

تعیین ارزش غذایی و ظرفیت پاداکسایشی اندام‌های مختلف دو گونه والک ایرانی (*Allium akaka* S.G. Gmelin و *Allium elburzense* W.) در شرایط اقلیمی رویشگاه‌های مختلف و مزرعه

سجاد جعفری^۱، محمدرضا حسندخت^{۲*}، مهدی طاهری^۳ و عبدالکریم کاشی^۲

۱ و ۲. دانشجوی سابق دکتری و استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۱۸ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۶

چکیده

والک یکی از سبزی‌های بومی ایران است که چندین گونه از جنس آلیوم و زیرجنس ملانوکرومیوم را شامل می‌شود. این تحقیق با هدف بررسی ارزش غذایی و ظرفیت پاداکسایشی اندام‌های مختلف هشت جمعیت وحشی از دو گونه والک ایرانی (*Allium akaka* S.G. Gmelin و *Allium elburzense* W.) در اقلیم‌های مختلف انجام شد. نتایج نشان داد مقدار پتاسیم و کلسیم در رویشگاه اصلی مورد مطالعه، به ترتیب به میزان ۱۸۲ تا ۴۳۲ و ۱۵۹ تا ۲۵۲ (mg/100g) و در مزرعه نیز به ترتیب ۳۱۱ تا ۵۳۳ و ۱۹۳ تا ۲۴۳ (mg/100g) به دست آمد. مقدار فنل کل به میزان ۱/۳ تا ۲/۵۷ (g AGE/kg FW)، مقدار اسید آسکوربیک به میزان ۶/۰۸ تا ۸/۱۱ (mg/100g FW) و ظرفیت پاداکسایشی در بازه ۲/۱۳ تا ۳/۰۲ (g AAE/kg FW) در مزرعه به دست آمد؛ در حالی که میزان این ترکیبات در رویشگاه اصلی به ترتیب در بازه ۱/۹۵ تا ۲/۵۲ (g AGE/kg FW)، ۶/۱۵ تا ۸/۹۴ (mg/100g FW) و ۱/۸۵ تا ۳/۰۷ (g AAE/kg FW) بود. ضرایب همبستگی کانونیک نشان دادند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، pH خاک و کاهش میانگین دما، مقدار عناصر روی، آهن و پتاسیم افزایش یافت، که منجر به افزایش ترکیبات دفاعی گیاه، از جمله فنل‌ها و در نتیجه ظرفیت پاداکسایشی کل شد. همچنین نتایج نشان داد کلسیم، پتاسیم، منیزیم و روی بیشترین اثر را بر سنتز اسید آسکوربیک، فنل‌ها و ظرفیت پاداکسایشی، نسبت به سایر عناصر داشتند. بر اساس نتایج بارهای کانونیک، تمام فراسنجه‌های محیطی بر ارزش غذایی و ظرفیت پاداکسایشی بافت والک اثرگذار بودند که بررسی هر کدام از آنها به تنهایی یا چند مورد از آنها، منجر به نتیجه مطلوب نمی‌گردد و تمام این عوامل در کنار یکدیگر، شرایط موجود گیاه را توجیه می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: آزمون‌های پارامتری، ظرفیت پاداکسایشی، کلسیم و همبستگی کانونیک.

Determination of nutritive value and antioxidant capacity of various organs of two Iranian Valak species (*Allium akaka* S.G. Gmelin and *Allium elburzense* W.) in different habitats conditions and field

Sajad Jafari¹, Mohammadreza Hassandokht^{2*}, Mehdi Taheri³ and Abdolkarim Kashi²

1, 2. Former Ph.D. Student and Professor, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
3. Research Assistant Professor, Department of Soil and Water, Zanjan Agricultural and Natural Resources Research Center (AREEO), Zanjan, Iran.

(Received: May 8, 2017 - Accepted: Jan. 6, 2018)

ABSTRACT

Valak is a native vegetable of Iran that includes several species of *melanocrommyum* subgenus belong to the *Allium* genus. The study was carried out to evaluate nutrition and antioxidant capacity of different organs of eight wild populations of two Iranian Valaks (*Allium akaka* S.G. Gmelin and *Allium elburzense* W.) in different environmental conditions. Results showed that amount of K and Ca in origin habitat was ranged from 182 to 432 and 159 to 252 mg/100g, and in field were 311 to 533 and 193 to 243 mg/100g were obtained, respectively. The total phenol in range of 1.73 to 2.57 g AGE/kgFW, acid ascorbic in range of 6.08 to 8.11 mg/100g FW and antioxidant capacity in range of 2.13 to 3.02 g AAE/kgFW were obtained in the field, while amounts of the compositions in origin habitat were calculated 1.95 to 2.52 g AGE/kgFW, 6.15 to 8.94 mg/100g FW and 1.85 to 3.07 g AAE/kgFW, respectively. The canonical correlation coefficients showed increasing of altitude and soil pH and decreasing of average temperature led to increasing of zinc, iron and potassium values; this has caused increase in plant defense compounds, including phenols. Results showed that calcium, potassium, magnesium, and zinc had the greatest influence on the synthesis of ascorbic acid, phenols and antioxidant capacity than other elements. Based on canonical eigenvalues, all of environmental parameters studied were effective on nutrition value and antioxidant capacity of Valak, which study of each alone, or some of them, cannot be lead to the desired result, and all of these factors together justify the plant growing conditions.

Keywords: Antioxidant capacity, Calcium, Canonical correlation, parametric tests.

* Corresponding author E-mail: mrhassan@ut.ac.ir

مقدمه

را برای رسیدن به بهترین عملکرد و کیفیت در محصولات با ارزش غذایی بالا فراهم کرد. روش‌های آماری و آماره‌های متعددی برای درک و استنباط این اثرات هم‌زمان پیشنهاد و مورد استفاده قرار گرفته است که از بین آن‌ها، ضریب همبستگی پیرسون، تجزیه و تحلیل رگرسیون ساده و یا چندگانه خطی، بیش از سایر روش‌ها مورد استقبال محققان واقع شده است (Pahlavani *et al.*, 2009)؛ تجزیه همبستگی‌های کانونیک ((Canonical Correlation Analysis (CCA) یا متعارف به‌عنوان یک روش تجزیه و تحلیل چند متغیره، قادر است محدودیت‌های روش‌های تک متغیره و حتی روش‌هایی مانند تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)، به‌عنوان یک روش چندمتغیره را برطرف نماید و مورد استفاده محققان کشاورزی قرار گیرد تا پاسخ معتبری برای سؤال‌های بالا بیابند (Johnson & Wichern, 2002). در مطالعه‌ای تأثیر مکان کشت بر میزان فلاونوئیدهای مرکبات گزارش شد که فلاونوئیدهای پوست مرکبات، به‌صورت معنی‌داری تحت تأثیر مکان کشت قرار داشت و مکانیسم تأثیرات محیط بر تجمع متابولیت‌های ثانویه به‌درستی روشن نیست و برای پدیده‌های مختلف بر آن اثرگذار هستند، با این وجود این نکته، روشن است که محیط از طریق تأثیری که در فرایند تولید متابولیت و عوامل مرتبط به فرایند تولید مانند آنزیم‌ها دارد، در نوع و شدت واکنش‌های شیمیایی مؤثر است (Hemati *et al.*, 2003). در تحقیقی (Mousavizadeh, 2015) مقادیر سه عنصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر تحت تأثیر فراسنجه‌های خاکی و محیطی در ۱۲ جمعیت مارچوبه مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که مقدار این سه عنصر بر اساس پارامترهای مورد بررسی قابل پیش‌بینی است. Ghahremani-Majd & Dashti (2014) ظرفیت پاداکسایشی و محتوای فنل کل ۱۶ جمعیت موسیر جمع‌آوری‌شده از بخش‌های مختلف ایران را مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش کردند که بیشترین ظرفیت پاداکسایشی متعلق به جمعیت صحنه و کمترین مقدار متعلق به جمعیت نه‌اوند بود. بیشترین مقدار ترکیبات فنل کل نیز در جمعیت صحنه و

جنس آلیوم یکی از بزرگترین جنس‌های تک‌لپه‌ها در دنیا است که بالغ بر ۹۰۰ گونه شناخته‌شده دارد که در نیم‌کره‌ی شمالی پراکنش دارند (Govaerts *et al.*, 2013). تمام گونه‌های آلیوم موجود در ایران، متعلق به ۱۲ زیر جنس و ۳۰ بخش هستند (Friesen *et al.*, 2006; Fritch, 2012). برخی از گونه‌های این جنس شامل *Allium akaka* S.G. Gmelin و *A. elburzense* W. در ایران تحت عنوان والک، شناخته شده‌اند و در میان سبزی‌های با خواص غذایی و دارویی قرار دارند که مردم به‌طور عمده از برگ آنها برای تهیه انواع سوپ و پخته شده با برنج، از گل‌آذین آن برای تهیه ترشی، ادویه و در تزئین غذا استفاده می‌کنند و سوخ آن دارای مصارف دارویی است. به‌علاوه برای وبا، سل و همچنین در استعمال خارجی، برای بیماری‌های پوستی اثر مفید دارد و سایر خواص آن نیز کم و بیش شبیه سیر می‌باشد و برگ‌های آن در درمان رماتیسم مؤثر است (Fritch & Maroofi, 2010). بر اساس منابع، گیاه والک در قفقاز، ترکیه، عراق و ایران وجود دارد، ولی توصیف‌های نسبتاً متفاوتی برای این گونه ارائه شده است؛ بنابراین بیشتر از یک گونه، ممکن است شامل این نام شوند (Fritch & Maroofi, 2008; Govaerts *et al.*, 2013). پراکنش والک در ایران در استان‌های اردبیل، زنجان، گیلان، البرز و آذربایجان شرقی است، اما در استان‌های کردستان، آذربایجان غربی، تهران، همدان، اراک و مازندران نیز مشاهده شده است (Fritch & Abbasi, 2008).

عوامل بسیار زیادی از جمله آب، هوا، خاک، ارتفاع از سطح دریا، تفاوت در گونه‌های مختلف، روش‌های استخراج و روش اندازه‌گیری پاداکسایش‌ها^۱ در میزان ترکیبات غذایی و متابولیت‌های ثانویه گیاهی از جمله فنل، اسید آسکوربیک و ظرفیت پاداکسایشی دخالت دارند (Cao & Prior, 1998). برآیندی از فراسنجه‌های اقلیمی، محیطی و ژنتیکی در نهایت تعیین‌کننده کیفیت غذایی محصولات باغبانی می‌باشند. با آگاهی از اثر همزمان و متقابل تمام این عوامل می‌توان شرایط

عرض جغرافیایی توسط دستگاه GPS در محل ثبت شد و سایر مشخصات از نزدیک‌ترین ایستگاه‌های هواشناسی دریافت گردید. سوخ بوته‌های در نظر گرفته شده برای کاشت، پس از جدا شدن برگ‌ها، به مدت یک هفته در محیطی خنک و سایه (۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد) برای خشک شدن رطوبت سطحی و جلوگیری از کپک‌زدگی و پوسیدگی نگهداری شد و سپس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار (۴ جمعیت از هرگونه) و سه تکرار و در مجموع ۲۴ کرت در ایستگاه تحقیقات علوم باغبانی دانشگاه تهران در خرداد ۱۳۹۳ کشت شدند. تعداد ۱۵ بوته درون هر کرت (۱/۵×۱/۵ متر) در سه ردیف با فاصله ۰/۳×۰/۲ متر (۳۶۰ بوته) کشت شد.

صفات فیزیکی و بیوشیمیایی خاک

درصد اشباع خاک بعد از تهیه گل اشباع با استفاده از محلول هگزامتاسفات سدیم در ۲۰۰ گرم خاک محاسبه شد. هدایت الکتریکی و واکنش خاک (pH) با استفاده از دستگاه‌های EC و pH متر اندازه‌گیری شد. کربن و ماده آلی خاک طبق روش ISIRC (1986) و با استفاده از اسید سولفوریک، بیکرومات و فرو آمونیوم سولفات اندازه‌گیری شد. نیتروژن کل خاک بر حسب درصد و طبق روش ISIRC (1986) محاسبه گردید. درصد ذرات تشکیل‌دهنده خاک و در نهایت کلاس بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری به دست آمد. مقدار پتاسیم و فسفر خاک طبق روش Waling et al. (1989) و بر اساس دستورالعمل AOAC (2006) اندازه‌گیری شد.

تجزیه بافت گیاهی

وزن خشک برگ و گل آذین پس از خشک شدن بافت گیاه در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت و بر اساس درصد محاسبه شد. برای اندازه‌گیری مقدار خاکستر، نمونه‌های گیاهی به مدت پنج ساعت به خاکستر تبدیل شدند.

اندازه‌گیری عناصر پر مصرف

به این منظور مقدار ۰/۳ از نمونه‌های گیاهی وزن و به لوله‌های هضم منتقل گردید. ۲/۵ میلی‌لیتر از مخلوط

کمترین مقدار آن در جمعیت‌های همدان ۲ و نهبوند گزارش شد. در مناطق نزدیک به رویشگاه‌های والک، این گیاه به قیمت بالایی به فروش می‌رسد و از ارزش اقتصادی، غذایی و دارویی بالایی برخوردار است، با این وجود تاکنون ویژگی‌های تغذیه‌ای، پاداکسایشی و شرایط اقلیمی مورد نیاز آن به طور مشخص مورد بررسی قرار نگرفته است. هدف از این تحقیق، تعیین ارزش غذایی و ظرفیت پاداکسندگی اندام‌های مختلف دو گونه والک شامل *Allium akaka* S.G. و *Allium elburzense* W. Gmelin و بررسی ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های اقلیمی و خاکی در رویشگاه اصلی و مزرعه بود.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی و کشت

شناسایی و جمع‌آوری نمونه‌های والک، با کمک فلور ایرانیکا (Rechinger, 1982)، فلور ایران (Mozafarian, 2007)، مردم محلی و مراکز تحقیقات منابع طبیعی مناطق مورد بررسی انجام شد. نمونه‌های هرباریومی با شماره ۰۰۶۴۶۶ برای گونه شامل *Allium akaka* S.G. Gmelin و ۰۰۶۴۶۷ برای گونه *Allium elburzense* W. در هرباریوم گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران تهیه و ثبت شد. در مجموع تعداد هشت جمعیت از دو گونه والک شامل *Allium akaka* S.G. Gmelin (۴ جمعیت) و *Allium elburzense* W. (۴ جمعیت) از ۶ استان کشور شامل کرمانشاه، کردستان، زنجان، قزوین، البرز و تهران جمع‌آوری شدند (جدول ۱). این گونه‌ها ناهمرسی از نوع پروتاندری^۱ داشته و در نتیجه درصد بالایی دگرگشتی دارند. از هر جمعیت تعداد ۵۰ بوته (از سطح کل رویشگاه و با رعایت فاصله حداقل ۳۰ متر بین بوته‌ها) همراه با سوخ برای کشت در مزرعه و تعداد ۳۰ بوته نیز برای بررسی مقدار ویژگی‌های تغذیه‌ای، در رویشگاه اصلی برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. از هر رویشگاه تعداد سه نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر جمع‌آوری شد. ارتفاع از سطح دریا، طول و

۱. نوعی ناهمرسی که در آن اندام نر زودتر از اندام ماده بالغ شده و گرده‌ها را آزاد می‌کند.

که اولین بخارهای سفید از کروزه خارج شد قرار گرفتند. سپس محتویات درون بوتله چینی با کاغذ صافی واتمن شماره یک به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری صاف و به حجم رسانده شد.

صفات بیوشیمیایی

عصاره متانولی با استفاده از دستگاه تبخیرکننده‌ی روتاری (R-215., Buchi Ltd., Oldham, UK) تهیه شد (Milcek *et al.*, 2015). اسید آسکوربیک با استفاده از روش یدور پتاسیم و دستگاه طیف نورسنج در طول موج ۴۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد (Lu *et al.*, 2011). محتوی فنل کل با استفاده از فولین سیوکالتیو (Folin-Ciocalteu) و به‌وسیله دستگاه طیف نورسنج (Perkin-Elmer γ EZ Germany) در طول موج ۷۶۵ نانومتر، بر حسب گرم اسیدگالیک در کیلوگرم وزن تر نمونه مورد محاسبه قرار گرفت (Milcek *et al.*, 2015) (شکل ۱). اندازه‌گیری ظرفیت پاداکسندگی کل در اندام‌های مختلف والک، براساس خنثی‌کردن رادیکال‌های آزاد DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) در طول موج ۵۱۵ نانومتر با استفاده از معادله زیر انجام گرفت (Rupasinghe *et al.*, 2006):

$$\% \text{DPPH Scavenging} = [(A_0 - A_1)/A_0] 100\%$$

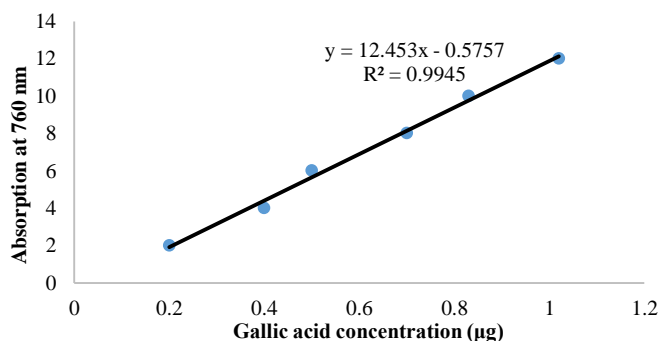
که در آن:

A_0 = عدد جذب شاهد و A_1 = جذب محلول شامل نمونه بود. داده‌های حاصل از جذب، با استفاده از منحنی کالیبراسیون استاندارد اسید آسکوربیک تغییر داده شد و برحسب گرم اسید آسکوربیک بر کیلوگرم وزن تر بیان شد.

اسیدها (اسید سالیسیلیک، اسید سولفوریک) و سلنیم به آن اضافه و به‌خوبی تکان داده شد. بعد از دو ساعت، لوله‌ها را به‌مدت دو ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و بعد از خنک‌شدن سه مرتبه و هر بار یک میلی‌لیتر آب اکسیژنه به آنها اضافه شد. لوله‌ها سپس در ۳۳۰ درجه سانتی‌گراد و تا زمانی که رنگ عصاره بیرنگ یا زرد کم‌رنگ شود حرارت داده شدند. پس از خنک‌شدن محلول‌ها مقدار ۴۸/۳ میلی‌لیتر آب مقطر به آنها اضافه شد. مقدار نیتروژن با استفاده از عمل تقطیر با اسید بوریک و هیدروکسید سدیم اندازه‌گیری شد. میزان فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم با دستگاه فلیم‌فتومتر پس از آماده‌سازی نمونه طبق دستورالعمل AOAC (2006) و به‌ترتیب در طول موج‌های ۴۷۰، ۷۶۶/۵، ۴۲۲/۷ و ۲۸۵/۲ نانومتر محاسبه شد (Waling *et al.*, 1989).

اندازه‌گیری عناصر کم مصرف

برای اندازه‌گیری عناصر کم‌مصرف آهن، منگنز، مس، روی و بور از روش هضم خشک و ترکیب با اسید کلریدریک استفاده شد (AOAC, 2006; Waling *et al.*, 1989). به این منظور دو گرم نمونه گیاه خشک شده توزین کرده و در کوره با حرارت معمولی قرار گرفت. درجه حرارت کوره به‌تدریج و در عرض دو ساعت به ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد و بین ۴-۸ ساعت در این حرارت نگه‌داشته شد. بعد از خنک‌شدن خاکستر با آب مقطر خیس شد و مقدار ۱۰ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک ۲ مولار به آن اضافه شد و بوتله‌های چینی روی حمام آبی با ۸۰ درجه سانتی‌گراد تا زمانی



شکل ۱. منحنی استاندارد گالیک اسید جهت اندازه‌گیری فنول کل

Figure 1. Gallic acid standard curve for total phenol measurement

تجزیه آماری

آمار توصیفی محتوی خواص فیتوشیمیایی و عناصر غذایی در رویشگاه‌های اصلی و مزرعه و نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون کلموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. بررسی رابطه بین ویژگی‌های غذایی و پاداکسایشی با فراسنجه‌های اقلیمی و خاکی با استفاده از تجزیه همبستگی کانونیک انجام شد. تعیین تعداد متغیرهای کانونیک و انتخاب ضرایب همبستگی کانونیک مناسب بر مبنای مقادیر تصحیح‌شده بر اساس آزمون ویلکس لامبدا و معیار Redundancy صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. محاسبات مربوط به تجزیه همبستگی کانونیک با استفاده از نرم افزار SPSS V.21 و از طریق مسیر Syntax-MANOVA انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی ارزش غذایی و ظرفیت پاداکسایشی گونه‌های والک

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل رشد جمعیت‌های والک و مزرعه کرج در جدول ۲ آورده شده است. حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی صفات مورد بررسی در بافت (برگ و اندام زایشی) هشت جمعیت از دو گونه والک ایرانی در جدول ۳ آورده شده است. مقدار عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف و ویژگی‌های پاداکسایشی در جمعیت‌های مختلف دو گونه والک ایرانی در رویشگاه‌های اصلی و مزرعه به ترتیب در جدول‌های ۴ و ۵ ذکر شده است. مقدار این عناصر در ۸ جمعیت والک از دو گونه در رویشگاه اصلی و مزرعه و در اندام‌های برگ و قسمت زایشی (گل‌آذین) تنوع زیادی نشان داد (جدول ۴).

نتایج نشان داد میزان نیتروژن در نمونه‌های برگ گونه *A. akaka* S.G. Gmelin جمعیت جوانرود در شرایط مزرعه (۵۵۵۳ mg/100g DW) نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود؛ اما با نمونه‌های برگ *A. akaka* S.G. Gmelin جوانرود در رویشگاه، گل‌آذین گونه

A. akaka S.G. Gmelin جوانرود، برگ گونه *A. akaka* S.G. Gmelin جمعیت ماری در شرایط مزرعه، برگ و گل‌آذین طالقان گونه *A. elburzense* W. در شرایط مزرعه و برگ گونه *A. elburzense* W. جمعیت لواسان در شرایط مزرعه تفاوت معنی‌داری نداشت. بر اساس نتایج به‌دست آمده مقدار فسفر در دو گونه *A. akaka* S.G. Gmelin و *A. elburzense* W. ۵۳ تا ۱۰۷ mg/100g DW بود (جدول ۳) و بیشترین مقدار فسفر در گونه *A. elburzense* W. در گل‌آذین جمعیت الموت و در مزرعه (با میانگین ۱۸۷ mg/100g DW) به‌دست آمد (جدول ۴). مقدار فسفر در سبزی‌های تره‌فرنگی، پیاز، پیازچه، سیر و موسیر به ترتیب برابر با ۳۵، ۲۹، ۵۸، ۱۵۳ و ۶۰ mg/100g DW گزارش شده است (USDA, 2016). مقدار پتاسیم در نمونه‌های برگ گونه‌ی *A. elburzense* W. جمعیت الموت در شرایط مزرعه (۵۳۳ mg/100g DW) نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود؛ اما با نمونه‌های گل‌آذین همین جمعیت در مزرعه و برگ و گل‌آذین جمعیت بیجار از گونه *A. akaka* S.G. Gmelin در مزرعه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). میزان پتاسیم در دو گونه والک مورد تحقیق، بین ۱۹۷ تا ۵۳۳ mg/100g DW بود (جدول ۳)، که این مقدار در تره‌فرنگی، پیاز، پیازچه، سیر و موسیر به ترتیب برابر با ۱۸۰، ۱۴۶، ۲۹۶، ۴۰۱ و ۳۳۴ mg/100g DW گزارش شده است (USDA, 2016). مقدار کلسیم در دو گونه والک بین ۱۵۹ تا ۲۵۲ mg/100g DW به‌دست آمد (جدول ۳) و در مقایسه با سایر آلیوم‌های مهم تحت کشت (به ترتیب در تره‌فرنگی، پیاز، پیازچه، سیر و موسیر برابر با ۵۹، ۲۳، ۹۲، ۱۸۱ و ۳۷ mg/100g DW) مقدار بالایی می‌باشد (USDA, 2016). بر اساس گزارش USDA (2016) محصولات دارای بیشترین مقدار کلسیم شامل برگ‌های نوعی کاهو^۱ (۴۲۹ mg/100g DW)، برگ انگور (۳۶۳ mg/100g DW)، چای مکزیکی^۲ (۲۷۵ mg/100g DW)، برگ تاج‌خروس (۲۱۵ mg/100g DW) و خردل (۲۱۰ mg/100g DW)

1. Fireweed

2. Epazote, Mexican-tea

می‌باشند، بنابراین دو گونه والک مورد بررسی در این تحقیق را می‌توان در جمع شش محصول دارای بالاترین مقدار کلسیم قرار داد. کلسیم یکی از عناصر معدنی ضروری برای حفظ سلامت استخوان‌ها و دندان‌هاست و برای عملکرد مطلوب سلول‌های بدن، فعالیت کلیه‌ها، انعقاد خون و عملکرد آنزیم‌ها لازم است. کلسیم نقش مهمی در حفظ تراکم بهینه بافت استخوان، جلوگیری از پوکی دندان و استخوان، افزایش رشد و استحکام اسکلت بدن در سنین کودکی و نوجوانی

می‌باشند، بنابراین دو گونه والک مورد بررسی در این تحقیق را می‌توان در جمع شش محصول دارای بالاترین مقدار کلسیم قرار داد. کلسیم یکی از عناصر معدنی ضروری برای حفظ سلامت استخوان‌ها و دندان‌هاست و برای عملکرد مطلوب سلول‌های بدن، فعالیت کلیه‌ها، انعقاد خون و عملکرد آنزیم‌ها لازم است. کلسیم نقش مهمی در حفظ تراکم بهینه بافت استخوان، جلوگیری از پوکی دندان و استخوان، افزایش رشد و استحکام اسکلت بدن در سنین کودکی و نوجوانی

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی مزرعه و رویشگاه‌های هشت جمعیت وحشی از دو گونه والک (*Allium* sp.) همراه با فراسنجه‌های اقلیمی
Table 1. Geographical characteristics of field and habitat of eight wild accessions of two Valak species (*Allium* sp.) along with climatic parameters

Species	Province-Region	Altitude (m)	Longitude	Latitude	AminT (°C)	AmaxT (°C)	AT (°C)	TP (mm)	DMT	Climate
<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Kermanshah-Javanrood	1997	46°44'	34°29'	5.5	18.6	13.3	610	17.18	Cold mediterranean
<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Kurdistan-Bijar	2022	47°36'	35°52'	4.5	17.4	12.5	347.7	26.9	Cold and semi-arid
<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Zanjan-Sohrein	2280	47°31'	36°58'	4.2	17.6	10.5	328	22.75	Semi-arid and ultracold
<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Zanjan-Mari	2360	47°29'	36°55'	4.1	17.4	10	326.7	24	Semi-arid and ultracold
<i>Allium elburzense</i> W.	Qazvin-Alamot	2330	50°09'	36°21'	4.2	16.5	10.5	483	17	Semi-wet and cold
<i>Allium elburzense</i> W.	Alborz-Taleghan	2175	50°49'	36°12'	4.7	17.4	11.4	471	16.29	Cold mediterranean
<i>Allium elburzense</i> W.	Alborz-Kalha	2454	51°17'	36°44'	4.3	15.7	11.8	411.2	37.87	Semi-wet and cold
<i>Allium elburzense</i> W.	Tehran-Lavasan	2182	52°05'	35°59'	4.5	15.3	11.4	286.5	14	Moderate mountain
Field site	Alborz-Karaj	1348	51°10'	35°41'	9.1	23.4	15.5	252.3	10.7	Semi-arid with cold winter

AminT= میانگین حداقل دمای سالیانه، AmaxT= میانگین حداکثر دمای سالیانه، AT= میانگین دما، بارندگی کل، DMT= روزهای با حداکثر دمای صفر و پایین‌تر
AminT= Average of minimum temperature (°C), AmaxT= Average of maximum temperature (°C), AT= Average of temperature (°C), TP= Total precipitation (mm), DMT= Days with maximum temperature equal 0 and below.

جدول ۲. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک رویشگاه‌های اصلی و مزرعه

Table 2. Some of soil physical and chemical properties of the natural habitat and field

Sites	Depth (cm)	SSP (%)	EC (dS/m)	pH	TNV (%)	OC (%)	OM (%)	P (ava) (mg/kg)	K (ava) (mg/kg)	N (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Javanrood	0-30	21.5	0.592	7.01	2.6	0.73	1.3	15.2	94	0.075	71	24	5	Sandy-loam
Bijar	0-30	22	0.535	7.88	2.5	0.28	0.49	2	189	0.025	86	8	6	Loamy- Sand
Sohrein	0-30	23	0.561	7.2	2.6	0.81	1.13	14.7	116	0.084	65	21	14	Sandy-loam
Mari	0-30	27	0.512	7.62	2.9	0.62	1.06	13.6	238	0.062	58	32	10	Sandy-loam
Alamot	0-30	26	0.817	7.52	2.9	1.03	0.95	19.5	115	0.105	69	22	9	Sandy-clay-loam
Taleghan	0-30	24	0.931	7.03	2.6	0.94	0.8	23.6	144	0.09	60	30	10	Sandy-loam
Kalha	0-30	31	1.376	7.09	2.3	1.64	2.83	11.8	116	0.182	70	20	10	Sandy-loam
Lavasan	0-30	23	0.668	7.69	4.1	0.87	1.5	6.8	89	0.087	86	10	4	Loamy- Sand
Field	0-30	42	2.318	7.65	9.4	0.83	1.83	28.4	376	0.101	34	40	26	Loamy

SSP= درصد اشباع خاک، TNV= مقدار مواد خنثی‌شونده کل، OC= کربن آلی، OM= مواد آلی.

SSP= Soil saturation percentage, TNV= Total neutralizing value, OC= Organic carbon, OM= Organic matter.

*= Available

جدول ۳. آمار توصیفی مقدار وزن خشک (mg)، خاکستر (%)، فنل کل (g AGE/ kgFW)، ویتامین ث (mg/100g FW)، ظرفیت

پاداکسایشی (g AAE/ kgFW) و عناصر غذایی (mg/100g DW) در جمعیت‌های والک ایرانی در مزرعه

Table 3. Descriptive statistics of dry weight (mg), ash (%), total phenol (g AGE/kgFW), ascorbic acid (mg/100g FW), antioxidant activity (g AAE/kgFW) and nutrition elements (mg/100g DW) in Valak populations on the field

Traits	Minimum	Maximum	Mean	Standard deviation	Skewness	Kurtosis
Dry weight	10.01	11.52	10.68	0.46	0.52	-0.71
Ash	0.98	1.4	1.2	0.10	-0.25	0.36
Phenol	1.73	2.9	2.18	0.25	0.65	0.53
Ascorbic acid	5.77	8.94	7.06	0.86	0.28	-1.04
Antioxidant activity	1.85	3.07	2.43	0.27	0.54	0.12
N	2390	5553	4297.2	997.96	-0.62	-0.98
P	53	107	75.47	16.87	0.25	-0.99
K	197	533	372.8	98.18	-0.12	-0.72
Ca	159	252	214.6	23.86	-0.55	0.77
Mg	19	58.2	38.44	11.29	0.01	-0.69
Fe	0.85	1.69	1.23	0.2	0.84	1.75
Mn	0.14	0.98	0.59	0.09	0.11	-0.88
Zn	0.44	1.12	0.66	0.21	1.01	0.22
Cu	0.06	0.21	0.14	0.07	-0.78	0.65
B	0.31	1.01	0.48	0.19	1.96	3.48

(پیازهای قرمز، زرد و سفید) جمع‌آوری شده از مناطق مختلف کشور اسلواکی را مورد بررسی قرار دادند و مقدار فنل کل در برگ این گونه‌ها در بازه ۰/۴۴ تا ۱/۵۹ g GAE kg^{-1} FW گزارش شد. همچنین مقدار ظرفیت پادکسایشی در بازه ۱۲/۲۹ تا ۷۶/۵۷ درصد به روش DPPH به‌دست آمد. بنابراین گونه‌های والک در مقایسه با سایر گونه‌های مطالعه‌شده از این جنس، از ویژگی‌های پاداکسایشی و غذایی بالاتری برخوردار بودند. تأثیر رویشگاه بر میزان ترکیبات غذایی در گیاهان مختلف بررسی شده است که در اکثر موارد بر نقش رویشگاه به‌عنوان عامل تأثیرگذار در تجمع این ترکیبات تأکید شده است (Srivastava & Shym, 2002; Hemati *et al.*, 2006). با این وجود این تأثیرات کمتر مورد تجزیه و تحلیل همه‌جانبه قرار گرفته است. سبک‌بودن خاک، زهکشی بالا، بارش‌های جوی و فرسایش بالا در ارتفاعات رویشگاه‌های اصلی سبب شسته‌شدن عناصر از محیط رشد والک شده است و مقدار این عناصر نسبت به مزرعه کمتر بوده است و در مقابل خاک مزرعه، حاکی حاصلخیز (لومی) بود و کمتر در معرض شست و شوی قرار داشت. گیاه در رویشگاه اصلی در مقایسه با مزرعه با تنش‌های زنده و غیر زنده‌ی بیشتری روبروست در نتیجه مقدار بیشتر ترکیبات دفاعی گیاه از جمله پاداکسنده‌ها قابل انتظار است؛ در اینجا مشاهده گردید که مقدار اسید آسکوربیک به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین پاداکسنده‌های گیاه در رویشگاه اصلی بیشتر از مزرعه بود. تغییرات اقلیمی سالانه یا منطقه‌ای، مقدار و طول زمان جذب عناصر غذایی گیاه را تغییر می‌دهند. در شرایط رطوبتی و دمایی مطلوب، به‌دلیل رشد سریع‌تر، نیاز گیاه به عناصر غذایی در اوایل فصل رشد بیشتر است (Overman & Scholtz, 2011). Yoldas *et al.* (2011) اثر شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک (شامل عناصر غذایی، بافت، pH، EC و ...) بر مقدار عناصر معدنی پرمصرف و کم‌مصرف، در سوخ پیاز را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند با افزایش مقدار مواد آلی خاک تا ۴۰ تن در هکتار، مقدار پتاسیم در سوخ پیاز افزایش معنی‌داری نشان داده است. مقدار جذب عناصر توسط گیاه و تجمع آنها در اندام‌های گیاه، متأثر از در دسترس‌بودن عنصر در محیط (خاک، آب و هوا)،

Ebrahimi *et al.* (2008) در پژوهشی عناصر معدنی (پتاسیم، سدیم، منیزیم، آهن، مس، روی و منگنز) ۱۷ توده موسیر را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که گیاه موسیر بومی ایران از نظر عمده عناصر غذایی، به‌عنوان یک محصول با ارزش و مغذی مطرح است و توصیه شده که در رژیم غذایی انسان قرار گیرد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین مقدار خاکستر و وزن خشک در جمعیت طالقان در گونه *A. elburzense* W. و در مزرعه مشاهده شد (جدول ۵). Ebrahimi *et al.* (2008) مقدار خاکستر سوخ موسیر در ۱۷ جمعیت وحشی را بین ۰/۶۲ تا ۱/۵۴ درصد (با میانگین ۰/۸۴ درصد) گزارش کردند. دو گونه والک مورد مطالعه در این تحقیق در مقایسه با سایر آلیوم‌های خوراکی و تحت کشت غالب در دنیا و ایران، از نظر مجموع عناصر غذایی مهم (USDA, 2016) در وضعیت مطلوبی قرار داشتند. مقدار ترکیبات فنلی کل در دو گونه والک در محدوده ۱/۷۳ تا ۲/۹ و با میانگین $2/188 \text{ g GAE kg}^{-1}$ FW به‌دست آمد. Milcek *et al.* (2015) میانگین مقدار ترکیبات فنلی در ۹ واریته پیاز را به‌طور میانگین $1/53 \text{ g GAE kg}^{-1}$ FW گزارش کردند. میانگین مقدار اسید آسکوربیک در گونه‌های والک $7/06 \text{ mg}/100 \text{ g FW}$ بود (جدول ۳) و بیشترین مقدار اسید آسکوربیک در برگ و گل‌آذین جمعیت ماری گونه *A. akaka* S.G. Gmelin در رویشگاه اصلی به‌دست آمد (جدول ۵). Rupasinghe *et al.*, (2006) مقدار اسید آسکوربیک را در واریته‌های سیر و پیاز به‌ترتیب ۵/۷۵ و $4/69 \text{ mg}/100 \text{ g FW}$ گزارش کردند. نتایج آمار توصیفی نشان داد که میانگین ظرفیت پاداکسندگی گونه‌های والک $2/43 \text{ g AAE/kg FW}$ بود (جدول ۳) و بیشترین ظرفیت پاداکسندگی نیز همانند فنل کل و اسید آسکوربیک در اندام‌های برگ و گل‌آذین جمعیت ماری گونه *A. akaka* S.G. Gmelin در رویشگاه اصلی مشاهده شد (جدول ۵). محققان مقدار ظرفیت پاداکسندگی واریته‌های مختلف پیاز در ترکیه را در محدوده ۱/۴۶ تا $1/83 \text{ g AAE/kg FW}$ گزارش کردند (Milcek *et al.*, 2015). Lenkova *et al.* (2016) فنل کل و ظرفیت پاداکسایشی چند گونه از جنس *Allium* شامل *A. sativum* (سیر)، *A. schoenoprasum* (پیاز کوهی)، *A. ursinum* (Ramson) و *A. cepa*

بالا و میزان بارش‌های جوی متفاوت، در انواع شیب‌های شمالی، جنوبی، شرقی و غربی و شرایط فیزیکی متفاوت خاک در این بررسی، یافت شد. فراسنجه‌های اقلیمی شامل میانگین دمای سالیانه، میانگین حداقل دمای سالیانه، میانگین حداکثر دمای سالیانه، بارندگی کل، ارتفاع از سطح دریا، pH، هدایت الکتریکی (EC)، پتاسیم، نیتروژن و فسفر خاک بودند. نتایج تجزیه همبستگی متعارف نشان داد چهار متغیر اول از میان ۷ متغیر کانونیک به‌دست‌آمده بر اساس آزمون لامبدا و پیلکس معنی‌دار شدند که همبستگی کانونیک تصحیح‌شده آنها به ترتیب ۰/۹۹، ۰/۹۹، ۰/۹۹ و ۰/۹۲ بود (جدول ۶). همبستگی‌های کانونیک تصحیح‌شده در واقع برآوردهای نارایب تقریبی از همبستگی‌های کانونیک می‌باشند (Sharma, 1996). توان دوم همبستگی‌های کانونیک بیانگر مقدار واریانس متغیر کانونیک یک گروه (فراسنجه‌های اقلیمی) است که توسط متغیر کانونیک گروه دوم (عناصر غذایی) توجیه می‌شود. این مقدار برای متغیرهای اول تا چهارم به ترتیب برابر با ۰/۹۷، ۰/۹۳، ۰/۸۸ و ۰/۸۱ بودند.

برهمکنش عناصر نسبت به یکدیگر، فیزیولوژی گیاه، مرحله رشد گیاه، نقش آن عنصر در چرخه رشد و متابولیسم گیاه و نوع اندام خواهد بود (Agudelo & Casierra-Posada, 2004; Akoun, 2005; Ouda & Mahadeen, 2008). گل‌آذین والک به‌عنوان ادویه پس از خشک‌شدن، برای تزئین غذا و همچنین در تهیه ترشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌طور کلی، قسمت عمده تجمع عناصر غذایی در گیاه بین مراحل گلدهی تا رسیدن دانه یا میوه اتفاق می‌افتد. نتایج نشان داد این سبزی از نظر بسیاری از عناصر غذایی پر مصرف و کم‌مصرف و ظرفیت پاداکسایش از ارزش بالایی برخوردار است و می‌توان مصرف آن را به‌عنوان یک سبزی با ارزش غذایی بالا توصیه نمود.

تجزیه همبستگی کانونیک بین فراسنجه‌های غذایی، پاداکسایشی و فراسنجه‌های اقلیمی

بر اساس مشاهدات انجام‌شده نمونه‌های والک در شرایط محیطی و اقلیمی متفاوتی قادر به رشد و تکثیر هستند. والک در طیفی از طول و عرض جغرافیایی، در اقلیم‌های مختلف سرد و معتدل با ارتفاع ۱۸۰۰ متر به

جدول ۴. مقایسه میانگین عناصر غذایی (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) برگ و گل‌آذین ۸ جمعیت از دو گونه والک ایرانی در رویشگاه اصلی و مزرعه

Table 4. Means comparison of nutrients (mg/100 g DW) of leaf and inflorescence of eight populations of two Valak species in origin habitat and field conditions

Region	Species	Population	Organ	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Origin habitat	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Javanrood	Leaf	5206a	53h	414b-d	201d-f	46.7e-g	1.69a	0.47e-f	0.46cd	0.12e-g	0.31ef
			Inflorescence	4632b-e	95c-e	414b-d	184fg	29.1jk	0.89e-g	0.27fg	0.46cd	0.11e-g	0.38d-f
	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Bijar	Leaf	2390jk	92c-e	197gh	188fg	27.3jk	1.61a	0.98a	0.72bc	0.156c-e	0.23f
			Inflorescence	2149jk	108bc	182h	179fg	28jk	1.08d-f	0.63cd	0.73bc	0.15de	0.42d-f
	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Sohrein	Leaf	2955g-i	53h	253e-h	207de	19l	1.2c-e	0.37ef	0.56cd	0.06g	0.43d-f
			Inflorescence	2076k	93c-e	272e-g	203d-f	32.5ij	1.49ab	0.27fg	0.53cd	0.05g	0.57cd
	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Mari	Leaf	4553b-f	63f-h	423bc	159h	31.1ij	1.25c-e	0.89ab	0.91ab	0.14d-f	0.39d-f
			Inflorescence	4301c-g	84d-g	395c-a	187fg	36h-j	0.94d-f	0.45ef	0.94ab	0.14ef	0.4c-f
	<i>Allium elburzense</i> W.	Alamot	Leaf	3244f-h	73e-g	274e-g	211de	47.4e-g	1.3cd	0.75cd	0.70bc	0.14d-f	0.44d-f
			Inflorescence	2576i-k	112b	241e-h	219cd	59.5ab	1.17de	0.49d-f	0.64b-d	0.15c-e	0.41d-f
	<i>Allium elburzense</i> W.	Taleghan	Leaf	4775b-d	57gh	432bc	234bc	34h-j	1.14de	0.14g	0.69b-d	0.15de	0.36d-f
			Inflorescence	3770e-g	64f-h	316d-f	227bc	40.2g-i	0.83e-h	0.39ef	0.58cd	0.11e-g	0.35d-f
<i>Allium elburzense</i> W.	Kalha	Leaf	3191f-h	95c-e	266e-g	252a	39g-i	0.85e-g	0.66de	0.69bc	0.12e-g	0.39d-f	
		Inflorescence	2282ik	108bc	301d-f	215c-e	50.2c-e	0.72f-h	0.49d-f	0.65b-d	0.12e-g	0.31ef	
<i>Allium elburzense</i> W.	Lavasan	Leaf	4015d-g	65f-h	366c-e	217c-e	45.8f-h	0.96d-g	0.58c-e	0.51cd	0.13ef	0.30ef	
		Inflorescence	3269f-h	80d-g	392c-e	201d-f	53.9cd	0.81f-h	0.51c-e	0.47cd	0.14ef	0.29f	
Field	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Javanrood	Leaf	5553a	69e-h	311d-f	205d-f	53.2c-e	1.24c-e	0.50c-e	1.01a	0.17b-d	0.33ef
			Inflorescence	5491a	88d-f	445bc	193e-g	42f-i	0.93d-f	0.38ef	0.87ab	0.19ab	0.45c-e
	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Bijar	Leaf	4720b-d	77e-g	520a	209de	34.7g-j	1.32bc	0.63cd	1.12a	0.17b-d	1.01a
			Inflorescence	4315d-f	119b	507a	195e-g	61.9ab	0.74f-h	0.56de	0.93ab	0.15c-e	1.05a
	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Sohrein	Leaf	4352d-f	59gh	418cd	221c-e	36.7g-i	1.22c-e	0.88ab	0.58cd	0.14d-f	0.84b
			Inflorescence	3936e-g	82d-g	389c-e	214de	45.1f-h	0.77f-h	0.7cd	0.71bc	0.13ef	0.87b
	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Mari	Leaf	5121a	84d-g	425cd	213de	22.5l	1.13d-f	0.97a	0.46cd	0.21a	0.47c-e
			Inflorescence	3675e-h	102b-d	396c-e	210de	47e-g	0.85e-g	0.89ab	0.66b-d	0.19ab	0.39d-f
	<i>Allium elburzense</i> W.	Alamot	Leaf	3388f-h	107bc	533a	239ab	43.9f-h	1.19c-e	0.47d-f	0.57cd	0.15c-e	0.56cd
			Inflorescence	3150f-h	187a	468ab	228bc	57.5bc	0.79f-h	0.55de	0.49cd	0.14d-f	0.53cd
	<i>Allium elburzense</i> W.	Taleghan	Leaf	5314a	86d-f	353de	202d-f	33.3h-j	1.17c-e	0.44ef	0.44cd	0.13e-g	0.43d-f
			Inflorescence	4943ab	112b	421bd	200ef	46.1e-h	0.88e-g	0.43ef	0.41d	0.11fg	0.34ef
	<i>Allium elburzense</i> W.	Kalha	Leaf	4577c-f	93c-e	341d-f	235bc	58.2ab	1.06d-f	0.30e-g	0.44cd	0.14d-f	0.52cd
			Inflorescence	4240d-f	107bc	375c-e	217c-e	64.4a	0.68h	0.4ef	0.43cd	0.13ef	0.49c-e
	<i>Allium elburzense</i> W.	Lavasan	Leaf	5119ab	71e-g	432bc	243a	49.6e-g	1.1d-f	0.48ef	0.52cd	0.15c-e	0.38d-f
			Inflorescence	4690b-f	85d-g	419b-d	240ab	51d-f	0.93e-g	0.51de	0.48cd	0.14d-f	0.36d-f

در هر ستون اعداد دارای یک حرف مشابه، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means followed by the same letter in each column are not significantly different.

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی برگ و گل آذین ۸ جمعیت از دو گونه والک ایرانی در رویشگاه اصلی و مزرعه

Table 5. Means comparison of physiologic and biochemical traits of leaf and inflorescence of eight populations of two Valak species in origin habitat and field conditions

Region	Species	Population	Organ	Dry weight (mg)	Ash (%)	Phenol (g AGE/kgFW)	Ascorbic acid (mg/100g FW)	Antioxidant activity (g AAE/kg FW)
Origin habitat	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Javanrood	Leaf	9.53g	0.98ef	1.95a	7.06c-e	2.35cd
			Inflorescence	10.5cd	0.95ef	2.18c-e	7.82b-d	2.51b-d
	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Bijar	Leaf	10.21de	1.02d-f	2.35b-d	7.93b-d	2.67b-d
			Inflorescence	11b	1.11d-f	2.41b-d	8.01b-d	2.52b-d
	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Sohrein	Leaf	9.73fg	0.94ef	2.08c-e	6.85c-e	2.17de
			Inflorescence	11.02b	0.99ef	2.32b-d	6.97c-e	2.38cd
	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Mari	Leaf	10.29de	0.95ef	2.52a-c	8.94a	2.95ab
			Inflorescence	9.76fg	1.01d-f	2.9a	8.39ab	3.07a
	<i>Allium elburzense</i> W.	Alamot	Leaf	10.63cd	1.02d-f	2.47b-d	8.16ab	2.77a-d
			Inflorescence	9.93ef	0.89f	2.1c-e	7.65b-d	2.34cd
	<i>Allium elburzense</i> W.	Taleghan	Leaf	11.52a	1.18c-e	2.18c-e	6.71c-f	2.29cd
			Inflorescence	10.65cd	1.05d-f	1.99de	6.59d-e	2.3cd
<i>Allium elburzense</i> W.	Kalha	Leaf	10.31de	0.91f	2.28b-d	6.31d-e	2.17de	
		Inflorescence	10.31de	1.03d-f	2.15c-e	7.39c-e	2.6b-d	
<i>Allium elburzense</i> W.	Lavasan	Leaf	10.04ef	1d-f	2.07c-e	6.82c-e	2.39cd	
		Inflorescence	10.12ef	1.06d-f	1.97de	6.15ef	1.85e	
Feild	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Javanrood	Leaf	10.29de	1.16b-e	2.57a-c	8.09b-d	2.75b-d
			Inflorescence	10.7ef	1.22a-c	2.26b-d	7.42c-e	2.42cd
	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Bijar	Leaf	10.55cd	1.13c-e	2.49b-d	8.11b-d	2.67b-d
			Inflorescence	11.02b	1.1c-e	2.31b-d	6.23ef	2.17de
	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Sohrein	Leaf	10.21de	1.21a-c	2.17ce	7.25c-e	2.33cd
			Inflorescence	10.94bc	1.26a	2.45b-d	7.95b-d	2.59b-d
	<i>Allium akaka</i> S.G. Gmel.	Mari	Leaf	10.28de	1.15b-e	1.98de	6.29ef	2.47cd
			Inflorescence	10.91bc	1.23ab	2.07c-e	6.51d-e	2.65b-d
	<i>Allium elburzense</i> W.	Alamot	Leaf	10.63cd	1.19b-e	1.89de	6.08ef	2.18de
			Inflorescence	10.27de	1.07d-f	2de	5.9f	2.19de
	<i>Allium elburzense</i> W.	Taleghan	Leaf	11.52a	1.31a	1.85de	5.82f	2.3cd
			Inflorescence	11.5a	1.28a	1.97de	6.57df	2.24cd
<i>Allium elburzense</i> W.	Kalha	Leaf	10.31de	1.14c-e	1.73e	5.77f	2.16de	
		Inflorescence	11.06b	1.16c-e	2.38b-d	7.81b-d	3.02a	
<i>Allium elburzense</i> W.	Lavasan	Leaf	10.04ef	0.98ef	2.04de	6.35ef	2.35cd	
		Inflorescence	10.52cd	1.09c-e	1.96de	6.18ef	2.13de	

در هر ستون اعداد دارای یک حرف مشابه، تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

Means followed by the same letter in each column are not significantly different.

جدول ۶. همبستگی‌های کانونیک بین فراسنجه‌های اقلیمی و عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف در والک

Table 6. Canonical correlations between climatic parameters and micronutrients and macronutrients in Valak

Raw	Canonical correlation	Corrected canonical correlation	Canonical correlation square	Wilks' lambda
1	0.99	0.99	0.97	0.04**
2	0.99	0.99	0.93	0.19**
3	0.99	0.99	0.88	0.23**
4	0.96	0.92	0.81	0.38*
5	0.92	0.83	0.52	0.58 ^{ns}
6	0.84	0.67	0.26	0.63 ^{ns}
7	0.39	0.17	0.07	0.86 ^{ns}

برخوردار بود. این عدم تطابق نتایج در مورد آزمون ویلکس لامبدا و معیار Redundancy به دلیل اندازه نمونه می‌باشد (Shokrpour *et al.*, 2008). تحلیل همبستگی کانونیک، یکی از متداول‌ترین روش‌های تحلیل چند متغیره بوده و هدف آن تعیین ارتباط خطی بین متغیرهای چند بعدی است (Borga, 1998; Nash & Chaloud, 2002). در این روش در نظر گرفتن یک مجموعه از متغیرها به عنوان متغیرهای مستقل و مجموعه دیگر به عنوان متغیر وابسته

به عبارت دیگر ۰/۹۷ درصد تغییرات اولین متغیر کانونیک عناصر غذایی توسط اولین متغیر کانونیک شرایط محیطی توجیه می‌شود (جدول ۷). معیار Redundancy به عنوان یک معیار کاربردی برای متغیرهای کانونیک اول تا چهارم مشخص کرد که به ترتیب ۴۲، ۳۱، ۳۳ و ۱۶ درصد واریانس عناصر غذایی توسط فراسنجه‌های اقلیمی توجیه می‌شود. بر اساس این معیار برخلاف نتایج آزمون ویلکس لامبدا، متغیر سوم از اهمیت بیشتری نسبت به متغیر دوم

بیشترین اثرات مثبت و میانگین حداقل دما و نیتروژن خاک بیشترین اثر منفی را در تشکیل متغیر دوم داشته است و در بین فراسنجه‌های غذایی، فنل کل، اسید آسکوربیک، ظرفیت پاداکسایشی و منیزیم بیشترین اثر مثبت را داشته است (جدول ۷).

همان‌طور که نتایج نشان داد ظرفیت پاداکسایشی گیاه که نتیجه ترکیبات پاداکسنده همانند اسید آسکوربیک، فنل‌ها، فلاونوئیدها و آنزیم‌های پاداکسنده می‌باشد، هم در صورت کاهش حداقل میانگین دما و هم افزایش آن، افزایش یافت. گزارش محققان بیانگر این است که ارتباط بسیار بالایی بین مقدار فنل کل به‌دست‌آمده به روش معرف فولین سیوکالتیو و فعالیت پاداکسایشی رادیکال‌های آزاد دی‌فنیل پیکریل هیدرازیل وجود دارد (Madhujith *et al.*, 2006). براساس این نتایج می‌توان گفت که تنش‌های دمایی پائین و بالا و افزایش زیاد EC و pH سبب افزایش خواص پاداکسندگی بافت برگ والک می‌شود که عنصر فسفر نقش مهمی در آن دارد. در اینجا تنها ضرایب کانونیک بزرگتر از یک در تفسیر نتایج مورد استفاده قرار می‌گیرند (Pahlavani *et al.*, 2009). در ضرایب کانونیک استاندارد شده متغیر سوم در بین فراسنجه‌های اقلیمی، میانگین حداقل دما، نیتروژن خاک و pH بیشترین اثر مثبت و میانگین حداکثر دما و میانگین دمای سالانه بیشترین اثر منفی را نشان دادند و در بین پارامترهای غذایی، منیزیم و نیتروژن بیشترین اثر مثبت و فسفر بیشترین اثر منفی را داشته‌اند. در متغیر چهارم در بین فراسنجه‌های اقلیمی میانگین سالانه حداقل دما و فسفر خاک بیشترین تأثیر مثبت و میانگین حداکثر دما، EC و pH بیشترین اثر منفی را نشان دادند و در میان ویژگی‌های تغذیه‌ای پتاسیم، فسفر و کلسیم بیشترین اثر مثبت را داشتند (جدول ۷).

در ارتباط با بارهای کانونیک، مقادیر بزرگتر از ۰/۴ در تفسیر نتایج به‌کار رفت (Shokrpor *et al.*, 2008). در رابطه با بارهای کانونیک، اولین متغیر کانونیک با هیچ‌کدام از فراسنجه‌های اقلیمی همبستگی مثبت بالایی نداشت، ولی با فراسنجه‌های میانگین سالانه دما و هدایت الکتریکی همبستگی منفی نشان دادند. اولین متغیر کانونیک در میان

می‌تواند بسیار مفید باشد (Nash & Chaloud, 2002). از جمله امتیازات روش تحلیل همبستگی کانونیک در مقایسه با تحلیل همبستگی معمولی (OCA)^۱ این است که روش OCA به سیستم مختصاتی که در آن تعریف شده است، وابسته می‌باشد. این بدان معنی است که حتی اگر رابطه خطی قوی بین دو متغیر چند بعدی وجود داشته باشد، این ارتباط ممکن است با انتخاب سیستم مختصات استفاده‌شده در روش OCA دیده نشود، درحالی‌که در یک سیستم مختصات دیگر، این رابطه خطی میزان همبستگی بالایی را ارائه دهد. روش CCA سیستم مختصاتی را می‌یابد که در آن میزان همبستگی دارای مقدار بهینه است (Borga, 1998). در این تحقیق، برای درک بهتر تأثیر مناطق رشد والک‌های بومی ایران بر ویژگی‌های غذایی و پاداکسایشی، از تجزیه همبستگی کانونیک استفاده شد. این همبستگی بین ۱۵ صفت تغذیه‌ای در برگ والک و ۱۰ فراسنجه محیطی و اقلیمی مورد بررسی قرار گرفت. ضرایب کانونیک استاندارد شده مربوط به اولین متغیر کانونیک در عناصر معدنی نشان داد که میانگین حداقل دما و مقدار پتاسیم خاک بیشترین تأثیر مثبت و pH، میانگین سالیانه دما، میانگین حداکثر دما و EC بیشترین تأثیر منفی را در بین فراسنجه‌های اقلیمی، در تشکیل این متغیر کانونیک داشتند. مقدار این ضریب در اولین متغیر کانونیک مربوط به فراسنجه‌های غذایی و پاداکسایشی نشان داد اسید آسکوربیک، ظرفیت پاداکسایشی و پتاسیم با بیشترین اثر مثبت و منیزیم با بیشترین تأثیر منفی، بیشترین نقش را در تشکیل این متغیر کانونیک داشتند. در نتیجه با افزایش میانگین حداقل دما و مقدار پتاسیم خاک و کاهش pH، EC و میانگین دما در رویشگاه‌های والک، ظرفیت پاداکسایشی و مقدار پتاسیم بافت گیاه افزایش و در نتیجه ارزش تغذیه‌ای آن بالا می‌رود. ضرایب دومین متغیر کانونیک نتایج متفاوتی از متغیر اول نشان داد و مشاهده شد در متغیر دوم در بین فراسنجه‌های اقلیمی EC، pH، میانگین حداکثر دما، میانگین دما و فسفر خاک

برایند تمام شرایط، تعیین‌کننده مقدار جذب یک عنصر می‌باشد (Yoldas *et al.*, 2011)؛ که البته برخی گیاهان نیز برای جذب مواد غذایی، ساز و کارهای خاصی از قبیل اسیدی‌کردن محیط ریشه، ترشح سیدروفورها در محیط‌های قلیایی برای افزایش جذب عناصر کم مصرف به‌ویژه آهن را دارند (Chen *et al.*, 2014) که آنها نیز بر این مهم اثرگذار هستند. متغیر سوم با میانگین حداقل و حداکثر سالانه دما، و میانگین سالانه دما همبستگی مثبت و با ارتفاع از سطح دریا همبستگی منفی نشان داد و در بین عناصر با پتاسیم و نیتروژن همبستگی مثبت و با بور و آهن همبستگی منفی داشت. در نهایت متغیر چهارم در بارهای کانونیک با ارتفاع از سطح دریا و مقدار نیتروژن خاک همبستگی مثبت و با pH و فسفر خاک همبستگی منفی داشت، این متغیر با وزن خشک و مقدار کلسیم بافت برگ و آلک در بین پارامترهای غذایی همبستگی مثبت داشت (جدول ۷). در همبستگی کانونیک بین ویژگی‌های تغذیه‌ای و عوامل محیطی، بارهای کانونیک تفسیر متفاوتی نسبت به ضرایب کانونیک استاندارد شده نشان دادند. این تفاوت ناشی از وجود پدیده هم‌خطی بین داده‌ها است که باعث ناپایداری ضرایب کانونیک می‌شوند (Shokrpour *et al.*, 2008). قابل ذکر است که بارهای کانونیک، رابطه دو متغیره بین یک متغیر و متغیر کانونیک مربوطه با حذف اثر سایر متغیرها می‌باشند؛ درحالی‌که ضرایب کانونیک سهم هر متغیر را در تشکیل متغیر کانونیک مربوطه در حضور سایر متغیرها نشان می‌دهند از این رو Sharma (1996) پیشنهاد کرد که ضرایب کانونیک برای تعیین اهمیت هر متغیر در تشکیل متغیرهای کانونیک و بارهای کانونیک برای تعیین مفهوم آنها به‌کار برده شود. Salazara *et al.* (2011) فعالیت انواع آنزیم‌های خاک را تحت تأثیر عوامل محیطی جنگل در سیستم‌های مدیریتی متفاوت از طریق همبستگی کانونیک مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کردند که سه متغیر کانونیک اول معنی‌دار شدند و ضرایب کانونیک نشان داد که مواد شیمیایی و میکروارگانیزم‌های خاک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مدیریت خاک (بدون شخم، بدون خاک‌ورزی و تحت عملیات متداول کشاورزی) قرار دارد.

پارامترهای غذایی با مقدار ظرفیت پاداکسایشی کل همبستگی مثبت و با مقدار منیزیم و کلسیم همبستگی منفی نشان داد؛ یعنی با کاهش میانگین سالانه دما و شوری، ظرفیت پاداکسایشی افزایش و مقدار منیزیم و کلسیم بوته‌های والک نیز کاهش می‌یابد. متغیر کانونیک دوم در رابطه با بارهای کانونیک در میان فراسنجه‌های اقلیمی با ارتفاع از سطح دریا و pH همبستگی مثبت و با میانگین سالانه دما همبستگی منفی داشت. این متغیر در بین پارامترهای غذایی با مقدار فنل کل، ظرفیت پاداکسایشی، روی، آهن و پتاسیم همبستگی مثبت داشت؛ در نتیجه می‌توان گفت که با افزایش ارتفاع و pH خاک و کاهش میانگین دما مقدار عناصر روی، آهن و پتاسیم افزایش یافته است که منجر به افزایش ترکیبات دفاعی گیاه از نوع فنل‌ها و در نتیجه ظرفیت پاداکسایشی شده است. در ارتفاعات بالا، به دلیل مقدار بالای ریزش‌های جوی، دمای پائین و وزش باد، خاک در معرض فرسایش و تجزیه قرار دارد و در نتیجه رهاسازی عناصری از قبیل روی، پتاسیم و آهن بیشتر است که منجر به افزایش مقدار این عناصر در بافت برگ و گل‌آذین گونه‌های والک شده است. Ghasemi *et al.* (2011) با بررسی تأثیر فاکتورهای محیطی بر فعالیت پاداکسایشی و میزان فنل و فلاونوئید کل در گیاه گردو به این نتیجه رسیدند که بیشترین میزان فنل و ظرفیت پاداکسایشی در منطقه کوهستانی و کمترین میانگین دمای روزانه می‌باشد (Gariola *et al.*, 2010). با بررسی تأثیر ارتفاع‌های مختلف میزان فعالیت‌های پاداکسایشی و مقدار فنل و فلاونوئید کل در گیاه فاگوپیروم (*Fagopyrum tataricum*) نشان دادند که مقدار فنل و ظرفیت پاداکسایشی با افزایش ارتفاع از سطح دریا افزایش می‌یابد. اگرچه انتظار بر اینست که با افزایش مقدار pH، جذب عناصر کم‌مصرف مانند آهن کاهش پیدا کند، اما باید در نظر داشت که جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف تحت تأثیر چندین عامل مختلف شامل شکل در دسترس عنصر، اسیدیته خاک، نوع گیاه، دما، میزان رطوبت و ... قرار دارد که اثر هرکدام از این عوامل تحت تأثیر دیگر عامل‌ها قرار می‌گیرد و در نهایت

جدول ۷. ضرایب همبستگی کانونیک در چهار متغیر کانونیک اول (همبستگی کانونیک فراسنجه‌های اقلیمی و تغذیه‌ای والک)
Table 7. Canonical correlation coefficients in the first four canonical variables (canonical correlation of climatic parameters and mineral elements of Valak)

Traits	Standardized canonical coefficient				Canonical loads			
	1	2	3	4	1	2	3	4
AminT	9.269	-7.85	10.39	8.48	-0.245	-0.308	0.596	-0.124
AmaxT	-2.82	4.29	-1.27	-3.082	0.185	-0.313	0.601	-0.093
AT	-3.615	5.091	-1.18	-0.76	-0.543	-0.477	0.451	-0.16
TP	-0.007	0.02	-0.03	-0.01	-0.000	0.289	0.043	-0.195
ELV	-0.014	0.104	-0.057	0.005	0.267	0.491	-0.478	0.43
pH	-5.290	8.742	1.320	-1.587	0.077	0.458	0.213	-0.527
EC	-3.080	9.194	-0.692	-6.129	-0.512	0.087	-0.065	-0.128
Psoil	0.025	4.17	-0.055	7.801	0.325	0.347	0.096	-0.642
Ksoil	4.40	0.365	-0.818	-0.014	-0.179	0.36	0.033	0.089
Nsoil	-0.200	-1.21	7.201	-0.069	-0.149	0.25	-0.033	0.73
Dry weight	0.89	-0.039	-0.119	0.335	0.088	0.029	0.019	0.451
Ash	0.556	0.022	-0.851	-0.753	-0.152	0.030	0.395	0.391
Phenol	0.930	3.98	0.027	0.112	0.297	0.561	0.111	0.275
Asid ascorbic	1.08	1.243	0.147	-0.337	0.357	0.245	0.065	-0.002
Antioxidant	3.17	2.18	-0.005	0.28	0.670	0.691	-0.093	0.303
B	0.014	-0.038	-0.003	0.01	-0.044	0.336	-0.414	-0.155
Cu	0.017	0.02	-0.006	-0.004	-0.018	-0.119	0.206	-0.182
Zn	1.25	0.068	-0.002	0.021	-0.231	0.886	0.184	-0.197
Mn	-0.021	0.011	-0.009	0.013	-0.121	0.373	-0.371	0.24
Fe	1.002	-0.000	-0.002	-0.002	0.045	0.51	-0.403	-0.035
Mg	-3.88	1.39	5.64	-1.68	-0.733	0.079	0.15	-0.175
Ca	-0.586	-0.01	-0.242	1.853	-0.706	-0.149	0.201	0.455
K	1.737	0.244	-0.953	1.465	0.363	0.585	0.605	0.193
P	0.866	0.777	-2.12	1.49	-0.177	0.2	0.209	-0.135
N	-0.167	-0.164	2.186	-0.999	-0.158	0.389	0.772	-0.172

AminT= میانگین حداقل دمای سالیانه، AmaxT= میانگین حداکثر دمای سالیانه، AT= میانگین دما، TP= بارندگی کل، ELV= ارتفاع از سطح دریا، Psoil= فسفر خاک، Ksoil= پتاسیم خاک و Nsoil= نیتروژن خاک.

AminT= Average of minimum temperature, AmaxT= Average of maximum temperature, AT= Average of temperature, TP= Total precipitation, ELV= Height of sea level, Psoil= Soil phosphorus, Ksoil= Soil potassium, Nsoil= Soil nitrogen

نتیجه‌گیری کلی

(2016). نتایج نشان داد پارامترهای مختلفی (منطقه و اقلیم، گونه و نوع اندام) بر ویژگی‌های غذایی والک اثرگذار هستند که بررسی هرکدام از آنها به‌تنهایی و یا چند مورد از آنها، منجر به نتیجه مطلوب نمی‌گردد. نتایج بررسی تجزیه همبستگی متعارف بین فراسنجه‌های اقلیمی و غذایی در بافت گیاه والک نشان داد که میزان هر عنصر در گیاه نتیجه‌ی برآیند اثر چندین متغیر محیطی است و تمام این عوامل در کنار یکدیگر شرایط موجود گیاه را توجیه می‌کنند. بر اساس چنین نتایجی می‌توان برای نیل به هدفی خاص، مثلاً افزایش و کاهش مقدار یک یا چندین ترکیب در گیاه، شرایط مناسب آن ترکیب را ایجاد کرد. بدین ترتیب بر اساس نتایج این تحقیق و ارزش غذایی بالای والک، توجه بیشتر به این گیاه در زمینه اهلی‌سازی، فرهنگ‌سازی در راستای استفاده بیشتر، انجام تحقیقات گسترده‌تر و بیشتر برای شناسایی ترکیبات دارویی و غذایی و استخراج آنها، و ساخت داروهای گیاهی از این گیاه ارزشمند، لازم می‌نماید.

نوع و مقدار ترکیبات گیاهان و ارزش غذایی آنها متأثر از عوامل زیادی است که شامل ژنتیک، فراسنجه‌های محیطی و اقلیمی، شرایط درون گیاه و واکنش آنها نسبت به یکدیگر می‌باشد. آگاهی از بهترین شرایط محیطی (اعم از خاک، اقلیم، گیاه و محیط پیرامون) برای تولید محصول با کیفیت غذایی بالا، که امروزه به‌دلیل شیوه‌ی زندگی بشر و شیوع و بروز انواع بیماری‌های جدید حائز اهمیت است، امری ضروری به‌نظر می‌رسد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد دو گونه والک ایرانی شامل *A. elburzense* W. (اندمیک ایران) و *A. akaka* S.G. Gmelin از نظر ظرفیت پاداکسایشی و ۱۰ عنصر ارزشمند غذایی پر مصرف و کم‌مصرف نسبت به سایر آلوم‌های خوراکی و رایج تحت کشت، در شرایط مطلوبی قرار دارند. دو گونه والک مورد مطالعه، از نظر عناصر کلسیم و پتاسیم، جزو بهترین آلوم‌ها بودند و از نظر محتوی کلسیم در بین محصولات با بالاترین مقدار قرار گرفتند (USDA,

REFERENCES

1. Agudelo, M. Y. & Casierra-Posada, F. (2004). Effect of mycorrhizae and manure fertilization and yield and quality of onion. *Revista- Facultad Nacional de Agronomia Medellin*, 57, 2189-2202.
2. Akoun, J. (2005). Effect of plant density and manure on the yield and yield components the common onion (*Allium cepa* L. var. Nsukka red). *Horticultural Sciences*, 9, 43-48.
3. AOAC. (2006). In: Horwits W (Ed.). *Official Methods of Analysis*. (18th ed.). Washington, DC, USA.
4. Borga M. (1998). *Learning multidimensional signal processing*. Ph.D. thesis. Department of Electrical Engineering, Computer Vision, Linköping University, UK.
5. Cao, G. & Prior, R. L. (1998). Comparison of different analytical methods for assessing total antioxidant capacity of human serum. *Clin Chemistry*, 44, 1309-1315.
6. Chen, L., Li, X., Wan, Y., Chen, J. & Liu, C. (2014). Interaction of Cd-hyperaccumulator *Solanum nigrum* L. and functional endophyte *Pseudomonas* sp. Lk9 on soil heavy metals uptake. *Soil Biology and Biochemistry*, 68, 300-308.
7. Ebrahimi, R., Zamani, Z. & Kashi, A. (2009). Genetic diversity evaluation of wild Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.) using morphological and RAPD markers. *Scientia Horticulturae*, 119, 345-351.
8. Ebrahimi, R., Zamani, Z. & Kashi, A. (2008). Comparison of fatty acid composition and mineral elements mass Seventeen Iranian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.). *Journal of Food Science*, 5(1), 61-68. (in Farsi)
9. Friesen, N., Fritsch, R. M. & Blattner, F. R. (2006). Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (Alliaceae) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences. *Aliso*, 22, 372-395.
10. Fritsch, R. M. & Abbasi, M. (2008). New taxa and other contributions to the taxonomy of *Allium* L. (Alliaceae) in Iran. *Rostaniha*, 9, 1-77.
11. Fritsch, R. M., Abbasi, M. & Keusgen, M. (2006). Useful wild *Allium* species in Northern Iran. *Rostaniha*, 7 (2), 189-206.
12. Fritsch, R. M. & Maroofi, H. (2010). New species and new records of *Allium* L. (Alliaceae) from Iran. *Phyton*, 50, 1-26.
13. Fritsch, R. M., Blattner, F. R. & Gurushidze, M. (2009). New classification of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb & Berthel.) Rouy (Alliaceae) based on molecular and morphological characters. *Phyton*, 49, 145-220.
14. Fritsch, R.M. (2012). Illustrated key to the sections and subsections and brief general circumscription of *Allium* subg. *Melanocrommyum*. *Phyton*, 52, 1-37.
15. Fritsch, R. M. & Abbasi, M. (2013). *A taxonomic review of Allium subg. Melanocrommyum in Iran*. IPK, Gatersleben. 39p.
16. Ghahremani-Majd, H. & Dashti, F. (2014). Genetic diversity of Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.) populations based on morphological traits and RAPD markers. *Plant Systematics and Evolution*. 300. 10.1007/s00606-013-0940-5.
17. Ghasemi, K., Ghasemi, Y., Ehteshamnia, A., Nabavi, M., Nabavi, F., Ebrahimzadeh, A. & Pourmand, F. (2011). Influence of environmental factors on antioxidant activity, phenol and flavonoid content of walnut. *Medicinal Plant*, 1138-1133. (in Farsi)
18. Govaerts, R., Kington, S., Friesen, N., Fritsch, R., Snijman, D. A., Marcucci, R., Silverstone-Sopkin, P. A. & Brullo, S. (2013). *World checklist of Amaryllidaceae*. <http://apps.kew.org/wcsp/>
19. Hemati, K. H., Sharifani, M., Kalati, H. & Badiie, P. (2006). Flavenid content of Hawthorn (*Crataegus monogyna*) in Iran. *ISHS Acta Hort*. 765: XXVII International Horticultural Congress – International Symposium on Plants as Food and Medicine: The Utilization and Development of Horticultural Plants for Human Health.
20. Hemati, K. H., Omidbeigi, R. & Bashiri Sadr, Z. (2003). *Effect of climate and harvest time on the qualitative and quantitative characteristics of flavonoids of citrus varieties*. Ph.D. thesis, Submitted to Modares University. (in Farsi)
21. Huggett, B. A., Schaberg, P. G., Hawley, G. J. & Eagar, C. (2007). Long-term calcium addition increases growth release, wound closure, and health of sugar maple (*Acer saccharum*) trees at the Hubbard Brook Experimental Forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 37, 1692-1700.
22. ISRIC (International soil reference and information center). (1986). *Procedure for soil analysis*. Wageningen Agriculture University. Netherlands. 172 p.
23. Jaimand, K. M. & Rezaei, B. (2006). *Essential oils, distillation, test methods and criteria of inhibition in oil analysis*. (1st ed.). Medicinal Plants. Tehran. 354 p. (in Farsi)
24. Johnson, A. H., Moyer, A., Bedison, J. E., Richter, S. L. & Willig, S. A. (2008). Seven decades of calcium depletion in organic horizons of Adirondack forest soils. *Soil Sciences Society of America Journal*, 72, 1824-1830.

25. Johnson, R. A. & Wichern, D.W. (2002). *Applied multivariate analysis*. (3rd ed.). Prentice Hall, New Delhi, 642p.
26. Juice, S. M., Fahey, T. J., Siccama, T. G., Driscoll, C. T., Denny, E. G., Eagar, C., Cleavitt, N. L., Minocha, R. & Richardson, A. D. (2006). Response of sugar maple to calcium addition to northern hardwood forest. *Ecology*, 87, 1267-1280.
27. Lenkova, M., Bystricka, J., Toth, T. & Hrstkova, M. (2016). Evaluation and comparison of the content of total polyphenols and antioxidant activity of selected species of the genus *Allium*. *Journal of Central European Agriculture*, 17(4), 1119-1133.
28. Long, R. P., Horsley, S. B., Hallett, R. A. & Bailey, S. W. (2009). Sugar maple growth in relation to nutrition and stress in the northeastern United States. *Applied Ecology*, 19, 1454-1466.
29. Long, R. P., Horsley, S. B. & Hall, T. J. (2011). Long-term impact of liming on growth and vigor of northern hardwoods. *Canadian Journal of Forest Research*, 41, 1295-1307.
30. Lu, X., Wang, J., Al-Qadri, H. M., Ross, C. R., Powers, J. R., Tang, J. & Rasco, B. A. (2011). Determination of total phenolic content and antioxidant capacity of onion (*Allium cepa*) and shallot (*Allium oschaninii*) using infrared spectroscopy. *Food Chemistry*, 129, 637-644.
31. Madhujith, T., Izydorczyk, M. & Shahidi, F. (2006). Antioxidant properties of pearled barley fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 3, 3283-3289.
32. Milcek, J., Valsikova, M., Druzvikova, H., Ryant, P., Jurikova, T., Sochor, J. & Borkovcova, M. (2015). The antioxidant capacity and macroelement content of several onion cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39, 999-1004.
33. Mousavizadeh, S. J., Hassandokht, M. R. & Kashi, A. (2015). Multivariate analysis of edible Asparagus species in Iran by morphological characters. *Euphytica*, 206, 445-457.
34. Mozafarian, V. (2007). *Iran's culture of plants*. Institute of Contemporary Culture. 756 p. (in Farsi)
35. Nash, M. S. & Chaloud, D. J. (2002). *Multivariate analyses (canonical correlation and partial least square (PLS)) to model and assess the association of landscape metrics to surface water chemical and biological properties using Savannah River basin data*. U.S. Environmental Protection Agency, Las Vegas, Nevada, 75 pp.
36. Ouda, B. A. & Mahadeen, A. Y. (2008). Effect of fertilizers on growth, yield, yield components, quality and certain nutrient contents in broccoli (*Brassica oleracea*). *International Journal of Agricultural Biology*, 10 (6), 627-632.
37. Overman, A. R. & Scholtz, R. V. (2011). Accumulation of biomass and mineral elements with calendar time by corn: application of the expanded growth model. *PLoS One* 6(12), 285-296. e28515. doi:10.1371/journal.pone.0028515.
38. Pahlavani, M. H., Ahmadi, A., Palooj, A. & Jafari, A. (2009). Investigate the relationship between physical properties of seeds, seed germination and seedling growth of some crop species using conventional correlation analysis. *Plant Production Research*, 16 (2), 47-66. (in Farsi)
39. Rechinger, K. H. (1982). *Flora Iranica. Liliaceae*. No. 151. Pp 1-31.
40. Rezaei, A. & Soltani, A. (1998). *An introduction to applied regression analysis*. Isfahan University of Technology Press, 294p. (in Farsi)
41. Rupasinghe, H. P. V., Jayasankar, S. & Lay, W. (2006). Variation in total phenolic and antioxidant capacity among European plum genotypes. *Scientia Horticulture*, 108, 243-246.
42. Salazara, S., Sánchezb, L. E., Alvareza, J., Valverdea, A., Galindoc, P., Igualc, J. M., Peixa, A. & Santa-Regina I. (2011). Correlation among soil enzyme activities under different forest system management practices. *Ecological Engineering*, 37, 1123-1131.
43. Sharma, S. (1996). *Applied multivariate techniques*. (2nd ed.). John Wiley & Sones, Inc., USA, 493p.
44. Shokrpour, M., Mohammadi, S. A., Moghaddam, M., Ziai, S. A. & Javanshir, A. (2008). Analysis of morphologic association, phytochemical and AFLP markers in milk thistle (*Silybum marianum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(3), 278-292. (in Farsi)
45. Srivastava, A. W. & Shym, S. (2002). *Citrus: Climate and soil*. International Book Distributing Company, p. 559.
46. US Department of Agriculture, Agriculture Research Service, USDA. (2016). *National Nutrient Database for Standard Reference*. Nutrient Laboratory Home Page. New York. <http://www.nol.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin>
47. Yoldas, F., Ceylan, S., Mordogan, N. & Esetlili, B. C. (2011). Effect of organic and inorganic fertilizers on yield and mineral content of onion (*Allium cepa* L.). *African Journal of Biotechnology*, 10(55), 11488-11492.