تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد سوم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، ص ۲۲۰-۲۰۷

مقاله پژوهشی

بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه پولک (*Stachys inflate* Benth) تحت تاثیر ارتفاع و خاک در استان آذربایجان شرقی

سعید یوسف‌زاده[1*]

۱- گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران

* مسئول مکاتبه: S_yousefzadeh@pnu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۰ **DOI: 10.22034/CSRAR.2021.302366.1125**

چکیده

به منظور بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و کیفی پنج جمعیت پولک، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۱۴۰۰ با سه تکرار انجام شد. در هر رویشگاه نمونه‌های گیاهی در یک کوادرات ۱×۱ متر مربع از سطح خاک کف‌بر شد. هر جمعیت پولک متعلق به یک رویشگاه و این رویشگاها شامل یام، بناب، ارلان، زنوزق و گلجار بودند. نتایج نشان داد که ویژگی‌های مورد بررسی بین جمعیت‌ها تنوع بالایی داشتند. ارتفاع در مقایسه با خصوصیات خاک بیشترین تأثیر را در درصد اسانس، میزان کلروفیل و آنتوسانین داشت. درصد اسانس در جمعیت ارلان (۰/۱۸۶ درصد) در مقایسه با جمعیت زنوزق (۰/۱۱۶ درصد) ۳۷ درصد بیشتر بود. بیشترین تجمع کلروفیل و آنتوسیانین در جمعیت یام در بیشترین ارتفاع از سطح دریا مشاهده گردید. میزان کلروفیل کل در جمعیت یام در مقایسه با جمعیت ارلان ۴۴ درصد بیشتر بود. به طور کلی جمعیت ارلان و یام به ترتیب به دلیل داشتن بیشترین میزان اسانس و آنتوسیانین به عنوان جمعیت‌های برتر معرفی می‌گردد که می‌توان با استفاده از این جمعیت‌ها ارقامی با خصوصیات زراعی مطلوب تولید کرد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، درصد اسانس، رنگدانه‌های فتوسنتزی، عوامل اکولوژیکی، گیاهان دارویی

مقدمه

امروزه گیاهان دارویی اسانس‌دار، به دلیل نقش آنها در درمان بیماری‌ها به‌طور ویژه‌ای مورد توجه قرار گرفته‌اند. اسانس‌های تولید شده توسط گیاهان دارویی و معطر به عنوان طعم‌دهنده‌ها در صنایع نوشیدنی و غذایی، داروسازی، عطر سازی و لوازم آرایشی و بهداشتی و مورد استفاده قرار می‌گیرند (Conforti *et al.*, 2009). رشد و عملکرد گیاهان دارویی در اکوسیستم‌ها، تحت تاثیر عوامل درونی (ژنتیکی) و عوامل بیرونی (محیطی) قرار می‌گیرد (Carrubba and Catalano, 2009). تأثیر عوامل محیطی بر تولید مواد مؤثره دارویی، مسئله بسیار پیچیده‌ای است و این عوامل از جمله نور، آب و هوا، خشکی محیط، ارتفاع از سطح دریا و عوامل خاکی می‌تواند بر کیفیت ماده مؤثره مانند آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، استروئیدها، اجزای اسانس و بیوماس تولیدی گیاه تأثیر گذار باشد (Omidbaigi, 2013; Mehalaine and Chenchouni, 2021).

در این راستا محققین اشاره کردند در بین ژنوتیپ‌های مختلف از سه گونه نعنا از نظر درصد و عملکرد اسانس اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت و ژنوتیپ‌های اصفهان و همدان به ترتیب کمترین و بیشترین عملکرد اسانس را تولید کردند (Rai-Dehagi *et al.*, 2015). در پژوهشی دیگر محققین گزارش کردند بین شش جمعیت جمع‌آوری شده بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) از استان‌های آذربایجان شرقی و غربی و رقم اصلاح شده SZK-1 گیاه بادرشبو از لحاظ صفات کمی و کیفی اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (Yousefzadeh and Sefidkon, 2016). مطالعات نشان دادند که ارتباط و همبستگی بالایی بین رویشگاه و ترکیبات شیمیایی گیاهان دارویی وجود دارد و اقلیم، خاک، شرایط محیطی بر خصوصیات مورفولوژیکی، محتوای اسانس، میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی مؤثر است (Tohidi *et al.*, 2020; Zouaoui *et al.*, 2020).

نتایج تحقیقات در گیاه پولک نشان داد درصد اسانس از ۰/۱۱ تا ۰/۲ درصد در رویشگاه‌های مختلف استان همدان متفاوت بود (Salehi and Kalvandi, 2020). در پژوهشی دیگر تغییرات میزان اسانس در بین دو جمعیت بدست آمده از مناطق دماوند-فیروزکوه و زنجان-تبریز بین ۰/۱۱ تا ۰/۱۴ درصد گزارش شد (Nabizadeh *et al.*, 2010). محققین دیگر در

استان مازندران تغییرات میزان اسانس را در گیاه پولک بین ۱/۳ تا ۲/۹ گزارش کردند (Alibakhshi *et al.*, 2014). رنگدانه‌های فتوسنتزی نیز در پاسخ به شرایط محیطی تغییر می‌کنند (Tohidi *et al.*, 2020). در این رابطه مقایسهٔ محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی در برگ‌های گیاه فراسیون (*Marrubium vulgare*) نشان داد که گیاهان جمع‌آوری شده از بیشترین ارتفاع از سطح دریا در مقایسه با کمترین ارتفاع مقادیر کلروفیل b و کاروتنوئید بیشتری داشتند (Habibi, 2020). در پژوهشی دیگر در گیاه گزنه (*Urtica dioica* L.) با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان کلروفیل افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل (۵۰/۳ درصد) در ارتفاع ۲۲۵۰ متری بدست آمد در حالی‌که مقدار این صفت در ارتفاع ۷۵۰ متری ۲۷/۳ درصد بود (Najjarfiroozjaee *et al.*, 2014).

نتایج پژوهشی در شش جمعیت از گیاه بادرشبو نشان داد که با افزایش از سطح دریا بیشترین میزان کلروفیل در جمعیت سلماس واقع در استان آذربایجان غربی بدست آمد. همچنین این محققین میزان نیتروژن و ماده آلی خاک را نیز از عوامل تأثیر گذار در افزایش میزان کلروفیل عنوان کردند (Yousefzadeh and Sefidkon, 2016). آنتوسیانین‌ها، مسئول ایجاد رنگ‌های قرمز، بنفش و آبی در بسیاری از گل‌ها، میوه‌ها و سبزیجات هستند. تحقیقات نشان داده است که غلظت رنگیزه‌های آنتوسیانین به عوامل متعددی از جمله شدت نور، ارتفاع و دما بستگی دارد (Nikkhah *et al.*, 2012). افزایش شدت نور و تابش اشعه ماوراء بنفش بواسطه افزایش ارتفاع از سطح دریا از مهمترین عواملی هستند که می‌توانند بیوسنتز آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدهای برگ گیاه را تحریک کنند (Li *et al.*, 2020). در این رابطه مطالعات نشان داد که در گیاه آقطی (*Sambucus ebulus* L.) با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان آنتوسیانین به طور معنی‌داری افزایش یافت (Jamshidi *et al.*, 2010). جنس *Stachys* متعلق به خانواده نعناعیان با ۲۷۰ گونه به صورت گسترده‌ای در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری در سراسر جهان پراکنده شده و اثرات درمانی متعددی دارد. ۳۴ گونه از این جنس در ایران یافت می‌شود که ۱۳ گونه آن انحصاری ایران است و به طور پراکنده در نقاط مختلف کشور می‌روید (Mozaffarian, 1996; Jamzad, 2012; Ghahreman, 1995).

در طب سنتی *Stachys inflate* Benth به پولک یا گل ارغوانی مشهور بوده و در استان آذربایجان شرقی از سرشاخه‌های این گیاه به عنوان داروی ضد عفونت‌های ریوی، آسم و بیماری‌های التهابی استفاده می‌شود (Mozaffarian, 1996). همچنین اسانس این گیاه دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضد باکتریایی، ضد قارچی، ضد سرفه، ضد اضطراب و ضد سرطان می‌باشد (Goren *et al.*, 2011). با توجه به اهمیت و جایگاه این گیاه ارزشمند در طب سنتی در استان آذربایجان شرقی و همچنین عدم وجود تحقیقی جامع در ارتباط با تأثیر عوامل محیطی همچون ارتفاع و شرایط خاک بر ویژگی‌های کمی و کیفی این گیاه ضرورت این امر احساس می‌گردد. از این رو پژوهش حاضر با هدف بررسی خصوصیات کمی و کیفی گیاه پولک تحت تأثیر ارتفاع و شرایط خاک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی خصوصیات کمی و کیفی پنج جمعیت پولک در پنج رویشگاه، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۱۴۰۰ در سه تکرار با فواصل ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر انجام گردید. در هر رویشگاه نمونه‌های گیاهی در یک کوادرات ۱×۱ متر مربع از سطح خاک کف بر شد. در هر منطقه ۳ نمونه‌برداری انجام شد. هر جمعیت پولک متعلق به یک رویشگاه و این رویشگاها شامل یام، بناب، ارلان، زنوزق و گلجار واقع در استان آذربایجان شرقی بودند. در هر رویشگاه در مرحله گل‌دهی نمونه‌برداری در تاریخ ۱۰ خرداد انجام شد. جمعیت‌های جمع‌آوری شده در موسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی توسط گیاه شناس بخش جناب آقای مهندس ناصر کاسبی با کدهای هرباریومی ۸۸۹۵، ۸۸۹۶، ۸۸۹۷، ۸۸۹۸ و ۸۸۹۹ به ترتیب برای جمعیت‌های یام، بناب، ارلان، زنوزق و گلجار شناسایی گردید. در این مطالعه صفاتی نظیر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد گل در بوته، طول گل‌آذین، طول و عرض برگ، طول و عرض گلچه، عملکرد ماده خشک، درصد اسانس، عملکرد اسانس، میزان کلروفیل (a، b و کل)، میزان کارتنوئید و آنتوسیانین برگ و گل مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت بررسی رابطه خصوصیات خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد.

جدول ۱- مختصات جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جمعیت‌های پولک

Table 1- Geographical coordinates, altitude and some soil physico- chemical properties in *Stachys inflate* Benth populations

جمعیت Population	طول جغرافیایی Latitude	عرض جغرافیای Longitude	ارتفاع از سطح دریا Altitude (m)	هدایت الکتریکی EC (dSm^{-1})	اسیدیته pH	کربن آلی OC (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)
یام Yam	38°21’34″	45°48’51″	1901	0.76	7.71	0.04	0.28	3.5	120	52	34	14
بناب Bonab	38°26’51″	45°57’31″	1577	0.9	7.57	0.57	0.05	5.8	163	74	16	10
ارلان Aralan	38°23’13″	45°33’22″	1289	0.61	7.52	0.4	0.05	2.4	260	25	31	44
زنوزق Zonozag	38°35’51″	45°51’12″	1801	0.5	7.61	0.91	0.11	4.4	241	42	36	22
گلجار Galajar	38°21’42″	45°42’51″	1770	0.75	7.41	0.11	1.02	4.5	411	20	44	36

مختصات جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاه پس از اینکه گیاهان از سطح خاک کف‌بر شدند در داخل پلاستیک‌هایی قرار گرفتند و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از توزین عملکرد ماده‌ی تر، نمونه‌ها در سایه و هوای آزاد خشک شده و وزن خشک گیاه نیز مورد محاسبه قرار گرفت. به منظور تعیین مقدار اسانس از سرشاخه‌های جوان، از هر رویشگاه آزمایشی سه نمونه ۵۰ گرمی تهیه و با استفاده از روش تقطیر با آب به وسیله دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت اسانس‌گیری به عمل آمد (Bahadori *et al.*, 2017). عملکرد اسانس نیز بر اساس حاصل‌ضرب درصد اسانس در میزان ماده خشک تقسیم بر ۱۰۰ محاسبه گردید (Basiri and Nadjafi, 2019).

۱) $\frac{\text{عملکرد ماده خشک (گرم بر متر مربع)}}{۱۰۰}$ = عملکرد ماده خشک (گرم بر متر مربع) × درصد اسانس

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل‌های a، b، کل و کارتنوئید ۰/۲ گرم نمونه‌ی برگی در استون ۸۰٪ عصاره‌گیری شد. سپس عصاره‌ی حاصل از کاغذ صافی عبور داده و تا رسیدن به حجم ۲۵ میلی‌لیتر و استخراج کامل کلروفیل به آن استون اضافه گشت. جذب نوری کلروفیل a، b و کارتنوئید به ترتیب در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ و ۴۷۰ نانومتر انجام گرفت (Arnon, 1949). برای اندازه‌گیری آنتوسیانین‌ها با استفاده از روش کرازیک و همکاران (Krizek *et al.*, 1993)، مقدار ۰/۲ گرم از برگ را برداشته و در سه میلی‌لیتر متانول اسیدی که شامل متانول و کلریدریک اسید به نسبت ۹۹ به یک است به طور کامل ساییده شد، سپس عصاره‌ی حاصل سانتریفیوژ شده و محلول روئی به مدت یک شب در تاریکی قرار گرفت. میزان جذب در ۵۵۰ نانومتر خوانده شد. برای محاسبه‌ی غلظت، از ضریب خاموشی (ε=۳۳۰۰۰ mol-2 cm-1) استفاده گردید. برای تعیین سهم نسبی هر یک از صفات مورد مطالعه، در جمعیت‌های مورد بررسی با استفاده از نرم‌افزار STATGRAPHICS تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه آماری SAS نسخه ۹,۴ استفاده گردید. قبل از تجزیه و تحلیل دادها، تست نرمال بودن آن‌ها انجام شد و پس از اطمینان از حالت توزیع نرمال، نسبت به تجزیه و تحلیل آن‌ها اقدام گردید برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد، استفاده شد.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی

تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر جمعیت بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد گل در بوته، عرض برگ، طول و عرض گلچه و عملکرد ماده خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. در حالی‌که تأثیر جمعیت بر طول گل‌آذین و طول برگ در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین (۴۰/۳۳ سانتی‌متر) و کمترین (۳۰/۳۳ سانتی‌متر) ارتفاع بوته به ترتیب از گیاهان جمع‌آوری شده از جمعیت یام و ارلان بدست آمد. ارتفاع گیاهان در جمعیت یام در مقایسه با جمعیت ارلان در حدود ۲۵ درصد بیشتر بود (جدول ۴). تحقیقات پیشین در گیاه پولک و چای کوهی (*Stachys lavandulifolia Vahl.*) نشان داد که در رویشگاهای مختلف ارتفاع گیاهان به طور معنی‌داری با هم تفاوت داشتند. این محققین شرایط محیطی و سازگاری این ارقام به شرایط منطقه را دلیل اختلافات مورفولوژیکی ذکر کردند (Salehi and Kalvandi, 2020; Keshavarzi *et al.*, 2016). میزان کربن آلی و نیتروژن کل در منطقه گلجار در مقایسه با منطقه یام بیشتر بود و احتمالاً این باعث افزایش ارتفاع گیاهان در منطقه گلجار شده است. نیتروژن یکی از عوامل مهم مؤثر در رشد رویشی و افزایش ارتفاع گیاهان می‌باشد. در مورد تأثیر مثبت نیتروژن و کربن آلی بر افزایش ارتفاع بادرشبو نتایج مشابهی گزارش شده است (Yousefzadeh and Sefidkon, 2016).

بیشرین قطر ساقه (۲/۱۶ میلی‌متر) در منطقه زنوزق مشاهده گردید این در حالی بود که گیاهان جمع‌آوری شده از جمعیت ارلان (۰/۹ میلی‌متر) کمترین قطر ساقه را تولید کردند. مشابه با ارتفاع گیاه بیشرین تعداد گل در بوته در منطقه یام بدست آمد ولی تفاوت معنی‌داری با جمعیت‌های زنوزق و گلجار نداشت (جدول ۳). در جمعیت ارلان کمترین تعداد گل در گیاهان مشاهده شد. در ارتفاع‌های بالاتر از سطح دریا تعداد گل در گیاهان افزایش یافت.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی پولک در جمعیت‌های مورد مطالعه

Table 2- Analysis of variance of morphological traits of *Stachys inflate* Benth in studied populations.

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares								
		ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد گل در بوته Number of flower per plant	طول گل آذین Inflorescence length	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول گلچه Floret length	عرض گلچه Floret width	عملکرد ماده خشک Dry matter yield
جمعیت Population	4	51.10**	0.84**	2.43**	11.50*	0.29*	0.20**	0.16**	0.006**	7316.50**
خطا Error	10	2.93	0.01	0.40	2.33	0.06	0.01	0.01	0.0007	914.53
ضریب تغییرات C.V (%)	-	5.07	6.80	13.95	14.78	11.53	19.17	9.69	5.86	7.88

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

*, **: significance at the P-value of 0.05 and 0.01, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات کیفی پولک در جمعیت‌های مورد مطالعه

Table 3- Analysis of variance of qualitative traits of *Stachys inflate* Benth in studied populations.

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares							
		درصد اسانس Percentage of essential oil	عملکرد اسانس Essential oil yield	کلروفیلa Chlorophyll *a*	کلروفیلb Chlorophyll *b*	کلروفیل کل Total chlorophyll	کارتنوئید Carotenoid	آنتوسانین گل Flower anthocyanins	آنتوسانین برگ Leaf anthocyanins
جمعیت Population	4	0.001*	0.47*	0.18**	0.04**	0.40**	0.005*	0.04**	3.63**
خطا Error	10	0.0003	0.12	0.0006	0.0002	0.001	0.001	0.0008	00.7
ضریب تغییرات C.V (%)	-	13.14	15.61	2.57	3.30	2.37	10.83	8.03	2.40

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

*, **: significance at the P-value of 0.05 and 0.01, respectively.

در جمعیت گلجار (۱۳/۳۳ سانتی‌متر) طول گل‌آذین در گیاهان به طور معنی‌داری در مقایسه با جمعیت‌های زنوزق، ارلان و یام بیشتر بود (جدول ۴). بین جمعیت بناب و گلجار از نظر طول گل‌آذین اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین طول گل‌آذین در جمعیت ارلان (۸/۳۳ سانتی‌متر) بدست آمد (جدول ۴). طول برگ در جمعیت گلجار در مقایسه با جمعیت ارلان ۲۸ درصد بیشتر بود (جدول ۴). این در حالی بود که عرض برگ در جمعیت زنوزق در مقایسه با جمعیت ارلان ۶۰ درصد بیشتر بود (جدول ۴). جمعیت‌های یام و بناب به طور معنی‌داری طول گلچه بیشتری در مقایسه با سایر جمعیت‌ها تولید کردند (جدول ۴). جمعیت ارلان و گلجار به طور مشابه کمترین طول گلچه را به خود اختصاص دادند. گیاهان جمع‌آوری شده از منطقه ارلان کمترین عرض گلچه را داشتند و بقیه جمعیت‌ها به طور معنی‌داری عرض گلچه بیشتری در مقایسه با ارلان تولید کردند (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسهٔ میانگین صفات مورفولوژیکی پولک در جمعیت‌های مورد مطالعه

Table 4- Mean comparison of morphological traits of *Stachys inflate* Benth in studied populations

جمعیت Population	ارتفاع بوته Plant height (cm)	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعدادگل در بوته Number of flower per plant	طول گل‌آذین Inflorescence length (cm)	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	طول گلچه Floret length (cm)	عرض گلچه Floret width (cm)	وزن خشک کل Total dry matter (gr m-1)
یام Yam	40.33^{a}	1.40^{c}	5.66^{a}	9.00^{b}	1.81^{b}	0.50^{b}	1.40^{a}	0.49^{a}	380.67^{b}
بناب Bonab	30.67^{c}	1.85^{b}	4.00^{bc}	11.00^{ab}	2.28^{a}	0.90^{a}	1.49^{a}	0.50^{a}	416.67^{ab}
ارلان Aralan	30.33^{c}	0.90^{d}	3.33^{c}	8.33^{b}	1.80^{b}	0.40^{b}	1.00^{b}	0.40^{b}	371.66^{b}
زنوزق Zonozag	35.33^{b}	2.16^{a}	5.00^{ab}	10.00^{b}	2.30^{a}	1.00^{a}	1.07^{b}	0.50^{a}	438.33^{a}
گلجار Galajar	32.66^{bc}	1.06^{d}	4.66^{ab}	13.33^{a}	2.50^{a}	0.56^{b}	1.00^{b}	0.50^{a}	309.33^{c}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter in each column are not significantly different at 5% of probability level by LSD test.

جمعیت زنوزق (۴۳۸/۳۳ گرم در متر مربع) در مقایسه با جمعیت گلجار (۳۰۹/۳۳ گرم در متر مربع) تقریبا ۳۰ درصد وزن خشک کل بیشتری داشت. نتایج مطالعات بر روی هفت جمعیت گیاه پولک در استان همدان نشان داد که صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، طول و عرض برگ، طول و عرض براکته و گلچه، طول گل‌آذین، وزن تر و خشک شاخه گلدار، وزن تر و خشک برگ و گل بین جمعیت‌های مختلف در رویشگاه‌ها متفاوت بود (Salehi and Kalvandi, 2020).

در مطالعه‌ای دیگر در شش جمعیت از گیاه چای کوهی (*Stachys lavandulifolia* Vahl) نیز اختلاف معنی‌داری بین صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول و عرض برگ، وزن تر و خشک بوته مشاهده گردید (Keshavarzi *et al.*, 2016). به نظر می‌رسد خاستگاه ژنتیکی و عوامل اکولوژیکی باعث ایجاد این تفاوت‌ها در صفات مورد بررسی شده است. گیاهان تحت تأثیر شرایط مختلف آب و هوایی و خاکی محل رویش یکسری تغییرات مورفولوژیک برای سازگاری با آن شرایط در خود ایجاد می‌کنند که از جمله این تغییرات می‌توان به تغییر طول و عرض اندام‌های مختلف گیاه، میزان کرک، شکل و رنگ اندام‌های مختلف گیاه، ضخامت ساقه‌ها و برگ‌ها اشاره کرد که ارزیابی این تغییرات و ارتباط آنها با میزان ماده مؤثره گیاه می‌تواند در شناسایی ژنوتیپ‌های برتر کمک شایانی نماید (Khorshidi *et al.*, 2020). در پژوهشی بر روی هشت جمعیت از گیاه آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak) تفاوت معنی‌داری بین صفات مورفولوژیک مشاهده کردند و این تنوع بسیار بالا بین جمعیت‌ها را ناشی از شرایط رویشگاه یا ژنتیک جمعیت‌ها عنوان کردند (Khorshidi *et al.*, 2020). به نظر می‌رسد وزن خشک کل بالا در جمعیت زنوزق به دلیل بیشتر بودن قطر ساقه، عرض برگ و تعداد گل در بوته بوده است. میزان نیتروژن خاک و کربن آلی خاک نیز در منطقه زنوزق بالا بوده که بر افزایش وزن خشک کل تأثیر داشته است.

جدول ۵- مقایسهٔ میانگین صفات کیفی پولک در جمعیت‌های مورد مطالعه

Table 5- Mean comparison of qualitative traits of *Stachys inflate* Benth in studied populations

جمعیت Population	درصد اسانس Percentage of essential oil (%)	عملکرد اسانس Essential oil yield (g m^{-2})	کلروفیل a Chlorophyll a (mg g^{-1} FW)	کلروفیل b Chlorophyll b (mg g^{-1} FW)	کلروفیل کل Total chlorophyll (mg g^{-1} FW)	کارتنوئید Carotenoid (mg g^{-1} FW)	آنتوسیانین گل Flower anthocyanins (mmol g^{-1} FW)	آنتوسیانین برگ Leaf anthocyanins (mmol g^{-1} FW)
یام Yam	0.141^{bc}	2.14^{abc}	1.26^{a}	0.57^{a}	1.84^{a}	0.34^{ab}	0.56^{a}	5.28^{a}
بناب Bonab	0.153^{ab}	2.56^{ab}	0.73^{d}	0.34^{c}	1.08^{d}	0.35^{abc}	0.23^{c}	3.17^{c}
ارلان Aralan	0.186^{a}	2.77^{a}	0.700^{d}	0.33^{c}	1.03^{d}	0.27^{c}	0.32^{b}	2.25^{d}
زنوزق Zonozag	0.116^{c}	2.04^{bc}	1.00^{c}	0.44^{b}	1.45^{c}	0.40^{a}	0.34^{b}	3.50^{b}
گلجار Galajar	0.143^{bc}	1.78^{c}	1.15^{b}	0.57^{a}	1.72^{b}	0.32^{c}	0.32^{b}	3.63^{b}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter in each column are not significantly different at 5% of probability level by LSD test.

درصد و عملکرد اسانس

نتایج جدول ۳ نشان داد که درصد اسانس، عملکرد اسانس و میزان کارتنوئید در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. درصد اسانس در گیاهان برداشت شده از منطقه ارلان (۰/۱۸۶ درصد) به طور معنی‌داری از سایر جمعیت‌ها (به جز بناب) بیشتر بود. درصد اسانس جمعیت ارلان در مقایسه با جمعیت زنوزق (۰/۱۱۶ درصد) ۳۷ درصد بیشتر شد (جدول ۵). مشابه با درصد اسانس بیشرین عملکرد اسانس (۲/۷۷ گرم در متر مربع) در جمعیت ارلان مشاهده گردید. درصد اسانس بین ۰/۱۱۶ و ۰/۱۸۶ درصد بدست آمد. سایر محققین نیز درصد اسانس را بین ۰/۱۱ و ۰/۲ درصد در رویشگاه‌های استان همدان تعیین کردند که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد (Salehi and Kalvandi, 2020).

جمعیت گلجار (۱/۷۸ گرم در متر مربع) کمترین عملکرد اسانس را تولید کرد. بین جمعیت‌های یام، بناب و ارلان از لحاظ عملکرد اسانس تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۵). با توجه به نتایج جدول ۱ می‌توان دریافت ارتفاع از سطح دریا تأثیر مهمی بر درصد اسانس داشت. جمعیت ارلان که در کمترین ارتفاع از سطح دریا قرار داشت بیشرین درصد اسانس را تولید کرد. در حالی‌که بیشترین ارتفاع از سطح دریا میزان اسانس را به طور معنی‌داری کاهش داد. در این راستا تحقیقات نشان دادند که در گیاه پولک جمع‌آوری شده از هفت رویشگاه در استان همدان بیشترین درصد اسانس از رویشگاهی بدست آمد که کمترین ارتفاع از سطح دریا را داشت (Salehi and Kalvandi, 2020).

محققین دیگر در مطالعه‌ای بر روی گیاه *Stachys obtusicrena* علت بالا بودن اسانس را در ارتفاعات پایین بیشتر بودن عمق و رطوبت خاک و عناصر غذایی در آن مناطق بیان کردند (Alimohammadi *et al.*, 2017). در پژوهش دیگر در سه رویشگاه واقع در استان مازندران با ارتفاع‌های مختلف (۹۱۵، ۹۱۹ و ۱۲۷۳) بیشترین درصد اسانس در رویشگاهی که کمترین ارتفاع را داشت بدست آمد (Alibakhsi *et al.*, 2014). این محققین میزان بارندگی و نوع خاک و ارتفاع از سطح دریا را عامل تغییر در میزان اسانس عنوان کردند. با توجه به نتایج جدول خاک می‌توان دریافت که درصد رس (۴۴ درصد) در منطقه ارلان در مقایسه با تمامی مناطق بیشتر بوده است. احتمالاً به دلیل ذخیره رطوبت در خاک و قرار گرفتن تدریجی رطوبت و استفاده مطلوب گیاه درصد و عملکرد اسانس در منطقه ارلان بهبود یافته است. در این راستا سایر محققین نشان دادند میزان بارندگی بیشتر و بافت لومی خاک در منطقه سلماس در مقایسه با ۵ منطقه دیگر در استان آذربایجان شرقی باعث دسترسی بیشتر ریشه گیاهان به رطوبت شده و با افزایش فتوسنتز و رشد گیاه درصد اسانس افزایش پیدا کرده است (Yousefzadeh, 2017). به نظر می‌رسد خصوصیت خاک در

منطقه ارلان به دلیل رطوبت مناسب (نه الزاماً زیاد) درصد و عملکرد گیاه را بهبود داده است.

رنگیزه‌های فتوسنتزی

نتایج جدول ۳ نشان داد که میزان کلروفیل (a، b و کل)، آنتوسیانین گل و برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شدند. بیشترین و کمترین میزان کلروفیل (a، b و کل) به ترتیب در جمعیت‌های یام و ارلان بدست آمد (جدول ۵). با روندی مشابه کمترین میزان کارتنوئید در جمعیت ارلان (۰/۲۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) مشاهده شد (جدول ۵). این درحالی بود که جمعیت‌های زنوزق، بناب و یام بیشترین کارتنوئید به خود اختصاص دادند. اما تفاوت معنی‌داری بین جمعیت‌های ذکر شده مشاهده نشد. در منطقه یام بیشترین میزان آنتوسیانین در گل و برگ گیاهان (۰/۵۶ و ۵/۲۸ میلی‌مول بر گرم وزن تر گل و برگ) مشاهده گردید (جدول ۵). کمترین میزان آنتوسیانین در گل و برگ (۰/۲۳ و ۲/۲۵ میلی‌مول بر گرم وزن تر گل و برگ) به ترتیب در جمعیت‌های بناب و ارلان بدست آمدند. نتایج نشان داد میزان آنتوسیانین در برگ به طور قابل توجهی در مقایسه با آنتوسانین گل نزدیک به ده برابر بیشتر بود (جدول ۵). بیشترین و کمترین ارتفاع از سطح دریا (۱۹۰۱ و ۱۲۸۹ متر) بیشترین و کمترین میزان کلروفیل (a، b و کل) را به ترتیب در جمعیت‌های یام و ارلان تولید کردند. بیشترین ارتفاع از سطح دریا باعث تجمع آنتوسیانین در گیاهان برداشت شده در جمعیت یام شده است. در تحقیقی دیگر در پنج جمعیت پونه *Mentha longifolia* (L.) Hods. subsp. *longifolia* در رویشگاه‌هایی مختلفی در منطقه مرند واقع در استان آذربایجان شرقی بیشترین تجمع کلروفیل، کارتنوئید، فلاونوئید و آنتوسیانین در برگ گیاهان در جمعیت بنگین با بیشترین ارتفاع از سطح دریا (۱۳۰۰ متر) مشاهده گردید (Norozi *et al.*,2017).

یکی از سازوکارهای مهم حفاظت نوری در گیاهان، فعال شدن سیستم جاروکنندهٔ مولکول‌های ROS (گونه‌های فعال اکسیژن) و تجمع جاذب‌های نوری ازجمله فلاونوئیدها وآنتوسیانین‌ها در اپیدرم برگ‌هاست (Takahashi *et al.*, 2016; Telfer, 2014). همچنین ترکیبات فیلترکننده و جاذب پرتوی فرابنفش در شرایط نور شدید و فرابنفش افزایش می‌یابند و همراه با افزایش انباشت کاروتنوئیدها، مانع آسیب به فتوسیستم II می‌شوند (Magaña *et al.*, 2019). مقایسهٔ محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی در برگ‌های گیاه فراسیون (*Marrubium vulgare*) نشان داد گیاهان جمع‌آوری شده از بیشترین ارتفاع از سطح دریا در مقایسه با کمترین ارتفاع مقادیر کلروفیل b و کاروتنوئید بیشتری داشتند (Habibi, 2020). در پژوهشی دیگر در گیاه گزنه (*Urtica dioica* L.) با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان کلروفیل افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل (۵۰/۳ درصد) در ارتفاع ۲۲۵۰ متری بدست آمد در حالی‌که مقدار این صفت در ارتفاع ۷۵۰ متری ۲۷/۳ درصد بود (Najjarfiroozjaee *et al.*, 2014). نتایج تحقیقات نشان داد که میزان فنل، فلاونوئید و آنتوسیانین کل در بخش هوایی گلدار و ریشه تفاوت معنی‌داری داشت و مقادیر مربوط به بخش هوایی و گلدار گیاه بیشتر از ریشه بوده است. به طوری‌که میزان فنل کل در بخش هوایی ۱/۵ برابر ریشه و میزان فلاونوئید کل آن تقریباً ۱/۷ برابر ریشه و میزان آنتوسیانین کل آن تقریباً سه برابر ریشه بود (Mazandarani and Mohammadi, 2015). در تحقیقی دیگر همبستگی معنی‌داری بین ارتفاع و فنول کل در گونه‌های دارویی درمنه وحشی و کوهی مشاهده گردید (Ariyanfar *et al.*, 2018). درصد رس در منطقه یام از تمامی مناطق کمتر بود، احتمالا بدلیل کمبود ذخیره آب در خاک گیاهان دچار یک تنش کم‌آبی شده‌اند که این عامل میزان آنتوسیانین گیاه را افزایش داده است. محققین گزارش کردند در شرایط تنش خشکی میزان آنتوسیانین در گیاه شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) افزایش یافت (Baghbani *et al.*, 2017).

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

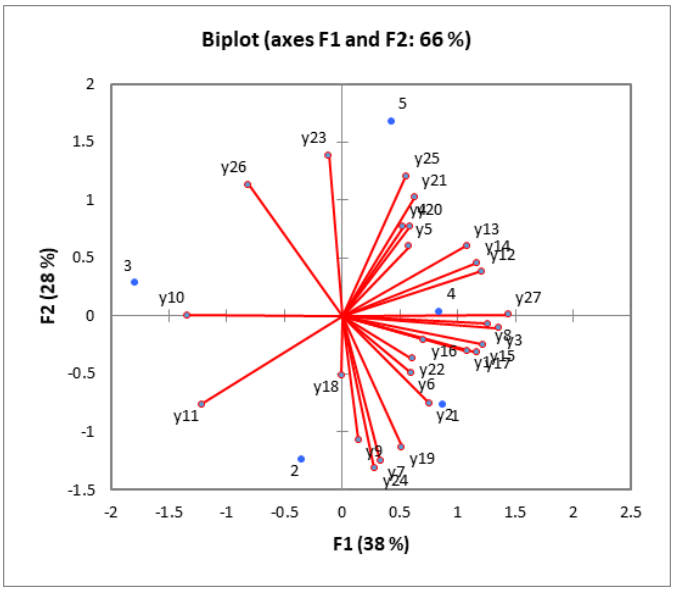
برای تعیین سهم نسبی هر یک از صفات مورد مطالعه در تنوع بین جمعیت‌ها و بررسی اثر عوامل محیطی بر این صفات، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شد. نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شامل مقادیر ویژه، درصد واریانس و واریانس تجمعی برای هریک از دو مؤلفه اصلی اول و دوم در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول۶- نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در جمعیت‌های پولک

Table 7- Results of principal component analysis (PCA) in *Stachys inflate* Benth populations

متغییر Variable	مؤلفه اول PC1	مؤلفه دوم PC2
ارتفاع بوته Plant height	0.234	-0.077
قطر ساقه Stem diameter	0.164	-0.190
تعداد گل در بوته Number of flower per plant	0.293	-0.027
طول گل آذرین Inflorescence length	0.114	0.193
طول برگ Leaf length	0.125	0.150
عرض برگ Leaf width	0.130	-0.125
طول گلچه Floret length	0.072	-0.315
عرض گلچه Floret width	0.273	-0.017
عملکرد ماده خشک Total dry matter	0.031	-0.271
درصد اسانس Percentage of essential oil	-0.291	0.002
عملکرد اسانس Essential oil yield	-0.264	-0.192
کلروفیلa Chlorophyll *a*	0.261	0.096
کلروفیلb Chlorophyll b	0.233	0.152
کلروفیل کل Total chlorophyll	0.253	0.114
کارتنوئید Carotenoid	0.263	-0.062
آنتوسیانین گل Flower anthocyanins	0.152	-0.052
آنتوسیانین برگ Leaf anthocyanins	0.252	-0.080
طول جغرافیایی Altitude	0.310	0.002
هدایت الکتریکی Electrical conductivity	-0.002	-0.128
اسیدیته pH	0.112	-0.284
کربن آلی Organic carbon	0.126	0.193
نیتروژن کل Total nitrogen	0.135	0.275
فسفر قابل دسترس Available phosphorus	0.130	-0.093
پتاسیم قابل دسترس Available potassium	-0.025	0.348
شن Sand	0.060	-0.332
سیلت Silt	0.120	0.303
رس Clay	-0.175	0.285
مقادیر ویژه Eigenvalue	10.25	7.57
درصد واریانس Variability (%)	38	28
درصد واریانس تجمعی Cumulative (%)	38	66

درصد واریانس مؤلفه‌های ۱ و ۲ به ترتیب ۳۸ و ۲۸ درصد و در مجموع ۶۶ ٪ از کل واریانس متغیرها را بیان کرد. مقادیر بردارهای ویژه در مؤلفه اول نشان داد که صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد گل در بوته، عرض گلچه، میزان کلروفیل (a، b و کل)، میزان کاروتنوئید، آنتوسیانین برگ و ارتفاع از سطح دریا بیشترین نقش را در تشکیل این مؤلفه داشته‌اند. همچنین در مؤلفه دوم صفاتی میزان نیتروژن و پتاسیم خاک و مقدار سیلت و رس خاک، بیشترین سهم را در تبیین تغییرات داشته‌اند (جدول ۶). بردار متغیرها و پراکنش جمعیت‌ها در شکل ۱ آورده شده است. ارتفاع از سطح دریا بیشترین نقش را در پراکنش جمعیت‌ها داشت. تعداد گل در هر بوته، میزان کلروفیل a و کارتنوئیدها در رتبه بعدی قرار داشتند. در مؤلفه دوم میزان پتاسیم، درصد سیلت و میزان نیتروژن کل نقش بیشتری در پراکنش جمعیت‌های مورد مطالعه داشتند (شکل ۱).



شکل ۱- نمودار تنوع بین جمعیت‌ها با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

۱: جمعیت یام ۲: جمعیت بناب ۳: جمعیت ارلان ۴: جمعیت زنوزق ۵: جمعیت گلجار

y1: ارتفاع بوته، y2: قطر ساقه، y3: تعداد گل دربوته، y4 : طول گل آذین، y5 : طول برگ، y6 : عرض برگ، y7 : طول گلچه، y8 : عرض گلچه، y9 : وزن خشک کل،y10 : درصد اسانس، y11 : عملکرد اسانس، y12 : کلروفیل a، y13 : کلروفیل b، y14 : کلروفیل کل، y15 : کارتنوئید، y16 : آنتوسیانین گل، y17 : آنتوسیانین برگ،y18 : طول جغرافیایی، y19 : هدایت الکتریکی، y20 : اسیدیته، y21 : کربن آلی، y22 : نیتروژن کل، y23 : فسفر قابل دسترس، y24 : پتاسیم قابل دسترس، y25 : شن، y26 : سیلت، y27 : رس

Figure1- Diagram of diversity between populations using principal component analysis
1: Yam population, 2: Bonab population, 3: Aralan population, 4: Zonozag population, 5: Galajar population
y1: Plant height, Y2: Stem diameter, y3: Number of flower per plant, y4: Inflorescence length, y5: Leaf length, y6: Leaf width, y7: Floret length, y8: Floret width, y9: Total dry matter, y10: Percentage of essential oil, y11: Essential oil yield, y12: Chlorophyll *a*, y13: Chlorophyll b, y14: Total chlorophyll, y15: Carotenoid, y16: Flower anthocyanins, y17: Leaf anthocyanins, y18: Altitude, y19: Electrical conductivity, y20: pH, y21: Organic carbon, y22: Total nitrogen, y23: Available phosphorus, y24: Available potassium, y25: Sand, y26: Silt, y27: Clay

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد بین جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر صفات مورفولوژیکی، میزان اسانس و رنگیزه‌های فتوسنتزی تنوع بالایی وجود داشت. تغییرات ارتفاع از سطح دریا از مهم‌ترین عوامل تاثیر گذار در میزان اسانس و رنگدانه‌های فتوسنتزی بود. بیشترین درصد و عملکرد اسانس از جمعیت ارلان که در کمترین ارتفاع از سطح دریا واقع شده بود بدست آمد. بیشترین میزان کلروفیل و آنتوسیانین در جمعیت یام با بیشترین ارتفاع از سطح دریا مشاهده گردید. نیتروژن و کربن آلی خاک تأثیر مثبتی بر ارتفاع گیاه داشت و میزان رس و شن در خاک توانست بر درصد اسانس و میزان آنتوسیانین تاثیر گذار باشد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت علاوه بر عوامل ژنتیکی، عوامل اکولوژیکی به‌ویژه ارتفاع از سطح دریا در مقایسه با ویژگی‌های خاک تأثیر بیشتری بر خصوصیات کیفی

گیاه داشت. از این رو جمعیت ارلان به دلیل درصد و عملکرد اسانس بیشتر و جمعیت یام به دلیل داشتن آنتوسیانین بیشتر (خاصیت آنتی‌اکسیدانی) به عنوان جمعیت‌های برتر معرفی می‌گردند که می‌توان با استفاده از این جمعیت‌ها انواع روش‌های اصلاحی را بر آن‌ها اعمال کرد و به تولید ارقام با خصوصیات زراعی مطلوب دست یافت.

References

Alibakhshi, M., Mahdavi, S. Kh., Mahmoodi, J. and Gelichnia, H. 2014. Essential oil composition of *Stachys inflata* L. in different habitats of Mazandaran province. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 6(2): 56-68. (In Persian)

Alimohammadi, M., Yadegari, M. and Shirmardi, H.A. 2017. Effect of elevation and phonological stages on essential oil composition of Stachys. *Turkish Journal of Biochemistry*, 42(6): 647-656.

Arianfar, M., Akbarinodehi, D., Hemati, K. and Rostampoor, M. 2018. Effects of altitude and aspect on efficiency of producing essence and phytochemical properties of Artemisia aucheri Boiss and Artemisia sieberi Besser in South Khorasan rangelands. *Journal of Rangeland*, 3(12): 281-294. (In Persian).

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphennoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1): 1-150.

Baghbani Arani, A., Modaress Sanavi, S.A.M., Mashadi Akbar Bojar, M. and Mokhtassi, A. 2017. Effect of deficit water stress in response to the zeolite, vermicompost and nitrogen fertilizer on number of physiological and biochemical traits of fenugreek. *Plant Production Research*, 24 (3): 71-87. (In Persian).

Bahadori, M.B., Zengin, G., Bahadori, S., Maggi, F. and Dinparast, L. 2017. Chemical composition of essential oil, antioxidant, antidiabetic, anti-obesity, and neuroprotective properties of *Prangos gaubae*. *Natural Production Communication*, 12(12): 1945-1948.

Basiri, M.H. and Nadjafi, F. 2019. Effect of plant density on growth, yield and essential oil characteristics of Iranian Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) landraces. *Science Horticulture*, 257:108655

Carrubba, A. and Catalano, C. 2009. Essential oil crops for sustainable agriculture, A Review. Springer Science+Business Media B.V., pp: 137-187.

Conforti, F., Menichini, F., Formisano, C., Rigano, D., Senatore, F., Arnold, N.A. and Piozzi, F. 2009. Comparative chemical composition, free radical-scavenging and cytotoxic properties of essential oils of six *Stachys* species from different regions of the Mediterranean Area. *Food Chemistry*, 116: 898–905.

Ghahreman, A. 1995. Flora of Iran. Tehran: Research Institute of Forest and Rangelands and Tehran University Press. (In Persian).

Goren, A.C., Piozzi, F., Akcicek, E., Kili, T., Ariki, S., Moziolu, E. and Setzer, W.N. 2011. Essential oil composition of twenty-two *Stachys* species (*mountain tea*) and their biological activities. *Photochemistry Letters*, 4: 448-453.

Habibi, Gh. 2020. Effects of the altitudinal gradient on the daily rhythm of antioxidant capacity and dynamic photo inhibition in *Marrubium vulgare*. *Iranian Journal of Plant Biology*, 12(3): 57-72. (In Persian).

Jamshidi, M., Mazandarani, M. and Fthi azad, F. 2010. The effect of height on the secondary metabolites fruit Sambucus *Sambucus ebulus* L. National Conference of Iranian Medicinal Plants.

Jamzad, Z. 2012. Flora Iran. Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran. (In Persian).

Keshavarzi, M., Bagher Rezaei, M. and Miri S.M. 2016. Comparison of morphological and phytochemical evaluation in some population of *Stachys lavandulifolia Vahl*. in different provinces under field conditions. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 41(2): 78-87. (In Persian).

Khorshidi, J., Shokrpour, M. and Nazeri, V. 2020. Assessment of morphological diversity among different populations of *Thymus daenensis* Celak. *Journal of plant Research.* 33(3): 593-606. (In Persian).

Khorshidi, J., Shokrpour, M., & Nazeri, V. (2020). Assessment of morphological diversity among different populations of Thymus daenensis Celak. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, *33*(3), 593-606.

Krizek, D.T., Kramer G.F., Upadhyaya, A. and Mirecki, R.M. 1993. UV-B Response of cucumber seedling grown under metal halid and high pressure sodium/deluxe lamps. *Physiology of Plant*, 88:350-358.

Li, W., Tan, L., Zou, Y., Tan, X., Huang, J., Chen, W. and Tang, Q. 2020. The Effects of Ultraviolet A/B Treatments on Anthocyanin Accumulation and Gene Expression in Dark-Purple Tea Cultivar ‘Ziyan’ (*Camellia sinensis*). *Molecules*, 15:25(2):354

Magaña, U.R., Escudero, A. and Gavilán, R.G. 2019. Metabolic and physiological responses of Mediterranean high-mountain and alpine plants to combined abiotic stresses. *Physiologia Plantarum*, 165(2): 403-412.

Manukyan, A. 2019. Secondary metabolites and their antioxidant capacity of caucasian endemic Thyme (*Thymus transcaucasicus* Ronn.) as affected by environmental stress. *Journal of Applied Research Medicinal and Aromatic Plants*, 13: 100209.

Mazandarani, M. and Mohammadi, A. 2015. Evaluation of ecological, ethnopharmacological needs, evaluation of phenol and flavonoids, antioxidants chaharbargh mountain plants (northern Iran). *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 11(3): 62-73. (In Persian)

Mehalaine, S. and Chenchouni, H. 2021. Quantifying how climatic factors influence essential oil yield in wild-growing plants. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(13): 1257.

Mozaffarian, V. 1996. A Dictionary of Plant Names. Farhang Moaser, Tehran, Iran. (In Persian).

Nabizadeh, S., mazooji, A. and Jabbarimoghadam, M. 2010. Chemical composition of essential oils of two populations *Stachys inflate* Benth in two different locations. *Iranian Journal of Biology Sciences*, 5(1): 31-38. (In Persian)

Najjarfiroozjaee, M., Hemmati, K.H., Khorasaninejad, S., Daraei-Garmekhany, A. and Bagherifard, A. A. 2014. Effect of altitude on morphological and biochemical characteristics (*Urtica dioico* L.) plant in Mazandaran and Golestan provinces. *Journal of Plant Environmental Physiology*, 35 (3): 1-11. (In Persian).

Nikkhah, E.K., Khayyami, M. and Heidari, R. 2012. Effect of some chemicals on stability of anthocyanins from blackberry (*Morus nigra*). *Iranian Journal of Biology*, 25(1): 32-43. (In Persian).

Noroozi, V., Yousefzadeh, S. and Sadat Asilan, K. 2017. Investigation the variation of essential oil content, chlorophyll, csrtenoid, antosyanin and flavonoid of (*Mentha longifolia* (L.) Hudsun.subsp.*longifolia*) in several habitats of Marand. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*. 17(5): 52-64. (In Persian).

Omidbaigi, R. 2013. Approaches of production and products of medicinal plants. Vol. 1, 7th edition, Tehran, Tarrahan-e-Nashr. (In Persian)

Rai-Dehagi, H., Razmjoo, J., Sabzaliyan, M.R. and Arzani, A. 2015. Effect of shade on morphological characteristics and essential oil content in mint. *Journal of Plant Process and Function*, 4(13): 58-69. (In Persian).

Salehi, M. and Kalvandi, R. 2020. Evaluation of morphological and phytochemical characteristics changes in different populations of *Stachys inflata* Benth in Hamedan province. *Journal of Horticultural Science*, 34(2): 247-260. (In Persian).

Takahashi, D., Kawamura, Y. and Uemura, M. 2016. Cold acclimation is accompanied by complex responses of glycosylphosphatidylinositol (GPI)-anchored proteins in Arabidopsis. *Journal of Experimental Botany*, 67: 5203-5215.

Telfer, A. 2014. Singlet oxygen production by PSII under light stress: mechanism, detection and the protective role of b-Carotene. *Plant Cell Physiology*, 55(7): 1216-1223.

Tohidi, B., Rahimmalek, M., Arzani, A. and Sabzalian, M.R. 2020. Thymol, carvacrol, and antioxidant accumulation in *Thymu*s species in response to different light spectra emitted by light-emitting diodes. *Food Chemistry*, 307: 125521.

Yousefzadeh, S. 2017. Investigating the variation of essential oil content and composition of Moldavian balm in several areas of East and west Azerbaijan provinces. *Journal of Crop production*, 10 (1): 21-37. (In Persian).

Yousefzadeh, S. and Sefidkon, F. 2016. Investigation of quantitative and qualitative traits of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) in several habitats of East and West Azerbaijan provinces. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32(4): 728-741. (In Persian).

Zouaoui, N., Chenchouni, H., Bouguerra, A., Massouras, T. and Barkat, M. 2020. Characterization of volatile organic compounds from six aromatic and medicinal plant species growing wild in North African drylands. *NFS Journal*, 18: 19-28.

Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 3, Issue 2, Autumn and Winter 2022, P. 207-220

Investigation of quantitative and qualitative traits (*Stachys inflate* Benth) affected by altitude and soil in East Azerbaijan province

Saeed Yousefzadeh[*1]

[1]Department of Agriculture, Payame Noor University, Iran

[*]Corresponding Author: S_yousefzadeh@pnu.ac.ir

Received: 30 August 2021 Accepted: 12 October 2021 **DOI: 10.22034/CSRAR.2021.302366.1125**

Abstract

To determine the morphological and qualitative characteristics of five (*Stachys inflate* Benth) populations, a study was conducted according completely randomized design layout with three replications in 2021 season. In each growth habitat, plant samples collected from ground surface in 1×1 quadrate size. Each *Stachys inflate* Benth population belongs to a habitat including Yam, Bonab, Aralan, Zonozag and Galajar. Result showed that measured traits among populations had great variation. Altitude compare to soil traits had a maximum effect on percentage of essential oil, chlorophyll content and anthocyanin. Percentage of essential oil was more than 37% in Aralan population (0.186%) compare to Yam population (0.116%). The greatest accumulation of chlorophyll and anthocyanin amounts was observed in maximum altitude in Yam population. The chlorophyll content was more than 44 percent in Yam population compare to Aralan population. Generally, Aralan and Yam populations were identified as best treatments due to the highest essential oil content as well as high anthocyanin amount and using these populations can be cause to produce cultivars with desirable crop traits.

Keywords: Anthocyanin, Ecological factors, Essential oil content, Medicinal plants, Photosynthetic pigments