

ارزیابی تاثیر گرادیان ارتفاعی مناطق مازندران بر مورفولوژی گیاه *Peganum harmala L*

خدیجه طالبی قادیکلانی^۱، حسین مرادی^{۲*}، راضیه عظیمی اترگله^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- استادیار، علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- استادیار، گروه شیمی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

Email: Kh.talebi@stu.sanru.ac.ir

Email: moradiho@yahoo.com

Email: azimiorgchem@gmail.com

چکیده

شمال ایران به ویژه رشته کوه البرز یکی از مهم ترین مناطق فلوریستی ایران است که از تنوع زیستی گیاهان دارویی بالایی برخوردار است. انتخاب مراتع برای بررسی اکولوژیکی با توجه به تنوع اقلیمی جنوب استان مازندران در فصل زراعی ۱۴۰۰ انجام شد. هدف از این پژوهش بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا محل رویش گیاه *P. harmala* بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی این گیاه می باشد. بنابراین سه منطقه از استان مازندران با اختلاف ۹ ارتفاع (مناطق خطیرکوه (۷۰۰ و ۱۰۰۰ متر بالاتر از میانگین سطح دریا (AMSL))، چهاردانگه (۱۳۰۰، ۱۵۰۰، ۱۷۰۰ و ۱۹۰۰ AMSL) و گدوک (۲۱۰۰، ۲۳۰۰ و ۲۵۰۰ AMSL))، نمونه های خودرو جمع آوری و خصوصیات میوه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین صفت تعداد میوه ها در ارتفاع ۲۳۰۰ با سایر ارتفاعات تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد و ارتفاع ۲۳۰۰ با سایر ارتفاعات به صورت معنی داری افزایش نشان داده است. صفت عملکرد محصول در ارتفاعات ۲۱۰۰ و ۲۳۰۰ در یک گروه قرار گرفته اند و با سایر ارتفاعات افزایش معنی داری در سطح ۱ درصد نشان داده است. نتایج مورفولوژیکی طبق رابطه همبستگی پیرسون، نشان داد که عملکرد محصول و تعداد میوه در هر بوته در سطح احتمال ۵٪ با فاکتور ارتفاع از سطح دریا همبستگی مثبت دارد. بنابراین با افزایش گرادیان ارتفاعی از سطح دریا افزایش عملکرد محصول (مرحله زایشی) مشاهده شد.

کلمات کلیدی: ارتفاع، فاکتور، ارتفاع، دما، رطوبت

۱. مقدمه

سرده اسپند با نام علمی *P. harmala* متعلق به تیره قره داغیان (Nitrariaceae) است (Aslam et al, 2014). پیش تر این سرده را در تیره قیچیان (Zygophyllaceae) جای داده بودند. سرده اسپند دارای شش گونه است که در بخش های مختلف جهان پراکنده اند (Aslam et al, 2014). ایران نیز رویشگاه یک گونه با نام علمی *P. harmala* می باشد. گیاهان این سرده علفی، چندساله، پایا با ساقه های منشعب، فاقد کرک، به ارتفاع حداکثر ۱۰۰ سانتی متر، با برگ های متراکم، ریشه خزنده، گل های زرد و

سفید کم‌رنگ با پنج گلبرگ و پنج کاسبرگ می‌باشد و میوه این گیاه کپسول است (اخیانی، ۱۳۷۱؛ زرگری، ۱۳۷۵؛ Sheahan & Cutler, 1993). میوه کپسول کروی شکل و محتوای دانه‌های قهوه‌ای رنگ است. نافه آن دارای ۱۵ پرچم است که دارای میله‌هایی برهنه هستند که در قاعده پهن و عریض می‌باشید. پنج پرچم بیرونی مقابل گلبرگها و پنج پرچم داخلی مقابل کاسبرگها هستند. تخمدان پایه‌دار، کروی شکل، شامل ۳ یا ۴ خانه، تخمک‌هایی متعدد و خامه‌ای سه پهلو است. فصل گلدهی و میوه‌دهی آن اواسط تا اواخر بهار و اواسط تابستان است. این سینه، دانشمند بزرگ ایرانی، اولین کسی بود که به خواص دارویی اسپند توجه زیادی مبذول داشته است (دیبا و همکاران، ۱۳۸۸).

این گیاه زروفیتی در بسیاری از نواحی بایر و حاشیه‌های کویر ایران می‌روید (زرگری، ۱۳۷۵). به طور خودرو در شرایط نیمه خشک، مناطق استپی و خاک‌های شنی، بومی منطقه مدیترانه شرقی و به طور گسترده در خاورمیانه، هند، مغولستان و چین و ایران رشد می‌کند (Berdai et al., 2014; Decaraene et al, 1996; Frison et al, 2008; محمودیان، ۱۳۸۱).

گیاه *P.harmala* جهت اهداف دارویی، پزشکی و طب سنتی ارزشمند بوده و در صنایع آرایشی بهداشتی از قسمت‌های ریشه و دانه‌ها استفاده می‌شود (Asgarpanah & Ramezanloo, 2012; Li et al, 2017; Bukhari et al, 2008). دانه‌ها و ریشه‌های این گیاه حاوی آلکالوئیدهای بتاکربولین‌های مختلف شامل هارمین، هارمالین، هارمالول و هارمول و همچنین آلکالوئیدهای کینولین مانند پگانین، وازسین و واسیسینون هستند (Kartal, 2003; Zayed & Wink, 2005). همچنین خاصیت حشره‌کشی دارد و بر علیه حشرات استفاده می‌شود. دانه‌های قهوه‌ای رنگ آن در ایران با ارزش است و برای رفع چشم زخم و سردرد آن را در آتش دود می‌کنند. وجود برخی ترکیبات اولیه همچون اسیدهای چرب، اسیدهای آمینه ویژه و نیز ترکیبات ثانویه همچون فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، روغن‌های فرار و آنتراکینون‌ها سبب بکارگیری آن در درمان بیماری‌های متعدد همچون آسم، مالاریا، سرطان خون، روماتیسم، بیماری‌های قلبی، کبد و ریه شده است (Li et al, 2017). همچنین این گیاه دارای خواص ضد باکتریایی، ضدقارچی، ضدویروسی و ضدلیشمانیا (*Leishmaniasis*) است (Darabpour et al, 2011; Mirzaie et al, 2007; Jiang & Huang, 2001; Li et al, 2017).

تفاوت بین گونه‌های جنس اسپند، به جز اندازه، عادت و مورفولوژی میوه ناچیز است (Gray & Wright, 1852; 1853; Ronse De Craene et al, 1996). تاکنون تحقیقات زیادی برای ارزیابی تنوع ژنتیکی با استفاده از صفات مورفولوژیکی در گیاهان دارویی انجام شده است (Lal et al, 1998; Lal Labra et al, 2000; Arriel et al, 2007). با این حال، زیست‌شناسی و اکولوژیکی این گونه به خوبی مستند نشده است و بسیاری از دانش ما در مورد این گیاه فرضی است (Michelmore, 1997). شمال ایران به ویژه رشته کوه البرز یکی از مهم‌ترین مناطق فلوربستی ایران است که از تنوع زیستی گیاهان دارویی بالایی برخوردار است که از یک سو با توجه به مطالعات محدود در این مناطق بر گیاه *P.harmala* و از سوی دیگر با توجه به نیاز کشور به گونه‌های سازگار با شرایط اکولوژیکی خشک و نیمه خشک کشورمان و همچنین نیاز به گیاهان دارویی وحشی، در این پژوهش به بررسی مورفولوژیکی؛ اثر ارتفاع از سطح دریا محل رویش به همراه ریزوسفر بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی پرداخته شده است. تغییرات ارتفاعی سبب تغییر در عوامل اقلیمی و اکولوژیکی در یک زمان مشخص شده و به لحاظ ایجاد تغییر در خصوصیات فیزیولوژیکی و نیز تنوع ژنتیکی، نقش مهمی را ایفا می‌کنند (Ohsawa & Ide, 2008). بنابراین سه منطقه از استان مازندران با اختلاف ۹ ارتفاع (مناطق خطیرکوه ۷۰۰ و ۱۰۰۰ AMSL)، چهاردانگه (۱۳۰۰، ۱۵۰۰، ۱۷۰۰ و ۱۹۰۰ AMSL) و گدوک (۲۱۰۰، ۲۳۰۰ و ۲۵۰۰ AMSL)، نمونه‌های خودرو جمع‌آوری و خصوصیات مذکور مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲. مواد و روشها

در این تحقیق گیاه *P.harmala* از ۳ منطقه با ۹ ارتفاع (جدول ۱) جمع آوری شده و به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شدند. سپس صفات مورفولوژیکی تعداد میوه هر بوته و عملکرد محصول اندازه گیری شد. داده‌ها در نرم‌افزار Excel 2016 وارد شد و سپس با نرم‌افزار SPSS 19 اطلاعات توصیفی، همبستگی پیرسون، تجزیه به عامل‌ها براساس حداکثر چرخش Varimax، بدست آمد.

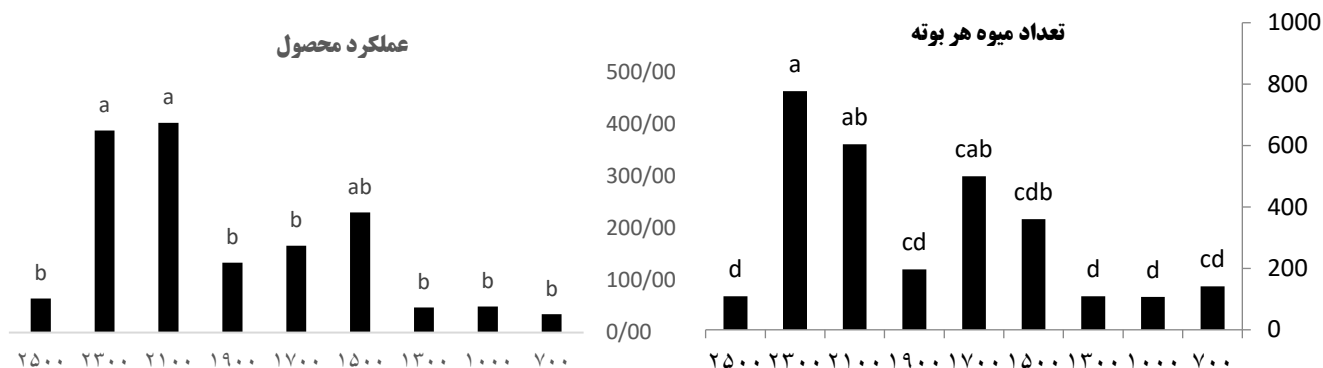
جدول ۱- مشخصات اکوتیپ‌های *P.harmala* مورد مطالعه

مناطق	پارامتر ارتفاع از سطح دریا (m)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
خطیر کوه	۷۰۰	35°59'16" N	53°59'16" E
	۱۰۰۰		
	۱۳۰۰		
کیاسر (بخش چهاردانگه)	۱۵۰۰	35°26'55" N	36°24'35" E
	۱۷۰۰		
	۱۹۰۰		
گدوک	۲۱۰۰	35°49'54" N	52°55'43" E
	۲۳۰۰		
	۲۵۰۰		

۳. نتایج و بحث

کیفیت گیاهان دارویی بازتاب تاثیر تعداد زیادی از عوامل محیطی در طول دوره رویش آن گیاه می‌باشد. چنین تغییرپذیری ممکن است با مراحل مختلف رویش گیاه و همچنین شرایط محیطی (تغییرات فصلی، جغرافیایی و ترکیب خاک) مرتبط باشد (Salarbashi et al, 2013). تغییر در شرایط اکولوژیکی بر روی صفات گیاهان اثرگذار بوده و به طور کلی ۳ عامل محیطی اکولوژیکی، عوامل ژنتیکی و رابطه بین ژنوتیپ و محیط مهم‌ترین عوامل تغییر در صفات گیاهان هستند (جزیره‌ای و ابراهیمی، ۱۳۸۲). ارتفاع از سطح دریا با تاثیر بر میزان و نوع بارندگی، تبخیر، ترق و شدت تشعشعات خورشیدی، بر نوع و تراکم پوشش گیاهی تاثیر بسزایی دارد (Roupioz et al, 2010).

نتایج مقایسه میانگین طبق نمودار ۱ صفت تعداد میوه‌ها در ارتفاع ۲۳۰۰ با سایر ارتفاعات تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد. دو ارتفاع بالا ۲۳۰۰ با سایر ارتفاعات به صورت معنی‌داری افزایش نشان دادند. صفت عملکرد محصول در ارتفاعات ۲۱۰۰ و ۲۳۰۰ در یک گروه قرار گرفته‌اند و با سایر ارتفاعات افزایش معنی‌داری در سطح ۱ درصد نشان داده‌اند. Ghani و همکاران (۲۰۱۰)، گزارش کرده‌اند که با افزایش ارتفاع، دوره رشد گیاه کاهش می‌یابد و گیاه سریعتر وارد مراحل زایشی می‌شود. در واقع، در اکوسیستم‌های طبیعی و اکوسیستم‌های کشاورزی، عوامل محیطی مانند رطوبت، آب، مواد مغذی، نور و ارتفاع از سطح دریا از عوامل اصلی تعیین‌کننده پارامترهای کیفی و کمی گیاه هستند.



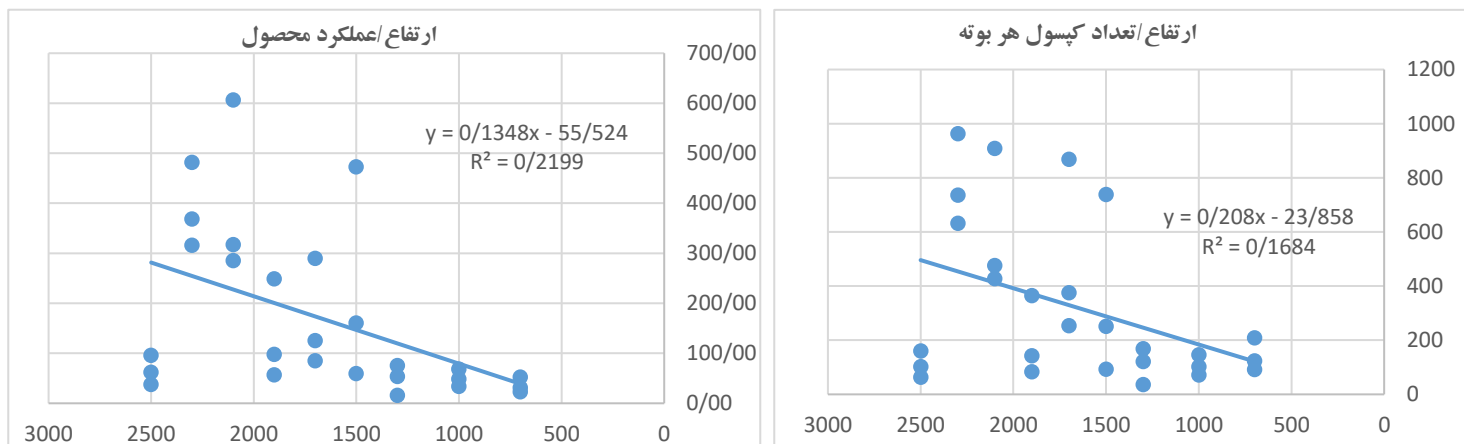
نمودار ۱- میانگین‌های صفات مورد ارزیابی در ارتفاع از سطح دریا

نتایج مورفولوژیکی طبق جدول ۲، نشان داد گرادیان ارتفاعی با عملکرد محصول و تعداد میوه در هر بوته همبستگی مثبت در سطح احتمال ۵٪ دارد. در گیاهان C3 (مانند *P.harmala*) نقطه جبران CO2 در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد حدود ۵۰ ppm-۱۰۰۰ است که حاکی از تولید مقدار زیادی CO2 به دلیل تنفس نوری در این گیاهان است (تایز و همکاران، ۲۰۱۵). به طوری که، در این گیاهان عملکرد کوانتومی با افزایش دما کاهش یافته که بازتاب افزایش تنفس نوری با افزایش دما و بالاتر بودن هزینه انرژی برای تثبیت خالص CO2 در این گیاهان است. با افزایش ارتفاع، کاهش دما، خشک شدن خاک، نوسانات حرارتی روزانه، افزایش شدت باد و کاهش فشار گازها اشاره کرد (Rajsnerova et al, 2015; Weih & Karlsson, 2001;). به همین دلیل با افزایش ارتفاع از سطح دریا و کاهش دما و افزایش رطوبت و تابش، افزایش عملکرد محصول را شاهد بوده‌ایم. بنابراین گیاهان تنش‌های اقلیمی بالاتری را در ارتفاعات بالاتر تجربه می‌کنند و نرخ رشد کمتری نسبت به ارتفاعات پایین‌تر دارند (Tranquillini, 2012; Gower et al, 1996; Rajsnerova et al, 2015; Weih & Karlsson, 2001). همچنین برخی از گیاهان آلپ کوتولگی را با شاخص سطح برگ کوچک نشان می‌دهند که از تنش ناشی از باد شدید جلوگیری می‌کند (۴).

جدول ۲- تجزیه و تحلیل همبستگی پیرسون برای روابط بین پارامترهای مورفولوژیکی و عوامل اکولوژیکی (ارتفاع)

پارامترهای مورفولوژیکی		
تعداد میوه هر بوته	عملکرد محصول	فاکتورهای اکولوژیکی
۰/۴۱۰*	۰/۴۶۹*	گرادیان ارتفاعی

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده همبستگی در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ معنی دار است



نمودار ۲- ارتباط بین میانگین‌های بدست آمده حاصل از اندازه‌گیری سطوح صفات با گرادیان ارتفاعی

نتیجه‌گیری

این مطالعه به منظور تعیین تغییرات دینامیکی صفات مورفولوژیکی گیاه *P. harmala* در زمان برداشت بهینه آن هنگام رشد در گرادیان ارتفاعات مختلف انجام شد. ارزیابی اکوتیپی و مورفولوژیکی گیاه *P. harmala* در ۹ ارتفاع نتایج قابل توجهی را نشان داد. طبق رابطه همبستگی پیرسون، مشاهده شد که عملکرد محصول و تعداد میوه در هر بوته در سطح احتمال ۵٪ با فاکتور ارتفاع از سطح دریا همبستگی مثبت دارد. بنابراین با افزایش گرادیان ارتفاعی از سطح دریا افزایش عملکرد محصول (مرحله زایشی) مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که صفت تعداد میوه‌ها در ارتفاع ۲۳۰۰ با سایر ارتفاعات تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد. دو ارتفاع بالا ۲۳۰۰ با سایر ارتفاعات به صورت معنی‌داری افزایش نشان دادند. صفت عملکرد محصول در ارتفاعات ۲۱۰۰ و ۲۳۰۰ در یک گروه قرار گرفته‌اند و با سایر ارتفاعات افزایش معنی‌داری در سطح ۱ درصد نشان داده‌اند. با این حال پیشنهاد می‌شود، شواهد قطعی از واکنش گونه‌ها (تغییرات مورفولوژیکی) به تغییر محیط را باید از مشاهدات میدانی طولانی مدت یا شبیه‌سازی دقیق تغییرات آب‌وهوا بدست آورد؛ بلکه اکوتیپ برتر جهت اصلاح ژنتیکی یا ازدیاد این گیاه معرفی می‌شود.

منابع

امیدیگی، ر. (۱۳۹۲). تولید و فرآوری گیاهان دارویی جلد اول. انتشارات آستان قدس رضوی.
 بهارمست، ز.، خیری، ع.، ثانی، م.، سلیمانی، ع. (۱۳۹۹). بررسی و مقایسه صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی گیاه دارویی *Mentha pulegium* در رویشگاه‌های مختلف طبیعی و زراعی استان گیلان. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، (۲): ۶۰-۷۵.

پرشکوه، س.، محمدی، ع.، موسوی، ا. (۱۳۹۲). بررسی تنوع مورفولوژیک ۱۲۴ اکوتیپ آویشن. علمی پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۲۱(۲): ۳۲۹-۳۴۲.

زکریانزاد، ن.، مرادی، ح.، بی پروا، پ.، معماریانی، ز. (۱۳۹۹). اثر ارتفاع بر خصوصیات مورفولوژیکی و رنگیزه فتوسنتزی بنفشه معطر در سه منطقه از استان مازندران (*Viola Odorata L*). دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم.

حدادی نژاد، م.، محمدی، ا. م.، موسوی، س. م.، حسینی، س. م. ا. (۱۳۹۶). ارزیابی تنوع ژنتیکی گیاه دارویی نعنای مناطق مختلف استان مازندران با استفاده از صفات مورفولوژیکی. نخستین همایش ملی تولیدات گیاهان زراعی و باغی، صص ۵۱۱-۵۱۵.
کریمی، ا.، قاسمی پیربلوطی، ع.، ملک پور، ف.، یوسفی، م.، گل پرور، ا. (۱۳۸۹). بررسی تنوع اکوتیپی و شیمیوتیپی آویشن در استان های اصفهان و چهارمحال و بختیاری. فصل نامه گیاهان دارویی (*Thymus denensis celak*) دینا، صص ۱۰-۱۱.
کریمی، ف.، امینی اشکوری، ط.، زینالی، ا. (۱۳۸۸). تغییرات محتوای آلکالوئید تام، آتروپین و اسکوپولامین در برگ گیاه شاهبیزک (*Atropa belladonna L*) از رویشگاه واز- شمال ایران، در ارتباط با برخی عوامل فنولوژی و محیطی. مجله زیست شناسی گیاهی ایران، ۱(۲): ۷۷-۸۸.

مقصودی، ک.ح.، ملک، ر.، علیان، س.، طالبی. (۲۰۱۴). تاکسونومی و بیوسیستماتیک، ۶(۱۸): ۷۷-۸۶.
مقدم، م.، امیدبگی، م.، سلیمی، ا.، نقوی، م. (۱۳۹۱). بررسی تنوع مورفولوژیکی توده های ریحان (*Ocimum spp*) بومی ایران. مجله علوم باغبانی ایران. ۴۴(۳): ۲۴۳-۲۲۷.

مدبری، ا.، مهدوی. ع.، امیرنژاد. ح. (۱۳۹۸). نقش بوم سازگان جنگلی در تنظیم آب جاری (مطالعه موردی: حوزه آبخیز نوژیان خرم آباد). علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۲(۱۰): ۱۴۹-۱۵۹.

مقدم ایگده لو، ن.، گلچین، ا. (۱۳۹۷). اهمیت گیاه دارویی (*Peganum harmala*) در حفاظت از خاک و اثر آن بر سلامتی مردم. کنفرانس بین المللی جامعه و محیط زیست،

مرادی، ح.، حدادی نژاد، م.، یآوری، ع.، محمدی ازنی، م.، موسوی، س. م.، حسینی، س. م. ا. (۱۳۹۹). بررسی ویژگی های مورفولوژیکی، فیتوشیمیایی و ظرفیت آنتی اکسیدانی برخی از اکوتیپ های بنفشه معطر (*Viola odorata L*) در استان مازندران. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی، ۱۲(۱):

نظرپور. س.، سلیمی. ا.، چاوشی. م. (۱۳۹۹). بررسی تغییرات فیتوشیمیایی و صفات مورفولوژی گیاه اسپند (*Peganum harmala*) تحت تنش شوری. نشریه علمی ترویجی فناوری گیاهان دارویی ایران، ۳(۲): ۵(۱۰)

نجا رفیروزجایی، م.، خدایار، س و خراسانی نژاد، ا. (۱۳۹۳). اثر ارتفاع بر خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی برگ گیاه گزنه (*Urtica dioica L*) در استان های مازندران و گلستان. از مجله پژوهش های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، ۹(۳): ۱-۱۱.

یوسفی، م. ج.، راشکی. ع.، فرزام، م.، کاشکی، م. ت. (۱۳۹۶). مقایسه نکاهای گونه های گیاهی خارشتر، اسپند و سبد پاکوتاه برای تثبیت ماسه های روان با استفاده از الگوریتم Topsis؛ مطالعه موردی: منطقه صمدآباد شهرستان سرخس، مجله علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان، شماره ۳۱(۶): ۱۱-۵۷.

Abbott, L. B., Bettmann, G. T., and Sterling, T. M. (2008). Physiology and recovery of African rue (*Peganum harmala*) seedlings under water-deficit stress. *Weed Sci.* 56, 52-57. doi: 10.1614/WS-07-094.1
Basiri, A., 1993. *Statistical Designs in Agricultural sciences*. Shiraz university, Shiraz, 595 PP.
Chieco, C., Rotondi, A., Morrone, L., Rapparini, F. & Baraldi, R. (2013). An ethanol-based fixation method for anatomical and micromorphological characterization of leaves of various tree species. *Biotech. Histochem.* 88: 109-119.

- Dubey, P.N., Singh, B., Mishra, B.K., Kant, K & Solanki, R.K. (2016). *Nigella (Nigella sativa): A high value seed spice with immense medicinal potential*. *Indian J. Agric. Sci.*, 86: 967–979.
- Dube, A., Misra, P., Khaliq, T., Tiwari, S., Kumar, N & Narender, T. (2011). *Therapeutic Potential of Harmala (Peganum harmala L.) Seeds with an Array of Pharmacological Activities*. In *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*; Elsevier Inc.: Boca Raton, FL, USA, pp. 601–609.
- Heiss, A.G., Kropf, M., Sontag, S & Weber, A. (2011). *Seed morphology of Nigella s.l. (Ranunculaceae): Identification, diagnostic traits, and their potential phylogenetic relevance*. *Int. J. Plant Sci.*, 172: 267–284.
- Han, J, An. L. 2009. *Isolation and characterization of microsatellite loci in Peganum harmala (Peganaceae), an important resist-drought and medicinal plant*. *Conservation Genetics*, 10: 1899-1901
- Lansky, E.S., Lansky, S and Paavilainen, H.M. 2017. *Harmal the genus Peganum*, Taylor & Francis Group, <https://lccn.loc.gov/2017015869>.
- Mahmoudian, M., Jalilpour, H & Salehian, P. (2002). *Toxicity of Peganum harmala: Review and a Case Report*. *Iran. J. Pharmacol. Ther.*, 1: 1–4.
- Makhmudova U. 2021. *CENOTIC CHARACTERISTIC OF Peganum harmala L. ON VARIOUS PLANT COMMUNITIES*. *Bulletin of Science and Practice*, 7(5): 69-74.
- Moghaddam, M., Fallah, H., Niknejad, Y & Dastan, S. (2019). *Influence of altitude on eco-phytochemical parameters of Peganum harmala, Sophora alopecuriodes and Ziziphora clinopodioides Lam in rangelands of northern Iran*. *Journal of Agrometeorology*, 3: 288-296
- Magana Ugarte, R, Escudero, A, G. Gavilan, R. 2019. *Metabolic and physiological responses of Mediterranean high-mountain and alpine plants to combined abiotic stresses*. *Physiologia Plantarum*, 165(2): 403-412.
- Movafeghi, A, Abedini, M, Fathiazad, F, Aliasgharpour, M and Omidi, Y. 2009. *Floral nectar composition of Peganum harmala L*. *Taylor & Francis*, 23(3): 301-308.
- Ro-De Craene, L.P., De-Laet And Smets, E.F. (1996). *MORPHOLOGICAL STUDIES IN ZYGOPHYLLACEAE. II. THE FLORAL DEVELOPMENT AND VASCULAR ANATOMY OF PEGANUM HARMALA*. *American Journal of Botany* 83(2): 201-215.
- Semerdjieva, I & EP, Yankova, T. (2017). *Pollen and seed morphology of Zygophyllum fabago and Peganum harmala (Zygophyllaceae) from Bulgaria*. *Journal QYTON*, 86: 318-324
- Seilkhan, A. S., Kudrina, N. O., Cherepkova, N. V., Kulmanov, T. E., Kurmanbayeva, M. S., Inelova, Z. A & Shalgimbayeva, S. M. (2019). *Anatomical and morphological structure of peganum harmala of almaty region and its therapeutic properties*, 51(2): 649-655
- Shahrajabian, H.M., Sun, W & Cheng, Q. (2021). *Improving health benefits with considering traditional and modern health benefits of Peganum harmala*. *Journal Clinical phytoscience*