

مقایسه عملکرد و تجمع نیترات در پنج توده بومی اسفناج ایرانی، در شرایط استان اصفهان

پیمان جعفری^{*} و امیر هوشنگ جلالی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۲۵)

چکیده

به منظور مقایسه عملکرد و تجمع نیترات در پنج توده بومی اسفناج ایرانی، پژوهشی در سال ۱۳۸۹ با استفاده از طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان انجام شد. در این آزمایش مزرعه‌ای، توده‌های مورد بررسی شامل بذر خاردار ورامین، برگ پهن ورامین، شهرضا، نجف آباد و کاشان بودند. توده بذر خاردار ورامین با عملکردی معادل ۴۷۸۳۰ کیلوگرم در هکتار، حداقل عملکرد را در میان توده‌های اسفناج داشت. تعداد برگ (بیش از ۲۰ برگ) و شاخه جانبی زیادتر (بیش از ۳/۵ عدد) در توده‌های بذر خاردار ورامین، برگ پهن ورامین و کاشان از دلایل عملکرد بالاتر این توده‌ها محسوب می‌شد. در هر پنج توده آزمایش شده برگ‌های وسط هر بوته تجمع نیترات به مراتب بیشتری نسبت به برگ‌های بالا و یا پایین هر بوته داشتند اما تفاوت معنی‌داری بین مقدار نیترات برگ‌های پایین و بالای هر بوته وجود نداشت. توده بذر خاردار ورامین با ۱۳۸۰ قسمت در میلیون نیترات براساس وزن تر، بالاترین مقدار نیترات برگ را داشت اما تفاوت معنی‌داری بین مقدار نیترات این توده با سایر توده‌ها (به جز توده کاشان) وجود نداشت. نتایج این پژوهش نشان داد توده بذر خاردار ورامین می‌تواند با عملکرد و درصد نیترات قابل قبول جایگزین ژنتیک‌های رایج استان اصفهان شود.

واژه‌های کلیدی: اسفناج، دم برگ، درصد ماده خشک، طول پهنهک، تعداد برگ

۱. به ترتیب مرتبی و پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: peimanjafari@yahoo.com

مقدمه

دقیقه تا ۵۸ درجه و ۳۰ دقیقه و از ارتفاع ۲ تا ۱۷۵۵ متر از سطح دریا را در بر می‌گیرد (۳)، وجود تنوع ژنتیکی قابل توجه و احتمالاً وجود ژن‌های مقاوم به تنش‌های محیطی دور از انتظار نیست. در پژوهش افتخاری و همکاران (۷) ۴۴ توده بومی اسفناج ایرانی از نظر ۲۱ صفت مورفولوژیک مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این پژوهش توده‌ها از نظر صفات مرفولوژیک به چهار گروه تقسیم شدند که ۱۸ توده دارای بذر خاردار در یک گروه قرار گرفته و وزن تر و طول دوره رشد یکسانی داشتند. توده‌های ورامین ۲ با میانگین وزن تر $84/43$ گرم در هر بوته بیشترین وزن تر را در بین توده‌ها داشت. در پژوهش اسدی و حسن‌دوخت (۳) که ۲۹ توده بومی از نظر صفات کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار گرفتند توده‌ها در فاصله زمانی ۱۳۵ تا ۱۸۰ روز پس از کشت و با دامنه‌ای از تعداد برگ ۱۲ تا ۲۳ برگ، وارد مرحله گل‌دهی شدند و جنسیت گل‌های ماده در دامنه‌ای از ۳۹ تا $68/33$ درصد تغییر کرد. در پژوهش احمدی و همکاران (۱) توده بومی همدان با تولید 2128 گرم محصول در مترمربع در مقایسه با چهار توده بومی شیروان، کرج، ورامین و بروجرد بالاترین مقدار عملکرد را تولید نمود. در پژوهشی دو ساله در استان بوشهر، اسفناج رقم ویروفلی در شرایط بهینه زراعی از نظر آبیاری و تراکم عملکردی معادل $39/06$ تن در هکتار عملکرد داشت.

با توجه به ویژگی‌های شاخص تغذیه‌ای اسفناج (۸) و هم‌چنین تحمل این گیاه به برخی تنش‌های محیطی از قبیل شوری (۱۲)، وجود تنوع توده‌های بومی این گیاه در کشور فرصت مناسبی جهت پژوهش و جداسازی توده‌های بومی با صفات مطلوب جهت استفاده در کارهای اصلاحی و حفظ ژن‌های مفید فراهم آورده است. پژوهش حاضر با هدف تعیین مناسب‌ترین رقم اسفناج در شرایط استان اصفهان و با استفاده از اسفناج بذر خاردار ورامین به عنوان یک رقم آزاد گرده‌افشان، رقم اسفناج برگ پهنه و رامین و سه ژنتیپ غالب مورد کشت در استان اصفهان (توده محلی شهرضا و توده محلی نجف‌آباد و کاشان) انجام و این ژنتیپ‌ها از نظر

اسفناج (*Spinacea oleracea* L.) یکی از سبزی‌های برگی با ارزش بیولوژیک بالا و غنی از آنتی اکسیدان است که به صورت بخار پز، جوشانده و یا پس از فرآیند به صورت سالاد مصرف می‌گردد (۶). این گیاه منبع مهمی از ویتامین‌های A، C، K، B₂، B₆ و اسیدفولیک محسوب شده و سرشار از عناصر معدنی مثل آهن، پتاسیم، کلسیم، منگنز و منیزیم است (۸). کونیسکی و همکاران (۸) عملکرد این گیاه با توجه به شرایط محیطی و نوع رقم استفاده شده را از $18/6$ تا $44/8$ تن در هکتار گزارش نمودند. اسفناج محصول فصل سرد محسوب می‌گردد و امکان کشت آن هم در پاییز و هم در اوایل بهار وجود دارد، با این تفاوت که کشت بهاره آن باید ۵۰ تا ۶۰ روز قبل از وقوع تابستان‌های گرم انجام شود (۱۰). سبزیجات برگی و بهویژه اسفناج از منابع اصلی جذب نیترات محسوب شده و حدود ۷۰ درصد از کل نیترات جذب شده در رژیم غذایی هر فرد در روز از طریق سبزیجات برگی تأمین می‌گردد (۱۶). سبحان اردکانی و همکاران (۱۸) با جمع آوری و اندازه‌گیری مقدار نیترات موجود در انواع سبزی‌ها شامل تره‌فرنگی (*Allium porrum*), ریحان (*Trigonella foenum*), شبله (*Ocimum basilicum*), پیاز (*Cucumis brasicae*), کلم (*Allium cepa*), کلم (*Daucus carota*) و هویج (*sativa*) در ۷ شهر در استان اصفهان، بیشترین مقدار نیترات تجمع یافته را در اسفناج و با دامنه‌ای از 1626 تا 3890 میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر گزارش نمودند. این مقادیر بیشتر از دامنه مجاز 345 تا 3890 گزارش شده برای این محصول بود (۲۱). در پژوهش شهید عمر و همکاران (۱۶) در دهلى نو هندستان مقدار نیترات موجود در ۹ ژنتیپ اسفناج دامنه‌ای از 998 تا 2674 میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر متفاوت بود و مقدار نیترات بستگی به منشأ جغرافیایی ژنتیپ‌ها داشت.

با توجه به پراکنش جغرافیایی قابل توجه اسفناج در کشور که محدوده وسیعی از عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۷ دقیقه تا 28 درجه و ۳۷ دقیقه و از طول جغرافیایی 49 درجه و 41

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیابی خاک محل آزمایش

ویژگی مورد نظر	مقدار
بافت	لومی - رسی
شن (درصد)	۳۵
سیلت (درصد)	۳۹
رس (درصد)	۲۶
هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	۲/۴
اسیدیته	۷/۳
مواد آلی (%)	۰/۴۱
فسفر ($mg\ kg^{-1}$)	۱۵/۴
پتابسیم ($mg\ kg^{-1}$)	۳۲۰
وزن مخصوص ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	۱/۴۰
وزن مخصوص ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	۱/۸
رطوبت در حد ظرفیت مزرعه	۲۷/۵
رطوبت پژمردگی دائم	۱۶/۳

متر و با منظور کردن یک خط نکاشت بین کرت‌ها بود و بین تکرارها نیز یک متر فاصله در نظر گرفته شد. کشت اسفناج در کلیه کرت‌های آزمایشی در تاریخ شانزدهم شهریور انجام و برداشت آن در تاریخ بیست و سوم آبان صورت گرفت.

در طول دوره رشد، آبیاری براساس کاهش ۵۰ درصد رطوبت از عمق نفوذ ریشه انجام شد. در طول دوره رشد کلیه مراقبت‌های زراعی لازم صورت گرفت و عملکرد، طول دوره از کاشت تا برداشت، خصوصیات برگ شامل میزان چروکیدگی سطح برگ، طول برگ، عرض برگ، شکل برگ، طول دم برگ یادداشت‌برداری گردید. جهت برآورده عملکرد تمامی بوته‌های یادداشت‌برداری گردید. جهت برآورده عملکرد تمامی بوته‌های دو خط وسط برداشت و جهت برآورده سایر صفات مورد نظر تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و یادداشت‌برداری صفات صورت گرفت. مقدار نیترات نمونه ۱ با استفاده از دستگاه یون آنالایزر (Ion Analyser Jenway 3040, England) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری نیترات برگ در قسمت‌های مختلف گیاه، کل برگ‌های هر بوته به سه قسمت مساوی تقسیم و براساس برگ‌های بالا، وسط و پایین بوته گزارش گردید. برای اندازه‌گیری درصد ماده خشک بوته، ۸ بوته از هر کرت

عملکرد و برخی ویژگی‌های مرفوولوژیک و مقدار تجمع نیترات مورد بررسی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی مقدماتی جمعیت اسفناج بذر خاردار ورامین به عنوان یک رقم آزاد گرده افshan، رقم اسفناج برگ پهن ورامین و سه ژنوتیپ غالب مورد کشت در منطقه اصفهان (توده محلی شهرضا و توده محلی نجف‌آباد و کاشان) طرحی به صورت بلوك کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۹۰ اجرا گردید. برخی ویژگی‌های خاک محل آزمایش قبل از کود دهی در جدول (۱) نشان داده شده است. هنگام آماده‌سازی زمین براساس آزمون خاک ۷۰ کیلوگرم فسفر خالص به صورت سوپر فسفات تربیل، ۱۰۰ کیلوگرم پتابسیم خالص به صورت سولفات پتابسیم و ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به صورت اوره به خاک اضافه شد. ۴۰ کیلوگرم نیتروژن دیگر در مرحله ۳-۴ برگی به صورت سرک مصرف شد. بذر ژنوتیپ‌های مورد نظر در دو طرف پشت‌هایی به عرض ۵۰ سانتی‌متر (فاصله بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر) کشت شد. هر کرت شامل ۴ خط کاشت به طول ۵

جدول ۲. خلاصه نتایج تجزیه واریانس صفات عملکرد، طول پهنهک برگ، عرض پهنهک بذر، طول دم برگ، تعداد برگ، زمان تا گل‌دهی و درصد نیترات

میانگین مربعات											منابع تغییرات
درصد نیترات	زمان تا گل‌دهی	تعداد شاخه جانبی	تعداد برگ	عرض پهنهک برگ	طول دم برگ	عملکرد در هکتار	آزادی هکتار	درجہ آزادی			
۰/۴۸۵	۱۷۰/۶۷۰.n.s	۴/۳۵	۲/۰۰*	۲/۲۵ n.s.	۰/۰۵۸ n.s.	۰/۷۱*	۵۱/۴۴ n.s.	۳	تکرار		
۵/۳۴*	۱۸۰/۱۹ n.s.	۷۳/۶۴**	۴۳/۰۷۵**	۳۸/۰۵**	۲۱/۰۵**	۴۳/۳۰**	۴۲۷/۹۹**	۴	توده‌های اسفناج		
۱/۲۴	۱۸/۶۵	۲/۵۶	۰/۸۷	۲/۵۹	۰/۴۲	۰/۸۰	۱۴/۵۳	۱۲	خطا		
۹/۶۰	۱۱/۱۰	۱۳/۳۵	۸/۷۰	۱۰/۰۵۵	۱۱/۲۰	۹/۶۰	۱۴/۲۹		ضریب تغییرات		

ns: غیرمعنی‌دار

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

داشتند. دو توده شهرضا و نجف‌آباد به ترتیب با عملکردهای معادل ۲۲۰۴۰ و ۲۵۸۵۰ کیلوگرم در هکتار پایین‌ترین مقادیر عملکرد در هکتار را داشتند.

نتایج مشابهی مبنی بر برتری عملکرد توده بذر خاردار ورامین ۲ در پژوهش افتخاری و همکاران (۷) با تولید ۸۴/۴۳ گرم عملکرد تک بوته و همچنین پژوهش اسدی و حسن‌دخت (۳) با تولید ۲۴۶۷ گرم عملکرد در هر مترمربع گزارش شده است. تعداد برگ (بیش از ۲۰ برگ) و شاخه جانبی زیادتر (بیش از ۳/۵ عدد) در توده‌هایی مثل بذر خاردار ورامین، برگ پهن ورامین و کاشان از دلایل عملکرد بالاتر این توده‌ها محسوب می‌گردد. تفاوت در تعداد برگ توده‌ها به عنوان یکی از اجزای اصلی عملکرد، علاوه بر ویژگی‌های تواریثی هر رقم با تراکم‌های کشت اسفناج در پژوهش‌های مختلف نیز مرتبط است.

طول پهنهک برگ در هر دو توده بذر خاردار و برگ پهن ورامین به ترتیب معادل ۱۷/۲۵ و ۱۶ سانتی‌متر بود که نسبت به سه توده دیگر به‌طور معنی‌دار بیشتر بود (جدول ۳) اما تفاوت معنی‌داری بین این دو توده وجود نداشت. طول پهنهک توده‌های محلی اسفناج کشور دامنه‌ای از ۵ تا ۲۸/۵ سانتی‌متر داشته (۷) و در مقایسه ۲۹ توده بومی در پژوهش اسدی و حسن‌دخت (۳) دامنه‌ای از ۶/۷۸ تا ۱۲/۲۱ برای این صفت گزارش شده است. طول پهنهک برگ در سه توده کاشان، شهرضا و نجف‌آباد

به صورت تصادفی انتخاب و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (۱۵) انجام و میانگین‌ها با روش دانکن (۵%) مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مختلف برای توده‌های اسفناج در جدول ۲ نشان داده شده است. بین توده‌های اسفناج آزمایش شده تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد برای صفات عملکرد، طول پهنهک برگ، عرض پهنهک بذر، طول دم برگ، تعداد برگ و تعداد شاخه جانبی وجود داشت. بین توده‌ها از نظر درصد نیترات برگ در سطح ۵ درصد آماری تفاوت معنی‌داری دیده شد اما از نظر طول دوره زمانی کاشت تا گل‌دهی بین توده‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده توده‌های اسفناج در جدول ۳ نشان داده شده است. توده بذر خاردار ورامین با عملکردی معادل ۴۷۸۳۰ کیلوگرم در هکتار حداقل عملکرد را در میان توده‌های اسفناج داشت. دو توده برگ پهن ورامین و کاشان به ترتیب با عملکردهایی معادل ۳۳۷۴۰ و ۳۹۲۵۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد تولید شده نداشتند اما به ترتیب ۳۰ و ۱۷/۹ درصد کاهش عملکرد نسبت به توده بذر خاردار ورامین

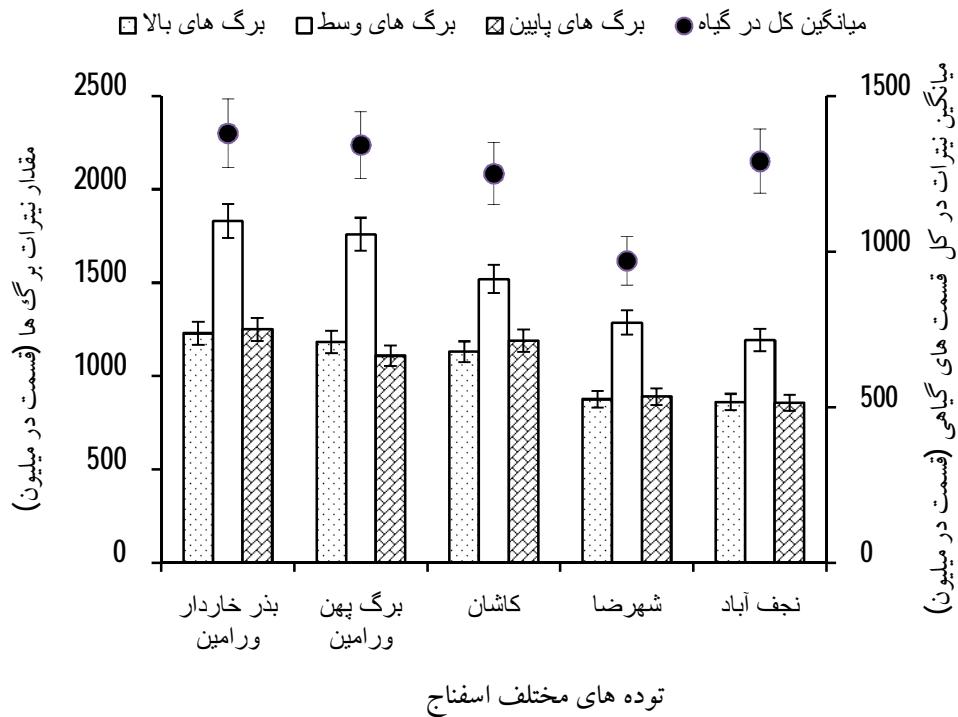
جدول ۳. مقایسه میانگین صفات عملکرد، طول پهنهک، عرض پهنهک، طول دم برگ و تعداد برگ

نام توده	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	طول پهنهک برگ (سانتی متر)	عرض پهنهک (سانتی متر)	تعداد برگ در هر بوته	تعداد شاخه جانبی
بذر خاردار و رامین	۴۷۸۳۰ ^a	۱۷/۲۵ ^a	۱۰/۵۰ ^a	۲۰/۵۰ ^a	۳/۹۳ ^a
برگ پهن و رامین	۳۳۷۴۰ ^b	۱۶/۰۰ ^{ab}	۹/۰۰ ^b	۲۰/۲۵ ^a	۳/۷۵ ^a
کاشان	۳۹۲۵۰ ^b	۱۵/۵۰ ^b	۹/۵۰ ^b	۲۰/۰۰ ^a	۳/۸۱ ^a
شهرضا	۲۲۰۴۰ ^c	۱۱/۵۰ ^c	۶/۲۵ ^c	۱۵/۲۵ ^b	۳/۵۰ ^b
نجف آباد	۲۵۸۵۰ ^c	۹/۵۰ ^d	۵/۰۰ ^d	۱۳/۵۰ ^c	۳/۵۱ ^b

در هر ستون حروف مشترک مشابه از نظر آماری تفاوت معنی دار ندارند (دانکن ۵%)

محلي اسفناج کشور دامنه‌اي از ۵ تا ۲۸/۵ سانتي متر داشته (۷) و در مقاييسه ۲۹ توده بومي در پژوهش اسدی و حسنديخت (۳) دامنه‌اي از ۶/۷۸ تا ۱۲/۲۱ برای اين صفت گزارش شده است. طول پهنهک برگ در سه توده کاشان، شهرضا و نجف آباد به ترتيب ۱۵/۵۰، ۱۱/۵۰ و ۹/۵۰ سانتي متر بود و هر سه توده از اين نظر تفاوت معنی دار داشتند. ارقام و توده‌های محلی می‌توانند با توجه به شرایط آب و هوایی ویژگی‌های رشدی متفاوتی نشان دهند. به عنوان مثال طول پهنهک توده کاشان در آزمایش اسدی و حسنديخت (۳) ۱۰/۰۸ سانتي متر و در پژوهش افتخاری و همكاران (۷) ۱۲/۲ سانتي متر بود. اين دو پژوهش در شرایط آب و هوایی کرج انجام شده‌اند که به مراتب خنک‌تر از اصفهان است. در دامنه دماي ۵-۱۶ درجه سلسيوس ویژگی‌های فتوستير برگ اسفناج تغيير معنی داري نداشتند اما ویژگی‌های مورفولوژيك برگ به طور چشم‌گيري تغيير می‌کند (۵). عرض پهنهک برگ توده بذر خاردار و رامين نسبت به دو توده برگ پهن و رامين و کاشان به ترتيب ۱۶/۶ و ۱۰/۵ درصد بيشتر بود (جدول ۳). توده نجف آباد با عرض پهنهک ۵ سانتي متر به طور معنی دار عرض پهنهک كمتری نسبت به سائر توده‌ها داشت. در بين توده‌های داخلی اسفناج كمترین (۶/۶ سانتي متر) و بيشترین (۱۱/۴۸ سانتي متر) عرض پهنهک برگ به ترتيب برای دو توده ورامين ۲ و رهنان گزارش شده است (۷).

طول پهنهک برگ در هر دو توده بذر خاردار و برگ پهن و رامين به ترتيب معادل ۱۷/۲۵ و ۱۶ سانتي متر بود که نسبت به سه توده دیگر به طور معنی دار بيشتر بود (جدول ۳) اما تفاوت معنی داري بين اين دو توده وجود نداشت. طول پهنهک توده‌های

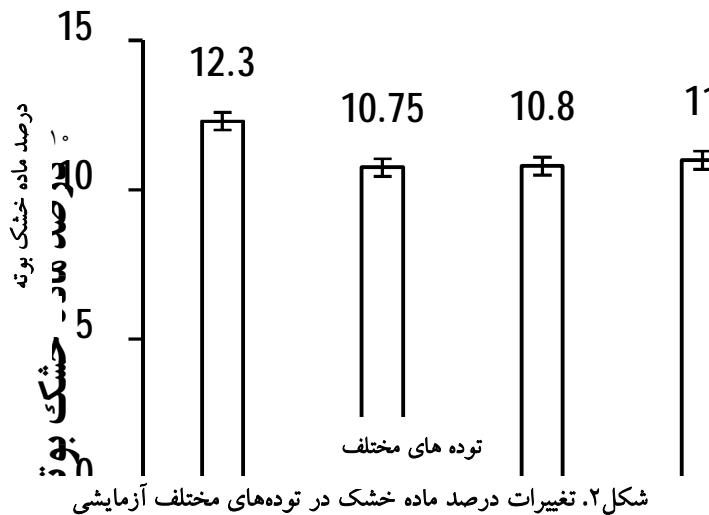


شکل ۱. تغییرات مقدار نیترات در توده‌های مختلف آزمایشی میانگین نیترات در کل قسمت‌های گیاهی شامل برگ‌ها، ریشه‌ها و ساقه‌های است.

صنایع تبدیلی، قبل از وارد شدن اسفناج به فرآیند تبدیلی، دم برگ‌ها جدا می‌گردند. به هر صورت پخت اسفناج در آب جوش حداقل ۵۰ درصد از نیترات تجمع یافته را کاهش می‌دهد (۱).

مقدار نیترات در برگ توده‌های اسفناج دامنه‌ای از ۹۷۰ تا ۱۳۸۰ قسمت در میلیون داشت (شکل ۱). توده بذر خاردار ورامین با ۱۳۸۰ قسمت در میلیون نیترات، بالاترین مقدار نیترات برگ را داشت اما تفاوت معنی‌داری بین مقدار نیترات این توده با سایر توده‌ها (به جز توده کاشان) وجود نداشت. در پژوهش شهید عمرو همکاران (۱۶) نیز مقدار نیترات موجود در ۹ ژنوتیپ اسفناج دامنه‌ای از ۹۹۸ تا ۲۶۷۴ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر متفاوت بود. اگرچه تمام توده‌های آزمایشی در این پژوهش مقدار نیتراتی کمتر از حد بحرانی ۳۴۵ تا ۳۸۹۰ (۲۱) داشتند اما توان توده‌ها در جذب نیترات کاملاً متفاوت بود. توده بذر خاردار ورامین به عنوان یک رقم پر محصول ۴۲/۲ درصد نیترات بیشتر نسبت به توده کاشان در برگ‌های خود

پنج توده اسفناج آزمایش شده از نظر آماری در دو گروه قرار گرفتند (جدول ۳). توده کاشان با طول دم برگ ۱۶/۵ سانتی‌متر بالاترین طول دم برگ را داشت اما تفاوت معنی‌داری بین طول دم برگ این توده با دو توده بذر خاردار و رامین و برگ پهنه برق ورامین وجود نداشت. طول دم برگ دو توده شهرضا و نجف‌آباد به ترتیب نسبت به طول دم برگ توده کاشان ۳۷/۹ و ۳۹/۴ درصد کاهش داشت. صفت طویل بودن طول دم برگ و برافراشته بودن آن صفتی مطلوب از نظر برداشت مکانیزه محاسب می‌شود (۱۳) و توده‌های پر محصول پژوهش حاضر دارای چنین صفت مطلوبی بودند. البته در رابطه با ارقامی که تجمع نیترات در آنها زیاد بوده و یا در مواردی که مدیریت استفاده از کودهای نیتروژن دار به خوبی انجام نگردد، طول بیشتر دم برگ یک صفت نامطلوب خواهد بود زیرا تجمع نیترات در دم برگ نسبت به پهنگ برگ اسفناج بیشتر است (۴). در برخی از پژوهش‌ها مقدار نیترات دم برگ ۶ برابر پهنگ برگ گزارش شده است (۱۶) و به همین دلیل در برخی از



برگ‌های بالای هر بوته بیشترین سایه‌اندازی را بر برگ‌های وسط هر بوته خواهند داشت. استنگرور و همکاران (۲۰) معتقدند در شرایط کمی نور، مواد آلی محلول در سلول‌ها کاهش یافته و جذب نیترات (در واکوئل‌ها) به هدف حفظ پتانسیل اسمزی افزایش می‌یابد. مشابه چنین حالتی در مقایسه نیترات برگ در اولین ساعات شب (مقدار نیترات برگ زیاد) نسبت به ساعت‌های پر نور قبل از آن نیز دیده می‌شود. مجموعه این دلایل زیاد بودن نیترات برگ‌های وسط بوته نسبت به برگ‌های بالایی را توجیه می‌کند. درصد ماده خشک چهار توده نجف‌آباد، شهرضا، کاشان، و برگ پهن ورامین از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند اما رقم بذر خاردار ورامین با داشتن $12/3$ درصد ماده خشک به طور معنی‌دار درصد ماده خشک بالاتری نسبت به سایر توده‌ها داشت (شکل ۲). در پژوهش اسدی و حسن‌دخت (۳) توده یزد با $11/11$ درصد ماده خشک بوته، بالاترین درصد ماده خشک را بین 29 توده آزمایش شده داشت، با این وجود تفاوت معنی‌داری بین این توده‌ها از نظر درصد ماده خشک بوته وجود نداشت. برخلاف این پژوهش، در مقایسه 44 توده بومی اسفناج، توده کرمان با $14/6$ درصد ماده خشک به طور معنی‌دار ماده خشک بالاتری داشت با این وجود اکثر توده‌ها از نظر درصد ماده خشک تفاوت معنی‌داری نداشتند (۷). حتی در برخی از پژوهش‌ها با وجود به کارگیری تیمارهای مختلف غذایی و نیتروژن، سهم این

داشت. این مطلب لزوم استفاده صحیح از کودهای نیتروژن دار را خاطر نشان می‌سازد. به نظر می‌رسد توده‌ها و ارقام پر محصول اسفناج در شرایط استفاده زیاد از کودهای نیتروژن دار قابلیت بالایی در جذب نیترات دارند و به همین دلیل گزارش‌های پژوهش‌های میدانی که نتیجه جمع‌آوری نمونه از مزارع کشاورزان است مقادیر بالاتر از حد مجاز نیترات را گزارش کرده‌اند (۱۸). تمام توده‌های استفاده شده در این پژوهش برگ‌های نیمه چروکیده داشتند و مقادیر نیترات برگ نیز خیلی زیاد نبود. معمولاً بین چروکیدگی سطح برگ و درصد نیترات رابطه مستقیم وجود دارد (۲). موقعیت قرار گرفتن برگ بر روی هر بوته نیز بر مقدار نیترات تجمع یافته تأثیر معنی‌داری داشت (شکل ۱). در هر پنج توده آزمایش شده، برگ‌های وسط هر بوته تجمع نیترات به مراتب بیشتری نسبت به برگ‌های بالا و یا پایین هر بوته داشتند اما تفاوت معنی‌داری بین مقدار نیترات برگ‌های پایین و بالای هر بوته وجود نداشت. نتایج مشابهی مبنی بر غلظت بیشتر نیترات در برگ‌های وسط هر بوته در اسفناج گزارش شده است (۴).

واکوئل‌ها محل ذخیره نیترات هستند. واکوئل برگ‌های مسن تر (برگ‌های پایینی بوته) اولین جایگاه‌هایی هستند که از نیترات پر می‌شوند، بنابراین تغییرات محیطی بیشترین تأثیر را بر مقدار نیترات تجمع یافته در برگ‌های جوان تر (برگ‌های وسط و برگ‌های بالای بوته) دارند (۱۹). از سوی دیگر

کمتر از حد مجاز بود. برگ‌های وسط هر بوته در تمام ژنوتیپ‌ها تجمع نیترات بالاتری داشت که می‌تواند در صنایع تبدیلی مورد توجه باشد.

عناصر در درصد ماده خشک تغییر کرد اما درصد کل ماده خشک در محدوده ۸/۵ تا ۹/۵ درصد ثابت باقی ماند (۱۷).

نتیجه‌گیری

سپاسگزاری

نویسنده‌گان بر خود لازم می‌دانند از مسئولین مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان که امکان اجرای این پژوهش را فراهم آورده‌ند سپاسگزاری نمایند.

نتایج این پژوهش نشان داد، ژنوتیپ بذر خاردار ورامین می‌تواند به عنوان یک ژنوتیپ برتر از نظر عملکرد نسبت به ژنوتیپ‌های بومی نجف‌آباد، کاشان و شهرضا مورد استفاده قرار گیرد. اگرچه مقدار تجمع نیترات در برگ ژنوتیپ بذر خاردار ورامین نسبت به سایر توده‌های بومی بیشتر بود اما این مقدار

منابع مورد استفاده

- Ahmadi, H., V. Akbarpour, F. Dashti and A. Shojaeian. 2010. Effect of different levels of nitrogen fertilizer on yield, nitrate accumulation and several quantitative attributes of five Iranian spinach accessions. *American Eurasian Journal Agriculture and Environment Science* 8:468-473.
- Arshi, Y. 2000. Genetic Improvement of Vegetable Crops. Mashhad Jahad Daneshgah, 725 p. (In Farsi).
- Asadi, H. and M. Hasandokht. 2007. Study of genetic diversity on Iranian spinach genotypes. *Journal of Agricultural Sciences* 38:257-265 (In Farsi).
- Beis, G.H., A.S. Siomos and C.C. Dogras. 2002. Spinach composition as affected by leaf age and plant part. pp. 375. In: ISHS Acta Horticulture, 31 May, 2th Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes.
- Boese, S. R. and N. P. A. Huner. 1990. Effect of growth temperature and temperature shifts on spinach leaf morphology and photosynthesis. *Plant Physiology* 94:1830-1836.
- Cho, M.J., L. R. Howard, R. L. Prior and T. Morelock. 2008. Flavonoid content and antioxidant capacity of spinach genotypes determined by high performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Journal of Science and Food Agriculture* 88:1099-1106.
- Efthkhari, A., M. Hasandokht, M. Fatahimoghadam and A. Kashi. 2010. Genetic diversity of Iran native spinach using morphological characters. *Iranian Journal of Horticultural Science* 41:83-93. (In Farsi).
- Kunicki, E., A. Grabowska, A. Sekara and R. Wojciechowska. 2010. The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach. *Folia Horticulturae* 22:9-13.
- Lorenz, O. A. 1978. Potential levels in edible plant parts. PP. 210-220. In: D.R. Nilson et al. (Ed.), Nitrogen in Environment. Soil Plant Nitrogen Relationships, Academic Press, New York, USA.
- Maroufi, K., H.A. Farahani and P. Moaveni. 2011. Effects of hydropriming on seedling vigor in spinach. *Advances in Environmental Biology* 5:2224-2227.
- Meah, M.N., N. Harrison and A. Davies. 1994. Nitrate and nitrite in foods and the diet. *Food and Additives and Contaminants* 11:519-532.
- Pasternak, D. and Y. De Malach. 1994. Irrigation with saline water. PP. 599-622. In: Pessarakli, M.(Ed.), Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Pub., New York,
- Peyvast, G. H. 2006. Olericulture. Daneshpazir Press, 487p (In Farsi).
- Pouzshiraze, M. and M. Rakhshanbehro. 2007. Effects of irrigation, plant density and planting methods on yield of spinach (case study in Bushehr). *Journal of Soil and Water* 22:187-198. (In Farsi)
- SAS Institute. 2007. SAS Onlinedoc 9.1.3 SAS. Inst., Cary, NC. Available at <http://support>. Accessed 19 June 2007.
- Shahid Umar, A., M. Iqbal and Y. P. Abrol. 2007. Are nitrate concentrations in leafy vegetables within safe limits? *Current Science* 92:355-360.
- Smatanova, M., R. Richter and J. Hlusek. 2004. Spinach and pepper response to nitrogen and sulphur fertilization. *Plant and Soil Environment* 50:303-308.
- Sobhan Ardekani, S., K. Shayesteh, M. Afuni, N. Mahbube Sufiani. 2005. Concentration of nitrate in some plant products of Isfahan. *Journal of Environmental Studies* 37:69-76. (In Farsi).

19. Steingrover, E., J. Woldendorp and L. Sijtsma. 1986. Nitrate accumulation and its relation to leaf elongation in spinach leaves. *Journal of Experimental Botany* 37:1093-1102.
20. Steingrover, E., P. Ratering and J. Siesling. 1986. Daily changes in uptake, reduction and storage of nitrate in spinach grown at low light intensity. *Physiologia Plantarum* 66:550-556.
21. WHO. 1978. Nitrates, nitrates and N-Nitrozo compounds. Geneva, Environmental Health Criteria 5.