دامستیک؛ دوره ۲۶، ویژه‌نامه (جنگ): ۱۸-۸

نشریهٔ علمی- ترویجی (حرفه‌ای)

دامِستیک

انجمن علمی- دانشجویی گروه مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران؛ تابستان ۱۴۰۵

https://domesticsj.ut.ac.ir/article_109606.html

مقاله علمی- ترویجی

مروری بر راهبُردهای اصلاح‌نژادی افزایش بهره‌وری تولید گوشت در دام سنگین و سبک ایران

سارا نژادی[1*] و محمد مرادی شهربابک[2]

[1] دانشجوی دکتری تخصصی ژنتیک و اصلاح نژاد دام و طیور، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

[2] استاد ژنتیک و اصلاح نژاد دام و طیور، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

https://doi.org/10.22059/domesticsj.2026.109606

چکیده

افزایش تولید گوشت قرمز در ایران، در شرایط محدودیت منابع خوراکی، آب و مرتع و افزایش هزینه‌های تولید، بیش از آن که به افزایش تعداد دام وابسته باشد، در گرو ارتقای بهره‌وری هر واحد مولد است. این مطالعه علمی-ترویجی با هدف مروری هدفمند بر راهبردهای اصلاح‌نژادی افزایش تولید گوشت در دو گروه دام سنگین و دام سبک تدوین شده است. در بخش دام سنگین، تلاقی گاوهای شیری با نرهای نژادهای گوشتی (Beef-on-dairy) به عنوان یک راهبرد موفق بین‌المللی معرفی شده و نتایج مطالعات داخلی در این حوزه مرور گردیده است. در بخش دام سبک، سه راهبُرد اصلی شامل انتخاب درون نژادی (با تأکید بر وراثت‌پذیری صفات رشد و تولیدمثل)، آمیخته‌گری هدفمند (با تأکید بر نتایج آمیخته‌گری رومانف × بلوچی و پروژه‌های ترکیب نژادی) و تلاقی ترمینال با استفاده از نژادهای پدری گوشتی، مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، پژوهش‌های بین‌المللی در زمینهٔ تلاقی ترمینال در گوسفند و بز مورد بررسی قرار گرفته و مدل‌های رشد در بز بوئر به عنوان یک نژاد پدر گوشتی معرفی گردیده است. در بخش پایانی، ضرورت گذار از رویکردهای تَک بُعدی به سمت راهبُرد تلفیقی شامل انتخاب درون نژادی، آمیخته‌گری هدفمند، تلاقی نهایی، سنتز نژادی، تلاقی برگشتی و انتخاب ژنومی، به ویژه برای صفات با وراثت‌پذیری پایین مانند باروری، مطرح شده است. بهره‌گیری از این راهبُردهای مکمل می‌تواند ضمن افزایش تولید گوشت، به پایداری تولید و کاهش وابستگی به واردات کمک نماید.

کلمات کلیدی: آمیخته‌گری، ترمینال کراس، تلفیق نژادی، گوشت قرمز

***نویسنده مسئول:** sara.nejadi@ut.ac.ir

بخش: ژنتیک و اصلاح دام و طیور **دبیر تخصصی:** سارا نژادی

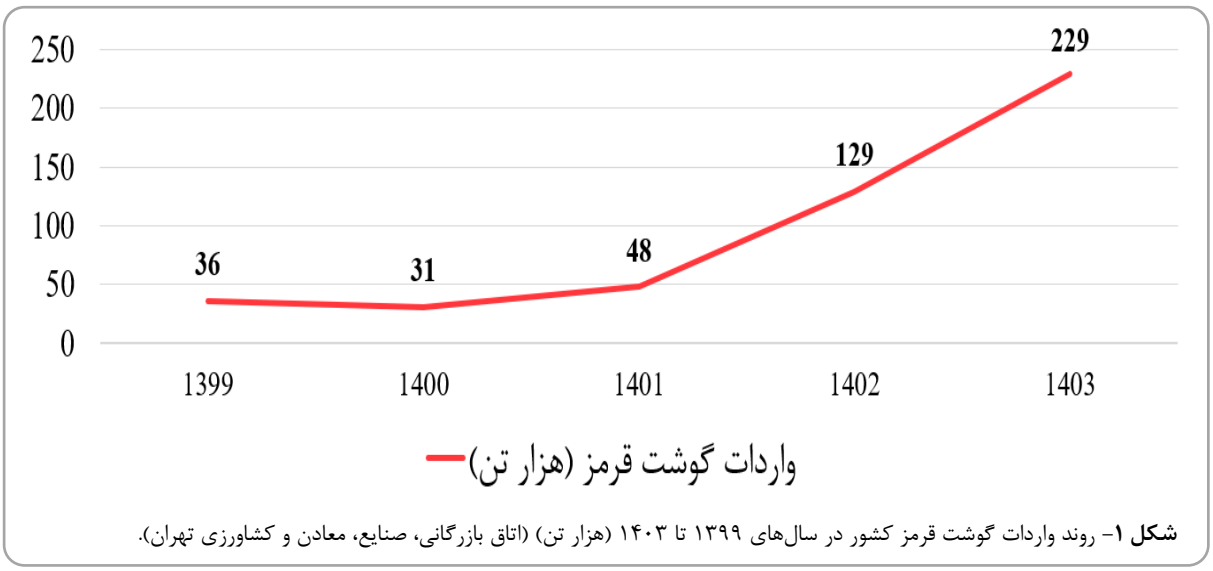
تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۵/۲۶ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۴/۰۵/۳۱ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۵/۰۶/۰۲ **تاریخ انتشار آنلاین:** ۱۴۰۵/۰۶/۱۱

رفرنس‌دهی: نژادی، س.، مرادی شهربابک، م. مروری بر راهبُردهای اصلاح‌نژادی افزایش بهره‌وری تولید گوشت در دام سنگین و سبک ایران. *علمی- ترویجی (حرفه‌ای) دامِستیک*، ۱۴۰۵؛ ۲۶(ویژه‌نامه): ۸-۱۸.

مقدمه

صنعت دام کشور از دیرباز میان دو هدف تولید شیر و تولید گوشت در نوسان بوده است. آمارهای موجود نشان می‌دهد که سهم گوشت گاو از کل تولید گوشت قرمز کشور در سال‌های اخیر رشد چشمگیری داشته و از حدود ۲۹ درصد در سال ۱۳۴۷ به بیش از ۵۵ درصد در سال‌های اخیر رسیده است؛ یعنی از چیزی حدود ۴۶ هزار تن در سال ۱۳۴۷ به ۲۲۳ هزار تن در سال ۱۴۰۳ رسیده است. این مقادیر برای گوشت گوسفند و بره حدود ۷۵ هزار تن (۴۶ درصد) در سال ۱۳۴۷ و ۱۴۰ هزار تن (۳۵ درصد) در سال ۱۴۰۳ بوده است (Statistical Center of Iran, 2025). در کنار رشد تولید داخلی، آمارهای گمرکی نشان‌دهندهٔ افزایش چشمگیر واردات گوشت قرمز در سال‌های اخیر بوده است. بر اساس داده‌های اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران، واردات کل گوشت قرمز از حدود ۳۹ هزار تن در سال ۱۳۹۹ به ۱۴۰ هزار تن در سال ۱۴۰۱ و سپس با یک جهش قابل توجه به ۲۲۹ هزار تن در سال ۱۴۰۳ رسیده است (شکل ۱). بررسی ترکیب واردات در دو سال اخیر نشان می‌دهد که سهم غالب واردات مربوط به گوشت گاو بوده است؛ به گونه‌ای که در سال ۱۴۰۲، از مجموع ۱۲۹ هزار تن واردات، حدود ۸۸/۷ هزار تن (حدود ۶۹ درصد) مربوط به گوشت گاو و ۴۰/۳ هزار تن (۳۱ درصد) مربوط به گوشت گوسفند و بز بوده است. این سهم در سال ۱۴۰۳ با افزایش چشمگیر واردات گوشت گاو همراه شده است؛ به گونه‌ای که از مجموع ۲۲۹ هزار تن واردات، سهم گوشت گاو به حدود ۱۸۲ هزار تن (نزدیک به ۸۰ درصد) رسیده و سهم گوشت گوسفند و بز با ۴۷ هزار تن (۲۰ درصد) همراه بوده است. به عبارت دیگر، واردات گوشت گاو از ۸۸/۷ هزار تن در سال ۱۴۰۲ به ۱۸۲ هزار تن در سال ۱۴۰۳ رسید که نشان‌دهندهٔ افزایشی حدود ۱۰۵ درصدی و عامل اصلی رشد کل واردات در این دوره است. در مقابل، واردات گوشت گوسفند و بز در همین بازه حدود ۱۶/۵ درصد افزایش یافت. این الگو نشان می‌دهد که افزایش واردات گوشت قرمز در این دوره، به طور عمده از رشد واردات گوشت گاو ناشی شده است. هدف از ارائه این مطالعه، مرور این دو راهبُرد، یکی در دام سنگین (گاو شیری) و دیگری در دام سبک (گوسفند و بز)، و جمع‌بندی تجربه‌های اجرا شده در ایران در کنار شواهد علمی بین‌المللی است، با این هدف که راهکارهای عملی برای فعالان صنعت دام و طیور کشور ارائه شود.

تحول ساختاری تولید گوشت قرمز در ایران، طی دو دههٔ اخیر به وضوح نشان‌دهندهٔ گذار از سیستم‌های سنتی مبتنی بر مرتع به سمت بهره‌وری زیستی و مدیریت اصلاح‌نژادی هدفمند است. افزایش چشمگیر وزن لاشه در گاو (به میانگین ۲۱۲ کیلوگرم) و گوسفند (۱۹/۱ کیلوگرم) در سال‌های اخیر، نه تنها نتیجه بهبود تغذیه با کنسانتره و مکمل‌ها، بلکه حاصل تغییر در ترکیب ژنتیکی گله‌ها از نژادهای بومی کم بازده به سمت دام‌های آمیخته و اصلاح شده است. این روند که با تقویت واحدهای بزرگ صنعتی و حاشیه‌رانی دامداری‌های کوچک مقیاس همراه بوده، بیانگر کاربست ضمنی راهبُردهایی همچون آمیخته‌گری و انتخاب درون‌نژادی در مقیاس عملیاتی است. با این حال، فاصله قابل توجه وزن لاشه گاو در ایران با کشورهای پیشرو (۳۷۰ کیلوگرم در آمریکا) و کاهش سهم دام سبک از تولید گوشت قرمز کشور (از ۴۶ به ۳۵ درصد، همان گونه که پیش‌تر اشاره شد)، ضرورت به‌کارگیری راهبردهای نوین‌تر مانند تلاقی ترمینال برای بهره‌گیری از حداکثر هتروزیس و انتخاب ژنومی به منظور تسریع پیشرفت ژنتیکی صفات کمی مانند وزن لاشه و ضریب تبدیل خوراک را آشکار می‌سازد، به ویژه آن که افزایش وابستگی به نهاده‌های وارداتی، مزیت سیستم‌های کنونی را با چالش پایداری مواجه کرده است (Valiollahi Bisheh, 2025).



شکل ۱- روند واردات گوشت قرمز کشور در سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۳ (هزار تن) (اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران).

۱– دام سنگین

۱–۱– آمیخته‌گری (تلاقی نهایی)

آمیخته‌گری گاوهای شیری با نژادهای گوشتی یکی از راهبُردهای مؤثر اصلاح‌نژادی برای افزایش تولید گوشت قرمز است که در واقع نوعی تلاقی نهایی محسوب می‌شود و با هدف تولید گوساله‌های تجاری با صفات برتر گوشتی انجام می‌گیرد که تمام خصوصیات ژنتیکی مطلوب برای تولید گوشت را از نژاد پدری گوشتی دریافت می‌کنند و هیچ یک از آن‌ها به عنوان جایگزین در گله نگهداری نمی‌شوند (Basiel and Felix, 2022; Berry, 2021). ریشه‌یابی این رویکرد به خشکسالی سال ۲۰۱۲ در ایالات متحده باز می‌گردد که موجب کاهش چشمگیر جمعیت گاوهای گوشتی و ضرورت یافتن منابع جایگزین برای تأمین گوشت شد. از آن زمان، استفاده از اسپرم نژادهای گوشتی در گله‌های شیری با رشد بی‌سابقه‌ای همراه بوده است؛ به گونه‌ای که فروش اسپرم گوشتی از سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۱ بیش از ۲۶۰ درصد افزایش یافت (Basiel and Felix, 2022; Foraker *et al*., 2022). این روند عمدتاً ناشی از ارزش اقتصادی بالاتر گوساله‌های آمیخته نسبت به گوساله‌های خالص شیری است، به گونه‌ای که در برخی مناطق، گوساله‌های آمیخته ۵۰ تا ۲۰۰ درصد ارزش بیشتری در حراجی‌ها داشته‌اند (Basiel and Felix, 2022). مزایای این راهبُرد فراتر از ارزش افزوده اولیه است. داده‌های بین‌المللی نشان می‌دهد که گوساله‌های آمیخته گوشتی × شیری به طور کلی افزایش وزن روزانه بیشتر و نسبت تبدیل خوراک مطلوب‌تری نسبت به گوساله‌های خالص هلشتاین دارند. این برتری به ویژه در آمیخته‌های حاصل از نژادهای گوشتی مانند شاروله، لیموزین و سیمنتال مشهودتر است (Basiel and Felix, 2022). از نظر ویژگی‌های لاشه، آمیخته‌ها لاشه‌های سنگین‌تر با درصد لاشه بالاتر (بهبود از حدود ۶۱ به ۶۳ درصد) و درصد گوشت قابل فروش بیشتری تولید می‌کنند (Foraker *et al*., 2022). همچنین گوشت این آمیخته‌ها از نظر رنگ، ثبات رنگ در نمایشگاه‌های خرده فروشی و کیفیت خوراک (نرمی، طعم و آبدار بودن) بسیار شبیه به گوشت گاوهای گوشتی خالص است و برخلاف گاوهای شیری خالص، می‌تواند در کنار محصولات گوشتی معمولی عرضه شود (Foraker *et al*., 2022). Berry (۲۰۲۱) در مرور جامع خود بر مطالعات بین‌المللی آمیخته‌گری گوشتی × شیری، تأکید می‌کند که اگرچه تفاوت‌های معنی‌داری در وزن لاشه و درصد گوشت قابل فروش بین آمیخته‌ها و گاوهای شیری خالص وجود دارد، امّا انتخاب نژاد پدر مناسب و استفاده از شاخص‌های اصلاحی چند صفتی که هم صفات تولیدمثلی (آسان زایی و طول دوره آبستنی) و هم صفات رشد و لاشه را در نظر بگیرند، برای موفقیت این راهبُرد ضروری است (Basiel and Felix, 2022; Berry, 2021). با این حال، چالش‌هایی نظیر شیوع بالاتر آبسه کبدی (۴۰ تا ۶۰ درصد) نسبت به گاوهای گوشتی خالص و بازده پایین‌تر گوشت قرمز قابل فروش به دلیل درصد استخوان بیشتر، لزوم انتخاب ژنتیکی دقیق برای بهبود حجم عضلات کل لاشه و کاهش مشکلات سلامت دام را آشکار می‌سازد (Foraker *et al*., 2022). به طور کلی، با توجه به روند صعودی واردات گوشت قرمز و تغییرات اقلیمی تهدیدکننده دامداری سنتی، توسعه آمیخته‌گری گوشتی × شیری به عنوان یک راهکار علمی و عملیاتی در راستای افزایش تولید داخلی و کاهش وابستگی به واردات قابل توصیه است.

۲–۱– مقایسه گوساله‌های آمیخته گوشتی–هلشتاین با خالص در ایران

آمیخته‌گری با هدف ترکیب صفات مطلوب از دو یا چند نژاد مختلف انجام می‌شود و به دلیل هتروزیس، منجر به برتری حیوانات آمیخته نسبت به خالص می‌گردد (Rezagholivand Lahrud *et al*., 2020; Shakeri *et al*., 2024). در سال‌های اخیر، مطالعات متعددی در ایران به مقایسه عملکرد پروار آمیخته‌های حاصل از تلاقی نژادهای گوشتی با هلشتاین پرداخته‌اند که مرور یافته‌های آن‌ها در ادامه ارائه می‌شود. Shakeri و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای در ایستگاه گاودشت (بابل) به مقایسه عملکرد پروار گوساله‌های آمیخته مونت‌بیلیارد × هلشتاین با هلشتاین خالص در یک دوره ۶ ماهه پرداختند. نتایج نشان داد که اگرچه مصرف خوراک بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت، امّا افزایش وزن روزانه در آمیخته‌ها (۱/۳۵۷ کیلوگرم) نسبت به خالص (۱/۱۹۰ کیلوگرم) تمایل به بیشتر بودن داشت (p=۰/۰۸). نسبت تبدیل خوراک در آمیخته‌ها (۶/۴۱) به طور معنی‌داری بهتر از خالص (۷/۷۳) بود (p=۰/۰۴). همچنین، آمیخته‌ها از نظر قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی (به جز گلوکز که تمایل به افزایش داشت) تفاوتی با خالص نداشتند. در مجموع، آمیخته‌های مونت‌بیلیارد × هلشتاین ۱۴ درصد افزایش وزن روزانه بیشتر و ۱۷/۱ درصد نسبت تبدیل خوراک مطلوب‌تر نشان دادند (Shakeri *et al*., 2024). Shakeri و همکاران (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای مشابه با استفاده از آمیخته‌های سیمنتال × هلشتاین گزارش کردند که افزایش وزن روزانه در آمیخته‌ها (۱/۵۰۸ کیلوگرم) به طور محسوسی بالاتر از خالص (۱/۱۹۰ کیلوگرم) بود (p=۰/۰۲) و نسبت تبدیل خوراک در آمیخته‌ها (۶/۲۵) نسبت به خالص (۷/۷۳) مطلوب‌تر بود (p=۰/۰۲). به طور خلاصه، آمیخته‌های سیمنتال × هلشتاین ۲۶/۷ درصد افزایش وزن روزانه بیشتر و ۱۹/۲ درصد نسبت تبدیل خوراک بهتر داشتند (Shakeri *et al*., 2025). Rezagholivand Lahrud و همکاران (۲۰۲۰) در یک طرح پروار ۱۱ ماهه با پنج گروه ژنتیکی

(آمیخته‌های شارولە، اینرا۹۵۱، لیموزین، آنگوس با هلشتاین و هلشتاین خالص) نشان دادند که متوسط افزایش وزن روزانه در تمام آمیخته‌ها بیشتر از هلشتاین خالص بود. ضریب تبدیل خوراک در آمیخته‌های شارولە به طور معنی‌داری بهتر از سایر گروه‌ها بود (p<۰/۰۱). بازده لاشه و گوشت قابل فروش در آمیخته‌های شارولە، اینرا۹۵۱ و لیموزین به طور معنی‌داری بالاتر از آمیخته آنگوس و هلشتاین خالص بود (p<۰/۰۱). از نظر اقتصادی، بالاترین سود کل دوره پروار به ترتیب مربوط به آمیخته‌های شارولە، اینرا۹۵۱، لیموزین، آنگوس و سپس هلشتاین خالص بود (Rezagholivand Lahrud *et al.*, 2020). Mirshamsollahi و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای در استان مرکزی، گوساله‌های دورگ بومی-سیمنتال را با دورگ بومی-هلشتاین مقایسه کردند. نتایج نشان داد که افزایش وزن روزانه در دورگ سیمنتال (۱/۳۳ کیلوگرم) به طور معنی‌داری بیشتر از دورگ هلشتاین (۱/۲۴ کیلوگرم) بود (p=۰/۰۳۲). ضریب تبدیل غذایی در کل دوره پروار در دورگ سیمنتال (۶/۰۵) به طور معنی‌داری بهتر از دورگ هلشتاین (۶/۶۷) بود (p=۰/۰۴). بازده لاشه گرم در دورگ سیمنتال (۵۵/۴۵ درصد) به طور معنی‌داری بالاتر از دورگ هلشتاین (۵۲/۲۷ درصد) بود (p=۰/۰۱). همچنین، ضخامت چربی پشتی در دورگ سیمنتال کمتر و سطح مقطع عضله راسته بیشتر از دورگ هلشتاین بود که نشان‌دهنده کیفیت بهتر لاشه است (Mirshamsollahi *et al.*, 2024). این مطالعات نشان می‌دهند که آمیخته‌گری با نژادهای گوشتی (به ویژه سیمنتال، مونتبیلیارد و شارولە) می‌تواند ضمن بهبود شاخص‌های رشد و تبدیل خوراک، به افزایش بازده اقتصادی تولید گوشت قرمز در کشور کمک کند (Rezagholivand Lahrud *et al.*, 2020; Shakeri *et al.*, 2024; Shakeri *et al.*, 2025; Mirshamsollahi *et al.*, 2024).

۲- دام سبک

۲-۱- ضرورت راهبُردهای اصلاح‌نژادی در دام سبک کشور

با توجه به محدودیت‌های جدی در منابع پایه‌ای نظیر آب، خوراک و مراتع در ایران، افزایش تولید گوشت قرمز دیگر از مسیر افزایش تعداد دام میسر نیست (Rashidi, 2014). همچنین وسعت مراتع کشور با پوشش گیاهی ضعیف و فشار چرای مازاد بر آن‌ها، لزوم خروج دام مازاد از مرتع و جایگزینی آن با افزایش بهره‌وری هر رأس مولد را الزامی ساخته است. در این راستا، راهبُردهای اصلاح‌نژادی هدفمند به عنوان یکی از محوری‌ترین ابزارها جهت افزایش کارایی تولید، کاهش هزینه‌ها و حفظ پایداری تولید، نقشی کلیدی ایفا می‌کنند (Seyedalian *et al.*, 2013).

۲-۲- راهبُردهای اصلی اصلاح‌نژاد در گوسفند و بز

استراتژی‌های اصلی اصلاح‌نژاد نشخوارکنندگان کوچک در ایران، بر اساس شرایط خاص جمعیت‌های کوچک، پراکندگی گله‌ها و محدودیت‌های ثبت اطلاعات، شامل انتخاب درون‌نژادی، انتخاب بین‌نژادی و آمیخته‌گری هستند (Rashidi, 2014). در کنار این راهبردهای کلاسیک، بهره‌گیری از سیستم هسته‌های باز و بسته و آمیخته‌گری با هدف بهره‌مندی از هتروزیس و مکمل‌سازی (Complementarity) نژادها، به ویژه در قالب تلاقی‌های نهایی و سنتز نژادی، به عنوان رویکردهای پیشرفته‌تر مطرح می‌شوند (Vatankhah and Zakizadeh, 2020; Leymaster, 2002).

۲-۳- انتخاب درون‌نژادی؛ زیربنای بهره‌وری پایدار

انتخاب درون‌نژادی به عنوان اولین و بنیادی‌ترین راهبُرد، بر پایه پیش‌بینی ارزش اصلاحی و انتخاب والدین برتر برای نسل آینده استوار است (Rashidi, 2014). با توجه به ماهیت کمّی صفات رشد و تولیدمثل، وراثت‌پذیری آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. بر اساس فراتحلیل انجام‌شده بر روی گوسفندان بومی ایران، بیش‌ترین وراثت‌پذیری مستقیم مربوط به صفت وزن بدن در شش ماهگی (۰/۲۲۲) و کمترین آن برای صفات تولیدمثلی مانند نرخ آبستنی (۰/۰۴۰) برآورد شده است (Sheykholeslami *et al.*, 2025). این مقادیر، که برای صفات رشد در دامنه کم تا متوسط قرار دارند، نشان‌دهندهٔ پتانسیل پاسخ به انتخاب برای این صفات است.

فراتحلیل بین‌المللی اخیر که ۲۲۱ مقاله منتشرشده بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۱ را بررسی کرده است، وراثت‌پذیری مستقیم صفات رشد را در نژادهای گوشتی، پشمی و دو منظوره به ترتیب برای وزن تولد حدود ۰/۱۹-۰/۲۰ و برای وزن یک سالگی ۰/۲۶-۰/۳۰ برآورد کرده است. وراثت‌پذیری مادری نیز برای وزن شش ماهگی بالاترین مقدار (۰/۱۶–۰/۲۴) را نشان داده است (Abasi-Mousa *et al.*, 2023). این نتایج با برآوردهای داخلی هم‌خوانی دارند. به عنوان مثال، در گوسفند نژاد ماکوئی، وراثت‌پذیری مستقیم وزن تولد، شیرگیری و شش ماهگی به ترتیب ۰/۲۱، ۰/۲۶ و ۰/۱۸ برآورد شده است (Bahrami Vayghan, 2009). همبستگی ژنتیکی مثبت و بالا بین وزن‌های مختلف (مثلاً ۰/۹۴ بین وزن شیرگیری و شش ماهگی در گوسفند ماکوئی) نشان می‌دهد که انتخاب برای یک صفت، بهبود سایر صفات رشد را نیز به همراه دارد. نسبت کلیبر (Kleiber ratio) نیز می‌تواند به عنوان شاخص کارایی رشد و تبدیل خوراک در برنامه‌های انتخاب مورد استفاده قرار گیرد (Tesema *et al.*, 2021). صفات مرتبط با کیفیت گوشت مانند درصد چربی درون عضلانی نیز وراثت‌پذیری بالایی دارند و قابل گنجاندن در

شاخص‌های انتخاب هستند (Johnson *et al*., 2021). همچنین در گوسفند نژاد عربی، روندهای ژنتیکی و فنوتیپی برای صفات وزن بدن در سنین مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (Neisi *et al*., 2020). با این حال، وراثت‌پذیری پایین صفات تولیدمثلی (مانند چند قلوزایی)، انتخاب فنوتیپی را با کندی مواجه می‌سازد (Sheykholeslami *et al*., 2025). نتایج حاصل از بررسی گله تحت انتخاب گوسفند افشاری نشان داد که اگرچه انتقال ژن FecB سبب افزایش معنی‌دار چند قلوزایی شده است، امّا وراثت‌پذیری این صفت همچنان پایین (۰/۰۸) باقی مانده است (Pourtahmasebian *et al*., 2020). لذا در چنین شرایطی، بهره‌گیری از روش‌های نوین نظیر انتخاب بر اساس نشانگرهای ژنی، می‌تواند مسیر بهبود را هموارتر سازد (Sheykholeslami *et al*., 2025).

۴-۲- آمیخته‌گری؛ از هتروزیس تا مکمل‌سازی و تلاقی نهایی

آمیخته‌گری به عنوان یکی از قدرت‌مندترین ابزارهای اصلاح‌نژادی، با هدف بهره‌مندی از برتری آمیخته‌گری (افزایش عملکرد فرد دورگ) و مکمل‌سازی (ترکیب صفات مطلوب نژادهای مختلف) صورت می‌گیرد (Vatankhah and Zakizadeh, 2020; Leymaster, 2002). در سیستم‌های آمیخته‌گری، نژاد پدر و مادر هر کدام برای صفات خاصی انتخاب می‌شوند. در تلاقی نهایی، از نژادهای پدر گوشتی با رشد سریع و کیفیت لاشه بالا برای آمیزش با ماده‌های دورگ یا خالص استفاده می‌شود و تمام نتاج برای تولید گوشت به بازار عرضه می‌شوند (Leymaster, 2002; Kumar *et al*., 2025). بررسی مطالعات مرتبط با آمیخته‌گری‌های انجام‌شده در ایران نشان می‌دهد که بسیاری از طرح‌ها به دلیل انتخاب نامناسب نژادها، موفق نبوده و به طور عمده بر صفات رشد و کاهش وزن دنبه متمرکز بوده‌اند (Vatankhah and Zakizadeh, 2020). با این حال، برخی مطالعات نتایج امیدوارکننده‌ای داشته‌اند: در آمیخته رومانف × بلوچی، تلقیح مصنوعی میش‌های بلوچی با اسپرم رومانف منجر به افزایش وزن از شیرگیری، افزایش وزن روزانه و کاهش وزن دنبه و چربی کل بدن در بره‌های آمیخته شد (Khabbazan *et al*., 2022). همچنین، آمیخته‌گری رومانف با لری-بختیاری اگرچه عملکرد پروار کمتری نسبت به بره‌های خالص نشان داد، امّا با کاهش ۳۴ درصدی چربی کل بدن و افزایش ۲۳ درصدی گوشت لخم همراه بود که بیانگر بهبود کیفیت لاشه است (Khaldari and Ghiasi, 2018). در مطالعه‌ای دیگر نیز مشخص شد که آمیخته‌های رومانف×لری-بختیاری دارای میانگین افزایش وزن روزانه بیشتر، ضریب تبدیل خوراک بهتر و بازده لاشه داغ بالاتری نسبت به بره‌های لری-بختیاری هستند، هر چند قابلیت هضم جیره در آن‌ها کمتر بود (Rezaee Salehbabri *et al*., 2017). از سوی دیگر، مقایسه بره‌های لری-بختیاری و آمیخته‌های رومانف×لری-بختیاری نشان داد که اگرچه عملکرد پیش از شیرگیری در آمیخته‌ها بهتر است، امّا عملکرد دوره پروار و وزن لاشه در بره‌های لری-بختیاری بیشتر بوده و این نژاد بومی برای پرواربندی در استان چهارمحال و بختیاری مناسب‌تر است (Karami and Bagheri, 2020). همچنین، در طرح‌های آمیخته‌گری با نژادهای کرکولی، مهربان و نائینی، آمیخته‌های حاصل از قوچ‌های کوریدیل و تارگی به طور معنی‌داری در تمام صفات رشد (۷ تا ۱۸/۴ درصد) برتر از بره‌های خالص بودند و نژاد مادر تأثیر معنی‌داری بر صفات پیش از شیرگیری و ضریب تبدیل غذایی داشت (Makarechian *et al*., 1977). با این حال، برآورد هتروزیس فردی برای صفات رشد در آمیخته‌های قزل و مهربان، مقادیر منفی و غیرمعنی‌داری (۰/۳۷- تا ۱/۰۳- درصد) نشان داد که در برخی ترکیب‌ها، هتروزیس قابل توجهی حاصل نمی‌شود (Atashi and Izadifar, 2012).

یکی از مهم‌ترین دستاوردهای آمیخته‌گری با نژاد رومانف، افزایش چشمگیر نرخ بره‌زایی و چند قلوزایی است. در آمیخته‌های رومانف × بلوچی، اندازه زادآوری از ۱/۰۰ به ۱/۱۳ افزایش یافت (Khabbazan *et al*., 2022). همچنین، در نژاد سنتز شده آرمان (حاصل از بلوچی و رومانف)، تعداد بره در هر زایش به طور معنی‌داری بیشتر از نژاد خالص بلوچی بود (۱/۵۷ در مقابل ۱/۳۱ بره به ازای هر میش) (Hama Faraj *et al*., 2024). به طور مشابه، در آمیخته‌گری زندی با رومانف، میانگین مجموع وزن بره‌های متولد شده به ازای هر زایش از ۴/۹۲ به ۵/۷۸ کیلوگرم و میانگین مجموع وزن بره‌های از شیرگرفته شده به ازای هر زایش از ۲۷/۱۲ به ۳۵/۰۴ کیلوگرم افزایش یافت (Khojasteh Key *et al*., 2016). همچنین، درصد تلفات قبل از شیرگیری در آمیخته‌های زندی × رومانف (۳/۸ درصد) کمتر از بره‌های خالص زندی (۹/۵ درصد) بود، هرچند این تفاوت معنی‌دار نبود (Khojasteh Key *et al*., 2016). مقایسه نژادهای ایران‌بلک و آرمان با نژاد بلوچی نیز نشان داد که نژادهای سنتز شده به طور معنی‌داری بره‌زایی بیشتری دارند (Mortazavi *et al*., 2014). بررسی تنوع ژنتیکی در جایگاه *BMP15* در آمیخته‌های رومانف × کرمانی و رومانف × لری-بختیاری، تنوع بالایی را نشان داد که انتظار می‌رود با باروری و چند قلوزایی بالاتر همراه باشد (Rajaeinejad, 2014). علاوه بر این، نتایج نشان داد که انتخاب بر اساس وزن کل بره‌های متولد شده می‌تواند نسبت به سایر صفات، برای بهبود عملکرد تولیدمثلی در میش‌های ایران‌بلک مؤثرتر باشد (Baneh *et al*., 2020). با وجود این مزایا، باید توجه داشت که افزایش بره‌زایی در برخی موارد با کاهش وزن تولد و افزایش تلفات بره‌ها همراه است (Mortazavi

et al., 2014) و نیازمند مدیریت دقیق گله است. با این حال، نتایج آمیخته‌گری با رومانف در همه نژادها به یک اندازه موفق نبوده است. در مطالعه‌ای بر روی آمیخته‌های کُردی × رومانف، بره‌های کُردی خالص دارای وزن تولد (۴/۵ در مقابل ۴/۱ کیلوگرم) و وزن پایانی (۵۴/۸ در مقابل ۴۱/۵ کیلوگرم) بیشتری نسبت به بره‌های آمیخته بودند. همچنین، تعداد بره‌های از شیرگرفته‌شده به ازای هر ۱۰۰ رأس میش در گروه خالص کُردی (۹۵ رأس) به مراتب بیشتر از گروه آمیخته (۴۵ رأس) بود (Saghi *et al.*, 2021). این نتایج برخلاف سایر مطالعات آمیخته‌گری با رومانف است و نشان می‌دهد که موفقیت برنامه‌های آمیخته‌گری علاوه بر انتخاب نژاد مناسب، به عوامل مدیریتی و فنی نیز بستگی دارد.

در پروژه‌های جدید مرتبط با آمیخته‌گری، علاوه بر استفاده از نژادهای خارجی، ورود ژن‌های اصلی نظیر ژن *Booroola/FecB* (افزایش چند قلوزایی) و ژن میواستاتین (*MSTN*) (افزایش حجم عضله) به جمعیت‌های بومی مورد توجه قرار گرفته است. در یک برنامه جامع واردسازی این ژن‌ها به نژاد مغانی، نتاج حاصل از آمیزش‌های مختلف (شامل F2 و نسل اول تلاقی برگشتی) مورد ارزیابی قرار گرفتند. قابل توجه است که بره‌های نسل F2 در مقایسه با بره‌های حاصل از تلاقی برگشتی (BC1) دارای دُم لاغر و دارای پشم با کیفیت مناسب بودند (Talebi *et al.*, 2024). بره‌های F1 حاصل از آمیخته‌گری مغانی با تکسل یا بورولا به طور معنی‌داری وزن تولد بالاتری نسبت به بره‌های خالص مغانی داشتند (Talebi *et al.*, 2023). همچنین عملکرد رشد بره‌های نسل اول تلاقی برگشتی (BC1) به طور معنی‌داری بهتر از بره‌های F1 و مغانی خالص بود که نشان‌دهنده تأثیر مثبت تلاقی برگشتی در این جمعیت است (Talebi *et al.*, 2023). در میان سیستم‌های مختلف آمیزش، تلاقی برگشتی پدری (Paternal Backcrossing) به عنوان یک راهبرد کلیدی برای بهبود نرخ رشد و پتانسیل ژنتیکی نژاد مغانی معرفی شد. بره‌های حاصل از این سیستم که دارای ژنوتیپ هموزیگوت جهش‌یافته (A/A) برای ژن *MSTN* بودند، نرخ رشد پیش از شیرگیری بالاتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها و نژاد خالص مغانی نشان دادند (Talebi *et al.*, 2024). با این حال، مطالعه مذکور نشان داد که وقوع زایش‌های چندقلو تأثیر منفی معنی‌داری بر بقای بره‌ها دارد، در حالی که ژن‌های واردشده (*Booroola* و *MSTN*) به تنهایی تأثیر معنی‌داری بر بقای بره‌ها نداشتند (Talebi *et al.*, 2024). در یک طرح تولید ترکیب ژنتیکی جدید، تلاقی نژادهای افشاری و رومانف منجر به تولید نسلی شد که توانایی زایش دو بار در سال و چند قلوزایی بالا را دارا بود که می‌تواند گامی مؤثر در جهت افزایش تولید گوشت باشد (Dehghani Tafti, 2025). در زمینه ارزیابی ژنومی نژادهای بومی نیز، مطالعه‌ای با هدف بررسی تفاوت‌های ژنومی مرتبط با باروری، مناطق ژنومی و ژن‌های کاندیدای متعددی (مانند *ACVR2B*، *PRLR* و *BMPR2*) را که با عملکرد تولیدمثلی در ارتباط هستند، بین نژادهای ایرانی و ایسلند شناسایی کرد (Azizi *et al.*, 2025). علاوه بر آمیخته‌گری در گوسفند، مطالعه‌ای بر روی بزهای بومی قُمی نشان داد که آمیخته‌گری با نژاد سانن تأثیر معنی‌داری بر بیشتر صفات تولید شیر و رشد داشته و تولید شیر روزانه را از ۰/۴۸ به ۱/۱ کیلوگرم افزایش داده است (Hoseini *et al.*, 2011).

۵-۲- سنتز نژادی در دام سبک

در کنار آمیخته‌گری هدفمند و تلاقی نهایی، ایجاد نژادهای ترکیبی (سنتز نژاد) یکی دیگر از راهبُردهای پیشرفته اصلاح‌نژادی در دام سبک است که برخلاف تلاقی نهایی (که نتاج آن برای بازار عرضه می‌شوند)، با هدف تثبیت یک ترکیب ژنتیکی پایدار از دو یا چند نژاد در نسل‌های متوالی، از طریق آمیخته‌گری کنترل‌شده و انتخاب درون گروهی صورت می‌گیرد (Vatankhah and Zakizadeh, 2020). تجربه ایران‌بلک نشان می‌دهد که سنتز نژادی—برخلاف بسیاری از طرح‌های آمیخته‌گری بدون هدف‌گذاری مشخص که در ایران به نتیجه پایدار نرسیده‌اند (Vatankhah and Zakizadeh, 2020)—در صورت طراحی دقیق (تعیین نسبت ژنتیکی نژادهای پایه، تثبیت چند نسلی و مدیریت متمرکز در ایستگاه‌های اصلاح‌نژادی)، می‌تواند راهکاری مکمل برای انتخاب درون نژادی، آمیخته‌گری هدفمند و تلاقی نهایی در دام سبک کشور باشد. مقایسه نژاد ایران‌بلک (سنتز شده از بلوچی و کیوس) با نژاد بلوچی به عنوان نژاد خالص، نشان داد که وزن کل بره‌ها در زمان شیرگیری در میش‌های ایران‌بلک حدود ۱۱ درصد بیشتر از میش‌های بلوچی است که حاکی از تأثیر مثبت سنتز نژاد بر کارایی صنعت گوسفندداری است (Hama Faraj *et al.*, 2024). همچنین، نژاد آرمان که با آمیزش بلوچی و رومانف سنتز شده، عملکرد بالاتری در وزن کل بره‌ها در زمان تولد و شیرگیری نسبت به نژاد بلوچی نشان داد (Hama Faraj *et al.*, 2024). با این حال، وراثت‌پذیری پایین برای صفات رشد (۰/۰۴ تا ۰/۱۹) و تولیدمثل (۰/۰۷ تا ۰/۱۱) در نژاد ایران‌بلک نشان می‌دهد که پیشرفت ژنتیکی از طریق انتخاب در این نژاد نسبتاً ملایم است و اثرات غیرافزایشی و محیطی نقش غالب را ایفا می‌کنند (Kamjoo *et al.*, 2014; Baneh *et al.*, 2020; Yazdanpanah *et al.*, 2024). بررسی دو شکلی جنسی در نژاد ایران‌بلک نشان داد که بره‌های نر به ترتیب ۶ تا ۱۴ درصد در سنین مختلف سنگین‌تر از ماده‌ها هستند و واریانس‌های مادری و باقی‌مانده در نرها بیشتر از ماده‌ها است که نشان‌دهندهٔ حساسیت محیطی بیشتر در نرها است، هرچند که تفاوت‌های ژنتیکی بین دو جنس معنی‌دار نبود (Ghafouri-Kesbi and

Baneh, 2018). تجزیه و تحلیل شجره‌شناسی نژاد ایران‌بلک نشان داد که میانگین ضریب همخونی ۸/۰۸ درصد بوده و افت ناشی از همخونی فردی فقط برای وزن تولد (۷- گرم به ازای هر ۱ درصد افزایش همخونی) و افت ناشی از همخونی مادری برای وزن تولد، وزن کل بره‌های از شیر گرفته شده به ازای هر میش، وزن کل بره‌های متولد شده به ازای هر میش در زمان تولد و شیرگیری معنی‌دار بود که لزوم مدیریت دقیق جفت‌گیری در این نژاد را آشکار می‌سازد (Mokhtari *et al*., 2014). همچنین، برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات قبل از شیرگیری در ایران‌بلک نشان داد که وراثت‌پذیری مستقیم وزن تولد، وزن شیرگیری، افزایش وزن روزانه و نسبت کلیبر به ترتیب ۰/۰۵، ۰/۱۲، ۰/۱۱ و ۰/۱۰ بوده و وراثت‌پذیری زنده‌مانی با مدل آستانه‌ای ۰/۲۱ برآورد شد (Nazari *et al*., 2013).

۶-۲- مروری بر پژوهش‌های خارجی در حوزهٔ آمیخته‌گری و تلاقی نهایی

پژوهش‌های بین‌المللی، به ویژه در کشورهای پیشرو در پرورش دام، نشان‌دهندهٔ موفقیت گسترده‌تر سیستم‌های آمیخته‌گری و تلاقی نهایی در افزایش بهره‌وری است. این موفقیت حاصل انتخاب دقیق نژادها بر اساس نقش آن‌ها در سیستم پدری و یا مادری و بهره‌گیری از برتری آمیخته‌گری است. در گوسفند، سیستم‌های نهایی، به ویژه سیستم نهایی F1 (تلاقی ماده‌های دورگ با نژادهای پدر گوشتی)، بالاترین سطح هتروزیس و مکمل‌سازی را فراهم می‌کنند و به طور قابل توجهی وزن از شیرگیری و وزن کل بره از شیر گرفته شده به ازای هر میش را افزایش می‌دهند (Leymaster, 2002; Kao *et al*., 2022). در مطالعه‌ای در آفریقای جنوبی، برتری آمیخته‌گری قابل توجهی برای وزن از شیرگیری (۷/۱ درصد) و تعداد و وزن کل بره از شیر گرفته‌شده به ازای هر میش (به ترتیب ۳۲/۵ و ۳۸/۴ درصد) در تلاقی نژادهای دورپر و SAMM مشاهده شد (Kao *et al*., 2022). همچنین، آمیخته‌گری در بره‌های شیرخوار پیرنه، وزن لاشه و رشد روزانه را به طور معنی‌داری افزایش داد (Ellies-Oury *et al*., 2022). این در حالی است که نتایج جدیدتر نیز این روند را تأیید می‌کنند. Zhang و همکاران (۲۰۲۵) نشان دادند که آمیخته‌گری گوسفند Hu با نژادهای Polled Dorset و Southdown منجر به افزایش معنی‌دار قطر و سطح مقطع فیبرهای عضلانی و محتوای کلاژن در عضله Longissimus dorsi و بهبود کیفیت گوشت از طریق تغییرات ترانسکریپتومی و متابولومیک می‌شود. Quan و همکاران (۲۰۲۵) در تلاقی دو نسلی White-Headed Suffolk × Small-Tailed Han گزارش کردند که نسل F1 افزایش ۲۷/۳ درصدی وزن بدن در شش ماهگی (۵۲/۳ کیلوگرم)، بهبود ۶/۳ درصدی درصد لاشه (۵۶/۱ درصد) و بهبود نسبت تبدیل خوراک را نشان داد. نسل اول حاصل از تلاقی برگشتی این صفات را بیش‌تر بهبود بخشید (وزن شش ماهگی ۵۵/۲ کیلوگرم و درصد لاشه ۵۸/۳ درصد) و کیفیت گوشت (نرمی و چربی درون‌عضلانی) نیز ارتقا یافت.

در گونهٔ بز، بز بوئر به عنوان یکی از نژادهای پدری برتر گوشتی شناخته می‌شود (Lu, 2001). این نژاد دارای نرخ رشد سریع، وزن تولد ۴-۳ کیلوگرم و کیفیت لاشه عالی است. Goonewardene و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که نتاج حاصل از پدر بوئر نسبت به آلپاین، وزن تولد ۹ درصد بالاتر داشتند. Assan (۲۰۲۰) تأکید کرده است که آمیخته‌گری با بهره‌گیری از فاصله ژنتیکی و هتروزیس، عملکرد رشد، لاشه و گوشت را در بز و گوسفند بهبود می‌بخشد. تلاقی نهایی بز مورسیانو-گرانادینا با بز بوئر به عنوان یک راهبُرد موفق در اسپانیا به اثبات رسیده است. این تلاقی منجر به افزایش ۲۴ درصدی وزن تولد، ۳۲ درصدی افزایش وزن روزانه و بهبود ۱۶ درصدی ضریب تبدیل شیر خشک در بزغاله‌های دورگ شد (Pérez-Baena *et al*., 2021). به علاوه، لاشه بزغاله‌های دورگ از نسبت گوشت به استخوان بالاتر و بافت گوشت نرم‌تری برخوردار بود (Pérez-Baena *et al*., 2022). Habtegiorgis و همکاران (۲۰۲۴) در اتیوپی نیز نشان دادند که آمیخته‌های ۵۰ درصد بوئر × نژاد بومی از نظر رشد سریع، رفتار آرام و ترجیح بازار توسط کشاورزان بسیار مورد استقبال قرار گرفته‌اند.

۷-۲- افزایش تعداد بره به ازای هر میش (بهبود باروری و چندقلوزایی)

تعداد بره متولد شده و زنده‌مانده به ازای هر میش در سال، کلیدی‌ترین عامل تعیین‌کننده درآمد در سیستم‌های گوشتی است. به دلیل وراثت‌پذیری پایین صفات تولیدمثلی (Sheykholeslami *et al*., 2025)، راهبردهای بهبود آن‌ها نیازمند رویکردهای ترکیبی است. از نظر انتخاب درون‌نژادی، اگرچه وراثت‌پذیری باروری پایین است، تنوع ژنتیکی قابل توجهی در نژادهای بومی ایران وجود دارد؛ برای نمونه در گوسفند نژاد ایران‌بلک، وراثت‌پذیری صفت برەزایی ۰/۲۶۶ برآورد شده است (Mortazavi *et al*., 2014). در زمینه انتقال ژن‌های چند قلوزایی، انتقال جهش FecB به گوسفند افشاری، اگرچه با وراثت‌پذیری پایین (۰/۰۸) همراه بوده، روند ژنتیکی چند قلوزایی را به طور معنی‌داری افزایش داده است (Pourtahmasebian *et al*., 2020; Ghanbari *et al*., 2008). همچنین مقایسه ژنومی نژادهای ایرانی با نژاد ایسلند، ژن‌های کاندیدای جدیدی مانند *BMPR2*، *PRLR* و *ACVR2B* را شناسایی کرده است که می‌توانند در برنامه‌های انتخاب ژنومی استفاده شوند (Azizi *et al*., 2025; Muhaghegh-Dolatabady *et al*., 2019). همان‌گونه که در بخش‌های ۲-۴ و

۶-۲ تشریح شد، آمیخته‌گری رومانف × بلوچی در ایران و تلاقی دورپر × SAMM در آفریقای جنوبی نیز نمونه‌های موفق افزایش تعداد و وزن بره از شیر گرفته‌شده به ازای هر میش هستند (Khabazan *et al*., 2022; Kao *et al*., 2022).

۳- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بررسی پژوهش‌های داخلی و خارجی نشان می‌دهد که افزایش تولید گوشت قرمز در ایران نیازمند به‌کارگیری هم‌زمان چند راهبُرد مکمل است. در دام سنگین، مطالعات ایرانی به روشنی برتری آمیخته‌های گوشتی × شیری (به ویژه سیمنتال، شارولِه و مونت‌بیلیارد) نسبت به هلشتاین خالص را در افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک و بازده اقتصادی نشان داده‌اند؛ نتایجی که با تجربه بین‌المللی Beef-on-dairy نیز هم‌راستا است. در دام سبک، به دلیل وراثت‌پذیری پایین صفات تولیدمثلی، انتخاب درون نژادی به تنهایی کافی نیست و باید با شناسایی و انتقال ژن‌ها و نشانگرهای مؤثر (مانند *FecB*)، ایجاد ترکیب‌های نژادی با استفاده از نژادهای تولیدمثلی (مثل رومانوف) تکمیل شود. برای صفات رشد و لاشه با وراثت‌پذیری متوسط تا بالا، آمیخته‌گری هدفمند و تلاقی نهایی با نژادهای پدر گوشتی (مانند نژادهای سنگین بومی یا وارداتی در گوسفند و بوئر در بز) بیشترین بازده را داشته‌اند. بسیاری از طرح‌های آمیخته‌گری گذشته در ایران به دلیل فقدان هدف‌گذاری دقیق و عدم استفاده از سامانه‌های ساختاریافته نهایی، به نتایج پایدار نرسیده‌اند. با این حال، تجارب جدید مانند ورود ژن‌های اصلی (*Booroola* و *MSTN*) به نژاد مغانی نشان داده است که استفاده از سیستم‌های تلاقی برگشتی پدری می‌تواند راهبُردی مؤثر برای بهبود نرخ رشد و پتانسیل ژنتیکی باشد، به گونه‌ای که بره‌های حامل ژنوتیپ هموزیگوت جهش‌یافته *MSTN* عملکرد رشد پیش از شیرگیری برتری داشتند. همچنین، نتاج حاصل از آمیخته‌گری مغانی با نژادهای تکسل و بورولا، علاوه بر کاهش یا حذف دنبه (که خود مزیتی در راستای بهبود کارایی و رفاه دام محسوب می‌شود)، عملکرد رشد پس از شیرگیری بهتری نسبت به نژاد خالص نشان دادند و برتری نسل تلاقی برگشتی (BC1) نسبت به نتاج F1، مؤید اهمیت تداوم برنامه‌های آمیخته‌گری و بازآمیخته‌گری برای تثبیت صفات مطلوب است.

بنابراین، گذار از رویکردهای تَک بُعدی به راهبُرد تلفیقی ضروری است: انتخاب درون‌نژادی برای صفات با وراثت‌پذیری متوسط تا بالا، آمیخته‌گری هدفمند و تلاقی نهایی برای بهره‌گیری از برتری آمیخته‌گری، ایجاد نژادهای ترکیبی (سنتز نژاد) در دام‌های سبک، به‌کارگیری سیستم‌های تلاقی برگشتی برای ورود ژن‌های اصلی و انتخاب ژنومی برای صفات با وراثت‌پذیری پایین مانند صفات تولیدمثلی. این رویکرد تلفیقی می‌تواند تولید گوشت را افزایش داده، پایداری را بهبود بخشد و وابستگی به واردات (به ویژه گوشت گاو) را کاهش دهد. علاوه بر راهبُردهای بلند مدت و ساختاری فوق، در شرایط بحران و جنگ، برای تأمین سریع و پایدار گوشت بر جمع‌آوری و پرواربندی بره‌ها و دام‌های مازاد، به منظور عرضه دام‌های پروار شده با وزن مناسب (جلوگیری از کشتار با وزن سبک) همراه با مدیریت تولیدمثلی شامل تغذیه کوتاه مدت (مانند فلاشینگ)، در صورت لزوم هورمون درمانی به منظور افزایش نرخ بره‌زایی و بهداشت (واکسیناسیون) و درمان به منظور کاهش تلفات و در نهایت تولید گوشت بیشتر رویکردهای پیشنهادی می‌باشند.

منابع

Abasi-Mousa, S., Varkoohi, S., Joezy, S., Salary, N., & Khansefid, M. (2023). "Meta-analysis of genetic parameters for growth traits in meat, wool and dual-purpose sheep breeds in the world using a random-effects model." *Veterinary Medicine and Science*, *9*(1), 380–390. https://doi.org/10.1002/vms3.1038

Assan, N. (2020). "Growth, carcass and meat performance in goat and sheep breeds and their crosses." *Scientific Journal of Pure and Applied Sciences*, *9*(7), 936–944. https://doi.org/10.14196/sjpas.v9i7.478

Atashi, H., & Izadifar, J. (2012). "Estimation of individual heterosis for lamb growth in Ghezal and Mehraban sheep." *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 2(2), 127–130.

Azizi, P., Moradi Shahrbabak, H., Moradi Shahrbabak, M., & Mokhber, M. (2025). "Identification of Genomic Regions Related to Litter Size With Divergent Selection between Iranian Indigenous Sheep Breeds and Iceland Sheep Breed using FST Unbiased Statistics." *Research on Animal Production*, *16*(1), 109-120. https://doi.org/10.61882/rap.16.1.109

Bahrami Vayghan, F. (2009). "Estimation of genetic parameters for growth traits in Makuie sheep". Master's thesis, Urmia University.

Baneh, H., Ahmadpanah, J., & Mohammadi, Y. (2020). "Genetic analysis of reproductive characteristics in Iran-Black sheep." *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 42, e47380. http://periodicos.uem.br/ojs/acta

Basiel, B. L., & Felix, T. L. (2022). "Board Invited Review: Crossbreeding beef × dairy cattle for the modern beef production system." *Translational Animal Science*, 6(2), txac025. https://doi.org/10.1093/tas/txac025

Berry, D. P. (2021). "Invited review: Beef-on-dairy—The generation of crossbred beef × dairy cattle." *Journal of Dairy Science*, 104(4), 3789–3819. https://doi.org/10.3168/jds.2020-19519

Brand, T. S., van der Westhuyzen, J. P., Hough, W., & van Zyl, J. H. C. (2024). "Application of growth models to South African Boer goat castrates and does under feedlot conditions." *Tropical Animal Health and Production*, 56(5), 178. https://doi.org/10.1007/s11250-024-03973-5

Dehghani Tafti, A. (2025). "Production and evaluation of a new sheep breed: Crossing of Afshari and Romanov breeds." *Development Engineering Conferences Articles Database*, *2*(7). https://pubs.bcnf.ir/index.php/Articles/article/view/517

Ellies-Oury, M.-P., Papillon, S., Arranz, J.-M., & Carpentier, D. (2022). "Improvement of growth performance

Khabbazan,M H , Rezagholivand Lahrud,A , mokhtarzadeh,S and Moosapour,H . (2022). "Effects of crossbreeding of Romanov and Balouchi sheep on growth traits and carcass characteristics lambs." *Journal of Animal Production*, 24(4), 395-401. https://doi.org/10.22059/jap.2022.340727.623683

Khaldari, M., & Ghiasi, H. (2018). "Effect of crossbreeding on growth, feed efficiency, carcass characteristics and sensory traits of lambs from Lori-Bakhtiari and Romanov breeds." *Livestock Science*, 214, 18–24. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.05.004

Khojasteh Key, M., Yeganehparast, M., & Kalantar Nistanaki, M. (2016). "Evaluation of Zandi ewes crossbreeding with Romanov rams and comparison of growth traits of crossbred and pure Zandi lambs until weaning." *Journal of Ruminant Research*, 4(2), 133–144. https://doi.org/10.22069/ejrr.2016.3232

Kumar, L., Nitharwal, P., Zuyie, R., Yadav, R. S., & Yadav, R. K. (2025). "Crossbreeding strategies to improve meat and milk yield in sheep." *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 10(5), 174–177.

Leymaster, K. A. (2002). "Fundamental aspects of crossbreeding of sheep: Use of breed diversity to improve efficiency of meat production." *Sheep and Goat Research Journal*, 17(3), 50–59.

Lu, C. D. (2001). "Boer goat production: Progress and perspective. In Proceedings of the International Conference on Boer Goats." Anshun, China. 1-11.

Makarechian, M., Farid, A., & Sefidbakht, N. (1977). "Lamb growth performance of Iranian fat-tailed Karakul, Mehraban and Naeini breeds of sheep and their crosses with Corriedale and Targhee rams." *Animal Science*, 25(3), 331–341. https://doi.org/10.1017/S0003356100016743

Mirshamsollahi, A., Talebian Masoudi, A. R., & Azizi, R. (2024). "Comparison of Feedlot Performance and Carcass Yields of Native Calves×Holstein and Native Calves×Simmental Crossbreds." *Research on Animal Production*, 15(1), 42-43. https://doi.org/10.61186/rap.15.43.42

Mokhtari, M. S., Moradi Shahrbabak, M., Esmailizadeh, A. K., Moradi Shahrbabak, H., & Gutierrez, J. P. (2014). "Pedigree analysis of Iran-Black sheep and inbreeding effects on growth and reproduction traits." *Small Ruminant Research*, 116(1), 14–20. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.10.008

Mortazavi, S. M., Aslaminejad, A. A., Nasiri, M. R., Hassanpour, K., & Naghus, M. (2014). "A comparative study of lambing rate in Iran-Black, Baluchi and Arman sheep breeds and genetic analysis of lambing rate and average lamb birth weight per ewe in Iran-Black sheep." *Journal of Livestock Research*, *3*(4), 60-69. https://doi.org/10.22077/jlr.2015.322

Muhaghegh-Dolatabady, M., Moradalipour, A., Mansouri, F., Fattahi, F., & Salehi, Z. (2019). "Investigation of FecXI, FecXH and FecXB Polymorphism in BMP15 Gene in Lac Qashqai and Bahmaei Sheep Breeds at Kohkiloueh and Boyerahmad Province." *Iranian Journal of Animal Science Research*, *11*(2), 247-257. https://doi.org/10.22067/ijasr.v1397i1.70188

Nazari, M. , Mirzamohamadi, E. and Rashidi, A. (2013). "Estimation of genetic parameters for pre weaning growth traits and lamb survival in Iran black sheep." *Veterinary Research & Biological Products*, 26(1), 46-54. https://doi.org/10.22092/vj.2013.101041

Neisi, S., Fayyazi, J., & Roshanfekr, H. (2020). "Study of the genetic and phenotypic trend of body weight traits and determined of environmental effects for Arabi through crossbreeding in the Pyrenean suckling lamb protected geographical indication." *Livestock Science*, 265, 105081. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105081

Foraker, B. A., Frink, J. L., & Woerner, D. R. (2022). "Invited review: a carcass and meat perspective of crossbred beef × dairy cattle." *Translational Animal Science*, 6(2), txac027. https://doi.org/10.1093/tas/txac027

Ghafouri-Kesbi, F., & Baneh, H. (2018). "Genetic aspects of sexual size dimorphism in a synthesized breed of sheep." *Meta Gene*, 17, 177–183. https://doi.org/10.1016/j.mgene.2018.06.009

Ghanbari, S., Osfouri, R., & Eskandari Nasab, M. (2008). "Evaluation of genetic polymorphism in the breeding flock of Afshari sheep for the purpose of introducing the FecB gene." *Iranian Journal of Animal Science*, *39*(1). https://civilica.com/doc/588611/

Goonewardene, L. A., Day, P. A., Patrick, N., Scheer, H. D., Patrick, D., & Suleiman, A. (1998). "A preliminary evaluation of growth and carcass traits in Alpine and Boer goat crosses." *Canadian Journal of Animal Science*, *78*(2), 229-232. https://doi.org/10.4141/A97-041

Habtegiorgis, K., Legesse, D., & Bikamo, M. (2024). "Assessing the Impact of Boer Goat x Indigenous Goat Crossbreeding on Reproductive Performance and Farmer Perceptions in Southern Ethiopia." *TheScientificWorldJournal*, *2024*, 6637667. https://doi.org/10.1155/2024/6637667

Hama Faraj, S. I., Rashidi, A., Moghim, M., Razmkabir, M., & Mahmoudi, P. (2024). "A comparative analysis of economic traits between purebred and synthesized sheep breeds in dry and harsh environments of Iran." *Small Ruminant Research*, 241, 107388. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2024.107388

Hoseini, S. M., Ghazikhani, A., & Kalantar, M. (2011). "Comparison the genetic potential of some growth & milk traits of hybrid (crossed) Saanen with native goat (Lori Black goat) versus native goats in Qom province." *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 1, 1297–1299.

Johnson, P. L., Newman, S.-A. N., McRae, K. M., van der Weerden, T. J., Brown, M., & Scobie, D. R. (2021). "Invited review: A review of the current sheep industry in New Zealand and opportunities for change to meet future challenges." *New Zealand Journal of Animal Science and Production*, 81, 1–15.

Kamjoo, B., Baneh, H., Yousefi, V., Mandal, A., & Rahimi, G. (2014). "Genetic parameter estimates for growth traits in Iran-Black sheep." *Journal of Applied Animal Research*, 42(1), 79–88. https://doi.org/10.1080/09712119.2013.822806

Kao, M. A., Van Wyk, J. B., Scholtz, A. J., Cloete, J. J. E., Matebesi, P. A., & Cloete, S. W. P. (2022). "Breed and crossbreeding effects on growth, fitness and reproduction of commercial sheep in South Africa." *Small Ruminant Research*, 212, 106705. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106705

Karami,M and Bagheri,M . (2020). "Comparison of feedlot performance and carcass characteristics of Lori-Bakhtiari and Romanov×Lori-Bakhtiari crossbreed lambs." *Journal of Animal Production*, 22(4), 689-695. https://doi.org/10.22059/jap.2020.303065.623533

Khabazan, M. H., Rezagholivand Lahroud, A., Mokhtarzadeh, S., & Moosapour, H. (2022). "The effect of crossing Romanov sheep with Baluchi breed on growth traits and carcass composition of lambs." *Animal Production*, *24*(4). https://civilica.com/doc/1580301/

Shakeri, P., Khamisabadi, H., Bahrami Yekdangi, M., Abbasi Firoozjaei, M., & Shakeri, A. E. (2024). "Comparison of the Performance Between the Montbiliard × Holstein Crossbred and Holstein Calves in Hot and Humid Areas." *Research on Animal Production*, *16*(1), 132-144. https://doi.org/10.61882/rap.16.1.132

Sheykholeslami , S. M. A., Masoudi, A. A., Ehsani, A., & Vaez Torshizi, R. (2025). "Meta-Analysis of Genetic Parameters for Economic Traits in Iranian Native Sheep." *Journal of Animal Production*, *27*(3), 235-254. https://doi.org/10.22059/jap.2025.390723.623835

Statistical Center of Iran. (2025). "*Edible carcass weight of slaughtered livestock in the country's slaughterhouses" (annual time series 1968-2025)*. Retrieved from https://amar.org.ir/statistical-information/statid/55771

Talebi, R., Ghaffari, M. R., Fabre, S., Mardi, M., & Kazemi Alamouti, M. (2023). "Comparison of the growth performance between pure Moghani sheep and crosses with Texel or Booroola sheep carrying major genes contributing to muscularity and prolificacy." *Animal Biotechnology*, 34(8), 3495–3506. https://doi.org/10.1080/10495398.2023.2165933

Talebi, R., Mardi, M., Zeinalabedini, M., Kazemi Alamouti, M., Fabre, S., & Ghaffari, M. R. (2024). "Assessing the performance of Moghani crossbred lambs derived from different mating systems with Texel and Booroola sheep." *PloS One*, 19(4), e0301629. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301629

Tehran Chamber of Commerce, Industries, Mines and Agriculture. (n.d.). "Statistics". https://service.tccim.ir/stats

Tesema, Z., Alemayehu, K., Kebede, D., Getachew, T., Deribe, B., Tilahun, M., Kefale, A., Lakew, M., Zegeye, A., Belayneh, N., Yizengaw, L., Shibeshi, M., Tiruneh, S., Worku, G., Kiros, S., & Bishaw, M. (2021). "Evaluation of growth and efficiency-related traits of different levels of Boer x Central Highland crossbred goats." *Heliyon*, 7(10), e08184. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08184

Valiollahi Bisheh, A. (2025). "*Iran's animal husbandry in transition: From pasture-based to feed-based production*." National Center for Strategic Studies on Agriculture and Water of Iran Chamber.

Vatankhah, M., & Zakizadeh, S. (2020). "A review on crossbreeding in Iranian sheep." *Animal Sciences Journal*, 33(127), 165-176. https://doi.org/10.22092/asj.2020.127686.1980

Yazdanpanah, A. , Fayazi, J. , Roshanfekr, H. , Rashedi, A. and Mokhtari, M. (2024). "Genetic analysis of growth curve traits in Iran-Black sheep breed: Comparison of standard multivariate and structural equation models." *Journal of Livestock Science and Technologies*, 12(1), 69-80. https://doi.org/10.22103/jlst.2024.23184.1532

Zhang, L., An, X., Xu, Z., Niu, C., Geng, Z., Zhang, J., Shi, H., Chen, Z., Zhang, R., & Yue, Y. (2025). "Transcriptome-Metabolome Analysis Reveals That Crossbreeding Improves Meat Quality in Hu Sheep and Their F1-Generation Sheep." *Foods (Basel, Switzerland)*, *14*(8), 1384. https://doi.org/10.3390/foods14081384

Publisher Note

Animal Science Students Scientific Association, Campus of Agriculture and Natural Resources at the University of Tehran

Submit Your Manuscript:
https://domesticsj.ut.ac.ir/contacts?_action=loginForm

sheep." *Animal Sciences Journal*, *33*(126), 175-190. https://doi.org/10.22092/asj.2019.124787.1852

Pérez-Baena, I., Jarque-Durán, M., Gómez, E. A., Díaz, J. R., & Peris, C. (2021). "Terminal Crossbreeding of Murciano-Granadina Goats to Boer Bucks: Effects on Reproductive Performance of Goats and Growth of Kids in Artificial Rearing." *Animals*, 11(4), 986. https://doi.org/10.3390/ani11040986

Pérez-Baena, I., Peris, C., Fernández, N., Franch-Dasí, J., Sagbay, C., Terán-Piña, J. C., & Rodríguez, M. (2022). "Terminal Crossbreeding of Murciano-Granadina Goats with Boer Bucks: Characteristics of the Carcass and the Meat." *Animals*, 12(19), 2548. https://doi.org/10.3390/ani12192548

Pourtahmasebian Ahrabi, M., Eskandarinasab, M. P., & Zandi Baghcheh Maryam, M. B. (2020). "Estimation of genetic parameters and genetic trend of litter size in under selection flock of Afshari sheep." *Animal Production Research*, *9*(2), 23-35. https://doi.org/10.22124/AR.2020.14949.1471

Quan, K., Li, J., Han, H., Liu, K., Shi, H., Wang, H., Jin, M., Sun, W., & Wei, C. (2025). "Two-Generation Crossbreeding of White-Headed Suffolk and Small-Tailed Han Sheep: Heterosis, Sustainable Production Traits, and Morphological Features in Central China." *Animals: an open access journal from MDPI*, *15*(7), 1071. https://doi.org/10.3390/ani15071071

Rajaeinejad, M. (2014). "*Allelic polymorphism of exon 2 of the BMP15 gene in first-generation crossbred sheep from Romanov rams with Kermani and Lori-Bakhtiari ewes"*. Master's thesis, Shahid Bahonar University of Kerman.

Rashidi, A. (2014). "*Evaluation of breeding strategies in sheep and goats*." University of Kurdistan. https://research.uok.ac.ir/~arashidi/ViewResearch.aspx?ResearcherID=51831

Rezaee Salehbabri, A. , Chaji, M. , Mohammadabadi, T. and Bojarpour, M. (2017). "Fattening performance, feed intake, diet digestibility, rumen fermentation and blood parameters in Romanov×Lori Bakhtiari crossbred and Lori Bakhtiari lambs." *Animal Production Research*, 6(2), 1-12. https://doi.org/10.22124/ar.2017.2308

Rezagholivand Lahrud, A., Nikkhah, A., Khabazan, M. H., Mokhtarzadeh, S., Dehghan, M., Sedighi, F., Mokhtabad, Y., Safari, F., & Rajaei, A. (2020). "Comparison of performance, carcass characteristics, blood parameters and economic profits of pure and crossbred Holstein calves." *Animal Production*, *22*(3), 457-469. https://doi.org/10.22059/jap.2020.299267.623513

Saghi,D A , Mobaraki,A , Robati Baluch,M and Saghi,R . (2021). "Evaluation of growth performance and carcass characteristics in purebred Kurdi and Kurdi × Romanov lambs." *Journal of Animal Production, Print ISSN: 2008-6776., Online ISSN: 2382-994X*, *23*(3), 325-335. https://doi.org/10.22059/jap.2021.322772.623611

Seyedalian, S. A., Sadeghian Barzaki, E., Darabi Ghane, B., & Pahlavan, R. (2013). "The national plan for organizing the breeding and improvement of sheep and goat production in Iran." In *National Conference on Passive Defense in the Agricultural Sector*, Qeshm. https://civilica.com/doc/322432

Shakeri, P., Asadzadeh, N., Nasrollahi, S. M., Nikbakhti, M., & Shakeri, A. E. (2025). "Comparison of the performance between crossbred Simmental×Holstein and Holstein calves." *Research Journal of Livestock Science*, *147*(1), 16-30. https://doi.org/10.22092/asj.2024.365708.2387

Domestic; 26 (Special Issue): 8-18

Scientific-Extensional (Professional) Journal

Domestic

Animal Science Students Scientific Association at the University of Tehran, Summer 2026

https://domesticsj.ut.ac.ir/article_109606.html

Scientific-Extensional Article

A Review of Breeding Strategies for Enhancing Meat Production Efficiency in Cattle and Small Ruminants in Iran

Sara Nezhadi[1*] and Mohammad Moradi Shahrbabak[2]

[1] Ph.D. Student of Animal and Poultry Breeding & Genetics, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

[2] Professor of Animal Breeding and Genetics, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

https://doi.org/10.22059/domesticsj.2026.109606

Abstract

Under Iran's constraints on feed, water, and rangeland resources, increasing red meat production depends less on expanding herd size than on raising productivity per breeding animal. This paper reviews genetic strategies for increasing meat production in two livestock groups: heavy livestock (dairy cattle) and light livestock (sheep and goats). For heavy livestock, beef-on-dairy crossbreeding is presented as a successful international strategy, and findings from Iranian studies in this area are reviewed; several studies at the Gaodasht station and in Markazi province show that crossbred calves (Simmental, Charolais, and Montbeliarde sires on Holstein dams) consistently outperform purebred Holstein calves in daily gain, feed conversion, and carcass yield. For light livestock, three main strategies are examined: within-breed selection (emphasizing the heritability of growth and reproductive traits), targeted crossbreeding (emphasizing Romanov × Baluchi crossbreeding results and composite-breed projects), and terminal crossbreeding using meat-type sire breeds. International research on terminal crossbreeding in sheep and goats is also reviewed, and growth models for the Boer goat, a major meat sire breed, are presented. The paper concludes that a shift from single-dimension approaches toward an integrated strategy — combining within-breed selection, targeted crossbreeding, terminal crossbreeding, breed synthesis, backcrossing, and genomic selection, particularly for low-heritability traits such as fertility — is needed. Applying these complementary strategies together can increase meat production while supporting production sustainability and reducing Iran's growing dependence on red meat imports, particularly beef, which accounts for the largest share of recent import growth.

Keyword(s): Beef-on-dairy crossbreeding; Composite breeding; Red meat; Terminal crossbreeding

***Corresponding Author E-mail:** sara.nejadi@ut.ac.ir

Section: Animal and Poultry Breeding and Genetics **Associate Editor:** Sara Nezhadi

Received: 17 Aug 2026 **Revised:** 22 Aug 2026 **Accepted:** 24 Aug 2026 **Published online:** 02 Sep 2026

Citation: Nezhadi S., Moradi Shahrbabak M. A Review of Breeding Strategies for Enhancing Meat Production Efficiency in Cattle and Small Ruminants in Iran. *Professional Journal of Domestic*, 2026; 26(Special Issue): 8–18.