

بررسی برخی خصوصیات آت اکولوژی، اکوفیزیولوژیکی و ریخت‌شناسی گونه دارویی-مرتعی در معرض خطر انقراض چویل ترکمنی (*Ferulago subvelutina* Rech.f.)

رسول نریمانی^۱، محمد مقدم*^۲، محمد محمودی سورستانی^۳ و لیلا سمیعی^۴

۱- دانش آموخته دکترای گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشگاه فردوسی مشهد

۲* - نویسنده مسئول مکاتبات، دانشیار، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشگاه فردوسی مشهد

پست الکترونیک: m.moghadam@um.ac.ir

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۴- استادیار، گروه گیاهان زینتی، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۱۰

چکیده

جنس *Ferulago* شامل گیاهان چندمنظوره با ارزش دارویی، صنعتی و حفاظت خاکی و بومی ایران است که اخیراً جزء گیاهان در معرض خطر انقراض طبقه‌بندی شده‌اند. گونه چویل ترکمنی (*Ferulago subvelutina* Rech.f.) یکی از گونه‌های این جنس می‌باشد که انحصاری ایران بوده و اطلاعات اندکی از خصوصیات اکولوژیکی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی آن در دسترس می‌باشد. با توجه به اهمیت این گونه، این پژوهش به منظور بررسی خصوصیات مذکور و ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی سه جمعیت آن در محل‌های پراکنش (شامل ایزمان علیا، ایزمان سفلی و درکش) در خراسان شمالی انجام شد. بررسی مراحل رشد گیاه (جمعیت ایزمان سفلی) نشان داد که رشد رویشی آن با افزایش دما در دهه دوم فروردین‌ماه آغاز شده و با کاهش میزان بارندگی و افزایش دما، گلدهی کامل از دهه دوم تیرماه شروع و تا دهه اول مردادماه ادامه می‌یابد و در دهه سوم تیرماه گیاهان شروع به تشکیل بذر کرده و ریزش بذر در دهه سوم مردادماه آغاز می‌گردد. دامنه ارتفاع رویش آن (در هر سه جمعیت) ۱۳۶۰-۱۱۳۷ متر از سطح دریا بوده و در خاکی با اسیدیته ۷/۷-۷/۸۱، درصد کربن آلی ۰/۳۱-۱/۷۳، بافت لومی تا لومی شنی و شرایط اقلیمی به صورت ۱۳/۶ درجه سانتی‌گراد میانگین دما و ۳۵۴/۵۶ میلی‌متر بارندگی سالیانه رویش دارد. بررسی صفات مورفولوژیکی نشان داد، جمعیت ۳ (درکش) به لحاظ ارتفاع پایه (۴۸/۸ سانتی‌متر)، قطر بزرگ و قطر کوچک تاج (۹۸/۶ و ۹۳/۴ سانتی‌متر)، تعداد برگ (۴/۶۷ عدد در پایه) و طول و عرض برگ (۵۸/۱ و ۵۲/۵ سانتی‌متر) نسبت به جمعیت‌های دیگر (ایزمان علیا و ایزمان سفلی) برتری داشت. جمعیت‌های مورد مطالعه فعالیت آنتی‌اکسیدانی پایین‌تری نسبت به آسکوربیک اسید به‌عنوان شاهد (۱۳/۹۷ ماکروگرم در میلی‌لیتر) داشتند که جمعیت ۲ (ایزمان سفلی) با میزان IC₅₀ ۵۶۶/۷ ماکروگرم در میلی‌لیتر از لحاظ میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به جمعیت‌های دیگر حائز اهمیت می‌باشد. بنابراین با توجه به اهمیت گونه دارویی-مرتعی چویل ترکمنی، نتایج این آزمایش می‌تواند در مدیریت حفظ بقای گیاه، اصلاح و اهلی کردن آن مؤثر واقع شده و همچنین به دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالای این گونه، می‌تواند در صنایع غذایی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: چویل ترکمنی، خطر انقراض، صفات رویشگاهی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنولوژی

مقدمه

امروزه در بسیاری از کشورهای دنیا همانند شرق آسیا و اروپا گرایش زیادی به جمع‌آوری و همچنین اهلی کردن و کشت گیاهان برای مصارف غذایی و دارویی وجود دارد؛ ولی این مقوله نیازمند شناخت ویژگی‌های اکولوژیکی و تمام شرایط تأثیرگذار در رشد گیاه می‌باشد (Shirwaikar et al., 2009). سازمان بهداشت جهانی تخمین می‌زند که ۶۵ تا ۸۰ درصد جمعیت کشورهای توسعه یافته برای مراقبت‌های درمانی اساسی به گیاهان دارویی و مواد غذایی با پایه گیاهی وابسته‌اند (Shirwaikar et al., 2009). کشت و اهلی کردن یک گونه دارویی زمانی توجیه‌پذیر است که دارای سودمندی اقتصادی مناسب باشد و یا اینکه گونه مورد نظر در معرض خطر انقراض قرار گرفته باشد (Tabrizi, 2007). قبل از هر گونه ارزیابی زراعی و اقتصادی گیاهان جدید، می‌باید اطلاعاتی شامل داده‌های اقلیمی، منابع آب و زمین موجود، فلور، قابلیت‌ها و مهمترین مشکلات کشاورزی منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری شود (Koocheki et al., 2018). نتایج بررسی Hosseini و همکاران (2017) بر روی گیاه چویل (*F. angulata*) نشان داد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه و مواد مؤثره آن تحت تأثیر عواملی همانند رویشگاه و مرحله رویشی می‌باشد. در آزمایشی بر روی جنس پونه‌سا مشخص شد که عوامل اکولوژیکی و تنش‌های محیطی نیز مانند عوامل ژنتیکی می‌توانند بر تولید و مقادیر ترکیبات شیمیایی موجود در گیاهان دارویی مؤثر واقع شوند (Narimani et al., 2017b; Narimani et al., 2017a).

خانواده چتریان (Apiaceae) از جمله خانواده‌های گیاهی با پراکنش وسیع در جهان و ایران است که شامل گونه‌های دارویی و خوراکی فراوانی است که از این تعداد، ۱۱۳ جنس و حدود ۳۲۰ گونه آن در ایران یافت می‌شود. یکی از جنس‌های مهم این خانواده که پراکنش وسیعی در ایران به‌ویژه در شمال و شمال‌غرب کشور دارد، جنس *Ferulago* یا چویل می‌باشد.

این جنس در ایران ۸ گونه (در بعضی منابع ۹ گونه) دارد که اغلب انحصاری ایران هستند (Taran Mozafarian, 2007) *et F. subvelutina* یا چویل ترکمنی گیاهی چندساله با کرک‌های مخملی می‌باشد که انحصاری ایران بوده و در خراسان شمالی، اصفهان و چهارمحال بختیاری رویش دارد (Mozafarian, 2007). بیشتر پژوهش‌های انجام شده در راستای بررسی فیتوشیمیایی گیاه چویل و گونه *Ferulago angulata* بوده است که نشان می‌دهد اجزای اصلی تشکیل دهنده اسانس شامل مونوترپن‌ها بوده و با توجه به اندام‌های مختلف مورد بررسی، زمان جمع‌آوری، محل جمع‌آوری و ترکیب اصلی اسانس آن متغیر می‌باشد (Lorigooini et al., 2019). در طب سنتی، *F. angulata* به‌عنوان یک آرام‌بخش، هضم‌کننده و درمان کرم روده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ghazalbash et al., 2014). عشایر بختیاری از *F. angulata* برای تهیه برخی غذاها و معطر کردن مشک شیر یا دوغ استفاده می‌کنند. افراد محلی استان فارس از این گیاه به‌عنوان طعم‌دهنده در ماست استفاده می‌کنند. اسانس *F. angulata* به‌عنوان یک نگهدارنده در غذا و کره حیوانی استفاده می‌شود (Taran et al., 2010). فعالیت آنتی‌اکسیدانی *F. angulata* در مطالعات اثر عصاره (Rafieirad & Ghasemzadeh-Dehkordi, 2014) و سرشاخه پودر شده آن (Govahi et al., 2013) با استفاده از مدل‌های حیوانی تأیید شده است. *F. angulata* می‌تواند باعث تقویت ایمنی بدن از طریق اعمال آنتی‌اکسیدانی در سرم خون شود (Govahi et al., 2013). در صنایع غذایی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی *F. angulata* برای افزایش طول عمر محصولات لبنی (Darderafshi et al., 2014) و روغن‌های گیاهی (Khanahmadi & Janfeshan, 2006) گزارش شده است. آنتی‌اکسیدان‌ها به‌عنوان ترکیبی مؤثر در جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها می‌باشند (Ribeiro et al., 2019). امروزه جایگزینی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به‌جای سنتزی به-

اصلاح افزایش می‌دهد (Pandotra & Gupta, 2015). با توجه به موارد ذکر شده و استفاده قابل توجه جنس چویل در صنایع غذایی، خطر انقراض گونه ارزشمند *F. subvelutina* و اطلاعات اندک موجود در مورد این گونه، ضروری است با دستیابی به اطلاعات لازم در مورد مکان‌های رویش و خصوصیات اکولوژیکی آن، گام‌های اساسی برای استفاده از این گیاه و ترویج شیوه اصولی بهره‌برداری و اهلی کردن آن برداشته شود. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی خصوصیات آت اکولوژی، اکوفیزیولوژیکی، ریخت‌شناسی و ارزیابی فعالیت آت اکسیدانی سه جمعیت چویل ترکمنی (*Ferulago subvelutina* Rech.f.) در رویشگاه استان خراسان شمالی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

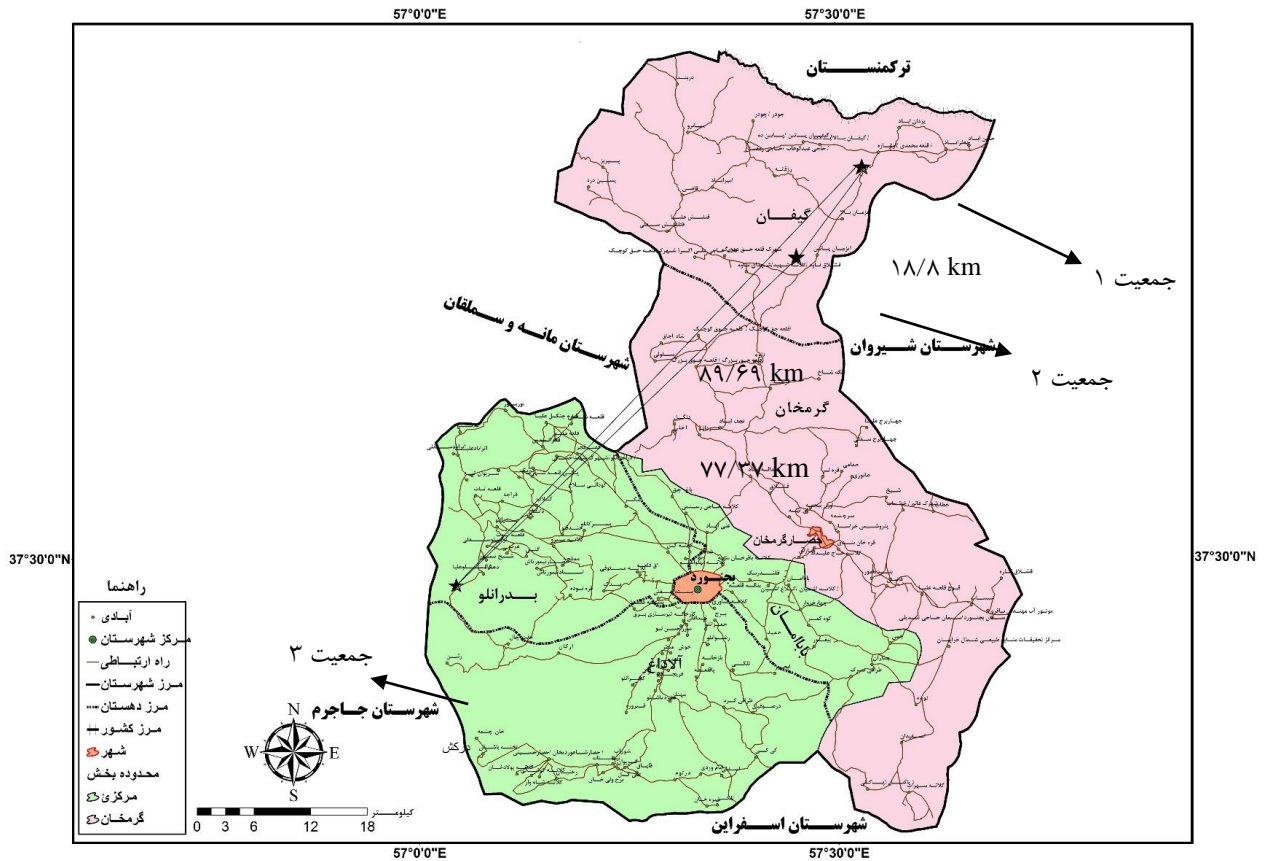
این پژوهش در بهار و تابستان سال ۱۳۹۸ انجام شد. رویشگاه‌های مورد نظر *F. subvelutina* در استان خراسان شمالی با مراجعه به منابع معتبر از قبیل فلور ایران و افراد بومی منطقه تعیین گردید. سپس با مراجعه به منطقه رویش گیاه، سه محل نمونه‌برداری در قالب سه جمعیت انتخاب گردید. در مرحله پایانی رشد رویشی (اوایل تیرماه) نمونه‌برداری انجام شد. پس از شناسایی و تأیید جمعیت‌ها در پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی، بررسی صفات کمی و کیفی و اکولوژیکی گیاه مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات جغرافیایی مربوط به هر رویشگاه با استفاده از دستگاه GPS ثبت گردید (جدول ۱ و شکل ۱).

دلیل اثرهای بد تغذیه‌ای و سرطان‌زا بودن آنها مورد توجه محققان می‌باشد (Lourenço et al., 2019; Aminzare et al., 2019). ترکیبات پلی‌فنلی یکی از منابع عمده و مهم آت اکسیدانی طبیعی می‌باشد (Zhu et al., 2019). بنابراین بررسی گیاهانی با فعالیت آت اکسیدانی بالا و معرفی آنها در اولویت کارهای تحقیقاتی قرار دارد.

تنوع ژنتیکی جنس چویل در جمعیت‌های وحشی به دلیل شیوه‌های برداشت نامناسب محصول برای تولید داروها و مواد نگهدارنده مواد غذایی با سرعت نگران‌کننده رو به کم شدن است که در معرض خطر انقراض قرار گرفته و در لیست قرمز قرار دارند (Eyog-Matig et al., 2007; IUCN, 2001). این گیاه به‌طور مرسوم از طریق بذر تکثیر می‌شود؛ اما خواب بذر از عوامل محدودکننده تکثیر آن می‌باشد و به‌عنوان گیاهی با جوانه‌زنی کم بذر در خانواده چتریان شناخته شده است (Eyog-Matig et al., 2007). در پژوهش‌های اخیر گونه‌ای جدید از جنس چویل (*F. glareosa*) معرفی شده است که محققان به دلیل برداشت بی‌رویه و شرایط آب و هوایی نامساعد، آن را جزء گیاهان در معرض انقراض دانسته و گزارش کرده‌اند در صورت عدم انجام پروتکل حفاظتی مناسب ۸۰ درصد این گیاه بعد از چند سال منقرض خواهد شد (Kandemir & Hedge, 2007; IUCN, 2001). جمعیت‌های موجود در یک گونه که در شرایط آب و هوایی مختلف رشد می‌کنند معمولاً دارای تنوع می‌باشند و این افزایش تنوع در صفات شناس انتخاب گیاهان مناسب را برای اهلی‌سازی و

جدول ۱- مشخصات هرباریومی نمونه‌های جمع‌آوری شده از جمعیت‌های چویل ترکمنی در استان خراسان شمالی

نام جمعیت	محل نمونه‌برداری	تاریخ و ساعت نمونه‌برداری	ارتفاع از سطح دریا (متر)	طول جغرافیایی (شرقی)	عرض جغرافیایی (شمالی)
جمعیت ۱	بجنورد-گیفان-ایزمان علیا	۱۳۹۸/۴/۱ (ساعت ۹)	۱۱۲۷	۵۷ درجه ۴۳ دقیقه	۳۷ درجه ۷۵ دقیقه
جمعیت ۲	بجنورد-گیفان-ایزمان سفلی	۱۳۹۸/۴/۱ (ساعت ۱۶)	۱۱۸۴	۵۷ درجه ۴۹ دقیقه	۳۷ درجه ۸۵ دقیقه
جمعیت ۳	بجنورد-درکش-هاور	۱۳۹۸/۴/۲ (ساعت ۱۸)	۱۳۶۰	۵۶ درجه ۷۸ دقیقه	۳۷ درجه ۴۴ دقیقه



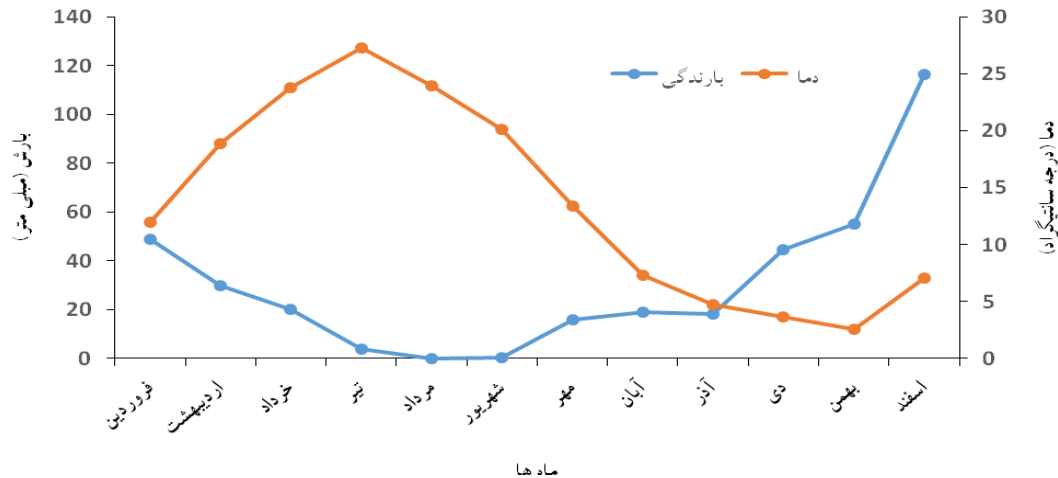
شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه در شهرستان بجنورد (*رویشگاه گیاه چویل ترکمنی *F. subvelutina*)

روش بررسی

برای بررسی مراحل رشد گیاه، تعداد ۱۰ پایه از توده دو در رویشگاه ایزمان سفلی مورد نظر قرار گرفت و بازدید از مراحل فنولوژیکی گیاه هر ماه انجام شد (شکل ۲ و جدول ۲). نمونه‌های خاکی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در هر رویشگاه (شامل ایزمان علیا، ایزمان سفلی و درکش) انتخاب و پس از خشک کردن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل رویش گیاه شامل بافت خاک به روش هیدرومتری بایکاس (McLean, 1983)، میزان مواد آلی با استفاده از اکسیداسیون کرین آلی (Allison,)

(1975)، EC با استفاده از دستگاه EC متر و pH خاک با دستگاه pH متر مورد ارزیابی قرار گرفتند. شرایط آب و هوایی منطقه رویش از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی (ایستگاه سینوپتیک شهرستان بجنورد) دریافت شد. با توجه به داده‌های به‌دست آمده میانگین دما و بارندگی سالیانه در منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۱۳/۶ درجه سانتی‌گراد و ۳۵۴/۵۶ میلی‌متر بود. کمترین و بیشترین میزان دما به ترتیب مربوط به ماه‌های بهمن (۲/۶ درجه سانتی‌گراد) و تیر (۲۷/۳ درجه سانتی‌گراد) بود. همچنین کمترین میزان بارش در ماه‌های مرداد (بدون بارندگی) و شهریور (۰/۲۵ میلی‌متر) بوده و

در اسفندماه بیشترین میزان بارندگی با میزان ۱۱۶/۵۸ میلی‌متر ثبت شد (شکل ۲).



شکل ۲- نمودار آمبروترمیک شهرستان بجنورد (رویشگاه گیاه چویل ترکمنی *F. subvelutina*)

برخی گونه‌های جنس چویل، برخی مشخصات کمی و کیفی مورد ارزیابی در این آزمایش با استفاده از کلید شناسایی گیاه از فلور ایران انتخاب شدند.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه

برای تهیه عصاره، ۱۰ گرم از برگ گیاه مورد مطالعه پس از پودر شدن در ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال متانول خالص به روش خیس کردن بر روی دستگاه شیکر انجام شد. عصاره‌ها پس از صاف کردن توسط کاغذ صافی واتمن شماره یک تا زمان مصرف در فریزر (۲۰- درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند (Li *et al.*, 2016). فعالیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH عصاره برگ در غلظت‌های ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر مورد ارزیابی قرار گرفت. مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر عصاره با یک میلی‌لیتر محلول متانولی DPPH مخلوط شد و پس از ۳۰ دقیقه استراحت در تاریکی جذب مخلوط واکنش در ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید (McDonald *et al.*, 2001). در

ارزیابی صفات کمی و کیفی

برای بررسی صفات کمی و کیفی گیاه در هر رویشگاه، ۱۰ پایه در مرحله پایانی رشد رویشی (یکم و دوم تیرماه) (به دلیل مورد استفاده بودن برگ‌ها) که دارای سن تقریباً یکسانی بودند انتخاب شده و میانگین صفات اندازه‌گیری شده در آنها برای هر جمعیت گزارش گردید. تعداد ۱۴ صفت کمی شامل ارتفاع پایه، قطر بزرگ و کوچک تاج، تعداد برگ (در هر پایه)، تعداد جست (پاجوش)، طول و عرض برگ، نسبت طول برگ به عرض برگ، طول غلاف برگ، قطر یقه، تعداد شانه برگ، تعداد انشعابات برگ، طول و عرض قطعه انتهایی و تعداد ۱۶ صفات کیفی و رویشگاهی شامل شدت بو، شدت مزه، عادت رشدی، حالت رشدی، حضور کرک، رنگ برگ، شکل برگ، تیغه برگ، رنگ دمبرگ، نوک برگ، نوع ریشه، علائم بیماری، گونه همراه، حضور دام، پوشش سطح خاک (گیاهان غالب در رویشگاه) و بستر رشد مورد ارزیابی قرار گرفتند (Azarkish *et al.*, 2018). با توجه به مشکلات موجود در شناسایی

(جمعیت ۲)، نشان داد ظهور برگ‌های اولیه گیاه چویل ترکمنی در دهه دوم فروردین‌ماه با افزایش دما به میزان ۱۲ درجه سانتی‌گراد انجام شده و از دهه دوم اردیبهشت‌ماه تا دهه اول تیرماه گیاهان در مرحله رویشی کامل قرار گرفتند. ظهور ساقه گل‌دهنده در دمای ۲۳/۸ درجه سانتی‌گراد و بارندگی ۲۰/۳۳ میلی‌متر در دهه سوم خردادماه شروع شده و گلدهی کامل از دهه دوم تیرماه شروع و تا دهه اول مردادماه ادامه یافت که در این مرحله برگ‌های گیاهان شروع به زرد شدن کردند. تشکیل بذرها در دهه سوم تیرماه انجام شده و در دهه دوم مردادماه تا دهه اول شهریورماه بذرها در مرحله رسیدن کامل قرار گرفتند که در این مرحله در تعداد زیادی از گیاهان برگ‌ها کاملاً خشک بودند. ریزش بذرها از دهه سوم مردادماه آغاز و تا دهه اول شهریورماه ادامه یافت. بازدید میدانی نشان داد که مراحل رشدی گیاه به‌صورت ناهمسان (عدم همزمانی مراحل رشدی) در رویشگاه انجام می‌شود که یکی از ویژگی‌های مهم در حفظ بقای گیاهان می‌باشد (شکل ۲، ۳ و ۴).

این پژوهش از اسید آسکوربیک به‌عنوان استاندارد استفاده گردید و درصد مهار رادیکال‌های آزاد با استفاده از فرمول زیر به‌دست آمد.

$$=100 \times [(A_0 - A_1) / A_0]$$

درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد

در این آزمایش A_0 جذب مخلوط واکنش بدون عصاره (۱ میلی‌لیتر DPPH + ۲/۵ میلی‌لیتر متانول به جای عصاره) و A_1 جذب مخلوط واکنش (۲/۵ میلی‌لیتر عصاره در غلظت‌های مختلف + ۱ میلی‌لیتر DPPH) می‌باشد.

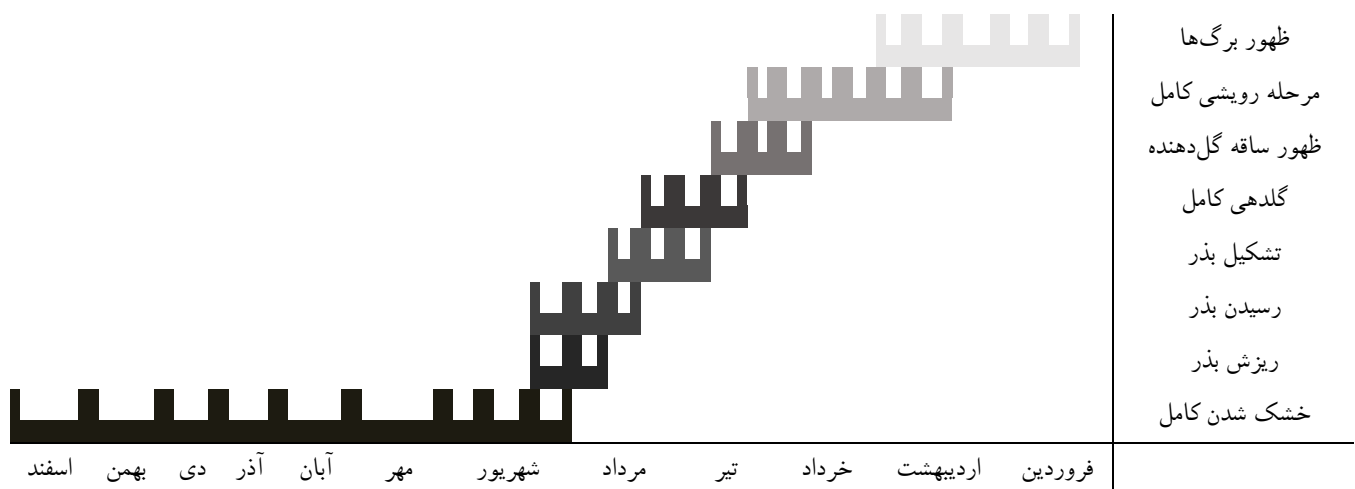
تجزیه آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار JMP8 و مقایسه میانگین با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد.

نتایج

صفات کیفی و رویشگاهی

نتایج بررسی مراحل رشد گیاه در رویشگاه ایزمان سفلی



شکل ۳- مراحل فنولوژی گیاه چویل ترکمنی (*F. subvelutina*)



مرحله تشکیل بذر (دهه سوم تیرماه)



مرحله گلدهی (دهه دوم تیرماه)



مرحله رویشی کامل (دهه دوم خردادماه)

شکل ۴- مراحل مختلف رشد در گیاه چویل ترکمنی (*F. subvelutina*)

صفات مورفولوژیکی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها برای صفات مورفولوژیکی گیاه چویل ترکمنی نشان داد که بین جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر کلیه صفات کمی به غیر از تعداد شانه برگ در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری وجود داشت و تعداد شانه برگ در سطح ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۴).

بررسی مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه، قطر بزرگ و کوچک تاج‌پوشش، تعداد برگ در هر پایه، طول و عرض برگ و تعداد انشعاب برگ در جمعیت ۳ (درکش-هاور) بود. تعداد پاجوش در جمعیت‌های ۱ و ۲ دارای بیشترین مقدار با میزان ۴/۷ و ۴/۸ عدد بودند که تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. همچنین جمعیت ۱ در صفات طول غلاف برگ، قطر یقه و تعداد شانه برگ بر دیگر صفات برتری داشتند. این پژوهش نشان داد که جمعیت ۱ و ۲ در برخی صفات از قبیل طول و عرض تاج‌پوشش، تعداد پاجوش، قطر یقه و تعداد انشعاب برگ دارای اختلاف معنی‌داری نبودند که احتمالاً دلیل آن تشابه شرایط ادافیکی و اقلیمی محل رویش می‌باشد (جدول ۵).

بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل رویش

که یکی از مراحل مهم در اهلی‌سازی گیاهان است، نشان داد که محدوده EC، pH و OC% برای رشد گیاه چویل ترکمنی به ترتیب ۲/۰۵-۲/۴۶ دسی‌زیمنس بر متر، ۷/۷-۷/۸۱ و ۰/۳۱-۱/۷۳ درصد بوده و بافت خاک لومی تا لومی-شنی بود (جدول ۲).

خصوصیات کیفی و رویشگاهی جمعیت‌های مورد مطالعه: یکی از راه‌های مهم در شناسایی گونه گیاهی، اهلی کردن گیاهان، عوامل محدود کننده رشد گیاهان و حفظ بقای گیاه می‌باشد. در این مطالعه صفات مورد بررسی تنها در گونه‌های همراه گیاه چویل ترکمنی تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشتند که می‌تواند ناشی از شرایط اقلیمی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل رویش باشد. در بررسی میدانی مشاهده شد که گیاه چویل ترکمنی در ارتفاعات که حالت دره‌ای- صخره‌ای دارند و گونه‌های همراه اکثراً گیاهان چندساله هستند، رویش دارد (جدول ۳).

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل رویش گیاه چویل ترکمنی (*F. subvelutina*)

محل نمونه برداری (توده)	هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹)	اسیدیتته اشباع کل (pH)	درصد کربن آلی OC%	شن % (Sand)	لوم % (Silt)	رس % (Clay)	بافت خاک (Soil text)
جمعیت ۱	۲/۴۶	۷/۸۱	۱/۷۳	۴۶	۳۴	۲۰	لومی
جمعیت ۲	۲/۲۴	۷/۷۷	۱/۱۴	۴۳	۳۵	۲۲	لومی
جمعیت ۳	۲/۰۵	۷/۷۰	۰/۳۱	۳۶	۳۰	۳۴	لومی شنی

جدول ۳- صفات کیفی و رویشگاهی اندازه گیری شده در جمعیت های گیاه چویل ترکمنی (*F. subvelutina*)

نام صفات	جمعیت ۱	جمعیت ۲	جمعیت ۳
شدت بو	متوسط	متوسط	متوسط
شدت مزه	تلخ و تند	تلخ و تند	کمی تلخ و تند
عادت رشدی	چندبرگی	چندبرگی	چندبرگی
حالت رشدی	کپه ای-ایستاده	کپه ای-ایستاده	کپه ای-ایستاده
وجود کرک	کرک مخملی در برگ	کرک مخملی در برگ	کرک مخملی در برگ
رنگ برگ	سبز روشن	سبز روشن	سبز روشن
شکل برگ	سه گوش-مثلثی	سه گوش-مثلثی	سه گوش-مثلثی
تیغه برگ	مثلثی	مثلثی	مثلثی
رنگ دمبرگ	کرم روشن	کرم روشن	کرم روشن
نوک برگ	خطی-شیاردار	خطی-شیاردار	تا حدودی گرد-شیاردار
علائم بیماری	ندارد	ندارد	ندارد
نوع ریشه	گوشتی و ضخیم-پنجه ای-رشد عمودی	گوشتی و ضخیم-پنجه ای	گوشتی و ضخیم-پنجه ای
حضور دام	دارد (گوسفند و بز)	ندارد	ندارد
پوشش سطح خاک	گیاهان چندساله	گیاهان چندساله	گیاهان چندساله
بستر رشد	سنگلاخی	سنگلاخی	شنی با رنگ قرمز
گونه های همراه	<i>Astragalus</i> spp, <i>Ephedra sinica</i> , <i>Berberis integerrima</i> , <i>Acantholimon</i> spp, <i>Acanthophyllum</i> spp, <i>Verbascum</i> spp, <i>Artemisia</i> spp, <i>Perovskia abrotanoides</i> , <i>Ferula</i> spp, <i>Eremurus</i> spp.	<i>Astragalus</i> spp, <i>Ephedra sinica</i> , <i>Berberis integerrima</i> , <i>Verbascum</i> spp, <i>Artemisia</i> spp, <i>Ferula</i> spp, <i>Acantholimon</i> spp.	<i>Ephedra sinica</i> , <i>Ziziphora cliniopodiodes</i> , <i>Satureja</i> spp, <i>Berberis integerrima</i> , <i>prangos</i> spp.

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در جمعیت‌های گیاه چویل ترکمنی (*F. subvelutina*)

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع پایه	قطر بزرگ	قطر کوچک	تعداد برگ	تعداد	طول	عرض	نسبت طول	طول	قطر یقه	تعداد	تعداد	طول
خطا	۲۷	۲/۲۹	۴۴/۴۲	۱۱/۴۲	۰/۰۸۶	۰/۲۸	۵/۵۰	۴۲/۶۸	۰/۰۴۸	۰/۴۵	۰/۳۷	۰/۲۵۵	۰/۲۷	۶/۰۵
جمعیت	۲	۲۸۰/۹۲**	۷۰۱/۲۳**	۶۱۹/۲۳**	۴/۱۱**	۱/۹۰**	۶۰/۰۳**	۳۶۶/۴۳**	۰/۳۹۰**	۱۶/۲۶**	۱/۵۲*	۱۴/۷۰*	۰/۹۳**	۲۵۲/۷۰**
تغییرات	آزادی	ارتفاع پایه	تاج پوشش	تاج پوشش	در پایه	پاجوش	برگ	برگ	به عرض برگ	غلاف برگ	شانه برگ	انشعاب برگ	قطعه انتهایی	طول

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در جمعیت‌های گیاه چویل ترکمنی (*F. subvelutina*)

نام جمعیت	ارتفاع پایه (cm)	قطر بزرگ (cm)	قطر کوچک (cm)	تعداد برگ	تعداد	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	نسبت طول	طول غلاف برگ	قطر یقه (cm)	تعداد	تعداد	طول قطعه (cm)
جمعیت ۱	۳۹/۰۰ ^c	۸۲/۹۰ ^b	۸۰/۷۰ ^b	۴/۱۶ ^b	۴/۷۰ ^a	۵۵/۷۰ ^b	۴۰/۴۰ ^b	۱/۴۶ ^a	۷/۷۰ ^a	۶/۳۰ ^a	۷/۷۰ ^a	۸/۵۰ ^b	۱۵/۶۰ ^b
جمعیت ۲	۴۷/۴۰ ^b	۸۵/۷۰ ^b	۷۹/۰۰ ^b	۳/۴۰ ^c	۴/۸۰ ^a	۵۳/۲۰ ^c	۴۶/۸۰ ^a	۱/۱۴ ^b	۶/۴۶ ^b	۵/۹۴ ^{ab}	۵/۶۰ ^b	۸/۷۰ ^{ab}	۲۱/۵۰ ^a
جمعیت ۳	۴۸/۸۰ ^a	۹۸/۶۰ ^a	۹۳/۴۰ ^a	۴/۶۷ ^a	۴/۰۰ ^b	۵۸/۱۰ ^a	۵۲/۵۰ ^a	۱/۱۰ ^b	۵/۱۵ ^c	۵/۵۲ ^b	۵/۶۰ ^b	۹/۱۰ ^a	۱۱/۵۰ ^c

میانگین صفات در هر ستون که دارای حروف یکسان می‌باشند براساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشند.

ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری دارد. در این مطالعه کمترین میزان IC_{50} را به ترتیب آسکوربیک اسید، جمعیت‌های ۲، ۳ و ۱ با میزان ۱۳/۹۷، ۵۶۶/۷۲، ۶۹۶/۳۰ و ۸۱۸/۷۲ میکروگرم در میلی‌لیتر داشتند. همچنین افزایش غلظت عصاره سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گردید (جدول ۶).

نتایج خاصیت ضداکسایشی نشان داد که عصاره متانولی جمعیت ۲ دارای بیشترین فعالیت ضداکسایشی بود (جدول ۷). معمولاً برای مقایسه فعالیت ضداکسایشی عصاره‌های مختلف از فاکتوری تحت عنوان IC_{50} استفاده می‌شود. البته هرچه این غلظت کمتر باشد، نشان‌دهنده این است که عصاره مورد نظر

جدول ۶- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره گیاه چویل ترکمنی (*F. subvelutina*) بر درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH

فعالیت آنتی‌اکسدانی IC_{50} ($\mu\text{g/ml}$)	غلظت‌های عصاره گیاه چویل (mg/ml)					نام جمعیت
	۱	۰/۸	۰/۶	۰/۴	۰/۲	
۸۱۸/۷۲	۵۹/۲۳ ^c	۵۰/۲۰ ^d	۳۷/۹۵ ^c	۲۱/۷۶ ^d	۱۱/۱۳ ^d	جمعیت ۱
۵۶۶/۷۲	۸۲/۹۷ ^b	۶۵/۶۲ ^b	۵۱/۵۷ ^b	۳۸/۸۵ ^b	۲۳/۱۵ ^c	جمعیت ۲
۶۹۶/۳۰	۵۸/۳۲ ^d	۵۷/۸۳ ^c	۵۱/۸۰ ^b	۳۲/۶۵ ^c	۲۹/۳۹ ^b	جمعیت ۳
۱۳/۹۷	۹۲/۲۱ ^a	۸۳/۲۲ ^a	۷۵/۴۴ ^a	۶۶/۳۳ ^a	۵۷/۹۴ ^a	آسکوربیک اسید (شاهد)

میانگین صفات در هر ستون که دارای حروف یکسان می‌باشند براساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشند.

بحث

بارندگی به‌عنوان علامتی برای ظهور شاخه گل‌دهنده و شروع گلدهی گیاه بوده و در تیرماه بذردهی گیاه شروع شده و افزایش دما سبب رسیدن کامل بذرها می‌شود. نتایج این آزمایش تا حدودی با پژوهش انجام شده بر روی گیاه چویل (*F. angulata*) و همبستگی مراحل فنولوژیک با شرایط اقلیمی منطقه همسو می‌باشد (Ebrahimian et al., 2013). گیاه چویل ترکمنی در مناطق دره‌ای-صخره‌ای با بافت لومی-شنی با اسیدیته ۷/۷-۷/۸ رویش دارد که با آزمایش انجام شده در مورد گونه‌های دیگر این جنس همخوانی دارد (Ebrahimian et al., 2013; Mozafarian, 2007; Jahantab et al., 2011). در مطالعه انجام شده بر روی گیاه *F. angulata* مشخص شد که گونه‌های همراه، اکثراً گیاهان چندساله بوده و بافت لومی خاک با اسیدیته ۷/۵ و $EC=1$ برای رویش این گونه مناسب می‌باشد که با نتایج حاصل از این آزمایش در گیاه چویل ترکمنی مطابقت دارد؛ در حالی که

بررسی خصوصیات کیفی، رویشگاهی و فنولوژی گیاه یکی از مهمترین مراحل انجام آزمایش در حفظ بقای یک گونه و اهلی کردن آن می‌باشد (De Micco & Aronne, 2012). همچنین طبق شواهد انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) International Seed Testing Association مشکل بذر بیشتر گونه‌های چتریان، خواب اولیه درونی از نوع فیزیولوژیکی می‌باشد که بذرها گیاه چویل نیز جزو این دسته از گیاهان می‌باشند (Sharifi et al., 2015). بنابراین در این آزمایش با بررسی صفات کیفی، ادافیکی و فنولوژیک گیاه چویل ترکمنی اهمیت شرایط اقلیمی و رویشی منطقه بر مراحل فنولوژیک گیاه کاملاً واضح بود، به‌طوری که احتمالاً در ماه‌های دی و بهمن با کاهش دما، خواب بذرها برطرف شده و با افزایش دما و میزان بارندگی در فروردین‌ماه رشد رویشی گیاه شروع می‌شود. افزایش دما و به‌دنبال آن کاهش میزان

کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی می‌باشد (Narimani et al., 2017b; Omidbaigi, 2005).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی *F. angulata* در مطالعات زیادی بررسی شده و در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Darderafshi et al., 2014; Khanahmadi & Janfeshan, 2006). در حالی که تاکنون گزارشی از میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی چویل ترکمنی گزارش نشده است. با توجه به اهمیت آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و جایگزینی آن با آنتی‌اکسیدان‌های شیمیایی در صنعت در این پژوهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی چویل ترکمنی مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج قابل قبولی در بررسی این صفت نشان داد. در تحقیقی که حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2017) بر روی *F. angulata* انجام دادند فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه تحت تأثیر مراحل مختلف فنولوژیکی و ارتفاع از سطح دریا بود و افزایش ارتفاع از ۲۵۰۰ به ۳۰۰۰ متر موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی این گیاه گردید. در حالی که در این تحقیق ارتفاع از سطح دریا بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه دخیل نبوده و احتمالاً سایر عوامل محیطی همانند خاک محل رویش و تنش‌های محیطی سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه چویل ترکمنی در جمعیت ۲ و ۳ شده است.

بنابراین با توجه به اینکه شناسایی، حفظ و نگهداری ذخایر ژنتیکی در گیاهان وحشی ضروری بوده و لازمه اصلاح، اهلی‌سازی و حفظ بقای یک گونه گیاهی بررسی صفات رویشگاهی، فنولوژی، مورفولوژیکی و ارزیابی تنوع آن در مرحله اول می‌باشد. با توجه به اطلاعات کم موجود بر روی گیاه چویل ترکمنی (*F. subvelutina*) و در حال انقراض بودن این گونه ارزشمند دارویی-مرتعی، این مطالعه تحقیقی مقدماتی و کاربردی برای سهولت در انجام گزینش برای انتخاب ژنوتیپ مطلوب و مطابق هدف اصلاحگر می‌باشد. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که جمعیت ۳ (درکش-هاور) با بافت خاک لومی-شنی و هدایت الکتریکی

دامنه ارتفاعی ۲۷۰۰ تا ۳۳۰۰ متر برای *F. angulata* ثبت شده، ولی چویل ترکمنی در ارتفاع ۱۱۳۷-۱۳۶۰ متر رویش دارد (Jahantab et al., 2011). بازدید میدانی در رویشگاه‌های مورد نظر نشان از در معرض انقراض بودن گیاه دارد. بنابراین کاهش فراوانی و پراکنش گونه گیاهی چویل ترکمنی در شرایط سخت محیطی حکایت از محدودیت رشد این گونه گیاهی دارد. شرایط اقلیمی از قبیل ارتفاع از سطح دریا، میزان بارندگی و شرایط توپوگرافی منطقه مانند شیب و بافت خاک از جمله عوامل محدودکننده پراکنش گونه *F. subvelutina* می‌باشد که مجموع این عوامل در کنار همدیگر باعث محدودیت رویشگاه آن شده است. آگاهی از میزان تنوع و روابط ژنتیکی گونه‌های گیاهی از نیازهای اولیه اصلاح‌گران می‌باشد (Behera et al., 2008). در این پژوهش بین جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر مورفولوژیکی در برخی صفات اختلاف فاحش وجود داشت که این اختلافات می‌تواند به دلیل تنوع ژنتیکی و همچنین اثرهای اقلیمی همانند نزولات جوی، بافت و میزان مواد غذایی خاک، دمای هوا و تنش‌های محیطی که در طول سالیان متمادی باعث تغییر در خصوصیات ژنتیکی گیاه شده‌اند، باشد. وجود اختلافات شدید بین جمعیت‌های یک گونه نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بالا و در نهایت موفقیت در اصلاح، اهلی‌سازی و سازگاری گونه گیاهی می‌باشد (Narimani et al., 2017a; Azarkish et al., 2018). تنوع فنوتیپی در گیاهان بیشتر تحت تأثیر شرایط اقلیمی و اکولوژیک منطقه رویش قرار می‌گیرد (Johnson & Agrawal, 2005). در این آزمایش جمعیت ۳ به لحاظ ارتفاع پایه، طول و عرض تاج پوششی، تعداد برگ در هر پایه و طول و عرض برگ بر جمعیت‌های دیگر برتری داشت. بنابراین با توجه به اهمیت صفات ذکر شده در بیوماس و عملکرد تولیدی (Azarkish et al., 2018) می‌تواند در گزینش جمعیت برتر به‌عنوان یک فاکتور مهم در نظر گرفته شود. عوامل محیطی از جمله عوامل مهم و تأثیرگذار در میزان رشد و کمیت و

- diversity of bitter gourd (*Momordica charantia* L.). Journal Science of Food and Agriculture, 88: 733-737.
- Darderafshi, M.J., Bahrami, G., Sadeghi, E., Khanahmadi, M., Mohammadi, M. and Mohammadi, R., 2014. The effect of *Ferulago angulata* essential oil on *Staphylococcus aureus* during the manufacture and preservation of Iranian white cheese. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 8(4):13-20. (In Persian).
 - De Micco, V. and Aronne, G., 2012. Morpho-anatomical traits for plant adaptation to drought. In Plant responses to drought stress, Springer, Berlin, Heidelberg, 37-61 pp.
 - Ebrahimian, V., Bagheri, R., Mohseni, M. and Poormirzaei, A., 2013. Ecological and phenological study on *Ferulago angulata* in the Hezar Mountains and Bondar Henza, Kerman, Iran. Journal of Rangeland Science, 3(4): 277-285.
 - Eyog-Matig, O., Aoudji, A.K.N. and Linsoussi, C., 2007. *Garcinia kola* Heckel seeds dormancy-breaking. Applied Ecology and Environmental Research, 5(1): 63-71.
 - Ghazalbash, N., Abdollahi, M. and Shahriari, D., 2014. Evaluation of antifungal activity of Shirazi thyme and chavil extracts on *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, the causal agent of tomato wilt under laboratory and greenhouse conditions. Plant Protection 36(4): 53-65. (In Persian).
 - Govahi, R., Ghalamkari, G., Toghyani, M., Eghbal Saied, S., Mohammadrezaei, M., Shahryari, M. and Dehghani Abari, A., 2013. Effect of *Ferulago angulata* sub. *carduchorum* on total serum antioxidant activity and some of the humoral immune responses in broiler chicks. Journal of Herbal Drugs 4(3):119-126.
 - Hosseini, B., Nikkhah Amirabad, H., Fattah, M. and Gosta, Y., 2017. Effect of altitude and different phenological stages on essential composition and antioxidant activity of *Ferula angulata* (Schlecht.) Boiss from Dena altitudes. Eco- Phytochemical Journal of Medicinal Plant, 17(5): 16-29. (In Persian).
 - IUCN 2001: IUCN Red List categories and criteria, version 3.1. - Gland & Cambridge, UK.
 - Jahantab, E., Sepehri, A., Mirdilmi S.Z., Ghasemi Arian, Y. and Nouri S., 2011. Study of athecolgy of *Ferulago angulata* (Schlecht) Boiss in Central Zagros (Kohgiluyeh region). Journal of Plant Science Research, 24(4): 1-8. (In Persian).
 - Johnson, M.T. and Agrawal, A.A., 2005. Plant genotype and environment interact to shape a diverse arthropod
- کم (۲/۰۵ دسی‌زیمنس بر متر)، اسیدیتته کم (۷/۷۰) و درصد مواد آلی کم (۰/۳۱ درصد) نسبت به رویشگاه‌های دیگر دارای عملکرد بیوماس بالا به دلیل بیشتر بودن ارتفاع پایه (۴۸/۸ سانتی‌متر)، قطر بزرگ و کوچک تاج‌بوشش (۹۸/۶ و ۹۳/۴ سانتی‌متر)، تعداد برگ (۴/۶۷ عدد) و طول و عرض برگ (۵۸/۱ و ۵۲/۵ سانتی‌متر) بود. همچنین جمعیت‌های ۲ و ۳ (ایزمان سفلی و درکش-هاور) دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی (۵۶۶/۷۲ و ۶۹۶/۳۰ ماکروگرم در میلی‌لیتر) بوده که می‌تواند در فرایند گزینش و همچنین صنایع غذایی مورد استفاده قرار گیرد. به‌طوری‌که رشد گونه مورد نظر در ارتفاعات پایین نسبت به گونه‌های دیگر جنس چویل و بومی بودن گیاه یکی از مزیت‌های آن برای وارد کردن گیاه در فرایند کشت و اهلی کردن می‌باشد.
- ### منابع مورد استفاده
- Aghaei Noroozloo, Y., Mirjalili, M.H., Nazeri, V. and Moshrefi Araghi, A., 2015. Evaluation of some ecological factors, morphological traits and essential oil productivity of *Stachys lavandulifolia* Vahl in four provinces of Iran. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plant, 30(6): 985-998. (In Persian).
 - Allison, L.E., 1975. Organic carbon In: Black CA. Methods of soil analysis. American Society of Agronomy, Part 2.
 - Aminzare, M., Hashemi, M., Ansarian, E., Bimakt, M., Hassanzad Azar, H., Mehrasbi, M.R., Daneshamooz, S., Raeisi, M., Jannat, B. and Afshari, A., 2019. Using natural antioxidants in meat and meat products as preservatives: a review. Advances in Animal and Veterinary Sciences, 7(5):417-426.
 - Azarkish, P., Moghaddam, M., Khakdan, F. and Ghasemi Pirbaloti, A., 2018. Variability in morphological traits, total phenolic contents and antioxidant activity in different populations from three species of *Prangos* from Fars, Kohklouye and Boyerahmad provinces. Eco-Phytochemical Journal of Medicinal Plants, 23(6): 1-21. (In Persian).
 - Behera, T.K., Gaikward, A.B., Singh, A.K. and Staub, J.E., 2008. Relative efficiency of DNA markers (RAPD, ISSR and AFLP) in detecting genetic

- activity indifferent populations of *Nepeta nuda* and *Nepeta crassifolia* in Ardabil and East Azerbaijan provinces. *Eco-Phytochemical Journal of Medicinal Plant*, 19(5): 13-22. (In Persian).
- Narimani, R., Moghaddam, M., Ghasemi Pirbalouti, A. and Mojarab, S., 2017b. Essential oil composition of seven populations belonging to two *Nepeta* species from Northwestern Iran. *International Journal of Food Properties*, 20:2272-2279.
- Omidbaigi, R., 2009. Production and processing of medicinal plants. Vol. 2. Razavi Ghods Astan Publication, Mashhad, Iran, 347. (In Persian).
- Pandotra, P. and Gupta, S., 2015. Biotechnological Approaches for Conservation of Plant Genetic Resources and Traditional Knowledge. In *Plant Genetic Resources and Traditional Knowledge for Food Security*, Springer, Singapore, 121-135 pp.
- Rafieirad, M. and Ghasemzadeh-Dehkordi, K., 2014. Effect of ellagic acid on oxidative stress duo to brain ischemia/hypoperfusion in male rat. *Journal of Herbal Drugs*, 5(1): 1-6.
- Ribeiro, J.S., Santos, M.J.M.C., Silva, L.K.R., Pereira, L.C.L., Santos, I.A., da Silva Lannes, S.C. and da Silva, M.V., 2019. Natural antioxidants used in meat products: A brief review. *Meat Science*, 148: 181-188.
- Sharifi, H., Khajeh-Hosseini, M. and Rashed-Mohassel, M.H., 2015. Study of seed dormancy in seven medicinal species from apiaceae. *Iranian Journal of Seed Research*, 2(1): 25-36. (In Persian).
- Shirwaikar, A., Verma, R., Lobo, R. and Shirwaikar, A., 2009. Phytotherapy- Safety aspects. *Natural Product Radiance*, 8(1): 55-63.
- Tabrizi, L., 2007. Evaluation of Ecological Characteristics of a Thoracic Thyme Species in Natural Landscapes and Possibility of Domestication in Low Crop System. Doctoral dissertation, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
- Taran, M., Ghasempour, H.R. and Shirinpour, E., 2010. Antimicrobial activity of essential oils of *Ferulago angulata* subsp. *carduchorum*. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 3(1):10. (In Persian).
- Zhu, M., Huang, Y., Wang, Y., Shi, T., Zhang, L., Chen, Y. and Xie, M., 2019. Comparison of (poly) phenolic compounds and antioxidant properties of pomace extracts from kiwi and grape juice. *Food Chemistry*, 271: 425-432.
- community on evening primrose (*Oenothera biennis*). *Ecology*, 86(4):874-885.
- Kandemir, A. and Hedge, I.C., 2007. An anomalous new *Ferulago* (Apiaceae) from eastern Turkey. *Willdenowia*, 37(1): 273-276.
- Khanahmadi, M. and Janfeshan, K., 2006. Study on antioxidation property of *Ferulago angulata* plant. *Asian Journal of Plant Science*, 5(3):521-526.
- Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Asgari, A. and Rostami, R., 2018. Identification and evaluation of agronomic and ecological neglected crops in agroecosystems of Iran: 2- introduction of underutilized and neglected crops. *Journal of Agroecology*, 10(2): 353-367. (In Persian).
- Li, J., Luo, Y.W., Wang, Q., Jin, X.X. and Hao, Z.P., 2016. The Impact of different extraction techniques on antioxidant activity of faba bean (*Vicia faba* L.). *Advance Journal of Food Science and Technology*, 10(4): 257-261.
- Lorigooini, Z., Koravand, M., Haddadi, H., Rafieian-Kopaei, M., Shirmardi, H.A. and Hosseini, Z., 2019. A review of botany, phytochemical and pharmacological properties of *Ferulago angulata*. *Toxin Reviews*, 38(1):13-20.
- Lourenço, S.C., Moldão-Martins, M. and Alves, V.D., 2019. Antioxidants of natural plant origins: From sources to food industry applications. *Molecules*, 24(22):4132.
- McDonald, S., Prenzler, P.D., Antolovich, M. and Robards, K., 2001. Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food Chemistry*, 73(1):73-84.
- McLean, E.O., 1983. Soil pH and lime requirement. *Methods of soil analysis: Part 2 Chemical and microbiological properties*, 9:199-224.
- Mirzaaie-Nodoushan, H., Rezaie, M.B. and Jaimand, K., 2001. Path analysis of the essential oil related characters in *Mentha* spp. *Flavour and Fragrance Journal*, 16(5): 340-343.
- Mozafarian, V., 2007. Iranian Flora (Iranian Botany), No. 54 Apiaceae, First Edition, Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, Volume III, 416-423. (In Persian).
- Narimani, R., Moghaddam, M., Ghasemi Pirbaloti, A. and Shokouhi, D., 2017a. The study of morphological diversity, total phenolic contents and antioxidant

Investigation of some autecological, ecophysiological, and morphological characteristics of *Ferulago subvelutina* Rech.f. as an endangered medicinal-rangeland species

R. Narimani¹, M. Moghaddam^{2*}, M. Mahmoodi Sorestani³ and L. Samiei⁴

1- PhD. graduated, Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, I.R. Iran

2*- Corresponding author, Assoc. Prof., Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, I.R.Iran, E-mail: m.moghaddam@um.ac.ir

3- Assoc. Prof., Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, I.R. Iran.

4-Assit. Prof., Department of Ornamental plants, Institute of plant Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, I.R. Iran.

Received: 09.05.2020

Accepted: 31.10.2020

Abstract

The genus *Ferulago* includes multi-purpose plants with valuable pharmaceutical, industrial, and soil protective functions which are native to Iran and recently have been classified as endangered plants. *Ferulago subvelutina* Rech.F. is an endemic species to Iran and there is little information about its ecological, physiological, and morphological characteristics. Due to the importance of this species, the present study was conducted to investigate the mentioned characteristics and evaluate the antioxidant activity of three ecotypes in the natural distribution areas (including Izman-e Olya, Izman-e Sofla, and Darkesh) in North Khorasan province, Iran. Investigation of the plant growth stages (Izman-e Sofla ecotype) showed that its vegetative growth began with increasing temperature in the second decade of April. Full flowering begins in the second decade of July and continues until the first decade of August with decreasing rainfall and increasing temperature. In the third decade of July, the plants produce seeds and the seed dispersal begins in the third decade of August. It grows in altitude ranged 1360-1137 m above sea level, and it grows in soil with a pH of 7.7-7.81, organic carbon of 0.31-1.73%, loamy to sandy loamy texture, with average annual temperature of 13.6°C and annual rainfall 354.56 mm. Study of morphological traits showed that ecotype 3 (Darkesh) had higher values of plant height (48.80 cm), crown large and small diameter (98.60 and 93.40 cm), number of leaves per plant (4.67 pcs), and leaf length and width (58.1 and 52.5 cm), than that for other ecotypes (Izman-e Olya and Izman-e Sofla). The studied ecotypes had lower antioxidant activity than ascorbic acid as a control (13.97 $\mu\text{g ml}^{-1}$), of which ecotype 2 (Izman-e Sofla) with an IC_{50} level of 566.72 $\mu\text{g ml}^{-1}$ is noticeable due to its antioxidant activity compared to other ecotypes. Therefore, due to the importance of medicinal-rangeland species of *F. subvelutina*, the results of the current study could be effective in maintaining plant survival, breeding, and domestication, and also because of the high antioxidant activity of this species, could be used in the food industry.

Keywords: *Ferulago subvelutina*, Danger of extinction, Habitat traits, Antioxidant activity, Phonology.