Journal of Medicinal Plants Biotechnology
JMPB

Original Article

Analysis of physiological, biochemical and secondary metabolites differences of artichoke (*Cynara scolymus* L.) plants at different growth ages

Keyvan Aghaei [*] [1], ***Ali Ammarloo*** [2], ***Saeed Taghiloo*** [1]
1.Department of Biology, Faculty of Science, University of Zanjan, Zanjan, Iran
2. Research Institue of Modern Biological Techniques, University of Zanjan, Zanjan, Iran

ARTICLEINFO

Article history

Submitted: 2022-5-22
Revised: 2022-6-16
Accepted: 2022-8-15

KEYWORDS

Cynara scolymus L., Inositol, Plant age, Secondary compounds, soluble proteins..

ABSTRACT

Artichoke (*Cynara scolymus* L.), is a perennial herbaceous plant belonging to the Asteraceae family, which has both medicinal and nutritional properties. It seems that harvesting time has an important effect on the quantity and quality of plant products especially on secondary metabolites. In order to analysis of plant or field age on some physiological, biochemical and secondary metabolites characteristics of artichoke, a research project was carried out in a completely randomized design at the research field of medicinal plants at the University of Zanjan. One-year old and two-year old artichoke farms were selected as experimental treatments, and then three plots were randomly selected from each farm in which the plant specimens were taken and the desired traits were measured. According to the results: some traits such as: leaf dry weight, leaf length and width, amount of chlorophylls and carotenoids, root soluble proteins and carbohydrates increased at second year old plants. However; shoot soluble proteins and carbohydrate and also the total number of extracted secondary metabolites were decreased by increasing of plant age. D-methyl Buta Dienil (26.18 %), Pentacosadiynoic acid (21.24%), Inositol (10.97%) and Tetramethyl-octahydronaphthalen (9.61%) were the major compounds of one-year old artichoke plants and scyllo inositol (59.01%), methyl-hexadecatetra enoate (20.46%), isopropenyl-methanol (5.2%) and glucopyranose (4.71%) were the major components two-year old artichoke plant leaf extract. It can be concluded that plant age has noticeable effects on growth and biochemical and specially on secondary metabolites properties of artichoke.

* Corresponding author: ***keyvanaghaei***
✉ E-mail: *keyvanaghaei@znu.ac.ir*
Journal homepage:

مجله زیست فناوری گیاهان دارویی
JMPB
Original Article

بررسی تفاوت های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و ترکیبات ثانویه گیاه آرتیشو (*Cynara scolymus* L.) در سال های مختلف رشد

کیوان آقائی [1*]، علی عمارلو، [2] سعید تقیلو[1]
۱.گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲. گروه زیست فناوری پژوهشکده فناوری نوین زیستی، دانشگاه زنجان

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱-۳-۱۴۰۱
بازنگری: ۲۶-۳-۱۴۰۱
پذیرش: ۲۴-۵-۱۴۰۱

واژگان کلیدی:

آرتیشو، اینوزیتول، پروتئین های محلول، مواد موثره، سن گیاه.

چکیده

گیاه آرتیشو (*Cynara scolymus* L.) با نام عمومی کنگر فرنگی، گیاهی چند ساله، علفی و از خانواده گل ستاره ای ها (Asteraceae) می باشد که هم خواص دارویی داشته و هم به عنوان علوفه مورد استفاده قرار می گیرد به نظر می رسد سن گیاه و زمان برداشت اندام های گیاهی در کمیت و کیفیت محصولات گیاهی و مواد ثانویه آنها نقش مهمی دارد به منظور بررسی اثر سن مزرعه یا گیاه بر برخی صفات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و متابولیتهای ثانویه کنگر فرنگی، پژوهشی درقالب طرح کاملاً تصادفی (با توجه به بررسیهای مقدماتی یکنواختی قطعات مورد مطالعه و نبود تاهمگونی فاحش)، با سه تکرار در مزرعه گیاهان دارویی پژوهشکده فناوریهای نوین زیستی دانشگاه زنجان انجام شد با توجه به بررسیهای مقدماتی یکنواختی کامل قطعات مورد مطالعه)، دو مزرعه کنگر فرنگی یک ساله و دو ساله به عنوان تیمارهای آزمایش در نظر گرفته شدند سپس از هرمزرعه، سه کرت به صورت تصادفی انتخاب و نمونه های گیاهی از چند بوته تهیه گردید نتایج نشان داد، صفاتی مانند وزن خشک برگ، طول و عرض برگ، میزان رنگیزه های کلروفیلی و کاروتنوئیدی، پروتئین های محلول ریشه و کربوهیدرات های محلول ریشه در گیاهان دو ساله بیشتر از یک ساله بودند در حالیکه مقدار پروتئین های محلول برگ، کربوهیدرات های محلول برگ و نیز تعداد متابولیت های ثانویه با افزایش سن گیاه کاهش نشان دادند ترکیباتی مانند دی متیل بوتادی انیل(۲۶/۱۸ ٪)، پنتاکوزا دی نوئیک اسید (۲۱/۲۴٪)، اینوسیتول (۱۰/۹۷٪) و تترامتیل اکتاهیدرونفتالن (۹/۹۶۱٪) فراوان ترین ترکیبات تشکیل دهنده عصاره برگ در سال اول و سیلو اینوزیتول (۵۹/۰۱٪)، متیل هگزا دکا تترا نوایت (۲۰/۴۶٪)، ایزوپروپونیل متانول (۵۲٪) و گلوکوپیرانوز با ۴/۷۱٪ عمده ترین ترکیبات عصاره برگ گیاه آرتیشو در سال دوم بودند بطور کلی با توجه به نتایج این تحقیق می توان گفت که سن گیاه اثرات قابل توجهی را بر صفات رشدی، بیوشیمیایی و به خصوص ترکیبات ثانویه گیاه آرتیشو دارد

*نویسنده مسئول: کیوان آقائی
✉ E-mail: keyvanaghaei@znu.ac.ir
Journal homepage:

CC BY

مقدمه

کنگرفرنگی یا آرتیشو (*Cynara scolymus* L.) گیاهی علفی و چندساله از خانواده آستراسه با طول عمر متوسط چهار سال می‌باشد. در تولید تجاری، این گیاه معمولاً از یک تا چهار سال و گاهی اوقات تا ده سال پرورش می‌یابد (Tesi, *et al*., 2004). ساقه این گیاه راست و شیاردار با ارتفاع یک و نیم الی دو متر است که در سال دوم رشد، از مرکز برگ‌های طوقه‌ای تولید می‌شود. این ساقه در بخش بالایی منشعب و دارای برگ‌های کوچک‌تر و بدون دمبرگ می‌باشد. ریشه گیاه حجیم است که تا عمق پنج متر داخل خاک نفوذ می‌کند (Sharaf-Eldin, *et al*., 2007., Archontoulis, *et al*., 2010). آرتیشو از سالیان دور در مناطق مختلف جهان از جمله ایالات متحده امریکا، ایتالیا، اسپانیا، فرانسه، ترکیه و چین کشت می‌شود (Lattanzio, *et al*., 2009; Dosi, *et al*., 2013). این گیاه بومی جنوب مدیترانه و شمال آفریقا است که دارای خاصیت دارویی، غذایی و علوفه‌ای است و در سالهای اخیر جهت کشت وارد ایران شده است (Lombardo, *et al*., 2008). در میان یونانیان و رومیان آرتیشو به عنوان غذا و دارو مورد توجه بوده و کاپیتول‌های آن برای اهداف تغذیه‌ای و برگ‌ها برای اهداف پزشکی از قبیل درمان بیماری‌های کبدی استفاده می‌شود (Nasser, A.M., 2012.). از بخش های مختلف آن از قبیل: نهنج، طبق نارس و نیز برگهای گوشتی جهت مصرف خوراکی استفاده می شود (Lattanzio, *et al*., 2009). این گیاه دارای مقادیر قابل توجهی از ویتامین ث و املاح مختلفی مانند آهن، فسفر، سدیم و پتاسیم و نیز نوعی همو پلی ساکارید به نام اینولین می باشد (Pandino, *et al*., 2011). ترکیبات ثانویه ای مانند پلی‌فنل‌ها به ویژه اسید کافئولینیک و فلاونوئیدها از این گیاه استخراج شده لند(Falco, *et al*., 2015). علاوه بر مصارف خوراکی و دارویی ذکر شده از این گیاه در برخی از مناطق جهان به عنوان علوفه تازه و یا خشک شده برای تغذیه دام‌ها استفاده می شود (Salman, F.M. and Ahmed, S.M. 2014). آرتیشو گیاه مناسبی جهت کاشت در زمین‌های خشک مناطق مدیترلنه‌ای برای اهداف چند منظوره و غیرمرسوم محسوب شده و از زیست‌توده آن برای

تولید انرژی تحت فرآیندهای مختلف استفاده می‌شود. دانه‌های این گیاه که سرشار از روغن لینولئیک اسید بوده به عنوان سوخت زیستی با خواصی مشابه با سایر نمونه‌های تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. گیاه مذکور همچنین به عنوان یک منبع فیبر برای تولید خمیر و کاغذ با استفاده از فرآیندهای مختلف با عملکرد خوب خمیر و خواص فیزیکی و مکانیکی مناسب مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج امیدوار کننده‌ای به دست آمده است (Gominho, *et al.*, 2018).

با توجه به بررسی های انجام شده توسط محققین، میزان مواد موثر در گیاه در شرایط مختلف ثابت نبوده و متناسب با کیفیت رشد گیاه تغییر می-نماید. عوامل متعددی در میزان و نوع مواد مؤثره گیاهان تأثیر دارد که باید در هنگام برداشت گیاهان مورد توجه قرار گیرند. یکی از این عوامل زمان برداشت محصول می‌باشد. تغییراتی که در میزان مواد مؤثره گیاه در طول سال و حتی در ساعات یک روز وجود دارد اهمیت برداشت گیاهان دارویی را در زمانی که گیاه دارای حداکثر میزان مواد مؤثر است، نمایان می‌سازد (Qaderi, *et al.*, 2023). با توجه به موارد گفته شده، پژوهش حاضر به منظور مقایسه خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و متابولیت‌های ثانویه کنگر فرنگی، درسال اول و دوم در مزرعه پژوهشی گیاهان دارویی دانشگاه زنجان طراحی و اجرا گردید.

مواد و روشها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ در مزرعه گیاهان دارویی دانشگاه زنجان با مختصات جغرافیایی ″۱۵ ′۲۴ °۴۸ طول شرقی و ″۳۷ ′۴۰ °۳۶ عرض شمالی و ارتفاع ۱۶۳۸ متر از سطح دریا اجرا گردید. جهت انجام این پژوهش دو مزرعه کنگر فرنگی با سنین بیولوژیکی یک ساله و دو ساله انتخاب شدند. سپس از هر مزرعه، سه کرت به ابعاد ۳×۴ متر (۱۲ متر مربع) در قالب طرح کاملا تصادفی انتخاب گردید. سپس از هریک از کرت ها سه بوته بطور تصادفی انتخاب شد و نمونه های برگ و ریشه جهت اندازه گیری صفاتی مانند وزن خشک برگ، طول و عرض برگ، میزان کربوهیدرات های محلول برگ و ریشه، میزان پروتئین های محلول برگ و ریشه، رنگیزه های کلروفیلی و

کاروتنوئیدی و نیز ترکیبات موثره برداشت شد.

سنجش صفات بیوشیمیایی

سنجش رنگیزه های فتوسنتزی با استفاده از روش Arnon, 1949 ، اندازه گیری مقدار کربوهیدرات های محلول با روش Roe,1955 و پروتئین های محلول با روش Bradford, 1976 در نمونه های برگ و ریشه انجام شد.

سنجش ترکیبات ثانویه برگ

ابتدا عصاره ان هگزانی از ۲۰۰ گرم پودر برگ خشک شده استخراج گردید و سپس عصاره حاصله به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) با استفاده از دستگاه GC/ MS ، مدل Agilent 5975 مطابق روش ارائه شده توسط لوزانو و همکاران (Lozano et al., 1999) در آزمایشگاه ویرومد (ViroMed) تهران مورد سنجش و بررسی ترکیبات تشکیل دهنده قرار گرفت.

تحلیل آماری داده ها

داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS var. 9.1 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین داده‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد صورت گرفت. رسم نمودارها نیز توسط Excel انجام گردید.

نتایج و بحث

اثرسن زیستی گیاه بر وزن خشک، طول و عرض برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش بیانگر تأثیر معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) سن بیولوژیکی گیاه بر وزن خشک برگ بود (جدول ۱). وزن خشک برگ در سال اول کمتر (۱۱/۳۶ گرم) و در سال دوم مقدار بیشتری (۴۲/۸۰ گرم) را داشت (شکل ۱). افزایش وزن تر و خشک برگ در سال دوم را می‌توان این گونه استدلال نمود که در سال اول گیاه بیشترین مواد فتوسنتزی خود را صرف تولید و گسترش ریشه‌ها و استقرار خود نموده و در نتیجه برگ‌های تولیدی از نظر سطح و اندازه نسبت به سال دوم کمتر بوده است. در واقع سال اول به دلیل این که گیاه از پایه (بذر) شروع به رشد می‌نماید، بخشی از زمان، صرف جوانه زنی، سبز شدن و استقرار گیاه می‌گردد ولی در سال دوم رشد بلافاصله

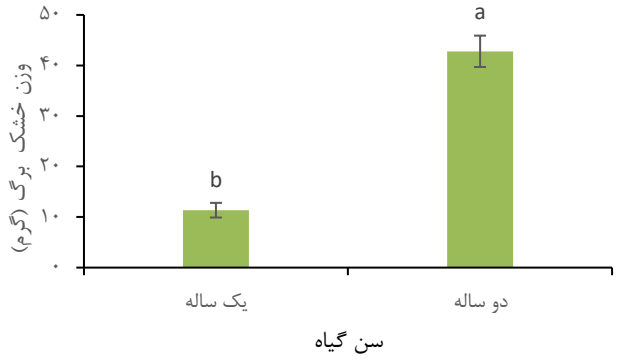
از طوقه سال گذشته آغاز گردیده و گیاه زمان زیادی برای رشد و استفاده از منابع خواهد داشت و به همین دلیل با افزایش سطح برگ، وزن تر و خشک برگ نسبت به سال اول بالاتر می‌رود. افزایش وزن تر و خشک برگ در برداشت دوم نسبت به سال اول توسط سالاتا و همکاران (Sałata, et al., 2016) نیز گزارش گردیده که همسو با یافته‌های پژوهش حاضر است. همچنین گزارش گردیده است که علملکرد ماده خشک کنگر فرنگی در مرحله بذردهی به علت بالا بودن سطح برگ بالاتر از سایر مراحل است (الهدادی و همکاران، ۱۳۹۷) که همسو با نتایج به دست آمده در این پژوهش می‌باشد

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر سن بیولوژیکی گیاه کنگر فرنگی بر خصوصیات مورفولوژیکی.

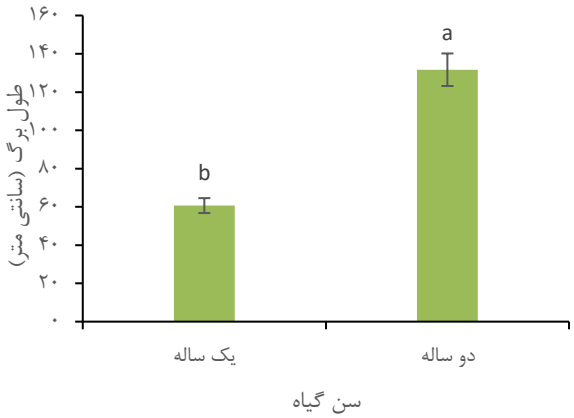
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)		
		وزن خشک برگ	طول برگ	عرض برگ
تکرار	۲	۱۰/۴۰ns	۱۸۲/۱۶ns	۲۷/۱۶ns
تیمار	۱	۱۴۸۲/۰۸**	۷۵۶۱/۵۰**	۳۲۲/۶۶*
خطای آزمایشی	۱۰	۲۱/۲۰	۸۵/۵۰	۷/۱۶
ضریب تغییرات(٪)	-	۱۷/۰۱	۹/۶۱	۲/۶۷

*، ** و ns به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم معنی‌داری.

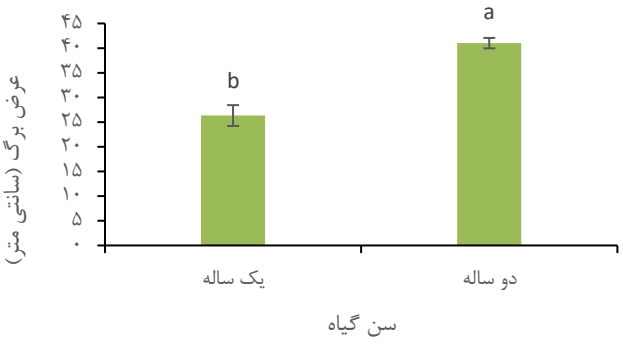
شکل ۱- تأثیر سن گیاه بر وزن خشک برگ.



طول برگ در سطح احتمال یک درصد و عرض برگ در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر سن بیولوژیکی گیاه قرار گرفت (جدول ۱). طول و عرض برگ در سال دوم نسبت به سال اول به طور قابل توجهی افزایش یافت به‌طوری که طول برگ به میزان ۱۱۷/۴درصد و عرض برگ به میزان ۵۵/۷ درصد در سال دوم نسبت به سال اول افزایش داشت (شکل۲ و ۳). افزایش طول و عرض برگ را می‌توان به عوامل متعددی مانند افزایش دسترسی به عناصر غذایی، آب و نور جهت انجام فتوسنتز نسبت داد که در نهایت موجب افزایش این صفات گردیده است. گزارش شده است که طول و عرض برگ کنگر فرنگی در سال اول نسبت به سال دوم بیشتر بود که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد (Sałata, et al., 2016). دلیل این تفاوت را می‌توان به تغذیه گیاه نسبت داد چرا که پژوهش حاضر در شرایط کاملاً ارگانیک تولید گردیده است و ممکن است عناصر غذایی داخل خاک، به اندازه نیاز گیاه فراهم نبوده باشد. الهدادی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند که در مرحله بذردهی، سطح برگ کنگر فرنگی به حداکثر مقدار خود می‌رسد و سبب بالارفتن ماده خشک گیاه می‌گردد که مطابق نتایج پژوهش حاضر است.



شکل ۲- تأثیر سن گیاه بر طول برگ.



شکل ۳- تأثیر گیاه بر عرض برگ.

اثر سن گیاه بر میزان رنگیزه های کلروفیلی و کاروتنوئیدی

رنگیزه‌های کلروفیلی برگ شامل کلروفیل a، b و کل و همچنین کاروتنوئیدها به‌طور معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) تحت تأثیر سن بیولوژیکی گیاه قرار داشت (جدول ۳). غلظت کلروفیل a، b و کل در سال دوم گیاه به ترتیب به میزان ۱۴۱/۷، ۵۹/۵ و ۱۱۱/۴ درصد نسبت به سال اول افزایش داشت (جدول۲).

جدول۲- نتیجه مقایسه میانگین تأثیر سن گیاه بر رنگیزه‌های کلروفیلی و کارتنوئیدی برگ کنگرفرنگی

تیمار	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کاروتنوییید (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)
سال اول	۲/۴۷ ±۰/۰۲b	۱/۴۶ ±۰/۰۴b	۳/۹۳ ±۰/۱۲b	۷/۲۹ ±۱/۲b
سال دوم	۵/۹۷ ±۰/۰۳a	۲/۳۳ ±۰/۰۷a	۸/۳۱ ±۰/۳a	۱۵/۸۱ ±۲/۸a

میزان کاروتنوئیدها نیز در سال اول ۷/۲۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود که در سال دوم به ۱۵/۸۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر رسید که افزایشی ۱۱۷/۹ درصدی داشت (جدول ۲). بالاتر بودن غلظت رنگیزه‌های کلروفیلی در سال

دوم را می‌توان به سرمایه‌گذاری گیاه جهت ساخت رنگیزه جهت بالاتر بردن سرعت فتوسنتز دانست که نقش مهمی در نمو زایشی و تولید گل و میوه خواهد داشت. همچنین با توجه به نقش محافظتی کارتنوئیدها در برگ، می‌توان این گونه استدلال نمود که به علت رشد زایشی در سال دوم و اهمیت برگ‌ها در ساخت ترکیبات فتوسنتزی، گیاه به منظور حفاظت از اندام‌های فتوسنتزکننده خود (برگ‌ها) غلظت کاروتنوئیدها را جهت کاهش خطرات احتمالی وارده به برگ، افزایش می‌دهد.

جدول ۳-نتایج تجزیه واریانس اثر سن گیاه کنگرفرنگی بر صفات بیوشیمیایی

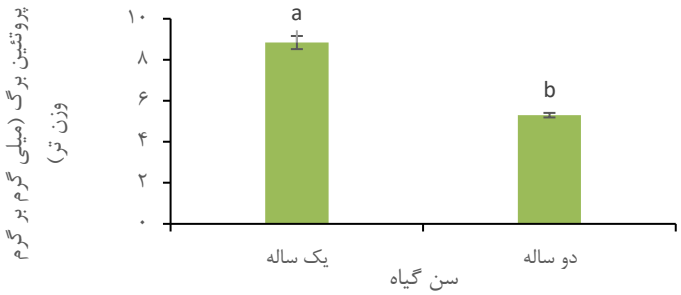
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)							
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنویید	پروتئین برگ	پروتئین ریشه	کربوهیدرات-های محلول برگ	کربوهیدرات-های محلول ریشه
تیمار	۱	۱۸/۴۰**	۱/۱۵**	۲۸/۷۸**	۱۱۰۹۳۷/۳۱**	۱۸/۸۲*	۲۰۱/۳۶**	۰/۰۱۰*	۰/۲۴**
خطای آزمایشی	۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۳	۰/۰۲۷	۱۴۳۴۸/۵۱	۰/۷۸	۲/۲۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)	-	۲/۵۳	۳/۱۱	۲/۷۱	۱۰/۳۴	۱۲/۵۵	۲۰/۸۹	۱۶/۰۶	۹/۸۸

اثرسن گیاه برمیزان پروتئین های محلول برگ و ریشه

مقدار پروتئین های محلول برگ در سطح احتمال یک درصد و پروتئین محلول ریشه در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر سن گیاه قرار داشت (جدول۳). بیشترین و کمترین پروتئین برگ با ۸/۸۴ و ۵/۳ میلی‌گرم بر گرم وزن به ترتیب در سال اول و دوم مشاهده گردید (شکل ۵). میزان پروتئین ریشه در سال اول کمتر (۱/۴۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و در سال دوم بیشتر (۱۳/۰۵ میلی‌گرم بر گرم) بود که در سال دوم افزایش قابل توجهی داشت(شکل۵). به نظر می‌رسد که در سال دوم با افزایش سطح برگ، غلظت پروتئین محلول در برگ بر اثر رقیق شدن، کاهش یافته باشد. از سوی دیگر، بر خلاف پروتئین برگ، غلظت پروتئین ریشه در سال دوم بیشتر از سال اول بود. بنابراین این گونه نیز می‌توان استدلال نمود که دلیل کاهش پروتئین

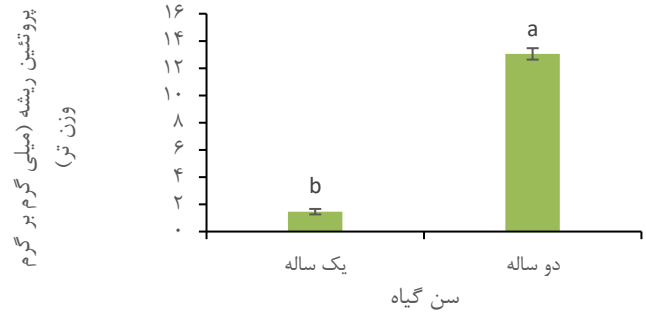
برگ در سال دوم نسبت به سال اول را به غلظت پروتئین ریشه نسبت داد که در سال دوم بیشتر از سال اول بود.

شکل ۵- تأثیر سن گیاه بر غلظت پروتئین برگ.



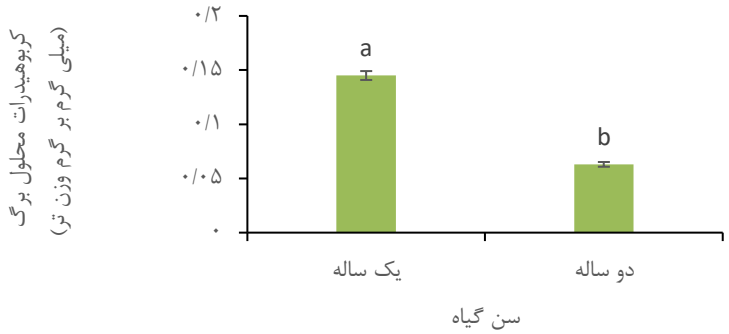
الهدادی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند که گیاه کنگر فرنگی در مرحله رشد رویشی بالاترین میزان پروتئین را دارا بود و با وارد شدن گیاه به فاز نمو زایشی از مقدار پروتئین برگ‌ها کاسته گردید. نتایج پژوهش آن‌ها با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

شکل ۶- تأثیر سن گیاه بر پروتئین ریشه گیاه کنگرفرنگی



اثر سن گیاه بر میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ و ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار سن گیاه بر کربوهیدرات-های محلول برگ ($P\leq ۰/۰۵$) و ریشه ($P\leq ۰/۰۱$) بود (جدول۳).



شکل ۷- تأثیر سن گیاه بر کربوهیدرات‌های محلول برگ

بیشترین و کمترین مقدار کربوهیدرات-های محلول برگ با ۰/۱۴۵ و ۰/۰۶۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر به ترتیب در سال اول و دوم مشاهده گردید (شکل ۷). مقدار کربوهیدرات محلول در ریشه نیز در سال اول بیشترین مقدار (۰/۷۱۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) را داشت ولی در سال دوم به میزان ۵۶/۸ درصد کاهش یافت و به ۰/۳۰۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر رسید (شکل ۸). به نظر می‌رسد که در سال اول، بیشترین تولیدات فتوسنتزی برای رشد رویشی گیاه مصرف شده و به همین جهت کربوهیدرات‌های محلول در ریشه و برگ بالاست. با وارد شدن گیاه به فاز زایشی (سال دوم) عمده تولیدات ، غلظت کربوهیدرات برگ و ریشه در سال دوم نسبت به سال اول، کمتر خواهد بود.

شکل ۸- تأثیر سن گیاه بر کربوهیدرات‌های محلول ریشه

اثر سن بیولوژیکی گیاه بر متابولیت‌های ثانویه برگ

نتایج آنالیز ترکیبات ثانویه برگ کنگر فرنگی در سال اول منجر به شناسایی ۲۷ نوع ترکیب گردید (جدول ۵) که عمده‌ترین ترکیبات تشکیل دهنده شامل ۱-اکساسپیرو [۲.۵] اکتان،۵،۵-دی متیل-۴-(۳- متیل-۱،۳-بوتادینیل) ($C_{14}H_{22}O$) با ۲۶/۱۸ درصد، پنتاکوسادیونیک اسید ($C_{25}H_{42}O_2$) با ۲۱/۲۴ درصد، اینوسیتول ($C_6H_{12}O_6$) با ۱۰/۹۷ درصد و تترامتیل اکتاهیدرونفتالن با ۹/۶۱ درصد بود. تعداد ترکیبات ثانویه تشکیل‌دهنده برگ در سال دوم ۱۴ ترکیب بود (جدول ۶) که عمده‌ترین آن‌ها شامل اسکیلو-اینوسیتول ($C_6H_{12}O_6$) با ۵۹/۰۱ درصد، ایزودسیل‌بنزوات ($C_{17}H_{26}O_2$) با ۲۰/۴۶ درصد، دی‌اتیل‌پیروکربنات ($C_6H_{10}O_5$) با ۴/۷۱ درصد بودند (جدول۶). مهمترین ترکیب عمده مشترک در عصاره برگ سال اول و دوم اینوزیتول بود که در سال دوم بصورت سیلو اینوزیتول با حدود ۵۹٪ نسبت به سال اول (حدود ۱۰٪)به شدت افزایش یافت. یکی دیگر از ترکیبات مشترک شناسایی شده برگ، ترکیب ۴،۲-دی هیدروکسی-۵،۲-دی متیل-۳ (۲H)-فوران-۳-ون ($C_6H_8O_4$) بود که در سال اول به میزان ۱/۰۴ درصد بود که در سال دوم کاهش جزئی یافت و به ۰/۹۱ درصد رسید (جداول ۵ و ۶). ترانس-۱-متیل-۲-نونیل-سیکلوهگزان نیز یکی از ترکیبات شناسایی شده برگ بود که غلظت آن در سال اول (۱/۲ درصد) و دوم (۱/۲۱ درصد) مشابه بود. به طور کلی تعداد ترکیبات تشکیل-دهنده برگ در سال اول ۱۳ ترکیب بیشتر از سال دوم بود. حدود ۵۹ درصد

عصاره برگ آرتیشو در سال دوم ماده سیلو-اینوسیتول ($C_6H_{12}O_6$) بود که درصد قابل توجهی است (جدول ۶). بررسی ترکیبات ثانویه در تحقیقات سایر محققین نشان داد که بسیاری از ترکیبات فنولی فلاوونوئیدی (۰/۱ تا ۱ درصد) و اسیدی در کنگر فرنگی وجود دارد (Grieve, 2013). هیدروکسی تیروزول، ورباسکوزید، آپیژنین-۷-گلوکوزید، اولئوروپین، کوئرستین، پینورسیتول و آپیژنین از جمله ترکیبات فنلی هستند که توسط Ben Salem و همکاران در سال ۲۰۱۷ در تونس از عصاره برگ گیاه آرتیشو گزارش شده-اند. همچنین در گزارش دیگری اسیدکافئیک و استرهای اسیدکینیک – اسیدکافئیک به عنوان ترکیبات عمده عصاره این گیاه محسوب شده اند به علاوه، ترکیباتی مانند اسید کلروژنیک و ۱ و ۳ دی‌کافئیل کینیک اسید ترکیبات عمده محسوب می‌شوند و سایر ترکیبات بر اثر ایزومریزاسیون حین استخراج تولید می‌گردند (Thomas, 1994). ترکیبات یاد شده نسبت به اکسیدازها و حرارت حساس بوده و به سهولت توسط این دو عامل تجزیه و از بین می‌روند به دلیل غنی بودن گیاه از اکسیدازها، مهار عمل این آنزیم‌ها بسیار دشوار می‌باشد و در نتیجه چنانچه شرایط خشک کردن گیاه کنترل شده نباشد سبب از بین رفتن بخش عمده مواد خواهد شد. اسید الکل‌ها بنا به نظر برخی از محققین بخش عمده‌ای از اثرات فارماکولوژیک این گیاه را سبب می‌گردند که می توان به ترکیباتی نظیر اسید سیتریک، اسید مالیک، اسید گلیکولیک، اسید لاکتیک، اسیدسوکسینیک و اسید گلیسریک اشاره نمود (Fateh, et al., 2009). فلاونوییدها نظیر مشتقات لوتئولین، لوتئولین – ۷- O - گلوکوزید یا سیناروزید، لوتئولین ۷- O - روتینوزید یا اسکولیموزید، لوتئولین ۴-O - گلوکوزیل ۷- O - روتینوزید یا سیناروتری زید فلاونوییدهای عمده کنگر فرنگی می‌باشند اما در کنار این مواد فلاونوییدهای دیگری نظیر آپی ژنین، کرستین، هسپره‌تین، نارینجنین و گلیکوزیدهای آن‌ها در گیاه مشاهده می‌شوند (Kraft, 1997). لاکتون‌های سزکویی‌ترپنی (ماده تلخ) که بیشترین مقدار آنها در برگ‌های جوان مشاهده می‌شود دسته دیگری از ترکیبات شیمیایی کنگر فرنگی را تشکیل می-دهند. سینارو پیکرین (عمده‌ترین

لاکتون) گروشیمین ، دهیدروسینارو پیکرین و سیناراتری‌ال به این گروه از ترکیبات شیمیایی تعلق دارند Kraft, (1997). از آنجاییکه که ترکیبات ثانویه شناسایی شده در این تحقیق با برخی از تحقیقات انجام شده تفاوت های قابل توجهی دارد می توان چنین نتیجه گیری کرد که عواملی مانند نوع منطقه اکولوژیکی و تفاوت های آب و هوایی و ادافیکی، سال برداشت و بخصوص روش استخراج و آنالیز ترکیبات می توانند نقش بسیار مهمی در نوع و مقدار ترکیبات ثانویه در گیاه آرتیشو داشته باشند که این موارد باید در هنگام استفاده از این گیاه مورد توجه قرار بگیرند.

Compound Label (B_1برگ سال اول)	RT	Name	DB Formula	Value compound%
Cpd 1: 3-Furaldehyde	6.852	3-Furaldehyde	$C_5H_4O_2$	1.29
Cpd 2: 2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-	8.126	2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-	$C_5H_6O_2$	1.24
Cpd 3: 2-Oxopentanedioic acid	8.877	2-Oxopentanedioic acid	$C_5H_6O_5$	2.06
Cpd 4: 1,4-Butanediamine, 2,3-dimethoxy N,N,N',N'-tetramethyl-, [S-(R*,R*)]-	9.23	1,4-Butanediamine, 2,3-dimethoxy-N,N,N',N'-tetramethyl-, [S-(R*,R*)]-	$C_{10}H_{24}N_2O_2$	0.48
Cpd 6: 2,4-Dihydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furan-3-one	11.287	2,4-Dihydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furan-3-one	$C_6H_8O_4$	1.04
Cpd 7: Propanoic acid, anhydride	11.514	Propanoic acid, anhydride	$C_6H_{10}O_3$	1.03
Cpd 8: 1,2-Benzenediol, mono(methylcarbamate)	11.88	1,2-Benzenediol, mono(methylcarbamate)	$C_8H_9NO_3$	1.37
Cpd 9: Thiophene, 2-propyl-	12.309	Thiophene, 2-propyl-	$C_7H_{10}S$	2.09
Cpd 10: Propane, 2-methoxy-2-methyl-	13.274	Propane, 2-methoxy-2-methyl-	$C_5H_{12}O$	0.8
Cpd 11: Pentanoic acid	14.107	Pentanoic acid	$C_5H_{10}O_2$	0.62
Cpd 12: Butanoic acid, 2-methyl-	14.681	Butanoic acid, 2-methyl-	$C_5H_{10}O_2$	1.8
Cpd 13: .beta.-D-Glucopyranose, 1,6-anhydro-	15.255	.beta.-D-Glucopyranose, 1,6-anhydro-	$C_6H_{10}O_5$	4.5
Cpd 14: Pentanoic acid, 2-hydroxy-, ethyl ester	16.309	Pentanoic acid, 2-hydroxy-, ethyl ester	$C_5H_{12}O$	0.37
Cpd 15: Butanoic acid, anhydride	16.523	Butanoic acid, anhydride	$C_8H_{14}O_3$	0.68
Cpd 17: Valeric anhydride	17.261	Valeric anhydride	$C_{10}H_{18}O_3$	0.38
Cpd 19: Inositol	18.353	Inositol	$C_6H_{12}O_6$	10.97
Cpd 20: Phthalic acid, cyclobutyl isobutyl ester	18.914	Phthalic acid, cyclobutyl isobutyl ester	$C_{16}H_{20}O_4$	0.34
Cpd 21: 2-Methylheptanoic acid	19.255	2-Methylheptanoic acid	$C_8H_{16}O_2$	0.75
Cpd 22: Phthalic acid, cyclobutyl isobutyl ester	19.703	Phthalic acid, cyclobutyl isobutyl ester	$C_{16}H_{20}O_4$	0.46
Cpd 23: Trans-1-methyl-2-nonyl-cyclohexane	20.693	Trans-1-methyl-2-nonyl-cyclohexane	$C_{16}H_{32}$	1.2
Cpd 25: 2,4a,5,8a-Tetramethyl-1,2,3,4,4a,7,8,8a-octahydronaphthalen-1-ol	22.882	2,4a,5,8a-Tetramethyl-1,2,3,4,4a,7,8,8a-octahydronaphthalen-1-ol	$C_{14}H_{24}O$	9.61
Cpd 26: Isophthalic acid, 2-formylphenyl propyl ester	22.989	Isophthalic acid, 2-formylphenyl propyl ester	$C_{18}H_{16}O_5$	1.44

Cpd 27: 1-Oxaspiro[2.5]octane, 5,5-dimethyl-4- (3-methyl-1,3-butadienyl)-	23.305	1-Oxaspiro[2.5]octane, 5,5-dimethyl-4-(3-methyl-1,3-butadienyl)-	$C_{14}H_{22}O$	26.18
Cpd 28: Tricyclo(5.2.1.0(2,6)) decanedimethanol	23.418	Tricyclo(5.2.1.0(2,6))decanedimethanol	$C_{12}H_{20}O_2$	4.07
Cpd 29: 10-12-Pentacosadiynoic acid	23.538	10-12-Pentacosadiynoic acid	$C_{25}H_{42}O_2$	21.24
Cpd 30: N-Hydroxy-12 azadispiro(4,1,4,2)tridec- 8-ene-6,13-dione	24.157	N-Hydroxy-12-azadispiro(4,1,4,2)tridec-8-ene- 6,13-dione	$C_{12}H_{15}NO_3$	0.53
Cpd 32: 4-(Fluoromethyl)-5-methyl-2-phenyl- 2H-1,2,3-triazole	29.267	4-(Fluoromethyl)-5-methyl-2-phenyl-2H-1,2,3- triazole	$C_{10}H_{10}FN_3$	0.97

جدول ۵- درصد و نوع ترکیبات ثانویه تشکیل‌دهنده عصاره برگ کنگر فرنگی در سال اول.

این تحقیق با برخی از تحقیقات انجام شده تفاوت های قابل توجهی دارد می توان چنین نتیجه گیری کرد که عواملی مانند نوع منطقه اکولوژیکی و تفاوت های آب و هوایی و ادافیکی، سال برداشت و بخصوص روش استخراج و آنالیز ترکیبات می توانند نقش بسیار مهمی در نوع و مقدار ترکیبات ثانویه در گیاه آرتیشو داشته باشند که این موارد باید در هنگام استفاده از این گیاه مورد توجه قرار بگیرند.

Compound Label (B_2برگ سال دوم)	RT	Name	DB Formula	Value compound %
Cpd 1: 4H-1,2,4-triazol-3-ol, 5-[(phenylmethyl)thio]-	9.931	4H-1,2,4-triazol-3-ol, 5-[(phenylmethyl)thio]-	$C_9H_9N_3OS$	0.78
Cpd 2: 1-Butanol, 3-methyl-, formate	10.568	1-Butanol, 3-methyl-, formate	$C_6H_{12}O_2$	0.76
Cpd 3: 2,4-Dihydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furan- 3-one	11.293	2,4-Dihydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furan-3-one	$C_6H_8O_4$	0.91
Cpd 4: 2-Propenoic acid, butyl ester	12.883	2-Propenoic acid, butyl ester	$C_7H_{12}O_2$	0.96
Cpd 5: Butanoic acid, 2-methyl-	14.694	Butanoic acid, 2-methyl-	$C_5H_{10}O_2$	1.62
Cpd 6: .beta.-D-Glucopyranose, 1,6-anhydro-	15.274	.beta.-D-Glucopyranose, 1,6-anhydro-	$C_6H_{10}O_5$	4.71

Cpd 7: .beta.-l-Arabinopyranoside, methyl	16.839	.beta.-l-Arabinopyranoside, methyl	$C_6H_{12}O_5$	1.16
Cpd 8: Methyl valerate	17.23	Methyl valerate	$C_6H_{12}O_2$	0.63
Cpd 9: Scyllo-Inositol	18.655	Scyllo-Inositol	$C_6H_{12}O_6$	59.01
Cpd 10: Butanoic acid, 2-methyl-	19.255	Butanoic acid, 2-methyl-	$C_5H_{10}O_2$	0.76
Cpd 11: Trans-1-methyl-2-nonyl-cyclohexane	20.693	Trans-1-methyl-2-nonyl-cyclohexane	$C_{16}H_{32}$	1.21
Cpd 12: (7a-Isopropenyl-4,5-dimethyloctahydroinden-4 yl)methanol	23.299	(7a-Isopropenyl-4,5-dimethyloctahydroinden-4- yl)methanol	$C_{15}H_{26}O$	5.2
Cpd 13: 1-Hexyne, 3-ethoxy-3,4-dimethyl-	23.412	1-Hexyne, 3-ethoxy-3,4-dimethyl-	$C_7H_{12}O$	0.77
Cpd 14: Methyl 4,7,10,13-hexadecatetraenoate	23.538	Methyl 4,7,10,13-hexadecatetraenoate	$C_{17}H_{26}O_2$	20.46

جدول ۶- درصد و نوع ترکیبات ثانویه تشکیل‌دهنده عصاره برگ کنگر فرنگی در سال دوم

نتیجه‌گیری کلی

بطور کلی بر اساس نتایج این تحقیق می توان بیان کرد که سال برداشت برگ گیاه کنگر فرنگی در صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی و نیز ترکیبات موثره این گیاه تاثیر مهمی دارد. سن بیولوژیکی گیاه کنگر فرنگی بر تعداد و درصد ترکیبات ثانویه تاثیر دارد و بر خلاف انتظار تعداد ترکیبات موثره در برگ با افزایش سن یعنی در سال دوم کاهش نشان می دهد.

منابع

- الـه دادی، م.، راعی، ی.، بحرینی نژاد، ب.، تقی زاده، ا. ۱۳۹۷. بررســـی تـأثیر زمـان برداشـــت بر ویژگی‌هـای کمّی و کیفی علوفـه کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.). بوم شناسی کشاورزی، ۱۰(۴): ۱۰۸۱-۱۰۹۲.
- Archontoulis, S. V., Struik, P. C., Vos, J. and Danalatos, N. G. (2010). Phenological growth stages of *Cynara cardunculus*: codification and description according to the BBCH scale. Annals of Applied Biology. 156 (2): 253-270.
- Arnon, D. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology 24, 1-15.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Ana Biochem, 72, 248-254.
- Ben Salem, M., Affes, H., Athmouni, K. (2017). Chemical compositions, antioxidant and anti-inflammatory activity of Cynara scolymus leaves extractsand analysis of major bioactive polyphenols by HPLC. Hinduai. Vol. 2017. Article ID 4951937, 14 pages.
- Dosi, R., Daniele, A., Guida, V., Ferrara, L., Severino, V. and Di Maro, A. (2013). Nutritionaland metabolic profiling of the globe artichoke (*Cynara scolymus L. 'Capuanella' heads*) inprovince of Caserta, Italy. Australian Journal of Crop Science. 7: 1927-1934.
- Falco, B., Incerti, G., Amato, M. & Lanzotti, V. (2015). Artichoke: botanical, agronomical, phytochemical, and pharmacological overview. Phytochemistry Reviews, 14(6), 993-1018.
- Fateh, E., Chaichi, M.R., Ashorabadi, E.S., Mazaheri, D., Jafari, A.A., and Rengel, Z. (2009). Effects of organic and chemical fertilizers on

in globe artichoke [*Cynara cardunculus* L. var. scolymus (L.) Fiori] as affected by genotype, head part and harvest time. In Proceedings of the 24th International Conference on Polyphenols (pp. 563-564).

- Nasser, A.M. (2012). Phytochemical study of *Cynara scolymus* L. (Artichoke) (Asteraceae) cultivated in Iraq, detection and identification of phenolic acid compounds cynarin and chlorogenic acid. Iraqi Journal of Pharmaceutical Sciences, 21(1): 6-13.

- Pandino, G., Lombardo, S., Mauromicale, G. and Williamson, G. (2011). Profile of polyphenols and phenolic acids in bracts and receptacles of globe artichoke (Cynara cardunculus var. scolymus) germplasm. Journal of Food Composition and Analysis. 24: 148-153.

- Qaderi, M.M, Martel, A.B. and Strugnell, C.A. (2023). Environmental factors forage yield and quality of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). Asian Journal of Crop Science, 1(1): 40-48.

- Gominho, J., Dolores Curt, M., Lourencoa, A., Fernandezb, J. & Pereira, H. (2018). *Cynara cardunculus* L. as a biomass and multi-purpose crop: A review of 30 years of research. *Biomass and Bioenergy*, 109, 257-275.
- Grieve, M. (2013). *A modern herbal* (Vol. 2). Courier Corporation.
- Kraft, K. (1997). Artichoke leaf extract—recent findings reflecting effects on lipid metabolism, liver and gastrointestinal tracts. Phytomedicine, 4(4), 369-378.
- Lattanzio, V., Kroon, P.A., Linsalata, V. and Cardinali, A. (2009). Globe artichoke: a functional food and source of nutraceutical ingredients. Journal of Functional Foods, 1(2): 131-144.

- Lombardo, S., Pandino, G., Mauro, R., & Mauromicale, G. (2008). Polyphenol content

globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* (L.) Fiori). Scientia Horticulturae. 111: 326–329.

- Tesi, R. Lombardi, P. and Lenzi, A. (2004). Nursery production of rooted offshoots of globe artichoke (*Cynara Scolymus* L.). Acta Horticulturae. 660: 399–403.
- Thomas, G. S. (1994). Perennial garden plants, or, the modern florilegium: a concise account of herbaceous plants, including bulbs, for general garden use. Pp.463.

regulate plant secondary metabolites. Plants(Basel). 12(3): 447

- Roe, J. H. (1955). The determination of sugar in blood and spinal fluid with anthrone reagent. Journal of Biological chemistry, 212(1), 335-343.
- Sałata, A., Nurzyńska-Wierdak, R., Stepaniuk, R., & Zawiślak, G. (2016). Response of artichoke (Cynara scolymus L.) plants to irrigation and harvest date. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, *15*(6), 245-263.
- Salman, F.M. and Ahmed, S.M. (2014). Utilization of artichoke (*Cynara scolymus*) by-products in sheep feeding. American Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 14 (7): 624-630.
- Sharaf-Eldin, M. A., Schnitzler, W. H., Nitz, G., Razin, A. and El-Oksh, M. (2007). The effect of gibberellic acid (GA3) on some phenolic substances in