

نشریه پژوهشی:

## ارزیابی مورفولوژیکی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های وحشی برخی گونه‌های ترشک (*Rumex*) در ایران

مهلا خلیلی بورنگ<sup>۱</sup>، محمدرضا حسندخت<sup>۲\*</sup>، وحیده ناظری<sup>۱</sup>، عبدالرحمن رسول نیا<sup>۳</sup> و قربان دیده باز معانلو<sup>۴</sup>

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲. استاد، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳. دکتری اصلاح نباتات، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۴. محقق علف هرز، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۳۱)

### چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی تنوع ژنتیکی و روابط فیلوژنتیکی ۱۴ جمعیت از پنج گونه ترشک شامل *R. kandavanicus*، *R. chalepensis*، *R. pulcher*، *R. crispus* و *R. tuberosus* از استان‌های اردبیل و خراسان رضوی با استفاده از صفات مورفولوژیک بود. صفات مورد مطالعه شامل طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ در بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی، کلروفیل a، کلروفیل b، کارتنوئید، آنتی‌اکسیدان و فنل بود. بررسی‌های صفات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی در مزرعه و گلخانه نشان داد بیشترین ضریب تغییرات برای صفات مورفولوژیک مربوط به وزن تر و خشک اندام هوایی و تعداد برگ در بوته بود، در حالی که کمترین ضریب تغییرات مربوط به طول برگ بود. علاوه بر این، بیشترین ضریب تغییرات مربوط به کلروفیل b و فنل و کمترین مربوط به کلروفیل a بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک تحت شرایط مزرعه و گلخانه نشان داد بین گونه‌های مختلف جنس *Rumex* و جمعیت‌های مختلف درون هر گونه در مزرعه تفاوت معنی‌دار وجود داشت، در حالی که بین گونه‌های مختلف در گلخانه تنها از لحاظ طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ در بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی، فنل و آنتی‌اکسیدان تفاوت معنی‌دار بود. به طور کلی، میزان فنل و آنتی‌اکسیدان در گونه *R. crispus* نسبت به گونه‌های دیگر بیشتر بود، در حالی که *R. tuberosus* از لحاظ کلیه صفات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی مورد بررسی مقادیر پایین‌تری را در مقایسه با سایر گونه‌ها نشان داد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، صفات مورفولوژیک، فنل، گونه وحشی.

## Morphological evaluation of genetic diversity of wild populations of some *Rumex* species in Iran

Mahla Khalili Bourang<sup>1</sup>, Mohammadreza Hassandokht<sup>2\*</sup>, Vahideh Nazeri<sup>2</sup>, Abdorahamn Rasoulnia<sup>3</sup> and Ghorban Didehbaz Moghanloo<sup>4</sup>

1. M.Sc. Graduated, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2. Professor, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3. Ph.D. in Plant Breeding, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

4. Weed Researcher, Plant Protection Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran

(Received: Jul. 06, 2020 - Accepted: Sep. 21, 2020)

### ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the genetic diversity and phylogenetic relationships of 14 populations of five species of *Rumex*, including *R. chalepensis*, *R. kandavanicus*, *R. pulcher*, *R. crispus* and *R. tuberosus* from Ardabil and Khorasan Razavi provinces using morphological traits. The studied traits included leaf length, leaf width, number of leaves per plant, aerial fresh and dry weight, chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, phenol and antioxidants. Studies of morphological and phytochemical traits on farm and greenhouses showed that the highest coefficient variation for morphological traits related to aerial fresh and dry weight and number of leaves per plant, while the lowest coefficient variation related to the leaf length. In addition, the highest coefficient variation related to chlorophyll b and phenol and the lowest related to chlorophyll a. Also, the results of mean comparison of morphological traits under farm and greenhouse conditions showed that there was a significant difference between different species of *Rumex* and different populations within each species in the farm, however, there was a significant difference between different species in the greenhouse only in leaf length, leaf width, number of leaves per plant, aerial fresh and dry weight, phenol and antioxidants. In general, phenol and antioxidants were higher in *R. crispus* than in other species, however, *R. tuberosus* showed lower values in all morphological and phytochemical traits compared to other species.

**Keywords:** Antioxidant, morphological traits, phenol, wild species.

\* Corresponding author E-mail: mrhassan@ut.ac.ir

### مقدمه

تنوع ژنتیکی پایه ای برای بهبود موفقیت محصولات است و می‌تواند با روش‌های مختلف تخمین زده شود. هم‌چنین از اطلاعات تنوع ژنتیکی برای مدیریت ژرم‌پلاسم کارآمد و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر استفاده می‌شود. یکی از راه‌های ارزیابی تنوع ژنتیکی، بررسی صفات مورفولوژیکی است. از این صفات، به دلیل سادگی برای تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی و رقم‌های استفاده می‌گردد (Bhandari et al., 2017). حدود ۲۰۰ گونه از جنس ترشک (*Rumex*) در سراسر جهان توزیع شده‌اند. برخی از گونه‌ها به طور سنتی به عنوان سبزی‌های خوراکی و یا برای مصارف دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرند. *Rumex* یک جنس از تیره هفت بند است که در سراسر جهان پراکنده است. تعدادی از گونه‌های ترشک مفیدند و به عنوان سبزی و برای مصارف دارویی استفاده می‌شوند. ریشه، برگ، بذر، عصاره تازه گیاه و بخش‌های هوایی قسمت‌هایی می‌باشند که عموماً مورد استفاده قرار می‌گیرند (Vasas et al., 2015).

تنوع ژنتیکی پایه ای برای بهبود موفقیت محصولات است و می‌تواند با روش‌های مختلف تخمین زده شود. هم‌چنین از اطلاعات تنوع ژنتیکی برای مدیریت ژرم‌پلاسم کارآمد و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر استفاده می‌شود. یکی از راه‌های ارزیابی تنوع ژنتیکی، بررسی صفات مورفولوژیکی است. از این صفات، به دلیل سادگی برای تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی و رقم‌ها استفاده می‌گردد.

*R. sculatus* گیاهی علفی و چندساله است که دارای ساقه‌های نسبتاً چوبی در قاعده می‌باشد و همچنین دارای بوته‌های پرپشت می‌باشد. معمولاً بر روی دیوارهای کهنه، زمین‌های سنگلاخی، گودال‌ها و اماکن نظیر آن یافت می‌شود (Zargari, 1997). *R. acetosella* گیاهی پایا است که دارای ساقه منشعب می‌باشد. برگ‌های آن نسبتاً کوچک، باریک، کشیده، کمی تیرکمانی شکل و گل‌های آن به رنگ مایل به قرمز می‌باشد. در اراضی متروک و تورب‌زارها می‌روید. از مشخصات بارز آن ظهور لکه‌های قرمز رنگ در پایه‌های آن که در محل رویش به وجود می‌آورند که از دور می‌توان به

وجود آن در ناحیه‌ای پی برد. پراکندگی سریع آن در طبیعت برای آن است که جوانه‌هایی بر روی ساقه زیرزمینی و خزنده آن ظاهر می‌شود که موجبات پیدایش پایه‌های جدید را فراهم می‌آورد. در اعضای این گیاه اگرالات فراوان وجود دارد. در برخی نواحی از برگ‌های آن استفاده خوراکی می‌شود. *R. crispus* گیاهی است که در اماکن سایه‌دار می‌روید. برگ‌های آن دارای پهنک موجدار و گل‌های آن به رنگ مایل به سبز یا مایل به قرمز می‌باشد. از ۶ کاسبرگ آن، ۳ کاسبرگ که به میوه چسبیدگی دارد، بیضوی و به شکل قلب وارونه می‌باشد. در ترکیب شیمیایی آن، مقداری آهن وجود دارد که برای رفع کم خونی مفید است، به طوری که با مصرف آن تعداد گلبول‌های قرمز و در نتیجه مقدار گلبول خون افزایش می‌یابد. علاوه براین، ریشه این گیاه اثر اشتهاآور، مدر و قابض نیز دارد. *R. alpinus* گیاهی بزرگ و پایا با ریزوم ضخیم منشعب، برگ‌های قلبی شکل، گل‌های کوچک سبز تا زرد رنگ می‌باشد. ریزوم این گیاه در پاییز جمع‌آوری و در آفتاب خشک شده و مورد اسفاده قرار می‌گیرد. از ترکیبات شیمیایی آن مشتقات آنتراکینون و مقدار کمی تانن است (Zargari, 1997). برگ آن دارای مصارف تغذیه شبیه برگ اسفناج است، علاوه بر این به حالت خام در سالاد مصرف می‌شود. از دمی‌رگ آن نیز مانند مارچوبه استفاده می‌گردد. از نظر درمانی اگر برگ آن بر روی آماس و محل ملتهب و دردناک بدن قرار داده شود، ایجاد تسکین می‌کند. ریشه تازه آن اثر مسهلی دارد، ولی به حالت خشک، قابض است. در بعضی نواحی نیز به‌علت زیبایی خاصی که برگ‌های بزرگ و پهن گیاه دارد، اقدام به پرورش آن می‌گردد و در محل‌های مرطوب باغ‌ها کاشته می‌شود (Zargari, 1997). *R. patientia* گیاهی علفی، پایا، با برگ‌های بسیار بزرگ، دراز، قلبی شکل با کناره موجدار است. قسمت‌های مورد استفاده آن ریشه، برگ و میوه آن است که دارای مصارف دارویی می‌باشد. ریشه آن دارای گلوکوزیدهای آنتراکینونیک است. به‌علاوه دارای مواد مختلف دیگر از جمله تانن می‌باشد. برگ این گیاه یا مانند اسفناج به مصارف تغذیه می‌رسد و یا به حالت خام در سالاد مصرف می‌شود. علاوه بر این، اگر جوشیده شود لته

نتایج تحقیق بیان کردند که در گونه‌های مختلف جنس ترشک، مقادیر بیشتر ترکیبات آنتی‌اکسیدان، فنل، فلاونوئید، آسکوربیک اسید و میزان کمتر اگزالیک اسید می‌تواند شاخصی برای کیفیت بالاتر قسمت‌های هوایی گیاه به منظور مصرف باشد. همچنین وجود ترکیبات مهم فنلی، فلاونوئیدی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی زیاد در بخش ریشه، می‌تواند این گیاه را به عنوان گزینه‌ای در صنعت داروهای گیاهی مطرح نماید. لازم به ذکر است که بیشترین مقادیر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در بخش هوایی در مرحله بلوغ بذر دیده شد، در حالی که در قسمت ریشه بیش‌ترین مقادیر این ترکیبات در مرحله ظهور ساقه گل‌دهنده بود.

Wegiera *et al.* (2011) از روش رادیکال DPPH

(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) جهت بررسی فعالیت ضد سرطانی عصاره‌های ریشه، برگ و میوه شش گونه *Rumex L.* استفاده کردند. نتایج حاصل از داده‌های غربالگری اولیه نشان داد تمام عصاره‌های آزمایش شده خواص آنتی‌اکسیدان را نشان داده‌اند. ضمن اینکه میزان فعالیت ضد سرطانی وابسته به بخش‌های مختلف گیاه شامل ریشه، برگ و میوه می‌باشد. عصاره‌های میوه‌ای از *R. confertus* و *R. obtusifolius L.*، *R. hydrolapathum* خواص ضد سرطانی قویتری نسبت به سایر مواد آزمایشی نشان دادند.

آنچه که اهمیت موضوع مورد بحث را فزونی می‌بخشد، پتانسیل کشور به عنوان یکی از قطب‌های مهم تولید سبزی در قاره آسیا و در برخی موارد در دنیا می‌باشد، که علت آن را می‌توان در تنوع اقلیمی و گستردگی زمین‌های زراعی حاکم بر کشور جست‌وجو نمود. در این عرصه سبزی‌ها نقش عمده‌ای را در اقتصاد کشاورزی کشور ایفا می‌کنند. ایران یکی از محل‌های مهم پراکنش سبزی‌ها می‌باشد. گیاهان تیره هفت بند از لحاظ غذایی و دارویی دارای ارزش فراوانی هستند، اما روی گیاهان این تیره مطالعات کمی صورت گرفته است. با توجه به مطالب ذکر شده هدف از این پژوهش تعیین ارتباط بین صفات و شناسایی مفیدترین متغیرها برای تبعیض در بین جمعیت‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر، این تحقیق به منظور بررسی توصیف تنوع شیمیایی و

دندان در اطفال را سفت می‌نماید. همچنین، ریشه‌اش اثر مقوی و ملین دارد و در رفع اسهال‌ها، خونریزی‌ها مخصوصاً خونریزی‌های رحمی، اخلاط خونی، بواسیر، ترشحات زنانگی و سرعت انزال مؤثر است (Zargari, 1997; Khezri, 2003). *R. pulcher L.* گیاهی دوساله و دارای برگ‌هایی با فرورفتگی محسوس در مجاور قاعده پهنک می‌باشد، به طوری که از نظر کلی، ظاهری ویلون مانند به برگ می‌دهد. گل‌های آن به صورت دستجاتی فاصله‌دار بر روی محور گل‌آذین ظاهر می‌شود. از نظر درمانی ریشه‌اش اثر اشتهاآور دارد (Zargari, 1997). به‌طور کلی، برگ‌های ترشک به عنوان خنک کننده مصرف روزانه داشته و نیز به عنوان چاشنی همچون اسفناج مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین، در طب سنتی دانه‌های این گیاه را می‌کوبند و بعد از مرطوب کردن روی محل درد و مفاصل می‌گذارند و به عنوان مسکن از آن استفاده می‌کنند (Alirezaie Noghogondar *et al.*, 2016). علاوه بر این، طبق تحقیقات محلی که در اردبیل، مغان و برخی روستاهای اطراف خراسان رضوی انجام شد، مشخص گردید که دانه‌های این گیاه در درمان سرماخوردگی موثر است.

بررسی تغییرات برخی ترکیبات مهم فیتوشیمیایی طی مراحل مختلف رشد و در بخش هوایی و زمینی *R. turcomanicus czerep* نشان داد که با افزایش سن گیاه فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در اندام هوایی افزایش، ولی در اندام ریشه کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، بین میزان آسکوربیک اسید و اگزالیک اسید عصاره بخش هوایی همبستگی منفی وجود داشت، در حالی که همبستگی بین میزان اگزالیک اسید با مقادیر فلاونوئید، فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مثبت بود. در گیاه ترشک وحشی، تجمع ترکیبات آنتی‌اکسیدان (Antioxidant) مخصوصاً ترکیبات فنلی قبل و طی ظهور ساقه گل‌دهنده، احتمالاً به این خاطر است که گیاه در عکس العمل به شرایط محیطی وارد مکانیسمی دفاعی می‌شود تا خود را از تشعشع شدید خورشید و یا گیاهخواران محافظت کند (Mazid *et al.*, 2011). Alirezaie Noghogondar *et al.* (2016) بر اساس

۱). در ابتدا هر جمعیت در چهار گلدان و در هر گلدان سه بذر کشت گردید. بعد از گذشت تقریباً سه ماه بوته‌های مربوط به هر جمعیت به چهار گلدان دیگر منتقل شدند. در نهایت از هر جمعیت مورد آزمایش هشت بوته وجود داشت و ارزیابی‌ها روی چهار بوته انجام شد. آبیاری گلدان‌ها به صورت دستی با آبیاری صورت گرفت. آبیاری در ماه‌های پاییز هر هفته دوبار، زمستان هر هفته یکبار و در بهار هر هفته سه بار انجام شد. در آخر صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی مختلف شامل طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ در بوته، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئید، آنتی‌اکسیدان و فنل در مرحله رشد رویشی روی چهار بوته مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

#### بررسی صفات مورفولوژیکی ترشک در مزرعه

بذر ۱۴ جمعیت در گلدان‌های کوچک با قطر دهانه پنج سانتی‌متر و عمق چهار سانتی‌متر و در بستری با ۷۵ درصد کوکوپیت و ۲۵ درصد پرلیت در اسفند ۱۳۹۷ کاشته شدند و در گلخانه سبزیکاری دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران قرار داده شدند (شکل ۲). سپس در بهار سال بعد نشاء مربوط به هر جمعیت به ایستگاه تحقیقات باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران منتقل شدند.

مورفولوژیکی جمعیت‌های وحشی *Rumex spp.* به عنوان اولین مرحله از فرآیند اهلی شدن، انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### مواد گیاهی

با توجه به پراکنش ترشک در ایران، گونه‌های مورد مطالعه شامل *R. kandavanicus*، *R. chalepensis*، *R. crispus pulcher* و *R. tuberosus* از استان‌های اردبیل، خراسان رضوی و شهرستان مغان برای انجام تحقیق انتخاب شدند. برای تعیین رویشگاه‌های ترشک در این استان‌ها از اطلاعات به دست آمده از فلور ایران (Rechinger, 1982) و افراد بومی استفاده شد. سپس در ماه‌های فروردین تا تیر با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه با بازدیدهای صحرایی، نمونه‌های ترشک از مناطق شناسایی شده (جدول ۱) و به آزمایشگاه منتقل گردیدند.

### بررسی صفات مورفولوژیکی ترشک در گلخانه

بذر ۱۴ جمعیت در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر در بستری با نسبت مساوی و متشکل از ماسه بادی، خاکبرگ و خاک باغچه در گلخانه سبزیکاری دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران کاشته شدند (شکل

جدول ۱. اطلاعات مربوط به رویشگاه‌های ترشک مورد مطالعه.

Table 1. Information on the habitats of the studied *Rumex*.

Habitat code	Herbarium code	Weather condition	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Region	Province
PM <sub>1</sub>	6481	Cold nad semi-arid	59° 031' 328"	36° 18' 635"	1043	Vakil Abad	Khorasan Razavi
PM <sub>2</sub>	-	Cold and humid	59° 130' 936"	59° 130' 936"	1636	Kang	Khorasan Razavi
PM <sub>3</sub>	6482	Cold and semi-arid	59° 013' 254"	36° 18' 480"	1760	Kang	Khorasan Razavi
PM <sub>4</sub>	6484	Semi-arid	59° 054' 436"	36° 38' 879"	1348	Kalat	Khorasan Razavi
PM <sub>5</sub>	6478	Semi-arid	59° 027' 545"	36° 45' 655"	1470	Haronyeh	Khorasan Razavi
PM <sub>6</sub>	6489	Cold and humid	59° 139' 958"	36° 198' 400"	1674	Kang	Khorasan Razavi
PM <sub>7</sub>	6479	Warm and arid	59° 051' 659"	39° 30' 095"	1251	Joghri	Khorasan Razavi
PM <sub>8</sub>	6483	Cold and semi-arid	59° 029' 157"	36° 10' 290"	1300	Ardameh	Khorasan Razavi
PM <sub>9</sub>	6490	Cold and arid	58° 057' 289"	36° 29' 182"	1721	Ferizi	Khorasan Razavi
PM <sub>10</sub>	6480	Cold and humid	58° 054' 378"	36° 26' 906"	2144	Kandelan	Khorasan Razavi
PA <sub>11</sub>	6488	Cold and humid	48° 015' 007"	38° 21.1' 45"	1299	Samyan	Ardabil
PA <sub>12</sub>	6487	Warm and humid	47° 046' 686"	39° 36' 373"	32	Moghan	Ardabil
PA <sub>13</sub>	6485	Warm and humid	47° 052' 354"	39° 37' 958"	58	Aghdam	Ardabil
PA <sub>14</sub>	6486	Mild	47° 039' 053"	39° 07' 840"	478	Ziveh	Ardabil

و فنل با استفاده از متانول ۸۰ درصد انجام شد. نیم گرم از هر نمونه در فالدکون توزین و دو میلی لیتر متانول ۸۰ درصد به آن افزوده شد. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای °C ۲۵ قرار گرفتند. پس از گذشت زمان مورد نیاز برای عصاره‌گیری، جداسازی عصاره از نمونه‌ها با استفاده از سانتریفیوژ به مدت ۱۵ دقیقه و در ۹۵۰۰ دور در دقیقه و با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد انجام شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدان و فنل به ترتیب در طول موج ۵۱۵ و ۷۶۰ نانومتر قرائت شد. در اندازه‌گیری فنل کل برای رسم منحنی استاندارد از اسید گالیک در غلظت‌های صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده شد. پس از رسم منحنی استاندارد، از معادله به دست آمده برای تعیین غلظت ترکیبات فنلی استفاده شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدان نمونه‌ها با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Lewis, 2012):

$$\%DPPH = [(A_{cont} - A_{samp}) / (A_{cont})] \times 100$$

#### تجزیه و تحلیل آماری

جهت بررسی آماری داده‌ها از برنامه آماری SAS Inst (ver 9.4, 2015) استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها در سطح اطمینان آماری ۹۵ درصد از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. همچنین، برخی از محاسبات با استفاده از نرم افزار اکسل انجام شد.

هر واحد آزمایشی یک ردیف داشت و روی هر ردیف ده بوته با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم کشت شدند. طرح پیاده شده در مزرعه به صورت بلوک‌های کامل تصادفی بود. بافت خاکی محل آزمایش لوم-شنی بود. برای آبیاری سیستم آبیاری قطره‌ای راه‌اندازی شد و بلافاصله بعد از کاشت آبیاری انجام شد. آبیاری هر هفته سه بار انجام شد. در نهایت صفات مورفولوژیک شامل طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ در بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئید، آنتی‌اکسیدان و فنل در مرحله رشد رویشی روی ۱۰ بوته مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. جهت بررسی میزان کلروفیل a، b، کل، کارتنوئید، فنل و آنتی‌اکسیدان عصاره‌گیری با متانول انجام شد. برای اندازه‌گیری کلروفیل برگ، ۰/۱ گرم از بافت تر برگ و وزن و رنگیزه‌های آن توسط استون ۸۰ درصد استخراج شد پس از سانتریفیوژ با دور ۶۰۰۰ rpm جذب در طول موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر خوانده شد. پس از جایگذاری جذب‌های خوانده شده با اسپکتروفتومتر، میزان کلروفیل a، b، مجموع a و b و کارتنوئید محاسبه گردید (Şükran et al, 1998).

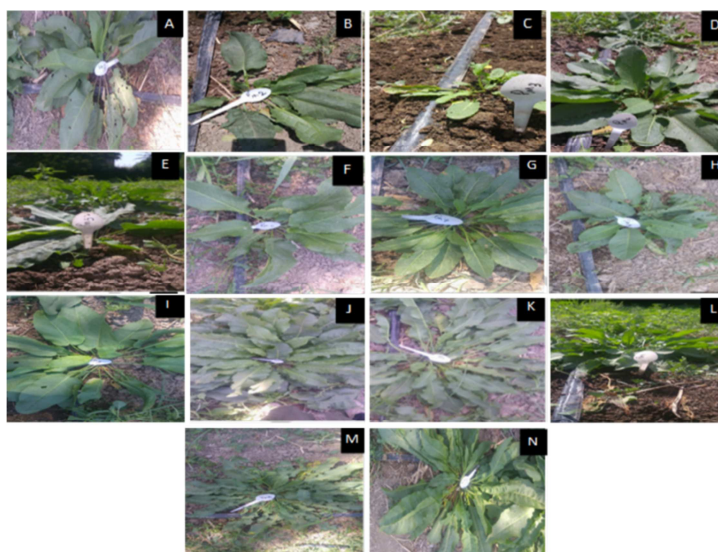
$$C_a = 12/25A_{663} - 2/798A_{645}$$

$$C_b = 21/50A_{645} - 5/10A_{663}$$

$$C_t = C_a + C_b$$

$$C_{x+c} = (1000A_{2/68} - C_a 129/2 C_b) / 245$$

عصاره‌گیری جهت اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدان



شکل ۲. نمایی از شکل ظاهری بوته‌ها در جمعیت‌های ترشک‌های مورد مطالعه در مزرعه.

Figure 2. View of the appearance of plants in populations of studied *Rumex* on the farm; A: PM<sub>1</sub> (*R. chalepensis*), B: PM<sub>2</sub> (*R. kandavanicus*), C: PM<sub>3</sub> (*R. tuberosus*), D: PM<sub>4</sub> (*R. chalepensis*), E: PM<sub>5</sub> (*R. chalepensis*), F: PM<sub>6</sub> (*R. kandavanicus*), G: PM<sub>7</sub> (*R. tuberosus*), H: PM<sub>8</sub> (*R. chalepensis*), I: PM<sub>9</sub> (*R. chalepensis*), J: PM<sub>10</sub> (*R. kandavanicus*), k: PA<sub>11</sub> (*R. pulcher*), L: PA<sub>12</sub> (*R. pulcher*), M: PA<sub>13</sub> (*R. crispus*), N: PA<sub>14</sub> (*R. crispus*).

## نتایج و بحث

## صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی در مزرعه

میانگین، حداکثر، حداقل و ضریب تغییرات پنج صفت مورفولوژیکی مهم در دوران رشد رویشی و شش صفت مهم فیتوشیمیایی برای پنج گونه از جنس *Rumex* (*R. pulcher*, *R. crispus*, *R. tuberosus*) مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج در جدول ۲ نشان داده شد. نتایج نشان داد میانگین طول برگ ۱۵/۶۴ سانتی‌متر، عرض برگ ۷/۲۳ سانتی‌متر، تعداد برگ در بوته ۳۱/۷۷، وزن تر اندام هوایی ۱۰۰/۷۶ گرم، وزن خشک اندام هوایی ۷/۷۰ گرم، کلروفیل a ۱۷/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، کلروفیل b ۵/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، مجموع کلروفیل a و b ۲۳/۳۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، کارتنوئید ۱۸۴/۳۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، فنل ۵۳۰/۳۹ میلی‌گرم بر گرم عصاره و آنتی‌اکسیدان ۶۲ درصد بود. همانطور که مشاهده می‌شود بیش‌ترین ضریب تغییرات برای صفات مورفولوژیکی مربوط به وزن تر و خشک اندام هوایی و تعداد برگ در بوته بود، در حالی‌که کمترین ضریب تغییرات مربوط به طول

برگ بود. علاوه بر این، بیش‌ترین ضریب تغییرات برای صفات فیتوشیمیایی مهم مربوط به کلروفیل b و فنل و کمترین مربوط به کلروفیل a بود.

## صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی در گلخانه

همچنین میانگین، حداکثر، حداقل و ضریب تغییرات پنج صفت مورفولوژیکی مهم در دوران رشد رویشی و شش صفت مهم فیتوشیمیایی برای پنج گونه از جنس *Rumex* (*R. pulcher*, *R. crispus*, *R. tuberosus*) مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج حاصل در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد میانگین طول برگ ۱۲/۳۹ سانتی‌متر، عرض برگ ۶/۸۱ سانتی‌متر، تعداد برگ در بوته ۱۸، وزن تر اندام هوایی ۲۵/۳۰ گرم، وزن خشک اندام هوایی ۲/۷۷ گرم، کلروفیل a ۱۸/۶۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، کلروفیل b ۴/۲۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، مجموع کلروفیل a و b ۲۲/۶۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، کارتنوئید ۱۸۱/۶۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، فنل ۴۹۸/۰۳ میلی‌گرم بر گرم عصاره و آنتی‌اکسیدان ۵۳ درصد بود.

جدول ۲. آمار توصیفی صفات کمی پنج گونه و ۱۴ جمعیت از ترشک‌های مورد مطالعه در مزرعه.

Table 2. Descriptive statistics of the quantitative traits of five species and 14 populations of studied *Rumex* in the farm.

Populations	LL (cm)	LW (cm)	NL	FW (g)	DW (g)	Chl.a (mg/g F.W.)	Chl.b (mg/g F.W.)	Chl.a + Chl.b (mg/g F.W.)	Car (mg/g F.W.)	Phenol (mg/g extract)	Antioxidant (%)
PM <sub>1</sub>	14.38	6.18	9.67	18.25	2.19	08.06	4.84	22.90	128.88	494.49	0.70
PM <sub>2</sub>	13.73	8.68	15.33	39.50	3.15	20.24	6.32	26.56	215.93	486.95	0.65
PM <sub>3</sub>	7.42	4.57	11.83	11.67	1.16	18.28	4.67	22.95	170.08	370.89	0.49
PM <sub>4</sub>	16.10	8.53	15.25	53.17	6.08	20.77	6.03	26.81	202.65	531.53	0.65
PM <sub>5</sub>	15.34	6.27	53.92	155.75	7.24	17.89	6.65	24.55	190.61	596.12	0.68
PM <sub>6</sub>	16.99	10.78	9.92	49.33	5.98	15.95	4.20	20.14	159.51	627.26	0.74
PM <sub>7</sub>	9.05	3.94	26.50	25.67	3.01	16.12	4.08	20.20	148.17	325.98	0.50
PM <sub>8</sub>	13.98	7.29	14.17	62.57	5.86	12.57	9.38	21.95	129.09	532.84	0.63
PM <sub>9</sub>	19.18	9	36.08	176.58	11.91	18.29	4.23	22.51	177.35	507.93	0.58
PM <sub>10</sub>	22.16	9.93	38.08	187.17	15.81	17.42	3.62	21.04	192.20	555.79	0.65
PA <sub>11</sub>	16.54	6.53	73.92	207.50	15.21	20.64	4.92	25.56	221.18	447.93	0.62
PA <sub>12</sub>	17.54	6.87	72.25	203.83	12.07	17.35	5.08	22.43	219.94	373.84	0.36
PA <sub>13</sub>	14.89	4.40	50.33	147.33	8.55	20.50	6.42	26.92	244.44	627.59	0.72
PA <sub>14</sub>	21.61	8.28	20.50	63.42	9.53	17.25	3.74	20.99	181.46	944.93	0.72
Mean	15.64	7.23	31.77	100.14	7.70	17.89	5.24	23.13	184.39	530.29	0.62
Min.	4.8	2.4	5	8	0.50	2.11	0.86	2.38	58.11	282.38	0.20
Max.	28.5	15	92	301	30.63	24.13	11.62	32.34	283.58	1210.80	0.87
SD	4.75	2.38	23.30	76.23	5.58	2.97	1.79	3.41	40.47	165.51	0.12
CV (%)	30.37	32.91	73.33	76.12	72.46	16.6	34.16	14.74	21.94	31.21	19.35

LL (طول برگ)، LW (عرض برگ)، NL (تعداد برگ در بوته)، FW (وزن تر)، DW (وزن خشک)، Chl.a (کلروفیل a)، Chl.b (کلروفیل b)، Chl.a + Chl.b (کلروفیل a + کلروفیل b)، Car (کلروفیل b)، Anti (کارتنوئید)، Antioxidant (آنتی‌اکسیدان).

LL (Leaf length), LW (Leaf width), NL (Number of leaves per plant), FW (Fresh weight), DW (Dry weight), Chl.a (Chlorophyll a), Chl.b (Chlorophyll b), Chl.a + Chl.b (Chlorophyll a + Chlorophyll b), Car (Carotenoid), Anti (Antioxidant).

بالا، فرم‌های رشدی مطلوب، مقاومت و غیره با هدف ارائه محصول جدید و بهتر به صنعت و هم‌چنین به کشاورزی، نیاز به روش اصلاحی در طول دوره اهلی‌سازی می‌باشد (Hadian *et al.*, 2011).

مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی ۱۴ جمعیت از پنج گونه ترشک تحت شرایط مزرعه و گلخانه در جدول‌های ۴ و ۵ مشاهده می‌شود که بین گونه‌های مختلف جنس *Rumex* و جمعیت‌های مختلف درون هر گونه مورد مطالعه در مزرعه تفاوت معنی‌داری وجود داشت، در حالی‌که بین گونه‌های مختلف در گلخانه تنها از لحاظ طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ در بوته، وزن تر، وزن خشک، فنل و آنتی‌اکسیدان تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۶). اما بین پنج گونه مورد مطالعه از لحاظ سایر صفات تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۷). همان‌طور که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود تفاوت معنی‌داری بین پنج گونه‌ی *Rumex* در مزرعه وجود داشت. نتایج این داده‌ها نشان داد بیش‌ترین مقدار برای طول برگ (۱۸/۲۵ سانتی متر) در *R. crispus* مشاهده شد، درحالی‌که کمترین مقدار این صفت متعلق به *R. tuberosus* (۸/۲۳ cm) بود.

بدین ترتیب بیش‌ترین ضریب تغییرات برای صفات مورفولوژیکی مربوط به وزن تر، وزن خشک و تعداد برگ در بوته بود، در حالی‌که کمترین ضریب تغییرات مربوط به صفت طول برگ بود. علاوه بر این، بیش‌ترین و کم‌ترین ضریب تغییرات برای صفات فیتوشیمیایی مهم به ترتیب مربوط به فنل و کلروفیل a بود. نتایج به دست آمده مطابق با نتایج حاصل از کشت ترشک‌ها در مزرعه بود. توجه به این نکته حائز اهمیت است که جمع‌آوری ژرم پلاسما از نواحی مختلف به ویژه گیاهان ناهمگن، می‌تواند اولین گام در اصلاح برای بهبود گیاه باشد (Nelson, 2011). جمعیت‌های مورد مطالعه با توجه به تجزیه و تحلیل یک طرفه از لحاظ صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی بسیار متنوع بودند. با توجه به تنوع مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی جمعیت‌ها، مجموعه‌های ژرم پلاسما می‌توانند به عنوان یک منبع مهم برای اصلاح گران گیاه، مورد استفاده قرار گیرند (Andini *et al.*, 2011). علاوه بر این، مجموعه‌های ژرم پلاسما به عنوان منبعی برای بهبود ژنتیکی گونه‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و این ارزیابی یک پیش نیاز ضروری برای استفاده از آنها در اصلاح می‌باشد (Liang *et al.*, 2010) به طور کلی مشخص گردید برای دستیابی به رقم‌های همگن با خصوصیات کشاورزی مناسب، یعنی عملکرد

جدول ۳. آمار توصیفی صفات کمی پنج گونه و ۱۴ جمعیت از ترشک‌های مورد مطالعه در گلخانه.

Table 3. Descriptive statistics of the quantitative traits of five species and 14 populations of studied *Rumex* in the greenhouse.

Populations	LL (cm)	LW (cm)	NL	FW (g)	DW (g)	Chl.a (mg/g F.W.)	Chl.b (mg/g F.W.)	Chl.a + Chl.b (mg/g F.W.)	Car (mg/g F.W.)	Phenol (mg/g extract)	Antioxidant (%)
PM <sub>1</sub>	15.11	6.57	24.25	20.25	3.64	18.73	4.09	22.81	170.64	521.36	0.57
PM <sub>2</sub>	12.87	7.55	11.25	20.25	1.69	21.50	4.18	25.68	213.03	566.18	0.56
PM <sub>3</sub>	5.94	3.82	12.50	19.08	1.97	14.45	4.89	18.79	140.59	276.15	0.36
PM <sub>4</sub>	10.63	6.94	19.50	35.62	3.84	17.33	4.09	21.31	171.88	449.36	0.51
PM <sub>5</sub>	11.83	9.24	8.25	10.50	0.85	21.65	4.80	26.38	209.24	543.99	0.59
PM <sub>6</sub>	16.23	9.67	7.75	24	1.80	16.61	3.50	20.12	159.33	383.68	0.62
PM <sub>7</sub>	7.68	4.92	13.50	20.35	2.54	13.90	5.41	19.07	152.40	282.57	0.40
PM <sub>8</sub>	13.12	6.94	8.75	18	1.64	18.82	4.09	22.91	191.07	504.64	0.53
PM <sub>9</sub>	9.98	6.57	6.50	14.75	1.75	20.48	4.22	24.70	213.09	736.75	0.48
PM <sub>10</sub>	31.51	5.9	15.75	22.25	2.37	21.18	4.36	25.54	213.98	575.46	0.56
PA <sub>11</sub>	10.72	6.4	23.75	14.71	3.41	18.78	3.65	22.44	177.76	481.04	0.50
PA <sub>12</sub>	11.84	6.73	43.75	41.75	4.11	18.51	5.04	23.56	186.15	344.33	0.50
PA <sub>13</sub>	12.74	6.63	45.25	59.25	5.08	17.50	3.66	21.17	172.59	536.12	0.62
PA <sub>14</sub>	20.78	7.35	7.50	31.25	3.38	18.89	3.83	22.72	172.22	625.13	0.63
Mean	12.39	6.81	18	25.30	2.77	18.46	4.25	22.65	181.62	489.03	0.53
Min	3.93	3.82	6	1.28	0.46	9.33	20.1	11.34	93.58	202.98	0.22
Max	22.96	9.67	65	92	9	27.36	9.69	35.89	300.92	1029.83	0.93
SD	3.79	1.54	13.63	17.97	1.93	3.52	1.13	4.37	42.50	156.97	0.12
CV (%)	3.58	51.29	75.72	71.02	69.67	17.6	26.58	19.29	23.4	32.09	22.64

LL (طول برگ)، LW (عرض برگ)، NL (تعداد برگ در بوته)، FW (وزن تر)، DW (وزن خشک)، Chl.a (کلروفیل a)، Chl.b (کلروفیل b)، Chl.a + Chl.b (کلروفیل a + کلروفیل b)، Car (کاروتنوئید)، Anti (آنتی‌اکسیدان).

LL (Leaf length), LW (Leaf width), NL (Number of leaves per plant), FW (Fresh weight), DW (Dry weight), Chl.a (Chlorophyll a), Chl.b (Chlorophyll b), Chl.a + Chl.b (Chlorophyll a + Chlorophyll b), Car (Carotenoid), Anti (Antioxidant).

دیگر، در شرایط یکسان مزرعه و گلخانه برای گونه *R. cholepensis* طول برگ از ۱۳/۹۷ تا ۱۹/۱۷ سانتی‌متر در مزرعه و از ۹/۹۷ تا ۱۵/۱۰ در گلخانه و برای *R. kandavanicus* در مزرعه این پارامتر از ۱۳/۷۳ تا ۲۲/۱۵ و در گلخانه از ۱۲/۸۶ تا ۱۳/۵۰ متغیر بود. همچنین تنوع بین جمعیت‌ها در گونه‌های دیگر در شرایط مزرعه قابل مشاهده بود، اما در شرایط گلخانه بین جمعیت داخل هر گونه تفاوت چندانی مشاهده نشد و فقط از لحاظ تعداد محدودی از صفات، تنوع نشان دادند. سهم واریانس ژنتیکی در تغییرات فنوتیپی برای صفات مختلف متفاوت است و میزان کنترل ژنتیکی بر روی یک صفت می‌تواند در بین جمعیت‌های یک گونه متفاوت باشد (Talavera et al., 2013).

بر اساس مطالعات Talavera et al. (2012) مشخص گردید یکسری صفات خاص می‌توانند در مناطق مختلف از نظر ژنتیکی ثابت بمانند. همچنین با توجه به سطوح پایین تنوع در اکثر صفات مورد مطالعه‌ی گونه *R. pulcher* در شرایط یکسان مزرعه و گلخانه می‌توان این‌گونه بیان داشت که فرسایش ژنتیکی ممکن است خطر انقراض را برای این جمعیت افزایش دهد (Bruschi et al., 2003). تنوع ژنتیکی کاهش یافته در این جمعیت ممکن است نتیجه رانش ژنتیکی باشد. در نسل‌های بعدی از بین رفتن هتروزیگوتی که ناشی از رانش ژنتیکی و خود گشنی است، می‌تواند منجر به کاهش سازگاری در فرآیند دورگ‌گیری بین گونه‌ها شود (Dumolin-Lapegue, 1997). صفت وزن خشک در گونه *R. crispus* و عرض برگ در گونه *R. tuberosus* در شرایط یکسان مزرعه و گلخانه برای این دو گونه دارای تفاوت معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد با یکسان شدن شرایط محیطی و از بین رفتن سهم واریانس محیطی، تفاوت‌های مورفولوژیکی ایجاد شده در نتیجه تنوع ژنتیکی است (Jeelani et al., 2017). قرن‌هاست برگ‌های تازه و جوان برخی گونه‌های ترشک توسط روستائیان جزیره ایسلند جهت تهیه سوپ یا به عنوان سبزی‌های جانبی و سالاد خام مصرف می‌شود (Silva, 2013). همین‌طور در مناطق مختلف در ایران از این سبزی وحشی برای مصارف دارویی و خوراکی

بیش‌ترین مقدار عرض برگ به ترتیب مربوط به *R. cholepensis*، *R. kandavanicus* و *R. pulcher* بود. گونه *R. tuberosus* کم‌ترین مقدار را در بین گونه‌ها نشان داد. در حالی که بیش‌ترین تعداد برگ به ترتیب در گونه‌های *R. kandavanicus*، *R. crispus* و *R. pulcher* مشاهده شد. توزیع طول برگ و تعداد برگ در بین گونه‌ها متفاوت بود. زیرا سه گونه *R. pulcher*، *R. kandavanicus* و *R. crispus* بیش‌ترین مقدار طول برگ و تعداد برگ را داشتند، در حالی که دو گونه *R. cholepensis* و *R. tuberosus* کم‌ترین تعداد برگ را دارا بودند. نتایج بدست آمده در شرایط یکسان گلخانه نشان داد سه گونه *R. kandavanicus*، *R. cholepensis* و *R. crispus* به ترتیب دارای بیش‌ترین تعداد برگ بودند، در حالی که گونه *R. pulcher* کم‌ترین تعداد برگ را داشت (جدول ۸). پس می‌توان نتیجه گرفت که علت تولید برگ کم‌تر در *R. cholepensis* و *R. tuberosus* می‌تواند به این دلیل باشد که این دو گونه در مناطق نیمه خشک و با تنش آبی رشد می‌کنند و این می‌تواند دلیل خوبی برای تولید برگ کم‌تر در آن‌ها نسبت به گیاهان رشد یافته در مناطق مرطوب باشد (Farris & Schaal, 1983). نتایج بررسی‌ها نشان داد بیش‌ترین وزن تر و وزن خشک در مزرعه و گلخانه مربوط به گونه‌های *R. pulcher* و *R. crispus* بود. می‌توان نتیجه گرفت که افزایش این دو صفت می‌تواند به دلیل شرایط مختلف آب و هوایی حاکم بر این جمعیت‌ها باشد (Butcher et al., 2009).

تفاوت بین جمعیت‌های مختلف درون هر گونه، براساس آنالیز ۱۱ صفت مختلف مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی در مزرعه، معنی‌دار بود (جدول ۴)، اما همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود در گلخانه جمعیت‌های متعلق به یک گونه برای اکثر صفات مورد مطالعه دارای تفاوت معنی‌دار نبودند و جمعیت‌های داخل هر گونه فقط به لحاظ تعداد محدودی از صفات تفاوت معنی‌داری را داشتند. به عنوان مثال صفت طول برگ در هر دو مکان مورد بررسی در بین دو جمعیت‌های مختلف دو گونه *R. cholepensis* و *R. kandavanicus* دارای تفاوت معنی‌دار بودند. به عبارت



فیتوشیمیایی نسبت به سایر گونه‌ها دارای کم‌ترین میزان بود. همچنین *R. crispus* و *R. pulcher* دارای محتوای بالای کلروفیل a، مجموع کلروفیل a و b و کارتنوئید بودند و گونه *R. kandavanicus* بعد از *R. crispus* دارای بیش‌ترین میزان فنل و آنتی‌اکسیدان بود. گیاهان تیره Polygonacea از جمله ترشک دارای تعداد زیادی متابولیت‌های ثانویه بیولوژیکی مهم از جمله آنتراکینون‌ها، نفتالین‌ها، استروئیدها، گلیکوزیدها و اسیدهای فنولیک هستند (Jeelani et al., 2017). همانطور که گفته شد تنوع ژنتیکی نسبتاً زیادی در بین جمعیت‌ها و گونه‌های مورد مطالعه *Rumex* دیده شد. توزیع تنوع ژنتیکی در داخل و در میان جمعیت‌ها تابعی از میزان جریان ژن بین آنها می‌باشد و میزان جریان ژن در یک گونه به توزیع زیستگاه‌های طبیعی آنها، اندازه و میزان ایزوله کردن جمعیت‌ها و حرکت دانه گرده و بذرها بین جمعیت‌ها بستگی دارد که در صورت حفظ یا افزایش اندازه جمعیت، حفظ پتانسیل تکاملی آنها امکان پذیر است (Bruschi et al., 2003).

استفاده‌های گوناگونی می‌شود. با این وجود ترکیب این سبزی‌های برگ‌ی وحشی به طور کامل شناخته نشده و مطالعات محدودی در این باره انجام گرفته (Tavares et al., 2010). بنابراین مطالعه ابتدایی جهت تعیین ترکیبات فیتوشیمیایی گونه‌های مختلف ترشک در ایران ضروری می‌باشد. بر اساس آنالیزهای انجام‌شده تفاوت معنی داری بین میانگین جمعیت‌های مختلف هر گونه برای صفات فیتوشیمیایی مورد مطالعه در مزرعه مشاهده شد. در عین حال بین جمعیت‌های مختلف هر گونه برای این صفات در شرایط گلخانه تفاوت معنی داری مشاهده نشد و فقط بین جمعیت‌های مختلف دو گونه *R. pulcher* و *R. kandavanicus* از لحاظ محتوای فنل تفاوت معنی دار مشاهده شد. در مزرعه با این اندازه‌گیری‌ها مشخص گردید که گونه *R. crispus* از لحاظ کلیه صفات فیتوشیمیایی مورد بررسی یعنی کلروفیل a، کلروفیل b، مجموع کلروفیل a و b، کارتنوئید، فنل و آنتی‌اکسیدان دارای مقادیر بیشتری بود، در حالی که *R. tuberosus* از لحاظ کلیه صفات

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی ۱۴ جمعیت از پنج گونه ترشک در مزرعه.

Table 4. Mean comparison of morphological and phytochemical traits of 14 populations of five species of *Rumex* in the farm.

Populations	LL (cm)	LW (cm)	NL (-)	FW (g)	DW (g)	Chl.a (mg/g F.W.)	Chl.b (mg/g F.W.)	Chl.a + Chl.b (mg/g F.W.)	Car (mg/g F.W.)	Phenol (mg/g extract)	Antioxidant (%)
<i>R. chalepensis</i>											
PM <sub>1</sub>	14.37 <sup>bc</sup>	6.17 <sup>c</sup>	9.66 <sup>c</sup>	15.25 <sup>d</sup>	2.19 <sup>c</sup>	18.06 <sup>b</sup>	4.83 <sup>c</sup>	22.90 <sup>bc</sup>	128.88 <sup>c</sup>	494.49 <sup>b</sup>	0.69 <sup>a</sup>
PM <sub>4</sub>	16.10 <sup>b</sup>	8.53 <sup>a</sup>	15.25 <sup>c</sup>	53.16 <sup>c</sup>	6.08 <sup>bc</sup>	20.77 <sup>a</sup>	6.03 <sup>b</sup>	26.80 <sup>a</sup>	202.65 <sup>a</sup>	531.53 <sup>ab</sup>	0.65 <sup>bc</sup>
PM <sub>5</sub>	15.33 <sup>bc</sup>	6.26 <sup>bc</sup>	53.91 <sup>a</sup>	155.75 <sup>b</sup>	7.23 <sup>b</sup>	17.89 <sup>b</sup>	6.65 <sup>b</sup>	24.54 <sup>b</sup>	190.61 <sup>ab</sup>	596.12 <sup>a</sup>	0.68 <sup>ab</sup>
PM <sub>8</sub>	13.97 <sup>c</sup>	7.29 <sup>b</sup>	14.16 <sup>c</sup>	62.75 <sup>c</sup>	5.85 <sup>bc</sup>	12.57 <sup>c</sup>	9.38 <sup>a</sup>	21.95 <sup>c</sup>	129.09 <sup>c</sup>	532.84 <sup>ab</sup>	0.62 <sup>c</sup>
PM <sub>9</sub>	19.17 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	36.08 <sup>b</sup>	166.58 <sup>a</sup>	11.91 <sup>a</sup>	18.28 <sup>b</sup>	4.22 <sup>c</sup>	22.51 <sup>c</sup>	177.35 <sup>b</sup>	507.93 <sup>b</sup>	0.57 <sup>d</sup>
<i>R. kandavanicus</i>											
PM <sub>2</sub>	13.73 <sup>c</sup>	8.68 <sup>b</sup>	15.33 <sup>b</sup>	39.50 <sup>b</sup>	3.15 <sup>b</sup>	20.23 <sup>a</sup>	6.32 <sup>a</sup>	26.55 <sup>a</sup>	215.93 <sup>a</sup>	486.95 <sup>b</sup>	0.64 <sup>b</sup>
PM <sub>6</sub>	16.99 <sup>b</sup>	10.78 <sup>a</sup>	9.91 <sup>b</sup>	49.33 <sup>b</sup>	5.98 <sup>b</sup>	15.94 <sup>a</sup>	4.19 <sup>b</sup>	20.14 <sup>b</sup>	159.51 <sup>c</sup>	627.26 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>
PM <sub>10</sub>	22.15 <sup>a</sup>	9.93 <sup>a</sup>	35.08 <sup>a</sup>	187.16 <sup>a</sup>	15.80 <sup>a</sup>	17.42 <sup>b</sup>	3.61 <sup>a</sup>	21.03 <sup>b</sup>	192.20 <sup>b</sup>	555.79 <sup>b</sup>	0.65 <sup>b</sup>
<i>R. pulcher</i>											
PA <sub>11</sub>	16.54 <sup>a</sup>	6.52 <sup>a</sup>	73.91 <sup>a</sup>	207.50 <sup>a</sup>	15.20 <sup>a</sup>	20.63 <sup>a</sup>	4.92 <sup>a</sup>	25.55 <sup>a</sup>	221.18 <sup>a</sup>	447.93 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>
PA <sub>12</sub>	16.54 <sup>a</sup>	6.86 <sup>a</sup>	42.25 <sup>a</sup>	203.83 <sup>a</sup>	12.07 <sup>a</sup>	17.34 <sup>b</sup>	5.08 <sup>a</sup>	22.43 <sup>b</sup>	219.93 <sup>a</sup>	373.84 <sup>b</sup>	0.36 <sup>b</sup>
<i>R. crispus</i>											
PA <sub>13</sub>	14.89 <sup>b</sup>	4.40 <sup>b</sup>	50.33 <sup>a</sup>	147.33 <sup>a</sup>	8.55 <sup>a</sup>	20.49 <sup>a</sup>	6.41 <sup>a</sup>	26.91 <sup>a</sup>	244.44 <sup>a</sup>	627.59 <sup>b</sup>	0.72 <sup>a</sup>
PA <sub>14</sub>	21.60 <sup>a</sup>	8.28 <sup>a</sup>	20.50 <sup>b</sup>	63.41 <sup>b</sup>	9.52 <sup>a</sup>	17.25 <sup>b</sup>	3.73 <sup>b</sup>	20.98 <sup>b</sup>	181.46 <sup>b</sup>	944.93 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>
<i>R. tuberosus</i>											
PM <sub>3</sub>	7.41 <sup>b</sup>	4.56 <sup>a</sup>	11.83 <sup>b</sup>	11.66 <sup>b</sup>	1.15 <sup>b</sup>	18.28 <sup>a</sup>	4.67 <sup>a</sup>	22.95 <sup>a</sup>	170.08 <sup>a</sup>	370.89 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>
PM <sub>7</sub>	9.04 <sup>a</sup>	3.94 <sup>a</sup>	26.50 <sup>a</sup>	25.66 <sup>a</sup>	3.01 <sup>a</sup>	16.11 <sup>b</sup>	4.08 <sup>a</sup>	20.20 <sup>b</sup>	148.17 <sup>b</sup>	325.98 <sup>b</sup>	0.49 <sup>a</sup>

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

LL(طول برگ)، LW(عرض برگ)، NL(تعداد برگ در بوته)، FW(وزن تر)، DW(وزن خشک)، Chl.a(کلروفیل a)، Chl.b(کلروفیل b)، Chl.a + Chl.b(کلروفیل a + کلروفیل b)، Car(کارتنوئید)، Anti(آنتی‌اکسیدان).

In each column, means followed by at least a common letter, are not significantly difference at 5 percent probability level.

LL (Leaf length), LW(Leaf width), NL(Number of leaves per plant), FW (Fresh weight), DW (Dry weight), Chl.a (Chlorophyll a), Chl.b (Chlorophyll b), Chl.a + Chl.b (Chlorophyll a+ Chlorophyll b), Car (Carotenoid), Anti (Antioxidant).

## جدول ۵. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی پنج گونه ترشک در مزرعه.

Table 5. Mean comparison of morphological traits of five species of *Rumex* in the farm.

Traits	<i>R. chalepensis</i>	<i>R. kandavanicus</i>	<i>R. pulcher</i>	<i>R. crispus</i>	<i>R. tuberosus</i>
LL	15.79 <sup>b</sup>	17.63 <sup>ab</sup>	17.04 <sup>ab</sup>	18.25 <sup>a</sup>	8.23 <sup>c</sup>
LW	7.45 <sup>b</sup>	9.80 <sup>a</sup>	6.69 <sup>bc</sup>	6.34 <sup>c</sup>	4.25 <sup>d</sup>
NL	25.82 <sup>c</sup>	20.11 <sup>c</sup>	73.08 <sup>a</sup>	35.42 <sup>b</sup>	19.17 <sup>c</sup>
FW	93.30 <sup>b</sup>	92 <sup>b</sup>	205.67 <sup>a</sup>	105.38 <sup>b</sup>	18.67 <sup>c</sup>
DW	17.51 <sup>bc</sup>	17.87 <sup>b</sup>	18.99 <sup>a</sup>	18.87 <sup>a</sup>	17.19 <sup>c</sup>
Chl.a	6.22 <sup>a</sup>	4.71 <sup>bc</sup>	5 <sup>b</sup>	5.07 <sup>b</sup>	4.37 <sup>c</sup>
Chl.b	23.74 <sup>a</sup>	22.58 <sup>b</sup>	23.99 <sup>a</sup>	23.95 <sup>a</sup>	21.57 <sup>c</sup>
Chl.t	165.72 <sup>c</sup>	189.22 <sup>b</sup>	220.56 <sup>a</sup>	212.95 <sup>a</sup>	159.13 <sup>c</sup>
Phenol	532.58 <sup>b</sup>	556.67 <sup>b</sup>	410.89 <sup>c</sup>	786.26 <sup>a</sup>	348.44 <sup>d</sup>
Anti	0.64 <sup>b</sup>	0.67 <sup>b</sup>	0.4916 <sup>c</sup>	0.72 <sup>a</sup>	0.4933 <sup>c</sup>

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

LL (طول برگ)، LW (عرض برگ)، NL (تعداد برگ در بوته)، FW (وزن تر)، DW (وزن خشک)، Chl.a (کلروفیل a)، Chl.b (کلروفیل b)، Chl.a + Chl.b (کلروفیل a + کلروفیل b)، Car (کاروتنوئید)، Anti (آنتی‌اکسیدان).

In each column, means followed by at least a common letter, are not significantly difference at 5 percent probability level.

LL (Leaf length), LW (Leaf width), NL (Number of leaves per plant), FW (Fresh weight), DW (Dry weight), Chl.a (Chlorophyll a), Chl.b (Chlorophyll b), Chl.a + Chl.b (Chlorophyll a + Chlorophyll b), Car (Carotenoid), Anti (Antioxidant).

## جدول ۶. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی ۱۴ جمعیت از پنج گونه ترشک در گلخانه.

Table 6. Mean comparison of morphological and phytochemical traits of 14 populations of five species of *Rumex* in the greenhouse.

Populations	LL	LW	NL	FW	DW	Chl.a	Chl.b	Chl.t	Car	Phenol	Anti
<i>R. chalepensis</i>											
PM <sub>1</sub>	15.10 <sup>a</sup>	6.57 <sup>a</sup>	24.25 <sup>a</sup>	20.25 <sup>b</sup>	3.63 <sup>ab</sup>	18.72 <sup>ab</sup>	4.08 <sup>a</sup>	22.81 <sup>a</sup>	170.64 <sup>a</sup>	521.36 <sup>b</sup>	0.57 <sup>a</sup>
PM <sub>4</sub>	11.80 <sup>bc</sup>	6.94 <sup>a</sup>	21.25 <sup>a</sup>	39.75 <sup>a</sup>	4.31 <sup>a</sup>	18.04 <sup>b</sup>	3.88 <sup>a</sup>	21.93 <sup>a</sup>	170.79 <sup>a</sup>	492.67 <sup>b</sup>	0.55 <sup>ab</sup>
PM <sub>5</sub>	11.83 <sup>bc</sup>	9.24 <sup>a</sup>	8.25 <sup>b</sup>	10.50 <sup>b</sup>	0.84 <sup>c</sup>	21.65 <sup>a</sup>	4.79 <sup>a</sup>	26.38 <sup>a</sup>	209.25 <sup>a</sup>	543.99 <sup>b</sup>	0.59 <sup>a</sup>
PM <sub>8</sub>	13.12 <sup>ab</sup>	6.94 <sup>a</sup>	8.75 <sup>b</sup>	18 <sup>b</sup>	1.63 <sup>bc</sup>	18.82 <sup>ab</sup>	4.08 <sup>a</sup>	22.91 <sup>a</sup>	191.07 <sup>a</sup>	504.64 <sup>b</sup>	0.53 <sup>ab</sup>
PM <sub>9</sub>	9.97 <sup>c</sup>	6.75 <sup>a</sup>	6.50 <sup>b</sup>	14.75 <sup>b</sup>	1.74 <sup>bc</sup>	20.48 <sup>ab</sup>	4.21 <sup>a</sup>	24.70 <sup>a</sup>	213.09 <sup>a</sup>	736.75 <sup>a</sup>	0.48 <sup>b</sup>
<i>R. kandavanicus</i>											
PM <sub>2</sub>	12.86 <sup>b</sup>	7.55 <sup>a</sup>	11.25 <sup>ab</sup>	20.25 <sup>a</sup>	1.69 <sup>a</sup>	21.50 <sup>a</sup>	4.18 <sup>a</sup>	25.68 <sup>a</sup>	213.03 <sup>a</sup>	566.18 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>
PM <sub>6</sub>	16.23 <sup>a</sup>	9.67 <sup>a</sup>	7.75 <sup>b</sup>	24 <sup>a</sup>	1.580 <sup>a</sup>	16.61 <sup>a</sup>	3.50 <sup>a</sup>	20.11 <sup>a</sup>	159.33 <sup>a</sup>	383.68 <sup>b</sup>	0.62 <sup>a</sup>
PM <sub>10</sub>	13.50 <sup>b</sup>	5.9 <sup>b</sup>	15.75 <sup>a</sup>	22.25 <sup>a</sup>	2.37 <sup>a</sup>	21.18 <sup>a</sup>	4.35 <sup>a</sup>	25.54 <sup>a</sup>	213.98 <sup>a</sup>	575.46 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>
<i>R. pulcher</i>											
PA <sub>11</sub>	10.02 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	25.75 <sup>a</sup>	12.82 <sup>a</sup>	3.67 <sup>a</sup>	18.18 <sup>a</sup>	3.48 <sup>a</sup>	21.66 <sup>a</sup>	168.71 <sup>a</sup>	457.44 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>
PA <sub>12</sub>	11.83 <sup>a</sup>	6.73 <sup>b</sup>	43.75 <sup>a</sup>	41.75 <sup>a</sup>	4.10 <sup>a</sup>	18.51 <sup>a</sup>	5.04 <sup>a</sup>	23.55 <sup>a</sup>	186.15 <sup>a</sup>	344.33 <sup>b</sup>	0.49 <sup>a</sup>
<i>R. crispus</i>											
PA <sub>13</sub>	12.73 <sup>b</sup>	6.63 <sup>a</sup>	45.25 <sup>a</sup>	59.25 <sup>a</sup>	5.08 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	21.16 <sup>a</sup>	172.59 <sup>a</sup>	536.1 <sup>a</sup>	0.62 <sup>a</sup>
PA <sub>14</sub>	20.78 <sup>a</sup>	7.35 <sup>a</sup>	7.50 <sup>b</sup>	31.25 <sup>a</sup>	3.38 <sup>a</sup>	18.89 <sup>a</sup>	3.82 <sup>a</sup>	22.71 <sup>a</sup>	172.22 <sup>a</sup>	625.1 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>
<i>R. tuberosus</i>											
PM <sub>3</sub>	5.94 <sup>a</sup>	3.82 <sup>a</sup>	12.50 <sup>a</sup>	16.08 <sup>a</sup>	1.97 <sup>a</sup>	14.44 <sup>a</sup>	4.89 <sup>a</sup>	18.78 <sup>a</sup>	140.59 <sup>a</sup>	276.15 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>
PM <sub>7</sub>	7.68 <sup>a</sup>	4.92 <sup>a</sup>	13.50 <sup>a</sup>	20.34 <sup>a</sup>	2.53 <sup>a</sup>	13.90 <sup>a</sup>	5.40 <sup>a</sup>	19.06 <sup>a</sup>	152.40 <sup>a</sup>	282.57 <sup>a</sup>	0.39 <sup>a</sup>

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

LL (طول برگ)، LW (عرض برگ)، NL (تعداد برگ در بوته)، FW (وزن تر)، DW (وزن خشک)، Chl.a (کلروفیل a)، Chl.b (کلروفیل b)، Chl.a + Chl.b (کلروفیل a + کلروفیل b)، Car (کاروتنوئید)، Anti (آنتی‌اکسیدان).

In each column, means followed by at least a common letter, are not significantly difference at 5 percent probability level.

LL (Leaf length), LW (Leaf width), NL (Number of leaves per plant), FW (Fresh weight), DW (Dry weight), Chl.a (Chlorophyll a), Chl.b (Chlorophyll b), Chl.a + Chl.b (Chlorophyll a + Chlorophyll b), Car (Carotenoid), Anti (Antioxidant).

## جدول ۷. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی پنج گونه ترشک مورد مطالعه در گلخانه.

Table 7. Mean comparison of morphological traits of five species of studied *Rumex* in the farm.

Traits	<i>R. chalepensis</i>	<i>R. kandavanicus</i>	<i>R. pulcher</i>	<i>R. crispus</i>	<i>R. tuberosus</i>
LL	12.36 <sup>c</sup>	14.20 <sup>b</sup>	10.92 <sup>c</sup>	16.75 <sup>a</sup>	6.81 <sup>d</sup>
LW	6.54 <sup>a</sup>	6.63 <sup>a</sup>	4.05 <sup>b</sup>	4.51 <sup>b</sup>	2.88 <sup>c</sup>
NL	13.80 <sup>c</sup>	13.58 <sup>c</sup>	34.759 <sup>a</sup>	26.37 <sup>b</sup>	13.45 <sup>c</sup>
FW	20.65 <sup>b</sup>	22.16 <sup>b</sup>	27.285 <sup>b</sup>	45.25 <sup>a</sup>	19.71 <sup>b</sup>
DW	2.43 <sup>bc</sup>	1.95 <sup>c</sup>	3.89 <sup>ab</sup>	4.23 <sup>a</sup>	2.25 <sup>bc</sup>
Chl.a	19.54 <sup>a</sup>	19.76 <sup>a</sup>	18.34 <sup>a</sup>	18.19 <sup>a</sup>	14.17 <sup>b</sup>
Chl.b	4.21 <sup>ab</sup>	4.01 <sup>b</sup>	4.26 <sup>ab</sup>	3.74 <sup>b</sup>	5.15 <sup>a</sup>
Chl.t	23.74 <sup>a</sup>	23.77 <sup>a</sup>	22.60 <sup>ab</sup>	21.94 <sup>ab</sup>	18.92 <sup>b</sup>
Car	192.75 <sup>a</sup>	195.45 <sup>a</sup>	177.43 <sup>ab</sup>	172.40 <sup>ab</sup>	146.50 <sup>b</sup>
Phenol	559.88 <sup>a</sup>	508.44 <sup>a</sup>	400.89 <sup>b</sup>	580.62 <sup>a</sup>	279.36 <sup>c</sup>
Anti	0.54 <sup>ab</sup>	0.58 <sup>ab</sup>	0.49 <sup>b</sup>	0.62 <sup>a</sup>	0.37 <sup>c</sup>

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

LL (طول برگ)، LW (عرض برگ)، NL (تعداد برگ در بوته)، FW (وزن تر)، DW (وزن خشک)، Chl.a (کلروفیل a)، Chl.b (کلروفیل b)، Chl.a + Chl.b (کلروفیل a + کلروفیل b)، Car (کاروتنوئید)، Anti (آنتی‌اکسیدان).

In each column, means followed by at least a common letter, are not significantly difference at 5 percent probability level.

LL (Leaf length), LW (Leaf width), NL (Number of leaves per plant), FW (Fresh weight), DW (Dry weight), Chl.a (Chlorophyll a), Chl.b (Chlorophyll b), Chl.a + Chl.b (Chlorophyll a + Chlorophyll b), Car (Carotenoid), Anti (Antioxidant).

## همبستگی بین صفات

همبستگی ژنتیکی شبیه به کواریانس است و ضریب همبستگی (r) همان کواریانس استاندارد شده است. همبستگی همیشه راجع به دو صفت متغیر است اگر یکی از صفات تنوع نداشته باشد محاسبه همبستگی بی مورد است (Kenny *et al.*, 2003) همبستگی ساده پیرسون بین ۱۱ صفت مهم مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی تحت شرایط مزرعه و گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۸ و ۹). همانطور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود در شرایط مزرعه طول برگ با عرض برگ (۰/۶۶۹)، تعداد برگ (۰/۲۳۴)، وزن تر اندام هوایی (۰/۴۸۵)، وزن خشک اندام هوایی (۰/۵۶۴)، کارتنوئید (۰/۱۶)، فنل (۰/۴۵۵) و آنتی‌اکسیدان (۰/۲۴۸) همبستگی مثبت و معنی‌دار و با کلروفیل b (۰/۲۱۰-) همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. همچنین بین عرض برگ با وزن خشک اندام هوایی (۰/۲۴۴)، فنل (۰/۲۸۵) و آنتی‌اکسیدان (۰/۲۳) همبستگی مثبت و معنی‌دار و با تعداد برگ (۰/۱۸-) و کلروفیل b (۰/۱۷۴-) همبستگی منفی و معنی‌دار وجود داشت. مطابق با نتایج مطالعه Hadian *et al.* (2011) که بر روی مرزه خوزستان انجام شد، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین طول و عرض برگ با محتوای فنل وجود داشت. این وضعیت حاکی از آن است که بوته‌های بزرگ‌تر حاوی فنل و آنتی‌اکسیدان بیش‌تری می‌باشند. علاوه بر این نتایج نشان داد همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد برگ با وزن تر اندام هوایی (۰/۸۳۲)، وزن خشک اندام هوایی (۰/۵۳۷)، کلروفیل a (۰/۲۰)، مجموع کلروفیل a و b (۰/۱۸۱) و کارتنوئید (۰/۵۲۲) و همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری بین تعداد برگ با فنل (۰/۱۴۹-) و آنتی‌اکسیدان (۰/۲۸-) وجود داشت. بین وزن تر با وزن خشک اندام هوایی (۰/۷۵) و کارتنوئید (۰/۴۵۴) همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. همین‌طور بین وزن خشک با کارتنوئید (۰/۳۲۹) همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد در مزرعه بین کلروفیل a با مجموع کلروفیل a و b (۰/۸۵) و کارتنوئید (۰/۴۶۸) و کلروفیل b با مجموع کلروفیل a و b (۰/۴۸)، مجموع کلروفیل a و

b با کارتنوئید (۰/۴۵۱)، کلروفیل a (۰/۸۵) و کلروفیل b (۰/۴۸) و فنل با آنتی‌اکسیدان (۰/۵۸) همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت. در شرایط یکسان گلخانه طول برگ با عرض برگ (۰/۶۳۲)، وزن تر اندام هوایی (۰/۲۷۳)، کلروفیل a (۰/۲۷۸)، فنل (۰/۳۱۲) و آنتی‌اکسیدان (۰/۵۵) همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد (جدول ۹). همچنین بین عرض برگ با فنل (۰/۳۱۶)، آنتی‌اکسیدان (۰/۴۰۹)، کارتنوئید (۰/۳۲۷) و کلروفیل a (۰/۳۹۱) همبستگی مثبت و معنی‌دار و با کلروفیل b (۰/۲۸۵-) همبستگی منفی و معنی‌دار وجود داشت. همچنین نتایج نشان داد همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد برگ با وزن تر (۰/۶۳۱) و وزن خشک اندام هوایی (۰/۵۵۳) وجود داشت. همچنین بین وزن تر با وزن خشک اندام هوایی (۰/۶۸۸) همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. علاوه بر این بین کلروفیل a با کلروفیل b (۰/۳۹۹)، مجموع کلروفیل a و b (۰/۹۴)، کارتنوئید (۰/۷۲۸)، فنل (۰/۳۷۶) و آنتی‌اکسیدان (۰/۳۶۱) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. همین‌طور نتایج نشان داد بین کلروفیل b با مجموع کلروفیل a و b (۰/۶۲۸) و کارتنوئید (۰/۴۳۳) مجموع کلروفیل a و b با کارتنوئید (۰/۴۵۱) و فنل (۰/۲۶۷)، کارتنوئید با فنل (۰/۳۲۲) و همچنین فنل با آنتی‌اکسیدان (۰/۳۷۷) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی را می‌توان به تغییر در سطح ترکیبات فیتوشیمیایی مانند فلاونوئیدها و اسیدهای فنلیک نسبت داد. برخی مطالعات قبلی گزارش کرده‌اند که بین ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ارتباط و همبستگی معنی‌داری وجود ندارد (Javanmardi *et al.*, 2003). با این حال نتایج برخی از مطالعات نشان داده است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان با سطح فلاونوئید و اسیدهای فنولیک ارتباط مستقیمی دارد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج حاصل از پژوهش Firuzi *et al.* (2005) مطابق دارد. در مزرعه بین صفت طول برگ و عرض برگ همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد که این نتیجه مطابق با نتایج (2017) Ngomuo *et al.* روی جوت برگ پنیرکی (*Corchorus olitoruse*) می‌باشد.

جدول ۸. همبستگی ساده پیرسون بین صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی ۱۴ جمعیت از پنج گونه ترشک مزرعه.  
Table 8. Pearson's simple correlation between morphological and phytochemical traits of 14 populations of five species of *Rumex* in the farm.

Traits	LL	LW	NL	FW	DW	Chl.a	Chl.b	Chl.t	Car	Phenol	Anti
LL	1										
LW	0.669**	1									
NL	0.234**	-0.18**	1								
FW	0.485**	0.129	0.832**	1							
DW	0.564**	0.244*	0.537**	0.75**	1						
Chl.a	0.020	-0.063	0.20**	0.139	0.026	1					
Chl.b	-0.210**	-0.174*	0.011	-0.034	-0.137	-0.052	1				
Chl.t	-0.093	-0.146	0.181*	0.103	-0.044	0.85**	0.48**	1			
Car	0.16*	-0.016	0.522**	0.454**	0.329**	0.468**	0.079	0.451*	1		
Phenol	0.455**	0.285**	-0.149*	-0.003	0.165	-0.017	-0.011	-0.020	0.035	1	
Anti	0.248**	0.23**	-0.28**	-0.135	0.073	0.089	0.091	0.125	-0.052	0.58**	1

\*\*\*, \*\*, \* و ns: به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نبود تفاوت معنی دار.

LL(طول برگ)، LW(عرض برگ)، NL(تعداد برگ در بوته)، FW(وزن تر)، DW(وزن خشک)، Chl.a(کلروفیل a)، Chl.b(کلروفیل b)، Chl.a + Chl.b(کلروفیل a + کلروفیل b)، Car(کاروتنوئید)، Anti(آنتی‌اکسیدان).

\*\*\*, \*\*, \*, ns: Significantly difference at 5 and 1% of probability levels, and non-significantly difference, respectively.

LL (Leaf length), LW(Leaf width), NL(Number of leaves per plant), FW (Fresh weight), DW (Dry weight), Chl.a (Chlorophyll a), Chl.b (Chlorophyll b), Chl.a + Chl.b (Chlorophyll a+ Chlorophyll b), Car (Carotenoid), Anti (Antioxidant).

جدول ۹. همبستگی ساده پیرسون بین صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی ۱۴ جمعیت از پنج گونه ترشک گلخانه.  
Table 9. Pearson's simple correlation between morphological and phytochemical traits of 14 populations of five species of *Rumex* in the greenhouse.

Traits	LL	LW	NL	FW	DW	Chl.a	Chl.b	Chl.t	Car	Phenol	Anti
LL	1										
LW	0.632**	1									
NL	0.028**	-0.201**	1								
FW	0.273**	0.002	0.631**	1							
DW	0.173**	-0.034	0.553**	0.668**	1						
Chl.a	0.278*	0.391**	-0.148	0.070	0.012	1					
Chl.b	-0.251	-0.285*	0.079	0.058	-0.041	0.399**	1				
Chl.t	0.183	0.256	-0.141	-0.068	-0.016	0.94**	0.628**	1			
Car	0.162	0.327*	-0.125	-0.047	-0.107	0.728**	0.433**	0.779**	1		
Phenol	0.312*	0.316*	-0.167	-0.105	-0.091	0.376**	-0.244	0.267*	0.322*	1	
Anti	0.55*	0.409**	0.022	0.124	0.060	0.361**	-0.232	0.239	0.141	0.377*	1

LL(طول برگ)، LW(عرض برگ)، NL(تعداد برگ در بوته)، FW(وزن تر)، DW(وزن خشک)، Chl.a(کلروفیل a)، Chl.b(کلروفیل b)، Chl.a + Chl.b(کلروفیل a + کلروفیل b)، Car(کاروتنوئید)، Anti(آنتی‌اکسیدان).

LL (Leaf length), LW(Leaf width), NL(Number of leaves per plant), FW (Fresh weight), DW (Dry weight), Chl.a (Chlorophyll a), Chl.b (Chlorophyll b), Chl.a + Chl.b (Chlorophyll a+ Chlorophyll b), Car (Carotenoid), Anti (Antioxidant).

جمعیت مورد نظر منتقل شوند و همچنین از همبستگی می‌توان برای گزینش غیر مستقیم بهره برد (Brancourt- Hulmel *et al.*, 2005).

#### نتیجه‌گیری کلی

این مطالعه تنوع مورفولوژیکی گسترده‌ای بین گونه‌های *Rumex* در حال رشد طبیعی در ایران را نشان داد. به‌طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد گونه‌ها در طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ، وزن تر و وزن خشک تغییرات زیادی را نشان می‌دهند. همچنین نتایج نشان داد همبستگی معنی‌داری بین صفات مهم مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی وجود داشت. برای مثال در مزرعه بین صفت طول برگ و عرض

این همبستگی مثبت نشان داد این صفات می‌توانند به عنوان شاخصی برای گزینش جمعیت‌ها با عملکرد بالای برگ استفاده شوند. همچنین نتایج نشان داد در مزرعه وزن خشک اندام هوایی با طول و عرض برگ همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. توجه به این نکته ضروری است که وزن و سطح برگ هر دو مقیاس و مقدار مختلفی از اندازه برگ هستند (Niklas *et al.*, 2007). علاوه بر این، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد برگ با وزن تر در مزرعه مشاهده شد. توجه به این نکته مهم است که همبستگی مثبت بین صفات و ارتباط بین آن‌ها باعث توانایی بقا در گیاهان مختلف می‌شود (Mobeen *et al.*, 2015). این صفات به دلیل وراثت پذیری و همبستگی زیاد می‌توانند از طریق اصلاح به

ارائه محصول بهتر برای صنعت و کشاورزی مناسب باشد.

### سپاسگزاری

از آقای مهندس بصیری از دانشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر جمع‌آوری نمونه‌های وحشی ترشک و همچنین از مسئولین دانشگاه تهران به خاطر حمایت مالی برای انجام هرچه بهتر این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

برگ همبستگی مثبت و معنی‌دار بود که این همبستگی مثبت نشان می‌دهد که این صفات می‌توانند به عنوان شاخصی برای گزینش جمعیت‌ها با عملکرد بالای برگ استفاده شوند. ویژگی‌های جالب توجه فارماکولوژی گیاه ترشک، آن را به یک گیاه ارزشمند برای اهلی کردن تبدیل کرده است. در نهایت برای دستیابی به رقم های همگن با ویژگی‌های مطلوب برای کشاورزی، نیاز به روش اصلاحی در طول فرآیند اهلی شدن می‌باشد و این کار می‌تواند با هدف

### REFERENCES

- Alirezaie Noghondar, M., Azizi, M., Neamati, S., Rezvani Moghaddam, P. & Rezazadeh, S. (2016). Variation of some phytochemical compound in shoot and root of *Rumex turcomanicus* Czerep. at different phenological stages. *Journal of Medicinal Plants*, 2 (58), 25-36. (In Farsi).
- Andini, R., Yoshida, S., Yoshida, Y., & Ohsawa, R. (2013). *Amaranthus* genetic resources in Indonesia: morphological and protein content assessment in comparison with worldwide amaranths. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60(7), 2115-2128.
- Bhandari, H. R., Nishant Bhanu, A., Srivastava, K., Singh, M. N., & Shreya, H. A. (2017). Assessment of genetic diversity in crop plants. *An overview. Advances in Plants and Agriculture Research*, 7, 7(3), 279- 286.
- Brancourt-Hulmel, M., Heumez, E., Pluchard, P., Beghin, D., Depatureaux, C., Giraud, A., & Le Gouis, J. (2005). Indirect versus direct selection of winter wheat for low-input or high-input levels. *Crop Science*, 45(4), 1427-1431.
- Bruschi, P., Vendramin, G. G., Bussotti, F., & Grossoni, P. (2003). Morphological and molecular diversity among Italian populations of *Quercus petraea* (Fagaceae). *Annals of Botany*, 91(6), 707-716.
- Butcher, P. A., McDonald, M. W., & Bell, J. C. (2009). Congruence between environmental parameters, morphology and genetic structure in Australia's most widely distributed eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*). *Tree Genetics & Genomes*, 5 (10), 189-210.
- Dumolin-Lapegue, S., Demesure, B., Fineschi, S., Le Come, V., & Petit, R. J. (1997). Phylogeographic structure of white oaks throughout the European continent. *Genetics*, 146(4), 1475-1487.
- Farris, M. A., & Schaal, B. A. (1983). Morphological and genetic variation in ecologically central and marginal populations of *Rumex acetosella* L. (Polygonaceae). *American Journal of Botany*, 70(2), 246-255.
- Firuzi, O., Lacanna, A., Petrucci, R., Marrosu, G., & Saso, L. (2005). Evaluation of the antioxidant activity of flavonoids by "ferric reducing antioxidant power" assay and cyclic voltammetry. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1721(1-3), 174-184.
- Hadian, J., Hossein Mirjalili, M., Reza Kanani, M., Salehnia, A., & Ganjipoor, P. (2011). Phytochemical and morphological characterization of *Satureja khuzistanica* Jamzad populations from Iran. *Chemistry & Biodiversity*, 8(5), 902-915.
- Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E., & Vivanco, J. M. (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chemistry*, 83(4), 547-550.
- Jeelani, S. M., Farooq, U., Gupta, A. P., & Lattoo, S. K. (2017). Phytochemical evaluation of major bioactive compounds in different cytotypes of five species of *Rumex* L. *Industrial Crops and Products*, 109, 897-904.
- Kenny, D. A., Korchmaros, J. D., & Bolger, N. (2003). Lower level mediation in multilevel models. *Psychological Methods*, 8(2), 115.
- Khezri, S. Sh. (2003). *Medicinal plants culture "properties of fruits, plants and vegetables"*. University of Tehran. (In Farsi).
- Lewis, M. J. (2012). Natural product screening: anti-oxidant screen for extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 15, 3-11.
- Liang, Z., Chen, H., Yu, Z., & Zhao, Z. (2010). Comparison of raw and processed *Polygonum multiflorum* Thunb (Heshouwu) by high performance liquid chromatography and mass spectrometry. *Chinese Medicine*, 5(1), 29.

17. Mazid, M., Khan, T. A., & Mohammad, F. (2011). Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants. *Biology and Medicine*, 3(2), 232-249.
18. Mobeen, A., Qurban, A., Sadia, A., Harrem, K., Ali, A., Arfan, A., Tayyab, H. (2015). Estimation of correlation among various morphological traits of *Coronopus didymus*, *Euphorbia helioscopia*, *Cyperus difformis* and *Aristida adscensionis*. *New York Science Journal*, 8(4), 47-52.
19. Nelson, R. L. (2011). Managing self-pollinated germplasm collections to maximize utilization. *Plant Genetic Resources*, 9(1), 123-133.
20. Ngomuo, M., Stoilova, T., Feyissa, T., & Ndakidemi, P. A. (2017). Characterization of morphological diversity of jute mallow (*Corchorus* spp.). *International Journal of Agronomy*, (1):1-12.
21. Niklas, K. J., Cobb, E. D., Niinemets, Ü., Reich, P. B., Sellin, A., Shipley, B., & Wright, I. J. (2007). "Diminishing returns" in the scaling of functional leaf traits across and within species groups. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(21), 8891-8896.
22. Rechinger, K. H. (1982). Satureja. *Flora Desiranischen Hochlandes and der Umrahmenden Gebirge*, 150, 495-504.
23. Şükran, D. E. R. E., GÜNEŞ, T., & Sivaci, R. (1998). Spectrophotometric determination of chlorophyll-a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish Journal of Botany*, 22(1), 13-18.
24. Silva, T. M. P. (2013). *As quintas madeirenses como oferta turística diferenciada*. Ph.D. Thesis. Universidade da Madeira, Portugal.
25. Sun, J., Fan, R., Niklas, K. J., Zhong, Q., Yang, F., Li, M., & Cheng, D. (2017). "Diminishing returns" in the scaling of leaf area vs. dry mass in Wuyi Mountain bamboos, Southeast China. *American Journal of Botany*, 104(7), 993-998.
26. Talavera, M., Navarro-Sampedro, L., Ortiz, P. L., & Arista, M. (2013). Phylogeography and seed dispersal in islands: the case of *Rumex bucephalophorus* subsp. *canariensis* (Polygonaceae). *Annals of Botany*, 111(2), 249-260.
27. Tavares, L., Carrilho, D., Tyagi, M., Barata, D., Serra, A. T., Duarte, C. M. M., & Espírito-Santo, M. D. (2010). Antioxidant capacity of Macaronesian traditional medicinal plants. *Molecules*, 15(4), 2576-2592.
28. Vasas, A., Orbán-Gyapai, O., & Hohmann, J. (2015). The genus *Rumex*: Review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, 175, 198-228.
29. Wegiera, M., Grabarczyk, P., Baraniak, B., & Smolarz, H. D. (2011). Antiradical properties of extracts from roots, leaves and fruits of six *Rumex* L. species. *Acta Biologica Cracoviensia. Series Botanica*, 5(1), 125-131.
30. Zargari, A. (1997). *Medicinal plants*. University of Tehran Press. Volume 4, 4275 pp. (in Farsi).