

بررسی احتمال انقراض گوسفند نژاد قره گل در ایران با استفاده از شبیه سازی دینامیک جمعیت

• داود علی ساقی^۱، حمید رضا بهمنی^{۲*}، راضیه ساقی^۳

- ۱- دانشیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
- ۲- استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران
- ۳- دانش آموخته دکترای ژنتیک و اصلاح نژاد دام، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: آبان ۱۴۰۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۳۷۳۹۷۶۵

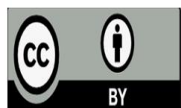
Email: bahmani712@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ ASJ.2023.363376.2344

چکیده

هدف از انجام این تحقیق بررسی وضعیت موجود و برآورد احتمال انقراض نژاد در معرض خطر گوسفند قره گل در کشور ایران بود. به همین منظور، داده‌های جمعیتی و فراسنجه‌های مورد نیاز از گله‌های گوسفند قره گل و منابع موجود در سالهای اجرای پروژه جمع آوری شدند. دو سناریوی دینامیک گذشته و آینده جمعیت با فرض ادامه شرایط موجود در زیستگاه گوسفند قره گل، با استفاده از روش تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت (PVA) و نسخه دهم نرم افزار VORTEX شبیه‌سازی شدند. شبیه‌سازی دینامیک جمعیت در گذشته با استفاده از فراسنجه‌های زیستی و فرضیات مورد استفاده، دینامیک واقعی جمعیت در گذشته را تقلید کرد. شبیه سازی دینامیک جمعیت در آینده نشان داد که با تداوم شرایط موجود، روند افزایش همخونی و کاهش تنوع ژنتیکی جمعیت مورد بررسی ادامه یافته و احتمال انقراض گوسفند قره گل در منطقه از سال ۱۴۳۸ امکانپذیر بوده و متوسط زمانیکه به اولین انقراض این نژاد در منطقه باقیمانده $51/08 \pm 4/47$ سال برآورد شد. بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل حساسیت فراسنجه‌ها، حذف میش‌های بالغ بیش از حذف معمول سالانه، فراوانی محدودیت غذایی و استفاده از نژادهای دیگر در جفتگیری، بیشترین اثر را بر معیارهای حیاتی در شبیه سازی آینده جمعیت داشتند که عمدتاً دلیل اقتصادی دارند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت، معیارهای حیاتی، تجزیه و تحلیل حساسیت، گوسفند قره گل.



Research Journal of Livestock Science No 144 pp: 93-108

Extinction probability of the Karakul sheep breed in Iran using simulation of population dynamics

By: Davoud Ali Saghi¹, Hamid Reza Bahmani^{*2}, Razieh Saghi³

1: Associate professor, Department of Animal Science, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Mashhad, Iran.

2: Assistant professor, Department of Animal Science, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Sanandaj, Iran.

3: Researcher, Department of Animal Science, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Mashhad, Iran.

*Corresponding author: bahmani712@yahoo.com.

Received: September 2023

Accepted: November 2023

This research aims to investigate the current status and estimate the extinction probability of the endangered Karakul sheep breed in Iran. To achieve this, census data and required parameters were collected from Karakul sheep flocks and available resources during project implementation. Two scenarios of past and future population dynamics assuming the continuation of the existing conditions within the Karakul sheep habitat were simulated using the Population Viability Analysis (PVA) method and VORTEX version 10.5.6. By employing the gathered biological parameters and assumptions, the simulation of past population dynamics closely replicated actual historical trends. Conversely, the simulation of future population dynamics indicated that, under current conditions, the trend of increasing inbreeding and decreasing genetic diversity within the studied population is likely to persist. The extinction probability of the Karakul sheep breed could become a reality as early as 1438, with the estimated mean time to the first extinction of this breed being 51.08 ± 4.47 years. Sensitivity testing revealed that factors such as the excessive harvest of adult ewes beyond the usual annual harvest, the frequency of feed limitations, and the use of other breeds in mating exert the most significant influence on future population viability measures, primarily due to economic considerations.

Key words: Population Viability Analysis, Viability Measures, Sensitivity Testing, Karakul Sheep

مقدمه

در کشور رو به کاهش نهاده و پوست قره گل در درآمد پرورش دهندگان نقشی ندارد. اطلاعات سرشماری جمعیت این دام موجود نبوده و تخمین زده می شود تعداد این توده بومی، با فنوتیپ استاندارد نژادی، به کمتر از ۲۰۰۰۰ رأس رسیده باشد (ساقی، ۱۴۰۲).

روند کاهش دام های مولد، گله ها و زیستگاه آنها، استفاده از نژادهای دیگر در تولید مثل، اندازه مؤثر جمعیت پائین و وجود عوامل تهدید کننده بقاء از نشانه های کاهش تنوع ژنتیکی و در معرض خطر بودن یک نژاد هستند (Simon, ۱۹۹۹; Scherf, ۲۰۰۰; Ngcobo و همکاران، ۲۰۲۲). تنوع ژنتیکی در داخل و بین نژادها نقش حیاتی در

موطن اولیه و منشاء گوسفندان نژاد قره گل کشور ازبکستان است. این نژاد نام خود را از Kura-Kul به معنی دریاچه سیاه گرفته و غالباً بنام بره ایرانی شناخته می شود. مرکز و تراکم پرورش این نژاد در آسیای میانه، آفریقای جنوبی، شمال افغانستان و سرخس ایران می باشد (خالداری، ۱۳۸۴). گوسفند قره گل در برابر عوامل تنش زای محیطی مقاومت محیطی بالایی داشته و در فقر علوفه ای شدید مراتع کویری، قابلیت زیست و تولید خوبی دارد. محصولات این نژاد علاوه بر پشم، گوشت و شیر شامل محصول با ارزشی به نام پوست زینتی بره های یک روزه قره گل است که به خاطر زیبایی شهرت جهانی دارد (توکلیان، ۱۳۷۸). در سه دهه اخیر، جمعیت گوسفندان قره گل

در معرض خطر کشور در شرایط زیستگاه فراهم کنند. این پژوهش به منظور بررسی فراسنجه های زیستی (تولید مثل، مرگ و میر و...)، تهدیدات ومخاطرات جمعیت در معرض خطر گوسفند قره گل، احتمال انقراض و تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت آن انجام شد.

مواد و روش ها

جمع آوری اطلاعات

به منظور تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت (PVA)، دو گروه از اطلاعات شامل داده های جمعیتی در مقاطع زمانی مختلف و فراسنجه های مورد نیاز برای مدل های شبیه سازی از گزارش نهایی پروژه ثبت و پایش گوسفند قره گل، منابع موجود و بررسی های میدانی در سالهای اجرای پروژه (ساقی، ۱۴۰۲) جمع آوری گردید. اطلاعات مربوط به سیستم پرورش، عملکرد تولیدمثلی، بقاء و مرگ و میر در گروه های مختلف سنی و جنسی، محدودیت ها و چالش های پرورش دهندگان و اطلاعات در مورد وقایع و تهدیدات حیات جمعیت مهمترین داده های مورد استفاده در تشکیل فرضیات و برآورد فراسنجه های زیستی مورد استفاده در شبیه سازی بودند (جدول ۱).

شبیه سازی دینامیک جمعیت

در این پژوهش دینامیک جمعیت با استفاده از روش تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت و به وسیله نسخه دهم (۱۰.۵.۶) نرم افزار شبیه سازی VORTEX شبیه سازی شد.

شبیه سازی دینامیک گذشته جمعیت در زیستگاه آن (سناریو ۱)

دینامیک گذشته جمعیت گوسفند قره گل در طی ده سال گذشته (از سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰) که داده تقریبی اندازه جمعیت برای آن در ده سال گذشته وجود داشت، با استفاده از مدل تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت VORTEX، شبیه سازی گردید. نرم افزار از فراسنجه های زیستی و وقایع پیش بینی شده در مدل PVA برای تقلید سرنوشت واقعی دامها در هر سال از دوره زمانی گذشته استفاده کرد. عملیات شبیه سازی به مجموعه ای از فراسنجه ها و فرضیات برای توصیف خصوصیات زیستی و وقایع تصادفی جمعیت دام های مورد بررسی نیاز داشت که در جدول (۱) ارائه شده اند.

سازگاری با تغییرات محیط زیست، پاسخ به انتخاب، اجتناب از مشکلات ناشی از همخونی و سازگاری یا تغییر در سیستم تولید دارد (Meuwissen, ۲۰۰۹). پژوهش های زیادی ارزش اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی نژادهای دامی برای جوامع روستایی و نقش آنها را در حفظ زیست بومها متذکر شده اند (Gandini و همکاران، ۲۰۰۴).

تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت^۱ اصولاً روشهای تجزیه و تحلیل کمی را دربر می گیرد که احتمال انقراض یک جمعیت را تعیین می کنند. تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت (PVA) بطور گسترده تری احتمالات انقراض و سایر معیارهای عملکردی جمعیت را به وسیله تجزیه و تحلیل تهدیدات قابل اندازه گیری حیات جمعیت در مدل های فرآیند انقراض پیش بینی می کند (Lacy, ۱۹۹۳/۹۴). روش های مختلفی برای تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت پیشنهاد شده اند. مناسبترین آنها استفاده از مدل های شبیه سازی رایانه ای برای طرح ریزی احتمالات توزیع سرنوشت های مختلف یک جمعیت است. اگرچه مدل های شبیه سازی کامپیوتری می توانند پیچیده باشند، اما این مدل ها با دقت تعریف شده و فرضیات و الگوریتم های آنها می توانند مورد آزمایش قرار گیرند. بنابراین، مدل های عینی، قابل آزمایش، قابل نقد و قابل اصلاح هستند (Lacy و همکاران، ۲۰۲۱).

VORTEX (Lacy and Pollak, ۲۰۲۱) نرم افزاری است که از آن برای مدل نمودن عوامل انقراض در جمعیت های کوچک استفاده می شود. این نرم افزار اثرات نیروهای قطعی و عوامل تصادفی جمعیتی، محیطی و ژنتیکی را بر روی جمعیت های حیوانی شبیه سازی می کند. VORTEX مدلی بر پایه اطلاعات فردی است. به این معنی که این برنامه در حافظه یک فرد یا یک دام را ایجاد کرده و سرنوشت آن را در طول هر سال از دوره زندگی اش پیگیری می کند. جهت بررسی تغییرات ژنتیکی، نرم افزار در حالت عادی انتقال آلل را در چند جایگاه ژنی که ممکن است واجد آللهای کشنده باشند و همچنین یک جایگاه خنثی (بدون هیچ اثری بر روی نتاج همخون) با یک جفت آلل منحصربفرد شبیه سازی می کند.

تاکنون برنامه حفاظتی برای هیچکدام از نژادهای دامی در معرض خطر انقراض کشور اجرا نشده است. اطلاعات جمعیتی و زیستی، تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت ها و نتایج حاصل از آن می توانند چارچوب مناسبی برای تهیه برنامه حفاظت از جمعیت نژادهای دامی

¹ Population Viability Analysis

جدول ۱. فراسنجه‌ها و فرضیات ورودی جمعیتی، جهت استفاده در شبیه سازی دینامیک جمعیت گوسفند قره گل در زیستگاه آن

سناریو های شبیه سازی گوسفند قره گل		فراسنجه ها و فرضیات
۲	۱	
بلی	بلی	سیستم تولید مثل تلاقی یک قوج با چند میش (Polygynous)
۱۹۰۰۰	۸۰۰۰۰	اندازه اولیه جمعیت
۲۵	۱۰	دوره زمانی (سال)
۱۰۰۰	۱۰۰۰	تعداد اجراهای برنامه
بله	خیر	پس روی ناشی از همخوانی
۶/۲۹	-	معادل آللهای کشته (Lethal Equivalents)
۵۰	-	سهم آللهای کشته (%)
بله	بله	همبستگی محیطی تولید مثل و زنده مانی
خیر	خیر	اثر تراکم جمعیت بر تولید مثل
۲	۲	سن در زمان تولد اولین نتاج (نر/ ماده) (سال)
۷	۷	حداکثر سن در گله (سال)
۷	۷	حداکثر سن تولید مثل در ماده‌ها (سال)
۵	۵	حداکثر سن تولید مثل در نرها (سال)
۱	۱	حداکثر زایش در سال
۲	۲	حداکثر نتاج در هر زایش (بره)
۱:۱	۱:۱	نسبت جنس ها در زمان تولد (نر،ماده)
۹۰	۹۰	ماده‌های مولد بالغ (%)
۹۵	۹۵	ماده‌های مولدی که یک بره تولید می کنند (%)
۵	۵	ماده‌های مولد ی که دو بره تولید می کنند (%)
۱۵	۱۵	مرگ و میر ماده‌ها بین ۰ و ۱ سالگی (%)
۴	۴	مرگ و میر ماده‌ها بین ۱ و ۲ سالگی (%)
۲	۲	مرگ و میر ماده‌ها بعد از ۲ سالگی (%)
۱۵	۱۵	مرگ و میر نرها بین ۰ و ۱ سالگی (%)
۴	۴	مرگ و میر نرها بین ۱ و ۲ سالگی (%)
۲	۲	مرگ و میر نرها بعد از ۲ سالگی (%)
۱۰۰	۱۰۰	اولین واقعه نا مطلوب: رقابت نژادهای دیگر
۰/۸	۰/۸	فراوانی وقوع (%)
۱	۱	اثر بر تولید مثل (نسبتی از مقدار طبیعی)
		اثر بر زنده مانی (نسبتی از مقدار طبیعی)
		دومین واقعه نا مطلوب: محدودیت غذایی
۵۰	۵۰	فراوانی وقوع (%)
۰/۹	۰/۹	اثر بر تولید مثل (نسبتی از مقدار طبیعی)
۰/۹	۰/۹	اثر بر زنده مانی (نسبتی از مقدار طبیعی)
۵	۵	نسبت نرهای مولد (%)
۲۵۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	ظرفیت حیاتی (Carrying Capacity)
هر ساله	هر ساله	برداشت یا حذف دام (Harvest)
۳۰	۳۰	ماده‌های حذف شده قبل از ۲ سالگی (%)
۲۵	۲۵	ماده‌های حذف شده بعد از ۲ سالگی (%)
۹۰	۹۰	نرهای حذف شده قبل از ۲ سالگی (%)
۲۵	۲۵	نرهای حذف شده بعد از ۲ سالگی (%)

بررسی حساسیت فراسنجه‌های مورد بررسی

به منظور بررسی اثر تغییر در هریک از فراسنجه‌ها بر معیارهای حیاتی جمعیت (اندازه جمعیت باقیمانده، نرخ رشد تصادفی جمعیت و تنوع ژنتیکی) در شبیه‌سازی آینده جمعیت از تجزیه و تحلیل حساسیت^۲ نسخه دهم نرم‌افزار VORTEX استفاده شد. در این تجزیه و تحلیل، هر فراسنجه بر اساس دامنه‌ی تعریف شده، تغییر می‌کند در حالی که سایر فراسنجه‌ها در حد مقادیر مدل پایه (مورد استفاده در سناریوی دوم) ثابت باقی می‌مانند. بنابراین با توجه به حداکثر و حداقل هر متغیر و فاصله تعریف شده در دامنه برای هر متغیر، چندین شبیه‌سازی با ۱۰۰۰ تکرار برای هر اجرا، برای انجام تجزیه و تحلیل حساسیت انجام شد. نهایتاً مشخص گردید کدامیک از فراسنجه‌ها و به چه صورتی معیارهای حیاتی جمعیت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. جهت تعیین مهمترین فراسنجه‌های مؤثر بر معیارهای مورد بررسی، از نمودارهای استاندارد شده عنکبوتی^۳ نرم‌افزار استفاده شد.

نتایج و بحث

شبیه‌سازی دینامیک گذشته جمعیت گوسفند قره‌گل در

زیستگاه آن (سناریو ۱)

اندازه‌های جمعیت، احتمالات انقراض، میانگین‌های نرخ رشد تصادفی، تنوع‌های ژنتیکی، همخونی‌ها و میانگین تعداد آلل‌های باقی مانده دینامیک شبیه‌سازی شده جمعیت گوسفند قره‌گل در ۱۰ سال گذشته (از سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰) در جدول (۲) نمایش داده شده‌اند.

شبیه‌سازی دینامیک آینده جمعیت در زیستگاه آن تحت مدیریت جاری (سناریو ۲)

دینامیک آینده جمعیت نژاد قره‌گل در ۲۵ سال آینده (از ۱۴۰۰ تا ۱۴۲۵) به منظور بررسی بقای جمعیت در آینده و احتمال از بین رفتن آن در زیستگاهش با استفاده از مدل تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت VORTEX، شبیه‌سازی گردید. در این سناریو فرض بر این بود که اثر عوامل تصادفی مورد بررسی در سناریوی قبلی بر جمعیت تداوم داشته، تحت مدیریت جاری گله‌ها به حیات خود ادامه داده و هیچ گونه برنامه حفاظتی به اجرا در نمی‌آید. بنابراین از فراسنجه‌ها و فرضیاتی برای توصیف خصوصیات زیستی و وقایع تصادفی جمعیت استفاده گردید که قبلاً از آنها در اولین سناریو استفاده شده بود به عبارت دیگر از فراسنجه‌ها و فرضیاتی که واقعیت را در گذشته تقلید کردند برای شبیه‌سازی حیاتی که جمعیت ممکن است در دوره زمانی پیش رو تجربه کند، استفاده شد (جدول ۱).

مهم‌ترین تفاوت این سناریو با سناریوی قبلی مربوط به در نظر گرفتن اثر همخونی بود. در حالت قبل چون جمعیت ابتدایی بسیار بزرگ بود، امکان اجرای برنامه با در نظر گرفتن اثر همخونی وجود نداشت. از طرف دیگر، در جمعیت‌های بزرگ و حتی متوسط، همخونی اتفاقی نادر است. بنابراین سناریوی اول با این فرض که همخونی بر شایستگی دام‌ها تأثیری نمی‌گذارد، اجرا شد. اما در سناریوی دوم با توجه به روند رو به کاهش جمعیت و مواجه شدن با جمعیت‌های کوچک، اثر همخونی بر باروری و زنده مانی در سال اول زندگی دام‌ها بر اساس پیش فرض برنامه مدنظر قرار گرفت (Lacy و همکاران، ۲۰۲۱).

نرم‌افزار برای ساختن مدل مؤلفه پس روی ناشی از همخونی، علاوه بر سهم آلل‌های کشنده، سهم سایر سازوکارهای ژنتیکی را نیز در نظر می‌گیرد. در نسخه جدیدتر (دهم) نرم‌افزار معادل آللهای کشنده، ۶/۲۹ (O'Grady و همکاران، ۲۰۰۶) با ۵۰ درصد میزان کشندگی در نظر گرفته شده است.

² sensitivity testing

³ standardized spider plots

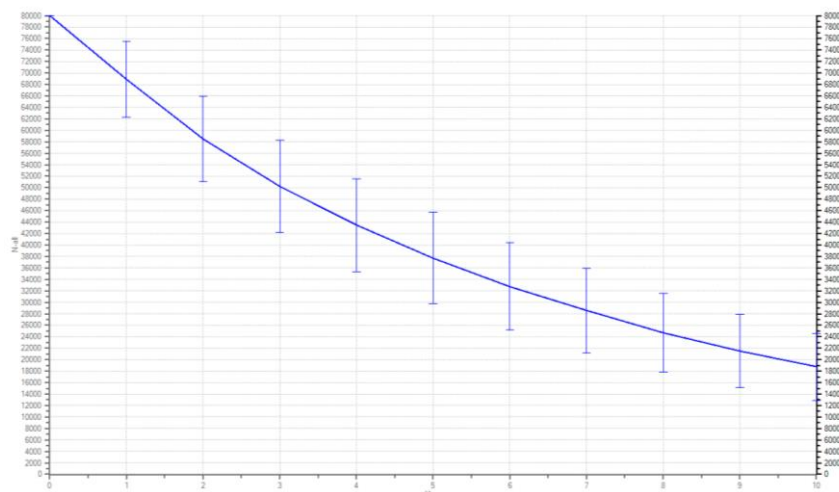
جدول ۲. میانگین و اشتباه معیار^۱ اندازه‌های جمعیت، احتمالات انقراض، میانگین‌های نرخ رشد تصادفی جمعیت، تنوع‌های ژنتیکی، همخوانی و میانگین تعداد آلل‌های باقیمانده دینامیک شبیه‌سازی شده جمعیت گوسفند قره‌گل در ۱۰ سال گذشته (از سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰).

سال	اندازه جمعیت	احتمال انقراض	نرخ رشد تصادفی	تنوع ژنتیکی	همخوانی	آلل‌های باقیمانده
۱۳۹۰	۸۰۰۰۰	۰	۰	۱	۰	۱۶۰۰۰۰
۱۳۹۱	۶۸۸۷۱ (۲۰۸/۳۵)	۰	-۰/۱۵۳۹ (۰/۰۰۳۱)	۱	۰	۱۰۸۴۶۳ (۱۹۱/۸۰)
۱۳۹۲	۵۸۵۰۴ (۲۳۴/۵۹)	۰	-۰/۱۶۶۵ (۰/۰۰۳)	۱	۰	۷۶۴۹۱ (۱۸۶/۷۰)
۱۳۹۳	۵۰۲۳۷ (۲۵۳/۴)	۰	-۰/۱۵۷۰ (۰/۰۰۳۱)	۱	۰	۵۵۳۳۳ (۱۶۸/۸۳)
۱۳۹۴	۴۳۴۴۷ (۲۵۵/۸۳)	۰	-۰/۱۴۹۷ (۰/۰۰۳)	۱	۰	۴۱۰۰۲ (۱۴۸/۴۴)
۱۳۹۵	۳۷۷۰۲ (۲۵۲/۴۴)	۰	-۰/۱۴۶۸ (۰/۰۰۳۱)	۱	۰	۳۱۰۰۰ (۱۲۷/۷۳)
۱۳۹۶	۳۲۷۶۴ (۲۴۰/۸۷)	۰	-۰/۱۴۴۸ (۰/۰۰۳)	۱	۰	۲۳۸۵۴ (۱۰۹/۲۷)
۱۳۹۷	۲۸۵۹۱ (۲۳۳/۵۹)	۰	-۰/۱۴۲۲ (۰/۰۰۳)	۱	۰	۱۸۶۰۵ (۹۴/۴۵)
۱۳۹۸	۲۴۷۰۳ (۲۱۶/۹۸)	۰	-۰/۱۵۱۲ (۰/۰۰۳۲)	۱	۰	۱۴۹۷۰ (۸۲/۰۹)
۱۳۹۹	۲۱۵۱۴ (۲۰۰/۹۷)	۰	-۰/۱۴۲۹ (۰/۰۰۳۱)	۱	۰	۱۲۱۹۸ (۷۱/۸۴)
۱۴۰۰	۱۸۸۲۹ (۱۸۳/۳۷)	۰	-۰/۱۴۲۷ (۰/۰۰۳۱)	۱	۰	۱۰۰۳۶ (۶۳/۰۲)

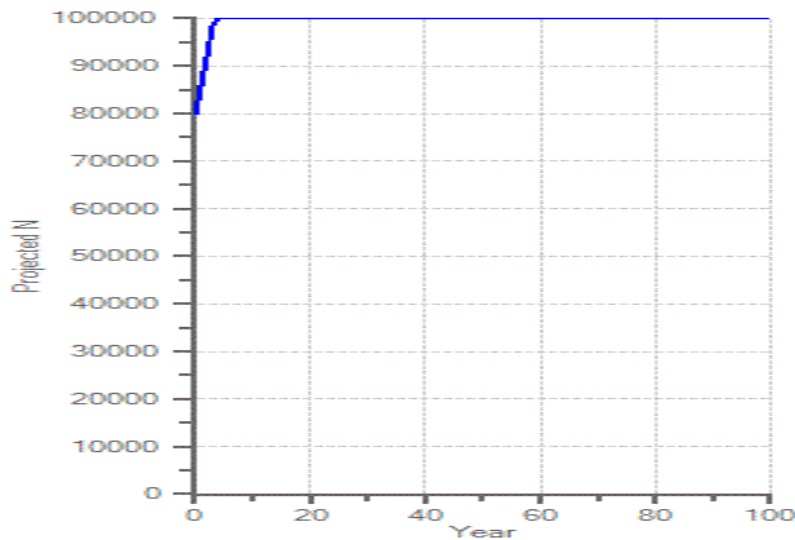
۱- اشتباه معیار میانگین متغیرهای مورد بررسی، در داخل پرانتز ارائه شده‌اند.

قطعی ۰/۰۶۹۳ به ظرفیت حیاتی فرضی خود بعنوان مثال ۱۰۰۰۰۰ رأس می‌رسید (شکل ۲). تفاوت بین نرخ رشد قطعی و میانگین نرخ رشد تصادفی حاصل از شبیه‌سازی، نشان‌دهنده اهمیت عوامل تصادفی (تغییر تصادفی در فراسنجه‌های جمعیتی، نوسانات محیطی، وقایع ناگوار و نامطلوب و اثرات همخوانی) بعنوان تهدیدی برای بقاء جمعیت است.

شکل (۱) نشان می‌دهد که جمعیت با اندازه ابتدایی ۸۰۰۰۰ رأس با میانگین نرخ رشد تصادفی $0/0973 \pm 0/1498$ - بعد از ۱۰ سال به اندازه جمعیت ۱۸۸۲۹ رأس در حال حاضر (۱۴۰۰) رسیده است. این میانگین اثر تغییرات تصادفی (تغییرات تصادفی جمعیت، تغییرات محیطی، حوادث و اثرات همخوانی) بر جمعیت مورد بررسی را نشان می‌دهد. این جمعیت در حضور حداقلی عوامل تصادفی با نرخ رشد



شکل ۱. تغییرات اندازه جمعیت مربوط به دینامیک شبیه‌سازی شده جمعیت گوسفند قره‌گل در ۱۰ سال گذشته (از ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰)



شکل ۲. تغییرات اندازه جمعیت مربوط به دینامیک شبیه سازی شده جمعیت گوسفند قره گل با استفاده از محاسبات قطعی

نژادها به ترتیب ۰٪ و ۲۰٪ در نظر گرفته شدند (جدول ۱). جایگزینی سایر نژادها که در حد ۲۰٪ از تلاقی‌های انجام شده در سالهای مورد بررسی را در بر می‌گرفت، کاملاً دلیل اقتصادی دارد. به نظر می‌رسد با افزایش قیمت گوشت تمایل برخی از پرورش دهندگان برای استفاده از نژادهای گوشتی افزایش پیدا می‌کند.

هرچه طول دوره زمانی و تعداد نسل‌های مورد بررسی بیشتر باشد، امکان ارزیابی اثرات تصادفی (Lande, ۲۰۰۲) و زیان‌های ژنتیکی ناشی از آللهای مضر (Gilligan و همکاران، ۱۹۹۷) بهتر خواهد بود. در مقابل، اعتبار نرخ رشد جمعیت در دوره زمانی کوتاه مدت صحیح‌تر بوده (Goodman, ۱۹۸۷) و امکان نقض فرضیات ثابت تغییرات محیطی و فراسنجه‌های جمعیتی کاهش می‌یابد. دوره زمانی کوتاه مدت ۱۰ ساله مورد بررسی در این پژوهش که با توجه به دسترسی به اطلاعات مدنظر قرار گرفته است، امکان دارد که برای ارزیابی دقیق اثرات تصادفی کافی نبوده باشد.

احتمال انقراض جمعیت گوسفند قره گل بعد از ۱۰ سال (نسبتی از ۱۰۰۰ اجرای برنامه که در طی دوره زمانی مورد نظر به انقراض ختم می‌شود) در پایان شبیه سازی صفر بود. تنوع ژنتیکی یا هتروزیگوسیتی مورد انتظار جمعیت نیز در پایان شبیه سازی ۱۰۰٪ بود (جدول ۲).

کاهش انگیزه‌های اقتصادی - اجتماعی پرورش دهندگان دلیل اصلی روند کاهشی جمعیت گوسفند قره گل است که به طور مشخص موجب حذف بیش از حد گوسفندان مولد می‌شود. در نتیجه به جای برداشت سالانه در حد معمول (۱۰ تا ۲۰ درصد)، حذف سالانه ۲۵٪ از ماده‌های مولد بالغ در مدل تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). محدودیت غذایی و رقابت سایر نژادهای گوسفند نیز به عنوان حوادث نامطلوب مؤثر بر کاهش جمعیت در مدل مورد نظر قرار گرفتند. فراوانی هریک از این حوادث به ترتیب ۵۰٪ و ۱۰۰٪ و اثرات آنها بر زنده ماندن و تولید مثل برای محدودیت غذایی به ترتیب ۱۰٪ و ۱۰٪ و برای رقابت سایر

شبیه‌سازی دینامیک جمعیت گوسفند قره‌گل در آینده تحت مدیریت جاری در زیستگاه آن (سناریو ۲)

اندازه‌های جمعیت، احتمالات انقراض، میانگین‌های نرخ رشد تصادفی، تنوع‌های ژنتیکی، همخوانی‌ها و میانگین تعداد آلل‌های باقی مانده دینامیک شبیه‌سازی شده جمعیت گوسفند قره‌گل در ۲۵ سال آینده (از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۲۵) در جدول (۳) ارائه شده‌اند. داده‌های جدول (۳) و شکل (۳) نشان می‌دهند که جمعیت با میانگین نرخ رشد تصادفی $0/0968 \pm 0/1506$ - به روند کاهشی خود در طی ۲۵ سال آینده ادامه خواهد داد. جمعیت در غیاب عوامل تصادفی با میانگین نرخ رشد قطعی $0/0693$ می‌تواند به ظرفیت حیاتی فرضی خود بعنوان مثال ۲۵۰۰۰ رأس برسد. تفاوت میانگین نرخ رشد تصادفی و نرخ رشد قطعی در این سناریو نسبت به سناریوی قبلی مشابه و در حدود $0/22$ است. در این سناریو، اثر همخوانی بر کاهش باروری و زنده مانی سال اول گوسفندان با لحاظ کردن 50% نقش آلل‌های کشنده و 50% سهم سایر سازوکارهای ژنتیکی موجود در مؤلفه پس روی ناشی از همخوانی، در نظر گرفته شده است. دوره زمانی کوتاه ارزیابی در سناریوی قبلی از یک‌سو و افزایش ناچیز همخوانی (جدول ۳) و اثرات آن در این سناریو می‌توانند دلیل این شباهت باشند.

با تداوم شرایط موجود، احتمال از بین رفتن این نژاد در منطقه از ۳۸ سال دیگر (سال ۱۴۳۸) امکانپذیر خواهد بود. چنانچه بعد از گذشت ۳۸ سال، چهار سرنوشت از ۱۰۰۰ اجرای برنامه به انقراض ختم شده و درسالهای بعد این احتمال افزایش خواهد یافت (شکل ۴). متوسط زمانیکه به اولین انقراض این نژاد در منطقه باقیمانده $4/47 \pm 51/08$ سال برآورد شده است. البته واقعیت

امکان دارد با آنچه شبیه‌سازی شده متفاوت باشد. از یکسو هرگونه تغییر در فرضیات و فراسنجه‌های تعریف شده و از سوی دیگر سیاستهای دولت و نقش با اهمیت پرورش دهندگان در حفظ یا حذف گله‌های گوسفند قره‌گل می‌توانند بطور قابل توجهی بر این روند مؤثر باشند.

تغییرات تنوع ژنتیکی و همخوانی در پایان شبیه‌سازی ۲۵ ساله قابل توجه نبوده و فقط $1/4$ درصد از تنوع ژنتیکی اولیه کاهش

می‌یابد (جدول ۳). البته با تداوم وضعیت موجود، روند افزایشی همخوانی و کاهشی تنوع ژنتیکی ادامه یافته و با کوچکتر شدن جمعیت، روند پرشتاب‌تری خواهند داشت.

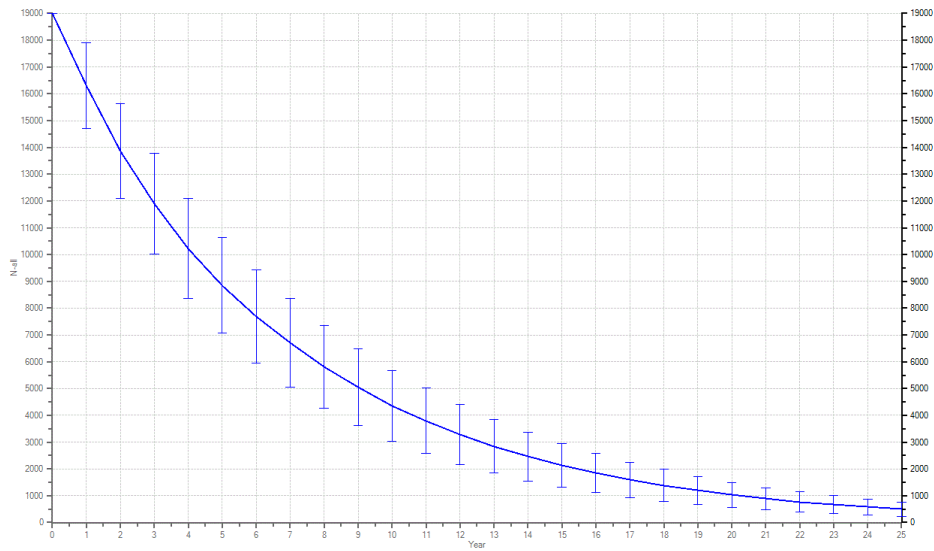
Al-Atiyat (۲۰۰۹) دینامیک جمعیت گاو بومی اردن و احتمال انقراض آن را در آینده شبیه‌سازی کرد. بر اساس فراسنجه‌های زیستی، فرضیات انجام شده و در نظر گرفتن دو واقعه نامطلوب رقابت نژادهای خارجی و خشکسالی این نژاد تا ۱۰ سال آینده منقرض می‌شد. نامبرده بر مناسب بودن و درستی استفاده از PVA برای تهیه یک برنامه حفاظتی برای گاو بومی اردن تأکید کرده است. Thirstrup و همکاران (۲۰۰۹) بطور مشابهی دینامیک جمعیت سه نژاد اسب اهلی دانمارک و احتمال انقراض آنها را در آینده شبیه‌سازی کردند. بر اساس نتایج حاصله امکان انقراض دو نژاد وجود نداشت ولی نژاد فردریکسبورگ^۴ تا ۴۰ سال آینده منقرض می‌گردید. Carnriro و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی احتمال انقراض گوسفند برگاماسکای برزیلی بوسیله تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت، مشخص کردند که این نژاد با تداوم شرایط موجود ۵۹ سال دیگر از بین می‌رود. با تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت، نشان داده شده که احتمال از بین رفتن بز مرخز در منطقه از ۴ سال دیگر (سال ۱۴۰۴) امکانپذیر خواهد بود. چنانچه بعد از گذشت ۴ سال، یک سرنوشت از ۱۰۰۰ اجرای برنامه به انقراض ختم شده و درسالهای بعد این احتمال افزایش خواهد یافت. متوسط زمانیکه به از بین رفتن این نژاد در منطقه باقیمانده $2/53 \pm 15/4$ سال برآورد شده است (بهمنی، ۱۴۰۱). Hertz و همکاران (۲۰۱۶)، Al-Atiyat و همکاران (۲۰۱۶) نیز با استفاده از تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت، احتمال انقراض گاوهای شیری دانمارکی و هاساوی را با فرض تداوم شرایط گذشته به ترتیب ۱۲۲ و ۲۱ سال برآورد کرده‌اند. تمامی پژوهشگران مذکور، تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت را برای نژادهای دامی و وحوش در معرض خطر در صورت وجود داده‌های کافی برای مدل PVA، توصیه کرده‌اند. نتایج حاصله، چارچوب مناسبی را برای حفاظت از نژادهای در معرض خطر و تهیه یک برنامه حفاظتی مهیا خواهند کرد.

³ Frederisborg

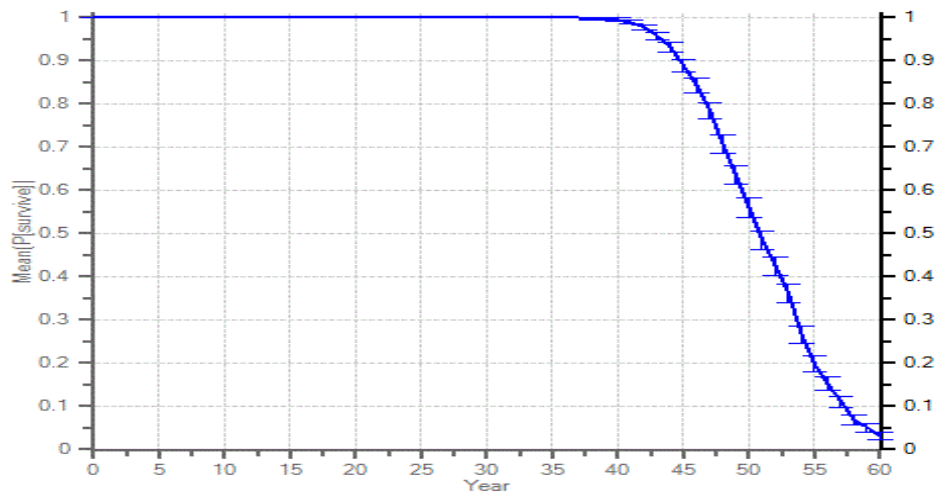
جدول ۳. میانگین و اشتباه معیار^۱ اندازه های جمعیت، احتمالات انقراض، نرخ رشد تصادفی، تنوع ژنتیکی، همخونی ها و میانگین تعداد آللهای باقیمانده دینامیک شبیه سازی شده جمعیت گوسفند قره گل در ۲۵ سال آینده (از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۲۵).

سال	اندازه جمعیت	احتمال انقراض	نرخ رشد تصادفی	تنوع ژنتیکی	همخونی	آللهای باقیمانده
۱۴۰۰	۱۹۰۰۰	*	*	۱	*	۳۸۰۰۰
۱۴۰۱	۱۶۳۰۹ (۵۰/۳۸)	*	-۰/۱۵۷۵ (-۰/۰۰۳۱)	۱	*	۲۵۷۴۶ (۴۶/۳۱)
۱۴۰۲	۱۳۸۶۰ (۵۵/۸۵)	*	-۰/۱۶۶۰ (-۰/۰۰۳۰)	۱	*	۱۸۱۴۸ (۴۵/۷۴)
۱۴۰۳	۱۱۸۹۶ (۵۹/۴)	*	-۰/۱۵۷۰ (-۰/۰۰۳۲)	۱	*	۱۳۱۳۶ (۴۰/۲۹)
۱۴۰۴	۱۰۲۲۴ (۵۹/۱)	*	-۰/۱۵۵۴ (-۰/۰۰۳۰)	۱	*	۹۷۱۱ (۳۴/۲۷)
۱۴۰۵	۸۸۴۶ (۵۶/۴۶)	*	-۰/۱۴۸۸ (-۰/۰۰۲۹)	۱	*	۷۳۲۶ (۲۹/۲۳)
۱۴۰۶	۷۶۸۵ (۵۵/۱۵)	*	-۰/۱۴۵۸ (-۰/۰۰۳۱)	۱	*	۵۶۳۰ (۲۵/۱۶)
۱۴۰۷	۶۷۰۸ (۵۲/۴۴)	*	-۰/۱۴۰۹ (-۰/۰۰۳۱)	۱	*	۴۳۸۸ (۲۱/۶۰)
۱۴۰۸	۵۸۱۲ (۴۸/۹۵)	*	-۰/۱۴۸۰ (-۰/۰۰۳۰)	۱	*	۳۵۳۳ (۱۸/۷۰)
۱۴۰۹	۵۰۵۵ (۴۵/۰۹)	*	-۰/۱۴۳۱ (-۰/۰۰۳۰)	۱	*	۲۸۷۴ (۱۶/۳۵)
۱۴۱۰	۴۳۶۱ (۴۱/۷۵)	*	-۰/۱۵۲۹ (-۰/۰۰۳۱)	۱	*	۲۳۵۹ (۱۴/۴۳)
۱۴۱۱	۳۷۹۵ (۳۸/۵۰)	*	-۰/۱۴۴۹ (-۰/۰۰۳۰)	-/۹۹۹	*	۱۹۵۶ (۱۲/۸۳)
۱۴۱۲	۳۲۷۶ (۳۵/۶۶)	*	-۰/۱۵۲۸ (-۰/۰۰۳۰)	-/۹۹۹	-/۰۰۰۱	۱۶۲۹ (۱۱/۴۶)
۱۴۱۳	۲۸۴۵ (۳۱/۸۳)	*	-۰/۱۴۴۶ (-۰/۰۰۳۱)	-/۹۹۸	-/۰۰۰۱	۱۳۶۸ (۱۰/۱۸)
۱۴۱۴	۲۴۶۳ (۲۸/۹۳)	*	-۰/۱۴۹۹ (-۰/۰۰۳۱)	-/۹۹۸	-/۰۰۰۱	۱۱۵۳ (۹/۵۰)
۱۴۱۵	۲۱۳۴ (۲۵/۸۹)	*	-۰/۱۴۷۴ (-۰/۰۰۳۲)	-/۹۹۷	-/۰۰۰۱	۹۷۶ (۸/۰۴)
۱۴۱۶	۱۸۴۱ (۲۳/۰۴)	*	-۰/۱۵۱۷ (-۰/۰۰۳۱)	-/۹۹۷	-/۰۰۰۱	۸۲۷ (۷/۱۸)
۱۴۱۷	۱۵۹۴ (۲۰/۸۷)	*	-۰/۱۴۹۶ (-۰/۰۰۳۰)	-/۹۹۶	-/۰۰۰۲	۷۰۳ (۶/۴۰)
۱۴۱۸	۱۳۸۵ (۱۸/۷۷)	*	-۰/۱۴۶۱ (-۰/۰۰۳۰)	-/۹۹۶	-/۰۰۰۲	۶۰۰ (۵/۷۱)
۱۴۱۹	۱۱۹۵ (۱۶/۵۶)	*	-۰/۱۵۲۶ (-۰/۰۰۳۱)	-/۹۹۵ (۰/۰۰۰۱)	-/۰۰۰۲ (۰/۰۰۰۱)	۵۱۳ (۵/۱۰)
۱۴۲۰	۱۰۳۳ (۱۴/۸۰)	*	-۰/۱۵۱۸ (-۰/۰۰۳۰)	-/۹۹۴ (۰/۰۰۰۱)	-/۰۰۰۳ (۰/۰۰۰۱)	۴۳۹ (۴/۵۶)
۱۴۲۱	۸۹۳ (۱۲/۹۷)	*	-۰/۱۴۸۳ (-۰/۰۰۳۱)	-/۹۹۳ (۰/۰۰۰۱)	-/۰۰۰۳ (۰/۰۰۰۱)	۳۷۶ (۴/۰۵)
۱۴۲۲	۷۷۰ (۱۱/۶۰)	*	-۰/۱۵۱۷ (-۰/۰۰۳۰)	-/۹۹۲ (۰/۰۰۰۱)	-/۰۰۰۴ (۰/۰۰۰۱)	۳۲۳ (۳/۶۲)
۱۴۲۳	۶۶۹ (۱۰/۴۱)	*	-۰/۱۴۷۵ (-۰/۰۰۳۲)	-/۹۹۰ (۰/۰۰۰۱)	-/۰۰۰۵ (۰/۰۰۰۱)	۲۷۷ (۳/۲۱)
۱۴۲۴	۵۷۷ (۹/۲۸)	*	-۰/۱۵۴۷ (-۰/۰۰۳۱)	-/۹۸۸ (۰/۰۰۰۲)	-/۰۰۰۵ (۰/۰۰۰۱)	۲۳۸ (۲/۸۷)
۱۴۲۵	۴۹۷ (۸/۲۲)	*	-۰/۱۵۵۱ (-۰/۰۰۳۰)	-/۹۸۶ (۰/۰۰۰۲)	-/۰۰۰۶ (۰/۰۰۰۱)	۲۰۵ (۲/۵۶)

۱- اشتباه معیار میانگین متغیرهای مورد بررسی، در داخل پرانتز ارائه شده اند.



شکل ۳. تغییرات اندازه جمعیت مربوط به دینامیک شیب سازی شده جمعیت گوسفند قره گل در ۲۵ سال آینده (از ۱۴۰۰ تا ۱۴۲۵).



شکل ۴. تغییرات احتمال بقا جمعیت مربوط به دینامیک شیب سازی شده جمعیت گوسفند قره گل در ۶۰ سال آینده (از ۱۴۰۰ تا ۱۴۶۰).

تصادفی جمعیت و تنوع ژنتیکی آن در جدول (۴) نشان داده شده است.

افزایش درصد ماده‌های مولد بالغ موجب افزایش اندازه جمعیت باقیمانده، رشد تصادفی و تنوع ژنتیکی جمعیت خواهد شد. کاهش درصد نازایی و سقط جنین ماده‌های مولد، مهمترین عواملی هستند که در افزایش درصد ماده‌های مولد بالغ نقش دارند.

بررسی حساسیت فراسنجه های مؤثر بر معیارهای حیاتی جمعیت گوسفند قره گل

جهت تدوین و اجرای سناریوهای حفاظتی، شناخت فراسنجه‌هایی که بر معیارهای حیاتی جمعیت مؤثر هستند و نحوه عمل آنها از اهمیت زیادی برخوردار است. به همین منظور فراسنجه های مؤثر شناسایی شده و تأثیر آنها بر معیارهای اندازه جمعیت باقیمانده، رشد

جدول ۴. بررسی اثر فراسنجه های مؤثر بر معیارهای حیاتی جمعیت در شبیه سازی آینده جمعیت گوسفند قره گل در زیستگاهش

فراسنجه	مقدار متغیر در مدل اصلی	دامنه متغیر مورد بررسی	دامنه تغییر در اندازه جمعیت باقیمانده	دامنه تغییر در رشد تصادفی جمعیت	دامنه تغییر در تنوع ژنتیکی
میش های مولد بالغ (%)	۹۰	۸۰-۱۰۰	۲۲۷-۸۸۴	-۰/۱۸۴۷ -- ۰/۱۲۷۱	۰/۹۷۷-۰/۹۹۲
دوقلو زایی (%)	۵	۰-۲۰	۳۷۲-۱۲۰۱	-۰/۱۶۴۲ -- ۰/۱۲۴۴	۰/۹۹۳-۰/۹۸۳
مرگ و میر بره های ماده (%)	۱۵	۵-۲۵	۱۰۸۷-۲۲۹	-۰/۱۱۹۵ -- ۰/۱۸۶۹	۰/۹۹۲-۰/۹۷۷
فراوانی رقابت سایر نژادها (%)	۱۰۰	۰-۱۰۰	۲۲۹۸-۴۸۷	-۰/۰۹۱۸ -- ۰/۱۵۲	۰/۹۹۵-۰/۹۸۶
فراوانی محدودیت غذایی (%)	۵۰	۰-۱۰۰	۲۳۹۶-۸۲	-۰/۰۸۵۸ -- ۰/۲۳۵۵	۰/۹۹۶-۰/۹۵۵
برداشت یا حذف میش های بالغ (%)	۲۵	۱۵-۳۵	۴۸۲۸-۴۲	-۰/۰۵۲۲ -- ۰/۲۶۴۲	۰/۹۹۶-۰/۹۳۳

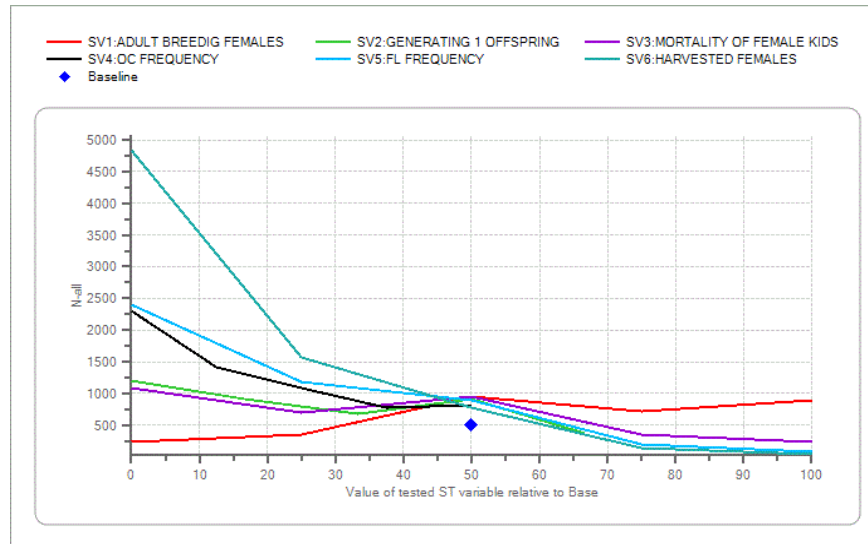
میش های مولد بالغ بیشترین اثر را بر معیارهای حیاتی در شبیه سازی آینده جمعیت دارند. اشکال عنکبوتی فراسنجه مورد بررسی را در ترکیب با سایر فراسنجه های مورد بررسی نمایش می دهند. شیب تند هر متغیر آنالیز شده، نشان می دهد آن متغیر اثر زیادی بر نتایج دارد در حالی که شیب کند نشان می دهد متغیر اثر کمی بر نتایج دارد. در نمودارهای عنکبوتی محور X ها استاندارد شده و تمام متغیرها بین ۰ تا ۱۰۰ پراکنده شده اند. این موضوع تا حد زیادی تفاوت متغیرها را از نظر اندازه و دامنه اصلاح می کند. در بررسی Carnriro و همکاران (۲۰۱۴)، فراوانی فجایع، عدم ورود حیوانات و تلفات گوسفندان بالغ و بره، به ویژه مرگ و میر میش ها، به عنوان مهمترین تهدیدات جمعیت مورد بررسی گوسفند برگاماسکای گزارش شده اند. Thirstrup و همکاران (۲۰۰۹) و Slotta-Bachmayer و همکاران (۲۰۰۴) هم درصد مادپان های مولد را به عنوان مهمترین فراسنجه مورد بررسی در تجزیه و تحلیل حیاتی اسپهای دانمارکی و اسپهای جنوب غربی مغولستان گزارش کرده اند.

افزایش دوقلو زایی نیز از جمله عوامل تولیدمثلی است که در بهبود معیارهای حیاتی جمعیت مؤثر بوده است. مرگ و میر بره های ماده برخلاف بره های نر نیز از فراسنجه های زیستی بود که در کاهش اندازه جمعیت باقیمانده، رشد تصادفی و تنوع ژنتیکی تأثیر گذار بوده است.

اثر قابل توجه محدودیت غذایی بر معیارهای حیاتی جمعیت به خوبی اهمیت کنترل و کاهش فراوانی و اثر آن بر تولیدمثل و زنده مانی جمعیت را نشان می دهد. به همین ترتیب البته با اثر کمتر، رقابت گوسفندان سایر نژادها نیز بر معیارهای مذکور تأثیر گذاشته و لازم است فراوانی و اثرات آن مدیریت گردد. برداشت (حذف، فروش، ذبح) ماده های مولد بالغ بطور قابل ملاحظه ای بر معیارهای حیاتی جمعیت اثر منفی دارد. پیشگیری از حذف بیش از حد ماده های مولد یکی از مهمترین عوامل مدیریتی در کنترل وضعیت موجود است.

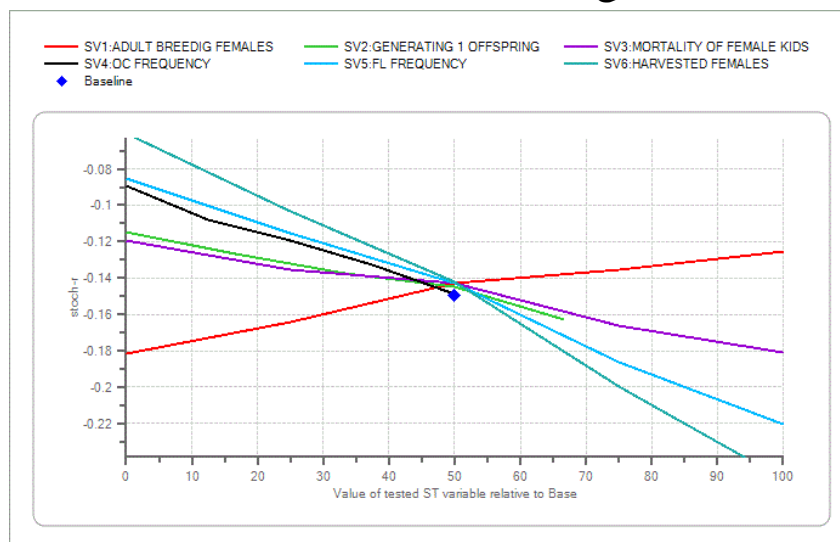
شکل های (۵، ۶ و ۷) نشان می دهند که به ترتیب حذف بیش از حد میش ها، فراوانی محدودیت غذایی، رقابت نژادهای خارجی و درصد

شکل ۵. نمودار عنکبوتی استاندارد شده بررسی مقایسه ای اثر فراسنجه های مختلف بر اندازه جمعیت باقی مانده گوسفند قره گل



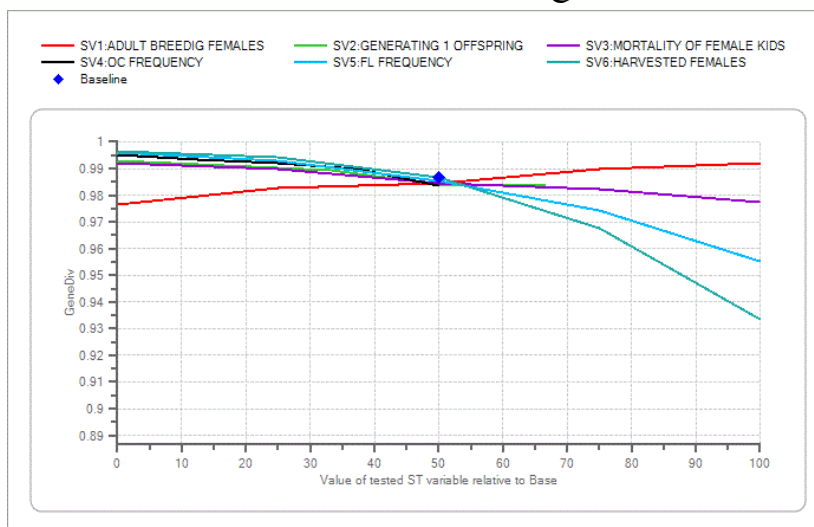
تک قلو زایی: Generating one offspring, میش های مولد بالغ: Adult breeding females,
 فراوانی رقابت سایر نژادها: O.C. frequency, مرگ و میر بره های ماده: Mortality of female lambs,
 برداشت یا حذف میش های بالغ: Harvested females, فراوانی محدودیت غذایی: F.L. frequency

شکل ۶. نمودار عنکبوتی استاندارد شده بررسی مقایسه ای اثر فراسنجه های مختلف بر نرخ رشد تصادفی جمعیت گوسفند قره گل



تک قلو زایی: Generating one offspring, میش های مولد بالغ: Adult breeding females,
 فراوانی رقابت سایر نژادها: O.C. frequency, مرگ و میر بره های ماده: Mortality of female lambs,
 برداشت یا حذف میش های بالغ: Harvested females, فراوانی محدودیت غذایی: F.L. frequency

شکل ۷. نمودار عنکبوتی استاندارد شده بررسی مقایسه ای اثر فراسنجه‌های مختلف بر تنوع ژنتیکی جمعیت گوسفند قره گل



تک قلوزایی: Generating one offspring, میش‌های مولد بالغ: Adult breeding females,
 فراوانی رقابت سایر نژادها: O.C. frequency, مرگ و میر بره های ماده: Mortality of female lambs,
 برداشت یا حذف میش‌های بالغ: Harvested females, فراوانی محدودیت غذایی: F.L. frequency

نتیجه گیری

تهیه برنامه‌ای حفاظتی در کوتاه مدت با اتکا به کمک های دولتی و برنامه های اصلاحی و توسعه‌ای در درازمدت با تقویت امکانات موجود در ایستگاه های پرورش و اصلاح نژاد گوسفند قره گل کشور بتوان این نژادهای با ارزش را حفظ کرده و علاوه بر بهره برداری از آن، شاهد پیامدهای مثبت فرهنگی- اجتماعی ماندگاری آن بود.

درصد ماده‌های مولد بالغ، مرگ و میر بره‌های ماده و دوقلوزایی نیز از فراسنجه‌های مدیریتی بوده اند که بر معیارهای حیاتی و کاهش جمعیت مؤثر بوده اند. انجام هر فعالیت و انتقال دانش و دستاوردهایی که بتواند سود آوری گله ها را افزایش داده و به توسعه و ترویج محصولات به ویژه پوست تولیدی این نژاد کمک کند، بسیار لازم و ضروری است. نتایج و دستاوردهای زیادی در زمینه‌های ژنتیک و اصلاح، مدیریت پرورش و تغذیه این نژاد و نژادهای گوسفند کشور منتشر شده اند که باید در قالب یک برنامه و با سازوکار مشخص به عرصه تولید منتقل شوند.

گوسفند قره گل با تداوم شرایط موجود، در آینده با کاهش جمعیت، کاهش تنوع ژنتیکی و افزایش همخونی مواجه است. احتمال از بین رفتن این نژاد در منطقه از ۳۸ سال دیگر (سال ۱۴۳۸) امکانپذیر بوده و متوسط زمانیکه به اولین انقراض این نژاد در منطقه باقیمانده ۵۱ سال برآورد شده است. حذف ماده‌های بالغ بیش میزان حذف معمول سالانه، فراوانی محدودیت غذایی و رقابت نژادهای دیگر، بیشترین اثر را بر معیارهای حیاتی در شبیه سازی آینده جمعیت و کاهش جمعیت این نژاد در کشور داشته اند. حذف بیش از حد ماده های بالغ، استفاده از مولدین نر سایر نژادها و بخشی از محدودیت های غذایی دلایل اقتصادی- اجتماعی داشته و عامل اصلی انقراض نژادهای دامی در دنیا هستند. سودآور ساختن هر نژاد ممکن است بهترین استراتژی برای ماندگاری آن باشد چون متکی به کمک های مالی نیست. این امر از طریق اصلاح ژنتیکی و توسعه بیشتر بخش تولید (ترویج و توسعه محصولات) امکانپذیر است. بدین ترتیب به نظر می رسد، با

منابع

- Goodman, D. (1987). The demography of chance extinction. P: 11-34, In: Soule, M. E. (ed.), *Viable populations for Conservation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hertz, M., Jensen, I., Jensen, L., Nielsen, I., Winde, J., Stronen, A. and Pertoldi, C. (2016). Population viability analysis on a native Danish cattle breed. *Animal genetic resources*. 59, 105-112. doi.org/10.1017/S2078633616000205
- Lacy, R.C. (1993/1994). What is population viability analysis? *Primate Conservation*. 14/15, 27-33.
- Lacy, R.C. and Pollak, J.P. (2021). *Vortex: A Stochastic Simulation of the Extinction Process*. Version 10.5.5. Chicago Zoological Society, Brookfield, Illinois, USA.
- Lacy, R.C., Miller, P.S. and Traylor-Holzer, K. (2021). *Vortex 10 User's Manual*. 30 March 2021 update. IUCN SSC Conservation Planning Specialist Group, and Chicago Zoological Society, Apple Valley, Minnesota.
- Lande, R. (2002). Incorporating stochasticity in population viability analysis. P: 18-40, In: Beissinger S. R. and McCullough, D. R. (eds.), *Population Viability Analysis*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Meuwissen, T. (2009). Genetic management of small populations. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*. 59(2), 71-79. doi.org/10.1080/09064700903118148
- Ngcobo, J.N., Nedambale, T.L., Nephawe, K.A., Mpofo, T.J., Chokoe, T.C., Ramukhithi, F.V. (2022). An Update on South African Indigenous Sheep Breeds' Extinction Status and Difficulties during Conservation Attempts: A Review. *Diversity*. 14, 516. doi.org/10.3390/d14070516
- O'Grady, J.J., Brook, B.W., Reed, D.H., Ballou, J.D., Tonkyn, D.W. and Frankham, R. (2006). Realistic levels of inbreeding depression strongly affect extinction risk in wild populations. *Biological Conservation*. 133, 42-51. doi.org/10.1016/j.biocon.2006.05.016
- بهمنی، ح. ر. (۱۴۰۱). تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت در معرض خطر بز مرخز، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات علوم دامی، کرج.
- توکلیان، ج. (۱۳۸۷). نگرشی بر ذخایر ژنتیکی دام و طیور بومی ایران. موسسه تحقیقات علوم دامی، کرج.
- خالدار، م. (۱۳۸۴). اصول پرورش گوسفند و بز (چاپ دوم). انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد تهران. ص ۷۹ و ۸۰.
- ساقی، د. ع. (۱۴۰۲). تجزیه و تحلیل حیاتی جمعیت در معرض خطر گوسفند قره گل، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات علوم دامی، کرج. (در حال انتشار)
- Al-Atiyat, R.M. (2009). Estimation extinction probabilities of Jordan indigenous cattle using population viability analysis. *Livestock Science*. 123, 121-128. doi.org/10.1016/j.livsci.2008.10.016
- Al-Atiyat, R.M., Riyadh, S., Aljumaah Bader, M., Al-Shaer, B. M. and Al-Sornokh, H. (2016). Extinction probabilities of Hassawi cattle from Saudi Arabia using population viability analysis. *Journal of King Saud University – Science*. 28(3), 226-231. doi.org/10.1016/j.jksus.2016.05.001
- Carneiro, H., Paiva, S., Louvandini, H., Miranda, R. and McManus C. (2014). Genealogical and population viability analysis of a conservation nucleus of Brazilian Bergamasca sheep. *Animal genetic resources*. 54, 103-113. doi.org/10.1017/S2078633614000058.
- Gandini, G.C., Ollivier, L., Danell, B., Distl, O., Georgoudis, A., Groeneveld, E., Martyniuk, E., van Arendonk, J.A.M. and Wolliams J.A. (2004). Criteria to assess the degree of endangerment of livestock breeds in Europe. *Livestock Production Science*. 91, 173-182. doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.08.001
- Gilligan, D. M., Woodworth, L. M., Montgomery, M. E., Briscoe, D. A. and Frankham, R. (1997). Is mutation accumulation a threat to survival of endangered populations? *Conservation Biology*. 11, 1235-1241.

Scherf, B.D. (2000). World watch list for domestic animal diversity. third ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Simon, D.L. (1999). European approaches to conservation of farm animal genetic resources. *Animal Genetic Research Information*. 25, 79-100. doi.org/10.1017/S1014233900005794

Slota-Bachmayer, L., Boegel, R., Kaczensky, P., Stauffer, C. and Walzer, C. (2004). Use of

population viability analysis to identify management priorities and success in reintroducing Przewalski's horses to southwestern Mongolia. *Journal of Wildlife Management*. 68 (4), 790-798.

Thirstrup, J. P., Bach, L. A., Loeschcke, V. and Pertoldi, C. (2009). Population viability analysis on domestic horse breeds (*Equus caballus*). *Journal of Animal Science*. 87, 3525-3535. doi.org/10.2527/jas.2008-1760

