

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای اقتصادی-محیط زیستی بر پایداری اقتصادی دامداران: شواهدی از مراتع با شدت چرای سنگین در شهرستان بابل، استان مازندران

معصومه عرب‌اله فیروزجاه، آذر شیخ‌زین‌الدین، محمد بخشوده، منصور زیبایی^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۵

چکیده

مراتع ایران به واسطه تنوع اقلیمی و جغرافیایی، ظرفیت بالایی در تأمین علوفه و پشتیبانی از معیشت دامداران دارند. با این حال، عامل‌های چندی مانند تغییرپذیری‌های اقلیمی، فشار بیش از حد چرای دام و تغییر کاربری اراضی موجب تخریب این منابع طبیعی شده‌اند. این پژوهش با هدف ارزیابی اثرگذاری‌های راهبردهای اقتصادی-محیط‌زیستی بر پایداری اقتصادی دامداران انجام شد، به گونه‌ای که جنبه‌های محیط‌زیستی نیز در تحلیل‌ها مدنظر قرار گرفت. در گام نخست، از روش‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی بهره‌برداری شد تا میزان علوفه قابل برداشت از مراتع بیلاقی شهرستان بابل و نیاز علوفه‌ای دام‌های موجود ارزیابی شود. سپس با بهره‌گیری از مدل‌سازی برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای، راهبردهای بهینه برای مدیریت پایدار مراتع طراحی شد. داده‌های این پژوهش با استفاده از روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی‌شده و از طریق پرسشنامه و گزارش‌های میدانی دامداران، در سال ۱۴۰۱ گردآوری شده است. نتایج نشان داد که نیاز سالانه دام‌های حاضر در مراتع بیلاقی منطقه معادل ۱۵۶۲۶ تن مواد مغذی قابل هضم برآورد می‌شود، در حالی که این مراتع توان تولید علوفه مجاز، حدود ۳۱۶۸ تن مواد مغذی قابل هضم به ارزش تقریبی ۱۷۴۲ میلیارد ریال را دارند. این کمبود حدود ۱۲۵۶۰ تن مواد مغذی قابل هضم، از طریق چرای فراتر از ظرفیت مراتع جبران می‌شود که موجب تشدید تخریب منابع طبیعی می‌شود. نتایج مدل‌سازی نشان داد که اتخاذ راهبردهای اقتصادی-محیط‌زیستی مانند تنظیم شمار و نوع دام، استفاده از منابع علوفه‌ای جایگزین، بهبود کیفیت مراتع و ترویج چرای پایدار، ضمن کاهش فشار بر بوم سامانه مرتعی، اثرگذاری‌های مثبتی بر معیشت دامداران دارد. بر این مبنا، تدوین برنامه‌های حمایتی و مشوق‌های اجرایی برای آسانگری اجرای این راهبردها ضروری به نظر می‌رسد.

طبقه‌بندی JEL: Q15, Q24, Q57, O13, D61

واژه‌های کلیدی: تخریب مراتع، مدل برنامه‌ریزی تصادفی، تعادل دام-مراتع، سنجش از دور، سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، شهرستان بابل

^۱ دکترای اقتصاد کشاورزی، دانشیار و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

مقدمه

مراعات ایران با داشتن شرایط اقلیمی و جغرافیایی گوناگون، ظرفیت‌های مناسبی در زمینه دammers و دامپروری دارند. چرای دام در مراتع، از جمله رایج‌ترین شیوه‌های بهره‌برداری از این منابع در کشور به‌شمار می‌رود، به‌گونه‌ای که معیشت حدود یک میلیون خانوار عشایری و روستایی به علوفه‌ی مراتع وابسته است (Norouzi et al., 2020; Rigi et al., 2019). با این حال، عامل‌هایی همچون چرای بیش‌ازحد، افزایش جمعیت دامی و تغییر کاربری اراضی، از یک سو باعث کاهش کیفیت و در دسترس بودن منابع خوراک دام شده و از سوی دیگر، موجب محدودیت در معیشت پایدار دامداران شده است (Adesogan et al., 2020; hayati et al., 2024; Huang et al., 2013; Rai, 2016; Rustis et al., 2013; Selemani et al., 2023).

گزارش‌ها نشان می‌دهند که طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۴۰۳، سطح مراتع خوب در کشور از ۹/۳ میلیون هکتار به ۷/۲ میلیون هکتار کاهش یافته و سطح مراتع فقیر و خیلی فقیر از ۴۴/۳ به ۵۶/۲ میلیون هکتار افزایش یافته است (سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۴۰۳). در واکنش به این روند، اقدام‌هایی مانند ساخت آبشخور، قرق، مدیریت چرا، کپه‌کاری و تبدیل دیمزارهای کم‌بازده به مرتع در دستور کار قرار گرفته‌اند (Karimi, 2016; Kohestani & Yeganeh, 2016; Rastegar et al., 2018). با ساخت آبشخورها (مانند حوضچه‌ها، چاه‌های کم‌عمق، تانکرها یا مخزن‌های آب) در محل‌های مختلف مرتع، دام‌ها از تجمع در کنار منابع آب طبیعی جلوگیری کرده و فشار چرا بر محل‌های خاص کاهش می‌یابد. همچنین بازدارنده آلودگی منابع آب طبیعی می‌شود. در برنامه کپه‌کاری، بذر گیاهان مرتعی (به‌طور معمول گیاهان بومی و مقاوم به خشکی) به صورت کپه‌ای و با فاصله مشخص در زمین کاشته می‌شود. این روش ساده و کم‌هزینه بوده و باعث تسریع در بازسازی پوشش گیاهی می‌شود. همچنین برخی زمین‌های دیم‌کاری که بازدهی کشاورزی پایینی دارند، به مرتع تبدیل می‌شوند. در این بین قرق و مدیریت چرا، به منظور کاهش فشار در مراتع تخریب شده با اتخاذ راهبردهای مدیریتی مانند محرومیت از چرا (به معنای چرای دام در یک منطقه خاص یا برای یک دوره معین) و چرای چرخشی (دام‌ها به صورت دوره‌ای بین مراتع مختلف جابه‌جا می‌شوند) تمرکز دارند (Ahmadi Gotab et al.,).

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای... ۷۷

(2019; Najafi *et al.*, 2008). اگرچه این اقدام‌ها در برخی محل‌ها اثربخش بوده‌اند، اما شواهد از تداوم روند کاهشی کیفیت مراتع در سطح ملی است (Khani *et al.*, 2011).

در سطح بین‌المللی نیز، رهیافت‌های مدیریتی مبتنی بر تعادل دام-مرتع، اصلاح سیاست‌های کاربری اراضی، مدیریت بهینه چرای دام و تنوع‌بخشی به درآمد بهره‌داران، مورد تأکید قرار گرفته‌اند (Dong *et al.*, 2011; Eftekhari *et al.*, 2016; Huang *et al.*, 2013; Mahdavi *et al.*, 2024; Moinet *et al.*, 2013; Trotter, 2013). یافته‌های این پژوهش‌ها بر اهمیت طراحی سیاست‌هایی تأکید دارند که به‌طور همزمان هدف‌های اقتصادی، محیط‌زیستی و معیشتی را پوشش دهند (Jamshidloo & Nasiri, 2024; Vendramini *et al.*, 2007).

پژوهش‌های صورت‌گرفته در زمینه مدیریت سامانه دام-مرتع از دیدگاه نوع رویکرد پژوهشی به دو دسته تفکیک‌پذیرند. دسته نخست، پژوهش‌هایی هستند که به ارزیابی پیامدها و هزینه‌های ناشی از چرای دام در مقیاس‌های خرد و کلان می‌پردازند (Cecchini *et al.*, 2023; Haghiyan *et al.*, 2017; Iftikhar *et al.*, 2016; Mahdavi *et al.*, 2024). این پژوهش‌ها بر نقش مشارکت دامداران در اجرای طرح‌های مرتع‌داری، کارایی محیط‌زیستی، و بهره‌گیری از فناوری‌هایی مانند سامانه‌های موقعیت‌یابی جهانی^۱ (GPS) و حسگرهای زمینی تأکید دارند. دسته دوم پژوهش‌هایی است که به بررسی اثرگذاری‌های راهبردهای کلان‌تری مانند رویکردهای معیشتی، نقش سرمایه‌های تولیدی، گسترش علفزارها به‌واسطه بازگشت اراضی زراعی، و استفاده از فناوری‌های نوین کشاورزی دقیق در بهبود مدیریت مرتع و دامداری پرداخته‌اند (Dong *et al.*, 2011; Ghazali & Zibaei, 2022; Ghazali *et al.*, 2013; Mirzaei & Zibaei, 2013; Trotter, 2013; Huang *et al.*, 2013; al., 2023). با وجود تمرکز بخش شایان توجهی از پژوهش‌های پیشین بر ابعاد کمی تولیدهای دامی و بررسی روند تخریب مراتع، هنوز خلأ شایان توجهی در ادبیات علمی پیرامون تحلیل راهبردهای تلفیقی اقتصادی-محیط‌زیستی در بستر شرایط اقلیمی نامطمئن مشاهده می‌شود. به‌ویژه، ارزیابی نظام‌مند تأثیر این راهبردها بر دستیابی هم‌زمان به بهره‌برداری پایدار از منابع مرتعی و حفظ معیشت دامداران، کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

^۱Global Positioning System

در این راستا، با بهره‌گیری از مدل برنامه‌ریزی تصادفی دومرحله‌ای به تحلیل راهبردهای اقتصادی-محیط‌زیستی مختلف پرداخته است. برخلاف مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی مثبت^۱ که مبتنی بر رفتار واقعی بهره‌برداران در وضعیت موجود هستند، این مدل از نوع تجویزی^۲ بوده و هدف آن، تحلیل پیامدهای اقتصادی-محیط‌زیستی راهبردها در مسیر دستیابی به بهره‌برداری پایدار در شرایط اقلیمی متغیر است. هدف از این تحلیل، ارزیابی تأثیر راهبردهای مدیریتی مختلف بر شاخص‌هایی همچون سودآوری دامداران، میزان مصرف خوراک و فروش دام مازاد قابل کشتار بوده است. این پژوهش از دو نظر نوآورانه و قابل توجه است: نخست، از نظر موضوعی به بررسی کیفیت مراتع و شدت چرای دام در دامداری مرتع‌محور تمرکز دارد؛ و دوم، از نظر روش‌شناختی تلاش می‌کند تا تصمیم‌گیری در زمینه اجرای راهبردهای اقتصادی و محیط‌زیستی را بهبود بخشد.

منطقه مورد بررسی (شهرستان بابل) به دلیل شدت بالای چرای دام و حساسیت بوم‌شناختی مراتع ییلاقی، نمونه‌ای مناسب برای تحلیل چنین راهبردهایی است. تمرکز بررسی‌ها بر مراتعی با شدت چرای سنگین است که بیشترین آسیب‌پذیری را دارند. با توجه به تنوع معیشتی پایین دامداران در این ناحیه، بررسی راهبردهایی مانند کاهش تدریجی گله‌ها، بهره‌گیری از خوراک جایگزین، و گسترش کاربری‌های مکمل مانند بوم‌گردی، می‌تواند افق‌های تازه‌ای برای دستیابی به تعادل بین معیشت و پایداری منابع مرتعی فراهم کند.

دوره‌ی کاری و فعالیت‌های دامی در منطقه مورد مطالعه

مراتع ییلاقی استان مازندران به عنوان منبعی ارزشمند از علوفه، نقش حیاتی در تغذیه دام در طول فصل گرم سال دارند. اما افزایش شمار دام، تغییر سریع کاربری اراضی و استمرار شیوه‌های نامطلوب بهره‌برداری، موجب نابودی مراتع این استان شده است (Bayat *et al.*, 2022; Heydari *et al.*, 2015; Kohestani & Yeganeh, 2016). در این راستا، با توجه به اهمیت فعالیت‌های دامداری و نقش مراتع در اقتصاد منطقه، مراتع ییلاقی شهرستان بابل به‌عنوان نماینده استان مازندران برای این پژوهش

^۱ Positive Mathematical Programming (PMP)

^۲ Prescriptive Models

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای...۷۹

انتخاب شد. منطقه مورد نظر در شهرستان بابل، استان مازندران واقع شده، طی دو دهه اخیر کاهش شایان توجهی در کیفیت مراتع این منطقه مشاهده شده است. تغییر کاربری اراضی و افزایش شمار دام‌های سبک و چرای بی‌رویه در دو فصل بهار و تابستان منجر به کاهش پوشش گیاهی و کاهش تولید علوفه شده است (Bostan, 2022). بنابراین، بررسی اثرگذاری‌های فعالیت‌های دامی بر وضعیت اقتصادی و محیط‌زیستی مراتع در این منطقه دارای اهمیت ویژه‌ای است. منطقه شیخ‌موسی با گستره ۱۷۴۶۴ هکتار، در شهرستان بابل استان مازندران واقع شده است. لازم به یادآوری است که این منطقه به‌طور کامل کوهستانی است. دلیل گزینش این منطقه، داشتن روستاهای زیاد و استمرار دامداری، و تامین معیشت از طریق دامداری است. به‌طور کلی، باید گفت دامداری در مراتع بابل استان مازندران به‌صورت سنتی بوده و تقویم کاری دامداران به شرایط آب‌وهوایی بستگی دارد. در واقع، نخستین دوره کاری در فصل پاییز است که از مهر تا انتهای آذرماه ادامه دارد. در این دوره، دام‌ها به‌صورت دستی تغذیه می‌شوند و برای چرای باقی‌مانده محصول‌های زراعی و استفاده از مراتع قشلاقی به این منطقه‌ها برده می‌شوند. در تعلیف دستی بیشتر دامدار مخلوطی از کاه، سبوس و جو را در اختیار دام قرار می‌دهد. با شروع فصل زمستان دامداران برای بهره‌برداری از علوفه شبدر به شالیزارها که زیر کشت شبدر رفته است نقل مکان می‌کنند. در اوایل فصل بهار به دلیل آغاز فصل کشت شالی، رفته رفته حضور گله در شالیزارها کاهش می‌یابد و دامداران اقدام به تعلیف دستی دام می‌کنند. در نهایت، در اوایل خرداد با آغاز مراسم قرق‌شکنی مراتع، دامداران برای بهره‌برداری از علوفه شاداب‌تر به سامان‌های عرفی ییلاقی کوچ می‌کنند. این سامان‌های عرفی از نظر ارتفاعی در منطقه‌های مرتفع‌تری قرار دارند و دارای پوشش مناسبی برای تامین علوفه دام می‌باشند. سپس با کوتاه‌تر شدن روزها مدت زمان حضور گله در عرصه مراتع کاهش می‌یابد (جدول ۱). شایان یادآوری است که اطلاعات این پژوهش از طریق تکمیل پرسشنامه و در بازه زمانی فصل‌های بهار و تابستان، همزمان با آغاز فصل چرا و حضور گله‌ها در مراتع منطقه، گردآوری شده است. در این پژوهش، روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده^۱ به‌کار گرفته شد. جامعه آماری شامل دامداران دارای پروانه بهره‌برداری از مراتع با شدت چرای مختلف در شهرستان بابل بوده که به‌منظور افزایش دقت و قابلیت تعمیم‌پذیری نتایج، در آغاز بر مبنای موقعیت

^۱ Stratified Sampling

جغرافیایی منطقه‌های چرای به چند طبقه تقسیم شد. آن‌گاه از هر طبقه، شمار نمونه‌ها متناسب با اندازه آن طبقه و به‌صورت تصادفی انتخاب شد. حجم نمونه نهایی با استفاده از جدول کرجسی و مورگان (Krejcie & Morgan, 1970) و با در نظر گرفتن کل جامعه آماری، معادل ۲۵۶ دامدار تعیین شد. داده‌های میدانی در سال ۱۴۰۱ و با تکمیل پرسشنامه و مصاحبه‌های حضوری گردآوری شد.

جدول ۱- فعالیت‌های مهم دامدار در طول سال

Table 1 - Important activities of livestock farmers throughout the year

مقاطع زمانی			فعالیت‌های دامداری Periods Livestock activities
مهر تا آذر (دوره اول) October - December (First period)	دی تا اردیبهشت (دوره دوم) January - May (Second period)	خرداد تا شهریور (دوره سوم) June - September (Third period)	
✓	-	✓	چرای باقی‌مانده محصول‌های زراعی Crop residue grazing
✓	✓	✓	تعلیف دستی Hand forage
-	✓	-	تعلیف علوفه شبدر Clover forage
-	-	✓	مراعات بیلاقی Summer pastures
✓	✓	-	مراعات قشلاقی Country pastures

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

روش تحقیق

استخراج نقشه کاربری اراضی

در این مطالعه از تکنیک‌های سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی^۱ (GIS) برای تجزیه و تحلیل تغییر کاربری اراضی مراتع استان مازندران شهرستان بابل استفاده شد. برای این منظور، تصویرهای ماهواره‌ای لندست سنجنده‌های TM، ETM و OLI با وضوح فضایی و طیفی مختلف از منطقه در سه فریم در سال ۲۰۲۱ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متری و قدرت تفکیک زمانی ۱۶ روزه

^۱ Geographic Information System

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای... ۸۱

از سازمان زمین شناسی ایالات متحده^۱ استخراج شد. افزون بر این، از نرم افزار ENVI 4.5 و Arc GIS 10.7 برای عملیاتهای مختلف مانند تصحیح هندسی، تصحیح رادیومتریکی^۲ و اتمسفری^۳، پیش پردازش و طبقه بندی تصویرهای ماهواره ای و IDRISI Selva 17.0 برای تعیین تغییرپذیریهای کاربری اراضی استفاده شد. سپس در ابزار SAGA-GIS نمونه برداری برای هر کاربری با استفاده از یادگیری ماشینی طبقه بندی کننده نظارت شده نافراسنجه ای جنگل تصادفی^۴ با ۷۰۰ بار تکرار در الگوریتم یادگیری ماشین انجام، و کاربری اراضی در شش کلاس مختلف طبقه بندی شد. فرآیند اعتبار سنجی و دقت طبقه بندی تصویرها با مقایسه تصاویر استخراج شده از Google Earth و تصویرها ماهواره ای برای انواع کاربری مشخص و ماتریس خطای مربوط به هر طبقه تشکیل و ضریب کاپا^۵ و دقت کلی^۶ محاسبه شد (Zanotta et al., 2018).

شیوه برآورد تولید علوفه

از جمله متغیرهای کلیدی در این پژوهش، میزان علوفه ی برداشت شده از مراتع است. برای این منظور، روشی گام به گام بکار گرفته شد: گام اول: یافتن معیاری برای طبقه بندی مرتع بر اساس میزان عملکرد است، در این گام از روش پیشنهادی (Abolfathi et al., 2015; Mesdaghi, 2015; Motamedi et al., 2018) استفاده شد که بر مبنای درصد پوشش گیاهی و میزان علوفه سالانه، مرتع به پنج درجه (عالی با پوشش گیاهی ۷۱-۱۰۰ درصد، خوب با پوشش گیاهی ۹۰-۷۱ درصد، متوسط با پوشش گیاهی ۷۰-۵۱ درصد، ضعیف با پوشش گیاهی ۵۰-۳۱ درصد و به کلی ضعیف با پوشش گیاهی ۳۱-۰ درصد) تقسیم شده اند. بر مبنای اطلاعات به دست آمده از اداره کل منابع طبیعی استان مازندران و نقشه کاربری اراضی در سال ۱۴۰۰ و روشی که در گام اول توضیح داده شد، مراتع مورد بررسی از لحاظ پوشش گیاهی طبقه بندی شدند (Natural Resources and Watershed Management of Mazandaran Province, 2000; Nomads Affairs Administration of Mazandaran province, 2016). در گام دوم با توجه به گستره کاربریهای مراتع و میزان تولید علوفه هر مرتع، کل علوفه تولیدی این سطح از مراتع شهرستان محاسبه شد. با توجه به

^۱ United States Geological Survey (USGS)

^۲ Radiometric Calibration

^۳ Quick Atmospheric Correction

^۴ Random Forest Classification Vision with Generic Algorithms (VIGRA)

^۵ Kapa Coefficient

^۶ Overall Accuracy

هدف این پژوهش و ارزیابی‌های انجام شده، تمرکز اصلی بر مراتعی بوده است که دارای شدت چرای سنگین هستند. این گروه از مراتع، به دلیل آسیب‌پذیری بیشتر در برابر تخریب و فرسایش، به‌عنوان جامعه هدف انتخاب شدند. در طراحی مدل تصمیم‌گیری، راهبردهای مختلفی از جمله کاهش اندازه گله در این مراتع تعریف شد تا تأثیر آن بر وضعیت اقتصادی دامدار و پایداری بوم‌شناختی مرتع مورد ارزیابی قرار گیرد.

راهبردهای حفظ مراتع و معیشت دامداران

به‌منظور دستیابی به راهبردهای مؤثر در حفظ مراتع و پایداری معیشت دامداران، از مدل‌سازی برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای بر مبنای داده‌های میدانی استفاده شد. بر مبنای بررسی‌های آماری و اطلاعات مربوط به دام و مراتع نیز مشخص شد که در منطقه مورد پژوهش، شدت چرای دام فراتر از پروانه چرای مجاز دامداران است. یکی از چالش‌های اصلی در این زمینه، تعیین روش‌های عملی و کارآمد برای کاهش اندازه گله‌ها می‌باشد. برابر آمار موجود از گزارش‌های میدانی و پرسش‌نامه‌های گردآوری‌شده و همچنین با تطبیق و اعتبارسنجی داده‌ها با اطلاعات اداره منابع طبیعی شهرستان بابل، متوسط و میانه اندازه گله‌ها به‌ترتیب حدود ۱۸ درصد و ۲۵ درصد بیش از شمار دام مجاز در مراتع است. در این راستا، راهبردهای کاهش اندازه گله به میزان ۱۸ درصد و ۲۵ درصد (با عنوان راهبردهای S1 و S2) و همچنین راهبرد کاهش اندازه گله به حد مجاز (با عنوان راهبرد S3) به‌عنوان راهبردهای محیط‌زیستی برای حفظ تعادل بوم‌شناختی و بهبود وضعیت اقتصادی دامداران انتخاب شد. حد مجاز گله بر مبنای پروانه‌های چرا و با تأیید اداره منابع طبیعی شهرستان بابل، برای هر دامدار متفاوت بوده است. در راهبرد S3، کاهش اندازه گله تا سطح تعیین‌شده در پروانه چرا برای هر بهره‌بردار اعمال شد؛ به‌طوری‌که میزان کاهش بسته به شدت چرای هر دامدار، بین ۲ درصد تا ۸۰ درصد متغیر بوده است. هرچند کاهش اندازه گله در نگاه اول بیشتر ماهیتی محیط‌زیست دارد، اما در این پژوهش، این راهبرد به‌عنوان یک فراسنجه مدیریتی با پیامدهای اقتصادی قابل‌سنجش، در ساختار مدل تصمیم‌گیری لحاظ شده است. به‌عبارت دیگر، تغییر در اندازه گله به‌عنوان یک فراسنجه کنترل‌پذیر، در راهبرد اقتصادی-محیط‌زیستی گنجانده شده و پیامدهای آن بر شاخص‌های اقتصادی دامداران مانند سود ناخالص، هزینه‌ها و نیازهای تغذیه‌ای بررسی می‌شود. در واقع، راهبرد کاهش

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای...۸۳

اندازه گله به صورت تدریجی و پلکانی تا رسیدن به حد مجاز، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. هدف از به کار بردن این راهبردها حرکت به سمت برداشت تعادلی از مراتع است، اما حرکت به سمت تعادل مراتع منجر به ایجاد زیان برای دامدار یا به عبارتی کاهش سود آن‌ها می‌شود و در نتیجه معیشت پایدار دامداران را با خطر روبرو می‌سازد. از این رو، این پژوهش بدنبال یافتن راه‌حل‌های برد-برد است که به گونه‌ای هم‌زمان منافع دامداران و حفاظت از محیط‌زیست را تأمین کند. به عبارت دیگر، برای اینکه بتوان تعادلی بین هدف‌های اقتصادی و محیط‌زیستی برقرار کرد، از راهبردهای تلفیقی^۱ استفاده شد. بدین منظور، در این پژوهش، راهبرد تلفیقی کاهش اندازه گله به همراه گسترش دیگر کاربری مراتع (S4) پیشنهاد شده است. در این پژوهش، راهبرد تلفیقی کاهش اندازه گله به همراه گسترش دیگر کاربری‌های مراتع (S4) پیشنهاد و تأکید شده است. منظور از «دیگر کاربری‌ها» در این راهبرد، تنها فعالیت‌های مکمل و سازگار با ظرفیت‌های بوم‌شناختی مرتع مانند بوم‌گردی کم‌مقیاس، آموزش طبیعت‌گردی یا فروش محصول‌های جانبی سنتی است که بدون تغییر رسمی کاربری زمین، امکان تنوع‌بخشی به معیشت دامداران را فراهم می‌سازد. این فعالیت‌ها به گونه‌ای تعریف شده‌اند که نیازمند حفظ پوشش گیاهی و ادامه فعالیت دامداری باشند و به‌عنوان مکملی برای کاهش فشار چرا و افزایش درآمد در چارچوب بهره‌برداری پایدار عمل کنند. در این پژوهش، هرگونه تغییر کاربری دائمی مانند ویلاسازی یا ساخت‌وساز غیرمرتبط با اصول مرتعداری، مغایر با هدف‌های محیط‌زیستی راهبرد تلقی شده و در مدل لحاظ نشده است. در عین حال، هزینه‌های مرتبط با توسعه این نوع کاربری‌ها نیز در مدل در نظر گرفته شده است. با فرض اینکه گسترش دیگر کاربری‌ها به‌ویژه در قالب بوم‌گردی در منطقه رواج یابد، درآمد و هزینه‌های متناظر برای دامدار بر مبنای مقدارهای متعارف و رایج منطقه برآورد شده‌اند. به منظور ارزیابی اثربخشی هر یک از این راهبردها، شاخص‌های کلیدی همچون میزان مصرف خوراک دام، گستره چراگاه اجاره‌ای، سود ناخالص کل دوره، فروش دام مازاد قابل کشتار و نیاز غذایی گله مورد بررسی قرار گرفته است. خلاصه‌ای از راهبردهای اقتصادی-محیط‌زیستی مورد بررسی در این پژوهش در جدول (۲) آمده است.

^۱ - در ادامه از عبارت "راهبرد تلفیقی" به جای عبارت کامل "راهبرد تلفیقی اقتصادی-محیط‌زیستی" استفاده شد.

جدول (۲) خلاصه راهبردهای اقتصادی - محیط‌زیستی بررسی‌شده در پژوهش

Table 2- Summary of the management strategies evaluated in the study

توضیح مختصر Brief Description	عنوان راهبرد Strategy Title	کد راهبرد Strategy Code
راهبرد محیط‌زیستی با کاهش اندازه گله بر اساس میانگین منطقه‌ای Environmental strategy involving herd size reduction based on regional average	کاهش اندازه گله به میزان ۲۵ درصد Herd Size Reduction 25%	S1
راهبرد محیط‌زیستی با کاهش اندازه گله بر مبنای میانه منطقه‌ای Environmental strategy involving herd size reduction based on regional median	کاهش اندازه گله به میزان ۱۸ درصد Herd Size Reduction 18%	S2
بر پایه پروانه چرا هر دامدار Based on individual grazing permits	کاهش گله تا حد مجاز (۲ درصد تا ۸۰ درصد کاهش) Herd Size Reduction to Permitted Limit (reduction ranging from 2% to 80%)	S3
ترکیب کاهش گله با توسعه فعالیت‌هایی مانند بوم‌گردی برای حفظ معیشت دامدار Combination of herd size reduction with the development of activities such as ecotourism to sustain pastoral livelihoods	راهبرد تلفیقی (S3+توسعه کاربری مکمل) Integrated Strategy (S3 + Alternative Uses)	S4

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

مدل برنامه‌ریزی تصادفی

این پژوهش به دنبال شناسایی و انتخاب بهترین راهبردهای مدیریتی در شرایط عدم قطعیت ناشی از نوسان‌های سالانه تولید علوفه (در سال‌های تر، نرمال و خشک) است؛ به گونه‌ای که ضمن پایداری بهره‌برداری از منابع مرتعی، تاب‌آوری معیشتی دامداران نیز حفظ شود. در واقعیت، تصادفی بودن (احتمال) می‌تواند به عدم قطعیت در ضریب‌های فنی، میزان موجودی برخی منابع و دیگر فراسنجه نیز تعمیم یابد. روش‌های برنامه‌ریزی که به‌طور همزمان عدم قطعیت در منابع را در نظر می‌گیرند، با عنوان برنامه‌ریزی تصادفی شناخته می‌شوند. برنامه‌ریزی تصادفی گسسته نیز می‌تواند به‌صورت یک ترکیب برنامه‌ریزی خطی بر مبنای ساختار ختواره تصمیم مدل‌سازی شود (Birge & Louveaux, 2011; Hardaker et al., 1997). در این ساختار، رویدادهای احتمالی و اقدام‌های ممکن به‌صورت گام‌به‌گام و در یک توالی زمانی مشخص دنبال می‌شوند. در این مدل، اقدام‌ها می‌توانند با متغیرهای تصمیم پیوسته یا ناپیوسته نشان داده شوند، در حالی که رویدادهای ممکن تنها با شمار به نسبت کمی از نتایج احتمالی مجزا مشخص می‌شوند. در این پژوهش، رابطه‌های ریاضی تابع هدف مدل

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای... ۸۵

برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای با هدف بیشینه‌سازی سود ناخالص مورد انتظار، بر مبنای ساختارهای ارائه‌شده توسط (Hardaker et al., 1997) تدوین شده است. که در رابطه (۱) ارائه شده‌اند:

$$Z = \sum_{\gamma} K_{\gamma} \times Fpm_{\gamma} \times Fpr_{\gamma} + QS2 \times PP + QS3 \times PE + TR1 + TR2 - \sum_{\gamma} TC_{\gamma} \times Fpr_{\gamma} \quad (1)$$

متغیرها و پارامترهای مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای در جدول (۳) تشریح شده است.

جدول (۳) تعریف متغیرها و فراسنجه‌های تصمیم

Table 3- Definition of Decision Variables and Model Parameters

متغیرها و فراسنجه‌ها Variables and Parameters	نماد Symbol	مقدار نمونه / واحد Sample Value / Unit
نوع دوره First, second, and third periods	γ	۱، ۲، ۳ (دوره‌ها) (periods) 1, 2, 3
دام مازاد قابل فروش در دوره γ Sale of surplus livestock for slaughter in period γ	K_{γ}	رأس (عدد دام) (Head (number of animals
قیمت فروش هر رأس دام در دوره γ The unit selling price of each animal during period γ	Fpm_{γ}	میلیون ریال / رأس Million IRR per head
احتمال رخداد دوره γ Probability of occurrence of time period γ	Fpr_{γ}	بین ۰ تا ۱ Between 0 and 1
مقدار کل تولید و فراورده‌های دامی Total livestock production	QS2	تن / سال Tons per year
قیمت هر واحد تولیدهای دامی Per-unit price of livestock products	PP	میلیون ریال / تن Million IRR per ton
علوفه مازاد قابل فروش Surplus forage for sale	QS3	تن / سال Tons per year
قیمت علوفه مازاد Selling price of surplus fodder	PE	میلیون ریال / تن Million IRR per ton
درآمد خارج از مراتع Income from non-rangeland activities	TR1	میلیون ریال Million IRR
درآمد بدست آمده از دیگر کاربری‌های مراتع Income from non-grazing rangeland uses	TR2	میلیون ریال Million IRR
هزینه کل در دوره γ Total production cost in period γ	TC_{γ}	میلیون ریال Million IRR
سود ناخالص مورد انتظار کل دوره Expected total gross profit over the planning horizon	Z	میلیون ریال Million IRR

همچنین به منظور بیشینه‌سازی تابع هدف معرفی شده، محدودیت‌های زیر لحاظ شد:

در آغاز لازم به یادآوری است که دوره‌های مورد بررسی این پژوهش در سه حالت اقلیمی مختلف شامل خشکسالی، شرایط عادی و ترسالی در نظر گرفته شده‌اند. دلیل این تفکیک، نوسان‌های میزان تولید علوفه در اثر شرایط اقلیمی متغیر و نقش آن در تأمین خوراک دام است. رابطه‌های (۲ تا ۶) محدودیت نیاز غذایی دام را برای دوره‌های مختلف نشان می‌دهد که نباید مقدار کل مواد مغذی قابل هضم (TDN)^۱ مورد نیاز گله در دوره معین از مقدار TDN در دسترس دامدار در آن دوره بیشتر باشد (Mirzaei & Zibaei, 2013).

$$\left(\sum_i x_{i1} \times Q_i\right) + R_1 + (FTDN2_1 \times PA1) + D2 - D1 \geq RH_1 \quad (2)$$

$$\sum_i x_{i2} \times Q_i + R_2 + D1 - QS3 \geq RH_2 \quad (3)$$

$$QS3 \leq 0.25 \times RH_2 \quad (4)$$

$$\sum_i x_{i2} \times Q_i + R_2 + D1 \geq RH_2 \quad (5)$$

$$\sum_i x_{i3} \times Q_i + R_3 + FTDN2_3 \times PA2 - D2 \geq RH_3 \quad (6)$$

در اینجا، $x_{i\gamma}$ مقدار انواع خوراک خریداری شده (i) در دوره‌های مختلف، Q_i نرخ تبدیل انواع خوراک به TDN، R_γ مقدار TDN در دسترس در دوره‌های مختلف، $FTDN2_\gamma$ مقدار TDN در دسترس پسماند مزارع کشاورزی در دوره‌های مختلف، $PA1$ گستره اجاره ضایعات و پسماند کشتزارهای کشاورزی^۲ در دوره اول، $D2$ مقدار خوراک مازاد در دوره سوم، $D1$ مقدار خوراک مازاد در دوره اول و RH_γ مقدار TDN مورد نیاز گله در دوره‌های مختلف است. رابطه (۳) بیان‌کننده محدودیت نیاز غذایی دام برای دوره دوم در حالت ترسالی است. در دوره ترسالی احتمال فروش علوفه مازاد وجود

^۱ Total Digestible Nutrient

^۲ منظور از «گستره اجاره پسماند مزارع کشاورزی» در این پژوهش، سطحی از اراضی زراعی است که دامداران پس از برداشت محصول، آن را به‌طور موقت برای چرا اجاره می‌کنند. در این زمین‌ها، بقایای گیاهی (مانند کلش برنج یا ساقه‌های خشک شده ذرت) باقی‌مانده از عملیات برداشت، به عنوان منبع تغذیه فصلی برای دام‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مساحت، بخشی از منابع علوفه‌ای مکمل به‌شمار می‌آید که به ویژه در دو فصل پاییز و زمستان در اختیار دامداران قرار می‌گیرد و نقش مهمی در تأمین خوراک دام‌ها در شرایط کمبود مرتع دارد.

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای... ۸۷

دارد. در این دوره در شرایط ترسالی، TDN در دسترس گله باید برابر یا بیشتر از نیاز غذایی گله باشد. QS3 علوفه مازاد قابل فروش که از دوره دوم در ترسالی به دوره‌های دیگر منتقل می‌شود که به صورت رابطه (۴) تعریف می‌شود. در رابطه (۴)، مقدار علوفه مازاد قابل فروش باید کمتر یا برابر با ۲۵ درصد نیاز غذایی گله در دور دوم در حالت ترسالی باشد. رابطه (۵) محدودیت نیاز غذایی گله در دوره دوم در حالت‌های نرمال و خشکسالی است و بایستی مقدار TDN در دسترس از هر منبعی بیشتر از نیاز تغذیه‌ای گله باشد. رابطه (۶) محدودیت نیاز غذایی گله در دوره سوم است. PA2 گستره اجاره ضایعات و پسماند کشتزارهای کشاورزی و D2 مقدار خوراک مازاد در دوره سوم را نشان می‌دهد. محدودیت هزینه کل در دوره‌های مختلف (TC_{γ}) از رابطه (۷ تا ۹) به دست می‌آید. محدودیت هزینه شامل هزینه اجاره مزارع، هزینه‌های ثابت و هزینه خرید خوراک دام است که با توجه به شرایط هر دوره، هزینه‌ها متفاوت است.

$$\sum_i x_{i1} \times PF_{i1} + PAS1 \times PA1 + D1 \times PD + D2 \times C + FTFC_1 = TC_1 \quad (7)$$

$$\sum_i x_{i2} \times PF_{i2} + D1 \times C + FTFC_2 = TC_2 \quad (8)$$

$$\sum_i x_{i3} \times PF_{i3} + PAS2 \times PA2 + D2 \times PD + D2 \times C + FTFC_3 = TC_3 \quad (9)$$

$PF_{i\gamma}$ ، قیمت خرید هر کیلوگرم خوراک i در هر دوره، $PAS1$ ، نرخ اجاره هر هکتار ضایعات و پسماند کشتزارهای کشاورزی، PD، قیمت خوراک مازاد، C، هزینه حمل و نقل هر کیلو علوفه و $FTFC_{\gamma}$ ، هزینه‌های ثابت در دوره‌های مختلف، شامل هزینه‌های نگهداری دام، تجهیزات و غیره است. رابطه (۸) محدودیت هزینه کل در دوره دوم را نشان می‌دهد. قیمت انواع خوراک در حالت‌های آب‌وهوایی مختلف متفاوت است که این تفاوت قیمت لحاظ شده است. رابطه (۹) محدودیت هزینه کل در دوره

^۱ این محدودیت بر مبنای ملاحظه‌های بوم‌شناختی و توصیه منابع تخصصی (مانند Fridman, P. (2003). Satiety and feeding station behavior of grazing steers. *Soc. Range Mgt., Abs. Papers.*, Mirzaei, N., & Zibaei, M. (2013). Evaluation of the Government Drought Management Policies in *Journal of Agricultural Economics & Development*, 27(2), 84-94. the Support of Nomadic Communities of Fars Province <https://doi.org/10.22067/jead2.v0i0.26399>) اعمال شده است.

سوم را نشان می‌دهد. در اینجا، $PAS2$ نرخ اجاره هر هکتار پسماند و ضایعات کشتزارهای کشاورزی در دوره سوم است.

رابطه (۱۰) مقدار نیاز تغذیه‌ای یا TDN مورد نیاز برای گله در هر دوره را نشان می‌دهد.

$$(H1 - K_y) \times Req \times Day_y = RH_y \quad (10)$$

$H1$ اندازه گله، K_y دام مازاد قابل فروش در هر دوره، Req نیاز روزانه هر واحد دامی به TDN و Day_y مدت زمان بر حسب روز در هر دوره است.

رابطه (۱۱ تا ۱۳) محدودیت مقدار TDN در دسترس در دوره‌های مختلف را نشان می‌دهد.

$$R_1 = Sr1 \times FTDN_1 \times (Month/12) \quad (11)$$

$$R_2 = S11 \times FTDN_2 \times (Month/12) \quad (12)$$

$$R_3 = GI \times Sr2 \times FTDN_3 \times (Month/12) \times SD \quad (13)$$

$Sr1$ ، گستره کشتزارهای پسماند و ضایعات کشاورزی، $FTDN_y$ مقدار TDN در دسترس گستره پسماند کشاورزی در دوره‌های مختلف و $Month$ ، ماه‌های حضور در گستره پسماند و ضایعات کشاورزی را نشان می‌دهد. رابطه (۱۲) محدودیت مقدار TDN در دسترس در دوره دوم را نشان می‌دهد. مقدار تولید شبدر در حالت‌های آب‌وهوایی مختلف متفاوت است که این تفاوت در میزان برداشت شبدر لحاظ شده است. $S11$ گستره کشتزارهای شبدر، $FTDN_2$ مقدار TDN در دسترس بودن کشتزارهای شبدر در دوره دوم، $Month$ ماه‌های حضور در مزارع شبدر را نشان می‌دهد. رابطه (۱۳) محدودیت مقدار TDN در دسترس در دوره سوم را نشان می‌دهد. در دوره سوم بیشترین زمان تعلیف دام در مراتع ییلاقی انجام می‌شود. GI شدت چرا در مرتع مورد بررسی، $Sr2$ مساحت مرتع، $FTDN_3$ مقدار TDN در دسترس مرتع در دوره سوم، $Month$ ماه‌های حضور در مرتع و SD سهم هر دامدار از مرتع را نشان می‌دهد.

رابطه (۱۴ و ۱۷) محدودیت TDN در دسترس پسماند و ضایعات کشتزارهای کشاورزی و مقدار خوراک مازاد در دوره‌های اول و سوم را نشان می‌دهد که باید کمتر از ۲۰ درصد نیاز غذایی گله در دوره مورد نظر باشد (Mirzaei & Zibaei, 2013).

$$PA1 \times FTDN2_1 \leq 0/20 \times RH_1 \quad (14)$$

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای... ۸۹

$$D1 \leq 0/20 \times RH_1 \quad (۱۵)$$

$$PA2 \times FTDN2_3 \leq 0/20 \times RH_3 \quad (۱۶)$$

$$D2 \leq 0/25 \times RH_3 \quad (۱۷)$$

رابطه (۱۵) محدودیت مقدار خوراک مازاد در دوره اول را نشان می‌دهد که باید کمتر از ۲۰ درصد نیاز غذایی گله در دور اول باشد. رابطه (۱۷) محدودیت مقدار خوراک مازاد در دوره سوم را نشان می‌دهد که باید کمتر از ۲۵ درصد نیاز غذایی گله در دور سوم باشد (Mirzaei & Zibaei, 2013). رابطه (۱۸) محدودیت فروش گله را نشان می‌دهد که باید پایداری گله حفظ شود. فروش دام باید از اندازه گله کمتر باشد.

$$K_1 + K_{2t} + K_{2n} + K_{2d} + K_3 \leq \text{Selling} \times H1 \quad (۱۸)$$

K_1 شمار و نوع دام مازاد قابل فروش در هر دوره و Selling نرخ فروش گله است. مجموع فروش گله در کل دوره باید کمتر از نرخ فروش دام در اندازه گله باشد تا پایداری گله حفظ شود. رابطه‌های (۱۹ تا ۲۱) محدودیت نقدینگی، در دوره‌های مختلف بیانگر این مسئله است که کل هزینه‌های انجام شده بایستی از میزان نقدینگی در آن دوره کمتر باشد.

$$\sum_i x_{i1} \times PF_{i1} + PAS1 \times PA1 + D1 \times PD + D2 \times C + FTFC_1 - K_1 \quad (۱۹)$$

$$\times FPM_1 \leq \text{Budget}_1$$

$$\sum_i x_{i2} \times PF_{i2} + D1 \times C + FTFC_2 - K_2 \times FPM_2 \leq \text{Budget}_2 \quad (۲۰)$$

$$\sum_i x_{i3} \times PF_{i3} + PAS2 \times PA2 + D2 \times PD + FTFC_3 - K_3 \times FPM_3 \quad (۲۱)$$

$$\leq \text{Budget}_3$$

Budget_1 میزان نقدینگی در دوره‌های مختلف است. رابطه (۲۰) محدودیت نقدینگی در دوره دوم را نشان می‌دهد. لازم به یادآوری است که این متغیرها پیشتر معرفی شده‌اند. هزینه‌های ثابت در شرایط آب‌وهوایی مختلف متفاوت است، که این تفاوت هزینه‌ها در نظر گرفته شده است. رابطه (۲۱) محدودیت نقدینگی را در دوره سوم را نشان می‌دهد.

رابطه (۲۲) محدودیت ظرفیت خرید خوراک در هر دوره را نشان می‌دهد. در اینجا $\max M_i$ بیشترین ظرفیت مجاز خرید خوراک نوع i در یک دوره برای هر دامدار است. این مقدار بر مبنای امکانات

ذخیره‌سازی، منابع مالی، و محدودیت‌های عرضه خوراک در منطقه تعیین شده است. X_{iy} مقدار خوراک نوع i خریداری شده در دوره زمانی y است.

$$X_{iy} \leq \max M_i \quad (22)$$

نتایج و بحث

ارزیابی کاربری اراضی

نتایج مربوط به گستره و سهم هریک از انواع کاربری اراضی، در جدول (۴) ارائه شده است. این اطلاعات به‌عنوان داده‌های پایه برای تحلیل‌های بعدی، از جمله برآورد ظرفیت تولید علوفه، نیاز غذایی دام، و طراحی راهبردهای اقتصادی-محیط‌زیستی در مدل برنامه‌ریزی تصادفی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

جدول (۴) گستره (هکتار) و درصد سهم هریک از انواع کاربری اراضی در سال ۱۴۰۰ در منطقه مورد

پژوهش

Table 4- Area (hectares) and percentage share of each land use type in the study area in 2021

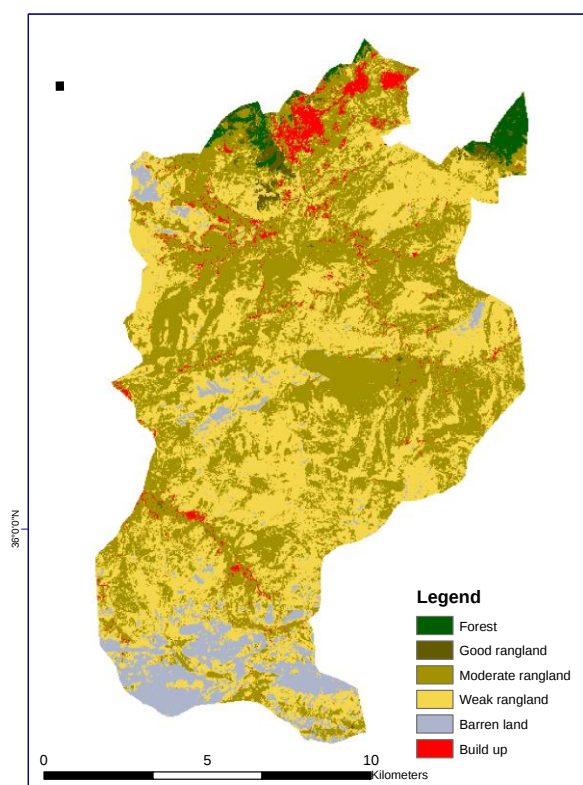
کاربری‌ها Classes	گستره (هکتار) Area (ha)	سهم (درصد) Share(%)
جنگل Forest	277/6	1/6
مراعات خوب Good rangeland	174/0	1
مراعات متوسط Moderate rangeland	7522	43
مراعات ضعیف Weak rangeland	7822	45
زمین بایر Barren land	1226	7
سازه‌های انسانی Build up	443	3

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای... ۹۱

نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که در سال ۱۴۰۰، سهم مراتع متوسط از کل پوشش منطقه ۴۳ درصد و سهم زمین‌های بایر ۷ درصد است. همچنین سهم دو کاربری شامل سازه‌های انسانی و مرتع خوب نیز به ترتیب حدود ۳ و ۱ درصد بوده است. سهم مراتع ضعیف از کل گستره مراتع ۴۵ درصد بوده است (شکل ۱). بنابراین بخش شایان توجهی از مراتع منطقه مورد پژوهش را مراتع ضعیف تشکیل می‌دهد.



شکل (۱) نقشه کاربری اراضی مراتع ییلاقی شهرستان بابل در سال ۱۴۰۰

Figure 1- Land use map of pastures in Babol city in 2021

نتایج مربوط به دقت طبقه‌بندی کاربری اراضی در جدول (۵) ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که ضریب کاپا طی این سال‌ها نرخی بین ۰/۸۰ تا ۰/۸۱ را داشته است. همچنین صحت کلی طبقه‌بندی طی این سال‌ها حدود ۸۴ تا ۸۵ درصد بوده است. ضریب کاپا بالاتر از ۰/۸۰، مناسب بودن طبقه‌بندی با نمونه‌های واقعی و دقت بالای مدل برای پیش‌بینی آینده را نشان می‌دهد (Azarm et al., 2022; Landis & Koch, 1977; Viera & Garrett, 2005). بنابراین، با توجه به نتایج شاخص دقت محاسبه شده در جدول (۵)، می‌توان دریافت که طبقه‌بندی کاربری اراضی برای منطقه مورد پژوهش تا حد امکان کامل ارزیابی شده است.

جدول ۵- آماره‌های ضریب کاپا و صحت کلی

Table 5- The accuracy indices of land classification in Mazandaran

سال (Year)	آماره‌ها
۱۴۰۰ (2021)	Category
0/88	ضریب کاپا Overall kappa statistics
84	صحت کلی (%) (%) Overall accuracy

ماخذ: یافته‌های پژوهش

Source: Research findings

تعیین منابع غذایی مرتعی

در این بخش، میزان تولید علوفه خشک در مراتع مورد پژوهش و مقایسه آن با نیاز غذایی دام‌ها بررسی شده است. این اطلاعات برای ارزیابی فشار چرای دام بر مراتع و طراحی راهکارهای مدیریت چرا ضروری است. در همین راستا، در مراتع خوب با عملکرد حدود ۴۵۰ کیلوگرم علوفه خشک در هر هکتار، مجموع تولید علوفه منطقه معادل ۷۶/۹۵ تن علوفه خشک برآورد شد. همچنین در حدود ۷۳۹۵ هکتار (۴۳ درصد) از مراتع ییلاقی شهرستان، مراتع متوسط با عملکرد در هکتار ۳۰۱ کیلوگرم و تولید علوفه‌ی معادل ۲۲۲۲ تن به‌دست آمد. افزون ۷۷۲۲ هکتار (۴۵ درصد) از مراتع، مراتع فقیر و خیلی فقیرند و تولید علوفه آنان معادل ۸۶۹ تن بوده است. مجموع علوفه تولیدی مراتع شهرستان معادل ۳۱۶۸ تن برآورد شد. از آنجایی که برای هر کیلوگرم علوفه خشک مراتع، در حدود

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای... ۹۳

TDN ۰/۵۵ در نظر گرفته می‌شود (Motamedi et al., 2020; Ruminants, 2007)، این مقدار به‌عنوان مبنای محاسبه نیاز غذایی دام‌ها مورد استفاده قرار گرفت؛ بنابراین ارزش غذایی علوفه به-دست‌آمده از عرصه‌های طبیعی منطقه در مجموع ۱۷۴۲ تن TDN برآورد شد. در این راستا، با توجه به قیمت مشخص جو در بازار، قیمت علوفه تولیدی بر حسب جو تعیین شد (Eskandari et al., 2008; Razavi salim et al., 2023). بنابراین ارزش کل علوفه در مراتع ییلاقی بابل، (معادل جو (کیلوگرم/هکتار) با قیمت تضمینی هر کیلو ۱۰۰ هزار ریال) حدود چهار تریلیون و دویست و هفده میلیارد ریال برآورد شد. لازم به یادآوری است که مبلغ برآوردشده تنها ارزش علوفه تولیدی مراتع است در حالی که مراتع ارزش‌های محیط‌زیستی، نظیر حفظ آب و خاک، تنظیم گاز، دفع ضایعات، گرده‌افشانی، مهار زیست‌شناختی آفات و غیره نیز دارند (Bostan, 2022).

اگر نیاز غذایی سالانه هر راس دام ۲۷۶/۵ کیلوگرم TDN در نظر گرفته شود (Rastgar et al., 2013)؛ برای هر راس دام وابسته به مرتع، حدود ۱۲۰/۲۷ کیلوگرم TDN مورد نیاز (با درصد وابستگی به مرتع^۱ معادل ۴۳/۵) از مراتع تأمین می‌شود؛ بنابراین، مراتع ییلاقی شهرستان بابل، قادر به تأمین علوفه مورد نیاز ۲۶ هزار و ۳۳۹ راس دام^۲ می‌تواند باشد. این در حالی است که در حال حاضر از ۳۱۹ هزار و ۱۶۰ راس دام در شهرستان بابل وجود دارد که در حدود ۴۰ درصد آنها (حدود ۱۲۹ هزار و ۹۲۱ راس دام) وابسته به مراتع هستند و از علوفه مراتع ییلاقی استفاده می‌کنند. بنابراین، با توجه به ظرفیت مراتع برای تأمین علوفه و شمار دام استفاده‌کننده از مراتع، این نتیجه ناشی می‌شود که مراتع ییلاقی در طول سال بیش از چهار برابر ظرفیت خود، مورد تعلیف دام قرار می‌گیرند. لذا راهبردهای مختلف کاهش اندازه گله در مراتع مورد تجربه و تحلیل قرار گرفت و تاثیر آن بر وضعیت اقتصادی دامدار مشخص شد.

با توجه به پیمایش صحرایی انجام شده میانگین شمار دام هر دامدار در مراتع با شدت چرا مختلف بین ۱۲۰ تا ۳۲۰ راس دام بود و گستره مراتع تحت اختیار آنان نیز بین ۴۳ تا ۱۵۰۰ هکتار و نوع

^۱ با توجه به شمار روزهای حضور دام در مراتع این عدد تعیین شد. شایان یادآوری است میزان وابستگی به مراتع و پسماند کشتزارهای کشاورزی هرکدام بیش از ۴۰ درصد، تعلیف دستی توأم با چرا در مرتع و تنها تعلیف دستی به ترتیب ۷ و ۵ درصد است.

^۲ مقدار TDN تولیدشده از علوفه مراتع تقسیم بر ۱۲۰/۲۷

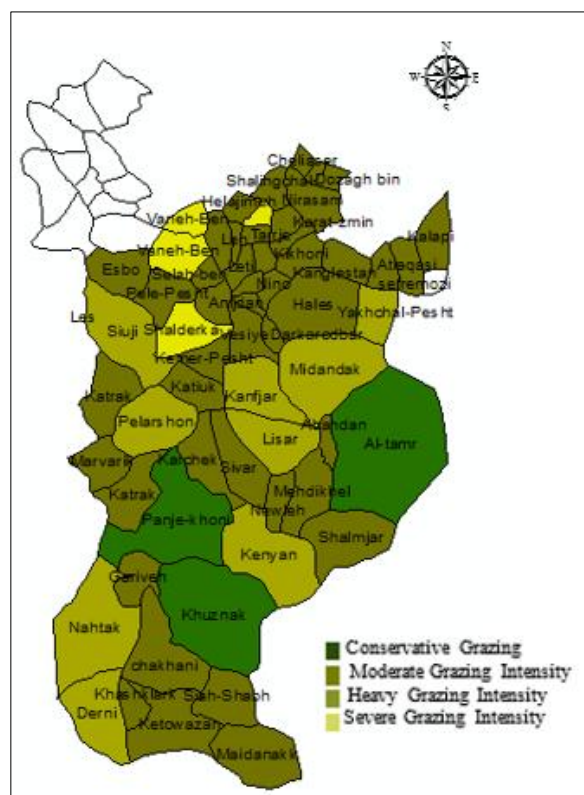
دام غالب گوسفندی و نژاد زل و سنگسری است. در این راستا، خوشه‌بندی^۱ مراتع با روش *K-means* (شمار خوشه‌های نماینده $k=4$) با استفاده از متغیرهای گستره مراتع و شدت چرای دام انجام شد. آنگاه بر مبنای جدول (۶) مراتع بر حسب شدت چرا در چهار خوشه، مراتع با شدت چرا متعادل، مراتع با شدت چرا متوسط ($1/3$ تا $1/5$ برابر ظرفیت چرا تعادلی)، مراتع با شدت چرا سنگین ($1/5$ تا 2 برابر ظرفیت چرا تعادلی) و مراتع با شدت چرا شدید (بیش از 2 برابر ظرفیت چرا تعادلی)، قرار گرفتند. پس از خوشه‌بندی، دامداران برای نمونه‌برداری در مراتع بر مبنای اندازه گله به شش گروه تقسیم شدند. دامداران دسته‌های چهارم تا ششم در مجموع ۴۸ درصد از کل نمونه‌ی مورد بررسی و ارزیابی را تشکیل می‌دهند. با توجه به اندازه‌ی بزرگ گله‌ها و شدت بالای چرای دام در برخی از این گروه‌ها، تمرکز اصلی این پژوهش بر دامداران دسته‌های چهارم و پنجم معطوف شده است؛ چرا که این دو گروه نمایانگر مراتعی با شدت چرای سنگین هستند و گله‌های آن‌ها از ظرفیت مجاز مراتع فراتر رفته است. شکل (۲)، توزیع مراتع بر مبنای شدت چرای دام را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمترین گستره مراتع مربوط به مراتعی با شدت چرای شدید است که تنها ۷۴۸ هکتار را در بر می‌گیرد. در مقابل، بیشترین گستره مراتع مربوط به مراتعی با شدت چرای سنگین بوده و معادل ۷۲۶۶ هکتار است. این امر نشان‌دهنده‌ی گستره تأثیرگذاری چرای سنگین و ضرورت بررسی و مدیریت مؤثر آن در چارچوب برنامه‌ریزی‌های منابع طبیعی است.

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای...۹۵

جدول (۶) ویژگی‌های مراتع و دسته‌های دامی

Table 6 - Characteristics of pastures and livestock groups

نام مراتع Name of the pastures	گروه‌ها و دسته دامی Livestock groups and herds	خوشه‌بندی مراتع Rangeland clustering
الاتمر، خوزنک و پنجه‌خونی Al-Tamr, Khoznak, and Panjeh Kone	گروه اول ۶۰ تا ۱۰۰ رأس First group: 60 - 100 head of light livestock	شدت چرای متعادل pastures with conservative grazing intensity
اسبو، استاچال، انیج‌دان، پله پشت، تررجه، خشک-لارک، درکارودبار، سبزه‌خامن، سفره‌موزی، سله‌بن، سیاه‌شبه، سیور، شالینگچال، شیخ‌موسی، کتب‌علی، کترچال، کتیوک، کرات‌زمین، کلایی، کمرپشت، کیخونی، کنگلستان، لتی، لئه، مرواریک، مهدیخیل، نیراسم، هلاجیمه و وسیه Esbo, Stachal, Anijdan, Pele Pusht, Terreja, Khokh Lark, Derkarodbar, Sabze Khaman, Sefra-Mozi, Saleh Ben, Siah Shabo, Sivar, Shalingchal, Sheikh Musa, Kitab Ali, Katrachal, Katiuk, Karat Zemin, Kalapi, Kemmerpasht, Kikhoni, Kanglestan, Leti, Leh, Marwarik, Mehdikhel, Nirasam, Helajimeh, and Vesiyeh	گروه دوم و سوم شامل دامدارانی با گله‌های متوسط (۱۰۰ تا ۱۷۰ رأس دام و بیش از ۱۷۰ رأس دام) Second and Third groups: (100- 170 head and more than 170 heads of livestock)	شدت چرای ۱/۵ تا ۱/۳ برابر ظرفیت چرای تعادلی pastures with moderate grazing intensity
پلارشون، درنی، سیوجی، کنفجار، کنیان، لیسر، میدانک، نهتک و یخچال‌پشت Polarshon, Derni, Sioji, Kanfjar, Kenyan, Liser, Midandak, Nahtak, and Yakhchal-Pesht	گروه چهارم و پنجم شامل دامدارانی با گله‌های متوسط تا بزرگ (۱۰۶ تا ۱۶۰ رأس دام و ۱۶۰ تا ۴۴۰ رأس دام) Fourth and Fifth groups: (106-160 heads of livestock and 160-440 heads of livestock)	شدت چرای ۱/۵ تا ۲ برابر ظرفیت چرای تعادلی pastures with a heavy grazing intensity
پاریجان، ونه‌بن و شالدراکا Parijan, Vane Ben, and Shaldarka	گروه ششم شامل دامدارانی با گله‌های متوسط (۵۶ تا ۲۳۱ رأس دام) Sixth group: (56-231 heads of livestock)	شدت چرای بیش از ۲ برابر ظرفیت چرای تعادلی pastures with severe grazing intensity



شکل (۲) تقسیم بندی منطقه مورد پژوهش بر حسب شدت چرای دام

Figure 2 - Division of the study area according to livestock grazing intensity

در جدول (۷)، ویژگی‌های دامدار نماینده با توجه به شرایط مراتعی که گله خود را در آن‌ها تعلیف می‌کند، ارائه شده است. لازم به توضیح است که اگرچه در بخش روش تحقیق به توزیع و تکمیل ۲۵۶ پرسشنامه اشاره شده، اما برای انجام تحلیل‌های مدل تصمیم‌گیری و طراحی راهبردها، از رویکرد "دامدار نماینده" استفاده شده است. این دامدار نماینده با استفاده از میانگین‌گیری و تحلیل داده‌های پرسشنامه‌ای استخراج شده و نمایانگر شرایط معمول دامداران بهره‌بردار از مراتع با شدت چرای سنگین در منطقه مورد پژوهش است. این رویکرد امکان مدل‌سازی دقیق‌تر و تصمیم‌پذیرتری را فراهم می‌سازد. بر این مبنا میزان علوفه در دسترس در هر هکتار از پس‌چر کشتزارها TDN ۱۹۵ در دوره

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای...۹۷

اول، مشخص شده است. با این حال، در صورت بروز خشکسالی، این مقدار به ۸۰ TDN کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، هر هکتار از مراتع با شدت چرای سنگین، ۳۱۹ TDN علوفه در اختیار دام قرار می‌دهد. با توجه به این شرایط، دامدار با گله‌ای شامل از ۴۴۰ راس دام، توانایی تولید ۲۰۰۰ کیلوگرم فرآورده‌های دامی را دارد.

جدول (۷) ویژگی‌های دامدار نماینده با توجه به شرایط مرتع تحت تعلیف

Table 7- Characteristics of the Representative Livestock Farmer and Pasture Conditions

میزان علوفه در دسترس مرتع و مزارع شبدر (TDN در هکتار)		
Total Digestible Nutrient (TDN) yield per hectare of pasture and clover fields		
میزان علوفه در دسترس چرای	مراتع با شدت چرای سنگین (۲-۱/۵ برابر	
باقی‌مانده محصول‌های زراعی	ظرفیت چرای تعادلی)	
(TDN در هکتار)		pastures with heavy grazing intensity
Available forage from crop residue grazing (TDN) per hectare		
دوره اول	195	10
First period		
دوره دوم (ترسالی)	180	1318
Second period (Wet)		
دوره دوم (نرمال)	100	910
Second period (Normal)		
دوره دوم (خشکسالی)	80	750
Second period (Drought)		
دوره سوم	190	319*
Third period		
اندازه گله (راس):		440
Number of Livestock (Head)		
فرآورده‌های دامی (کیلو گرم):		2000
Total Livestock Product Yield (kg)		

* میزان علوفه تولیدی هر هکتار مرتع

*Fodder Yield per Hectare of Pasture

نتایج مدل برنامه‌ریزی تصادفی

انتخاب بهترین راهبرد، امری پیچیده است که به مجموعه‌ای از عامل‌های اقتصادی و محیط‌زیستی از جمله سود ناخالص، مصرف خوراک، شدت چرا و نوع مراتع وابسته است. جزئیات نتایج ناشی از اعمال هر یک از راهبردها در جدول (۸) بیان شده است.

ارزیابی راهبردها در مراتع با شدت چرای سنگین

در مراتع با شدت چرای سنگین، با اعمال راهبرد S1، میانگین مصرف خوراک در کل دوره از TDN ۱۳۷۰۵ به TDN ۸۴۲۶ کاهش می‌یابد (جدول ۸). همچنین اجاره چراگاه به منظور تامین و کشت علوفه در شرایط پایه، به ۲۴ هکتار و در صورت اعمال راهبرد S1 به حدود ۱۳ هکتار کاهش می‌یابد. اعمال راهبردهای S2, S3 و S4 موجب کاهش متغیرهایی از جمله مصرف خوراک، گستره چراگاه اجاره‌ای، فروش دام مازاد قابل کشتار و نیاز غذایی گله شده است. در این راستا، با اعمال راهبرد S3 میانگین مصرف خوراک TDN ۱۰۸۸۴ کاهش می‌یابد. همچنین در کل دوره با و بدون اعمال راهبرد S4 مصرف جو و سبوس پیشنهاد نمی‌شود. در دوره اول بیشترین مصرف کاه بیش از TDN ۴۴۴۷۱ در صورت اتخاذ راهبرد S1 است که در مقایسه با وضعیت پایه کاهشی است. در صورت اعمال راهبرد تلفیقی S4 سود ناخالص در مقایسه با راهبرد تک بعدی S3، یک میلیارد و دویست و پنجاه میلیون ریال افزایش می‌یابد. در نهایت، در مراتع با شدت چرای سنگین، اعمال راهبرد S4 چون با کاهش اندازه گله همراه است، در مقایسه با دیگر راهبردها، میانگین مصرف خوراک کاهش می‌یابد. اما با اعمال این راهبرد به نسبت شرایط پایه سود دامدار کاهش می‌یابد. با توجه با اینکه در این مراتع شدت چرا بسیار بالا بوده است، لذا با هدف تعادل بخشی بین ظرفیت چرای مراتع و شمار دام مجاز، اعمال راهبرد S4 برحسب سود ناخالص و نوع مرتع بهترین انتخاب خواهد بود. این راهبرد تلفیقی از گسترش سایر کاربری‌های مراتع و کاهش اندازه گله است که دو هدف تامین معیشت دامدار و حفظ محیط زیست را تامین می‌کند.

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای...۹۹

جدول ۸- ویژگی‌های دامدار نماینده و نتایج ناشی از اعمال راهبردها

Table 8- Characteristics of Representative Livestock Farmers and Impacts of Implemented Strategies in heavy grazing intensity

					راهبردها Strategies	متغیرها Variables
S4	S3	S2	S1	شرایط پایه Baseline conditions		
2820	2820	6768	8426	13705		میانگین مصرف خوراک (تن TDN) Mean annual feed consumption (Tons of TDN)
49300	48000	75400	81600	97900		میانگین سود ناخالص (میلیارد ریال) Annual mean gross profit (Billions of Rials)
7/11	7/11	11/73	12/38	24/04		میانگین گستره اجاره چراگاه و کشتزارها (هکتار) Mean annual pasture and lease area (Hectares)
40	40	66	72	88		فروش دام مازاد قابل کشتار (راس) Sale of surplus livestock for slaughter (Head)
240	240	583	725	121		میانگین هزینه کل (میلیون ریال) Mean annual cost (Millions of Rials)

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این پژوهش نشان داد، مراتع ییلاقی منطقه مورد پژوهش، در طول سال بیش از چهار برابر ظرفیت خود، مورد تعلیف دام قرار می‌گیرند. این یافته‌ها با نتایج پژوهش و ارزیابی‌های (Ahmadi, 2019) نیز همسو است. همچنین نتایج نشان داد، در مراتعی که با چرای سنگین روبه‌رو هستند، اجرای تلفیقی راهبردها می‌تواند به حفظ پوشش گیاهی و بهبود معیشت دامداران کمک شایانی کند. یافته‌های این پژوهش، با نتایج پژوهش (Ghazali et al., 2023; He et al., 2023) مبنی بر تقویت ظرفیت‌های رویارو شده با خشکسالی و اثربخشی راهبردهای معیشتی در مدیریت پایدار مراتع و کاهش فقر خانوار همسو است. در این مطالعه مشخص شد که دامداران به دنبال افزایش سود هستند، اما روش‌های سنتی چرا در مراتع به تنهایی برای رسیدن به این هدف کافی نیست. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که تلفیق فعالیت‌هایی مانند بوم‌گردی با کاهش شدت چرای دام، نه تنها به حفظ پایداری مراتع کمک می‌کند، بلکه می‌تواند وضعیت اقتصادی دامداران را نیز بهبود بخشد. در این راستا، یافته‌های پژوهش (Ghazali et al., 2023) نیز بر اهمیت تنوع‌بخشی به فعالیت‌های

معیشتی دامداران تاکید دارد. در این راستا، تحقیقات آتی می‌تواند اثرگذاری‌های بلندمدت مدیریت مراتع و گزینه‌های معیشت جایگزین و فرصت‌هایی را برای توسعه بازارهای محصول‌های با ارزش افزوده از مراتع، مانند گوشت ارگانیک بوم گردشگری را برای مراتع با شدت چرای مختلف مورد بررسی قرار دهند.

در ادامه این نتایج، شایسته است به ابعاد عملیاتی و سیاستی آن نیز توجه شود. با توجه به تخریب تدریجی منابع مرتعی و فشار بیش‌ازحد دام بر مراتع، بازنگری در نظام صدور و نظارت بر مجوزهای چرا ضروری است. این بازنگری باید مبتنی بر ظرفیت بوم‌شناختی واقعی مراتع بوده و به صورت سالانه به‌روزرسانی شود. همچنین پیشنهاد و تاکید می‌شود مشوق‌های مالی و فنی برای دامدارانی که راهبردهای پایدار مانند کاهش اندازه گله و گسترش کاربری‌های مکمل (مانند بوم‌گردی یا زنبورداری) را می‌پذیرند، در نظر گرفته شود. این سیاست می‌تواند پذیرش راهبردهای پیشنهادی S3 و S4 را در میان دامداران افزایش دهد. از سوی دیگر، توانمندسازی دامداران از طریق آموزش‌های ترویجی درباره مدیریت پایدار منابع طبیعی و به‌کارگیری فناوری‌های نوین در تغذیه دام و احیای مرتع، باید در دستور کار سازمان‌های مرتبط قرار گیرد. همچنین تنوع‌بخشی به معیشت روستاییان با هدف کاهش وابستگی صرف به دامداری، می‌تواند نقش مهمی در پایداری منابع و معیشت ایفا کند. گسترش و بهبود فعالیت‌هایی چون صنایع دستی، گردشگری روستایی، پرورش گیاهان دارویی و تولید محصول-های دامی با ارزش افزوده، نمونه‌هایی از این مسیرها هستند.

در همین راستا، پیشنهاد و تاکید می‌شود پایش مستمر وضعیت مراتع با استفاده از فناوری‌های سنجش از دور و GIS در سطح منطقه برقرار گردد تا تغییرپذیری‌های پوشش گیاهی و شدت چرا به‌صورت مستند و به‌هنگام قابل رصد و مدیریت باشد. این پایش می‌تواند مبنای سیاست‌گذاری و تخصیص منابع در سطح منطقه‌ای و ملی قرار گیرد. همچنین، با توجه به تأثیرپذیری شدید تولید علوفه از شرایط اقلیمی، طراحی بسته‌های حمایتی برای دامداران در روبه‌رو شدن با سال‌های خشک و نوسان‌های تولید، امری ضروری است. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بهره‌برداری پایدار از مراتع، نیازمند رویکردی تلفیقی، چندبعدی و بلندمدت است که در آن هم ملاحظه‌های اقتصادی و معیشتی دامداران و هم الزام‌های حفاظت از منابع طبیعی به‌طور هم‌زمان دیده شود. بدون

ارزیابی اثر گذارهای راهبردهای... ۱۰۱

اصلاح سیاست‌های کنونی و ارائه حمایت‌های هدفمند، روند تخریب مراتع و ناپایداری معیشت روستایی تداوم خواهد داشت. بنابراین، طراحی و اجرای راهبردهایی همچون S4 که ترکیبی از کاهش فشار دام و توسعه فعالیت‌های مکمل است، می‌تواند به‌عنوان الگویی اجرایی برای دیگر منطقه‌های همانند در کشور مورد توجه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان قرار گیرد.

منبع‌ها:

- Abolfathi, K., Alikhah-Asl, M., & Rezvani, M. (2015). Range classification and evaluation using Geographic Information System (GIS) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Case study: Hablehrood subwatershed of shahrabad basin). *Human & Environment*, 13(2), 45-55 .
- Adesogan, A. T., Havelaar, A. H., McKune, S. L., Eilittä, M., & Dahl, G. E. (2020). Animal source foods: Sustainability problem or malnutrition and sustainability solution? Perspective matters. *Global Food Security*, 25, 100325. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100325>
- Ahmadi Gotab, H., Rastegar, S., heydari, g., & Mojaverian, S. M. (2019). Investigating the Strategies for Strengthening Pastoralists' Economic Power Based on Economic Analysis of Traditional Animal Husbandary (Case Study: Summer Rangelands of Sajjadoodh-Mazandaran Province Rangelands). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 25(4), 839-852. <https://doi.org/10.22092/ijrdr.2019.118617>
- Azarm, H., Bakhshoodeh, M., Zibaei, M., & Nasrnia, F. (2022). Incorporating land use changes and pastoralists' behavior in sustainable rangeland management: evidence from Iran. *Rangeland Ecology & Management*, 80, 48-60 .
- Bayat, H., Sheklabadi, M., Moradhaseli, M., Rastgou, M., & Gregory, A. S. (2022). Grazing management, slope aspect and canopy effects on the compression characteristic of soils of the Gonbad experimental watershed in Hamedan, Iran. *Geoderma*, 409, 115641 .
- Birge, J. R., & Louveaux, F. (2011). *Introduction to stochastic programming*. Springer Science & Business Media .
- Bostan, Y. (2022). The Economic value of production and regulation functions of rangeland ecosystems (Case study: Forage production services, Waste

- treatment and soil formation). *Management of Natural Ecosystems*, 2(2), 1-12. <https://doi.org/10.22034/emj.2022.254138>
- Cecchini, L., Romagnoli, F., Chiorri, M., & Torquati, B. (2023). Eco-Efficiency and Its Determinants: The Case of the Italian Beef Cattle Sector. *Agriculture*, 13(5), 1107 .
- Dong, S., Wen, L., Liu, S., Zhang, X., Lassoie, J. P ., Yi, S., . . . Li, Y. (2011). Vulnerability of worldwide pastoralism to global changes and interdisciplinary strategies for sustainable pastoralism. *Ecology and society*, 16(2) .(
- Eftekhari, E., Arzani, H., Esfahan, E. Z., & Alizadeh, E. (2016). Effect of range management plan on range condition (case study: Zarandieh region, Markazi province .(
- Eskandari, N., Alizadeh, A., & Mahdavi, F. (2008). Range management policies in Iran. *Pooneh Publication: Tehran, Iran*)[In Persian .[
- Fridman, P. (2003). Satiety and feeding station behavior of grazing steers. *Soc. Range Mgt., Abs. Papers* .
- Ghazali, S., & Zibaei, M. (2022). The Effect of Livelihood Strategies and Capitals on Natural Rangelands and Household Poverty in Fars Province of Iran. *Agricultural Economics and Development*, 30(1), 187-206. <https://doi.org/10.30490/aead.2022.354985.1351>
- Ghazali, S., Zibaei, M., & Azadi, H. (2023). Impact of livelihood strategies and capitals on rangeland sustainability and nomads' poverty: A counterfactual analysis in Southwest Iran. *Ecological economics*, 206, 107738 .
- Haghiyan, I., Heshmati, G. A., Barani, h., Ghorbani, j., & Heydari, G. (2017). Investigation of traditional rangeland-based husbandry system in the Baladeh-Nour, Mazandaran province. *Rural Development Strategies* . ۵۰۸-۴۹۷ , (۴)۳ , <https://doi.org/10.22048/rdsj.2017.49130.1519>
- Hardaker, J. B., Huirne, R. B., Anderson, J. R., & Lien, G. (1997). *Coping with risk in agriculture* (Vol. 29). Cab International Wallingford .
- hayati, b., Amirrasouli, E., Dashti, G., & Vahedi, J. (2024). Estimation of Environmental Costs of Pollutants Emission of Dairy Farms for Bonab County by Using Output Distance Function Approach. *Agricultural Economics*, 18(3), 1-23. <https://doi.org/10.22034/iaes.2024.2012354.2020>

- He, X., Huang, A., Yan, J., Zhou, H., Wu, Y., Yang, L. E., & Paudel, B. (2023). Smallholders' climate change adaptation strategies on the eastern Tibetan Plateau. *Natural Hazards*, 118(1), 641-667 .
- Heydari, g., salar, r., ghorbani, a., & Bagheri, A. (2015). Assessment of collective utilization system in rangeland degradation (Case study: Summer rangelands of Noshahr county). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 22(3), 515-524. <https://doi.org/10.22092/ijrdr.2015.103112>
- Huang, L., Xiao, T., Zhao, Z., Sun, C., Liu, J., Shao, Q., . . . Wang, J. (2013). Effects of grassland restoration programs on ecosystems in arid and semiarid China. *Journal of Environmental Management*, 117, 268-275 .
- Iftikhar, A., Cawkwell, F., Dwyer, E., Barrett, B., & Green, S. (2016). Satellite remote sensing of grasslands: from observation to management. *Journal of Plant Ecology*, 9(6), 649-671 .
- Jamshidloo, R., & Nasiri, P. (2024). Determining the Optimal Pattern of Cultivation in Terms of Economic, Social and Environmental Constraints (Case Study :Abhar Plain). *Agricultural Economics*, 18(2), 149-172. <https://doi.org/10.22034/iaes.2024.2008970.2012>
- Karimi, K. (2016). Exploring the factors affecting imbalance of livestock numbers and rangeland carrying capacity and evaluating the impacts of range management projects on forage production: A case study in the Mahneshan Township [Research]. *Journal of Rangeland*, 10(1), 11-26. <http://rangelandsrm.ir/article-1-331-fa.html>
- Khani, M., Ghanbarian, G., & Maskooni, A. (2011). Comparison of diversity and richness of plant species under different levels of grazing intensity from hot and dry rangelands of Fars province. *Iranian Journal of Rangeland*, 5(2), 129-136 .
- Kohestani, N., & Yeganeh, H. (2016). Study the effects of range management plans on vegetation of summer rangelands of Mazandaran Province, Iran. *Journal of Rangeland Science*, 6(3), 195-204 .
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and psychological measurement*, 30(3), 607-610 .
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, 363-374 .

- Mahdavi, S. K., Shahraki, M., & Sharafatmandrad, M. (2024). Consequences of Participatory Behavior of Pastoralists on Rangeland Restoration. *Rangeland Ecology & Management*, 92, 80-89 .
- Mesdaghi, M. (2015). *Range management in Iran*. Sajjad University of Technology, IRAN .
- Mirzaei, N., & Zibaei, M. (2013). Evaluation of the Government Drought Management Policies in the Support of Nomadic Communities of Fars Province. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 27(2), 84-94. <https://doi.org/10.22067/jead2.v0i0.26399>
- Moinet, G. Y., Cieraad, E., Turnbull, M. H., & Whitehead, D. (2017). (Effects of irrigation and addition of nitrogen fertiliser on net ecosystem carbon balance for a grassland. *Science of The Total Environment*, 579, 1715-1725 .
- Motamedi, J., Arzani, H., & Sheidai Karkaj, E. (2018). Rangeland suitability guidelines for sheep grazing (Case study: mountainous rangelands of Imam Kandi Urmia). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 9(3), 33-52 .
- Motamedi, J., Jalili, A., Arzani, H., & Khodaghali, M. (2020). Causes of rangeland degradation in the country and solutions to get out of the current situation. *Iran Nature*, 5(4), 21-44. <https://doi.org/10.22092/irn.2020.122530>
- Najafi, B., Shirvanian, A., & Haghshenas, T. (2008). Factors Affecting Pasture and Meat Production Imbalance in Fars Province: A Case Study of Koohtamak Pastures in Darab [Research]. *Journal of Water and Soil Science*, 12(45), 673-683. <http://jstnar.iut.ac.ir/article-1-951-fa.html>
- Natural Resources and Watershed Management of Mazandaran Province*. (2000). Watershed implementation plan under Sheikh Musa (Sejadroud) watershed, Babolrud watershed, Babol city
- Nomads Affairs Administration of Mazandaran province*. (2016). Department of Studies, Planning and Planning, Archive, GIS unit. (Unpublished report.)
- Norouzi, A., Haghiyan, I., & Sheidai Karkaj, E. (2020). (Rangeland management plans and rangeland health (Case Study: Rangelands of Torbat-e-Heydarieh). *Journal of Range and Watershed Managment*, 72(4), 1131-1145 .
- Rai, C. (2016). FODDER AVAILABILITY AND ACCESSIBILITY OF DAIRY FARMERS IN MANIPUR. *Progressive Research – An International Journal*, 11, 3416-3418 .
- Rastegar, S., Ahmadi Gotab, H., Heydari, G., & Mojaverlyan, S. M. (2018). Evaluating the effectiveness of range management plans on rangeland

- production and livelihoods of ranchers (Case study: summer rangelands of Sajadrud- Mazandaran province) [Research]. *Journal of Rangeland*, 12(2), 196-209. <http://rangelandsrm.ir/article-1-610-en.html>
- Rastgar, S., Darijani, A., Barani, H., Ghorbani, M., Ghorbani, J., & Bordi Sheikh, V. (2013). A new approach to economic valuation of the function of forage production of rangelands (Case Study: summer rangelands of Nour-rud Watershed in Mazandaran Province). *Journal of Range and Watershed Managment*, 66(3), 347-357. <https://doi.org/10.22059/jrwm.2013.36512>
- Razavi salim ,f., Arzani, h., Jafari, M., & Javadi, S. A. (2023). Economic Valuation of Forage Production of Rehabilitated Rangelands in Sarbisheh city in South Khorasan province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 30(1), 39-47. <https://doi.org/10.22092/ijrdr.2023.128945>
- Rigi, M., Barani, H., Sepehri, A., Abedi Servestani, A., & Pahlavani, M. (2019). An investigation for Identifying of Drivers, uncertainties, and strategies on livelihood in Range dependents rural communities (case study: Iran's Sistan and Baluchestan turanian pastures). *Geography and Development*, 17(56), 91-118 .
- Ruminants, N. R. C. C. o. N. R. o. S. (2007). *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. 中国法制出版社 .
- Rustis, G., Hambloch, C., Swamikannu, N., & Moyo, F. (2023). Determinants of Agropastoralist Households' Fodder Accessibility and Rangeland Conservation in Magu District, Tanzania. *Rangeland Ecology & Management*, 87, 22-29 .
- Selemani, I. S., Eik, L. O., Holand, Ø., Ådnøy, T., Mtengeti, E & .Mushi, D. (2013). The effects of a deferred grazing system on rangeland vegetation in a north-western, semi-arid region of Tanzania. *African journal of range & forage science*, 30(3), 141-148 .
- Trotter, M. (2013). PA Innovations in livestock, grazing systems and rangeland management to improve landscape productivity and sustainability. *Agricultural Science*, 25(1), 27-31 .
- Vendramini, J., Silveira, M., Dubeux Jr, J., & Sollenberger, L. (2007). Environmental impacts and nutrient recycling on pastures grazed by cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 139-149 .

- Viera, A. J., & Garrett, J. M. (2005). Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Fam med*, 37(5), 360-363 .
- Zanotta, D. C., Zortea, M., & Ferreira, M. P. (2018). A supervised approach for simultaneous segmentation and classification of remote sensing images. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, 142, 162-173 .



**Evaluating the effects of economic-environmental strategies on
the economic status of livestock farmers. Case study:
Rangelands with heavy grazing intensity in Mazandaran
province**

***Masoumeh Arabollah Firozjah, Azar Sheikhzeinoddin, Mohammad
Bakhshodeh, Mansour Zibaei***

Received: 20 April.2025

Accepted: 27 July.2025

Extended Abstract

Introduction

Rangelands, as vital renewable natural resources, play a crucial role in supplying forage for livestock, supporting the livelihoods of rural and nomadic populations, and preserving ecological balance. In Iran, diverse climatic and geographical conditions have given rise to extensive rangeland ecosystems with substantial potential for animal husbandry (Norouzi *et al.*, 2020; Rigi *et al.*, 2019). However, increasing pressure from overgrazing, livestock population growth, and rapid land-use changes has led to the gradual degradation of these valuable resources. Consequently, threats to pastoral livelihoods and the decline in availability and quality of forage have emerged as pressing concerns that demand innovative and adaptive management interventions (Adesogan *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2013; Rai, 2016; Rustis *et al.*, 2023; Selemanni *et al.*, 2013). Despite the implementation of numerous ecological restoration and rangeland improvement programs in recent decades, empirical evidence suggests that these efforts have not successfully reversed the ongoing decline in rangeland condition. Compounding the issue, climate change—particularly variability in rainfall—has introduced further uncertainty into forage production, exacerbating the challenges faced in rangeland management. In response, integrated management strategies that simultaneously address economic viability, environmental sustainability, and social well-being have been increasingly emphasized at both national and international levels as cornerstone of sustainable rangeland governance.

¹ Respectively: Ph.D., Associate professor (Corresponding author), Professor, Professor
Department of Agricultural Economics, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
Email:azeinoddin@yahoo.com

Nevertheless, the majority of previous research has primarily focused on quantitative assessments related to livestock production or the environmental impacts of grazing, with relatively limited attention given to evaluating the effectiveness of integrated economic-environmental strategies for enhancing pastoral livelihoods under climate variability (Cecchini et al., 2023; Haghiyan et al., 2017; Iftikhar et al., 2016; Mahdavi et al., 2024). In this context, the present study employs a stochastic programming approach to analyze livestock grazing patterns in rangelands under conditions of climatic uncertainty. It further assesses the impacts of various management strategies on key performance indicators, including livestock profitability, forage consumption, and the sale of surplus animals. By focusing on rangelands subjected to heavy grazing pressure, this study aims to provide more precise insights into existing challenges and offer practical, evidence-based solutions for the sustainable utilization of these increasingly vulnerable ecosystems.

Methodology

This study aimed to evaluate sustainable management strategies for heavily grazed rangelands in Babol County, Mazandaran Province, through an integrated approach combining remote sensing, geographic information systems (GIS), and decision-making modeling. To assess land use changes, satellite images from Landsat sensors (TM, ETM, and OLI) for the year 2021 with a spatial resolution of 30 meters were utilized. These images were preprocessed and classified using ENVI, ArcGIS, and IDRISI software. A supervised classification method based on the Random Forest algorithm, repeated 700 times, was applied to categorize land use into six distinct classes. The classification accuracy was validated using Google Earth imagery and confusion matrix analysis. To estimate forage production, rangelands were categorized into five performance classes based on vegetation cover. Using data from the Natural Resources Organization and land use maps, the total forage production for each class was calculated. The focus was placed on rangelands with high grazing intensity due to their greater vulnerability to degradation. Several management strategies were developed, including gradual herd size reduction (at three levels: 18%, 25%, and reduction to the authorized grazing limit) as well as an integrated strategy combining herd reduction with the development of alternative rangeland uses such as ecotourism. These strategies were evaluated in terms of their effects on key indicators

including gross profit, forage consumption, surplus livestock sales, and herd nutritional needs. To address the uncertainty in forage production due to climatic variability, a two-stage stochastic programming model was employed. The model incorporated three climatic scenarios (wet, normal, dry) and aimed to maximize the expected gross profit of livestock farmers while ensuring sustainable rangeland utilization and livelihood resilience.

Results and Discussion

The analysis of forage production in the summer rangelands of Babol County revealed a significant mismatch between the rangelands' productive capacity and the nutritional needs of the livestock. The total annual forage production was estimated at approximately 3,167 tons, equivalent to 1,742 tons of total digestible nutrients (TDN). However, current grazing demand exceeds the sustainable carrying capacity by more than four times, placing severe pressure on the rangeland ecosystems. Clustering analysis based on grazing intensity and land area divided the rangelands into four categories, with the largest proportion (more than 7,200 hectares) classified under heavy grazing pressure. Field surveys confirmed that a considerable number of livestock herds significantly exceed authorized grazing limits, especially within the heavy grazing clusters. Scenario analysis using a stochastic programming model demonstrated that applying gradual herd reduction strategies (S1, S2, and S3) led to substantial decreases in forage consumption, rented pasture area, and excess livestock sold for slaughter. Among these, the integrated strategy (S4), combining herd size reduction with the development of alternative rangeland uses (e.g., ecotourism), proved most effective. Although S4 involved a slight reduction in gross profit compared to the baseline, it offered a more balanced outcome by enhancing ecological sustainability while partially compensating for economic losses through diversified income sources. Ultimately, the results suggest that in areas experiencing severe grazing pressure, the implementation of integrated strategies such as S4 can serve as a win-win solution by simultaneously supporting pastoral livelihoods and preserving rangeland ecosystems. This approach can contribute significantly to long-term environmental resilience and rural development.

Suggestion

The findings of this study indicate that the summer rangelands in the study area are subjected to annual grazing pressure exceeding four times the carrying capacity annually. The key contribution of this study is its integrated analysis of management strategies based on grazing intensity and the evaluation of alternative livelihood scenarios, e.g., ecotourism. The results demonstrate that combining conservation policies with complementary income-generating activities can address both ecological degradation and economic vulnerability simultaneously among pastoral communities. From a scientific perspective, the study highlights the importance of livelihood diversification in climate-stressed regions and offers a new framework for future research on community resilience and sustainable rangeland management. From a policy perspective, the findings can inform in grazing capacity allocation, targeted government support, and the development of nature-based tourism within national land-use planning. From a practical standpoint, this research can guide the design of participatory programs with local communities aimed at optimize rangeland use, reduce dependence on traditional livestock systems, and promoting viable alternative livelihoods. Ultimately, this study not only provides an in-depth analysis of rangeland conditions in Babol County but also proposes a practical model that can be adapted to other regions facing similar challenges, providing actionable insights for policymakers, natural resource managers, and rural development practitioners.

JEL Classification: Q15, Q24, Q57, O13, D61

Keywords: Babol County, Grazing-Livestock Balance, Geographic Information Systems (GIS), Rangeland Degradation, Remote Sensing, Stochastic Programming Model