

## اثر شرایط ادافیکی بر عملکرد فیتوشیمیایی شیرابه گیاه دارویی (*Ferula assa-foetida* L.) در دو رویشگاه طبیعی در استان کرمان

امیر سعادت فر<sup>۱\*</sup>، سمیرا حسین جعفری<sup>۲</sup>، ایرج توسلیان<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>استادیار، گروه گیاهان دارویی، پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی، دانشگاه شهیدباهنر کرمان، کرمان، ایران

<sup>۲</sup>پژوهشگر پسادکتری، دانشکده منابع طبیعی و کوبرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

<sup>۳</sup>استادیار، گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۶/۱ تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۲۷

### چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر شرایط ادافیکی بر عملکرد شیرابه گیاه آنگوزه تلخ در دو رویشگاه استان کرمان (ارتفاع ۲۶۰۰ متر) در سال ۱۳۹۷ انجام شد. نمونه برداری با روش کاملاً تصادفی از خاک و گیاهان آنگوزه صورت گرفت. پس از بهره برداری و اسانس گیری از شیرابه به روش تقطیر با آب، ترکیبات اسانس با دستگاه GC-MS تعیین گردید. نتایج آزمون T-test نشان داد که درصد رطوبت، سیلت، مواد آلی، فسفر ( $p < 0/01$ ) و نیتروژن ( $p < 0/05$ ) در رویشگاه پاسیب و درصد شن، میزان آهک و پتاسیم در رویشگاه سردر به طور معنی داری بیشتر بود ( $p < 0/01$ ). میزان شیرابه کل و بازده اسانس در رویشگاه پاسیب (۶۶/۸۶ گرم و ۶ درصد) به ترتیب افزایش و کاهش معنی داری نسبت به رویشگاه سردر (۵۶/۳۷ گرم و ۸ درصد) داشت ( $p < 0/01$ ). درصد ترکیبات اصلی اسانس از قبیل ای-یک-پروپنیل سکندری بوتیل دی سولفید (۵۱/۴۸ درصد)، آلفا-پینن (۶/۹۲ درصد)، بتا-پینن (۹/۳۴ درصد) و سیس-اوسیمن (۷/۶۵ درصد) در منطقه سردر بیشتر از رویشگاه پاسیب (به ترتیب ۴۹/۷۵، ۳/۲۲، ۵/۸۷ و ۷/۶۴ درصد) بود. در هر دو رویشگاه بیشترین شیرابه تولیدی در برش ۱۰ مشاهده شد. طبق نتایج آنالیز همبستگی، بین عملکرد شیرابه با رطوبت، سیلت، ماده آلی، نیتروژن و فسفر همبستگی مثبت و معنی دار وجود داشت. بین پارامترهای بازده اسانس، ترکیبات گوگردی، آلفا-پینن، بتا-پینن و لیمونن با رطوبت همبستگی منفی و با آهک همبستگی مثبت مشاهده گردید ( $p < 0/01$ ). نتایج مشخص نمود که تفاوت در میزان شیرابه، کمیت و کیفیت اسانس می تواند به دلیل شرایط ادافیکی یا تغییرات ژنتیکی باشد. به منظور حفظ و بهره برداری پایدار از این گیاه، برداشت طی ۱۰ مرحله تیغ زنی پیشنهاد می شود.

واژه های کلیدی: آنگوزه تلخ، اسانس، خاک، رویشگاه، شیرابه، کرمان

## مقدمه

بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی کمیت و کیفیت اسانس گیاهان دارویی مختلف نشان داد که این تغییرات به فاکتورهای خاک وابسته بوده که بر کمیت و میزان اجزای تشکیل دهنده اسانس تأثیر می‌گذارد (Martonfi et al., 1994; El-Alam et Rapposelli et al., 2015; et al., 2019; al., 2019). محققان در ایتالیا دریافتند که ترکیبات مهمی مانند آلفا پینن و لیمونن در گیاه مورد (*Myrtus communis*) در رویشگاه با خاک آهکی در مقایسه با خاک سیلیسی، مقادیر بیشتری دارند (Flamini et al., 2004). در مطالعه‌ای دیگر مشخص شد که هرچه خاک رویشگاه‌ها میزان فسفر و مواد آلی بیشتری داشته باشد، بازده اسانس نیز در گیاه مورد بیشتر بوده است (MirAzadi et al., 2013). بیشترین میزان شیرابه تولید شده از گیاه آنغوزه (*Ferula assa-foetida* L.) در مطالعه‌ای در مرحله نهم تیغ زنی (Omidbaigi and Pirmoradi, 2006) و در تحقیقی دیگر در خراسان در مرحله دهم مشاهده شد (Gholami and Faravani, 2014). مقدم و فرهادی (Moghaddam and Farhadi, 2015) در مطالعه خود دریافتند که بالاترین محصول اسانس از مرتعی با بالاترین میزان آهک در خاک بدست آمد. در بررسی تأثیر عوامل محیطی بر عملکرد کمی و کیفی آویشن دنايي، نتایج نشان داد که درصد ترکیبات گاما ترپینن، کارواکرول و پاراسیمن با افزایش میزان پتاسیم و کاهش میزان pH خاک افزایش یافت (Safaei et al., 2016). در پژوهشی در رویشگاه‌های استان کرمان مشاهده گردید که بین ارتفاع و محتوای تانن‌ها در گیاه آنغوزه همبستگی منفی وجود دارد در حالی که با افزایش ارتفاع محتوای فنل نیز افزایش می‌یابد (Nasiri Bezenjani et al., 2017). آنغوزه تلخ (*Ferula assa-foetida*) از گونه‌های بارزش دارویی فراوان است که در ایران بخصوص در

آنغوزه (*Ferula assa-foetida*) یکی از گیاهان دارویی مهم استپ‌های ایران و افغانستان بوده که متعلق به تیره چتریان است (Amiri and Joharchi, 2016; Eskandari and Sharafatmandrad, 2017). این گیاه نقش مهمی در اقتصاد دارد و ارزش آن به دلیل شیرابه‌ای است که با تیغ‌زدن ریشه در این گیاه بدست می‌آید (Mozaffarian, 2007). مهمترین اثرات فارماکولوژیکی آنغوزه درمان بیماری‌های گوارشی، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی و ضدسرطان است (Dehpour et al., 2009; Kavooosi, 2018; Zomorodian et al., 2018; and Rowshan, 2013). دو نوع آنغوزه در ایران وجود دارد که به نام‌های آنغوزه تلخ و شیرین معروفند و به دو صورت اشکی و توده‌ای در بازار عرضه می‌شود (Hossein Jafari, 2018; Hassanabadi et Malekzadeh et al., 2018; al., 2019). ارقام تلخ آنغوزه طعم بسیار زننده و بدبوتر و میزان شیرابه‌دهی بیشتری نسبت به ارقام شیرین دارند (Hossein Jafari, Pirmoradi, 2012). استان کرمان یکی از مراکز مهم صادرکننده آنغوزه تلخ است. با توجه به اهمیت اقتصادی گیاه آنغوزه، اشتیاق برای بهره‌برداری بیش از حد آن و خشکسالی‌های مکرر لازم است اقدامات مدیریتی در جهت حفظ و بهره‌برداری پایدار از این گونه صورت گیرد که مستلزم انجام تحقیقات اولیه در این زمینه است (Pirmoradi, 2012).

بطور کلی رشد و عملکرد گیاهان در اکوسیستم‌ها تحت تأثیر عوامل مختلفی می‌باشد. مجموع آنها که به چهار گروه عوامل اقلیمی، ادافیک، توپوگرافی و زیستی تقسیم می‌شود، می‌تواند تأثیر زیادی بر کمیت، کیفیت محصول و میزان مواد مؤثره گیاهان داشته باشد (Yazdanshenas et al., MirAzadi et al., 2013). در مطالعات مختلف تأثیر عوامل اکولوژیکی

استان کرمان از پراکنش خوبی برخوردار می‌باشد. تعیین تأثیر عوامل اکولوژیک بر عملکرد این گیاه، نقش مهمی در انتخاب اکوتیپ‌های برتر جهت اصلاح نژاد و سودآوری بیشتر دارد. در استان کرمان هر ساله بطور متوسط ۲۰ تا ۳۰ تن آنغوزه برداشت می‌گردد (Pirmoradi, 2012) و درآمد بسیاری از روستائیان و بهره‌برداران به این گیاه وابسته است. شیرابه آنغوزه در صادرات و ایجاد اشتغال اهمیت ویژه‌ای دارد. بمنظور بهره‌برداری پایدار از این گیاه لازم است میزان شیرابه تولیدی و ترکیبات موجود در اسانس حاصل از آن برآورد شده و حد بهره‌برداری از هر گیاه تعیین شود تا بتوان این منبع طبیعی ارزشمند را حفظ نمود. همچنین با توجه به تأثیر فاکتورهای محیطی از قبیل نوع خاک بر میزان شیرابه‌دهی و ترکیبات موجود در آنغوزه هدف اصلی در این پژوهش، بررسی عملکرد کمی و کیفی شیرابه گیاه دارویی *Ferula assa-foetida* تحت تأثیر شرایط ادا فیکری در دو رویشگاه پای سیب و سردر معزآباد در استان کرمان می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

دو رویشگاه پاسیب و سردر از رویشگاه‌های مهم آنغوزه در استان کرمان می‌باشند که در فاصله ۵۶ و ۷۷ کیلومتری شهر کرمان واقع شده است. این دو منطقه ۲۱ کیلومتر از یکدیگر فاصله دارند. رویشگاه پاسیب با مساحت ۸۶ هکتار بین عرض‌های جغرافیایی ۳۸° ۳۰' تا ۳۹° ۳۰' شمالی و طول ۵۵° ۰' تا ۵۵° ۲' شرقی قرار داشته و متوسط ارتفاع آن ۲۵۸۰ متر از سطح دریا است. رویشگاه سردر معزآباد با مساحت ۱۶۳ هکتار بین عرض‌های جغرافیایی ۳۴' ۳۰° تا ۳۵' ۳۵° شمالی و طول ۵۵° ۰۵' تا ۵۵° ۰۷' شرقی با متوسط ارتفاع ۲۶۲۰ متر قرار دارد. متوسط درجه حرارت در هر دو رویشگاه ۱۴/۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه ۱۷۶ میلی‌متر

است. در هر دو منطقه گیاه غالب منطقه درمنه‌کوهی (*Artemisia aucheri*) است و سایر گیاهان همراه شامل بادام‌کوهی (*Amygdalus scoparia*)، هزارخار (*Cousinia sp.*)، ریش‌بز (*Ephedra strobilacea*)، گون (*Astragalus sp.*)، دافنه (*Daphne sp.*)، جوسبیخ (*Ebenus sp.*)، کنگر (*Gundelia* *turnefortii*)، خارگونی (*Noaea mucronata*) و گیس‌پیرزن (*Stipa barbata*) می‌باشد.

این تحقیق در زمان بهره‌برداری آنغوزه (اوایل خرداد ماه) در سال ۱۳۹۷ در رویشگاه‌های مذکور انجام شد. طی بازدید صحرایی، محدوده هر منطقه تعیین شد. این دو منطقه از نظر خصوصیات و صفات توپوگرافی (شیب ۳۰-۵۵ درصد)، جهت (شمالی) و ارتفاع (۲۶۰۰ متر)) و اقلیم شرایط یکسانی داشتند و تنها در فاکتور خاک متفاوت بودند. نمونه‌برداری از خاک به طور کاملاً تصادفی از عمق ۴۰ سانتیمتری صورت گرفت. بدین صورت که ۱۰ نمونه خاک از هر منطقه برداشت گردید. طبق روش‌های استاندارد در آزمایشگاه برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک شامل بافت اسیدیته، هدایت الکتریکی، ماده آلی، آهک، درصد رطوبت، نیتروژن، فسفر و پتاسیم تعیین شد (Jafari Haghghi, 2003). بمنظور مطالعه عملکرد شیرابه، از هر منطقه در ارتفاع ۲۶۰۰ متری، ۲۵ پایه گیاه آنغوزه که هم‌سن بودند (۵-۶ ساله) به طور کاملاً تصادفی انتخاب شدند. لازم به ذکر است سن گیاهان با توجه به تعداد ردیف برگ‌های مربوط به سال‌های قبل در قسمت یقه گیاه تعیین می‌شود. بهره‌برداری از آنها طبق روش مرسوم بهره‌برداری هر چهار روز یکبار و طی دو ماه انجام شد (در کل ۱۵ مرحله برش). شیرابه بدست آمده از هر مرحله برش در همان روز وزن و ثبت گردید.

پس از خشک و پودر نمودن شیرابه آنغوزه حاصل از تمام مراحل برش، نمونه‌های ۲۰ گرمی از آن با ۳

تکرار از هر منطقه تهیه شد. اسانس‌گیری از هر تکرار شیرابه آنگوزه با کلونجر و به روش تقطیر با آب به مدت ۴ ساعت انجام شد. اسانس حاصله با استفاده از سولفات سدیم خشک آبیگری شد. بازده اسانس هر نمونه شیرابه با تقسیم وزن اسانس استخراج شده از هر نمونه بر وزن خشک شیرابه اولیه (۲۰) ضربدر ۱۰۰ بدست آمد. به منظور آنالیز اسانس از دستگاه کروماتوگراف مدل 6890 کوپل شده با طیف‌سنج جرمی مدل 5973N- ساخت شرکت Agilent استفاده شد. این دستگاه مجهز به ستون موئین HP-5MS (طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر، ضخامت لایه ساکن ۰/۲۵ میکرومتر) و انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون‌ولت می‌باشد. برنامه‌ریزی دمایی برای آنالیز در ابتدا دمای آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد شروع و پس از آن با سرعت ۳ درجه سانتی‌گراد بر- دقیقه تا دمای ۲۴۶ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. شناسایی ترکیبات با استفاده از پارامترهای مختلف از قبیل زمان بازداری، اندیس بازداری، مقایسه این طیف‌ها با اطلاعات کتابخانه کامپیوتر دستگاه و نیز با مقایسه طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد موجود در کتاب ادمز (Adams, 2007) صورت گرفت. لازم به ذکر است که به طور کلی، ۳ تکرار برای اسانس‌گیری و شناسایی ترکیبات اسانس هر منطقه در نظر گرفته شد (در کل ۶ نمونه)، که از میانگین درصد ترکیبات با سه تکرار جدول مربوط به ترکیبات اسانس و درصد آن ذکر شد. تمام داده‌ها با نرم‌افزار SPSS (آزمون‌های t-test، دانکن و همبستگی) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

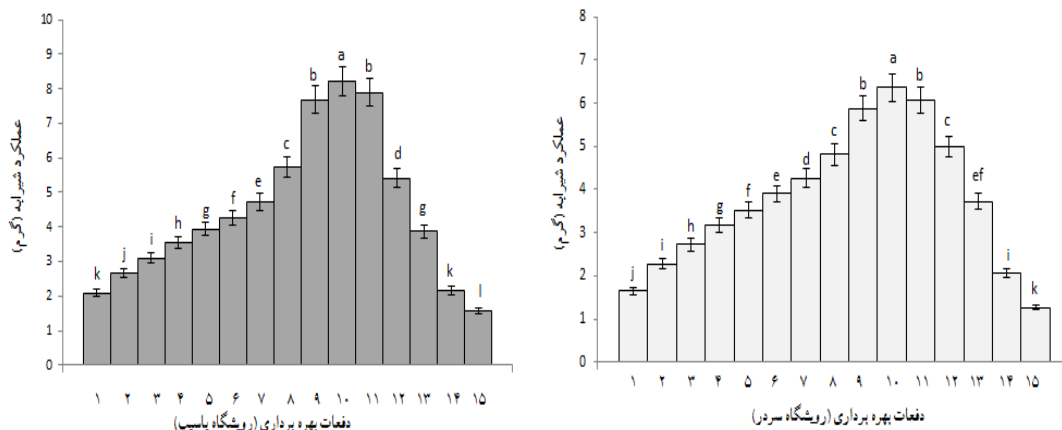
## نتایج

طبق نتایج مشخص گردید که خاک دو منطقه دارای بافت شنی‌لومی است. براساس جدول ۱، مقایسه پارامترهای فیزیکی خاک بین دو منطقه نشان می‌دهد که پارامترهای درصد رطوبت و سیلت به ترتیب با مقادیر ۳۵/۷۹ درصد و ۱۹/۷۵ درصد در

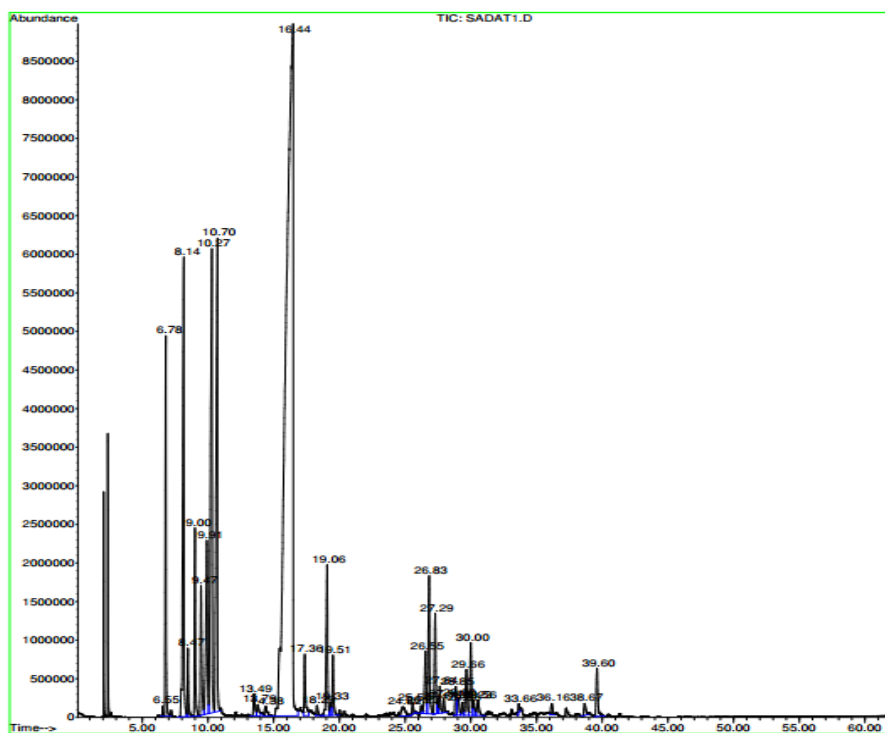
پاسیب افزایش معنی‌داری نسبت به رویشگاه سردر (به ترتیب با ۳۰/۶۵ و ۱۳/۸ درصد) دارد. اما درصد شن با ۶۸/۹۹ درصد در سردر به طور معنی‌داری بیشتر بود ( $p < 0/01$ ). میزان شن در رویشگاه پاسیب ۶۳/۱۴ درصد تعیین گردید. مناطق مذکور از لحاظ درصد رس اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در مورد پارامترهای شیمیایی، مشخص شد پارامترهایی از قبیل مواد آلی، فسفر ( $p < 0/01$ ) و نیتروژن ( $p < 0/05$ ) در رویشگاه پاسیب افزایش معنی‌داری نسبت به رویشگاه سردر دارند؛ در حالی که میزان آهک و پتاسیم در رویشگاه سردر افزایش معنی‌داری داشت ( $p < 0/01$ ). بین دو منطقه از لحاظ پارامترهای EC و pH اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

مقایسه میانگین میزان شیرابه کل بین دو منطقه نشان می‌دهد که در رویشگاه پاسیب (۶۶/۸۶ گرم) به‌طور معنی‌داری نسبت به رویشگاه سردر (۵۶/۳۷ گرم) بیشتر بود ( $p < 0/01$ ). میزان بازده اسانس در رویشگاه سردر (۸/۱۵٪) افزایش معنی‌داری نسبت به رویشگاه پاسیب (۶/۳۲٪) دارد ( $p < 0/01$ ) (جدول ۲). نتایج آنالیز واریانس میزان عملکرد شیرابه نشان می‌دهد که بین دو منطقه مورد مطالعه از لحاظ میزان شیرابه تولیدی در دفعات مختلف تیغ‌زنی، اختلاف معنی‌دار وجود دارد ( $p < 0/01$ ) (جدول ۳). با توجه به شکل ۱، در رویشگاه‌های پاسیب و سردر عملکرد تولید شیرابه تا مرحله دهم برش به طور معنی‌داری افزایش (به ترتیب با مقادیر ۸/۲۲ و ۶/۳۶ گرم) و پس از آن کاهش یافته است. کمترین عملکرد شیرابه با مقدار ۱/۵۶ گرم در رویشگاه پاسیب و ۱/۲۷ گرم در رویشگاه سردر در برش ۱۵ مشاهده می‌شود.

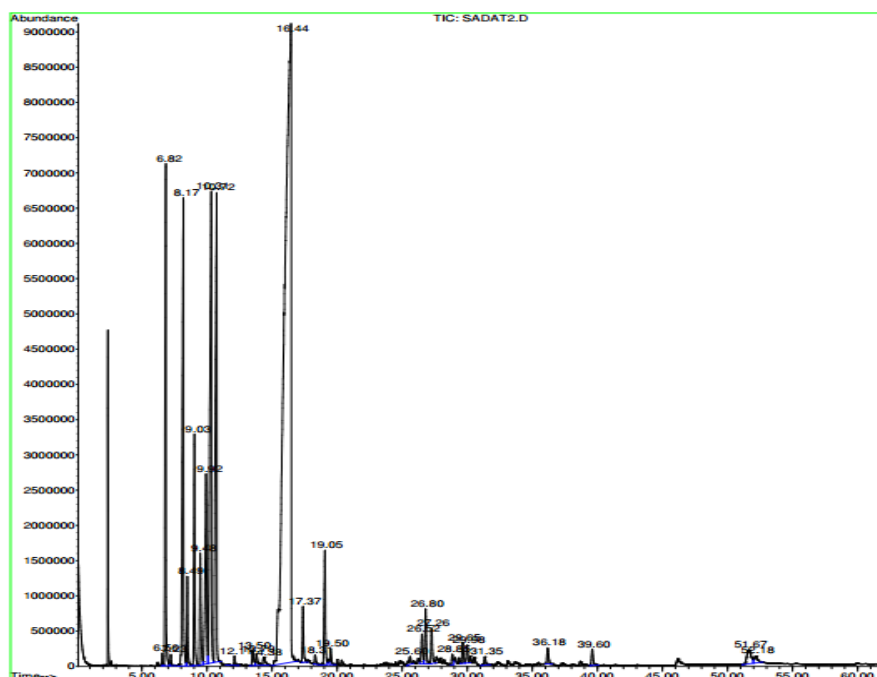
کروماتوگرام‌های حاصل از آنالیز GC-MS برای آنگوزه تلخ در رویشگاه‌های پاسیب و سردر در شکل ۲ و ۳ نشان داده شده است.



شکل ۱: عملکرد شیرابه در مراحل مختلف برش در رویشگاه‌های مورد مطالعه



شکل ۲: کروماتوگرام حاصل از آنالیز GC-MS برای اسانس آنغوزه تلخ در رویشگاه پاسبیب



شکل ۳: کروماتوگرام حاصل از آنالیز GC-MS برای اسانس آنغوزه تلخ در رویشگاه سرد

با توجه به جدول ۴، نتایج تجزیه اسانس آنغوزه در دو رویشگاه مشخص نمود که در مجموع ۳۵ ترکیب در رویشگاه پاسبی و ۲۳ ترکیب در رویشگاه سرد در اسانس حاصل از آنغوزه وجود دارد. برخی ترکیبات بین دو منطقه مشابه می‌باشد. آلفا-پینن<sup>۱</sup>، بتا-پینن<sup>۲</sup>، لیمونن<sup>۳</sup>، سیس-اوسیمن<sup>۴</sup>، ترنس-اوسیمن<sup>۵</sup>، ای-یک-پروپنیل سکندری بوتیل دی-سولفید<sup>۶</sup>، سکندری بوتیل دی-سولفید<sup>۷</sup> و بیس-یک-متیل پروپیل دی-سولفید<sup>۸</sup> از جمله ترکیبات عمده اسانس شیرابه آنغوزه در هر دو رویشگاه می‌باشند. در این تحقیق درصد ترکیباتی مانند آلفا-پینن، بتا-پینن و لیمونن (به ترتیب با مقادیر ۶/۹۲، ۹/۳۴ و ۴/۲۹ درصد) در رویشگاه سرد بیشتر بود. در حالی که میزان این ترکیبات در رویشگاه پاسبی به ترتیب ۳/۲۲، ۵/۸۷ و

۳/۰۶ درصد بود. درصد ترکیبات گوگردی موجود در اسانس شیرابه آنغوزه (شامل ای-یک-پروپنیل سکندری بوتیل دی-سولفید) اصلی‌ترین ترکیب اسانس، ان-پروپنیل سکندری بوتیل دی-سولفید<sup>۹</sup>، سکندری بوتیل دی-سولفید، بیس-یک-متیل پروپیل دی-سولفید، زد-فنیلازو ترت-بوتیل سولفید<sup>۱۰</sup> در رویشگاه سرد با میزان ۵۵/۳ درصد نسبت به منطقه پاسبی (۵۲/۱۸ درصد) بیشتر بود. ترکیباتی مثل کامفین<sup>۱۱</sup> و بتا-سلینین<sup>۱۲</sup> تنها در رویشگاه سرد مشاهده شد در حالی که برخی ترکیبات از قبیل تترامیتیل تیوفن<sup>۱۳</sup>، کوپائین<sup>۱۴</sup>، آلفا-سلینین<sup>۱۵</sup> و والریانول<sup>۱۶</sup> فقط در اسانس آنغوزه منطقه پاسبی وجود داشت.

9. n-propenyl sec butyl disulfide
10. Z-phenylazo tert-butyl sulfide
11. Camphene
12. β-Selinene
13. Tetramethylthiophene
14. Copaene
15. α-Selinene
16. Valerianol

1. α-Pinene
2. β-Pinene
3. Limonene
4. Cis-Ocimene
5. Trans-Ocimene
6. (E)-1-propenyl sec butyl disulfide
7. Sec Butyl Disulfide
8. Bis (1-methyl propyl) disulfide

جدول ۱: مقایسه پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک بین دو منطقه تحت رویش گیاه *Ferula assa-foetida*

مقدار t	df	سردر	پا سیب	پارامترهای خاک
۴/۳۲**	۱۸	۳۰/۶۵	۳۵/۷۹	رطوبت (%)
-۴/۰۱ <sup>ns</sup>	۱۸	۱۷/۲۱	۱۷/۱۱	رس (%)
-۶/۵۲**	۱۸	۶۸/۹۹	۶۳/۱۴	شن (%)
۷/۱۴**	۱۸	۱۳/۸	۱۹/۷۵	سیلت (%)
-۲/۳۱ <sup>ns</sup>	۱۸	۰/۳۷	۰/۳۶	EC (ms/m)
-۱/۷ <sup>ns</sup>	۱۸	۸/۱۳	۷/۹۹	pH
-۸/۷۱**	۱۸	۶۱/۷۷	۵۴/۸۵	آهک (%)
۱۴/۴۴**	۱۸	۱/۰۱	۱/۶۲	مواد آلی (%)
۲/۵۵*	۱۸	۰/۰۸	۰/۱	نیترژن (%)
۵/۰۱**	۱۸	۱/۴۷	۱/۶۹	فسفر (mg/kg)
-۶/۶۴**	۱۸	۵۰۸/۹۶	۴۸۵/۷۵	پتاسیم (mg/kg)

\*\* معنی داری در سطح ۱ درصد، \* معنی داری در سطح ۵ درصد، <sup>ns</sup>: عدم معنی داری

جدول ۲: مقایسه میانگین عملکرد شیرابه و بازده اسانس آنغوزه در رویشگاه‌های پاسیب و سردر با استفاده از آزمون t مستقل

مقدار t	df	سردر	پاسیب	پارامتر (درصد)
۹/۱۸**	۴۸	۵۶/۳۷	۶۶/۸۶	شیرابه کل (gr)
-۵/۳۳**	۴	۸/۱۵	۶/۳۲	بازده اسانس

\*\* معنی داری در سطح ۱ درصد، <sup>ns</sup>: عدم معنی داری

جدول ۳: آنالیز واریانس میزان عملکرد شیرابه گیاهان *Ferula assa-foetida* در مراحل مختلف برش

F	میانگین مربعات (MS)	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	منبع تغییرات (S.O.V)
۵۸۵/۷۸**	۱۱۵/۸	۱۶۲۱/۷	۱۴	مراحل برش (رویشگاه پاسیب)
	۰/۱۹	۷۱/۱۹	۳۶۰	خطا
		۱۶۹۲/۹	۳۷۴	کل
۳۱۳/۲۸**	۶۳/۸۶	۸۹۲/۶۳	۱۴	مراحل برش (رویشگاه سردر)
	۰/۲۱	۷۳/۲۷	۳۶۰	خطا
		۹۶۵/۹	۳۷۴	کل

\*\* معنی داری در سطح ۱ درصد

ماده آلی، نیترژن و فسفر همبستگی مثبت و معنی دار وجود داشت، در حالی که همبستگی منفی معنی دار بین عملکرد شیرابه با میزان شن ( $p < 0/01$ ) و پتاسیم ( $p < 0/05$ ) مشاهده شد. بین پارامترهای بازده اسانس، ترکیبات گوگردی، آلفا-پینن، بتا-پینن و لیمونن با رطوبت همبستگی منفی معنی دار و با آهک موجود همبستگی مثبت معنی دار مشاهده گردید ( $p < 0/01$ ). همچنین ترکیبات گوگردی و بتا-پینن ( $p < 0/05$ )، آلفا-پینن و لیمونن ( $p < 0/01$ ) با پتاسیم همبستگی مثبت و معنی داری را نشان می‌دهد.

نتایج محاسبه همبستگی بین پارامترهای خاک با میزان شیرابه، بازده اسانس و ترکیبات اصلی موجود در آن نشان داد که در بین پارامترهای خاک میزان شن با رطوبت و سیلت با شن در سطح ۱ درصد همبستگی منفی معنی دار دارد. اما بین سیلت با رطوبت ( $p < 0/01$ ) و آهک با اسیدیته ( $p < 0/05$ ) همبستگی مثبت و معنی دار وجود داشت. همچنین همبستگی معنی دار و مثبت بین نیترژن با ماده آلی و فسفر با نیترژن و ماده آلی مشاهده شد ( $p < 0/05$ ). طبق جدول ۵، بین عملکرد شیرابه با رطوبت، سیلت،

جدول ۴: ترکیبات موجود در اسانس حاصل از شیرابه آنگوزه در رویشگاه‌های پاسیب و سردر در ارتفاع ۱۶۰۰ متر

شماره	ترکیبات	زمان بازداری	اندیس بازداری	پاسیب	سردر
۱	$\alpha$ -Pinene	۶/۷۸	۹۱۰	۳/۲۲	۶/۹۲
۲	Camphene	۷/۲۴	۹۲۶	-	۰/۳۵
۳	$\beta$ -Pinene	۸/۱۴	۹۵۵	۵/۸۷	۹/۳۴
۴	$\beta$ -Myrcene	۸/۴۷	۹۶۶	۰/۷۱	۱/۲۱
۵	1-phellandrene	۹/۰۰	۹۸۴	۲/۰۵	۱/۳۶
۶	2,3,4-Trimethylthiophene	۹/۴۷	۹۹۹	۱/۸۵	۱/۷۴
۷	Limonene	۹/۹۱	۱۰۱۱	۳/۰۶	۴/۲۹
۸	Cis-Ocimene	۱۰/۲۷	۱۰۲۱	۷/۶۴	۷/۶۵
۹	trans-Ocimene	۱۰/۷۰	۱۰۳۲	۷/۳۷	۷/۳۸
۱۰	Tetramethylthiophene	۱۳/۴۹	۱۱۰۵	۰/۵۱	-
۱۱	allo-Ocimene	۱۳/۷۹	۱۱۱۲	۰/۳۴	-
۱۲	neo-allo-Ocimene	۱۴/۳۸	۱۱۲۷	۰/۳۶	-
۱۳	n-propenyl sec butyl disulfide	۱۶/۴۴	۱۱۷۶	۰/۳۵	۰/۹۰
۱۴	(E)-1-propenyl sec butyl disulfide	۱۷/۳۶	۱۱۹۸	۴۹/۷۵	۵۱/۴۸
۱۵	Sec Butyl Disulfide	۱۸/۳۰	۱۲۲۱	۰/۱۷	۰/۴۹
۱۶	Bis (1-methyl propyl) disulfide	۱۹/۰۶	۱۲۳۹	۱/۵۷	۲/۲۹
۱۷	3,6-dimethyl, 1,4-dithiane-2,5-dione	۱۹/۵۱	۱۲۴۹	۰/۸۸	۰/۷۱
۱۸	(E)-3-Tetradecane	۲۴/۸۲	۱۳۷۷	۰/۴۷	-
۱۹	Tetradecane	۲۵/۵۸	۱۳۹۵	۰/۳۷	-
۲۰	$\beta$ -funebrene	۲۶/۲۳	۱۴۱۱	۰/۲۸	-
۲۱	Copaene	۲۶/۵۵	۱۴۱۹	۱/۱۵	-
۲۲	$\beta$ -Selinene	۲۶/۷۹	۱۴۲۵	-	۰/۸۴
۲۳	$\alpha$ -Selinene	۲۶/۸۳	۱۴۲۶	۲/۲۰	-
۲۴	$\alpha$ -Humulene	۲۷/۲۹	۱۴۳۸	۱/۴۶	۰/۵۲
۲۵	Z-phenylazo tert-butyl sulfide	۲۷/۴۷	۱۴۴۳	۰/۳۴	۰/۱۴
۲۶	Cadina-1(6),4-diene<cis->	۲۷/۶۳	۱۴۴۷	۰/۳۸	۰/۲۶
۲۷	Z-eudeasma-6,11-diene	۲۷/۹۴	۱۴۵۴	۰/۴۰	-
۲۸	Cadina-1,4-diene	۲۸/۸۵	۱۴۷۷	۰/۴۶	۰/۲۲
۲۹	$\alpha$ -Gurjunene	۲۹/۰۰	۱۴۸۱	۰/۳۹	۰/۲۲
۳۰	$\beta$ -Bisabolene	۲۹/۳۶	۱۴۹۰	۰/۲۱	۰/۱۶
۳۱	$\gamma$ -Cadinene	۲۹/۶۶	۱۴۹۸	۰/۸۴	۰/۳۶
۳۲	$\delta$ -Cadinene	۳۰/۰۰	۱۵۰۷	۱/۱۹	۰/۳۵
۳۳	Trans- $\gamma$ -bisabolene	۳۰/۲۳	۱۵۱۳	۰/۶۵	-
۳۴	Cadinene < $\gamma$ ->	۳۰/۵۵	۱۵۲۱	۰/۷۷	-
۳۵	Eudesmol <5-epi-7-epi- $\alpha$ ->	۳۳/۶۶	۱۶۰۳	۰/۴۲	-
۳۶	Valerianol	۳۶/۱۶	۱۶۷۲	۰/۶۲	-
۳۷	Guaiol acetate	۳۸/۶۷	۱۷۴۴	۰/۳۲	-
	مجموع	-	-	۹۸/۶۲	۹۹/۱۸
	درصد ترکیبات سولفیدی	-	-	۵۲/۱۸	۵۵/۳



جدول ۵: ضریب همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی و عملکرد کمی و کیفی شیرابه آنغوزه

(۱۷)	(۱۶)	(۱۵)	(۱۴)	(۱۳)	(۱۲)	(۱۱)	(۱۰)	(۹)	(۸)	(۷)	(۶)	(۵)	(۴)	(۳)	(۲)	(۱)			
																	رطوبت (۱)		
																	۱		
																	۰/۴۶	رس (۲)	
																	۰/۴۹	۰/۴۹ <sup>***</sup>	شکر (۳)
																	۰/۹۹ <sup>***</sup>	۰/۹۹ <sup>***</sup>	سیبک (۴)
																	۰/۵۵	۰/۵۵	هدایت الکتریکی (۵)
																	۰/۶۴	۰/۶۴	اسیدیتته (۶)
																	۰/۴۸	۰/۴۸	آهک (۷)
																	۰/۴۷	۰/۴۷	ماده آلی (۸)
																	۰/۷۳	۰/۶۸	نیترژن (۹)
																	۰/۳۱	۰/۴	فسفر (۱۰)
																	۰/۳۷	۰/۶۳	پتاسیم (۱۱)
																	۰/۹۹ <sup>***</sup>	۰/۴۹	عملکرد شیرابه (۱۲)
																	۰/۹۷ <sup>***</sup>	۰/۴۹	بازده اسانس (۱۳)
																	۰/۸۹ <sup>***</sup>	۰/۴۹	$\alpha$ -Pinene (۱۴)
																	۰/۸۶ <sup>***</sup>	۰/۳۹	$\beta$ -Pinene (۱۵)
																	۰/۸۸ <sup>***</sup>	۰/۵۱	Limonene (۱۶)
																	۰/۹۳ <sup>***</sup>	۰/۴۴	ترکیبات گوردی (۱۷)

\*\* معنی داری در سطح ۱٪، \* معنی داری در سطح ۵٪

## بحث

al., 2007) بیان نمودند که افزایش ماده آلی و به دنبال آن ازت خاک باعث افزایش فسفر می‌شود. علت افزایش فسفر در این تحقیق می‌تواند افزایش مقدار ماده آلی خاک باشد که باعث می‌شود هوموس با فسفر غیرقابل جذب، یک کمپلکس آلی به نام فسفوهومیک تولید کند که بسیار قابل جذب تر است (Alizadeh et al., 2010). دلیل دیگر نیز این است که هوموس مانند یک آنیون بوسیله ذره رسی جذب می‌شود و فسفات تبدلی آن آزاد می‌گردد. ولیچکو و همکاران (Velichko et al., 2011) و یائو و همکاران (Yao et al., 2013) ماده آلی را عامل بسیار مهمی برای تولید کمی گیاهان بیان نموده‌اند. تهیر و همکاران (Tahir et al., 2010) گزارش نمودند که میزان آهک موجب جذب سایر عناصر مانند فسفر می‌شود و به دنبال آن تولید گیاه بالا خواهد رفت. این موضوع تأییدکننده نتایج حاصل از این تحقیق است. البته لازم به ذکر است که عوامل مختلفی از جمله ژنتیک نیز در میزان تولید گیاهان دارویی مانند آنغوزه دخیل هستند (Moghaddam and Farhadi, 2015).

نتایج آنالیز واریانس میزان عملکرد شیرابه (شکل ۱) نشان داد که در هر دو رویشگاه عملکرد تولید شیرابه تا مرحله دهم برش به طور معنی‌داری افزایش و پس از آن کاهش یافته است. یکی از دلایل احتمالی تولید شیرابه بیشتر در این مرحله از برش‌ها می‌تواند رسیدن به سطح مقطع قطورتر ریشه باشد. همزمان شدن این مراحل با روزهای گرم‌تر هم از دلایل دیگر آن است که باعث روان‌تر شدن شیرابه و تراوش بیشتر آن به سمت ریشه می‌شود. کریمیان (Karimian, 2017) و حسین‌جعفری (Hossein Jafari, 2018) نیز در پژوهش‌های خود به نتایج مشابه دست یافتند. کاهش تولید شیرابه بعد از این مراحل می‌تواند به دلیل کاهش آب ذخیره‌ای زمین و کاهش ذخیره موجود در گیاه باشد. از طرف دیگر هرچه به سمت

تغییرات فاکتورهای اکولوژیکی در زیستگاه گیاه نقش مؤثری بر فرآیند تشکیل، کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی دارند. تعیین بیشترین میزان محصول با بهترین کیفیت اصل مهمی محسوب می‌شود که با توجه به ویژگی‌های ژنتیکی، نوع گیاه، محتوای متابولیت‌های ثانویه و ویژگی‌های رویشگاهی مشخص می‌گردد (Asadi-Samani et al., 2013). وقتی تمام عوامل در یک منطقه از لحاظ توپوگرافی و اقلیم یکسان باشند، خصوصیات خاک می‌تواند بر روی تولیدات یک گونه گیاهی اثر بگذارد (Arzani, 2012). نتایج حاصل از مقایسه عملکرد شیرابه بین دو منطقه در ارتفاع ۱۶۰۰ (جدول ۲) حاکی از این بود که پایه‌های آنغوزه در رویشگاه پاسیب به‌طور معنی‌داری نسبت به رویشگاه سردر شیرابه بیشتری تولید کردند. خاک مناطق مورد مطالعه شنی لومی و سبک بود. درصد شن در رویشگاه سردر و درصد رطوبت و سیلت در منطقه پاسیب افزایش معنی‌داری داشت. از آنجایی که بافت خاک بر جذب مواد غذایی، میزان نفوذپذیری، تهویه و میزان رطوبت قابل دسترس گیاهان مؤثر بوده و در پراکنش گونه‌های مختلف نقش مهمی دارد (Mirzaei Mousavand et al., 2016). افزایش ذخیره رطوبتی خاک مراتع آنغوزه باعث افزایش میزان تولید شیرابه می‌شود. پیرمرادی (Pirmoradi, 2012) در مطالعه خود بیان نمود که اگر آب کافی در فصل رشد گیاه در اختیار آن باشد، شیرابه بیشتری در گیاه ساخته و ذخیره می‌گردد. در تحقیق حاضر مواد آلی، نیتروژن و فسفر در رویشگاه پاسیب نسبت به سردر به طور معنی‌داری بیشتر بود و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین آنها وجود داشت. ازت و فسفر به عنوان مهمترین عناصر غذایی در تغذیه و رشد زایشی است (Aghajanolou and Safaeian et al., 2015). صفائیان و همکاران (Safaeian et al., 2015).

با نتایج این تحقیق متفاوت است. این امر می‌تواند ناشی از تفاوت‌های اکولوژیکی محل رویش گیاه آنگوزه مانند عوامل اقلیمی، ادافیکی و ژنتیکی باشد (Kavoosi and Rowshan, 2013). ترکیب ای-یک-پروپنیل سکندری بوتیل دی‌سولفید یک ترکیب گوگردی مهم بوده و در هر دو رویشگاه، درصد اصلی ترکیبات موجود در اسانس را به خود اختصاص داده است. کاووسی و روشن (Kavoosi and Rowshan, 2013) نیز در تحقیق خود در لارستان فارس و نصیری بزنجانی و همکاران (Nasiri Bezenjani et al., 2017) در مطالعه‌ای در رویشگاه‌های کرمان، ترکیب مذکور را به عنوان اصلی ترین ترکیب اسانس شیرابه آنگوزه گزارش نمودند.

بویرا و بلانکوئر (Boira and Blanquer, 1998)، راپوسلی (Rapposelli et al., 2015) و ال-الم (El-Alam et al., 2019). در بررسی تغییرات کمیت و کیفیت اسانس برخی گیاهان دارویی و معطر مشخص نمودند که عوامل خاکی بیش از سایر فاکتورهای محیطی بر کمیت و کیفیت اجزای تشکیل دهنده اسانس تأثیر می‌گذارد. در این تحقیق درصد ترکیبات گوگردی و ترکیباتی مانند آلفا-پینن، بتا-پینن و لیمونن در رویشگاه سردر بیشتر بود. این ترکیبات از این جهت بسیار مهم هستند که در ساخت ترکیبات معطر مصنوعی، چاشنی‌ها و ادویه‌ها، ضد عفونی کننده‌ها و حشره‌کش‌ها به کار می‌روند. همچنین دارای خواص ضد میکروبی نیز هستند (Hamid et al., 2011). همانطور که قبلاً ذکر شد، در پژوهش حاضر میزان پتاسیم و درصد آهک خاک در رویشگاه سردر نسبت به منطقه دیگر افزایش معنی داری داشت و احتمالاً می‌تواند یکی از دلایل افزایش بازده اسانس و درصد ترکیبات مذکور در رویشگاه سردر باشد، چرا که این پارامترها با یکدیگر همبستگی معنی داری هم نشان دادند. پتاسیم یکی از

پایز پیش رفته و هوا سردتر می‌شود، مقدار شیرابه تراوش یافته کاهش می‌یابد. در این رابطه می‌توان به نتایج حاصل از مطالعات پیرمرادی و همکاران (Pirmoradi et al., 2014) و حسین جعفری (Hossein Jafari, 2018) اشاره نمود که با این موارد همخوانی دارد. با توجه به موارد ذکر شده باید بهره‌برداری را در این مناطق تا مرحله دهم ادامه داد تا هم از لحاظ اقتصادی به صرفه باشد و هم آسیب زیادی به گیاه وارد نشود. غلامی و فراوانی (Gholami and Faravani, 2014) در مطالعه خود در خراسان رضوی تیمار ۱۰ بار تیغ‌زنی گونه *Ferula assa-foetida* را جهت تولید پایدار پیشنهاد نمودند. در مطالعات امیدبیگی و پیرمرادی (Omidbaigi and Pirmoradi, 2006) نیز بهره‌برداری از پایه‌های آنگوزه تلخ ۶-۵ ساله طی ۱۰ مرحله پیشنهاد شد.

در مورد نتایج مربوط به فیتوشیمی شیرابه آنگوزه نیز مشخص گردید که ترکیبات کامفین و بتا-سلینین تنها در اسانس آنگوزه رویشگاه سردر و ترکیبات تترامیتیل تیوفن، کوپائین، آلفا-سلینین و والریانول فقط در منطقه پاسبی وجود داشت. ترکیباتی از قبیل ای-یک-پروپنیل سکندری بوتیل دی‌سولفید، آلفا-پینن، بتا-پینن، لیمونن، سیس-اوسیمن، ترنس-اوسیمن، سکندری بوتیل دی‌سولفید و بیس-یک-میتیل پروپیل دی‌سولفید به ترتیب با مقادیر ۵۱/۴۸، ۶/۹۲، ۹/۳۴، ۴/۲۹، ۷/۶۵، ۷/۳۸، ۰/۴۹ و ۲/۲۹ درصد در رویشگاه سردر و ۴۹/۷۵، ۳/۲۲، ۵/۸۷، ۳/۰۶، ۷/۶۴، ۷/۳۷، ۰/۱۷ و ۱/۵۷ درصد در رویشگاه پاسبی از ترکیبات عمده اسانس آنگوزه در هر دو رویشگاه می‌باشند که با یافته‌های مطالعات پیرمرادی (Pirmoradi, 2012) و نصیری بزنجانی و همکاران (Nasiri Bezenjani et al., 2017) در رویشگاه‌های دیگر استان کرمان مطابقت دارد؛ البته درصد ترکیبات مذکور، تعداد ترکیبات شناسایی شده و تنوع ترکیبات

### نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از این مطالعه مشخص نمود که شرایط اداپیکه از عوامل اساسی مؤثر بر عملکرد کمی و کیفی آنغوزه می‌باشد و می‌تواند بمنظور امکان-سنجی مناطق مستعد جهت توسعه رویشگاه‌های آنغوزه تلخ و جلوگیری از هدررفت هزینه‌های اجرایی توسط اداره منابع طبیعی، به کار رود. اگرچه در بسیاری از موارد در توسعه رویشگاه‌ها تنها شرایط آب و هوایی را از عوامل تأثیرگذار بر عملکرد گیاهان معرفی می‌کنند. ای-یک-پروپنیل سکندری بوتیل دی-سولفید، یک ترکیب شاخص در اسانس شیرابه آنغوزه در مناطق مورد مطالعه بود. گیاهان آنغوزه در رویشگاه پاسیب تولید شیرابه بیشتری داشتند اما آنغوزه رویشگاه سردر دارای کمیت و کیفیت اسانس بالاتری بود. با توجه به یکسان بودن شرایط نمونه‌برداری، روش خشک کردن، اسانس‌گیری و شناسایی ترکیبات اسانس برای نمونه‌های مورد آزمایش، تفاوت مذکور می‌تواند ناشی از تغییرات ژنتیکی یا تفاوت‌های مربوط به شرایط اداپیکه باشد. بمنظور حفظ و بهره‌برداری پایدار از این گیاه، برداشت طی ۱۰ مرحله برش پیشنهاد می‌شود.

### سپاسگزاری

این مطالعه در قالب طرح تحقیقاتی مصوب و با حمایت پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی دانشگاه شهید باهنر کرمان صورت گرفته است. بدینوسیله از حمایت مالی پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی در انجام این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را داریم.

### References

1. Adams, R.P. 2007. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 4<sup>th</sup> edition, Allured Publishing Corporation, Carol Stream, USA.

عناصر غذایی ماکرو می‌باشد و نقش مهمی در کیفیت محصول دارد (Kia et al., 2012)؛ البته میزان پتاسیم تحت تأثیر ماهیت خاک منطقه است (Safaeian et al., 2007). صفایی و همکاران (Safaei et al., 2016) در بررسی عملکرد کمی و کیفی آویشن دنایی دریافتند که درصد ترکیبات مهم موجود در اسانس شامل گاما ترپینن، کارواکرول و پاراسیمن با افزایش میزان پتاسیم و کاهش pH خاک، افزایش یافت. پیرمرادی (Pirmoradi, 2012) در مطالعه خود بیان نمود که آنغوزه خاک‌های آهکی را برای رشد ترجیح می‌دهد و هرچه رویشگاه آنغوزه آهک بیشتری داشته باشد، گیاه عملکرد کیفی بهتری بخصوص در مورد بازده اسانس دارد. فلامینی و همکاران (Flamini et al., 2004) نیز در مطالعه خود نشان دادند که ترکیبات مهمی مانند آلفا-پینن و لیمونن در اسانس گیاه مورد مقایسه با رویشگاه دارای خاک سیلیسی مقادیر بیشتری دارند. نتایج حاصل از مطالعات مذکور با یافته‌های حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. البته لازم به ذکر است که عوامل ژنتیکی هم بر میزان نوع ترکیبات تشکیل‌دهنده تأثیرگذار است (Moghaddam and Farhadi, 2015). براساس نتایج درصد ترکیبات گوگردی موجود در اسانس آنغوزه در رویشگاه سردر بیشتر بود. از آنجا که بهترین کیفیت اسانس آنغوزه متعلق به شیرابه‌ای با بیشترین میزان ترکیبات گوگردی است (Pirmoradi, 2012)، بنابراین رویشگاه سردر از لحاظ کیفیت اسانس نسبت به رویشگاه دیگر برتری دارد.

2. Aghajanlou, F. and Ghorbani, A. 2015. Investigating some effective environmental factors on distribution of *Ferula gummosa* and *Ferula ovina* species in Shilandar mountainous rangeland of Zanjan. Journal of Rangeland, 9 (4): 407- 419. (In Persian)

3. Alizadeh, A., Khoshkhui, M., Javidnia, K., Firuzi, O., Tafazoli, E. and Khalighi, A. 2010. Effects of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioxidant activity in *Satureja hortensis* L. (Lamiaceae) cultivated in Iran. Journal of Medicinal Plants Research, 4: 33-40.
4. Amiri, M.S. and Joharchi, M.R. 2016. Ethnobotanical knowledge of Apiaceae family in Iran: a review. Avicenna Journal of Phytomedicine, 6(6): 621-635.
5. Arzani, H. 2012. Forage quality and daily requirement of livestock grazing on pasture. Tehran University Press, Second edition, 278 p. (In Persian)
6. Asadi-Samani, M., Rafieian-Kopaei, M. and Azimi, N. 2013. Gundelia: A systematic review of medicinal and molecular perspective. Pakistan Journal of Biological Sciences, 16(21): 1238-1247.
7. Boira, H. and Blanquer, A. 1998. Environmental factors affecting chemical variability of essential oil in *Thymus piperella* L. Biochemistry and Systematic Ecology, 26 (8): 811-822.
8. Dehpour, A., Ebrahimzadeh, N., Fazeland, S. and Mohammad, N.S. 2009. Antioxidant activity of the methanol extract of *Ferula assafoetida* and its essential oil composition. Grasas Y Aceites, 60: 12-405.
9. El-Alam, I., Zgheib, R., Iriti, M., Beyrouthy, M., Hattouny, P., Verdin, A., Fontaine, J., Chahine, R., Sahraoui, A.L. and Makhlof, H. 2019. *Origanum syriacum* essential oil chemical polymorphism according to soil type. Foods, 90(8): 1-11.
10. Eskandari, N. and Sharafatmandrad, M. 2017. Assessing the effects of different incision techniques on *Ferula assafoetida* properties. Journal of Rangeland Science, 7 (1): 45-54.
11. Flamini, G., Luigicioni, P., Morelli, I. and Maccioni, S. 2004. Phytochemical typologies in some population of *Myrtus communis* L. on caprione promontory (East Liguria, Italy). Food Chemistry, 85: 599-604.
12. Ghodsi, M., Mesdaghi, M. and Heshmati, Gh.A. 2012. Effect of different growth forms on soil surface features (case study: semi-steppe rangeland, Golestan National Park). Watershed Management Research (Pajouhesh and Sazandegi), 24 (93): 63-69. (In Persian)
13. Gholami, B.A. and Faravani, M. 2014. Effects of different cutting methods and times of cutting on growth performance and gum resin production of *Ferula assafoetida*. Journal of Agricultural Sciences, 59 (1): 35-44.
14. Hamid, A.A., Aiyelaagbe, O.O. and Usman, L.A. 2011. Essential oils: its medicinal and pharmacological uses. International Journal of Current Research, 33 (2): 86-98.
15. Hassanabadi, M., Ebrahimi, M., Farajpour, M. and Dejahang, A. 2019. Variation in essential oil components among Iranian *Ferula assafoetida* L. accessions. Industrial Crops and Products, 140 (2019): 111598.
16. Hossein Jafari, S. 2018. Studying differentiation between bitter and sweet *Ferula sp./spp.* (case study: Yazd province). Ph.D. Thesis, Rangeland Sciences. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 100 p. (In Persian)
17. Jafari Haghighi, M. 2003. Soil analysis, sampling and important physical and chemical analysis method with emphasis on theory and application basics. Nedaye zoha press, 240 p. (In Persian)
18. Kavooosi, G. and Rowshan, V. 2013. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil obtained from *Ferula assafoetida* oleo-gum-resin: effect of collection time. Food Chemistry, 138: 2180-2187.
19. Kia, F., Tavili, A. and Javadi, S.A. 2011. Relationship between some rangeland species distribution and environmental factors in Charbagh region of Golestan province. Journal of Rangeland, 5(3): 292-301. (In Persian)
20. Malekzadeh, M., Angourani, H.R., Yazdinezhad, A., Hassan, M., Abiodun, F. and Hazrati, S. 2018. Evaluation of volatile oil in indigenous populations of *Ferula gummosa* Boiss. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 21 (1): 206-213.

21. Martonfi, P., Grejtovsky, A. and Repcak, M. 1994. Chemotype pattern differentiation of *Thymus pulegioides* of different substrates. *Biochemistry and Systematic Ecology*, 22 (8): 819-825.
22. MirAzadi, Z., PilehVar, B. and Tajali, A.A. 2013. Description of some ecological factors in three forest habitats of *Myrtus communis* L. in Lorestan province emphasizing on their role in essential oil content and its chemical compounds. *Journal of Agriculture and horticulture yields production*, 6 (2): 43-51. (In Persian)
23. Mirzaei Mousavand, A., Ghorbani, A. Zare Chahouki, M.A., Keivan Behjou, F. and Sefidi, K. 2016. Effective environmental factors on distribution of *Prangos ferulacea* Lindl. species in rangelands of Ardebil Province. *Journal of rangeland*, 10 (2): 191-203. (In Persian)
24. Moghaddam, M. and Farhadi, N. 2015. Influence of environmental and genetic factors on resin yield, essential oil content and chemical composition of *Ferula assa-foetida* L. populations. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 2: 69-76.
25. Mozaffarian, V. 2007. Flora of Iran, Umbeliferae. Research Institute of Forests and Rangelands Publications, Iran, 387 p. (In Persian)
26. Nasiri Bezenjani, S., Razavizadeh, R. and Oloumi, H. 2017. Evaluation of content of phenylpropanoid compounds of latex and chemical composition of essential oil of *Ferula assa-foetida* L. in some natural pasturelands of Kerman, Iran. *Journal of Plant Researches (Iran Biology)*, 3 (30): 1-14. (In Persian)
27. Omidbaigi, R. and Pirmoradi, M.R. 2006. A study of the effect of root diameter and incision time on gum yield in medicinal-rangeland asafoetida (*Ferula assa-foetida* L.) plant. *Iranian Journal of Natural Resources*, 58 (4): 261-269. (In Persian)
28. Pirmoradi, M.R. 2012. Morphological, physiological, phytochemical and genetical evaluation of asafoetida in Kerman Province. Ph.D. Thesis. Horticulture Science. Faculty of Agriculture. Tarbiat Modares University, Tehran. (In Persian)
29. Pirmoradi, M.R., Moghaddam, M. and Yazdani, N. 2014. Investigation of different irrigation treatments on resin yield, essential oil, morphological characteristics and survival of *Ferula assa-foetida* L. medicinal plant. *Journal of Iran Natural Resources*, 68 (1): 25-34. (In Persian)
30. Rapposelli, E., Melito, S., Barmina, G.G., Foddai, M., Azara, E. and Scarpa, G.M. 2015. Relationship between soil and essential oil profiles in *Salvia desoleana* populations: preliminary results. *Natural Product Communications*, 10 (9): 1615-1618.
31. Safaei, L., Sharifi Ashoorabadi, E. and Afiuni, D. 2016. Study of effective environmental factors on thyme quality and quantity in field and habitat conditions. *Plant Ecophysiology*, 29 (9): 195-203. (In Persian)
32. Safaeian, R., Azarnivand, H., Jafari, M. and Azadi, S. 2007. The role of environmental factors in sustainable utilization strategy of *Prangos ferulacea* rangelands based on edaphic and topographical factors (Case study: *Prangos ferulacea* Rangelands in North of Fars province). *Journal of Rangeland*, 3 (2): 190-202. (In Persian)
33. Tahir, M., Khrshid, M., Khan, M., Abbasi, M. and Kazemi, M. 2010. Lignite-Derived Humic Acid effect on growth of wheat Plants in different soils. *Pedosphere*, 21 (1): 124-131.
34. Velichko, V., Tikhomirov, A., Ushakova, S., Tikhomirova, N., Shihov, V. and Tirranen, L. 2011. Production characteristics of the "higher plants-soil-like substrate" system as an element of the bioregenerative life support system. *Advances in Space Research*, 9 p.
35. Yao, R., Yang, J., Gao, P., Zhang, J. and Jin, W. 2013. Determining minimum data set for soil quality assessment of typical salt-affected farmland in the coastal reclamation area. *Soil & Tillage Research*, 128: 137-148.
36. Yazdanshenas, H., Jafari, M., Azarnivand, H. and Arzani, H. 2015. Investigating productivity and utilization

- of Tragacanth gum on the basis of soil characteristics in Tiran and Kroun rangelands (Isfahan). Journal of rangeland, 9 (3): 207-221. (In Persian)
37. Zomorodian, K., Saharkhiz, J., Pakshir, K., Immeripour, Z. and Sadatsharifi, A. 2018. The composition, antibiofilm and antimicrobial activities of essential oil of *Ferula assa-foetida* oleo-gum-resin. Biocatalysis, Agricultural and Biotechnology, 14: 300-304.

**Effect of edaphic conditions on phytochemical latex yield of bitter asafetida (*Ferula assa-foetida* L.) medicinal plant in two natural habitats in Kerman province**

**Amir Saadatfar<sup>1\*</sup>, Samira Hossein Jafari<sup>2</sup>, Iraj Tavassolian<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Assistant Professor, Department of Medicinal Plant, Research and Technology Institute of Plant Production (RTIPP), Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran,

<sup>2</sup>Post-doctoral researcher, Faculty of Natural Resources and Desert Study, Yazd University, Yazd, Iran.

<sup>3</sup>Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Received: 2019-8-23; Accepted: 20120-5-16

**Abstract**

This study was performed in 2018 to investigate the effect of edaphic conditions on latex yield of (*Ferula assa-foetida* L.) in two natural habitats of Kerman province located in elevation of 2600 m. Soil and This plant samplings were done using completely randomized method. After extraction of later essential oil by hydro-distillation method, and were analyzed by using GC-MS. The results of T-test showed that moisture, silt, organic matter, phosphorous ( $p<0.01$ ) and nitrogen ( $p<0.05$ ) parameters had a significant increase in Paseeb habitat but in Sardar habitat other parameters including sand percentage, calcium carbonate and potassium were significant ( $p<0.01$ ). Total amount of latex and the essential oil content indicated a significant increase and decrease in Paseeb habitat (66.86 gr and 6%) compared to Sardar habitat (56.37 gr and 8%), respectively. The main compounds percentages such as (E)-1-propenyl sec butyl disulfide (51.48%),  $\alpha$ -Pinene (6.92%),  $\beta$ -Pinene (9.34%) and Cis-Ocimene (7.65%) in Sardar region was more than Paseeb habitat (49.75%, 3.22%, 5.87% and 7.64%, respectively). Both habitats had the most latex yield in 10 incisions. Based on the results, there was positive and significant correlation between latex yield with the moisture, silt, organic matter, nitrogen and phosphorous. There was a negative correlation between essential oil contents, sulfurous compounds,  $\alpha$ -Pinene,  $\beta$ -Pinene and Limonene with moisture but a positive correlation between these parameters with lime amount ( $p<0.01$ ). The results indicated that the difference in latex yield, quantity and quality of essential oil can be due to edaphic conditions or genetic changes. In order to maintain and sustainable use of this plant, harvesting is recommended during 10 stages of razor cutting.

**Keywords:** Edaphic factors, Essential oil quality, *Ferula assa-foetida*, Kerman, Latex yield.

---

\*Corresponding author; Saadatfar.amir@uk.ac.ir