

کاربرد روش تحلیل مؤلفه اصلی برای پیش‌بینی وزن دنبه و وزن لاشه در بره‌های ماکوئی

مهدی مخبر^۱، حسین مرادی شهربابک^{۲*} و امیرحسین خلت‌آبادی فراهانی^۳

۱، دانشجوی دکتری ژنتیک و اصلاح نژاد، گروه مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲، استادیار گروه مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳، استادیار گروه مهندسی علوم دامی دانشگاه اراک، اراک، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۲۱ - تاریخ تصویب: ۹۲/۱۰/۱۰)

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی ارتباط ۱۸ صفت وزن زنده، ارتفاع جدوگاه، محیط دور سینه، محیط دور گردن، طول بدن حیوان، محیط دور حفره بطنی، عرض بالای دنبه، عرض وسط دنبه، عرض پایین دنبه، طول طرف راست دنبه، طول شکاف دنبه، طول طرف چپ دنبه، قطر بالای دنبه، قطر وسط دنبه، قطر پایین دنبه، محیط بالای دنبه، محیط وسط و پایین دنبه با صفات اوزان لاشه با دنبه، لاشه، و دنبه و پیش‌بینی عملکرد این صفات با روش تابعیت خطی چندمتغیره برحسب تحلیل مؤلفه اصلی بود. عامل جنس به‌جز صفات قطر دنبه در ناحیه بالا، پایین، و وسط، طول شکاف و طرف‌راست دنبه و عرض دنبه در ناحیه بالا و پایین، معنی‌دار بود و عملکردها اکثراً در نرها بیشتر از ماده‌ها بود. بنابراین میانگین عملکرد صفات به‌همراه انحراف معیار به‌طور جداگانه‌ای برای نرها و ماده‌ها به‌دست آمد. سپس وجود هم‌راستایی چندگانه با بررسی همبستگی بین متغیرهای مستقل، عامل تحمل، و عامل تورم واریانس تأیید شد. به‌منظور از بین بردن هم‌راستایی چندگانه مشاهده‌شده در بین متغیرهای ورودی و تفسیر بهتر نتایج مدل تابعیت از روش تحلیل مؤلفه اصلی استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که مشکل هم‌راستایی چندگانه موجود در بین متغیرهای مستقل صفات مطالعه‌شده با استفاده از روش تابعیت مؤلفه اصلی حل‌شدنی است. ضریب تبیین برای صفات بررسی‌شده در دامنه ۰/۹۷۳ برای صفت وزن لاشه بدون دنبه در بره‌های نر ماکوئی تا ۰/۵۶۱ در صفت لاشه با دنبه بره‌های ماده ماکوئی، متغیر بود.

واژه‌های کلیدی: بره‌های ماکوئی، تحلیل مؤلفه اصلی، هم‌راستایی چندگانه.

مقدمه

اقتصادی مهم و اندازه‌گیری و یا برآورد دقیق این صفات است و استفاده از روش‌های صحیح و دقیق در این خصوص ضروری است (Mohammadi et al., 2011). برنامه‌ریزی برای کاهش درصد چربی لاشه نشخوارکنندگان از سیاست‌های درازمدت بخش تولیدات دامی اکثر کشورهای پیشرفته است (Wood & Fisher, 1990). از اقدامات مؤثر در این خصوص، انتخاب حیوانات زنده دارای حداقل چربی لاشه برای اصلاح ساختار ژنتیکی گله‌های داشتی است. با توجه به زیادبودن ضریب وراثت‌پذیری درصد چربی تفکیک‌شدنی لاشه گوسفند (۵۰-۴۰٪^۲ h) و وجود همبستگی زیاد و

گوسفند ماکوئی از نژادهای متوسط جثه و دنبه‌دار ایران است که عموماً در مناطق کوهستانی استان آذربایجان غربی پرورش می‌یابد. این نژاد چندمنظوره است و تولید گوشت در درجه اول اهمیت و تولید پشم و شیر در درجه بعدی اهمیت قرار دارند. امروزه در حدود ۲/۷۰۰/۰۰۰ رأس گوسفند ماکوئی در آذربایجان غربی وجود دارد. با توجه به جمعیت بالای این نژاد، انجام مطالعات گسترده به‌منظور انتخاب حیوانات مناسب برای استفاده در کارهای اصلاحی ضروری است. اولین مرحله در کارهای اصلاحی و انتخاب حیوان، شناسایی صفات

گروهی از صفاتی را که می‌تواند به‌منظور اهداف انتخابی استفاده شود، مشخص می‌کند (Pinto *et al.*, 2006). روش تابعیت مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Regression)، اولین بار برای برآورد ضرایب تابعیت در داده‌های با مشکل هم‌راستایی چندگانه، ارائه شد. مطالعاتی از روش تابعی مؤلفه اصلی برای تخمین وزن بدن (Yakubu *et al.*, 2009)، وزن دنبه (Bakhtiarizade *et al.*, 1391)، و صفات عملکردی (Karacaoren & Kadarmideen, 2008) استفاده کرده‌اند. همچنین تحلیل مؤلفه اصلی برای توصیف همبستگی بین اندازه‌گیری‌های ظاهری بدن و اندازه بدن در جوجه‌های گوشتی (Yakubu *et al.*, 2009) و بوقلمون (Ogah *et al.*, 2011) به‌کار رفته است. Pinto *et al.* (2006) از این روش به‌منظور تعیین معیار انتخاب برای بهبود اندازه بدن استفاده کردند. این روش همچنین برای کاهش تعداد متغیرهای مستقل برای پیش‌بینی ارزش‌های اصلاحی ژنومیکی استفاده شد (Gaspa & Macciotta, 2009). هدف از انجام مطالعه حاضر استفاده از روش تابعیت مؤلفه اصلی به‌منظور برطرف کردن مشکل هم‌راستایی چندگانه و برآورد ضرایب تابعیت چندگانه برای اوزان لاشه با دنبه، لاشه، و دنبه در گوسفندان ماکوئی و استفاده از این اطلاعات در ارزیابی گوسفندان این نژاد، بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با استفاده از رکوردهای ثبت‌شده روی ۲۷۲ رأس بره نر و ماده نژاد ماکوئی در کشتارگاه صنعتی میثم واقع در شهرستان رباط‌کریم اجرا شد. سن بره‌ها در دامنه ۶ تا ۷ ماه بود. بره‌های آزمایش‌شده در این مطالعه، کاملاً تصادفی انتخاب شدند. به‌صورتی که هر هفته ۵ تا ۶ روز به کشتارگاه مراجعه و به‌طور متوسط روزانه ۱۰ تا ۱۲ رأس بره به‌طور تصادفی انتخاب شد و با در نظر داشتن شرایط یکسان محیطی و تغذیه‌ای از بین دام‌هایی که به‌صورت گروهی از نواحی مشخص آورده شده بودند، اندازه‌گیری صورت گرفت. قبل از کشتار، پلاک‌های شماره‌گذاری‌شده پلاستیکی برای شناسایی به گردن دام‌ها انداخته می‌شد. بعد از کشتار، دنبه گوسفندان ذبح‌شده جدا و توزین شد.

منفی بین درصد چربی لاشه و گوشت لخم تولیدی (۹۸-۵۷٪، $r=-$)، ممکن است بتوان شاخص‌های مناسبی برای تشخیص دام‌های زنده با چربی لاشه کمتر ارائه کرد. نبودن اطلاعات کافی از گوسفندان زنده ایرانی در گله‌های مولد و ضرورت ارائه روش مناسب در این خصوص، سبب گردیده است تا از فناوری‌های جدید (دستگاه اولتراسوند و سروسوزن جراحی)، یا اندازه‌های ظاهری بدن، برای ارزیابی گوسفندان زنده از نظر خصوصیات لاشه و وزن دنبه، استفاده شود (Kiyanzad, 2004). سازوکارهای درگیر در کنترل اغلب صفات بیولوژیکی در موجودات زنده پیچیده‌تر از آن هستند که به‌وسیله تحلیل تک‌متغیره تفسیر شوند (Rosario *et al.*, 2008). پژوهشگران علوم زیستی داده‌های چندین متغیر را در زمینه تحقیقشان جمع‌آوری می‌کنند. داده‌های این متغیرها، داده‌های چندمتغیره نامیده می‌شود و از روش‌های آماری چندمتغیره، برای تجزیه و تحلیل آن‌ها استفاده می‌شود (Hocking, 2003). درحالی‌که بین متغیرهای مستقل، وابستگی خطی مشاهده شود، گفته می‌شود که هم‌راستایی چندگانه بین متغیرها وجود دارد (Ude & Ogbu, 2011). در چنین مواردی استنتاج بر مبنای مدل‌های تابعیت ساده می‌تواند گمراه‌کننده باشد. وجود هم‌راستایی چندگانه را که در ناپایداری ضرایب برآوردشده نمایان می‌گردد می‌توان با بررسی همبستگی بین متغیرهای مستقل و معیارهای آماری دیگری از قبیل عامل تورم واریانس (Variance Inflation Factor) و ارزش تحمل (Tolerance Value) شناسایی کرد (Yu, 2008).

روش تحلیل مؤلفه اصلی (Principal Component Analysis) را اولین بار پیرسون در سال ۱۹۰۱ ارائه کرد و هاسلینگ در سال ۱۹۳۳ آن را توسعه داد. در زمینه کاربردهای این روش محققان زیادی بحث کردند (Fritts *et al.*, 1971). روش تحلیل مؤلفه اصلی شیوه‌ای ریاضی است که برای تبدیل تعدادی از متغیرهای همبسته به تعداد کمتری از متغیرهای غیرهمبسته-که مؤلفه اصلی نامیده می‌شوند- به‌کار می‌رود (Jolliffe, 2002). در واقع این روش، چندهم‌خطی بین متغیرهای مستقل را که به تفسیر اشتباه این قبیل داده‌ها می‌انجامد، از بین می‌برد. از نظر ژنتیک و اصلاح نژاد حیوان، مؤلفه‌های اصلی

(Eigenvalue) و بردارهای ویژه (Eigenvector) به‌دست آمد. پس از برآورد مقادیر و بردارهای ویژه، تعدادی از بردارها به‌عنوان مؤلفه اصلی انتخاب و بقیه مؤلفه‌ها که سهم کمتری در توصیف واریانس متغیر وابسته داشتند، حذف شدند. به‌منظور انتخاب این مؤلفه‌ها از قانون کایسِر-گاتمن استفاده شد. در این روش مقادیر ویژه بزرگتر از یک برای ایجاد معادله تابعیت استفاده می‌شود (Ude & Ogbu, 2011).

به‌منظور استفاده از داده‌های مسئله در مدل تابعیت، متغیرهای ورودی با میانگین صفر و انحراف معیار یک، استاندارد شدند و داده‌های ورودی و خطای باقیمانده متغیرهای وابسته اوزان لاشه با دنبه، لاشه، و دنبه، از نظر نرمال بودن با روش آماری کولموگوروف-اسمیرنوف بررسی شدند و در مواردی که نیاز به تبدیل داده بود، تبدیلات لازم صورت گرفت. داده‌های صفت لاشه دارای توزیع نرمال بود ولی داده‌های وزن لاشه با دنبه و وزن بدن به‌ترتیب با تبدیل لگاریتمی و جذری نرمال شدند. پس از تأیید نرمال بودن متغیر وابسته و رفع مشکل همبستگی در متغیرهای مستقل، مدل مناسب با استفاده از روش رگرسیون خطی چندمتغیره براساس تحلیل مؤلفه اصلی برای پیش‌بینی وزن لاشه، لاشه با دنبه، و دنبه بسط یافت. این مرحله از بررسی‌ها و بسط مدل‌های آماری پیش‌بینی متغیرهای وابسته با نرم‌افزار XLstat انجام شد.

نتایج و بحث

مشخصات آماری صفات مطالعه‌شده شامل میانگین، خطای استاندارد، بیشینه، و کمینه در جدول ۱ آورده شده است. در این بررسی به‌دلیل اینکه همه بره‌ها تقریباً هم‌سن بودند (در دامنه ۶ الی ۷ ماه)، اثر سن در مدل آورده نشد. طول دوره پرور یا سن شروع پرور مشخص نبود، ولی به‌دلیل اینکه دام‌های کشتاری تقریباً از نظر نمره بدنی مشابه بودند، این اثر نیز در مدل قرار نگرفت. فقط جنس عامل ثابتی بود که بر عملکرد صفات بررسی‌شده اثر داشت، که اثر آن بر صفات در نظر گرفته شد. نتایج مقایسات میانگین حداقل مربعات به‌صورت زیر به‌دست آمد. اثر عامل جنس بر صفات وزن زنده، ارتفاع جدوگاه، محیط وسط دنبه، دور حفره بطنی، طول

اندازه‌های بدن و ابعاد ظاهری دنبه با استفاده از متر پارچه‌ای و با دقت یک سانتیمتر اندازه‌گیری و ثبت شدند. اندازه‌های بدن شامل طول بدن در ناحیه کمر، ارتفاع بدن، و دور سینه بودند. ابعاد ظاهری دنبه شامل اندازه عرض دنبه در سه قسمت بالا، وسط، و پایین، اندازه طول دنبه، اندازه طول شکاف دنبه، اندازه عمق دنبه، و اندازه محیط بالای دنبه بودند. پس از اتمام اندازه‌گیری‌ها، گوسفندان به‌روش مرسوم در کشتارگاه صنعتی ذبح شدند و بعد از خون‌گیری، پوست‌کنی و تخلیه امعا و احشا از حفره بطنی، دامپزشک لاشه را از نظر بهداشتی ارزیابی کرد و وزن لاشه با دنبه و بدون دنبه اندازه‌گیری و ثبت شد. پس از دسته‌بندی و وارد کردن داده‌ها به رایانه، تعیین بهترین معادله تابعیت، انجام گرفت. در تجزیه و تحلیل داده‌ها، متغیرهای مستقل عبارت بودند از: وزن زنده، ارتفاع جدوگاه، محیط دور سینه، محیط دور گردن، طول بدن حیوان، محیط دور حفره بطنی، عرض بالای دنبه، عرض وسط دنبه، عرض پایین دنبه، طول طرف راست دنبه، طول شکاف دنبه، طول طرف چپ دنبه، قطر بالای دنبه، قطر وسط دنبه، قطر پایین دنبه، محیط بالای دنبه، محیط وسط و محیط پایین دنبه، و همچنین متغیرهای وابسته شامل اوزان لاشه، لاشه با دنبه، و دنبه بود.

آنالیز صفات مطالعه‌شده با رویه GLM نرم‌افزار SAS9.1 و تحت مدل آماری ۱ انجام گرفت.

$$y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij} \quad (\text{رابطه ۱})$$

اجزای این مدل عبارتند از:

y_{ij} = z امین مشاهده آمین جنس، μ = میانگین کل، A_i = اثر جنسیت (۱ و ۲)، e_{ij} = اثر تصادفی باقیمانده. به‌منظور بررسی وجود هم‌راستایی چندگانه در بین متغیرهای مستقل، ابتدا همبستگی بین متغیرها برآورد و مطالعه شد. معیارهای آماری عامل تورم واریانس و ارزش تحمل نیز بررسی شد. به‌منظور انجام روش تابعیت مؤلفه اصلی، ابتدا داده‌ها طبق فرمول $X_{ij}^* = \frac{X_{ij} - X_i}{S_i}$ استاندارد شدند. که X_{ij}^* متغیر مستقل استاندارد شده و \bar{X}_i و S_i به‌ترتیب میانگین و انحراف معیار متغیر مستقل هستند. سپس داده‌های استاندارد شده، وارد نرم‌افزار XLstat (www.xlstat.com) شد و مقادیر ویژه

وزن بدن همبستگی بالایی با اکثر متغیرها داشت. میزان بالای همبستگی بین متغیرهای مستقل دلیلی بر وجود همبستگی متغیرهاست. برای از بین بردن این همبستگی یا باید برخی از متغیرهای همبسته را حذف کرد یا در صورت نیاز به استفاده از این متغیرها در مدل، باید از روش‌هایی که باعث استقلال متغیرها از یکدیگر می‌شود، استفاده کرد. همچنین برای بررسی بیشتر هم‌راستایی چندگانه بین متغیرها، عامل تورم واریانس و عامل تحمل نیز محاسبه شدند. نتایج این بررسی وجود هم‌راستایی چندگانه را تأیید کرد (جدول ۳). عامل تحمل، نسبتی از تغییرات متغیر است که به وسیله سایر متغیرهای مستقل بیان نمی‌شود و مقدار عددی آن بین صفر و یک است. به طور کلی هرچه میزان عددی عامل تحمل بیشتر باشد، متغیر راحت‌تر وارد مدل می‌شود. عدد ایده‌آل برای ارزش تحمل، ۱ است (Hocking, 2003).

شکاف دنبه، طول بدن، دور گردن، و لاشه بدون دنبه معنی‌دار ($P < 0/01$)، بر صفات محیط بالای دنبه، محیط پایین دنبه، عرض بالای دنبه، محیط دور سینه، و وزن لاشه با دنبه معنی‌دار ($P < 0/05$) بود، ولی اثر آن بر صفات قطر دنبه در ناحیه بالا، پایین، و وسط، طول شکاف، و طرف راست دنبه و عرض دنبه در ناحیه بالا و پایین دنبه معنی‌دار نبود و در اکثر موارد عملکردها در نرها بیشتر از ماده‌ها بود. نتایج همبستگی‌های پیرسون متغیرهای مستقل و وابسته استاندارد شده در جدول ۲ آورده شده است. دامنه همبستگی بین متغیرهای مستقل و وابسته از صفر تا $0/94$ متغیر است و بیشترین مقدار به همبستگی بین صفت لاشه بدون دنبه و وزن بدن ($r = 94/0$) ربط دارد. دامنه همبستگی بین متغیرهای وابسته از $-0/1$ تا $0/98$ متغیر است و بیشترین همبستگی در قطر پایین و وسط دنبه ($0/98$) و طول طرفین راست و چپ دنبه ($0/91$) بود. همچنین

جدول ۱. توصیف آماری صفات مطالعه شده

جنس ماده (۱۸۶ رأس)				جنس نر (۸۶ رأس)			
بیشترین	کمترین	خطای استاندارد	میانگین	بیشترین	کمترین	خطای استاندارد	میانگین
۳۸/۹	۱۵/۱	۳/۸۰	۲۵/۱	۴۱/۳۷	۱۸/۲۰	۵/۴۸	۲۷/۸
۸۶	۵۰	۴/۱۰	۶۱/۱	۸۳	۴۸	۵/۷۳	۶۲/۲
۸۷	۵۹	۴/۴۹	۷۱/۹	۹۱	۶۲	۵/۰۱	۷۳/۶
۳۸	۲۲	۲/۸۷	۲۸/۱	۳۹	۲۳	۲/۹۶	۲۹/۷
۷۹	۴۲	۴/۵۹	۵۴/۱	۹۹	۴۴	۶/۷۳	۵۵/۱
۹۸	۶۳	۶/۲۶	۷۸/۵	۹۸	۶۷	۶/۶۳	۸۱/۲
۳۵	۱۷	۳/۵۱	۲۴/۳	۳۳	۱۷	۳/۱۲	۲۳/۶
۳۶	۱۷	۳/۴۸	۲۵/۱	۳۴	۱۵	۳/۴۹	۲۵/۴
۳۰	۱۳	۳/۱۵	۲۱/۸	۳۲	۱۱	۳/۸۹	۲۱/۹
۳۰	۱۲	۳/۱۲	۱۹/۹	۳۴	۱۰	۳/۷۶	۱۹/۲
۳۱	۸	۴/۰۴	۱۹/۹	۳۴	۶	۴/۹۶	۱۷/۷
۳۰	۱۱	۳/۱۵	۱۹/۹	۳۴	۱۰/۵	۴/۰۷	۱۹/۲
۳۰	۰/۳	۲/۲۲	۲/۱	۴/۳	۰/۳	۰/۹۶	۲/۲
۳۲	۰/۴	۴/۸۳	۲/۸	۲۰	۰/۵	۲/۸۹	۲/۵
۳۰	۰/۳	۴/۶۹	۲/۸	۲۶	۰/۳	۳/۱۴	۲/۵
۵۰	۲۳	۵/۸۵	۳۶/۴	۵۹	۲۴	۷/۲۱	۳۸/۷
۵۶	۲۳	۷/۱۵	۳۸/۲	۵۶	۲۳	۷/۴۸	۴۱/۶
۵۹	۳	۶/۷۴	۳۴/۳	۵۶	۱۷	۸/۷۸	۳۶/۷
۱۸/۵	۷/۲	۱/۷۱	۱۱/۵	۱۹/۷	۷/۳	۳/۱۲	۱۲/۴
۲۰/۴	۹	۱/۸۳	۱۴/۱	۲۱/۸	۸/۶	۳/۰۱	۱۴/۷
۴/۰۳	۰/۱	۰/۵۱	۰/۹۹	۳/۳	۰/۲۵	۰/۶۷	۱/۱۶

واحد های اندازه گیری برای صفت وزن بدن، وزن لاشه با و بدون دنبه و وزن دنبه کیلوگرم و برای سایر صفات سانتی متر است.

مقدار برای عامل تورم واریانس ۱ است و مقادیر بزرگتر از ۵ برای این معیار بیانگر وجود مشکل هم‌راستایی است (هاو کینگ، ۲۰۰۳).

همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است مقدار تحمل به دست آمده از حدود ($0/04$) برای قطر وسط و بالای دنبه تا $0/65$ برای دور گردن متغیر است و در اکثر موارد این عدد بسیار کوچک است که وجود هم‌راستایی را تأیید می‌کند. همچنین وجود هم‌راستایی به وسیله عامل تورم واریانس تأیید می‌شود. کمترین

دوران varmix مؤلفه اصلی، ۵ مؤلفه یا عامل برای هر جنس انتخاب و در جدول ۴ آورده شد. برای جنس نر اولین مؤلفه بالاترین سهم از کل واریانس (۴۳/۳ درصد) و مؤلفه اصلی دوم، ۱۲/۸ درصد از کل واریانس را توضیح می‌دهند.

جدول ۳. مقادیر عامل تورم واریانس و عامل تحمل

عامل تحمل	عامل تورم واریانس	صفت	عامل تحمل	عامل تورم واریانس	صفت
۰/۱۶۶	۶/۰۱۵	طول طرف راست	۰/۵۶۸	۱/۷۵۹	وزن زنده
۰/۰۷۱	۱۴/۰۶۷	طول شکاف دنبه	۰/۴۰۱	۲/۴۹۲	ارتفاع
۰/۱۶۶۸	۱/۵۰۴	طول طرف چپ دنبه	۰/۳۸۴	۲/۶۰۴	دور سینه
۰/۰۴۱	۲۴/۳۷۸	قطر بالای دنبه	۰/۶۵۸	۱/۵۱۸	دور گردن
۰/۰۴۰	۲۴/۹۹۴	قطر وسط دنبه	۰/۳۳۹	۲/۹۵۱	طول بدن
۰/۱۶۸	۲۴/۹۹۴	قطر پایین دنبه	۰/۲۵۱	۳/۹۷۸	دور حفرة بطنی
۰/۱۶۹	۵/۹۱۵	محیط بالای دنبه	۰/۲۲۷	۴/۴۰۵	عرض بالای دنبه
۰/۱۳۹	۷/۲۰۶	محیط وسط دنبه	۰/۲۸۴	۳/۵۱۸	عرض وسط دنبه
۰/۴۰۷	۲/۴۵۴	محیط پایین دنبه	۰/۰۷۶	۱۳/۱۱۱	عرض پایین دنبه

جدول ۴. بردارهای ویژه و مقادیر ویژه برای متغیرهای استفاده شده

جنس ماده (۱۸۶ راس)					جنس نر (۸۶ راس)					جنس حیوان
Factor5	Factor4	Factor3	Factor2	Factor1	Factor5	Factor4	Factor3	Factor2	Factor1	مؤلفه/صفت
۰/۰۱۸	۰/۰۳۴	۰/۰۴۵	۰/۰۴۹	۰/۵۶۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۵۵	۰/۷۳۲	وزن زنده
۰/۰۵۴	۰/۰۶۶	۰/۳۲۰	۰/۰۰۰	۰/۱۳۷	۰/۳۳۶	۰/۰۰۰	۰/۰۵۱	۰/۰۲۰	۰/۳۹۴	ارتفاع
۰/۰۱۴	۰/۰۰۳	۰/۱۹۰	۰/۰۲۶	۰/۵۱۶	۰/۰۲۶	۰/۲۴۱	۰/۰۱۵	۰/۰۴۵	۰/۴۲۸	دور سینه
۰/۰۰۳	۰/۰۸۱	۰/۰۷۴	۰/۱۲۵	۰/۳۳۸	۰/۰۶۱	۰/۰۰۹	۰/۲۷۲	۰/۱۱۳	۰/۳۴۰	دور گردن
۰/۱۵۳	۰/۱۳۶	۰/۲۵۹	۰/۰۰۲	۰/۰۱۶	۰/۴۰۱	۰/۱۸۰	۰/۰۱۰	۰/۰۲۶	۰/۱۲۴	طول بدن
۰/۰۵۶	۰/۰۰۹	۰/۱۹۸	۰/۰۱۲	۰/۳۶۲	۰/۱۳۰	۰/۰۷۷	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴	۰/۶۱۹	دور حفرة بطنی
۰/۰۶۳	۰/۲۰۴	۰/۰۱۵	۰/۰۷۳	۰/۴۱۱	۰/۰۰۲	۰/۰۸۲	۰/۱۸۳	۰/۱۳۵	۰/۴۰۱	عرض بالای دنبه
۰/۰۰۲	۰/۰۵۸	۰/۰۹۵	۰/۰۵۲	۰/۴۸۶	۰/۰۰۲	۰/۱۴۱	۰/۲۶۰	۰/۰۶۰	۰/۴۰۳	عرض وسط دنبه
۰/۰۰۸	۰/۰۶۰	۰/۲۳۴	۰/۰۱۱	۰/۴۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۱۰	۰/۰۸۶	۰/۰۵۰	۰/۶۳۶	عرض پایین دنبه
۰/۱۸۱	۰/۱۰۹	۰/۰۳۸	۰/۰۱۸	۰/۵۰۹	۰/۰۰۲	۰/۱۱۴	۰/۰۵۵	۰/۱۳۳	۰/۶۱۸	طول طرف راست
۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۴۴	۰/۱۰۹	۰/۰۱۴	۰/۰۱۹	۰/۳۲۱	طول شکاف دنبه
۰/۱۵۶	۰/۱۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۲۲	۰/۵۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۹۸	۰/۰۴۴	۰/۱۳۵	۰/۵۸۸	طول طرف چپ دنبه
۰/۰۷۷	۰/۰۴۵	۰/۰۲۷	۰/۳۸۵	۰/۰۶۲	۰/۰۰۱	۰/۱۶۵	۰/۰۵۳	۰/۰۰۲	۰/۲۳۹	قطر بالای دنبه
۰/۰۰۶	۰/۰۷۷	۰/۰۱۹	۰/۸۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۲۴۳	۰/۷۰۵	۰/۰۰۰	قطر وسط دنبه
۰/۰۰۹	۰/۰۸۶	۰/۰۱۳	۰/۷۹۱	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۰	۰/۲۵۶	۰/۶۸۵	۰/۰۰۱	قطر پایین دنبه
۰/۰۲۶	۰/۰۵۹	۰/۰۰۸	۰/۰۵۱	۰/۶۹۳	۰/۰۹۹	۰/۰۱۱	۰/۰۰۷	۰/۰۱۶	۰/۵۹۰	محیط بالای دنبه
۰/۰۴۵	۰/۱۶۳	۰/۰۶۶	۰/۰۲۹	۰/۵۸۹	۰/۰۵۴	۰/۱۰۵	۰/۰۲۷	۰/۰۸۰	۰/۶۱۳	محیط وسط دنبه
۰/۰۰۴	۰/۱۴۲	۰/۰۵۳	۰/۰۳۶	۰/۵۷۷	۰/۰۴۸	۰/۰۰۱	۰/۰۳۴	۰/۰۲۵	۰/۷۵۶	محیط پایین دنبه
۱/۰۰۱	۱/۴	۱/۶	۲/۵	۶/۲	۱/۲	۱/۳۶	۱/۶۲	۲/۳۱	۷/۸۰	ویژه مقدار
۵/۷	۸/۴۷	۹/۷	۱۴/۷	۳۶/۶	۶/۷	۷/۵	۹/۰	۱۲/۸	۴۳/۳	واریانس نسبی(درصد)
۷۵/۳	۶۹/۱	۶۱/۱	۵۱/۳	۳۶/۶	۷۹/۵	۷۲/۷	۶۵/۲	۵۶/۲	۴۳/۳	واریانس جمعی(درصد)

تعیین میزان عددی متغیر وابسته (وزن لاشه، لاشه بدون دنبه، و دنبه) به مؤلفه متناظر استفاده می‌شود. در بره‌های ماکوئی نر متغیرهای وزن زنده، ارتفاع، دور سینه، دور گردن، دور حفرة بطنی، عرض بالای دنبه، عرض وسط دنبه، عرض پایین دنبه، طول طرف راست، طول شکاف دنبه، طول طرف چپ دنبه، قطر بالای دنبه، محیط بالای دنبه، محیط وسط دنبه، و محیط پایین دنبه بیشترین همبستگی را با مؤلفه اصلی اول داشت. متغیرهای قطر وسط دنبه و قطر پایین دنبه بیشترین همبستگی را با مؤلفه اصلی دوم و متغیر طول بدن بیشترین همبستگی را با مؤلفه اصلی پنجم داشت. برای جنس ماده متغیرهای وزن زنده، دور سینه، دور گردن، دور حفرة بطنی، عرض بالای دنبه، عرض وسط دنبه،

در کل، ۵ مؤلفه اصلی جنس نر ۷۹/۵ درصد از کل واریانس را توجیه می‌کند. همچنین برای جنس ماده، مؤلفه اول بیشترین بخش (۳۶/۶ درصد) و مؤلفه اصلی دوم ۱۴/۷ درصد از کل واریانس را توضیح می‌دهند. در کل ۵ مؤلفه اصلی مربوط به جنس نر ۷۵/۳ درصد از کل واریانس را توجیه می‌کند. در هر جنس دومین مؤلفه اصلی بخشی از واریانس کل را که مؤلفه اول توضیح نداده است، توضیح می‌دهد و در ضمن با مؤلفه اصلی اول همبسته نیست. به همین ترتیب این دو خصوصیت برای مؤلفه‌های بعدی وجود دارد. در نتیجه با استفاده از تابعیت مؤلفه‌های اصلی، متغیرهای مستقل متعامد یا غیرهمبسته می‌شوند. ضرایب هر مؤلفه برای تعیین سهم نسبی متغیرهای مستقل اندازه‌گیری شده در

ضرایب تابعیت خطی به‌دست‌آمده از روش تابعیت چندمتغیره براساس تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای صفات وزن لاشه، لاشه بدون دنبه، و دنبه به تفکیک جنسیت برای بره‌های ماکوئی در جدول ۵ آورده شده است. برای بررسی اعتبار مدل‌های تابعیت از معیارهای ضریب تبیین (R^2) و R^2 تعدیل‌شده، استفاده شد. ضریب تبیین برای صفات بررسی‌شده در دامنه $0/973$ برای صفت وزن لاشه بدون دنبه در بره‌های نر ماکوئی تا $0/561$ در صفت لاشه با دنبه بره‌های ماده‌ی ماکوئی، متغیر بود. بیشترین ضریب تبیین در بین صفات مطالعه‌شده صفت لاشه بدون دنبه در جنس نر ($R^2 = 0/973$) و ماده ($R^2 = 0/938$) است که نشان می‌دهد معادلات ارائه‌شده برای برآورد وزن لاشه بدون دنبه بسیار مناسب است و همبستگی بین وزن لاشه برآوردشده به‌وسیله این معادلات با وزن حقیقی لاشه برای جنس نر $0/973$ و برای جنس ماده $0/938$ است. صفت وزن زنده بیشترین اثر را در معادله تابعیت وزن لاشه در هر دو جنس نر و ماده داشت و برای صفات پیش‌بینی‌شده دیگر، ضرایب تابعیت بالایی داشت.

عرض پایین دنبه، طول طرف راست دنبه، طول طرف چپ دنبه، محیط بالای دنبه، محیط وسط دنبه، و محیط پایین دنبه بیشترین همبستگی را با مؤلفه اصلی اول، متغیرهای قطر بالا، وسط، و پایین دنبه با مؤلفه اصلی دوم بیشترین همبستگی را نشان دادند. همچنین متغیرهای ارتفاع و طول بدن بیشترین همبستگی را با مؤلفه اصلی سوم و متغیر طول شکاف دنبه بیشترین همبستگی را با مؤلفه اصلی پنجم داشت. مؤلفه‌های اصلی به‌دست‌آمده در این مطالعه می‌تواند در کنار عوامل اقتصادی دیگر برای ارزیابی حیوانات استفاده شود. یافته‌های مشابه را *Yacub et al.* (2009) ارائه کردند. تحلیل مؤلفه اصلی همچنین برای تعیین کردن تفاوت‌های مختص به جنسیت در اندازه و مورفولوژی گونه‌های غزال آفریقای شمالی را *Andres et al.* (2009) و صفات لاشه بزها را *Bonvillani et al.* (2010) انجام داده‌اند. ضرایب هر بردار ویژه هر مؤلفه می‌تواند به‌جای ضرایب اصلی صفات مورفولوژیکی مستقل در پیش‌بینی صفات وابسته استفاده شود. درواقع نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی با کاهش تعداد صفات بیومتریکی برای پیش‌بینی متغیر وابسته می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی به‌کار برده شود.

جدول ۵. برآوردهای به‌دست‌آمده برای معادله تابعیت چندگانه براساس تحلیل مؤلفه اصلی صفات وزن لاشه، لاشه بدون دنبه، و دنبه

جنس حیوان	جنس نر		جنس ماده	
	لاشه با دنبه	لاشه	لاشه با دنبه	لاشه
عرض از مبداء	۲/۶۷۵	۱۱/۷۲۱	۲/۶۴۷	۱۱/۹۳۵
وزن زنده	۰/۰۹۰	۰/۱۵۳	۰/۱۳۰	۲/۱۶۵
ارتفاع	۰/۰۰۲	۰/۰۲۰	-۰/۰۲۰	-۰/۰۱۷
دور سینه	-۰/۰۰۲	-۰/۲۱۵	-۰/۰۱۳	-۰/۰۱۵
دور گردن	۰/۰۵۳	۰/۱۲۴	-۰/۰۰۶	۰/۰۰۶
طول بدن	۰/۰۲۳	۰/۱۱۶	۰/۰۲۶	۰/۰۸۲
دور حفرة بطنی	-۰/۰۱۰	-۰/۰۱۰	۰/۰۳۰	-۰/۰۱۶
عرض بالای دنبه	۰/۰۵۴	۰/۱۸۷	۰/۰۲۵	۰/۰۸۴
عرض وسط دنبه	-۰/۰۲۶	-۰/۲۳۵	-۰/۰۰۲	-۰/۰۸۱
عرض پایین دنبه	۰/۰۲۳	۰/۱۳۴	۰/۰۱۶	۰/۱۱۷
طول طرف راست دنبه	۰/۰۱۱	۰/۰۷۴	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۷
طول شکاف دنبه	-۰/۰۱۰	۰/۱۶۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
طول طرف چپ دنبه	۰/۰۳۱	۰/۲۹۶	۰/۰۱۳	۰/۰۱۳
قطر بالای دنبه	۰/۱۶۲	۰/۵۲۴	۰/۰۱۹	۰/۰۴۸
قطر وسط دنبه	-۰/۰۵۶	-۰/۲۵۴	-۰/۰۷۱	-۰/۱۶۷
قطر پایین دنبه	۰/۰۳۳	۰/۱۵۶	۰/۰۷۵	۰/۱۸۱
محیط بالای دنبه	-۰/۰۳۷	-۰/۲۵۴	-۰/۰۱۹	۰/۰۳۶
محیط وسط دنبه	-۰/۰۷۰	-۰/۲۶۰	-۰/۰۴۳	-۰/۱۷۵
محیط پایین دنبه	-۰/۰۰۲	۰/۰۸۶	-۰/۰۳۱	۰/۰۷۷
R^2	۰/۸۹۹	۰/۹۷۳	۰/۵۶۱	۰/۹۳۸
R^2 تعدیل‌شده	۰/۸۴۹	۰/۹۶۰	۰/۴۹۴	۰/۹۲۸

این مقدار در جنس ماده ($R^2=0/561$) پایین بود. همچنین مقدار عددی ضریب تبیین برای وزن دنبه در

درخصوص صفت وزن لاشه با دنبه میزان عددی ضریب تبیین در جنس نر بالا ($R^2=0/899$) بود، ولی

ضریب تبیین نشانه‌ای از تورم واریانس در اثر هم‌راستایی چندگانه است. البته در روش حاضر امکان وجود این خطا وجود ندارد چون چند هم‌راستایی چندگانه بین متغیرهای مستقل که به تورم واریانس می‌انجامد، با این روش حذف شده است. نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه نشان داد که مشکل هم‌راستایی چندگانه موجود در بین متغیرهای مستقل صفات مطالعه‌شده با استفاده از روش تابعیت مؤلفه اصلی حل‌شدنی است.

نر و ماده به‌ترتیب برابر با ۰/۷۷۰ و ۰/۷۲۱ بود، که این مقادیر در مقایسه با ضریب تبیین معادله تابعیت وزن دنبه که برای نژاد مهربان ($R^2=0/۸۵$) و لری بختیاری (۰/۸۱۸) گزارش شده است، کمتر بود. ولی با ضریب تبیین ارائه‌شده برای پیش‌بینی وزن دنبه برای نژاد قزل ($R^2=0/۷۱$) مشابه بود (Vatankhah et al, 2005). البته همانطور که مطرح شد در مواردی که هم‌راستایی خطی بین متغیرها وجود داشته باشد، بالا بودن ضریب تبیین نمی‌تواند مبنای مقایسه باشد. چرا که همین بالا بودن

REFERENCES

1. Andres, M., Alcalde, G. M., Azanza, B., Morales, J. & Alberdi, M. T. (2008). Sex-specific differences of the skeleton in North African gazelles (Mammalia, Artiodactyla, Bovidae). *Sexual Development*, 2, 279 (Abstract).
2. Bakhtiarzade, MR., Moradi-Shahrbabak, M., Moradi-Shahrbabak, H. & Vatankhah, M. (2012). Use of principal components analysis to prediction fat-tail weight trait in Lori-Bakhtiari sheep. *Iranian Journal of Animal Science*, 43 (1), 103-111.
3. Bonvillani, A., Pena, F., Gea, G., Gomez, G., Petryna, A. & Perea, J. (2010). Carcass characteristics of Criollo Cordobes kid goats under an extensive management system: Effects of gender and liveweight at slaughter. *Meat Science*, 86(3), 651-659.
4. Hocking, R. R. (2003). *Methods and application of linear models regression and analysis of variance*, Wiley, Newjersey.
5. Izadifard, J. & zamiri, M. J. (1997). Lactation performance of two Iranian fat-tailed sheep breeds. *Small Ruminant research*, 24, 69-76.
6. Jolliffe, I. (2002). *Principal Component Analysis*. 2nd ed. Springer.
7. Karacaoren, B. & Kadarmideen, H. N. (2008). Principal component and clustering analysis of functional traits in Swiss dairy cattle. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 32, 163-17.
8. Kiyanzad, M. R. (2004). Predicting carcass physical and chemical composition of Moghani and Makui sheep in breeding flocks (Body measurements and carcass characteristics). *Pajohesh & Sazandegi*, 64, 2-11. (In Farsi)
9. Macciotta, N. P. P. & Gaspa, G. (2009). Use of principal component and factor analysis to reduce the number of independent variables in the prediction of genomic breeding values. *Italian J. Animal Science*, 8 (Supplement2), 105-107.
10. Mohammadi, H., Moradi Sharbabak, M. & Moradi Sharbabak, H. (2012). Genetic analysis of ewe productivity traits in Makooei sheep. *Small Ruminant Research*, 107(2/3), 105-110.
11. Ogah, D. M. (2011). Assessing size and conformation of the body of Nigerian indigenous turkey. *Slovak Journal of Animal Science*, 44 (1), 21-27.
12. Pinto, L. F. B., Packer, I. U., De Melo, C. M. R., Ledur, M. C. & Coutinho, L. L. (2006). Principal components analysis applied to performance and carcass traits in the chicken. *Animal Research*, 55, 419-425.
13. Rosario, M. F., Silva, M. A. N., Coelho, A. A. D., Savino, V. J. M. & Dias, C. T. S. (2008). Canonical discriminant analysis applied to broiler chicken performance. *Animal*, 2 (3), 419-424.
14. Udeh, I. & Ogbu, C. C. (2011). Principal component analysis of body measurements in three strains of broiler chicken. *Science World Journal*, 6 (2), 11-14.
15. Vatankhah, M., Moradi-Shahrbabak, M., Nejati-Javaremi, A., Miraei-Ashtiani, S. R. & Vaez, T. R. (2005). Study of external fat-tail dimensions and their relationships with fat-tail weight in Lori-Bakhtiari sheep. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 3, 445-455.
16. Waring, M., Eaton, C. B. & Lasater, T. M. (2010). Correlates of weight patterns during middle age characterized by Functional Principal Components Analysis. Elsevier Inc. *Ann Epidemiol*, 20, 201-209.
17. Wood, J. D. & Fisher, A. V. (1990). *Reducing fat in meat animals*. Elsevier science publisher.
18. Yakubu, A., Idahor, K. O. & Agade, Y. I. (2009b). Using factor scores in multiple linear regression model for predicting the carcass weight of broiler chickens using body measurements. *Revista UDO Agrícola*, 9 (4), 963-967.
19. www.xlstat.com/uploads/files/binary/xlstat.exe