. ولی به طور کلی با افزایش غلظت نمک در محیط، درصد سدیم نسبت به مواد معدنی در مقایسه با گیاهان شاهد بسیار بیشتر است. در غلظت‌های ۱۶ تا ۲۸ گرم در لیتر نمک، تقریباً درصد سدیم نسبت به مواد معدنی دیگر ثابت و تفاوت آن‌ها معنی دار نیست. این نشان دهنده یکی از مکانیزم‌های بردباری این گیاه به غلظت زیاد نمک است(جدول۲ و نمودار ۲).

در ابتدا با اضافه شدن نمک (۲گرم در لیتر نمک) درصد ماده آلی، پروتئین و کلروفیل a نسبت به شاهد افزایش یافته ولی بعد از آن، تغییرات این سه عامل، تابع تغییرات نمک نبود. کلروفیل b با افزایش نمک ابتدا نسبت به شاهد کاهش ولی بعد از آن متغییر شد (جدول ۳ و نمودار ۲و۴).



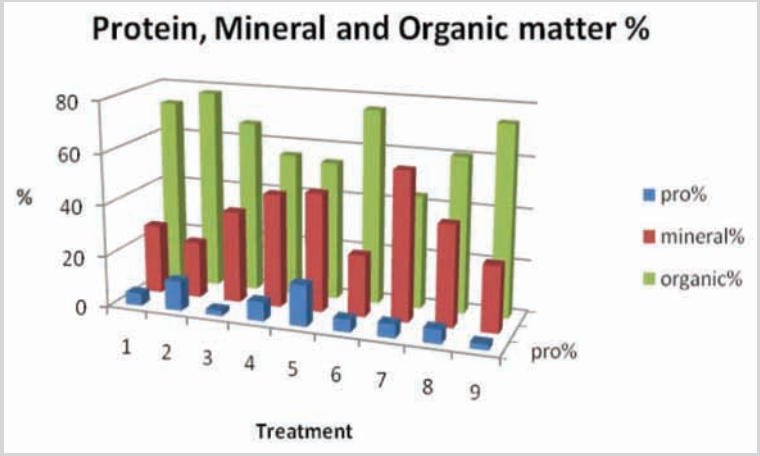
نمودار۱- نمایش تغییر درصد آب و وزن خشک گیاه انجیر دریا با افزایش بعد از ٦٠ روز

جدول۳- نمایش اثر افزایش غلظت نمک بر درصد مواد آلی(om)، پروتئین، کلروفیلa و b

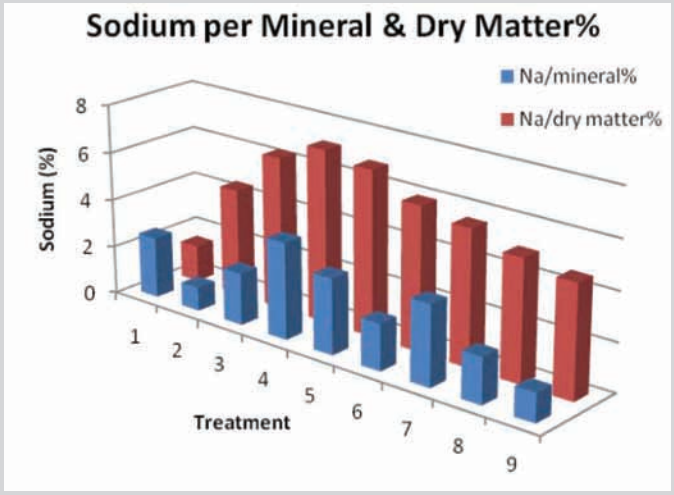
شماره	نمک gr/L	om٪	پروتئین٪	کلروفیلa٪	کلروفیلb٪
۱	۰	۷۲/۸ a	۴/۸۸ c	۰/۹۵ bc	۰/۹۴ ba
۲	۲	۷۷/۸ a	۱۱/۶ b	۱/۶۵ ab	۰/۶۰b
۳	۴	۶۶/۹ ab	۲/۱۶ d	۱/۵۵ ab	۰/۴8 bc
۴	۸	۵۵/۶ b	۷/۵۲ cb	۱/۵۵ ab	۰/۶۲ b
۵	۱۲	۵۴ b	۱۶/۰۸a	۰/۲۴۵ c	۰/۰6d
۶	۱۶	۷۵/۷ a	۴/۹۶ c	۱/۹۶ a	۱/۹۷ a
۷	۲۰	۴۳/۸ c	۵/۳۶ c	۱/۱۷ b	۰/35 c
۸	۲۴	۶۰/۵ ba	۵/۵۶ c	۲/۰۹۵ a	۰/۷۱۷ ba
۹	۲۸	۷۴ a	۲/۲۴ d	۱/۲۶ b	۰/۴ 8 bc

www.SID.ir

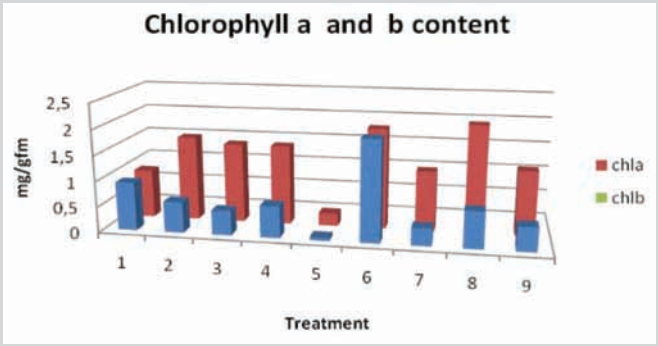
Archive of SID



نمودار ۲- نمایش تغییر درصد پروتئین، مواد معدنی و مواد آلی با افزایش نمک طی تیمارهای ۱-۹ (غلظت های ۰-۲۸ گرم در لیتر). تغییرات این سه عامل تابع افزایش غلظت نمک نبوده و بین آن‌ها ارتباطی مشاهده نشد



نمودار ۳- نمایش تغییر درصد سدیم نسبت به وزن مواد خشک و وزن مواد معدنی. در همه تیمارها میزان سدیم نسبت به مواد خشک افزایش داشته ولی به نظر می آید درصد آن نسبت به مواد معدنی با دیگر مواد معدنی در تعادل باشد.



نمودار ٤- نمایش تغییر محتوای کلروفیل a وb با افزایش غلظت نمک در انجیر دریا.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

افزایش نمک تا غلظت ۲۸ گرم در لیتر در گیاه انجیر دریا محرک افزایش ریشه زایی و رشد آن بود. رشد طولی ساقه و تولید شاخه و برگ نیز تا غلظت ۲۴ گرم در لیتر نمک بیشتر از شاهد بود ولی در ۲۸ گرم در لیتر کمتر از از آن شد. این رخداد نشان دهنده اثر تحریک کننده نمک بر رشد طولی تا غلظت ۲۴ گرم در لیتر است. پژوهش‌ها نشان داده که رشد بسیاری از گیاهان نمک دوست(هالوفیت) با افزایش نمک تا حدود مشخصی تحریک می شود ولی بعد از آن به عنوان یک تنش باعث کاهش رشد و در نهایت مرگ گردید(۹،۱۳،۲۳،۲۴). این پدیده در گیاه انجیردریا با دامنه ی بسیار بالای نمک مطابقت دارد، چون در اکثر تیمارها افزایش غلظت نمک با افزایش مواد معدنی و ریشه زایی همراه است.

مشاهدات نشان داد که به طور کلی درصد آب نسبت به مواد خشک در گیاه انجیر دریا (*Carpobrotus chilensis*) بالا بوده ولی تغییرات آن با افزایش غلظت نمک در اکثر تیمارها ناچیز است. از آن جایی که جای‌گاه رویش این گیاه مناطق خشک و بی آب بوده گیاه قادر به ذخیره مقدار زیادی آب در بافت‌های متورم خود می‌باشد تا در دوره کم آبی بتواند بقای خود را حفظ کند(۱۶،۲۲). این ویژگی ناشی از یک سازش دیرینه بوده که با تغییر شرایط محیط و افزایش تنش نمک تغییر نکرده است. افزایش وزن مواد خشک نسبت به شاهد ناشی از انباشتگی نمک و یا ماده دیگری در مقابله با افزایش نمک در محیط می‌باشد. از آن‌جایی که مواد آلی با افزایش غلظت نمک، افزایش چندانی نداشتند و تغییرات آن در تیمارهای مختلف متغییر و در برخی موارد کمتر از شاهد بوده است. افزایش ماده خشک ناشی از افزایش مواد معدنی به ویژه کلرید سدیم است.

از آن‌جایی که تا غلظت ۲۸ گرم در لیتر نمک، اختلالی در رشد گیاه مشاهده نشده و تغییرات سدیم در گیاه بسیار بیشتر از شاهد ولی مشابه تیمارهای اولیه بود می‌توان نتیجه گرفت که گیاه با افزایش نمک در محیط تا حدی آن را در اندام‌های خود انباشته نموده ولی بعد از آن مانع ورود این مواد و انباشتگی نمک در بافت‌ها می‌شود. به طور کلی با افزایش مقدار نمک در محیط، رشد این گیاه، محتوای کلروفیلa افزایش ولی کلروفیل b کاهش می‌یافت که می‌تواند مکانیزم دیگری برای مقابله با نمک، خشکی و نور خورشید باشد. چون این گیاه بومی‌مناطق بیابانی و خشک آفریقا بوده و هم‌زمان با فصل خشکی وافزایش تنش خشکی و شوری ناشی از کم آبی، پرتوهای خورشیدی نیز به حداکثر می‌رسد. گیاه با افزایش میزان کلروفیل aو کاهش کلروفیل b از هدر رفتن انرژی برای تبدیل امواج به یکدیگر جلوگیری و آن را در جهت مقابله با تنش استفاده می‌کند.

نتایج کلی این پژوهش برای اولین بار در دنیا نشان می‌دهد که این گیاه بسیار مقاوم به آب نمک(در حد آب دریا) می‌باشد. به احتمال بسیار قوی می‌توان از کشت این گیاه در سواحل آب‌های شور برای زیبایی و تثبیت خاک‌های شور و حتی تصفیه زیستی آب‌های شور مثل گونه *C.glaucescens* استفاده کرد(۱۲، ۳،۸).

منابع

1. Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in Isolated chloroplasts. plyphenoloxidase In *Beta vulgaris*. Plant Physiol, 24; 1-15.

2.Bradford, M. M. (1976).The Bradford. Anal. Biochem, 72;248Assay.

3.Cal-IPC. (2006). Invasive Plant inventory plant assessment form for *Carpobrotus edulis* and *Carpobrotus chilensis*: http://portal.calipc.org/weedlist.

4.Carolin, R., Clarke, P. (1991). Beach plants of South Eastern Australia , Sainty & Associates, NSW, Australia.

www.SID.ir

Archive of SID

5. D'Antonio, C. (2008). *Carpobrotus edulis* (L.) N.E. Br.: http://www.issg.org

6.Diadema, K., Baumel, A., Lebris, M. Affre, L. (2003). Genomic DNA isolation and amplification from callus culture in Succulent Plants, *Carpobrotus* Species (Aizoaceae). Plant Molecular Biology Reporter, 21;173a–173e.

7.Edward, F. (1999). *Carpobrotus edulis*, Fact Sheet FPS-109.

8. Facciola, S.(1990). Cornucopia - A source book of edible Plants. Kampong Publications, ISBN 0-9628087;0-9.

9.http://edis.ifas.ufl.edu.

10.http://plants.uada.gov

11.http://www.richters.com

12.http://www.crescentbloom.com/plant/A/aizoaceae

13. Goldstein, D., Drake, D. R., Alpha, C., Melcher, P., Heraux, J., A. A. (1996). Growth and photosynthetic responses of *Scaevola sericea*, a Hawaiian coastal shrub, to substrate salinity and salt spray. International Journal of Plant Sciences, 157;171–179.

14. Jakobsson, A., Padrón, B., Traveset A. (2008). Pollen transfer from invasive *Carpobrotus spp*. to natives – A study of pollinator behaviour and reproduction success. Biological Conservation,(141) 1;136-145.

15.K. Chokoe, P. (2008). Does seasonal variation influence the phytochemical and antibacterial properties of *Carpobrotus edulis*, African Journal of Biotechnology ,7 (22); 4164-4171.

16. Nancy, J., Vivrette,. E., Bleck, W. R., Ferren, Jr. (2004). Aizoaceae martinov, flora of north Amrica(FNA), 4 (11); 75-76.

17. Poresbski, SL., Bailey, G., Baum, RB. (1997). Modification of CTAB DNA extraction protocol for plants containing high polysaccharide and polyphenol components. Plant Mol Biol Rep, 12; 8-15.

18. Razdan, M.K.(2003). Plant tissue culture, science publishers,inc, 23-34.

19. Springfield, E.P., Amabeoku, G., Weitz, F., Mabusela, W., Johnson, Q. (2003). An assessment of two *Carpobrotus* species extracts as potential antimicrobial agents. Phytomedicine, 10; 434-439.

20. Springfield, E.P., Weitz, F. (2006). The scientific merit of *Carpobrotus mellei* L. based on antimicrobial activity and chemical profiling. Afr. J. Biotechnol., 5(13); 1289-1293.

21. Van der Watt, E., Pretorius, JC. (2001). Purification and identification of active antibacterial components in *Carpobrotus edulis (L.) L.* Bol. Journal of Ethnopharmacology, 76(1);87-91.

22. Vivrette, N.(1993). *Carpobrotus* (Aizoaceae). In J. Hickman [ed.], The Jepson Manual: higher plants of California. University of California Press, Berkeley, CA.

23. Waisel, Y. (1972). Biology of halophytes. Academic Press, New York, N 5-http://en.wikipedia.org/wiki/Carpobrotus"

24. Wainwright, S. J. (1980). Plants in relation to salinity. Advances in Botanical Research, 8; 221.

25. Weber, E., D'Antonio, C.M. (1999). Germination and growth responses of hybridizing *Carpobrotus* species (Aizoaceae) from coastal California to soil salinity. American Journal of Botany, 86;1257-1263.

26. Wisura, W., Glen, H.(1993). The south African species of *Carpobrotus* (Mesembryantehma-Aizoaceae). Contributions from the Bolus Herbarium, 15;76–107.

www.SID.ir