

ارزیابی اقتصادی بهره‌برداری از گیاه دارویی آنغوزه (*Ferula assa-**foetida* L.) در مراتع بیلاقی استان سیستان و بلوچستان

(مقاله مروری)

- ۱- بنیامین کرد، دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
- ۲- سیداحمد قنبری، استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
- ۳- محمدرضا اصغری پور^{*}، استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
m_asgharipour@uoz.ac.ir
- ۴- اسماعیل سیدآبادی، دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
- ۵- توحید باقرپور، استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
- ۶- هادی درودی، استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، سازمان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان، ایرانشهر، ایران.

دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۰۶

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۰۸

چکیده

گیاهان دارویی مرتعی از جنبه‌های اقتصادی و درمانی ارزش بالایی دارند. بهره‌برداری پایدار از این گیاهان نیازمند آگاهی از پتانسیل اکولوژیکی و اقتصادی رویشگاه‌هاست. هدف این تحقیق، ارزیابی اقتصادی برداشت شیره گیاه آنغوزه (*Ferula assa-foetida* L.) در سه رویشگاه مرتعی استان سیستان و بلوچستان شامل گرزسنگان (خاش)، بگ‌سرتلاپ (تفتان) و پسکوه (سیب و سوران) بود. در هر رویشگاه، با استفاده از دانش بومی و روش سنتی تیغ‌زنی، شیره گیاه طی ۱۵ مرحله از بوته‌های دارای حداقل چهار سال سن جمع‌آوری شد. تعداد کل بوته‌های نمونه‌برداری شده در هر رویشگاه ۲۵ بوته، معادل یک بوته از هر پلات ۱۰۰ مترمربعی بود. پلات‌ها به‌طور تصادفی مستقر گردید و تراکم بوته‌های قابل بهره‌برداری محاسبه شد. در محاسبات اقتصادی، ۸۰ درصد بوته‌ها به‌عنوان مجاز در نظر گرفته شد و تناوب پنج‌ساله برای جلوگیری از خطر انقراض گونه رعایت گردید. قیمت پایه فروش شیره براساس ارزش صادراتی محصول، ۲۰۰ دلار به ازای هر کیلوگرم و نرخ ارز مرجع ۱۵ میلیون ریال فرض شد. نتایج نشان داد سطح مفید رویشگاه‌ها به‌ترتیب ۶۴، ۶۷ و ۳۸ هکتار، تعداد بوته مجاز در هکتار ۶۰۰، ۵۴۰ و ۸۵۰ بوته و تولید کل شیره ۲،۸۸۰، ۲،۷۱۳ و ۲،۴۲۲ کیلوگرم بود. کل دوره بهره‌برداری (شامل نشانه‌گذاری، کول‌گذاری و ۱۵ مرحله تیغ‌زنی) ۱۸۰ روز به طول انجامید که براساس آن، هزینه نیروی انسانی برای رویشگاه‌های مذکور به‌ترتیب ۱۲۶،۰۰۰، ۱۰۸،۰۰۰ و ۹۰،۰۰۰ میلیون ریال (معادل ۸۴،۰۰۰، ۷۲،۰۰۰ و ۶۰،۰۰۰ هزار دلار) محاسبه گردید. هزینه احیاء (کپه‌کاری) براساس نرخ‌های مصوب سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری به‌ترتیب ۳،۲۵۰، ۳،۵۰۰ و ۲،۰۰۰ میلیون ریال برآورد شد. سود خالص پس از کسر هزینه‌های نیروی انسانی، حمل، کپه‌کاری، حفاظت و بهره‌مالکانه، به‌ترتیب ۳،۷۵۵،۱۵۰، ۳،۵۳۶،۸۵۰ و ۳،۱۸۱،۴۰۰ میلیون ریال (معادل ۲،۵۰۳،۴۳۳، ۲،۳۵۷،۹۰۰ و ۲،۱۲۰،۹۳۳ هزار دلار) برآورد گردید. میانگین نسبت سود به هزینه در کل محدوده ۸/۶ بود که توجیه اقتصادی بالای طرح را نشان می‌دهد. تحلیل حساسیت نشان داد که در صورت استفاده از قیمت‌های تضمینی مصوب (۸۰ تا ۱۲۰ میلیون ریال) به جای قیمت صادراتی، طرح فاقد توجیه اقتصادی خواهد بود. همچنین براساس تجربیات میدانی، روش کپه‌کاری برای احیای رویشگاه‌های آنغوزه کارایی لازم را نداشته و بذریاشی سطحی و استفاده از کول‌های برداشت به‌عنوان روش‌های مؤثرتر پیشنهاد گردید. نتایج این پژوهش می‌تواند در تدوین سند چشم‌انداز بهره‌برداری از گیاهان دارویی و طراحی طرح‌های مرتعداری چندمنظوره (تلفیق چرای دام و برداشت گیاهان دارویی) با رعایت اصول اکولوژیک کاربرد داشته باشد.

واژگان کلیدی: آنغوزه، اکولوژی، تراکم، بلوچستان، مرتعداری.

گیاهان دارویی از جمله ارزشمندترین منابع عرصه‌های مرتعی به شمار می‌روند. این گیاهان در صورتی که مبتنی بر اصول اکولوژیک و به‌طور صحیح مورد بهره‌برداری قرار گیرند، می‌توانند به‌عنوان یکی از جنبه‌های استفاده چندمنظوره از مراتع، نقش مؤثری در کاهش فشار چرای دام و اقتصادی‌کردن فعالیت‌های مرتعداری در ایران ایفا کنند [۱]. بهره‌برداری پایدار از گیاهان دارویی در مراتع مستلزم تعیین استعداد اراضی مرتعی بر مبنای معیارها و شاخص‌های اکولوژیکی، توجه به جنبه‌های اقتصادی و نیز پذیرش اجتماعی این موضوع از سوی مرتع‌داران است. نادیده گرفتن توانمندی‌های واقعی مراتع سبب شده است که در حال حاضر، بسیاری از عرصه‌های مرتعی فاقد شایستگی لازم برای بهره‌برداری مطلوب، مورد استفاده قرار گیرند [۱].

آنگوزه با نام علمی *Ferula assa-foetida* L. و نام محلی «پترک»، یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی تیره چتریان به شمار می‌رود [۲]. این گیاه علفی، چندساله و مونوکارپیک است، به‌طوری‌که در طول دوره رویش تنها یک بار (معمولاً در سال پنجم یا ششم) گل می‌دهد و سپس چرخه زندگی آن پایان می‌یابد. ارتفاع این گیاه بین ۲ تا ۲/۵ متر متغیر است. گل‌های زردرنگ به‌صورت گل‌آذین چتر مرکب در انتهای ساقه‌های اصلی و فرعی ظاهر می‌شوند. فرآورده حاصل از تراوش ریشه، ساقه، برگ و میوه این گیاه که اصطلاحاً آنگوزه نامیده می‌شود، دارای بویی قوی و معطر و طعمی گس و تلخ است [۳، ۴]. شیرابه آنگوزه به‌عنوان ضداسپاسمودیک، برطرف‌کننده انگل‌های گوارشی، بادشکن و خلط‌آور دارای مصارف دارویی است و مطالعات جدید نیز خواص ضدتوموری آن را نشان داده‌اند [۵، ۶]. اهمیت عمده این گیاه به‌دلیل ارزش صادراتی بالای آن بوده و منبع درآمد ارزشمندی برای تعداد قابل توجهی از روستاییان و بهره‌برداران کشور محسوب می‌شود [۲]. این گیاه بومی استپ‌های ایران و بخش‌هایی از افغانستان و کشمیر است [۷] و در دامنه وسیعی از

نقاط گرمسیری ایران، از جمله استان‌های فارس، کرمان، خراسان، یزد، سمنان، هرمزگان، سیستان و بلوچستان، اصفهان، لرستان، کهگیلویه و بویراحمد و بوشهر رویش دارد [۸]. این گونه از دیرباز تاکنون به‌عنوان یکی از اقلام مهم و شاخص گیاهان دارویی و صنعتی ایران محسوب می‌شود. در تحقیق حاضر، تعیین میزان تولید و درآمدزایی ناشی از این محصول در مراتع ییلاقی شهرستان‌های خاش، تفتان و سیب و سوران (واقع در بخش مرکزی جغرافیای سیستان و بلوچستان) مورد توجه قرار گرفته است.

در خصوص روش بهره‌برداری، نخستین بار کامفر در سال ۱۹۷۲ روش تیغ‌زنی عرضی را در مراتع آنگوزه لرستان اجرا کرد [۹]. از آنجا که در این روش، برش عرضی در رأس طوقه گیاه زده می‌شود و جوانه انتهایی قطع می‌گردد، این روش به مرگ گیاه منجر می‌شود و تراکم بوته‌های آنگوزه را به شدت کاهش داده است [۱۰].

در زمینه ارزیابی اقتصادی بهره‌برداری از گیاهان دارویی مرتعی، مطالعات محدودی انجام شده است. خسروی و مهرابی [۲] در هفت رویشگاه آنگوزه در طبس، با احتساب ۱۰ درصد افت، تعداد بوته‌های مجاز را ۳,۱۱۰,۰۸۵ بوته برآورد کردند و نشان دادند که بهره‌برداری از آنگوزه یک فعالیت اقتصادی سودآور با ارزش صادراتی قابل توجه است. حاجی‌میرحیمی و همکاران [۱۱] نسبت سود به هزینه تولید آنگوزه در شرایط دیم را ۴/۴ و نرخ بازده داخلی را ۸/۸۴ درصد گزارش کردند که بالاتر از نرخ سود بانکی بود. اسکندری دامنه و همکاران [۱۲] نشان دادند که درآمد روزانه هر بهره‌بردار آنگوزه در سبزوهر حدود دو برابر دستمزد روزانه کارگران روستایی است. سود [۱۳] آنگوزه را به‌عنوان گونه‌ای با ارزش اقتصادی بالا معرفی کرد که پس از ۵ سال آماده برداشت شده و اولتورزین آن با قیمت بالا در بازارهای بین‌المللی فروش می‌رسد. محققانی نظیر خسروی و مهرابی [۲]، فرهود [۱۴] و گل محمدی [۱۵] بلوچستان را

به‌عنوان یکی از رویشگاه‌های اصلی آنگوزه در ایران ذکر کرده‌اند.

در استان سیستان و بلوچستان که دارای شرایط اکولوژیکی حاد (دمای بالا و بارندگی کم) می‌باشد، تحقیقات جامعی در خصوص ارزیابی اقتصادی رویشگاه‌های آنگوزه انجام نشده است. از این رو، تحقیق پیش‌رو برای این خطه نوآورانه محسوب می‌شود. با وجود اهمیت اقتصادی و درمانی آنگوزه و نقش آن در معیشت جوامع محلی، بهره‌برداری از این گونه ارزشمند در استان سیستان و بلوچستان عمدتاً به‌صورت سنتی و غیراصولی انجام می‌شود. روش تیغ‌زنی عرضی متداول به‌دلیل قطع جوانه انتهایی، منجر به مرگ بوته‌ها و کاهش شدید تراکم جمعیت آنگوزه در مراتع گردیده است [۸]. بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که برداشت‌های بی‌رویه، چرای مفرط و خشکسالی‌های مستمر، بسیاری از رویشگاه‌های این گونه را در معرض خطر انقراض قرار داده است [۹]. اگرچه محققانی نظیر خسروی و مهرابی [۲]، بهرامی و همکاران [۱۶]، فرهود [۱۴] و ریچنگر [۱۷] بلوچستان را به‌عنوان یکی از رویشگاه‌های اصلی آنگوزه در ایران معرفی کرده‌اند، اما تاکنون تحقیق جامعی در خصوص ارزیابی اقتصادی و بوم‌شناختی رویشگاه‌های این گونه در استان مذکور انجام نشده است. فقدان اطلاعات پایه در مورد تراکم بوته‌ها، میزان تولید شیرابه و توجیه اقتصادی برداشت، برنامه‌ریزی برای مدیریت پایدار این منابع را با مشکل مواجه ساخته و از سوی دیگر، برداشت قاچاق و غیرمجاز آنگوزه بقای این گونه را با تهدید جدی مواجه کرده است. از این رو، انجام پژوهش حاضر به‌منظور تعیین پتانسیل واقعی رویشگاه‌ها و ارائه الگوی بهره‌برداری پایدار ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان سیستان و بلوچستان با وسعت ۱۸۷,۵۰۲ کیلومتر مربع در جنوب شرقی ایران واقع شده است [۱۸].

شناسایی گیاهشناسی گونه مورد مطالعه براساس فلور ایرانیکا (ریشینگر، ۱۹۸۷) و منابع معتبر دیگر (چمبرلین، ۱۹۷۷) انجام شد. همچنین برای تأیید نهایی، نمونه‌های هرباریومی از هر سه رویشگاه به مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور ارسال و هویت گونه به‌عنوان *Ferula assa-foetida* L. (آنگوزه شیرین) تأیید گردید. ویژگی‌های ظاهری نظیر رنگ شیر (قهوه‌ای شفاف تا زرد طلایی)، روش برداشت (برش عرضی ساقه) و تأیید بهره‌برداران محلی نیز مؤید این تشخیص بود.

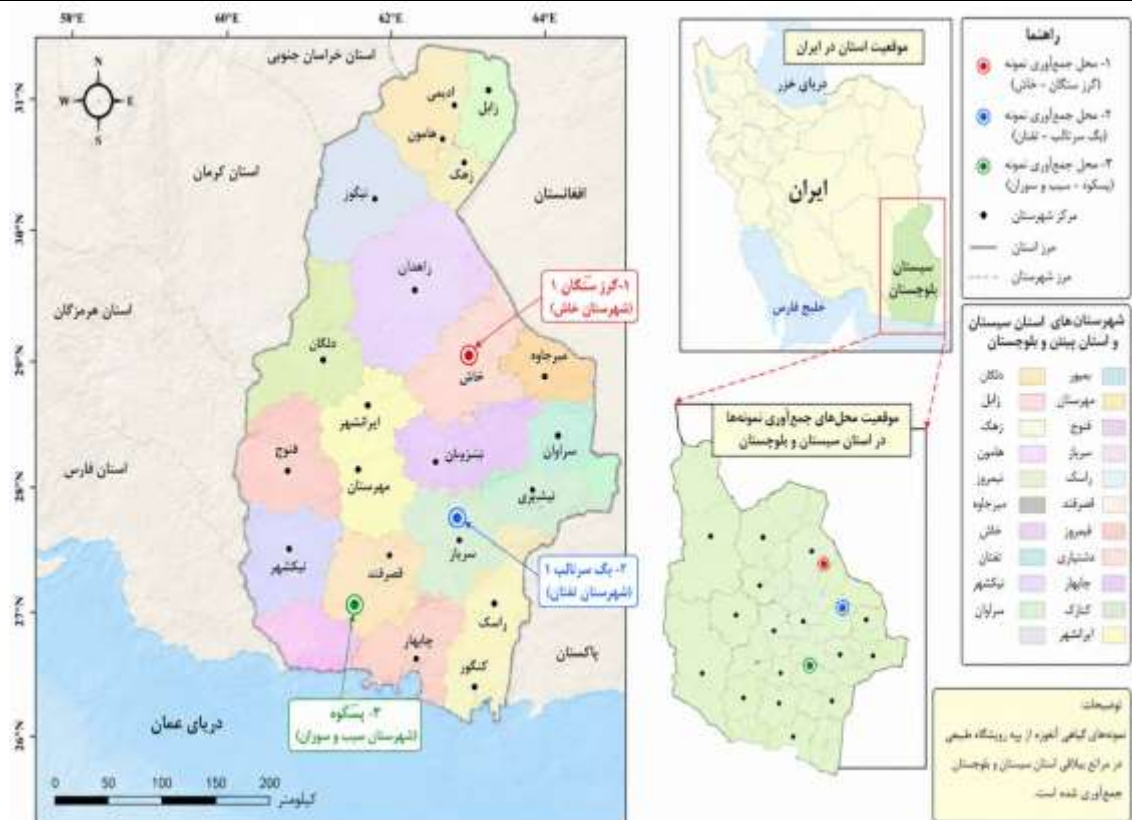
تحقیق حاضر در سه رویشگاه اصلی آنگوزه در این استان انجام شد (شکل ۱):

رویشگاه گرزسنگان (شهرستان خاش): در فاصله ۷۰ کیلومتری جنوب غربی خاش، با ارتفاع ۱۸۰۰-۲۲۰۰ متر، میانگین بارندگی ۱۱۰ میلی‌متر و میانگین دما ۲۱ درجه سانتی‌گراد. تراکم بوته‌های آنگوزه ۶۰۰ بوته در هکتار است.

رویشگاه بگ‌سرتلاپ (شهرستان تفتان): در دامنه‌های جنوبی کوه تفتان با ارتفاع ۱۹۰۰-۲۲۰۰ متر، میانگین بارندگی ۱۳۰ میلی‌متر و میانگین دما ۱۸ درجه سانتی‌گراد. تراکم بوته‌های آنگوزه ۵۴۰ بوته در هکتار است.

رویشگاه پسکوه (شهرستان سیب و سوران): در ارتفاعات شمالی این شهرستان با ارتفاع ۱۷۵۰-۲۰۰۰ متر، میانگین بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر و میانگین دما ۲۳ درجه سانتی‌گراد. تراکم بوته‌های آنگوزه ۸۵۰ بوته در هکتار است.

ساکنان منطقه به‌طور سنتی معیشت خود را بر پایه دامداری و بهره‌برداری از آنگوزه استوار کرده‌اند، اما برداشت‌های بی‌رویه و غیراصولی باعث کاهش شدید جمعیت این گونه شده است [۱۹].



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی سه رویشگاه مورد مطالعه گیاه آنگوزه (*Ferula assa-foetida* L.) در استان سیستان و بلوچستان: (الف) گرز سنگان (شهرستان خاش)، (ب) بگ سرتلاپ (شهرستان تفتان) و (پ) پسکوه (شهرستان سیب و سوران).

برای برآورد تعداد بوته‌های قابل بهره‌برداری و نهایتاً برآورد محصول، در سطح رویشگاه اقدام به پلات‌گذاری گردید و تعداد ۲۵ پلات به‌طور تصادفی از سطح کل رویشگاه‌ها برداشت شد. سپس با استفاده از روابط آماری مبتنی بر توزیع دوجمله‌ای [۲۰]، تعداد نمونه‌های لازم جهت آماربرداری سیستماتیک نهایی محاسبه گردید:

(۱)

$$n = \frac{t^2 \times p \times q}{d^2}$$

(۲)

$$N = \frac{n}{1 + \frac{n}{M}}$$

در این روابط، n تعداد پلات‌های تصادفی اولیه، N تعداد نمونه‌های نهایی لازم جهت آماربرداری، t مقدار جدول استیودنت در سطح اطمینان ۹۵ درصد (۲/۰۶۰)، p نسبت بوته‌ها در هر پلات (متوسط تعداد بوته در پلات تقسیم بر حداکثر تعداد ممکن)، q برابر با $(1-p)$ ، d دقت مورد نظر و M تعداد کل پلات‌های

مراحل میدانی پژوهش

تعیین سطح مفید رویشگاه‌ها: به‌منظور تعیین سطح مفید و قابل بهره‌برداری مراتع، ابتدا با کمک بهره‌برداران باسابقه و راهنماهای محلی، از سطح کل رویشگاه‌ها بازدید به عمل آمد. با استفاده از دستگاه GPS (موقعیت‌یاب ماهواره‌ای)، ارتفاع و محدوده تقریبی هر رویشگاه برداشت گردید. پس از آنالیز داده‌های برداشت‌شده، مشخص شد که گیاه مورد مطالعه در این مناطق در محدوده ارتفاعی حداقل ۱۸۰۰ و حداکثر ۲۲۰۰ متر از سطح دریا رویش دارد. بر این اساس، با استفاده از نرم‌افزار GIS، نقشه محدوده سطح مفید و قابل بهره‌برداری برای مراحل بعدی پژوهش تهیه شد (جدول ۱).

نمونه‌برداری و آماربرداری: براساس تجربیات به‌دست‌آمده و با توجه به نوع گونه مورد نظر، به منظور اطمینان بیشتر و تسهیل در کار صحرایی و آمارگیری جهت برآورد میزان محصول، از پلات ۱۰۰ متر مربعی (دایره‌ای به شعاع ۶۴/۵ متر) استفاده شد.

ممکن در رویشگاه می‌باشد. خطای قابل قبول (۱۰) است. با توجه به برآوردها و محاسبات انجام‌شده، مشخص گردید که تعداد ۱۳ پلات جهت آماربرداری نهایی و دستیابی به متوسط تولید شیرابه رویشگاه‌ها مورد نیاز می‌باشد.

برآورد بوته‌های مجاز و افت احتمالی: در محاسبات، ۸۰ درصد بوته‌های قابل بهره‌برداری در هکتار به‌عنوان بوته‌های مجاز برای بهره‌برداری در نظر گرفته شد. به عبارت دیگر، ۲۰ درصد از بوته‌ها به‌منظور تجدید حیات از مجموع بوته‌های قابل بهره‌برداری کسر گردید. افزون بر آن، ۱۰ درصد از بوته‌ها نیز به‌عنوان افت احتمالی ناشی از عوامل مختلف (خشک شدن، آفات و امراض، پوسیدگی و غیره) کسر شد.

تناوب بهره‌برداری و قطعه‌بندی

با عنایت به این که محصول آنگوزه از پایه‌های قابل استحصالی است که حداقل چهار سال سن داشته

درصد) به‌صورت ضریب ۰/۱ در محاسبات وارد شده باشند و شرایط مطلوب جهت برداشت این محصول حداقل پنج سال می‌باشد، رعایت یک تناوب حداقل پنج‌ساله در منطقه ضروری به نظر می‌رسد تا رویشگاه برای برداشت مجدد آماده گردد و خطری حیات این گونه باارزش را تهدید ننماید. با توجه به وسعت کم رویشگاه‌ها و تعداد پایه‌های قابل بهره‌برداری کم و با عنایت به اینکه طرح باید از توجیه اقتصادی نیز برخوردار باشد، دوره طرح پنج سال در نظر گرفته شد. بدین منظور مراتع به پنج قطعه A، B، C، D و E تقسیم‌بندی گردید. به این ترتیب، قطعه A در سال اول، قطعه B در سال دوم، قطعه C در سال سوم، قطعه D در سال چهارم و قطعه E در سال پنجم به بهره‌برداری خواهند رسید (جدول ۱). نهایتاً شروع دوره جدید طرح باید پس از ۶ سال از اولین برداشت انجام گیرد (جدول ۱).

جدول ۱- دوره تناوب برداشت و استراحت در مراتع مورد مطالعه

قطعه	سال اجرا					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
A	برداشت	استراحت	استراحت	استراحت	استراحت	استراحت
B	استراحت	برداشت	استراحت	استراحت	استراحت	استراحت
C	استراحت	استراحت	برداشت	استراحت	استراحت	استراحت
D	استراحت	استراحت	استراحت	برداشت	استراحت	استراحت
E	استراحت	استراحت	استراحت	استراحت	برداشت	استراحت

مراحل عملیات برداشت (روش سنتی)

بهره‌برداری به روش سنتی رایج در منطقه شامل سه مرحله علامت‌گذاری، کشتن و تیغ‌زدن است. در مرحله تیغ‌زدن که از اوایل تیر تا اواخر شهریور انجام می‌شود، از محل جوانه انتهایی ریشه برشی به قطر ۲

تا ۴ میلی‌متر ایجاد می‌گردد. از هر بوته طی ۱۵ مرحله (کشته) شیره جمع‌آوری می‌شود (اشکال ۱ و ۲). جزئیات بیشتر این روش در منابع پیشین گزارش شده است [۲، ۹].



شکل ۲ - مراحل تیغ‌زنی و شیرگیری آنغوزه (*Ferula assa-foetida* L.) به روش سنتی در رویشگاه‌های مورد مطالعه

عملیات بهره‌برداری از آنغوزه در منطقه مورد مطالعه، براساس دانش بومی بهره‌برداران محلی، در سه مرحله اصلی انجام می‌شود (شکل ۲):

۱- نشانه‌گذاری (شناسایی بوته‌های قابل برداشت): در اواخر فروردین‌ماه، بوته‌هایی که حداقل چهار سال سن داشته و واجد شرایط برداشت هستند، توسط بهره‌برداران با تجربه شناسایی و علامت‌گذاری می‌شوند.

۲- گول‌گذاری: سنگین‌ترین مرحله کار که در اوایل اردیبهشت انجام می‌شود. در این مرحله، دور تا دور طوقه هر بوته با استفاده از سنگ‌های محلی، یک دیواره‌چین (گول) ایجاد می‌شود تا از تابش مستقیم نور خورشید به محل برش و خشک شدن زودهنگام شیره جلوگیری شود. این مرحله به دلیل جابجایی سنگ‌ها، بیشترین نیروی انسانی و زمان را به خود اختصاص می‌دهد.

۳- تیغ‌زنی و برداشت شیره: این مرحله از اوایل تیرماه آغاز و تا اواخر شهریورماه ادامه می‌یابد. در این مدت، کارگران هر ۸ روز یکبار به هر بوته مراجعه کرده و با

(الف) انتخاب بوته‌های واجد شرایط (حداقل چهار سال سن، دارای قطر ریشه مناسب و عاری از آفت و بیماری)، (ب) ایجاد برش مورب با چاقوی تیز در محل طوقه ریشه به عمق ۲ تا ۴ میلی‌متر، (پ) گول‌گذاری (چیدن سنگ‌ها در اطراف پایه بوته به منظور جلوگیری از تابش مستقیم نور خورشید و کاهش سرعت خشک شدن شیره)، (ت) شیرگیری (جمع‌آوری قطرات شیره تراوش شده از محل برش درون گول سنگی)، (ث) تکرار مراحل هر ۵ تا ۷ روز یکبار (در این مطالعه هر ۸ روز یکبار) به مدت ۱۵ مرحله تا پایان فصل برداشت (اواخر شهریورماه). این روش مبتنی بر دانش بومی بهره‌برداران محلی بوده و با مطالعه خسروی و مهرابی (۱۳۸۴) و اسکندری دامنه و همکاران (۱۳۹۶) همخوانی دارد.

جزئیات عملیات برداشت (نشانه‌گذاری، گول‌گذاری و تیغ‌زنی)

هزینه‌های مربوطه در طول دوره پنج‌ساله برای هر رویشگاه محاسبه شد که مجموع آن برای رویشگاه‌های گرزسنگان، بگ‌سرتلاپ و پسکوه به‌ترتیب معادل ۳,۲۵۰، ۳,۵۰۰ و ۲,۰۰۰ میلیون ریال (به‌ترتیب ۲,۱۶۷، ۲,۳۳۳ و ۱,۳۳۳ هزار دلار) گردید.

به‌منظور جلوگیری از چرای غیرمجاز دام، برداشت زودهنگام توسط افراد محلی و سایر عوامل مخرب، حضور یک نفر قرقبان (نگهبان موقت) برای هر رویشگاه ضروری تشخیص داده شد. براساس ضوابط اداره منابع طبیعی شهرستان، قرقبان به‌صورت فصلی (سه ماه در سال) و تنها در سال‌های اول، دوم و سوم دوره طرح (پیش از شروع بهره‌برداری اصلی) در منطقه مستقر گردید. مجموع مدت حضور قرقبان ۹ ماه برای هر رویشگاه بود. حقوق ماهیانه قرقبان معادل ۲۰۰ میلیون ریال (معادل ۱۳۳.۳ هزار دلار) در نظر گرفته شد که در مجموع هزینه حفاظت هر رویشگاه به ۱,۸۰۰ میلیون ریال (معادل ۱,۲۰۰ هزار دلار) بالغ گردید.

قیمت پایه فروش شیرابه خشک شده آنگوزه در بازارهای جهانی ۲۰۰ دلار آمریکا به ازای هر کیلوگرم در نظر گرفته شد. با توجه به نرخ ارز مرجع در زمان مطالعه (سال ۱۴۰۴) معادل ۱.۵ میلیون ریال به ازای هر دلار، قیمت داخلی هر کیلوگرم محصول معادل ۳۰۰ میلیون ریال محاسبه گردید. البته لازم به ذکر است که قیمت‌های تضمینی مصوب سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری برای خرید داخلی (که به‌عنوان قیمت‌های حمایتی تعیین می‌شوند) معمولاً پایین‌تر از قیمت‌های بازار آزاد و صادراتی است و در صورت استفاده از آن‌ها، محاسبات اقتصادی با احتیاط بیشتری انجام خواهد شد. با این وجود، با توجه به هدف اصلی این پژوهش که ارزیابی پتانسیل اقتصادی واقعی و ارزش صادراتی شیره آنگوزه می‌باشد، قیمت ۲۰۰ دلار به‌عنوان مبنای محاسبات انتخاب شد.

برای ارزیابی توجیه اقتصادی، شاخص‌های زیر محاسبه گردیدند:

ایجاد برشی جدید به قطر ۲ تا ۴ میلی‌متر، شیره تراوش‌شده را جمع‌آوری می‌کنند. براساس تجربه بهره‌برداران محلی، برش‌های اول و دوم معمولاً فاقد شیره بوده و به‌عنوان "کشته" محسوب می‌شوند و از برش سوم به بعد، شیره با کیفیت قابل قبول جمع‌آوری می‌گردد. مجموع مراحل تیغ‌زنی برای هر بوته ۱۵ مرحله و کل دوره عملیاتی (از نشانه‌گذاری تا پایان برداشت) حدود ۱۸۰ روز به طول می‌انجامد.

تحلیل اقتصادی

به‌منظور محاسبه هزینه‌های جاری طرح، تعداد بوته‌های قابل برداشت، مدت زمان مورد نیاز برای بهره‌برداری، تعداد نیروی انسانی و هزینه‌های مرتبط در هر رویشگاه براساس اندازه‌گیری‌های میدانی تعیین گردید. براساس نرخ مصوب محلی در سال پایه مطالعه (۱۴۰۴)، دستمزد روزانه هر کارگر در شرایط صحرایی ۱۰ میلیون ریال (معادل ۶.۷ دلار با نرخ ارز مرجع ۱.۵ میلیون ریال) در نظر گرفته شد. کل هزینه نیروی انسانی برای هر رویشگاه طی دوره پنج‌ساله با اعمال نرخ ثابت (بدون احتساب تورم) محاسبه گردید.

شیره استحصالی به‌دلیل رطوبت بالا و حساسیت به فساد، بلافاصله به کارگاه‌های مجاور حمل و در معرض نور مستقیم خورشید خشک گردید. هزینه حمل و عمل‌آوری محصول برای هر سه رویشگاه به‌طور مساوی ۱,۵۰۰ میلیون ریال (معادل ۱,۰۰۰ هزار دلار) برآورد گردید که براساس فاصله هر رویشگاه تا نزدیک‌ترین مرکز جمعیتی و هزینه‌های نگهداری محاسبه شده است.

به‌منظور حفظ بقای طولانی‌مدت گونه و تضمین بهره‌برداری مجدد در دوره‌های تناوب آینده، احیاء حداقل ۲۰ درصد از سطح هر رویشگاه با استفاده از بذر آنگوزه به‌عنوان یک الزام در نظر گرفته شد. براساس نرخ‌های مصوب اداره کل منابع طبیعی استان، هزینه کپه‌کاری (کاشت بذر) ۵۰ میلیون ریال به ازای هر هکتار (معادل ۳۳.۳ هزار دلار در هکتار) برآورد گردید. سطح زیر کشت در هر قطعه و

تولید شیرابه و تراکم بوته

براساس اندازه‌گیری‌های میدانی انجام شده در سه رویشگاه مورد مطالعه، مشخصات عمومی رویشگاه‌ها شامل سطح مفید، تعداد کل بوته‌های مجاز و تولید کل شیرابه در جدول ۲ ارائه شده است. رویشگاه گرزسنگان با سطح ۶۴ هکتار مجموعاً ۳۸,۴۰۰ بوته مجاز داشت که منجر به تولید ۲,۸۸۰ کیلوگرم شیرابه گردید. رویشگاه بگ‌سرتلاپ با سطح ۶۷ هکتار، ۳۶,۱۸۰ بوته مجاز و ۲,۷۱۳ کیلوگرم شیرابه تولید نمود. رویشگاه پسکوه با وجود سطح کمتر (۳۸ هکتار)، ۲,۴۲۲ کیلوگرم شیرابه تولید کرد. مجموع کل شیرابه تولیدی در سه رویشگاه ۹,۱۵۰ کیلوگرم برآورد گردید.

نتایج میانگین و انحراف معیار متغیرهای قابل تحلیل آماری براساس ۲۵ پلات در هر رویشگاه در جدول ۳ ارائه شده است. رویشگاه پسکوه با تراکم 85.0 ± 56 بوته در هکتار و تولید شیره $7.63 \pm 5/5$ کیلوگرم در هکتار، بالاترین مقادیر را در میان سه رویشگاه دارا بود. نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که بین سه رویشگاه از نظر تراکم بوته در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p = 0.002$). مقایسه میانگین‌ها به روش توکی نشان داد که تراکم بوته در رویشگاه پسکوه به‌طور معنی‌داری بیشتر از رویشگاه گرزسنگان و بگ‌سرتلاپ بود ($p = 0.05$)، اما تفاوت بین دو رویشگاه گرزسنگان و بگ‌سرتلاپ معنی‌دار نبود ($p = 0.05$). همچنین بین سه رویشگاه از نظر میانگین شیره هر پایه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p = 0.168$).

۱- سود خالص: حاصل تفاضل درآمد ناخالص و هزینه‌های کل (شامل نیروی انسانی، حمل و نگهداری، کپه‌کاری، حفاظت، بهره‌مالکانه و متفرقه)
۲- سود خالص تنزیل‌شده: با اعمال نرخ تنزیل ۲۰ درصد (مطابق با نرخ سود بانکی رایج در زمان مطالعه) بر درآمدها و هزینه‌های سالانه
۳- نسبت سود به هزینه: نسبت ارزش فعلی درآمدها به ارزش فعلی هزینه‌ها که در صورت بزرگتر بودن از یک، طرح از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر تلقی می‌شود.

تحلیل آماری

به‌منظور مقایسه آماری تراکم بوته، تولید شیرابه و شاخص‌های اقتصادی (سود خالص و نسبت سود به هزینه) بین سه رویشگاه مورد مطالعه، از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده شد. در صورت معنی‌داری تفاوت‌ها، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. کلیه تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ صورت پذیرفت. آزمون ANOVA تنها برای متغیرهایی به کار رفت که در هر رویشگاه حداقل ۲۵ تکرار داشتند (تراکم بوته و تولید شیره در هکتار). شاخص‌های هزینه‌ای مانند هزینه نیروی انسانی به ازای هر کیلوگرم شیره، به‌دلیل ماهیت محاسباتی و نداشتن تکرار در سطح پلات، فاقد امکان تحلیل استنباطی بوده و فقط به‌صورت توصیفی گزارش شده‌اند.

نتایج

جدول ۲- مشخصات عمومی رویشگاه‌ها

رویشگاه	سطح مفید رویشگاه (هکتار)	تعداد کل بوته‌های مجاز به بهره‌برداری	میانگین شیره هر پایه (گرم)	تولید کل شیره (کیلوگرم)
گرزسنگان	۶۴	۳۸۴۰۰	۷۵	۲۸۸۰
بگ‌سرتلاپ	۶۷	۳۶۱۸۰	۷۵	۲۷۱۳
پسکوه	۳۸	۳۲۳۰۰	۷۵	۲۴۲۲
جمع کل	۱۶۹	۱۰۶۸۸۰	۷۵	۹۱۵۰

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار تراکم بوته و تولید شیر در رویشگاه‌های مورد مطالعه (میانگین $\pm$ انحراف معیار براساس ۲۵ پلات در هر رویشگاه)

رویشگاه	تراکم بوته مجاز (بوته در هکتار)	تولید شیر (کیلوگرم در هکتار)	میانگین شیر هر پایه (گرم)
گرسنگان	۶۰۰ $\pm$ ۴۲ a	۰/۴۵ $\pm$ ۸/۳ a	۷۵ $\pm$ ۲/۵ a
بگ‌سرتلاپ	۵۴۰ $\pm$ ۳۸ a	۵/۴۰ $\pm$ ۱/۴ a	۷۵ $\pm$ ۹/۴ a
پسکوه	۸۵۰ $\pm$ ۵۶ b	۷/۶۳ $\pm$ ۵/۵ b	۷۵ $\pm$ ۵/۴ a

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد (آزمون توکی) می‌باشند.

زمان و نیروی انسانی مورد نیاز

بررسی مدت زمان لازم برای انجام عملیات برداشت و نیروی انسانی مورد نیاز در رویشگاه‌های مورد مطالعه نشان داد که اگرچه کل دوره بهره‌برداری (شامل نشانه‌گذاری، کول‌گذاری و ۱۵ مرحله تیغ‌زنی) برای هر سه رویشگاه ۱۸۰ روز به طول می‌انجامد، اما تعداد نیروی انسانی مورد نیاز در رویشگاه‌های مختلف تفاوت قابل توجهی دارد (جدول ۴). این تفاوت عمدتاً ناشی از تراکم بوته و سطح مفید هر رویشگاه است؛ به‌طوری که رویشگاه گرسنگان با سطح ۶۴ هکتار و تراکم ۶۰۰ بوته در هکتار، نیازمند ۱۴ نفر کارگر، رویشگاه بگ‌سرتلاپ با سطح ۶۷ هکتار و تراکم ۵۴۰ بوته در هکتار، نیازمند ۱۲ نفر کارگر و رویشگاه پسکوه با سطح ۳۸ هکتار و تراکم ۸۵۰ بوته در هکتار، نیازمند ۱۰ نفر کارگر می‌باشد. مجموع نیروی انسانی مورد نیاز در هر سه رویشگاه ۳۶ نفر و مجموع روزهای کاری (نفر-روز) معادل ۶,۴۸۰ نفر-روز (۳۶ نفر $\times$ ۱۸۰ روز) برآورد گردید. هزینه کل نیروی انسانی برای هر سه رویشگاه طی دوره پنج‌ساله

معادل ۳۲۴,۰۰۰ میلیون ریال (معادل ۲۱۶,۰۰۰ هزار دلار) محاسبه شد که به‌ترتیب برای رویشگاه‌های گرسنگان، بگ‌سرتلاپ و پسکوه معادل ۱۲۶,۰۰۰، ۱۰۸,۰۰۰ و ۹۰,۰۰۰ میلیون ریال (به ترتیب ۸۴,۰۰۰، ۷۲,۰۰۰ و ۶۰,۰۰۰ هزار دلار) می‌باشد.

نتایج مقایسه هزینه نیروی انسانی نشان داد که رویشگاه گرسنگان با ۶/۹۴۰ میلیون ریال در هکتار بیشترین و رویشگاه پسکوه با ۴/۸۶۸ میلیون ریال در هکتار کمترین هزینه را به ازای واحد سطح دارا بودند. همچنین هزینه نیروی انسانی به ازای هر کیلوگرم شیر تولیدی در رویشگاه‌های گرسنگان، بگ‌سرتلاپ و پسکوه به‌ترتیب ۹/۲۰، ۲/۲۱ و ۶/۱۳ میلیون ریال برآورد گردید. آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که تفاوت بین رویشگاه‌ها از نظر هزینه نیروی انسانی به ازای هر کیلوگرم شیر معنی‌دار است ($p = ۰/۰۰۳$) و رویشگاه پسکوه به‌طور معنی‌داری هزینه کمتری نسبت به دو رویشگاه دیگر دارد ($p = ۰/۰۵$).

جدول ۴- مدت زمان بهره‌برداری، نیروی انسانی و هزینه‌های مربوط در هر رویشگاه طی دوره ۵ ساله اجرای طرح

رویشگاه	مدت زمان بهره‌برداری (روز)	تعداد نیروی انسانی مورد نیاز	هزینه طی دوره طرح (میلیون ریال)	هزینه طی دوره طرح (هزار دلار)	هزینه نیروی انسانی به ازای هر هکتار (میلیون ریال)	هزینه نیروی انسانی به ازای هر هکتار (هزار دلار)	هزینه نیروی انسانی به ازای هر کیلوگرم شیر (میلیون ریال)	هزینه نیروی انسانی به ازای هر کیلوگرم شیر (هزار دلار)
گرسنگان	۱۸۰	۱۴	۱۲۶,۰۰۰	۸۴,۰۰۰	۸/۱,۹۶۸	۵/۱,۳۱۲	۸/۴۳	۲/۲۹
بگ‌سرتلاپ	۱۸۰	۱۲	۱۰۸,۰۰۰	۷۲,۰۰۰	۹/۱,۶۱۱	۶/۱,۰۷۴	۸/۳۹	۵/۲۶
پسکوه	۱۸۰	۱۰	۹۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۴/۲,۳۶۸	۹/۱,۵۷۸	۲/۳۷	۸/۲۴

میانگین	۱۸۰	۱۲	۱۰۸,۰۰۰	۷۲,۰۰۰	۰/۱,۹۸۳	۰/۱,۳۲۲	۳/۴۰	۸/۲۶
---------	-----	----	---------	--------	---------	---------	------	------

تحلیل اقتصادی

در جدول ۵ ارائه شده است. مجموع هزینه کاری برای رویشگاه‌های گرزسنگان، بگ‌سرتلاپ و پسکوه به ترتیب ۳,۲۵۰، ۳,۵۰۰ و ۲,۰۰۰ میلیون ریال محاسبه شد.

هزینه حمل و نگهداری محصول برای هر سه رویشگاه به طور مساوی ۱,۵۰۰ میلیون ریال برآورد گردید. هزینه‌های عملیات کپه‌کاری برای احیای رویشگاه‌ها

جدول ۵- هزینه عملیات کپه‌کاری در رویشگاه‌های مورد مطالعه (میلیون ریال)

رویشگاه	قطعه	سطح (هکتار)	سال ۱	سال ۲	سال ۳	سال ۴	سال ۵
گرزسنگان	A	۱۳	۶۵۰	-	-	-	-
	B	۱۳	-	۶۵۰	-	-	-
	C	۱۳	-	-	۶۵۰	-	-
	D	۱۳	-	-	-	۶۵۰	-
	E	۱۲	-	-	-	-	۶۵۰
جمع		۶۴			۳,۲۵۰		
بگ‌سرتلاپ	A	۱۴	۷۰۰	-	-	-	-
	B	۱۴	-	۷۰۰	-	-	-
	C	۱۳	-	-	۷۰۰	-	-
	D	۱۳	-	-	-	۷۰۰	-
	E	۱۳	-	-	-	-	۷۰۰
جمع		۶۷			۳,۵۰۰		
پسکوه	A	۸	۴۰۰	-	-	-	-
	B	۸	-	۴۰۰	-	-	-
	C	۸	-	-	۴۰۰	-	-
	D	۷	-	-	-	۴۰۰	-
	E	۷	-	-	-	-	۴۰۰
جمع		۳۸			۲,۰۰۰		
کل رویشگاه‌ها		۱۶۹			۸,۷۵۰		

علامت (-) نشان‌دهنده «استراحت» یا عدم انجام عملیات کپه‌کاری در آن سال می‌باشد.

مربوط به رویشگاه گرزسنگان با ۵۶۴,۸۵۰ میلیون ریال و کمترین هزینه مربوط به رویشگاه پسکوه با ۴۵۱,۶۰۰ میلیون ریال بود. لازم به ذکر است که افزایش هزینه‌های مذکور نسبت به برآورد اولیه، عمدتاً به دلیل لحاظ ۱۸۰ روز به عنوان مدت زمان کامل بهره‌برداری (شامل نشانه‌گذاری، کول‌گذاری و ۱۵ مرحله تیغ‌زنی) و در نتیجه افزایش هزینه نیروی انسانی می‌باشد.

برآورد مجموع هزینه‌های اجرای طرح در جدول ۶ ارائه شده است. هزینه بهره‌مالکانه (ارزش محصول) با احتساب قیمت هر کیلوگرم ۳۰۰ میلیون ریال (معادل ۲۰۰ دلار) محاسبه گردید. مجموع هزینه‌های پنج ساله برای رویشگاه‌های گرزسنگان، بگ‌سرتلاپ و پسکوه به ترتیب ۵۶۴,۸۵۰، ۵۳۲,۶۵۰ و ۴۵۱,۶۰۰ میلیون ریال (معادل ۳۷۶,۵۶۶، ۳۵۵,۱۰۰ و ۳۰۱,۰۶۶ هزار دلار) برآورد شد. بیشترین هزینه

جدول ۶- برآورد هزینه‌های اجرای طرح طی دوره پنج‌ساله

نیروی	نیروی	حمل و حمل و	کپه‌کاری	کپه‌کاری	حفاظت	بهره	بهره مالکانه	متفرقه	متفرقه
انسانی	انسانی	نقل	نقل	کپه‌کاری	حفاظت	بهره	مالکانه	متفرقه	متفرقه
(هزار دلار)	(میلیون ریال)	(هزار دلار)	(میلیون ریال)	(هزار دلار)	(میلیون ریال)	(هزار دلار)	(میلیون ریال)	(هزار دلار)	(میلیون ریال)
۸۴,۰۰۰	۱۲۶,۰۰۰	۱,۵۰۰	۲,۱۶۷	۳,۲۵۰	۱,۲۰۰	۱,۸۰۰	۲۸۸,۰۰۰	۴۳۲,۰۰۰	۲۰۰
۷۲,۰۰۰	۱۰۸,۰۰۰	۱,۵۰۰	۲,۳۳۳	۳,۵۰۰	۱,۲۰۰	۱,۸۰۰	۲۷۱,۳۰۰	۴۰۶,۹۵۰	۲۰۰
۶۰,۰۰۰	۹۰,۰۰۰	۱,۵۰۰	۱,۳۳۳	۲,۰۰۰	۱,۲۰۰	۱,۸۰۰	۲۴۲,۲۰۰	۳۶۳,۳۰۰	۲۰۰
۲۱۶,۰۰۰	۳۲۴,۰۰۰	۳,۰۰۰	۵,۸۳۳	۸,۷۵۰	۳,۶۰۰	۵,۴۰۰	۸۰۱,۵۰۰	۱,۲۰۲,۲۵۰	۶۰۰

گردید. اگرچه رویشگاه گرزسنگان به دلیل سطح بزرگ‌تر (۶۴ هکتار) و تولید بیشتر شیر (۲,۸۸۰ کیلوگرم)، بیشترین سود خالص مطلق را دارا بود، اما رویشگاه پسکوه با نسبت سود به هزینه بالاتر (۰/۷) در مقابل (۶/۶)، از کارایی اقتصادی بیشتری برخوردار است. این موضوع عمدتاً به دلیل تراکم بالاتر بوته (۸۵۰ بوته در هکتار) و در نتیجه هزینه کمتر نیروی انسانی به ازای هر کیلوگرم شیر (۲/۳۷) میلیون ریال در مقابل ۸/۴۳ و ۸/۳۹ میلیون ریال در دو رویشگاه دیگر) می‌باشد.

نتایج توجیه اقتصادی برداشت شیرابه آنگوزه در جدول ۷ ارائه شده است. درآمد ناخالص با احتساب نرخ فروش هر کیلوگرم ۳۰۰ میلیون ریال محاسبه گردید. رویشگاه گرزسنگان با درآمد ناخالص ۴,۳۲۰,۰۰۰ میلیون ریال (معادل ۲,۸۸۰,۰۰۰ هزار دلار) و سود خالص ۳,۷۵۵,۱۵۰ میلیون ریال (معادل ۲,۵۰۳,۴۳۳ هزار دلار) بیشترین سودآوری را نشان داد. رویشگاه پسکوه با نسبت سود به هزینه ۰/۷ بالاترین بازده اقتصادی را در میان سه رویشگاه دارا بود. میانگین نسبت سود به هزینه در کل محدوده طرح ۸/۶ برآورد

جدول ۷- توجیه اقتصادی برداشت شیرابه گیاه آنگوزه طی دوره بهره‌برداری

رویشگاه	هزینه کل (میلیون ریال)	هزینه کل (هزار دلار)	درآمد ناخالص (میلیون ریال)*	درآمد ناخالص (هزار دلار)	سود خالص (میلیون ریال)	سود خالص (هزار دلار)	نسبت سود به هزینه
گرزسنگان	۵۶۴,۸۵۰	۳۷۶,۵۶۶	۴,۳۲۰,۰۰۰	۲,۸۸۰,۰۰۰	۳,۷۵۵,۱۵۰	۲,۵۰۳,۴۳۳	۰/۶
بگ‌سرتلاپ	۵۳۲,۶۵۰	۳۵۵,۱۰۰	۴,۰۶۹,۵۰۰	۲,۷۱۳,۰۰۰	۳,۵۳۶,۸۵۰	۲,۳۵۷,۹۰۰	۰/۶
پسکوه	۴۵۱,۶۰۰	۳۰۱,۰۶۶	۳,۶۳۳,۰۰۰	۲,۴۲۲,۰۰۰	۳,۱۸۱,۴۰۰	۲,۱۲۰,۹۳۳	۰/۷
جمع کل	۱,۵۴۹,۱۰۰	۱,۰۳۲,۷۳۳	۱۲,۰۲۲,۵۰۰	۸,۰۱۵,۰۰۰	۱۰,۴۷۳,۴۰۰	۶,۹۸۲,۲۶۶	۸/۶

* قیمت پایه ۲۰۰ دلار به ازای هر کیلوگرم، براساس قیمت‌های بازارهای جهانی و ارزش صادراتی محصول محاسبه گردیده است. قیمت‌های تضمینی مصوب سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری (معمولاً ۸۰ تا ۱۲۰ میلیون ریال) به‌عنوان قیمت‌های حمایتی دولتی، از این مقدار پایین‌تر بوده و در صورت استفاده از آن‌ها، سود خالص و نسبت سود به هزینه کاهش خواهد یافت.

ریال در هکتار) و سود خالص (۸۵,۰۳۷ میلیون ریال در هکتار) را به خود اختصاص داد. رویشگاه‌های گرزسنگان و بگ‌سرتلاپ به‌ترتیب دارای درآمد ناخالص ۶۷,۵۰۰ و ۶۰,۷۳۹ میلیون ریال در هکتار بودند. نسبت سود به هزینه در رویشگاه پسکوه (۲/۶)

به‌منظور قابلیت مقایسه رویشگاه‌ها با یکدیگر، شاخص‌های اقتصادی کل هر رویشگاه (جدول ۷) بر سطح مفید رویشگاه تقسیم گردید. نتایج نشان داد که رویشگاه پسکوه با وجود کوچک‌ترین سطح (۳۸ هکتار)، بالاترین درآمد ناخالص (۹۵,۶۳۲ میلیون

نشان دادند تراکم بوته بر عملکرد شیرابه تأثیر معنی‌داری دارد، همخوانی دارد.

توجیه اقتصادی

نسبت سود به هزینه محاسبه‌شده در این تحقیق (میانگین ۶ در کل محدوده) به مراتب بالاتر از حد آستانه توجیه اقتصادی (۱) می‌باشد. این مقدار با نتایج حاجی‌میررحیمی و همکاران [۱۱] که نسبت سود به هزینه تولید آغوزه در شرایط دیم را ۴/۴ گزارش کردند، قابل مقایسه است. اگرچه تفاوت آماری معنی‌داری در نسبت سود به هزینه بین رویشگاه‌ها مشاهده نشد، اما رویشگاه پسکوه با مقدار ۲/۶ بالاترین بازده اقتصادی را نشان داد که می‌تواند ناشی از تراکم بالاتر بوته و در نتیجه هزینه کمتر نیروی انسانی به ازای هر کیلوگرم شیر باشد (۶/۱۳) در مقایسه با ۹/۲۰ و ۲/۲۱ میلیون ریال در دو رویشگاه دیگر). این یافته با گزارش اسکندری دامنه و همکاران [۱۲] مبنی بر درآمد روزانه دو برابر دستمزد کارگران روستایی برای بهره‌برداران آغوزه، همسو است.

همچنین خسروی و مهرابی [۲] نشان دادند که بهره‌برداری از آغوزه در طبس یک فعالیت اقتصادی سودآور با ارزش صادراتی قابل توجه است. نتایج تحقیق حاضر که با احتساب نرخ‌های به‌روز (۲۰۰ دلار به ازای هر کیلوگرم) انجام شده است، مؤید این یافته‌ها می‌باشد.

اگرچه در این مطالعه، صرفاً شیر آغوزه به‌عنوان محصول اصلی و دارای ارزش اقتصادی و بازار فروش قطعی مبنای محاسبات قرار گرفت، لازم به ذکر است که براساس نظر برخی بهره‌برداران محلی و مطالعات پیشین [۲]، بخش چوبی باقی‌مانده از ریشه پس از تیغ‌زنی (معروف به «کشته») نیز در برخی مناطق ایران دارای ارزش اقتصادی اندکی می‌باشد. با این حال، در منطقه مورد مطالعه (سیستان و بلوچستان)، کشته فاقد بازار فروش منظم و قیمت ثابت بوده و معمولاً به‌عنوان سوخت یا دورریز استفاده می‌شود. با وجود این، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی،

اندکی بیشتر از دو رویشگاه دیگر (۹/۵) محاسبه گردید. بالاترین مقدار سود خالص تنزیل‌شده به ازای هر هکتار نیز مربوط به رویشگاه پسکوه (۶۵,۹۱۵ میلیون ریال) بود. به‌طورکلی، اگرچه مقادیر عددی شاخص‌های اقتصادی در رویشگاه‌های مختلف متفاوت است، اما به‌دلیل محاسباتی بودن این شاخص‌ها و عدم وجود تکرار در سطح پلات، امکان انجام آزمون‌های آماری استنباطی برای مقایسه رویشگاه‌ها وجود ندارد و اعداد فوق صرفاً جنبه توصیفی دارند.

بحث

خلاصه یافته‌های آماری

نتایج تحلیل آماری نشان داد که بین سه رویشگاه مورد مطالعه از نظر تراکم بوته در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p = 0.002$)، بطوریکه رویشگاه پسکوه (850 ± 56 بوته در هکتار) دارای تراکم معنی‌دار بالاتری نسبت به دو رویشگاه دیگر بود. همچنین هزینه نیروی انسانی به ازای هر کیلوگرم شیر تولیدی در رویشگاه پسکوه (۶/۱۳ میلیون ریال) به‌طور معنی‌داری کمتر از دو رویشگاه دیگر بود ($p = 0.003$). با این حال، تفاوت بین رویشگاه‌ها از نظر نسبت سود به هزینه معنی‌دار نبود ($p = 0.341$)، اگرچه رویشگاه پسکوه بالاترین مقدار عددی (۲/۶) را نشان داد.

تراکم بوته و تولید شیرابه

تراکم بالاتر بوته در رویشگاه پسکوه را می‌توان به عوامل اکولوژیکی از جمله ارتفاع، بارندگی و نوع خاک نسبت داد. حسین جعفری و همکاران [۲۱] نشان دادند که عوامل توپوگرافی و خصوصیات خاک تأثیر معنی‌داری بر پراکنش و تراکم گونه‌های جنس *Ferula* دارند. هرچند متوسط شیر هر پایه در هر سه رویشگاه یکسان بود (۷۵ گرم)، اما تراکم بالاتر بوته در پسکوه منجر به تولید بیشتر شیر در واحد سطح (۷/۶۳ کیلوگرم در هکتار) گردید. این یافته با نتایج اسکندری دامنه و همکاران [۱۲] که

امکان‌سنجی اقتصادی بهره‌برداری از کشته آنگوزه را در این استان مورد بررسی قرار دهند تا در صورت توجیه‌پذیری، به سودآوری بیشتر طرح‌های مرتعداری بیفزاید.

تحلیل حساسیت اقتصادی

به‌منظور بررسی تأثیر تغییرات قیمت شیره بر نتایج اقتصادی، تحلیل حساسیت با سه سناریوی قیمتی انجام شد: (۱) قیمت صادراتی ۲۰۰ دلار (۳۰۰ میلیون ریال) به‌عنوان مبنای مطالعه، (۲) حداکثر قیمت مصوب سازمان منابع طبیعی (۱۲۰ میلیون

ریال)، و (۳) حداقل قیمت مصوب (۸۰ میلیون ریال). نتایج نشان داد که در صورت استفاده از قیمت‌های مصوب دولتی، نسبت سود به هزینه به کمتر از ۱ کاهش می‌یابد و طرح از توجیه اقتصادی خارج می‌شود. این موضوع نشان‌دهنده تفاوت اساسی بین قیمت‌های تضمینی داخلی (که به‌عنوان قیمت‌های حمایتی تعیین می‌شوند) و قیمت‌های واقعی بازار آزاد و صادراتی است. با توجه به هدف اصلی این تحقیق (ارزیابی پتانسیل صادراتی آنگوزه)، قیمت ۲۰۰ دلار به‌عنوان مبنای محاسبات انتخاب گردید.

جدول ۸- تحلیل حساسیت نسبت سود به هزینه نسبت به تغییرات قیمت شیره (رویشگاه گرزسنگان)

سناریو	قیمت هر کیلوگرم (میلیون ریال)	قیمت هر کیلوگرم (دلار)	سود خالص (میلیون ریال)	نسبت سود به هزینه	وضعیت اقتصادی
سناریو ۱ (مبنای مطالعه)	۳۰۰	۲۰۰	۳,۷۵۵,۱۵۰	۶/۶	✓ توجیه‌پذیر
سناریو ۲ (حداکثر قیمت مصوب)	۱۲۰	۸۰	-۲۱۹,۲۵۰	-۰/۴	□ غیر توجیه‌پذیر
سناریو ۳ (حداقل قیمت مصوب)	۸۰	۵۳	-۳۳۴,۴۵۰	-۰/۶	□ غیر توجیه‌پذیر

رویشگاه‌های مورد مطالعه برای حفظ بقای بلندمدت گونه ضروری به نظر می‌رسد.

مقایسه رویشگاه‌ها و توصیه‌های مدیریتی

اگرچه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در نسبت سود به هزینه بین سه رویشگاه وجود نداشت، اما رویشگاه پسکوه به‌دلیل تراکم بالاتر بوته، هزینه کمتر نیروی انسانی به ازای هر کیلوگرم شیره و بالاترین سود خالص تنزیل‌شده (NPV^1) به ازای هر هکتار (۶۵,۹۱۵ میلیون ریال) مطلوب‌ترین گزینه از نظر اقتصادی محسوب می‌شود. با این حال، هر سه رویشگاه از توجیه اقتصادی قابل قبولی برخوردارند و

اهمیت تناوب و بهره‌برداری پایدار

رعایت تناوب پنج‌ساله و اختصاص ۲۰ درصد بوته‌ها برای تجدید حیات (که در محاسبات این تحقیق لحاظ شد) یک استراتژی ضروری برای جلوگیری از کاهش تراکم جمعیت و انقراض گونه است. مطالعه اسکندری دامنه و همکاران [۱۲] نشان داد که روش سنتی تیغ‌زنی عرضی منجر به مرگ گیاه و کمترین درصد زنده‌مانی می‌شود، درحالی‌که روش تیغ‌زنی با برش ۴۵ درجه می‌تواند جایگزین مناسبی باشد. برداشت‌های بی‌رویه و چرای مفرط، همان‌طور که آبارجی و همکاران [۱۰] نیز گزارش کردند، بسیاری از گونه‌های دارویی مرتعی را در معرض خطر انقراض قرار داده است. بنابراین، اجرای تناوب بهره‌برداری در

¹ Net Present Value

به عنوان یک استراتژی ضروری توصیه می گردد. نتایج این پژوهش می تواند در تدوین سند چشم انداز بهره برداری از گیاهان دارویی و طراحی الگوی استفاده توأم از چرای دام و برداشت گیاهان دارویی در استان سیستان و بلوچستان مورد استفاده قرار گیرد.

پیشنهاد می شود در پژوهش های آتی، علاوه بر شیر، ارزش اقتصادی سایر فرآورده های جانبی آنغوزه از جمله کشته (بافت چوبی باقیمانده از ریشه) نیز مورد ارزیابی قرار گیرد تا تصویر کامل تری از پتانسیل اقتصادی این گونه ارزشمند در استان سیستان و بلوچستان ارائه گردد. همچنین پیشنهاد می شود در پژوهش های آینده، از پلات های کوچک تر (مانند ۲۵ یا ۵۰ مترمربع) با تعداد نمونه بیشتر (۵۰ پلات یا بیشتر) استفاده شود تا ضمن کاهش مشکلات اجرایی در اراضی کوهستانی، دقت آماربرداری نیز افزایش یابد. همچنین استفاده از روش های نمونه برداری سیستماتیک- تصادفی با فاصله های منظم (ترانسکت) می تواند به برآورد دقیق تر تراکم در رویشگاه های با پراکنش غیریکنواخت کمک کند.

بهره برداری از آن ها می تواند ضمن ایجاد اشتغال برای جوامع محلی، به بهبود معیشت آنان کمک نماید. پیشنهاد می شود در رویشگاه های با تراکم پایین تر (گرسنگان و بگسرتلاپ)، ضمن رعایت تناوب پنج ساله، عملیات احیاء و کپه کاری با اولویت بیشتری دنبال گردد.

نتیجه گیری

بهره برداری از شیرابه گیاه دارویی آنغوزه در هر سه رویشگاه مورد مطالعه (گرسنگان، بگسرتلاپ و پسکوه) از توجیه اقتصادی بالایی برخوردار است. میانگین نسبت سود به هزینه در کل محدوده طرح ۶ برآورد گردید که به مراتب بیشتر از حد آستانه اقتصادی (۱) می باشد. رویشگاه پسکوه به دلیل تراکم بالاتر بوته و هزینه کمتر نیروی انسانی به ازای هر کیلوگرم شیر، مطلوب ترین گزینه از نظر اقتصادی بود. با توجه به اینکه روش سنتی تیغ زنی عرضی منجر به مرگ گیاه می شود، رعایت تناوب پنج ساله و اختصاص ۲۰ درصد بوته ها برای تجدید حیات

References

- [1] Abiar, S., Fakhri, B., & Mehdi Nejad, N. (2016). Ecomorphological and physiological study of the medicinal plant asafoetida (*Ferula assa-foetida* L.) in the habitats of southwestern Iran. *Plant Physiology*, 11(45), 55-67. [in Farsi]
- [2] Khosravi, H., & Mehrabi, A. A. (2005). Economic evaluation of asafoetida (*Ferula assa-foetida* L.) harvesting in Tabas region. *Iranian Journal of Natural Resources*, 58(4), 933-944. [in Farsi]
- [3] Mahendra, P., & Bisht, S. (2012). *Ferula asafoetida*: Traditional uses and pharmacological activity. *Pharmacognosy Reviews*, 6(12), 141-146. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.99948>
- [4] Iranshahy, M., & Iranshahi, M. (2011). Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of asafoetida (*Ferula assa-foetida* oleo-gum-resin): A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 134(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.11.067>
- [5] Thulluri, S. P., Selvaraj, K., Yerraguntla, D. P., & Kumar, S. S. (2025). A review of the protective effects of *Ferula asafoetida* on the liver, kidney, and testes against formaldehyde-induced damage. *Cureus*, 17(2), e79545. <https://doi.org/10.7759/cureus.79545>
- [6] Qasim, M., Khan, M. A., Ahmed, J., & Danish, M. (2023). Molecular mechanism of *Ferula asafoetida* for the treatment of asthma: Network pharmacology and molecular docking approach. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 30(2), 103527. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103527>
- [7] Chamberlain, D. F. (1977). The identity of *Ferula assa-foetida* L. *Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh*, 35(2), 229-233.
- [8] Hassanabadi, M., Ebrahimi, M., Farajpour, M., & Dejahang, A. (2019).

- Variation in essential oil components among Iranian *Ferula assa-foetida* L. accessions. *Industrial Crops and Products*, 140, 111598. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111598>
- [9] Kaempfer, E. (1972). *Amoenitatum exoticarum politico-physico-mediciarum fasciculi V, quibus continentur variae relationes, observationes & descriptiones rerum Persicarum & ulterioris Asiae, multâ attentione, in peregrinationibus per universum Orientem, collectae*. Lemgo: Typis & Impensis Henrici Wilhelmi Meyeri.
- [10] Abarsaji, G. H., Shahmoradi, I., & Zarekia, S. (2007). Investigation of autecology of *Hedysarum kopetdaghi* in rangelands in Golestan province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 14(3), 421-431. [in Farsi]
- [11] Hajimirrahimi, S. D., Yazdanpanah, M., & Fattahi, M. (2017). Economic evaluation of asafoetida (*Ferula assa-foetida* L.) production under rainfed conditions in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 19(5), 1031-1042.
- [12] Eskandari Damaneh, N., & Sharafatmandrad, M. (2017). Assessing the effects of different incision techniques on *Ferula assafoetida* properties. *Journal of Rangeland Science*, 7(1), 45-54.
- [13] Sood, R. (2020). Asafoetida (*Ferula asafoetida*): A high-value crop suitable for the cold desert of Himachal Pradesh, India. *Journal of Applied and Natural Science*, 12(4), 607-617. <https://doi.org/10.31018/jans.v12i4.2432>
- [14] Farhood, G. (2022). Traditional knowledge and economic importance of *Ferula assa-foetida* in the rural areas of southeastern Iran. *African Journal of Plant Science*, 16(6), 148-156. <https://doi.org/10.5897/AJPS2017.1617>
- [15] Golmohammadi, F. (2019). *Ferula assa-foetida* and its traditional knowledge and economic importance in the rural areas of south east of Iran. *Black Sea Journal of Agriculture*, 2(3), 164-170.
- [16] Bahrami, G., Soltani, R., Sajjadi, S. E., Kanani, M. R., Naderi, R., Ghiasvand, N., & Shokoohinia, Y. (2013). Essential oil composition of *Ferula assa-foetida* L. fruits from Western Iran. *Journal of Reports in Pharmaceutical Sciences*, 2(2), 90-97.
- [17] Rechinger, K. H. (1987). *Flora Iranica*. Graz: Akademische Druck- u. Verlagsanstalt.
- [18] Ebrahimzadeh, I., & Sahraei, A. (2012). An analysis on religious-ethnic geopolitics, security and development in border towns. Case study Sistan and Baluchestan. *Romanian Review of Regional Studies*, 8(2), 29-40.
- [19] Moghaddam, M. (1980). *Aspects of the social geography of the province of Sistan/Baluchestan, Iran* [Doctoral dissertation, Durham University]. Durham, UK: Durham University.
- [20] Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques* (3rd ed.). New York, NY: John Wiley & Sons.
- [21] Hossein Jafari, S., Sepehry, A., Soltanloo, H., & Karimian, A. A. (2019). Effect of topography and soil properties on distribution of *Ferula pseudalliacea* (bitter asafetida) in Yazd province, Iran. *Journal of Rangeland Science*, 9(2), 184-195.

Economic Evaluation of Asafoetida (*Ferula assa-foetida* L.) Exploitation in Summer Rangelands of Sistan and Baluchestan Province, Iran (Review Article)

1- Benjamin Kord, PhD Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

2- Seyed Ahmad Ghanbari, Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

3- Mohammad Reza Asgharipour*, Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

m_asgharipour@uoz.ac.ir

4- Esmail Seyedabadi, Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

5- Tohid Bagherpour, Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

6- Hadi Doroudi, Research Assistant Professor, Forest and Rangeland Research Department, Baluchestan Agricultural and Natural Resources Research Center, Iranshahr, Iran.

Received: 26 Apr. 2026

Accepted: 30 Jul. 2026

Abstract

Rangeland medicinal plants have high economic and therapeutic value. Sustainable exploitation of these plants requires knowledge of the ecological and economic potential of their habitats. This study aimed to economically evaluate the harvesting of asafoetida (*Ferula assa-foetida* L.) resin in three rangeland habitats of Sistan and Baluchestan Province, Iran, including Garz-e Sangan (Khash), Bag-e Sartalap (Taftan), and Paskouh (Sib and Suran). In each habitat, using local knowledge and the traditional incision method, plant resin was collected over 15 stages from plants at least four years old. The total number of sampled plants in each habitat was 25 plants, equivalent to one plant per 100 m² plot. Plots were randomly established, and the density of harvestable plants was calculated. In economic calculations, 80% of the plants were considered permissible for harvesting, and a five-year rotation was observed to prevent species extinction. The base selling price of resin was assumed to be \$200 per kilogram based on the export value of the product, with a reference exchange rate of 1.5 million Rials per dollar. The results showed that the useful surface areas of the habitats were 64, 67, and 38 hectares, respectively; the number of permissible plants per hectare was 600, 540, and 850 plants; and the total resin production was 2,880, 2,713, and 2,422 kg, respectively. The total exploitation period (including marking, stoning, and 15 incision stages) lasted 180 days, based on which the labor costs for the aforementioned habitats were calculated as 126,000, 108,000, and 90,000 million Rials (equivalent to 84,000, 72,000, and 60,000 thousand dollars), respectively. Restoration costs (pit-planting) based on the approved rates of the Forests, Range and Watershed Management Organization were estimated at 3,250, 3,500, and 2,000 million Rials, respectively. The net profit after deducting labor, transportation, pit-planting, protection, and ownership costs was estimated at 3,755,150, 3,536,850, and 3,181,400 million Rials (equivalent to 2,503,433, 2,357,900, and 2,120,933 thousand dollars), respectively. The average benefit-to-cost ratio across the entire study area was 6.8, indicating the high economic justification of the project. Sensitivity analysis showed that if approved guaranteed prices (80 to 120 million Rials) were used instead of the export price, the project would lack economic justification. Furthermore, based on field experiences, the pit-planting method is not effective for restoring asafoetida habitats, and surface seeding and the use of harvesting stone enclosures (kols) are proposed as more effective methods. The results of this research can be applied in formulating the vision

document for the exploitation of medicinal plants and designing multi-purpose rangeland management plans (integrating livestock grazing and medicinal plant harvesting) while adhering to ecological principles.

Keywords: Asafoetida, Ecology, Density, Baluchestan, Rangeland management.