

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

فروغ شواخی^{۱*}، هما بهمدی^۱، شهین زمردی^۲، صغری معدنی^۳

- 1- استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
- 2- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.
- 3- کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ پذیرش: 1397/12/07

تاریخ دریافت: 1397/08/21

چکیده

هدف از این پژوهش، سنجش میزان عناصر معدنی و آنیون‌های نیترات و نیتريت 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 نیتريت با استفاده از دستگاه‌های جذب اتمی، فلیم فتومتر و اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و 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 بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار خاکستر در اندام‌های هوایی $22/95 \pm 0/49$ درصد و کمترین مقدار آن در ریشه $7/36 \pm 0/12$ درصد) بر مبنای وزن خشک بود. به طور کلی در هر یک از اندام‌های گیاه سالیکورنیا، مقادیر نیتريت 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 نیتريت در اندام‌های هوایی با مقادیر $317/14$ و $16/67$ 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 200 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

1- 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 روغن کشتی 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 (22). 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 (1,10). گونه‌های مختلف گیاه سالیکورنیا در بخش‌های مرکزی، جنوب، شمال و شمال غربی ایران رشد می‌کند (2). از نظر جغرافیایی در چهار قاره جهان از جمله امریکای شمالی، آسیا، آفریقا و اروپا پراکنده است. این گیاه دارای ساقه اسفنجی با زوئیدی 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 (21). استفاده از سالیکورنیا به عنوان منبع غذایی، موضوع جدیدی نیست، بلکه گزارش‌های متعدد از مصرف آن به عنوان 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 به عنوان یک منبع سودا (کربنات سدیم) برای ساخت شیشه به قرن‌ها قبل برمی‌گردد (22). 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 (25). تقسیم‌بندی‌های مختلفی برای مواد معدنی وجود

دارد به عنوان مثال می‌توان مواد معدنی را به سه دسته تقسیم کرد: 1) مواد معدنی پرنیاز¹: به مواد معدنی گفته می‌شود که بدن به مقادیر زیادی از آنها نیاز دارد و شامل: کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، فسفر و گوگرد (2) مواد معدنی کم‌نیاز²: که بدن به میزان کم برای متابولیسم و انجام فعالیت‌های بیوشیمیایی به آنها نیاز دارد مانند: آهن، منگنز، مس، روی، کروم و سلنیوم (3) فلزات سمی³: 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 (7). در سال‌های اخیر، افزایش قابل توجهی در سطح نیترات مواد غذایی دیده شده است. کاهش پتانسیل از نیترات به نیتريت عامل اثرات زیان‌آوری برای انسان و حیوانات شناخته شده است. نیتريت قادر است در واکنش با اسیدهای آمینه به شکل سمی و ترکیبات سرطان‌زای نیتروزآمین تبدیل شود. علاوه بر این نیتريت عامل بیماری مت هموگلوبینمی⁴ در اطفال شناخته شده است (14,18). نیترات می‌تواند در حفره دهانی و معده به نیتريت احیاء شود، این ترکیب در معده می‌تواند با آمین‌ها و آمیدها واکنش داده و ایجاد گروه‌های سرطان‌زا کند (3). طبق تحقیقات انجام شده سبزی‌های تازه و فرآوری شده به خصوص سبزی‌های برگ‌دار و صیفی‌جات می‌تواند منابع عمده دریافت نیترات در رژیم غذایی باشد، زیرا نیترات آن‌ها قابلیت تجمع پذیری دارد. مقدار نیتريت این محصولات از مقدار نیترات آن‌ها بسیار کمتر است. 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 (8). نظر به اهمیت آنیون‌های نیترات و نیتريت 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، منیزیم، منگنز، سدیم، پتاسیم و کلسیم از یک سو و باقیمانده نیترات، نیتريت از دیگر سو ضروری است. هدف از این پژوهش، پایش میزان عناصر معدنی و سنجش آنیون‌های نیترات و نیتريت 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.

2- مواد و روش‌ها

گیاه سالیکورنیا گونه پرسیکا (*Salicornia persica* L.) در شهریورماه سال 1395 از منطقه ورامین برداشت شد.

2-1- 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 3 ± 50 درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت سنجیده شد. نمونه‌ها در دمای محیط به مدت 7 روز خشک شد. اندام‌های مختلف گیاه جداسازی و با آسیاب خانگی آسیاب و از الک با مش 80 عبور داده شد و تا زمان انجام آزمون در کیسه‌های پلی‌اتیلنی دربسته و در دمای یخچال (1 ± 4 درجه سلسیوس) نگهداری شد.

2-2- اندازه‌گیری خاکستر

خاکستر نمونه‌ها طبق روش AOAC (923-03) با استفاده از کوره الکتریکی (Chamber Furnace مدل K1251 ساخت آلمان) در دمای 550 درجه سلسیوس اندازه‌گیری شدند (5). 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 550 درجه سلسیوس به مدت 4 تا 5 ساعت گذاشته شد تا نمونه خاکستر سفید شود. سپس درصد خاکستر با استفاده از رابطه 1 اندازه‌گیری شد.

رابطه (1)

100 > [وزن نمونه / (وزن نمونه - بوته بعد از کوره)] = درصد خاکستر

2-3- اندازه‌گیری عناصر با دستگاه جذب اتمی و فلیم فتومتر

آماده‌سازی نمونه به روش خاکستر خشک انجام شد. نمونه خاکستر را با 5 میلی‌لیتر اسید کلریدریک با غلظت مناسب در حمام آبی تا خشک شدن حرارت داده و سپس با 2 میلی‌لیتر دیگر اسید کلریدریک به مدت 10 دقیقه روی حمام آبی حرارت داده و به بالن ژوژه 50 یا 100 میلی‌لیتری 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 1000 قسمت در میلیون محلول مادر (استوک) با استفاده از اسید نیتريك (1+1) تهیه شد و بعد از آن، غلظت نمونه‌های مجهول خوانده شد. دستگاه جذب اتمی مورد استفاده Perkin Elmer 3110 ساخت آمریکا بود (6). برای تعیین غلظت عناصر سدیم و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر، ابتدا استانداردهای 5، 10، 20، 30، 40 و 100 از استاندارد 1000 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 (6).

2-4- اندازه‌گیری نیتريت و نیترات

روش مورد استفاده برای اندازه‌گیری نیتريت و نیترات روش افتخاری و حیدری (2) بود. عصاره‌گیری از پودر اجزای

درصد افزوده شد و پس از 15 دقیقه، جذب در طول موج 545 نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر خوانده شد. برای تهیه استانداردهای 0/2، 0/4، 0/6 و 0/8 پی پی ام از نیتريت سدیم (NaNO_2) استفاده شد. بعد از تهیه استانداردها و قرائت از دستگاه، منحنی استاندارد رسم شد و غلظت نمونه ها با استفاده از منحنی استاندارد و با در نظر گرفتن ضریب رقت محاسبه شد. تمامی نمک ها و مواد شیمیایی مورد استفاده ساخت شرکت مرک آلمان بود. یافته های پژوهش با مقادیر توصیه شده جهانی برای دریافت ریزمغذی های ضروری و همچنین مقادیر مجاز برای دریافت نیترات و نیتريت و آلاینده های فلزات سنگین، با استاندارد مقایسه شد.

2-5- روش آماری

پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و تجزیه و تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش 25 انجام شد. تجزیه و تحلیل واریانس تفاوت غلظت هر یک از فلزات در بین بافت های مختلف گیاه (ریشه، اندام های هوایی و بذری) توسط آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه³ بررسی شد. در صورت معنی داری اثر، برای مقایسه میانگین ها از آزمون تعقیبی چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان 95 درصد استفاده شد. تمامی آزمون ها در سه تکرار انجام شد.

3- نتایج و بحث

3-1- خاکستر

جدول 1- مقدار خاکستر در اندام های مختلف گیاهی - ورامین

اندام گیاهی	خاکستر (درصد)
ریشه	$7/36 \pm 0/12^a$
اندام هوایی	$22/95 \pm 0/49^b$
بذری	$22/48 \pm 0/78^b$

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در سطح اطمینان 95 درصد هستند.

سالیکورنیا بر اساس روش پیشنهادی کاتالدو¹ و همکاران (9) انجام شد. بدین ترتیب که ابتدا نمونه های خشک شده با استفاده از آسیاب برقی تا پودر شدن کامل، آسیاب شد. 0/1 گرم از نمونه با 10 گرم آب دیونیزه مخلوط شده و به مدت 1 ساعت در دمای 45 درجه سلسیوس در آون قرار داده شد. سپس به مدت 15 دقیقه در 6500 دور سانتریفیوژ شده و مایع شناور رویی برای آزمون های اندازه گیری نیترات و نیتريت مورد استفاده قرار گرفت. نمونه های آب به طور مستقیم برای این دو آزمون مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه عصاره نمونه های خاک روش پیشنهادی ساهراوات و پراساد² (23) مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب که به 10 گرم از نمونه 50 گرم معرف مورگان و 1 گرم کربن فعال اضافه شد. مخلوط به مدت 15 دقیقه در 6500 دور سانتریفیوژ شد و مایع رویی برای آزمون های نیترات و نیتريت مورد استفاده قرار گرفت. مقدار نیترات در اندام های گیاهی با استفاده از اسید سالیسیلیک 5 درصد محلول در اسید سولفوریک انجام شد و در طول موج 410 نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر جذب اتمی (Spectrophotometer Pharmacia-Novaspec ساخت انگلستان) خوانده شد. برای تهیه استاندارد از غلظت های مختلف نیترات پتاسیم (20، 40، 80 و 160 پی پی ام) استفاده شد. به ده میلی لیتر عصاره مقدار 2/5 میلی لیتر سولفانید آمید محلول در اسید استیک 15 درصد و 2/5 میلی لیتر از ماده نید (NED) محلول در اسید استیک 15

1- Cataldo
2-Sahrawat and Rajendra Prasad

3-2-2- عناصر معدنی

3-2-1- سدیم و پتاسیم

گیاه سالیکورنیا در بخش اندام‌های هوایی حاوی $0/046 \pm$ 4/91 درصد سدیم و $0/08 \pm 1/12$ درصد پتاسیم بوده که مقدار قابل توجهی است. الگوی تجمع سدیم و پتاسیم در اندام‌های مختلف یکسان نبود. در حالی که مقدار یون سدیم در اندام‌های هوایی سالیکورنیا به طور معنی‌داری ($p < 0/05$) بیشتر از بذر و ریشه گیاه بود، کمترین میزان پتاسیم در اندام هوایی مشاهده شد (جدول 2).

در جدول 1، 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 ($p < 0/05$). محققین مقدار خاکستر کل را 40/2 درصد برحسب ماده خشک در اندام‌های هوایی سالیکورنیا گزارش کردند (12). مین و همکاران (26) مقدار خاکستر برگ، ساقه و ریشه سالیکورنیا (*S. Herbacea* L.) را به ترتیب 4/7، 6/1 و 6/2 درصد گزارش کردند. عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم از مواد معدنی غالب در برگ، ریشه و ساقه این گیاه بوده است.

جدول 2- 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	$1997/033 \pm 7/151^b$	$1224/267 \pm 5/074^b$
اندام هوایی	$4916/167 \pm 4/632^c$	$1123/933 \pm 8/033^a$
بذر	$1347/050 \pm 5/350^a$	$1565/567 \pm 7/84^c$

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان 95 درصد هستند.

3-2-2- 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 3). 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 ($p < 0/01$). 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 3).

کودو و همکاران (15) نیز گزارش کردند که گیاهان شوری پسند، سدیم را برای تنظیم فشار اسمزی در واکنش 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 (26). مطالعات نشان می‌دهد که پتاسیم در پاسخ به خشکی و سدیم تحت تنش شوری در گیاهان تجمع پیدا می‌کند (11).

جدول 3- مقادیر عناصر معدنی برحسب میلی گرم 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	3/255±0/352 ^a	22/515±9/329 ^a	2/030±0/001 ^b	10/177±0/175 ^c	3/375±0/295 ^b	416/90±2/60 ^b
اندام هوایی	3/533±0/237 ^a	23/103±3/703 ^a	1/899±0/06 ^a	3/905±0/045 ^a	1/852±0/17 ^a	750/10±1/43 ^c
بذر	3/209±0/358 ^a	84/902±9/535 ^b	2/628±0/003 ^c	5/520±0/21 ^b	1/852±0/17 ^a	218/33±7/60 ^a

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان 95 درصد هستند.

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 مصرف¹ آنان برای بزرگسالان در روز بر اساس داده‌های موسسه ملی سلامت امریکا² برای آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، کلسیم مقادیر 45، 10، 40، 11، 350 و 2500 میلی‌گرم در روز است (4). 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 (16) 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.

طی تحقیقی خواص تغذیه‌ای دو علف دریایی قرمز (*Gracilaria salicornia*) و سبزی (*Ulva lactuca*) بررسی شد. نتایج نشان داد که این گیاهان نیز دارای مقدار قابل توجهی مواد معدنی بودند. مقدار پتاسیم در این دو گیاه در حدود 2414/02-11380/06 میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک و مقادیر کلسیم، سدیم و آهن این علف‌ها بیشتر از گیاهان خشکی بود (27). مواد معدنی در اندام فوقانی گیاه سالیکورنیا هرپاسه (*Suaeda japonica*) و سودا ژاپونیکا (*Salicornia herbacea*) به ترتیب شامل سدیم (100006 ppm و 85332 ppm)، پتاسیم (1385 ppm و 710 ppm)، منیزیم (6263 ppm و 7005 ppm پی‌پی‌ام)، کلسیم (2750 ppm و 4344 ppm)، آهن (90/4 و 1434/9 ppm)، منگنز (98/9 ppm و 119/1 ppm)، روی (33/3 و 19/2 ppm) و مس (3/4 ppm و 2/7 ppm) بود (13). میلونی و همکاران (17) 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 (16) مطابقت دارد. آن‌ها نیز مواد معدنی عمده سالیکورنیا را سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، از نظر تغذیه‌ای

1- Upper Safe Limit

2- National Institute of Health

3-3- نیترات و نیتريت

جدول 4- میانگین و انحراف معیار مقدار نیترات و نیتريت در اندام‌های گیاهی بر اساس وزن خشک - ورامین

اندام گیاهی	نیترات (میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک)	نیتريت (میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک)
ریشه	208/571±0/00 ^b	19/872±0/057 ^c
اندام هوایی	317/143±24/74 ^c	16/674±0/056 ^b
بذر	37/143±3/797 ^a	1/599±0/036 ^a

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان 95 درصد هستند.

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 3/65 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن باشد (10). با این وجود یک فرد 70 کیلوگرمی نباید بیش از 255 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 (17 و 24). کمیته تخصصی مشترک FAO و WHO & UN افزودنی‌های غذایی (JECFA)¹ و کمیته علمی کمیسیون اروپایی مواد غذایی، حد قابل قبول روزانه جذب² را برای نیترات 0-3/7 میلی‌گرم یون نیترات برای هر کیلو وزن بدن پیشنهاد داده که برای نوزادان، کودکان و بزرگسالان قابل استفاده است. سازمان حفاظت از محیط‌زیست آمریکا هم مقدار مرجع³ نیترات را 1/6 نیترات نیتروژن بر کیلو وزن بدن در روز (معادل حدود 7 میلی‌گرم یون نیترات بر کیلو وزن بدن در روز) اعلام کرده است. کمیته تخصصی افزودنی‌های غذایی دریافت روزانه قابل قبول برای نیتريت را 0-0/7 میلی‌گرم یون نیتريت بر کیلو وزن بدن و سازمان حفاظت از محیط‌زیست هم مقدار مرجع 0/1 میلی‌گرم نیتريت نیتروژن بر کیلوگرم وزن بدن در روز را که معادل

به طور کلی در هر یک از اندام‌های گیاه سالیکورنیا، مقادیر نیتريت کمتر از نیترات بود. سطوح نیتريت در بافت هوای گیاهی سالم و تازه در مقایسه با نیترات معمولاً خیلی پایین است (7 و 11) که در این تحقیق نیز همین نتیجه به دست آمده است. کمترین مقدار نیترات و نیتريت در بذر گیاه وجود داشت. میزان نیترات در اندام هوایی به طور معنی‌داری بیشتر از ریشه بود (جدول 4). غلظت نیترات در سیب‌زمینی توزیع شده در شهر کرمانشاه (347/7 میلی‌گرم بر کیلوگرم) بیش از غلظت مجاز توصیه‌شده توسط سازمان بهداشت جهانی گزارش شده است. سبزی‌های غده‌ای بیشترین (4/3 میلی‌گرم بر کیلوگرم) و سبزی‌های برگ‌ی، کمترین (0/25 میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقادیر غلظت نیتريت را دارا بودند. بیشترین غلظت نیترات در سبزی‌های برگ‌ی (673/8 میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین آن در سبزی‌های بوته‌ای (12/5 میلی‌گرم بر کیلوگرم) گزارش شد (3). کیانی و قیطاسی (4) 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 2500 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بودند. در این میان به ترتیب 40، 20 و 10 درصد از سبزی‌های جعفری، شوید و غده تربچه نمونه‌برداری شده در فصل زمستان دارای نیترات بیش از 25000 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بودند. استانداردهای مختلفی در دنیا برای حداکثر مجاز نیتريت و نیترات در آب و مواد غذایی وجود دارد ولی

1-Joint Expert Committee on Food Additives

2-ADI

3-Reference Dose (RfD)

0/33 میلی گرم یون نیتريت بر هر كيلو وزن بدن در روز است، پیشنهاد داده است (19 و 24).

4- نتیجه گیری

توسعه هدفمند کشت ساليکورنيا به عنوان گونه ای متحمل به شوری و قابل کشت در ایران، برای تأمین امنیت غذایی به ویژه در سال های آتی که مشکلات کم آبی نمود بیشتری در بخش کشاورزی پیدا خواهند کرد، اهمیت بسزایی دارد. ساليکورنيا قادر به تجمع نمک های مختلف با بنیان های آلی و فلزی در قسمت های مختلف گیاه شامل ریشه، اندام هوایی و بذر است. توانایی این گیاه در جذب نترات و نیتريت و عناصر معدنی از محیط از جنبه های مختلف شایان توجه است. با توجه به حضور یون های سدیم و پتاسیم و عناصر فلزی مفید تغذیه ای ساليکورنيا می تواند جایگزین مناسبی برای نمک طعام باشد. از لحاظ الگوی تجمع عناصر ضروری و مفید، در تمام موارد به غیر از آهن، ریشه عناصر را جذب کرده و به اندام های بالاتر منتقل نموده است. بر اساس نتایج حاصل از این بررسی، می توان از اندام های هوایی سبز این گونه از ساليکورنيا به عنوان منبع عناصر معدنی بهره برد. با توجه به میزان نترات و نیتريت در اندام هوایی با مقادیر 317/14 و 16/67 میلی گرم در صد گرم وزن خشک به ترتیب و مقایسه آنها با مقادیر استاندارد بین المللی، ساليکورنيای کشت شده در ورامین در در ردیف سبزی های با نترات بسیار پایین (کمتر از 200 پی پی ام) مانند آرتیشو، مارچوبه، فلفل و گوجه فرنگی قرار داشته و برای قرار گرفتن در سبد غذایی مصرف کنندگان مشکلی ندارد.

5- منابع

1. صفحات 67-74. تغذیه و صنایع غذایی ایران سال یازدهم، شماره 1.
2. افتخاری، س.ع. و حیدری، م. 1393. تجمع نترات و نیتريت در توده های اسفناج (*Spinacia oleracea L.*) بومی ایران. تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی). جلد 37. شماره 2. صفحات 89-98.
3. پیرصاحب، م.، رحیمیان، س.، پاسدار خشکناز، ی. 1391. مقدار نترات و نیتريت در سبزیجات و صیفی جات مصرفی شهر کرمانشاه (سال 1389). مجله دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه (بهبود). سال شانزدهم شماره اول. فروردین و اردیبهشت. صفحات 76-83.
4. کیانی، ش. و قیطاسی، م. 1394. بررسی میزان تجمع نترات و نیتريت در سبزی های عرضه شده در بازار شهرکرد. بهداشت مواد غذایی. سال پنجم. شماره 4 (پیاپی 20)، 67-79.
5. AOAC. 1999. In: Official Methods of Analysis, 18th Edition, AOAC International Publisher, Gaithersburg
6. Aworh, OC., Hicks, JR., Minotti, PL., Lee, CY. 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. 1980; 105(1):18-20.
7. Bales, CW., Ritchie, CS., editors. Handbook of clinical nutrition and aging. New York, NY, USA: Humana Press; 2009.
8. Cataldo, DA., Maroon, M., Schrader, LE., Youngs, VL. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Communications in soil science and plant analysis. 1975; 6(1):71-80.
9. D'oca, MG., Morón-Villarreyes, JA., Lemões, JS., Costa, CS. Fatty acids composition in seeds of the South
1. احمدی، ح.، نوروزی، ج.، فرهودی، م.، رحیمی، م. ر. و رحمت زاده، ب. 1395. استخراج و ارزیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روغن ساليکورنيا گونه *Salicornia persica Akhani sub sp. rudshurensis Akhani* مجله علوم

- compounds. Toxicological reviews. 2003; 22(1):41-51.
19. Min, JG., Lee, DS., Kim, TJ., Park, JH., Cho, TY., Park, DI. Chemical Composition of Salicornia Herbacea L. Preventive Nutrition and Food Science. 2002; 7(1):105-107.
 20. Olson, ME., Gaskin, JF., Ghahremani-Nejad, F. Stem anatomy is congruent with molecular phylogenies placing *Hypericopsis persica* in Frankenia (Frankeniaceae): comments on vasicentric tracheids. Taxon. 2003; 52(3):525-532.
 21. Patel, S. Salicornia: evaluating the halophytic extremophile as a food and a pharmaceutical candidate. 3 Biotech. 2016; 6(1):104.
 22. Rhee, MH., Park, HJ., Cho, JY. Salicornia herbacea: Botanical, chemical and pharmacological review of halophyte marsh plant. Journal of Medicinal Plants Research. 2009; 3(8):548-555.
 23. Sahrawat, KL., Prasad, R. A rapid method for determination of nitrate, nitrite, and ammoniacal nitrogen in soils. Plant and Soil. 1975; 42 (1):305-308.
 24. Santamaria, P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2006; 86 (1):7-10.
 25. Singh, D., Buhmann, AK., Flowers, TJ., Seal, CE., Papenbrock, J. Salicornia as a crop plant in temperate regions: selection of genetically characterized ecotypes and optimization of their cultivation conditions. AoB Plants. 2014;6:1-20
 26. Xu, X., Zhang, R., Xue, X., Zhao, M. Determination of evapotranspiration in the desert area using lysimeters. Communications in soil science and plant analysis. 1998; 29(1-2):1-3.
 27. Zhang, S., Wei, M., Cao, C., Ju, Y., Deng, Y., Ye, T., Xia, Z., Chen, M. Effect and mechanism of Salicornia bigelovii Torr. plant salt on blood pressure in SD rats. Food & function. 2015; 6(3):920-926.
 - American glasswort *Sarcocornia ambigua*. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 2012; 84(3):865-870.
 10. Glenn, E., Pfister, R., Brown, JJ., Thompson, TL., O'Leary, J. Na and K accumulation and salt tolerance of *Atriplex canescens* (Chenopodiaceae) genotypes. American Journal of Botany. 1996; 83(8):997-1005.
 11. Hunt, J., Turner, MK. A survey of nitrite concentrations in retail fresh vegetables. Food Additives & Contaminants. 1994; 11(3):327-332.
 12. Ishikawa, N., Shimizu, K., Koizumi, T., Shimizu, T., Enishi, O. Nutrient value of saltwort (*Salicornia herbacea* L.) as feed for ruminants. Asian Australasian Journal of Animal Sciences. 2002; 15(7):998-1001.
 13. Kim, JH., Song, JY., Lee, JM., Oh, SH., Lee, HJ., Choi, HJ., Go, JM., Kim, YH. A study on physiochemical property of *Salicornia herbacea* and *Suaeda japonica*. Journal of Food Hygiene and Safety. 2010; 25(2):170-179.
 14. Kross, BC., Ayebo, AD., Fuortes, LJ. Methemoglobinemia: nitrate toxicity in rural America. American family physician. 1992; 46(1):183-188.
 15. Kudo, N., Sugino, T., Oka, M., Fujiyama, H. Sodium tolerance of plants in relation to ionic balance and the absorption ability of microelements. Soil Science and Plant Nutrition. 2010; 56(2):225-233.
 16. Lu, D., Zhang, M., Wang, S., Cai, J., Zhou, X., Zhu, C. Nutritional characterization and changes in quality of *Salicornia bigelovii* Torr. during storage. LWT-Food Science and Technology. 2010; 43(3):519-524.
 17. Meloni, DA., Oliva, MA., Ruiz, HA., Martinez, CA. Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. Journal of Plant Nutrition. 2001. 28; 24(3):599-612.
 18. Mensinga, TT., Speijers, GJ., Meulenbelt, J. Health implications of exposure to environmental nitrogenous

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

Forough Shavakhi^{1*}, Homa Behmadi¹, Shahin Zomorodi², Soghra Madani³

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 ($22.95 \pm 0.49\%$) and the lowest in root ($7.36 \pm 0.12\%$) 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