DOI:10.22092/VJ.2020.351165.1741
شماره ۱۳۳ زمستان ۱۴۰۰
تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک

مطالعه چندشکلی در ژن دی آسیل گلیسرول آسیل ترانسفراز (*DGAT1*) شترهای تک‌کوهانه خوزستان

• **اقبال یاوری**
گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
• **جمال فیاضی**
گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
• **محمود نظری (نویسنده مسئول)**
گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
• **خلیل میرزاده**
گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹-۰۴-۲۵ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹-۰۶-۱۰
Email: m.nazari@Asnrukh.ac.ir

چکیده

ژن *DGAT1* با کدکردن آنزیم دی آسیل گلیسرول آسیل ترانسفراز (*DGAT1*) نقش اصلی را در ساخت تری‌گلیسیرید و چربی شیر دارد. تحقیقات اخیر نشان داده که چندشکلی در ژن *DGAT1* بر صفت تولید شیر موثر است. لذا هدف از این تحقیق بررسی چندشکلی اگزون ۱۴ ژن *DGAT1* در شترهای تک‌کوهانه خوزستان با استفاده از روش چندشکلی شکل فضایی رشته‌های منفرد (SSCP) بود. برای انجام این آزمایش از ۸۰ نفر شتر تک‌کوهانه خونگیری به عمل آمد. پس از استخراج DNA، یک قطعه ۳۱۰ جفت بازی از اگزون ۱۴ ژن *DGAT1* با استفاده از واکنش زنجیره پلی مراز (PCR) تکثیر گردید. در این مطالعه ۶ الگوی باندی متفاوت به عنوان شش ژنوتیپ متفاوت شامل AA، AB، BB، CC، DD و EE به ترتیب با فراوانی‌های ۴۵ ، ۳۳/۷۵ ، ۵، ۳/۷۵ ، ۲/۵ و ۱۰ درصد و پنج نوع آلل A، B، C، D و E به ترتیب با فراوانی‌های ۰/۶۱۹، ۰/۲۱۹، ۰/۰۳۸، ۰/۰۲۵، ۰/۱ شناسایی گردید. بعلاوه، آزمون کای‌مربع نشان داد که جمعیت در این جایگاه در تعادل هاردی-وینبرگ قرار ندارد. تعداد آلل موثر، شاخص شانون، هتروزیگوسیتی موردانتظار و مشاهده شده برای این جایگاه به ترتیب ۲/۲۵۹، ۱/۰۷، ۰/۵۵۷ و ۰/۳۳۸ محاسبه گردید. این نتایج نشان دهنده‌ی وجود چندشکلی است اما نشان می‌داد که میزان هتروزیگوسیتی در جمعیت مورد مطالعه کم است. پیشنهاد می‌گردد با تدوین برنامه‌های اصلاح نژادی مناسب تنوع موجود در جمعیت شتر تک‌کوهانه خوزستان افزایش داده شود.

کلمات کلیدی: چند شکلی، SSCP، *DGAT1*، شتر تک‌کوهانه

Veterinary Researches & Biological Products No 133 pp: 25-31

Study of polymorphism in exon 14 of Diacylglycerol O-Acyltransferase 1 (DGAT1) Gene in Dromedary Camel of Khuzestan

By: Yavari, E., Animal genetic and Breeding, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural science and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran. Fayazi, J., Department of Animal Science, Faculty of Animal science and Food Technology, Agricultural Science and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran. Nazari, M., (Corresponding Author) Department of Animal Science, Faculty of Animal science and Food Technology, Agricultural Science and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran. and Mirzadeh, Kh., Department of Animal Science, Faculty of Animal science and Food Technology, Agricultural Science and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran.

Received: 2020-07-15 Accepted: 2020-08-31

Email: m.nazari@Asnrukh.ac.ir

The Diacylglycerol O-Acyltransferase 1 (*DGAT1*) gene plays a key role in the production of triglycerides and milk fat by encoding the enzyme *DGAT1*. Recent research has shown that polymorphisms in the *DGAT1* gene affect milk production. Therefore, the aim of this study was to investigate polymorphism in exon 14 region of *DGAT1* gene in Khuzestan dromedary camels (Camelus dromedarius) using PCR-SSCP method. To perform this experiment, blood samples were collected from 80 dromedary camels in Khuzestan province. After DNA extraction, a 310-bp fragment of exon 14 region of *DGAT1* gene was amplified using polymerase chain reaction (PCR). Six different SSCP patterns, including six different genotypes of AA (45%), AB (33.75%), BB (5%), CC (3.75%) , DD (2.5%) and EE (10%) and five alleles including A (0.619), B (0.219), C (0.038), D (0.025) and E (0.1) were identified. Moreover, the chi-square ($\chi 2$) test showed that the population was not in Hardy-Weinberg equilibrium. The number of effective alleles, Shannon index, expected and observed heterozygosity for this site was calculated 2.259, 1.07, 0.557 and 0.338, respectively. The results indicated polymorphism and low heterozygosity in the population under study. It is suggested to increase the diversity in the dromedary camel population of Khuzestan by developing appropriate breeding programs.

Key words: *Polymorphism, DGAT1, SSCP, Dromedary Camel*

مقدمه

در ایران از قدیم‌الایام یکی از معمول‌ترین و پررونق‌ترین رشته‌های دامپروری کشور، پرورش و نگهداری شتر بوده است. این حیوان به منظورهای مختلفی ازجمله حمل و نقل، کارهای نظامی و استفاده از پشم، کرک، شیر و گوشت پرورش داده می‌شود. اگرچه در شرایط اقتصادی فعلی و توسعه وسایل حمل‌ونقل ماشینی این حیوان دیگر قادر به اجرای بسیاری از نقش‌های قبلی خود در جامعه متحول و در حال پیشرفت نمی‌باشد، ولی باید توجه داشت که نقش اقتصادی آن نه‌تنها کاهش نیافته بلکه روز به‌روز نیاز به محصولات آن بیشتر و ارزش اقتصادی آن افزایش می‌یابد. شتر در ایران بیشتر از نوع تک‌کوهانه (Camel dromedaries) است و به تعداد خیلی کم شترهای دوکوهانه (Camel bactrianus) در استان اردبیل وجود دارد. بر اساس اطلاعات موجود به دلیل عدم توجه به این دام، تعداد آن‌ها در حال کاهش است. لذا در واقع یک جمعیت در معرض انقراض به‌حساب می‌آید (۱۵). شتر یک‌کوهانه به علت مقاومت بالا در برابر استرس گرمایی جایگاه ویژه‌ای در میان دام‌های اهلی دارد و به سبب تأمین گوشت، شیر و حمل انسان و بار اهمیت اقتصادی ویژه‌ای در مناطق گرم و خشک کشور دارد (۱۷).

دی آسیل گلیسرول آسیل ترانسفراز (DGAT1) یک آنزیم میکروزومی است که نقش مهمی در متابولیسم گلیسرو لیپید دارد. این ژن نقش کلیدی در کنترل سنتز تري‌گلیسرید در سلول‌های چربی دارد. این آنزیم مرحله نهایی سنتز تری‌گلیسیریدها، یعنی تبدیل دی آسیل گلیسرول (DAG) به تری آسیل گلیسرول (TAG)، را کاتالیز می‌نماید. ژن *DGAT1* با کد کردن آنزیم دي آسیل گلیسرول آسیل ترانسفراز DGAT نقش اصلي را در سنتزتری گلیسرید و چربي شیر دارد (۳). ژن *DGAT1* شتر تک کوهانه بر روی کروموزوم ۲۵ قرار دارد و دارای ۱۶ اگزون می‌باشد. بخش کدکننده این ژن دارای ۱۲۶۵ جفت نوکلئوتید بوده و یک پروتئین ۴۲۱ اسیدآمینه‌ای را کد می‌کند.

عدم کارایی آنزیم‌های DGAT1 روی رشد و توسعه بافت‌ها و مقدار چربی شیر و کیفیت گوشت اثر منفی دارد. کمبود این آنزیم در شیر سبب کاهش چربی شیر و در گوشت سبب کاهش لطافت آن می‌شود (۵). به طورکلی جمعیت شترهای یک کوهانه کشور به عنوان یکی از نژادهای با ارزش دامی در دهه‌های اخیر به شدت کاهش‌یافته و از طرف دیگر شیر شتر خاصیت‌های فراوان دیگری دارد ولی متأسفانه هنوز جایی در

سفره غذایی ما پیدا نکرده است. از آنجایی‌که ژن *DGAT1* بر روی چربی شیر مؤثر است لذا بررسی جایگاه کنترل‌کننده آن می‌تواند حائز اهمیت باشد. همچنین اندازه‌گیری تنوع ژنتیکی جمعیت دامی، اطلاعاتی را در مورد خصوصیات نژادی ارائه می‌دهند که می‌تواند در اجرا و مدیریت برنامه حفظ نژادهای بومی کمک نماید. چندین گزارش تنوع ژنتیکی را در شتر تک و دو کوهانه ایران مورد بررسی قرار داده‌اند (۲، ۱۵ و ۱۶). همچنین چندشکلی در اگزون‌های مختلف ژن *DGAT1* به فراوانی در گاو (۱۰ و ۸)، گوسفند (۱، ۲۰ و ۲۲)، بز (۱۸) و گاومیش (۱۳ ، ۲۱ و ۱۹) گزارش شده است. بعلاوه محققین ایران چندشکلی ژن *DGAT1* در گاو (۹ و ۱۴)، بز (۳)، گوسفند (۱، ۶ و ۱۲) و گاومیش (۱۱) را مورد بررسی قرار دادند اما تاکنون اطلاعاتی در مورد چندشکلی ژن *DGAT1* در شتر ارائه نشده است. لذا در این مطالعه چندشکلی اگزون ۱۴ ژن *DGAT1* در جمعیت شترهای تک‌کوهانه خوزستان با استفاده از تکنیک PCR-SSCP مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش کار

جهت انجام این پژوهش خونگیری از ۸۰ نفر شتر از ورید وداج و دم جمعیت شترهای تک‌کوهانه خوزستان (از شهرهای شوش و هویزه) با استفاده از سرنگ و لوله‌های خلأ حاوی ماده ضدانعقاد EDTA صورت گرفت. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان استخراج در فریزر نگهداری شدند. استخراج DNA با استفاده از روش استخراج نمکی انجام گرفت. جهت تعیین کیفیت DNA استخراج شده از دستگاه نانودراپ ساخت کشور آمریکا مدل ۲۰۰۰، استفاده شد. برای تعیین کیفیت DNA استخراج‌شده از ژل آگارز ۱٪ استفاده گردید.

پس از استخراج DNA، به‌منظور تکثیر قطعه ۳۱۰ جفت بازی از روی توالی ژن *DGAT1* ثبت شده در سایت NCBI با کد دسترسی XM_۰۱۰۹۹۸۷۶۰.۱ ، یک جفت آغازگر رو به جلو و برگشتی با استفاده از برنامه وکتور NTI طراحی گردید. طول آغازگر رو به جلو و برگشتی به ترتیب ۲۳ و ۲۱ نوکلئوتید طراحی شد (جدول ۱). برنامه حرارتی اجرا شده جهت انجام واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) در جدول ۲ ارائه شده است.

برای تشخیص چندشکلی از تکنیک SSCP استفاده گردید. جهت انجام تکنیک SSCP، مقدار ۵ میکرولیتر از محصولات تکثیرشده با ۵ میکرولیتر بافر بارگذاري SSCP شامل ۰/۹۸ درصد فرمامید، ۰/۰۲۵ درصد زایلن سیانول، ۰/۰۲۵ درصد بروموفنل بلو و ۱۰ mM از EDTA مخلوط شد. بعد از اضافه کردن DNA، میکروتیوب‌ها براي مدت ۱۰ دقیقه در دماي ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس، بلافاصله پس از خارج کردن، میکروتیوب‌ها روي یخ قرار گرفتند. بعد از گذشت ۵ دقیقه ۱۰ میکرولیتر از مخلوط محصولات PCR همراه با بافر بارگذاري SSCP با استفاده از سیستم الکتروفورز عمودي با ولتاژ ۱۶۰ به مدت ۱۲ ساعت روي ژل آکریل آمید ۸ درصد الکتروفورز شد.

جدول ۱- توالي و خصوصیات پرایمر مورد استفاده در این مطالعه.

اندازه محصول (جفت باز)	دمای اتصال (سانتیگراد)	توالی پرایمر۳ ۵
۳۱۰	۵۷	F: 5'-TGTGTCCCCAGATCCCGCTA -3' F: 5'-ACCTTCGGACCCTTGGGCR-3'

جدول ۲- برنامه حرارتی واکنش زنجیره‌ای پلیمراز.

سیکل مراحل PCR	درجه حرارت	زمان
واسرشته سازی اولیه	۹۵	۳ دقیقه
واسرشته سازی	۹۵	۳۰ ثانیه
اتصال آغازگر	۵۷	۳۰ ثانیه
بسط	۷۲	۴۵ ثانیه
بسط نهایی	۷۲	۱۰دقیقه

برای تهیه ژل پلی اکریل آمید ۸ درصد ۱۸ سی‌سی آب دو بار تقطیر را در داخل بشر ریخته سپس ۶ سی‌سی از محلول اکریل‌آمید به آن اضافه کرده و بلافاصله ۶ سی‌سی (۵X)TBE به آن اضافه کردیم، ۳۰۰ میکرولیتر از محلول آمونیوم پرسولفات نیز به آن اضافه شد و در مرحله آخر مقدار ۵۰ میکرولیتر TEMED را به محلول اضافه کردیم. براي مشاهده ژنوتیپ‌ها از رنگ‌آمیزي نیترات نقره استفاده شد (۱۶).

پس از تعیین ژنوتیپ تمام نمونه‌ها، کلیه داده‌ها توسط برنامه Excel مرتب شد و سپس وارد نرم‌افزار GENALEX ۶٫۳ گردید و فراوانی آللی، ژنوتیپی و وجود تعادل هاردی وینبرگ مورد بررسی قرار گرفت.

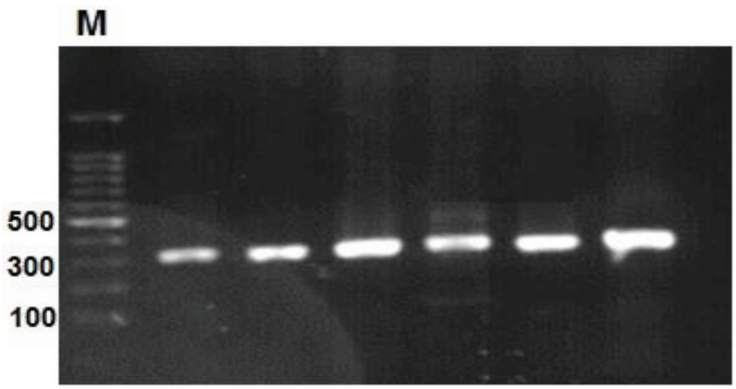
نتایج

پس از انجام واکنش زنجیره‌ای پلیمراز، محصولات PCR با استفاده از الکتروفورز با ژل آگارز (۲٪) مورد بررسی قرار گرفتند. مشاهده تک باند در محدوده‌ی ۳۱۰ جفت نوکلئوتید در مورد همه نمونه‌ها، بیانگر صحت انجام آزمایش و تکثیر قطعه‌ی موردنظر می‌باشد (شکل ۱).

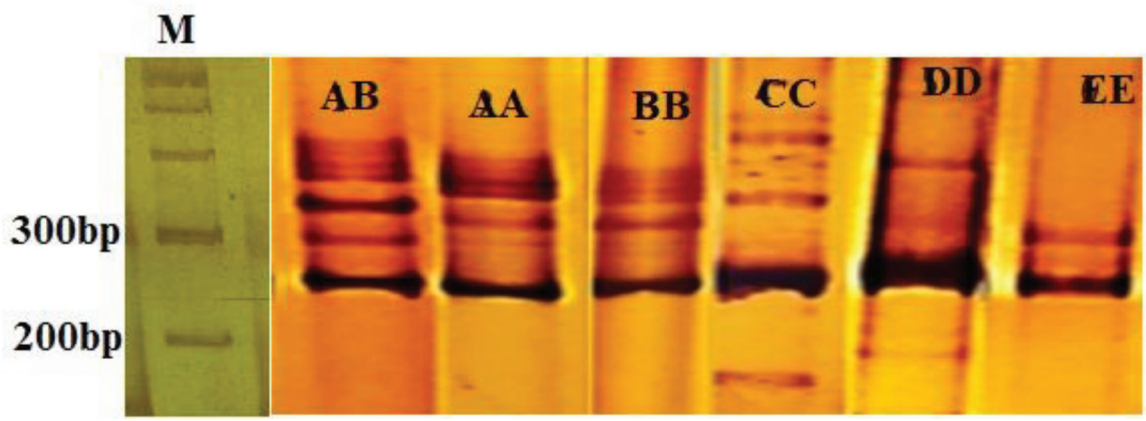
در این پژوهش با استفاده از تک‌رشته‌ای کردن ژن *DGAT1* شش الگوی باندی در شترهای تک کوهانه مشاهده گردید (شکل ۲). تعداد مشاهده شده و مورد انتظار هر ژنوتیپ و فراوانی‌های ژنوتیپی و آللی در اگزون ۱۴ ژن *DGAT1* در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است چندشکلی در این جمعیت به‌صورت پنج نوع آلل و شش نوع ژنوتیپ مشاهده گردید.

در این بررسی الگو ژنوتیپی شماره یک بیشترین تعداد و فراوانی ژنوتیپی و الگوی ژنوتیپی ۵ کمترین تعداد و فراوانی را دارد.

نتایج آزمون مربع کای (جدول ۳) نشان داد که جایگاه مورد بررسی از



شکل ۱- الکتروفورز محصول واکنش زنجیره‌اي پلیمراز اگزون ۱۴ ژن *DGAT1* بر روی ژل آگارز ۲ درصد. M: مارکر ۱۰۰bp.



شکل ۲- ۶ الگوی باندی مشاهده شده از SSCP محصولات PCR اگزون ۱۴ ژن *DGAT1*. M : مارکر ۱۰۰bp.

تعادل هاردی-وینبرگ خارج شده و کای مربع بسیار معنی‌دار بود (۰/۰۰۱ > P).

میزان هتروزیگوسیتی مشاهده شده و مورد انتظار، تعداد نمونه، تعداد آلل واقعی و اندازه آلل موثر در اگزون ۱۴ ژن *DGAT1* جمعیت شترهای تک کوهانه استان خوزستان در جدول ۴ ارائه گردیده است.

بحث

نتایج آزمون مربع کای (جدول ۳) نشان داد که جمعیت شترهای تک کوهانه خوزستان دارای تعادل هاردی وینبرگ نیست. مهم‌ترین عوامل عدم برقراری تعادل هاردی وینبرگ در جایگاه مورد مطالعه را می‌توان بدلیل وجود عوامل برهم زننده تعادل نظیر انتخاب، مهاجرت و آمیزش‌های غیرتصادفی برشمرد.

یکی از معیارهایی که برای تعیین میزان چندشکلی جایگاه‌ها استفاده می‌شود اندازه آلل موثر (Ne) و تعداد آلل مشاهده شده (Na) است. اندازه آلل موثر عکس هموزایگوسیتی مورد انتظار می‌باشد. این معیار در شرایطی که همه آلل‌ها دارای فراوانی یکسانی بوده و تحت تأثیر آلل‌های نادر قرار نگیرند بیانگر تعداد آلل‌هایی است که هتروزیگوسیتی یکسان، ایجاد می‌نماید. تعداد آلل مؤثر تنها زمانی با تعداد آلل مشاهده شده (Na) برابر خواهد بود که همه آلل‌ها فراوانی مشابهی داشته باشند ولی در اکثر موارد تعداد آلل مؤثر (Ne) کمتر از تعداد آلل مشاهده شده (Na) است (۷). همانطور که در جدول ۴ ارائه شده است اندازه آلل موثر در اگزون ۱۴ ژن *DGAT1* برابر با ۲/۲۵۹ بود. اندازه آلل موثر از تعداد آلل مشاهده شده کمتر است. در جایگاهی که تفاوت بین دو عامل زیاد باشد دلیل بر وجود فراوانی بالا در آن جایگاه است. این عدد نشان می‌دهد که میزان تنوع کم است. بیشترین تعداد آلل موثر (۴ آلل) هنگامی ایجاد می‌شود که فراوانی هیچ آللی بیشتر از ۰/۵ نباشد.

تنوع درون جمعیتی با تعیین شاخص‌هایی همچون هتروزیگوسیتی مشاهده شده (Ho)، هتروزیگوسیتی مورد انتظار (He)، شاخص شانون (I) مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۴). همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است میزان هتروزیگوسیتی مشاهده‌شده ژن *DGAT1* در شترهای تک‌کوهانه نسبتاً پایین می‌باشد (۰/۳۳۸) به این‌ترتیب می‌توان نتیجه گرفت میزان تنوع این جایگاه در این جمعیت پایین است. دلیل اهمیت هتروزیگوت‌ها ایجاد طیف وسیعی از ژنوتیپ‌ها در جمعیت می‌باشد و وجود هتروزیگوسیتی پایین نشان‌دهنده کم شدن شانس زندگی هتروزیگوت ها می‌باشد.

شاخص شانون برای این جایگاه ۱/۰۷ می‌باشد (جدول ۴) که تنوع کم این جایگاه در جمعیت شترهای خوزستان را تایید می‌کند. جمعیت شترهای خوزستان به صورت یک جمعیت بسته است. منظور از جمعیت بسته، جمعیتی است که در آن تمام حیوانات نر و ماده در طی نسل‌های مختلف در خود جمعیت ایجادشده و هیچ‌گونه حیوانی از خارج وارد جمعیت

جدول ۳- فراوانی ژنوتیپی و آللی ژن *DGAT1* در جمعیت شترهای تک کوهانه خوزستان.

ژنوتیپ	تعداد مشاهدات	درصد فراوانی ژنوتیپی	درصد فراوانی آللی					مربع کای
			A	B	C	D	E	
AA	۳۶	۴۵	۰/۶۱۹	۰/۲۱۹	۰/۰۳۸	۰/۰۲۵	۰/۱	۲۴۰/۱۵
AB	۲۷	۳۳/۷۵						
BB	۴	۵						
CC	۳	۳/۷۵						
DD	۲	۲/۵						
EE	۸	۱۰						
کل	۸۰	۱۰۰						

جدول ۴- پارامترهای آماری برآورد شده برای تنوع ژنتیکی اگزون ۱۴ ژن *DGAT1* شترهای تک کوهانه خوزستان.

جایگاه ژنی	هتروزیگوسیتی مشاهده‌شده	هتروزیگوسیتی مورد انتظار	شاخص شانون (I)	تعداد الل موثر (Ne)	تعداد آلل واقعی (Na)
DGAT1	۰/۳۳۸	۰/۵۵۷	۱/۰۷	۲/۲۵۹	۵

نشده است. در صورتی‌که تعداد افراد در این جمعیت‌های بسته نسبتاً کم باشد احتمال جفت‌گیری بین افراد خویشاوند نسبتاً زیاد بوده و در نتیجه این جفت‌گیری‌ها، متوسط ضریب هم‌خونی یا خلوص در جمعیت بالا خواهد رفت. در نتیجه هتروزیگوسیتی کاهش پیدا خواهد کرد.

نتایج نشان می‌دهد که درصد حیوانات هتروزیگوت مشاهده‌شده کمتر از حیوانات هموزیگوت مشاهده‌شده است. این موضوع را می‌توان به علت کوچک بودن جمعیت مؤثر دانست که سبب افزایش هم‌خونی می‌گردد. کوچک بودن جمعیت و بسته بودن آن منجر به کاهش تلاقی غیر خویشاوندی در جمعیت و در نهایت افزایش هم‌خونی می‌گردد.

در رابطه با چندشکلی ژن *DGAT1* در شتر در هیچ گزارشی ارائه نشده است اما در دام‌های دیگر ارائه شده است. نتایج این مطالعه با نتایج دیگر محققین که چندشکل بودن ژن *DGAT1* در دام‌های مختلف مانند گاو (۹، ۱۲، ۸ و ۱۰)، گوسفند (۲۰، ۶، ۱، ۱۲ و ۲۲)، بز (۳ و ۱۸) و گاومیش (۱۳، ۱۱ ، ۱۹ و ۲۱) را گزارش کرده‌اند مطابقت دارد. روش‌های بررسی چندشکلی در آزمایشات مختلف متفاوت بوده است بعضی گزارشات از تکنیک RFLP استفاده نمودند (۹، ۱۴، ۱۲) و برخی از تکنیک SSCP استفاده کردند (۳). به همین دلیل تعداد باندهای مورد مشاهده متفاوت است. همچنین اگزون‌های متفاوتی در تحقیقات مختلف در نظر گرفته شده است. در یک گزارش چندشکلی اگزون ۱۷ ژن *DGAT1* را در بز با استفاده از تکنیک SSCP مورد بررسی قرار دادند و ۴ الگوی باندی را گزارش نمودند (۳). همچنین در تحقیقی با استفاده از تکنیک SSCP چندشکلی اگزون ۷ تا ۹ ژن *DGAT1* گاومیش را مورد بررسی قرار دادند و ۳ الگوی باندی گزارش نمودند (۱۳).

Sardari و همکاران (۱۳۹۰) تنوع ژنتیکی شتر تک کوهانه را در شهرهای مختلف استان خوزستان با استفاده از نشانگر ریزماهواره بررسی نمودند. در تحقیق مذکور محققین نشان دادند که تنوع در تمامی جایگاه‌ها وجود دارد و متوسط هتروزیگوسیتی در سال ۱۳۹۰ حدود ۰/۶۲ برآورد گردید (۱۶). در حالی که متوسط هتروزیگوسیتی در این تحقیق حدود ۰/۳۸ برآورد گردیده است. کمتر تخمین زده شدن میزان هتروزیگوسیتی نسبت به قبل تا حدودی می‌تواند مربوط به تعداد نمونه‌ها باشد. تعداد نمونه‌ها در تحقیق Sardari و همکاران (۱۳۹۰) ۱۵۰ نفر بوده و در این تحقیق ۸۰ نفر بوده است. اما به نظر می‌رسد در طی سالیان گذشته به مرور زمان تنوع شتر تک کوهانه خوزستان کمتر شده است.

نتیجه‌گیری کلی

این گزارش اولین تحقیقی است که چندشکلی را در شتر مورد بررسی قرار می‌دهد. الگوی الکتروفورزی حاصل از تک‌رشته‌ای کردن محصولات پی سی آر قطعه ۳۱۰ جفت بازی اگزون ۱۴ ژن *DGAT1* در شترهای تک کوهانه خوزستان ۶ الگوی باندی را ارائه داد. ارزیابی و مقایسه بین داده‌ها نشان داد که در جمعیت هموزیگوسیتی بیشتر از هتروزیگوسیتی وجود دارد و تعادل هاردی -واینبرگ نیز در جمعیت برقرار نمی‌باشد. در طی سالیان گذشته به دلیل جفت‌گیری‌های درون گروهی هم‌خونی در گله افزایش یافته و سبب کاهش تنوع ژنتیکی گردیده است. بنابراین پیشنهاد می‌گردد با تدوین برنامه‌های اصلاح‌نژادی مناسب تنوع موجود در این جمعیت افزایش داده شود.

تشکر و قدردانی

از کلیه‌ی مسئولین پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل تامین بودجه این پژوهش صمیمانه تشکر به عمل می‌آید.

منابع مورد استفاده

1. Al-Mutar, H. and L. Younis. 2020. Effect of Point Mutation in the Growth Differentiation Factor 9 Gene of Oocytes on the Sterility and Fertility of Awassi Sheep. *Archives of Razi Institute*. 75: 101-108.

2.Azghandi, M. and M. Tahmorespoor. 2014. Genetic and phylogenetic analysis of D-loop region in Bactrianus and dromedaries camels in Iran. *Journal of Ruminant Research* 3 (2): 93-108. (In Farsi)

3.Azizi, Z., Moradi Shahrebabak, H., Moradi Shahrebabak, M. and A. Zali. 2014. Polymorphisms in Exon 17 of DGAT1 Gene and Its Association with Milk Production Traits in Mahabadi Goat Breed Using PCR-SSCP. *Research on Animal Production* 5 (9): 108-117. (In Farsi)

4.Bassam, B.J., Anolles, G.C. and P.M. Gresshoff. 1991. Fast and sensitive silver staining of DNA in polyacrylamide gels. *Analytical Biochemistry* 196: 80-83.

5.Chen, H.C., Smith, S.J., Tow, B., Elais, P.M. and R. Farese. 2002. Modulates the Leptin effects of acyl CoA: diacylcerol acyltransferase deficiency on murine fur and sebaceous glands. *Journal Clinical Investigation* 109: 175-268.

6.Fooladvand, S., Yari, R., and S. Nanekarani. 2014. Study of DGAT-1 gene polymorphism in Mehraban-sheep by PCR-RFLP technique. *New Cellular and Molecular of Biotechnology Journal* 4 (16): 29-35. (In farsi).

7.Frankham, R., Ballou, J.D., and Brisco, D.A., 2002. Introduction to conservation Genetics. First published Cambrige Unipress.

8.Joanna Nowacka, W.A. and T. Marek switonski. 2008. An effect of the DGAT1 gene polymorphism on breeding value of Polish Holstein-Friesian sires. *Animal Science. Papers and Reports* 1: 17-23.

9.Kharati Kopaei, H., Mohammadabadi, M., Ansari Mahyari, S., Esmaeilizadeh Kashoyeh, A., Torang, A. M. Nikbakhti. 2011. Study of polymorphism of DGAT1 gene and its association with milk production in Iranian Holstein cow's population. Journal of Iran *Animal Science Researches* 3: 185-192. (In Farsi)

10.Mao, Y., Chen, R., Chang, L., Chen, Y. and D. Ji. 2012. Effects of SCD1-and DGAT1-genes on production traits of Chinese Holstein cows located in the Delta Region of Yangtze River. *Livestock Science* 145: 280-286.

11.Naserkheil, M. Miraie-Ashtiani, R. Sadeghi, M. Nejati-Javare-

mi A. and Lee D. 2016. Investigation of polymorphism of DGAT1 gene in Iranian buffaloes. *Iranian Journal of Animal Science* 47 (2): 175-183. (In Farsi)

12.Rahmani, Z., Hassani, S., Zerehdaran, S., Zakizade, S. and A. Khan Ahmadi. 2016. Studying polymorphism in exon 17 of the DGAT1 gene and its association with milk fat percentage in the Kurdi sheep breed of Shirvan. *Journal of Agricultural Biotechnology* 8 (4): 56-68. (In Farsi)

13.Raut, A.A., Kumar, A., Kala, S.N., Chhokar, V. and N. Rana. 2012. Identification of novel single nucleotide polymorphisms in the DGAT1 gene of buffaloes by PCR-SSCP. *Genetics and Molecular Biology* 35: 610-613.

14.Rezaei M., Rahimi G., Ansari Z. and R. Rahbar. 2014. Comparison of Genetic Structure of DGAT1 and SCD1 Loci between Holstein and Simmental Population. *Journal of Agricultural Biotechnology* 6 (4): 50-62. (In Farsi)

15.Roodbari, Z. and Kh. Nassiri. 2019. Investigation of genetic diversity and the effect of selection of ribosomal and vector RNA genes on the mitochondrial genome of Bactrianus and dromedaries camels. *Animal Environment Journal* 11 (1): 105-110. (In Farsi)

16.Sardari S. Fayazi J. Mirzadeh KH. And M. Mamoie. 2011. Investigation of genetic diversity of Khuzestan camel population using microsatellite markers. 7th Biotechnology Conference of the Islamic Republic of Iran. Tehran. https://www.civilica.com/Paper-NBCI07-NBCI07_0570.html.

17.Sazmand, A., Tajik, J., Rasooli, A. and S. Hekmatimoghaddam. 2017. Evaluation of concentration serum of cortisol, and the effects of age, sex and season in dromedary camels. *Veterinary Research and Biological Products* 117: 210-215. (In Farsi)

18.Sharma, R. and A.K. Pandey. 2011. Established SNPs in DGAT1 gene of exotic goat is absent in indigenous goat breeds. *Indian Journal of Animal Sciences* 81(6): 621-623.

19.Venkatachalapathy, R.T., Sharma, A., Battacharta, T.K. and S. Sukla. 2013. Single nucleotide polymorphism in DGAT1 locus of Indian cattle and buffalo breeds. *Animal Genetic Division* 3: 68-71.

20.Yang, J.T., Zang, R.X., Lin, W.Y., Xu, H.W., Bai, Y.L., Lu, Y.X. and J.P. Wu. 2011. Polymorphism of a mutation of DGAT1 gene in four Chinese indigenous sheep breeds. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 6: 460-468.

21.Yuan, J., Zhou, J.; Deng, X.; Hu, X. and N. Li. 2007. Molecular cloning and single nucleotide polymorphism detection of buffalo DGAT1 gene. *Biochemical Genetic* 45: 611-621.

22.Xu, Q.L., Chen, Y.L., Ma, R.X. and P. Xue. 2009. Polymorphism of DGAT1 associated with intramuscular fat-mediated tenderness in sheep. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 232-237.