بررسی تغییرات فصلی پرولین، قندهای محلول و محتوای یونی در گیاه رمس (*Hammada salicornica*) در شرایط متفاوت خاکی در منطقه بافق، استان یزد

اصغر مصلح آرانی *[۱]، زهره زمانی[۲]، حمید سودایی زاده[۳] و غلامحسین مرادی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۳۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۰۲/۲۰

چکیده

این تحقیق اثر همزمان تغییرات فصلی و شرایط متفاوت خاکی در منطقه بافق در استان یزد را بر مقدار پرولین، قندهای محلول و محتوای یونی در گیاه رمس مورد بررسی قرار می‌دهد. گیاه رمس در منطقه بافق به‌طور همزمان در سه رویشگاه و در شرایط خاکی متفاوت رویش دارد. اولین رویشگاه (هاماد) دارای خاک خیلی شور و سخت‌لایه‌های گچی-نمکی است. دومین رویشگاه (پلایا) دارای خاک خیلی شور و سفره آب زیرزمینی بالا است. در رویشگاه سوم (شنی) گیاه رمس به همراه گونه‌های شن دوست بر روی تپه‌های ماسه‌ای رویش دارد. نمونه‌برداری با پنج تکرار و در چهار فصل انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار پرولین به‌اندازه ۲/۵ mg/gwt در فصل پاییز و در رویشگاه شنی و کمترین آن به‌مقدار ۱ mg/gwt در فصل زمستان و در رویشگاه هامادا به‌دست آمد. حداکثر میزان تجمع قندهای محلول به مقدار۲/۵ mg/gdw در فصل تابستان در دو رویشگاه شنی و پلایا و کمترین آن به‌مقدار ۰/۸۷ mg/gdw در رویشگاه شنی در فصل زمستان مشاهده شد. بیشترین میزان تجمع یون سدیم در فصل تابستان در رویشگاه هامادا به مقدار ۴۲ Meq/L و کمترین آن در فصل زمستان در رویشگاه شنی به‌مقدار ۰/۶۴ Meq/L مشاهده شد. بیشترین مقدار پتاسیم در فصل تابستان به‌مقدار۳۱ Meq/L در دو رویشگاه هامادا و شنی و کمترین آن به مقدار۰/۶ Meq/L در فصل زمستان در هر سه رویشگاه به‌دست آمد. بیشترین مقدار نیتروژن به‌مقدار ۲/۶ درصد در رویشگاه هامادا و کمترین آن به‌مقدار ۱/۱ درصد در فصل زمستان در رویشگاه هامادا دیده شد. تفاوت معنی‌داری بین سه رویشگاه در مقدار نیتروژن در دو فصل تابستان و پاییز دیده نشد. بنابراین نتیجه‌گیری شد که مهم‌ترین پاسخ فیزیولوژیکی گیاه رمس در شرایط محیطی افزایش جذب سدیم و پتاسیم جهت تنظیم پتانسیل اسمزی در گیاه است. همچنین نتیجه‌گیری شد که پاسخ فیزیولوزیکی گیاه رمس به تنشهای محیطی به زمان رویش، نوع تنش و عکس‌العمل متقابل آن‌ها بستگی دارد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، قندهای محلول، *Hammada salicornica*، بافق

۱- دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد،

*: نویسنده مسئول: amosleh@yazd.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق خشک و بیابانی دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

۳- دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

۴- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.3.1.5]

مقدمه

رمس یا ترات (*Hammada salicornica*) گیاهی درختچه‌ای و پایا از رده گیاهان دو لپه‌ای، از خانواده Chenopodiaceae است. از نظر فنولوژیکی، این گیاه به‌طور معمول در اواخر زمستان با فراهم شدن درجه حرارت و رطوبت موردنیاز، شروع به رشد نموده، در اواسط مهرماه به گل رفته و حداکثر تا اواخر آذرماه بذرهای آن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی می‌رسند. دام‌ها به خصوص دام‌های بزرگی مانند شتر بیشتر این گیاه را در اواخر فصل رویش مورد چرا قرار می‌دهند (۳۰).

در سال‌های اخیر بهره‌گیری از گونه‌های مرتعی مقاوم به شوری و خشکی برای مقابله با تنش‌های محیطی و اصلاح مراتع افزایش یافته است. با توجه به عدم شناخت دقیق از گونه‌های شورپسند ایران باید بررسی‌های گسترده‌تری انجام شود تا با شناخت بهتر بتوان از گونه‌های شورپسند (هالوفیت) ایران برای مدیریت اراضی استفاده کرد. برای نیل به این هدف اولین گام شناسایی سازوکارهای تحمل گیاهان به تنش‌ها می‌باشد. گیاهان در مقابله با تنش‌های شوری، سازوکارهای دفاعی زیادی را برمی‌گزینند. یکی از راهکارهای مناسب گیاهان در پاسخ به تنش شوری افزایش اسمولیت‌های سازگار در اندام‌های مختلف گیاه می‌باشد. این اسمولیت‌های سازگار (مانند اسید آمینه‌های پرولین و گلیسین بتایین و یا قندهای محلول) اعمالی از قبیل تنظیم اسمزی، حفاظت از ساختار درون سلولی، کاهش خسارت اکسیداتیو به‌واسطه‌ی تولید رادیکال‌های آزاد در پاسخ به تنش خشکی و شوری را میانجی‌گری می‌کنند (۶، ۹ و ۷). در بین مواد محلول سازگار شناخته شده احتمالاً پرولین گسترده‌ترین نوع آن‌ها است و به نظر می‌رسد تجمع آن در فرآیند سازگاری به تنش شوری در بسیاری از گلیکوفیت‌ها دخالت دارد (۲۸). سدیم، کاتیونی قابل حل در بسیاری از خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک است. بیشتر گیاهان به ویژه شیرین‌پسندها (گلیکوفیت‌ها) به غلظت بالای سدیم حساس هستند، چرا که پایداری یون‌های داخل سلول را بر هم می‌زند و موجب عملکرد ضعیف دیواره و تضعیف واکنش‌های سوخت و ساز درون سلولی می‌شود (۲۳ و ۳۱). از طرفی دیگر در بسیاری از گیاهان شورپسند، سدیم با ورود به داخل واکوئل‌ها نقش عمده‌ای در تنظیم تعادل اسمزی بر عهده دارد. اکثر گیاهان، افزایش موقتی سدیم را در آپوپلاست از طریق افزایش مقدار آب سلول‌های مزوفیل (مثل مقدار آب واکوئل) تحمل می‌کنند، لذا نمک‌ها رقیق‌تر شده و ظرفیت خود را برای جذب نمک از محلول آپوپلاست بالاتر می‌برند (۱۵). پتاسیم عنصر غذایی پر مصرف و اصلی دیگری است که نقش عمده آن در گیاهان تنظیم کننده اسمزی است (۴). به علت نقش پتاسیم در تنظیم اسمزی و نیز اثر رقابتی آن با سدیم غالباً به‌عنوان یک عنصر مهم در شرایط شوری در نظر گرفته می‌شود. به همین دلیل تصور می‌شود که غلظت اندک سدیم و به‌عبارت بهتر نسبت کم سدیم به پتاسیم در برگ‌ها، رابطه‌ای نزدیک با مقاومت به شوری دارد (۲۷). نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی پرمصرف می‌باشد که در ساختمان مولکول‌های پروتئینی گوناگون، آنزیم‌ها، کوآنزیم‌ها، اسیدهای نوکلئک و سیتوکروم‌ها نقش دارد (۱۴).

مطالعات نشان می‌هد نوع و مقدار اسمولیت‌های سازگار بسته به نوع گونه، شرایط محیطی و فصول مختلف متغیر است. سان و همکاران (۲۰۱۶) مکانیسم دفاعی ذرت را در شرایط متفاوت محیطی از نظر شوری، گرما و خشکی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که عکس‌العمل (مقدار پرولین و قندهای محلول) گیاه به تنش خشکی بیشتر به شوری شبیه بود تا تنش گرمایی. از طرف دیگر عکس‌العمل گیاه تحت دو تنش خشکی-گرما و خشکی-شوری متفاوت از عکس‌العمل گیاه به هر یک از تنشها به‌تنهایی بود. گیل و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی اثر تغییرات فصلی بر خصوصیات فیزیولوژیکی چند گونه شورپسند نشان داد که مقدار یونهای سدیم، پتاسیم، کلرید و اسید آمینه گلیسین بتایین با تغییر فصل در این گیاهان تغییر می‌کند. نتایج مشابه توسط مصلح آرانی و همکاران (۲۰۱۴) در سه گونه *Halostachys belangerian* ،*Atriplex lentiformis* و *Tamarix ramosissima* بدست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین مقدار پرولین در گونه سنبله نمکی و بیشترین مقدار قندهای محلول در گونه آتریپلکس می‌باشد. نتایج همچنین نشان داد که مقدار پرولین در فصل تابستان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.3.1.5]

به‌طور معنی‌داری در هر سه گونه مورد بررسی بیشتر از فصل زمستان بود.

انباشت قندهای محلول واکنش سریعی نسبت به تغییرات میزان محتوای نسبی آب و پتانسیل آب برگ‌ها است. افزایش در غلظت ساکارز و سطح قندهای محلول تحت شرایط تنش شوری احتمالا"در سازگاری و ایجاد تحمل به شوری نقش دارد و از بین ترکیبات آلی مختلف، قندها بیش از ۵۰ درصد مجموع مواد متشکله پتانسیل اسمزی را تشکیل می‌دهند (۱۰). نتایج بررسی میزان کربوهیدرات‌های محلول و پرولین در نه ژنوتیپ گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd) تحت تنش خشکی توسط جوادی و همکاران (۲۰۰۵) نشان می‌دهد که مقدار کربوهیدرات‌های محلول تحت تأثیر تنش آب افزایش می‌یابد. در بررسی پاسخ فیزیولوژیک برخی گیاهان به شوری نشان داده شد که انباشت قند در ژنوتیپ مقاوم بیشتر از ژنوتیپ حساس بود و مقدار پرولین به‌طور معنی‌داری در همه ژنوتیپ‌ها افزایش نشان داد (۲۹). د الیویرا[1] و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر شوری بر ویژگی‌های فیزیولوژیک دو گونه *Sorghum bicolor* و *Sorghum sudanense* نشان دادند که مقدار قند در گونه *Sorghum bicolor* تا ۱۱۸درصد افزایش یافته است، ولی در گونه دیگر هیچ افزایشی دیده نشد. در بالاترین غلظت شوری مقدار پرولین در گونه *S. bicolor* تا ۳۴ درصد افزایش یافت در حالی‌که در گونه دیگر تا ۸۲ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد.

تحقیقات زیادی عکس‌العمل گیاهان را در برابر تنش‌های محیطی مورد بررسی قرار داده است. اغلب این مطالعات در شرایط آزمایشگاهی و تاثیر کوتاه مدت تنش بر روی گیاهان را مورد بررسی قرار داده است. گیاهان در رویشگاه‌های خود نه تنها مرتبا مورد تنش‌های مختلف محیطی هستند، بلکه این تنشها در دراز مدت بر روی گیاهان اثر می‌کند. بنابراین انتظار می‌رود که نتایج حاصل در شرایط آزمایشگاه با شرایط رویشگاه متفاوت باشد. از آنجا که فراهم‌کردن شرایط پیچیده محیط در آزمایشگاه نیز تقریبا غیرممکن است، بنابراین انجام این تحقیقات در شرایط رویشگاه از اهمیت زیادی برخوردار است. از طرف دیگر با توجه به شرایط تنش‌زایی که در غالب نقاط ایران وجود دارد و همچنین اهمیت تغذیه‌ای عناصری مانند پتاسیم برای گیاه و تأثیری که قندهای محلول بر خوشخوراکی گیاه می‌گذارند، بررسی رابطه بین تنش‌های محیطی با تولید و تجمع برخی از متابولیت‌های مانند قندمحلول و پرولین و همچنین برخی از عناصر دارای اهمیت است.

[1] - De Oliveira

مواد و روش‌ها:

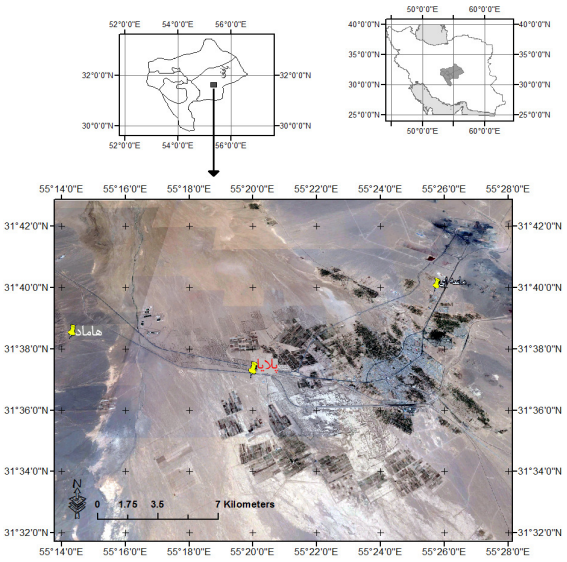
این تحقیق اثر همزمان تغییرات فصل و شرایط متفاوت خاکی در منطقه بافق در استان یزد را بر مقدار پرولین، قندهای محلول و محتوای یونی در گیاه رمس مورد بررسی قرار می‌دهد. گیاه رمس در منطقه بافق به‌طور همزمان در سه رویشگاه و در شرایط خاکی متفاوت رویش دارد. در اولین رویشگاه پوشش تقریبا خالصی از گیاه رمس بر روی زمینهای سنگفرش شده (هامادا) که در لایه‌های زیرین آن سخت‌لایه‌های گچی-نمکی وجود دارد، دیده می‌شود. به فاصله حدود هشت کیلومتر و در شرایط مشابه اقلیمی و ارتفاعی رویشگاه دیگری از این گیاه با گونه‌های همراه گز و اشنان وجود دارد که در آن خاک شور و سفره آب زیرزمینی بالا است. در رویشگاه سوم گیاه رمس همراه با گونه شن دوست اسکنبیل بر روی تپه‌های ماسه‌ای رویش دارد (شکل ۱). پنج پایه گیاه رمس که از نظر فرم رویشی و اندازه یکسان بودند، در سه رویشگاه این گیاه در زمین‌های هامادا، پلایا و شنی در چهار فصل زمستان، بهار، تابستان و پاییز انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌برداری اولیه در زمستان ۹۱ (بهمن) انجام شد. نمونه‌برداری‌های بعدی در بهار (اردیبهشت)، تابستان (شهریور) و پاییز (آبان) ۹۲ انجام شد. از هر نمونه گیاه در هر رویشگاه حدود ۵۰۰ گرم از شاخه‌های سبز برداشت شد. برای اندازه‌گیری پرولین لازم بود بلافاصله بعد از برداشت نمونه نیم گرم توزین و در لوله-های حاوی سولفوسالیسیلیک اسید قرار گیرد. به‌دلیل شباهت خاکی از هر رویشگاه نمونه خاک از عمق (۲۰-۰) و (۴۰-۲۰) سانتی‌متری با سه تکرار برداشت و نمونه‌ها برای تجزیه به آزمایشگاه منتقل شدند.

در ابتدا بافت خاک رویشگاه‌های مختلف با استفاده از روش هیدرومتری تعیین گردید. سپس با تهیه گل اشباع

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.3.1.5]

نمونه‌های خاک هر رویشگاه، EC خاک و میزان املاح آن اندازه‌گیری شد. سدیم و پتاسیم نمونه‌ها با استفاده از روش فلیم فتومتری و کلسیم، منیزیم و کلر به روش تیتراسیون



شکل ۱: سه رویشگاه رمس (هاماد، پلایا و شنی) در منطقه بافق در استان یزد.

اندازه‌گیری شد. میزان نیتروژن نمونه‌های رمس نیز با استفاده از دستگاه کجدال اندازه‌گیری شد (۱۲).

برای اندازه‌گیری مقدار پرولین، مقدار ۰/۵ گرم اندام هوایی در ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۳ درصد اسید سولفوسالیسیلیک ساییده و سپس نمونه‌ها صاف شدند. آنگاه ۲ میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک خالص به نمونه‌ها افزوده و لوله‌ها در بن ماری با دمای °C ۱۰۰ به مدت یک ساعت قرار داده شدند. سپس لوله‌ها به مدت نیم ساعت در حمام یخ قرار داده شدند. آنگاه به هر لوله آزمایش ۴ میلی‌لیتر تولوئن اضافه شد. لوله‌ها را خوب تکان داده و در نهایت مقدار جذب لایه رنگی فوقانی (حاوی تولوئن و پرولین) با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (۵).

برای سنجش قندهای محلول، ۱۰میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد به ۰/۵ گرم از اندام هوایی خشک گیاه اضافه و به مدت یک هفته در یخچال نگهداری شد. پس از یک هفته، محلول در هاون چینی ساییده و از صافی رد شد. سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول صاف شده برداشته و بر روی آن ۱ میلی‌لیتر فنل ۵ درصد اضافه کرده و خوب هم زده و پس از آن ۵ میلی‌لیتر سولفوریک اسید غلیظ اضافه شد. محلول زرد رنگی به دست آمد که به مرور زمان تغییر رنگ داده و به قهوه‌ای روشن تمایل پیدا کرد. پس از ۳۰ دقیقه جذب آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت شد و با استفاده از منحنی استاندارد گلوکز، میزان تغییرات قندها بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک ارزیابی گردید (۱۸).

داده‌ها از طریق روش تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن با احتمال ۵ درصد به دست آمد.

نتایج

نتایج آنالیز خاک نشان داد که خاک رویشگاه هامادا و پلایا بر خلاف خاک رویشگاه شنی دارای بافت لومی شنی بودند (جدول ۱). بیشترین مقدار شوری در لایه سطحی رویشگاه هامادا به مقدار ms/cm ۱۶۰ و کمترین آن در رویشگاه شنی به مقدار ms/cm ۲ اندازه‌گیری شد. با این مقادیر خاک دو رویشگاه هامادا و پلایا جزئ خاکهای خیلی شور-سدیمی و خاک رویشگاه شنی در زمره خاک غیرشور طبقه‌بندی می‌شوند. مقدار کلر، سدیم، کلسیم، منیزیم در خاک دو رویشگاه هامادا و پلایا به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک شنی بود و بیشترین مقدار این عناصر در لایه سطحی رویشگاه هامادا به‌ترتیب به مقدار ۴۰۸، ۳۳۲، ۱۴۰ و ۲۸ اندازه‌گیری شد.

نتایج نشان داد اثر فصل بر تمامی پارامترها و اثر رویشگاه‌ها بر میزان سدیم و پتاسیم معنی‌دار بود. نتایج همچنین نشان داد که اثر متقابل فصل * رویشگاه بر تمامی عوامل اندازه‌گیری شده بجز نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار پرولین به‌اندازه ۲/۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در فصل پاییز و در رویشگاه شنی و کمترین آن به‌مقدار ۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در فصل زمستان و در رویشگاه هامادا بدست آمد. در فصل زمستان، پاییز و بهار تفاوت معنی‌داری در مقدار پرولین در بین سه رویشگاه دیده نشد (شکل ۲).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.3.1.5]

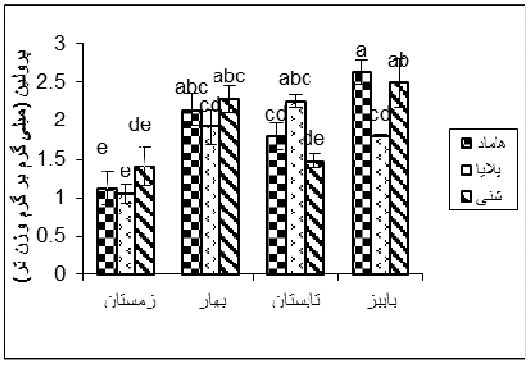
جدول ۱- آنالیز خاک سه رویشگاه هامادا، پلایا و شنی در منطقه بافق، استان یزد.

رویشگاه	عمق (cm)	بافت	Ec (ms/cm)	سدیم (Meq/L)	کلسیم(Meq/L)	منیزیم(Meq/L)	پتاسیم(Meq/L)	کلر(Meq/L)
هامادا	۰- ۲۰	لومی شنی	۱۶۰±۵	۳۳۲±۸/۱	۱۴۰±۸/۳	۲۸۰±۹/۳	۳/۵±۱/۱	۴۰۸±۱۱
	۲۰-۴۰	لومی شنی	۵۶±۱/۴	۵۲±۲/۱	۸۴±۶/۱	۱۱۵±۸/۱	۳/۹±۱/۳	۱۰۰±۸/۱
پلایا	۰ -۲۰	لومی شنی	۳۵±۱	۳۱±۱/۱	۷۵±۴/۳	۳۳±۴/۷	۲/۷±۱/۰	۵۰±۷
	۲۰-۴۰	لومی شنی	۸۴±۴	۱۱۷±۳/۱	۷۴±۴/۲	۵۷±۳/۱	۰/۵±۰/۱	۱۵۱±۱۵/۱
شنی	۰-۲۰	شنی	۲/۶±۰/۷	۷/۵±۱/۱	۱۷/۶±۱/۸	۷±۱/۴	۰/۶۶±۰/۱	۹±۲/۱
	۲۰-۴۰	شنی	۲±۰/۱	۳/۹±۰/۱	۱۹±۱/۹	۸±۱/۶	۰/۳۶±۰/۱	۹±۱/۸

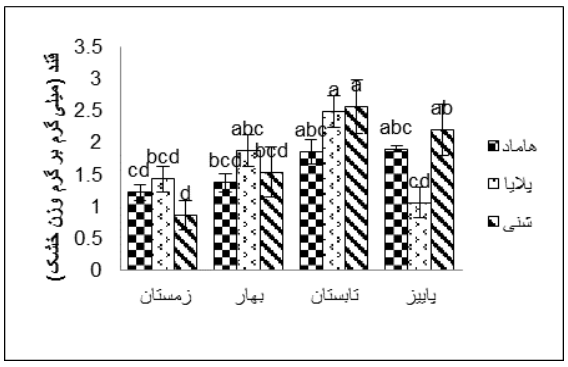
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر رویشگاه، فصل و اثر متقابل رویشگاه× فصل بر محتوای یونی، پرولین و قندهای محلول

منبع تغییرات	میانگین مربعات					
	درجه آزادی	پرولین	قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن
رویشگاه	۲	^{ns}۰/۱۱	^{ns}۰/۱۳	**۲۳۷	**۱۹	^{ns}۰/۱۶
فصل	۳	**۲/۱	**۱/۹۵	**۱۱۹۰	**۱۴۴۸	**۱/۸
رویشگاه× فصل	۶	**۰/۳۹	*۰/۶	**۱۸۲	**۲۳/۲	^{ns}۰/۱۵
خطا	۲۴	۰/۱۰۴	۰/۲۱	۱/۶	۱/۳۶	۰/۸

ns عدم اختلاف معنی دار، * معنی دار در سطح ۵٪ و ** معنی دار در سطح ۱٪



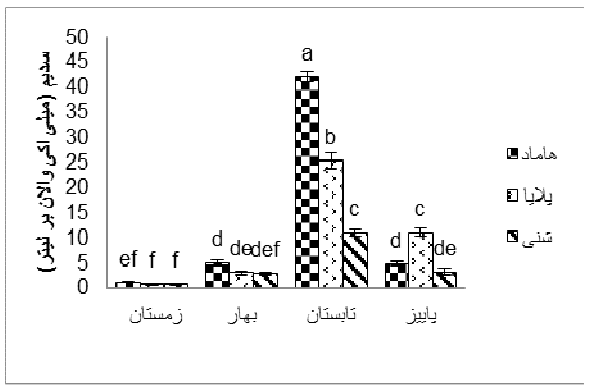
شکل ۲- محتوای پرولین گیاه رمس در سه رویشگاه در فصول مختلف



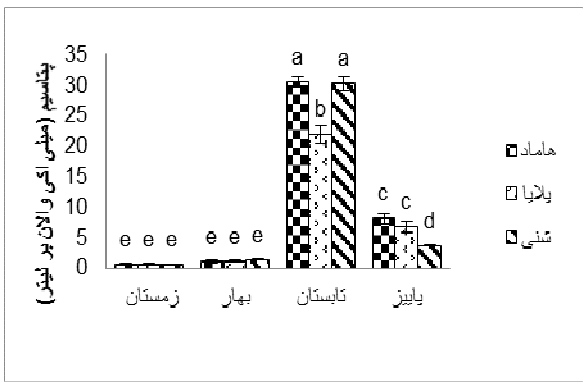
شکل ۳- محتوای قندهای محلول گیاه رمس در سه رویشگاه در فصول مختلف

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]

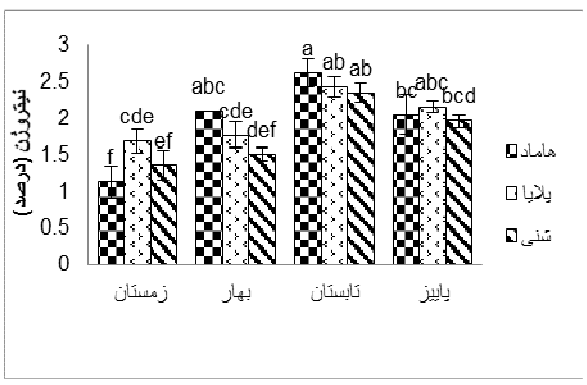
[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.3.1.5]



شکل ۴ - محتوای سدیم گیاه رمس در سه رویشگاه در فصول مختلف



شکل ۵- محتوای پتاسیم گیاه رمس در سه رویشگاه در فصول مختلف



شکل ۶- محتوای نیتروزن گیاه رمس در سه رویشگاه در فصول مختلف

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر میزان تجمع قندهای محلول به مقدار ۲/۵ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک در فصل تابستان در دو رویشگاه شنی و پلایا و حداقل آن به‌مقدار ۰/۸۷ گرم بر گرم ماده خشک در رویشگاه شنی در فصل زمستان مشاهده شد در فصول زمستان، بهار و تابستان تفاوت معنی‌داری در مقدار قندهای محلول در سه رویشگاه دیده نشد. الگوی تغییرات قندهای محلول در گیاه رمس به تغییرات پرولین نزدیک می‌باشد (شکل ۳).

بیشترین میزان تجمع یون سدیم در فصل تابستان در رویشگاه هامادا به مقدار ۴۲ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و کمترین آن در فصل زمستان در رویشگاه شنی به‌مقدار ۰/۶۴ میلی‌اکی‌والان بر لیتر مشاهده شد. در هر سه رویشگاه میزان یون سدیم در فصل تابستان نسبت به فصول دیگر روند افزایشی داشت (شکل ۴). تفاوت معنی‌داری در مقدار سدیم در دو فصل بهار و زمستان در رویشگاه‌های مورد مطالعه دیده نشد.

نتایج همچنین نشان داد که میزان پتاسیم در فصل تابستان در هر سه رویشگاه به‌طور معنی‌داری بیشتر از فصول دیگر بود. بیشترین مقدار پتاسیم در فصل تابستان به‌مقدار ۳۱ میلی‌اکی‌والان بر لیتر در دو رویشگاه هامادا و شنی و کمترین آن به‌مقدار ۰/۶ در فصل زمستان در هر سه رویشگاه بدست آمد (شکل ۵). تفاوت معنی‌داری در مقدار پتاسیم در دو فصل بهار و زمستان در رویشگاه‌های مورد مطالعه دیده نشد.

میزان تجمع نیتروژن در فصل تابستان در هر سه رویشگاه به‌طور معنی‌داری بیشتر از فصل زمستان بود. بیشترین مقدار نیتروژن به مقدار ۲/۶ درصد در رویشگاه هامادا و کمترین آن به‌مقدار ۱/۱ درصد در فصل زمستان در رویشگاه هامادا دیده شد. تفاوت معنی‌داری بین سه رویشگاه در مقدار نیتروژن در دو فصل تابستان و پاییز دیده نشد (جدول ۶).

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.3.1.5]
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق اثر شرایط متفاوت خاکی و تغییر فصل بر شاخص‌های مهم مقاومت به تنش‌های محیطی در گیاهان مورد بررسی قرار گرفت. مهم‌ترین تفاوتهای خاکی رویشگاه‌های مورد مطالعه، اختلاف در شوری و بعضی عناصر معدنی خاک بود. این تفاوت در خاک رویشگاه‌ها، تاثیری بر مقدار پرولین، قندهای محلول، سدیم و پتاسیم در فصول زمستان و بهار نداشت. اگر فرض کنیم که گیاه رمس در دو فصل زمستان و بهار نسبت به دو فصل تابستان و پاییز با تنشهای گرمایی، شدت نور و خشکی کمتری مواجه می‌شود، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که شوری خاک این رویشگاه‌ها به تنهایی قادر به تغییر در مقدار این مواد نیست. به عبارت دیگر افزایش این مواد در رمس فقط با افزایش تنش شوری حاصل نمی‌شود. در مقابل این اختلاف در دو فصل تابستان و پاییز که معمولا با تنش‌های محیطی بیشتری همراه است، بروز می‌کند. به‌عبارت دیگر عکس‌العمل رمس به شوری متفاوت از عکس‌العمل آن به تنش شوری همراه با تنشهای خشکی و گرمایی و دیگر تنشها می‌باشد. مشابه تحقیق حاضر سان و همکاران (۲۰۱۶) مکانیسم دفاعی ذرت را در شرایط متفاوت محیطی از نظر شوری، گرما و خشکی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که عکس‌العمل (مقدار پرولین و قندهای محلول) گیاه به تنش خشکی بیشتر به شوری شبیه بود تا تنش گرمایی. از طرف دیگر عکس‌العمل گیاه تحت دو تنش خشکی-گرما و خشکی-شوری متفاوت از عکس‌العمل گیاه به هر یک از تنشها به‌تنهایی بود. گیل و همکاران (۲۰۱۴) نیز در بررسی اثر تغییرات فصلی بر خصوصیات فیزیولوژیکی چند گونه شورپسند نشان داد که مقدار یونهای سدیم، پتاسیم، کلرید و اسید آمینه گلیسین بتایین با تغییر فصل در این گیاهان تغییر می‌کند.

نتایج این تحقیق نشان داد که در تابستان سدیم و پتاسیم هر دو در گیاه افزایش یافتند. پتاسیم یک عنصر غذایی فراوان (ماکرو) است که برای همه انواع گیاهان ضروری است و نقش مهمی در تنظیم اسمزی دارد. ولی سدیم حتی برای گیاهانی که فوق‌العاده شورپسند هستند یک عنصر فراوان نیست. پاسخ رشدی گیاهان به سدیم در بین گونه‌های مختلف متفاوت می‌باشد. بسیاری از شورپسندها پاسخ رشدی مثبتی به سدیم نشان داده‌اند و این در حالی است که سدیم برای گلیکوفیت‌ها مرگ‌آور است. آزمایشات نشان می‌دهند که سدیم اضافی در اکثر شورپسندها در واکوئل‌ها تجمع نموده و بدین وسیله ضمن ممانعت از سمیت اندامک‌های سیتوپلاسمی موجب تنظیم اسمزی نیز می‌گردد. بررسی‌های وانگ[2] و همکاران (۲۰۰۴) در سیاه تاغ (*Haloxylon ammodendron*) نشان داد که این گیاه مقدار زیادی سدیم (نه پتاسیم) را جذب و در بافت‌های هوایی جمع می‌کند. مشابه این نتایج توسط حیدری شریف آباد و میرزایی ندوشن (۲۰۰۶) روی سه گونه سالسولا نشان داده شد. مطالعات نشان می‌دهد که پتاسیم در پاسخ به خشکی و سدیم تحت تنش شوری در گیاهان تجمع پیدا می‌کنند. پوراسماعیلی و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه اثر شوری بر روی جوانه‌زنی، وزن خشک و تر، محتوای یونی، پرولین، قند محلول و نشاسته *Suaeda fruticosa* نتایج مشابه را به دست آوردند. آن‌ها نشان دادند که با افزایش شوری درصد جوانه‌زنی بذرهای این گیاه کاهش یافته و موجب افزایش یون‌های سدیم و کلر در بافت‌های هوایی گیاه شده است. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق و سایر تحقیقات صورت گرفته روی گیاه رمس (اصغر مصلح آرانی و همکاران، ۲۰۱۲) می‌توان گفت، گیاه رمس قادر است یون سدیم و پتاسیم را با غلظت‌های بالا از محیط ریشه جذب کرده و به قسمت‌های هوایی انتقال داده و سپس در واکوئل‌ها به منظور تنظیم اسمزی ذخیره کند. این موضوع بدین معنی است که گیاه رمس با تجمع این دو عنصر هم در برابر شوری و هم خشکی مقاومت می‌کند.

در این بررسی مشاهده شد که تجمع نیتروژن در گیاه کمتر تحت تاثیر رویشگاه بود و به نظر می‌رسد که جذب این عنصر توسط گیاه رمس تحت تاثیر شرایط شوری خاک قرار نگرفته است. رضوی نسب و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی تأثیر شوری و ماده آلی بر ترکیب شیمیایی و مرفولوژی نهال‌های پسته نشان دادند که با افزایش شوری، میزان نیتروژن اندام هوایی روندی کاهشی داشت و این کاهش در بالاترین سطح شوری معنی‌دار بود، به‌طوری‌که با رسیدن شوری به سطح ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک، غلظت نیتروژن اندام هوایی به میزان پنج درصد کاهش نشان داد (۲۵). بیشترین میزان جذب نیتروژن در هر سه

[2] -Wang

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.3.1.5]
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]

رویشگاه در فصل تابستان بود. مطالعات متعددی نشان داده که در طی خشکی در مزرعه مقدار نیتروژن و جذب آن ممکن است افزایش یا کاهش یابد یا بدون تغییر بماند. در گیاه رمس بنظر می‌رسد افزایش جذب نیتروژن در گیاه رمس در فصل تابستان با مقاومت به خشکی در ارتباط باشد. تجمع نیتروژن در گیاه رمس در این فصل می‌تواند به نیاز گیاه به نیتروژن جهت بیوسنتز پروتئین و رشد رویشی و زایشی گیاه نیز مرتبط باشد.

نتایج این آزمایش نشان داد که پرولین و قندهای محلول در تابستان و پاییز افزایش یافت. این موضوع نشان می‌دهد که پرولین و قندهای محلول جهت تنظیم اسمزی در گیاه رمس تجمع می‌کنند، اما شدت افزایش این دو ماده کمتر از شدت افزایش سدیم و پتاسیم بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سدیم و پتاسیم نقش بیشتری در مقابله با تنش‌های محیطی در گیاه رمس ایفا می‌کند. از طرف دیگر رمس در برابر تنش‌های موجود با افزایش هر دو ماده پرولین و قند به تنش‌های موجود پاسخ داد. بعضی از گیاهان فقط با افزایش یکی از این دو ماده به تنش پاسخ می‌هند. مقایسه مقدار پرولین، قندهای محلول و محتوای یونی سه گونه *Halostachys belangerian* ،*Atriplex lentiformis* و *Tamarix ramosissima* طی زمان‌های مختلف و شرایط شوری طبیعی نشان داد که گونه سنبله نمکی با افزایش مقدار پرولین و گونه آتریپلکس با افزایش مقدار قندهای محلول به تنش شوری پاسخ می‌دهند (۲۰). این نتایج در مطالعات دیگران نیز بدست آمده است (۱۱، ۱، ۲۱، ۲۲، ۳، ۱۹، ۲۶ و ۲).

بنابراین نتیجه‌گیری شد که مهمترین پاسخ فیزیولوژیکی گیاه رمس در شرلیط محیطی افزایش جذب سدیم و پتاسیم و ذخیره آنها در واکوئل‌ها جهت تنظیم پتانسیل اسمزی در گیاه است. همچنین نتیجه‌گیری شد که پاسخ‌های فیزیولوزیکی گیاه رمس به زمان رویش، نوع تنش و عکس‌العمل متقابل آنها با هم بستگی دارد.

References

1. Akhondi, M., A. Safarnejad & M. Lahouti, 2006. Effect of drought stress on proline accumulation and mineral nutrients changes in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources,* 10(1):165-174.
2. Alves, A.A.C. & T.L. Setter, 2004. Abscisic acid accumulation and osmotic adjustment in cassava under water deficit. *Environmental and Experimental Botany,* 51: 259-271.
3. Arji, I & K. Arzani, 2003. Evaluation of the growth responses and proline accumulation of three Iranian native olive cultivars under drought stress. *Journal of Agriculture Sciences and Nutural Resources,* 10(2): 91-100.
4. Barker, D.J., C.Y. Sullivan & L.E. Moser, 1993. Water deficit effect on osmotic potential, cell wall elasticity & proline in five forage grasses. *Agronomy Journal*, 85: 270-275.
5. Bates, L.S., R.P. Waldren & I.D. Teare, 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant soil,* 39:205-207.
6. Bohnert, H.J., D.E Nelson & R.G. Jensen, 1999. Adaptation to environmental stresses. *The Plant Cell,* 7: 1099-1111.
7. De Lacerda, C.F., J. Cambraia, M.A. Oliva & H.A. Ruiz, 2005. Changes in growth and in solute concentrations in Sorghum leaves and roots during salt stress recovery. *Environmental and Experimental Botany,* 54:69-76.
8. De Oliveira, V., E. Camelo Marques, F. De Lacerda, J. Tarquinio Prisco & E. Gomes-Filho, 2013. Physiological and biochemical characteristics of Sorghum bicolor and *Sorghum sudanense* subjected to salt stress in two stage of development. *African Journal of Agricultural Research*, 8: 660-670.
9. During, H., 1992. Evidence for osmotic adjustment to drought in grapevines (*Vitis vinifera*). *Vitis,* 23: 1-10.
10. Gehlot, H.S., A. Purohit & N.S. Shekhawat, 2005. Metabolic changes and protein patterns associated with adaptation to salinity in Sesamum indicum cultivars. Journal of Cell and Molecular Biology 4: 31-39
11. Ghorbanli, M., M. Noujavan, R. Hidari & T. Farboudnia, 2001. The effect of water stress of the variations of soluble sugars, starch and proteins in two different cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Science* (Teacher Training University), 1(1): 38-52.
12. Ebne Jalal, R. & H. Shafaei Bajestan, 1991. Theoretical and practical fundamental of soil mechanic. Shahid Chamran University Press, Iran. 746 P.
13. Hameed, A., T. Hussain, S. Gulzar, I. Aziz, B. Gul & A. Khan, 2012. Salt tolerance of a cash crop halophyte *Suaeda fruticosa*: biochemical responses to salt and exogenous chemical treatments. *Acta physiol plant*, 3: 455-465.

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.3.1.5]
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]

14. Hassegawa, R.H., H. Fonseca, A.L. Fancelli, V.N. da Silva, E.A. Schammass, T.A. Reis & B. Correˆa, 2008. Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. Food Control. 19: 36-43.
15. Heidari-Sharifabad, H., 2001. Plant Aridity and Drought. Research Institute of Forests and Rangelands publication, Tehran, 200p. (in Farsi).
16. Heidary-sharifabad, H., & H. Mrzaie-Nodushan, 2006. Salinity–induced growth and some metabolic changes in three *Salsola* speices. *Journal of Arid Environment,* 67:715-720.
17. Javadi, T., K. Arzani & H. Ebrahimzadeh, 2005. Investigation of soluble sugars and proline content in nine Asian pear (*Pyrus serotina*) genotype under drought stress. Iranian Journal of Biology,۱۷(۴) : ۳۶۹-۳۸۷
18. Kochert, G., 1978. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method: 56-97. In: Helebust, J.A. & Craig, J.S., (Eds.). Hand book of physiological method. Cambridge University Press.
19. Mansouri-Deh shoaibi, R., G. Davarinejad., H. Hakim Abadi & A. Tehranifar, 2001. Investigatio of proline, total protein and soluble sugars during the process of pistachio flower bud phenology. Journal of Horticultural Science 25(2): 116-121
20. Mosleh-Arani, A., G. Bakhshi Khaniki & B.A. Hakimi-Bafghi, 2012. Characteristics of Na±, K± and free proline distribution in three xerophytes of *Stipagrostis pennata*, *Calligonum polygonoides* and *Hammada salicornia*, in Yazd province. Iranian Journal of Range and Desert researches, 19(4): 581-589
21. Mosleh-Arani, A., M.A. Hakimzadeh & R. Ghobadpour, 2014. Investigation of changes in proline, soluble sugar and ion content in *Atriplex lentiformis*, *Halostachys belangeriana* and *Tamarix rammossma* in field conditions. Jurnal of Desert Management, 1(2): 59-68
22. Movahhedy Dehnavy, M., S.A.M. Modarres Sanavy, A. Sorushzadeh & M. Jalili, 2005. Changes in proline, total soluble sugars, SPAD and chlorophyll fluorescence in 3winter safflower cultivars under drought stress and foliar application of zinc and manganese. *Desert,* 9(1): 93-109.
23. Niakan, M., & M. Ghorbanli, 2007. The effect of drought stress on growth, photosysnthetic factors, content of prolin, Na, and K content in two cultivars of soybean. *Rostaniha,* 8(1): 17-29.
24. Pouresmaeil, M., M. Ghorbanli & R. Khavarinajad, 2005. Effect of salinity on germination fresh and dry mass, ion content, proline, soluble sugare and starch content in *suaeda fruticosa*. *Biyaban,* 10: 257-265, (in Farsi).
25. Razavi Nasab, A., H. Shirani, A. Tajabadi pour & H. Dashti, 2011. Effect of salinity and organic matters on chemical composition and root morphology of pistachio seedling. Journal of Crops Improvement, 13(1): 31-42
26. Sanchez-Diaz, M., C. Tapia & M.C. Antolin, 2008. Abscisic acid and drought response of Canarian laurel forest tree species growing under controlled conditions. *Environmental and Experimental Botany,* 64:155-161.
27. Schachtman, D.P., R. Munns and M.I. Whitecross, 1991. Variation in sodium exclusion and salt tolerance in *Tiriticum tauschii*. *Crop Science* 31: 992-997.
28. Sudhakar, C., P.S. Reddy & K. Veeranjaneyulu, 1993. Effect of salt stress on enzymes of proline synthesis and oxidation in green gram (*Phseolus aureus*) seedlings. *Journal of Plant Physiology,* 141: 621-623.
29. Surekha rao, P., B. Mishra, S.R. Gupta & A. Rathore, 2013. Physiological Response to Salinity and Alkalinity of Rice Genotypes of Varying Salt Tolerance Grown in Field Lysimeters. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 9: 54-65.
30. Tavakoli, H., A. Paryab, GH. Ghaderi & M. Dashti, 2005. Investigation some of ecological features from *Hammada salicornica.* Iranian Journal of Range and Desert researches, 12(3): 211-232
31. Wang, S., Ch. Wan, Ya. Wang, H. Chen, Z. Zhou, H. Fu & R.E. Sosebee, 2004. The characteristics of $Na^{\pm}$, $K^{\pm}$ & free proline distribution in several drought-resistant plants of the Alexa Desert, China. *Journal of Arid Environments,* 56: 525-539.
32. Xu, Sh., L. An, H. Feng, X. Wang & X. Li, 2002. The seasonal effects of water stress on *Ammopiptanthus mongolicus* in a desert environment. *Journal of Arid Environments,* 51: 437-447.

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.3.1.5] [Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]