

تجمع نیترات و نیتريت در توده های اسفناج (*Spinacia oleracea L.*) بومی ایران

سید عبدالله افتخاری^{۱*} و مختار حیدری^۲

*- نویسنده مسوول: استادیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز (eftekhari_9t@yahoo.com)

۲- استادیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۱۱

چکیده

نگرانی قابل توجهی در مورد بروز بیماری های ناشی از مصرف سبزی های حاوی نیترات و نیتريت زياد مانند اسفناج وجود دارد. پژوهش حاضر به منظور بررسی تجمع نیترات و نیتريت در اندام هوایی (برگ و دمبرگ) ۴۴ توده اسفناج (*Spinacia oleracea L.*) بومی ایران که در شرایط مزرعه رشد یافته بودند، انجام گردید. طرح آماری بلوک های کامل تصادفی شامل ۴۴ تیمار (هر ژنوتیپ یک تیمار) و سه تکرار بود. میزان نیترات و نیتريت به روش اسپکتروفتومتری تعیین گردید. نتایج نشان دادند میزان نیترات در اندام هوایی اسفناج توده های اسفناج ایرانی از ۸۸۰۶/۵ تا ۳۵۲۶/۵ میکروگرم در گرم وزن خشک متغیر بود. توده های صالح آباد قم، رهنان اصفهان، سرآسیاب ۱ (کرمان)، سیرجان (کرمان)، قزوین، زنجان ۲ و خرم آباد بیشترین تجمع نیترات را داشتند (۸۸۰۶/۵ تا ۷۰۹۲ میکروگرم در گرم وزن خشک). تجمع نیترات در اندام هوایی توده های سرآسیاب ۲ (کرمان) و ماهان (کرمان) به طور معنی داری کمتر از سایر توده ها بود (۳۵۹۴ تا ۳۵۲۶/۵ میکروگرم در گرم وزن خشک). میزان نیتريت در تمام توده های اسفناج ایران (بین ۱۸۸/۷ تا ۷۳/۸ میکروگرم در گرم وزن خشک) کمتر از میزان نیترات بود. توده های مختلف اسفناج در این آزمایش تفاوت معنی داری در میزان نیتريت داشتند. توده های اسفناج خرم آباد، ورامین-۱، ماهان، بجنورد-۱، قم، ساری-۲ و اور کرمان کمترین میزان نیتريت را در مقایسه با سایر توده های اسفناج داشتند (بین ۷۳/۸ تا ۸۹/۵۱ میکروگرم در گرم وزن خشک). در حالیکه بیشترین میزان نیتريت در توده های اسفناج (بین ۱۶۳/۱ تا ۱۸۸/۷ میکروگرم در گرم وزن خشک) در توده های سرآسیاب-۱ کرمان، یزد، همدان و برآن اصفهان وجود داشت. نتایج نشان دادند میانگین تجمع نیترات یا نیتريت در این توده ها تفاوت معنی داری داشت و با توجه به اختلاف زیاد در میزان تجمع نیترات و نیتريت در اندام هوایی توده های بومی اسفناج ایران، زمینه استفاده آنها در برنامه های بهنژادی برای تولید ارقام با میزان تجمع نیترات کمتر وجود دارد.

کلید واژه ها: اسفناج (*Spinacia oleracea L.*)، ژنوتیپ، سبزی، نیتروژن

مقدمه

سلامتی مصرف کنندگان مهم است. با توجه به افزایش نگرانی مصرف کنندگان به خطرات نیترات در سبزی هایی که توانایی تجمع نیترات زیاد دارند، اثر عواملی مانند نوع، میزان و نحوه مصرف انواع کودهای حاوی نیتروژن، نحوه رشد سبزی ها (به خصوص سبزی های برگی) در گلخانه و تونل پلاستیک، روش های کشت و برداشت و شرایط محیطی مانند نور و دما که بر تجمع

مصرف نیتروژن در سیستم های مختلف تولید سبزی یکی از موضوعات مهم در رابطه با کوددهی سبزی ها به ویژه سبزی های برگی می باشد، زیرا تولید کنندگان برای افزایش رشد و عملکرد تمایل به مصرف زیاد انواع کودهای حاوی نیتروژن دارند ولی تجمع کمتر ترکیبات مضر حاوی نیتروژن مانند نیترات در سبزی ها از نظر

گزارش گردیده است میزان تجمع نیترات در سبزی ها بسته به گونه، رقم و یا حتی تفاوت های ژنوتیپی خاص مانند سطح پلوییدی تحت تاثیر قرار می گیرد (کانتلیف، b، ۱۹۷۲). به نظر می رسد موضوع تجمع نیترات در ژنوتیپ های اسفناج می تواند اطلاعاتی در زمینه انتخاب ژنوتیپ های دارای توانایی تجمع کمتر نیترات فراهم سازد.

نیتريت (NO_2^-) نیز یکی دیگر از ترکیبات حاوی نیتروژن در سبزی ها می باشد. نیترات و نیتريت توسط گیاهان برای سنتز پروتئین مورد استفاده قرار می گیرند و در چرخه نیتروژن در گیاه نقش اساسی دارند. اگرچه سبزی ها مانند چغندر برگی، کاهو، تربچه و اسفناج بیش از ۲۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم نیترات هستند (به خصوص هنگامی که در گلخانه پرورش می یابند) ولی میزان نیتريت در سبزی ها نیز به طور معمول بسیار پایین تر از نیترات است (آور و همکاران^۱، ۱۹۸۰). هم چنین تجمع زیاد نیترات در گیاهان می تواند منجر به تولید نیتريت گردد (مینارد و همکاران^{۱۱}، ۱۹۷۶) که سپس این ماده به نیتريك اکسید^{۱۲} (NO) تبدیل می شود. در حضور رادیکال آزاد (O_2^-)، نیتريك اکسید می تواند سریع توسط آنزیم نیترات ردوکتاز به پروکسی نیتريت^{۱۳} (ONOO^-) تبدیل شود که برای گیاهان بسیار سمی است (دورنر و کلاسیج^{۱۴}، ۱۹۹۹). نیترات موجود در سبزی ها پس از مصرف، به سرعت توسط باکتری های موجود روی زبان به سرعت به نیتريت تبدیل می شود. این فرآیند هم چنین در روده ها نیز انجام می شود. نیتريت تولید شده جذب و وارد جریان خون می گردد و برای انسان بسیار مضر است (اودل و سوند^{۱۵}، ۱۹۹۷).

کشت اسفناج در مناطق جغرافیایی ایران انجام می گیرد و گزارش گردیده است تنوع قابل توجهی از نظر

نیترات در سبزی ها تاثیر دارند، مورد توجه قرار گرفته است (روستا، ۱۳۸۹؛ کانتلیف^۱، ۱۹۷۲ a,c؛ وانگ و همکاران^۲، ۲۰۰۹). یکی از مواردی که به نحو موثر و با هزینه پایین تر نسبت به روش های دیگر در کاهش تجمع نیترات در سبزی های برگی موثر است، معرفی ژنوتیپ هایی است که توانایی تجمع کمتر نیترات را در اندام های قابل مصرف دارند (کانتلیف، b، ۱۹۷۲). در برگ های گیاه اسفناج احتمال تجمع زیاد نیترات و اگرالات وجود دارد و میزان تجمع آنها در اندام هوایی از شاخص های تعیین کننده کیفیت اسفناج می باشد (گروسن و کاک^۳، ۱۹۹۶؛ جاورسکا^۴، ۲۰۰۵؛ سانتاماریا و همکاران^۵، ۱۹۹۹).

گیاه اسفناج به خوبی به مصرف کودهای حاوی نیتروژن پاسخ می دهد (کانتلیف، a, b، ۱۹۷۲)، اگرچه تاثیر مثبت نیترات بر عملکرد گیاه اسفناج مورد تایید قرار گرفته است (وانگ و همکاران، ۲۰۰۹)، ولی افزایش تامین نیترات و یا مصرف زیاد کودهای شیمیایی برای گیاه اسفناج موجب افزایش واضح تجمع نیترات در بخش هوایی می گردد (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۹۰؛ استویس و همکاران^۶، ۱۹۸۸؛ رامانچاندرا و همکاران^۷، ۲۰۰۵؛ وانگ و همکاران، ۲۰۰۹). گزارش گردیده است غلظت نیترات در بخش قابل مصرف گیاه اسفناج می تواند بین ۱۳۰ تا ۴۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن تازه متغیر باشد (موراموتو^۸، ۱۹۹۹). با توجه به اینکه پیشنهاد گردیده است عوامل ژنتیکی از موارد مهمی هستند که باید در بررسی تجمع نیترات در اسفناج (رامانچاندرا و همکاران، ۲۰۰۵) و سایر سبزی های برگی (رینین و همکاران^۹، ۱۹۸۷) مورد توجه قرار گیرند و هم چنین

- 1- Cantliffe
- 2- Wang *et al.*
- 3- Grevsen & Kaack
- 4- Jaworska
- 5- Santamaria *et al.*
- 6- Stopes *et al.*
- 7- Ramachandran *et al.*
- 8- Muramoto
- 9- Reinin *et al.*

- 10- Amr
- 11- Maynard *et al.*
- 12- Nitric oxide
- 13- Peroxynitrite
- 14- Durner, & Klessig
- 15- O'Dell & Sunde

هایی به طول ۲ متر و با فاصله ۶۵ سانتی متر از یکدیگر در اسفندماه کاشته شدند. برای هر توده در هر تکرار، سه ردیف کاشت در نظر گرفته شد که از دو ردیف کناری بعنوان حاشیه، برداشت صورت نگرفت. حدود ده روز پس از کشت، تقریباً تمام بذرها در کلیه توده‌ها به خوبی جوانه زدند. حدود یک ماه پس از سبز شدن بذرها، با حفظ فاصله ۲۰ سانتی متر بین دو بوته، گیاهان اضافی در مرحله ۴-۳ برگی تنک گردیدند. در طی دوره رشد، علف‌های هرز به صورت دستی وجین شده و نسبت به سله‌شکنی زمین نیز اقدام گردید. در مرحله بلوغ برگ‌های خارجی بوته‌ها، برداشت اندام هوایی (مجموع برگ و دمیرگ) انجام گردید. گیاهان در هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب شده و از قسمت‌های مختلف هر بوته یک نمونه به وزن صد گرم تهیه شده پس از قرار دادن در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت، به طور کامل خشک شدند. نمونه‌های خشک شده با استفاده از آسیاب برقی تا رسیدن به حالت پودر آسیاب شدند. عصاره گیری نترات بر اساس روش پیشنهادی کاتالدو و همکاران^۱ (۱۹۷۵) انجام گردید. صد میلی گرم وزن خشک آسیاب شده از هر نمونه به مدت ۶۰ دقیقه با آب دی یونیزه شده در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد عصاره گیری شد. سپس عصاره به مدت ۱۵ دقیقه در ۶۰۰ دور در ثانیه سانتریفیوژ گردید. مایع شفاف روشن‌رنگ برای تعیین نترات مورد استفاده قرار گرفت. میزان تجمع نترات در اندام هوایی با استفاده از اسید سالیسیلیک ۵٪ محلول در اسید سولفوریک انجام گردیده و قرائت در طول موج ۴۱۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد. برای تهیه استاندارد از غلظت‌های مختلف نترات پتاسیم استفاده شد. میزان نیتريت بر اساس دستورالعمل پیشنهادی ابودایه^۲ (۲۰۰۶) انجام گردید. به ده میلی لیتر عصاره، مقدار ۲/۵ میلی لیتر

خصوصیات مورفولوژیکی در توده‌های مختلف اسفناج بومی ایران وجود دارد (اسدی و حسندخت، ۱۳۸۶؛ افتخاری و همکاران، ۱۳۸۹). اگرچه ترکیبات تشکیل دهنده دارای ارزش غذایی برخی توده‌های اسفناج ایرانی مورد مطالعه قرار گرفته است (عرفانی و همکاران، ۱۳۸۵)، ولی در مورد تجمع نترات و یا نیتريت در این توده‌های اسفناج ایران اطلاعاتی وجود ندارد. هدف از پژوهش حاضر مقایسه میزان تجمع نترات و نیتريت در اندام هوایی ۴۴ توده بومی اسفناج ایران می باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به مدت یک سال زراعی (۸۶-۱۳۸۵) در مزرعه سبزیکاری مرکز تحقیقات گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در محمدشهر (از توابع شهرستان کرج، ۴۵' ۳۵° درجه عرض شمالی و ۵۰' ۵۰° درجه طول شرقی، ارتفاع ۱۲۳۷ متر از سطح دریا) انجام شد. مزرعه دارای بافت خاک لومی-رسی، pH=۸/۱، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۱/۸۹ دسی زیمنس بر متر، نیتروژن (N) ۰/۰۷ درصد، فسفر (P₂O₅) به میزان ۱۳/۲۷ میلی گرم در کیلوگرم خاک و پتاسیم (K₂O) به میزان ۷۱۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک بود. چهل و چهار توده بومی اسفناج از سراسر کشور جمع‌آوری گردید که جزئیات آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است. در هنگام آماده‌سازی زمین، ۶۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار (به صورت کود سوپرفسفات تریپل) و ۱۲۰ کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار (به صورت کود سولفات پتاسیم) به خاک اضافه گردید. کود نیتروژن لازم نیز به میزان ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (۱۷۳ کیلوگرم در هکتار به صورت اوره)، نیمی قبل از کاشت و بقیه در مرحله ۴-۳ برگی مصرف شد. طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار (هر تکرار یک کرت به ابعاد ۲ × ۲/۵ متر) بود. در هر کرت بذرها با فاصله کاشت ۲۰ سانتی متر از یکدیگر و عمق یک سانتی متر، روی پشته-

1- Cataldo *et al.*

2- Abu-Dayeh

میکروگرم در گرم وزن خشک)، زابل (۴۱۳۵/۵) میکروگرم در گرم وزن خشک)، اردستان (۴۲۰۳) میکروگرم در گرم وزن خشک)، ورامین ۲ (۴۲۴۸) میکروگرم در گرم وزن خشک)، جهرم (۴۴۷۴/۵) میکروگرم در گرم وزن خشک)، خورآباد قم (۴۶۰۹/۵) میکروگرم در گرم وزن خشک)، مبارکه اصفهان (۴۶۰۹/۵) میکروگرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری کمتر از میزان نیترات در سایر توده های اسفناج ایران بود (جدول ۲). مقایسه نیتريت در بخش هوایی توده های اسفناج ایرانی (جدول ۲) نشان داد بیشترین میزان نیتريت در بخش هوایی گیاهان توده سرآسیاب ۱- کرمان وجود داشت (۱۸۸/۷) میکروگرم در گرم وزن خشک) که با میزان نیتريت در بخش هوایی توده های یزد، همدان، کرج و برآآن اصفهان (به ترتیب ۱۸۴/۲، ۱۷۸/۸، ۱۶۸ و ۱۶۳/۱) میکروگرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری بیشتر از میزان نیتريت در بخش هوایی سایر توده ها در این آزمایش بود. کمترین میزان نیتريت (۷۳/۸) میکروگرم در گرم وزن خشک) در گیاهان توده خرم آباد وجود داشت که با میزان نیتريت در بخش هوایی توده های ورامین-۱، ماهان کرمان، بجنورد-۱، قم، ساری-۲، حومه راور کرمان (به ترتیب ۷۵/۲۷، ۸۰/۲۰، ۸۲/۶۳، ۸۷/۰۵، ۸۸/۵۲ و ۸۹/۵۱) میکروگرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری کمتر از میزان نیتريت در بخش هوایی سایر توده های اسفناج بود.

مقایسه میزان تجمع نیترات و نیتريت در بخش هوایی توده های اسفناج بومی ایران نشان داد بیشترین تجمع نیترات در بخش هوایی توده های صالح آباد قم، رهنان اصفهان، سرآسیاب-۱ کرمان، سیرجان، قزوین، زنجان و خرم آباد وجود داشت در حالیکه بیشترین میزان تجمع نیتريت در بخش هوایی توده های سرآسیاب ۱- کرمان، یزد، همدان، کرج و برآآن اصفهان وجود داشت. این نتایج نشان می دهند در گیاهان توده سرآسیاب ۱-

سولفانید آمید^۱ محلول در اسید استیک ۱۵٪ و ۲/۵ میلی لیتر از ماده نید^۲ (NED) محلول در اسید استیک ۱۵٪ افزوده شده و پس از ۱۵ دقیقه، جذب در طول موج ۵۴۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام گردید. برای تهیه استاندارد از نیتريت سدیم (NaNO₂) استفاده گردید. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام گردید.

نتایج

در آزمایش حاضر میزان تجمع نیترات در اندام هوایی ۴۴ توده اسفناج بومی ایران مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۲ نشان دهنده میزان تجمع نیترات در نمونه های اندام هوایی ۴۴ توده اسفناج ایرانی می باشد. نتایج این آزمایش نشان دهنده وجود تفاوت معنی داری در تجمع نیترات در توده های اسفناج ایرانی بود. مقایسه میزان نیترات در توده های اسفناج بومی ایران نشان داد بیشترین میزان تجمع نیترات در توده صالح آباد (قم) وجود داشت (۸۸۰۶/۵) میکروگرم در گرم وزن خشک) که با میزان تجمع نیترات در توده های رهنان اصفهان (۸۶۰۴) میکروگرم در گرم وزن خشک)، سرآسیاب-۱ کرمان (۸۳۵۵) میکروگرم در گرم وزن خشک)، سیرجان کرمان (۷۸۵۸/۵) میکروگرم در گرم وزن خشک)، قزوین (۷۶۳۳/۵) میکروگرم در گرم وزن خشک)، زنجان ۲ (۷۲۷۲) میکروگرم در گرم وزن خشک)، خرم آباد (۷۰۹۲) میکروگرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری از میزان نیترات در سایر توده های اسفناج ایران بیشتر بود (جدول ۲). کمترین تجمع نیترات نیز در توده های سرآسیاب-۲ (۳۵۲۶/۵) میکروگرم در گرم وزن خشک) و ماهان کرمان (۳۵۹۴) میکروگرم در گرم وزن خشک) وجود داشت، که با میزان تجمع نیترات در توده های فسا فارس (۳۹۳۳) میکروگرم در گرم وزن خشک)، قم (۳۹۳۳)

1- Sulfanilamide

2- N-(1-naphthyl) ethylenediamine.2HCl

در بخش هوایی توده های خرم آباد، ورامین-۱، ماهان کرمان، بجنورد-۱، قم، حومه راور کرمان وجود داشت.

کرمان پتانسیل تجمع نیترات و نیتريت بیشتری در بخش هوایی وجود داشت. هم چنین کمترین تجمع نیترات در سرآسیاب- ۲ ، ماهان کرمان، فسا، قم، زایل و اردستان اصفهان وجود داشت، ولی کمترین میزان تجمع نیتريت

جدول ۱- نام و محل جمع آوری توده های اسفناج مورد استفاده در آزمایش

ارتفاع از سطح دریا (متر)	مختصات جغرافیایی				محل جمع آوری	ارتفاع از سطح دریا (متر)	مختصات جغرافیایی				محل جمع آوری
	عرض		طول				عرض		طول		
	درجه	دقیقه	درجه	دقیقه			درجه	دقیقه	درجه	دقیقه	
۱۰۷۰	۳۷	۲۸	۵۷	۱۹	بجنورد ۱	۱۳۶۶	۳۸	۰۴	۴۶	۱۸	تبریز
۱۰۷۰	۳۷	۲۸	۵۷	۱۹	بجنورد ۲	۱۳۴۰	۳۷	۳۳	۴۵	۰۴	ارومیه
۱۱۶۰	۳۷	۲۳	۵۷	۵۴	شیروان	۱۶۵۰	۳۶	۴۰	۴۸	۲۸	زنجان ۱
۱۲۴۰	۳۷	۰۶	۵۸	۳۰	قوچان	۱۶۵۰	۳۶	۴۰	۴۸	۲۸	زنجان ۲
۱۴۸۰	۳۲	۵۳	۵۹	۱۳	بیرجند	-۲۰	۳۶	۴۹	۵۰	۵۳	تنکابن
۱۷۵۵	۳۰	۱۷	۵۷	۰۵	کرمان	۱۲۹۰	۳۶	۱۶	۵۰	۰۰	قزوین
۲۱۰۰	۳۱	۲۷	۵۶	۱۶	سرآسیاب-۱ کرمان	۱۸۵۰	۳۴	۴۸	۴۸	۳۱	همدان
۲۰۹۲	۳۱	۲۷	۵۶	۱۵	سرآسیاب-۲ کرمان	۱۲۰۰	۳۳	۲۹	۴۸	۲۱	خرم آباد
۱۹۰۰	۳۰	۰۳	۵۷	۱۷	ماهان (کرمان)	۱۵۸۰	۳۳	۵۳	۴۸	۴۵	بروجرد
۲۰۰۰	۳۱	۲۴	۵۶	۱۶	کوهنان (کرمان)	۹۱۵	۳۵	۱۹	۵۱	۳۹	ورامین ۱
۱۱۷۵	۳۱	۱۵	۵۶	۴۸	راور (کرمان)	۹۱۵	۳۵	۱۹	۵۱	۳۹	ورامین ۲
۱۶۷۶	۳۱	۲۵	۵۷	۰۶	حومه راور (کرمان)	۹۱۵	۳۵	۱۹	۵۱	۳۹	ورامین ۳
۱۷۳۵	۲۹	۲۷	۵۵	۴۰	سیرجان (کرمان)	۱۳۶۰	۳۵	۴۸	۵۱	۰۰	کرج
۴۷۵	۳۱	۰۱	۶۱	۲۹	زایل	۹۳۰	۳۴	۳۸	۵۰	۵۳	قم
۹۵۰	۳۳	۵۹	۵۱	۲۷	کاشان (اصفهان)	۹۹۰	۳۴	۳۱	۵۰	۵۷	خورآباد قم
۱۹۰۰	۳۲	۲۱	۵۱	۳۰	مبارکه (اصفهان)	۹۷۰	۳۴	۵۰	۵۰	۲۲	صالح آباد قم
۱۵۲۵	۳۲	۳۲	۵۲	۰۲	برآآن (اصفهان)	۴۰	۳۶	۳۴	۵۳	۰۳	ساری ۱
۱۵۵۰	۳۲	۲۸	۵۱	۵۷	رحیم آباد (اصفهان)	۴۰	۳۶	۳۴	۵۳	۰۳	ساری ۲
۱۲۰۵	۳۳	۲۳	۵۲	۲۲	اردستان (اصفهان)	۱۲۱۵	۳۱	۵۳	۵۴	۲۱	یزد
۱۵۵۰	۳۲	۴۱	۵۱	۳۶	رهنان (اصفهان)	۱۵۴۰	۲۹	۳۷	۵۲	۲۲	شیراز
۱۷۵۵	۳۴	۰۵	۴۹	۴۱	اراک ۱	۱۰۵۰	۲۸	۳۰	۵۳	۳۳	چهرم
۱۷۵۵	۳۴	۰۵	۴۹	۴۱	اراک ۲	۱۳۷۰	۲۸	۵۶	۵۳	۳۹	فسا

افتخاری و حدیدی: تجمع نیترات و نیتريت در توده های اسفناج...

جدول ۲- میزان نیترات (میکروگرم در گرم ماده خشک) در اندام هوایی توده های اسفناج بومی ایران					
محل جمع آوری	میزان نیترات	نیتريت	محل جمع آوری	میزان نیترات	نیتريت
تبریز	۵۱۵۱ def	۱۱۲/۱ cdef	بجنورد ۱	۵۲۸۶ def	۸۲/۴ fg
ارومیه	۵۶۹۲/۵ de	۱۰۴/۲ cdef	بجنورد ۲	۴۹۲۶ def	۹۵/۴۱ def
زنجان ۱	۶۷۷۵/۵ bcd	۱۳۲/۷ bcd	شیروان	۶۲۳۴ cd	۱۳۹/۶ bcd
زنجان ۲	۷۲۷۲ abc	۱۳۵/۶ bcd	قوچان	۶۳۶۹ cd	۱۳۲/۲ bcd
تنکابن (گیلان)	۵۱۰۶ def	۱۴۰/۶ bcd	بیرجند	bcd ۶۵۹۵/۵	۱۱۵ cdef
قزوین	۷۶۳۳/۵ ab	۱۲۷/۸ bcde	کرمان	۶۰۰۹ cd	۱۲۷/۸ bcde
همدان	۵۶۹۲/۵ cde	۱۷۸/۸ ab	سرآسیاب ۱ (کرمان)	۸۳۵۵ a	۱۸۸/۷ a
خرم آباد	۷۱۷۰ abc	۷۳/۸ g	سرآسیاب ۲ (کرمان)	۳۵۲۶/۵ g	۹۷/۳۶ def
بروجرد	۶۰۹۹ cd	۱۰۱/۸ cdef	ماهان (کرمان)	۳۵۹۴ g	۸۰/۲۰ fg
ورامین ۱	۶۷۳۰/۵ bcd	۷۵/۲۷ g	کوهبنان (کرمان)	۴۸۱۲ def	۱۲۲/۷ cde
ورامین ۲	۴۲۴۸ fg	۱۱۵/۲ cdef	راور (کرمان)	۵۲۸۶ def	۱۰۷/۸ cdef
ورامین ۳	۵۱۰۶ def	۱۲۳/۹ bcde	حومه راور (کرمان)	۵۸۲۷/۵ cde	۸۹/۵۱ efg
کرج	۵۶۹۲/۵ de	۱۶۸ ab	سیرجان (کرمان)	۷۸۵۸/۵ ab	۱۴۳/۵ bcd
قم	۳۹۳۳ g	۸۷/۰۵ efg	زابل	۴۱۳۵/۵ fg	۱۲۹/۸ bcde
خورآباد (قم)	۴۶۰۹/۶ efg	۱۱۴/۱ cdef	کاشان (اصفهان)	۵۲۸۶ def	۱۵۱/۴ bc
صالح آباد (قم)	۸۸۰۶/۵ a	۱۳۸/۶ bcd	مبارکه (اصفهان)	۵۲۸۶ efg	۱۲۰/۹ cde
ساری ۱	۶۰۰۹ cd	۹۷/۳۶ def	برآن (اصفهان)	۶۵۰۵/۵ bcd	۱۶۳/۱ ab
ساری ۲	۵۴۲۲/۵ de	۸۸/۵۲ efg	رحیم آباد (اصفهان)	۴۶۰۹/۵ def	۱۰۸/۲ cdef
یزد	۶۲۱۱/۵ cd	۱۸۴/۲ a	اردستان (اصفهان)	۴۲۰۳ fg	۱۵۵/۳ bc
شیراز (فارس)	۶۲۱۱/۵ bcd	۱۲۵/۳ bcde	رهنان (اصفهان)	۸۶۰۴ a	۱۴۴/۵ bcd
جهرم (فارس)	۴۴۷۴/۵ fg	۹۸/۸۳ def	اراک ۱	۴۶۷۷ cde	۱۲۱/۶ cde
فسا (فارس)	۳۹۳۳ g	۹۶/۳۶ def	اراک ۲	۴۶۷۷ def	۱۰۹/۱ cdef

* میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی داری ندارند.

بحث

اسفناج اطلاعاتی وجود ندارد ولی وجود تفاوت در میزان نیتريت در سبزی های مختلف گزارش هایی ارائه گردیده است (امر و حدیدی^۲، ۲۰۰۱؛ چانگ و همکاران^۳، ۲۰۰۳؛ ژونگ و همکاران^۴، ۲۰۰۲).

در آزمایش حاضر میزان تجمع نیترات در بخش هوایی توده های اسفناج بین ۳۵۲۶/۵ تا ۸۸۰۶/۵ میکروگرم در گرم ماده خشک و میزان تجمع نیتريت

در آزمایش حاضر میزان تجمع نیترات و نیتريت در بخش هوایی ۴۴ توده اسفناج بومی ایران مقایسه گردید و نتایج نشان داد تنوع قابل توجهی در تجمع این دو ترکیب حاوی نیتروژن در توده های اسفناج ایران وجود داشت. این نتایج با یافته های مطالعات انجام شده قبلی در مورد وجود تفاوت در تجمع نیترات در ارقام مختلف اسفناج موافقت دارد (اولدی و همکاران^۱، ۱۹۷۲؛ کانتلیف^b، ۱۹۷۲). در مورد مقایسه تجمع نیتريت در توده های

2- Amr & Hadidi
3- Chung *et al.*
4- Zhong *et al.*

1- Olday *et al.*

رویشی تغییرات معنی داری داشت. آنان گزارش دادند کمترین فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در برگ های گیاهان توده های صالح آباد قم و شیراز در مرحله سوم رشد رویشی بود که با نتایج پژوهش حاضر در مورد بیشترین میزان تجمع نیترات در توده صالح آباد قم هماهنگی دارد. اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۰) تجمع نیترات در ۱۰ ژنوتیپ اسفناج بومی ایران رشد یافته در بستر شن که با محلول غذایی تغذیه شده بودند را مورد بررسی قرار داده و گزارش دادند پس از افزایش نیترات در محلول غذایی، تجمع نیترات در ریشه و بخش هوایی ژنوتیپ های اسفناج تفاوت معنی داری با یکدیگر داشتند. توجه به اینکه در دمبرگ های اسفناج مقدار بیشتری نیترات تجمع می یابد (لورنز^۲، ۱۹۸۷)، افتخاری و همکاران (۱۳۸۹) نیز وجود تفاوت های ریخت شناسی مانند طول دمبرگ را در خصوصیات برگ ۴۴ توده اسفناج بومی ایران را گزارش دادند. این موضوع همچنین اهمیت توجه به تاثیر فاکتورهای ژنتیکی بر تجمع نیترات در اسفناج را مورد تایید قرار می دهد.

نتایج این آزمایش نشان داد توده های اسفناج ایرانی از نظر حداکثر و حداقل تجمع نیترات و نیتريت تنوع زیادی را نشان دادند ولی توده های سرآسیاب ۱- کرمان و قم دارای پتانسیل تجمع کمتر نیترات و نیتريت بودند. نتایج پژوهش حاضر در مورد وجود تفاوت معنی دار تجمع نیترات و نیتريت در توده های اسفناج ایرانی و هم چنین وجود تفاوت در خصوصیات ریخت شناسی برگ این توده ها (افتخاری و همکاران، ۱۳۸۹) و یا تفاوت در فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در برخی از این توده ها که توسط عالمیان و همکاران (۱۳۹۰) و اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۰) گزارش گردیده است نشان می دهد پتانسیل خوبی در توده های اسفناج ایرانی جهت استفاده در برنامه های بهنژادی مربوط به تجمع نیترات و یا نیتريت وجود دارد و پیشنهاد می گردد امکان استفاده از توده های اسفناج بومی ایران به منظور معرفی ارقام با

بین ۷۳/۸ تا ۱۸۸/ میکروگرم در گرم وزن خشک گزارش گردید. مینارد و همکاران (۱۹۷۶) گزارش دادند سبزی های برگي مانند اسفناج دارای مقدار قابل توجهی نیترات هستند و سبزی هایی مانند چغندر برگي، کاهو، تربچه و اسفناج اغلب دارای مقدار نیترات بیشتر از ۲۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک هستند. هم چنین نتایج این آزمایش نشان داد میزان نیتريت در مقایسه با نیترات در بخش هوایی توده های اسفناج کمتر بود. پایین بودن میزان نیتريت در مقایسه با نیترات در سبزی های مختلف از جمله کاهو، اسفناج، خیار و پیاز توسط چانگ و همکاران (۲۰۰۳) و در سبزی های مختلف مانند کرفس، کلم چینی، کلم و بادمجان توسط ژونگ و همکاران (۲۰۰۲) گزارش شده است.

این نتایج نشان می دهد با توجه به اینکه گیاه اسفناج به خوبی به مصرف کود نیتروژن پاسخ می دهد (کانتلیف، ۱۹۷۲ a,b)، لازم است علاوه بر بررسی عوامل محیطی (مانند نور و دما) و روشهای زراعی (مانند نوع و نحوه مصرف کود) بر میزان تجمع نیترات در گیاه اسفناج (کانتلیف، ۱۹۷۲ a,c؛ وانگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ روستا، ۱۳۸۹)، تاثیر فاکتورهای ژنتیکی نیز بر تجمع نیترات در اسفناج و سایر سبزی های برگي مورد توجه قرار گیرد. زیرا پیشنهاد گردیده است. گونه و ژنوتیپ مهمترین فاکتور موثر بر میزان نیترات در گیاه می باشد (اولدی و همکاران، ۱۹۷۲؛ چانگ و همکاران، ۲۰۰۳) و فاکتورهای ژنتیکی میزان تجمع نیترات در اندام های مختلف را از طریق تغییر در میزان دریافت نیترات و یا تغییر فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز تحت تاثیر قرار می دهند (بلوم- زاندسرا^۱، ۱۹۸۹؛ کانتلیف، ۱۹۷۲ a). عالمیان و همکاران (۱۳۹۰) فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در اندام هوایی و ریشه ۱۵ توده اسفناج از ۴۴ توده اسفناج مورد مطالعه در آزمایش حاضر را مورد بررسی قرار داده و گزارش دادند فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در این ۱۵ توده اسفناج طی مراحل مختلف رشد

افتخاری و حیدری: تجمع نیترات و نیتريت در توده های اسفناج...

میزان کمتر تجمع نیترات و نیتريت از طریق برنامه های بهتزادی و یا شناسایی و جداسازی ژن آنزیم نیترات ردوکتاز در این توده ها مورد توجه قرار گیرد. هم چنین نتایج این آزمایش در مورد تنوع میزان نیترات و نیتريت در توده های مختلف اسفناج ایران می تواند نشاندهنده برهمکنش میزان نیتروژن موجود در گیاه با شرایط محیطی باشد. زیرا گزارش گردیده است میزان نیترات در یافت های گیاهی توسط شرایط محیطی تحت

تأثیر قرار می گیرد و احتمالاً این تأثیر از طریق تأثیر بر فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز می باشد (کانتلیف، a, b, ۱۹۷۲). پیشنهاد می گردد میزان تجمع نیترات در این ۴۴ توده در شرایط آب و هوایی مناطق مختلف کشور نیز مقایسه شود. هم چنین پیشنهاد می شود میزان تجمع نیترات در قسمت های مختلف گیاه (پهنک، دمبرگ، ساقه) در توده های مختلف مورد مقایسه قرار گیرد.

منابع

۱. اسفندیاری، س.، افتخاری، س.ع. و حیدری، م. ۱۳۹۰. اثر نیتروژن بر فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در توده های منتخب اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) بومی ایران. هفتمین کنگره باغبانی ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۳۰ ص.
۲. افتخاری، س.ع.، حسندخت، م. ر.، فتاحی مقدم، م. ر. و کاشی، ع.ع. ک. ۱۳۸۹. تنوع ژنتیکی توده های اسفناج بومی ایران (*Spinacia oleracea* L.) با استفاده از صفات مورفولوژیک. مجله علوم باغبانی ایران. (۱) ۹۳-۸۳.
۳. اسدی، ح.ع. و حسندخت، م. ر. ۱۳۸۶. بررسی تنوع ژنتیکی توده های بومی اسفناج ایرانی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۸ (۳): ۲۵۷-۲۶۵.
۴. روستا، ح. ر. ۱۳۸۹. مقایسه کاهو و اسفناج تغذیه شده با نیترات یا آمونیم در سیستم هیدروپونیک. علوم و فنون کشت های گلخانه ای، (۱): ۵۷-۶۳.
۵. عالمیان، م.، افتخاری، س.ع. و حیدری، م. ۱۳۹۰. مقایسه فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در مراحل مختلف رشد رویشی توده های منتخب اسفناج بومی ایران. هفتمین کنگره باغبانی ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۳۰ ص.
۶. عرفانی، ف.، حسندخت، م. ر.، برزگر، م. و جباری، ع. ۱۳۸۵. تعیین و مقایسه برخی از مواد مغذی هفت رقم اسفناج ایرانی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، ۳ (۲): ۲۷-۳۴.
7. Abu-Dayeh, A.G.H. 2006. Determination of nitrate and nitrite content in several vegetables in tulkarm district. Msc. Thesis. An-Najah National University, Nablus, Palestine, 95 p.
8. Amr, A., and Hadidi, N. 2001. Effect of cultivar and harvest date on nitrate and nitrite content of selected vegetable grow under open field and greenhouse conditions in Jordan. Journal of Food Composition and Analysis, 14: 59-67.

9. Aworh, O.C, Hicks, J.R, Minotti, P.L., and Lee, C.Y. 1980 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: 18 – 20.
10. Blom-Zandstra, M. 1989. Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality. *Annals of Applied Biology*, 115: 553–561.
11. Cantliffe, D.J. 1972 a. Nitrate accumulation in spinach grown at different temperatures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 97: 674-676.
12. Cantliffe, D.J. 1972 b. Nitrate accumulation in spinach cultivars and plant introductions. *Canadian Journal of Plant Science*, 53: 365-367.
13. Cantliffe, D.J. 1972 c. Nitrate accumulation in spinach grown under different light intensities. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 97: 152-154.
14. Cataldo, B.A., Haroon, M., Schrader, L.E., and Youngs, V.L. 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.
15. Chung, S.Y, Kim, J.S., Kim, M., Hong, M.K., Lee, J.O., Kim, C.M., and Song, I.S. 2003. Survey of Nitrate and Nitrite Contents of Vegetables Grown in Korea. *Food Additives and Contaminants*, 20 (7):621-8.
16. Durner, J., and Klessig, D.F. 1999. Nitric oxide as a signal in Plants. *Current Opinion on Plant Biology*, 2: 369 – 374.
17. Grevsen K., and Kaack, K. 1996. Quality attributes and morphological characteristics of spinach (*Spinacia oleracea* L.) cultivars for industrial processing. *Journal of Vegetable Crop Production*, 2(2): 15-29.
18. Jaworska, G. 2005. Content of nitrates, nitrites, and oxalates in New Zealand spinach. *Food Chemistry*, 89: 235-242.
19. Lorenz, O.A. 1978. Potential nitrate levels in edible plant parts. In: D.R. Nielsen *et al.* (eds.). *Nitrogen in environment*. Vol. 2, *Soil-Plant-Nitrogen relationship*, Academic Press, New York, U.S.A., pp: 210-220.
20. Maynard, D.N., Barker, A., Minotti, A.V., and Peck, N.H. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. *Advances in Agronomy*, 28: 71 – 118.
21. Muramoto, J. 1999. Comparison of nitrate content in leafy vegetables from organic and conventional farms in California, Center for Agro ecology and sustainable food system. University of California Santa Cruz, pp: 1 – 66.
22. O'Dell, B., and Sunde, R.A. 1997. *Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements*. New York, NY., pp: 335-355.
23. Olday, F.C., Barker, A.V., and Maynard, D.N. 1976. A physiological basis for different patterns of nitrate accumulation in two spinach cultivars. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 101(3): 217-219.

24. Ramachandran, A., Hrycan, W., Bantle, J., and Waterer, D. 2005. Seasonal Changes in Tissue Nitrate Levels in Fall-Planted Spinach (*Spinacia oleracea*). University of Saskatchewan Pub. Canada, 11 p.
25. Reinin, K., R. Groenwold., and A. Bootsma. 1987. Genotypic difference in nitrate content in *Lactuca sativa* L., and related species and correlation with dry matter. *Euphytica*, 36: 11-18.
26. Santamaria, P., Elia, A., Serio, F., and Todaro, E. 1999. A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 1882-1888.
27. Stopes, C., Woodward, L., Forde, G., and Vogtmann, H. 1988. The nitrate content of vegetable and salad crops offered to the consumer as from 'organic' or 'conventional' production systems. *Biological Agriculture and Horticulture*, 5 (3): 215-221.
28. Wang, J., Zhou, Y., Dong, C., Shen, Q., and Putheti, R. 2009. Effects of $\text{NH}_4^+\text{-N}/\text{NO}_3^-\text{N}$ ratios on growth, nitrate uptake and organic acid levels of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *African Journal of Biotechnology*, 8 (15): 3597-3602.
29. Zhong, W., Hu, C., and Wang, M. 2002. Nitrate and Nitrite in Vegetables from North China: Content and Intake. *Food Additives and Contaminants*, 19 (12): 1125-1129.