

مقایسه خصوصیات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی هفت جمعیت گیاه دارویی پای خر (*Tussilago farfara* L.) کشت شده در شرایط آب و هوایی تهران

محمد نورانی یزن آباد^۱ - محمدتقی عبادی^۲ - مهدی عیاری نوش آبادی^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۰۹

چکیده

گیاه دارویی پای خر با نام علمی *Tussilago farfara* L. چندساله و از تیره کاسنی (Asteraceae) می‌باشد. پای خر مصارف دارویی دارد و از زمان‌های بسیار دور برای درمان سرفه، مشکلات ریوی و خلط استفاده می‌شود. در این تحقیق برای کشت پای خر، از ریزوم این گیاه استفاده شد و آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت که تیمارها عبارت از هفت جمعیت از شهرهای فیروزکوه، نور، دیلمان، کلپیر، نمین، دماوند و پل زنگوله گیاه پای خر کشت شده در تهران بودند. صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مانند سطح برگ، تعداد گل در بوته، قطر گل، طول ساقه گل‌دهنده، ارتفاع گل، وزن خشک گل، طول ریشه و میزان فتوسنتز اندازه‌گیری شد. برگ و گل گیاهان کشت شده برای بررسی فیتوشیمیایی مانند فنول و فلاونوئید کل آماده گردید. نتایج مربوط به گیاهان کشت شده نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین جمعیت‌ها وجود داشته و جمعیت پل زنگوله از لحاظ برخی خصوصیات مورفولوژیکی مانند تعداد گل در بوته با میانگین ۱۵، بیشترین قطر و ارتفاع گل به ترتیب با میانگین ۱۲ و ۱۶ میلی‌متر، وزن خشک گل با میانگین ۵/۲ گرم و همچنین بالاترین میزان فتوسنتز، به عنوان جمعیت برتر در بین گیاهان کشت شده مشخص گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین فنول و فلاونوئید کل جمعیت‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشته و جمعیت نور با میانگین ۲۴۲ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم عصاره خشک بیشترین مقدار فنول کل را داشت و عصاره برگ جمعیت نور با IC₅₀ برابر با ۲۷۱، بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: بررسی فیتوشیمیایی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنول کل، *Tussilago farfara* L.

مقدمه

چالوس، سیاه بیسه و دامنه‌های مرطوب کندوان بیان کرده است (۳). برگ‌ها و گل‌های پاخری خاصیت دارویی دارند و از مواد مؤثره این گیاه برای معالجه سرفه‌های خشک و درمان التهاب‌های دهان، گلو و مجاری تنفسی استفاده می‌شود. مواد مؤثره پاخری خاصیت ضد عفونی‌کنندگی نیز دارد. عصاره *T. farfara* دارای ترکیبات فعال زیستی مانند موسیلاژ (پلی ساکاریدهای محلول در آب) و فنولیک‌ها (فلاونوئیدها، تانن‌ها و اسیدهای فنولی) می‌باشد (۱). از عصاره پاخری در صنایع بهداشتی و آرایشی در تهیه شامپوهای گیاهی و کرم استفاده می‌شود (۴). *T. farfara* یکی از گیاهان دارویی رایج مورد استفاده در چین، شمال آفریقا، سیبری و اروپا بوده و جوانه گل آن بیش از ۲۰۰۰ سال است که برای درمان سرفه، خلط، برونشیت و شرایط مربوط به آسم استفاده می‌شود (۵). برگ پاخری به طور سنتی برای درمان عفونت نایژه استفاده می‌شود (۶). برگ *T. farfara* طیف گسترده‌ای از فعالیت علیه باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی را به نمایش گذاشته و نتایج استفاده از این گیاهان در طب سنتی برای درمان بیماری‌های مختلف ریه و عفونت‌های تنفسی را تأیید می‌کند (۷).

گیاه *Tussilago farfara* L. با نام فارسی پای خر (Coltsfoot) گیاه علفی چندساله از خانواده کاسنی (Asteraceae) می‌باشد. این گیاه گونه‌ای مهاجم بوده و در غرب و شمال آسیا، شمال آفریقا و اروپا گسترش دارد (۱). برگ‌ها، دمبرگ‌دار و کرک‌دار، ساقه گل‌دهنده به طول ۵-۱۵ سانتی‌متر، پوشیده با برگ‌های فلسی شکل ارغوانی می‌باشد (۲). پای خر دارای ریزوم‌های منشعب نازک بوده و گل‌های زرد (کاپیتول) در حال توسعه در اوایل بهار قبل از برگ‌ها ظاهر می‌شوند (۱). پراکندگی جغرافیایی آن در ایران، نواحی مرطوب استان‌های گلستان، مازندران و منطقه آذربایجان و ارتفاعات البرز می‌باشد (۲). زرگری، پراکنش گیاه پای خر را غالب نواحی ایران از شمیرانات، راه

۱، ۲ و ۳ - به ترتیب دانشجوی دکتری و استادیاران گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

* - نویسنده مسئول
(Email: m.ayyari@modares.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhorts4.v33i3.76027

وزن ۱۰۰ گل تازه اندازه گیری نمود.

با توجه به پتانسیل‌های گیاه پای خر در صنایع دارویی و بهداشتی و لزوم بررسی مواد موثره گیاهان دارویی در شرایط اقلیمی ایران، این تحقیق انجام شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و کشت و کار

برای اجرای این پژوهش، ریزوم گیاه پای خر در خرداد سال ۱۳۹۵ از هفت منطقه اصلی رویش این گیاه در ایران جمع‌آوری شد. سپس ریزوم‌ها در گلدان‌های هم‌شکل با اندازه دهانه ۲۳ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۱/۵ سانتی‌متر در بستر خاک و پرلایت در گلخانه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس کشت گردید. در مهر ماه همان سال گیاهانی که به اندازه کافی ریزوم و اندام هوایی تولید کرده بودند، به محل اصلی کشت در مزرعه گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در پیکان شهر منتقل گردید (شکل ۱) و آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با روش LSD و با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت. اطلاعات مربوط به مناطق جمع‌آوری نمونه‌ها در جدول ۱ آمده است.

اندازه‌گیری برخی از فاکتورهای مورفولوژیک و

فیزیولوژیک گیاهان کشت شده

در این پژوهش برخی پارامترهای مورفولوژیک مانند سطح برگ، وزن تر و وزن خشک برگ، وزن تر و وزن خشک ریشه، طول ریشه، تعداد گل در بوته، قطر گل، طول ساقه گل‌دهنده، ارتفاع گل، میزان کلروفیل و همچنین میزان فتوسنتز گیاهان کشت شده در مزرعه مورد بررسی قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذکر شده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ^۱، ترازو، خط‌کش و کولیس دیجیتال استفاده گردید. همچنین جهت اندازه‌گیری میزان کلروفیل از دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD) مدل CCM-200، ساخت شرکت Opti-Sciences و برای اندازه‌گیری میزان فتوسنتز از دستگاه لایکور (Li-cor) مدل Li-6400 استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS نسخه ۹/۲ و SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel 2016 و برای تعیین ضرایب همبستگی بین صفات از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ استفاده گردید.

عصاره استونی برگ *T. farfara* اثر بیشتری در برابر رادیکال‌های آزاد داشته است. عصاره ریشه *T. farfara* فعالیت ضد رادیکال بسیار پایینی در مقایسه با عصاره گل و برگ دارد (۸). عصاره *T. farfara* حاوی ترکیبات با ارزش آنتی‌اکسیدانی فعالی است، که می‌تواند در پیشگیری یا کند کردن پیشرفت استرس‌های اکسیداتیو مختلف مفید باشد (۹).

در تحقیقی که هلبا و همکاران (۱۰) انجام دادند، در میان اسیدهای فنولی شناسایی شده، اسیدگالیک با بالاترین مقدار در *T. farfara* شناسایی گردید. بسیاری از گیاهان دارویی حاوی مقادیر زیادی آنتی‌اکسیدان‌ها مانند پلی‌فنول‌ها هستند که می‌توانند نقش مهمی در جذب و خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد، دفع اکسیژن منفرد و سه‌تایی (Singlet and triplet oxygen) و یا تجزیه پراکسیدها داشته باشند (۸). فنول‌ها بزرگترین گروه از متابولیت‌های ثانویه هستند که به عنوان ضد آزرژی، ضد التهاب، ضد میکروب، ضد باکتری، ضد ویروسی و آنتی‌اکسیدانی مطرح هستند و با جلوگیری از سختی عروق، در درمان بیماری‌های قلبی - عروقی موثر می‌باشند (۱۱).

افزایش تقاضای صنایع برای مواد خام یکنواخت و با کیفیت بالا، تمایل کمتر مردم به جمع‌آوری گیاهان وحشی و نیاز برخی گیاهان وحشی به حفاظت و مراقبت، باعث کشت و اهلی‌سازی گیاهان دارویی شده است. اهلی‌سازی گیاهان دارویی، نیازمند کشت این گیاهان در خارج از منطقه بومی آن‌ها می‌باشد (۱۲). شناسایی رویشگاه‌های مختلف و ارزیابی تاثیر عوامل محیطی بر صفات ریختی و عملکرد کمی و کیفی مواد موثره گیاهان دارویی، کمک مهمی برای اهلی کردن و حفظ تنوع ژنتیکی این گیاهان به حساب می‌آید (۱۳). پژوهش‌های زیادی در مورد بررسی خصوصیات مورفولوژیک و عملکردی گیاهان مختلف انجام گردیده است. سلامتی و یوسفی (۱۴) صفات مورفولوژیک از قبیل ارتفاع بوته بر حسب سانتی‌متر، قطر ساقه بر حسب میلی‌متر، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد برگ، وزن هزار دانه بر حسب گرم، وزن تر و خشک گیاه بر حسب گرم، عملکرد اسانس بر حسب میلی‌لیتر در صد گرم ماده خشک را در گیاه بادرشوبیه (*Dracocephalum moldavica* L.) اندازه‌گیری کردند. تانتورک و همدتین (۱۵) در مطالعه روی گلرنگ، بین عملکرد دانه با تعداد شاخه، تعداد قوزه در بوته، تعداد دانه در قوزه و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده کردند. پیرخضری و همکاران (۱۶) به بررسی صفاتی از جمله ارتفاع، قطر گل، قطر نهنج، تعداد گل‌های زبانه‌ای، تاریخ شروع گلدهی، عملکرد گل در بوته، تعداد گل در بوته، وزن ۱۰۰۰ دانه، طول روزنه، طول و عرض برگ، طول دم‌برگ و تیپ نهنج در گل بابونه پرداختند. در پژوهشی دیگر آندرا (۱۷) به بررسی تنوع مورفولوژیک در دو رقم دیپلوئید و دو رقم تتراپلوئید بابونه آلمانی کشت شده در جنوب ایتالیا پرداخت و صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد گل در بوته، قطر و ارتفاع گل و



شکل ۱- تکثیر گیاه پای خر با ریزوم در گلخانه و انتقال به مزرعه

Figure 1- Propagation of tussilago farfara by rhizome in the greenhouse and transfer to the field

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی مناطق جمع‌آوری و محل کشت گیاه پای خر

Table 1- Geographical characteristics of sample collection sites of *Tussilago farfara* L.

محل جمع‌آوری Sampling location	استان Province	ارتفاع Height (m)	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude	میانگین دمای سالانه Annual average temperature (C°)	میانگین بارش سالانه Average precipitation (mm)
کلیبر Kaleybar	آشرفی East Azerbaijan	1821	38°50'12"	47°00'41"	11.2	422
نمین Namin	اردبیل Ardabil	1502	38°26'48"	48°33'48"	9	350
دماوند Damavand	تهران Tehran	1982	35°43'05"	52°03'53"	12.1	149
فیروزکوه Firuzkuh	تهران Tehran	2258	35°52'25"	52°43'50"	12.7	136
دیلمان Deylaman	گیلان Gilan	1821	36°53'20"	49°54'27"	12.2	369
پل زنگوله Pol-e Zanguleh	مازندران Mazandaran	2010	36°48'11"	51°20'17"	10.7	1081
نور Nur	مازندران Mazandaran	229	36°28'29"	51°54'53"	16.1	927
محل کشت Place of cultivation	تهران Tehran	1269	35°44'17"	51°10'23"	16.4	220

عصاره متانولی گل و برگ جمعیت‌های مختلف پای خر و دو گیاه رزماری و آویشن دنیایی با غلظت‌های ۱۰۰۰۰، ۳۰۰۰، ۱۰۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر متانول تهیه شد. در این مرحله DPPH با غلظت

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

برای این منظور از DPPH (2,2-Diphenyl- Picryl-) (Hydrazy) که یک نوع رادیکال آزاد است، استفاده شد (۱۸). ابتدا

خوانده شد. همچنین با استفاده از منحنی استاندارد کوئرسیتین که با غلظت های ۵، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر تهیه شده بود، محاسبه و بر حسب میلی گرم کوئرسیتین اکی والان در یک گرم خشک عصاره گزارش گردید.

نتایج و بحث

نتایج صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی داری بین جمعیت های مورد بررسی از نظر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه پای خر نشان داد، به طوری که مقادیر سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ریشه، طول ریشه، تعداد گل در بوته، قطر گل، طول ساقه گل دهنده، ارتفاع گل، میزان کلروفیل و همچنین میزان فتوسنتز جمعیت های کشت شده در مزرعه با یکدیگر اختلاف معنی داری در سطح یک درصد نشان دادند. مقایسه میانگین صفات بررسی شده (جدول ۲) نشان داد که بیشترین سطح برگ مربوط به جمعیت نمین با مقدار ۶۱ سانتی متر مربع و کمترین مقدار مربوط به جمعیت دیلمان با ۲۹ سانتی متر مربع بود (شکل ۲). تاکنون گزارشی مبنی بر مقایسه خصوصیات مورفولوژیک گیاه پای خر از جمله سطح برگ بیان نشده است. به دلیل یکسان بودن شرایط آب و هوایی و کشت و کار گیاهان کشت شده در مزرعه، می توان دلیل بالا بودن سطح برگ جمعیت نمین را، توانایی بالای ریزوم گیاهان این جمعیت در جذب آب و مواد غذایی و همچنین سازگاری گیاه به شرایط مزرعه بیان کرد.

جمعیت نمین با ۰/۷ گرم، بالاترین میزان وزن خشک برگ را داشت، اما جمعیت نور و دیلمان با مقدار ۰/۳ گرم، کمترین میزان وزن خشک برگ را در بین جمعیت های کشت شده نشان داد (شکل ۳). علاوه بر دلایلی که برای بالا بودن سطح برگ در جمعیت نمین ذکر گردید، می توان پایین بودن دمای منشاء گیاه کاشته شده در مزرعه را هم نام برد. بیشترین تعداد گل در بوته مربوط به جمعیت پل زنگوله با میانگین ۱۵ و کمترین مقدار برای جمعیت دیلمان با میانگین ۶/۳ بود (شکل ۴). با توجه به بالا بودن میزان فتوسنتز در جمعیت پل زنگوله و همبستگی مثبت بالایی که بین وزن خشک ریشه و تعداد گل در بوته وجود دارد، می توان این چنین تحلیل کرد که بالا بودن مقدار فتوسنتز باعث تولید بیشتر اسمولیت ها و مواد غذایی شده، در نتیجه ریزومها مقدار بیشتری مواد غذایی ذخیره کرده و در بهار با گرم شدن هوا، گل های بیشتری تولید کرده است. بیشترین مقدار طول ساقه گل دهنده مربوط به جمعیت پل زنگوله و فیروزکوه با مقدار به ترتیب ۶۹ و ۶۷ میلی متر بود و جمعیت نمین کمترین میزان طول ساقه را با میانگین ۴۲/۵ میلی متر داشت (شکل ۵). وجود همبستگی مثبت بالا بین فتوسنتز و طول ساقه گل دهنده ($r = 0/82$) نشان می دهد که با افزایش فتوسنتز، مقدار ماده ذخیره شده در ریزوم برای رشد اندام

۴۰۰ میلی گرم بر لیتر متانول آماده گردید. سپس مخلوطی با حجم ۲۰۰ میکرولیتر حاوی DPPH و متانول به نسبت ۱ به ۱ و ۱ و ۳۰ میکرولیتر از غلظت های مختلف عصاره ها تهیه گردید و هر کدام با سه تکرار در پلیت های ۹۶ تایی ریخته شد. نمونه ها تا یک ساعت در دستگاه شیکر انکوباتور در تاریکی قرار داده شد. جذب نمونه ها بلافاصله با دستگاه الیزاریدر در ۵۱۷ نانومتر اندازه گیری گردید. درصد مهار رادیکال آزاد DPPH نمونه ها با استفاده از رابطه زیر بدست آمد. از ترکیب BHT به عنوان کنترل مثبت استفاده گردید.

$$RSC(\%) = 100 \times \left(\frac{A_{blank} - A_{sample}}{A_{blank}} \right)$$

(درصد مهار رادیکال های آزاد)

$$A_{blank} = \text{جذب بلانک}$$

$$A_{sample} = \text{جذب نمونه}$$

همچنین برای مقایسه فعالیت عصاره ها از پارامتر IC₅₀ استفاده شد (IC₅₀ غلظتی از عصاره است که ۵۰ درصد رادیکال های آزاد را مهار می کند).

سنجش ترکیبات فنولی

برای اندازه گیری میزان فنول کل از روش فولین سیکاتیو استفاده شد (۱۹). برای این کار، عصاره های نمونه خشک پای خر، رزماری و آویشن دناپی با غلظت ۰/۱ گرم در میلی لیتر متانول تهیه گردید. همچنین سدیم کربنات هفت درصد حل شده در آب مقطر در بالن ژوژه تهیه شد. سپس ۲۰ میکرولیتر از هر عصاره در لوله آزمایش ریخته شده، به دنبال آن دو میلی لیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر فولین اضافه گردید. با رعایت فاصله زمانی سه دقیقه بعد از اضافه شدن فولین، ۳۰۰ میکرولیتر سدیم کربنات هفت درصد نیز اضافه گردید و نمونه ها در سه تکرار آماده شدند. سپس محلول حاصل به مدت دو ساعت در دستگاه شیکر انکوباتور قرار داده شد و در نهایت توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد. همچنین از طریق منحنی استاندارد گالیک اسید که با غلظت های ۱۰، ۳۰، ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ میلی گرم بر لیتر به دست آمد، محاسبه و بر حسب اکی والان گالیک اسید در یک گرم عصاره خشک گزارش گردید.

سنجش فلاونوئید کل

برای اندازه گیری فلاونوئید کل از روش آلومنیوم کلرید استفاده شد (۲۰). ابتدا عصاره های پای خر با غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر متانول تهیه گردید. همچنین مقدار معینی آلومنیوم کلرید دو درصد حل شده در متانول آماده گردید. سپس ۶۰۰ میکرولیتر از عصاره در لوله آزمایش ریخته شده، ۶۰۰ میکرولیتر آلومنیوم کلرید دو درصد اضافه گردید و نمونه ها در سه تکرار آماده شدند. محلول حاصل بعد از ۱۰ دقیقه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۲۰ نانومتر

میانگین بارش سالیانه با استفاده از سالنامه‌های ۱۰ ساله سازمان هواشناسی برای مناطق مورد مطالعه که در جدول ۱ آورده شده است، میانگین دمای سالانه نمین با مقدار ۹ درجه سانتی‌گراد کمترین درجه حرارت را دارد که می‌تواند دلیلی بر مقاوم بودن گیاه در برابر شرایط سخت محیطی و در نتیجه رشد بهتر گیاه باشد. وجود همبستگی بالا بین صفات رویشی با ارتفاع گل و وزن خشک گل نشان می‌دهد که با افزایش دوره رویشی، اجزای عملکرد گل و به دنبال آن وزن خشک گل افزایش یافته است که این نتایج همسو با یافته‌های عادل و همکاران (۲۴) بر روی جمعیت‌های بابونه می‌باشد.

نتایج این بررسی نشان داد که میزان غلظت نسبی کلروفیل در جمعیت فیروزکوه دارای بیشترین مقدار و در جمعیت نور کمترین مقدار است. با توجه به این که جمعیت نور دارای بیشترین ترکیبات فنولی بود، می‌توان بیان کرد که، وجود این ترکیبات به همراه دیگر ترکیباتی که باعث از بین رفتن کلروفیل از جمله کلروفیل a و b می‌شوند، باعث کاهش غلظت کلروفیل در جمعیت نور شده است. این نتایج با گزارش احمدی و سی و سه مرده (۲۵) که بر روی گندم تحت تنش در شرایط اقلیمی ایران مطالعه داشتند، مطابقت دارد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که جمعیت پل زنگوله بالاترین میزان فتوسنتز را در بین جمعیت‌های کشت شده نشان داد. نتایج تجزیه داده‌های مربوط به تعداد گل در بوته، طول ساقه گل‌دهنده، قطر گل، ارتفاع گل و وزن خشک ۵۰ گل نشان داد که جمعیت پل زنگوله دارای تعداد گل بیشتری در بوته، بالاترین طول ساقه گل‌دهنده، قطر گل، ارتفاع گل و وزن خشک ۵۰ گل در بین جمعیت‌های مورد بررسی است. با توجه به همبستگی مثبت بالایی که بین میزان فتوسنتز و طول ساقه گل‌دهنده وجود دارد ($r = 0.82$)، می‌توان دلیل بیشتر بودن مقدار ساقه گل‌دهنده را بالا بودن فتوسنتز و به دنبال آن تولید و ذخیره مواد مورد نیاز برای رشد در ریزوم‌ها بیان کرد. وزن خشک ریشه همبستگی مثبت بالایی با تعداد گل در بوته و وزن خشک ۵۰ گل نشان داد. بنابراین می‌توان گفت که داشتن ریزوم‌های قوی، تولید گل بیشتری را به دنبال خواهد داشت. چون طول ریشه همبستگی معنی‌داری با صفات ذکر شده نداشت، می‌توان بیان کرد که هرچه ریزوم سنگین‌تر و بزرگ‌تر باشد تولید گل بیشتر با وزن خشک بالا خواهیم داشت. همچنین جمعیت پل زنگوله به دلیل نتایج خوبی که در مورد اندام گل نشان داد، جمعیت مناسب برای تولید گل با عملکرد بالا است.

هوایی و گلدهی نیز بیشتر شده و در نهایت ساقه گل‌دهنده جمعیت پل زنگوله رشد بیشتری کرده است (جدول ۳). جمعیت پل زنگوله با میانگین ۱۲ میلی‌متر، بیشترین قطر گل و جمعیت فیروزکوه با میانگین ۸/۷ میلی‌متر کمترین میزان قطر گل را داشت (شکل ۶). بیشترین میزان ارتفاع گل مربوط به جمعیت پل زنگوله با ۱۶ میلی‌متر و کمترین ارتفاع گل برای جمعیت دیلمان با ۱۴/۶ میلی‌متر بود (شکل ۷). بیشترین وزن خشک گل مربوط به جمعیت پل زنگوله با میانگین ۵/۲ گرم و کمترین مقدار مربوط به جمعیت نور با میانگین ۴ گرم بود (شکل ۸). جمعیت فیروزکوه دارای بیشترین وزن خشک ریشه با میانگین ۱ گرم و جمعیت نور دارای کمترین مقدار وزن خشک ریشه با میانگین ۰/۷ گرم می‌باشد (شکل ۹). بیشترین طول ریشه مربوط به جمعیت‌های نمین و دماوند با میانگین ۱۵ سانتی‌متر و کمترین مقدار مربوط به جمعیت دیلمان با میانگین ۹/۸ سانتی‌متر می‌باشد (شکل ۱۰). بیشترین میزان کلروفیل مربوط به جمعیت فیروزکوه با میانگین ۱۲۲ و کمترین مقدار برای جمعیت نور با میانگین ۸۵ می‌باشد (شکل ۱۱). جمعیت پل زنگوله دارای بیشترین فتوسنتز و جمعیت دماوند دارای کمترین میزان فتوسنتز بودند (شکل ۱۲).

نتایج تجزیه واریانس حاکی از وجود تنوع قابل ملاحظه جمعیت‌های پای خر برای صفات مورد بررسی است. این تنوع ممکن است به دلیل اختلافات جمعیتی افراد، یا به علت اختلافات شرایط محیطی و یا گاهی توسط اثرات متقابل جمعیت و محیط به وجود آمده باشد (۲۱). طبق جدول تجزیه واریانس، همه صفات مورفولوژیکی ارزیابی شده در این تحقیق دارای اختلاف معنی‌داری بودند. تاکنون گزارشی مبنی بر مقایسه خصوصیات مورفولوژیکی گیاه پای خر بیان نشده است. با این حال این با نتایج مهدیخانی و همکاران (۲۲) و محمدی و همکاران (۲۳) بر روی توده‌های گیاه بابونه مطابقت دارد. این محققان صفات مورفولوژیک را در گیاه بابونه بررسی کردند و گزارش دادند که بیشتر صفات مورد بررسی معنی‌دار گردید. نتایج این بررسی نشان داد که سطح برگ و وزن خشک پای خر در جمعیت‌های کشت شده دارای تفاوت زیادی می‌باشد و گیاهان کشت شده از جمعیت نمین دارای بیشترین سطح برگ و وزن خشک برگ بود. به دلیل یکسان بودن شرایط آب و هوایی و کشت و کار گیاهان کشت شده در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، می‌توان دلیل این برتری را توانایی بالای ریزوم جمعیت نمین در جذب آب و مواد غذایی و همچنین سازگاری گیاه به شرایط مزرعه بیان کرد. همچنین بر اساس داده‌های مربوط به درجه حرارت و

جدول ۲- میانگین، حداقل، حداکثر و ضریب تغییرات صفات ارزیابی شده پای خر به همراه علامت اختصاری

Table 2- Average, minimum, maximum and coefficient of variation of *Tussilago farfara* L. traits with their symbols

صفت Trait	صفت Trait	Symbol	واحد Unit	میانگین Average	حداقل Min	حداکثر Max	ضریب تغییرات CV	
1	سطح برگ	Leaf area	LA	Cm ²	46.13	29.13	61.26	5.67
2	وزن خشک برگ	Leaf dry weight	LDW	G	0.5	0.29	0.67	20.99
3	غلظت کلروفیل	Chlorophyll concentration	CC	-	105.81	85.67	121.96	2.14
4	میزان فتوسنتز	Photosynthesis	P	μmolCo ₂ m ⁻² s ⁻¹	6.5	4.48	8.69	2
5	تعداد گل در بوته	Number of flowers per plant	NF/P	-	9.38	3.66	14.67	19.22
6	طول ساقه گل‌دهنده	Stem height	SH	Mm	55.73	42.5	69	3.37
7	قطر گل	Flower diameter	FD	Mm	9.74	8.48	12.02	4.42
8	ارتفاع گل	flower length	FL	Mm	15.33	14.58	16.01	0.94
9	وزن خشک ۵۰ گل	Flower dry weight	FDW	G	4.62	5.23	4	3.21
10	وزن خشک ریشه	Root dry weight	RDW	G	0.86	0.65	1.04	5.46
11	طول ریشه	Root length	RL	Cm	12.33	9.83	15	11.21

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده بین ۱۱ صفت اندازه‌گیری شده در گیاه پای خر

Table 3- Simple correlation coefficients between 11 measured traits of *Tussilago farfara* L.

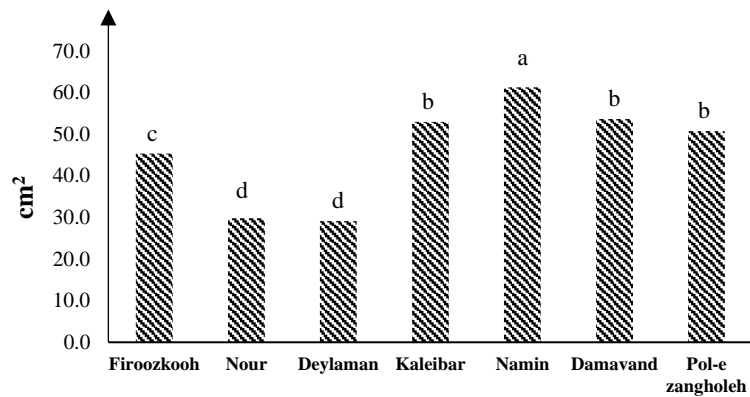
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.00										
2	0.877**	1.00									
3	0.014 ^{ns}	0.052 ^{ns}	1.00								
4	-0.293 ^{ns}	-0.338 ^{ns}	0.110 ^{ns}	1.00							
5	0.661**	0.390 ^{ns}	0.291 ^{ns}	0.054 ^{ns}	1.00						
6	-0.286 ^{ns}	-0.211 ^{ns}	0.301 ^{ns}	0.822**	-0.191 ^{ns}	1.00					
7	0.542*	0.385 ^{ns}	0.70 ^{ns}	0.670 ^{ns}	0.580**	0.146 ^{ns}	1.00				
8	0.679**	0.554**	-0.342 ^{ns}	-0.370 ^{ns}	0.534*	-0.090 ^{ns}	0.791**	1.00			
9	0.834**	0.734**	0.480 ^{ns}	0.028 ^{ns}	0.799**	-0.012 ^{ns}	0.739**	0.688**	1.00		
10	0.492 ^{ns}	0.357**	0.503*	0.337 ^{ns}	0.579**	0.304 ^{ns}	0.388 ^{ns}	0.214 ^{ns}	0.605**	1.00	
11	0.665**	0.584**	-0.143 ^{ns}	-0.316 ^{ns}	0.138 ^{ns}	-0.222 ^{ns}	0.198 ^{ns}	0.360 ^{ns}	0.340 ^{ns}	0.367 ^{ns}	1.00

۱- سطح برگ ۲- وزن خشک برگ ۳- غلظت کلروفیل ۴- میزان فتوسنتز ۵- تعداد گل در بوته ۶- طول ساقه گل‌دهنده ۷- قطر گل ۸- ارتفاع کاپیتول ۹- وزن خشک پنجاه گل ۱۰- وزن خشک ریشه ۱۱- طول ریشه

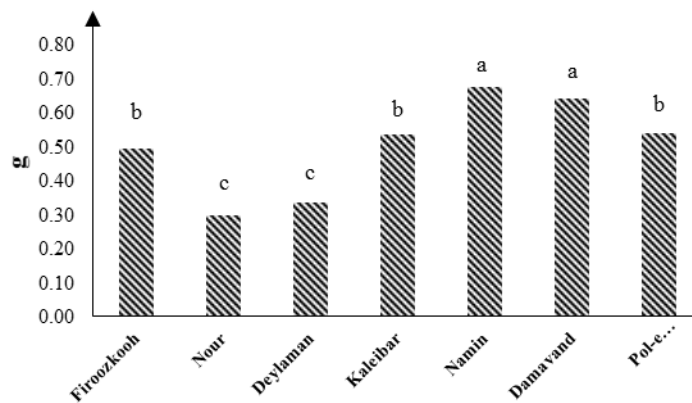
1- Leaf area 2- Leaf dry weight 3- Chlorophyll Concentration 4- Photosynthesis rate 5- Flowers per plant 6- Stem height 7- Flower diameter 8- Flower length 9- Flower dry weight 10- Root dry weight 11- Root length

*, **, و ns به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و غیر معنی‌دار.

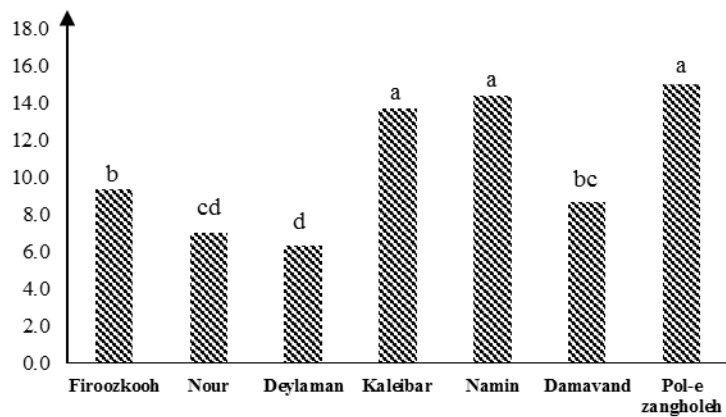
*, **, and ns significant at 5%, 1% level of probability and non-significant, respectively.



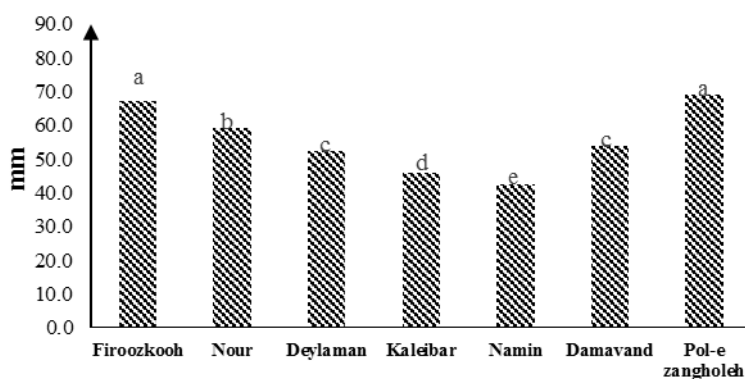
شکل ۲- سطح برگ در جمعیت‌های بررسی شده
Figure 1- Leaf area in studied populations (LSD, $p \leq 0.05$)



شکل ۳- وزن خشک برگ در جمعیت‌های بررسی شده
Figure 2- Leaf dry weight in studied populations (LSD, $p \leq 0.05$)

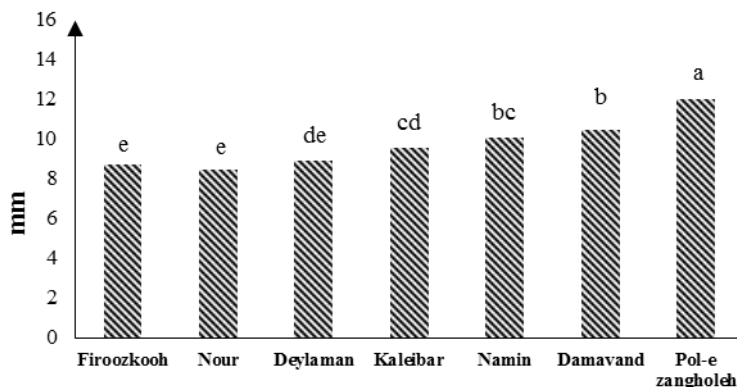


شکل ۴- تعداد گل در بوته در جمعیت‌های بررسی شده
Figure 4 - The number of flowers per plant in studied populations (LSD, $p \leq 0.05$)



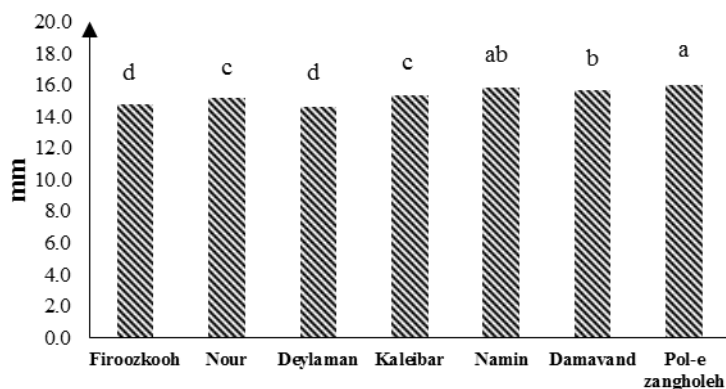
شکل ۵- طول ساقه گل‌دهنده در جمعیت‌های بررسی شده

Figure 5- The length of the stem in studied populations (LSD, $p \leq 0.05$)



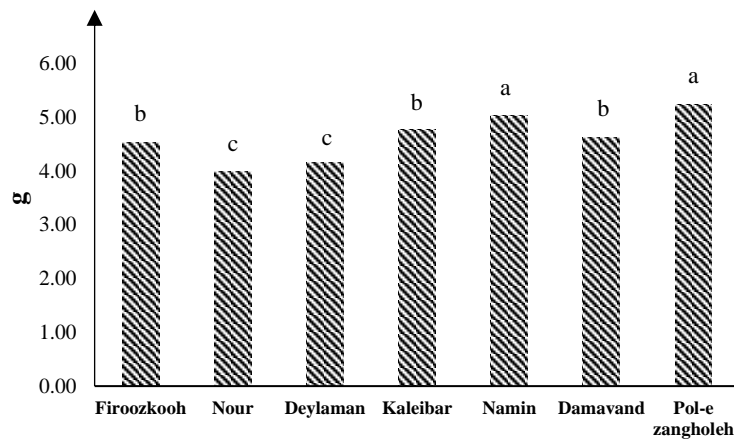
شکل ۶- قطر گل در بوته در جمعیت‌های بررسی شده

Figure 6- Flower diameter in studied populations (LSD, $p \leq 0.05$)

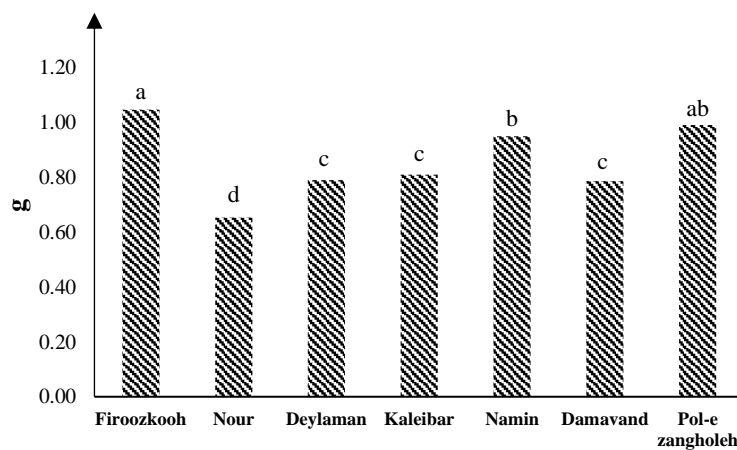


شکل ۷- ارتفاع گل در جمعیت‌های بررسی شده

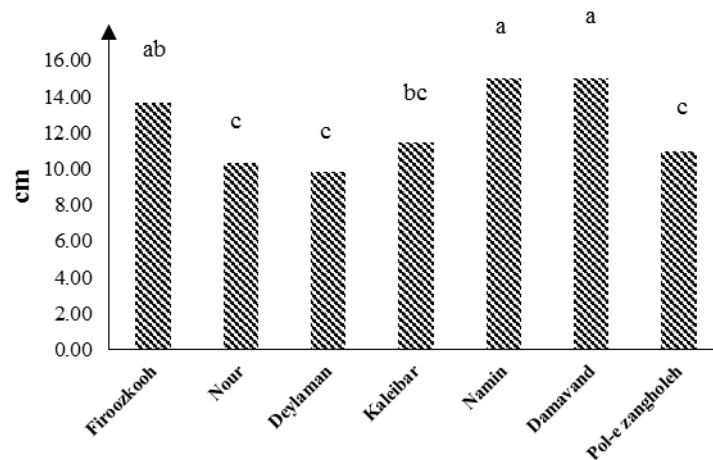
Figure 7- Flower height in studied populations (LSD, $p \leq 0.05$)



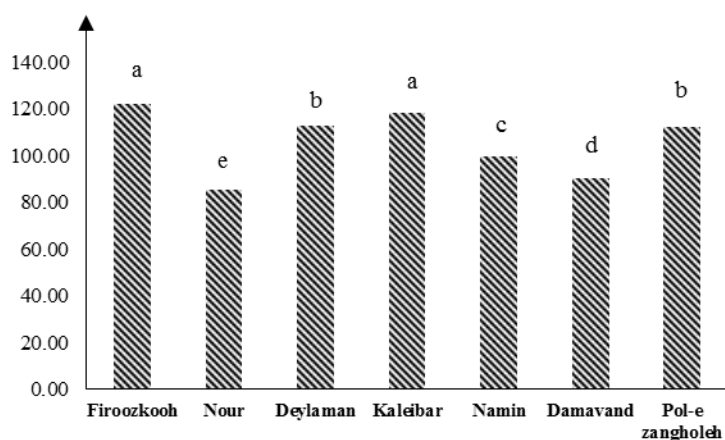
شکل ۸- متوسط وزن خشک گل در جمعیت‌های بررسی شده
Figure 8- Average dry flower weight in studied populations (LSD, $p \leq 0.05$)



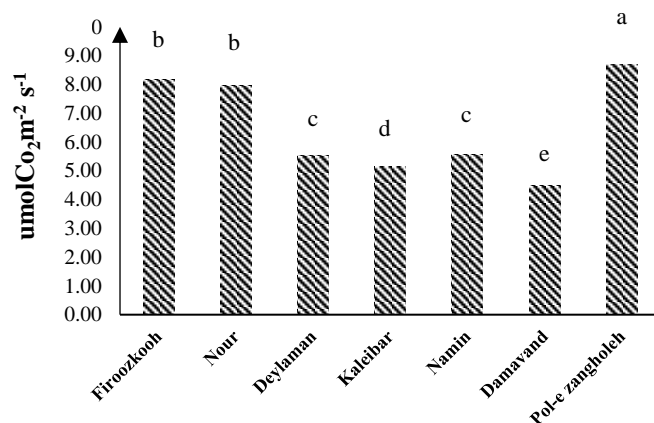
شکل ۹- وزن خشک ریشه در جمعیت‌های بررسی شده
Figure 9- Root dry weight in studied populations (LSD, $p \leq 0.05$)



شکل ۱۰- طول ریشه در جمعیت‌های بررسی شده
Figure 10- Root length in studied populations (LSD, $p \leq 0.05$)



شکل ۱۱- غلظت نسبی کلروفیل در جمعیت‌های بررسی شده
 Figure 11- Concentration of chlorophyll in studied populations (LSD, $p \leq 0.05$)



شکل ۱۲- میزان فتوسنتز در جمعیت‌های بررسی شده
 Figure 12- Photosynthesis rate in studied populations (LSD, $p \leq 0.05$)

نتایج خصوصیات فیتوشیمیایی

فنول کل

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری را برای مقایسه خصوصیات فیتوشیمیایی گیاه پای خر نشان داد. مقایسه میانگین فنول کل عصاره جمعیت‌های مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد، به طوری که جمعیت نور با میانگین ۲۴۲ میلی‌گرم معادل گالیک اسید بر گرم عصاره خشک دارای بیشترین مقدار فنول کل و جمعیت کلیبر با میانگین ۱۲۵ میلی‌گرم معادل گالیک اسید بر گرم عصاره خشک، دارای کمترین میزان فنول کل بود (شکل ۱۳). مقدار فنول کل رزماری و آویشن دنايي به ترتیب برابر با ۱۵۵ و ۴۶۶ میلی‌گرم معادل گالیک اسید بر گرم عصاره خشک بود که نشان دهنده بالا بودن مقدار فنول کل

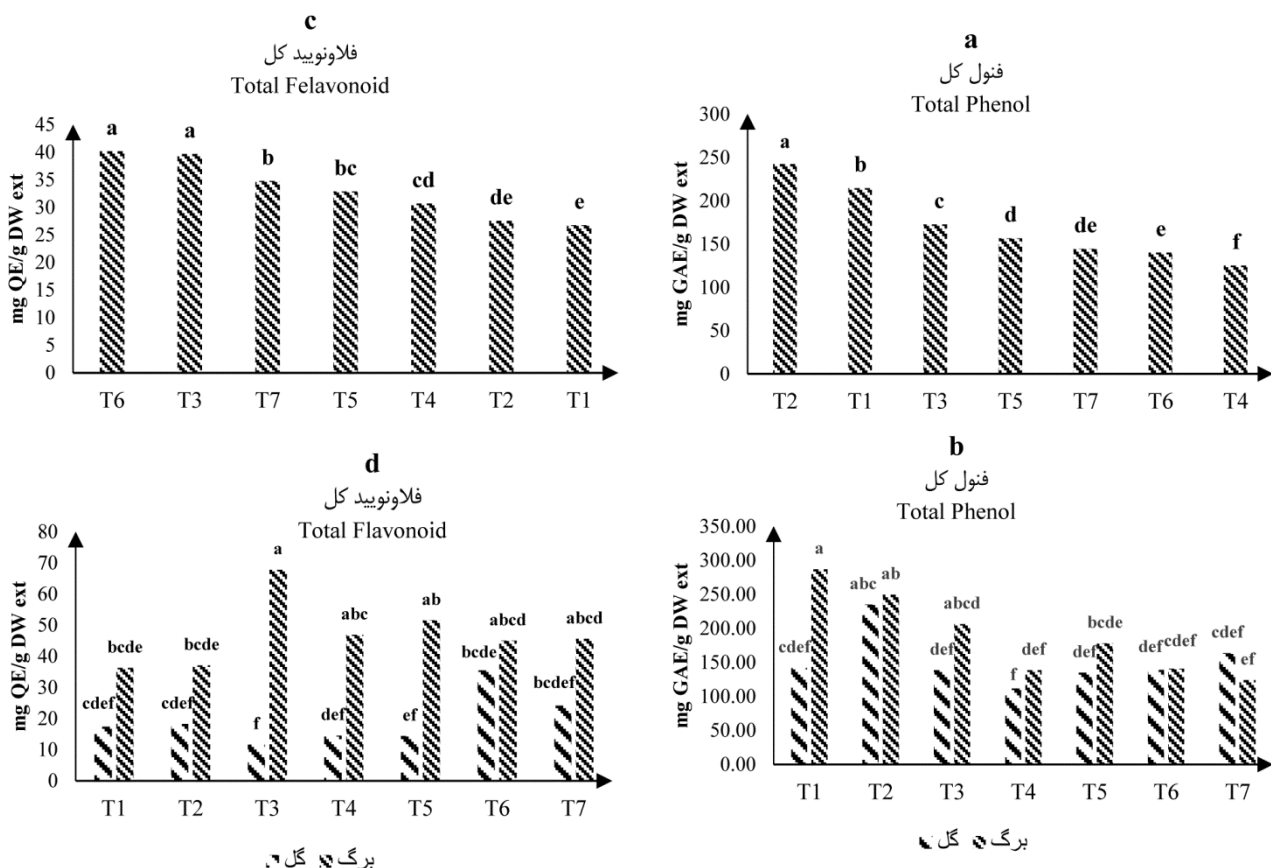
جمعیت نور نسبت به گیاه رزماری می‌باشد (شکل ۱۳). مقایسه داده‌های فنول کل بین جمعیت‌های مورد بررسی نشان داد که جمعیت نور دارای بیشترین میزان فنول کل می‌باشد که این مقدار در برگ جمعیت نور بیشتر از اندام گل می‌باشد. در پژوهشی که خطیر نامنی و مازندرانی (۲۶) بر روی فنول کل اندام‌های مختلف گیاه شایبک انجام دادند، برگ بیشترین مقدار فنول کل را نشان داد. ژوکو و همکاران (۲۷) به بررسی میزان فنول گیاه زرشک پرداختند و نشان دادند که بیشترین مقدار فنول کل در برگ نسبت به اندام‌های دیگر بود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همچنین عصاره گل جمعیت نور در بین عصاره گل مناطق دیگر بالاترین میزان فنول کل را داشت. کمترین میزان فنول کل هم مربوط به جمعیت کلیبر می‌باشد. زیستگاه گیاه از طریق تغییرات اقلیمی می‌تواند بر فرایند تشکیل متابولیت‌های ثانویه در اندام‌های مختلف گیاه تأثیرگذار باشد (۲۸). از

فلاونوئید کل

مقایسه فلاونوئید کل جمعیت‌های پای خر نشان داد که جمعیت‌های دماوند و دیلمان فلاونوئید بیشتری نسبت به جمعیت‌های دیگر داشتند که این مقادیر به ترتیب برابر با ۴۰ و ۳۹ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک بود (شکل ۱۳). این در حالی است که مقدار فلاونوئید کل در دو گیاه رزماری و آویشن دنايي به ترتیب برابر با ۱۳ و ۲۶ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک بود (شکل ۱۴). بیشترین مقدار فلاونوئید در بین همه عصاره‌های مورد ارزیابی مربوط به عصاره برگ جمعیت دیلمان بود. عصاره گل جمعیت دماوند نیز بالاترین مقدار فلاونوئید را در بین عصاره‌های گل داشت. همچنین جمعیت فیروزکوه کمترین میزان فلاونوئید را در بین جمعیت‌های مورد مطالعه داشت.

این‌رو با توجه به اختلاف دما و میزان بارش بین منطقه نور با دیگر مناطق از جمله منطقه نمین، می‌توان منشأ تفاوت در مقدار فنول کل را به اختلاف شرایط آب و هوایی نسبت داد که تأثیرات حاصل از آن‌ها در ریزوم گیاه ذخیره شده و در سال بعد تأثیر خود را در محل کشت جدید نشان داد. به طوری که در بین مناطق بررسی شده، بالاترین دما و بالاترین بارش مربوط به منطقه نور می‌باشد. به نظر می‌رسد منطقه نور رویشگاه مناسبی برای گیاه پای خر می‌باشد. چون مهم‌ترین جنبه استفاده گیاه پای خر به خاطر فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن است و چنانچه قبلاً هم گفته شد در اکثر موارد بین میزان فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی رابطه مستقیم وجود دارد. از این رو جمعیت نور که دارای بالاترین میزان فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد، به عنوان رویشگاه مناسب می‌تواند معرفی گردد.

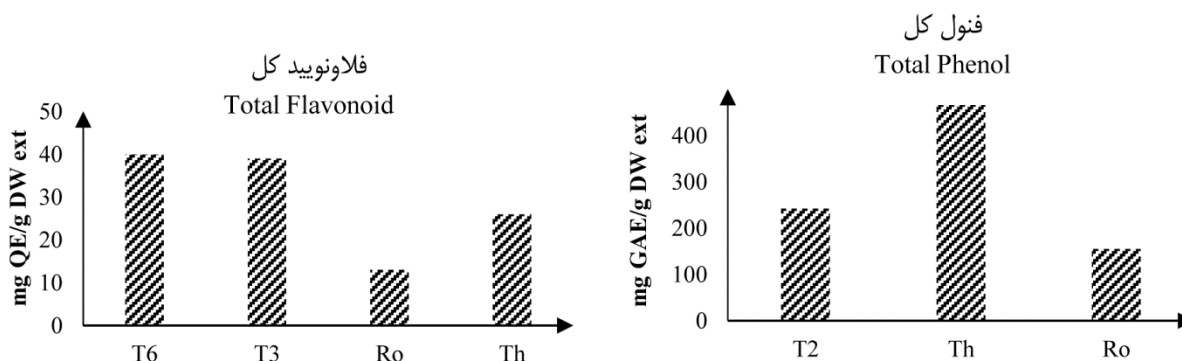
فیروزکوه: T1، نور: T2، دیلمان: T3، کلیر: T4، نمین: T5، دماوند: T6، پل زنگوله: T7



شکل ۱۳- مقایسه مقدار فنول و فلاونوئید کل در برگ و گل و گل جمعیت‌های بررسی شده (فنول کل جمعیت) a، (فلاونوئید کل جمعیت) b، (فنول کل برگ و گل) c و (فلاونوئید کل برگ و گل) d گیاه پای خر

Figure 13- Comparison of total phenol and flavonoid in the leaves and flowers of cultivated of *Tussilago farfara* L. (LSD, $p \leq 0.05$)

نور: T2، دماوند: T6



شکل ۱۴- مقایسه مقدار فنول و فلاونوئید جمعیت‌های بررسی شده برتر گیاه پای خر با عصاره رزماری و آویشن دناپی
Figure 14- Comparison of total phenol and flavonoid in the better studied populations of *Tussilago farfara* with Extracts of *Rosmarinus officinalis* (Ro) and *Thymus daenensis* (Th)

عواملی هستند که می‌تواند بر میزان مواد مؤثره گیاه تأثیر زیادی داشته باشد (۲۸). مقایسه نتایج فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان داد که بین گیاهان کشت شده از مناطق مختلف، در فعالیت آنتی‌اکسیدانی تفاوت وجود دارد. بیشترین فعالیت مهار رادیکال آزاد توسط برگ جمعیت نور انجام گرفت. تفاوت در شرایط آب و هوایی از قبیل میزان بارش و رطوبت نسبی در طول فصل رشد گیاه و درجه حرارت می‌تواند دلیل تفاوت جمعیت نور با دیگر جمعیت‌های مورد بررسی باشد، چنانچه منطقه نور، بیشترین بارش را در بین مناطق مورد بررسی دارد و گیاهان حاصل از ریزوم تهیه شده از این مناطق توانسته است پتانسیل‌های بالقوه خود را در سال بعدی و محل کشت جدید نشان دهد. این نتایج مطابق با نتایج دوبراوالسکیت و همکاران (۲۹) است، آن‌ها فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه پای خر توده فرانسه با لیتوانی را مقایسه کردند و دلیل بیشتر بودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه پای خر فرانسه نسبت به توده لیتوانی را پایین بودن متوسط دمای لیتوانی نسبت به فرانسه و بالا بودن میزان بارندگی در فرانسه نسبت به لیتوانی بیان کردند. در همین راستا مهرپور و همکاران (۲۸) بالا بودن مقدار رطوبت نسبی را یکی از دلایل افزایش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنول کل بیان کرده است. چنانچه میانگین دمای هوا و بارندگی منطقه نور به نسبت بالاتر از مناطق دیگر بود. البته عوامل دیگری از قبیل کموتیپ گیاه، خاک و نور خورشید نیز می‌تواند در خواص و ترکیبات گیاه تأثیرگذار باشند (۲۹). دوبراوالسکیت و همکاران (۸) میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی برگ، گل و ریشه را در دو توده فرانسه و لیتوانی بررسی کردند و نتایج نشان داد عصاره متانولی این سه اندام تفاوت معنی‌داری در میزان آنتی‌اکسیدانی دارند. همچنین عصاره متانولی برگ پای خر در هر دو توده فرانسه و لیتوانی دارای بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود که با نتیجه این

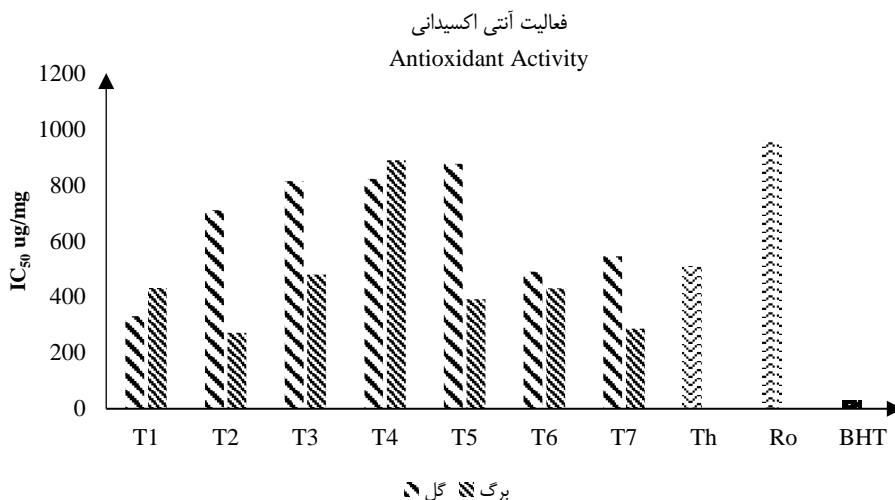
فلاونوئید عصاره گل علف سرفه قبلا توسط دوبراوالسکیت و همکاران (۲۹) اندازه‌گیری گردیده است و نتایج مقدار فلاونوئید عصاره‌های گل پای خر در این تحقیق در مورد فلاونوئید گل با نتایج دوبراوالسکیت و همکاران مطابقت دارد. آن‌ها مقدار فلاونوئید را به‌طور متوسط ۹ میلی‌گرم روتین در گرم ماده خشک بیان کردند. در تحقیقی که چورلی و همکاران (۱۳) بر روی فلاونوئید گل و برگ گیاه چای کوهی انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که اثر رویشگاه بر روی مقدار فلاونوئید معنی‌دار نبود ولی اثر اندام معنی‌دار شد و برگ دارای فلاونوئید بیشتری نسبت به گل بود که این یافته‌ها همسو با نتایج این تحقیق می‌باشد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های مختلف حاصل از برگ و گل جمعیت‌های بررسی شده نشان داد که بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به عصاره برگ جمعیت نور با IC_{50} برابر با ۲۷۱ بوده و کمترین مقدار این فعالیت مربوط به عصاره برگ جمعیت کلیبر است (شکل ۱۵). مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گل در بین جمعیت‌های مورد بررسی نشان داد، که عصاره گل جمعیت فیروزکوه دارای بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و عصاره گل جمعیت نمین، کمترین مقدار فعالیت را داشت (شکل ۱۵). مقایسه مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ جمعیت نور با رزماری و آویشن دناپی که به ترتیب دارای IC_{50} ۹۵۸ و ۵۰۹ بود، نشان از فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجه جمعیت نور می‌باشد. تغییرات عوامل اکولوژیکی نقش مؤثری را بر رشد و افزایش کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی دارند. در نظر گرفتن ویژگی‌های محل رویش، موقعیت جغرافیایی، اندام گیاه و تأثیر عوامل اکولوژیک بر روی گیاه در طبیعت، از عمده

مستقیم دارد (۳۱). سلیکتاس و همکاران (۳۲) بیان کردند که فعالیت آنتی اکسیدانی رزماری با محتوای فنول تام آن رابطه مستقیم دارد. درحالی که نتایج دوبراوالسکیت و همکاران (۳۹) نشان داد که مقدار فنول کل دو توده فرانسه و لیتوانی تفاوت ناچیزی داشت.

تحقیق مطابقت دارد. نتایج مربوط به فنول کل نشان داد که جمعیت نور بیشترین مقدار فنول کل را در بین جمعیت‌های مورد بررسی نشان داد. یافته‌ها نشان می‌دهد، گیاهانی که دارای ترکیبات فنولی بالاتری هستند، فعالیت ضد رادیکال‌های آزاد بالاتری نشان می‌دهند. در بیشتر پژوهش‌های انجام گرفته، فعالیت آنتی‌اکسیدانی با میزان فنول رابطه



شکل ۱۵- مقایسه فعالیت آنتی اکسیدانی برگ و گل جمعیت‌های بررسی شده گیاه پای خر و عصاره رزماری و آویشن دنیایی
Figure 15- Comparison of antioxidant activity of leaves and flower of *Tussilago farfara* and Extracts of *Rosmarinus officinalis* (Ro) and *Thymus daenensis* (Th)

رویشگاه نور کشت و اهلی‌سازی کرد. در کشور ما توجه زیادی به گیاه پای خر نشده است و بیشتر به عنوان علف هرز مطرح می‌باشد. در حالی که پتانسیل‌های دارویی این گیاه بالا بوده و می‌تواند به عنوان یک گیاه دارویی مهم و بومی کشور تلقی شود و با اهمیت دادن به خود گیاه و رویشگاه‌های آن، از انقراض و از بین رفتن این گیاه جلوگیری گردد.

سپاسگزاری

این مطالعه در گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام گرفته است. همچنین از زحمات و کمک‌های آقایان دکتر علی سنبلی و مهندس محسن یادگاری در طی انجام پروژه سپاسگزاری می‌شود.

نتیجه‌گیری

مطالعه رویشگاه‌های گیاه پای خر و همچنین کشت آن نشان می‌دهد که این گونه نیاز رطوبتی بالایی دارد و در ارتفاعاتی که دارای هوای خنک هستند، رشد بهتری می‌کند و تقریباً در نیمه شمالی ایران توزیع شده است. با توجه به نتایج این تحقیق، گیاه پای خر یک گیاه با قابلیت‌های آنتی‌اکسیدانی بالا مخصوصاً در اندام برگ می‌باشد. مقایسه جمعیت‌های کشت شده در تهران نشان داد که جمعیت نور از نظر محتوای فنول کل و فعالیت آنتی اکسیدانی، به عنوان جمعیت برتر معرفی گردیده و نیازمند مطالعه بیشتر در مورد این جمعیت و رویشگاه مربوطه می‌باشد. بررسی فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی جمعیت‌های مختلف نشان می‌دهد که رویشگاه نور محل مناسبی برای کشت پای خر برای بالا بردن میزان ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. لذا می‌توان برای اهداف دارویی و بهداشتی، پای خر را در

منابع

- Adamcza A., Opala B., Gryszyńska A., and Buchwald W. 2013. Content of pyrrolizidine alkaloids in the leaves of coltsfoot (*Tussilago farfara* L.) in Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 82(4): 289–293.
- Mozaffarian V. 2015. Recognition of medicinal and aromatic herbs in Iran. Tehran: Farhang Moaser Publishers,

1444 p.

- 3- Zargari A. 1998. Medicinal Plants. Tehran University Publishers, 3:926.
- 4- Omidbaigi R. 1393. Production and processing of medicinal plants. Mashhad: Astan Quds Razavi Publishers, 348 p.
- 5- Wu Q.Z., Zha D.X., Xiang J., Zhang M., Zhang C.F., and Xu X.H. 2015. Antitussive, expectorant, and anti-inflammatory activities of four caffeoylquinic acids isolated from *Tussilago farfara*. *Pharmaceutical Biology* 54(7):1117-24.
- 6- Lebada R., Schreier A., Scherz S., Resch Ch., Krenn L., and Kopp B. 2000. Uantitative Analysis of the Pyrrolizidine Alkaloids Senkirkine and Senecionine in *Tussilago farfara* L. by Capillary Electrophoresis. *Phytochemical Analysis* 11: 366–369.
- 7- Turker A.U., and Usta C. 2008. Biological screening of some Turkish medicinal plant extracts for antimicrobial and toxicity activities. *Natural Product Research* 22(2): 136-146.
- 8- Dobravalskyte D., Talou T., and Venskutonis R. 2011. Activity of natural antioxidants extracted from greater calamint, sweet cicely and coltsfoot cultivated in Lithoania and in France. In Conference Proceedings of the 6th Baltic Conference on Food Science and Technology FOODBALT-2011, Jelgava, Latvia, 5-6 May, 2011. Innovations for food science and production. (pp. 73-78). Latvia University of Agriculture, Faculty of Food Technology.
- 9- Sharafzadeh S. 2011. Pyrethrum, Coltsfoot and Dandelion: Important Medicinal Plants from Asteraceae Family. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5(12): 1787-1791.
- 10- Hleba L., Vukovic N., Horska E., Petrova J., Sukdolak S., and Kacaniová M. 2014. Phenolic profile and antimicrobial activities to selected microorganisms of some wild medical plant from Slovakia. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 4(4): 269-274.
- 11- Soobrattee M.A., Neergheen V.S., Luximon-Ramma A., Aruoma O.I., and Bahorun T. 2005. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. *Mutation Research* (579): 200–213.
- 12- Dudai N. 2012. Domestication and Breeding of Wild Medicinal and Aromatic Plants Thirty Years of Experience in Israel I International Symposium on Medicinal, Aromatic and Nutraceutical Plants from Mountainous Areas (MAP-Mountain 2011) 955. 2011.
- 13- Chorly S., Khorasani Nejad S., Hemmati Khodayar., and Kashefi B. 2015. Evaluation of morphological, antioxidant and essential oil content of *Stachys lavandulifolia* Vahl. In habitats of Semnan, North Khorasan and Razavi provinces. *Journal of Plant Environmental Physiology* 41: 52-41.
- 14- Salamati M., and Yousefi M. 2010. Evaluation of yield diversity and morphological traits of some genotypes (*Dracocephalum moldavica* L.). *Journal of Plant Research* 27(1).
- 15- Tuncturk M., and Vahdettin C. 2004. Relationships among traits using correlation and pach coefficient analysis in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) sown different fertilization levels and row spacing. *Asian Journal Plant Sci*, 3(6): 683-686.
- 16- Pir Khezri M., Hasani M., and Fakhr Tabatabai M. 2009. Morphological Evaluation of Some Chamomile Species in Two Genuses of *Antimesis* and *Matricaria* in Iran (*Anthemis* spp., *Matricaria* spp.). *Journal of Horticulture (Agricultural Science and Technology)* 23: 130-119.
- 17- Andrea L. 2002. Variation of Morphology, Yield and Essential Oil Components in Common Chamomile (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert) Cultivars Grown in Southern Italy. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants* 9(4): 359-365.
- 18- Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik L., and Jovin E.J. Agric. 2007. *Food Chem.*, 2007, 55, 7879.
- 19- Slinkard K., and Singleton V.L. Amer. 1977. *J. Enology Viticulture*, 1977, 28, 49.
- 20- Smith R.J., Winder M.L. Medicinal garden. 1996. *The National Herb Garden Guidebook*, pp. 61–71.
- 21- Ordóñez A.A.L., Gomez J.D., and Vattuone M.A. 2006. Antioxidant activities of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz extracts. *Food Chemistry* 97(3): 452-458.
- 22- Osmani J., and Siosemarde A. 2009. Genetic variation of Sardari wheat ecotypes using AFLP marker and agronomic traits. *Journal of Agricultural Science and Technology of Natural Resources* 13: No. 47.
- 23- Mehdikhani H., Soleuki M, and Zeynli H. 2013. Study of the genetic diversity of some chamomile masses (*Matricaria inodora* L.) using morphological traits and molecular markers of RAPD. *Genetic and Reforestation Research Institute of Iran* 21: 256-242.
- 24- Mohammadi R., Dehghani H., and Zeynli H. 2014. Study of Genetic Variability of Different Masses of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) Using Morphological and Phenological Traits. *Journal of Research and Development*, No. 105.
- 25- Adeli N., Alizadeh MA., Mohammadi A., and Jafari A. 2013. Evaluation of morphological, phenological and essential oil characteristics of some populations of *Anthemis haussknechtii*. *Research and Engineering*, No. 106.
- 26- Ahmadi A., and Siosemarde A. 2003. Effect of drought stress on soluble carbohydrates, chlorophyll and proline in four wheat cultivars compatible with different climatic conditions of Iran. *Journal of Iranian Agricultural Science* 35: 763-753.

- 27- Khatir Nameni M., and Mazandarani M. 2011. Of total flavonoids and phenolic different organs of medicinal plant Deadly nights hade (*Atropa belladonna* L.) in the jungle province Tvskstan. National Conference on Medicinal Plants 2: 2-7.
- 28- Zovko Koncic M., Kremer D., and Karlovic K. 2010. Evaluation of antioxidant activities and phenolic content of *Berberis vulgaris* L. and *Berberis croatica* Horvat. Food and Chemical Toxicology (48): 2176-21.
- 29- Mehpour M., Kashefi B., and Moghadam M. 2015. Study of phytochemical and antioxidant compounds of various organs of *Ferula assafoetida* L. in two natural habitats of Semnan and Khorasan provinces. Journal of Ecophytochemistry of Medicinal Plants 13(1): 58-68.
- 30- Dobravalskyte D., Venskutonis P.R., Talou T., Zebib B., Merah O., and Ragazinskiene O. 2013. Antioxidant Properties and Composition of Deodorized Extracts of *Tussilago farfara* L. Records of Natural Products 7.3: 201.
- 31- Jamshidi M., Ashtiani H., Rezazadeh R., Fathi Azad., F Mazandarani., and Khaki A. 2009. Investigation and comparison of phenolic compounds and antioxidant activity of some native plants of Mazandaran. Journal of Medicinal Plants 9(34): 178-182.
- 32- Yesil-Celiktas O., Girgin G., Orhan H., Wichers H. J., Bedir E., and Vardar-Sukan F. 2007. Screening of free radical scavenging capacity and antioxidant activities of *Rosmarinus officinalis* extracts with focus on location and harvesting time. Eur Food Res Technology 224: 443-451.



Cultivation and Comparing Morphological and Phytochemical Characteristics of Seven Population of *Tussilago farfara* L. in Tehran Climate Conditions

M. Norani¹- M.T. Ebadi²- M. Ayyari Noushabadi^{3*}

Received: 24-10-2018

Accepted: 31-07-2019

Introduction: Coltsfoot (*Tussilago farfara* L.) from Asteraceae family is a perennial plant. *T. farfara* is native and widespread from Europe to Western and Northern Asia and North Africa. Coltsfoot distributed in wet mountainous regions of Iran, such as Azerbaijan, Tehran and Northern provinces. Its flowers and leaves have been used traditionally for the treatment of cough, bronchitis and phlegm disorders. *T. farfara* leaves and flowers have expectorant activity and are used for chronic dry cough and various pulmonary diseases. The extracts of *T. farfara* were shown to exhibit various activities, such as antioxidant and antimicrobial activity. Biologically active agents of *T. farfara* have been studied due to their antimicrobial and antioxidant characteristics.

Materials and Methods: For morphological study, the rhizomes of seven Iranian coltsfoot populations were collected in August 2016 from different regions of Iran including Pol-e zangholeh, Damavand, Firoozkooh, Nur, Deylaman, Kaleybar and Namin. The collected samples were planted in the same condition during 2016-2017 in research field of Tarbiat Modares University in Tehran (51°10'23" N, 35°44'17" E), with a randomized complete block design experiment and three replications. The average annual rainfall and temperature of cultivating place is about 220 mm and 16.4 °C. In order to study the morphological characteristics between different samples, traits such as the number of flowers per plant, stem height, flower length, flower diameter, flower dry weight, root length, root dry weight, leaf area and leaf dry weight had been measured. Morphological traits were measured under the same conditions and for this research, were used ruler, caliper and balance. The leaves and flowers were prepared for phytochemical studies. DPPH method has been used to evaluate the antioxidant activity, and the IC₅₀ was used to compare the antioxidant properties. The absorbance of the samples was measured at 517 nm with ELISA reader. The radical scavenging capacity (RSC) was calculated by the following formula: % In=[(A_b-A_s)/A_b]×100, where In is DPPH inhibition, A_b is the absorbance of the blank, A_s is the absorbance of samples including extracts and BHT as a positive control. The phenolic contents of different extracts were determined by Folin-Ciocalteu method and the aluminum chloride method was used to measure total flavonoid.

Results and Discussion: Analysis of variance showed that there is a significant difference between all evaluated traits in studied populations ($p \leq 0.01$). Pol-e zangholeh population of *T. farfara*, has shown the best performance for all morphological traits. The results of the flowers per plant showed that the Pol-e zangholeh population was the highest and the Deylaman population had the lowest number of flowers. The maximum length of the stem was related to the Pol-e zangholeh population while the population of Namin had the smallest amount. Comparison of flower diameter showed that the Pol-e zangholeh population had the largest diameter and Nur population of all the smaller. The results of the flower length showed that the maximum flower length was related to the Pol-e zangholeh population and Deylaman population had the smallest amount of flower length. Comparison of mean of flower dry weight showed that the Pol-e zangholeh population of *T. farfara* had the highest value while the population of Nur had the smallest amount. Pol-e zangholeh population of *T. farfara*, considered as superior populations and its flowering time were earlier than the others. It was found that there is a significant difference ($p \leq 0.01$) between different populations. This variation may be due to Population differences of People, either due to differences in environmental conditions or sometimes due to the interaction of the population and the environment. Our results also indicate the presence of comparable genetic potentials of *T. farfara* in these population for any further cultivar development. Analysis variance showed that there was significant difference between populations for total phenol, flavonoid and antioxidant activity ($p \leq 0.01$) and the Nur population had the highest total phenolic content and highest antioxidant activity. Comparison of antioxidant activity of different extracts from leaves and flowers of *T. farfara* showed that the most antioxidant activity was related to leaf extract of Nur population with IC₅₀ 271 µg/ml closer to BHT (33 µg/ml) as a synthetic and

1, 2 and 3- Ph.D. Student of Horticultural Sciences and Assistant Professors, Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Iran, respectively.

(*- Corresponding Author Email: m.ayyari@modares.ac.ir)

industrial antioxidant. The least amount of this activity was related to Kaleybar leaf extract with IC₅₀ 888 µg/ml. Nur population showed the highest total phenol content with 242 mg GAE/g dried weight. Damavand population showed the highest total flavonoid content with 40 mg QE/g DW extract.

Conclusion: Our results indicate the presence of comparable potentials of *T. farfara* in these populations for any further cultivar development. Study of antioxidant activity in different habitats shows that Nur habitat is a suitable place for the cultivation of *T. farfara* to increase the amount of phenolic compounds and antioxidant activity.

Keywords: Antioxidant activity, Coltsfoot, Morphological study, Phytochemical studies, Total flavonoid