Archive of SID

مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2020.127696.2634

جلد ۳۶، شماره ۴، صفحه ۶۶۹-۶۵۵ (۱۳۹۹) | شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0905.1399.36.655.102.4.1605.1606

مقایسه خصوصیات رشدی، میزان اسانس، فنل کل و قابلیت آنتی‌اکسیدانی جمعیت‌های مختلف سه گونه گل‌راعی (*Hypericum scabrum* L.، *H. asperulum*. Jaub. & Spach و *H. vermiculare*) جمع‌آوری شده از استان کردستان

جلال خورشیدی[1*]، محمدرضا مرشدلو[2] و شادی مرادی[3]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، مرکز پژوهشی اصلاح و توسعه گیاهان دارویی، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران، پست الکترونیک: j.khorshidi@uok.ac.ir

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۸ | تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۳۹۹ | تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۹

چکیده

گل‌راعی (*Hypericum* sp.) یکی از پرکاربردترین گیاهان دارویی جهان است. ویژگی‌های رشدی و فیتوشیمیایی گیاه تحت تأثیر دو عامل ژنتیک و محیط است، ازاین‌رو در این پژوهش خصوصیات رشدی، میزان اسانس، فنل کل و قابلیت آنتی‌اکسیدانی جمعیت‌های مختلف سه گونه گل‌راعی (*H. scabrum* L.، *H. asperulum* Jaub. & Spach و *H. vermiculare*) ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که تنها صفت ارتفاع ساقه گل‌دهنده تحت تأثیر نوع گونه قرار گرفت و سایر صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر نوع گونه و جمعیت قرار نگرفتند. ولی اثر متقابل گونه و جمعیت بر تمام صفات معنی‌دار بود. به‌طوری که بیشترین طول ساقه گل‌دهنده (۷۷/۷ سانتی‌متر)، وزن گل و برگ (۴۲/۴ گرم)، وزن ساقه (۳۰/۹ گرم)، وزن بوته (۶۵/۶ گرم)، میزان اسانس (۰/۴۳٪)، فنل کل (۲۰۴/۹ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم عصاره خشک) و قابلیت آنتی‌اکسیدانی (۵۲/۷ میکروگرم عصاره خشک در میلی‌لیتر) به‌ترتیب متعلق به جمعیت‌های شماره ۵ گونه *H. asperulum*، ۳ گونه *H. scabrum*، ۴ گونه *H. asperulum*، ۴ گونه *H. asperulum*، ۴ گونه *H. scabrum*، ۶ گونه *H. vermiculare* و ۵ گونه *H. asperulum* بود. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن ساقه، وزن گل و برگ و وزن بوته با میانگین بارندگی سالیانه رویشگاه، بین درصد اسانس با فسفر خاک و میانگین دمای سالیانه رویشگاه و بین هدایت الکتریکی خاک رویشگاه با قابلیت آنتی‌اکسیدانی عصاره و نیز همبستگی منفی بین درصد اسانس با ماده آلی خاک رویشگاه مشاهده گردید. صفات وزن ساقه، وزن گل و برگ و وزن بوته بیشترین واریانس را بین جمعیت‌های متعلق به یک گونه داشتند، ازاین‌رو صفات مطلوبی برای تفکیک جمعیت‌ها شناخته شدند. به‌طور کلی نمی‌توان یکی از جمعیت‌ها را نسبت به بقیه برتر دانست، زیرا با توجه به نوع صفت، جمعیت برتر متفاوت بود. بنابراین برای دستیابی به جمعیت برتر باید تمام جمعیت‌های سه گونه مذکور در شرایط یکسان کشت شده و با هم مقایسه شوند.

واژهای کلیدی: رویشگاه، وزن بوته، فیتوشیمیایی، ژنتیک، *Hypericum*.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گیاه دارویی گل‌راعی (*Hypericum* sp.) در دنیا ۴۶۹ گونه داشته که از این تعداد، ۱۹ گونه آن در ایران می روید (Azadi, 1999؛ Crockett, 2010). این گیاه به‌دلیل داشتن ترکیب‌های باارزشی همانند نفتودیانترون‌ها (هایپریسین، پسودوهایپریسن)، فلاونوئیدها (روتین، هایپروزید، ایزوکوئرسیترین، کوئرسیتین)، فلوروگلوسینول‌ها (هایپرفورین و ادهایپرفورین)، پروآنتوسیانیدین و اسید کلروژنیک و نیز اسانس، کاربردهای وسیعی در صنایع مختلف دارد (Radusienea *et al*., 2005). درمان زخم (Suntar *et al*., 2010)، خواص ضدالتهابی (Eslami *et al*., 2011) و ضدتشنجی (Dadkhah *et al*., 2014)، ضدویروس و ضدقارچ (Eslami *et al*., 2011)، آنتی‌اکسیدانی (Hakimoglu *et al*., 2007)، ضدافسردگی (Sirvent & Gibson, 2002) و ضدسرطانی (Glisic *et al*., 2006) ازجمله مهمترین خواص اسانس و عصاره‌های این گیاه می‌باشد. ویژگی‌های مورفولوژیکی، ترکیب‌ها و نیز خصوصیات بیولوژیکی ماده مؤثره گونه‌های مختلف گل راعی تحت تأثیر تغییرات فصلی، شرایط جغرافیایی، مرحله فنولوژیکی و نوع اندام برداشت‌شده می‌باشد (Gudzic *et al*., 2001). Riazi و همکاران (۲۰۱۵) گزارش نمودند که صفات فیتوشیمیایی گل راعی تا حدود زیادی تحت تأثیر نوع گونه و شرایط رویشگاه است. در ارتباط با خصوصیات فیتوشیمیایی اسانس و عصاره گونه های مختلف گل راعی مطالعات زیادی انجام شده که حکایت از تفاوت زیاد بین گونه ها از نظر کمّیت و کیفیت اسانس و عصاره‌های آنها دارد که این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از تنوع ژنتیکی درون و بین گونه‌ای و یا تفاوت در شرایط آب و هوایی و ادافیکی رویشگاه گونه‌ها باشد (Del Monte *et al*., 2015؛ Maskovic *et al*., 2011؛ Ozturk *et al*., 2009؛ Sagratini *et al*., 2008؛ Jaimand *et al*., 2013؛ Morshedloo *et al*., 2012؛ Azadi, 2013؛ Morteza-Semnani *et al*., 2006؛ Dadkhah *et al*., 2014؛ Tozlu *et al*., 2011؛ Baser *et al*., 2002). در ارتباط با تأثیر شرایط رویشگاه بر ویژگی‌های عملکردی و فیتوشیمیایی گیاهان دارویی نیز مطالعات زیادی انجام شده که نتایج اغلب این مطالعات بیانگر تأثیر مهم شرایط رویشگاه بر ویژگی‌های رشدی و کمّیت و کیفیت ماده مؤثره گیاهان مورد مطالعه می‌باشد (Ebadi *et al*., 2011؛ Cirak *et al*., 2011؛ Novakovic *et al*., 2019؛ Arianfar *et al*., 2018؛ Nabavi *et al*., 2016؛ Armand & Jahantab, 2019؛ Motamedi *et al*., 2019).

نظر به اهمیت تأثیر نوع گونه و نیز شرایط رویشگاه بر ویژگی‌های عملکرد و نیز کمّیت و کیفیت ماده مؤثره گیاهان دارویی، در این پژوهش برخی ویژگی‌های عملکردی، میزان اسانس، فنل کل و قابلیت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی جمعیت‌های مختلف سه گونه گل‌راعی *Hypericum scabrum*، *H. asperulum* Jaub. & Spach و *H. vermiculare* جمع‌آوری‌شده از رویشگاه‌های مختلف استان کردستان ارزیابی گردید تا برترین گونه از بین سه گونه مذکور از دیدگاه فاکتورهای مورد بررسی شناسایی شود و نیز مقایسه‌ای بین نتایج مطالعات انجام شده در سایر مناطق بر روی این گونه‌ها با نتایج این مطالعه از دیدگاه فاکتورهای مورد بررسی انجام شود تا از این طریق مناسب‌ترین شرایط آب‌وهوایی و ادافیکی برای رشد و پرورش این گونه‌ها شناسایی گردد.

مواد و روش‌ها

پس از شناسایی مناطق رویشی گونه‌های *H. asperulum* Jaub. & Spach، *H. scabrum* و *H. vermiculare* گل‌راعی و جمعیت‌های مختلف آنها در استان کردستان از طریق مطالعات میدانی، نمونه‌های گیاهی در مرحله گلدهی کامل (اوایل خرداد) جمع‌آوری شدند. همزمان با جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی، نمونه‌های خاک نیز از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه گردید و خصوصیاتی از قبیل درصد رس، سیلت و شن، نوع بافت، اسیدیته، هدایت الکتریکی، درصد

www.SID.ir

Archive of SID

مواد خنثی‌شونده، درصد مواد آلی، میزان ازت و پتاسیم و فسفر قابل دسترس آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. خصوصیات رویشگاه‌ها از قبیل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا به کمک GPS و Google earth و درصد و جهت شیب جغرافیایی نیز به کمک نقشه‌های دموگرافی تعیین شد. میانگین دما و نیز میانگین بارش رویشگاه‌ها در طول دوره ۱۰ ساله اخیر (سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۷) از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به رویشگاه‌ها بدست آمد. پس از جمع‌آوری و خشک کردن نمونه‌های گیاهی در سایه، خصوصیاتی از قبیل ارتفاع بلندترین ساقه گل‌دهنده، وزن خشک گل و برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک کل بوته اندازه‌گیری شد.

اسانس‌گیری از نمونه‌ها با روش تقطیر با آب به کمک دستگاه کلونجر انجام شد. بدین‌منظور مقدار ۱۰ گرم ماده خشک گیاهی کاملاً خرد شده و به‌همراه ۱۵۰ میلی‌لیتر آب در بالن با حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر ریخته شد و به‌مدت سه ساعت عملیات اسانس‌گیری انجام شد. پس از مدت مذکور، حجم اسانس از روی دستگاه قرائت شد و درصد حجمی وزنی آن (میلی‌لیتر در ۱۰۰ گرم ماده خشک) محاسبه گردید.

برای ارزیابی میزان فنل کل و قابلیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های گیاهی، عصاره‌گیری از آنها به کمک دستگاه سوکسله با استفاده از حلال متانول به‌مدت ۳ ساعت انجام شد. میزان ماده گیاهی و حجم متانول استفاده شده برای عصاره‌گیری به‌ترتیب ۱۰ گرم و ۲۵۰ میلی‌لیتر بود. سپس عصاره بدست آمده توسط کاغذ واتمن شماره یک صاف شده و توسط دستگاه روتاری در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد تغلیظ گردید. خشک کردن نهایی عصاره‌ها به کمک آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد انجام و تا زمان اندازه‌گیری‌های مورد نظر، در شیشه‌های فویل‌پیچی شده در یخچال نگهداری شد. برای تعیین میزان فنل کل عصاره خشک از روش رنگ‌سنجی مطابق با دستورالعمل فولین سیوکالتیو (Folin-Ciocalteu) استفاده گردید (Pourmorad *et al*., 2006). بدین‌منظور یک میلی‌گرم عصاره خشک را در یک میلی‌لیتر متانول حل کرده، سپس ۱۰۰ میکرولیتر از آن را برداشته و بدان ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتیو ۱۰٪ اضافه گردید. بعد از گذشت ۱۵ دقیقه، ۲۰۰ میکرولیتر کربنات‌سدیم ۷/۵٪ به آن اضافه کرده و مخلوط حاصل به‌مدت یک ساعت در دمای اتاق نگهداری شد. سپس جذب نمونه در طول موج ۷۶۰ نانومتر به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV-S2100 قرائت گردید. از غلظت‌های ۵۰ تا ۲۰۰ میکروگرم گالیک اسید در میلی‌لیتر متانول برای رسم منحنی استاندارد استفاده شد و میزان فنل براساس میکروگرم گالیک اسید در گرم عصاره خشک بیان گردید.

برای تعیین قابلیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها، از روش قدرت مهار رادیکال‌های پایدار ۱و۱- دی فنیل-۲-پیکریل-هیدرازیل (DPPH: 1,1-Diphenyl-2-picryl-hydrazyl) استفاده شد (Arabshahi-Deloue & Urooj, 2007). بدین‌منظور، یک میلی‌گرم از عصاره خشک نمونه‌ها با یک میلی‌لیتر متانول مخلوط شده، سپس از مخلوط حاصل ۳۰۰ میکرولیتر برداشته و به آن ۷۰۰ میکرولیتر محلول متانولی ۰/۲ میلی‌مولار DPPH اضافه گردید. مخلوط حاصل به‌مدت نیم ساعت در تاریکی و دمای اتاق نگهداری گردید و در ادامه جذب آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر به کمک اسپکتروفتومتر مدل UV-S2100 قرائت شد. از متانول همراه با DPPH نیز به‌عنوان نمونه شاهد استفاده گردید. به کمک فرمول زیر، قابلیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها بر حسب درصد محاسبه شد.

$$\text{درصد بازدارندگی} = \left(\frac{\text{A control} - \text{A sample}}{\text{A control}}\right) \times 100$$

در فرمول مذکور، A control: میزان جذب نمونه شاهد و A sample: میزان جذب نمونه مورد آزمایش می‌باشد. در نهایت قابلیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها براساس IC_{50} (غلظتی از عصاره که قادر به مهار ۵۰٪ رادیکال‌های DPPH باشد) محاسبه گردید.

تحلیل آماری داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS21 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها به روش دانکن در سطح احتمال

www.SID.ir

Archive of SID

۵٪، همبستگی بین داده‌ها به روش پیرسون، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) به روش چرخش وریماکس و برای رسم بای‌پلات جمعیت‌ها براساس مؤلفه‌های اول و دوم از نرم‌افزار GGE-Biplot استفاده گردید.

نتایج

نتایج آنالیز نمونه‌های خاک متعلق به رویشگاه‌های مختلف مورد مطالعه و نیز مشخصات جغرافیایی و آب و هوایی رویشگاه‌ها در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات اندازه‌گیری شده بیانگر این مهم بود که نوع گونه تنها بر طول ساقه گل‌دهنده تأثیر معنی‌داری داشت. صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر معنی‌دار شرایط رویشگاه نبوده و جمعیت‌های مختلف متعلق به یک گونه از دیدگاه صفات اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. اما اثر متقابل نوع گونه و جمعیت تأثیر معنی‌داری بر تمام صفات اندازه‌گیری شده داشت (جدول ۳).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک رویشگاه جمعیت‌های مختلف گونه‌های گل‌راعی مورد مطالعه

(*H. asperulum* Jaub. & Spach، *H. scabrum* و *H. vermiculare*)

گونه	رویشگاه	علامت اختصاری جمعیت	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (EC)	مواد آلی (٪)	ازت (٪)	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)
Hypericum scabrum	۱	HS1	۲۱/۵۶	۴۳/۸۴	۳۴/۶	لومی	۸	۰/۴۴	۱/۱	۰/۱۱	۲۴۰	۰/۶
	۲	HS2	۵/۵۶	۹/۸۴	۸۴/۶	لوم‌شنی	۷/۹۴	۰/۳۱	۰/۶۶	۰/۰۷	۱۱۴	۰/۳
	۳	HS3	۱۵/۵۶	۲۳/۸۴	۶۰/۶	لوم‌شنی	۷/۷۶	۰/۳۳	۰/۹۸	۰/۱	۱۱۴	۲/۴۷
	۴	HS4	۳۳/۵۶	۲۱/۸۴	۴۴/۶	لوم‌رسی	۸/۰۱	۰/۵۳	۰/۹۶	۰/۱	۴۸۱	۵/۹
	۵	HS5	۳۳/۵۶	۲۱/۸۴	۴۴/۶	لوم‌رسی	۸/۰۶	۰/۴۷	۰/۹۶	۰/۱	۳۱۷	۲/۴
	۶	HS6	۲۳/۵۶	۳۹/۸۴	۳۶/۶	لومی	۸/۱۳	۰/۴۹	۱/۳۷	۰/۱۴	۴۸۱	۶/۳۶
Hypericum asperulum Jaub. & Spach	۱	HA1	۲۵/۵۶	۴۵/۸۴	۲۸/۶	لومی	۸/۰۹	۰/۴۸	۲/۲۴	۰/۲۲	۶۲۶	۳/۲۲
	۲	HA2	۲۵/۵۶	۳۹/۸۴	۳۴/۶	لومی	۷/۹۵	۰/۴۷	۱/۴۲	۰/۱۴	۶۳۶	۰/۲
	۳	HA3	۳۳/۵۶	۲۱/۸۴	۴۴/۶	لوم‌رسی	۸/۰۱	۰/۵۳	۰/۹۶	۰/۱	۴۸۱	۵/۹
	۴	HA4	۱۷/۵۶	۱۳/۸۴	۶۸/۶	لوم‌شنی	۷/۹	۰/۳	۰/۸۸	۰/۰۹	۳۱۷	۳/۶
	۵	HA5	۳۳/۵۶	۲۱/۸۴	۴۴/۶	لوم‌رسی	۸/۰۶	۰/۴۷	۰/۹۶	۰/۱	۳۱۷	۲/۴
	۶	HA6	۱۷/۵۶	۳۳/۸۴	۴۸/۶	لومی	۸/۱۲	۰/۳۵	۰/۸۸	۰/۰۹	۳۱۷	۲/۱۷
Hypericum vermiculare	۱	HV1	۱۵/۵۶	۲۹/۸۴	۵۴/۶	لوم‌شنی	۷/۷۸	۰/۳۲	۲/۴	۰/۲۴	۱۵۳/۵	۴/۴۹
	۲	HV2	۲۵/۵۶	۴۵/۸۴	۲۸/۶	لومی	۸/۰۹	۰/۴۸	۲/۲۴	۰/۲۲	۶۲۶	۳/۲۲
	۳	HV3	۱۳/۵۶	۱۷/۸۴	۶۸/۶	لوم‌شنی	۷/۸۶	۰/۳۱	۰/۸۷	۰/۰۹	۱۵۳	۲/۵۴
	۴	HV4	۱۳/۵۶	۲۱/۸۴	۶۴/۶	لوم‌شنی	۷/۸	۰/۲۹	۱/۱	۰/۱۱	۱۵۳	۲/۴۷
	۵	HV5	۹/۵۶	۵/۸۴	۸۴/۶	لوم‌شنی	۷/۸	۰/۳۸	۰/۹	۰/۰۹	۳۱۷	۴/۵۷
	۶	HV6	۱۵/۵۶	۲۱/۸۴	۶۲/۶	لوم‌شنی	۸/۰۳	۰/۳۱	۰/۶۸	۰/۰۷	۱۱۴	۲/۳۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مشخصات جغرافیایی و آب و هوایی رویشگاه جمعیت‌های مختلف گونه‌های گل‌راعی مورد مطالعه (*H. asperulum* Jaub. & Spach، *H. scabrum* و *H. vermiculare*)

گونه	رویشگاه	علامت اختصاری جمعیت	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	جهت شیب	شیب (٪)	میانگین دمای سالانه ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۷ (سانتی گراد)	میانگین بارندگی سالانه ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۷ (میلی متر)
Hypericum scabrum	۱	HS1	°۴۶ ۳۵' ۴۷"E	°۳۵ ۱۹' ۲۱" N	۱۴۱۳	شرقی	۷۱	۹/۲۹	۶۴/۹
	۲	HS2	°۴۶ ۱۵' ۱۷"E	°۳۵ ۲۳' ۵۱" N	۱۲۳۴	جنوب‌غربی	۱۱	۱۳/۶۳	۷۳/۶۱
	۳	HS3	°۴۶ ۱۵' ۵۳"E	°۳۵ ۲۴' ۱۶" N	۱۲۸۰	غربی	۷۷	۱۳/۶۳	۷۳/۶۱
	۴	HS4	°۴۶ ۰۹' ۲۸"E	°۳۵ ۲۱' ۲۲" N	۱۵۶۰	شمالی	۶۵	۱۳/۶۳	۷۳/۶۱
	۵	HS5	°۴۶ ۱۲' ۱۳"E	°۳۵ ۱۸' ۳۰" N	۱۸۱۶	غربی	۷۵	۱۳/۶۳	۷۳/۶۱
	۶	HS6	°۴۶ ۵۸' ۰۳"E	°۳۵ ۱۸' ۳۹" N	۱۷۶۴	شرقی	۷۶	۱۴/۶۷	۲۹/۵
***Hypericum asperulum* Jaub. & Spach**	۱	HA1	°۴۶ ۳۵' ۴۷"E	°۳۵ ۱۹' ۲۱"N	۱۴۱۳	شرقی	۷۱	۹/۲۹	۶۴/۹
	۲	HA2	°۴۶ ۱۵' ۱۹"E	°۳۵ ۲۴' ۱۰"N	۱۲۵۲	شرقی	۵۴	۱۳/۶۳	۷۳/۶۱
	۳	HA3	°۴۶ ۰۹' ۲۸"E	°۳۵ ۲۱' ۲۲" N	۱۵۶۰	شمالی	۶۷	۱۳/۶۳	۷۳/۶۱
	۴	HA4	°۴۶ ۱۱' ۲۰" E	°۳۵ ۱۹' ۳۱" N	۱۶۸۲	جنوبی	۶	۱۳/۶۳	۷۳/۶۱
	۵	HA5	°۴۶ ۱۲' ۱۳"E	°۳۵ ۱۸' ۳۰" N	۱۸۱۶	غربی	۷۶	۱۳/۶۳	۷۳/۶۱
	۶	HA6	°۴۶ ۵۸' ۰۸"E	°۳۵ ۱۸' ۱۲" N	۱۸۶۷	شرقی	۴۴	۱۴/۶۷	۲۹/۵
Hypericum vermiculare	۱	HV1	°۴۶ ۳۸' ۱۳"E	°۳۵ ۱۹' ۴۲"N	۱۴۶۱	جنوب‌شرقی	۸۷	۹/۲۹	۶۴/۹
	۲	HV2	°۴۶ ۳۵' ۴۷"E	°۳۵ ۱۹' ۲۱" N	۱۴۱۳	شرقی	۷۱	۹/۲۹	۶۴/۹
	۳	HV3	°۴۶ ۳۵' ۰۳"E	°۳۵ ۱۸' ۱۱" N	۱۴۲۷	جنوب‌غربی	۶۵	۹/۲۹	۶۴/۹
	۴	HV4	°۴۶ ۳۱' ۳۳"E	°۳۵ ۱۷' ۳۴" N	۱۳۸۶	شرقی	۸۶	۹/۲۹	۶۴/۹
	۵	HV5	°۴۶ ۳۰' ۲۷"E	°۳۵ ۱۶' ۱۳" N	۱۳۲۹	جنوبی	۹۳	۹/۲۹	۶۴/۹
	۶	HV6	°۴۶ ۵۷' ۵۹"E	°۳۵ ۱۸' ۲۲" N	۱۸۵۶	شرقی	۵۴	۱۴/۶۷	۲۹/۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر نوع گونه و جمعیت گل‌راعی بر ویژگی‌های عملکردی، میزان اسانس، فنول و قابلیت آنتی‌اکسیدانی

منبع تغییرات	درجه آزادی (d.f.)	میانگین مربعات (M.S.)						
		طول ساقه گل‌دهنده	وزن بوته	وزن گل و برگ	وزن ساقه	درصد اسانس	میزان فنول	قابلیت آنتی‌اکسیدانی
گونه	۲	۱/۵۰۸**	۱/۶۰ns	۲/۷۳۱ns	۰/۸۵۹ns	۷/۰۹ns	۰/۰۹۲ns	۰/۰۱۶ns
جمعیت	۵	۰/۲۱۱ns	۱/۰۲ns	۰/۸۷۹ns	۱/۲۴۲ns	۳/۵۷۱ns	۰/۱۵۹ns	۰/۰۳۹ns
گونه × جمعیت	۱۰	۰/۱۹۳**	۰/۷۱۹**	۰/۸۴۵**	۰/۸۰۷**	۱/۹۷۱**	۰/۱۷۷**	۰/۰۴۶**
خطا	۳۶	۰/۰۲۷	۰/۱۵۷	۰/۱۸۱	۰/۱۴۸	۰/۰۴۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)	–	۹/۶	۲۰/۲	۲۷/۳	۲۷/۴	۳۲/۹	۴/۶	۳/۱

ns و **: به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

طول ساقه گل‌دهنده

در بین جمعیت‌های گونه *H. scabrum*، بیشترین میانگین طول ساقه گل‌دهنده (۵۱/۷ سانتی‌متر) متعلق به جمعیت HS2 و کمترین میانگین طول ساقه گل‌دهنده (۲۴/۲ سانتی‌متر) متعلق به جمعیت HS3 بود. بیشترین (۷۷/۷ سانتی‌متر) و کمترین (۳۷/۵ سانتی‌متر) میانگین طول ساقه گل‌دهنده در بین جمعیت‌های مختلف گونه *H. asperulum*، به‌ترتیب متعلق به جمعیت‌های HA5 و HA6 بود. همچنین در بین جمعیت‌های گونه*H. vermiculare*، جمعیت‌های HV6 و HV2 به‌ترتیب دارای بیشترین (۴۴/۵ سانتی‌متر) و کمترین (۳۸/۷ سانتی‌متر) میانگین طول ساقه گل‌دهنده بودند. در مجموع در جمعیت‌های متعلق به هر سه گونه بیشترین میانگین طول ساقه گل‌دهنده (۷۷/۷ سانتی‌متر) مربوط به جمعیت HA5 گونه *H. asperulum* و کمترین میانگین طول ساقه گل‌دهنده (۲۴/۲ سانتی‌متر) متعلق به جمعیت HS3 گونه *H. scabrum* بود (جدول ۴).

وزن بوته

بیشترین (۶۵/۶ گرم) و کمترین (۷/۰۶ گرم) میانگین وزن بوته در بین تمام جمعیت‌های متعلق به هر سه گونه مورد مطالعه، به‌ترتیب متعلق به جمعیت‌های HA4 و HA6 گونه *H. asperulum* بود. در بین جمعیت‌های گونه *H. scabrum*، بیشترین (۵۹/۵ گرم) و کمترین (۱۶/۱ گرم) میانگین وزن بوته، به‌ترتیب مربوط به جمعیت‌های HS3 و HS6 بود و در بین جمعیت‌های گونه *H. vermiculare*، جمعیت HV3 دارای بیشترین (۲۱/۰۵ گرم) و جمعیت HV4 دارای کمترین (۱۰/۶ گرم) میانگین وزن بوته بودند (جدول ۴).

وزن گل و برگ

جمعیت‌های HS3 و HS6 گونه *H. scabrum*، به‌ترتیب دارای بیشترین (۴۲/۴ گرم) و کمترین (۱۰/۹ گرم) میانگین وزن گل و برگ در بین جمعیت‌های گونه مذکور بودند. در بین جمعیت‌های گونه *H. asperulum*، جمعیت HA4 بیشترین (۳۴/۷ گرم) و جمعیت HA6 کمترین (۳/۵ گرم) میانگین وزن گل و برگ را داشت و در بین جمعیت‌های گونه *H. vermiculare*، HV1 و HV4 به‌ترتیب دارای بیشترین (۱۰/۴ گرم) و کمترین (۵ گرم) میانگین وزن گل و برگ بودند. در بین تمام جمعیت‌های هر سه گونه، جمعیت HS3 گونه *H. scabrum* بیشترین و جمعیت HA6 متعلق به گونه *H. asperulum* کمترین میانگین وزن گل و برگ را داشتند (جدول ۴).

www.SID.ir

Archive of SID

وزن ساقه

در بین جمعیت‌های متعلق به گونه *H. scabrum*، جمعیت‌های HS1 و HS6 به‌ترتیب بیشترین (۱۶ گرم) و کمترین (۵/۲ گرم) میانگین وزن ساقه را داشتند. جمعیت‌های HA4 و HA6 متعلق به گونه *H. asperulum*، به‌ترتیب دارای بیشترین (۳۰/۹ گرم) و کمترین (۳/۴۸ گرم) وزن ساقه بودند و در بین جمعیت‌های گونه *H. vermiculare*، بیشترین (۱۱/۳ گرم) و کمترین (۵/۵ گرم) میانگین وزن ساقه به‌ترتیب به جمعیت‌های HV3 و HV4 تعلق داشت. همچنین در بین تمام جمعیت‌های متعلق به سه گونه مورد مطالعه، بیشترین و کمترین وزن ساقه به‌ترتیب متعلق به جمعیت‌های HA4 و HA6 گونه *H. asperulum* بود (جدول ۴).

درصد اسانس

بیشترین (۰/۴۳٪) و کمترین (۰/۰۲٪) میانگین محتوای اسانس در بین تمام جمعیت‌های مطالعه شده هر سه گونه گل‌راعی، به‌ترتیب به جمعیت‌های HS4 گونه *H. scabrum* و HV3 گونه *H. vermiculare* تعلق داشت. در بین جمعیت‌های گونه *H. scabrum*، کمترین میانگین محتوای اسانس (۰/۱۱٪) از جمعیت‌های HS1 و HS2 بدست آمد و بیشترین میانگین محتوای اسانس (۰/۳۸٪) در بین جمعیت‌های گونه*H. vermiculare* از جمعیت HV5 حاصل شد. جمعیت‌های HA3 و HA1 متعلق به گونه *H. asperulum* به‌ترتیب دارای بیشترین (۰/۴٪) و کمترین (۰/۰۶٪) میانگین محتوای اسانس در بین جمعیت‌های گونه مذکور بودند (جدول ۴).

میزان فنول

جمعیت‌های HV6 و HV1 متعلق به گونه *H. vermiculare* به‌ترتیب دارای بیشترین (۲۰۴/۹ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم عصاره خشک) و کمترین (۸۵/۱ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم عصاره خشک) میزان فنول در بین تمام جمعیت های مطالعه شده هر سه گونه گل‌راعی بودند. در بین جمعیت‌های گونه *H. scabrum*، جمعیت HS5 دارای بیشترین (۱۵۴/۹ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم عصاره خشک) و جمعیت HS3 دارای کمترین (۱۰۶/۱ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم عصاره خشک) میزان فنول بود. همچنین بیشترین (۱۸۸/۱ میلی گرم گالیک اسید در گرم عصاره خشک) و کمترین (۱۱۲/۷ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم عصاره خشک) میزان فنول در بین جمعیت‌های گونه *H. asperulum*، به‌ترتیب به جمعیت‌های HA6 و HA5 تعلق داشت (جدول ۴).

قابلیت آنتی‌اکسیدانی

در بین تمام جمعیت‌های هر سه گونه مطالعه شده گل‌راعی، جمعیت‌های HA5 و HA6 متعلق به گونه *H. asperulum* به‌ترتیب دارای بیشترین (۵۲/۷ میکروگرم عصاره خشک در میلی‌لیتر) و کمترین (۳۲/۷ میکروگرم عصاره خشک در میلی‌لیتر) قابلیت آنتی‌اکسیدانی بودند. جمعیت‌های HS4 و HS3 به‌ترتیب بیشترین (۴۵/۸ میکروگرم عصاره خشک در میلی‌لیتر) و کمترین (۳۶/۳ میکروگرم عصاره خشک در میلی‌لیتر) قابلیت آنتی‌اکسیدانی را در بین جمعیت‌های گونه *H. scabrum* داشتند و در بین جمعیت‌های گونه *H. vermiculare*، جمعیت HV5 بیشترین (۴۲ میکروگرم عصاره خشک در میلی‌لیتر) و جمعیت HV4 کمترین (۳۴/۶ میکروگرم عصاره خشک در میلی‌لیتر) قابلیت آنتی‌اکسیدانی را داشتند (جدول ۴).

همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده با خصوصیات جغرافیایی، آب و هوایی و خاک رویشگاه‌ها

ارزیابی همبستگی بین صفات با خصوصیات رویشگاه‌ها نشان داد که بین قابلیت آنتی‌اکسیدانی عصاره خشک جمعیت‌ها با هدایت الکتریکی خاک رویشگاه جمعیت‌ها، همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/۴۷۱) در سطح احتمال ۵٪ وجود داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع گونه و جمعیت بر ویژگی‌های عملکردی، میزان اسانس، فنول و قابلیت آنتی‌اکسیدانی گل‌راعی

گونه	رویشگاه	علامت اختصاری جمعیت	طول ساقه گل‌دهنده (cm)	وزن بوته (g)	وزن گل و برگ (g)	وزن ساقه (g)	اسانس (٪)	میزان فنول (mg GA/g dry extract)	قابلیت آنتی‌اکسیدانی (µg dry extract/ml)
Hypericum scabrum	۱	HS1	۳۷/۶ ± ۲/۷۵ de	۲۹/۷ ± ۱۱/۲۵ cde	۱۳/۶ ± ۶/۰ cd	۱۶/۰ ± ۵/۲۵ bcd	۰/۱۱ ± ۰/۰۱ f	۱۴۴/۴ ± ۱/۷۰ efg	۴۵/۷ ± ۰/۶۰ b
	۲	HS2	۵۱/۷ ± ۶/۷۶ c	۲۹/۹ ± ۱۵/۷۱ cde	۱۶/۶ ± ۷/۹۵ cd	۱۳/۳ ± ۸/۰۹ cde	۰/۱۱ ± ۰/۰۱ f	۱۴۹/۳ ± ۷/۴۱ def	۳۹/۰ ± ۰/۰۵ de
	۳	HS3	۲۴/۲ ± ۵/۸۰ f	۵۹/۵ ± ۳۸/۸۱ ab	۴۲/۴ ± ۲۹/۳ a	۱۷/۱ ± ۹/۹۲ bc	۰/۳۵ ± ۰/۰۱ b	۱۰۶/۱ ± ۱۳/۷۱ i	۳۶/۳ ± ۰/۱۰ gh
	۴	HS4	۲۷/۷ ± ۲/۸۰ ef	۲۱/۴ ± ۸/۱۹ def	۱۵/۱ ± ۶/۷۲ cd	۶/۳ ± ۱/۶۰ efg	۰/۴۳ ± ۰/۰۱ a	۱۵۲/۹ ± ۴/۱۳ de	۴۵/۸ ± ۰/۶۶ b
	۵	HS5	۴۱/۵ ± ۲/۲۱ cd	۴۰/۵ ± ۱۲/۱۷ bcd	۲۵/۳ ± ۸/۳۲ bc	۱۵/۱ ± ۳/۸۷ bcd	۰/۳۶ ± ۰/۰۱ b	۱۵۴/۹ ± ۸/۸۰ d	۳۷/۲ ± ۰/۲۳ f
	۶	HS6	۲۶/۷ ± ۰/۶۶ f	۱۶/۱ ± ۵/۲۸ ef	۱۰/۹ ± ۴/۲۰ cd	۵/۲ ± ۱/۱۰ fg	۰/۳۷ ± ۰/۰۱ b	۱۱۷/۱ ± ۳/۵۹ h	۳۶/۸ ± ۰/۶۴ fg
Hypericum asperulum Jaub. & Spach	۱	HA1	۴۱/۰۳ ± ۱/۰۵ cd	۱۹/۵ ± ۴/۲۳ def	۱۲/۴ ± ۲/۳۷ cd	۷/۱ ± ۱/۹۹ efg	۰/۰۶ ± ۰/۰۱ fg	۱۵۸/۳ ± ۰/۷۲ cd	۳۹/۷ ± ۰/۴۰ d
	۲	HA2	۷۵/۵ ± ۴/۴ ab	۲۷/۶ ± ۸/۰۸ cdef	۱۲/۳ ± ۵/۴۷ cd	۱۵/۲ ± ۳/۰۷ bcd	۰/۰۷ ± ۰/۰۱ fg	۱۳۹/۰ ± ۵/۶۹ g	۴۱/۴ ± ۰/۰۵ c
	۳	HA3	۶۶/۵ ± ۸/۲۶ b	۳۰/۷ ± ۵/۴۳ cde	۱۵/۳ ± ۳/۴۲ cd	۱۵/۴ ± ۲/۳۴ bcd	۰/۴ ± ۰/۱ ab	۱۶۵/۸ ± ۳/۲۲ c	۳۷/۳ ± ۰/۲۰ f
	۴	HA4	۷۲/۴ ± ۵/۸۸ ab	۶۵/۶ ± ۶/۰۷ a	۳۴/۷ ± ۴/۳۲ ab	۳۰/۹ ± ۲/۲۳ a	۰/۲۵ ± ۰/۰۱ d	۱۷۹/۶ ± ۳/۵۶ b	۳۵/۸ ± ۰/۷۵ hi
	۵	HA5	۷۷/۷ ± ۲/۰۴ a	۴۷/۹ ± ۲/۶۷ abc	۲۵/۷ ± ۱/۹۶ bc	۲۲/۲ ± ۳/۱۳ b	۰/۲۱ ± ۰/۰۱ de	۱۱۲/۷ ± ۸/۸۹ hi	۵۲/۷ ± ۰/۵۶ a
	۶	HA6	۳۷/۵ ± ۳/۰۴ de	۷/۰۶ ± ۰/۲۱ f	۳/۵ ± ۰/۰۳ d	۳/۴۸ ± ۰/۱۸ g	۰/۱۸ ± ۰/۰۱ e	۱۸۸/۱ ± ۸/۲۴ b	۳۲/۷ ± ۰/۳۵ k
Hypericum vermiculare	۱	HV1	۳۹/۸ ± ۷/۳۶ d	۱۶/۹ ± ۵/۵۴ ef	۱۰/۴ ± ۳/۷۱ cd	۶/۴ ± ۲/۱۷ efg	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ g	۸۵/۱ ± ۱/۷۰ j	۳۵/۱ ± ۰/۴۰ ij
	۲	HV2	۳۸/۷ ± ۸/۰۱ d	۱۸/۵ ± ۹/۹۷ def	۸/۵ ± ۵/۲۲ d	۱۰/۰ ± ۵/۰۸ cdefg	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ g	۱۷۹/۶ ± ۰/۹۸ b	۳۸/۴ ± ۰/۸۱ e
	۳	HV3	۴۳/۸ ± ۱۸/۹ cd	۲۱/۰۵ ± ۹/۸۲ def	۹/۷ ± ۴/۲۰ cd	۱۱/۳ ± ۵/۶۳ cdef	۰/۰۲ ± ۰/۰۱ g	۱۰۴/۴ ± ۰/۷۲ i	۳۸/۵ ± ۰/۵۱ e
	۴	HV4	۴۳/۴ ± ۳/۳۰ cd	۱۰/۶ ± ۱/۸۶ ef	۵/۰ ± ۰/۴۵ d	۵/۵ ± ۱/۴۳ fg	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ g	۱۵۲/۴ ± ۲/۱۸ de	۳۴/۶ ± ۰/۱۰ j
	۵	HV5	۳۸/۹ ± ۳/۰۸ d	۱۸/۵ ± ۵/۶۳ def	۷/۶ ± ۲/۴۱ d	۱۰/۹ ± ۳/۳۱ cdef	۰/۳۸ ± ۰/۰۱ ab	۱۴۰/۱ ± ۵/۷۶ fg	۴۲/۰ ± ۰/۵۰ c
	۶	HV6	۴۴/۵ ± ۳/۱۷ cd	۱۸/۶ ± ۵/۵۲ def	۹/۹ ± ۲/۷۲ cd	۸/۶ ± ۲/۸۰ defg	۰/۳ ± ۰/۱ c	۲۰۴/۹ ± ۰/۷۲ a	۳۸/۴ ± ۰/۲۰ e

میانگین‌های هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد اسانس جمعیت‌ها با میزان فسفر خاک رویشگاه (r=۰/۵۶۵) در سطح احتمال ۵٪ و نیز میانگین دمای سالیانه رویشگاه (r=۰/۵۹۱) در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت. از سوی دیگر بین درصد اسانس با میزان ماده آلی خاک رویشگاه‌ها همبستگی منفی معنی‌داری (r= -۰/۴۷۱) در سطح احتمال ۵٪ مشاهده گردید. همچنین بین میزان بارندگی سالیانه رویشگاه با وزن ساقه، وزن گل و برگ و نیز وزن کل بوته همبستگی مثبت قوی و معنی‌داری (به‌ترتیب r= ۰/۵۴۸، r= ۰/۴۸۲ و r= ۰/۵۴۰) در سطح احتمال ۵٪ مشاهده شد.

تجزیه به عامل‌ها

نتایج حاصل از تجزیه عاملی نشان داد که صفات مورد مطالعه در دو عامل اصلی گروه‌بندی شدند که در گونه *H. scabrum*، ۷۵/۱۳٪، در گونه *H. asperulum*، ۸۴/۲۵٪ و در گونه *H. vermiculare*، ۷۲/۴٪ از تغییرات را توجیه نمودند. بیشترین ضرایب عاملی در عامل اول در هر سه گونه مربوط به صفات وزن بوته، وزن گل و برگ و وزن ساقه بود که نشان‌دهنده اهمیت بالای این صفات در تفکیک جمعیت‌های متعلق به هر گونه می‌باشد (جدول ۵).

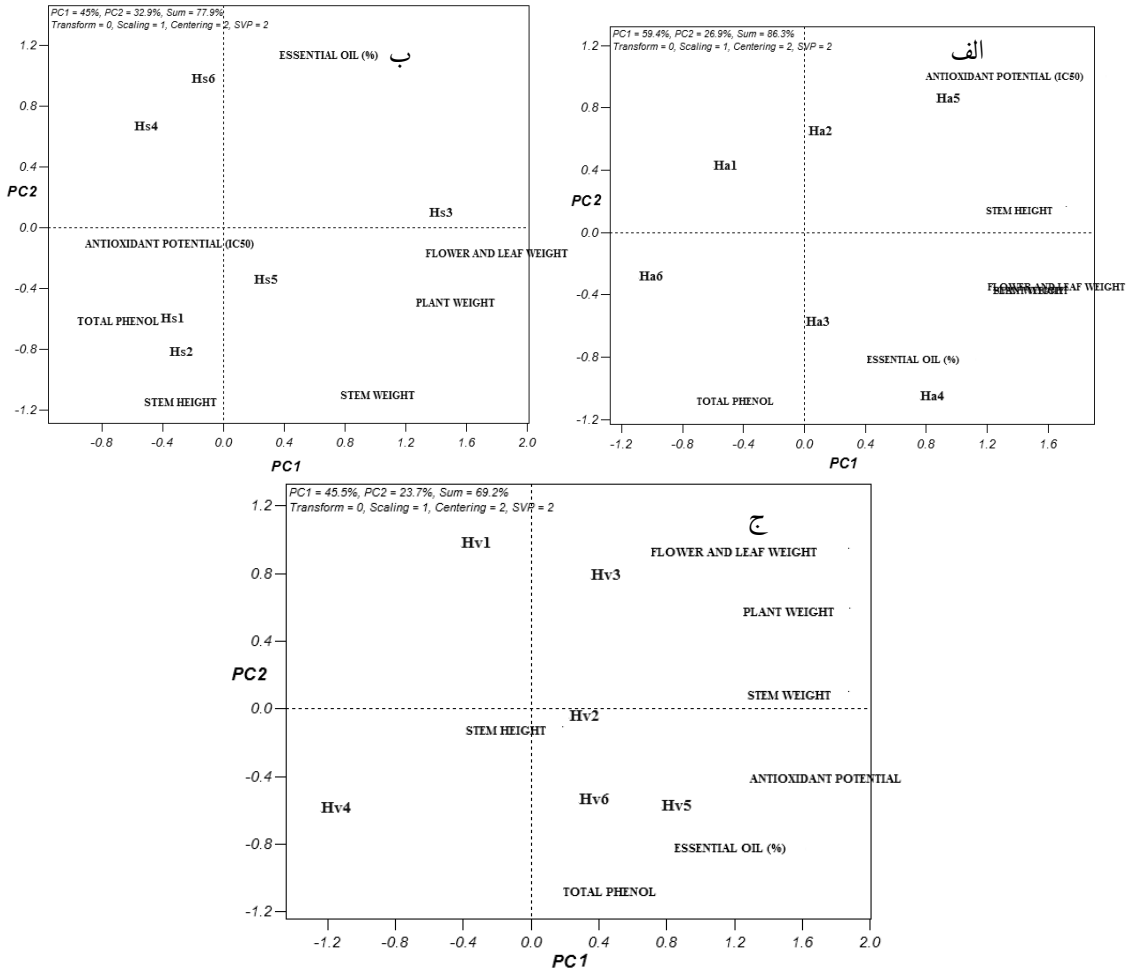
جدول ۵- ضرایب عاملی صفات مورد مطالعه گونه‌های گل‌راعی در دو عامل اصلی

	Hypericum scabrum		***Hypericum asperulum* Jaub. & Spach**		***Hypericum vermiculare***	
	فاکتور اول	فاکتور دوم	فاکتور اول	فاکتور دوم	فاکتور اول	فاکتور دوم
	واریانس (٪)		واریانس (٪)		واریانس (٪)	
	۴۱/۵۷	۳۳/۵۵	۵۲/۳۵	۳۱/۹	۴۳/۳۰	۲۹/۰۹
	واریانس تجمعی (٪)		واریانس تجمعی (٪)		واریانس تجمعی (٪)	
	۴۱/۵۷	۷۵/۱۳	۵۲/۳۵	۸۴/۲۵	۴۳/۳۰	۷۲/۴۰
طول ساقه گل‌دهنده	۰/۲۱۵	۰/۸۷۸	۰/۷۶۱	۰/۴۴۶	۰/۶۴۷	-۰/۱۵۸
وزن بوته	۰/۹۸۳	-۰/۰۲	۰/۹۶۷	۰/۱۲۷	۰/۹۷۴	۰/۱۳۹
وزن گل و برگ	۰/۹۴۶	-۰/۱۸۹	۰/۹۳۳	۰/۱۳۱	۰/۹۲۵	-۰/۰۷۶
وزن ساقه	۰/۸۸۷	۰/۳۷	۰/۹۷۴	۰/۱۱۹	۰/۸۷۶	۰/۳۱۳
درصد اسانس	-۰/۰۴۶	-۰/۷۵	۰/۵۰۱	-۰/۴۴	۰/۱۰۴	۰/۸۸۳
میزان فنول	-۰/۱۷۱	۰/۷۹۳	-۰/۱۴۲	-۰/۹۶۸	-۰/۱۱۷	۰/۵۸۷
قابلیت آنتی‌اکسیدانی	-۰/۴۳	۰/۴۶۲	۰/۲۴۲	۰/۹۲۵	۰/۱۲۷	۰/۸۷۵

نمودار بای‌پلات جمعیت‌ها براساس عامل‌های اصلی اول و دوم، در گونه *H. scabrum*، جمعیت‌های HS1 و HS2 را در یک گروه، HS4 و HS6 را در یک گروه و جمعیت‌های HS3 و HS5 را هریک جداگانه در گروه مجزایی قرار داد. در گونه *H. asperulum*، جمعیت‌های HA3 و HA4 در یک گروه، HA2 و HA5 در یک گروه و جمعیت‌های HA1 و HA6 هریک به‌طور جداگانه در گروهی مجزا قرار گرفتند و در گونه*H. vermiculare*، جمعیت‌های HV2، HV5 و HV6 در یک گروه و جمعیت‌های HV1، HV3 و HV4 هریک جداگانه در گروهی دیگر قرار داشتند (شکل ۱).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- بای‌پلات جمعیت‌های مختلف ***Hypericum scabrum*** (الف)، ***H. asperulum*** **Jaub. & Spach** (ب) و ***H. vermiculare*** (ج) براساس مؤلفه‌های اصلی اول و دوم

بحث

ارزیابی خاک رویشگاه جمعیت‌های مختلف گونه‌های گل‌راعی مورد مطالعه نشان داد که گونه‌های *H. scabrum* و *H. asperulum* اغلب در خاک‌های نسبتاً سبک تا نسبتاً سنگین و گونه *H. vermiculare* در خاک‌های نسبتاً سبک تا متوسط بافت رشد می‌کند. اسیدیته خاک رویشگاه‌های هر سه گونه گل‌راعی نسبتاً قلیایی و هدایت الکتریکی آنها نسبتاً پائین بود. میزان مواد آلی و ازت خاک رویشگاه‌ها غیر از رویشگاه‌های ۱ گونه *H. asperulum* و ۱ و ۲ گونه *H. vermiculare*، کمتر از حد مطلوب بود (حد مطلوب مواد آلی برای اغلب گیاهان بیشتر از ۲٪ بوده و حد مطلوب ازت برای اغلب گیاهان بیشتر از ۰/۲٪ می‌باشد). میزان پتاسیم رویشگاه‌های ۳ و ۶ متعلق به گونه *H. scabrum* و رویشگاه‌های ۱، ۲ و ۳ گونه *H. asperulum* و نیز رویشگاه ۲ متعلق به گونه *H. vermiculare* در حد مطلوب بود و خاک بقیه رویشگاه‌ها از این لحاظ نسبتاً فقیر بودند. همچنین خاک تمام رویشگاه‌های متعلق به هر سه گونه گل‌راعی از لحاظ فسفر در وضعیت نامناسبی بودند (حد مطلوب فسفر خاک برای اغلب گیاهان بیشتر از ۱۵ppm است). ارزیابی خصوصیات جغرافیایی رویشگاه‌ها بیانگر این نکته بود که رویشگاه‌های متعلق به هر گونه گل‌راعی از تنوع بالایی برخوردار بودند، زیرا در بین رویشگاه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

متعلق به هر گونه، رویشگاه‌هایی با ارتفاع نسبتاً پایین تا ارتفاعات بالا و نیز شیب پایین تا شیب‌های خیلی زیاد وجود داشت. همچنین جهت جغرافیایی رویشگاه جمعیت‌ها نیز بسیار متغیر بود و جمعیت‌های متعلق به یک گونه در جهت‌های مختلف جغرافیایی رویش داشتند. به‌طور کلی گونه‌های مختلف گل‌راعی به‌دلیل سازگاری بالایی که با اغلب شرایط محیطی دارند، دارای پراکنش وسیعی در ایران و سایر نقاط جهان هستند (Crockett, 2010). در مطالعه‌ای بر روی جمعیت‌های مختلف گونه *H. perforatum*، مناطق با نور کافی، خاک غیرشور، آهکی، سبک با اسیدیته حدود ۷/۵ تا ۸ را مناسب رشد گونه مذکور تشخیص داده‌اند (Riazi *et al*., 2015). میانگین طول ساقه گل‌دهنده گونه *H. asperulum* بیشتر از گونه *H. vermiculare* و آن هم بیشتر از *H. scabrum* بود که می‌توان این تفاوت را به ژنتیک گونه‌ها نسبت داد. ولی از لحاظ سایر صفات تفاوت معنی‌داری بین گونه‌ها دیده نشد. در ارتباط با خصوصیات آگرومورفولوژیکی گونه‌های مذکور مطالعه‌ای انجام نشده و اغلب تحقیقات انجام شده روی این گونه‌ها در ارتباط با کمّیت و کیفیت اسانس و عصاره آنهاست.

براساس همبستگی‌های بدست‌آمده، جمعیت‌های گل‌راعی در رویشگاه‌هایی که دارای میانگین بارندگی سالیانه بیشتری بودند، از وزن گل، برگ و وزن بوته بیشتری برخوردار بودند. در شرایط مناسب آبی، تقسیم، تورژسانس و رشد سلولی افزایش پیدا کرده و همین امر موجب افزایش ظرفیت کل فتوسنتزی و در نهایت افزایش بیوماس گیاه می‌گردد (Hasani, 2006). در رویشگاه‌هایی که خاک آنها از میزان فسفر بیشتری برخوردار بود، بوته‌ها میزان اسانس بیشتری داشتند. فسفر به‌عنوان یک عنصر کلیدی در فتوسنتز و تولید متابولیت‌های اولیه در گیاه به‌شمار می‌رود. از آنجایی‌که اسانس‌ها جزو متابولیت‌های ثانویه بوده که از متابولیت‌های اولیه منشأ می‌گیرند، بنابراین طبیعی است که با افزایش فسفر خاک، میزان اسانس گیاه نیز افزایش پیدا کند (Alijani *et al*., 2009). همبستگی مثبت بین میزان فسفر خاک با محتوای هیپریسین که یکی از مهمترین متابولیت‌های ثانویه گل‌راعی است، در مطالعات زیادی نشان داده شده است (Azizi & Omidbaigi, 2002؛ Riazi *et al*., 2015؛ Conforti *et al*., 2005). البته تأثیر مثبت کودهای فسفره در افزایش ماده مؤثره گل‌راعی گونه *H. perforatum* (Azizi, 2000) و بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.) (Alijani *et al*., 2009) نیز گزارش شده است. به‌طوری که وجود همبستگی مثبت بین میزان فسفر خاک با درصد اسانس در گیاه *Stachys laxa* (Alipour *et al*., 2016) و عدم وجود همبستگی معنی‌دار بین میزان فسفر خاک با محتوای اسانس در گیاه آویشن دنایی (Khorshidi *et al*., 2019) گزارش گردیده است.

میزان ماده آلی خاک تأثیر منفی بر میزان اسانس جمعیت‌ها داشت، به‌طوری که جمعیت‌هایی که در رویشگاه‌هایی با خاک غنی‌تر از لحاظ مواد آلی رشد داشتند، از میزان اسانس کمتری برخوردار بودند. گزارش شده که ماده آلی بیشتر در خاک ظرفیت نگهداری رطوبت خاک را بالا برده، ازاین‌رو گیاه در این شرایط کمتر دچار تنش رطوبتی شده و رشد رویشی زیادی داشته و متابولیت‌های اولیه موجود در گیاه بیشتر صرف رشد رویشی گیاه شده و در نهایت تولید متابولیت‌های ثانویه ازجمله اسانس تحت این شرایط کاهش پیدا می‌کند (Bahreininejad & Mirza, 2019). از سوی دیگر گزارش‌هایی مبنی بر تأثیر مثبت مواد آلی بر درصد اسانس گیاهان دارویی وجود دارد (Figueiredo *et al*., 2008؛ Alipour *et al*., 2016).

میانگین دمای بالاتر رویشگاه‌ها منجر به افزایش محتوای اسانس جمعیت‌ها شد و گیاهان در رویشگاه‌هایی که از میانگین دمای سالیانه بالاتری برخوردار بودند، اسانس بیشتری داشتند. اسانس‌ها از ظرفیت گرمایی ویژه بالایی برخوردارند و زمانی که گیاه در شرایط گرمایی قرار می‌گیرد، برای اینکه دمای بالا موجب آسیب به ترکیب‌ها و بافت‌های گیاهی نگردد، میزان تولید ترکیب‌های محافظت‌کننده با ظرفیت گرمایی بالا ازجمله مونوترپن‌ها (از مهمترین اجزای اسانس‌ها) را افزایش می‌دهد (Lusia *et al*.,

www.SID.ir

Archive of SID

2006؛ Fasina & Colley, 2008). همچنین تحت تأثیر دماهای نسبتاً بالا، فتوسنتز و تولید کربوهیدرات‌ها که پیش‌نیاز سنتز اسانس‌ها هستند، در گیاه افزایش پیدا کرده و در نهایت میزان تولید اسانس گیاه افزایش می‌یابد (Misra *et al*., 2006؛ Mahmoodi Sourestani, 2016).

بالاتر بودن هدایت الکتریکی خاک رویشگاه‌ها موجب افزایش قابلیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گیاهی جمعیت‌ها گردید. هدایت الکتریکی بالای خاک همانند تنش شوری عمل کرده و با ایجاد تغییر در قابلیت اسمزی خاک، بهم‌زدن تعادل عناصر موجود در محلول خاک و تأثیر بر جذب عناصر غذایی توسط گیاه، منجر به تنش اکسیداتیو شده و گیاه در پاسخ به این تنش ایجاد شده تولید یک‌مجموعه ترکیب‌های آنتی‌اکسیدان را افزایش می‌دهد (Renu & Devarshi, 2007). براساس نتایج تجزیه به عامل‌ها، صفات وزن ساقه، وزن گل و برگ و وزن کل بوته، صفات مناسبی برای تفکیک جمعیت‌ها بودند. تفکیک جمعیت‌ها از یکدیگر با توجه نوع گونه گیاهی و صفات مطالعه شده متفاوت می‌باشد. در مطالعه‌ای که Ebadi و همکاران (۲۰۱۱) بر روی جمعیت‌های مختلف گل‌راعی گونه *H. perforatum* L. انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که صفات ارتفاع و عرض گیاه، قطر ساقه و تعداد گل در گل‌آذین مهمترین صفات در تفکیک جمعیت‌ها بودند. در تحقیق دیگری میزان هیپریسین و هیپرفورین برگ و گل جمعیت‌های مختلف گل‌راعی گونه *H. perforatum* L. با هم مقایسه شده و گزارش شده که هیپریسین و هیپرفورین برگ صفات مطلوب‌تری برای تفکیک جمعیت‌های گونه مذکور هستند (Riazi *et al*., 2015).

طبق نتایج بای‌پلات جمعیت‌های هر گونه، جمعیت‌هایی که در یک گروه قرار داشتند، از لحاظ صفات مطالعه شده دارای حداکثر تشابه با هم بودند که این مشابهت می‌تواند ناشی از دو عامل ژنتیک جمعیت و شرایط رویشگاه باشد.

به‌طورکلی نتایج بیانگر این مهم بود که در بین صفات مطالعه شده تنها طول ساقه گل‌دهنده تحت تأثیر معنی‌دار نوع گونه قرار داشت و سایر صفات به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع گونه و شرایط رویشگاه قرار نگرفتند، ولی اثر متقابل گونه و جمعیت توانست تأثیر معنی‌داری بر تمام صفات مطالعه شده داشته باشد. به‌طوری که در مورد هر صفت یکی از جمعیت‌های متعلق به یکی از گونه‌ها نسبت به بقیه برتر بود. همبستگی معنی‌داری که بین برخی از صفات ازجمله وزن بوته، درصد اسانس و قابلیت آنتی‌اکسیدانی با خصوصیات آب‌وهوایی و خاکی رویشگاه‌ها مشاهده شد، می‌تواند ما را در تعیین محیط ثانویه این گیاه برای اهلی‌سازی و کشت یاری نماید. از آنجایی‌که صفات وزن ساقه، وزن گل و برگ و وزن کل بوته دارای تنوع زیادی در جمعیت‌های گونه‌های مختلف مطالعه شده بودند، ازاین‌رو می‌توان از این صفات در گزینش و برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی معاون محترم پژوهشی دانشگاه کردستان در قالب طرح پژوهشی (با شماره قرارداد ۹۷/۱۱/۲۲۹۱۴) انجام شده، ازاین‌رو تشکر و تقدیر خود را از معاونت مذکور اعلام می‌داریم.

منابع مورد استفاده

- Alijani, M., Amini Dehaghi, M., Ahmadi, J. and Modares Sanavi, S.A.M., 2009. Effects of different levels of phosphorous and nitrogen fertilizers on yield of german chamomile (*Matricaria recutita* L.) under semi-arid climatic conditions. Journal of Agronomy Sciences, 2(3): 39-48.
- Alipour, N., Mahdavi, Kh., Mahmoudi, J. and Ghelichnia, H., 2016. Investigation into the effect of environmental conditions on the quality and quantity of essential oil of *Stachys laxa*. Journal of Plant Researches, 28(3): 561-572.
- Arabshahi-Deloue, S. and Urooj, A., 2007. Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. Food Chemistry, 102(4): 1233-1240.
- 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

www.SID.ir

Archive of SID

activities of *Hypericum perfoliatum* L. Industrial Crops and Products, 74: 342-347.
- Ebadi, A., Morshedloo, M.R., Fatahi Moghaddam, M.R. and Yazdani, D., 2011. Evaluation of some population of *Hypericum perforatum* L. using agro-morphological traits and most components of essential oil. Plant Production Technology, 3(1): 1-14.
- Eslami, B., Nabavi, S.F., Nabavi, S.M., Ebrahimzadeh, M.A. and Mahmoudi, M., 2011. Pharmacological activities of *Hypericum scabrum* L. European Review for Medical and Pharmacological Sciences, 15: 532-537.
- Fasina, O.O. and Colley, Z., 2008. Viscosity and specific heat of vegetable oils as a function of temperature: 35°C to 180°C. International Journal of Food Properties, 11: 738-746.
- Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Pedro, L.G. and Scheffer, J.J.C., 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. Flavour and Fragrance Journal, 23(4): 213-226.
- Glisic, S., Popadic, S. and Skala, D., 2006. St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) supercritical extraction, antimicrobial and antidepressant activity of extract and their components. Chemistry and Industry, 60: 61-72.
- Gudzic, B., Dordevic, S., Palic, R. and Stojanovic, G., 2001. Essential oils *Hypericum olympicum* L. and *Hypericum perforatum* L. Flavor and Fragrance Journal, 16: 201-203.
- Hakimoglu, F., Kizil, G., Kanay, Z., Kizil, M. and Isi, H., 2007. The effect of ethanol extract of *Hypericum lysimachioides* on lipid profile in hypercholesterolemic rabbits and its in vitro antioxidant activity. Atherosclerosis, 192: 113-122.
- Hasani, A., 2006. Effect of water deficit stress on growth, yield and essential oil content of *Dracocephalum moldavica*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(3): 251-26.
- Jaimand, K., Rezaee, M.B., Mirza, M., Naderi, M., Mozaffarian, V., Azadi, R., Golipoor, M. and Karimi, Sh., 2013. Essential Oil Composition of Eight *Hypericum species* (Hypericaceae) from Iran. Journal of Medicinal Plants and By-products, 1: 61-68.
- Khorshidi, J., Shokrpour, M. and Nazeri, V., 2019. Influence of some climatic and soil conditions on essential oil quantity and quality of different *Thymus daenensis* Celak subsp. *daenensis* ecotypes. Iranian Journal of Horticultural Science, 50(1): 13-23.
- Lusia, J., Uelas, J.P., Alessio, G.A. and Estiarte, M., 2006. Seasonal contrasting changes of foliar concentrations of terpenes and other volatile organic compounds in four dominant species of a mediterranean shrubland submitted to a field Khorasan rangelands. Journal of Rangeland, 12(3): 281-294.
- Armand, N. and Jahantab, E., 2019. Phytochemical study of essential oil of *Smyrnium cordifolium* Boiss. in different habitats of Boyer Ahmad city. Journal of Rangeland, 13(1): 39-51.
- Azadi, B., 2013. Volatile constituents of *Hypericum asperulum* Jaub. & Spach aerial parts from Iran. International Journal of Phytomedicine, 5: 367-372.
- Azadi, R., 1999. Flora of Iran, Research Institute of Forests and Rangelands, Iran, 67p.
- Azizi, M. and Omidbaigi, R., 2002. Effect of NP supply on herb yield, hypericin content and cadmium accumulation of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.). Acta Horticulturae, 576: 267-271.
- Azizi, M., 2000. The study on the effect of physiological and environmental factors on growth, yield and active substances in *Hypericum perforatum* in vitro and in vivo condition. Ph.D. thesis, Department of Horticulture, University of Tehran, Iran.
- Bahreininejad, B. and Mirza, M., 2019. Effects of ecological factors on essential oil components of several genotypes of *Thymus daenensis* Celak using ordination technique. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 35(2): 196-208.
- Baser, K.H.C., Qzek, T., Nuriddinov, H.R. and Demirci, A.B., 2002. Essential oils of two *Hypericum* species from Uzbekistan. Chemistry of Natural Compounds, 38(1): 54-57.
- Cirak, C., Radusiene, J., Janulis, V., Ivanauskas, L. and Camas, N., 2011. Phenolic constituents of *Hypericum triquetrifolium* Turra (Guttiferae) growing in Turkey: variation among populations and plant parts. Turkish Journal of Biology, 35: 449-456.
- Conforti, F., Statti, G.A., Tundis, R., Bianchi, A., Agrimonti, C., Sacchetti, G., Andreotti, E., Menichini, F. and Poli, F., 2005. Comparative chemical composition and variability of biological activity of methanolic extracts from *Hypericum perforatum* L. Natural Product Research, 19(3): 295-303.
- Crockett, S., 2010. Essential oil and volatile components of the genus *Hypericum* (Hypericaceae). Natural Product Communications, 5(9):1493-506.
- Dadkhah, A., Roshanaei, K., Fatemi, F., Kazemi, M., Alipour, M. and Abdolmohammadi, M.H., 2014. Biological properties of Iranian *Hypericum scabrum* essential oil and hydro alcoholic extract from *Alamut mountain*. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 17(2): 186-195.
- Del Monte, D., De Martino, L., Marandino, A., Fratianni, F., Nazzaro, F. and De Feo, V., 2015. Phenolic content, antimicrobial and antioxidant

www.SID.ir

Archive of SID

- Ozturk, N., Tuncel, M. and Potoglu Erkara, I., 2009. Phenolic compounds and antioxidant activities of some *Hypericum species*: A comparative study with *H. perforatum*. Pharmaceutical Biology, 47(2): 120-127.
- Pourmorad, F., Hosseinimehr, S.J. and Shahabimajd, N., 2006. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. African Journal of Biotechnology, 5(11): 1142-1145.
- Radusienea, J., Judzentieneb, A. and Bernotieneb, G., 2005. Essential oil composition and variability of *Hypericum perforatum* L. growing in Lithuania. Biochemical Systematics and Ecology, 55: 113-24.
- Renu, K.C. and Devarshi, S., 2007. Acclimation to drought stress generates oxidative stress tolerance in drought resistant than susceptible wheat cultivar under field conditions. Environmental and Experimental Botany, 60: 276-283.
- Riazi, A., Majnoun Hosseini, N., Naghdi Badi, H., Naghavi, M.R. and Rezazadeh, Sh., 2015. Phytochemical characteristics evaluation of 25 *Hypericum perforatum* L. populations in Iran's natural habitats. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 31(1): 63-80.
- Sagratini, G., Ricciutelli, M., Vittori, S., Ozturk, N., Ozturk, Y. and Maggi, F., 2008. Phytochemical and antioxidant analysis of eight *Hypericum taxa* from central Italy. Fitoterapia, 79: 210-213.
- Sirvent, T. and Gibson, D., 2002. Induction of hypericins and hyperforin in *Hypericum perforatum* L. in response to biotic and chemical elicitors. Physiological and Molecular Plant Pathology, 60(6): 311-320.
- Suntar, I.P., Akkol, E.K., Yilmazer, D., Baykal, T., Kirmizibekmez, H., Alper, M. and Yesilada, E., 2010. Investigations on the in vivo wound healing potential *Hypericum perforatum* L. Journal of Ethnopharmacology, 127: 468-477.
- Tozlu, E., Cakir, A., Kordali, S., Tozlu, G., Ozer, H. and Aytas Akcin, T., 2011. Chemical compositions and insecticidal effects of essential oils isolated from *Achillea gypsicola*, *Satureja hortensis*, *Origanum acutidens* and *Hypericum scabrum* against broadbean weevil (*Bruchus dentipes*). Scientia Horticulturae, 130: 9-17.
experimental drought and warming. Physiologia Plantarum, 127: 632-649.
- Mahmoodi Sourestani, M., 2016. The study on diurnal changes in leaf gas exchange of lemon balm, catnip, holy basil and sweet basil in Ahvaz. Journal of Horticultural Science, 30(3): 395-405.
- Maskovic, P.Z., Mladenovic, J.D., Cvijovic, M.S., Dokovic, G.A., Solujic, S.R. and Radojkovic, M.M., 2011. Phenolic content, antioxidant and antifungal activities of acetonic, ethanolic and petroleum ether extracts of *Hypericum perforatum* L. Hemijska Industrija, 65(2): 159-164.
- Misra, A., Dwivedi, S., Srivastava, A.K., Tewari, D.K., Khan, A. and Kumar, R., 2006. Low iron stress nutrition for evaluation of Fe-efficient genotype physiology, photosynthesis, and essential monoterpene oil (s) yield of *Ocimum sanctum*. Photosynthetica, 44(3): 474-477.
- Morshedloo, M.R., Ebadi, A., Fatahi Moghaddam, M.R. and Yazdani, D., 2012. Essential oil composition, total phenol compounds and antioxidant activity of *Hypericum perforatum* L. extract collected from north of Iran. Journal of Medicinal Plants, 41(1): 218-226.
- Morteza-Semnani, K., Saeedi, M. and Changizi, Sh., 2006. The essential oil composition of *Hypericum scabrum* L. from Iran. Flavour and Fragrance, 21: 513-515.
- Motamedi, J., Ahmadzadeh, N., Alijanpour, A. and Sheidaei Karkaj, E., 2019. Ecological and morphological characteristics of *Verbascum speciosum* Schrader. in Sahand rangelands. Journal of Rangeland, 13(1): 76-89.
- Nabavi, S.J., Zali, S.H., Ghorbani, J. and Kazemi, S.Y., 2016. Evaluation of soil physical and chemical properties and their respect with essential cones of Juniperus communis in mountainous rangelands of Hezarjarib- Mazandaran province. Journal of Plant Researches, 29(3): 608-618.
- Novakovic, J., Rajcevic, N., Garcia-Jacas, N., Susanna, A., D Marin, P. and Janackovic, P., 2019. Capitula essential oil composition of seven *Centaurea* species (sect. Acrocentron, Asteraceae)-taxonomic implication and ecological significance. Biochemical Systematics and Ecology, 83: 83-90.

www.SID.ir

Archive of SID

Comparison of growth properties, essential oil content, total phenol, and antioxidant potential of different populations of three *Hypericum* species (*H. scabrum* L., *H. asperulum* Jaub. & Spach. and *H. vermiculare*) gathered from Kurdistan province

J. Khorshidi[1*], M.R. Morshedloo[2] and Sh. Moradi[3]

1*- Corresponding author, Research Center of Medicinal Plants Breeding and Development, Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran, E-mail: j.khorshidi@uok.ac.ir
2- Department of Horticultural Science and Engineering, University of Maragheh, Maragheh, Iran
3- M.Sc. student, Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Received: September 2019 Revised: June 2020 Accepted: June 2020

Abstract

Hypericum sp. is one of the most widely used medicinal plants in the world. Both genetic and environmental factors influence the growth and phytochemical properties of the plant. Therefore, in this study, growth characteristics, essential oil content, total phenol and antioxidant potential were evaluated in different populations of three *Hypericum* species (*H. scabrum* (HS), *H. asperulum* (HA) and *H. vermiculare* (HV)). The results indicated that only flowering stem height was affected by species and other measured traits were not affected by species and population. But the interaction between species and population was significant on all measured traits. So that the highest flowering stem length (77.7 cm), flower and leaf weight (42.4 g), stem weight (30.9 g), plant weight (65.6 g), essential oil content (0.43%), total phenol (204.9 mg gallic acid.g^{-1} dry extract) and antioxidant potential (52.7 µg dry extract.ml^{-1}) belonged to populations No.5 in HA, No.3 in HS, No.4 in HA, No.4 in HA, No.4 in HS, No.6 in HV, and No.5 in HA, respectively. A positive and significant correlation was observed between stem weight, flower and leaf weight and plant weight with mean annual rainfall of the habitat, between essential oil percentage with soil phosphorus and mean annual temperature of the habitat, and between the electrical conductivity of the habitat soil with the antioxidant potential of the extract. There was also a negative correlation between essential oil percentage and soil organic matter of the habitat. Stem weight, flower and leaf weight, and plant weight had the highest variance among populations belonging to the same species and, therefore, were identified as desirable traits for separation of populations. Generally, one population cannot be considered superior to the others because the superior population was different depending on the trait. Therefore, to achieve a superior population, all populations of the three species must be cultivated and compared under the same conditions.

Keywords: Habitat, plant weight, phytochemical, genetic, *Hypericum*.

www.SID.ir