Review Article

Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research
Vol. 39, No. 4, Page 691-710 (2023)

DOI: 10.22092/ijmapr.2023.363175.3355

The most important bioactive compounds, nutritional and ecological characteristics of *Hippophae rhamnoides* L.

Zahra Aslani[1*], Ahad Hedayati [2] and Behrouz Esmaielpour[3]

1*- Corresponding author, Ph.D. student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran, E-mail: zaslani60@yahoo.com
2- Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), West Azarbayjan Branch, Urmia, Iran
3- Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Received: August 2023 Revised: November 2023 Accepted: November 2023

Abstract

Background and objectives: *Hippophae rhamnoides* L. (sea buckthorn) is a deciduous shrub or tree in the Elaeagnaceae family. Sea buckthorn is one of the native species of the Turani regions of Iran, with limited and scattered habitats in Gachsar, Haraz, Arasbaran, Khoy, and Alamut. An old miraculous plant, it is highly regarded for its richness in bioactive and nutritional substances. Hippophae rhamnoides is one of the valuable precursor species in terms of nitrogen fixation for the soil. It is a storage shrub resistant to cold, drought, and low-cover environments. Sea buckthorn contains nearly 200 nutritional and bioactive compounds. This plant's fruits are rich in lipids, carotenoids, ascorbic acid, and flavonoids. The purpose of the present study, considering the high medicinal and ecological importance of the Sea buckthorn plant and the few studies in Iran, especially in the field of phytochemical compounds of this valuable plant, is to introduce the Sea buckthorn plant, its phytochemical compounds, and some of their uses in the pharmaceutical and food industries.

Materials and methods: This article contains scientific papers published between 2001 and 2022 from Google Scholar, Web of Science, Scopus, and PubMed.

Results: All parts of sea buckthorn (fruits, leaves, stems, branches, roots, and thorns) have been traditionally used in medicine and food supplements. Sea buckthorn leaves, fruits, and oils are rich in macro and microelements, vitamins A, C, E, lipids, carotenoids, amino acids, unsaturated fatty acids, and phenols. In recent years, there have been several reports on the medicinal activities of sea buckthorn, including its anti-cancer, anti-inflammatory, antimicrobial, and antiviral activities and its ability to protect the heart and blood vessels. The oil obtained from the seeds and fruit includes bioactive compounds such as palmitoleic acid (omega 7), a part of skin lipids, and stimulates epidermis repair and healing wounds. Flavonol glycosides are one of the most abundant phenolic compounds in sea buckthorn. Flavonoids are antioxidants in sea buckthorn that prevent blood platelet accumulation and cancer cell spread. They improve blood circulation and reduce inflammation. As an antioxidant, antimicrobial, and other natural additive, sea buckthorn is used in various food products. In addition, it is used in diverse forms, such as oil, dried powder, fruit juice, pills, drinks, fruit, and tea.

Conclusion: Besides its high nutritional value as a food, the genus Hippophae has several economic advantages as a raw material for cosmetics, food, pharmaceutical industries, and environmental protection. Due to its high tolerance to cold, drought, salinity, and alkalinity and the ability to fix nitrogen in the soil, it is an ideal product for protecting soil and water and windbreaks on marginal lands prone to soil erosion.

Keywords: *Hippophae rhamnoides* L., polyphenols, vitamins, distribution, fatty acids.

Copyright: © 2023 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by Research Institute of Forests and Rangelands (http://ijmapr.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

مهمترین ترکیبات زیست فعال، تغذیه‌ای و خصوصیات اکولوژیکی درگیاه سنجد تلخ (*Hippophae rhamnoides* L.)

زهرا اصلانی[۱*]، احد هدایتی[۲] و بهروز اسماعیل‌پور [۳]

۱*- نویسنده مسئول، دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

پست الکترونیک: zaslani60@yahoo.com

۲- استادیار، گروه تولید متابولیت‌های ثانویه در سامانه‌های زیستی، جهاد دانشگاهی واحد آذربایجان‌غربی، ارومیه، ایران

۳- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۴۰۲ تاریخ اصلاح نهایی: آبان ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: آبان ۱۴۰۲

چکیده

سابقه و هدف: گیاه سنجد تلخ (*Hippophae rhamnoides* L.) درختچه یا درخت خزان‌کننده از خانواده سنجد است. این گیاه از گونه‌های بومی مناطق ایران تورانی با رویشگاه‌های محدود و پراکنده در گچسر، هراز، ارسباران، خوی و الموت می‌باشد که یک گیاه معجزه‌آسای قدیمی، به دلیل غنی بودن از مواد فعال زیستی و تغذیه‌ای بسیار مورد توجه است. سنجد تلخ یکی از گونه‌های پیش‌آهنگ ارزشمند از نظر تثبیت‌کنندگی ازت برای خاک به‌شمار می‌رود و درختچه‌ای خزان‌کننده، مقاوم به سرما، خشکی و محیط‌های کم پوشش است. سنجد تلخ حاوی حدود ۲۰۰ ترکیب تغذیه‌ای و زیست فعال است و میوه‌های این گیاه غنی از ترکیباتی مانند لیپیدها، کاروتنوئیدها، آسکوربیک اسید و فلاونوئیدها می‌باشد. با توجه به اهمیت دارویی و اکولوژیکی بالای گیاه سنجد تلخ و مطالعه ناکافی در ایران، به‌ویژه در زمینه ترکیبات فیتوشیمیایی این گیاه ارزشمند، هدف از این مطالعه، معرفی گیاه سنجد تلخ، ترکیبات فیتوشیمیایی و برخی کاربردهای آن در صنایع دارویی و غذایی است.

مواد و روش‌ها: این مقاله، مقاله‌ای مروری می‌باشد که مطالب آن از مقالات علمی منتشر شده بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۳ از پایگاهای علمی Google Scholar، Web of Science، Scopus و Pub Med گردآوری شده است.

نتایج: همه اندام‌های سنجد تلخ (میوه، برگ، ساقه، شاخه، ریشه و خار) به‌طور سنتی در پزشکی و مکمل‌های غذایی استفاده شده است. برگ‌ها و میوه‌های سنجد تلخ و روغن بدست آمده از آن سرشار از عناصر ماکرو، میکرو، ویتامین A، C، E، لیپیدها، کاروتنوئیدها، اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب غیراشباع و فنل‌ها هستند. در سال‌های اخیر، گزارش‌های متعددی در مورد فعالیت‌های دارویی سنجد تلخ ازجمله فعالیت‌های ضد سرطانی، ضد التهابی، ضد میکروبی و ضد ویروسی و توانایی آن در محافظت از قلب و عروق گزارش شده است. روغن بدست آمده از بذر و میوه سنجد تلخ شامل ترکیبات زیست فعالی مانند پالمیتولئیک اسید (امگا ۷) است که جزئی از لیپیدهای پوستی بوده و باعث تحریک فرایندهای ترمیم کننده در اپیدرم و بهبود زخم می‌شود. گلیکوزیدهای فلاونول از فراوان‌ترین ترکیبات فنلی موجود در سنجد تلخ هستند. فلاونوئیدها از آنتی‌اکسیدان‌های موجود در سنجد تلخ، از تجمع پلاکت‌های خون جلوگیری می‌کنند، گردش خون را بهبود می‌بخشند، التهاب را کاهش داده و از رشد و گسترش سلول‌های سرطانی جلوگیری می‌کنند. سنجد تلخ در حال حاضر بدلیل فعالیت بالای آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی به‌عنوان یک افزودنی طبیعی در انواع محصولات غذایی استفاده می‌شود. سنجد تلخ به شکل‌های مختلفی مانند روغن، پودر خشک شده، آب میوه، قرص، نوشیدنی‌ها، میوه و چای استفاده می‌شود.

نتیجه‌گیری: گونه *Hippophae rhamnoides* علاوه بر ارزش تغذیه‌ای بالا به‌عنوان یک غذا، دارای مزایای اقتصادی متعددی به‌عنوان ماده اولیه برای مواد آرایشی، مواد غذایی، صنایع داروسازی و حفاظت از محیط‌زیست است. به دلیل تحمل زیاد آن در برابر سرما،

خشکی، شوری، قلیایی و توانایی تثبیت نیتروژن در خاک، به‌عنوان محصولی ایده‌آل برای حفاظت از خاک و آب و بادشکن از مزرعه در زمین‌های حاشیه‌ای و مستعد فرسایش در خاک شناخته شده است.

واژه‌های کلیدی: سنجد تلخ (*Hippophae rhamnoides* L.)، پلی‌فنل‌ها، ویتامین‌ها، پراکنش، اسیدهای چرب.

مقدمه

سنجد تلخ (*Hippophae rhamnoides* L.) به شکل درختچه یا درخت خزان‌کننده است که با نام‌های آناناس سیبری، خار شنی و توت دریایی نیز شناخته می‌شود. گیاه سنجد تلخ دارای سیستم ریشه‌ای بسیار توسعه‌یافته و گسترده‌ای است و ریشه‌ها در همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن زندگی می‌کنند (Pundir *et al*., 2021). سنجد تلخ درختچه‌ای خودرو و خاردار به ارتفاع ۱ تا ۳ متر بوده که در مناطق معتدله اروپا و آسیا می‌روید. سنجد پرخار به دلیل خواص دارویی متعدد، به‌عنوان گیاه معجزه‌آسا در کتاب‌های مختلف هند، آلمان و روسیه مطرح است (Ahani *et al*., 2015). به دلیل فراوانی ترکیبات فعال بیولوژیکی، به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان یک تقویت کننده سلامت انسان استفاده می‌شود. این گیاه دارای ترکیباتی ارزشمند به‌ویژه در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی و غذایی است (Tang *et al*., 2001).

اسیدهای چرب اصلی در سنجد تلخ عبارت است از: پالمیتیک اسید، پالمیتولئیک و اولئیک اسید (Yang *et al*., 2001)، همچنین دارای آلفا–توکوفرول به‌عنوان ترکیب اصلی ویتامین E (Kallio, 2002) می‌باشد. کاروتن اصلی در سنجد تلخ بتا–کاروتن و زاگزانتین (Zeaxanthin) است. در میان ترکیبات فنلی، ایزورامنتین و گلیکوزیدهای آن بیشترین بخش از کل فنل‌های موجود در سنجد تلخ را تشکیل می‌دهند (Tian *et al*., 2017). گزارش شده است که برگ‌ها و میوه‌های سنجد تلخ و روغن‌های بدست آمده از آن سرشار از عناصر میکرو، ویتامین A، C، E، لیپیدها، کاروتنوئیدها، اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب غیراشباع و فنل‌ها هستند (Skalski *et al*., 2019).

میوه‌های این گیاه غنی از ترکیباتی مانند لیپیدها، کاروتنوئیدها، آسکوربیک اسید، فلاونوئیدها و ... می‌باشند. همچنین دارای ترکیباتی مانند فسفولیپید، تانن، ویتامین‌ها، عناصر غذایی ماکرو و میکرو است (Czaplicji *et al*., 2005). سنجد تلخ به دلیل میوه‌های سرشار از مواد مغذی و مورد استفاده در طب سنتی معروف است و گونه‌ای عالی برای بررسی کارایی مصرف آب و مقاومت به خشکی است. زیر گونه‌های *Hippophae rhamnoides* L. به‌طور گسترده در اوراسیا پراکنده است و برای اهداف حفاظت از خاک و آب در تعدادی از کشورها مورد بهره‌برداری قرار گرفته است (He *et al*., 2016). علاوه بر ارزش تغذیه‌ای بالا به‌عنوان یک غذا، سنجد تلخ دارای مزایای اقتصادی متعددی به‌عنوان ماده اولیه برای مواد آرایشی و مواد غذایی و حفاظت از محیط زیست می‌باشد. به دلیل تحمل زیاد آن در برابر سرما، خشکی، شوری، قلیایی و توانایی تثبیت نیتروژن در خاک، به‌عنوان محصولی ایده‌آل برای حفاظت از خاک و آب و بادشکن در زمین‌های حاشیه‌ای و مستعد فرسایش در خاک شناخته شده است (Suryakumar & Gupta, 2011). همه اندام‌های گیاه سنجد تلخ (میوه، برگ، ساقه، شاخه، ریشه و خار) به‌طور سنتی در پزشکی، مکمل‌های غذایی، حفظ خاک و رطوبت و ایجاد زیستگاه‌های حیات وحش استفاده شده است. بنابراین، سنجد تلخ به‌طور کلی به‌عنوان «گیاه شگفت‌انگیز»، «بوته طلایی» یا «معدن طلا» شناخته می‌شود (Stobdan *et al*., 2013). از دهه ۱۹۴۰، دانشمندان روسی مواد فعال زیستی موجود در میوه، برگ‌ها و پوست سنجد تلخ را مورد تحقیق قرار دادند که منجر به تولید غذاهای حاوی سنجد تلخ و کرم‌های محافظ در برابر تشعشعات برای فضانوردان روسی شد (Piłat *et al*., 2015).

سنجد تلخ از اهمیت اکولوژیکی و اقتصادی زیادی برخوردار است. برای ارتقای نقش سنجد تلخ در حفاظت از

محیط زیست، توسعه اقتصادی و سلامت انسان، انجمن بین‌المللی سنجد تلخ در سال ۱۹۹۹ توسط چین، هند، کانادا و سایر کشورها تأسیس شد. در سال‌های اخیر، کشورهای بیشتری از ظرفیت درمانی این گیاه آگاه شده‌اند و بسیاری از کشورها شروع به شناسایی و توسعه صنعت سنجد تلخ کرده‌اند. طبق آمار، تا دسامبر ۲۰۲۰ سنجد تلخ در ۵۲ کشور در سراسر جهان با مساحت کل ۲/۳۳ میلیون هکتار کشت شده است (Wang *et al*., 2022).

گیاه‌شناسی و پراکنش

سنجد تلخ با نام علمی *Elaeagnus rhamnoides* و یا *Hippophae rhamnoides* L. از گونه‌های خانواده سنجد (Elaeagnaceae) گیاهی دو پایه است. گونه *E. rhamnoides* گونه‌ای دیپلوئید و دارای ۸ تا ۱۰ زیرگونه است که در آسیا و اروپا گسترش یافته است (Tang, 2002؛ Li *et al*., 2011). سنجد تلخ، درخت یا درختچه‌ای به ارتفاع تا ۵ متر، برگ‌ها خطی سرنیزه‌ای به طول ۸-۲ و عرض ۰/۸-۰/۲ سانتی‌متر، گل نر چهار تا شش بخشی (جدا گلبرگ) است ولی گل ماده تک گلبرگ با یک مادگی است و میوه شفت بدون کرک و معطر است (Mozaffarian, 2005). بذرها قهوه‌ای، برّاق و دارای شیارهای طولی در وسط هستند. پوسته بذر سفت و مغز دانه سفید مایل به کرم است (Suryakumar & Gupta, 2011). قسمت‌های مختلف گیاه سنجد در شکل ۱ ارائه شده است. به دلایل اقتصادی، نسبت گیاهان نر به ماده مهم است، زیرا تعداد درختان ماده در هر کاشت به‌طور مستقیم بر عملکرد کل تأثیر می‌گذارد. اگر نهال‌هایی با جنس ناشناخته کاشته شوند، ممکن است باعث توزیع نابرابر گیاهان نر و ماده در هر کاشت شود. دو روش برای جلوگیری از این مشکل وجود دارد، حذف گیاهان نر و جایگزینی با گیاهان ماده، یا تکثیر رویشی از گیاهان بالغ با جنس شناخته شده، توصیه‌ها برای نسبت نر و ماده از ۶ تا ۱۲ درصد متفاوت است. گزارشی از مؤسسه باغبانی سیبری در روسیه نشان می‌دهد که به‌ازای هر دو ردیف گیاه ماده، یک ردیف مخلوط نر و ماده و در ردیف مخلوط از هر شش گیاه، یکی نر است. تخمین زده می‌شود که کاشت باغ با ۴۰۰۰ اصله درخت در هکتار به روش فوق، تقریباً ۱۰ تن محصول داشته باشد (Rajchal, 2009).

زیرگونه‌های مختلف *Hippophae rhamnoides* در شرق آسیا، مرکز آسیا، آسیای صغیر، اروپا و در کشورهای چین، روسیه، مغولستان، پاکستان، رومانی، آلمان، فنلاند و ترکیه پراکنش دارد (Jia *et al*., 2012). همچنین سنجد تلخ از گونه‌های بومی مناطق ایران تورانی با رویشگاه‌های محدود و پراکنده در گچسر، هراز، ارسباران، خوی و الموت می‌باشد (Mozaffarian, 2005). زیرگونه‌های مختلف گیاه سنجد تلخ در جدول ۱ ارائه شده است (Ahani *et al*., 2016؛ Wang *et al*., 2022).

جدول ۱- زیرگونه‌های گیاه سنجد تلخ (*Hippophae rhamnoides*) در دنیا

Table 1. Subspecies of *Hippophae rhamnoides* in the world

Genus	Section	Species	Subspecies
Hippophae L.	Hippophae	*Hippophae rhamnoides* L.	*sinensis* *yunnanensis* *turkestanica* *mongolica* *caucasica* *carpatica* *rhamnoides* *Fluviatilis* *wolongensis* *azerbaijanica* Vaez

شکل ۱- اندام‌های مختلف گیاه سنجد تلخ (*Hippophae rhamnoides*):
الف) برگ، ب) میوه‌های نارس، ج) میوه‌های رسیده و د) بذور رسیده

Figure 1. ***Hippophae rhamnoides*** **different parts: a) leaves, b) green fruits, c) ripe fruits, and d) ripe seeds**

تکثیر

سنجد تلخ (*Hippophae rhamnoides*) عمدتاً از طریق بذر تکثیر می‌شود. خواب بذر و جوانه‌زنی ضعیف مانع از تکثیر سنجد تلخ در مقیاس بزرگ می‌شود (Pant *et al*., 2014). برای سنجد تلخ، بذر را می‌توان با آب داغ، برخی مواد شیمیایی یا محلول سفید کننده قبل از کاشت به منظور بالا بردن درصد جوانه‌زنی بذر، تیمار کرد (Rajchal, 2009). قبل از کاشت بذرها باید به مدت ۴۸ ساعت در آب خیس شوند و در این زمان بذرهایی که شناور هستند دور ریخته می‌شوند. خیس کردن در آب سرد نیز می‌تواند به مدت سه روز قبل از کاشت انجام شود. خیس کردن بذرها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور متناوب تا زمانی که دما به ۱۵-۱۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یابد و بعد ۴۸ ساعت بماند ممکن است سرعت جوانه‌زنی را بهبود ببخشد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که دمای آب از نظر سرعت جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری نشان نداد، اما خیس کردن بذر قبل از کاشت تعداد روزهای لازم برای شروع و تکمیل جوانه‌زنی را نسبت به بذرهای خیس نشده کوتاه کرد (Pyakurel, 2001).

نتایج آزمایش‌ها نشان داده است که قرار دادن سطحی بذر در خاک به‌طور معنی‌داری تأثیر مثبتی نسبت به عمق‌های بیشتر بر جوانه‌زنی دارد. برای جلوگیری از خشک شدن بذرها، خاک باید به‌طور دوره‌ای آبیاری شود. بذرها باید در مدت ۵ تا ۱۰ روز شروع به جوانه‌زدن براساس وضعیت بذرها و گونه‌های سنجد تلخ بکنند. همچنین سنجد تلخ را می‌توان با استفاده از قلمه‌های چوب سخت، چوب نرم، خوابانیدن و پاجوش تکثیر کرد (Subedi& Adhikari, 2001).

در تحقیقی Ahani و همکاران (۲۰۱۵) میانگین درصد جوانه‌زنی بذر سنجد تلخ را در پیش تیمارهای (شاهد، آب سرد، آب یخ، آب گرم، آب آهک و اسید جیبرلین) به‌ترتیب ۳۳، ۱۲، ۴۱، ۴، ۹ و ۳۲ درصد گزارش کردند. در یک بررسی میانگین درصد جوانه‌زنی

بذرهای جمع‌آوری شده از استان‌های قزوین، آذربایجان شرقی، البرز، آذربایجان غربی، چین و تبت به‌ترتیب ۳۳، ۴۸، ۹۵، ۹۰، ۳۶، ۳۲ و ۶۰ درصد گزارش شده است. جوانه‌زنی در بذرهای مبدأ تبتی از روز چهارم، در بذرهای مبدأ البرز، مازندران، آذربایجان شرقی و قزوین از روز ششم، بذرهای از مبدأ چین از روز هفتم و در بذرهای مبدأ آذربایجان غربی از روز نهم شروع شد (Ahani *et al*., 2016). در تحقیق دیگری، با بررسی درصد جوانه‌زنی بذرهای سنجد تلخ جمع‌آوری شده از استان قزوین در محیط کشت‌های خاک رایج نهالستان، خاک رایج و سوپر جاذب، ماسه و خاک با لاشبرگ، نتایج درصد جوانه‌زنی به‌ترتیب ۰/۵، ۶/۵۹، ۱۸/۷۸، ۱۸/۲۷ درصد بدست آمد (Ahani *et al*., 2014).

نیازهای اکولوژیکی

سنجد تلخ، درختچه‌ای گلدار یا درخت کوچک است. تمایل به رشد در اکوسیستم‌های خشک، نیمه خشک و کوهستانی مرتفع اوراسیا ازجمله چین، روسیه، مغولستان، هند، فنلاند، فرانسه، نپال، ایران، پاکستان، افغانستان، قزاقستان، بریتانیا، آلمان، نروژ و سوئد دارد (Ui Haq *et al*., 2021).

سنجد تلخ درختچه‌ای مقاوم به سرما و خشکی، تثبیت کننده نیتروژن، برگریز و خاردار به ارتفاع ۱ تا ۵ متر از خانواده Elaeagnaceae است که در ارتفاعات ۲۰۰۰ تا ۵۵۰۰ متری در آسیا و اروپا رشد می‌کند و با تغییرات شدید آب و هوایی، دمای پایین ۴۳- درجه سانتی‌گراد تا دمای بالای ۴۰ درجه سانتی‌گراد سازگار است (Rongsen, 1992). این گیاه دارای انعطاف‌پذیری محیطی عالی است. بنابراین، می‌توان از آن برای جنگل‌کاری و مدیریت اراضی بایر استفاده کرد. این گیاه شوری خاک و آلودگی هوا را تحمل می‌کند (Sabir *et al*., 2003). به‌دلیل ظرفیت تثبیت بالای نیتروژن کیفیت خاک را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، به دلیل سیستم ریشه‌ای گسترده، خاصیت اتصال به خاک را از خود نشان می‌دهد (Ficzek *et al*., 2019). سنجد تلخ، به دلیل توانایی آن در تثبیت نیتروژن اتمسفر از طریق حضور باکتری همزیست فرانکیا (Actinomycetes) در گره‌های ریشه، توانایی برجسته‌ای در ریشه‌دوانی حتی در خاک ضعیف دارد. گره‌های انباشته شده در گیاهان ۴ تا ۷ ساله سنجد تلخ ۲۶۵۰/۷ کیلوگرم در هکتار و میانگین سالانه تثبیت نیتروژن در یک پایه ۷ ساله ۵۴ کیلوگرم گزارش شده است که به‌طور کلی حاصلخیزی خاک را بهبود می‌بخشد و رشد سریع علف‌ها و سایر محصولات و درختان را امکان‌پذیر می‌کند (Xiaoning *et al*., 2002؛ Xingyuan *et al*., 1996). سنجد تلخ، سیستم ریشه‌ای بسیار قوی داشته و توانایی فوق‌العاده‌ای در نگهداری خاک در دامنه‌های شیب‌دار بالای تپه‌ها و مناطق کوهستانی دارد. سیستم ریشه عمودی گیاه ۵ ساله تا عمق ۳ متری و سیستم ریشه افقی تا ۱۰-۶ متر گسترش می‌یابد و فرسایش خاک سطحی را می‌کاهد تا آب بیشتری در آن نگهداری شود (Zhang & Chen, 2007). Tamchos و kaul (۲۰۱۵) نشان دادند که سنجد تلخ دارای سیستم ریشه‌ای گسترده است و طبق گزارش‌ها از هدر رفتن ۹۰٪ آب روان جلوگیری و تا ۹۵٪ فرسایش خاک را کنترل می‌کند.

تغییرات آب و هوایی در مناطق مختلفی اتفاق افتاده و در آینده نیز ادامه خواهد داشت. تغییرات آب و هوایی به‌طور قابل‌توجهی بر بقای گونه‌ها تأثیر می‌گذارد. پاسخ گونه‌ها به تغییرات آب و هوایی تحت سناریوهای مختلف آب و هوایی ناهمگن است (Dyderski *et al*., 2018). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که تغییرات آب و هوایی به همه گونه‌ها آسیب نمی‌رساند، درحالی‌که محدوده زیستگاه مناسب برای بیشتر گونه‌ها کاهش و تعداد کمی گسترش می‌یابد (Kolanowska *et al*., 2017). سنجد تلخ به دلیل ارزش بالای اکولوژیکی، اقتصادی و دارویی مورد توجه محققان در زمینه‌های مختلف در سراسر جهان قرار گرفته است (Zielinska & Nowak, 2017؛ Pundir *et al*., 2021). همچنین مطالعات بر روی سنجد تلخ عمدتاً بر روی ویژگی‌های بیوشیمیایی، ساختار ژنتیکی،

ترکیبات دارویی، منابع ژرم‌پلاسم و فیلوژئوگرافی (phylogeography) متمرکز شده است (Zielinska & Nowak, 2017؛ Pundir *et al*., 2021؛ Ui Haq *et al*., 2021).

با این حال، توجه کمی به توزیع جغرافیایی و واکنش آن به تغییرات آب و هوایی شده است. دو زیرگونه *H. rhamnoides. sinensis* و *H. rhamnoides. turkestanica* وسیع‌ترین منطقه پراکنش را در چین دارند، درک تغییرات زیستگاه مناسب و مهاجرت این دو زیرگونه تحت تغییرات آب و هوایی نه تنها پشتیبانی نظری برای حفاظت از گونه‌های وحشی و کاشت مصنوعی فراهم می‌کند، بلکه پایه‌ای علمی برای حفاظت از محیط زیست اکولوژیکی در چین فراهم می‌کند (He *et al*., 2023).

در کشور چین، برای بررسی تغییرات اقلیمی در آینده بر پراکنش دو زیرگونه *H. rhamnoides. sinensis* و *H. rhamnoides. trkestanica* از مدل توزیع گونه MaxEnt استفاده شد. نتایج نشان داد که این زیر گونه‌ها ترجیح می‌دهند در مناطق خشک و نیمه‌خشک رشد کنند (He *et al*., 2023).

براساس نتایج این تحقیق، در کشور چین زیستگاه‌های مناسب *H. rhamnoides. sinensis* در آینده به عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر منتقل می‌شوند و به‌تدریج به سمت غرب مهاجرت می‌کنند و زیرگونه *H. rhamnoides. turkestanica* نیز در اثر تغییرات اقلیمی در آینده همین روند را نشان داده و دامنه مناسب آن افزایش می‌یابد. مرکزها به‌طور کلی به سمت شرق و عرض جغرافیایی پایین‌تر حرکت خواهند کرد. با گرم شدن کره زمین، مساحت مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌تدریج افزایش می‌یابد (Huang *et al*., 2016)، این نیز ممکن است دلیل گسترش زیستگاه مناسب این دو زیرگونه در آینده باشد. با وجوداین، بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که گونه‌ها معمولاً با گرم شدن آب و هوا به ارتفاعات بالاتر و عرض‌های جغرافیایی بالاتر مهاجرت می‌کنند (Dyderski *et al*., 2018) که یافته‌های He و همکاران (۲۰۲۳) این دیدگاه را تأیید نکرده‌اند.

ترکیبات فعال زیستی و تغذیه‌ای

الف) ویتامین‌ها و مواد معدنی

محتوای مواد مغذی در میوه‌های سنجد تلخ به شدت تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی است (Tiitinen *et al*., 2005). سنجد تلخ به‌عنوان «گنجینه طبیعی ویتامین‌ها» شناخته می‌شود. میزان ویتامین C در میوه‌های این گیاه از ۵۲/۸۶ تا ۸۹۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم متغیر است (Kuhkheil *et al*., 2017). علاوه بر ویتامین C، میوه‌های سنجد تلخ دارای ویتامین A (۶۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، ویتامین E (۱۱۰–۱۶۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و اسید فولیک (۰/۰۷۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و دارای ویتامین‌های گروه B می‌باشد (Chen *et al*., 2014). ویتامین B_{12} به‌طور طبیعی در محصولات حیوانی مانند گوشت، شیر، محصولات لبنی، ماهی و صدف وجود دارد. درحالی‌که مقادیر قابل‌توجهی از ویتامین B_{12} در گیاه سنجد تلخ (۳۷ میکروگرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) شناسایی شده است (Gutzeit *et al*., 2008). عناصر معدنی در تشکیل بافت‌های انسانی و حفظ عملکردهای فیزیولوژیکی طبیعی نقش دارند. میوه سنجد تلخ حاوی بسیاری از مواد معدنی مانند فسفر (۴۹۱)، پتاسیم (۱۶۷۴)، کلسیم (۱۲۹۰)، منیزیم (۹۹۰)، آهن (۲۹۱) و ... (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک) است (Saeidi *et al*., 2016). برخی از مهمترین عناصر معدنی و ویتامین‌های بررسی شده در سنجد تلخ در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.

جدول ۲- محتوی مواد معدنی در برخی زیرگونه‌های سنجد تلخ (***Hippophae rhamnoides***)

Table 2. Minerals content in some subspecies of *Hippophae rhamnoides*

Species/ Subspecies	Plant material	Minerals content (ppm)									Reference
		N	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	Mn	Fe	
Hippophae rhamnoides	Berry	20,800	7100	7260	1960	1465	1402	34	22	7	Ercisli *et al.* (2007)
H. rhamnoides	Leaves	-	-	6200	7800	1170	30,000	8	80	380	Ahmad & Ali (2013)
H. rhamnoides	Berry	39.6	491	1.674	1290	990	-	29.77	108.37	291	Saeidi *et al.* (2016)
H. rhamnoides	Berry	17.61-18.60	1.50-1.71	2.20-10.30	0.27-3.12	0.47-2.22	-	0.04-28.00	8.70-16.00	22-282	Vaitkeviciene *et al*. (2019)
H. rhamnoides ssp. *turkestanica*	Pulp	-	-	-	21.4-67.5	-	-	0.029-1.153	-	64-175.8	Hussain *et al.* (2014)
H. rhamnoides ssp. *turkestanica*	Seed	-	0.43	88.00	912.00	758.00	47.65	96.55	-	290.25	Zeb & Malook (2009)
H. rhamnoides	Berry	-	0.86	13.3	4.2	3.0	0.35	-	-	0.04	Schauss *et al.* (2006)
H. rhamnoides ssp. *rhamnoides*	Berry	-	-	30.234	0.467	1.230	0.125	2.2498	3.2015	3.7012	Gutzeit *et al*. (2008)
H. rhamnoides ssp. *rhamnoides*	Juice	-	-	358.60	2.12	8.79	8.79	1.5646	4.2155	3.4616	Gutzeit *et al.* (2008)

ب) اسیدهای آلی و اسیدهای آمینه

زیرگونه‌های مختلف سنجد تلخ دارای انواع اسیدهای آلی با غلظت‌های مختلف هستند. برای نمونه، زیرگونه‌های سنجد تلخ روسی دارای اسیدیته نسبتاً پایینی با غلظت اسید آلی ۲/۱ تا ۳/۲ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر، در ژنوتیپ‌های فنلاندی از ۴/۲ تا ۶/۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر متغیر بودند، درحالی‌که ژنوتیپ‌های چینی بالاترین غلظت اسید آلی را با مقادیر بین ۳/۵۳ تا ۹/۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر نشان دادند (Bal *et al.*, 2011). محتوی اسید آسپارتیک و اسید گلوتامیک در میوه‌ها، برگ‌ها و شاخه‌های سنجد تلخ با ۱/۱۱ و ۱/۲۴ درصد در میوه، ۲/۴۲ و ۱/۶۰ درصد در برگ و ۳/۷۱ و ۰/۹۷ درصد در شاخه‌ها بیشترین میزان را داشت. ۱۷ اسید آمینه، از جمله ۷ اسید آمینه ضروری (ترئونین، والین، متیونین، ایزولوسین، لوسین، فنیل آلانین و لیزین)، در میوه‌های سنجد تلخ، برگ‌ها، شاخه‌ها و بذرها شناسایی شده‌اند. مهمترین اسیدهای آمینه و اسیدهای آلی در میوه‌های سنجد تلخ در جدول ۴ نشان داده شده است. محتوی اسید آمینه به‌ترتیب در بذرهای سنجد تلخ ۱۸/۶۳٪، در برگ‌ها ۱۵/۴۱٪، در شاخه‌ها ۱۱/۶۲۱٪ و در میوه‌ها ۶/۸۹٪ گزارش شده است (Tian *et al*., 2017).

جدول ۳- محتوی مهم‌ترین ویتامین‌ها در زیرگونه‌های سنجد تلخ (*Hippophae rhamnoides*)

Table 3. Important vitamins content in *Hippophae rhamnoides* subspecies

Species/ Subspecies	Vitamin C content (ppm)				Reference
	Berry	Berry juice	Pulp	Seed	
Hippophae rhamnoides	19.1-29.56	-	-	-	Shah *et al*. (2007)
H. rhamnoides ssp. *turkestanica*	10-25	-	-	-	Sabir *et al*. (2003)
H. rhamnoides	27.5	-		-	Stobdan *et al*. (2010)
H. rhamnoides	16.5	-	-		Schauss *et al*. (2006)
H. rhamnoides	0.147-0.896	-	-	-	Kuhkheil *et al*. (2017)
H. rhamnoides	60		-	-	Olas (2016)
H. rhamnoides ssp. *sinensis*	-	25-166	-	-	Zheng *et al*. (2011)
H. rhamnoides ssp. *mongolica*	- -	1-11	-	-	Kallio *et al*. (2002)
H. rhamnoides ssp. *mongolica*	-	5-14	-	-	Zheng *et al*. (2011)
H. rhamnoides	-	-	2.52-51.4	-	Hussain *et al*. (2014)
H. rhamnoides ssp. *turkestanica*	-	-	-	0.354	Zeb & Maloo (2009)
Species/ Subspecies	**Vitamin K content (ppm)**				**Reference**
	Seed oil	**Pulp oil**	**Berry**	**Berry juice**	
H. rhamnoides	10.98-23	5.4-5.9	-	-	Zeb (2004)
H. rhamnoides	11-23	5.4-5.9	-	-	Olas (2016)
H. rhamnoides	-	-	1.13	-	Schauss *et al*. (2006)
Species/ Subspecies	**Vitamin E content (ppm)**				**Reference**
	Seed Oil	**Berry**	**Pulp oil**	**Berry juice**	
H. rhamnoides	–	0.34	-	-	Stobdan *et al*. (2010)
H. rhamnoides	–	3	-	-	Schauss *et al*. (2006)
H. rhamnoides	–	1	-	-	Olas (2016)
H. rhamnoides	0.011–0.023	–	-	-	Kallio *et al*. (2002)
Species/ Subspecies	**Vitamin B12 content (ppm)**				**Reference**
	Berry				
H. rhamnoides	0.54				Stobdan *et al*. (2010)

پ) کاروتنوئیدها

میوه‌های سنجد تلخ حاوی سطوح بالایی از کاروتنوئیدها هستند که به میوه‌ها رنگ نارنجی مایل به زرد می‌دهند. کاروتنوئیدها عمدتاً به‌عنوان آنتی‌اکسیدان عمل می‌کنند، اگرچه نقش‌های دیگری نیز دارند. برای نمونه، بتا-کاروتن پیش‌ساز ویتامین A است و لوتئین-زآگزانتین رنگدانه ماکولای چشم را تشکیل می‌دهد (Eggersdorfer & Wyss, 2018). محتوای کاروتنوئیدها در میان گونه‌های مختلف و حتی اندام‌های مختلف یک گونه سنجد تلخ بسیار متفاوت است. Teleszko و همکاران (۲۰۱۵) به‌طور متوسط ۱۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر از کاروتنوئیدها را در زیر گونه‌های سنجد تلخ روسیه شناسایی کردند.

جدول ۴- محتوی برخی اسیدهای آمینه و اسیدهای آلی در سنجد تلخ (*Hippophae rhamnoides*)

Table 4. Some amino acids and organic acids content in *Hippophae rhamnoides*

Amino acids	Berry (mg.100 g^{-1})	Reference
Asparagine	427	Olas (2016)
Proline	426.60	Ercisli *et al*. (2007)
	45	Olas (2016)
Threonine	45.20	Ercisli *et al*. (2007)
	28	Olas (2016)
	36.80	Ercisli *et al*. (2007)
Serine	28	Olas (2016)
Methionine	11-88	Bal *et al*. (2011)
	59.00	Hu and Guo (2006)
	11-20	Bal *et al*. (2011)
Lysine	27.20	Ercisli *et al*. (2007)
	78-93	Bal *et al*. (2011)
	20.0	Jaśniewska and Diowksz (2021)
Phenylalanine	60-82	Bal *et al*. (2011)
Valine	23.80	He (2008)
	74-92	Bal *et al*. (2011)
Alanine	21.80	Ercisli *et al*. (2007)
	21.8	Jaśniewska & Diowksz (2021)
Histidine	56-92	Bal *et al*. (2011)
	24.32	Ercisli *et al*. (2007)
Organic acids	**Berry (%)**	
Quinic acid	2.80	Ranjith & Arumughan (2009)
Malic acid	1.60	
Citric acid	0.16	

در تحقیق دیگری گزارش شده که محتوای کاروتنوئید کل در میوه سنجد تلخ جمع‌آوری شده از استان البرز از ۰/۸۰ تا ۱/۷ میلی‌گرم در گرم وزن خشک متغیر است (Kuhkheil *et al*., 2017).

برخی از کاروتنوئیدها، مانند آلفا و بتا-کاروتن، پیش‌سازهای ویتامین A هستند (Martínez-Villaluenga *et al*., 2020). بتا-کاروتن بیشترین فراوانی را در روغن پالپ دارد و ۳۰٪ از کل مقدار کاروتنوئیدها را تشکیل می‌دهد (Yang & Kallio, 2002). محتوی کاروتنوئید در میوه‌های سنجد تلخ با توجه به رقم، زمان و سال برداشت تا ۱۳ برابر متغیر است (Andersson *et al*., 2008).

ت) پلی فنل‌ها

پلی فنل‌ها یکی از بزرگترین گروه متابولیت‌های ثانویه در گیاهان را تشکیل می‌دهند. طبقه‌بندی آنها معمولاً براساس تعداد حلقه‌های فنل و عناصر ساختاری آنهاست (Dela Rosa *et al*., 2018). پلی فنل‌ها عمدتاً شامل اسیدهای فنولیک و فلاونوئیدها هستند. هفده نوع اسید فنولیک در میوه سنجد تلخ گزارش شده است. اسید سالیسیلیک، اسید فنولیک اصلی در میوه‌ها است که ۵۵ تا ۷۴/۳ درصد از کل اسیدهای فنولیک را تشکیل می‌دهد (Zadernowski *et al*., 2005). درحالی‌که در تحقیق دیگری اسید گالیک به‌عنوان اسید فنولیک اصلی در میوه و برگ سنجد تلخ معرفی شده است (Ji *et al*., 2020). مهمترین اسیدهای فنولیک و

فلاونوئیدهای سنجد تلخ در شکل ۲ نشان داده شده است. در تحقیق انجام شده روی جمعیت سنجد تلخ البرز، میزان فنل کل ۲۰/۸۷ تا ۳۲/۰۳ درصد گزارش شد (Kuhkheil *et al.*, 2017). در تحقیق دیگری، Saeidi و همکاران (۲۰۱۶) میزان فنل کل را ۲۴۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر از سنجدهای تلخ رشد کرده در ایران گزارش کرده‌اند. فلاونوئیدهای موجود در سنجد تلخ عمدتاً شامل ۲ نوع ترکیب به نام‌های فلاونول و فلاوانول هستند که عمدتاً کامفرول، ایزورامنتین، کاتچین و اپی‌کاتچین هستند (Guo *et al.*, 2017).

Guo و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند که فنل کل و آگلیکون‌های فلاونوئید موجود در عصاره سنجد تلخ دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد تکثیر هستند. تا به امروز، ۹۵ فلاونوئید از سنجد تلخ شناسایی شده است که شامل ۷۵ فلاونول، ۲ دی هیدروفلاوون، ۶ کاتچین، ۱ لوکوسیانیدین، ۹ آنتوسیانیدین، ۱ پروآنتوسیانیدین و ۱ چالکون می‌شود (Liu *et al.*, 2021).

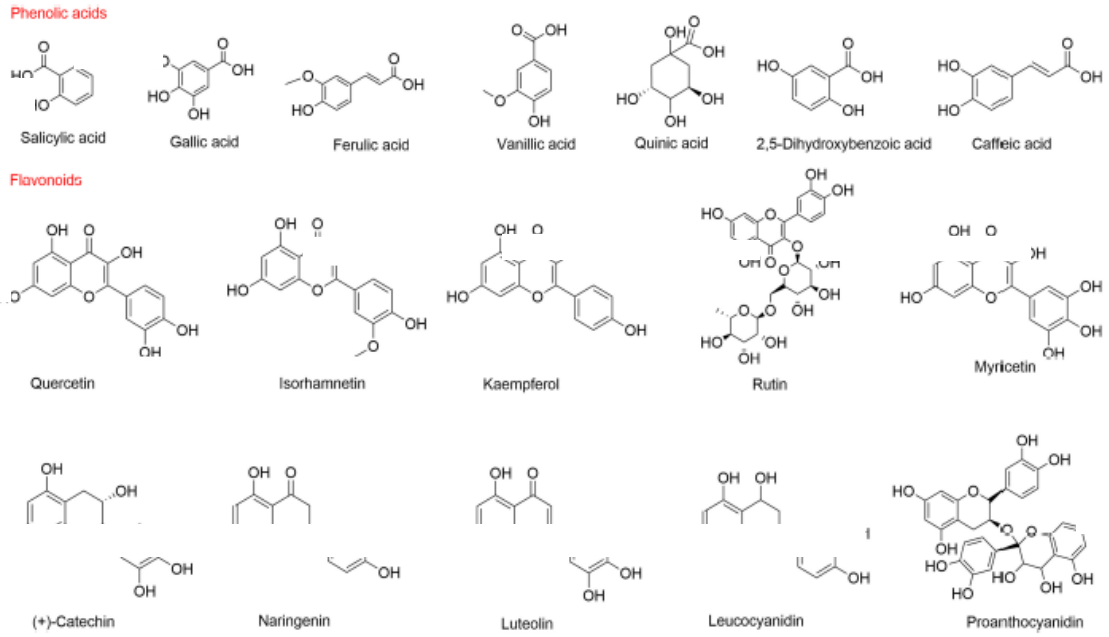
فراوان‌ترین ترکیبات فلاونولی موجود در میوه های سنجد تلخ عبارت است از: گلیکوزیدهای ایزورامنتین، مانند ایزورامنتین-۳-O-روتینوزید (Isorhamnetin-3-O-ruutinoside)، ایزورهمنتین-۳-O-گلوکوزید-۷-اورهمنوزید (Isorhamnetin-3-O-glucoside-7-Orhamnoside)، مشتقات کوئرستین مانند کوئرستین-۳-اوگلوکوزید (Quercetin-3-Oglucosid) و کوئرستین-۳-O-روتینوزید (quercetin-3-O-rutinoside) (Yang *et al.*, 2009). ترکیب و محتوی فلاونول گلیکوزیدها ازجمله شاخص‌های مهم برای کیفیت و ظرفیت سلامت میوه‌های این گیاه است (Lehtonen *et al.*, 2009).

Raudonis و همکاران (۲۰۱۴) محتوی فلاونوئید کل را در ۱۱ رقم سنجد تلخ که در لیتوانی رشد کرده بودند شناسایی کرده و دریافتند که میزان فلاونوئید کل در محدوده ۳۸۵ تا ۶۱۶ میکروگرم بر گرم وزن تر است. در تحقیق دیگری، Kuhkheil و همکاران (۲۰۱۷) میزان فلاونوئید کل در گونه ایرانی سنجد تلخ را ۰/۹۸ تا ۲/۸ میلی‌گرم در گرم گزارش کردند.

ث) اسیدهای چرب

گیاه سنجد تلخ سرشار از اسیدهای چرب غیراشباع است. محتوی اسیدهای چرب غیراشباع آن بیشتر از اسیدهای چرب اشباع آن است که معمولاً ۵۸ تا ۸۸/۹ درصد کل اسیدهای چرب را تشکیل می‌دهد (Lian & Wan, 2007). برخی از مهمترین اسیدهای چرب استخراج شده از بذر و میوه سنجد تلخ در جدول ۵ ارائه شده است.

نتایج بررسی روی سنجد تلخ ایرانی (*Hippophae rhamnoides*) وجود شش اسید چرب غالب در میوه شامل لینولئیک (۳۴/۲٪)، پالمیتولئیک (۲۱/۳۷٪)، پالمیتیک (۱۷/۲٪)، اولئیک (۱۲/۸٪)، لینولنیک (۵/۳۷٪) و اسید استئاریک (۱/۶۷٪) و پنج اسید چرب غالب بذرها شامل لینولئیک (۴۲/۳۶٪)، لینولنیک (۲۱/۲۷٪)، اولئیک (۲۱/۳۴٪)، پالمتیک (۶/۵۴٪) و اسید استئاریک (۲/۵۴٪) را تأیید کرد (Saeidi *et al.*, 2016). ۱۹ اسید چرب (۸ اسید چرب اشباع و ۱۱ اسید چرب غیراشباع) در سنجد تلخ گزارش شده است. اسیدهای چرب ضروری، عمدتاً به شکل اسید آلفا لینولنیک و اسید لینولئیک وجود دارد (Teleszko *et al.*, 2015). علاوه بر این، اسیدهای چرب امگا ۷ نیز در سنجد تلخ شناسایی شده است. اسیدهای چرب امگا ۷ موجود در سنجد تلخ عبارت است از: پالمیتولئیک اسید (Palmitoleic acid)، هگزادکاترینوئیک اسید (*Hexadecatrinoic acid*)، هپتادکانوئیک اسید (Heptadecanoic acid) و اسید واکسنیک (Vaccenic acid)، در میان آنها، محتوای اسید پالمیتولئیک بین ۱۶ تا ۵۴ درصد کل اسیدهای چرب است که ۳ تا ۴ برابر روغن کبد ماهی است (Zhang *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2018).



شکل ۲- ساختار ترکیبات فنلی اصلی در گیاه سنجد تلخ (***Hippophae rhamnoides***) **(Wang *et al.*, 2022)**

Figure 2. Main phenolics structure in *Hippophae rhamnoides* (Wang *et al.*, 2022)

جدول ۵- مهم‌ترین اسیدهای چرب استخراج شده از بذر و میوه سنجد تلخ (***Hippophae rhamnoides***)

Table 5. Important fatty acids extracted from seeds and berries of *Hippophae rhamnoides*

Fatty acid	Berry (%)	Reference	Seed (%)	References
Oleic acid ($C_{18:1}$)	25.55		13.56	
Palmitic acid ($C_{16:0}$)	22.72		13.02	
Palmitoleic acid (C16:1)	18.50		9552.1	
Vaccenic acid (C18:1	6.561		-	
Linoleic acid (C18:2)	12.70	Vaitkeviciene *et al*. (2019)	20.76	Máté *et al*. (2022)
Stearic acid (C18:0)	-		1635.9	
Arachidic acid (C20:0)	-		305.1	
Myristic acid (C14:0)	-		133.8	
Pentadecanoic acid (C15:0)	-		69.6	
Linolenic acid (C18:3)			15.57	
Palmitic acid	14.84		11.1	
Palmitoleic acid	5.198		9.80	
Stearic acid	5.83		2.60	
Oleic acids	26.87	Barkhuu *et al*.(2021)	22.1	Abid *et al*. (2007)
Linoleic acid	33.02		29.1	
Linolenic acid	11.89		23.4	
Arachidic acid	0.89			
Myristic acid	0.37			
Palmitic acid	34.12		17.7	
Palmitoleic acid	35.95		3.5	
Stearic acid	-	Hu & Guo (2006)	3.1	Ranjith & Arumughan (2009)
Oleic/vaccenic acid	18.36		29.5	
Linoleic acid	4.10−14.20		26.2	
Linolenic acid	1.60−7.40		18.1	

ج) اثرهای فارماکولوژیکی

در حال حاضر از ترکیبات گیاه سنجد تلخ برای پیشگیری یا درمان بیماری‌های قلبی عروقی، پوستی، کبدی و معده استفاده می‌شود. عصاره‌های اندام‌های مختلف این گیاه ظرفیت بالینی زیادی را نشان می‌دهند، زیرا سرشار از ترکیباتی با فعالیت‌های ضد التهابی، تعدیل‌کننده ایمنی و ضد تومور هستند (Wang *et al*., 2018). بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که ترکیبات موجود در اندام‌های مختلف گیاه سنجد تلخ دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی هستند (Usha *et al*., 2014؛ Olas *et al*., 2018). فعالیت ضد تومور سنجد تلخ را می‌توان به ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، به ویژه ترکیبات فنلی ازجمله کامفرول، کوئرستین و ایزورامنتین نسبت داد، زیرا این ترکیبات از آسیب‌های اکسیداتیو که می‌توانند به التهاب و جهش ژنتیکی و سرطان منجر شوند، ممانعت می‌کنند (Christaki *et al*., 2012).

در سال‌های اخیر، گزارش‌های متعددی در مورد فعالیت‌های دارویی سنجد تلخ ازجمله فعالیت‌های ضد سرطانی، ضد التهابی، ضد میکروبی و ضد ویروسی و توانایی آن در محافظت از قلب و عروق گزارش شده است (Masoodi *et al*., 2020). روغن بدست آمده از بذر و میوه سنجد تلخ شامل ترکیبات زیست فعالی مانند پالمیتولئیک اسید (امگا۷) است که جزئی از لیپیدهای پوستی است و باعث تحریک فرایندهای ترمیم کننده در اپیدرم و بهبود زخم می‌شود (Edraki *et al*., 2014). استفاده خوراکی از این روغن باعث درمان زخم معده، اثنی‌عشر و روده می‌شود، ضمن اینکه به‌صورت موضعی باعث تسکین سوختگی‌های پوستی (ناشی از قرار گرفتن در معرض آفتاب یا رادیوتراپی)، پوسته پوسته شدن و تغییرات پوستی می‌شود (Cupara *et al*., 2011). علاوه بر این، روغن سنجد تلخ دارای اسیدهای چرب اشباع مانند اسید پالمیتیک، اسید استئاریک و گاما-لینولنیک اسید است. گاما-لینولنیک اسید باعث بهبود گردش خون می‌شود که تأثیر مثبتی در تأمین مواد مغذی و اکسیژن‌رسانی به پوست می‌گذارد و سموم اضافی را از بین می‌برد، در نتیجه باعث بهبود ساختار، ظاهر و رنگ پوست می‌شود . گاما-لینولنیک اسید آلرژی را خنثی، التهاب را برطرف و روند پیری را کُند می‌کند (Li *et al*., 2015). با وجوداین، همه زیر گونه سنجد تلخ چنین خواص مفیدی را در یک محدوده ندارند. ترکیب شیمیایی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی از نظر کیفیت و کمّیت در بین اندام‌های گیاه متفاوت باشد و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی متغیری را نشان دهد. به‌عنوان یک گروه از فلاونوئیدها، گلیکوزیدهای فلاونول ممکن است نقش بالقوه‌ای در پیشگیری و مدیریت بیماری‌های مزمن مانند سرطان، دیابت و بیماری‌های قلبی عروقی داشته باشند (Jacques *et al*., 2013). برخی از مطالعات نشان داده‌اند که افزایش دریافت فلاونول گلیکوزیدها از میوه‌های سنجد تلخ ممکن است مرگ و میر قلبی عروقی را کاهش دهد (Cheng *et al*., 2003). گلیکوزیدهای فلاونول از فراوان‌ترین ترکیبات فنلی موجود در سنجد تلخ هستند. فلاونوئیدها از آنتی‌اکسیدان‌های موجود در سنجد تلخ هستند که از تجمع پلاکت‌های خون جلوگیری می‌کنند، گردش خون را بهبود می‌بخشند، التهاب را کاهش داده و از رشد و گسترش سلول‌های سرطانی جلوگیری می‌کنند (Teleszko *et al*., 2015).

ویتامین A به شکل کاروتنوئیدها در سنجد تلخ وجود دارد (تقریباً ۲۰۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و خاصیت ترمیم کننده پوست و ضد چروک دارد (Muller *et al*., 2011). ویتامین C در سنجد تلخ ۱۵ برابر بیشتر از میوه پرتقال است که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بوده و از پوست در برابر اشعه‌های مضر مانند UVA و UVB محافظت می‌کند (Arif *et al*., 2010). عصاره آبی برگ سنجد تلخ می‌تواند به‌طور مؤثری از تکثیر و مهاجرت سلول‌های سرطانی پروستات جلوگیری کند. بنابراین، برگ‌های این گیاه به‌عنوان یک غذای کاربردی که ممکن است نقش کلیدی در پیشگیری از سرطان پروستات در جمعیت‌های پرخطر داشته باشد، نویدبخش است (Masoodi *et al*., 2020). در حال حاضر، بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که اجزای زیست فعال موجود در سنجد تلخ دارای فعالیت ضد سرطانی هستند.

پلی فنل‌ها، ماده فعال کامفرول و مشتقات آن، فعالیت ضد سرطان قابل توجهی را در شرایط *in vitro* و *in vivo* نشان داده‌اند (Wang *et al*., 2022).

چ) کاربرد در صنایع غذایی

علاوه بر فعالیت‌های بیولوژیکی در پزشکی، سنجد تلخ به‌طور گسترده‌ای در صنایع غذایی استفاده می‌شود و ارزش اقتصادی بالایی دارد. سنجد تلخ از نظر ارزش غذایی غنی و حاوی انواع ترکیبات فعال بیولوژیکی است. در حال حاضر به‌دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی زیاد، به‌عنوان افزودنی‌های طبیعی در انواع محصولات غذایی استفاده می‌شود. سنجد تلخ به شکل‌های مختلفی مانند روغن سنجد تلخ، پودر خشک شده، آب میوه، قرص، نوشیدنی‌ها، میوه و چای استفاده می‌گردد (شکل ۳) (Ma *et al*., 2022). صنعت فرآوری گوشت در حال حاضر به دنبال افزودنی‌های طبیعی برای جایگزینی افزودنی‌های شیمیایی در محصولات خود است (Wang *et al*., 2022). افزودن ۳٪ عصاره اتانولی میوه سنجد تلخ به سوسیس به‌طور مؤثری اکسیداسیون لیپیدها را مهار کرد و تعداد کل باکتری‌ها را کاهش داد. کلنی‌های باکتری در سوسیس تقریباً ۷ برابر کاهش یافت که باعث بهبود محتوی میکروبیولوژیکی سوسیس گردید (Salejda *et al*., 2017). افزودن پودر میوه سنجد تلخ فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ماندگاری نان را تا ۱۲۰ ساعت با ممانعت از توسعه فساد طنابی افزایش داد. نتایج بدست‌آمده، افزودن ۱٪ پودر میوه سنجد تلخ را به نان گندم توصیه می‌کند تا محصولی غنی از مولکول‌های زیستی ارتقاء دهنده سلامت، با خواص حسی و آنتی‌اکسیدانی بهتر و ماندگاری طولانی‌تر بدست آید (Ghendov-Mosanu *et al*., 2020). مطالعات نشان داده‌اند که عصاره سنجد تلخ و محصولات جانبی آن می‌تواند در فرمولاسیون آدامس استفاده شود و به‌طور قابل‌توجهی فعالیت آنتی‌اکسیدانی را بهبود ببخشد. خواص ضد میکروبی عصاره سنجد تلخ بر علیه باکتری‌های باسیلوس سرئوس، پرتئوس میرابیلیس و غیره نشان داد که عصاره این گیاه و محصولات جانبی آن ظرفیت بالایی به‌عنوان عوامل ضد میکروبی در صنایع غذایی دارند (Lele *et al*., 2018). آب میوه تهیه شده از گیاه سنجد تلخ دارای رنگ زرد روشن بوده که محتوای بالاترین میزان کاروتنوئید (۱۴۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر)، اسید آسکوربیک (۶۷/۶۷ میلی‌گرم در میلی‌لیتر)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا و غنی از فیبر می‌باشد (Xin *et al*., 2021). در کشورهایی مانند آمریکا، چین، هند، کانادا، فنلاند، آلمان و برخی دیگر از کشورهای اروپایی گیاه سنجد تلخ به شکل میوه تازه، چای، آب میوه و مواد افزودنی در غذاهایی مانند ماست، پنیر، شکلات، محصولات نانوایی و ... استفاده می‌شود (Nilova & Malyutenkova, 2018؛ Tulsawani, 2010).

شکل ۳- محصولات مختلف بدست آمده از گیاه سنجد تلخ (***Hippophae rhamnoides***) **(Wang *et al.*, 2022)**

Figure 3. Different products obtained from *Hippophae rhamnoides* (Wang *et al.*, 2022)

نتیجه‌گیری

سنجد تلخ درختچه‌ای مقاوم به سرما و خشکی، تثبیت کننده نیتروژن، برگریز و خاردار به ارتفاع ۱ تا ۵ متر است. این گیاه در ارتفاعات ۲۰۰۰ تا ۵۵۰۰ متری از آسیا و اروپا رشد می‌کند و با تغییرات شدید آب و هوایی، دمای پایین ۴۳- درجه سانتی‌گراد تا دمای بالای ۴۰ درجه سانتی گراد سازگار است. علاوه بر فعالیت‌های بیولوژیکی در پزشکی، به‌طور گسترده‌ای در صنایع غذایی استفاده می‌شود و ارزش اقتصادی بالایی دارد. از نظر ارزش غذایی غنی و حاوی انواع ترکیبات فعال بیولوژیکی است. در حال حاضر به‌دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی زیاد به‌عنوان افزودنی های طبیعی در انواع محصولات غذایی استفاده می‌شود. سنجد تلخ به شکل‌های مختلفی مانند روغن سنجد تلخ، پودر خشک شده، آب میوه، قرص، نوشیدنی‌ها، میوه و چای استفاده می‌گردد. سنجد تلخ علاوه بر اهمیت اکولوژیکی، ارزش دارویی و غذایی بالایی دارد. با توجه به ناکافی بودن مطالعات انجام شده در ایران در زمینه کاربردهای این گیاه در صنایع مختلف دارویی، غذایی و آرایشی و بهداشتی، امید است این مقاله مروری زمینه‌ساز انجام مطالعات بیشتر و استفاده از ترکیبات ارزشمند این گیاه در صنایع مذکور شود.

References

- Abid, H., Hussain, A. and Ali, S., 2007. Physicochemical characteristics and fatty acid composition of sea buckthorn (*Hippophae rhamnodes* L.) oil. Journal of the Chemical Society of Pakistan, 29: 256-259.
- Ahani, H., Jalilvand, H., Vaezi, J. and Sadati, S. E., 2014. Investigation of nursery treatments on sea buckthorn (*Elaeagnus rhamnoides* (L.) A. Nelson) seed germination in the field. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 4(6): 8-18.
- Ahani, H., Jalilvand, H., Vaezi, J. and Sadati, S.E., 2015. Effect of different treatments on *Hippophae rhamnoides* seed germination in laboratory. Iranian Forestry journal, 7(1): 45-56.
- Ahani, H., Jalilvand, H., Vaezi, J. and Sadati, S.E., 2016. Studying the seed germination traits of Seabuckthorn (*Elaeagnus rhamnoides*) of Iran, China and Tibet. Forest and Wood Products, 69(2): 225-235.
- Ahmad, B. and Ali, J., 2013. Physiochemical, minerals, phytochemical contents, antimicrobial activities evaluation and Fourier transform infrared (FTIR) analysis of *Hippophae rhamnoides* L. leaves extracts. African Journal of. Pharmacy and

A.M., 2018. How much does climate change threaten European forest tree species distributions? Global Change Biology, 24: 1150-1163.
- Edraki, M., Akbarzadeh, A., Hosseinzadeh, M., Salehi, A. and Koohi Hosseinabadi, O., 2014. Healing effect of sea buckthorn, olive oil, and their mixture on fullthickness burn wounds. Advances in *Skin* and *Wound Care*, 27(7): 317-323.
- Eggersdorfer, M. and Wyss, A., 2018. Carotenoids in human nutrition and health. *Archives* of *Biochemistry* and *Biophysics*, 652: 18-26.
- Ercisli, S., Orhan, E., Ozdemir, O. and Sengul, M., 2007. The genotypic effects on the chemical composition and antioxidant activity of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries grown in Turkey. Scientia Horticulturae, 115: 27-33.
- Ficzek, G., Mátravölgyi, G., Furulyás, D., Rentsendavaa, C., Jócsák, I., Papp, D., Simon, G., Végvári, G. and Stéger-Máté, M., 2019. Analysis of bioactive compounds of three sea buckthorn cultivars (*Hippophae rhamnoides* L. 'Askola', 'Leikora', and 'Orangeveja') with HPLC and spectrophotometric methods. Journal of Horticultural Sciences, 84: 31-38.
- Ghendov-Mosanu, A., Cristea, E., Patras, A., Sturza, R., Padureanu, S. and Deseatnicova, O., 2020. Potential application of *Hippophae rhamnoides* in wheat bread production. Molecules, 25: 1272.
- Gutzeit, D., Baleanu, G., Winterhalter, P. and Jerz, G., 2008. Vitamin C content in seabuckthorn berries (*Hippophae rhamnoides* L. subsp. rhamnoides) and related products: a kinetic study on storage stability and the determination of processing effects. Journal of Food Science, 73: 615-620.
- Guo, R.X., Chang, X., Guo, C.S., Brennan, T., Li, X. and Liu, R.H., 2017. Phenolic compounds, antioxidant activity, antiproliferative activity and bioaccessibility of Sea buckthorn (*Hippopha€e rhamnoides* L.) berries as affected by in vitro digestion. Food and Function, 8(11): 4229-4240.
- He, C.Y., Zhang, G.Y., Zhang, J.G., Duan, A.G. and Luo, H.M., 2016. Physiological, biochemical, and proteome profiling reveals key pathways underlying the drought stress responses of *Hippophae rhamnoides*. Proteomics, 16(20): 2688-2697.
- He, X.H., Si, J.H., Zhu, L., Zhou, D.M., Zhao, C.Y., Jia, B. and Zhu, X.L., 2023. Modeling habitat suitability of *Hippophae rhamnoides* L. using MaxEnt under climate change in China: A case study of *H. r. sinensis* and *H. r. turkestanica*. Frontiers in Forests and Global Change, 5: 1-13.
- He, Y., 2008. Analysis of nutritional components of sea buckthorn fruit juice. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 36(35): 15292-15293.

Pharmacology, 7: 375-388.
- Andersson, S.C., Olsson, M.E., Johansson, E. and Rumpunen, K., 2008. Carotenoids in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries during ripening and use of pheophytin a as a maturity marker. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(1): 250-258.
- Arif, S., Ahmed, S.D., Shah, A.H., Hamid, A. and Batool, F., 2010. Determination of optimum harvesting time for Vitamin C, oil and mineral elements in berries sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*). *Pakistan Journal of Botany*, 42(5): 3561-3568.
- Bal, L., Meda V., Naik, S. and Satya, S., 2011. Sea buckthorn berries: a potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmoceuticals. *Food Research International* Journal, 44: 1718-1727.
- Barkhuu, B., Lodonjav, M., Ganzorig, O. and Tumurtogoo, N., 2021. The physicochemical composition of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L) oil and Its treatment characteristics. In 5th International Conference on Chemical Investigation and Utilization of Natural Resource (ICCIUNR-2021) (pp. 43-51), Atlantis Press.
- Chen, L., Xin, X., Yuan, Q., Su, D. and Liu, W., 2014. Phytochemical properties and antioxidant capacities of various colored berries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 94(2): 180-188.
- Christaki, E., 2012. *Hippophae rhamnoides* L. (Sea Buckthorn): a potential source of nutraceuticals. *Food and Public Health*, 2: 69-72.
- Cheng, J., Kondo, K., Suzuki, Y., Ikeda, Y., Meng, X. and Umemura, K., 2003. Inhibitory effects of total flavones of *Hippophae rhamnoides* L. on thrombosis in mouse femoral artery and in vitro platelet aggregation. Life Sciences, 72(20): 2263-2271.
- Cupara, S.M., Ninkovic, M.B., Knezevic, M.G., Vuckovic, I.M. and Jankovic, S.M., 2011. Wound healing potential of liquid crystal structure emulsion with sea buckthorn oil. HealthMED Journal. 5(5): 1218-1223.
- Czaplicji, S., Nowak-Polakowska, H., Zadernowski, R. and Aktywnos, c., 2005. Biologiczna lipofilnej fakcji owoców rokitnika w zalez˙nos´ci od zawarto´sci karotenoidów i tokoferoli. Bromatologia Chemia Toksykologiczna, 38: 185-188.
- Dela Rosa, L.A.J.O., Moreno-Escamilla, J. Rodrigo-Garc, A. and Alvarez-Parrilla, E., 2018. Chapter 12-Phenolic compounds. 253-271, In: Yahia, E.M. and Carrillo-Lopez, A. (Eds.), Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables. Duxford, UK: Woodhead Publishing, 510p.
- Dyderski, M.K., Paz, S., Frelich, L.E. and Jagodzinski,

Chemistry, 58(1): 620-627.
- Lele, V., Monstaviciute, E., Varinauskaite, I., Peckaityte, G., Paskeviciute, L., Plytnikaite, M., Tamosiunaite, V., Pikunaite, M., Ruzauskas, M., Stankevicius, S. and Bartkiene, E., 2018. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) and quince (*Cydonia oblonga* L.) juices and their by-products as ingredients showing antimicrobial and antioxidant properties for chewing candy: nutraceutical formulations. Journal of Food Quality, Special Issue, Article ID 3474202.
- Li, G.Q., Du, S. and Guo, K., 2015. Evaluation of Limiting climatic factors and simulation of a climatically suitable habitat for Chinese Sea Buckthorn. PLoS One 10: e0131659.
- Li, D.Z., Gao, L.M., Li, H.T., Wang, H., Ge, X.J., Liu, J.Q., Chen, Z.D., Zhou, S.L. and Chen, S.L., 2011. Comparative analysis of a large dataset indicates that internal transcribed spacer (ITS) should be incorporated into the core barcode for seed plants, *Hippophae rhamnoides* subsp. *gyantsensis* voucher JF976624. Proceedings of the National Academy of Sciencs U.S.A., 108(49): 19641-19646.
- Lian, Y.S. and Wan, L., 2007. Types of bioactivity substances of genus *Hippophae* L. and their functions in physiology and pharmacology. Hippophae, 20: 1-12.
- Liu, S., Xiao, P., Kuang, Y., Hao, J., Huang, T. and Liu, E., 2021. Flavonoids from sea buckthorn: a review on phytochemistry, pharmacokinetics and role in metabolic diseases. The *Journal* of *Food Biochemistry*, 45: e13724.
- Ma, C., Du, L. and Cai, G., 2022. Investigation and research on the distribution of seabuckthorn germplasm resources in changji prefecture. Journal of *Agricultural Science* and *Technology*, 139-141.
- Máté, M., Selimaj, G., Simon, G., Szalóki-Dorkó, L. and Ficzek, G., 2022. Assessment of Berries of Some Sea Buckthorn Genotypes by Physicochemical Properties and Fatty Acid Content of the Seed. Plants, 11(24): 3412.
- Martínez-Villaluenga, C., Peñas, E. and Hernández-Ledesma, B., 2020. Pseudocereal grains: Nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. Food and Chemical Toxicology, 137: 111178.
- Masoodi, K.Z., Wani, W., Dar, Z.A., Mansoor, S., Anam-ul-Haq, S., Farooq, I. and Ahmed, N., 2020. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) inhibits cellular proliferation, wound healing and decreases expression of prostate specific antigen in prostate cancer cells in vitro. Journal of Functional Foods, 73: 104102.
- Mozaffarian, V., 2005. Trees and Shrubs of Iran.
- Hussain, M., Ali, S., Awan, S., Hussain, M. and Hussain, I., 2014. Analysis of minerals and vitamins in seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) pulp collected from Ghizer and Skardu districts of Gilgit-Baltistan. International Journal of Biosciences, 4: 144-152.
- Hu, J.Z. and Guo, X.F., 2006. Evaluation of nutrient value of seabuckthorn in north China. Forestry studies in China, 8: 50-52.
- Huang, J., Ji, M., Xie, Y., Wang, S. and He, Y., 2016. Global semi-arid climate change over last 60 years. Climate Dynamics, 46: 1131-1150.
- Jacques, P.F., Cassidy, A., Rogers, G., Peterson, J.J., Meigs, J.B. and Dwyer, J.T., 2013. Higher dietary flavonol intake is associated with lower incidence of type 2diabetes. The Journal of Nutrition, 143(9): 1474-1480.
- Jaśniewska, A. and Diowksz, A., 2021. Wide spectrum of active compounds in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) for disease prevention and food production. Antioxidants, 10(8): 1279.
- Ji, M., Gong, X., Li, X., Wang, C. and Li, M., 2020. Advanced research on the antioxidant activity and mechanism of polyphenols from hippophae species-a review. Molecules, 25: 917.
- Jia, D.R., Abbott, R.J., Liu, T.L., Mao, K.S., Bartish, I.V. and Liu, J.Q., 2012. Out of the Qinghai–Tibet Plateau: evidence for the origin and dispersal of Eurasian temperate plants from a phylogeographic study of *Hippophae rhamnoides* (Elaeagnaceae). New Phytologist, 194: 1123-1133.
- Kallio, H., Yang, B., Peippo, P., Tahvonen, R. and Pan, R., 2002. Triacylglycerols, glycerophopholipids, tocopherols, and tocotrienols in berries and seeds of two subspecies (ssp. *sinensis* and *mongolica*) of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*). *Journal of Agricultural* and *Food Chemistry*, 50: 3004-3009.
- Kolanowska, M., Kras, M., Lipinska, M., Mystkowska, K. and Szlachetko, D.L., 2017. Global warming not so harmful for all plants- response of holomycotrophic orchid species for the future climate change. Scientific Reports, 7, 12704.
- Kuhkheil, A., Naghdi Badi, H., Mehrafarin, A. and Abdossi, V., 2017. Chemical constituents of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) fruit in populations of central Alborz Mountains in Iran. Research Journal of Pharmacognosy, 4(3): 1-12.
- Lehtonen, H., Lehtinen, O., Suomela, J., Viitanen, M. and Kallio, H., 2009. Flavonol glycosides of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*) and lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*) are bioavailable in humans and monoglucuronidated for excretion. Journal of Agricultural and Food

buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.). Planta Medica, 80(16): 24.
- Rongsen, L.u., 1992. Seabuckthorn. A multipurpose plant species for fragile mountains. ICIMOD Occasional Paper No. 20, Kathmandu, Nepal, 1-50.
- Sabir, S.M., Ahmed, S.D., Lodhi, N. and Jager, A.K., 2003. Morphological and biochemical variation in seabuckthorn *Hippophae rhamnoides* subsp. *turkestanica*, a multipurpose plant for fragile mountains of Pakistan. South African Journal of Botany. 69: 587-592.
- Saeidi, K., Alirezalu, A. and Akbari, Z., 2016. Evaluation of chemical constitute, fatty acids and antioxidant activity of the fruit and seed of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) grown wild in Iran. Natural *Product Research*, 30: 366-378.
- Salejda, A., Nawirska-Olsza´nska, A., Janiewicz, U. and Krasnowska, G., 2017. Effects on quality properties of pork sausages enriched with sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Journal* of *Food Quality*, 1-7.
- Schauss, A.G., Wu, X., Prior, R.L., Ou, B., Patel, D., Huang, D. and Kababick, J.P., 2006. Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried Amazonian palm berry, Euterpe oleraceae Mart. (Acai). Journal of agricultural and food chemistry, 54(22): 8598-8603.
- Shah, A.H., Ahmed, D., Sabir, M., Arif, S., Khaliq, I. and Batool, F., 2007. Biochemical and nutritional evaluations of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. subsp. *turkestanica*) from different locations of Pakistan. Pakistan Journal of Botany, 39: 2059-2065.
- Skalski, B., Kontek, B., Lis, B., Olas, B., Grabarczyk, Ł., Stochmal, A. and Żuchowski, J., 2019. Biological properties of *Elaeagnus rhamnoides* (L.) A. Nelson twig and leaf extracts. BMC complementary and alternative medicine, 19: 1-12.
- Stobdan, T., Targais, K., Lamo, D. and Srivastava, R.B., 2013. Judicious use of natural resources: A case study of traditional uses of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in trans-Himalayan Ladakh, India. National Academy Science Letters, 36: 609-613.
- Stobdan, T., Chaurasia, O.P., Korekar, G., Yadav, A. and Singh, S.B., 2010. Attributes of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) to meet nutritional requirements in high altitude. Defence Science Journal, 60: 226-230.
- Suryakumar, G. and Gupta, A., 2011. Medicinal and therapeutic potential of Sea buckthorn (*Hippophaë Rhamnoides* L.). The Journal of *Ethnopharmacology*, 138: 268-278.
- Subedi, C.K. and Adhikari, K., 2001. Study on Farhang Moaser Publishers. 1120p.
- Muller, L., Fröhlich, K. and Böhm, V., 2011. Comparative antioxidant activities of carotenoids measured by ferric reducing antioxidant power (FRAP), ABTS bleaching assay (αTEAC), DPPH assay and peroxyl radical scavenging assay. Food Chemistry, 129(1): 139-148.
- Nilova, L. and Malyutenkova, S., 2018. The possibility of using powdered sea-buckthorn in the development of bakery products with antioxidant properties. Agronomy Research, 16(2): 1444-1456.
- Olas, B., 2016. Sea buckthorn as a source of important bioactive compounds in cardiovascular diseases. Food and Chemical Toxicology, 97: 199-204.
- Olas, B., Skalski, B. and Ulanowska, K., 2018. The anticancer activity of sea buckthorn [*Elaeagnus rhamnoides* (L.) A. Nelson]. Frontiers in pharmacology, 9: 1-8.
- Pant, M., Lal, A. and Rani, A., 2014. *Hippophae salicifolia* A Plant with Multifarious Benefits. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6: 37-40.
- Piłat, B., Bieniek, A. and Zadernowski, R., 2015. Common sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) as an alternative orchard plant. *Polish Journal of Natural Sciences*, 30: 417-430.
- Pyakurel, D., 2001. Germination and Seedling Growth of Seabuckthorn (*Hippophae* L.) as Affected by Temperature and Gibberellic Acid. A Dissertation Submitted for the Partial Fulfillment of the Requirements of Master's Degree in Botany. Central Department of Botany, Tribhuvan University, Kathmandu, Nepal.
- Pundir, S., Garg, P., Dviwedi, A., Ali, A., Kapoor, V.K., Kapoor, D. and Negi, P., 2021. Ethnomedicinal uses, phytochemistry and dermatological effects of *Hippophae rhamnoides* L.: A review. Journal of Ethnopharmacology, 266: 113434.
- Rajchal, R., 2009. Seabuckthorn (*Hippophae salicifolia*) management guide. Submitted to the Rufford Small Grants for Nature Conservation, https://eu.rezosbrands.com/wp-content/uploads/2019/03/Seabuckthorn-Hippophae-salicifolia-Management-Guide.pdf.
- Ranjith, A. and Arumughan, C., 2009. Phytochemical Investigations on Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) *Berries* Doctoral dissertation, National Institute for Interdisciplinary Science and Technology, https://shodhganga.inflibnet.ac.in/handle/10603/2116).
- Raudonis, R., Raudone, L., Janulis, V. and Viskelis, P., 2014. Flavonoids in cultivated berries of sea

buckthorn berries from Lithuania. Journal of Elementology, 24(3): 1101-1113.
- Wang, H.H., Bi, T., Gao, B., Zhao, W. and Liu, J., 2018. A homogalacturonan from *Hippophae rhamnoides* L. Berries enhance immunomodulatory activity through TLR4/MyD88 pathway mediated activation of macrophages. International Journal of Biological Macromolecules, 107 (Pt A): 1039-1045.
- Wang, K., Xu, Z. and Liao, X., 2022. Bioactive compounds, health benefits and functional food products of sea buckthorn: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 62(24): 6761-6782.
- Xin, Y., Zhao, S., Yang, J., Zhang, T., Zhang, J. and Wang, Y., 2021. Effect of microwave-drying on the quality and antioxidant properties of Ganoderma lucidum fermented sea-buckthorn tea. *International Journal* of *Food Engineering*, 17: 65-74.
- Yang, B., Karlsson, R.M., Oksman, P.H. and Kallio, H.P., 2001. Phytosterols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries: Identification and effects of different origins and harvesting Times. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49: 5620-5629.
- Yang, B. and Kallio, H., 2002. Composition and physiological effects of sea buckthorn (*Hippophae*) lipids. Trends in Food Science and Technology, 13(5): 160-170.
- Yang, B., Halttunen, T., Raimo, O., Price, K. and Kallio, H.P., 2009. Flavonol glycosides in wild and cultivated berries of three major subspecies of *Hippophaë rhamnoides* and changes during harvesting period. Food Chemistry, 115(2): 657-664.
- Xiaoning, T., Baoli, A., Xiufend., W. and Jing, N., 2002. Soil Improvement of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) Plantations and its characteristics of the Roots in Loess Plateau. 12th ISCO conference, China.
- Xingyuan, H., Chenggang, Z., Sihe, Y., Zhang, Y., Daoyan, S. and Huichang, L., 1996. Role of nitrogen-fixing trees in mixed forest. Nitrogen fixation and tree growth of mixed stand with *Hippophae rhamnoides.* Chinese. Journal of Applied Ecology, 7: 354-358.
- Zadernowski, R., Naczk, M., Czaplicki, S., Rubinskiene, M. and Szałkiewicz, M. 2005. Composition of phenolic acids in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries. *Journal* of the *American Oil Chemists' Society*, 82: 175-179.
- Zhang, J.T. and Chen, T., 2007. Effects of mixed *Hippophae rhamnoides* on community and soil in planted forests in the Eastern Loess Plateau, China. Ecological Engineering, 31: 115-121.
- Zhang, Z.S.F., Feng, F., Hu, J.Y., Chen, Y. and Lu, L., Propagation Techniques of Seabuckthorn (*Hippophae* Linn.) in Manang and Mustang Districts. A report submitted to TISC, Hattisar, Kathmandu, https://ruffordorg.s3.amazonaws.com/media/project_reports/04.05.06%20Detailed%20Final%20Report.pdf.
- Tang, X., 2002. Intrinsic change of physical and chemical properties of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) and implications for berry maturity and quality. Journal of Horticultural science and Technology, 77: 177-185.
- Tang, X.R., Kalviainen, N. and Tuorila, H., 2001. Sensory and hedonic characteristics of juice of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) origins and hybrids. Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie, 34: 102-110.
- Teleszko, M., Wojdyło, A., Rudzin´ ska, M., Oszmian´ ski, J. and Golis, T., 2015. Analysis of lipophilic and hydrophilic bioactive compounds content in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63(16): 4120-4129.
- Tian, Y., Liimatainen, J., Alanne, A.L., Lindstedt, A., Liu, P., Sinkkonen, J. and Yang, B., 2017. Phenolic compounds extracted by acidic aqueous ethanol from berries and leaves of different berry plants. Food Chemistry, 220: 266-281.
- Tiitinen, K.M., Hakala, M.A. and Kallio, H.P., 2005. Quality components of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(5): 1692-1699.
- Tamchos, S. and Kaul, V., 2015. Seabuckthorn -the natural soil fertility enhancer. Current Science, 108: 763-764.
- Tulsawani, R., 2010. Ninety day repeated gavage administration of *Hipphophae rhamnoides* extract in rats. Food and Chemical Toxicology, 48(8): 2483-2489.
- Usha, T., Middha, S.K., Goyal, A.K., Karthik, M., Manoj, D.A., Faizan, S. and Pande, V., 2014. Molecular docking studies of anti-cancerous candidates in *Hippophae rhamnoides* and *Hippophae salicifolia*. Journal of biomedical research, 28(5): 406.
- Ui Haq, S.A., Mir, M.A., Lone, S.M., Banoo, A. and Shafi, F., 2021. Explicating genetic diversity based on its characterization and determination of antioxidant potential in sea buckthorn (*Hippophae* spp.). *Molecular Biology Reports*, 49: 3839-3847.
- Vaitkeviciene, N., Jariene, E., Danilcenko, H., Kulaitiene, J., Mazeika, R., Hallmann, E. and Blinstrubiene, A., 2019. Comparison of mineral and fatty acid composition of wild and cultivated sea

2015. Study on the concentration of palmitoleic acid in the oil of sea buckthorn fruit by molecular distillation. Grain and Oil, 28(3): 39-41.
- Zhang, H., Zhao. H.Y., Zhang, Y., Shen, Y., Su, H., Jin, J. and Jin, Q., 2018. Characterization of positional distribution of fatty acids and triacylglycerol molecular compositions of marine fish oils rich in omega-3 polyunsaturated fatty acids. BioMed Research International, 10: 3529682.
- Zheng, J., Kallio, H., Linderborg, K. and Yang, B., 2011. Sugars, sugar alcohols, fruit acids, and ascorbic acid in wild Chinese seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* subsp. *sinensis*) with special reference to influence of latitude and altitude. Food Research International, 44: 2018-2026.
- Zeb, A. and Malook, I., 2009. Biochemical characterization of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. spp. *turkestanica*) seed. African Journal of Biotechnology, 8(8).
- Zeb, A., 2004. Important therapeutic uses of seabuckthorn (*Hippophae*): a review. Journal of Biological Sciences, 4: 687-693.
- Zielinska, A. and Nowak, I., 2017. Abundance of active ingredients in seabuckthorn oil. Lipids Health, 16: 1-11.