نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۴۲، بهـــار ۱۴۰۳
ص‌ص: ۹۱~۱۰۶

تأثیر ژن FecB بر افزایش چندقلوزایی و بازده اقتصادی در گوسفند لری–بختیاری

* محمود امیری رودبار[1*]، حسین عمرانی[2]، محمدرضا مشایخی[3]، بهاره طاهری دزفولی[4]، غلامعلی صنیعی[5]

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران.

۲- استادیار بخش بیوتکنولوژی، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۳- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران.

۴- استادیار بخش علوم دامی، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران.

۵- محقق بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران.

تاریخ دریافت : اسفند ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش : تیر ۱۴۰۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۳۵۹۴۷۴۶۵۴
Email: amiri225@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/ ASJ.2023.361540.2291

چکیده

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثرات اقتصادی انتقال ژن FecB به گله‌های لری-بختیاری موجود در شمال استان خوزستان بود. برای این منظور پس از جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز در سال ۱۴۰۱، الگوریتم شبیه‌سازی برای این مطالعه توسط زبان برنامه‌نویسی R طراحی گردید. سامانه‌های پرورشی متفاوت، اندازه مؤثر متفاوت جهش FecB، حالت‌های مختلف قیمت کاذب، عامل کاهش هزینهٔ نهاده به دلیل خریدهای عمده در گوسفندداری‌های بزرگ‌تر، و وجود یا عدم وجود ارائهٔ مستقیم محصول بدون واسطه (PSWI) در الگوریتم در نظر گرفته شد. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که تحت شرایط عدم چرا اندازه گله می‌تواند فاکتور مهمی در سودهی گوسفندداری باشد. همزمان‌سازی فحلی یک عامل مهم در افزایش سود در گله‌های دارای ژن FecBبوده که در شرایط نبود چرا نقش آن در بهبود شرایط اقتصادی گله پررنگ تر نیز می‌گردد. این مطالعه نشان داد که به ازای هر یک درصد افزایش در چندقلوزایی به دلیل وجود FecB تحت شرایط مختلف پرورشی میزان افزایش درآمد در سال برای هر رأس از ۱۴۷ تا ۳۴۹ هزار ریال متفاوت بود. همچنین PSWI می‌تواند نقش خیلی مهمی در بهبود شرایط اقتصادی گله ایفا نماید. از نتایج این شبیه‌سازی می‌توان تا حد زیادی نسبت به پیش بینی آینده اقتصادی گله‌های نژاد لری-بختیاری و همچنین سایر نژادهای دارای این ژن استفاده نمود. علاوه بر این از الگوریتم ارائه شده در این تحقیق می‌توان برای شبیه‌سازی در نژادهای مختلف با توجه به هزینه‌کردها و شرایط تولیدی مختلف جهت ارائه الگوی اقتصادی مناسب استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم شبیه‌سازی، بازده اقتصادی گله، ژن بزرگ اثر FecB، گوسفند لری بختیاری.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 142 pp: 91-106

Effects of FecB gene on litter size and income in Lori-Bakhtiari sheep

By: Mahmoud Amiri Roudbar [*1], Hosein Emrani[2], Mohammadreza Mashayekhi[3], Bahareh Taheri Dezfuli[4], Gholam Ali Saniei[5]

1: Assistant Professor, Animal Science Research Department, Safiabad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extention (AREEO), Dezful, Iran.

2: Assistant professor of Department of Biotechnology, Animal science research institute of Iran, Agricultural Research, Education & Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. Email: h.emrani@areeo.ac.ir

3: Assistant Professor, Animal Science Research Department, Safiabad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extention (AREEO), Dezful, Iran.

4: Assistant professor of Animal Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Recourses Research and Education Centre, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahwaz, Iran.

5: Researcher of Department of Animal Science, Safiabad-Dezful Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Education & Extension Organization (AREEO), Dezful, Iran.

Received: March 2023 **Accepted: July 2023**

The purpose of this research was to investigate the economic effects of a major gene, FecB, in Lori-Bakhtiari sheep in the northern regions of Khuzestan province. After collecting the required information in 2022, a simulation algorithm for this study was designed using the R programming language. Different objects including various breeding systems, different effect sizes of FecB, changes in extra price due to carrying FecB, the factor of reducing cost due to bulk purchases in larger sheep farms, and the presence or absence of direct product sale without intermediaries (PSWI) were considered in the algorithm. The simulation results showed that under non-pasture conditions, the size of the flock can be an important factor in the profitability. Estrus synchronization was another important factor in increasing profit in herds with FecB, and in the absence of pasture, its role in improving the economic conditions of the herd becomes more prominent. This study showed that for every 1% increase in litter size due to the FecB effect the income per year for each head increased from 147 to 349 thousand Rials. In addition, the PSWI can play a very important role in improving the profitability of the herd. The results of this simulation can be used to predict the economic future of Lori-Bakhtiari herds and the other Iranian sheep breeds carrying this mutation. Moreover, the algorithm presented in this research can be used for simulation in different breeds according to the cost and different breeding systems to provide a suitable economic model.

Key words: Simulation algorithm, Herd economic income, Major gene FecB, Lori-Bakhtiari sheep.

مقدمه

دام‌های سبک مخصوصاً گوسفند نقش انکار ناپذیری در اقتصاد کشاورزی ایران داشته و یک عامل بسیار مهم در عرصه معیشت کشاورزان عشایری و روستایی می‌باشد. اهداف پرورش گوسفند در کشورهای مختلف متفاوت است، اما در بسیاری از کشورها از جمله ایران تولید گوشت از اهداف اصلی پرورش گوسفند می‌باشد (Montossi و همکاران، ۲۰۱۳). با توجه به نقش مهم

این دام در امنیت غذایی کشور، عواملی که موجب بهبود تولید در این دام گردند، می‌توانند تأثیر بسیار زیادی در شرایط اقتصادی در سطح کلان داشته باشند. یکی از راه‌های افزایش تولید گوشت، افزایش تعداد برهٔ تولیدی به ازای هر رأس میش داشتی در هر زایش می‌باشد. راهکار مناسب برای رسیدن به این هدف افزایش میزان چندقلوزایی در گله‌ها است.

در حال حاضر روش‌های مختلفی برای افزایش چندقلوزایی در گوسفند شامل فلاشینگ (Molle و همکاران، ۱۹۹۷)، درمان هورمونی (Scaramuzzi و همکاران، ۱۹۸۷) ، تلاقی‌گری نژادهای بومی با نژادهای چندقلوزا (Mishra و همکاران، ۲۰۰۷)، استفاده از راهبرد انتخاب داخل نژادی برای افزایش بهره‌وری و تثبیت ژن بزرگ اثر (Fogarty ، ۲۰۰۹) پیشنهاد می‌شوند. دو روش اول موقت بوده و برای بهره‌مندی از آنها باید هر بار تکرار شوند. اما با اجرای روش‌های مبتنی بر تغییرات در ساختار ژنومی، افزایش چندقلوزایی به دلیل تغییر در فراوانی ژنی نسل‌های بعدی شده و در نهایت این تغییرات مثبت تثبیت می‌گردد. در روش تثبیت ژن‌های بزرگ اثر، به دلیل اینکه محقق با یک ژن سر و کار دارد، می‌توان با استفاده از روش تلاقی برگشتی میزان خلوص نژادی در نسل‌های بعد را بازافرینی کرده و در کنار تثبیت ژن بزرگ اثر، ساختار ژنتیکی آن نژاد را نیز حفظ نمود.

طی دهه‌های ۱۹۴۰ تا ۱۹۵۰ لاینی از گوسفندان مرینو به نام برولا[1] در استرالیا شناسایی شد که دارای صفت چندقلوزایی بالایی بود (Fogarty ، ۲۰۰۹). برای اولین بار Turner و Young (۱۹۶۹) نشان دادند که میش‌های این گله نسبت به گله‌های مرینو که برای چندقلوزایی انتخاب شده بودند، ۳۰ درصد بره بیشتر تولید می‌کنند. این توانایی باعث شد تا از این گله برولا برای افزایش چندقلوزایی در سرتاسر استرالیا و همچنین دیگر کشورها استفاده شود. برای اولین بار در سال ۲۰۰۱ نشان داده شد که بروز این صفت به دلیل آلل جهش یافته از ژن بزرگ اثر FecB بوده است. مطالعات نقشه‌یابی نشان داد که FecB در ناحیه‌ای از کروموزوم شش ژنوم گوسفند قرار گرفته که با جایگاه کروموزومی q۲۴–۲۲ در انسان که دارای ژن گیرنده پروتئین مورفوژنتیک استخوان می‌باشد IB۲ مشابه است (Mulsant و همکاران، ۲۰۰۱).

جهش FecB می‌تواند باعث بهبود قابل توجه در میزان برهٔ تولیدی به ازای هر میش در گله شده، در نتیجه نقشی مهم در ایجاد سود بیشتر در گوسفندداری‌های دارای این جهش داشته باشد (Fogarty ، ۲۰۰۹). برای مثال ورود جهش FecB به نژاد آواسی[3] و آساف[4] موجب افزایش تولید بره به ازای هر میش از حدود ۱/۲–۱/۶ به حدود ۲ گردید (Gootwine و همکاران، ۲۰۰۱). مطالعهٔ اقتصادی این گله‌ها نشان داد که انتقال این ژن به گله‌های گوسفندان باعث بهبود عملکرد تولیدی و در نتیجه افزایش سود گردید (Gootwine و همکاران، ۲۰۰۱). اما سوال مهم این خواهد بود که آیا الگوی مشابه‌ای را نیز می‌توان برای حرفهٔ پرورش گوسفند ایران متصور بود یا خیر؟ و یا در صورت مثبت بودن اثر این ژن در بهبود سود دام‌دار، میزان تأثیر اقتصادی آن چقدر می‌باشد؟

در دو دههٔ گذشته با تلاقی گوسفندان برولا–مرینو[5] حامل ژن FecB از استرالیا با گوسفندان بومی افشاری، قابلیت چندقلوزایی گوسفندان حاصل این تلاقی افزایش چشمگیری داشته است (قنبری و همکاران ۱۳۸۴). یکی از معدود مطالعات انجام شده در خصوص تأثیر ورود یک ژن بزرگ اثر توسط لطیفی و همکاران، (۲۰۱۹) انجام شد. در این مطالعه تنها به بررسی نتایج حاصل از انتقال یک ژن عمده اثر با روش‌های انتخاب سنتی و ژنومیک در گوسفند به وسیلهٔ شبیه‌سازی پرداخته شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که انتخاب سنتی به کمک ژن می‌تواند فراوانی ژن مطلوب عمده اثر را به اندازه انتخاب ژنومی افزایش دهد. با وجود موفقیت بسیار زیاد در انتقال ژن FecB اما متاسفانه مطالعه‌ای علمی در خصوص میزان تأثیر اقتصادی این ژن بر درآمد دامدار انجام نشده است. در این مطالعه تلاش شده تا اثرات انتقال ژن FecB در گوسفندان لری–بختیاری مورد بررسی قرار گرفته تا تغییرات درآمدی گله‌های این نژاد در آینده قابل پیش‌بینی گردد.

[1] Booroola

[2] Bone morphogenetic protein receptor IB
[3] Awassi
[4] Assaf
[5] Booroola-Merino

مواد و روش‌ها

مؤلفه‌های مورد استفاده در شبیه‌سازی

با توجه به مطالعات انجام شده برروی نژاد لری-بختیاری (Amiri Roudbar و همکاران، ۲۰۱۸؛ Vatankhah و همکاران، ۲۰۰۸) و ژن FecB (Fogarty ، ۲۰۰۹) و همچنین از طریق مطالعات میدانی گلۀ صنعتی (پرورش در جایگاۀ بسته) با کنجایش ۵۰۰۰ رأس واقع در دزفول و سایر گوسفندداران منطقه (سامانۀ روستایی) مؤلفه‌های مورد نیاز شبیه‌سازی استخراج شدند. برای این منظور اطلاعات مورد نیاز از مجموعه صنعتی و نیز دو گلۀ موجود در منطقه که به وسیله آمیخه‌گری با گوسفندان دارای این جهش چندقلوزایی در گلۀ خود را افزایش داده بودند، استفاده شد. این مؤلفه‌ها به سه دستۀ مختلف تقسیم‌بندی شدند. دستۀ اول شامل مؤلفه‌های مرتبط با خصوصیات جمعیت بودند. در جدول ۱ فهرست تمام مؤلفه‌های مرتبط با ساختار جمعیت جهت شبیه‌سازی ارائه شده است. گله‌ها به چهار اندازۀ کوچک (۱۰۰ رأسی)، متوسط (۴۰۰ رأسی) و بزرگ (۱۰۰۰ رأسی) و بسیار بزرگ (۵۰۰۰ رأسی) تقسیم شدند.

گله‌های شبیه‌سازی شده با درنظر گرفتن امکان یا عدم امکان استفاده از چرای درمرتع و نیز وجود یا عدم وجود همزمان‌سازی فحلی[۶] (ES) در گله مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای ES فرض بر این بود به ازای هر دو سال گله سه زایش داشته باشد. با در نظر گرفتن ES، قطعاً میش‌هایی که برای چرا از مرتع استفاده می‌نمایند، به دلیل دورۀ هورمون درمانی در بازه زمانی مشخص برای مدتی قادر به چرا نبوده و این موضوع در شبیه‌سازی در نظر گرفته شد.

[6] Estrus synchronization

جدول ۱. فهرست مؤلفه‌های مرتبط با ساختار و خصوصیات جمعیت مورد استفاده برای شبیه‌سازی

مؤلفه	مقدار
تعداد سال	۱۰
اندازهٔ جمعیت	۱۰۰، ۴۰۰، ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰
استفاده از ES	بله/خیر
استفاده از مرتع	بله/خیر
نسبت قوچ به میش در گله	۱ به ۱۵
تعداد تکرار هر شبیه‌سازی	۲۰
تعداد روزهای چرا	۲۴۰
کاهش روزهای چرا به دلیل ES	۳۰

دستهٔ دوم مؤلفه‌ها شامل موارد مرتبط با تولیدمثل در گله بودند. این موارد برای حالت‌هایی که گوسفندان به صورت معمولی (نبود جهش FecB (++))، هترو (دارای یک جهش از FecB (+B)) و همو (دارای هر دو جهش از FecB (BB) بودند، در نظر گرفته شدند. تمام مؤلفه‌های مورد استفاده برای صفات تولیدمثلی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. فهرست مؤلفه‌های مرتبط با تولیدمثل مورد استفاده برای شبیه‌سازی

مؤلفه	مقدار
نسبت زایش برای ژنوتایپ ++	۰/۹۵
نسبت زایش برای ژنوتایپ +B و BB	۰/۹
نسبت مرگ و میر بره برای ژنوتایپ ++	۰/۲
نسبت مرگ و میر بره برای ژنوتایپ +B و BB	۰/۱۵
نسبت چندقلوزایی برای ژنوتایپ ++	۱/۱۶
افزایش بره‌زایی به دلیل حامل بودن یک آلل از B[1]	۰/۱ تا ۱/۳
درصد افزایش بره‌زایی به دلیل داشتن آلل دوم از B[2]	۲۰ درصد
نسبت زایش برای ES	۰/۷
نسبت چندقلوزایی برای ES	۱/۴

[1] برای محاسبهٔ این مؤلفه اعداد ارائه شده باید با نسبت چندقلوزایی برای ژنوتایپ ++ جمع شوند.

[2] برای این مؤلفه مقدار نسبت چندقلوزایی محاسبه شده برای ژنوتایپ +B را با ۱/۲ (برای ۲۰ درصد) ضرب نموده تا مقدار آن برآورد گردد.

دستهٔ سوم از مؤلفه‌ها مربوط به برآوردهای اقتصادی گله بود. این مؤلفه‌ها میزان درآمد و هزینه کرد را برای گله محاسبه و سود خالص را برآورد می‌نمایند. تمام مؤلفه‌های مورد استفاده برای محاسبات اقتصادی گله در جدول ۳ ارائه شده‌اند.

جدول ۳. فهرست مؤلفه‌های مرتبط با برآوردهای اقتصادی مورد استفاده (یک سال) برای شبیه‌سازی (مبالغ بر اساس ۱۰۰۰۰ ریال می‌باشد).

مؤلفه	مقدار		
	ژنوتایپ ++	ژنوتایپ B+	ژنوتایپ BB
هزینهٔ نگهداری به ازای هر رأس	۷۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰
هزینهٔ نگهداری اضافه به ازای هر رأس گوسفند ES شده	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
درصد جیره تامین شده از چرا	٪۸۰	٪۸۰	٪۸۰
هزینهٔ کل جیرهٔ مصرفی هر بره (۹۰ روز * خوراک ۰/۲ (kg) * قیمت هر کیلو ۱۰)	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰
هزینهٔ کل جیرهٔ مصرفی هر میش (۳۶۵ روز * خوراک ۲ (kg) * قیمت هر کیلو ۸)	۵۸۴۰	۵۸۴۰	۵۸۴۰
هزینهٔ کل جیرهٔ مصرفی هر رأس پرواری (۹۰ روز * خوراک ۲/۵ (kg) * قیمت هر کیلو ۹)	۲۰۲۵	۲۰۲۵	۲۰۲۵
هزینهٔ کل جیرهٔ مصرفی هر رأس قوچ (۳۶۵ روز * خوراک ۲/۵ (kg) * قیمت هر کیلو ۸)	۷۳۰۰	۷۳۰۰	۷۳۰۰
قیمت هر رأس میش	۶۳۰۰	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰۰
قیمت هر رأس قوچ	۱۰۴۰۰	۱۵۰۰۰	۳۰۰۰۰
قیمت هر رأس پرواری	۶۵۰۰	۱۲۰۰۰	۲۵۰۰۰
کاهش قیمت نهاده به دلیل خرید عمده (PRBP)	بله/خیر		
حداکثر درصد کاهش قیمت PRBP	٪۱۰		
اندازهٔ گله برای رسیدن به حداکثر PRBP	>۱۰۰۰		
حداقل اندازهٔ گله برای گرفتن حداقل PRBP	>۱۰۰		
ارائهٔ محصول تولیدی (گوشت) بدون واسطه به دست مصرف کننده (PSWI)	بله/خیر		
افزایش قیمت فروش حاصل از PSWI	۵ تا ٪۲۰		
میزان کود تولیدی به ازای هر رأس گوسفند بالغ در روز (kg)	۰/۸	۰/۸	۰/۸
قیمت کود (برای حالت صنعتی) برای هر تن	۷۰۰		
قیمت کود (برای حالت چرا) برای هر تن	۲۰۰		
درصد کاهش قیمت	۰ تا ٪۱۰۰		
هزینهٔ آزمایش FecB	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
هزینهٔ همزمان ساری فحلی	۶۰	۶۰	۶۰

الگوریتم مورد استفاده برای شبیه‌سازی

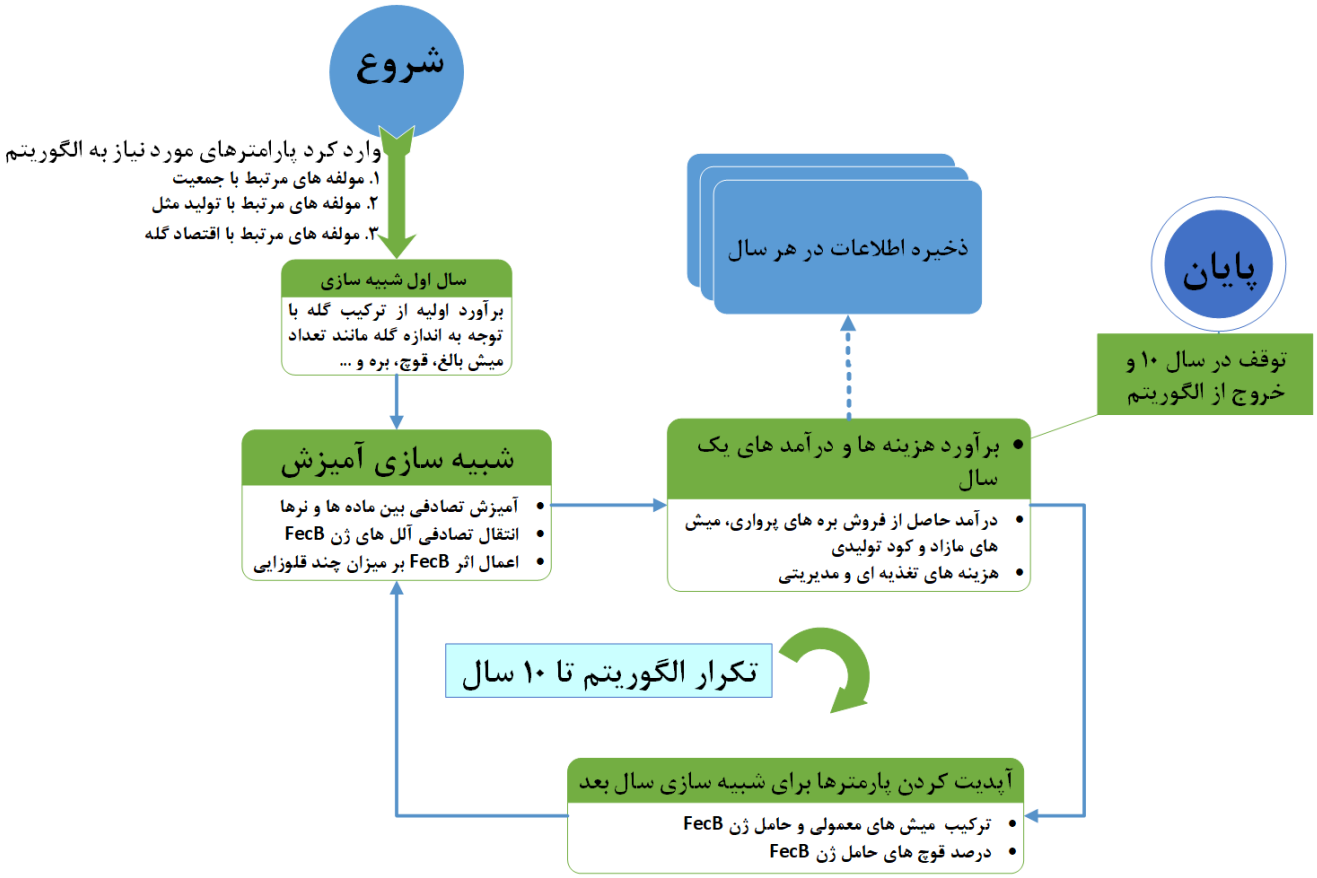
کد نویسی برنامهٔ شبیه‌سازی، با زبان برنامه نویسی R انجام شد (R Core Team، ۲۰۱۳). در این شبیه‌سازی تعیین جنسیت بره‌های متولد شده به صورت کاملاً تصادفی در نظر گرفته شد. بنابراین برای نر و ماده شدن بره‌ها شانس یکسانی در نظر گرفته شد. همچنین انتقال جهش FecB به نسل بعد نیز کاملاً تصادفی در نظر گرفته شد. برای این منظور، با فرض این که از قوچ‌های حامل جهش FecB استفاده خواهد شد، در کل شش حالت آمیزشی وجود خواهد داشت. از نسبت‌های فراوانی ژونتیپ‌های ایجاد شده در فرزندان با توجه به نوع تلاقی والدین برای نمونه گیری تصادفی استفاده گردید (جدول ۴). علاوه بر نسبت بره‌های تولیدی بر اساس ژنوتایپ، میزان اثر جهش FecB برروی میش‌ها برای تعداد برهٔ متولد شده در هر زایش بر اساس ژنوتایپ آنها نیز در نظر

گرفته شد. بنابراین با در نظر گرفتن این شرایط تعداد بره برای هر میش با توجه به ژنوتایپ و میزان اثر FecB شبیه‌سازی گردید. برای این شبیه‌سازی از دستور rmultinom موجود در R که قادر به تولید اعداد تصادفی با توزیع چند جمله‌ای می‌باشد، استفاده شد. پس از تولید بره‌ها، نسبت جمعیت در سال جدید محاسبه و در صورت تولید بره‌های نر همو (BB) با قوچ‌های هترو (B+) جایگزین شدند.

جدول ٤. انواع آمیزش‌های ممکن بین ژنوتیپ های مختلف قوچ و میش و نسبت بره‌های متولد شده حاصل از این آمیزش‌ها

ژنوتیپ قوچ	ژنوتیپ میش	ژنوتیپ نتاج حاصل و فراوانی مشاهده شده		
		++	B+	BB
B+	++	۰/۵	۰/۵	۰
	B+	۰/۲۵	۰/۵	۰/۲۵
	BB	۰	۰/۵	۰/۵
BB	++	۰	۱	۰
	B+	۰	۰/۵	۰/۵
	BB	۰	۰	۱

هر شبیه‌سازی برای مدت ۱۰ سال (۵ نسل) تولیدی انجام شد. در سال اول با توجه به اندازهٔ جمعیت ابتدا نسبت واقعی میش‌های گله برای این اندازه جمعیت تعیین گردید. در هر سال با توجه به مؤلفه-های انتخابی برای شبیه‌سازی، محاسبات لازم برای ترکیب گله و میزان هزینه و درآمد انجام شده و نتایج هر سال ذخیره در انتها برای برآوردهای میزان سود خالص استفاده گردید. با توجه به تصادفی بودن شبیه‌سازی، به دلیل این که نتایج دقیق‌تری از شبیه‌سازی حاصل گردد، لازم بود که کل فرآیند چندین بار تکرار شود و میانگین کل نتایج به دست آید. بنابراین هر شبیه‌سازی ۲۰ بار تکرار شده و میانگین تکرارها برای نتیجه‌گیری نهایی استفاده گردید. الگوریتم مورد استفاده برای شبیه‌سازی به صورت خلاصه در شکل ۱ نشان داده شده است. در هر سال شبیه‌سازی اطلاعات مربوط به سود و زیان ذخیره شده و پس از پایان ۱۰ سال نتایج مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱. مراحل اجرای الگوریتم شبیه‌سازی مورد استفاده در R برای برآورد تأثیر اقتصادی ژن FecB در گله‌های لری-بختیاری

نتایج و بحث

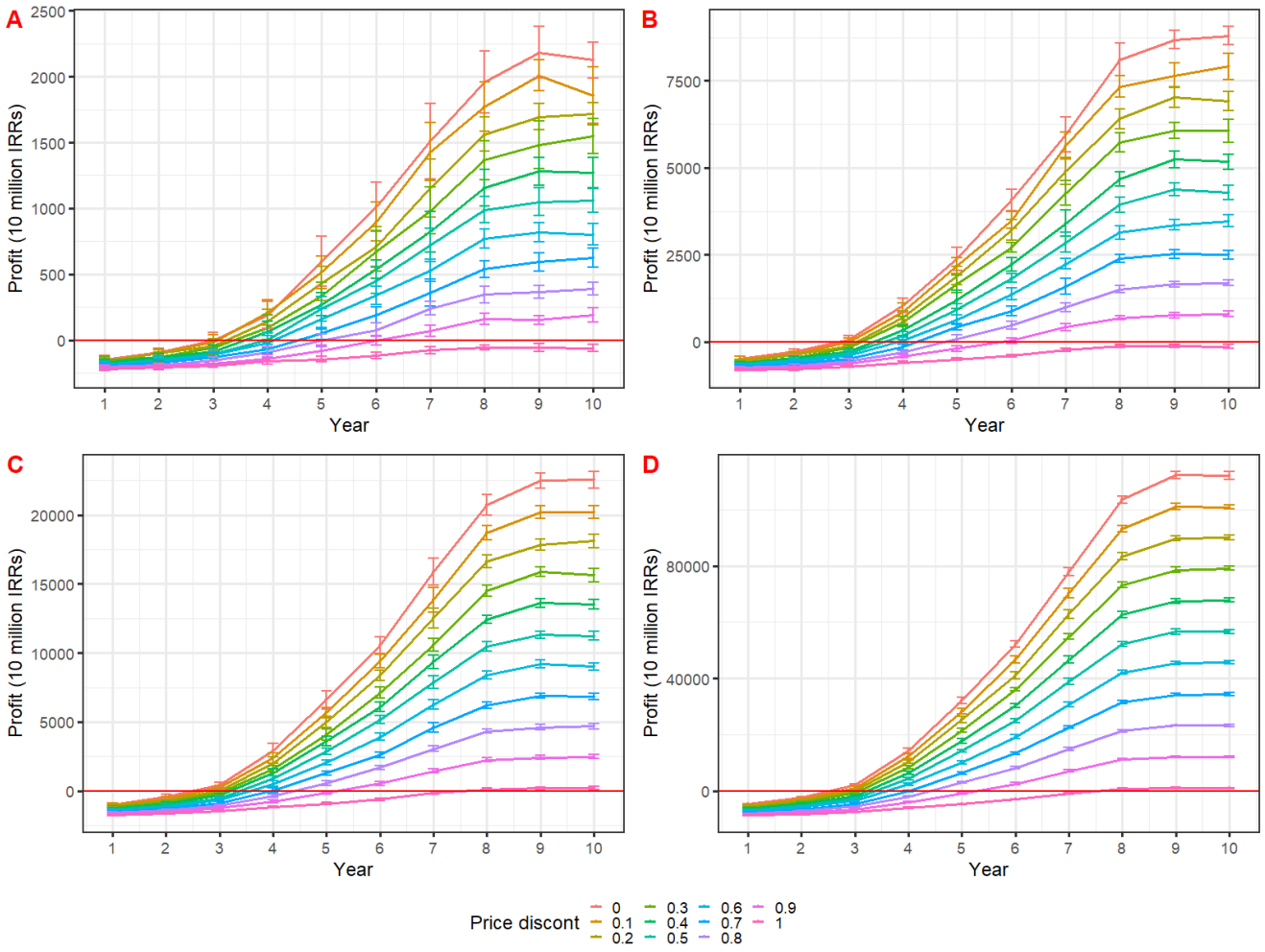
مقایسهٔ گوسفندداری صنعتی (با بیش از ۵۰۰۰ رأس) با گوسفندداری‌های روستایی مشخص نمود که این مجموعه به دلیل تهیهٔ نهاده‌ها به مقادیر زیاد، هزینهٔ تمام شده خوراک برای آنها تا ۱۰ درصد کاهش نشان داد. با بررسی گوسفندداری صنعتی میزان افزایش سود حاصل از عامل ارائهٔ محصول تولیدی (گوشت) بدون واسطه[۷] (PSWI) تا حداکثر ۲۰ درصد (با تغییرات ۵ درصد) برآورد گردید. مطالعات میدانی نشان داد که بسته به موقعیت گله میزان قیمت کود دامی می‌تواند از هر کیلو ۷۰۰۰ ریال (برای گلهٔ صنعتی که نزدیک به شهر و زمین‌های کشاورزی بوده و هزینهٔ حمل بسیار پایین بود) تا ۲۰۰۰ ریال (برای گله‌های موجود در روستاها و مناطق دوردست که هزینهٔ حمل بیشتری باید پرداخت می‌گردید) متفاوت باشد.

تأثیر تغییرات قیمت کاذب برای گوسفندان دارای جهش FecB

نتایج شبیه‌سازی برای سامانهٔ پرورشی که عدم استفاده از ES و نبود امکان چرا وجود دارد در شکل ۲ نشان داده شده است. سود خالص در سال‌های ابتدایی در تمامی سامانه‌ها منفی بوده که به دلیل کم بودن فراوانی جهش FecB می‌باشد. اما در سال‌های بعد و با افزایش فراوانی جهش FecB در جمعیت، میزان سود بهبود یافت. بررسی اثر اندازهٔ واحد تولید کشاورزی و دامپروری بر درآمد کشاورزان نشان داد که افزایش اندازهٔ واحدهای تولیدی اثر مثبتی بر سود دارد (Chenchen، ۲۰۱۹؛ Krpalkova و همکاران، ۲۰۱۶). برای جمعیت های کوچکتر (۱۰۰ و ۴۰۰) به دلیل هزینهٔ بیشتر برای نهاده (در صورت نبود قیمت کاذب)، میزان

[۷] Product sale without intermediaries

هزینه از درآمد بیشتر بود و در نتیجه نگهداری گله توجیه اقتصادی نداشت. نتایج شبیه‌سازی نشان داد با افزایش قیمت کاذب میزان سود خالص به شدت افزایش می‌یابد به طوری که برای گله‌های ۱۰۰، ۴۰۰، ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ رأسی در حالت وجود کامل قیمت کاذب میزان سود حاصل در سال دهم به ترتیب ۲۱۲۵۳۳۶ (±۱۳۷۲۹۶/۴)، ۸۸۰۰۳۰۵ (±۲۶۰۴۹۶/۳)، ۲۲۵۴۹۹۰۳ (±۶/۶۱۴۰۹۸)و ۱۱۲۰۹۱۵۹۴ (±۱۴۸۰۴۰۶/۲) ده هزار ریال برآورد گردید. با توجه به در نظر گرفتن عامل کاهش هزینهٔ نهاده به دلیل خریدهای عمده در گوسفندداری های بزرگ‌تر بهبود سود در جمعیت‌های بزرگتر بیشتر مشاهده گردید.



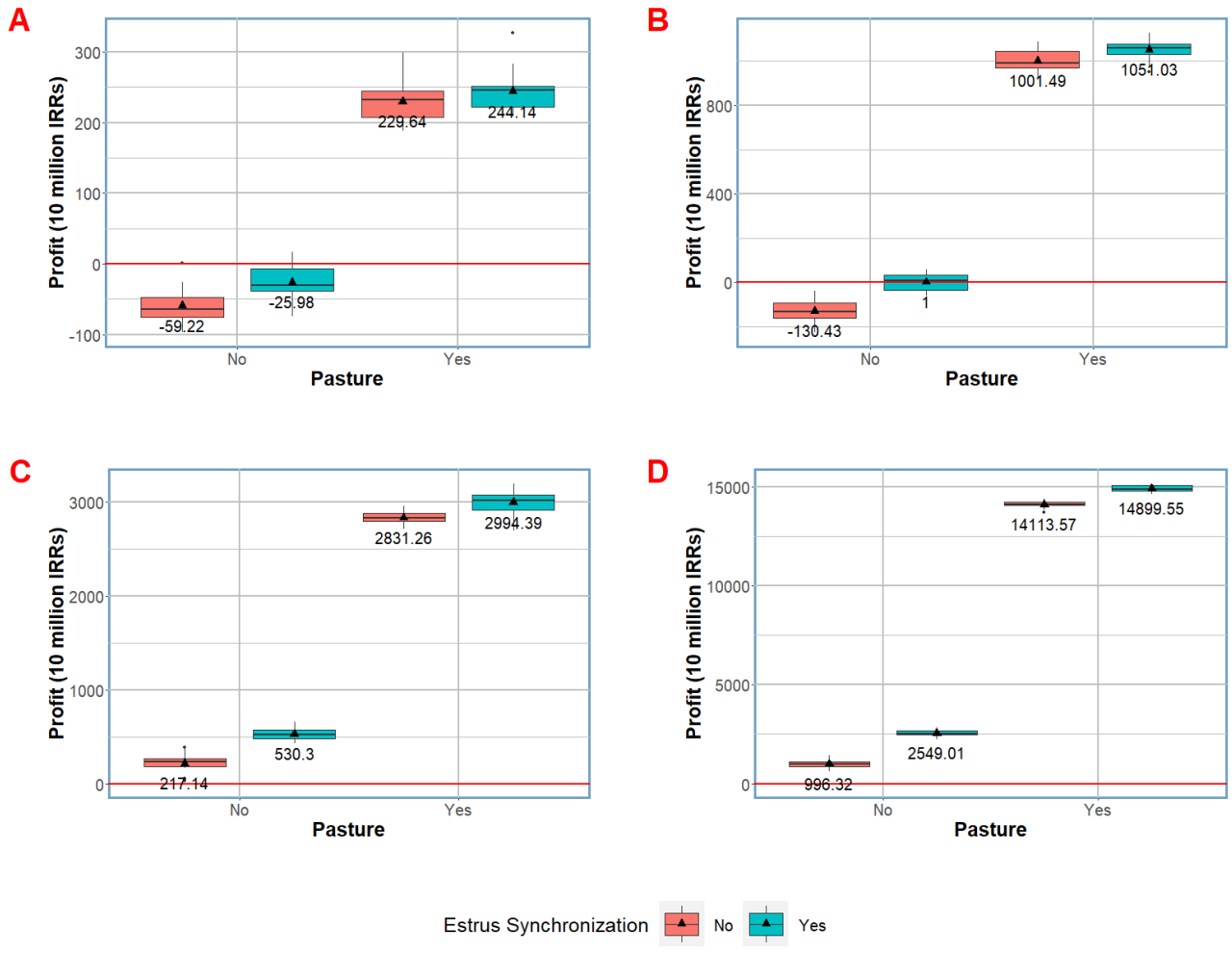
شکل ۲. میزان درآمد حاصل از تولیدات گوسفندداران تحت شرایط عدم استفاده از ES و نبود امکان چرا برای حالت های مختلف قیمتی (با افزایش از ۰ به ۱ میزان قیمت کاذب از ۰ تا ۱۰۰ درصد کاهش یافت) در جمعیت های ۱۰۰ (A)، ۴۰۰ (B)، ۱۰۰۰ (C) و ۵۰۰۰ (D) رأسی. در اینجا میزان اثر FecB +۱ (یا افزایش ۱۰۰ درصدی در چندقلوزایی) در نظر گرفته شده است.

تأثیر همزمان‌سازی فحلی و چرا بر درآمد

نتایج حاصل نشان داد استفاده از ES برای زمانی که امکان چرا وجود دارد میزان افزایش سود خالص گله برای اندازه گله‌های ۱۰۰، ۴۰۰، ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ به ترتیب ۶/۳ درصد، ۵/۲ درصد، ۵/۸ درصد و ۵/۶ درصد بودند (شکل ۳). در حالتی که امکان چرا وجود نداشته باشد، اثر استفاده از ES بیشتر بوده به طوری که برای اندازه جمعیت ۱۰۰ رأسی، میزان ضرر (سود خالص منفی) را ۵۶/۱ درصد کاهش داده و برای جمعیت ۴۰۰ رأسی کل ضرر را جبران نمود. این مقادیر افزایش میزان سود خالص برای گله‌های ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ رأسی به ترتیب ۱۴۴ درصد و ۱۵۶ درصد بود. این نتایج در زمانی صورت گرفته که قیمت کاذب برای ژن FecB در نظر گرفته نشده بود. بنابراین، ES برای گله‌های دارای جهش FecB می‌تواند باعث بهبود قابل توجهی در سود خالص شده و به اقتصاد گوسفندداری کمک نماید. همچنین این نتایج نشان داد که امکان چرا می‌تواند تأثیر بسیار زیادی در افزایش سود گوسفندداری داشته باشد، اما در حال حاضر به دلیل مراتع ضعیف استفاده از آن نمی‌تواند گزینهٔ مطمئنی جهت بهبود سود برای گوسفندداری کشور مخصوصاً برای گله‌های صنعتی بزرگ باشد.

پرورش گوسفند و بز در سامانه‌های استفاده از مرتع بر فعالیت های اجتماعی- اقتصادی محلی تأثیر مثبت داشته و نقش اساسی در حفظ جوامع روستایی، اکوسامانه‌ها و تولید محصولات با ارزش مانند گوشت بره یا پنیر ایفا می‌کنند (Bertolozzi-Caredio et al., 2021 و همکاران، ۲۰۲۱). با وجود ارزش بالای مراتع برای گوسفندداریهای کشور، نبود مراتع کافی موجب افزایش بیش از حد تعداد دام در مراتع و در نتیجه ایجاد مشکل دام مازاد بر ظرفیت مرتع شده است (Tajali و Khazaeipool، ۲۰۱۲). این افزایش در تعداد دام در سطح مراتع می‌توانند موجب کاهش توان تولیدی و در نتیجه کاهش سود واحد گوسفند داری شوند (Haghiyan و همکاران، ۲۰۲۲). به طور کلی انتظار این است که با استفاده از مراتع برای پرورش گوسفند، مهمترین هزینهٔ تولید (تغذیه) تا حد زیادی کاهش یافته و در نتیجه میزان سود حاصل افزایش یابد. اما میزان افزایش سود حاصل در شرایطی که گوسفندان دارای جهش FecB هستند بررسی نشده است. در فایل تکمیلی، شکل S1 میزان سود خالص در سال‌های مختلف در شرایطی که از مراتع جهت تغذیه استفاده می‌شود و ژن FecB در گله باشد نشان داده شده است. نکتهٔ جالب در این خصوص این است که با وجود نبود قیمت کاذب، حتی در گله‌های کوچک، نگهداری گله در شرایط مرتع مقرون به صرفه بود.

استفاده از ES می‌تواند میزان زایش را به سه بار در دو سال افزاش دهد. این افزایش زایش می‌تواند باعث افزایش برهٔ تولیدی و درنتیجه افزایش درآمد گله شود. شبیه‌سازی های انجام شده نشان داد که این تکنیک می‌تواند باعث بهبود درآمد گوسفندداری‌ها در شرایط مرتع و حتی عدم استفاده از مرتع شوند (فایل تکمیلی، شکل S2 و شکل S3).



شکل ۳. تأثیر استفاده از ES و چرا بر درآمد گوسفندداری‌ها با در نظر گرفتن شرایط اثر FecB برابر ۱+ و نبود قیمت کاذب برای اندازه گلهٔ ۱۰۰ (A)، ٤۰۰ (B)، ۱۰۰۰ (C) و ۵۰۰۰ (D) رأس. در این مقایسه تنها از اطلاعات سال دهم استفاده گردید. میانگین هر بخش با علامت مثلث و مشخص شده و مقادیر آن نیز ذکر شده است.

تأثیر تغییرات میزان اثر جهش FecB بر بازده اقتصادی

نتایج حاصل از شبیه‌سازی در حالت‌های مختلف پرورشی در فایل تکمیلی شکل S4، S5، S6 و S7 نشان داده شده است. نمودارها نشان دادند که با افزایش هر ۰/۱ در میزان چندقلوزایی به دلیل اثر جهش FecB، میزان سود خالص حاصل در روش‌های مختلف پرورشی افزایش قابل توجهی دارد. این افزایش طوری بود که برای سامانه‌های پرورشی کم بازده (نبود چرا و عدم استفاده از ES)، میزان سود خالص بدست آمده برای گله‌های بزرگ (بالای ۱۰۰۰ رأسی) با اثر جهش FecB بالای ۰/۹+ مثبت خواهد بود. نتایج این شبیه‌سازی با مطالعات قبلی که بهبود شرایط اقتصادی گله‌های گوسفند را به دلیل ورود این جهش را نشان می‌داد، مطابقت دارد (Teyssier و همکاران، ۲۰۰۹؛ Walkden-Brown و همکاران، ۲۰۰۹).

اجرای شبیه‌سازی این امکان را فراهم آورد تا میزان دقیق افزایش درآمد حاصل به دلیل هر یک درصد افزایش در تعداد برهٔ متولد

شده به دلیل اثر جهش FecB را محاسبه نمود (جدول ۵). برای مثال، بیشترین و کمترین افزایش در میزان سود خالص به ازای هر رأس میش داشتی برای هر یک درصد افزایش در اثر انتقال ژن FecB به ترتیب مربوط به سامانهٔ پرورشی با چرا و ES و سامانهٔ پرورشی بدون چرا و عدم استفاده از ES بود. همانطوریکه انتظار می‌رفت با افزایش اندازه گله میزان سود نیز بیشتر افزایش یافت. به طوری که میزان سود بین ۱۰ درصد تا ۲۵ درصد بسته به نوع سامانهٔ پرورشی و اندازه گله افزایش نشان داد.

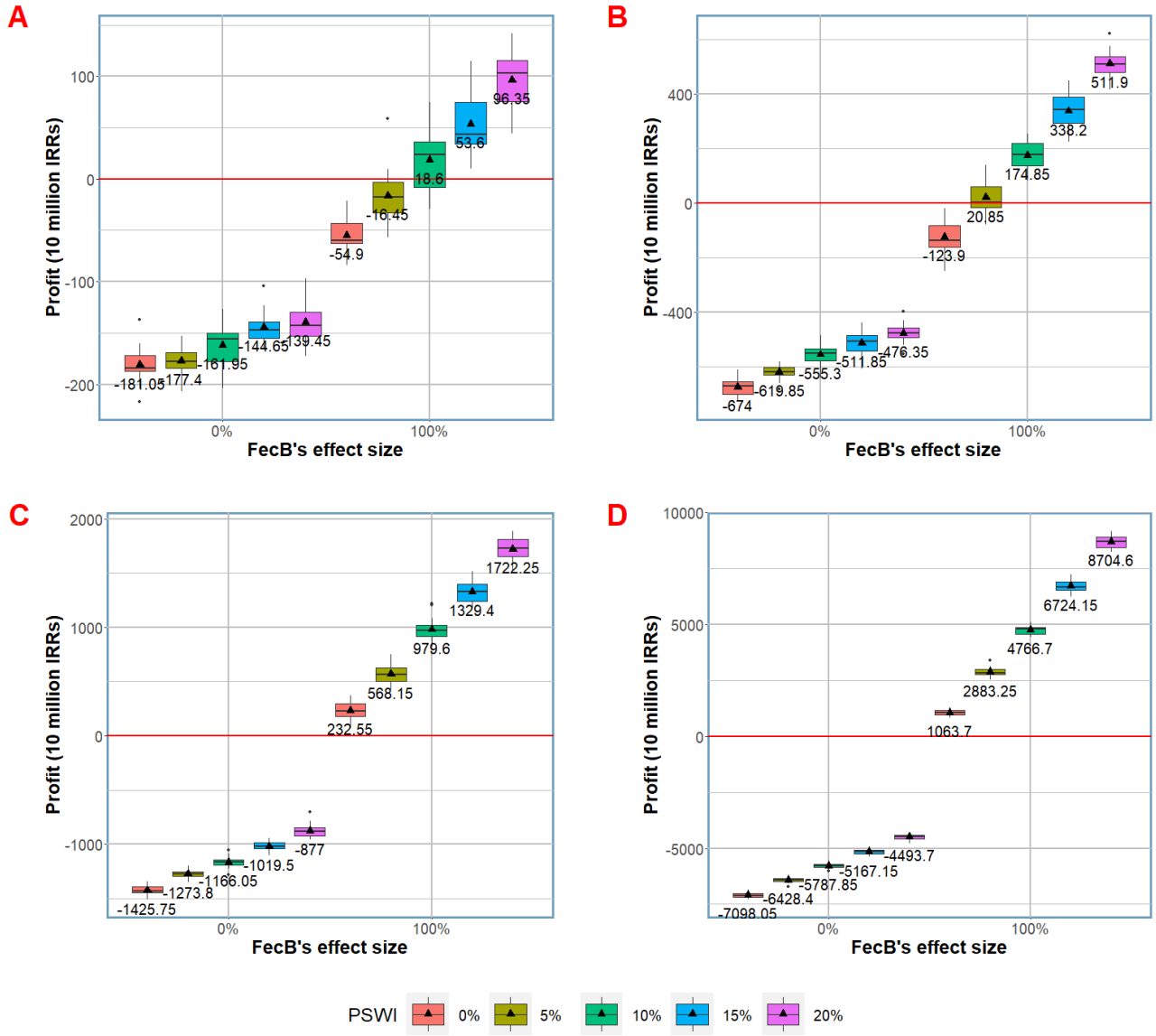
استفاده از قوچ های حامل جهش FecB برای افزایش چندقلوزایی در تعداد زیادی از نژادها در دنیا با سامانه‌های پرورشی و شرایط محیطی بسیار متنوع مورد استفاده قرار گرفته است (Pourtahmasebian Ahrabi و همکاران، ۲۰۲۱؛ Schulze و همکاران، ۲۰۰۳؛ Schulze و همکاران، ۲۰۰۹). میزان اثر این جهش در چندقلوزایی در نژادهای مختلف متفاوت بوده و میزان افزایش تعداد برهٔ متولد شده از ۰/۴۵+ تا ۱/۳۳+ گزارش گردیده است (Fogarty ، ۲۰۰۹). میزان افزایش بره‌زایی گزارش شده در نژاد افشاری به دلیل این جهش ۰/۲۴+ (از ۱/۳۵+ به ۱/۵۹+) بوده کمتر از گزارشات قبلی برای نژادهای دیگر می‌باشد (Pourtahmasebian Ahrabi و همکاران، ۲۰۲۱). میزان اثر گزارش شده برای FecB در گله‌های لری-بختیاری مورد مطالعه در این تحقیق توسط گوسفندداران ۱+ (افزایش ۱۰۰ درصد در میزان برهٔ تولیدی به ازای هر میش زایش کرده برآورد گردید.

جدول ۵. میزان افزایش درآمد (با واحد ۱۰۰۰۰ ریال) در سال برای هر رأس به ازای هر یک درصد افزایش در چندقلوزایی به دلیل جهش FecB بدون در نظر گرفتن قیمت کاذب.

استفاده از چرا	استفاده از ES	اندازه جمعیت (رأس)			
		۱۰۰	٤۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰۰
بله	بله	۲۸/۰۱	۲۹/۰۷	۳۰/۶۵	۳۰/۸۶
	خیر	۲۶/۸۷	۲۶/۸۷	۲۸/۵۲	۲۸/۴۹
خیر	بله	۱۷/۶۲	۱۸/۵۴	۲۰/۷۶	۲۰/۸
	خیر	۱۴/۶۷	۱۶/۲۴	۱۸/۳۹	۱۸/۴۲

تأثیر ارائهٔ محصول تولیدی (گوشت) به صورت مستقیم به مصرف کننده (PSWI)

برای بررسی دقیق‌تر میزان اثر PSWI، یک دامنه از افزایش درآمد حاصل از فروش مستقیم از ۰ تا ۲۰ درصد با افزایش ۵ درصدی در اندازه گله‌های مختلف تحت شرایط بدون چرا و عدم استفاده از ES در دو حالت وجود (با اثر ۱+) و عدم وجود جهش FecB شبیه‌سازی گردید (شکل ۴). نتایج این شبیه‌سازی نشان داد که وجود جهش FecB می‌تواند میزان سود حاصل از PSWI را بیشتر افزایش دهد. برای مثال، برای گلهٔ ۱۰۰ رأسی میزان اختلاف سود خالص حاصل بین حالت‌های PSWI ۰ درصد و ۲۰ درصد در زمان وجود و عدم وجود جهش FecB به ترتیب ۴۱۶ و ۱۵۱۲/۵ میلیون ریال بود. نکتهٔ جالب این است که حتی برای گله-های کوچک دارای جهش FecB اگر PSWI را تا ۱۰ درصد بتوان افزایش داد، می‌توان سود خالص برای گله متصور بود. این حالت برای گله‌های فاقد FecB و نبود چرا و عدم استفاده از ES حتی با وجود افزایش ۲۰ درصد PSWI امکان‌پذیر نبود.



شکل ٤. میزان درآمد حاصل از عرضهٔ مستقیم (PSWI) گوشت به مصرف کننده در شرایط عدم استفاده از ES و چرا با نظر گرفتن اثر FecB برابر ۱+ و ۰ و نبود قیمت کاذب برای اندازه گلهٔ ۱۰۰ (A)، ٤۰۰ (B)، ۱۰۰۰ (C) و ۵۰۰۰ (D) رأسی. در این شبیه‌سازی فرض بر این بوده که با ارائهٔ بدون واسطه محصول به مصرف کننده میزان افزایش قیمت به دلیل عرضهٔ مستقیم بین ۰ تا ۲۰ درصد موجب افزایش درآمد شده است. در این مقایسه تنها از اطلاعات سال دهم استفاده گردید. میانگین هر بخش با علامت مثلث مشخص شده و مقادیر آن نیز ذکر شده است.

برای بررسی دقیق تر اثر PSWI بر میزان سود، با استفاده از نتایج شبیه‌سازی میزان افزایش سود به ازای هر رأس برای هر یک درصد افزایش در درآمد به دلیل PSWI اندازه گیری شد (جدول ۶). میزان افزایش سود خالص به ازای یک درصد افزایش در PSWI برای هر رأس در گلهٔ فاقد FecB با توجه به اندازه گله از ۲۳۱ هزار ریال تا ۲۷۰ هزار ریال متفاوت بود. همانطور که پیش‌بینی می‌شد برای گله‌های دارای جهش FecB این میزان بسیار بیشتر بوده و بسته به اندازه گله بین ۷۴۴ تا ۷۹۵ هزار ریال متفاوت بود.

جدول ٦. میزان افزایش درآمد (با واحد ۱۰۰۰۰ ریال) در سال برای هر رأس به ازای هر یک درصد افزایش در قیمت فروش به دلیل فروش بدون واسطه به مصرف کننده بدون در نظر گرفتن قیمت کاذب و همچنین بدون استفاده از ES و عدم چرا گله.

میزان اثر جهش FecB	اندازه گله (رأس)			
	۱۰۰	۴۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰۰
۰ یا نبود جهش	۲۳/۱۴	۲۵/۱۷	۲۷/۰۴	۲۵/۸۸
+۱	۷۴/۴۲	۷۹/۴۶	۷۴/۸۱	۷۶/۴۹

نتیجه‌گیری

بررسی اثرات اقتصادی این جهش تحت شرایط مختلف مانند امکان یا عدم امکان استفاده از مرتع برای چرا و نیز استفاده یا عدم استفاده از تکنیک ES دیدگاه بهتری از نتایج ورود این ژن در گله‌های مختلف ایجاد نمود. نتایج نشان داد که اثر مثبت اقتصادی این جهش در شرایط مختلف قابل مشاهده بوده و از این جهش می‌توان برای بهبود شرایط اقتصادی گله‌ها استفاده نمود. علاوه بر آن استفاده از تکنیک ES به همراه ورود این جهش در گله‌ها می‌تواند باعث بهبود درآمد اقتصادی گله‌ها گردد. از نتایج این شبیه‌سازی می‌توان تا حد زیادی برای پیش‌بینی آیندهٔ اقتصادی گله‌های دارای این جهش استفاده کرد. علاوه بر این از الگوریتم ارائه شده در این تحقیق می‌توان برای شبیه‌سازی در نژادهای مختلف با توجه به هزینه‌کردها و شرایط تولیدی مختلف جهت ارائهٔ الگوی اقتصادی مناسب استفاده نمود.

نکتهٔ مهم در خصوص ورود این جهش به گله‌ها، توجه به عدم تغییر ساختار ژنتیکی گله‌های لری-بختیاری با کمک تکنیک‌هایی مانند تلاقی برگشتی می‌باشد که می‌بایست در برنامه‌های اصلاحی در نظر گرفته شوند. با توجه به نتایج شبیه‌سازی، ورود جهش FecB در گله‌های لری-بختیاری می‌تواند اثرات مثبتی در اقتصاد گله‌های عشایری، روستایی و پرورش در جایگاه بسته داشته باشد. این بهبود تا جایی خواهد بود که تحت شرایط میزان اثر بالای این جهش در تولد برهٔ بیشتر به ازای هر میش، انتظار تبدیل شدن گله-های ضرر ده به سود ده را داشته باشد. بنابراین استفاده از این جهش در کنار سایر روش‌های مدیریتی و پرورشی می‌تواند در بهبود شرایط اقتصادی گله‌های نژاد لری-بختیاری مؤثر باشد.

منابع

لطیفی، م. رشیدی، ا. عبداللهی ارپناهی، ر. و رزم کبیر، م. (۲۰۱۹). ارزیابی روش‌های انتخاب سنتی و ژنومیک برای انتقال و تثبیت یک ژن عمده در گوسفند به وسیله شبیه‌سازی. علوم دامی. دوره ۳۲، شماره ۱۲۴، ص ص. ۱۸۲-۱۷۱.

قنبری، ص.، ر. عصفوری، م. ا. نسب و رستمخانی، ر. (۱۳۸۴). وارد نمودن ژن چندقلوزایی FecB به گوسفند نژاد افشاری به روش MAI. چهارمین همایش ملی بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران. کرمان. https://sid.ir/paper/805873/fa

Amiri Roudbar, M. Abdollahi-Arpanahi, R. Ayatollahi Mehrgardi, A. Mohammadabadi, M. Taheri Yeganeh, A. and Rosa, G.J.M. (2018). Estimation of the variance due to parent-of-origin effects for productive and reproductive traits in Lori-Bakhtiari sheep. *Small Ruminant Research*. 160: 95-102

Bertolozzi-Caredio, D. Garrido, A. Soriano, B. and Bardaji, I. (2021). Implications of alternative farm management patterns to promote resilience in extensive sheep farming. A Spanish case study. *Journal of Rural Studies*. 86: 633-644

Chenchen, R. (2019). The impact of farm size on agricultural sustainability. *Journal of cleaner production*. *v. 220*: pp. 357-367-2019 v.2220

Fogarty, N. (2009). A review of the effects of the Booroola gene (FecB) on sheep production. *Small Ruminant Research*. 85(2-3): 75-84

Pourtahmasebian Ahrabi, M. Eskandarinasab, M. and Bagher Zandi Baghcheh Maryam, M. (2021). Genetic parameters estimation of prolificacy traits under the FecB introgression pressure in Afshari sheep breed. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 11(2): 329-337

R Core Team, R. (2013). R :A language and environment for statistical computing .

Scaramuzzi, R. Campbell, B. Cognie, Y. and Downing, J. (1987). Increasing prolificacy of ewes by means of gonadotrophin therapy and treatment with Fecundin (New Techniques in Sheep Production). Butterworth-Heinemann. pp. 47-56

Schulze, K. Waldron, D. Willingham, T. Shelby, D. Engdahl, G. Gootwine, E. Yoshefi, S. Montgomery, G. Tate, M. and Lord, E. (2003). Effects of the FecB Gene in Half-sib Families of Rambouillet-cross Ewe .

Tajali, A.A. and Khazaeipool, M. (2012). Management effects on vegetation characteristics of pastures in north of Iran. *International Journal of Biosciences (IJB)*. 2(6): 32-40

Teyssier, J. Bodin, L. Maton, C. Bouquet, P. and Elsen, J. (2009). Biological and economic consequences of introgression of the FecB gene into the French Mérinos d'Arles sheep. *Use of the FecB (Booroola) gene in sheep-breeding programs*: 128

Turner, H.N. and Young, S.S. (1969). Quantitative genetics in sheep breeding. *Quantitative genetics in sheep breeding*.

Vatankhah, M. Talebi ,M.A. and Edriss, M.A. (2008). Estimation of genetic parameters for reproductive traits in Lori-Bakhtiari sheep. *Small Ruminant Research*. 74(1): 216-220

Walkden-Brown, S.W. Van Der Werf, J.H. Chanda, N. and Gupta, V. (2009). Use of the FecB (Booroola) gene in sheep-breeding programs: Proceedings of the Helen Newton Turner Memorial International Workshop.

Gootwine, E. Zenu, A. Bor, A. Yossafi, S. Rosov, A. and Pollott, G. (2001). Genetic and economic analysis of introgression the B allele of the FecB (Booroola) gene into the Awassi and Assaf dairy breeds. *Livestock Production Science*. 71(1): 49-58

Haghiyan, I. Mofidi-Chelan, M. Azadi, H. Nejatiyanpour, E. Motamedi, J. Sheidai-Karkaj, E. and Scheffran, J. (2022). Evaluating economic and ecological management to determine the economic size of pastoral units for different climatic zones in the northeast of Iran. *Journal of Environmental Management*. 301: 113766

Krpalkova, L. Cabrera, V.E. Kvapilik, J. and Burdych, J. (2016). Dairy farm profit according to the herd size, milk yield, and number of cows per worker. *Agricultural Economics*. 62(5): 225-234

Mishra, A. Arora, A. Kumar, S. Kumar, S. and Singh, V. (2007). Improving productivity of Malpura breed by crossbreeding with prolific Garole sheep in India. *Small Ruminant Research*. 70(2-3): 159-164

Molle, G. Landau, S. Branca, A. Sitzia, M. Fois, N. Ligios, S. and Casu, S. (1997). Flushing with soybean meal can improve reproductive performances in lactating Sarda ewes on a mature pasture. *Small Ruminant Research*. 24(3): 157-165

Montossi, F. Font-i-Furnols, M. Del Campo, M. San Julián, R. Brito, G. and Sañudo, C. (2013). Sustainable sheep production and consumer preference trends: Compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. *Meat Science*. 95(4): 772-789

Mulsant, P. Lecerf, F. Fabre, S. Schibler, L. Monget, P. Lanneluc, I. Pisselet, C. Riquet, J . Monniaux, D. and Callebaut, I. (2001). Mutation in bone morphogenetic protein receptor-IB is associated with increased ovulation rate in Booroola Merino ewes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 98(9): 5104-5109