Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 49, No 1, Spring 2018 (115-123)
DOI: 10.22059/ijfcs.201606-654145

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۷ (ص۱۲۳-۱۱۴)

ارزیابی محتوای اسانس چهار گونه آلیوم (زیرجنس و بخش *Allium*)

الیاس آریاکیا[۱*۲]، حمید رضا کریمی[۲]، محمد رضا نقوی[۳]، نجمه یزدانفر[۴] و ابوالحسن شاهزاده فاضلی[۱و۵]

۱، مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران (IBRC)، جهاد دانشگاهی (ACECR)، کرج

۲، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان، رفسنجان

۳، استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

۴، پژوهشکده توسعه صنایع شیمیایی، جهاد دانشگاهی(ACECR)، کرج

۵، گروه بیولوژی سلولی و مولکولی، دانشکده علوم پایه و فن آوری‌های نوین زیستی، دانشگاه علم و فرهنگ، تهران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۰۸- تاریخ پذیرش:۹۵/۰۶/۲۰)

چکیده

با وجود مصرف بالای برگ‌های آلیوم، در خصوص ترکیب اسانس برگ‌های تازه اطلاعات کمی وجود دارد. در این پژوهش ترکیب اسانس برگ چهار گونه (مربوط به زیرجنس و بخش ***Allium***) با استفاده از دستگاه فام‌نگار گازی (گاز کروماتوگرام) متصل به طیف‌سنج جرمی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که ترکیب اسانس گونه‌های مورد پژوهش از لحاظ کمی و کیفی متفاوت می‌باشند. در مجموع تعداد ۱۲۷ ترکیب شناسایی شد و تعداد ۶۸، ۲۱، ۲۹ و ۳۱ ترکیب به ترتیب در اسانس گونه‌های پیازچه (***A. fistulosum***)، تره کوهی (***A. iranicum***)، تره‌فرنگی (***A. ampeloprasum***) و سیر (***A. sativum***) شناسایی شد. تری‌سولفید دی‌پروپیل (۳۴٪) و ۱، ۲، ۴-تری‌تیولان ۳،۵- دی‌اتیل (۱۶٪) در ***A. iranicum***، دی‌آلیل دی‌سولفید (۴۶٪) و تری‌سولفید دی-۲- پروپنیل (۱۱٪) در گونهٔ ***A. sativum***، تری‌سولفید دی‌پروپیل (۱۳/۴۳٪)، دی آلیل دی‌سولفید (۱۰/۳۸٪) و دی‌سولفید دی‌پروپیل (۸/۹۳٪) در گونهٔ ***A. fistulosum***، و ان-هگزادکانوئیک اسید (۱۱/۷۴٪)، دی‌سولفید دی‌پروپیل (۱۰/۳۸٪) و تری‌سولفید دی‌پروپیل (۸/۲۶٪) در گونهٔ ***A. ampeloprasum*** عمده‌ترین ترکیب‌های اسانس برگ را تشکیل دادند. در کل، این نتایج می‌تواند برای برنامه‌های اصلاحی آینده گونه‌های آلیوم مورد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آلیوم، اسانس، تنوع، دستگاه گاز کروماتوگرام متصل به طیف‌سنج جرمی.

Evaluating essential oil composition of four *Allium* species (Subgen. & Sect. *Allium*)

Elyas Aryakia[1,2*], Hamid Reza Karimi[2], Mohammad Reza Naghavi[3], Najmeh Yazdanfar [4] and Seyed Abolhassan Shahzadeh Fazeli[1, 5]

1, Iranian Biological Resource Center (IBRC), (ACECR), Tehran
2, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan
3, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj
4, Iranian Institute of R&D in Chemical Industries (ACECR)
5, Department of Molecular and Cellular Biology, Faculty of Basic Sciences and Advanced Technologies in biology, University of Science and Culture, Tehran, Iran

(Received: June 28, 2016- Accepted: September 10, 2016)

ABSTRACT

Is spite of wide uses of the *Allium* leaves, there are paucity of information about the composition of essential oils in the fresh leaves. In this study, composition of essential oil is evaluated in four species of the genus (Subgen. & Sect. *Allium*) using gas chromatography mass spectrometry (GC-MS). The results showed that the quality and quantity of the essential oil compositions were different in the studied species. Totally, 127 compounds were detected, among those, 68, 21, 29, 31 were found in *A. fistulosum*, *A. iranicum*, *A. ampeloprasum*, *A. sativum*, respectively. The main compounds in *A. iranicum* were Trisulfide, dipropyl (34%), 1,2,4-Trithiolane, 3,5-diethyl (16%) while Diallyl disulphide (46%), Trisulfide, di-2-propenyl (11%) in *A. sativum*, Trisulfide, dipropyl (13.43%), Diallyl disulphide (10.38%) and Disulfide, dipropyl (8.93%) in *A. fistulosum* and n-Hexadecanoic acid (11.74%), Disulfide, dipropyl (10.38%) and Trisulfide, dipropyl (8.26%) in *A. ampeloprasum.* Overall, these results could be considered in future breeding programs of *Allium* species.

Keywords; *Allium*, Diversity, Essential oil, GS-MS.

* Corresponding author E-mail: aryakia@ibrc.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

آلیوم‌ها یکی از متنوع‌ترین جنس‌های تیرهٔ نرگسیان[1] است (Fritsch and Abbasi 2013; Aryakia *et al*., 2016) که بیش از ۸۵۰ گونه که دربرگیرندهٔ ۱۲۱ گونهٔ ایرانی است، تشکیل شده است (Fritsch and Maroofi 2010). این جنس دربرگیرندهٔ محصولات باغبانی مهمی چون سیر، موسیر، پیاز، پیازچه، تره و تره‌فرنگی و دیگر گونه‌ها با قابلیت ناشناختهٔ دارویی، ادویه‌ای، سبزی و یا زینتی است و همچنین به دلیل تأثیر سودمند بر سلامت انسان، تحقیقات علمی زیادی روی خواص بیوشیمیایی و زیستی (بیولوژیکی) آن‌ها انجام شده است (Ledezma & Apitz-Castro, 2006; Shukla & Kalra, 2007; Aryakia *et al*., 2016). پیاز و سیر مهم‌ترین اجزای رژیم غذایی روزانهٔ مردم جهان هستند. این گیاهان از زمان‌های بسیار دور برای درمان سنتی بیماری‌هایی چون سردرد، تب، گزش، کرم روده، وبا، اسهال و تومور استفاده می‌شده‌اند (Iciek *et al*., 2009). در پژوهش‌های اخیر خواص ضد سرطانی و ضد میکروبی و خواص پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) برای آلیوم‌ها گزارش کرده‌اند (Ledezma & Apitz-Castro, 2006; Shukla & Kalra, 2007; Tsao & Yin, 2001). در سرتاسر جهان حدود ۵۰ گونهٔ مهم از جنس آلیوم به‌طور گسترده و یا به‌صورت محلی کشت و کار می‌شوند (Fritsch and Abbasi, 2013; Aryakia *et al*., 2016; Baghalian *et al*., 2005; Naderi Safar *et al*., 2013). با این وجود بسیاری از گونه‌های آلیوم وحشی برای کاربردهای ادویه‌ای، سبزی، دارویی و یا زینتی توسط مردم محلی گردآوری می‌شوند به‌طوری‌که در برخی مناطق شمالی ایران سیزده گونه آلیوم به‌عنوان سبزی، شش گونه به‌عنوان گیاه دارویی و پنج گونه به‌عنوان ادویه استفاده می‌شوند (Fritsch *et al*., 2006). این جنس حاوی ترکیب‌های ارگانوسولفوره به‌ویژه تیوسولفینات‌ها و ترکیب‌های فرار سولفوره است. به‌عنوان مثال آلیسین یا دی‌آلیل تیوسولفینات، در نتیجهٔ فعالیت آنزیم آلیناز روی ترکیب آلئین (۳-اس-۲-پروپنیل سولفونیل-ال-آلانین) تشکیل می‌شود. آلیسین ترکیب پایداری نیست و به سرعت تجزیه‌شده و فرآورده‌های ثانویه شامل انواع متیل و آلیل مونو، دی و تری سولفیدها را تشکیل می‌دهد که سبب ایجاد طعم و بوی آلیوم‌ها می‌شود (Lawson & Hughes, 1992; Kimbaris *et al*., 2006; Godevac *et al*., 2008) و خواص دارویی آن‌ها و تأثیرشان بر سلامتی انسان اثبات شده است (Tapiero *et al*., 2004; Corzo-Martinez and Villamiei, 2007). درجهٔ بالایی از تنوع در آلیوم‌ها مشاهده می‌شود (Fritsch and Abbasi 2013; Aryakia *et al*., 2016) که می‌تواند در تنوع فیتوشیمیایی آن‌ها نمود پیدا کند (Corzo-Martinez and Villamiei, 2007; Ghafoori *et al*., 2013; Baghalian *et al*., 2005; Tapiero *et al*., 2004; Aryakia *et al*., 2015). بنابراین ارزیابی اسانس فرار این جنس می‌تواند به لحاظ تغذیه‌ای و دارویی و نیز در فرایند شناسایی و رده‌بندی (تاکسونومیک) این جنس اهمیت داشته باشد. اما گزارش‌های معدودی در این زمینه وجود دارد که به‌طور عمده به ارزیابی اسانس سوخ گونه‌های تجاری همچون سیر، موسیر، پیاز و پیازچه و تره‌فرنگی محدود است (Kusano *et al*. 2016). از سوی دیگر از برگ گونه‌های مختلف این جنس به‌وفور استفاده می‌شود (Fritsch *et al*., 2006) که ارزیابی محتوای بیوشیمیایی آن‌ها از لحاظ دارویی و تغذیه‌ای می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. به‌رغم استفادهٔ زیاد از گونه‌های آلیوم بومی ایران، تاکنون گزارشی درزمینهٔ محتوای اسانس فرار آن‌ها ارائه نشده است. در این تحقیق محتوای اسانس برگ چهار گونه آلیوم از زیرجنس و بخش *Allium* شامل *A. fistulosum*، *A. iranicum*، *A. sativum* و *A. ampeloprasum* که می‌تواند به لحاظ دارویی و شناسایی رده‌بندی مورد توجه قرار بگیرد، ارزیابی شدند.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

مواد گیاهی از کلکسیون ذخایر توارثی (ژرم‌پلاسم) آلیوم واقع در مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران

1. Amaryllidaceae

Archive of SID

www.SID.ir

(IBRC)، در عرض جغرافیایی '۵۴ °۳۵ و طول جغرافیایی'۵۳ °۵۰ و ارتفاع ۱۴۹۴ متر تهیه شد. منطبق با طبقه‌بندی کوپن، اقلیم شهر کرج نیمه‌خشک و سرد، با میانگین بارش سالانه ۲۵۱/۷ میلی‌متر و میانگین دمای ۲۱/۴ درجهٔ سلسیوس است. در این کلکسیون، فعالیت‌های کشاورزی شامل آبیاری، وجین و کوددهی به‌طور یکنواخت انجام شد. اطلاعات گیاه‌شناسی مربوط به گونه‌های پیازچه (*A. fistulosum*)، تره کوهی (*A. iranicum*)، تره‌فرنگی (*A. ampeloprasum*) و سیر (*A. sativum*) و شمارهٔ هرباریومی آن‌ها در جدول ۱ بیان شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های گونه‌های آلیوم مورد آزمایش
Table 1. Description of the studied *Allium* species

Herbarium Number	Species	Subgenus	Section
IBRC p1010736	*Allium iranicum* Wendelbo	*Allium*	*Allium*
IBRC P1010910	*Allium fistulosum* L.	*Allium*	*Allium*
IBRC P1010913	*Allium ampeloprasum* L.	*Allium*	*Allium*
IBRC P1010912	*Allium sativum* L.	*Allium*	*Allium*

استخراج اسانس فرار

برگ‌های تازه از هر یک از گیاهان به قطعه‌های کوچک ۰/۵ سانتی‌متری خرد شدند و بر پایهٔ دارونامهٔ (فارماکوپهٔ) اروپا، اسانس گیری آن‌ها برای مدت سه ساعت از طریق تقطیر با آب[2] در دستگاه کلونجر حاوی نسبت حجمی ۴:۱ برگ و آب مقطر انجام شد (European Pharmacopoeia, 1997).

فام‌نگار گازی متصل‌شده به طیف‌سنج جرمی[3] (GC-MS) و شناسایی ترکیب‌ها

برای تجزیه و تحلیل و شناسایی اجزای تشکیل‌دهندهٔ اسانس از دستگاه فام‌نگار گازی (گاز کروماتوگراف Agilent 7890A) متصل شده به طیف‌سنج جرمی مدل C۵۹۷۵ و ستون مویی Resteck HP-5MS 5% Phenyl Methyl Silox با طول ستون ۶۰ متر و قطر داخلی ۳۲۰ µm و ضخامت حالت (فاز) ساکن ۰/۲۵ µm استفاده شد. سرعت گاز حامل ۱ میلی‌متر بر دقیقه و برنامهٔ دمایی دستگاه به‌صورت زیر تنظیم شد. در آغاز دما از ۵۰ درجهٔ سلسیوس به ۱۲۰ درجهٔ سلسیوس با سرعت ۴ درجه بر دقیقه افزایش یافته و بعد به ۲۰۰ درجهٔ سلسیوس با سرعت ۲ درجه بر دقیقه افزایش یافته و بعد به ۲۹۰ درجهٔ سلسیوس با سرعت ۲۵ درجه بر دقیقه افزایش یافته به مدت ۱۸ دقیقه در درجه ۲۹۰ سلسیوس باقی ماند. دمای محل تزریق ۲۵۰ درجهٔ سلسیوس تنظیم شد. ضمن اینکه دمای خط انتقال ۲۵۰ درجهٔ سلسیوس، ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و جریان یونیزاسیون برابر ۱۵۰ میکروآمپر تنظیم شد. درصد نسبی هرکدام از ترکیب‌های تشکیل‌دهندهٔ اسانس‌ها با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف فام‌نگار به دست آمد. شناسایی هر یک از اجزای سازندهٔ اسانس در نتیجه مقایسهٔ طیف جرمی آن‌ها با طیف‌های استاندارد صورت گرفت و شاخص بازداری کواتس (RI) با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C8-C20, C20-C40) در شرایط یکسان با تزریق اسانس‌ها، و محاسبهٔ آن از طریق رابطهٔ زیر محاسبه شد (Van Den Dool and Kratz, 1963):

$$I = 100 \times \left[n + \frac{tr(unknown) - tr(n)}{tr(N) - tr(n)} \right]$$

که در آن I= شاخص بازداری کواتس، n= شمارهٔ کوچک‌تر اتم کربن در آلکان‌های نرمال، N= شمارهٔ بزرگ‌تر اتم کربن در آلکان‌های نرمال و tr= زمان بازداری است.

نتایج و بحث

ارزیابی محتوای اسانس چهار گونه آلیوم مربوط به زیرجنس و بخش *Allium* نشان داد، ترکیب‌های

2. Hydrodistillation
3. Gas chromatography Mass Spectrometry (GC-MS)

Archive of SID

www.SID.ir

اسانس گونه‌های مختلف آلیوم از لحاظ کمی و کیفی بسیار متفاوت هستند (جدول ۲). تعداد ۶۸، ۲۱، ۲۹ و ۳۱ ترکیب به‌ترتیب در گونه‌های *A. fistulosum* ، *A. iranicum* ، *A. ampeloprasum* و *A. sativum* و مجموع ۱۲۷ ترکیب مختلف در زیرجنس و بخش *Allium* مشاهده شد. ترکیب‌های تری‌سولفید دی-پروپیل[۴] و ۱، ۲، ۴-تری‌تیولان ۳،۵-دی‌اتیل[۵] به ترتیب با مقادیر کمی ۳۴ درصد و ۱۶ درصد، عمده-ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهندهٔ اسانس گونهٔ *A. iranicum* بودند. در گونهٔ *A. sativum* ترکیب‌های دی آلیل دی‌سولفید[۶] و تری‌سولفید دی-۲- پروپنیل[۷] به-ترتیب با مقادیر ۴۶ درصد و ۱۱ درصد عمده‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهندهٔ اسانس بودند. ترکیب‌های تری‌سولفید دی‌پروپیل، دی آلیل دی‌سولفید و دی-سولفید دی‌پروپیل[۸] به‌ترتیب با مقادیر ۱۳/۴۳، ۱۰/۳۸ و ۸/۹۳ درصد عمده‌ترین ترکیب‌های اسانس گونهٔ *A. fistulosum* را تشکیل می‌دادند. در گونهٔ *A. ampeloprasum* ترکیب‌های ان-هگزادکانوئیک اسید[۹]، و دی‌سولفید دی‌پروپیل و تری‌سولفید دی-پروپیل به ترتیب با مقادیر ۱۱/۷۴، ۱۰/۳۸ و ۸/۲۶ درصد عمده‌ترین ترکیب‌ها بودند (جدول ۲).

تحقیقات پیشین نشان داده است، دی آلیل دی-سولفید (٪ ۴۸/۵۶)، متیل آلیل تری‌سولفید (٪ ۱۲/۸۲)، متیل آلیل دی‌سولفید (٪ ۸/۱۶) و دی‌آلیل تری‌سولفید (٪ ۱۱/۹۶) عمده‌ترین ترکیب تشکیل‌دهندهٔ سوخ گیاه سیر (*A. sativum*) است (Kim *et al.*, 1995). در اسانس سوخ گیاه *Allium macrochaetum* نیز تعداد ۱۲ ترکیب عمده ازجمله دی آلیل دی‌سولفید (٪ ۵۳/۸)، دی‌آلیل تری‌سولفید (٪ ۲۶/۱۹)، آلیل متیل تری‌سولفید (٪ ۵/۹) و آلیل متیل دی‌سولفید (٪ ۵/۲۱) شناسایی شده است (Başer *et al.*, 1997). همچنین در سوخ گیاه *A. fistulosum* نیز ترکیب‌های پروپیل دی‌سولفید (٪ ۳۰/۶)، متیل پروپیل تری سولفید (٪ ۱۲/۳) شناسایی شده است (Pino *et al.*, 2000). عمدهٔ تحقیقات پیشین معطوف به بررسی محتوای اسانس مستخرج از سوخ گونه‌هایی همچون سیر، موسیر، پیاز و پیازچه و تره‌فرنگی است که به‌عنوان سبزی و منبع تأمین‌کنندهٔ مواد مغذی استفاده می‌شوند، درحالی‌که بالغ بر ۵۰ گونهٔ مختلف آلیوم خوراکی در جهان وجود دارد که از برگ آن‌ها در رژیم غذایی استفاده می‌شود به‌طوری‌که در ایران از برگ ۱۳ گونهٔ مختلف آلیوم استفاده می-شود (Fritsch *et al.*, 2006). لذا شناخت رخ‌نمای (پروفیل) شیمیایی برگ این گیاهان می‌تواند به لحاظ تغذیه‌ای و دارویی بسیار اهمیت دارد. در زمینهٔ محتوای اسانس برگ گونه‌های آلیوم گزارش‌های محدودی وجود دارد. به‌عنوان مثال نتایج تحقیقات نشان داد، اسانس برگ گونه‌های *Allium cepa* و *Allium ursinum* به‌طور عمده از ترکیب‌های سولفیدی همچون آلیل متیل دی‌سولفید، متیل پروپیل دی‌سولفید و دی‌پروپیل دی‌سولفید تشکیل شده است (Gıtin *et al.*, 2014). در برگ گیاه *Allium tuberosum* انواع ترکیب‌های سولفیدی شامل ۵ نوع دی‌سولفید، ۲ نوع تری‌سولفید و ۲ نوع وینیل دی-تین[۱۰] شناسایی شد (Yabuki *et al.*, 2010).

در راستای ارزیابی محتوای اسانس برگ آلیوم‌ها و با توجه به اینکه شرایط اقلیمی مختلف، بر رشد و نمو گیاهان و در پی آن محتوای بیوشیمیایی آن‌ها تأثیر متفاوتی می‌گذارد (Kim *et al.*, 1995; Baghalian *et al.*, 2005; Baghalian *et al.*, 2006; Aryakia *et al.*, 2012; Aryakia *et al.*, 2015)، محتوای اسانس برگ چهار گونهٔ مختلف زیرجنس و بخش *Allium* که در شرایط استاندارد زراعی کشت و کار شده بودند، ارزیابی شدند. نتایج این بررسی نشان داد، ترکیب‌های سولفیدی عمده‌ترین ترکیب‌ها در گونه‌های مورد آزمایش بودند که با گزارش‌های پیشین (Yabuki *et al.*, 2010; Gıtin *et al.*, 2014) همخوانی دارد. همچنین ترکیب‌های زیادی با میزان کیفی متفاوت برای نخستین بار در برگ این گونه‌ها گزارش شد که

4. Trisulfide, dipropyl
5. 1,2,4-Trithiolane, 3,5-diethyl
6. Diallyl disulphide
7. Trisulfide, di-2-propenyl
8. Disulfide, dipropyl
9. n-Hexadecanoic acid

10. Vinyldithiins

Archive of SID

www.SID.ir

در بررسی‌های پیشین آن گزارش نشده بود. به‌عنوان مثال در تحقیق پیشین ۹ ترکیب در گونهٔ *A. iranicum* گزارش شده بود (Bareemizadeh *et al*., 2014) درحالی‌که در این تحقیق ۲۱ ترکیب متفاوت همچون Disulfide, 1-methylethyl propyl ، 4,6-Dimethyl-[1,2,3]trithiane، 3,5-Trithiolane, 1,2,4- و یا Trisulfide, dipropyl نیز گزارش شد که می‌تواند بیانگر این باشد که ارزیابی رخ‌نمای اسانس گونه‌های بومی می‌تواند در کشف ترکیب‌های با ارزش دارویی و تغذیه‌ای بسیار اهمیت داشته باشد و می‌توان از این گیاهان حاوی ترکیب‌های با ارزش دارویی در برنامه‌ها یا اصلاحی آینده نیز استفاده کرد.

جدول ۲. اجزای شیمیایی تشکیل‌دهندهٔ اسانس گونه‌های مختلف *Allium*

Table 2. Chemical constituent of the essential oil of *Allium* species

	Compound	RT[A]	RI[B] (predicted)	*Allium* species (%)			
				A. iranicum	*A. sativum*	*A. fistulosum*	*A. ampeloprasum*
1	3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)-	15.47	1001.68		0.203		
2	Decane	15.64	1006.23				0.6846
3	1-Butanethiol, 4-(methylthio)-	16.20	1020.88			0.5418	
4	Diallyl disulphide	18.73	1087.34		46.79	10.3816	
5	2-Ethyl-5-chloro-1,3,4-thiadiazole	19.13	1097.92		0.811		
6	2-Ethylidene[1,3]dithiane	19.19	1099.35		0.641		
7	1,2-Dithiolane	19.31	1102.39		0.233	1.305	0.7424
8	Disulfide, 1-methylethyl propyl	19.50	1107.20	3.754			7.4183
9	Disulfide, dipropyl	19.85	1116.10			8.9311	10.3816
10	3H-1,2-Dithiole-3-thione, 4-methyl-	20.61	1135.29			0.3221	
11	Thiocyanic acid, methyl ester	20.77	1139.40			0.5774	
12	Trisulfide, methyl 2-propenyl	20.83	1140.89		2.604		
13	2-Ethyl[1,3]dithiane	21.08	1147.24			0.1338	
14	4-Heptanol, 4-methyl-	21.13	1148.53		0.051		
15	Phenol, 3-methyl-4-(methylthio)-	21.91	1168.20			2.9624	
16	Imidazole, 4-fluoro-2-trifluoromethyl-	21.98	1169.96			0.2826	2.8466
17	Silanol, trimethyl-	22.49	1182.88			0.5167	
18	3-Vinyl-1,2-dithiacyclohex-4-ene	22.83	1191.43		2.238		
19	Hydrazine, (2-methylpropyl)-	22.85	1191.89				0.594
20	Dodecane	22.94	1194.17		0.752		
21	Silane, triethylmethoxy-	23.26	1202.04			0.4687	
22	1,3-Dithiolane-2-thione	23.36	1204.43		0.153		
23	Decane, 2-methyl-	23.48	1207.14				0.6913
24	Acetic acid, [(1-methylpropyl)thio]-	23.67	1211.35			0.1384	
25	Thiazole, tetrahydro-	23.98	1218.39			0.3439	
26	Methyl allylthioacetate	24.65	1233.50			0.2688	
27	4,6-Dimethyl-[1,2,3]trithiane	24.67	1233.95	2.842			
28	2-Chloro-4,6-dimethylpyridine-3-carbonitrile	25.21	1246.33			1.1945	
29	Ethene, tris(methylthio)-	25.62	1255.64			1.818	
30	Propane, 1,2-bis(ethylthio)-	26.40	1273.22			0.4109	
31	Allyl(cyclopentyloxy)dimethylsilane	27.18	1290.97			0.1305	
32	2-Undecanone	27.73	1303.13			1.6759	
33	Trisulfide, di-2-propenyl	27.84	1305.31		11.356		
34	2-Dodecanol	28.44	1317.83			2.437	
35	2-Thiazoline, 2-amino-4-imino-	28.86	1326.45			0.1513	0.9831
36	Trisulfide, dipropyl	28.90	1327.19	34.774		13.4283	8.2561
37	1,2,4-Trithiolane, 3,5-diethyl-	29.59	1341.40	16.31		8.401	6.8974
38	Benzoic acid, 3,4,5-trihydroxy-	31.25	1375.75		0.671		
39	Acetic acid, trimethylsilyl ester	31.53	1381.40			0.9966	
40	5-[5-Methylfurfuryl]hydantoin	31.99	1390.99			0.2329	
41	Tetradecane	32.09	1393.01		0.406		

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۲.

42	N-Ethyl trimethylenediamine	32.80	1407.17			0.8882	
43	Thiopropionamide	34.42	1438.64			1.364	
44	Silane, trimethyl(3-methylbutoxy)-	34.85	1447.08			0.3652	
45	Propanoic acid, 2-chloro-, 2-propenyl ester	35.07	1451.30			0.2064	0.5028
46	4-Dodecanone	36.65	1482.02			0.131	
47	5,6-Dihydro-2,4,6-triethyl-4H-1,3,5-dithiazine	37.07	1490.15			0.9093	
48	3-Buten-2-one, 4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-, (E)-	37.45	1497.68			0.2794	
49	2-Tridecanone	38.14	1510.64			7.1864	
50	2-Tetradecanol	38.71	1521.49			2.9052	
51	Tetradecanal	38.96	1526.19			0.1657	
52	1-(Methoxymethoxy)-3-methyl-3-hydroxybutane	39.21	1531.03			0.1837	
53	Tetrasulfide, di-2-propenyl	39.80	1542.11		1.451		
54	3-Ethyl-2-methyl-1-heptene	39.90	1544.08			1.286	
55	Propane, 1-(methylsulfinyl)-	40.47	1554.72		0.069		
56	Cyclopentanol, 1,2-dimethyl-3-(1-methylethenyl)-, [1R-(1.alpha.,2.alpha.,3.beta.)]-	40.81	1561.23			1.2603	
57	Sulfaguanidine	41.13	1567.33	7.326			
58	Silane, trimethyl[(1-methylnonyl)oxy]-	41.79	1579.85			5.6927	4.193
59	Cyclopentene, 3-methyl-3-(trimethylsilyl)acetyl-	41.93	1582.43	0.753			
60	Oxalic acid, bis(trimethylsilyl) ester	42.16	1586.83	2.213			
61	: 1-(2-Ethyl-[1,3]dithian-2-yl)-3-methyl-butan-1-ol	42.40	1591.38	4.797			
62	2-Pentanone, 5-(trimethylsilyl)-	42.59	1594.96			1.5565	2.5577
63	Octanoic acid, 7-oxo-, trimethylsilyl ester	42.81	1599.06			1.0742	
64	Thiazole, 5-methoxy-	43.26	1607.63				8.8145
65	Propanamide, N-methyl-	44.82	1637.52			5.0599	
66	2-t-Butylpentanoic acid, methyl ester	45.41	1648.76			0.4658	
67	3,6-Dioxa-2,7-disilaoctane, 2,2,4,7,7-pentamethyl-	45.65	1653.19			0.2228	
68	2H-Thiopyran-3,5-diol, tetrahydro-4-nitro-, monoacetate (ester), [3S-(3.alpha.,4.beta.,5.alpha.)]-	45.86	1657.34			0.2312	
69	3(2H)-Furanone, 2-hexyl-5-methyl-	46.06	1661.18			0.2903	
70	1-Butyne, 1,1'-thiobis-	46.79	1675.09				0.5924
71	2,5-Cyclohexadiene-1,4-dione, 2-hydroxy-5-methyl-	46.84	1675.98			0.8627	
72	2-Pentadecanone	48.38	1705.51			0.2992	
73	Cyclododecanol	49.19	1721.18			0.2189	
74	2-Oxazolidinethione	49.50	1727.20			0.2075	
75	Carbamodithioic acid, acetyl-, methyl ester	52.46	1784.82	0.654			
76	N-Methoxy-N-methylamonodifluorophosphine	52.63	1788.19				4.812
77	Butane, 2-phenyl-3-(trimethylsilyloxy)-	53.14	1797.98				2.3058
78	3,27-Dioxa-2,28-disilanonacosane, 2,2,4,28,28-pentamethyl-	53.29	1800.88			0.8399	
79	3-Octanol, 3-methyl-	54.35	1822.28				0.6131
80	Benzene, 1-(chloromethyl)-2-nitro-	55.86	1852.75			0.1371	
81	4-Amino-dl-phenylalanine	57.54	1886.66			0.5415	
82	S,S'-Trimethylene bis(methanethiosulfonate)	57.59	1887.59				6.9664
83	Cyclic octaatomic sulfur	59.56	1939.82			1.4872	
84	2-Propenoic acid, 3-(2,2-dimethyl-1,3-dioxolan-4-yl)-, methyl ester, (s)-	60.46	1966.03		0.362		
85	Hexadecanoic acid, ethyl ester	61.24	1988.94		0.145		
86	3,26-Dioxa-2,27-disilaoctacosane, 2,2,4,25,27,27-hexamethyl-	61.31	1991.07			0.4701	
87	n-Hexadecanoic acid	61.79	2011.19				11.7428
88	Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene-5-yl, vinyl ketone	62.23	2038.91			0.4779	
89	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-, (all-E)-	62.91	2082.78		0.273		
90	Heneicosane	62.99	2087.71	0.273			0.428
91	1,19-Eicosadiene	63.15	2098.13		2.082		2.215
92	Phytol	63.27	2107.56	1.864			
93	Sulfurous acid, octadecyl pentyl ester	63.48	2126.08				1.1335

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۲.

94	5-Keto-2,2-dimethylheptanoic acid, ethyl(ester)	63.49	2126.76			0.8799	
95	Glyodin	63.75	2149.06			0.2699	
96	9,12-Octadecadienoic acid, ethyl ester	63.80	2154.19		0.081		
97	2(3H)-Benzofuranone, 3a,4,7,7a-tetrahydro-3a-methyl-	63.87	2159.87			0.2928	
98	9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester, (Z,Z,Z)-	63.93	2165.01		0.508		
99	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, acetate	64.14	2183.52			0.576	
100	Tritetracontane	64.22	2190.01		0.191		
101	Undecane	64.40	2207.50			0.2803	
102	Tricyclo[5.2.1.0(2,6)]dec-3-en-10-ol	64.62	2229.38			0.2893	
103	Z,E-2,13-Octadecadien-1-ol	64.69	2236.41				0.5689
104	2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-	65.04	2271.57				0.5138
105	Tricosane	65.30	2298.12			0.2706	1.5385
106	E-8-Methyl-9-tetradecen-1-ol acetate	65.34	2301.85	0.354			
107	12-Methyl-E,E-2,13-octadecadien-1-ol	65.41	2309.83			0.5076	
108	Tetracosane	66.21	2397.11	4.359	8.141	1.145	
109	Phenol, 6-methyl-2-[(4-morpholinyl)methyl]-	66.46	2424.52	0.393			
110	Estra-1,3,5(10)-trien-17.beta.-ol	66.49	2427.40			0.2139	
111	13-Tetradecen-1-ol acetate	66.85	2466.56		0.092		
112	1,37-Octatriacontadiene	66.92	2474.11	1.218			
113	9,19-Cyclolanostan-3-ol, 24,24-epoxymethano-, acetate	67.14	2497.91	1.148			
114	Eicosane, 10-methyl-	67.16	2500.72				1.1456
115	Pentacosane	67.17	2501.92		0.254	0.8235	
116	Pregnan-18-oic acid, 20-hydroxy-, .gamma.-lactone, (5.alpha.)-	67.35	2528.79	2.135			
117	Heptacosane	67.55	2560.49	2.259		0.1562	
118	2-(2-Phenoxythiinyl)imidazolo[1,2-a]pyridine	67.75	2590.71	4.51			
119	Eicosane	68.14	2694.67		0.955		0.5223
120	Phthalic acid, cyclohexylmethyl 2-pentyl ester	68.37	2708.74	4.876			
121	Octadecanal	68.74	2724.18		0.755		
122	Oxirane, heptadecyl-	69.38	2750.87		0.408		
123	1H-Indole, 5-methyl-2-phenyl-	69.48	2755.04	0.743			
124	Pentadecane, 8-hexyl-	70.24	2786.24		0.503		
125	Cyclopentadecane	70.35	2791.06		0.066		
126	Hexadecane	72.08	2844.33				1.0753
127	Oxirane, heptadecyl-	72.87	2867.70		0.379		

A; Retention time, B; Retention index.

تفاوت کمی و کیفی محتوای اسانس گونه‌های مختلف می‌تواند علاوه بر ارزش غذایی در بررسی‌های رده‌بندی شیمیایی (کموتاکسونومی)[11] نیز اهمیت داشته باشد. به‌عنوان مثال از کلاستجین‌ها[12] برای رده‌بندی خانوادهٔ پیچک‌ها[13] (Schimming *et al.* 2005) و یا فلاونوئیدها[14] در خانوادهٔ کلاپرک‌ها[15] (Emerenciano *et al.* 2001) و نیز ترکیب‌های سولفوره در خانوادهٔ آلیوم‌ها (Krest *et al.*, 2000; Fritsch and Keusgen, 2006) استفاده شدند. به‌عنوان مثال گزارش شده است که در جنس مریم‌گلی (*Salvia*) برخی ترکیب‌ها، اختصاصی گونه هستند؛ همچون بتا-میرسن[16] در گونهٔ *Salvia lavadulifolia*، بتا- فلاندرن[17] در گونهٔ *Salvia verticillata* و ایزوکاریوفیلن[18] و کاریوفیلن[19] در گونهٔ *Salvia officinalis*، که در طبقه‌بندی کموتاسونومیک این جنس اهمیت دارد (Rzepa et al., 2009). همان‌طور که پیشتر بیان شد تعداد ۶۸، ۲۱، ۲۹ و ۳۱ ترکیب به‌ترتیب در گونه‌های *A. fistulosum*، *A. iranicum*، *A. ampeloprasum* و *A. sativum* مشاهده شد که از همین مقایسهٔ کیفی می‌توان به

11. Chemotaxonomy
12. Calystegines
13. Convolvulaceae
14. Flavonoids
15. Asteraceae

16. β-myrcene
17. β-phelandrene
18. Isocaryophyllene
19. Caryophyllene

Archive of SID

www.SID.ir

تفاوت فیتوشیمیایی گونه‌ها پی برد. لذا از تنوع فیتوشیمیایی در محتوای اسانس گونه‌های مختلف که می‌تواند ناشی از تغییرپذیری ژنتیکی بین‌گونه‌ای باشد، برای شناسایی گونه‌ها و بررسی‌های مربوط به رده‌بندی شیمیایی آلیوم‌ها استفاده کرد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج بررسی‌ها نشان داد، ترکیب‌های اسانس گونه‌های مختلف به لحاظ کمی و کیفی بسیار متفاوت است و ارزیابی اسانس به‌ویژه در گونه‌های بومی می‌تواند به کشف ترکیب‌های جدید با قابلیت دارویی، تغذیه‌ای و پرکاربرد صنعتی منجر شود. ترکیب‌های سولفوره عمده‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهندهٔ اسانس آلیوم‌های مورد بررسی در این تحقیق بودند که می تواند در برنامه‌های اصلاحی آینده آنها مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به تنوع بالای کمی و کیفی ترکیب‌های اسانس در گونه‌های مختلف، ارزیابی فیتوشیمیایی دیگر اندام‌ها ازجمله ساقه و گل و نیز ارزیابی دیگر گونه‌های آلیوم توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

از مسئولان مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران که امکانات لازم را برای انجام این تحقیق فراهم آورده است، صمیمانه قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1. Aryakia, E., Karimi, H.R., Naghavi, M.R. & Shahzadeh Fazeli, S.A. (2016). Morphological characterization of intra-and interspecific diversity in some Iranian wild *Allium* species. *Euphytica*. 211: 185-200.
2. Aryakia, E., Naghavi, M.R., Farahmand, Z. & Shahzadeh Fazeli, S.A.H. (2015) Evaluating allelopathic effects of some plant species in tissue culture media as an accurate method for selection of tolerant plant and screening of bioherbicides. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 17:1011–1023.
3. Aryakia, E., Ramazani, H., Ghafoori, H., Dolatyari, A., Naghavi, M.R., Shahzadeh Fazeli, S.A.H. (2012). The effect of cryopreservation on germination and growth indices of some orthodox seeds. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*. 19:218–230.
4. Baghalian, K., Naghavi, M.R., Ziai, A. & Naghdi Badi, H. (2006). Post-planting evaluation of morphological characters and allicin content in Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. *Scientica Horticalturae*. 107,405-410.
5. Baghalian, K., Ziai, S.A., Naghavi, M.R., Badi, H.N. & Khalighi, A. (2005). Evaluation of allicin content and botanical traits in Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. *Scientica Horticalturae*. 103,155–166.
6. Bareemizadeh, F., Karimi, N., Ghasempour,H.R., Maassoumi, S.M. & Taran, M. (2014). Essential oil composition of *Allium ampeloprasum* L. var. atroviolaceum and *Allium iranicum*. *International Journal of Biosciences*, 4, 372-377.
7. Başer, K.H.C., Koşar, M. & Koyuncu, M. (1997). Composition of the Essential Oil of *Allium macrochaetum* Boiss. et Hausskn. from Turkey", *Journal of Essential Oil Research*. 9, 125-126.
8. Corzo-Martinez, M. & Villamiei, M. (2007). Biological properties of onions and garlic. *Trends in Food Science and Technology*, 18, 609–625.
9. Council of Europe (1997), European Pharmacopoeia, Strasbourg, third ed., p. 121.
10. Emerencianoa, V.P., Milit, J.S.L.T., Camposa, C.C., Romoffc, P., Kapland, M.A.C., Zambond, M. & Brant, A.J.C. (2001). Flavonoids as chemotaxonomic markers for Asteraceae. *Biochemical Systematic and Ecology*. 29, 947–957.
11. Fritsch, R.M. & Abbasi, M. (2013). A taxonomic review of *Allium* subg. *Melanocrommyum* in Iran. Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung.
12. Fritsch, R.M. & Keusgen, M. (2006). Occurrence and taxonomic significance of cysteine sulphoxides in the genus *Allium* L. (*Alliaceae*). *Phytochem.* 67, 127–1135.
13. Fritsch, R.M. & Maroofi, H. (2010). New species and new records of *Allium* L. (*Alliaceae*) from Iran. *Phyton.* 50, 1–26.
14. Fritsch, R.M., Abbasi, M. & Keusgen, M. (2006). Useful wild *Allium* species in northern Iran. *Rostaniha*. 7, 189- 206.
15. Ghafoori, H., Sariri, R., Naghavi, M.R., Aryakia, E., Dolatyari, A., Shahzadeh Fazeli, S.A., Ramazani, H. & Farahmand, Z. (2013). Analysis of artemisinin isolated from *Artemisia annua* L. by TLC and HPLC. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*. 36, 1198–1206.

Archive of SID

www.SID.ir

16. Gıtin, L., Dinic, R., Neagu, C. & Dumitrascu, L. (2014). Sulfur compounds identification and quantification from *Allium* spp. fresh leaves. *Journal of Food and Drug Analysis*, 22, 425-430.
17. Godevac, D., Vujisic, L., Mojovic, M., Ignjatovic, A., Spasojevic, I., Vajs, V. (2008). Evaluation of antioxidant capacity of *Allium ursinum* L. volatile oil and its effect on membrane fluidity. *Food Chemistry*. 107, 1692-1700.
18. Iciek, M., Kwiecieri, I. and Wlodek, L. 2009. Biological properties of garlic and garlic-derived organosulfur compounds. Environmental and Molecular Mutagenesis, 50: 247–265.
19. Kim, S.M., Wu, C.M., Kubota, K. & Kobayashi, A. (1995). Effect of soybean oil on garlic volatile compounds isolated by distillation. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* .43, 449-452.
20. Kimbaris, A.C., Siatis, N.G., Daferera, D.J., Tarantilis, P.A., Pappas, C.S. & Polissiou, M.Gl. (2006). Comparison of distillation and ultrasound-assisted extraction methods for the isolation of sensitive aroma compounds from garlic (*Allium sativum*). *Ultrason Sonochem*. 13, 54-60.
21. Krest, I., Glodek, J. & Keusgen, M. (2000). Cysteine sulfoxides and alliinase activity of some *Allium* species. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 48, 3753–3760.
22. Kusano, M., Kobayashi, M., Iizuka, Y., Fukushima, A. & Saito, K. (2016). Unbiased profiling of volatile organic compounds in the headspace of Allium plants using an in‑tube extraction device. *BMC Research Notes*, 9,133.
23. Lawson, L.D. & Hughes, B G. (1992). Characterization of the formation of allicin and other thiosulfinates from garlic. *Planta Medica*, 58, 345–350.
24. Ledezma, E., & Apitz-Castro, R. (2006). Ajoene the main active compound of garlic (*Allium sativum*): A new antifungal agent. *Revista Iberoamericana de Micologia*, 23, 75–80.
25. Naderi Saffar, Z., Torabi, S., Naghavi, M.R., Golnaraghi, A.R. & Aryakia, E. (2013). Onion yellow dwarf virus on leek, onion, shallot and welsh onion in Iran. *Journal of Plant Pathology*. 95, S4.73.
26. Pino, J.A., Rosado, A. & Fuentes, V. (2000). Volatile flavor compounds from *Allium fistulosum* L. *Journal of Essential Oil Research.* 12, 553–555.
27. Rzepa, J., Wojtal, L., Staszek, D., Grygierczyk, G., Labe, K., Hajnos, M., Kowalska, T. & Waksmundzka-Hajnos, M. (2009). Fingerprint of Selected *Salvia* Species by HS–GC–MS Analysis of Their Volatile Fraction. *Journal of Chromatographic Science*, 47, 575-580.
28. Schimming, T., Jenett-Siems, K., Mann, P., Tofern-Reblin, B., Milson, J., Johnson, R.W., Deroin, T., Austin, D.F. & Eich, E. (2005). Calystegines as chemotaxonomic markers in the Convolvulaceae. *Phytochemistry*. 66, 469–480.
29. Shukla, Y. & Kalra, N. (2007). Cancer chemoprevention with garlic and its constituents. *Cancer Letters*, 247, 167–181.
30. Tapiero, H., Townsend, D., & Tew, K. (2004). Organosulfur compounds from Alliaceae in the prevention of human pathologies. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 58, 183–193.
31. Tsao, S.M., & Yin, M.C. (2001). In-vitro antimicrobial activity of four diallyl sulphides occurring naturally in garlic and Chinese leek oils. *Journal of Medical Microbiology*, 50, 646–649.
32. Van Den Dool, H. & Kratz, P.D. (1963). A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gasliquid partition chromatography. *Journal of Chromatography*, 11, 463-471.
33. Yabuki, Y., Mukaida,Y., Saito,Y., Oshima, K., Takahashi, T., Muroi, E., Hashimoto, K. & Uda, Y. (2010). Characterisation of volatile sulphur-containing compounds generated in crushed leaves of Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler.). *Food Chemistry*, 120, 343–348.

Archive of SID

www.SID.ir