

Identification of different allelic forms of myostatin gene and investigation of body weight and carcass biometric traits measured by ultrasound in Kurdi sheep

Fatemeh Rayeji Yanesari^{1*}, Saeed Hassani², Mojtaba Najafi³

¹M.Sc. Graduate, Department of Animal Breeding and Genetics, Animal Sciences Faculty, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: fatemeh25december@gmail.com

²Professor, Department of Animal Breeding and Genetics, Animal Sciences Faculty, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

³Assistant Professor, Department of Animal Breeding and Genetics, Animal Sciences Faculty, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Full Paper	Background and Objectives: The Myostatin gene is an inhibitor of skeletal muscle growth, and if mutations occur in its coding region, it promotes muscle growth in some breeds. The mutation of the myostatin gene significantly affects the increase of body weight and carcass traits. This study aimed to investigate the polymorphisms in exon 3 of the myostatin gene and evaluate the investigation of body weights and carcass traits measured by ultrasound in Kurdi sheep.
Article history: Received: 09/12/2022 Revised: 10/28/2022 Accepted: 10/30/2022	
Keywords: Kurdi sheep Myostatin Gene PCR-RFLP PCR-SSCP Polymorphism	Materials and Methods: In this study, back fat thickness and loin muscle area traits were measured by ultrasound instrument. Blood samples were collected randomly from 139 Kurdi sheep, and following the DNA extraction, a 388 bp fragment from exon 3 of myostatin gene was amplified. For genotyping of the myostatin gene, PCR-SSCP, PCR-RFLP, and direct sequencing techniques were used. To determine the fixed effects of gender, birth type, and birth year on the studied traits, the GLM procedure of SAS software was used. Comparison of least squares means of fixed effects levels was carried out using the Tukey-Kramer test at a 5% probability level. To measure the relationships between traits, Pearson correlation was used.
	Results: In the PCR-RFLP technique, after enzymatic digestion of all samples, only one genotype was observed, and this locus was monomorphic. PCR-SSCP analysis showed two band patterns A and B, which were very similar in shape. Therefore, to determine the actual genotype, some samples with different band patterns were evaluated by direct sequencing technique. The results showed that there is no polymorphism among samples. The mean ultrasonic fat thickness and loin muscle area in this study were 0.46 cm and 7.78 cm ² , respectively, with an average body weight of 43.42 kg at the time of ultrasonography. The correlation between the two ultrasound carcass traits (UBF and UMA) was positive ($r=0.84$, $P<0.0001$). The lowest correlation coefficient of carcass fat thickness and ocular muscle area with the studied traits were 0.02 and 0.3 for birth weight

and weaning traits, respectively. The highest correlation coefficient of the studied traits with carcass fat thickness and loin muscle area were 0.82 and 0.87 for body weight at the time of ultrasonography and middle tail width, respectively ($P=0.001$).

Conclusion: In this study, using PCR-SSCP, PCR-RFLP, and direct sequencing, only one genotype was detected in the myostatin gene. Considering the various studies have introduced the mutated allele of the myostatin gene as an effective allele on the double muscling for breeding and improving the quality and quantity of meat, the studied herd did not have the allele. Considering the relatively suitable diversity observed in the studied traits, especially the carcass traits measured by ultrasound, there will be a possibility to improve the traits through selection.

Cite this article: Rayeji Yanesari, F., Hassani, S., Najafi, M. (2023). Identification of different allelic forms of myostatin gene and investigation of body weight and carcass biometric traits measured by ultrasound in Kurdi sheep. *Journal of Ruminant Research*, 11 (1), 37-54.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/ejrr.2022.20354.1853

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

شناسایی فرم‌های مختلف آللی ژن میوستاتین و بررسی صفات بیومتری وزن بدن و لاشه اندازه‌گیری شده با اولتراسوند در گوسفند کردی

فاطمه رایجی یانسی^{۱*}، سعید حسنی^۲، مجتبی نجفی^۳

^۱دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه ژنتیک و اصلاح دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

رایانامه: fatemeh25december@gmail.com

^۲استاد گروه ژنتیک و اصلاح دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۳استادیار گروه ژنتیک و اصلاح دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده	اطلاعات مقاله
<p>سابقه و هدف: ژن میوستاتین به عنوان عامل مهارکننده رشد عضله اسکلتی شناخته شده و اگر جهش در ناحیه کد کننده آن اتفاق افتد، باعث تغییر نقش مهاری آن و افزایش عضله می‌گردد. این پژوهش با هدف شناسایی چندشکلی موجود در آگزون ۳ ژن میوستاتین و بررسی صفات بیومتری وزن بدن و لاشه اندازه‌گیری با اولتراسونوگرافی در گوسفند کردی انجام شد.</p>	<p>نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۲۱ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۲۴</p>
<p>مواد و روش‌ها: در این پژوهش برای اندازه‌گیری صفات ضخامت چربی پشت و مساحت ماهیچه چشمی از دستگاه اولتراسوند استفاده شد. خون‌گیری به‌طور تصادفی از تعداد ۱۳۹ رأس گوسفند کردی انجام و پس از استخراج DNA، قطعه ۳۳۸ جفت بازی آگزون ۳ ژن میوستاتین تکثیر شد. جهت تعیین ژنوتیپ ژن میوستاتین، از تکنیک‌های PCR-RFLP، PCR-SSCP و تعیین توالی مستقیم استفاده شد. بررسی اثرات ثابت جنس، نوع تولد و سال تولد بر صفات مورد مطالعه با رویه GLM نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌های حداقل مربعات سطوح اثرات ثابت با آزمون توکی - کرامر در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد. برای بررسی ارتباط بین صفات از همبستگی پیرسون استفاده شد.</p>	<p>واژه‌های کلیدی: چندشکلی ژن میوستاتین گوسفند کردی PCR-RFLP PCR-SSCP</p>
<p>یافته‌ها: در روش PCR-RFLP پس از هضم آنزیمی تمام نمونه‌ها، تنها یک ژنوتیپ مشاهده شد و این جایگاه مونومورف (تک شکل) می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از روش PCR-SSCP، دو الگوی باندهی A و B را نشان داد که شباهت زیادی بین دو الگوی مشاهده شده وجود داشت. لذا برای تعیین ژنوتیپ واقعی، برخی از نمونه‌ها با الگوی متفاوت با روش توالی‌یابی مستقیم مورد ارزیابی قرار گرفتند که نتایج نشان داد که در بین نمونه‌ها چندشکلی وجود ندارد. میانگین ضخامت چربی پشت و مساحت عضله راسته اندازه‌گیری شده با اولتراسونوگرافی در این مطالعه به ترتیب ۰/۴۶ سانتی‌متر و ۷/۷۸ سانتی‌متر مربع با میانگین وزن بدن ۴۳/۴۲ کیلوگرم بود. همبستگی بین دو صفت اولتراسوند (ضخامت چربی پشت و مساحت ماهیچه چشمی)، مثبت و ۰/۸۴ برآورد شد ($P < ۰/۰۱$). کمترین ضریب همبستگی ضخامت چربی لاشه و</p>	

مساحت ماهیچه چشمی با صفات مورد مطالعه به ترتیب ۰/۰۲ و ۰/۳ مربوط به صفات وزن تولد و از شیرگیری بود و بیشترین ضریب همبستگی صفات مورد مطالعه با ضخامت چربی لاشه و مساحت ماهیچه چشمی به ترتیب ۰/۸۲ و ۰/۸۷ مربوط به صفات وزن بدن در هنگام اولتراسونوگرافی و عرض دنبه میانی بود ($P < 0/001$).

نتیجه گیری: در این پژوهش با استفاده از نشانگر ژنتیکی PCR-RFLP، PCR-SSCP و تعیین توالی مستقیم تنها یک ژنوتیپ در ژن میوستاتین تشخیص داده شد. با توجه به اینکه منابع مختلف، آلل جهش یافته ژن میوستاتین را به عنوان آلل مؤثر بر فنوتیپ عضله مضاعف و مطلوب جهت اصلاح نژاد و بهبود کیفیت و کمیت گوشت معرفی کرده‌اند، گله مورد بررسی فاقد این آلل بود. با توجه به تنوع نسبتاً مناسب مشاهده شده در صفات مورد مطالعه به ویژه صفات لاشه اندازه گیری شده با اولتراسوند، زمینه لازم برای اصلاح این صفات از طریق انتخاب وجود خواهد داشت.

استناد: رایجی یانسری، ف.، حسنی، س.، نجفی، م. (۱۴۰۲). شناسایی فرم‌های مختلف آللی ژن میوستاتین و بررسی صفات بیومتری وزن بدن و لاشه اندازه گیری شده با اولتراسوند در گوسفند کردی. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۱۱(۱)، ۳۷-۵۴

DOI: 10.22069/ejrr.2022.20354.1853



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

تحقیقات برای یافتن ژن‌های به‌وجود آورنده عضله مضاعف در گاوهای گوشتی منجر به کشف ژن میوستاتین شد، که به‌عنوان ژن کاندیدا برای صفت تولید گوشت بررسی و نقش آن در نژادهای مختلف دام و طیور و حتی انسان مشخص شده است. ژن میوستاتین که فاکتور ۸ رشد و تمایز نامیده می‌شود، عضوی از خانواده بزرگ تغییردهنده رشد پستانداران TGF- β می‌باشد و در توسعه ماهیچه اسکلتی بزرگسالان نقش دارد (Masumi و همکاران، ۲۰۰۲). میوستاتین از ژن‌های کاندیدای مؤثر بر افزایش وزن بدن است که تاکنون چندشکلی‌های متعددی که با افزایش وزن بدن مرتبط می‌باشند در توالی این ژن در گوسفند و سایر گونه‌ها مشاهده شده است (Masoudi و همکاران، ۲۰۰۵). در گوسفند، ژن میوستاتین روی کروموزوم ۲ واقع شده که دارای سه اگزون، دو ایترون و ناحیه پایین دست ژن می‌باشد (Clop و همکاران، ۲۰۰۶). پروتئین میوستاتین ۳۷۶ اسیدآمینو دارد که بعد از فرآیند پروتئولیتیک به یک پپتید فعال تبدیل می‌شود. سپس به‌عنوان یک تنظیم‌کننده منفی در طی رشد عضله عمل می‌کند. میوستاتین در طی سیکل تکثیر سلول، گامه‌های G1 (طی آن سلول رشد کرده و اندامک‌ها شروع به تقسیم می‌کنند) و G2 (در این مرحله، سلول تمام انرژی ذخیره‌شده خود را جهت تولید پروتئین‌های لازم برای ایجاد کروموزوم‌های آماده به تقسیم، مصرف می‌کند) را بلوکه می‌کند. زمانی که میوستاتین از محیط رشد حذف شود، سلول مجدد شروع به تکثیر می‌کند (Gocza و Julianna، ۲۰۰۲). میوستاتین از طریق کنترل هایپرپلازی و هایپرتروفی بر حجم ماهیچه اسکلتی تأثیرگذار است و جهش در ناحیه کدکننده آن باعث تغییر نقش مهاری آن و افزایش عضله می‌شود (Jahson و همکاران، ۲۰۰۵؛ Wiener و همکاران،

۲۰۰۹). برای شناسایی چندشکلی در ژن میوستاتین بررسی‌های مختلفی صورت گرفته است، به‌طوری‌که در گوسفند نژاد تکسل، آلل جهش‌یافته و مطلوب این ژن دارای فراوانی بالایی است و تقریباً به شکل ثابت درآمده است (Hadjipavlou و همکاران، ۲۰۰۸). مشاهده چندشکلی ژن میوستاتین نشان‌دهنده تأثیر این ژن بر صفات رشد و وزن بدن بود و به دلیل وجود ارتباط معنی‌دار بین چندشکلی مشاهده‌شده و صفات رشد می‌توان از این ژن در آینده به‌عنوان یک نشانگر مولکولی در برنامه‌های اصلاح نژادی استفاده کرد (Sanjari و همکاران، ۲۰۱۷). ارتباط چندشکلی ژن میوستاتین با صفات رشد در گوسفند نژاد بلوچی با روش PCR-SSCP، سه الگوی P1، P2 و P3 برای ایترون یک ژن میوستاتین را نشان داد که ژنوتیپ الگوی P1 دارای وزن بدن سنگین‌تر و ارزش اصلاحی بیشتر برای صفت وزن از شیرگیری بود (Ansary و همکاران، ۲۰۱۱). در نژادهای اروپایی مانند تکسل و رامنی، سه SNP شامل C>G-2449g، A>G+6723g و A>G*1232c به فراوانی در توالی ژن میوستاتین مشاهده‌شده و ارتباط معنی‌داری با صفات لاشه نشان داده‌اند و به‌عنوان نشانگرهای سودمند محسوب می‌شوند (Gocza و Julianna، ۲۰۰۲).

علی‌رغم بررسی‌های صورت گرفته در نژادهای مختلف بر صفات لاشه، تاکنون پژوهشی روی گوسفندان کردی انجام نشده است. از سویی دیگر، استفاده از تکنیک‌های مولکولی در سال‌های اخیر جهت مطالعه موجودات بومی و حفاظت‌شده، کاربرد گسترده‌ای یافته است (Mohammadabadi، ۲۰۱۷). میزان اطلاعات به‌دست‌آمده از این تکنیک‌های ژنتیکی، یکی از پارامترهای قابل ارزیابی برای مطالعه جمعیت‌های مختلف و درک تفاوت‌های ژنتیکی بین جمعیت‌هاست (Mohammadifar و همکاران، ۲۰۱۴؛

این تحقیق نمونه‌های DNA با غلظت‌های متفاوت همراه با یک نشانگر وزنی (Cat.no: S-5092) روی ژل آگاروز ۱ درصد الکتروفورز شدند. جهت رنگ‌آمیزی ژل آگاروز از Safe Stain استفاده شد. هم‌چنین، برای انجام واکنش زنجیره‌ای پلیمرز^۱ از کیت Taq DNA Polymerase Master Mix (شرکت امپلیکون، دانمارک) در حجم نهایی ۱۵ میکرولیتر و یک جفت پرایمر با توالی زیر که با استفاده از نرم‌افزار 7 Oligo (Rychlik, ۲۰۰۷) طراحی شده، استفاده شد (جدول ۱).

واکنش زنجیره‌ای پلیمرز با برنامه حرارتی زیر در دستگاه ترموسایکلر (مدل THERMAL CYCLER T100TM ساخت سنگاپور) انجام شد. واسرشت سازی اولیه DNA به مدت ۵ دقیقه و ۹۵ درجه سانتی‌گراد، انجام ۳۶ سیکل با واسرشت سازی DNA طی ۳۰ ثانیه و ۹۵ درجه سانتی‌گراد، اتصال آغازگر به DNA طی ۳۰ ثانیه و ۶۲ درجه سانتی‌گراد و بسط آغازگر طی ۳۰ ثانیه و ۷۲ درجه سانتی‌گراد و بسط انتهایی ۵ دقیقه و ۷۲ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. به‌منظور مشاهده محصولات PCR از روش الکتروفورز ژل آگاروز استفاده شد. برای این منظور با قرار دادن ۴ میکرولیتر از نمونه محصولات PCR روی ژل آگارز ۱ درصد با ولتاژ ۶۴ ولت به مدت ۳۶ دقیقه الکتروفورز شد. رنگ‌آمیزی ژل با Safe Stain انجام شد و با قرار دادن ژل در زیر نور UV قطعه تکثیرشده به‌صورت یک باند مجزا مشاهده و ارزیابی شدند. برای تشخیص ژنوتیپ‌های ژن میوستاتین، از تکنیک‌های PCR-RFLP، PCR-SSCP و توالی‌یابی مستقیم استفاده شد.

Mohammadifar و Mohammadabadi (۲۰۱۸). تنوع ژنتیکی یک عنصر اساسی برای پیشرفت ژنتیکی، حفظ جمعیت‌ها، تکامل و سازگاری به شرایط محیطی متغیر و مختلف می‌باشد (Askari و همکاران، ۲۰۰۸؛ Mohammadifar و Mohammadabadi، ۲۰۱۱). لذا با توجه اهمیت گوسفند کردی برای تولید گوشت، هدف از انجام پژوهش حاضر شناسایی چندشکلی ژن میوستاتین و بررسی صفات بیومتری وزن بدن و لاشه اندازه‌گیری شده با اولتراسونوگرافی در گوسفند کردی است.

مواد و روش‌ها

برای انجام پژوهش حاضر، تعداد ۱۳۹ رأس گوسفند (۳۸ رأس قوچ و ۱۰۱ رأس میش با میانگین سن ۵ سال و میانگین وزنی ۴۳/۶ کیلوگرم) از ایستگاه اصلاح نژاد گوسفند کردی شهرستان شیروان به‌طور تصادفی انتخاب شدند. برای اندازه‌گیری صفات لاشه، ابتدا پشم حیوانات در موقعیت بین دنده‌های ۱۲ و ۱۳ سمت راست بدن با استفاده تیغ تراشیده شد. برای اندازه‌گیری ضخامت چربی پشت و ضخامت عضله راسته از تمامی گوسفندان در ناحیه ذکرشده با استفاده از دستگاه اولتراسوند (مدل CTS 900V ساخت شرکت SIUI مجهز به پروب خطی مولتی‌فرکانس با فرکانس ۱۰ مگاهرتز، کشور آمریکا) عکس تهیه شد. اطلاعات مربوط به اوزان بدن در سنین مختلف و اثرات ثابت از دفاتر ایستگاه استخراج شد. برای آزمایشات مولکولی، خون‌گیری از سیاهرگ گردنی این گوسفندان انجام شد. جهت استخراج DNA مقدار ۳ میلی‌لیتر خون از گوسفندان به‌طور تصادفی (از نظر جنس، سن و نوع تولد) و با استفاده از لوله خلأ حاوی ماده ضد انعقاد EDTA تهیه شد. استخراج DNA از نمونه‌های خون به روش استخراج نمکی بهینه یافته انجام شد (Rahimi و Najafi، ۲۰۱۰). در

1- Polymerase chain reaction

جدول ۱- آغازگرهای اختصاصی جهت تکثیر قطعه موردنظر از اگزون ۳ ژن میوستاتین

Table 1 - Specific primers for amplifying the desired fragment from exon 3 of myostatin gene			
نام پرایمر	توالی	شماره دسترسی	قطعه موردنظر
Primer name	Sequence	Accession No.	Desired fragment
<i>MSTN</i> - Forward	5-GGAGAGATTTTGGGCTTGATTGTGA-3	OK913678.1	۳۸۸ جفت بازی
<i>MSTN</i> - Reverse	5-TGTTGAGGGGAAGACCTTCTGTGTT-3		

y_{ijkl} هر مشاهده از صفت مورد مطالعه، A_i اثر جنس λ_i ، B_j اثر نوع تولد (تک قلو، دو قلو و سه قلو) C_k اثر سال تولد k و e_{ijkl} اثر تصادفی باقیمانده می‌باشد. مقایسه میانگین‌های حداقل مربعات صفات مورد مطالعه در زیرگروه‌های مختلف اثرات ثابت با آزمون توکی-کرامر در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد. برای محاسبه همبستگی بین صفات از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج و بحث

ارزیابی کمیت و کیفیت محصولات به دست آمده از استخراج DNA، با استفاده از الکتروفورز ژل آگاروز صورت گرفت. وجود باندهای شارپ و بدون اسمیر و با کیفیت بالا مشخص کرد که عمل استخراج DNA به خوبی انجام شده است. مشاهده تنها یک باند ۳۸۸ جفت بازی نشان دهنده تکثیر درست قطعه موردنظر و صحت انجام واکنش زنجیره‌ای پلیمرز بود (شکل ۱).

پس از هضم محصول PCR توسط آنزیم *HaeIII* محصولات هضم روی ژل آگارز ۱/۵ درصد الکتروفورز شد. این آنزیم در دو جایگاه (در نوکلئوتیدهای ۱۲۳ و ۲۱۷ قطعه تکثیری) قابلیت هضم قطعه تکثیری را داشت و پس از هضم آنزیمی نمونه‌ها، قطعات ۱۷۱، ۱۲۳ و ۹۴ جفت بازی نمایان شد (شکل ۲). از آنجایی که فقط یک ژنوتیپ مشاهده شد این جایگاه مونومورف (تک شکل) می‌باشد.

روش **PCR-RFLP**: جهت تعیین چندشکلی در نمونه‌ها، محصولات PCR به کمک آنزیم پرشی *HaeIII* به مدت ۷-۶ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد هضم آنزیمی قرار گرفتند. سپس الکتروفورز قطعات هضم شده روی ژل آگاروز ۱/۵ درصد با ولتاژ ۶۵ به مدت ۳۶ دقیقه انجام شد.

روش **PCR-SSCP**: به منظور آنالیز چندشکلی ساختار تک‌رشته‌ای، ۱۰ میکرولیتر از بافر SSCP و ۴ میکرولیتر محصول PCR ترکیب شد. نمونه‌ها در ۹۶ درجه سانتی‌گراد برای ۸ دقیقه واسرشت‌سازی شدند و روی یخ سرد منتقل شده و تمام حجم حاصل روی ژل پلی‌اکریل‌امید ۳۹ درصد با بافر TBE 1X در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد الکتروفورز شدند. ژل‌ها در ولتاژ ۲۴۰ به مدت ۲۲ ساعت قرار گرفتند. پس از اتمام الکتروفورز با نیترات نقره رنگ‌آمیزی شدند.

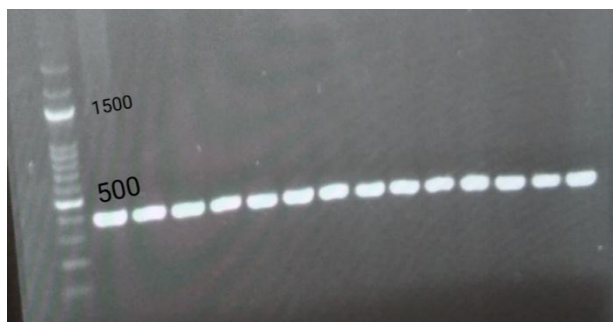
روش **توالی‌یابی مستقیم**: بعد از اتمام PCR-SSCP دو نمونه از هر الگوی بانندی انتخاب و برای توالی‌یابی به آزمایشگاه ژنتیک پزشکی فجر شهرستان ساری ارسال شدند.

آنالیز آماری

برای تجزیه آماری داده‌ها و بررسی اثرات ثابت بر صفات مورد مطالعه از رویه GLM نرم‌افزار (۲۰۰۳) SAS استفاده شد. رابطه مورد استفاده به صورت زیر بود:

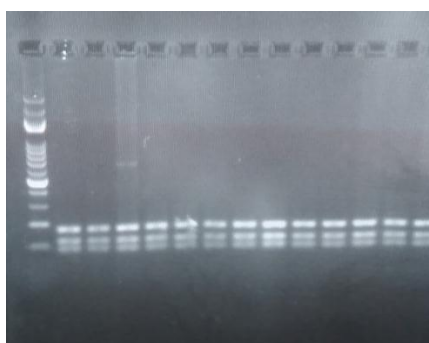
$$y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + e_{ijkl}$$

در این مدل:



شکل ۱- محصولات PCR ژن میوستاتین (قطعه ۳۸۸ جفت بازی) گوسفند کردی

Figure 1- PCR products of myostatin gene (388 bp fragment) of kurdi sheep

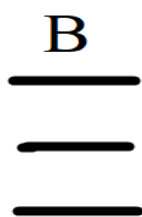


شکل ۲- نتایج الکتروفورز محصولات PCR ژن میوستاتین روی ژل آگارز ۱/۵٪ به همراه نشانگر وزنی (S-5092)

Figure 2 - Electrophoresis results of PCR products of myostatin gene on 1.5% agarose gel with weight marker (S-5092)

روش رنگ آمیزی نیترات نقره، رنگ آمیزی شد. سپس ژل ها اسکن شدند (شکل ۳).

در روش PCR-SSCP، پس از تهیه ژل اکریل آمید ۳۹ درصد و بارگذاری نمونه ها در چاهک ها، پس از ۲۲ ساعت الکتروفورز پایان یافت و ژل با استفاده از



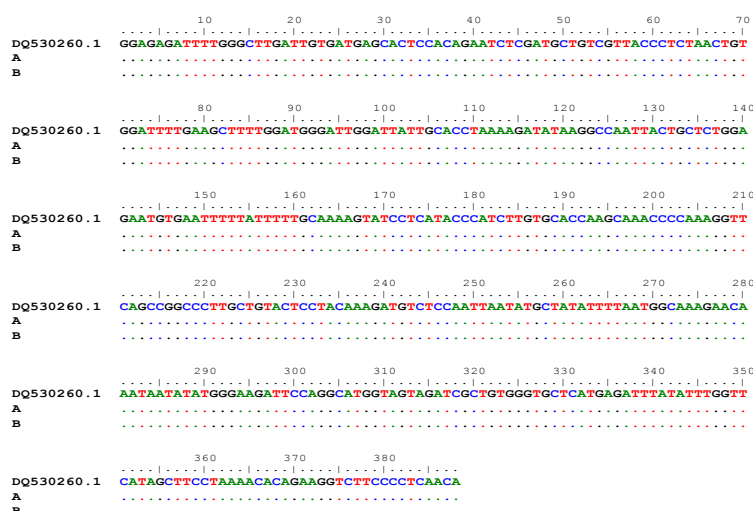
شکل ۳- محصولات PCR-SSCP روی ژل پلی اکریل آمید

Figure 3 - PCR-SSCP products on polyacrylamide gel

تغییرات نوکلئوتیدی در آن ها به ندرت رخ می دهد. مشخص است بین توالی های به دست آمده از گوسفند کردی با توالی های مرجع ثبت شده مربوط به گوسفند در بانک جهانی ژن که مربوط به گوسفند می باشد

با استفاده از نرم افزار BioEdit، تشابه توالی های نواحی مورد مطالعه با توالی های ثبت شده در پایگاه NCBI مورد بررسی قرار گرفتند. این نتایج بر این موضوع دلالت دارد که این نواحی حفاظت شده بوده و

اختلاف نوکلئوتیدی و جهشی وجود ندارد (شکل ۴) NCBI می‌باشد که این امر، به دلیل توالی حفظ شده ژن میوستاتین در این گونه‌ها می‌باشد. که این موضوع، حاکی از قرابت ژنتیکی بالا بین گوسفندان کردی با توالی‌های مرجع ثبت شده در



شکل ۴- همترازی توالی ژن میوستاتین در گوسفند

Figure 4. Alignment of the myostatin gene sequence in sheep

جدول ۲- آماره‌های توصیفی صفات مطالعه در گوسفندان نژاد کردی بین سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۹۸

Table 2. Descriptive statistics of study in kurdi sheep between 2013- 2019

ضریب تغییرات Coefficient of Variation (%)	انحراف معیار Standard deviation (cm)	میانگین Mean (cm)	حداکثر Maximum (cm)	حداقل Minimum (cm)	تعداد Number	مشخصه Characteristic	صفت Trait
17.2	0.8	4.1	6.0	2.0	136	W0	وزن تولد Birth weight
12.1	4.2	25	36.4	14.5	136	W3	وزن سه‌ماهگی 3-months weight
9.8	4.8	34.5	50.5	22.8	136	W6	وزن ۶ ماهگی 6-months weight
9.3	5.9	44.5	69.5	30.5	122	W9	وزن ۹ ماهگی 9-months weight
18.7	13.5	43.6	91.6	23.0	136	LW	وزن زنده Live body weight
17.1	5.3	21.4	40.0	12.0	136	TH	ارتفاع دنبه Tail height
19.3	9.8	29.9	59.0	15.0	136	UTW	عرض دنبه بالا Upper tail width
19.9	9.1	26.3	54.0	6.0	136	MTW	عرض دنبه میانی Middle tail width
20.5	6.3	19.3	52.0	10.0	136	LTW	عرض دنبه پایینی Lower tail width
23.4	16.2	43.4	99.0	20.0	136	UTC	محیط دنبه بالا Upper tail perimeter

ضریب تغییرات Coefficient of Variation (%)	انحراف معیار Standard deviation (cm)	میانگین Mean (cm)	حداکثر Maximum (cm)	حداقل Minimum (cm)	تعداد Number	مشخصه Characteristic	صفت Trait
23.2	14.7	39.8	90.0	18.0	136	MTC	محیط دنبه میانی Middle tail perimeter
23.5	12.8	34.8	78.0	16.0	136	LTC	محیط دنبه پایینی Lower tail perimeter
31.1	0.38	0.9	3.0	0.3	136	UTT	ضخامت دنبه بالا Upper tail thickness
33.8	0.4	1.0	3.0	0.3	136	MTT	ضخامت دنبه میانی Middle tail thickness
38.6	0.6	1.2	3.7	0.3	136	LTT	ضخامت دنبه پایینی Lower tail thickness
25.7	0.1	0.4	1.1	0.2	136	UBF	ضخامت چربی پشتی Ultrasound backfat thickness
24.7	3.0	7.7	16.5	3.3	136	UMA	مساحت ماهیچه چشمی Ultrasound longissimus muscle area

کیلوگرم) گزارش دادند ۰/۴۸ سانتی متر که کمی بالاتر از نتیجه به دست آمده در تحقیق حاضر بود (Maxa و همکاران، ۲۰۰۷).

میانگین مساحت عضله راسته در مطالعه حاضر ۷/۷۸ سانتی متر مربع به دست آمد. میانگین مساحت عضله راسته در بره‌های دنبه‌دار آکارامان^۲، ۱۲/۲۵ سانتی متر مربع گزارش شده است (Sahin و همکاران، ۲۰۰۸). میانگین همین صفات در ۹۶ بره (۴۴ سافولک و ۵۲ دورست) با میانگین وزن ۴۷ کیلوگرم به ترتیب ۶/۲ و ۱۶/۲۸ سانتی متر مربع تعیین شد (Therriault و همکاران، ۲۰۰۹). میانگین مساحت عضله راسته به دست آمده در نژاد مغانی ۱۲/۹۶ سانتی متر مربع گزارش شد (Hosseini Vardanjani و همکاران، ۲۰۱۴). Leeds و همکاران (۲۰۰۸) میانگین سطح مقطع عضله چشم را بره‌های اخته با وزن بدن ۶۳ کیلوگرم ۱۵/۹ سانتی متر مربع گزارش کردند. Hosseini Vardanjani و همکاران (۲۰۱۴) مساحت عضله چشم را که با سونوگرافی و روی لاشه در

آماره‌های توصیفی صفات مطالعه شده شامل میانگین، انحراف معیار، بیشینه و کمینه، تعداد و ضریب تغییرات در جدول ۲ آورده شده است. در این مطالعه میانگین ضخامت چربی پشت اولتراسونیک ۰/۴۶ سانتی متر با وزن بدن متوسط ۴۳/۴۲ کیلوگرم در زمان اولتراسونوگرافی بود. Mohammadi و همکاران (۲۰۱۸)، میانگین ضخامت چربی ۰/۴۴ با میانگین وزن بدن ۴۴/۹ را در نژاد بلوچی گزارش کردند. همچنین این مقدار برای دو نژاد مغانی و ماکویی به ترتیب ۰/۲۷ و ۰/۲۲ سانتی متر با میانگین وزن بدن ۳۸/۶۴ کیلوگرم و ۳۶/۳ کیلوگرم گزارش شد که کمتر از نتیجه به دست آمده در پژوهش حاضر بود (Kiyanzad، ۲۰۰۴). پایین بودن میانگین عمق چربی پشتی در مقایسه با تحقیق حاضر می‌تواند مربوط به وزن این گوسفندان باشد. در حالی که عمق چربی اولتراسوند ۰/۴۵ سانتی متر برای بره‌های تکسل دانمارک با وزن اندازه‌گیری شده با اولتراسوند ۴۱/۱ کیلوگرم با نتایج این مطالعه مطابقت داشت (Maxa و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین آن‌ها عمق چربی اولتراسوند را در بره‌های شروپ شایر (وزن ۳۸/۵

چربی اولتراسونیک و مساحت عضله چشمی بیشتری نسبت به ماده‌ها داشتند. در مطالعه حاضر نوع تولد برای تمام صفات به‌جز وزن تولد و شش ماهگی، نه ماهگی، محیط دنبه پایینی، ضخامت دنبه بالایی، ضخامت دنبه میانی و ضخامت دنبه پایینی اثر معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). در مطالعه انجام شده بر گوسفندان کرمانی نوع تولد نیز برای وزن تولد معنی‌دار بوده درحالی‌که برای اوزان سه و شش ماهگی معنی‌دار نگردیدند ($P > 0.05$) (Moradi Shahrabak, 2009). در بررسی که روی بره‌های آمیخته بورلا مرینو× افشاری صورت گرفت اثر نوع تولد بر وزن تولد و شیرگیری معنی‌دار اما برای بعد از شیرگیری معنی‌دار نشد که امکان رشد جبران کمی وزن تولد و سرعت رشد در بره‌های دوقلو را دلیل عدم معنی‌داری بیان کردند (Salimi و همکاران، 2012).

بره‌های نر ترکی قشقایی اندازه‌گیری شد، به ترتیب ۱۵/۸۵ و ۱۸/۶۹ سانتی‌متر مربع گزارش کردند. مقایسه میانگین حداقل مربعات صفات مورد مطالعه به تفکیک جنس، نوع تولد در جدول ۳ نشان داده شده است. جنس بره بر تمام صفات به‌جز وزن شش‌ماهگی اثر معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). در مطالعه انجام شده بر گوسفندان نژاد زندگی اثر جنس بر صفات وزن بدن، محیط میانی دنبه، محیط بالایی دنبه، محیط پایین دنبه و عرض بالای دنبه معنی‌دار بوده است (Mokhaber و همکاران، 2013). نتایج تحقیق حاضر در این خصوص با نتایج مطالعه‌ای دیگری که روی صفات دنبه در نژاد لری بختیاری انجام شده است مطابقت داشت (Vatankhah و همکاران، 2004). جنس بر ضخامت چربی پستی و مساحت ماهیچه چشمی تأثیر معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). با توجه به ویژگی‌های اسکن، نرها به‌طور قابل توجهی ضخامت

جدول ۳- میانگین (انحراف معیار) جنس و تیپ تولد بر صفات مورد مطالعه

Table 3 - Mean (standard deviation) of gender and birth type on the studied traits

نوع تولد Birth type		جنس Sex		اثرات ثابت	
سه‌قلو Triplet	دوقلو Twin	تک‌قلو Singleton	ماده Female	نر Male	صفات
4.59 ^a ±0.4	3.99 ^a ±0.2	4.12 ^a ±0.1	4.22 ^a ±0.1	4.25 ^b ±0.2	وزن تولد Birth weight
26.42 ^{ab} ±1.8	24.41 ^b ±0.8	23.73 ^a ±0.4	26.51 ^a ±0.7	23.22 ^a ±0.9	وزن سه‌ماهگی 3-months weight
38.06 ^a ±2.1	36.21 ^a ±0.9	34.26 ^a ±0.4	35.81 ^a ±0.8	36.54 ^a ±1	وزن ۶ ماهگی 6-months weight
51.51 ^a ±2.5	49.73 ^a ±1.2	45.3 ^a ±0.7	46.26 ^b ±1.07	51.4 ^a ±1.3	وزن ۹ ماهگی 9-months weight
51.83 ^b ±4.9	54.81 ^a ±2.2	52.32 ^b ±1.1	38.98 ^b ±2	66.98 ^a ±2.5	وزن زنده Live body weight
22 ^b ±2.2	24.37 ^a ±1	23.7 ^b ±0.5	18.9 ^b ±0.9	27.81 ^a ±1.1	ارتفاع دنبه Tail height
33.87 ^b ±3.5	35.91 ^a ±1.5	34.83 ^b ±0.8	25.58 ^b ±1.4	44.16 ^a ±1.8	عرض دنبه بالا Upper tail width
29.07 ^b ±3.2	31.75 ^a ±1.4	30.77 ^b ±0.7	21.82 ^b ±1.3	39.24 ^a ±1.6	عرض دنبه میانی Middle tail width
18.79 ^b ±2.4	23.15 ^a ±1.1	22.4 ^b ±0.6	15.7 ^b ±1	27.2 ^a ±1.2	عرض دنبه پایینی Lower tail width
48.26 ^{ab} ±6.2	51.91 ^a ±2.7	50.99 ^b ±1.5	35.21 ^b ±2.5	65.56 ^a ±3.1	محیط دنبه بالا

نوع تولد Birth type		جنس Sex		اثرات ثابت	
سه‌قلو Triplets	دوقلو Twin	تک‌قلو Singleton	ماده Female	نر Male	صفات
Upper tail perimeter					
45.36 ^{ab} ±5.6	47 ^a ±2.5	47.12 ^b ±1.3	32.48 ^b ±2.2	60.51 ^a ±2.8	محیط دنبه میانی
Middle tail perimeter					
36.92 ^a ±5	38.12 ^a ±2.2	41.78 ^a ±1.2	26.68 ^b ±2	51.21 ^a ±2.5	محیط دنبه پایینی
Lower tail perimeter					
0.99 ^a ±0.2	1.05 ^a ±0.08	1.12 ^a ±0.04	0.73 ^b ±0.07	1.37 ^a ±0.1	ضخامت دنبه بالا
Upper tail thickness					
0.98 ^a ±0.2	1.05 ^a ±0.09	1.18 ^a ±0.05	0.75 ^b ±0.08	1.39 ^a ±0.1	ضخامت دنبه میانی
Middle tail thickness					
1.19 ^a ±0.29	1.28 ^a ±0.13	1.49 ^a ±0.07	0.84 ^b ±0.1	1.8 ^a ±0.14	ضخامت دنبه پایینی
Lower tail thickness					
0.58 ^{ab} ±0.07	0.61 ^a ±0.03	0.53 ^b ±0.017	0.44 ^b ±0.03	0.71 ^a ±0.03	ضخامت چربی پشتی
Ultrasound backfat thickness					
10.33 ^{ab} ±1.2	9.54 ^a ±0.5	9.46 ^b ±0.3	6.73 ^b ±0.5	12.83 ^a ±0.6	مساحت ماهیچه چشمی
Ultrasound longissimus muscle area					

میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

Different superscripts within a row indicate a significant difference ($P < 0.05$).

افشاری ۰/۶۴ گزارش کردند ($P < 0.01$). ضریب همبستگی دو صفت اولتراسوند در گوسفند نژاد بلوچی مثبت و ۰/۶۸ گزارش شده است. همچنین ضریب همبستگی دو صفت لاشه اندازه‌گیری شده با اولتراسوند با اوزان بدن در گوسفند بلوچی بیشتر از نتایج تحقیق حاضر گزارش شده است (Mohammadi و همکاران، ۲۰۱۸).

آگاهی از وضعیت چربی زیر پوست که مشخصه خوبی از وضعیت چربی لاشه است می‌تواند با استفاده از دستگاه سونوگرافی حاصل شود که برای دامداران و پرورار کنندگان بره این موضوع از اهمیت زیادی برخوردار است. همچنین می‌توان با استفاده از اندازه‌گیری‌های سونوگرافی صفاتی از لاشه را که اهمیت بیشتری داشته و بیشتر وزن لاشه مربوط به این قطعات می‌باشد برآورد نمود (Khorramtaei و همکاران، ۲۰۱۲).

ضرایب همبستگی بین اندازه‌گیری‌های سونوگرافی و صفات مورد مطالعه در جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، همبستگی بسیار بالایی بین صفات اولتراسوند و صفات دنبه دیده شد. کمترین ضریب همبستگی ضخامت چربی لاشه و مساحت ماهیچه چشمی با صفات مورد مطالعه به ترتیب ۰/۰۲ و ۰/۳ مربوط به وزن تولد و از شیرگیری بود و بیشترین ضریب همبستگی صفات مورد مطالعه با ضخامت چربی لاشه و مساحت ماهیچه چشمی به ترتیب ۰/۸۲ و ۰/۸۷ مربوط به وزن هنگام اولتراسوند و عرض دنبه میانی به دست آمد.

همبستگی بین دو صفات اولتراسوند (ضخامت چربی پشتی و مساحت ماهیچه چشمی)، مثبت و ۰/۸۴ به دست آمد ($P < 0.01$). Khorramtaei و همکاران (۲۰۱۲) همبستگی بین ضخامت چربی پشتی و مساحت ماهیچه چشمی در بین نژاد گوسفندان

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین اندازه‌گیری‌های اولتراسوند و صفات مورد مطالعه

Table 4- Correlation coefficients between ultrasound measurements and studied traits

	W0	W3	W6	W9	LW	TH	UTW	MTW	LTW	UTC	MTC	LTC	UTT	MTT	LTT	UBF	UMA
وزن تولد W0	1	0.45**	0.29**	0.31**	0.08 ^{ns}	-0.03 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	-0.04 ^{ns}	0.02 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.15 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	-0.06 ^{ns}
وزن ۳ ماهگی W3		1	0.71**	0.49**	-0.18*	-0.21*	-0.2**	-0.3**	-0.19*	-0.3**	-0.26**	-0.22*	-0.12 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	-0.16 ^{ns}	-0.3**
وزن ۶ ماهگی W6			1	0.84**	0.23**	0.14 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.18*	0.08 ^{ns}	0.12 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.13 ^{ns}	0.13 ^{ns}	0.2*	0.22*	0.08 ^{ns}
وزن ۹ ماهگی W9				1	0.55**	0.37**	0.33**	0.34**	0.41**	0.33**	0.38**	0.35**	0.34**	0.27**	0.34**	0.5**	0.36**
وزن زنده LW					1	0.7**	0.78**	0.79**	0.76**	0.8**	0.81**	0.79**	0.65**	0.6**	0.68**	0.82**	0.86**
ارتفاع دنبه TH						1	0.83**	0.84**	0.82**	0.83**	0.85**	0.81**	0.62**	0.63**	0.69**	0.67**	0.75**
عرض دنبه بالا UTW							1	0.96**	0.88**	0.88**	0.89**	0.86**	0.74**	0.69**	0.73**	0.72**	0.84**
عرض دنبه میانی MTW								1	0.9**	0.9**	0.93**	0.89**	0.74**	0.7**	0.73**	0.73**	0.87**
عرض دنبه پایینی LTW									1	0.84**	0.86**	0.83**	0.7**	0.68**	0.76**	0.71**	0.79**
محیط دنبه بالا UTC										1	0.97**	0.92**	0.78**	0.75**	0.74**	0.78**	0.84**
محیط دنبه میانی MTC											1	0.96**	0.78**	0.76**	0.78**	0.77**	0.85**
محیط دنبه پایینی LTC												1	0.79**	0.78**	0.7**	0.8**	0.8**
ضخامت دنبه بالا UTT													1	0.89**	0.83**	0.63**	0.64**
ضخامت دنبه میانی UTT														1	0.88**	0.6**	0.6**
ضخامت دنبه پایینی MTT															1	0.62**	0.65**
ضخامت چربی UBF																1	0.84**
مساحت ماهیچه چشمی UMA																	1

نشان داده است. به طوری که بررسی صورت گرفته در نژاد رامنی نشان داد فراوانی آلل $6723G$ و A و $6223g$ به ترتیب برابر $2/72\%$ و $8/22\%$ و وزن تولد افراد با ژنوتیپ نرمال GG برابر $8/5$ کیلوگرم و در مقایسه افراد هتروزیگوت با ژنوتیپ AG دارای وزن تولد $2/6$ کیلوگرم بودند (Han و همکاران، ۲۰۱۰).

عدم مشاهده چندشکلی گله گوسفندان کردی در این جایگاه ژنی می‌تواند مربوط به شرایط بسته و سطح محدود پرورش این نژاد باشد. انجام تلاقی‌ها در یک جمعیت بسته سبب افزایش هم‌خونی شده است. از این رو احتمالاً بیشتر جایگاه‌های ژنی در این جمعیت برای یک آلل خاص به صورت تک‌شکل وجود دارند. با مقایسه نتایج حاصل از روش‌های مولکولی متفاوت در بررسی چندشکلی بین نژادهای اروپایی و ایرانی این فرضیه تقویت می‌یابد که مقدار بروز و حتی شکل عمل اثر جهشی میوستاتین روی فنوتیپ احتمالاً تحت تأثیر زمینه ژنتیکی نژادی است که تحت تأثیر جهش قرار گرفته است به طوری که در نژادهای ایرانی ژن میوستاتین کمتر دچار تغییرات نوکلئوتیدی شده در صورتی که در نژادهای اروپایی مانند تکسل، آلل جهش‌یافته و مطلوب این ژن تقریباً به شکل ثابت درآمده است (Hadjipavlou و همکاران، ۲۰۰۸).

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش با استفاده از نشانگر ژنتیکی PCR - $RFLP$ ، PCR - $SSCP$ و تعیین توالی مستقیم تنها یک ژنوتیپ در ژن میوستاتین تشخیص داده شد. با توجه به اینکه منابع مختلف، آلل جهش‌یافته ژن میوستاتین را به عنوان آلل مؤثر بر فنوتیپ عضله مضاعف و مطلوب جهت اصلاح نژاد و بهبود کیفیت و کمیت گوشت معرفی کرده‌اند، گله مورد بررسی فاقد این آلل بود. با توجه به تنوع نسبتاً مناسب

در مطالعه حاضر با استفاده از تکنیک‌های PCR - $SSCP$ و توالی‌یابی مستقیم جایگاه میوستاتین مورد بررسی قرار گرفت ولی در نهایت چندشکلی در توالی 388 جفت بازی آگزون ۳ این ژن مشاهده نشد که این نتایج می‌تواند تأیید کننده نتایج حاصل از روش PCR - $RFLP$ باشد. در بررسی‌های صورت گرفته روی نژادهای ایرانی، در جایگاه ژن میوستاتین چندشکلی قابل توجهی مشاهده نشده است. مطالعه صورت گرفته در قطعه آگزون ۳ ژن میوستاتین نژادهای زل و ماکویی که با استفاده از روش PCR - $RFLP$ و آنزیم برشی $BSHF1$ مشخص کرد که هر دو جمعیت در جایگاه تک شکل هستند و نتایج مشابه با نتایج پژوهش حاضر به دست آمد (Moradi Shahr Babak و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین در مطالعه دیگر که با استفاده از روش و آنزیم برشی مشابه با این بررسی روی نژاد سنجابی و زل انجام شد، به ترتیب کمتر از ۳ و ۲ درصد از نمونه‌ها در جایگاه این ژن دارای آلل جهش‌یافته بودند و سطح پایینی از چندشکلی در این جایگاه مشاهده شد (Dehnavi و همکاران، ۲۰۰۴؛ Sufi و همکاران، ۲۰۰۹). در مطالعه انجام‌شده روی نژاد تکسل که یک نژاد گوشتی اروپایی است، با استفاده از تکنیک توالی‌یابی، فراوانی بالای آلل جهش‌یافته در جایگاه ژن میوستاتین این نژاد مشاهده شد. به طوری که تقریباً نیمی از نمونه‌ها حامل آلل جهش‌یافته بودند. در این مطالعه با استفاده از نور ماورای بنفش و سی‌تی‌اسکن اجزاء لاشه تفکیک و طبقه‌بندی شدند و ارتباط معنی‌داری بین وجود این آلل و صفات لاشه و وزن بدن مشاهده شد (Masri و همکاران، ۲۰۱۱). با استفاده از تکنیک PCR - $SSCP$ آلل جهش‌یافته این ژن در نژادهای اروپایی مانند لینکلن، سافوک، دورست هورن و رامنی به فراوانی مشاهده می‌شود و ارتباط معنی‌داری با صفات رشد

تقدیر و تشکر

از مسئولین و کارکنان محترم ایستگاه پرورش و اصلاح نژاد گوسفند کردی خراسان شمالی واقع در شهرستان شیروان به‌خصوص آقای مهندس حمید کاظمیان مدیر ایستگاه به دلیل همکاری در جمع‌آوری نمونه‌ها صمیمانه قدردانی می‌نمایم.

مشاهده‌شده در صفات مورد مطالعه به‌ویژه صفات لاشه اندازه‌گیری شده با اولتراسوند، زمینه لازم برای اصلاح این صفات از طریق انتخاب وجود خواهد داشت.

منابع

- Ansary, M., Tahmoorespur, M., Nassiry, M.R., Taheri, A. and Vafayevaleh, M. 2011. Polymorphism in Intron-1 of myostatin gene and its association with estimated breeding values of growth traits in Baluchi sheep (*Ovis aries*). *Indian Journal of Animal Science*, 81(8): 75-100.
- Askari, N., Baghizadeh, A. and Mohammadabadi, M.R. 2008. Analysis of the genetic structure of Iranian indigenous Raeni Cashmere goat populations using microsatellite markers. *Biotechnology*, 2(3): 1-4.
- Clop, A., Marcq, F., Takeda, H., Pirottin, D., Tordoir, X., Bibe, B., Bouix, J., Caiment, F., Elsen, J.M., Eyche, F., Larzul, C., Laville, E., Meish, F., Milenkovic, D., Tobin, J., Charlier, C. and Georges, M. 2006. A mutation creating a potential illegitimate microRNA target site in the myostatin gene affects muscularity in sheep. *Nature Genetic*, 38(7): 813-818.
- Dehnavi, A., Ahani Azeri, M., Hassani, S., Nasiri, M.R., Mohajer, M. and Khan Ahmadi, A.R. 2004. Investigation of myostatin gene polymorphism (GDF-8) in Zell sheep using the method. PCR-RFLP 4th Congress of Animal Sciences, September 20-29, Agricultural Campus, University of Tehran, Karaj. (In Persian).
- Hadjipavlou, G., Matika, O., Clop, A. and Bishop, S.C. 2008. Two single nucleotide polymorphisms in the myostatin (GDF8) gene have significant association with muscle depth of commercial Charollais sheep. *Animal Genetics*, 39(4): 346-353.
- Han, J., Zhou, H., Forres, R., Sedcole, J., Frampton, C. and Hickford, J. 2010. Effect of myostatin (MSTN) g+ 6223G> A on production and carcass traits in New Zealand Romney Sheep. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(7):863-866.
- Hosseini Vardanjani, S.M., Miraei Ashtiani, S.R., Pakdel, A. and Moradi Shahrehabak, H. 2014. Accuracy of real-time ultrasonography in assessing carcass traits in Torki-Ghashghaii sheep. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16(4): 791-800.
- Jahnson, P.L., McEwan, J.C., Dodds, K.G., Purchas, R.W. and Blari, H.T. 2005. A directed search in the region of GDF8 for quantitative trait loci affecting carcass trait in Texel sheep. *Journal of Animal Science*, 83(9):1988-2000.
- Julianna, K. and Gocza, E. 2002. The role of the myostatin protein in meat quality. *Archiv Tierzucht*, 45:159-170.
- Khorramtaei, R., Nezam Abadi, M., Herki Nejad, T., Eskandari Nasab, M., Shahir, M.H. and Salimi, D. 2012. Evaluation of the relationship between direct measurement and ultrasound of muscle and back fat to estimate livestock carcass traits in Afshari sheep. *Journal of Animal Science Research*, 22(2):161-171. (In Persian).
- Kiyanzad, M.R. 2004. Predicting carcass physical and chemical composition of Moghani and Makui sheep in breeding flocks. (Body measurements and carcass characteristics). *Pajouhesh Va Sazandgi*, 64: 2-11. (In Persian).
- Leeds, T., Mousel, M., Notter, D., Zerby, H., Moffet, C. and Lewis, G. 2008. B-mode, real-time ultrasound for estimating carcass measures in live sheep: Accuracy of ultrasound measures

- and their relationships with carcass yield and value. *Journal of Animal Science*, 86(11): 3203-3214.
- Masri, A.Y., Lambe, N.R., Macfarlane, J.M., Brotherstone, S., Haresign, W. and Bünger, L. 2011. Evaluating the effects of a single copy of a mutation in the myostatin gene (c.*1232 G>A) on carcass traits in crossbred lambs. *Meat Science*, 87(4):412-418.
- Masoudi, A., Imrani, J., Abbasi, A., Nejati Jorami, A., Konida, T., Farhang, K.h., Ismail Khanian, S. and Ziaee, F. 2005. Evaluation of myostatin gene polymorphism and its relationship with growth traits in Baluchi sheep by PCR-SSCP method, 4th Iranian National Biotechnology Conference, Kerman. (In Persian).
- Masumi, N., Akihiro, Y., Shinichirou, N., Tsutomu, N., Takashi, Y., Mitsuo, I., Keiji, M., Hideyo, O. and Sumihare, N. 2002. A missense mutant myostatin causes hyperplasia without hypertrophy in the mouse muscle. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 293(1): 247-251.
- Maxa, J., Norberg, E., Berg, P. and Milerski, M. 2007. Genetic parameters for body weight, longissimus muscle depth and fat depth for Suffolk sheep in the Czech Republic. *Small Ruminant Research*, 72(2-3): 87-91.
- Mohammadabadi, M.R. 2017. Inter-simple sequence repeat loci associations with predicted breeding values of body weight in Kermani sheep. *Genetics 3rd Millennium*, 14(4): 4383-4390.
- Mohammadifar, A., Faghih Imani, S.A., Mohammadabadi, M.R. and Soflaei, M. 2014. The effect of TGFb3 gene on phenotypic and breeding values of body weight traits in Fars native fowls. *Agricultural Biotechnology Journal*, 5(4): 125-136. (In Persian).
- Mohammadifar, A. and Mohammadabadi, M. 2018. Melanocortin-3 receptor (MC3R) gene association with growth and egg production traits in Fars indigenous chicken. *Malaysian Applied Biology*, 47(3): 85-90.
- Mohammadifar, A. and Mohammadabadi, M.R. 2011. Application of microsatellite markers for a study of Kermani sheep genome. *Iranian Journal of Animal Science (IJAS)*, 42(4): 337-344. (In Persian).
- Mohammadi, A., Hassani, S., Zerehdaran, S., Bagheri, M. and Mirshahi, A. 2018. Genetic evaluation of some carcass characteristics assessed by *in vivo* real time ultrasonography in Baluchi sheep. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 3(8): 457-468.
- Mokhaber, M., Moradi Shahrabak, H. and Khalat Abadi Farahani, A.M. 2013. Application of principal component analysis method to predict tail weight and carcass weight in Makui lambs. *Iranian Journal of Animal Sciences*, 44(4): 354-347. (In Persian).
- Moradi Shahrabak, H. 2009. Association of polypathin, myostatin, leptin and potassium genes with important economic traits, blood metabolites and carcass traits in Makui and Zel sheep. PhD Thesis, Faculty of Agricultural Sciences, University of Tehran. (In Persian).
- Moradi Shahr Babak, H., Moradi Shahr Babak, M., Rahimi, Q. and Nik Khah, A. 2004. Estimation of variance-covariance components and genetic and environmental parameters of growth traits in Kerman sheep. *Proceedings of the First Congress of Animal and Aquatic Sciences of the country*. Faculty of Agriculture, University of Tehran, 797-795. (In Persian).
- Najafi, M. and Rahimi, G.h. 2010. Cloning, sequencing and comparative analysis of gene structure in promoter site of alpha-s1casein gene in Naeinian goat and sheep breed (thesis), Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran, P 150. (In Persian).
- Rychlik, W. 2007. OLIGO 7 primer analysis software. *PCR primer design*, 35-59.
- Sahin, E., Yardimci, M., Cetingul, I., Bayram, I. and Sengor, E. 2008. The use of ultrasound to predict the carcass composition of live Akkaraman lambs. *Meat Science*, 79(4): 716-721.
- Salimi, D., Eskandari Nasab, M.P. And Herki Nezhad, D. 2012. The effect of time delay from weaning on compensatory growth of Merino × Afshari lambs. *The First National Congress of New Agricultural Sciences and Technologies*. University of Zanjan. (In Persian).
- Sanjari, A., Zia al-Dini, M., Asadi Fawzi, M. and Ismailizadeh Kashkuyeh, A. 2017. Myostatin gene polymorphism and its relationship with growth traits in Fluffy goats. *Livestock Products*, 20(3):365-373. (In Persian).

- Sufi, B., Shojaeian, K., Mohammadabadi, M., Baghizadeh, A. and Frosti, S. 2009. Myostatin gene polymorphism in Squirrel sheep using PCR-RFLF marker, *Journal of Animal Science Research*, 9(1): 89-81. (In Persian).
- Theriault, M., Pomar, C. and Castonguay, F. 2009. Accuracy of real-time ultrasound measurements of total tissue, fat, and muscle depths at different measuring sites in lamb. *Journal of Animal Science*, 87(5):1801-1813.
- Vatankhah, M., Moradi-Shahrbabak, M., Nejatijavaremi, A., Miraei-Ashtiani, S.R. and Vaez Torshizi, R. 2004. The relationships between body and fat-tail measurements with weights of live, hot carcass and hot carcass without fat-tail in Lori-Bakhtiari sheep. *Animal Science Journal (Pajouhesh and Sazandgi)*, 64, 66-74. (In Persian).
- Wiener, P., Woolliams, J., Frank-Lawale, A., Ryan, M., Richardson, R., Nute, G., Wood, J., Homer, D. and Williams, J. 2009. The effects of a mutation in the myostatin gene on meat and carcass quality. *Meat Science*, 83(1):127-134.

