مقاله پژوهشی

مقایسه صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی و ارزش غذایی توده‌های اسفناج بومی در شرایط کشت بهاره

رضا ابوالقاسمی، مریم حقیقی* و نعمت‌اله اعتمادی

گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۹/۰۴)

چکیده

به‌منظور بررسی صفات مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و ارزش غذایی چهار توده بومی اسفناج "همدان"، "خاردار"، "برگ‌پهن ورامین" و "پیشرفته‌خاردار" در شرایط کشت بهاره، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال زراعی ۹۷-۹۶ انجام شد. صفات مورد بررسی توده‌های موردنظر شامل ویژگی‌های جامع کیفی و کمی مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و ارزش کیفی توده‌ها بود. نتایج نشان داد از نظر فرم و حالت بوته بجز توده "همدان"، سایر توده‌ها برای برداشت مکانیکی مناسب‌اند. بیشترین میزان عملکرد متعلق به توده "برگ‌پهن ورامین" به میزان ۵۲/۶ تن در هکتار و سپس توده "خاردار" به میزان ۳۰/۸ تن در هکتار بود. توده‌های مورد بررسی در صفات کلروفیل، کارتنوئید، فنول، پروتئین، نیترات، نیترات ردوکتاز، کلسیم و پتاسیم تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. توده "برگ‌پهن ورامین" از نظر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فیبر برتری معنی‌داری داشت. توده "پیشرفته‌خاردار" از نظر ویتامین‌ها مطلوب‌تر از سایرین بود. اگزالیک اسید که به‌عنوان عامل منفی برای تغذیه محسوب می‌شود در توده "همدان" به بیشترین میزان و در توده "خاردار" و "برگ‌پهن ورامین" در کمترین میزان بود. توده "همدان" با توجه به ارزش تغذیه‌ای کمتر نسبت به سایرین و همچنین در کنار سایر صفات کیفی و کمی مورفولوژیکی در اولویت قرار نگرفت. به‌طورکلی توده‌های "برگ‌پهن ورامین"، "پیشرفته‌خاردار" و "خاردار" به‌دلیل ویژگی‌های مطلوب مورفولوژیکی (ارتفاع، وزن تر، خشک و عملکرد) و بیوشیمیایی (ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، فنولی، ویتامین، فیبر و املاح معدنی) قابل توصیه هستند. نتایج اثر صفات کیفی و بای‌پلات توده‌ها نشان داد که توده "برگ‌پهن ورامین" و "پیشرفته‌خاردار" برتر از سایرین بوده و می‌توان از آنها در زمینه‌های اصلاحی و زراعی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: ارزش کیفی، برگ‌پهن ورامین، مطلوبیت ظاهری، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، فیبر و املاح معدنی

مقدمه

سبزی‌ها به‌دلیل ارزش کیفی فراوان از منابع اصلی غذایی در دنیا محسوب می‌شوند و تولید این محصولات مفید با ارزش غذایی بالا به‌منظور حفظ امنیت غذایی جامعه و زندگی سالم از اهمیت خاصی برخوردار است (جعفری و جلالی، ۱۳۹۷).

اسفناج (*Spinacia oleraceae* L.) گیاهی یکساله، مقاوم به سرما، دگرگرده‌افشان، غالباً دوپایه و متعلق به خانواده کنوپودیاسه (Chenopodiaceae) است. این گیاه بومی مناطق آسیا و به احتمال قوی ایران است و گونه‌های خودرو آن در کوهستان‌های البرز و زاگرس پراکنش دارد (Imani, 2008).

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

تولید سالانه اسفناج در سراسر جهان در سال ۲۰۱۸ حدود ۲۶ میلیون کیلوگرم بوده که ۹۲ درصد آن در چین و آمریکا تولید شد (FAO 2018). عملکرد اسفناج با توجه به شرایط محیطی و نوع رقم از ۱۸ کیلوگرم در هکتار تا بیشتر از ۵۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. براساس آمار، ۴۴۷۹ هکتار از زمین‌های کشاورزی ایران به کشت اسفناج اختصاص دارد (Sabaghnia *et al.*, 2015).

در حال حاضر توده‌های گوناگونی از اسفناج در کشور و در سطح جهان وجود دارد که بررسی و مقایسه صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی آنها می‌تواند منجر به معرفی بهتر توده‌های مطلوب از نظر ارزش غذایی شود و اصلاح‌گران را برای انتخاب توده‌های دقیق جهت تلاقی یاری دهد (افتخاری و همکاران، ۱۳۸۹). در ایران اسفناج برگ‌پهن ورامین با طول دوره رسیدگی ۷۰-۶۰ روز از بهترین ارقام موجود برای کشت از دهه ۵۰ تا به اکنون است (Imani, 2008). همچنین توده موسوم به پیشرفته‌خاردار به‌دلیل برخی صفات مطلوب مانند عملکرد، مورد پسند بوده و در بین کشاورزان دارای جایگاه است (Ebadi-Segheloo *et al.*, 2014).

اسفناج غنی از آهن، پروتئین و فیبر است که برگ‌ها و ساقه‌های ظریفش به‌صورت تازه و یا فرآوری‌شده مصرف می‌شود و به‌دلیل ویژگی‌های بیوشیمیایی بسیار مفیدش به سلطان گیاهان معروف است (Andersen and Torp, 2011). مقدار فیبر برگ اسفناج ۰/۶۵ درصد و میزان پروتئین آن ۳/۲ درصد گزارش شده است که کاهش‌دهنده مناسب کلسترول است (گرجی و همکاران، ۱۳۸۹). برگ‌های اسفناج دارای ترکیبات مهم مثل فلاونوئیدها، آنتی‌اکسیدان‌ها، ویتامین‌ها (E و C) و املاح معدنی (آهن، کلسیم، پتاسیم و سدیم) است که برای سلامتی بسیار مفید است (Lamnitski *et al.*, 2003). این سبزی غنی از کلسیم و آهن است که این عناصر می‌توانند با اگزالیک اسید ترکیب شده و غیرقابل دسترس شوند (Lamnitski *et al.*, 2003). کلسیم موجود در اسفناج باعث جذب آب در بدن و در نتیجه اثرات مثبت بر روی گردش خون و قلب می‌شود (Lamnitski *et al.*, 2003). خون‌سازی که از مهم‌ترین ویژگی‌های اسفناج گزارش شده است مربوط به ترکیبات موجود در این سبزی مانند ویتامین ث، کلروفیل، فیبر و آهن است (Andersen and Torp, 2011).

یکی از معیارهای سلامت سبزی‌ها، عدم تجمع نیترات است به‌طوری‌که تجمع نیترات در سبزیجات برگی مثل اسفناج و کاهو در مطالعات مختلف و در شرایط تیمار با نیتروژن بیان شده است (Andersen and Torp, 2011). مقدار نیترات در اسفناج تحت تأثیر عواملی مانند دما، نور، میزان نیترات به‌کار رفته در بستر کاشت، نوع رقم و توده گیاه می‌باشد. به‌علاوه میزان نیترات با میزان ویتامین ث در انواع سبزی‌ها مانند کلم، کاهو و اسفناج در تقابل است و با افزایش میزان نیترات در گیاه میزان ویتامین ث کاهش می‌یابد (Andersen and Torp, 2011). یکی از فاکتورهای مؤثر در کاهش تجمع نیترات در سبزی‌های برگی معرفی ژنوتیپ و توده‌های با قابلیت تجمع کمتر نیترات در اندام قابل مصرف است (Shi *et al.*, 2016). میزان اگزالات در اسفناج نیز با اهمیت است و از اجزا کیفیت سنجی این سبزی محسوب می‌شود (Shi *et al.*, 2016).

کشت اسفناج در مناطق مختلف کشور انجام می‌شود و اصفهان نیز یکی از مراکز مهم تولید سبزی کشور است. محققین و کشاورزان نسبت به توده‌های بومی رایج و مهم اسفناج موجود، آگاهی نسبی اولیه دارند اما بررسی صفات بیوشیمیایی و ارزش کیفی توده‌ها مانند ویتامین، عناصر معدنی، فیبر، ترکیبات فنولی، آنتی‌اکسیدان و پروتئین در کنار صفات عملکردی و مورفولوژیکی آن‌ها امری ضروری است و این پژوهش می‌تواند به محققین و کشاورزان در زمینه برنامه‌های تحقیقاتی و عملکردی آینده یاری رساند. با توجه به اینکه در پژوهش پیشین نویسندگان (Abolghasemi *et al.*, 2019)، چهار توده بومی اسفناج "همدان"، "خاردار"، "برگ‌پهن ورامین" و "پیشرفته‌خاردار" از بین ۴۵ توده مورد بررسی به لحاظ ویژگی‌های عملکردی و ظاهری برتر بودند، این مقاله به بررسی صفات بیوشیمیایی و ارزش کیفی این چهار توده در کنار صفات ظاهری‌شان جهت حفظ ذخایر ژنتیکی غنی اسفناج کشور که جزء با ارزش‌ترین و حیاتی‌ترین منابع طبیعی ایران

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

هستند پرداخته است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش چهار توده اسفناج بومی به نام‌های توده "همدان" از شهر همدان، توده "پیشرفته‌خاردار" از شهر اصفهان و توده‌های "خاردار" و "برگ‌پهن ورامین" از شهر تهران جمع‌آوری شد. لازم به ذکر است توده‌های بومی در این تحقیق براساس نتایج مطالعات توده‌های اسفناج ایرانی (Abolghasemi *et al.*, 2019) انتخاب شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال زراعی ۹۷-۹۶ به اجرا در آمد. بافت خاک محل آزمایش لومی بوده و عملیات شخم، تسطیح و توزیع کود حیوانی به میزان ٤٠ تن در هکتار انجام گرفت. بذرها در عمق یک سانتی‌متری به‌صورت کرتی با ابعاد ۱۰۰×۱۷۵ سانتی‌متر در اسفندماه ۱۳۹٦ کاشته شدند. پس از جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها، بوته‌ها به فاصله ۲۵ سانتی‌متر از هم تنک شدند و هر کرت شامل تقریباً ۲۰ بوته بود. برای هر توده در هر تکرار سه ردیف کاشت در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی پس از رشدونمو کامل بوته‌ها، از هر توده و در هر تکرار شش بوته انتخاب و برای اندازه‌گیری صفات موردنظر به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه از هر بوته تعداد چهار برگ از چهار جهت گیاهان انتخاب و صفات مورفولوژیکی آن‌ها بر طبق دیسکریپتور اسفناج تعیین شد (جعفری و جلالی، ۱۳۹۷).

اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی: طول دمبرگ، قطر دمبرگ، سطح برگ، درصد بوته‌های نر و ماده، تعداد برگ هنگام گلدهی، میزان گلدهی احتمالی در زمان رشد رویشی، شکل بذر، روز تا گلدهی، ارتفاع ساقه، وزن تر و خشک شاخساره اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک بوته، از هر کرت به‌صورت تصادفی شش بوته انتخاب شد و به مدت ٤٨ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. صفت عملکرد با برداشت یک مرحله و پس از ٤٥ تا ٥٥ روز از تاریخ کاشت ارزیابی شد. برخی صفات شامل زمان سبزشدن بذر (جوانه‌زنی ۵۰ درصد از بذرها)، شکل برگ، تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، رنگ برگ، وضعیت چروکیدگی سطح برگ، ضخامت سطح برگ، شکل نوک برگ، موج حاشیه برگ و حالت دمبرگ در مزرعه بدون جداکردن بوته براساس دیسکریپتور موجود برای اسفناج که در بخش تحقیقات بانک ژن گیاهی موجود است یادداشت‌برداری شد (جعفری و جلالی، ۱۳۹۷).

اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی: برای سنجش میزان کلروفیل و کاروتنوئید کل، از روش لیختن تالر استفاده شد (Lichtenthaler, 1987). مقدار ۰/۰۵ گرم از بافت تازه گیاهی با ۵ میلی‌لیتر استون در یک هاون چینی سرد و در حمام یخ هموژن شد. سپس به هموژنات حاصل ۱ گرم سولفات سدیم بدون آب اضافه و با استفاده از کاغذ صافی، صاف گردید. محلول صاف‌شده با استون به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۲٦۰۰ دور سانتریفیوژ (Hettich Universal 320, Germany) گردید. سپس فاز رویی برداشته و جذب محلول در طول‌موج‌های ٦٦۲، ٦٤٥ و ٤۷۰ نانومتر نسبت به شاهد با دستگاه اسپکتروفتومتر (U-2100, JASCO, Japan) اندازه‌گیری شد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش دی‌پی‌پی‌اچ (DPPH) اندازه‌گیری شد (Tekao *et al.*, 1994). در این روش ۰/۵ گرم از بافت تازه برگ با ٤ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد همگن شد و آمیخته حاصل در ٦۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. ۱۰۰ میکرولیتر از محلول رویی با ۳٤۰۰ میکرولیتر محلول ۰/۵ میلی‌مولار DPPH آمیخته و محلول حاصل به‌مدت ۳۰ دقیقه در شرایط تاریکی نگهداری شد و سپس مقدار جذب نوری آن در ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (U-2100, JASCO, Japan) خوانده شد. ظرفیت مهارکنندگی رادیکال آزاد از رابطه زیر محاسبه شد. در این رابطه A blank و A sample به‌ترتیب مقدار جذب شاهد و نمونه و IP درصد مهار رادیکال‌های آزاد هستند.

$$\%IP = [(Ablank - Asample)/Ablank] \times 100$$

جهت برآورد میزان فلاونوئید، ۰/۱ گرم از بافت تازه برگ در هاون چینی حاوی ۱۰ میلی‌لیتر اتانول اسیدی ساییده شده و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

به‌مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ (Hettich Universal 320, Germany) با دور ٤٠٠٠ قرار گرفت. در مرحله بعد عصاره حاصل به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در داخل حمام آب گرم قرار داده شد. سپس جذب محلول با دستگاه اسپکتروفتومتر (U-2100, JASCO, Japan) در طول‌موج ۳۰۰ نانومتر خوانده شد (Menichini *et al.*, 2009).

مقدار کل ترکیبات فنولی به روش فولین سیوکالتو مورد بررسی قرار گرفت (Donald *et al.*, 2001). ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره با ۵ میلی‌لیتر از معرف فولین- سیوکالتو و ٤ میلی‌لیتر از محلول کربنات سدیم یک مولار به خوبی مخلوط شد. مخلوط به‌مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت. سپس مقدار جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (U-2100, JASCO, Japan) در طول‌موج ٧٦٥ نانومتر خوانده شد. برای رسم منحنی استاندارد از گالیک اسید استفاده شد.

اندازه‌گیری ترکیبات توکوفرولی (ویتامین E) عصاره با روش وانگ و همکاران (Wong *et al.*, 1998) انجام شد. در این روش، ۱۰۰ میلی‌گرم نمونه پودرشده به دقت داخل بالن ژوژه ۱۰ میلی‌لیتری وزن شد. ۵ میلی‌لیتر تولوئن به نمونه اضافه و به خوبی مخلوط شد. سپس ۳/۵ میلی‌لیتر از محلول ۲ و ۲ بی‌پیریدین (۰/۰۷ درصد وزنی حجمی در اتانول ۹۵ درصد) و ۰/۵ میلی‌لیتر کلرید آهن شش آبه (۰/۲ درصد وزنی حجمی در اتانول ۹۵ درصد) اضافه و مخلوط گردید. سرانجام حجم محلول‌های استاندارد با اتانول آبی ۹۵ درصد به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. محلول حاصل به‌مدت یک دقیقه در حال سکون قرار گرفت و جذب آن در ٥٢٤ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر (U-2100, JASCO, Japan) خوانده شد.

ویتامین ث (آسکوربیک اسید) نمونه‌ها مطابق با روش Klein و Perry (۱۹۸۲) بررسی شد. به عصاره متانولی نمونه‌های برگی ۵۰ میلی‌لیتر متافسفریک اسید ۱ درصد اضافه شد. یک میلی‌لیتر از عصاره فیلترشده با ۹ میلی‌لیتر محلول آماده شده ۲ و ٦ دی‌کلروفنول ایندوفنول مخلوط و ۳۰ دقیقه بعد عدد جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (U-2100, JASCO, Japan) خوانده شد. منحنی استاندارد مختلف رسم و غلظت نمونه‌ها براساس میلی‌گرم آسکوربیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن نمونه بیان شد.

برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول کل برگ از روش Irigoyen و همکاران (۱۹۹۲) استفاده شد. بدین صورت که ۱ میلی‌لیتر از عصاره اتانولی بافت برگ را برداشته و ۳ میلی‌لیتر آنترون تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی‌گرم آنترون + ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲٪) به آن افزوده شد. جهت ایجاد فاز رنگی، ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم قرار داده شدند و بعد از سردشدن ۱/۵ میلی‌لیتر از فاز رویی با ۱/۵ میلی‌لیتر محلول واسنجی (۱ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ + ۳ میلی‌لیتر آنترون) در طول موج ٦٢٥ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (U-2100, JASCO, Japan) خوانده گردید. از غلظت‌های مختلف گلوکز جهت رسم نمودار استاندارد استفاده شد.

برای اندازه‌گیری پروتئین محلول کل از روش Bradford (۱۹۷٦) استفاده شد. طبق این روش ۰/۲ گرم نمونه برگی را به ۲۰ میلی‌گرم پلی‌وینیل پروپیلیدین (PVP) اضافه و همزمان با هم‌زدن ۱/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم (pH=۷) حاوی سدیم متابای سولفیت ۰/۰۱۹ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر بافر به آن اضافه شد. ترکیب حاصل سانتریفیوژ (Hettich Universal 320, Germany) و ۵۰۰ میکرولیتر از فاز رویی با ۱۷۵ میکرولیتر گلیسرول ۵۰ درصد مخلوط شد. سپس ۳۰ میکرولیتر عصاره را به همراه ۷۲۰ میکرولیتر محلول بردفورد مخلوط نموده و پس از ۵ دقیقه در طول‌موج ۵۹۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (U-2100, JASCO, Japan) خوانده شد. با توجه به منحنی استاندارد پروتئین نمونه‌ها برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر ارائه شد. تعیین درصد فیبر کل با استفاده از هضم اسیدی قلیایی صورت گرفت. یک گرم از نمونه خشک شده با اسید سولفوریک جوشانده شد و پس از فیلترشدن، برای بار دوم با ۲۰۰ میلی‌لیتر هیدروکسید سدیم شسته و فیلتر شد. رسوب حاصله در کوره ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و درصد فیبر کل از رابطه زیر به‌دست آمد (AOAC, 1970).

درصد فیبر کل = وزن نمونه بعد از سوختن - وزن نمونه قبل

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

از سوختن / وزن اولیه نمونه × ۱۰۰

میزان نیترات نمونه‌ها پس از خشک‌کردن در آون و آسیاب کردن براساس روش پیشنهادی Cataldo و همکاران (۱۹۷۵) اندازه‌گیری شد و برای تهیه منحنی استاندارد از نیترات پتاسیم استفاده گردید. در این روش ۰/۲ میلی‌لیتر از عصاره آبی بافت گیاه با ۰/۸ میلی‌لیتر از سولفوسالیسیلیک اسید مخلوط شد. پس از آن سود ۲ نرمال اضافه شده و جذب نمونه‌ها در طول‌موج ٤۱۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (U-2100, JASCO, Japan) خوانده شد.

فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز براساس روش پیشنهادی Stewart و همکاران (۱۹۷۲) اندازه‌گیری شد. مقدار ۰/٤ گرم نمونه برگ در محلول بافر فسفات (pH=۷/۵)، حاوی پروپانول چهار درصد و نیترات پتاسیم قرار داده شده و به‌مدت یک ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی نگهداری شد. سپس یک میلی‌لیتر محلول سولفانیلیک اسید محلول در اسید کلریدریک دو نرمال و یک میلی‌لیتر محلول نفتیل اتیلن دی‌آمید (۰/۰۲ درصد) افزوده شده و پس از گذشت ۲۰ دقیقه میزان جذب در طول‌موج ٥٤۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید. برای تهیه محلول استاندارد از نیتریت سدیم استفاده شد و فعالیت آنزیم براساس میکرومول نیتریت در گرم وزن تازه بافت در ساعت محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری اگزالیک اسید، به ۰/۵ گرم از نمونه‌های خشک شده ۳۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲۵ نرمال اضافه شد و مخلوط به‌مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب گرم قرار داده شد. پس از سردشدن با اسید کلریدریک ۰/۲۵ نرمال به حجم رسانده شد. پس از صاف‌کردن به محلول شفاف به‌دست آمده ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۲ نرمال و ۲ میلی‌لیتر پرمنگنات ۰/۰۰۳ مولار اضافه شد. پس از ۱۰ دقیقه جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۵۲۸ نانومتر خوانده شد و غلظت اگزالیک اسید نمونه‌ها براساس میلی‌گرم اگزالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن خشک نمونه بیان شد (Nirmala *et al.*, 2014).

برای اندازه‌گیری میزان عناصر معدنی مقدار ۲ گرم از هر نمونه به روش هضم خشک در کوره سوزانده شد و سپس با اسید کلریدریک ترکیب شد. برای اندازه‌گیری کلسیم و آهن از دستگاه جذب اتمی (Perkin Elmer, 3030, Netherland) و برای سنجش پتاسیم و سدیم از دستگاه فلیم‌فتومتر (Flame Photometer, model PFF7, USA) استفاده شد. غلظت عناصر براساس منحنی استاندارد محاسبه گردید و برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک گزارش شد (Emami, 1996).

تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

صفات کیفی و کمی مورفولوژیکی: نتایج حاصل از بررسی کیفی توده‌های اسفناج در جدول ۱ ارائه شده است. هشت ویژگی کیفی در این جدول به منظور مقایسه چهار توده معروف ایرانی بررسی شد. توده‌های "خاردار" و "پیشرفته‌خاردار" مطابق با اسامی آنها از نظر نوع بذر جز دسته بذرهای خاردار و توده‌های "برگ‌پهن ورامین" و "همدان" دارای بذر صاف بودند (جدول ۱). توده‌های "خاردار" و "برگ‌پهن ورامین" دارای برگ و دمبرگ‌هایی با حالت ایستاده (افراشته) و توده "پیشرفته‌خاردار" حالت نیمه‌ایستاده داشتند (جدول ۱). ویژگی ارتفاع گیاه، طویل‌بودن دمبرگ و برافراشته بودن برگ صفت مطلوبی از نظر برداشت مکانیزه محسوب می‌شود (جعفری و جلالی، ۱۳۹۷). بر همین اساس ضریب همبستگی مثبتی بین ارتفاع گیاه و طول دمبرگ ($r=۰/۹۵^{*}$) مشاهده شد که تأیید کننده ارتباط مثبت بین صفات مرتبط با برداشت مکانیزه اسفناج است (جدول ٦). گزارش شده است توده‌های ایرانی به دلیل فرم بهتر دمبرگ، پهنک و چروکیدگی کم سطح برگ برای برداشت مکانیکی برتر از توده‌های خارجی هستند (جعفری و جلالی، ۱۳۹۷; Abolghasemi *et al.*, 2019). توده‌های ایرانی استفاده شده در این بررسی نیز همچون توده "خاردار" و "برگ‌پهن ورامین" در این بررسی گزینه‌های مطلوبی برای برداشت مکانیکی بودند زیرا از نظر ظاهری مناسب برای برداشت مکانیکی بودند (جدول ۱).

از آنجا که رنگ برگ در سبزیجات برگی مخصوصاً اسفناج

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

جدول ۱- ویژگی‌های کیفی توده‌های اسفناج ایرانی

کد	نام توده	بذر	رنگ بذر	حالت دمبرگ	چروکیدگی برگ	ضخامت برگ	حالت پهنک برگ	شکل برگ	شدت رنگ سبز برگ
۱	همدان	صاف	زرد سبز	خوابیده	کم	متوسط	خوابیده	مثلثی	سبز تیره
۲	خاردار	خاردار	خاکستری سبز	ایستاده	متوسط	ضخیم	ایستاده	پهن	سبز تیره
۳	برگ‌پهن ورامین	صاف	خاکستری سبز	ایستاده	متوسط	ضخیم	ایستاده	پهن	سبز خیلی تیره
٤	پیشرفته خاردار	خاردار	زردسبز	نیمه‌ایستاده	کم	ضخیم	ایستاده	مثلثی	سبز متوسط

مهم است، شدت رنگ سبز برگ در این مطالعه از سبز متوسط تا سبز خیلی تیره مشاهده شد و سبز روشن و یا سبز متمایل به زرد در بررسی حاضر دیده نشد که این موضوع نشان‌دهنده رنگ برگ مناسب توده‌های حاضر بوده و درصد چروکیدگی برگ نیز از چروکیده کم تا چروکیدگی متوسط متغیر بود (جدول ۱). وجود رنگدانه‌های سبز صفتی مطلوب و بازارپسند برای اسفناج‌های منجمدشده محسوب می‌شود (افتخاری و همکاران، ۱۳۸۹) که توده "برگ‌پهن ورامین" از نظر شدت رنگ مطلوب‌تر از سایرین بود (جدول ۱). در داخل کشور، اسفناج‌های برگ پهن با شکل گرد، گوشتی، ضخیم و آبدار مطلوب است و طبق جدول ۱ توده‌های بومی "خاردار" و "برگ‌پهن ورامین" دارای این ویژگی‌ها هستند، درحالی‌که در خارج از کشور اسفناج برگ چروکیده با اشکال مثلثی موردپسند است (Kuwahara *et al.*, 2014).

نتایج جدول تجزیه واریانس ویژگی‌های کمی مورفولوژیکی نشان داد که بین توده‌های مورد مطالعه از نظر اغلب صفات مورفولوژیکی در سطح احتمال ۱ درصد و از نظر ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۲). توده‌های مورد بررسی از نظر صفات قطر دمبرگ، تعداد، طول و عرض برگ اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). در میان صفات برگی اسفناج، تنها سطح برگ در بین توده‌ها معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین میزان سطح برگ را توده "برگ‌پهن ورامین" نشان داد (جدول ۳). رابطه مثبت و معنی‌داری بین سطح برگ با عملکرد ($r=۰/۹۱^{*}$)، وزن تر ($r=۰/۹۲^{*}$) و وزن خشک ($r=۰/۹۲^{*}$) مشاهده شد (جدول ٦). با توجه به جدول مقایسه میانگین اگر چه تعداد برگ بین ۱۰ تا ١٦ عدد در این چهار توده بود، اما اثر توده‌ها بر تعداد برگ معنی‌دار نشد (جدول ۳). با این حال در سایر پژوهش‌ها نیز تعداد برگ توده‌های "برگ‌پهن ورامین" و "خاردار" بیشتر از سایرین بیان شده که طبق گزارشات، به‌نظر می‌رسد تفاوت در فصل کشت می‌تواند در میزان معنی‌داری این فاکتور بسیار مؤثر باشد به‌طوری‌که تعداد برگ در فصل پاییز بیشتر از فصل بهار گزارش شده است (جعفری و جلالی، ۱۳۹۷). رابطه مثبت تعداد برگ با عملکرد و تعداد روز تا گلدهی اسفناج گزارش شده (Xia *et al.*, 2015) که در مطالعه حاضر این موضوع تأیید شد و تعداد برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد روز تا گلدهی ($r=۰/۹٤^{*}$) و عملکرد ($r=۰/٤۳$) داشت (جدول ٦).

به‌طورکلی توده‌های "پیشرفته‌خاردار"، "برگ‌پهن ورامین" و "خاردار" به‌ترتیب بیشترین میزان ارتفاع بونه را نشان دادند و توده "همدان" کمترین میزان را داشت. دامنه ارتفاع بوته در توده‌های این پژوهش، از ١٦/٥ سانتی‌متر در توده "همدان" تا ۳۵ سانتی‌متر در توده "پیشرفته‌خاردار" متغیر بود (جدول ۳). تفاوت در میزان ارتفاع بوته‌های اسفناج در شرایط آب و هوایی مختلف می‌تواند به‌دلیل ساختار ژنتیکی آنها باشد (Xia *et al.*, 2015)، با این حال هنگامی که اسفناج با شرایط بهینه آب و هوایی مواجه شود به بیشینه ارتفاع خود دست یافته و این امر تأثیر مثبت بر عملکرد گیاه خواهد داشت (Xia *et al.*, 2015). کم‌بودن ارتفاع بوته‌ها در اسفناج نه‌تنها یکی از دلایل افت عملکرد، بلکه به‌عنوان یک صفت نامطلوب از نظر برداشت مکانیزه تلقی می‌شود (اسدی و حسندخت، ۱۳۸۷).

توده‌های این بررسی از نظر طول دمبرگ از نظر آماری به

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات کمی مورفولوژیکی توده‌های اسفناج

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد برگ	ارتفاع گیاه	طول برگ	عرض برگ	طول دمبرگ	قطر دمبرگ	عملکرد
بلوک	۲	۲/۳۲	۵۲/۵۲	۳/۹۷	۰/۱۲	۰/۷۹	۰/۶۸	۵۵۱۰۹۰
توده	۳	۲/۰۱^{ns}	۱۸۲/۰۵*	۸/۱۱^{ns}	۲/۷۰^{ns}	۴۱/۷۴**	۰/۴۷^{ns}	۶۹۷۹۲۹**
خطا	۶	۱۰/۸۲	۲۹/۳۳	۳/۱۳	۰/۷۴	۱/۶۹	۰/۲۱	۱۶۰۰۶۵
ضریب تغییرات		۱۷/۵۴	۱۸/۴۲	۱۲/۲۶	۱۰/۳۱	۱۰/۶۱	۱۱/۲۴	۱۲/۴۹

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد. *معنی‌دار در سطح پنج درصد. ^{ns} غیرمعنی‌دار

ادامه جدول ۲-

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن تر	وزن خشک	سطح برگ	جوانه زنی	روز تا گلدهی	گیاه نر	گیاه ماده
بلوک	۲	۲۰۸/۴۱	۸/۴۱	۱۸۶۵۱۱۳	۴/۲۶	۱/۷۵	۱/۷۰	۲۳/۶۰
توده	۳	۲۶۳۸/۴۱**	۴۸/۵۲**	۱۰۰۱۳۸۵**	۶۲۷/۱**	۱۲۸/۲**	۱۶۴/۹**	۱۱۲/۷**
خطا	۶	۶۰/۵۰	۱/۵۷	۱۶۲۲۴۶/۱	۱۲/۱۸	۳/۶۳	۲/۸۸	۹/۶۹
ضریب تغییرات		۱۲/۴۹	۱۲/۴۶	۱۰/۱۵	۶/۹۰	۵/۹۷	۸/۱۰	۸/۹۷

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد. *معنی‌دار در سطح پنج درصد. ^{ns} غیرمعنی‌دار

دو گروه تقسیم شدند که کمترین طول دمبرگ در توده "همدان" و بیشترین در "پیشرفته‌خاردار" مشاهده شد (جدول ۳). طویل‌بودن دمبرگ یکی از صفات مفید برای برداشت مکانیکی است (Shi *et al.*, 2016) که از این جهت همه توده‌های مطالعه حاضر بجز توده "همدان" که دمبرگ کوتاه و ارتفاع کمی داشت، برای برداشت مکانیکی مناسب هستند. همبستگی مثبت و معناداری بین طول دمبرگ و ارتفاع گیاه (*r=۰/۹۴) مشاهده شد (جدول ۶). اگرچه صفت طویل‌بودن دمبرگ صفتی مطلوب از نظر برداشت مکانیزه است اما گزارش شده که تجمع نیترات در این اندام گیاه بیشتر از سایر قسمت‌ها است (جعفری و جلالی، ۱۳۹۷) که در این بررسی به‌دلیل عدم مصرف کودهای نیتروژن‌دار تجمع نیترات معنی‌دار نشد و همبستگی معنی‌داری بین طول دمبرگ و میزان نیترات مشاهده نشد (جدول ۶).

جدول مقایسه میانگین نشان داد بالاترین وزن تر، خشک و عملکرد در توده "برگ‌پهن ورامین" (۵۲۵۹۰ کیلوگرم در هکتار) وجود داشت که این توده از نظر آماری برتر از سایرین بود. پس از آن، توده "خاردار" با عملکرد ۳۰۸۶۷ کیلوگرم در هکتار در جایگاه بعدی قرار داشت، اما این توده با سایر توده‌های پس از خود اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). از آنجا که عملکرد توده "برگ‌پهن ورامین" از نظر آماری برتر از سایرین بود، بنابراین در شرایط آب‌وهوایی اصفهان به کشاورزان منطقه برای کشت توصیه می‌شود (جدول ۳). از طرفی توده "خاردار" عملکرد بالایی داشت که نشان‌دهنده پتانسیل خوب آن بوده و حتی می‌توان از این توده جهت تلاقی با سایر توده‌های مطلوب به‌منظور ارتقاء بیشتر سطح عملکرد این توده و همچنین ایجاد رقابت با سایر توده‌های مطلوب همچون "برگ‌پهن ورامین"، استفاده کرد و مطالعه جعفری و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات کمی مورفولوژیکی توده‌های بومی اسفناج

توده	تعداد برگ	ارتفاع گیاه	طول برگ	عرض برگ	طول دمبرگ	قطر دمبرگ	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
		(سانتی‌متر)				(میلی‌متر)	
همدان	۱۵/۸٦^{a}	۱٦/٦۰^{b}	۱۲/٦۰^{a}	۷/۸۰^{a}	۷/۲۰^{c}	۳/۸۷^{a}	۱۵۷۹۸^{c}
خاردار	۱۵/٦٦^{a}	۲۵^{ab}	۱۳/۷۳^{a}	۷/۳۳^{a}	۱۲/٦٦^{b}	٤/۳۵^{a}	۳۰۸٦۷^{b}
برگ‌پهن ورامین	۱۵/۸۰^{a}	۲۹/٤۰^{a}	۱٦/٤۰^{a}	۸/۸٦^{a}	۱۲/۹۳^{b}	۳/۸۱^{a}	۵۲۵۹۰^{a}
پیشرفته خاردار	۱۰^{a}	۳۵/۰٦^{a}	۱۵/۰٦^{a}	۹/٤۰^{a}	۱٦/۲۰^{a}	٤/٦٤^{a}	۲۸۸۰۹^{b}
LSD5%	٦/۵۷	۱۰/۸۲	۳/۵۳	۱/۷۲	۲/۵۹	۰/۹۳	۷۹۹۳

حروف یکسان در هر ستون سطح معنی‌داری مشابهی را توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) نشان می‌دهد.

ادامه جدول ۳-

توده	وزن‌تر (گرم در بوته)	وزن خشک (گرم در بوته)	سطح برگ (میلی‌متر مربع)	جوانه زنی (درصد)	تعداد روز گلدهی	گیاه نر	گیاه ماده
همدان	۳۰/۷۲^{c}	٦/۵۵^{c}	٦۸۰٦^{b}	٦۱/٤٤^{c}	۷۷^{a}	٤۵/۹۵^{b}	۵۳/۷۱^{b}
خاردار	٦۰/۰۲^{b}	۸/٦۳^{bc}	۷۱۲۰^{b}	٦٤/۷۱^{c}	٦۹/٦٦^{b}	۵۱/۸٦^{a}	٤۹/۵۹^{b}
برگ‌پهن ورامین	۱۰۲/۲۵^{a}	۱۵/۸٤^{a}	۱۰٦۵۷^{a}	۸۳/۸۸^{b}	۷۲^{b}	۳۸/۱۰^{c}	٦۰/٤٦^{a}
پیشرفته خاردار	۵٦/۰۲^{b}	۹/۲۰^{b}	۷۱۲۱^{b}	۹۱/۰۹^{a}	٦۱/۳۳^{c}	۳۵/٦۷^{c}	٦۲/۹٦^{a}
LSD5%	۱۵/۵٤	۲/۵۰	۸۰٤/۷	٦/۹۷	۳/۸۱	۳/۳۵	٦/۲۲

حروف یکسان در هر ستون سطح معنی‌داری مشابهی را توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) نشان می‌دهد.

جلالی (۱۳۹۷) در ارتباط با میزان عملکرد بالای توده "خاردار" این موضوع را تأیید می‌کند. سایر مطالعات انجام شده تا کنون نیز، برتری عملکرد توده‌های بومی "برگ‌پهن ورامین" و پس از آن "خاردار" را تأیید کرده‌اند (جعفری و جلالی، ۱۳۹۷؛ اسدی و حسندخت، ۱۳۸۷). ضرایب همبستگی هم نشان داد که عملکرد اقتصادی اسفناج به‌ترتیب با وزن خشک ($r=۰/۹٤^{*}$) و سطح برگ ($r=۰/۹٤^{*}$) رابطه مثبت و معنی‌داری دارد (جدول ٦) که این نتایج مطابق با بررسی زعفرانیه (۱۳۹٤) بود. جدول مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که درصد جوانه‌زنی توده "پیشرفته‌خاردار" برتر از سایر توده-ها بوده (۹۱/۰۹ درصد) و بین چهار توده مورد بررسی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین، بیشترین طول دوره رشد در بین توده‌های موجود ۷۷ روز در توده "همدان" و پس از آن "برگ‌پهن ورامین" بود که هر دو توده جز دسته دیرگل‌ها قرار گرفتند (جدول ۳). محققین، گلدهی اسفناج بهاره را به سه دسته کمتر از ٦۰ روز (زودگل)، ٦۰ تا ۷۰ روز (متوسط گل) و بیشتر از ۷۰ روز (دیرگل) تقسیم‌بندی کردند (Chitwood *et al.*, 2016). اسفناج جز سبزی‌های برگی است، بنابراین هر چه دوره نونهالی طولانی‌تری داشته باشد مطلوب‌تر است. در این بررسی در شرایط آب‌وهوایی بهاره اصفهان، توده "خاردار" و "پیشرفته‌خاردار" جز دسته متوسط گل قرار گرفتند و هیچ یک از توده‌های مورد بررسی در دسته زودگل‌ها قرار نداشتند (جدول ۳). محققین گزارش کردند توده‌های دیرگل عمدتاً تعداد برگ بیشتر و از نظر عملکرد اقتصادی نیز مطلوب‌تر بوده و ساقه گلدهنده آن‌ها به کندی ظاهر می‌شود (اسدی و حسندخت، ۱۳۸۷). در بررسی حاضر فاکتور تعداد روز تا گلدهی رابطه مثبت معنی‌داری با عملکرد ($r=۰/٦۷$) داشت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

(جدول ٦). در واقع توده‌هایی که با تولید برگ بیشتر وارد مرحله زایشی می‌شوند معمولاً دارای وزن تر و عملکرد بهتری هستند و می‌توان از آنها با هدف دیرگلدهی در فعالیت‌های اصلاحی استفاده کرد (اسدی و حسندخت، ۱۳۸۷). از طرفی گزارش‌های متفاوتی از طول دوره رشد تا گلدهی گزارش شده است که می‌تواند ناشی از عدم تطابق فصل بین بررسی‌های انجام شده باشد زیرا مقایسه روز تا گلدهی کشت بهاره با پاییزه قابل توجیه نیست (اسدی و حسندخت، ۱۳۸۷). کشت بهاره به‌دلیل شرایط آب‌وهوایی، طول روز بلند و دمای بالا سبب گلدهی زودتر می‌شود و در مقابل در کشت پاییزه این شرایط مشاهده نمی‌شود (اسدی و حسندخت، ۱۳۸۷). با این حال، در بررسی حاضر در هیچ کدام از توده‌ها بولتینگ مشاهده نشد و تکرارهای هر توده در شرایط مشابه دچار گلدهی شدند.

گزارش‌های مختلف در رابطه با دو پایه‌بودن اسفناج (Morelock and Correll, 2008) وجود دارد که در این مطالعه نیز این موضوع تأیید شده و همگی گیاهان به‌صورت نر و یا ماده خالص بودند. به‌نظر می‌رسد تک پایه‌بودن اسفناج احتمالاً در اجداد و یا در توده‌های وحشی این گیاه قابل رویت بوده و یا نیاز به بررسی دقیق‌تر علمی دارد. جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در درصد گیاه نر و ماده توده‌ها نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نیز نشان داد که از بین توده‌های بومی حاضر، "پیشرفته‌خاردار" و "برگ‌پهن ورامین" دارای بیشترین درصد گیاه ماده بود (جدول ۳). گزارش شده است هر چه درصد گیاه ماده اسفناج در کشت‌های بهاره و پاییزه بیشتر باشد از نظر اقتصادی مطلوب‌تر است (زعفرانیه، ۱۳۹٤). در این بررسی رابطه مثبت و معنی‌داری بین درصد گیاه ماده و عرض برگ مشاهده شد ($r=۰/۹۰^{*}$) که می‌توان اینگونه بیان کرد بوته‌های دارای برگ‌های عریض، ماده گل و گیاهانی با عرض برگ کمتر احتمالاً درصد گل نر بیشتری نشان خواهند داد (جدول ٦).

صفات بیوشیمیایی: جدول تجزیه واریانس داده‌های بیوشیمیایی نشان داد که ویتامین C توده‌های بومی در سطح احتمال ۱ درصد و صفات آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئید، ویتامین E، کربوهیدرات، فیبر کل، اگزالیک اسید، آهن و سدیم در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند، از طرفی سایر صفات بیوشیمیایی همچون کلروفیل، کارتنوئید، فنول، پروتئین، نیترات، نیترات ردوکتاز، کلسیم و پتاسیم تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول ٤). تفاوت‌های موجود در صفات بیوشیمیایی اسفناج ضرورت بررسی دقیق توده‌های مهم بومی را تأیید می‌کند زیرا شناسایی، انتخاب و معرفی توده‌های مطلوب به محققین در پژوهش‌های آتی کمک خواهد کرد (Sabaghnia *et al.*, 2015). با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها اگر چه بیشترین میزان کلروفیل و کارتنوئید را توده "برگ‌پهن ورامین" نشان داد ولی بین توده‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). در تأیید نتایج این تحقیق، زعفرانیه (۱۳۹٤) نیز در شرایط معمول رشدی از نظر رنگیزه‌های فتوسنتزی بین توده‌ها تفاوت معنی‌داری گزارش نکرد. همچنین گزارش شده است که ارتباط مثبتی بین رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل و کارتنوئید) و شدت رنگ سبز قابل مشاهده برگ اسفناج وجود دارد که در نتیجه بازارپسندی این سبزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Xia *et al.*, 2015)، در تأیید این موضوع همبستگی مثبتی بین رنگیزه‌های فتوسنتزی کلروفیل و کارتنوئید ($r=۰/۹۵^{*}$) وجود داشت. همچنین بین کلروفیل و شاخص‌های برداشت اقتصادی همچون عملکرد ($r=۰/۹۰$)، وزن تر ($r=۰/۹۰$) و خشک ($r=۰/۸۰$) اسفناج‌های بومی همبستگی مثبتی مشاهده شد (جدول ٦).

بیشترین میزان DPPH و فلاونوئید در توده "برگ‌پهن ورامین" و کمترین میزان در "همدان" مشاهده شد (جدول ۵). توده "برگ‌پهن ورامین" از نظر ترکیبات فنولی نیز بیشترین میزان را دارا بود هر چند که این صفت اختلاف معنی‌داری در بین توده‌ها ایجاد نکرد (جدول ۵). گیاهان منابع مهم آنتی‌اکسیدان هستند که می‌توانند آسیب‌های اکسیداتیو و تنش‌زا را خنثی کنند. متابولیت‌های ثانویه و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند DPPH، فلاونوئیدها و ترکیبات فنولی از جمله موادی هستند که در مبارزه با رادیکال‌های آزاد بسیار مؤثر هستند و این ترکیبات در برگ‌های سبزیجات برگی مانند اسفناج

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

جدول ٤- تجزیه واریانس صفات کمی مورفولوژیکی توده‌های اسفناج

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		کلروفیل	کارتنوئید	DPPH	فلاونوئید	فنول	ویتامین E	ویتامین C	کربوهیدرات
بلوک	۲	۰/۵۲	۰/۰۸٦	٤/۷۲	۰/۰۰۹	۷٦۲/۸	۰/۰۵۲	۳/۱٤	۰/۰۱
توده	۳	۲/۲۲^{ns}	۰/۰۸٤^{ns}	۱۰۰/۷*	۰/۱۵*	۷۵۱/۳^{ns}	۰/۰۷٦*	۲/۵۸**	۰/۱۱*
خطا	٦	۰/٦۵	۰/۰۷	۱۹/۱۰	۰/۰۰۹	۳٦۷/٦	۰/۰۱۱	۰/۰٤	۰/۰۰۵
ضریب تغییرات		۱۱/٦۸	۱۷/۲۰	٦/۲٦	۱۵/٤۹	۱۸/۹۲	۱۲/۷۷	۱۰/٤۹	۱٦/۱۲

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد. *معنی‌دار در سطح پنج درصد. ^{ns}غیرمعنی‌دار

ادامه جدول ٤-

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		پروتئین	فیبرکل	نیترات	نیترات ردوکتاز	اگزالیک اسید	کلسیم	آهن	پتاسیم	سدیم
بلوک	۲	۰/۰۰٤	۰/۰۱	۲۷۵/٤	۲۳۰/٦	۰/۰۳	۰/۳۲	۰/۳۱	۳۰/۹	۱۹/۱
توده	۳	۰/۰۷^{ns}	۰/۲۹*	۷۲۷/۱^{ns}	۱۸٤^{ns}	۱۱/٦*	۰/۳^{ns}	۱٦/٤*	۱۳/۹^{ns}	۷۷/٤*
خطا	٦	۰/۰۲	۰/۰۰۱	٤۳۲/۹	۹۳/۷۰	۰/۷۷	۰/۲۵	۰/۷	۳۰/۹	۱۱/۵
ضریب تغییرات		۱٦/۷۱	۹/۹۰	۱۸/۸۰	۱۷/۱۰	۱۹/۱	۱۸/۵	۱۸/۱	۸/۲۷	۱٦/۹

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد. *معنی‌دار در سطح پنج درصد. ^{ns}غیرمعنی‌دار

فراوان‌اند (Chan *et al.*, 2009). دامنه داده‌های DPPH بین ٦۷/۵۵ تا ۸۰/۲۲ درصد قرار داشت (جدول ۵). ترکیبات فلاونوئیدی در اسفناج، مانند ترکیبات اکسیدانی بسیار مهم هستند که کاربرد دارویی و بیوشیمیایی دارند (میرزایی و همکاران، ۱۳۸۹). گزارش شده است میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی اسفناج وابسته به شرایط آب و هوایی و نوع توده‌ها متفاوت است (میرزایی و همکاران، ۱۳۸۹). در همین راستا در این پژوهش، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئیدی و فنولی توده "برگ‌پهن ورامین" از سایرین در شرایط رشدی یکسان بیشتر بود (جدول ۵). در شرایط رشدی یکسان، تفاوت در میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی واریته‌های اسفناج گزارش شد (Barbarin *et al.*, 2005). ارتباط مثبتی بین DPPH و فنول (r=۰/۷۸) و فلاونوئید (r=۰/۸۰) مشاهده شد. همچنین بین فلاونوئید و فنول (r=۰/۷۰) همبستگی مثبتی وجود داشت (جدول ٦).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین میزان ویتامین C در توده "پیشرفته‌خاردار" و ویتامین E در توده "خاردار" وجود دارد (جدول ۵). اسفناج یکی از غنی‌ترین سبزیجات برگی از نظر ویتامین‌ها از جمله ویتامین‌های E و C است (زعفرانیه، ۱۳۹٤ ;Bergquist *et al.*, 2007). میزان ویتامین C این گیاه در دامنه (۲۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر) گزارش شده است (Bergquist *et al.*, 2007) که در بررسی حاضر این میزان تأیید شد (جدول ۵). بیشترین میزان ویتامین E (۱/۰٤ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تازه) بود که در توده "خاردار" مشاهده شد. ترکیبات توکوفرولی (ویتامین E) مانند ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نقش مؤثری برای مقابله با رادیکال‌های آزاد دارند و گزارش شده است که میزان ویتامین E اسفناج در ۱۰۰ گرم وزن تازه ۲ میلی‌گرم است (Tachakittirungrod *et al.*, 2007) که در بررسی حاضر توده‌های ایرانی مورد مطالعه سطح پایین‌تری از استاندارد را نشان دادند (جدول ۵).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی توده‌های اسفناج

توده	کلروفیل	کارتنوئید	DPPH	فلاونوئید	فنول	ویتامین E	ویتامین C	کربوهیدرات
	(میلی‌گرم بر گرم وزن تر)		(٪)	(٪)	(میلی گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تازه)			(میلی‌گرم بر وزن تر)
همدان	۵/۷۵^{a}	۱/٤۱^{a}	٦۷/۵۵^{b}	۰/۳۹^{b}	۹۹/٦^{a}	۰/۷۷^{b}	۲۰/۹۳^{b}	۰/۲۸^{b}
خاردار	۷/۲۷^{a}	۱/٦۵^{a}	٦۹/۳۸^{b}	۰/۷٦^{a}	۷۹/۵^{a}	۱/۰٤^{a}	۲۰/۵٤^{b}	۰/٦٤^{a}
برگ‌پهن ورامین	۷/۷۸^{a}	۱/۸۲^{a}	۸۰/۲۲^{a}	۰/۸٦^{a}	۱۱۱/۷^{a}	۰/٦٦^{b}	۱۹/۹۵^{c}	۰/٦۲^{a}
پیشرفته خاردار	۷/۰۰^{a}	۱/٦٦^{a}	۷۵/٤^{ab}	۰/٤۵^{b}	۱۱۰/۲^{a}	۰/۸۵^{ab}	۲۲/۱۵^{a}	۰/۳۰^{b}
LSD5%	۱/٦۲	۰/۵٦	۸/۷۳	۰/۱۹	۳۸/۳	۰/۲۱	۰/٤٤	۰/۱۵

حروف یکسان در هر ستون سطح معنی‌داری مشابهی را توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) نشان می‌دهد.

ادامه جدول ۵-

توده	پروتئین (میلی‌گرم بر وزن تر)	فیبر کل (٪)	نیترات (میلی‌گرم نیترات بر وزن تر)	نیترات ردوکتاز (میکروگرم نیتریت در گرم وزن بافت در ساعت)	اگزالیک اسید (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلسیم	آهن	پتاسیم	سدیم
					(میلی‌گرم بر گرم)				
همدان	۰/٤٦^{a}	۱/۵۹^{c}	۷۹/۱^{a}	۳۵/۱^{a}	٦/۳٤^{a}	۲/۱^{a}	۳/٦^{b}	۲۰/۲^{a}	۱۳/۲^{b}
خاردار	۰/٦٤^{a}	۲/۰۳^{b}	۱۰٦/۲^{a}	۲۹/۱^{a}	۲/۰۹^{c}	۲/۰٦^{a}	۱/۷^{c}	۲۲/۹^{a}	۱۸/۹^{ab}
برگ‌پهن ورامین	۰/۵۰^{a}	۲/۳٦^{a}	۹۵/۲^{a}	۱۷/۰٤^{a}	۲/۳۰^{bc}	۱/۵۰^{a}	٦/۹^{a}	۲۰/۱^{a}	۲۳/۰۵^{a}
پیشرفته خاردار	۰/۸۲^{a}	۱/۹٦^{b}	۷۱/۸^{a}	۳۱/٤^{a}	۳/۹۵^{b}	۱/٦۰^{a}	٦/۰۰^{a}	۲٤/۵^{a}	۲٤/٦^{a}
LSD5%	۰/۲۸	۰/۲۵	٤۱/۵	۱۹/۳	۱/۷٦	۱/۰۱	۱/٦	۳/٦	٦/۷

حروف یکسان در هر ستون سطح معنی‌داری مشابهی را توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) نشان می‌دهد.

جدول مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کمترین میزان کربوهیدرات (۰/۲۸ میلی‌گرم بر وزن تر) و پروتئین (۰/٤٦ میلی‌گرم بر وزن تر) در توده "همدان" مشاهده شد (جدول ۵). توده "پیشرفته‌خاردار" بیشترین درصد پروتئین را داشت هر چند که میزان پروتئین در بین توده‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). گزارش شده است که میزان پروتئین در ۱۰۰ گرم وزن تر اسفناج برابر است با ۲/۹ گرم (Bavec *et al.*, 2010) و با توجه به درصد پایین پروتئین اسفناج‌های مورد مطالعه در این بررسی پیشنهاد می‌شود در برنامه‌های اصلاحی افزایش درصد پروتئین اسفناج‌های بومی مورد توجه قرار گیرد. گزارش شده است که کربوهیدرات محلول موجود در سبزیجات بسیار مفید بوده و به‌عنوان منبع انرژی در رژیم غذایی انسان قابل توصیه است و اسفناج منبع مهمی از این ترکیبات است (Bavec *et al.*, 2010). بالاترین میزان کربوهیدرات (۰/٦٤ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در توده "خاردار" مشاهده شد (جدول ۵). در همین راستا میرزایی و همکاران (۱۳۸۹) نیز در شرایط یکسان رشدی اسفناج، تفاوت ترکیبات و صفات مختلف شیمیایی در توده‌های مختلف اسفناج را مشاهده کردند. توده‌های مورد مطالعه در این بررسی از نظر مقدار فیبر کل تفاوت معناداری داشتند (جدول ۵)، به‌طوری‌که بیشترین (۲/۳٦ درصد) و کمترین (۱/۵۹ درصد) مقدار فیبر به‌ترتیب مربوط به توده‌های "برگ‌پهن ورامین" و "همدان" بود (جدول ۵). به‌طورکلی اسفناج‌های ایرانی انتخاب شده در این مطالعه از نظر میزان فیبر در دامنه ۲/۳٦-۱/۵ درصد قرار داشتند که نشان‌دهنده ارزش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

کیفی این توده‌هاست (جدول ۵). رابطه مثبت و معنی‌داری بین میزان فیبر کل و عملکرد (r=۰/۹۶*)، وزن تر (r=۰/۹۶*)، وزن خشک (r=۰/۹۳*)، سطح برگ (r=۰/۸۹) و میزان کلروفیل برگ اسفناج (r=۰/۹۶*) مشاهده شد. در همین راستا گزارش شده است که گیاهان دارای وزن تر و خشک بیشتر دارای میزان فیبر بالاتری بودند زیرا همزمان با رشد گیاه و افزایش ماده تر و خشک نیاز به بافت‌های استحکامی در گیاه نیز افزایش می‌یابد (Arzani and Salehi, 2012).

نتایج این آزمایش نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در نیترات و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در توده‌های بومی اسفناج بود (جدول ۵). با وجود عدم تفاوت معنی‌دار در بین توده‌ها، بیشترین میزان نیترات در توده "خاردار" و کمترین میزان آن در توده "پیشرفته‌خاردار" مشاهده شد (جدول ۵). عوامل مؤثر در تجمع نیترات شامل عوامل محیطی، مصرف نهاده‌ها و فاکتورهای ژنتیکی است (Avsar, 2011) که در این بررسی به‌دلیل عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی به‌صورت پیش‌رویشی و سرک و یکسان بودن عوامل محیطی به‌نظر می‌رسد اثر توده‌ها در این مطالعه نقش داشتند. در این بررسی تمام توده‌ها مقدار نیتراتی کمتر از حد بحرانی (۳۰۰ تا ۳۸۰۰ پی‌پی‌ام) داشتند که این موضوع را می‌توان به‌دلیل عدم استفاده از کود نیتروژن به‌صورت آبیاری در طول فصل رشد دانست زیرا در گزارش‌های مختلفی حد مجاز نیترات اسفناج را مرتبط با مصرف نهاده‌های حاوی نیتروژن بیان کردند (Ebadi-Segheloo *et al.*, 2014). در آمریکا کمترین میزان نیترات در برگ اسفناج را ۱۰۰ میلی‌گرم به ازاء هر کیلوگرم وزن تر گزارش کردند (Ebadi-Segheloo *et al.*, 2014). علل دیگر غلظت‌های پایین نیترات این است که همه توده‌های این بررسی میزان چروکیدگی برگ کمی داشتند (جدول ۱). تا کنون آنچه که محققین بیان کرده‌اند وجود رابطه مثبت بین میزان چروکیدگی برگ اسفناج و تجمع نیترات است (اسدی و حسندخت، ۱۳۸۷؛ Xia *et al.*, 2015; Ebadi-Segheloo *et al.*, 2014). در تأیید این موضوع در پژوهش حاضر نیز عدم چروکیدگی زیاد برگ‌های توده‌های اسفناج مورد مطالعه می‌تواند در عدم تجمع نیتروژن آن‌ها مؤثر بوده باشد. همچنین رابطه مثبتی نیز بین میزان نیترات اسفناج با تعداد روز تا گلدهی (r=۰/۶۷) و طول دمبرگ (r=۰/۶۰) وجود داشت (جدول ٦). با توجه به گزارشات سایر محققین به‌نظر می‌رسد افزایش تعداد روز تاگلدهی اسفناج و همچنین افزایش طول دمبرگ در تجمع نیترات مؤثر باشد و با کوتاه‌شدن تعداد روز تا گلدهی و کوتاه‌بودن طول دمبرگ میزان نیترات کمتری مشاهده شود که این همبستگی مثبت بین تعداد روز تا گلدهی و میزان نیترات در مطالعه حاضر نیز مشاهده شد (Chitwood *et al.*, 2016; Shi *et al.*, 2016).

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اگزالیک اسید برحسب ماده‌تر توده‌های ایرانی از نظر آماری اختلاف معنادار داشت (جدول ٤). بیشترین مقدار اگزالیک اسید در توده "همدان" و کمترین آن در "خاردار" دیده شد (جدول ۵). اگزالیک اسید به‌عنوان یک ماده غیرمغذی مطرح است و وجود آن باعث رسوب کلسیم، منیزیم و آهن در اسفناج می‌شود (Jahanbazi, 2014). گزارش شده است که بیشترین تجمع اگزالات در بین سبزی‌ها در اسفناج وجود دارد، بنابراین شاخص اگزالیک اسید ویژگی کیفی مهمی در اسفناج است و رقم‌هایی که میزان اگزالیک اسید پایین‌تری دارند از نظر تغذیه‌ای برتر هستند (Jahanbazi, 2014). توده‌هایی که دارای میزان کم اگزالات هستند می‌توانند برای کارهای اصلاحی انتخاب و معرفی شوند (Jahanbazi, 2014). گزارش شده است که توده‌های ایرانی در بین توده‌های موجود در سراسر دنیا جز کمترین تجمع کننده‌های اگزالات هستند (Shi *et al.*, 2016). در این پژوهش توده "همدان" بیشترین میزان اگزالیک اسید را داشت که از نظر این صفت مطلوب نبود و توده "خاردار" با میزان ۲/۰۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر مطلوب‌ترین توده بود (جدول ۵). برخلاف نیترات، مقدار اگزالیک اسید در پهنک برگ نسبت به دمبرگ بیشتر است (Shi *et al.*, 2016). اگزالیک اسید رابطه مثبتی با تعداد روز تا گلدهی (r=۰/۷٤) و همچنین نیترات(r=۰/۷۹) و کلسیم (r=۰/۷۸) داشت (جدول ٦). مطابق با نتایج ما گزارش شده است که همبستگی مثبتی بین تجمع

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

جدول ٦- ضرایب همبستگی صفات مختلف مورد مطالعه در توده‌های اسفناج

صفات	تعداد برگ	ارتفاع گیاه	طول برگ	عرض برگ	طول دمبرگ	قطر دمبرگ	عملکرد	وزن تر	وزن خشک	سطح برگ	جوانه زنی	گلدهی	گیاه نر	گیاه ماده
ارتفاع گیاه	-۰/۸۰													
طول برگ	-۰/۰٦۹	۰/۵۹												
عرض برگ	-۰/۷۰	۰/۸٤	۰/٦۹											
طول دمبرگ	-۰/۸۱	۰/۹۵*	۰/۳۹	۰/٦٦										
قطر دمبرگ	-۰/۸۰	۰/۵۰	-۰/۳۸	۰/۱٦	۰/٦۹									
عملکرد	۰/٤۳	۰/۱۵	۰/۸۵	۰/۲۳	۰/۰۰۲	-۰/٦۹								
وزن‌تر	۰/٤۳	۰/۱۵	۰/۸۵	۰/۲۳	۰/۰۰۲	-۰/۰٦۹	۰/۹۸**							
وزن خشک	۰/۳۷	۰/۱۹	۰/۸۹	۰/۳۵	-۰/۰۱	-۰/۷۲	۰/۹٦*	۰/۹۸						
سطح برگ	۰/٤۷	۰/۰۵	۰/۸۳	۰/۲۷	-۰/۱۵	-۰/۸۱	۰/۹۱*	۰/۹۲*	۰/۹۲*					
جوانه زنی	-۰/۷۱	۰/۲۲	۰/۳٤	۰/٤۵	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۳۸	۰/۲۸				
روز تا گلدهی	۰/۹٤*	-۰/۸٤	-۰/۰٦۷	-۰/۵۷	-۰/۵۳	-۰/۸۸	۰/٦۷	۰/۵۷	۰/۵۵	۰/٤۸	-۰/٦٤			
گیاه نر	۰/٦۱	-۰/۷۸	-۰/۷۳	-۰/۸۹	-۰/۵٦	-۰/۰٤	-۰/۳	-۰/۳	-۰/٤۳	-۰/۳٦	-۰/۵۵	۰/٤٦		
گیاه ماده	-۰/٦٤	۰/۸۰	۰/۷۲	۰/۹۰*	۰/٦۰	۰/۰۸	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/٤۰	۰/۳۳	۰/٦۵	-۰/۵۰	-۰/۹۹**	
کلروفیل	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۷۳	۰/۱۰	۰/۲٤	-۰/۳۸	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۸۰	۰/۷٤	۰/۲۳	۰/۱۳	-۰/۱۲	۰/۱۲
کارتنوئید	۰/۲۰	۰/٤۱	۰/۹۰	۰/۳۵	۰/۳۰	-۰/٤۳	۰/۸۸	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۸٤	۰/٤۵	۰/۰۸	-۰/۳۸	۰/۳۷
DPPH	۰/٦۵	-۰/۲۷	۰/٦۰	۰/۰٦	-۰/٤۹	-۰/۳٦	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸٦	۰/۸۲	۰/۰۲	۰/۷٤	-۰/۱۸	۰/۱٤
فلاونوئید	۰/٦۸	-۰/٤٤	۰/۳۰	-۰/٤۷	-۰/٤٦	-۰/۷۵	۰/۷٤	۰/۷٤	۰/٦۵	۰/٦۹	-۰/٤۰	۰/۷٤	۰/۳۹	-۰/٤۲
فنول	-۰/۰٤	۰/۲	۰/٦۵	۰/٦٦	-۰/۰۹	-۰/۵۵	۰/٤۷	۰/٤۷	۰/٦۲	۰/٦۵	۰/۵۵	۰/۲۰	-۰/۷۵	۰/۷۲
ویتامین E	-۰/۰۵	-۰/۲۳	-۰/۷۹	-۰/٦٤	۰/۰۵	۰/٦۳	-۰/٦٦	-۰/٦٦	-۰/۷۹	-۰/۸۰	-۰/۵۷	-۰/۲٤	۰/۳۳	-۰/۷۰
ویتامین C	۰/٤۵	۰/۵۹	-۰/۲۲	۰/٤۹	۰/٦۵	۰/۵۷	-۰/٦۸	-۰/٦۸	-۰/٦۲	-۰/۷۰	۰/٤۷	۰/٤۸	-۰/٤۰	۰/٤۳
کربوهیدرات	۰/۸٤	-۰/٤٤	۰/۱٤	-۰/٦۰	-۰/۳۹	-۰/۵۷	۰/٦۱	۰/٦۱	۰/٤۸	۰/۵۱	-۰/۵۰	۰/٦٤	۰/۵۵	-۰/۵۷
پروتئین	-۰/۹۰	۰/٦۸	-۰/۱۷	۰/۳۹	۰/۸۲	۰/۵۷	-۰/۵٦	-۰/۵٦	-۰/۵۷	-۰/٦۸	۰/٤٤	-۰/۲٤	-۰/۲۷	۰/۳۱
فیبر	۰/٤۰	۰/۲۱	۰/٦۳	۰/۱۸	۰/۱۰	-۰/۵۷	۰/۹٦*	۰/۹٦*	۰/۹۳*	۰/۸۹	۰/۲۸	۰/۲۸	-۰/۲٤	۰/۲۲
نیترات	۰/۵۷	-۰/٦۲	-۰/۱٤	-۰/۵۱	۰/٦۱	-۰/٤٦	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۲۱	۰/۲٦	-۰/۷۲	۰/٦۷	۰/٦۷	-۰/۷۸
نیترات ردوکتاز	-۰/۵۳	-۰/۰۳	-۰/٦۰	-۰/۱۵	۰/۵۳	۰/۵۸	-۰/٤۹	-۰/۳۹	-۰/۳۷	-۰/٤۸	-۰/۱۹	-۰/٦۹	۰/۲۳	-۰/۲۱
اگزالیک اسید	-۰/۵۲	۰/۰۳	-۰/۳۱	۰/۳٦	-۰/۰۵	۰/۲٦	-۰/٦۳	-۰/٦۳	-۰/٤۸	-۰/٤٤	۰/۲	۰/۷٤	-۰/۳٦	۰/۳۵
کلسیم	۰/۲۹	-۰/۵۸	-۰/٦۳	-۰/٤۹	-۰/۵۷	-۰/۱۷	-۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۵۲	-۰/٤۰	-۰/٦٤	۰/٤۸	۰/٤۵	-۰/٤۷
آهن	۰/٤٦	-۰/۵۹	-۰/٦٤	-۰/٦٤	-۰/٤٦	-۰/۲۷	-۰/٤۹	-۰/٤۹	-۰/٤٦	-۰/۳۳	-۰/۵۷	۰/۳۱	۰/٤۹	-۰/۵۲
پتاسیم	-۰/٦۰	۰/۵۲	-۰/۳٦	۰/۱۸	۰/۷۱	۰/۵۹	-۰/٦۷	-۰/٦۷	-۰/۷۰	-۰/۸۰	۰/۲٤	-۰/٦۹	-۰/۰۸	۰/۱
سدیم	-۰/٦٤	-۰/٦٦	۰/٦۰	۰/٤۵	۰/٤۸	۰/۲۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/٤۲	۰/۲۹	۰/۳۳	-۰/٦۸	-۰/۲۱	۰/٦۳

****معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد. *معنی‌دار در سطح پنج درصد**

اگزالیک اسید و تجمع نیترات وجود دارد (Koh *et al.*, 2012). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که توده‌های مورد مطالعه در این بررسی از نظر میزان آهن و سدیم تفاوت معناداری با هم نداشته و از نظر مقدار کلسیم و پتاسیم تفاوت معناداری با هم دارند. توده "برگ‌پهن ورامین" از نظر میزان آهن و توده "پیشرفته‌خاردار" از نظر میزان سدیم در رتبه اول و سایر توده‌ها در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۵). بیشترین مقدار آهن با میانگین ٦/۹٦ میلی‌گرم برگرم در توده "برگ‌پهن ورامین" دیده شد و پس از آن توده "پیشرفته‌خاردار" قرار گرفت (جدول ۵). محققین گزارش کردند که آهن جز مهم‌ترین عناصر معدنی در اسفناج است (Koh *et al.*, 2012). از طرفی اگزالیک اسید طبق گزارشات رابطه مثبتی با این دو عنصر مهم دارد به‌طوری‌که اگزالیک اسید در درجه اول با کلسیم و پس از آن با آهن تشکیل کمپلکس اگزالات داده و این دو ماده را نه تنها غیرمغذی کرده بلکه مصرف آن را برای انسان مضر می‌کند (Koh *et al.*, 2012; Kaminishi and Kita,

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

ادامه جدول ٦-

صفات	کلروفیل	کارتنوئید	DPPH	فلاونوئید	فنول	ویتامین E	ویتامین C	کربوهیدرات	پروتئین	فیبر	نیترات	ردوکتاز	اگزالیک	کلسیم	آهن	پتاسیم
کارتنوئید	۰/۹۵*															
DPPH	۰/۵۰	۰/۵۹														
فلاونوئید	۰/۷۳	۰/٦۱	۰/۸۰													
فنول	۰/۰٦	۰/۳۳	۰/۷۸	۰/۷۰												
ویتامین E	-۰/۲۹	-۰/۵۳	-۰/۷۸	-۰/۱٦	-۰/۳۷											
ویتامین C	-۰/۵۷	-۰/٤۸	-۰/۷۹	-۰/۳٦	-۰/۱۱	۰/۲٦										
کربوهیدرات	۰/۷۱	۰/۵۳	۰/٤۹	۰/٦٦	-۰/۲۷	۰/۰۷	-۰/۸۹									
پروتئین	-۰/۲۹	-۰/۲۸	-۰/۷۸	-۰/۷۹	-۰/۳۷	۰/٤٤	۰/۷۱	-۰/٦۵								
فیبر	۰/۹٦*	۰/۹۱*	۰/۷۰	۰/۷٦	۰/۳۱	-۰/۵۲	-۰/٦۵	۰/٦٦	-۰/٤٦							
نیترات	۰/٤۸	۰/۲٦	۰/۳۲	۰/۵۷	-۰/٤٦	۰/۳۰	-۰/۸۳	۰/۵۵	-۰/۵۰	۰/٤۲						
نیترات ردوکتاز	-۰/٦٤	-۰/۵۹	-۰/۵۸	-۰/۵۹	-۰/٤۹	۰/٦۷	۰/٦٦	-۰/٦۵	۰/٦۷	۰/٦	-۰/٤۱					
اگزالیک اسید	-۰/٦۷	-۰/٦۹	-۰/۲۷	-۰/۷۱	۰/۳۷	-۰/۱۵	۰/٦٤	-۰/۷۹	۰/۲۹	-۰/۷	۰/۷۹	۰/٦۱				
کلسیم	-۰/٦۹	-۰/۷۱	-۰/۰۲	-۰/۱۸	-۰/۰۰۳	۰/۱۷	-۰/۰۳	-۰/۲۰	-۰/۳۱	-۰/٦	۰/۰۱	۰/٤۷	۰/۷۸			
آهن	-۰/۵۷	-۰/٦۳	۰/۰٤	۰/۰۰۳	-۰/۰۹	۰/۲۳	-۰/۲۰	-۰/۰۰۳	-۰/٤۳	-۰/۵	۰/۲۲	۰/۳۷	۰/٦۰	۰/۸۷		
پتاسیم	-۰/۳٦	-۰/٤۰	-۰/۵٦	-۰/٦٤	-۰/۵۵	۰/٦۲	۰/۸۷	-۰/۵٦	۰/۷۷	-۰/۵	-۰/٤٦	۰/۵٦	۰/۲۵	-۰/۱	۰/۲۹	
سدیم	۰/٤۷	۰/٦۱	-۰/۰٤	-۰/۲۳	۰/۳۱	-۰/۳۹	۰/۳۸	-۰/۲۷	۰/٤۹	۰/٤٤	-۰/۵۰	-۰/۲۷	-/۱۰	-۰/۸	۰/۷	۰/۳۱

****معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد. *معنی‌دار در سطح پنج درصد**

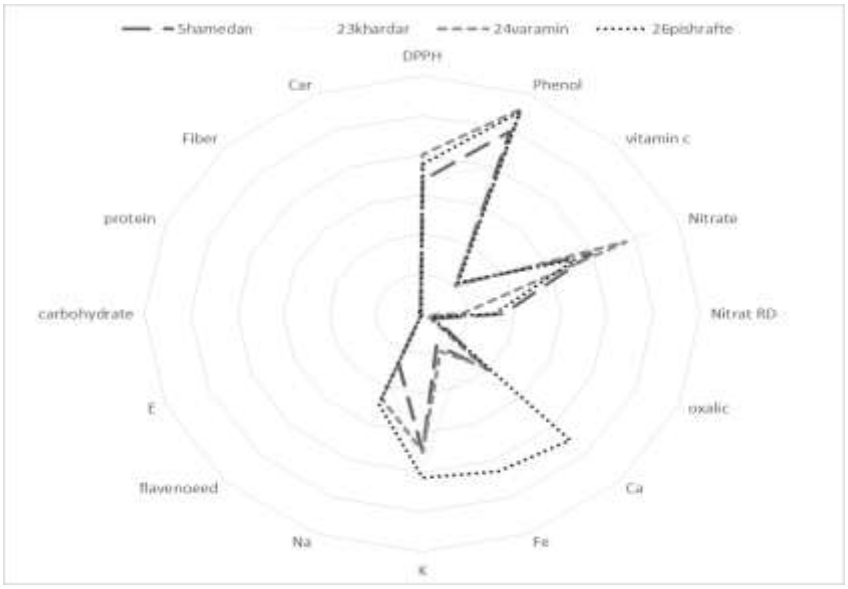
2006) در تأیید این موضوع در این تحقیق نیز رابطه مثبت بین میزان آهن با کلسیم (r=۰/۸۷) و اگزالیک اسید (r=۰/٦۰) مشاهده شد که به‌نظر می‌رسد بررسی دقیق بین اگزالات، کلسیم و آهن برای محققین بسیار مفید باشد.

صفات کیفی: ارزیابی صفات کیفی چهار توده اسفناج بومی نشان داد که این توده‌های شناخته شده، پتانسیل خوبی به لحاظ محتوای فنولی و آنتی‌اکسیدانی، نیترات و املاح معدنی دارند (شکل ۱) و این موضوع تأییدکننده بررسی سایر محققین بود که بیان کردند اسفناج سطح قابل قبولی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان و فنولی را داراست (Chan *et al.*, 2009). بیشترین میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فنولی را توده‌های "برگ‌پهن ورامین" و "پیشرفته‌خاردار" نشان دادند (شکل ۱) (Chan *et al.*, 2009). علی‌رغم اینکه مقایسه میانگین میزان نیترات توده‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۵) و نهاده شیمیایی حاوی نیتروژن به‌صورت پیش‌رویشی و سرک به منظور رشد گیاه استفاده نشد اما نمودار صفات کیفی تأیید کرد که تجمع نیترات در اسفناج بسیار مهم بوده، به‌طوری‌که بیشترین میزان نیترات را توده "خاردار" و کمترین را توده "پیشرفته‌خاردار" داشت (شکل ۱). توده‌های "پیشرفته‌خاردار" و "برگ‌پهن ورامین" به‌طورکلی از نظر عناصر معدنی مطلوب‌تر از سایرین بودند که برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شوند.

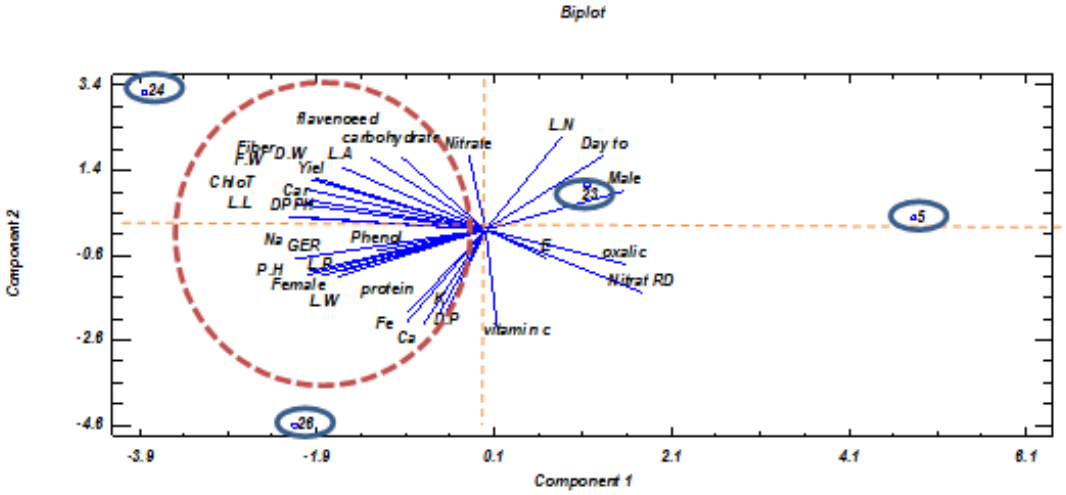
بای‌پلات کلیه صفات توده‌های اسفناج: با توجه به اینکه برای انتخاب توده‌های برتر نیاز به گروه‌بندی دقیق هستیم لذا با رسم بای‌پلات صفات مطرح‌شده در اسفناج سعی شد که چهار توده مورد بررسی گروه‌بندی شوند و روابط بین تمام شاخص‌ها بررسی شود (شکل ۲) که درنهایت تطابق زیادی با نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین مورفولوژی و بیوشیمیایی مشاهده شد (جدول ۳ و ۵). براساس نمودار بای‌پلات، توده "همدان" از نظر هر دو مؤلفه اصلی دارای ویژگی‌های نامناسب (منفی) بود و در محدوده صفات مدنظر قرار نگرفت (شکل ۲). همچنین توده "خاردار" نیز از نظر اغلب صفات بیوشیمیایی، وضعیت مطلوبی نشان نداده و از نظر میزان بوته‌های نر نیز بیشترین درصد را نشان داد که مطابق

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]



شکل ۱. مقایسه تاثیرتجمعی صفات کیفی چهار توده اسفناج "همدان"، "برگ‌پهن ورامین"، "خاردار" و "پیشرفته‌خاردار".



شکل ۲- بای‌پلات چهار توده اسفناج بومی. ۵: توده "همدان"، ۲۳: توده "خاردار"، ۲٤: توده "برگ‌پهن ورامین"، ۲٦: توده "پیشرفته‌خاردار". تعداد برگ (L.N)، ارتفاع گیاه (P.H)، طول برگ (L.L)، عرض برگ (L.W)، طول دمبرگ (L.P)، قطر دمبرگ (D.P)، عملکرد (Yiel)، وزن تر (F.W)، وزن خشک (D.W)، سطح برگ (L.A)، درصد جوانه‌زنی (GER)، روز تا گلدهی (Day to)، کلروفیل (Chlo T)، کارتنوئید (Car).

با جدول مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی بود (جدول ۳). گزارش شده است که هر چه درصد گیاه ماده در اسفناج بیشتر باشد شرایط مطلوب‌تر خواهد بود به‌طوری‌که هر چه بوته‌های اسفناج دارای جنسیت ماده بیشتری باشند، دارای ویژگی‌های ظاهری، مورفولوژیکی و کیفی مطلوب‌تر، بازارپسندتر و با عملکرد بیشتر خواهند بود (زعفرانیه، ۱۳۹٤)؛ بنابراین مطابق با نمودار بای‌پلات، توده‌های "همدان" و "خاردار" نسبت به سایر توده‌ها به‌خوبی متمایز شدند (شکل ۲). توده"پیشرفته‌خاردار" در شرایط خوبی از نظر تعداد گیاه ماده، ترکیبات فنولی و املاح معدنی قرار داشت. این توده اگر چه از نظر صفات عملکردی و رویشی در اولویت نبود ولی از نظر ویژگی‌های کیفی برای پژوهش‌های آتی قابل توصیه است. توده "برگ‌پهن ورامین" دارای ویژگی‌های مطلوب مورفولوژیکی و بیوشیمیایی در کنار هم بود (شکل ۲).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

به‌طوری‌که این توده هم از نظر صفات اقتصادی مانند عملکرد، وزن‌تر و خشک، سطح و طول برگ مطلوب بوده و هم از نظر صفات بیوشیمیایی مانند رنگیزه‌های فتوسنتزی، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فیبر در شرایط خوبی به سر می‌برد و به همین دلیل از نظر اولویت برتر از سایر توده‌ها بود که این نتیجه با نتایج جدول مقایسه میانگین کاملاً منطبق است.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج به‌دست آمده توده‌های اسفناج بومی از نظر صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی دارای تنوع هستند، لذا برای تمرکز محققین و اصلاحگران بسیار پرارزش هستند. توده "برگ‌پهن ورامین" و توده "پیشرفته‌خاردار" از نظر میزان عملکرد، وزن تر و خشک مطلوب و برای برداشت مکانیکی مناسب بودند. این دو توده همچنین از نظر صفات آنتی‌اکسیدانی، ویتامین‌ها، فیبر، املاح معدنی در شرایط مطلوب‌تری بودند؛ بنابراین توده‌های "برگ‌پهن ورامین" و "پیشرفته‌خاردار" به‌دلیل مطلوبیت ظاهری، مطلوبیت برداشت مکانیزه، ویژگی‌های بیوشیمیایی و سازگاری با فصل بهار در منطقه اصفهان در مقایسه با سایر توده‌ها برای کشت در این منطقه قابل توصیه و از نظر برنامه‌های به‌نژادی و اصلاحی ارزشمند هستند.

منابع

اسدی، ح. و حسندخت، م. (۱۳۸۷) بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های بومی اسفناج ایرانی. مجله علوم کشاورزی ایران ۳: ۲۶۵-۲۵۷.

افتخاری، ع.، حسندخت، م.، مقدم، م. و کاشی، ف. (۱۳۸۹) تنوع ژنتیکی توده‌های اسفناج بومی ایران (*Spinacia oleracea* L.) با استفاده از صفات مورفولوژیک. مجله علوم باغبانی ۱: ۱۰-۱.

جعفری، پ. و جلالی، ا. (۱۳۹۷) مقایسه عملکرد، اجزای عملکرد و نیترات موجود در برخی توده‌های اسفناج در استان اصفهان. نشریه علوم باغبانی ۱: ۱۵۸-۱۴۹.

زعفرانیه، م. (۱۳۹۴) ارزیابی رشد رویشی و زایشی تعدادی از ژنوتیپ های بومی و خارجی اسفناج (*Spinacia oleracer* L.) در کشت بهاره. مجموعه مقالات دومین همایش بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در کشاورزی، تهران، ایران.

گرجی، ح.، صفاخواه، ح. و حقیقی، ح. (۱۳۸۹) بررسی اثر ضداضطرابی عصاره آبی اسفناج در موش سوری. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ۲: ۴۰-۱۵.

میرزایی، ع.، اکبرتبارطوری، م.، صادقی، ه. و شریفی، ب. (۱۳۸۹) ارزیابی میزان فنل تام و فعالیت‌های آنتی اکسیدانی بومادران، درمنه و بابونه. مجله ارمغان دانش ۳: ۲۵۲-۲۴۳.

Abolghasemi, R., Haghighi, M., Etemadi, N., Soorni, A. and Jafari, P. (2019) Screening of some native and foreign accessions of spinach for spring culture in Isfahan. Iran Agricultural Research 38: 87-99.

Andersen, S. B. and Torp, A. M. (2011) Spinacia wild crop relatives. In: Genomic and Breeding Resources Vegetables. (ed. Kole, C.) Pp. 273-276. Springer, Berlin.

AOAC. (1970) Official Methods of Analysis. 12 th. Ed. Association of Official Analythical Chemists, Washington D. C., USA.

Arzani, A. and Salehi, M. (2012) Antioxidant activity and oxidative stress due to salinity in triticale and wheat lines in field condition. Journal of Plant Process and Function 1: 39-50.

Avsar, B. (2011) Genetic diversity of Turkish spinach cultivars. MSc Thesis. Izmir Institute of Technology, Turkey.

Barbarin, A. M., Williams, J., Bettman, G., Hauber, D. and Ratnayaka, H. (2005) Gas exchange and antioxvdant properties of two spinach cultivars of contrasting morphology.102nd Annual International Conference of the American Scociety for Horticultural Science, Las Vegas, Vendal.

Bavec, M., Turinek, M., Grobelnik-Mlakar, S., Slatnar, A. and Bavec, F. (2010) Influence of industrial and alternative farming systems on contents of sugars, organic acids, total phenolic content, and the antioxidant activity of red beet (*Beta vulgaris* L. ssp. vulgaris Rote Kugel). Journal Agricuitural Food Chemistry 58: 11825-11831.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

Bergquist, S. A., Gertsson, U. E., Nordmark, L. Y. and Olsson, M. E. (2007) Ascorbic acid, carotenoids, and visual quality of baby spinach as affected by shade netting and postharvest storage. Journal Agricuitural Food Chemistry 55: 8444-8451.

Bradford, M. M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry 72: 248-254.

Cataldo, D. A., Schrader, L. E. and Youngs, V. L. (1975) Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Communication in Soil Science and Plant Analysis 6: 71-85.

Chan, S. W., Lee, C., Yap, C. F., Wan, A. and Ho, C. W. (2009) Optimization of extraction conditions for phenolic compounds from Limaupurut (*Citrus hystrix*) peels. International Food Research Journal 16: 203-213.

Chitwood, J., Shi, A., Mou, B., Evans, M., Clark, J., Motes, D., Chen, P. and Hensley, D. (2016) Population structure and association analysis of bolting, plant height, and leaf erectness in spinach. Horticultural Science 5: 481-486.

Donald, S., Prenzler, P. D., Autolovich, M. and Robards, K. (2001) Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. Food Chemistry Journal 73: 73-84.

Ebadi-Segheloo, A., Asadi, G., Mohebodini, M., Janmohammadi, M., Nouraein, A. and Sabaghnia, M. (2014) The use of some morphological traits for the assessment of genetic diversity in spinach landraces. Plant Breeding and Seed Science 69: 69-80.

Emami, A. (1996) Methods of plant analysis. Journal of Soil and Water Research 982: 91-137.

FAO. (2018) Food and agriculture organization of the united nations. FAO, Available online at: http://www. faostat.fao.org/.

Imani, M. (2008) Evaluate and compare the performance of advanced Varamin spinach, obtained from Varamin mass. Final report of the research project, Varamin Agricultural Research Center. Registration number of (85. 916) in the Center of Agricultural Scientific Evidence.

Irigoyen, J. J., Einerich, D. W. and Sanchez-Diaz, M. (1992) Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiology of Plant 84: 55-60.

Jahanbazi, S., Alami, S., Meratan, A. A. and Eftekhari, A. (2014) Investigation of intra- and inter-variability of oxalic acid masses in spinach masses. 1st internayional and 13th Iranian crop science congress. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.

Kaminishi, A. and Kita, N. (2006) Seasonal change of nitrate and oxalate concentration in relation to the growth rate of spinach cultivars. Horticultural Science 41: 1589-1595.

Klein, B. P. and Perry, A. K. (1982) Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States. Journal of Food Science 47: 941-5.

Koh, E., Charoenprasert, S. and Mitchell, A. E. (2012) Effect of organic and conventional cropping systems on ascorbic acid, vitamin C, flavonoids, nitrate, and oxalate in 27 varieties of spinach (*Spinacia oleracea* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 60: 3144-3150.

Kuwahara, K., Suzuki, R., Ito, Y., Mikami, T. and Onodera, Y. (2014) An analysis of genetic differentiation and geographical variation of spinach germplasm using SSR markers. Plant Genetic Resource 12: 185-190.

Lamnitski, L., Bergman, M., Nyska, A., Ben-Shaul, V. and Grossman, S. (2003) Composition, efficacy and safety of spinach extracts. Nutritional Cancer 46: 222-31.

Lichtenthaler, H. K. (1987) Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods Enzymol 1: 350-382.

Menichini, F., Tundis, R., Bonesi, M., Loizzo, M. R., Conforti, F., Statti, G., Cindi, B. and Houghton, P. J. (2009) The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. Habanero. Food Chemistry 114: 553-60.

Morelock, T. E. and Correll, J. C. (2008) Spinach. In: Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodicaceae, and Cucurbitaceae. (eds. Prohens, J. and Nuez, F.) Pp. 189-218. Springer, New York.

Nirmala, V., Visha, S. P., Aparadh, T. and Karadge, B. A. (2014) Methodology in determination of oxalic acid in plant tissue: A comparative approach. Journal of Global Trends in Pharmaceutical Sciences 5: 1662-72.

Sabaghnia, N., Asadi-Gharneh, H. and Janmohammadi, M. (2015) Genetic diversity of spinach (*Spinacia oleracea* L.) landraces collected in Iran using some morphological traits. Acta Agricultural Slovenica 103: 101-111.

Shi, Ma., J., Mou, B., Evans, M., Clark, J., Motes, D., Correll, J., Xiong, H., Qin, J., chitwood, J. and weng, Y. (2016) Association mapping of leaf traits in spinach (*Spinacia oleracea* L.). Plant Breeding 135: 399-404.

Stewart, G., Lee, A. and Orebamjo, O. (1972) Nitrogen metabolism of halpphyte: Nitrate reductase activity and utilization. New Phytologyist 72: 539-546.

Tekao, T., Watanabe, N., Yagi, I. and Sakata, K. (1994) A simple screening method for antioxidant and isolation of several antioxidants produced by marine bacteria from fish and shellfish. Biotechnology Biochemestry 58: 1780-3.

Tachakittirungrod, S., Okonogi, S. and Chowapoon, S. (2007) Study on antioxidant activity of certain plants in Thailand: Mechanism of antioxidant action of guava leaf extract. Food Chemestry 154: 451-455.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

Xia, Q., He, W. and Zhao, S. Y. (2015) Physiological and biochemical properties analysis of late-bolting transgenic chinese cabbage (*Brassica rapa*. Ssp. Pekinensis). Journal of Animal and Plant Sciences 25: 152-157.

Wong, M. L., Timms, R. E. and Goh, E. M. (1998) Colorimetric determination of total tocopherols in palm oil, olein and stearin. Journal of the American Oil Chemists' Society 65: 258-261.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]

Comparison of morphological and biochemical characteristics and nutritional value of native spinach accessions in spring cultivation conditions

Reza Abolghasemi, Maryam Haghighi*, Nematollah Etemadi

Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
(Received: 17/05/2020, Accepted: 24/11/2020)

Abstract

In order to study the morphology and biochemistry characteristics of native spinach accessions “Hamedan”, “prickly”, “Varamin broadleaf” and “advanced prickly”, an experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in the field of Isfahan university of technology in 96-97. The parameters were measured was morphiologycal charectrestic of quality and qunitity of accession, biochemichals and quality of accession. The results showed that except "Hamedan" accession, all of shape and form of plant accession are suitable for mechanical harvesting. The highest yield belonged to “Varamin broadleaf” (52.6 kg/ha) and then “prickly” accessions (30.8 kg/ha), had the highest performance. The study did not show significant differences in chlorophyll, carotenoid, phenol, protein, nitrate, nitro reductase, calcium and potassium. The “Varamin broadleaf” accession had a significant advantage in antioxidant and fiber compounds. The “advanced prickly” accession was more desirable than others in vitamins. Oxalic acid, which is considered a negative point for nutrition, was the highest in the “Hamedan” and the lowest in the “prickly” and “Varamin broadleaf” accessions. So, “Hamedan” accession was not given priority due to its lower nutritional value, biochemical and morphological traits. In general, the accessions of “Varamin broadleaf”, “advanced prickly” and “prickly” due to desirable morphological characteristics such as plant height, fresh and dry weight, yield and biochemical compounds such as antioxidant, phenolic, vitamin, fiber and mineral are recommended. According to the results of qualitative and PCA analysis characteristics, “Varamin broadleaf” and “advanced prickly” are generally superior to others and can be used in breeding and farming future.

Keywords: Qualitative value, Varamin broad leaf, apparent desirability, antioxidant compounds, fiber and minerals

Corresponding author, Email: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.42.7.9]