(مقاله پژوهشی)

ارزیابی عناصر معدنی، نیترات و نیتریت در اندام‌های مختلف گیاه سالیکورنیا (*Salicornia persica* L.) کشت شده در استان تهران

فروغ شواخی[1]*، هما بهمدی[1]، شهین زمردی [2]، صغری معدنی[3]

۱- استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

۳- کارشناس ارشد، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۰۷

چکیده

هدف از این پژوهش، سنجش میزان عناصر معدنی و آنیون‌های نیترات و نیتریت موجود در اندام‌های مختلف گیاه سالیکورنیا در استان تهران (ورامین) به منظور بررسی تجمع این عناصر در اندام‌های مختلف، برای توصیه مصرف خوراکی این گیاه بود. فلزات آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، کلسیم، عناصر سدیم و پتاسیم و آنیون‌های نیترات و نیتریت با استفاده از دستگاه‌های جذب اتمی، فلیم فتومتر و اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و تجزیه وتحلیل واریانس تفاوت غلظت هر یک از فلزات در بین بافت‌های مختلف گیاه (ریشه، اندام‌های هوایی و بذر) توسط آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار خاکستر در اندام‌های هوایی۰/۴۹±۲۲/۹۵ درصد و کمترین مقدار آن در ریشه (۰/۱۲±۷/۳۶ درصد) بر مبنای وزن خشک بود. به طور کلی در هر یک از اندام‌های گیاه سالیکورنیا، مقادیر نیتریت به مقدار قابل ملاحظه‌ای کمتر از نیترات بود. با توجه به حضور یون‌های سدیم و پتاسیم و عناصر فلزی مفید تغذیه‌ای سالیکورنیا می‌تواند جایگزین مناسبی برای نمک طعام باشد. بر اساس نتایج حاصل از این بررسی، می‌توان از اندام‌های هوایی سبز این گونه از سالیکورنیا به عنوان منبع عناصر معدنی بهره برد. با توجه به میزان نیترات و نیتریت در اندام هوایی با مقادیر ۳۱۷/۱۴ و ۱۶/۶۷ میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک به ترتیب و مقایسه آنها با مقادیر استاندارد بین‌المللی، سالیکورنیای کشت شده در ورامین در در ردیف سبزی‌های با نیترات بسیار پایین (کمتر از ۲۰۰ پی‌پی‌ام) مانند آرتیشو، مارچوبه، فلفل و گوجه‌فرنگی قرار داشته و برای قرار گرفتن در سبد غذایی مصرف‌کنندگان مشکلی ندارد.

واژه‌های کلیدی: سالیکورنیا، سبزی‌های با نیترات پایین، جایگزین نمک، جذب اتمی، فلیم فتومتر

*مسؤول مکاتبات: frshavakhi@yahoo.com

۱-مقدمه

سالیکورنیا (*Salicornia*) گیاهی شوری دوست (هالوفیت) است که در مناطق کم آب یا دارای آب یا خاک شور به منظور استفاده به عنوان خوراک انسان و روغن‌کشی و علوفه دام کشت می‌شود. همچنین در مناطقی نظیر اطراف دریاچه ارومیه و دشت نمک مردآباد به صورت خودرو وجود دارد. این گیاه از خانواده اسفناجیان است که خواص تغذیه‌ای، آنتی‌اکسیدانی و سلامتی بخشی متعددی برای آن ذکر شده است (۲۲). به دلیل نیاز آبی کم، امکان آبیاری با آب شور دریا و اقیانوس و قابلیت رویش در مناطق شور و بیابانی در کشورهایی نظیر آمریکا، مکزیک، عربستان و مصر به طور صنعتی کشت می‌شود (۱۰،۱). گونه‌های مختلف گیاه سالیکورنیا در بخش‌های مرکزی، جنوب، شمال و شمال غربی ایران رشد می‌کند (۲). از نظر جغرافیایی در چهار قاره جهان از جمله امریکای شمالی، آسیا، آفریقا و اروپا پراکنده است. این گیاه دارای ساقه اسفنجی با زوائدی بسیار کوچک شبیه برگ، گل‌های کم‌رنگ و میوه است. رنگ سبز این گیاه در پاییز و زمستان به نارنجی، صورتی مایل به قرمز تبدیل می‌شود. ساقه‌های آن بسیار آبدار و شاداب است. سالیکورنیا از آب شور تغذیه و به روش گرده‌افشانی تولیدمثل می‌کند (۲۱). استفاده از سالیکورنیا به‌عنوان منبع غذایی، موضوع جدیدی نیست، بلکه گزارش‌های متعدد از مصرف آن به‌عنوان یک منبع نمک وجود دارد. با این حال، به دلیل کمبودهای اخیر در خصوص عدم دسترسی به مواد غذایی، تلاش برای یافتن منابع غذایی پایدار آغاز شده است. سالیکورنیا در طول تاریخ هم به صورت خوراکی و هم غیرخوراکی استفاده می‌شده است. قدمت استفاده از این گیاه به‌عنوان یک منبع سودا (کربنات سدیم) برای ساخت شیشه به قرن‌ها قبل برمی‌گردد (۲۲). گزارش شده که نمک سالیکورنیا همراه با نمک طعام، در جلوگیری از افزایش فشارخون مؤثر است و اثر بهبوددهندگی آن روی کلیه و کبد، در ارتباط با کاهش سطح کراتینین سرم است (۲۵). تقسیم‌بندی‌های مختلفی برای مواد معدنی وجود دارد به عنوان مثال می‌توان مواد معدنی را به سه دسته تقسیم کرد: ۱) مواد معدنی پرنیاز[1]: به مواد معدنی گفته می‌شود که بدن به مقادیر زیادی از آن‌ها نیاز دارد و شامل: کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، فسفر و گوگرد ۲) مواد معدنی کم‌نیاز[2]: که بدن به میزان کم برای متابولیسم و انجام فعالیت‌های بیوشیمیایی به آن‌ها نیاز دارد مانند: آهن، منگنز، مس، روی، کروم و سلنیوم ۳) فلزات سمی [3]: موادی معدنی هستند که نقش مفیدی در بدن ایفا نمی‌کنند و با جایگزین شدن به جای مواد معدنی مفید سبب اختلال در متابولیسم و فعالیت بخش‌ها، اندام‌ها و بروز بیماری‌ها و حتی مشکلات ژنتیکی می‌شوند. این فلزات عبارت‌اند از: جیوه، سرب، آرسنیک، کادمیوم، آلومینیوم و غیره (۷). در سال‌های اخیر، افزایش قابل توجهی در سطح نیترات مواد غذایی دیده شده است. کاهش پتانسیل از نیترات به نیتریت عامل اثرات زیان‌آوری برای انسان و حیوانات شناخته شده است. نیتریت قادر است در واکنش با اسیدهای آمینه به شکل سمی و ترکیبات سرطان‌زای نیتروزآمین تبدیل شود. علاوه بر این نیتریت عامل بیماری مت هموگلوبینمیا[4] در اطفال شناخته شده است (۱۴،۱۸). نیترات می‌تواند در حفره دهانی و معده به نیتریت احیاء شود، این ترکیب در معده می‌تواند با آمین‌ها و آمیدها واکنش داده و ایجاد گروه‌های سرطان‌زا کند (۳). طبق تحقیقات انجام شده سبزی‌های تازه و فرآوری شده به‌خصوص سبزی‌های برگ‌دار و صیفی‌جات می‌تواند منابع عمده دریافت نیترات در رژیم غذایی باشد، زیرا نیترات آن‌ها قابلیت تجمع پذیری دارد. مقدار نیتریت این محصولات از مقدار نیترات آن‌ها بسیار کمتراست. مقدار نیترات موجود در خاک که ممکن است مربوط به کودهای شیمیایی به کار برده شده باشد، عامل عمده میزان تجمع نیترات در سبزی‌های است(۸). نظر به اهمیت آنیون‌های نیترات و نیتریت و همچنین ترکیبات فلزی در سلامتی مصرف‌کنندگان،

1- Macro Minerals
2 -Trace Minerals
3 -Toxic Minerals
4 -Methemoglobinemia

سنجش ریزمغذی‌ها و عناصر فلزی مفید تغذیه‌ای نظیر آهن، مس، روی، منیزیوم، منگنز، سدیم، پتاسیم و کلسیم از یک‌سو و باقیمانده نیترات، نیتریت از دیگر سو ضروری است. هدف از این پژوهش، پایش میزان عناصر معدنی و سنجش آنیون‌های نیترات و نیتریت موجود در اندام‌های مختلف گیاه *سالیکورنیا پرسیکا* (ریشه، اندام هوایی، بذر) در استان تهران (ورامین) به منظور بررسی تجمع این عناصر در اندام‌های مختلف، برای توصیه مصرف خوراکی این گیاه بود.

۲- مواد و روش‌ها

گیاه سالیکورنیا گونه پرسیکا (*Salicornia persica* L.) در شهریورماه سال ۱۳۹۵ از منطقه ورامین برداشت شد.

۲-۱-آماده‌سازی نمونه‌ها

نمونه‌ها پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند. وزن بوته کامل و وزن اندام‌های ریشه، اندام هوایی و بذر جداگانه تعیین شدند. رطوبت اولیه با استفاده از آون ۳± ۵۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت سنجیده شد. نمونه‌ها در دمای محیط به مدت ۷ روز خشک شد. اندام‌های مختلف گیاه جداسازی و با آسیاب خانگی آسیاب و از الک با مش ۸۰ عبور داده شد و تا زمان انجام آزمون در کیسه‌های پلی‌اتیلنی دربسته و در دمای یخچال (۱± ۴ درجه سلسیوس) نگهداری شد.

۲-۲-اندازه‌گیری خاکستر

خاکستر نمونه‌ها طبق روش AOAC (۰۳-۹۲۳) با استفاده از کوره الکتریکی (Chamber Furance مدل K1251 ساخت آلمان) در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شدند (۵). ابتدا یک گرم از نمونه خشک و پودر شده در بوته‌ای که قبلاً به وزن ثابت رسیده است وزن شده و در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۴ تا ۵ ساعت گذاشته شد تا نمونه خاکستر سفید شود. سپس درصد خاکستر با استفاده از رابطه ۱ اندازه‌گیری شد.

رابطه (۱)

[وزن نمونه / (وزن بوته – وزن نمونه و بوته بعد از کوره)] ×۱۰۰=درصد خاکستر

۲-۳-اندازه‌گیری عناصر با دستگاه جذب اتمی و فلیم فتومتر

آماده‌سازی نمونه به روش خاکستر خشک انجام شد. نمونه خاکستر را با ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک با غلظت مناسب در حمام آبی تا خشک شدن حرارت داده و سپس با ۲ میلی‌لیتر دیگر اسیدکلریدریک به مدت ۱۰ دقیقه روی حمام آبی حرارت داده و به بالن ژوژه ۵۰ یا ۱۰۰میلی‌لیتری منتقل و به حجم رسانیده شد. این محلول برای اندازه‌گیری عناصر سدیم و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر و عناصر دیگر (آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز و کلسیم) توسط دستگاه جذب اتمی مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه‌گیری فلزات با دستگاه جذب اتمی ابتدا برای کالیبراسیون دستگاه، استانداردهای با غلظت مورد نیاز از استاندارد ۱۰۰۰ قسمت در میلیون محلول مادر (استوک) با استفاده از اسید نیتریک (۱+۱) تهیه شد و بعد از آن، غلظت نمونه‌های مجهول خوانده شد. دستگاه جذب اتمی مورد استفاده Perkin Elmer 3110 ساخت آمریکا بود (۶). برای تعیین غلظت عناصر سدیم و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر، ابتدا استانداردهای ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، و ۱۰۰ از استاندارد ۱۰۰۰ قسمت در میلیون تهیه شد سپس دستگاه با آب مقطر تنظیم و با شاهد (بدون نمونه) صفر شده و به ترتیب استانداردها در دستگاه خوانده شد. و همچنین نمونه‌ها نیز قرائت شدند. منحنی استاندارد رسم شد و غلظت نمونه‌های مجهول با استفاده از منحنی تعیین و با اعمال ضریب رقت برحسب میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک محاسبه شد. دستگاه فلیم فتومتر Jenway-PFP7 ساخت انگلستان بود (۶).

۲-٤-اندازه‌گیری نیتریت و نیترات

روش مورد استفاده برای اندازه‌گیری نیتریت و نیترات روش افتخاری و حیدری (۲) بود. عصاره‌گیری از پودر اجزای

سالیکورنیا بر اساس روش پیشنهادی کاتالدو[1] و همکاران (۹) انجام شد. بدین ترتیب که ابتدا نمونه‌های خشک شده با استفاده از آسیاب برقی تا پودر شدن کامل، آسیاب شد. ۰/۱ گرم از نمونه با ۱۰ گرم آب دیونیزه مخلوط شده و به مدت ۱ ساعت در دمای ۴۵ درجه سلسیوس در آون قرار داده شد. سپس به مدت ۱۵ دقیقه در ۶۵۰۰ دور سانتریفیوژ شده و مایع شناور رویی برای آزمون‌های اندازه‌گیری نیترات و نیتریت مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌های آب به طور مستقیم برای این دو آزمون مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه عصاره نمونه‌های خاک روش پیشنهادی ساهراوات و پراساد[2] (۲۳) مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب که به ۱۰ گرم از نمونه ۵۰ گرم معرف مورگان و ۱ گرم کربن فعال اضافه شد. مخلوط به مدت ۱۵ دقیقه در ۶۵۰۰ دور سانتریفیوژ شد و مایع رویی برای آزمون‌های نیترات و نیتریت مورد استفاده قرار گرفت. مقدار نیترات در اندام‌های گیاهی با استفاده از اسید سالیسیلیک ۵ درصد محلول در اسیدسولفوریک انجام شد و در طول‌موج ۴۱۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی (Spectrophotometer pharmacia-Novaspec ساخت انگلستان) خوانده شد. برای تهیه استاندارد از غلظت‌های مختلف نیترات پتاسیم (۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۶۰ پی‌پی‌ام) استفاده شد. به ده میلی‌لیتر عصاره مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر سولفانید آمید محلول در اسید استیک ۱۵ درصد و ۲/۵ میلی‌لیتر از ماده نید (NED) محلول در اسید استیک ۱۵ درصد افزوده شد و پس از ۱۵ دقیقه، جذب در طول‌موج ۵۴۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. برای تهیه استانداردهای ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ پی‌پی‌ام از نیتریت سدیم ($NaNO_2$) استفاده شد. بعد از تهیه استانداردها و قرائت از دستگاه، منحنی استاندارد رسم شد و غلظت نمونه‌ها با استفاده از منحنی استاندارد و با در نظر گرفتن ضریب رقت محاسبه شد. تمامی نمک‌ها و مواد شیمیایی مورد استفاده ساخت شرکت مرک آلمان بود. یافته‌های پژوهش با مقادیر توصیه‌شده جهانی برای دریافت ریزمغذی‌های ضروری و همچنین مقادیر مجاز برای دریافت نیترات و نیتریت و آلاینده‌های فلزات سنگین، با استاندارد مقایسه شد.

۲-۵- روش آماری

پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۵ انجام شد. تجزیه و تحلیل واریانس تفاوت غلظت هر یک از فلزات در بین بافت‌های مختلف گیاه (ریشه، اندام‌های هوایی و بذر) توسط آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه[3] بررسی شد. در صورت معنی‌داری اثر، برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون تعقیبی چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. تمامی آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- خاکستر

جدول ۱- مقدار خاکستر در اندام‌های مختلف گیاهی- ورامین

اندام گیاهی	خاکستر (درصد)
ریشه	۷/۳۶±۰/۱۲ [a]
اندام هوایی	۲۲/۹۵±۰/۴۹ [b]
بذر	۲۲/۴۸±۰/۷۸ [b]

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند.

1- Cataldo
2-Sahrawat and Rajendra Prasad
3- One-way ANOVA

در جدول ۱، مقادیر خاکستر بر مبنای وزن خشک اندام‌های مختلف گیاه نشان داده شده است. بیشترین مقدار خاکستر در اندام‌های هوایی و بذر مشاهده شد که با ریشه تفاوت آماری معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$). محققین مقدار خاکستر کل را ۴۰/۲ درصد برحسب ماده خشک در اندام‌های هوایی سالیکورنیا گزارش کردند (۱۲). مین و همکاران (۲۶) مقدار خاکستر برگ، ساقه و ریشه سالیکورنیا (*S.Herbacea L.*) را به ترتیب ۴/۷، ۶/۱ و ۶/۲ درصد گزارش کردند. عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم از مواد معدنی غالب در برگ، ریشه و ساقه این گیاه بوده است.

۳-۲-عناصر معدنی

۳-۲-۱-سدیم و پتاسیم

گیاه سالیکورنیا در بخش اندام‌های هوایی حاوی ۰/۰۴۶± ۴/۹۱ درصد سدیم و۰/۰۸± ۱/۱۲ درصد پتاسیم بوده که مقدار قابل‌توجهی است. الگوی تجمع سدیم و پتاسیم در اندام‌های مختلف یکسان نبود. در حالی‌که مقدار یون سدیم در اندام‌های هوایی سالیکورنیا به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر از بذر و ریشه گیاه بود، کمترین میزان پتاسیم در اندام هوایی مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار مقدار سدیم و پتاسیم در اندام‌های گیاهی سالیکورنیا- ورامین

اندام گیاهی	سدیم (میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک)	پتاسیم (میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک)
ریشه	۱۹۹۷/۰۳۳±۷/۱۵۱ [b]	۱۲۲۴/۲۶۷±۵/۰۷۴ [b]
اندام هوایی	٤٩١٦/١٦٧±٤/٦٣٢ [c]	۱۱۲۳/۹۳۳±۸/۰۳۳ [a]
بذر	۱۳۴۷/۰۵۰±۵/۳۵۰ [a]	۱۵۶۵/۵۶۷±۷/۸۴ [c]

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند.

کودو و همکاران (۱۵) نیز گزارش کردند که گیاهان شوری پسند، سدیم را برای تنظیم فشار اسمزی در واکوئل خود انباشته می‌کنند. پرولین، سدیم و پتاسیم نقش مهمی در سازگاری گیاهان به تنش خشکی ایفا می‌کنند. پتاسیم یک عنصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان است. این عنصر همچنین به عنوان یک اسمولیت در پایین نگه‌داشتن پتانسیل آب بافت‌های گیاهی حائز اهمیت است (۲۶). مطالعات نشان می‌دهد که پتاسیم در پاسخ به خشکی و سدیم تحت تنش شوری در گیاهان تجمع پیدا می‌کند (۱۱).

۳-۲-۲-کلسیم، منیزیم، مس، روی، آهن، منگنز

الگوی تجمعی عناصر معدنی مس (Cu)، کلسیم (Ca)، روی (Zn)، آهن (Fe)، منگنز (Mn) و منیزیم (Mg) در اندام‌های مختلف گیاه سالیکورنیا با یکدیگر متفاوت بود (جدول ۳). همان‌طور که مشاهده می‌شود به جز فلز مس، در خصوص تمامی عناصر مورد مطالعه مقدار عنصر در اندام‌های مختلف سالیکورنیا به طور معنی‌داری متفاوت بود ($p<۰/۰۱$). مقدار آهن در ریشه، روی و کلسیم در بذر و منیزیم در اندام هوایی به طور معنی‌داری بالاتر از سایر قسمت‌ها بود. از این رو اندام هوایی سبز گیاه سالیکورنیا در این منطقه می‌تواند از لحاظ تأمین این عناصر به ویژه منیزیم حائز اهمیت باشد (جدول ۳).

جدول ۳- مقادیر عناصر معدنی برحسب میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک در اندام‌های مختلف گیاه سالیکورنیا - ورامین

اندام گیاهی	مس (Cu)	کلسیم (Ca)	روی (Zn)	آهن (Fe)	منگنز (Mn)	منیزیم (Mg)
ریشه	۳/۲۵۵±۰/۳۵۲ a	۲۲/۵۱۵±۹/۳۲۹ a	۲/۰۳۰±۰/۰۰۱ b	۱۰/۱۷۷±۰/۱۷۵ c	۳/۳۷۵±۰/۲۹۵ b	۴۱۶/۹۰±۲/۶۰ b
اندام هوایی	۳/۵۳۳±۰/۲۳۷ a	۲۳/۱۰۳±۳/۷۰۳ a	۱/۸۹۹±۰/۰۶ a	۳/۹۰۵±۰/۰۴۵ a	۱/۸۵۲±۰/۱۷ a	۷۵۰/۱۰±۱/۴۳ c
بذر	۳/۲۰۹±۰/۳۵۸ a	۸۴/۹۰۲±۹/۵۳۵ b	۲/۶۲۸±۰/۰۰۳ c	۵/۵۲۰±۰/۲۱ b	۱/۸۵۲±۰/۱۷ a	۲۱۸/۳۳±۷/۶۰ a

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند.

طی تحقیقی خواص تغذیه‌ای دو علف دریایی قرمز (*Gracilaria salicornia*) و سبز (*Ulva lactuca*) بررسی شد. نتایج نشان داد که این گیاهان نیز دارای مقدار قابل‌توجهی مواد معدنی بودند. مقدار پتاسیم در این دو گیاه در حدود ۲۴۱۴/۰۲-۱۱۳۸۰/۰۶ میلی‌گرم درصد گرم وزن خشک و مقادیر کلسیم، سدیم و آهن این علف‌ها بیشتر از گیاهان خشکی بود (۲۷). مواد معدنی در اندام فوقانی گیاه سالیکورنیا هرباسه (*Suaeda japonica*) و سودا ژاپونیکا (*Salicornia herbaciea*) به ترتیب شامل سدیم (۱۰۰۰۰۶ ppm و ۸۵۳۳۲)، پتاسیم (۱۳۸۵ ppm و ۷۱۰)، منیزیم (۶۲۶۳ ppm و ۷۰۰۵ پی‌پی‌ام)، کلسیم (۲۷۵۰ ppm و ۴۳۴۴)، آهن (۹۰/۴ ppm و ۱۴۳۴/۹)، منگنز (۹۸/۹ ppm و ۱۱۹/۱)، روی (۳۳/۳ ppm و ۱۹/۲) و مس (۳/۴ ppm و ۲/۷) بود (۱۳). میلونی و همکاران (۱۷) در بررسی اثر تنش شوری بر دو رقم پنبه گزارش نمودند که شوری سبب کاهش غلظت منیزیم و کلسیم برگ شده، ولی بر غلظت آن‌ها در ریشه اثری ندارد. عناصر معدنی عمده موجود در سالیکورنیا علاوه بر سدیم و پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن تشکیل می‌دهد که با نتایج لو و همکاران (۱۶) مطابقت دارد. آن‌ها نیز مواد معدنی عمده سالیکورنیا را سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، از نظر تغذیه‌ای فسفر و آهن گزارش کردند. اگرچه عناصر معدنی بررسی شده برای بدن انسان ضروری‌اند، اما غلظت‌های بالای آنها سمی بوده و بر بسیاری از وظایف مهم سلولی اثر مهارکننده دارد و عوارض متعددی مانند تهوع، اسهال، استفراغ و غیره دارند. و حد بالای مصرف[1] آنان برای بزرگسالان در روز بر اساس داده‌های موسسه ملی سلامت امریکا[2] برای آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، کلسیم مقادیر ۴۵، ۱۰، ۴۰، ۱۱، ۳۵۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم در روز است (۴). بر اساس نتایج حاصل از این بررسی، می‌توان از اندام‌های هوایی گیاه سالیکورنیا به عنوان منبع این عناصر به ویژه روی و منیزیم بهره برد ولی با توجه به اینکه این عناصر از سایر منابع خوراکی دیگر هم گرفته می‌شود در مصرف آن نباید زیاده‌روی کرد. اگرچه منیزیم به طور طبیعی در مواد غذایی وجود دارد و مضر نیست و در انسان سالم مقادیر اضافی آن توسط کلیه‌ها دفع می‌شود ولی به عنوان مکمل غذایی نباید بالاتر از حد ایمن مجاز فوق الذکر مصرف شود. لو و همکاران (۱۶) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند آن‌ها بیان نمودند که می‌توان از این گیاه به عنوان منبع خوبی از مواد معدنی، به ویژه منیزیم، آهن و کلسیم استفاده کرد.

1- Upper Safe Limit
2 -National Institute of Health

۳-۳-نیترات و نیتریت

جدول ٤- میانگین و انحراف معیار مقدار نیترات و نیتریت در اندام‌های گیاهی بر اساس وزن خشک- ورامین

اندام گیاهی	نیترات (میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک)	نیتریت (میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک)
ریشه	۲۰۸/۵۷۱±۰/۰۰ [b]	۱۹/۸۷۲±۰/۰۵۷ [c]
اندام هوایی	۳۱۷/۱۴۳±۲۴/۷۴ [c]	۱۶/۶۷۴±۰/۰۵۶ [b]
بذر	۳۷/۱۴۳±۳/۷۹۷ [a]	۱/۵۹۹±۰/۰۳۶ [a]

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند.

به طور کلی در هر یک از اندام‌های گیاه سالیکورنیا، مقادیر نیتریت کمتر از نیترات بود. سطوح نیتریت در بافت هوای گیاهی سالم و تازه در مقایسه با نیترات معمولاً خیلی پایین است (۱۱ و ۷) که در این تحقیق نیز همین نتیجه به دست آمده است. کمترین مقدار نیترات و نیتریت در بذر گیاه وجود داشت. میزان نیترات در اندام هوایی به طور معنی‌داری بیشتر از ریشه بود (جدول ۴). غلظت نیترات در سیب‌زمینی توزیع شده در شهر کرمانشاه (۳۴۷/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بیش از غلظت مجاز توصیه‌شده توسط سازمان بهداشت جهانی گزارش شده است. سبزی‌های غده‌ای بیشترین (۴/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و سبزی‌های برگی، کمترین (۰/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقادیر غلظت نیتریت را دارا بودند. بیشترین غلظت نیترات در سبزی‌های برگی (۶۷۳/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین آن در سبزی‌های بوته‌ای (۱۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) گزارش شد (۳). کیانی و قیطاسی (۴) گزارش کردند که مقدار نیترات در سبزی‌های گشنیز، شاهی، تره، نعناع، شنبلیله، ریحان سبز، برگ تربچه، پیازچه و اسفناج نمونه‌برداری شده در فصل زمستان کمتر از ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن‌تر بودند. در این میان به ترتیب ۴۰، ۲۰ و ۱۰ درصد از سبزی‌های جعفری، شوید و غده تربچه نمونه‌برداری شده در فصل زمستان دارای نیترات بیش از ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن‌تر بودند. استانداردهای مختلفی در دنیا برای حداکثر مجاز نیتریت و نیترات در آب و مواد غذایی وجود دارد ولی محدوده مجاز نیترات در ایران برای سبزی‌های مختلف مشخص نشده است اما به طور کلی بیشترین مقدار نیترات که به بدن وارد می‌شود بایستی روزانه کمتر از ۳/۶۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن باشد (۱۰). با این وجود یک فرد ۷۰ کیلوگرمی نباید بیش از ۲۵۵ میلی‌گرم نیترات مصرف نماید. بنابراین باید غلظت نیترات را مخصوصاً برای افرادی که در رژیم غذایی آن‌ها سبزی‌های زیاد مصرف می‌شود به حداقل مقدار ممکن کاهش داد (۱۷ و ۲۴). کمیته تخصصی مشترک FAO و WHO & UN افزودنی‌های غذایی (JECFA[1]) و کمیته علمی کمیسیون اروپایی مواد غذایی، حد قابل قبول روزانه جذب[2] را برای نیترات ۳/۷-۰ میلی‌گرم یون نیترات برای هر کیلو وزن بدن پیشنهاد داده که برای نوزادان، کودکان و بزرگسالان قابل استفاده است. سازمان حفاظت از محیط‌زیست امریکا هم مقدار مرجع[3] نیترات را ۱/۶ نیترات نیتروژن بر کیلو وزن بدن در روز (معادل حدود ۷ میلی‌گرم یون نیترات بر کیلو وزن بدن در روز) اعلام کرده است. کمیته تخصصی افزودنی‌های غذایی دریافت روزانه قابل‌قبول برای نیتریت را ۰/۷-۰ میلی‌گرم یون نیتریت بر کیلو وزن بدن و سازمان حفاظت از محیط‌زیست هم مقدار مرجع ۰/۱ میلی‌گرم نیتریت نیتروژن بر کیلوگرم وزن بدن در روز را که معادل

1-Joint Expert Committee on Food Additives
2-ADI
3-Reference Dose (RfD)

۰/۳۳ میلی‌گرم یون نیتریت بر هر کیلو وزن بدن در روز است، پیشنهاد داده است (۱۹ و ۲۴).

٤-نتیجه‌گیری

توسعه هدفمند کشت سالیکورنیا به عنوان گونه‌ای متحمل به شوری و قابل‌کشت در ایران، برای تأمین امنیت غذایی به ویژه در سال‌های آتی که مشکلات کم‌آبی نمود بیشتری در بخش کشاورزی پیدا خواهند کرد، اهمیت بسزایی دارد. سالیکورنیا قادر به تجمع نمک‌های مختلف با بنیان‌های آلی و فلزی در قسمت‌های مختلف گیاه شامل ریشه، اندام هوایی و بذر است. توانایی این گیاه در جذب نیترات و نیتریت و عناصر معدنی از محیط از جنبه‌های مختلف شایان توجه است. با توجه به حضور یون‌های سدیم و پتاسیم و عناصر فلزی مفید تغذیه‌ای سالیکورنیا می‌تواند جایگزین مناسبی برای نمک طعام باشد. از لحاظ الگوی تجمعی عناصر ضروری و مفید، در تمام موارد به غیر از آهن، ریشه عناصر را جذب کرده و به اندام‌های بالاتر منتقل نموده است. بر اساس نتایج حاصل از این بررسی، می‌توان از اندام‌های هوایی سبز این گونه از سالیکورنیا به عنوان منبع عناصر معدنی بهره برد. با توجه به میزان نیترات و نیتریت در اندام هوایی با مقادیر ۳۱۷/۱۴ و ۱۶/۶۷ میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک به ترتیب و مقایسه آنها با مقادیر استاندارد بین‌المللی، سالیکورنیای کشت شده در ورامین در در ردیف سبزی‌های با نیترات بسیار پایین (کمتر از ۲۰۰ پی‌پی‌ام) مانند آرتیشو، مارچوبه، فلفل و گوجه‌فرنگی قرار داشته و برای قرار گرفتن در سبد غذایی مصرف‌کنندگان مشکلی ندارد.

٥-منابع

۱. احمدی، ح.، نوروزی، ج.، فرهودی، م.، رحیمی، م. ر. و رحمت زاده، ب. ۱۳۹۵. استخراج و ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن سالیکورنیا گونه *Salicornia persica Akhani* sub sp. *rudshurensis Akhani*. مجله *علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، سال یازدهم، شماره ۱، صفحات ٧٤-٦٧.

۲. افتخاری، س.ع. و حیدری، م. ۱۳۹۳. تجمع نیترات و نیتریت در توده‌های اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) بومی ایران. *تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)*، جلد ۳۷، شماره ۲، ۹۸-۸۹.

۳. پیرصاحب، م.، رحیمیان، س.، پاسدار خشکناب، ی. ۱۳۹۱. مقدار نیترات و نیتریت در سبزیجات و صیفی‌جات مصرفی شهر کرمانشاه (سال ۱۳۸۹). *مجله دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه (بهبود)*. سال ١٦، شماره ۱، ۸۳-٧٦.

٤. کیانی، ش. و قیطاسی، م. ١٣٩٤. بررسی میزان تجمع نیترات و نیتریت در سبزی‌های عرضه شده در بازار شهرکرد. *بهداشت مواد غذایی*، سال پنجم، شماره ٤ (پیاپی ۲۰)، ٦٧-٧٩.

5. AOAC. 1999. In: Official Methods of Analysis, 18th Edition, AOAC International Publisher, Gaithersburg
6. Aworh, OC., Hicks, JR., Minotti, PL., Lee, CY. 198. Effects of plant age and nitrogen fertilization on nitrate accumulation and postharvest nitrite accumulation in fresh spinach. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 105(1):18-20.
7. Bales, CW., Ritchie, CS., editors. 2009. Handbook of clinical nutrition and aging. New York, NY, USA: Humana Press..
8. Cataldo, DA., Maroon, M., Schrader, LE., Youngs, VL. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in soil science and plant analysis*, 6(1):71-80.
9. D'oca, MG., Morón-Villarreyes, JA., Lemões, JS., Costa, CS. 2012. Fatty acids composition in seeds of the South

American glasswort Sarcocornia ambigua. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84(3):865-870.
10. Glenn, E., Pfister, R., Brown, JJ., Thompson, TL., O'Leary, J. Na and K 1996. accumulation and salt tolerance of Atriplex canescens (*Chenopodiaceae*) genotypes. *American Journal of Botany*, 83(8):997-1005.
11. Hunt, J., Turner, MK. 1994. A survey of nitrite concentrations in retail fresh vegetables. *Food Additives & Contaminants*, 11(3):327-332.
12. Ishikawa, N., Shimizu, K., Koizumi, T., Shimizu, T., Enishi, O. 2002. Nutrient value of saltwort (*Salicornia herbacea* L.) as feed for ruminants. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 15(7):998-1001.
13. Kim, JH., Song, JY., Lee, JM., Oh, SH., Lee, HJ., Choi, HJ., Go, JM., Kim, YH. 2010. A study on physiochemical property of *Salicornia herbaciea* and *Suaeda japonica*. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 25(2):170-179.
14. Kross, BC., Ayebo, AD., Fuortes, LJ. 1992. Methemoglobinemia: nitrate toxicity in rural America. *American family physician*, 46(1):183-188.
15. Kudo, N., Sugino, T., Oka, M., Fujiyama, H. 2010. Sodium tolerance of plants in relation to ionic balance and the absorption ability of microelements. Soil Science and Plant *Nutrition*, 56(2):225-233.
16. Lu, D., Zhang, M., Wang, S., Cai, J., Zhou, X., Zhu, C. 2010. Nutritional characterization and changes in quality of *Salicornia bigelovii Torr*. during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 43(3):519-524.
17. Meloni, DA., Oliva, MA., Ruiz, HA., Martinez, CA. 2001. Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 28; 24(3):599-612.
18. Mensinga, TT., Speijers, GJ., Meulenbelt, J. 2003. Health implications of exposure to environmental nitrogenous compounds. *Toxicological reviews*, 22(1):41-51.
19. Min, JG., Lee, DS., Kim, TJ., Park, JH., Cho, TY., Park, DI. 2002. Chemical Composition of Salicornia Herbacea L. *Preventive Nutrition and Food Science*, 7(1):105-107.
20. Olson, ME., Gaskin, JF., Ghahremani-Nejad, F. 2003. Stem anatomy is congruent with molecular phylogenies placing Hypericopsis persica in Frankenia (*Frankeniaceae*): comments on vasicentric tracheids. *Taxon*, 52(3):525-532.
21. Patel, S. 2016. Salicornia: evaluating the halophytic extremophile as a food and a pharmaceutical candidate. *3 Biotech*, 6(1):104.
22. Rhee, MH., Park, HJ., Cho, JY.2009. Salicornia herbacea: Botanical, chemical and pharmacological review of halophyte marsh plant. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(8):548-555.
23. Sahrawat, KL., Prasad, R. 1975. A rapid method for determination of nitrate, nitrite, and ammoniacal nitrogen in soils. *Plant and Soil*, 42 (1):305-308.
24. Santamaria, P. 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (1):7-10.
25. Singh, D., Buhmann, AK., Flowers, TJ., Seal, CE., Papenbrock, J. 2014. Salicornia as a crop plant in temperate regions: selection of genetically characterized ecotypes and optimization of their cultivation conditions. *AoB Plants*, 6:1-20
26. Xu, X., Zhang, R., Xue, X., Zhao, M. 1998. Determination of evapotranspiration in the desert area using lysimeters. *Communications in soil science and plant analysis*, 29(1-2):1-3.
27. Zhang, S., Wei, M., Cao, C., Ju, Y., Deng, Y., Ye, T., Xia, Z., Chen, M. 2015. Effect and mechanism of Salicornia bigelovii Torr. plant salt on blood pressure in SD rats. *Food & function,* 6(3):920-926.

(Original Research Paper)

Evaluation of Minerals, Nitrates and Nitrite in the Different Organs of *Salicornia persica* L. Cultivated in Tehran Province

Forough Shavakhi[1*], Homa Behmadi[1], Shahin Zomorrodi [2], Soghra Madani[3]

1-Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2-Assistant Professor, Department of Engineering Research, West Azerbaijan Agricultural, Education and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran.
3-MSc Graduated, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Received:12/11/2018 Accepted:26/02/2019

Abstract

The aim of this study was to monitor the accumulation of minerals and to measure nitrite and nitrite anions in different organs of Salicornia plant in Tehran province (Varamin) to study the pattern of accumulation of these elements in different organs for human consumption of this plant. Measurements of iron, copper, zinc, magnesium, manganese, calcium, sodium and potassium elements, and also nitrate and nitrite anions were performed using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), Flame Photometric Spectrophotometer and Spectrophotometer respectively. The highest amount of ash in shoot (22.95 ± 0.49%) and the lowest in root (7.36 ± 0.12%) were based on dry weight. Generally, the nitrite content of different organs of Salicornia has been significantly less than nitrate in the same organ. Due to the presence of sodium and potassium ions, and useful nutritional elements, it can be a good alternative to table salt. Based on the results of this study, the green aerial parts of Salicornia can be used as source of minerals. Considering the highest level of nitrite and nitrate in the shoot (317.14 and 16.67mg/100gr dry weight respectively) and comparing them with the their comparison with international standard values was in the range of very low-nitrate vegetables (lower than 200 ppm) such as artichoke, asparagus, pepper and tomato and it can be consumed without problem.

Keywords: Atomic Absorption Spectrophotometer, Flame Photometry, High-Nitrate Vegetables, Salicornia, Salt Substitute**.**

*Corresponding Author: frshavakhi@yahoo.com