

## ارزیابی تنوع و روابط عملکرد علوفه و اجزاء آن در جمعیت‌های مختلف پنج گونه گون علوفه‌ای (*Astragalus spp.*) در استان کردستان

بایزید یوسفی<sup>۱\*</sup> و صدیقه زارع‌کیا<sup>۲</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، دانشیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، سنندج، ایران، پست الکترونیک: bayzidyousefi@yahoo.com

۲- استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۳۰

### چکیده

با هدف برآورد تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات در گونه‌های علفی چندساله، تعداد ۱۰ جمعیت متعلق به گونه‌های *Astragalus vegetus*، *A. brevidens*، *A. cyclophyllus* و *A. effusus* در سنندج در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بررسی شدند. کاشت بذرها در مزرعه در آبان ۱۳۹۷ و صفات روی بوته‌های دوساله در آخر اردیبهشت ۱۳۹۹ اندازه‌گیری گردید. بین جمعیت‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ وجود داشت. میانگین کل استقرار گیاهان برابر ۲۶٪، تعداد شاخه اولیه ۳/۲ عدد، میانگین ارتفاع، طول بلندترین ساقه و قطر تاج به ترتیب ۱۶/۹، ۱۹/۲ و ۱۵/۴ سانتی متر، طول و عرض ریشه به ترتیب ۱۷/۴ و ۶/۲ سانتی متر، وزن تر کل بوته، بخش هوایی و ریشه آن به ترتیب ۲/۳، ۱/۹ و ۰/۴، وزن خشک کل بوته، بخش هوایی و ریشه آن به ترتیب ۰/۹، ۰/۷ و ۰/۲ گرم، نسبت وزن خشک به تازه بوته برابر ۰/۳۸، طول و عرض برگ و طول و عرض برگچه به ترتیب ۷/۵، ۳/۷، ۲/۳ و ۰/۵ سانتی متر با متوسط ۷/۷ برگچه در برگ بود. جمعیت *A. effusus* دره شهداء و سه جمعیت گونه *A. vegetus* (زرشک، سارال و قره‌باغ) جمعیت‌های برتر برای عملکرد علوفه بودند. وزن بوته با درجه شادابی و طول و عرض برگ دارای همبستگی مثبت در سطح ۰/۰۵ و با ارتفاع و قطر تاج بوته، تعداد شاخه‌های اولیه، طول و عرض ریشه و وزن بخش هوایی و ریشه دارای رابطه مثبت و معنی‌دار ( $p \leq 0.01$ ) بود. مطابق نتایج رگرسیون گام به گام عملکرد علوفه بر سایر صفات، وزن بوته، درصد استقرار گیاه، ارتفاع و قطر تاج در سطح ۱٪ و طول ریشه و برگ در سطح ۵٪ با ضریب تبیین بالا ( $R^2_{adj} = 91/1$ ) اجزای عملکرد علوفه بودند. از این رو برای دستیابی به علوفه بالاتر باید دنبال گزینش گیاهان با بخش هوایی حجیم‌تر و ریشه‌های عمیق‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: رگرسیون گام به گام، عملکرد علوفه، گون (*Astragalus spp.*)، همبستگی صفات.

### مقدمه

گون (Milkvetch) یکی از جنس‌های پرشمار گیاهان خانواده پروانه‌آسایان (*Papilionaceae*)، جنس آسترگالوس (*Astragalus*) و یکی از بزرگترین

جنس‌های گیاهان گلدار در جهان است. حدود ۵۲۵۰ گونه و زیرگونه (حدود ۳۲۸۰ گونه) در این جنس وجود دارد که در هر دو جهان قدیم و جدید باستانی استرالیا مشاهده شده‌اند (Maassoumi, 2005; 2016). کشور

ایران خاستگاه اصلی و یکی از مراکز مهم تنوع گونه‌های گون می‌باشد. بیشترین پراکندگی گون‌های ایران در زاگرس و مناطق مرکزی کشور است. تقریباً ۸۰۴ گونه گون که تقریباً ده درصد کل گیاهان ایران را شامل می‌گردد، به صورت علفی، یکساله، چندساله چوبی، بوته‌ای یا درختچه‌ای در ایران وجود دارد که تعداد ۵۲۷ گونه آن به‌طور انحصاری مربوط به ایران است (Maassoumi, 2005; 2016). به دلیل تنوع در گونه، گون‌ها از جنبه‌های مختلف دارویی (Shojaii et al., 2010; Romme et al., 2010; Shahrajabian et al., 2019; 2015)، خوراکی (تولید گزائنگین از گونه *A. adscendens* Boiss & Hausskn، صنعتی (تولید ماده صنعتی کتیرا از گونه *A. gummifer*)، حفاظت خاک، تثبیت نیتروژن و افزایش مواد آلی خاک (Moshtaghian, 2006; Abera & Belachew, 2011; Zhan-bin & Qing-yi, 2013; Mohammad Qasemi Maassoumi, 2016; et al., 2017) و تولید علوفه (Zarre Kia & Mirhaji, 2017) ارزشمند هستند. بیشتر گونه‌های گون به دلیل دارا بودن پروتئین بالا و خوشخوراکی مناسب و تولید علوفه مرغوب برای تغذیه دام مناسب هستند اما برخی گونه‌ها به علت وجود ترکیبات سمی مانند آلکالوئیدها، ترکیبات نیتروژن دار و عناصر فلزی سنگین از جمله سلیوم می‌توانند در دام مسمومیت ایجاد کنند (Loeppky et al., 1996).

Maassoumi (۲۰۰۵ و ۲۰۱۶) اعلام کرد که برخی گونه‌های گون به دلیل دارا بودن پروتئین بالا و خوشخوراکی مناسب و تولید علوفه مرغوب برای تغذیه دام مناسب هستند. در قالب طرح ملی آتاکولوژی گیاهان مرتعی، خصوصیات رویشگاهی اعم از شرایط اکولوژیک، ادافیک و توپوگرافیک مناطق رویشگاهی و همچنین مراحل فنولوژی، تولید، نحوه حضور گونه در پوشش گیاهی و خصوصیات بذر و غیره ۷ گونه گون شامل *A. cyclophyllon*, *As. caryolobus*, *A. effusus*, *A. caragana*, *brachyodontus* *A. squarrosus* *podolobus* بررسی شده است (Golami & Saghafi Khadem, 1997; Sharifi et al., 2010; Ahmadi et al., 2013). تنوع ژنتیکی (Genetic Variation) در اصل حاصل تغییرات، گوناگونی و جهش‌های تصادفی در سطح مولکول DNA است که تظاهرات بیرونی آن به صورت اختلاف در ژنوتیپ و در نهایت فنوتیپ یا ریختار فرد نمایان می‌شود. بررسی تنوع ژنتیکی نقش مهمی در برنامه‌های اصلاحی برای بهبود گیاهان ایفا می‌کند. اصولاً وجود یا ایجاد تنوع ژنتیکی، نیاز اساسی و سنگ بنای برنامه‌های اصلاحی در اصلاح نباتات است و بدون آن برنامه اصلاحی هیچگونه بهبودی حاصل نمی‌کند (Moghadam et al., 1994). برآورد و ارزیابی تنوع ژنتیکی در بسیاری از محصولات زراعی مانند گندم، جو، نخود و غیره به فراوانی بررسی شده است؛ اما در مورد گیاهان مرتعی و جنگلی از جمله در مورد گونه گون (*Astragalus*)، این موضوع چندان بررسی نشده است. در سال‌های اخیر مطالعاتی در ارتباط با خصوصیات ژنتیکی مانند تنوع ایزوزایم‌ها در جمعیت‌های مختلف گونه *A. submitis* (Zarre et al., 2007; 2004)، نشانگرهای ISSR در گونه *A. oniciformis* (Andrew et al., 2004)، نشانگر AFLP (Baskauf & Burke, 2009)، استفاده از فناوری‌های ژنتیکی برای درک ارتباط تکاملی در لگوم‌ها به ویژه گون‌های جدید (Scherson et al., 2005)، مطالعات کاربیلوژیکی مانند خصوصیات و اندازه‌های کروموزومی (Gholamzadeh et al., 2020) انجام شده است. اما مطالعات تنوع ژنتیکی در سطح صفات مورفولوژیکی، فنولوژیکی و غیره جمعیت‌های گون متعلق به گونه‌های مختلف در کشور اندک است.

با توجه به فراوانی و ارزش‌های علوفه‌ای، دارویی و خوراکی گون‌ها (*Astragalus spp.*) و نیز کمبود اطلاعات در مورد آنها، این تحقیق به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط صفات در جمعیت‌های امیدبخش متعلق به پنج گونه مختلف گون در شرایط اکولوژیکی سنندج در استان کردستان اجرا شد.

ایران خاستگاه اصلی و یکی از مراکز مهم تنوع گونه‌های گون می‌باشد. بیشترین پراکندگی گون‌های ایران در زاگرس و مناطق مرکزی کشور است. تقریباً ۸۰۴ گونه گون که تقریباً ده درصد کل گیاهان ایران را شامل می‌گردد، به صورت علفی، یکساله، چندساله چوبی، بوته‌ای یا درختچه‌ای در ایران وجود دارد که تعداد ۵۲۷ گونه آن به‌طور انحصاری مربوط به ایران است (Maassoumi, 2005; 2016). به دلیل تنوع در گونه، گون‌ها از جنبه‌های مختلف دارویی (Shojaii et al., 2010; Romme et al., 2010; Shahrajabian et al., 2019; 2015)، خوراکی (تولید گزائنگین از گونه *A. adscendens* Boiss & Hausskn، صنعتی (تولید ماده صنعتی کتیرا از گونه *A. gummifer*)، حفاظت خاک، تثبیت نیتروژن و افزایش مواد آلی خاک (Moshtaghian, 2006; Abera & Belachew, 2011; Zhan-bin & Qing-yi, 2013; Mohammad Qasemi Maassoumi, 2016; et al., 2017) و تولید علوفه (Zarre Kia & Mirhaji, 2017) ارزشمند هستند. بیشتر گونه‌های گون به دلیل دارا بودن پروتئین بالا و خوشخوراکی مناسب و تولید علوفه مرغوب برای تغذیه دام مناسب هستند اما برخی گونه‌ها به علت وجود ترکیبات سمی مانند آلکالوئیدها، ترکیبات نیتروژن دار و عناصر فلزی سنگین از جمله سلیوم می‌توانند در دام مسمومیت ایجاد کنند (Loeppky et al., 1996).

Maassoumi (۲۰۰۵ و ۲۰۱۶) اعلام کرد که برخی گونه‌های گون به دلیل دارا بودن پروتئین بالا و خوشخوراکی مناسب و تولید علوفه مرغوب برای تغذیه دام مناسب هستند. در قالب طرح ملی آتاکولوژی گیاهان مرتعی، خصوصیات رویشگاهی اعم از شرایط اکولوژیک، ادافیک و توپوگرافیک مناطق رویشگاهی و همچنین مراحل فنولوژی، تولید، نحوه حضور گونه در پوشش گیاهی و خصوصیات بذر و غیره ۷ گونه گون شامل *A. cyclophyllon*, *As. caryolobus*, *A. effusus*, *A. caragana*, *brachyodontus* *A. squarrosus* *podolobus* بررسی شده است (Golami & Saghafi Khadem, 1997; Sharifi et al., 2010; Ahmadi et al., 2013). تنوع ژنتیکی (Genetic Variation) در اصل حاصل تغییرات، گوناگونی و جهش‌های تصادفی در سطح مولکول DNA است که تظاهرات بیرونی آن به صورت اختلاف در ژنوتیپ و در نهایت فنوتیپ یا ریختار فرد نمایان می‌شود. بررسی تنوع ژنتیکی نقش مهمی در برنامه‌های اصلاحی برای بهبود گیاهان ایفا می‌کند. اصولاً وجود یا ایجاد تنوع ژنتیکی، نیاز اساسی و سنگ بنای برنامه‌های اصلاحی در اصلاح نباتات است و بدون آن برنامه اصلاحی هیچگونه بهبودی حاصل نمی‌کند (Moghadam et al., 1994). برآورد و ارزیابی تنوع ژنتیکی در بسیاری از محصولات زراعی مانند گندم، جو، نخود و غیره به فراوانی بررسی شده است؛ اما در مورد گیاهان مرتعی و جنگلی از جمله در مورد گونه گون (*Astragalus*)، این موضوع چندان بررسی نشده است. در سال‌های اخیر مطالعاتی در ارتباط با خصوصیات ژنتیکی مانند تنوع ایزوزایم‌ها در جمعیت‌های مختلف گونه *A. submitis* (Zarre et al., 2007; 2004)، نشانگرهای ISSR در گونه *A. oniciformis* (Andrew et al., 2004)، نشانگر AFLP (Baskauf & Burke, 2009)، استفاده از فناوری‌های ژنتیکی برای درک ارتباط تکاملی در لگوم‌ها به ویژه گون‌های جدید (Scherson et al., 2005)، مطالعات کاربیلوژیکی مانند خصوصیات و اندازه‌های کروموزومی (Gholamzadeh et al., 2020) انجام شده است. اما مطالعات تنوع ژنتیکی در سطح صفات مورفولوژیکی، فنولوژیکی و غیره جمعیت‌های گون متعلق به گونه‌های مختلف در کشور اندک است.

با توجه به فراوانی و ارزش‌های علوفه‌ای، دارویی و خوراکی گون‌ها (*Astragalus spp.*) و نیز کمبود اطلاعات در مورد آنها، این تحقیق به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط صفات در جمعیت‌های امیدبخش متعلق به پنج گونه مختلف گون در شرایط اکولوژیکی سنندج در استان کردستان اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

تعداد ۱۰ جمعیت امیدبخش گون متعلق به گونه‌های *A. A. brevidens*, *Astragalus vegetus*، *A. cyclophyllus* و *A. effusus*, *brachyodontus* قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار در نهالستان تحقیقاتی زاله سنندج از لحاظ استقرار و صفات مورفولوژیکی ساقه و ریشه مطالعه شدند. نهالستان زاله با ارتفاع ۱۳۷۳ متر از سطح دریا، میانگین بارندگی سالانه ۴۶۲/۴ میلی‌متر با دامنه ۲۰۰/۳ تا ۷۷۹/۵ میلی‌متر، میانگین تبخیر سالانه ۱۳۴۰/۷ میلی‌متر، میانگین متوسط، حداکثر و حداقل دمای سالانه به ترتیب برابر ۱۳/۴، ۱۵ و ۱۱/۳ درجه سانتی‌گراد، متوسط تعداد روزهای یخبندان سالانه ۱۰۶ روز با عمق ۱۰۵ سانتی‌متر و متوسط ساعات آفتابی در روز ۷/۸ ساعت (۲۸۶۰ ساعت در سال) در شهر سنندج واقع شده است. خاک مزرعه آزمایشی دارای بافت لومی-رسی و اسیدیته ۷/۷ و از لحاظ شوری محدودیت خاصی ندارد. عملیات کاشت بذر جمعیت‌های گون پس از بوجاری و آماده‌سازی بذرها (خراش‌دهی با سمباده نرم) در آبان ۱۳۹۷ انجام شد. هر کرت یا پلات آزمایشی در مزرعه اصلی دارای سه متر عرض و شش متر طول (مساحت ۱۸ مترمربع) مشتمل بر دو خط کاشت شش متری با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود. بذرکاری در کاشت مستقیم به صورت کپه‌ای با فاصله دو کپه ۲۵ سانتی‌متر و عمق دو سانتی‌متر بود و درون هر کپه سه تا پنج بذر آماده شده کاشته شد و پس از رشد و استقرار، در ابتدای سال دوم یک بوته قوی باقی و بقیه بوته‌های کپه حذف گردیدند. در طول فصل رویش، علف‌های هرز موجود در مزرعه به صورت مکانیکی حذف شدند. داده‌های مربوط به صفات مورد بررسی (جدول ۱) در آخر اردیبهشت سال سوم (۱۳۹۹)

روی بوته‌های دوساله اندازه‌گیری و ثبت گردید. برای تعیین میزان تنوع بین جمعیت‌های گون از نظر صفات مورد بررسی، تجزیه واریانس (ANOVA) با استفاده از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. میانگین‌های صفات با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan's Multiple Range Test) مقایسه شد. برای درک روابط بین صفات، ضرایب همبستگی پیرسون (Pearson correlation) و رگرسیون چند متغیره عملکرد علوفه تازه بر سایر صفات برآورد گردید. به منظور درک اجزاء مؤثر در متغیر وابسته عملکرد علوفه تر، برازش رگرسیونی عملکرد علوفه تازه بر سایر صفات از طریق روش گام به گام (Stepwise Regression) هم برآورد شد. در مراحل مختلف تجزیه و تحلیل آماری این تحقیق از برنامه‌های مختلف رایانه‌ای مانند Excel، SPSS، MSTAT-C و MINITAB استفاده گردید.

## نتایج

مطابق نتایج تجزیه واریانس، صفات مورد بررسی (جدول ۲) در سال سوم آزمایش و بین بوته‌های دو ساله جمعیت‌های مورد مطالعه گون در نهالستان زاله سنندج اختلافات معنی‌داری در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ وجود داشت.

جدول ۳، میانگین صفات مورد بررسی بوته‌های دوساله جمعیت‌های مورد مطالعه گون در نهالستان تحقیقاتی زاله سنندج و مقایسه آنها را از طریق آزمون دانکن ( $p \leq 0.05$ ) نشان داده است. مطابق آن، میانگین درصد استقرار در بین جمعیت‌های مورد مطالعه گون ۲۶/۲۲٪ بود. بالاترین درصد استقرار (۴۶/۹٪) مربوط به جمعیت *A. cyclophyllus* حنا (اصفهان) و پایین‌ترین آن (۶/۳٪) متعلق به جمعیت *A. brachyodontus* خلخال (اردبیل) بود.

جدول ۱- صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری آنها در جمعیت‌های مورد بررسی گون در سنندج

Table 1- The studied traits and how to measure them in the studied *Astragalus* populations in Sanandaj

صفت Trait	علامت Sign	واحد Unit	شیوه اندازه‌گیری Measurement method
درصد استقرار Establishment percentage	E%	Percentage	درصد
شادابی عمومی Plant vigor	Vig	Ratings	رتبه‌ای
متوسط ارتفاع بوته Average plant height	PH	Centimeter	سانتی‌متر
متوسط قطر تاج پوشش بوته Average plant crown diameter	CD	Centimeter	سانتی‌متر
تعداد شاخه اولیه Number of primary branches	PB	Number	عدد
طول بخش هوایی (بلندترین ساقه) Aerial length(the tallest stem)	AL	Centimeter	سانتی‌متر
طول (بلندترین ریشه) و عرض ریشه length(the tallest root) and of width root	RL & RW	Centimeter	سانتی‌متر
متوسط وزن کل تر بوته Average total weight of fresh plant	TFW	Gram	گرم
متوسط وزن تر بخش هوایی بوته Average fresh weight of the aerial part of the plant	AFW	Gram	گرم
متوسط وزن تر ریشه بوته Average fresh weight of plant roots	RFW	Gram	گرم
متوسط وزن کل خشک بوته Average total dry weight of the plant	TDW	Gram	گرم
متوسط وزن خشک بخش هوایی بوته Average dry weight of the aerial part of the plant	ADW	Gram	گرم
متوسط وزن خشک ریشه بوته Average dry weight of plant	RDW	Gram	گرم

صفت	علامت	واحد	شیوه اندازه گیری
Trait	Sign	Unit	Measurement method
roots			ترازوی دیجیتالی با دقت هزارم گرم و منظور کردن میانگین آنها به عنوان ارزش کرت
نسبت وزن کل خشک به تازه گیاه	TDW/TFW	-	تقسیم وزن خشک به وزن تر ۱۰ بوته و لحاظ میانگین آنها به عنوان ارزش صفت در کرت
Average leaf length and width	LL & LW	Centimeter	اندازه گیری طول ۵ برگ در بخش میانی ۵ بوته در هر کرت (با خطکش) و منظور کردن میانگین آنها به عنوان ارزش صفت در کرت
تعداد برگچه در برگ	Lt N	Number	شمارش تعداد برگچه در ۵ برگ بخش میانی ۱۰ بوته در هر کرت و منظور کردن میانگین آنها به عنوان ارزش صفت در کرت
Average leaflet length and width	Lt L & LtW	سانتی متر و میلی متر	اندازه گیری طول و عرض برگچه در ۵ برگ بخش میانی ۱۰ بوته در هر کرت (با خطکش) و منظور کردن میانگین آنها به عنوان ارزش صفات در کرت

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس صفات مورد بررسی جمعیت های گون *Astragalus spp* در سال ۱۳۹۹ در سنندجTable 2- Summary of analysis of variance of studied traits of *Astragalus spp.* In Sanandaj in 2020

منبع تغییرات	درجه آزادی	استقرار بوته ها در کرت (E%)	شادابی عمومی (Vig)	متوسط ارتفاع بوته (PH)	قطر تاج پوشش بوته (CD)	تعداد شاخه اولیه بوته (PB)	طول بخش هوایی ساقه (AL)	طول ریشه (RL)
Block	2	735.62**	4.05*	87.13	115.98*	0.86	6.86	13.17*
Genotype	9	899.41**	4.41**	217.71**	151.13**	3.34**	298.47**	71.61**
Error	18	134.63	1.16	41.66	33.86	0.76	25.61	3.92
منبع تغییرات	درجه آزادی	عرض ریشه بوته (RW)	وزن کل تر بوته (TFW)	متوسط وزن تر هوایی بوته (AFW)	متوسط وزن تر ریشه بوته (RFW)	وزن کل خشک بوته (TDW)	متوسط وزن خشک هوایی بوته (ADW)	وزن خشک ریشه بوته (RDW)
Block	2	7.38	0.91	0.77	0.04	0.15	0.12	0.0057
Genotype	9	13.24*	17.25**	11.53**	0.18*	2.42**	1.61**	0.0291*
Error	18	3.90	1.28	0.97	0.06	0.19	0.14	0.0091
منبع تغییرات	درجه آزادی	نسبت وزن خشک به تازه گیاه (TDW/TFW)	متوسط طول برگ (LL)	متوسط عرض برگ (LW)	تعداد برگچه در برگ (Lt N)	متوسط طول برگچه (Lt L)	متوسط عرض برگچه (Lt W)	
Block	2	0.00000	1.88	0.62	1.85	0.06	1.23	
Genotype	9	0.00007*	29.28**	3.44**	16.35**	0.61**	4.32*	
Error	18	0.00000	0.38	0.27	1.31	0.10	1.28	

\* and \*\* are significant at the 5 and 1% probability level, respectively. احتمال ۵٪ و ۱٪.

با متوسط ۹/۱ و ۶/۳ سانتی‌متر دارای کوتاه‌ترین بخش هوایی بودند. میانگین کل طول و عرض ریشه به ترتیب برابر ۱۷/۴ و ۶/۲ سانتی‌متر، متوسط وزن تازه کل، بخش هوایی و ریشه بوته به ترتیب برابر ۲/۳، ۱/۹ و ۰/۴ گرم و متوسط وزن خشک کل، بخش هوایی و ریشه بوته به ترتیب برابر ۰/۹، ۰/۷ و ۰/۲ گرم بود. گونه *A. effusus* و جمعیت *A. effusus* دره شهداء دارای بیشترین طول ریشه (به ترتیب برابر ۲۴/۰ و ۲۸/۵ سانتی‌متر)، عرض ریشه (به ترتیب برابر ۸ و ۱۱/۵ سانتی‌متر)، متوسط وزن تر بوته (به ترتیب برابر ۵/۲ و ۹/۰ گرم)، متوسط وزن تر بخش هوایی بوته (به ترتیب برابر ۴/۳ و ۷/۴ گرم)، وزن تر ریشه بوته (به ترتیب برابر ۰/۹ و ۱/۶ گرم)، متوسط وزن خشک بوته (به ترتیب برابر ۲/۰ و ۳/۴ گرم)، متوسط وزن خشک بخش هوایی بوته (به ترتیب برابر ۱/۶ و ۲/۸ گرم) و وزن خشک ریشه بوته (به ترتیب برابر ۰/۴ و ۰/۶ گرم) و همچنین گونه *A. brachyodontus* و تنها جمعیت آن یعنی *A. brachyodontus* خلخال اردبیل دارای کمترین طول ریشه (۹/۰ سانتی‌متر)، عرض ریشه (۳/۰ سانتی‌متر)، متوسط وزن تر بوته (۰/۲۰ گرم)، وزن تر بخش هوایی بوته (۰/۱۶ گرم)، وزن تر ریشه بوته (۰/۰۴ گرم)، متوسط وزن خشک بوته (۰/۰۷ گرم)، وزن خشک بخش هوایی بوته (۰/۰۶ گرم) و وزن خشک ریشه بوته (۰/۰۱ گرم بودند. همچنین میانگین کل نسبت وزن خشک بوته به وزن تر آن برابر ۰/۳۸ و گونه *A. cyclophyllus* (با متوسط ۰/۴۲) و دو جمعیت آن *A. cyclophyllus* شلمزار شهرکرد و حنای اصفهان با متوسط ۰/۴۲ دارای بالاترین نسبت وزن خشک بوته به وزن تر آن و گونه *A. brachyodontus* و جمعیت *A. brachyodontus* خلخال اردبیل با متوسط ۰/۳۵ دارای کمترین نسبت بود (جدول‌های ۳ و ۴). صفت طول برگ در گونه *A. cyclophyllus* و جمعیت *A. cyclophyllus* حنا (اصفهان) به ترتیب با ۱۲/۳ و ۱۸/۱ سانتی‌متر بیشترین و در گونه *A. brachyodontus* و تنها جمعیت آن یعنی *A. brachyodontus* خلخال اردبیل با میانگین ۲/۸ سانتی‌متر کمترین بود اما متوسط عرض برگ در گونه *A. cyclophyllus* و جمعیت *A. cyclophyllus* *brevidens* تندوره (خراسان رضوی) به ترتیب با ۴/۷ و ۵/۷ سانتی‌متر بیشترین و در گونه *A. brachyodontus* و تنها

همچنین مطابق جدول ۴ در مجموع گونه *A. vegetus* با ۳۰/۵۶ درصد و *A. brachyodontus* با ۶/۲۵ درصد به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین درصد استقرار را نشان دادند. گونه‌های *A. cyclophyllus* (۳۰/۳۸ درصد) و *A. effusus* (۲۶/۲۲ درصد) بعد از *A. vegetus* در رتبه‌های دوم و سوم قرار داشتند. جمعیت *A. vegetus* زرشک قزوین با رتبه ۴/۶ و گونه *A. vegetus* با رتبه ۳/۹ شاداب‌ترین جمعیت‌ها و گونه‌های مستقر شده و جمعیت *A. brachyodontus* خلخال اردبیل با رتبه ۱/۵ و گونه *A. brachyodontus* با رتبه ۱/۵ ضعیف‌ترین بوته‌ها را داشتند (جدول‌های ۳ و ۴). میانگین کل متوسط ارتفاع و قطر تاج پوشش بوته‌های دوساله گون به ترتیب برابر ۱۷ و ۱۵/۴ سانتی‌متر و جمعیت‌های *A. vegetus* زرشک قزوین و *A. effusus* دره شهداء آذربایجان غربی به ترتیب با متوسط ارتفاع بوته برابر ۲۶/۱ و ۲۴/۹ سانتی‌متر و گونه *A. vegetus* با متوسط ارتفاع برابر ۲۲/۶ سانتی‌متر دارای بیشترین و گونه *A. cyclophyllus* شلمزار شهرکرد با متوسط ارتفاع برابر ۷/۵ سانتی‌متر و گونه *A. cyclophyllus* با متوسط ارتفاع بوته برابر ۸/۶ سانتی‌متر دارای کمترین ارتفاع بوته در بین جمعیت‌ها و گونه‌های مورد بررسی گون بودند. همچنین جمعیت *A. vegetus* زرشک قزوین با قطر تاج پوشش بوته در حدود ۲۲ سانتی‌متر و گونه *A. vegetus* با متوسط قطر برابر ۱۹/۱ سانتی‌متر دارای بیشترین و جمعیت‌های *A. cyclophyllus* شلمزار شهرکرد و *A. effusus* قره باغ آذربایجان غربی با متوسط قطر تاج پوشش بوته به ترتیب برابر ۸/۹ و ۱۰ سانتی‌متر و گونه *A. brachyodontus* با متوسط ۱۰/۸ سانتی‌متر دارای کمترین قطر تاج پوشش بوته در بین جمعیت‌ها و گونه‌های گون بودند. گونه *A. cyclophyllus* و جمعیت *A. cyclophyllus* حنا (اصفهان) با متوسط تعداد شاخه اولیه به ترتیب برابر ۴/۹ و ۵/۸ عدد دارای بیشترین تعداد و گونه *A. brevidens* و جمعیت *A. brevidens* طوق (خراسان رضوی) با متوسط تعداد شاخه اولیه به ترتیب برابر ۲/۲ و ۱/۷ عدد دارای کمترین تعداد شاخه اولیه در بوته بودند (جدول‌های ۳ و ۴). گونه *A. effusus* و جمعیت *A. effusus* دره شهداء با متوسط ۳۲/۳ و ۴۴/۸ سانتی‌متر دارای طول‌ترین ساقه و گونه *A. cyclophyllus* و جمعیت *A. cyclophyllus* شلمزار شهرکرد

کرت) بر سایر صفات مورد مطالعه جمعیت‌های گون در سال ۱۳۹۹ در سنج را نشان داده است. مطابق آن میانگین مربعات رگرسیون چندمتغیره عادی بسیار معنی‌دار و صفات مستقل موجود در سیستم رگرسیون با خطای استاندارد برآورد حدود ۱۴ ( $S = ۱۴/۴۲$ )، حدود ۸۸ درصد ( $R^2_{adj} = ۸۸/۲$ ) تغییرات متغیر تابع عملکرد علوفه را توجیه کردند. متغیرهای مستقل (صفات) درصد استقرار گیاه، طول بخش هوایی (بلندترین ساقه)، تعداد شاخه اولیه و متوسط وزن کل تازه بوته در رتبه اول به ترتیب با سهم ۲۲/۷۷، ۲۱/۱۷، ۲۰/۷۵ و ۱۲/۶۶ درصد و متغیرهای متوسط ارتفاع بوته، متوسط تر بخش هوایی بوته، متوسط قطر تاج پوشش بوته، متوسط طول برگ و طول ریشه (بلندترین ریشه) هم در رتبه دوم به ترتیب با سهم ۴/۹۰، ۴/۴۹، ۳/۴۹، ۲/۵۰ و ۲/۱۸ درصد بیشترین سهم را در مجموع مربعات (SS) رگرسیون داشتند. همچنین در برازش رگرسیونی گام به گام (Stepwise) عملکرد علوفه تازه در سطح بر سایر صفات مورد مطالعه جمعیت‌های گون، متغیرهای مستقل متوسط وزن کل تازه بوته ( $b = ۸۷^{**}$ )، درصد استقرار بوته در سطح ( $b = ۹/۱۲^{**}$ )، متوسط قطر تاج پوشش بوته ( $b = ۶/۱۵^{**}$ )، متوسط ارتفاع بوته ( $b = ۵/۳۴^{**}$ )، طول ریشه (بلندترین ریشه) ( $b = - ۲/۶۱^*$ ) و متوسط طول برگ ( $b = ۲۵^*$ ) در آخرین گام (مرحله هفتم) با ضریب تبیین بیش از ۹۰ درصد ( $R^2_{adj} = ۹۱/۱۱$ ) و خطای استاندارد حدود ۱۲ ( $S = ۱۲/۵$ ) به عنوان متغیرهای مؤثر و اجزای عملکرد علوفه در این مرحله مشخص شدند.

### بحث

وجود اختلافات معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ بین جمعیت‌های مورد مطالعه گون از لحاظ صفات مورد بررسی با توجه به اختلافات بین و درون گونه‌ای جمعیت‌ها و گونه‌های گون و نیز درجات مختلفی از دگرگشتی و هتروزیگوسی طبیعی و قابل انتظار بود.

جمعیت آن یعنی *A. brachyodontus* خلخال اردبیل با میانگین ۱/۹ سانتی‌متر کمترین بود. گونه *A. effusus* و جمعیت *A. effusus* قره‌باغ (آذربایجان غربی) با تعداد برگچه در برگ به ترتیب برابر ۱۱/۷ و ۱۳/۷ عدد بیشترین و گونه *A. cyclophyllus* و جمعیت *A. cyclophyllus* شلمزار شهرکرد به ترتیب برابر ۵/۷ و ۳/۰ عدد کمترین تعداد برگچه در برگ را داشتند. متوسط طول برگچه در گونه *A. brevidens* و جمعیت *A. brevidens* تندوره به ترتیب برابر ۲/۶ و ۳/۱ سانتی‌متر بیشترین و در گونه *A. effusus* و جمعیت *A. effusus* قره‌باغ به ترتیب برابر ۱/۷ و ۱/۳ سانتی‌متر کمترین بود اما متوسط عرض برگچه در گونه *A. cyclophyllus* با میانگین ۱۵/۲ میلی‌متر و دو جمعیت *A. cyclophyllus* شلمزار شهرکرد و *A. cyclophyllus* حنای اصفهان به ترتیب ۱۵/۸ و ۱۴/۶ میلی‌متر بیشترین و در گونه *A. brachyodontus* و جمعیت *A. brachyodontus* خلخال اردبیل با میانگین ۱/۱ میلی‌متر کمترین بود (جدول‌های ۳ و ۴).

جدول ۵ ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه جمعیت‌های مورد بررسی گون در سال ۱۳۹۹ در سنج را نشان داده است. مطابق آن متوسط وزن تر بوته و به‌ویژه وزن بخش هوایی آن (به‌عنوان معیاری از عملکرد علوفه بوته) به‌عنوان یک صفت مهم و اقتصادی با صفات شادابی بوته در سطح احتمال ۰/۰۵ و با صفات متوسط ارتفاع و قطر تاج پوشش بوته، تعداد شاخه‌های اولیه، طول بخش هوایی (بلندترین ساقه)، طول و عرض ریشه و متوسط وزن ریشه دارای رابطه مثبت و معنی‌دار ( $p \leq ۰/۰۱$ ) بودند. رابطه متوسط وزن تر بوته با متوسط طول و عرض برگ مثبت و در سطح احتمال ۰/۰۵ و رابطه وزن بخش هوایی بوته هم با متوسط طول و عرض برگ مثبت و در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود.

جدول ۶ تجزیه رگرسیون چند متغیره عادی و گام به گام عملکرد علوفه تازه در سطح (یک متغیر ترکیبی حاصل ضرب وزن تر بوته در تعداد بوته‌های مستقر شده در سطح ردیف

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه جمعیت‌های گون (*Astragalus spp*) در سال ۱۳۹۹ در سنندج با آزمون دانکن ( $\alpha \leq 0.05$ )

Table 3- The mean comparison of the studied populations (*Astragalus spp*) in 2019 in Sanandaj with Duncan's test ( $\alpha \geq 0.05$ )

صفات گونه و جمعیت گون Species of <i>Astragalus</i>			استقرار بوته‌ها در کرت (E%)	شادابی (Vig)	متوسط ارتفاع بوته (PH)	قطر تاج پوشش بوته (CD)	تعداد شاخه اولیه بوته (PB)	طول بخش هوایی ساقه (AL)	طول ریشه (RL)
<i>A. vegetus</i>	Saral	سارال	25.00 a-d	3.40 a-c	20.11 a-c	17.28 ab	3.00 bc	20.67 bc	11.17 fg
<i>A. vegetus</i>	Gharah Bagh	قره‌باغ	26.39 a-d	3.67 ab	21.67 ab	18.03 ab	3.00 bc	19.33 b-d	14.67 e
<i>A. effusus</i>	Gharah Bagh	قره‌باغ	26.04 a-d	1.95 bc	15.08 a-c	9.96 b	2.83 bc	19.83 b-d	19.50 b-d
<i>A. effusus</i>	Darreh Shohada	دره شهداء	26.39 a-d	3.73 ab	24.89 a	18.56 ab	3.67 b	44.83 a	28.50 a
<i>A. brevidens</i>	Torogh	طرق	20.83 b-d	2.77 a-c	18.33 a-c	15.11 a-c	1.67 c	19.75 b-d	17.08 c-e
<i>A. brevidens</i>	Tandore	تندوره	30.21 a-c	3.75 ab	16.58 a-c	17.50 ab	2.83 bc	15.67 b-e	20.50 bc
<i>A. cyclophyllus</i>	Shalamzar	شلمزار	13.89 cd	2.13 bc	7.47 c	8.90 b	4.00 b	6.33 e	14.50 ef
<i>A. cyclophyllus</i>	Hanna	حنا	46.88 a	3.85 ab	9.75 bc	16.25 ab	5.83 a	11.83 c-e	22.33 b
<i>A. brachyodontus</i>	Khalkhal	خلخال	6.25 d	1.50 c	9.67 bc	10.83 bc	3.00 bc	10.00 de	9.00 g
<i>A. vegetus</i>	Zereshk	زرشک	40.28 ab	4.60 a	26.09 a	21.99 a	2.33 bc	23.50 b	16.33 de
<i>Mean</i>			26.22	3.13	16.96	15.44	3.22	19.17	17.36

  

صفات گونه و جمعیت گون Species of <i>Astragalus</i>			عرض ریشه بوته (RW)	وزن کل تر بوته (TFW)	متوسط وزن تر هوایی بوته (AFW)	متوسط وزن تر ریشه بوته (RFW)	وزن کل خشک بوته (TDW)	متوسط وزن خشک هوایی بوته (ADW)	وزن خشک ریشه بوته (RDW)
<i>A. vegetus</i>	Saral	سارال	3.43 de	2.40 b	2.02 b	0.37 b	0.84 b	0.71 bc	0.13 b
<i>A. vegetus</i>	Gharah Bagh	قره‌باغ	5.33 c-e	2.34 b	2.02 b	0.32 b	0.89 b	0.77 b	0.12 b
<i>A. effusus</i>	Gharah Bagh	قره‌باغ	4.42 de	1.45 bc	1.22 bc	0.23 b	0.60 bc	0.50 bc	0.10 b
<i>A. effusus</i>	Darreh Shohada	دره شهداء	11.50 a	9.03 a	7.40 a	1.63 a	3.39 a	2.78 a	0.61 a
<i>A. brevidens</i>	Torogh	طرق	4.83 de	1.02 bc	0.80 bc	0.22 b	0.41 bc	0.32 bc	0.09 b
<i>A. brevidens</i>	Tandore	تندوره	5.33 c-e	1.49 bc	1.21 bc	0.27 b	0.54 bc	0.44 bc	0.10 b



<i>A. cyclophyllus</i>	Shalamzar	شلمزار	6.67 b-d	0.64 bc	0.52 bc	0.12 b	0.27 bc	0.22 bc	0.05 b
<i>A. cyclophyllus</i>	Hanna	حنا	8.50 a-c	2.12 bc	1.69 bc	0.42 b	0.89 bc	0.72 bc	0.18 b
<i>A. brachyodontus</i>	Khalkhal	خلخال	3.00 e	0.20 c	0.16 c	0.04 b	0.17 c	0.10 c	0.01 b
<i>A. vegetus</i>	Zereshk	زرشک	9.08 ab	1.91 bc	1.61 bc	0.30 b	0.67 bc	0.57 bc	0.11 b
	<i>Mean</i>		6.21	2.26	1.86	0.39	0.86	0.71	0.15
	Traits صفات		متوسط طول نسبت وزن خشک به		متوسط عرض	تعداد برگچه در	متوسط عرض برگچه		
	گونه و جمعیت گون		تر گیاه	برگ	برگ	برگ	متوسط طول برگچه	متوسط عرض برگچه	
	Species of <i>Astragalus</i>		(TDW/TFW)	(LL)	(LW)	(Lt N)	(Lt L)	(Lt W)	
<i>A. vegetus</i>	Saral	سارال	0.35 b	6.76 d	3.35 cd	6.33 cd	2.46 b-d	2.47 b	
<i>A. vegetus</i>	Gharah Bagh	قره‌باغ	0.38 b	6.71 d	2.48 ef	8.33 bc	1.87 d-f	2.13 b	
<i>A. effusus</i>	Gharah Bagh	قره‌باغ	0.41 a	5.20 e	2.05 f	13.67 a	1.29 f	1.20 b	
<i>A. effusus</i>	Darreh Shohada	دره شهداء	0.38 b	8.82 b	4.09 b-d	9.67 b	2.17 c-e	2.09 b	
<i>A. brevidens</i>	Torogh	طرق	0.40 a	5.37 e	3.15 de	7.67 b-d	2.08 c-e	2.01 b	
<i>A. brevidens</i>	Tandore	تندوره	0.36 b	7.15 cd	5.69 a	5.67 d	3.14 a	2.11 b	
<i>A. cyclophyllus</i>	Shalamzar	شلمزار	0.42 a	6.56 d	4.52 bc	3.00 e	2.60 a-c	15.81 a	
<i>A. cyclophyllus</i>	Hanna	حنا	0.42 a	18.08 a	4.87 ab	8.33 bc	2.44 b-d	14.63 a	
<i>A. brachyodontus</i>	Khalkhal	خلخال	0.35 b	2.85 f	1.87 f	7.00 cd	1.80 ef	1.11 b	
<i>A. vegetus</i>	Zereshk	زرشک	0.35 b	7.95 bc	5.04 ab	7.00 cd	2.88 ab	1.44 b	
	<i>Mean</i>		0.38	7.54	3.73	7.67	2.27	4.5	

میانگین‌های با حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ با همدیگر هستند.

Means with different letters have a significant difference with each other at the probability level of 0.05.

جدول ۴- میانگین صفات مورد مطالعه گونه‌های گون در سال ۱۳۹۹ در سنندج

Table 4- The mean of studied traits of different *Astragalus* species in 2019 in Sanandaj

Trait	Unit	واحد	تعداد جمعیت	Astragalus	A. effusus	A. brevidens	A. cyclophyllus	A. brachyodontus
				vegetus	3	2	2	2
درصد استقرار	Establishment percentage	درصد	Persentage	30.56	26.22	25.52	30.38	6.25
شادابی عمومی	Plant vigor	رتبه‌ای	Ratings	3.89	2.84	3.26	2.99	1.50
متوسط ارتفاع بوته	Average plant height	سانتی‌متر	Centimeter	22.62	19.99	17.46	8.61	9.67
متوسط قطر تاج پوشش بوته	Average plant crown diameter	سانتی‌متر	Centimeter	19.10	14.26	16.31	12.58	10.83
تعداد شاخه اولیه	Number of primary branches	عدد	Number	2.78	3.25	2.25	4.92	3.00
طول بخش هوایی	Aerial length(tallest stem)	سانتی‌متر	Centimeter	21.17	32.33	17.71	9.08	10.00
طول ریشه (بلندترین ریشه)	Length of plant root (tallest root)	سانتی‌متر	Centimeter	14.06	24.00	18.79	18.42	9.00
عرض ریشه بوته	Width of plant root	سانتی‌متر	Centimeter	5.95	7.96	5.08	7.58	3.00
متوسط وزن کل تر بوته	Total weight of fresh plant	گرم	Gram	2.21	5.24	1.25	1.38	0.20
وزن تر بخش هوایی بوته	Fresh weight of plant aerial part	گرم	Gram	1.88	4.31	1.01	1.11	0.16
متوسط وزن تر ریشه بوته	Fresh weight of plant root	گرم	Gram	0.33	0.93	0.25	0.27	0.04
متوسط وزن کل خشک بوته	Total weight of dry plant	گرم	Gram	0.80	2.00	0.47	0.58	0.07
وزن خشک بخش هوایی بوته	Dry weight of plant aerial part	گرم	Gram	0.68	1.64	0.38	0.47	0.06
متوسط وزن خشک ریشه بوته	Dry weight of plant root	گرم	Gram	0.12	0.35	0.09	0.11	0.01
نسبت وزن کل خشک به تازه گیاه	Dry to Fresh weight ratio	-	-	0.36	0.39	0.38	0.42	0.35
متوسط طول برگ	Average leaf length	سانتی‌متر	Centimeter	7.14	7.01	6.26	12.32	2.85
متوسط عرض برگ	Average leaf width	سانتی‌متر	Centimeter	3.70	3.07	4.42	4.70	1.87
تعداد برگچه در برگ	Number of leaflets per leaf	عدد	Number	7.22	11.67	6.67	5.67	7.00
متوسط طول برگچه	Average leaflet length	سانتی‌متر	Centimeter	2.40	1.73	2.61	2.52	1.80
متوسط عرض برگچه	Average leaflet width	میلی‌متر	Milimeter	2.01	1.65	2.06	15.22	1.11

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه جمعیت‌های مورد بررسی گون در سال ۱۳۹۹ در سنندج

Table 5- The correlation coefficients among studied traits of different *Astragalus* species in 2019 in Sanandaj

		E%	Vig	PH	CD	PB	AL	RL	RW	TFW	AFW	RFW	TDW	ADW	RDW	TDW/TFW	LL	LW	LtN	LtL
درصد استقرار	E%	1																		
شادابی عمومی	Vig	0.86**	1																	
متوسط ارتفاع بوته	PH	0.58**	0.77**	1																
متوسط قطر تاج پوشش بوته	CD	0.72**	0.90**	0.87**	1															
تعداد شاخه اولیه	PB	0.27	0.07	0.35**	-16	1														
بخش هوایی طول	AL	0.28	0.41*	0.64**	0.42*	-0.07	1													
طول ریشه (بلندترین ریشه)	RL	0.31	0.26	0.21	0.15	0.38*	0.62**	1												
عرض ریشه بوته	RW	0.34	0.36	0.19	0.19	0.45*	0.58**	0.73**	1											
متوسط وزن کل تر بوته	TFW	0.17	0.37*	0.62**	0.54**	0.61**	0.89**	0.71**	0.66**	1										
وزن تر بخش هوایی بوته	AFW	0.17	0.45*	0.58**	0.62**	0.58**	0.89**	0.70**	0.68**	0.99**	1									
متوسط وزن تر ریشه بوته	RFW	0.16	0.26	0.36	0.27	0.25	0.84**	0.71**	0.64**	0.95**	0.93**	1								
متوسط وزن کل خشک بوته	TDW	0.18	0.27	0.36	0.22	0.31	0.88**	0.73**	0.69**	0.99**	0.99**	0.95**	1							
وزن خشک بخش هوایی بوته	ADW	0.17	0.27	0.35	0.20	0.31	0.87**	0.72**	0.69**	0.99**	0.99**	0.93**	0.99**	1						
متوسط وزن خشک ریشه بوته	RDW	0.17	0.25	0.34	0.26	0.28	0.83**	0.73**	0.64**	0.95**	0.93**	0.99**	0.95**	0.93**	1					
نسبت وزن کل خشک به تازه گیاه	TDW/TFW	0.05	-0.16	-0.37	-0.23	0.44*	-0.23	0.34	0.17	-0.09	-0.10	-0.05	-0.05	-0.05	-0.01	1				
متوسط طول برگ	LL	0.46*	0.33	-0.06	0.18	0.73**	0.01	0.46**	0.22	0.37*	0.49**	0.23	0.25	0.25	0.26	0.38*	1			
متوسط عرض برگ	LW	0.36	0.36	0.09	0.26	0.33	0.05	0.39*	0.16	0.38*	0.45**	0.18	0.16	0.14	0.18	-0.08	0.01	1		
تعداد برگچه در برگ	Lt N	0.15	0.03	0.18	0.04	0.01	0.42*	0.43*	0.33	0.33	0.19	0.32	0.34	0.34	0.33	0.25	0.08	-0.44*	1	
متوسط طول برگچه	Lt L	0.17	0.28	0.10	0.22	0.06	-0.08	0.10	-0.01	0.01	0.19	-0.01	-0.02	-0.03	-0.02	-0.31	0.24	0.85**	0.62**	1
متوسط عرض برگچه	Lt W	0.02	-0.10	0.49**	-0.23	0.70**	-0.42*	0.15	-0.12	0.13	0.25	-0.01	-0.09	-0.09	-0.05	0.67**	0.59**	0.40*	-0.35	0.24

\* and \*\* are significant at the 5 and 1% probability level, respectively. ۸ و ۵٪

جدول ۶- تجزیه رگرسیون چند متغیره عادی و گام به گام عملکرد علوفه تازه در سطح بر سایر صفات مورد مطالعه جمعیت‌های گون در سال ۱۳۹۹ در سنندج

**Table 6- Normal and stepwise multiple regression analysis of plot fresh foliage yield on the the studied traits of *Astragalus* populations in 2019 in Sanandaj**

منبع تغییرات Source of variations		درجه آزادی Degree of freedom	مجموع مربعات Sum of squares	میانگین مربعات Mean of squares	ضریب رگرسیون (b <sub>i</sub> ) regression coefficient (b <sub>i</sub> ) α = 276.7	ضریب رگرسیون (b <sub>i</sub> ) گام به گام (گام ۷) Stepwise regression coefficient (b <sub>i</sub> )-7 <sup>th</sup> step	رتبه Rank
رگرسیون		20	45788.4	2289.4**	b <sub>i</sub>		
Establishment percentage	درصد استقرار	1	10426.5 (22.7%)	8.42**	9.12**	2	
Plant vigor	شادابی عمومی	1	370.4 (0.8%)	2.66	-	-	
Average plant height	متوسط ارتفاع بوته	1	2245.3 (4.9%)	5.13	5.34**	4	
Average plant crown diameter	متوسط قطر تاج پوشش بوته	1	1596.9 (3.5%)	5.72	6.15**	3	
Number of primary branches	تعداد شاخه اولیه	1	9500.4 (20.8%)	9.99	-	-	
Aerial length(tallest stem)	طول بخش هوایی	1	9693.4 (21.2%)	2.37	-	-	
Length of plant root	طول ریشه (بلندترین ریشه)	1	999.6 (2.2%)	-4.42*	-2.61*	5	
Width of plant root	عرض ریشه بوته	1	16.2 (0.04%)	1.97	-	-	
Total weight of fresh plant	متوسط وزن کل تر بوته	1	5799.7 (12.6%)	2201**	87**	1	
Fresh weight of plant aerial part	وزن تر بخش هوایی بوته	1	2060.3 (4.5%)	-2796	-	-	
Fresh weight of plant root	متوسط وزن تر ریشه بوته	1	45.0 (0.1%)	-1192	-	-	
Total weight of dry plant	متوسط وزن کل خشک بوته	1	999.4 (2.2%)	-5791	-	-	
Dry weight of plant aerial part	وزن خشک بخش هوایی بوته	1	0.9 (0.00%)	7359	-	-	
Dry weight of plant root	متوسط وزن خشک ریشه بوته	1	314.5 (0.7%)	1535	-	-	
Dry to Fresh weight ratio	نسبت وزن کل خشک به تازه گیاه	1	145.8 (0.3%)	456.6	-	-	
Average leaf length	متوسط طول برگ	1	1144.9 (2.5%)	44.22*	25*	6	

منبع تغییرات Source of variations	درجه آزادی Degree of freedom	مجموع مربعات Sum of squares	میانگین مربعات Mean of squares	ضریب رگرسیون (b <sub>i</sub> ) regression coefficient (b <sub>i</sub> ) $\alpha = 276.7$	ضریب رگرسیون (b <sub>i</sub> ) گام به گام (گام ۷) Stepwise regression coefficient (b <sub>i</sub> )-7 <sup>th</sup> step
Average leaf width	متوسط عرض برگ	1	54.3 (0.1%)	-9.61	-
Number of leaflets per leaf	تعداد برگچه در برگ	1	48.5 (0.1%)	-2.93	-
Average leaflet length	متوسط طول برگچه	1	21.4 (0.05%)	2.44	-
Average leaflet width	متوسط عرض برگچه	1	305.1 (0.7%)	-2.72	-
Residual effects	اثرهای باقیمانده (اشتباه)	8	1663.3	207.9	
Total کل		28	47451.7		
S = 14.42	خطای استاندارد (برآورد) رگرسیون عادی Standard error (estimation) of normal regression		R <sup>2</sup> <sub>adj</sub> = 88.2%	ضریب تبیین تصحیح شده رگرسیون عادی Adjusted determination coefficient of normal regressin	
S = 12.50	خطای استاندارد (برآورد) رگرسیون گام به گام Standard error (estimation) of stepwise regression		R <sup>2</sup> <sub>adj</sub> = 91.1%	ضریب تبیین تصحیح شده رگرسیون گام به گام Adjusted Determination coefficient of stepwise regressin	

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪. \* and \*\* are significant at the 5 and 1% probability level, respectively.

توجه قرار می‌گیرد (Yousefi & Jaffari, 2014). عملکرد علوفه در سطح برای هر جمعیت گون حاصل ضرب میانگین وزن بوته در متوسط تعداد بوته مستقر شده جمعیت مربوطه در سطح است. اگرچه قضاوت در مورد میزان تولید علوفه در سطح (کرت یا هکتار) نیاز به ارزیابی‌های بیشتر و طولانی‌تری دارد اما مطابق نتایج این پروژه و تا این مرحله (بوته‌های دو ساله)، گونه *A. effuses* و به‌ویژه جمعیت *A. effusus* دره شهداء (آذربایجان غربی) از لحاظ متوسط وزن تر و خشک بوته و اجزاء آن (وزن بخش‌های هوایی و ریشه) برتری قابل توجهی را بین جمعیت‌ها و گونه‌های گون نشان داد. سه جمعیت گونه *As. vegetus* (زرشک - قزوین، سارال کردستان و قره‌باغ - آذربایجان غربی) هم بعد از جمعیت *A. effusus* دره شهداء در رتبه بعدی قرار داشتند. نتیجه مذکور با نتایج اعلام شده توسط Zarre Kia و Mir Haji (۲۰۱۷) که چندین جمعیت را از هفت گونه گون شامل *A. Lilacinus Astragalus subsecondus* ، *A. cyclophyllon* ، *A. effusus brachyodontus* در ایستگاه تحقیقات مرتع همدان آبرسد دماوند مورد ارزیابی قرار داده و گزارش کردند که گونه‌ها و اکوتیپ‌هایی مانند *As. vegetus* (کردستان)، اکوتیپ‌های *A. brevidens* سد طرق و تندوره (خراسان رضوی)، *A. brachyodontus* زرشک (قزوین) و *A. effusus* دره شهداء (آذربایجان غربی) جزو گونه‌های پیشنهادی برای اصلاح و توسعه مراتع و دیمزارهای رها شده با شرایط مشابه آب و هوایی ایستگاه همدان آبرسد یعنی بارندگی بالای ۳۰۰ میلیمتر و دمای متوسط ۱۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، مطابقت دارد.

عملکرد علوفه یکی از اهداف اصلی و نهایی در برنامه اصلاح و احیای مراتع است (Mir Haji et al., 2013). عملکرد علوفه یک صفت عملکردی پیچیده و تابع سایر صفات و اجزاء عملکرد است که از طریق تجزیه‌های آماری چندمتغیره به‌ویژه روش‌های رگرسیونی قابل تشخیص‌اند. این موضوع در گزینش مستقیم برای عملکرد علوفه و هم گزینش‌های غیرمستقیم از طریق اجزاء عملکرد علوفه به محققان و اصلاحگران کمک

این موضوع بیانگر وجود تنوع ژنتیکی جمعیت‌ها و گونه‌های گون برای صفات مورفولوژیکی است. وجود تنوع ژنتیکی از لحاظ صفات، به‌ویژه صفات کاربردی و اقتصادی مانند عملکرد علوفه می‌تواند زمینه لازم را برای بکارگیری روش‌های به‌ترادی مانند گزینش در مورد این ویژگی‌ها فراهم کند. نتایج حاصل با نتایج اعلام شده سایر محققان مطابقت دارد. Zarre Kia و Mir Haji (۲۰۱۷) گزارش کردند که اثر ژنوتیپ و گونه گون بر صفات کمی شامل پوشش تاجی، قطر تاج، تولید علوفه، ارتفاع گیاه، تعداد ساقه گل‌دار و مقدار بذر در بین جمعیت‌های مختلف هفت گونه گون شامل *A. Lilacinus* ، *A. subsecondus* ، *A. effusus brachyodontus* ، *A. cyclophyllon* ، *A. effusus* در ایستگاه تحقیقات مرتع همدان آبرسد دماوند دارای اختلاف معنی‌دار بود. Yousefi و Zarre Kia (۲۰۲۱) صفات درصد استقرار گیاه، شادابی عمومی، متوسط ارتفاع و قطر تاج بوته، تعداد شاخه در بوته، متوسط وزن تر و خشک بوته و نسبت وزن خشک به تر بوته در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ را در ۱۰ جمعیت متعلق به گونه‌های *Astragalus vegetus* ، *A. brevidens* ، *A. effusus brachyodontus* و *A. cyclophyllus* در ساندج طی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ بررسی و گزارش کردند که اثرهای ژنوتیپ و سال برای تمام صفات و اثر متقابل سال × ژنوتیپ هم باستانی درصد استقرار و درجه شادابی برای سایر صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بود. Mir Haji و همکاران (۲۰۱۳) اعلام کردند که یکی از منابع عمده تولید علوفه مراتع کشور، گونه‌های مختلف جنس گون به‌ویژه گون‌های علفی دائمی هستند که تعداد زیادی از آنها مورد تعلیف دام قرار می‌گیرند. این گونه‌ها در شرایط نظام بهره‌برداری سنتی و مداوم از مراتع و همچنین تحمل تغییرات ناشی از بروز خشک‌سالی‌ها گویای مزیت نسبی این گونه‌ها در تولید علوفه مراتع کشور هستند. بنابراین دستیابی به گونه‌های با مقادیر بالای عملکرد و اجزای عملکرد علوفه مانند ارتفاع و قطر تاج پوشش گیاه و غیره به‌عنوان معیار تفکیک و دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها مورد

بود. نتایج برازش رگرسیونی گام به گام عملکرد علوفه بر سایر صفات مورد مطالعه جمعیت‌های گون، متغیرهای مستقل متوسط وزن کل تر بوته، درصد استقرار بوته در سطح، متوسط قطر تاج پوشش و ارتفاع بوته، طول ریشه و متوسط طول برگ در آخرین گام (مرحله هفتم) به‌عنوان متغیرهای مؤثر و اجزای عملکرد علوفه در این مرحله مشخص شدند. از آنجا که متغیر تابع عملکرد علوفه در سطح ردیف کرت (و همچنین در سطح هکتار) از طریق ضرب میانگین وزن در تعداد بوته‌های گون روی ردیف کرت با سطح مشخص محاسبه می‌گردد، دو صفت تعداد بوته مستقر شده در سطح و متوسط وزن بوته به‌عنوان اجزاء اصلی آن هستند. همچنین تعداد بوته در واحد سطح به‌عنوان یک صفت اولیه (یعنی سایر صفات مورد بررسی در سیستم رگرسیون بر آن تأثیر ندارند بلکه خود مقدم بر صفات دیگر هستند و می‌توانند بر آنها نقش داشته باشند) تابع خصوصیات بذر (شرایط پوسته بذر، خواب بذر، سلامت و قدرت جنین، موانع فیزیولوژیکی جوانه‌زنی، میزان اندوخته درونی بذر و غیره) و نیز شرایط محیطی (محیط درونی بذر، محیط درون خاک مانند وجود رطوبت، اکسیژن، تراکم خاک و غیره و محیط خارج خاک مانند وجود رطوبت، مقدار دمای مناسب رشد و غیره) است. بنابراین سایر صفات مورد بررسی تأثیر و نقش خود را بر عملکرد علوفه از طریق تأثیر بر متوسط وزن بوته و به‌ویژه بخش هوایی آن اعمال می‌کنند. از این رو صفات متوسط قطر تاج پوشش و ارتفاع بوته، طول ریشه و متوسط طول برگ از اجزای وزن بوته و به‌ویژه بخش هوایی هستند. نتایج مذکور منطبق با نتایج برآورد همبستگی بین صفات است. بنابراین برای دستیابی به جمعیت‌ها و گونه‌های گون با عملکرد علوفه بالاتر به‌منظور معرفی در برنامه‌های احیاء و توسعه تولید علوفه در مراتع کشور باید بدنبال‌گزینش یا ایجاد (از طریق هیبریداسیون) ژنوتیپ‌هایی با بخش هوایی حجیم‌تر و ریشه‌های عمیق‌تر (برای دستیابی به رطوبت اعماق) بود.

خواهد کرد. مطابق نتایج برآورد همبستگی بین صفات، متوسط وزن تر بوته و به‌ویژه وزن بخش هوایی آن (به‌عنوان معیاری از عملکرد علوفه بوته) به‌عنوان یک صفت مهم و اقتصادی با صفات شادابی بوته در سطح احتمال ۰/۰۵ با صفات متوسط ارتفاع و قطر تاج پوشش بوته، تعداد شاخه‌های اولیه، طول بخش هوایی (بلندترین ساقه)، طول و عرض ریشه و متوسط وزن ریشه دارای رابطه مثبت و معنی‌دار ( $p \leq 0/01$ ) بودند. رابطه متوسط وزن تر بوته با متوسط طول و عرض برگ مثبت و در سطح احتمال ۰/۰۵ و رابطه وزن بخش هوایی بوته هم با متوسط طول و عرض برگ مثبت و در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود. نتیجه حاصل برآورد بین صفات همبستگی به‌نوعی مؤید نتایج و مشاهدات قبلی این تحقیق است. به‌عبارت دیگر، مقادیر بالاتر متوسط وزن بوته و به‌ویژه وزن بخش هوایی آن (به‌عنوان معیاری از عملکرد علوفه بوته) وابسته به بوته‌هایی با صفات رویشی بالاتر، حجیم‌تر، تنومندتر با ریشه عمیق‌تر (برای بهره‌مندی از رطوبت اعماق خاک در کشت دیم) مانند بوته‌های جمعیت *A. effusus* دره شهداء (آذربایجان غربی) و جمعیت‌های گونه *A. vegetus* در بین جمعیت‌ها و گونه‌های مورد بررسی گون در این تحقیق است.

معنی‌دار شدن ( $p \leq 0/01$ ) میانگین مربعات رگرسیون و مقادیر بالای ضریب تبیین ( $R^2$ ) در برآورد رگرسیون‌های عادی و گام به گام عملکرد علوفه تر در سطح (یک متغیر ترکیبی حاصل‌ضرب وزن تر بوته در تعداد بوته‌های مستقر شده در سطح ردیف کرت) بر سایر صفات مورد مطالعه جمعیت‌های گون در سال ۱۳۹۹ در سنج (به ترتیب حدود ۸۸ و ۹۱ درصد)، بیانگر کارایی سیستم رگرسیون و تأثیر بالای متغیرهای مستقل (صفات) مورد بررسی در توجیه تغییرات (واریانس) عملکرد علوفه با خطای نسبتاً کم برآورد است. البته در بین متغیرهای مستقل یا صفات مورد بررسی، نقش درصد استقرار گیاه، طول بخش هوایی (بلندترین ساقه)، تعداد شاخه اولیه و متوسط وزن کل تر بوته در رتبه اول و متغیرهای متوسط ارتفاع بوته، متوسط وزن تر بخش هوایی بوته، متوسط قطر تاج پوشش بوته، متوسط طول برگ و طول ریشه (بلندترین ریشه) هم در رتبه دوم بیشتر

- Research, 17 (2): 233-221 (In Persian).
- Shojaii, A., Motaghinejad, M., Norouzi, S. and Motevalian, M., 2015. Evaluation of Anti-inflammatory and analgesic activity of the extract and fractions *Astragalus hamosus* in animal models. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 14(1): 263-269 (In Persian).
  - Zhan-bin, W. and Qing-yi, W., 2013. Cultivating erect Milkvetch (*Astragalus adsurgens* Pall.) (Leguminosae) improved soil properties in Properties Loess Hilly and Gullies in China. Journal of Integrative Agriculture., 12(9): 1652-1658.
  - Romme, A., Clare, B., Alschuler, L., Hobbs, C. and Upton, R., 2010. Botanical medicine women's health, Chapter 8, Vaginal infections and sexuality transmitted diseases, Elsevier, pp: 256-289.
  - Scherson, R.A., Choi, H., Cook, D.R. and Sanderson, M.J., 2005. Phylogenetics of New World *Astragalus*: Screening of novel nuclear loci for the reconstruction of phylogenies at low taxonomic levels. Journal of Brittonia, 57(4): 354-366.
  - Shahrajabian, M.H., Sun, W. and Cheng, Q., 2019. Review of *Astragalus* species as foodstuffs, dietary supplements, a traditional Chinese medicine and a part of modern pharmaceutical sciences. Applied Ecology and Environmental Research, 17(6): 13371-13382.
  - Yousefi, B. and Jaffari, A.A., 2014. Evaluation of quantitative and qualitative traits of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop) ecotypes under irrigation and rainfed conditions in Kurdistan, Iran. Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 21(3):549-561 (In Persian).
  - Yousefi, B. and Zarre Kia, S., 2021. Evaluation and introduction of promising milkvetch (*Astragalus* spp.) populations to rehabilitate semi-steppe rangelands of Iran (Kurdistan province). Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 28(4):759-771 (In Persian).
  - Zarre Kia, P. and Mirhaji, T., 2017. Preliminary evaluation of several perennial herbaceous species in order to select the best genotype of Hamand Absard rangeland research station. Plant Ecosystem Protection, 5: 87-100 (In Persian).
  - Zarre, S.H., Rajaiy, M., Ebrahimzadeh, H., Habibi, M. and Niknam, V., 2004. Isoyme variation in some population of arare endemic species *Astragalus submitis* (Fabaceae) in Iran. Biochemical Systematics and Ecology, 32:675-684.
  - Zarre, S.H., Khodaei, Z., Karamali, Z., Niknam, V. and Mirmasoumi, M., 2007. Isolation variation pattern and species concept in *Astragalus gossypinus* and *Astragalus persicus* complexes (Fabaceae) in Iran. Biochemical Systematics and Ecology, 35:757-763.

## منابع مورد استفاده

- Abera, Y. and Belachew, T., 2011. Local perceptions of soil fertility management in southeastern Ethiopia. International Research Journal of Agricultural Science, 1: 64-69.
- Andrew, A.J., Liston, A. and Popovich, S.J., 2004. Genetic diversity of the narrow endemic *Astragalus oniciformis* (Fabaceae). American Journal of Botany, 91(12):2004-2012.
- Ahmadi, A., Shahmoradi, A., Zarre Kia, S., Ahmadi, M. And Nateghi, S., 2013. Atmological study of *Astragalus effusus* species in the rangelands of West Azerbaijan province. Iranian Range and Desert Research, 20 (1): 181-172 (In Persian).
- Baskauf, C.J. and Burke, J.M., 2009. Population Genetics of *Astragalus bibullatus* (Fabaceae) Using AFLPs. Journal of Heredity, 100(4):424-431.
- Gholamzadeh, Z., Javadi, H., Pezhmanmehr, M. and Hatami, M., 2020. Caryologic study of some species of *Astragalus* spp. in different habitats of Iran. Plant Genetic Researches, 7 (1):145-160 (In Persian).
- Maassoumi, A.A., 2005. *Astragalus* of Iran, Volume 5, Forest and Rangeland Research Institute, Tehran, 786 pages.
- Maassoumi, A. A., 2016. The role of *Astragalus* in the balance of the ecosystem. Nature of Iran, 1 (1): 47-41.
- Mir Haji, T., Sandgol, A. and Yeganeh Badrabadi, H., 2013. Evaluation of 16 Extensions of *Festuca ovina* L. in Range Plants. Hamand Absard rangeland research station. Iranian Journal of Rangeland and Desert, 20(1): 11-22 (In Persian).
- Moghadam, M., Mohamadi Shoti, A. and Aghei Sarbarzeh, M., 1994. Multivariate statistical method (Translation). Pishtaz Elm press, Tabriz, Iran, 71p (In Persian).
- Mohammad Qasemi, F. and Matinkhah, S.H., 2017. Investigation of the effect of *A. cyclophyllon* as a nitrogen stabilizing plant on soil properties. Iranian Journal of Rangeland and Desert, 24 (4): 814-805 (In Persian).
- Moshtaghian, M.B., 2006. Atheological study of *Astragalus cyclophyllon* in Isfahan province. Final report of the research project, Forest and Rangeland Research Institute of Iran (In Persian).
- Loeppky, H.A., Bittman, S., Hilt, R.M. and Frick, B., 1996. Seasonal changes in yield and nutritional quality of cicer milkvetch and alfalfa in north- eastern Saskatchewan. Journal of Plant Sciences, 76: 441-446.
- Sharifi, J., Shahmoradi, A.A and Imani, A.A., 2010. Investigation of some ecological characteristics of *Astragalus brachyodontus* in the rangelands of Ardabil province. Iranian Journal of Range and Desert



## Evaluation of genetic diversity and relationships of forage yield and its components in different populations of five forage species of milkvetch (*Astragalus spp.*) in Kurdistan province

B. Yousefi<sup>1\*</sup> and S. Zare Kia<sup>2</sup>

1\*- Corresponding author, Associate Professor, Research Division of Natural Resources, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Sanandaj, Iran, E mail: bayzidyousefi@yahoo.com

2- Assistant Professor, Rangelands Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 06/26/2022

Accepted: 08/21/2022

### Abstract

To evaluate the genetic diversity and relationships among traits of herbaceous milkvetch, ten genotypes belonging to five species, including *Astragalus vegetus*, *A. brevidens*, *A. brachyodontus*, *A. effusus*, and *A. cyclophyllus* in Sanandaj in a randomized complete block design with three replications were studied. Seed sowing was done in November 2018, and morphological traits of the plant in spring 2020 were measured. Analysis of variance indicated that significant ( $p \leq 0.01$  and  $0.05$ ) difference for milkvetch populations (G) for all studied traits. In 2020 (two years old plants), the mean of plant establishment was about 26%, the number of primary branches was 3.2, the plant height, the tallest stem length, and crown diameter was 16.9, 19.2, and 15.4 cm, respectively, and the length and width of the root were 17.4 and 6.2 cm, respectively, the average of fresh weights of the whole plant, aerial and root parts was 2.3, 1.9 and 0.4 g and the average weight of the plant, aerial and root parts were 0.9, 0.7 and 0.2 g respectively, average dry to fresh weight ratio was 0.38. The average number of leaflets per leaf was 7.7, so the mean length and width of leaf and leaflets were 7.5, 3.7, 2.3, and 0.5 cm, respectively. The accession of *A. effusus* Darreh Shohada (West Azerbaijan) and three accessions of *A. vegetus* (Zereshk of Qazvin, Saral of Kurdistan, and Qarehbagh of West Azerbaijan) were superior ones in terms of forage production and other studied traits. The weight of the plant was positively correlated with plant vigor, length, and width of the leaf ( $p \leq 0.05$ ) and with plant height, crown diameter, number of primary branches, the length and width of the root, aerial and root weight at ( $p \leq 0.01$ ). The results of stepwise regression of forage yield on other traits showed that plant weight, establishment percentage, plant height, and crown diameter at ( $p \leq 0.01$ ) and the length of leaf and root at ( $p \leq 0.05$ ) with ( $R^2_{adj} = 91.1\%$ ) were forage yield components. Therefore, to achieve higher forage, genotypes with larger aerial parts and deeper roots should be selected.

**Keywords:** Stepwise regression, forage yield, *Astragalus spp.*, correlation of traits.