



"مقاله پژوهشی"

بررسی چند شکلی آگزون ۲ ژن MHC-DRB1 با روش PCR-RFLP و ارتباط آن با صفات رشد در بز عدنی

سکینه هزارسی بوری^۱، محمدتقی بیگی نصیری^۲، هدایت اله روشنفکر^۳ و محمود نظری^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان،

(نویسنده مسوول: sakinehhezarsi@gmail.com)

۲ و ۳- استاد و استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۳/۲۴

صفحه: ۱۰۷ تا ۱۱۵

چکیده

در مطالعه حاضر برای شناسایی چند شکلی ناحیه آگزون ۲ ژن MHC (مجتمع اصلی سازگاری بافتی) و ارتباط آن با صفات رشد (وزن تولد و سه ماهگی) در جمعیت بز عدنی، از تعداد ۹۷ راس بز عدنی استان بوشهر خون گیری انجام گرفت. DNA ژنومی از نمونه های خون استخراج و قطعه ای به اندازه ۲۷۹ جفت باز از ناحیه آگزون ۲ ژن MHC با استفاده از واکنش زنجیره ای پلی مرز (PCR) تکثیر و محصولات PCR به دست آمده به وسیله آنزیم برشی Ras I هضم شدند. نتایج بدست آمده حاکی از وجود ۴ نوع آلل A، B، C و D در این جایگاه بود که فراوانی آن ها در کل جمعیت به ترتیب ۵۱، ۲۶/۸، ۱۳/۴ و ۸/۸ درصد محاسبه شد. تعداد ۵ ژنوتیپ AA، AB، BB، AC و AD شناسایی شدند که فراوانی ژنوتیپی محاسبه شده آن ها در جمعیت به ترتیب برابر ۱۴/۴۳۲، ۲۸/۸۶۶، ۱۲/۳۷۱، ۲۶/۸۰ و ۱۷/۵۲ درصد بود. نتایج نشان دهنده وجود چند شکلی و میزان هتروزیگوسیتی بالا در جمعیت مورد مطالعه بود. تعداد آلل موثر، شاخص شانون، هتروزیگوسیتی مورد انتظار و مشاهده شده برای این جایگاه به ترتیب ۲/۷۹۴، ۱/۱۷۹، ۰/۷۳۲ و ۰/۶۴۲ محاسبه شد. بعلاوه، آزمون کای مربع نشان داد که جمعیت در جایگاه MHC-DRB1 در تعادل هاردی-وینبرگ قرار ندارد. نتایج نشان داد که تاثیر ژنوتیپ های مختلف بر وزن تولد معنی دار بود ($p < 0.05$) اما بر وزن سه ماهگی معنی دار نبود ($p > 0.05$). بعلاوه، سایر صفات مثل سن مادر، جنسیت، فصل و تیپ تولد روی هیچ کدام از صفات رشد بدن معنی دار نشد ($p > 0.05$). بیشترین وزن تولد مربوط به ژنوتیپ های هتروزیگوت AC و AD ($3/0.2$ و $3/0.5$ کیلوگرم) و کمترین وزن تولد مربوط به ژنوتیپ خالص AA ($1/7.5$ کیلوگرم) بود. به نظر می رسد با انتخاب ژنوتیپ AC و AD بتوان افزایش وزن تولد را در بز عدنی انتظار داشت. همچنین می توان از این ژن به عنوان یک ژن کاندیدا برای بهبود ژنتیکی برخی از صفات رشد در برنامه های اصلاح نژادی بز مورد توجه قرار گیرد.

واژه های کلیدی: چند شکلی، ژن MHC، بز عدنی، PCR-RFLP

مقدمه

کشور ایران به دلیل داشتن تنوع آب و هوایی و نیز وسعت زیاد دارای تنوع نژادی خوبی از بز است (۶). بز عدنی که در اصطلاح محلی به آن عیونی و عیانی هم گفته می شود، یکی از نژادهای بز مهم در جنوب ایران است. این نژاد در ناحیه ساحلی خلیج فارس در استان بوشهر پرورش داده می شود. از نظر پراکندگی، بز عدنی بومی استان بوشهر و از دسته بز های شیری می باشد. این حیوان دارای رنگ بدن غالباً آهویی و به ندرت به رنگ های حنایی، ابلق سفید و قهوه ای، سفید، سیاه و دارای میانگین وزن بز نر ۳۶ کیلوگرم و بز ماده ۲۵ کیلوگرم می باشد (۱۶). از جمله مهمترین صفات اقتصادی در بز عدنی قدرت سازگاری بالا به شرایط نامساعد محیطی، بازده مصرف خوراک، نیاز کم به جایگاه و تجهیزات، زایش هر ۸ ماه یکبار، بدون میزان دوقلو زایی و بازار فروش مناسب در کشورهای حاشیه خلیج فارس است (۲۴).

ژن های کمپلکس اصلی سازگاری بافتی (MHC) به واسطه ارتباط با پاسخ های ایمنی (۲۷) و مقاومت و یا حساسیت به بیماری ها اهمیت ویژه ای در دام پزشکی و دام پروری دارند. MHC در واقع مکان ژنی کد کننده آنتی ژن ها و پروتئین های سطحی لنفوسیت های است که در واکنش های دفاعی بدن و شناسایی پروتئین های خارجی دخالت دارند. وجود این مکان ژنی با توجه به نقشی که مولکول های آن در شناسایی آنتی ژن های خودی از انواع بیگانه ایفا می کنند یک

نیاز اساسی برای بقای موجود زنده است (۱۳). کمپلکس اصلی سازگاری بافتی (MHC) کلاستر بزرگی از ژن های به هم پیوسته است که نقش تنظیمی را در سیستم ایمنی بازی می کند. تاکنون ۳ کلاس عمده MHC^۱ (کلاس I، II و III) در پستانداران مشخص شده است که مولکول های MHC کلاس I و II، در اتصال به پپتیدهای ایمونوژن و عرضه آنها به لنفوسیت T دخالت دارند. MHC کلاس II، به صورت هتروداایمر آلفا بتا بوده و به طور گسترده در سلول های عرضه کننده آنتی ژن بیان می شود (۲۷). ژن های کلاس II مولکول های پروتئینی را کد می کنند که در سطح سلول های ارائه کننده پادکن (ماکروفاژ و سلول های B) قرار دارند. ژن های کلاس II شامل DRA، DRB، DQA و DQB هستند. ژن های DR و DQ بیشترین نقش را برای مقاومت به بیماری دارند. هر دو جایگاه در گوسفند و بز چند شکلی بالایی از خود نشان داده اند (۲۹). از میان این دو جایگاه، جایگاه DRB بیشترین چند شکلی را داشته است و به همین دلیل توجه ویژه ای در مطالعات مخصوصاً در گوسفند به آن شده است (۵). سه ژن DRB به نام های DRB1، DRB2 و DRB3 گزارش شده است. جایگاه DRB1 بیشترین چند شکلی را نشان داده است و این چند شکلی روی آگزون ۲ بیشتر مشاهده است. این آگزون کد کننده دمین خارجی MHC بخصوص رشته بتا است که محل اتصال برای یک

درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ دقیقه و ۳۵ سیکل شامل (واشرشت‌سازی ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه، اتصال آغازگرها ۶۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه و تکثیر ۷۲ درجه به مدت ۳۰ ثانیه) و دمای یک تکثیر نهایی ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه جهت گسترش زنجیره انجام گرفت. محصولات PCR روی ژل آگارز ۲ درصد با استفاده از دستگاه الکتروفورز افقی مشاهده و به کمک دستگاه UV عکس‌برداری از آن انجام شد.

قطعات تکثیرشده‌ی ناحیه‌ی اگزون ۲ ژن MHC-DRB3 بوسیله آنزیم RasI (SINACLON, Iran) هضم شدند. واکنش هضم آنزیمی در حجم کلی ۱۵ میکرولیتر حاوی ۸/۵ میکرولیتر آب مقطر، ۱ میکرولیتر بافر هضمی، ۰/۵ میکرولیتر آنزیم RasI و ۵ میکرولیتر محصول PCR آماده شد، ابتدا در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه در انکوباسیون و سپس با قراردادن نمونه در بن‌ماری در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۰ دقیقه مورد هضم آنزیمی قرار گرفت. بعد از هضم، محصولات برش داده شده با استفاده از ژل آگارز ۲ درصد الکتروفورز گردیدند. در نهایت ۴ نمونه جهت تعیین توالی و اطمینان بیشتر برای توالی‌یابی به شرکت Bioneer کره جنوبی ارسال شد. اطلاعات جمع‌آوری شده شامل سن مادر، ژنوتیپ، جنسیت، فصل، تاریخ تولد، تیپ تولد و وزن می‌باشد. جهت بررسی ارتباط الگوهای ژنوتیپی جایگاه ژن MHC-DRB3 با صفات مرتبط با رشد شامل وزن تولد، سه ماهگی و شش ماهگی از مدل ثابت خطی با رویه GLM (مدل ثابت خطی تعمیم یافته) و از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه آماری میانگین‌ها با آزمون توکی-کرامر از مدل آماری زیر استفاده شد:

$$y_{ijklm} = \mu + SX_i + Bt_j + AD_k + S_l + G_m + e_{ijklm}$$

در رابطه بالا، y: مقدار فنوتیپی هریک از صفات مورد بررسی (وزن تولد، ۳ ماهگی و ۶ ماهگی)، μ : میانگین کل، SX_i : اثر جنسیت، Bt_j : اثرات ثابت تیپ تولد، AD_k : اثر ثابت سن مادر، S_l : اثر فصل، G_m : اثر ثابت ژنوتیپ حیوان و e_{ijklm} : خطای باقیمانده می‌باشد. فراوانی‌های آلی و ژنوتیپی و همچنین تنوع درون‌جمعیتی با تعیین معیارهایی همچون هتروزیگوسیتی مشاهده شده (Ho) و هتروزیگوسیتی مورد انتظار (He) و شاخص شانون مورد بررسی قرار گرفت. تعیین این مقادیر برای هر جایگاه در این جمعیت با استفاده از نرم‌افزار GenAlex 6.3 انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

کیفیت DNA استخراج شده توسط الکتروفورز با ژل آگارز یک درصد و با مشاهده شکل باندها مورد بررسی قرار گرفت. وجود باندهای کاملاً شارپ و بدون کمترین کشیدگی حاکی از بهترین کیفیت بود (شکل ۱). الکتروفورز محصولات تکثیر شده ژن MHC-DRB3 روی ژل آگارز ۲ درصد نشان داد که قطعه ۲۷۹ جفت‌بازی در نظر گرفته شده برای تکثیر، به خوبی و بدون هیچ‌گونه باند غیراختصاصی و محصولات ناخواسته تکثیر شد (شکل ۲).

آنتی‌ژن است (۱۱،۱). تا کنون بیش از ۱۶۰ آلل برای اگزون ۲ ژن DRB1 در گوسفند شناسایی شده است (۱۰).

مطالعات بسیاری ارتباط بین DRB و مقاومت نسبت به بیماری‌ها را نشان داده‌اند، مثلاً در گاو مقاومت در برابر لیکوز گاوی، ورم پستان، کارسینومای چشمی گاو، درگوسفند مقاومت نسبت به بیماری اسکرپی و تورم عقده‌های لنفاوی پنی‌ری و مقاومت به نماتودهای رودهای و هیداتیک، در بز حساسیت در برابر بیماری تورم مفصل همراه با آنسفالیت گزارش شده است (۹،۴،۲۲،۱۴).

گزارشات نشان داده‌اند که آللهای DRB بر صفات تولیدی مثل تولید شیر، چربی و پروتئین در گاو (۲۸،۱۹) تولید کرک در بز (۲۵) موثرند.

مطالعات بسیاری ارتباط بین آللهای DRB1 و مقاومت به برخی بیماری‌ها (۱۵،۱۴) و صفات وزن در گوسفند را نشان داده‌اند (۲). اشرفی و همکاران (۲) با بررسی چندشکلی ژن DRB1 گوسفند ماکویی با استفاده از تکنیک RFLP نشان داده که بین آلل‌های مشاهده شده و متوسط افزایش وزن روزانه در سن ۹ و ۱۲ ماهگی ارتباط وجود دارد (۲).

با وجود اینکه چند شکلی در ژن DRB1 در گوسفند و ارتباط آن با صفات تولیدی و بیماری‌ها به فراوانی انجام شده است (۹، ۲، ۲۰، ۷ و ۳) اما تعداد مطالعات در مورد این ژن در بز بسیار اندک است (۲۶) به گونه‌ای حتی یک گزارش در مورد بزهای ایران وجود ندارد. با توجه به اینکه مطالعات ملکولی کمی در مورد بز عدنی انجام گرفته و نبود اطلاعات در مورد ژن DRB1 و عدم اطلاع کافی در مورد چگونگی ارتباط آن با صفت وزن در بز عدنی، این آزمایش جهت تعیین چند شکلی در اگزون ۲ ژن MHC-DRB1 بز عدنی و ارتباط آن با صفات رشد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

در این طرح، از ۹۷ راس بز عدنی از چندین منطقه استان بوشهر به صورت تصادفی در لوله‌های ونوجکت حاوی EDTA خونگیری شد. سپس نمونه‌های خون روی یخ به آزمایشگاه منتقل گردید و در دمای ۲۰- فریز شدند. DNA نمونه‌های خون دام‌ها با استفاده از کیت DIAtom DNA prep استخراج گردید. برای تعیین کمییت DNA از ژل آگارز ۱ درصد استفاده شد. سپس ناحیه اگزون ۲ ژن MHC-DRB1 به طول ۲۷۹ جفت باز به وسیله واکنش زنجیره‌ای پلیمرز تکثیر گردید. توالی پرایمرهای (۲) مورد استفاده عبارت بودند از:

پرایمر رفت

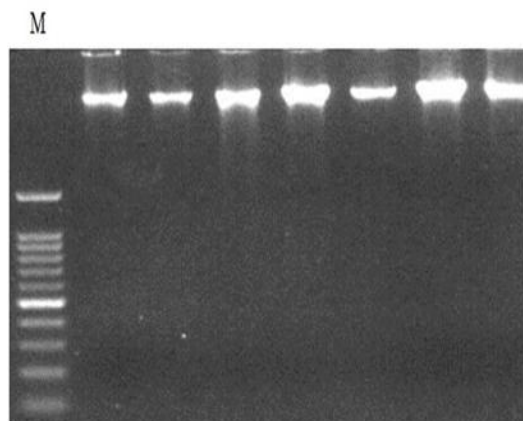
5'-TCTCTGCAGCACATTTCTGG-3'

پرایمر برگشت

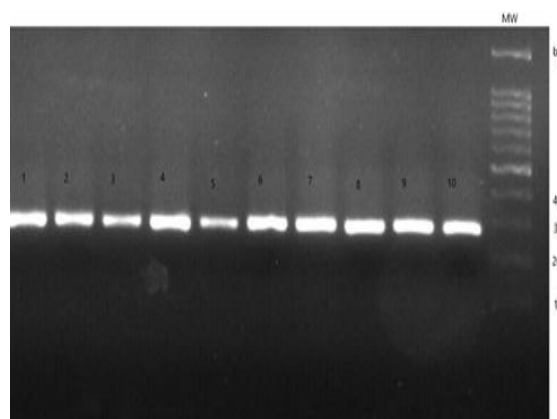
5'-CTCGCCGCTGCACAGTGAAAC-3'

واکنش PCR در حجم نهایی ۲۵ میکرولیتر، شامل ۱۲/۵ میکرولیتر ماستر میکس، ۸/۵ میکرولیتر آب استریل و پرایمر رفت به مقدار ۱ میکرولیتر، پرایمر برگشت ۱ میکرولیتر و ۲ میکرولیتر از نمونه DNA ژنومی انجام گرفت. تکثیر قطعه مورد نظر با استفاده از یک مرحله ابتدایی و اشهرشت‌سازی ۹۵

وجود تنها یک نوار روی ژل آگارز نشان می‌دهد که پرایمرهای بکار رفته دارای یک قطعه هدف روی DNA بودند.



شکل ۱- DNA استخراج شده از تعدادی نمونه خون بز عدنی
Figure 1. DNA extracted from 7 blood samples of Adani goat

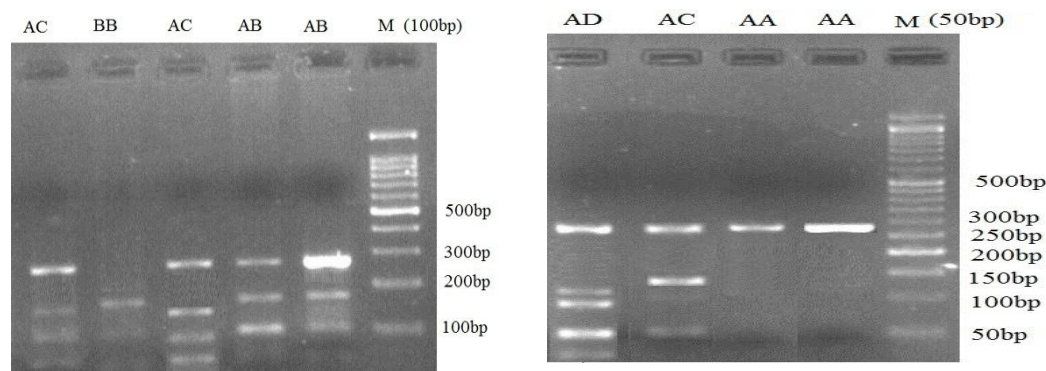


شکل ۲- محصولات PCR تکثیر شده ۲۷۹ جفت بازی ناحیه آگزون ۲ ژن MHC-DRB3 بارگذاری شده روی ژل آگارز ۲ درصد. M: نشانگر مولکولی 100bp

Figure 2. Amplified product of 279 bp of major histocompatibility complex class II DRB1 gene in Adani goat loaded on 2% agarose gel. M: Molecular marker 100 bp

می‌باشد. پس از بررسی و مقایسه الگوهای به دست آمده از مجموع نمونه‌ها در بز عدنی، در نهایت ۴ آلل A، B، C و D و ۵ الگوی ژنوتیپی (AA، AB، BB، AC و AD) در ژن MHC-DRB3 بز عدنی مشاهده شد.

نمونه ای از تصاویر الگوهای حاصل از برش آنزیمی Ras I در شکل ۳ ارائه شده است. در شکل ۴- توالی نوکلئوتیدی آگزون ۲ ژن MHC-DRB1 یکی از نمونه‌ها، محل اتصال پرایمرها و جایگاه برش RsaI ارائه شده است. از مهم‌ترین خصوصیات یک نشانگر مولکولی تعداد آلل‌ها، فراوانی آللی، تعداد آلل‌های موثر و هتروزیگوسیتی آن نشانگر

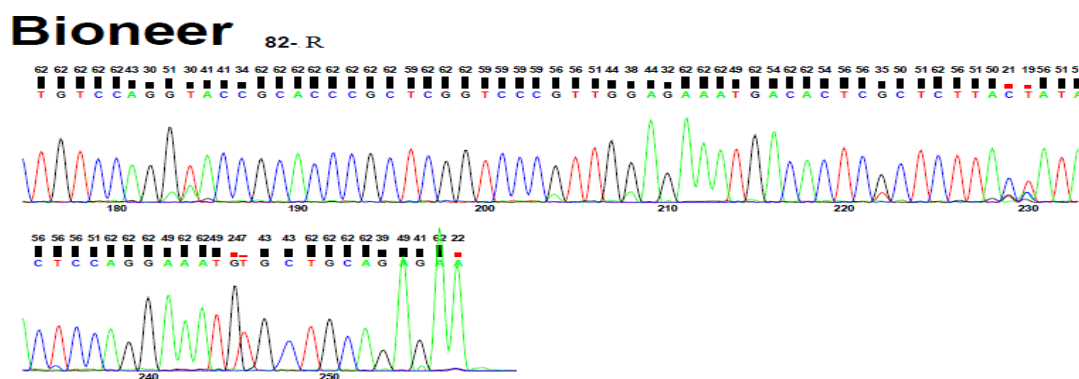
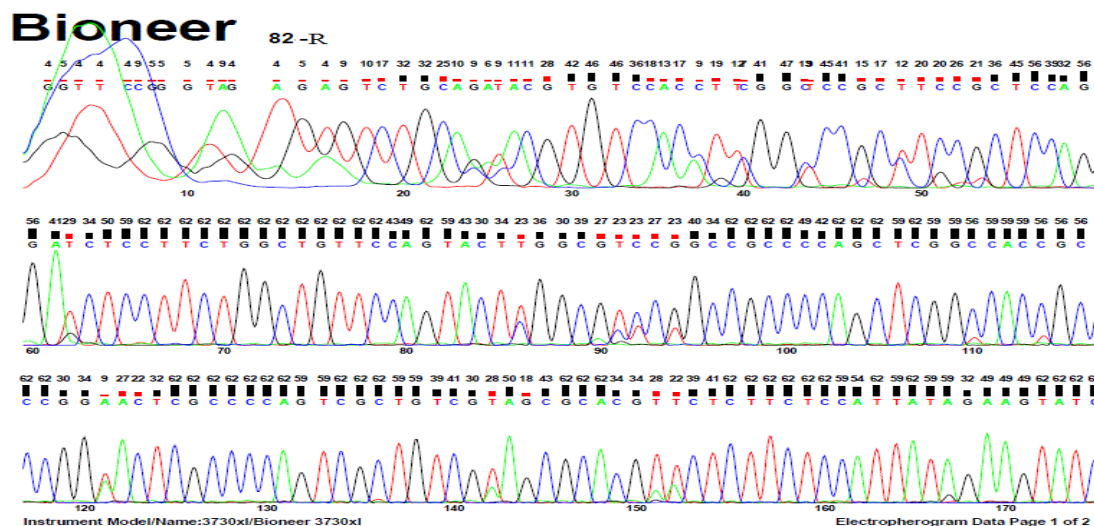


شکل ۳- الگوهای RFLP حاصل از هضم محصولات PCR ژن MHC-DRB1 (۲۷۹ جفت باز) بز عدنی توسط آنزیم برشی Ras I.
Figure 3. PCR-RFLP patterns of exon 2 of the MHC-DRB1 gene (279bp) of Adani goat digested by RasI enzyme

Forward Primer

TCTCTGCAGCACATTTCTGGAGTATCATAAGAGCGAGTGTCATTTCTTCAACGGGACCGAGCGGGTG
TGGTACCTGGACAGATACTTCTATAATGGAGAAGAGTACGTGCGCTTCGACAACGACTGGGGCGAGTA
CCGGGCGGTGGCCGAGCTGGGGCGGGCGGACGCCAAGTACTGGAACAGCCAGAAGGAGATCCCTGGAG
CGGAAGCGGGCCAATGTGGACACGTACTGCAGACACAACCTACGGGGTCGGTGAGAGTTTCAGTGTGC
AGCGGCGA

Reverse Primer



شکل ۴- توالی نوکلئوتیدی اگزون ۲ ژن MHC-DRB1 یکی از نمونه‌ها. محل اتصال پرایمرها و جایگاه برش RsaI بر روی شکل مشخص شده است.

Figure 4. Nucleotide sequence of exon 2 of the MHC-DRB1 gene in one of the samples. Primer complementary regions are indicated in bold type while the RasI sites are underlined

معنی‌دار بود. دلیل این امر می‌تواند احتمالا آمیزش غیرتصادفی و انتخاب به نفع هتروزیگوت‌ها باشد. آمار توصیفی صفات مورد مطالعه در این تحقیق در جدول ۲ ارائه شده است. پس از بررسی ارتباط الگوهای ژنوتیپی جایگاه ژن MHC- DRB3 با صفات مرتبط با رشد شامل وزن تولد، سه ماهگی و شش ماهگی نتایج زیر حاصل شد.

نتایج به دست آمده در این مطالعه نشان داد که آلل A با فراوانی ۵۱٪ و آلل D کمترین فراوانی ۰/۰۸۸ و ژنوتیپ AB با فراوانی ۲۸/۸۶۶٪ دارای بیشترین فراوانی‌های آللی و ژنوتیپی بودند (جدول ۱). تست کای اسکور انجام شده بر روی گله عدم برقراری تعادل هاردی-وینبرگ را نشان داد. مقدار کای مربع ۴۵/۲۲ بدست آمد که در سطح ۵ درصد

جدول ۱- فراوانی آللی و ژنوتیپی مشاهده شده برای اگزون ۲ ژن MHC-DRB3 در بز عدنی
Table 1. The allele frequency and genotype observed at the exon 2 of the MHC-DRB3 gene in Adani goat

تعداد	فراوانی (%)	طول باند (جفت باز)	ترکیب ژنوتیپی	فراوانی (%)	طول باند (جفت باز)	آلل‌ها	ارزش	گوناگونی ژنتیکی
۱۴	۱۴/۴۳۲	۲۷۹	AA	۰/۵۱	۲۷۹	A	۴	تعداد آلل
۲۸	۲۸/۸۸۶	۲۷۹-۱۷۴-۱۰۵	AB	۲۶/۸	۱۷۴-۱۰۵	B	۲/۷۹۴	تعداد آلل‌های موثر
۱۲	۱۲/۳۷۱	۱۷۴-۱۰۵	BB	۱۳/۴	۱۳۵-۸۳-۵۲	C	۱/۱۷۹	شاخص شانون
۲۶	۲۶/۸۰	۲۷۹-۱۳۵-۸۳-۵۲	AC	۸/۸	۱۰۵-۸۳-۵۲-۳۹	D	۰/۷۳۲	هتروزیگوسیتی مشاهده شده
۱۷	۱۷/۵۲۵	۲۷۹-۱۰۵-۸۳-۵۲-۳۹	AD				۰/۶۴۲	هتروزیگوسیتی مورد انتظار

جدول ۲- آمار توصیفی صفات رشد در بز عدنی
Table 2. Descriptive statistics of growth traits in Adani goat

انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	تعداد دام	صفت
۰/۶	۲/۹	۴/۳	۱/۵	۸۰	وزن تولد (kg)
۳/۳	۱۳/۰۷	۲۰/۵	۷/۳	۸۰	وزن ۳ ماهگی (kg)
۴/۰۱	۱۷/۶۸	۲۸/۲۳۵	۹/۴۲۵	۸۰	وزن ۶ ماهگی (kg)

اثرات ثابت بر وزن ۳ ماهگی:

پس از ارزیابی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۰/۱۶) این نتیجه حاصل شد که داده‌های وزن ۳ ماهگی دارای توزیع نرمال بودند. نتایج ارائه شده در جدول ۵ نشان داد که اثرات ثابت مثل ژنوتیپ، سن مادر، جنسیت، تیپ تولد و فصل بر وزن ۳ ماهگی اثر معنی‌داری نداشتند ($p > 0.05$).

اثرات ثابت بر وزن تولد:

تاثیر جنس، تیپ تولد، سن مادر و فصل که به عنوان اثرات ثابت در مدل استفاده شدند، بر وزن تولد معنی‌دار نبودند ($p > 0.05$). اما اثر ژنوتیپ بر وزن تولد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین وزن تولد مربوط به ژنوتیپ‌های هتروزیگوت AC و AD (۳/۰۵ و ۳/۰۲ کیلوگرم) و کمترین وزن تولد مربوط به ژنوتیپ خالص AA (۱/۷۵ کیلوگرم) بود (جدول ۴).

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس برای اثرات ثابت موثر بر صفت وزن تولد
Table 3. Analysis of variance for effective fix effects on birth weight trait

تیمارها	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F value	Pr > F
سن مادر	۲	۰/۷	۰/۳	۱/۲۰	۰/۳
ژنوتیپ	۴	۳/۹	۰/۹	۳/۰۷	۰/۰۲
جنسیت	۱	۱/۱	۱/۱	۳/۴۷	۰/۰۶
فصل	۱	۰/۱	۰/۱	۰/۳۳	۰/۵
تیپ تولد	۱	۰/۵	۰/۵	۱/۶۹	۰/۱

جدول ۴- میانگین حداقل مربعات وزن تولد ژنوتیپ‌های مختلف ژن MHC-DRB3
Table 4. Mean least squares birth weight of different genotypes for MHC-DRB3 gene

ژنوتیپ	میانگین حداقل مربعات وزن تولد
AD	۳/۰۵ ^a ± ۰/۲۳
AC	۳/۰۲ ^a ± ۰/۱۵
AB	۲/۷۴ ^b ± ۰/۱۸
BB	۲/۶۸ ^b ± ۰/۱۹
AA	۱/۷۵ ^c ± ۰/۴۴

جدول ۵- جدول تجزیه واریانس برای اثرات ثابت موثر بر صفت وزن ۳ ماهگی

Pr > F	F value	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	تیمارها
۰/۲۷	۱/۳۰	۱۳/۸۴	۳۷/۶۸	۲	سن مادر
۰/۹۲	۰/۲۳	۲/۴۱	۹/۶۷	۴	ژنوتیپ
۰/۳۴	۰/۹۰	۹/۵۲	۹/۵۲	۱	جنسیت
۰/۲۴	۵/۳۰	۵۶/۳۸	۵۶/۳۸	۱	فصل
۰/۵۵	۰/۳۶	۳/۸۲	۳/۸۲	۱	تیپ تولد

اثرات ثابت بر وزن ۶ ماهگی:

پس از ارزیابی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۶/۰) این نتیجه حاصل شد که داده‌های وزن ۶ ماهگی دارای توزیع نرمال نیستند لذا تجزیه واریانس برای این صفت انجام نشد.

این تحقیق وجود چند شکلی اگزون ۲ ژن MHC-DRB1 را در گله بز عدنی با استفاده از آنزیم برشی Ras I به خوبی نشان داد. ۴ آلل شناسایی شده در جمعیت بز عدنی ۵ ژنوتیپ مختلف ایجاد کرده است. این تحقیق اولین تحقیقی است که چند شکلی اگزون ۲ ژن DRB1 در بز را با استفاده از آنزیم برشی Ras I گزارش می‌کند. تا به حال گزارشی که نشان‌دهنده استفاده از آنزیم برشی RasI جهت تشخیص چند شکلی در اگزون ۲ ژن DRB1 بز باشد ارائه نشده است. اما چند شکلی برای این ژن در بز قبلا با استفاده از آنزیم‌های TaqI و BsaI انجام شده است (۲۶) و گزارشات بسیاری در مورد برش این ژن با آنزیم‌های مختلف از جمله TaqI, PstI, SacI, BsaI و RsaI در گوسفند وجود دارد (۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۵، ۱۷۶، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۳، ۱۸۴، ۱۸۵، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۱، ۱۹۲، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۶، ۱۹۷، ۱۹۸، ۱۹۹، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۲، ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۱، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۴، ۲۳۵، ۲۳۶، ۲۳۷، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۴۱، ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۱، ۲۵۲، ۲۵۳، ۲۵۴، ۲۵۵، ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۷۲، ۲۷۳، ۲۷۴، ۲۷۵، ۲۷۶، ۲۷۷، ۲۷۸، ۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۱، ۲۸۲، ۲۸۳، ۲۸۴، ۲۸۵، ۲۸۶، ۲۸۷، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱، ۲۹۲، ۲۹۳، ۲۹۴، ۲۹۵، ۲۹۶، ۲۹۷، ۲۹۸، ۲۹۹، ۳۰۰، ۳۰۱، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۰۴، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۱، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۰، ۳۲۱، ۳۲۲، ۳۲۳، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۲۹، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۳۶، ۳۳۷، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۴۰، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۴، ۳۴۵، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۰، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۵۵، ۳۵۶، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۲، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۶۶، ۳۶۷، ۳۶۸، ۳۶۹، ۳۷۰، ۳۷۱، ۳۷۲، ۳۷۳، ۳۷۴، ۳۷۵، ۳۷۶، ۳۷۷، ۳۷۸، ۳۷۹، ۳۸۰، ۳۸۱، ۳۸۲، ۳۸۳، ۳۸۴، ۳۸۵، ۳۸۶، ۳۸۷، ۳۸۸، ۳۸۹، ۳۹۰، ۳۹۱، ۳۹۲، ۳۹۳، ۳۹۴، ۳۹۵، ۳۹۶، ۳۹۷، ۳۹۸، ۳۹۹، ۴۰۰، ۴۰۱، ۴۰۲، ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۵، ۴۰۶، ۴۰۷، ۴۰۸، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۱۴، ۴۱۵، ۴۱۶، ۴۱۷، ۴۱۸، ۴۱۹، ۴۲۰، ۴۲۱، ۴۲۲، ۴۲۳، ۴۲۴، ۴۲۵، ۴۲۶، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۲۹، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۲، ۴۳۳، ۴۳۴، ۴۳۵، ۴۳۶، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۳۹، ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۲، ۴۴۳، ۴۴۴، ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۷، ۴۴۸، ۴۴۹، ۴۵۰، ۴۵۱، ۴۵۲، ۴۵۳، ۴۵۴، ۴۵۵، ۴۵۶، ۴۵۷، ۴۵۸، ۴۵۹، ۴۶۰، ۴۶۱، ۴۶۲، ۴۶۳، ۴۶۴، ۴۶۵، ۴۶۶، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۶۹، ۴۷۰، ۴۷۱، ۴۷۲، ۴۷۳، ۴۷۴، ۴۷۵، ۴۷۶، ۴۷۷، ۴۷۸، ۴۷۹، ۴۸۰، ۴۸۱، ۴۸۲، ۴۸۳، ۴۸۴، ۴۸۵، ۴۸۶، ۴۸۷، ۴۸۸، ۴۸۹، ۴۹۰، ۴۹۱، ۴۹۲، ۴۹۳، ۴۹۴، ۴۹۵، ۴۹۶، ۴۹۷، ۴۹۸، ۴۹۹، ۵۰۰، ۵۰۱، ۵۰۲، ۵۰۳، ۵۰۴، ۵۰۵، ۵۰۶، ۵۰۷، ۵۰۸، ۵۰۹، ۵۱۰، ۵۱۱، ۵۱۲، ۵۱۳، ۵۱۴، ۵۱۵، ۵۱۶، ۵۱۷، ۵۱۸، ۵۱۹، ۵۲۰، ۵۲۱، ۵۲۲، ۵۲۳، ۵۲۴، ۵۲۵، ۵۲۶، ۵۲۷، ۵۲۸، ۵۲۹، ۵۳۰، ۵۳۱، ۵۳۲، ۵۳۳، ۵۳۴، ۵۳۵، ۵۳۶، ۵۳۷، ۵۳۸، ۵۳۹، ۵۴۰، ۵۴۱، ۵۴۲، ۵۴۳، ۵۴۴، ۵۴۵، ۵۴۶، ۵۴۷، ۵۴۸، ۵۴۹، ۵۵۰، ۵۵۱، ۵۵۲، ۵۵۳، ۵۵۴، ۵۵۵، ۵۵۶، ۵۵۷، ۵۵۸، ۵۵۹، ۵۶۰، ۵۶۱، ۵۶۲، ۵۶۳، ۵۶۴، ۵۶۵، ۵۶۶، ۵۶۷، ۵۶۸، ۵۶۹، ۵۷۰، ۵۷۱، ۵۷۲، ۵۷۳، ۵۷۴، ۵۷۵، ۵۷۶، ۵۷۷، ۵۷۸، ۵۷۹، ۵۸۰، ۵۸۱، ۵۸۲، ۵۸۳، ۵۸۴، ۵۸۵، ۵۸۶، ۵۸۷، ۵۸۸، ۵۸۹، ۵۹۰، ۵۹۱، ۵۹۲، ۵۹۳، ۵۹۴، ۵۹۵، ۵۹۶، ۵۹۷، ۵۹۸، ۵۹۹، ۶۰۰، ۶۰۱، ۶۰۲، ۶۰۳، ۶۰۴، ۶۰۵، ۶۰۶، ۶۰۷، ۶۰۸، ۶۰۹، ۶۱۰، ۶۱۱، ۶۱۲، ۶۱۳، ۶۱۴، ۶۱۵، ۶۱۶، ۶۱۷، ۶۱۸، ۶۱۹، ۶۲۰، ۶۲۱، ۶۲۲، ۶۲۳، ۶۲۴، ۶۲۵، ۶۲۶، ۶۲۷، ۶۲۸، ۶۲۹، ۶۳۰، ۶۳۱، ۶۳۲، ۶۳۳، ۶۳۴، ۶۳۵، ۶۳۶، ۶۳۷، ۶۳۸، ۶۳۹، ۶۴۰، ۶۴۱، ۶۴۲، ۶۴۳، ۶۴۴، ۶۴۵، ۶۴۶، ۶۴۷، ۶۴۸، ۶۴۹، ۶۵۰، ۶۵۱، ۶۵۲، ۶۵۳، ۶۵۴، ۶۵۵، ۶۵۶، ۶۵۷، ۶۵۸، ۶۵۹، ۶۶۰، ۶۶۱، ۶۶۲، ۶۶۳، ۶۶۴، ۶۶۵، ۶۶۶، ۶۶۷، ۶۶۸، ۶۶۹، ۶۷۰، ۶۷۱، ۶۷۲، ۶۷۳، ۶۷۴، ۶۷۵، ۶۷۶، ۶۷۷، ۶۷۸، ۶۷۹، ۶۸۰، ۶۸۱، ۶۸۲، ۶۸۳، ۶۸۴، ۶۸۵، ۶۸۶، ۶۸۷، ۶۸۸، ۶۸۹، ۶۹۰، ۶۹۱، ۶۹۲، ۶۹۳، ۶۹۴، ۶۹۵، ۶۹۶، ۶۹۷، ۶۹۸، ۶۹۹، ۷۰۰، ۷۰۱، ۷۰۲، ۷۰۳، ۷۰۴، ۷۰۵، ۷۰۶، ۷۰۷، ۷۰۸، ۷۰۹، ۷۱۰، ۷۱۱، ۷۱۲، ۷۱۳، ۷۱۴، ۷۱۵، ۷۱۶، ۷۱۷، ۷۱۸، ۷۱۹، ۷۲۰، ۷۲۱، ۷۲۲، ۷۲۳، ۷۲۴، ۷۲۵، ۷۲۶، ۷۲۷، ۷۲۸، ۷۲۹، ۷۳۰، ۷۳۱، ۷۳۲، ۷۳۳، ۷۳۴، ۷۳۵، ۷۳۶، ۷۳۷، ۷۳۸، ۷۳۹، ۷۴۰، ۷۴۱، ۷۴۲، ۷۴۳، ۷۴۴، ۷۴۵، ۷۴۶، ۷۴۷، ۷۴۸، ۷۴۹، ۷۵۰، ۷۵۱، ۷۵۲، ۷۵۳، ۷۵۴، ۷۵۵، ۷۵۶، ۷۵۷، ۷۵۸، ۷۵۹، ۷۶۰، ۷۶۱، ۷۶۲، ۷۶۳، ۷۶۴، ۷۶۵، ۷۶۶، ۷۶۷، ۷۶۸، ۷۶۹، ۷۷۰، ۷۷۱، ۷۷۲، ۷۷۳، ۷۷۴، ۷۷۵، ۷۷۶، ۷۷۷، ۷۷۸، ۷۷۹، ۷۸۰، ۷۸۱، ۷۸۲، ۷۸۳، ۷۸۴، ۷۸۵، ۷۸۶، ۷۸۷، ۷۸۸، ۷۸۹، ۷۹۰، ۷۹۱، ۷۹۲، ۷۹۳، ۷۹۴، ۷۹۵، ۷۹۶، ۷۹۷، ۷۹۸، ۷۹۹، ۸۰۰، ۸۰۱، ۸۰۲، ۸۰۳، ۸۰۴، ۸۰۵، ۸۰۶، ۸۰۷، ۸۰۸، ۸۰۹، ۸۱۰، ۸۱۱، ۸۱۲، ۸۱۳، ۸۱۴، ۸۱۵، ۸۱۶، ۸۱۷، ۸۱۸، ۸۱۹، ۸۲۰، ۸۲۱، ۸۲۲، ۸۲۳، ۸۲۴، ۸۲۵، ۸۲۶، ۸۲۷، ۸۲۸، ۸۲۹، ۸۳۰، ۸۳۱، ۸۳۲، ۸۳۳، ۸۳۴، ۸۳۵، ۸۳۶، ۸۳۷، ۸۳۸، ۸۳۹، ۸۴۰، ۸۴۱، ۸۴۲، ۸۴۳، ۸۴۴، ۸۴۵، ۸۴۶، ۸۴۷، ۸۴۸، ۸۴۹، ۸۵۰، ۸۵۱، ۸۵۲، ۸۵۳، ۸۵۴، ۸۵۵، ۸۵۶، ۸۵۷، ۸۵۸، ۸۵۹، ۸۶۰، ۸۶۱، ۸۶۲، ۸۶۳، ۸۶۴، ۸۶۵، ۸۶۶، ۸۶۷، ۸۶۸، ۸۶۹، ۸۷۰، ۸۷۱، ۸۷۲، ۸۷۳، ۸۷۴، ۸۷۵، ۸۷۶، ۸۷۷، ۸۷۸، ۸۷۹، ۸۸۰، ۸۸۱، ۸۸۲، ۸۸۳، ۸۸۴، ۸۸۵، ۸۸۶، ۸۸۷، ۸۸۸، ۸۸۹، ۸۹۰، ۸۹۱، ۸۹۲، ۸۹۳، ۸۹۴، ۸۹۵، ۸۹۶، ۸۹۷، ۸۹۸، ۸۹۹، ۹۰۰، ۹۰۱، ۹۰۲، ۹۰۳، ۹۰۴، ۹۰۵، ۹۰۶، ۹۰۷، ۹۰۸، ۹۰۹، ۹۱۰، ۹۱۱، ۹۱۲، ۹۱۳، ۹۱۴، ۹۱۵، ۹۱۶، ۹۱۷، ۹۱۸، ۹۱۹، ۹۲۰، ۹۲۱، ۹۲۲، ۹۲۳، ۹۲۴، ۹۲۵، ۹۲۶، ۹۲۷، ۹۲۸، ۹۲۹، ۹۳۰، ۹۳۱، ۹۳۲، ۹۳۳، ۹۳۴، ۹۳۵، ۹۳۶، ۹۳۷، ۹۳۸، ۹۳۹، ۹۴۰، ۹۴۱، ۹۴۲، ۹۴۳، ۹۴۴، ۹۴۵، ۹۴۶، ۹۴۷، ۹۴۸، ۹۴۹، ۹۵۰، ۹۵۱، ۹۵۲، ۹۵۳، ۹۵۴، ۹۵۵، ۹۵۶، ۹۵۷، ۹۵۸، ۹۵۹، ۹۶۰، ۹۶۱، ۹۶۲، ۹۶۳، ۹۶۴، ۹۶۵، ۹۶۶، ۹۶۷، ۹۶۸، ۹۶۹، ۹۷۰، ۹۷۱، ۹۷۲، ۹۷۳، ۹۷۴، ۹۷۵، ۹۷۶، ۹۷۷، ۹۷۸، ۹۷۹، ۹۸۰، ۹۸۱، ۹۸۲، ۹۸۳، ۹۸۴، ۹۸۵، ۹۸۶، ۹۸۷، ۹۸۸، ۹۸۹، ۹۹۰، ۹۹۱، ۹۹۲، ۹۹۳، ۹۹۴، ۹۹۵، ۹۹۶، ۹۹۷، ۹۹۸، ۹۹۹، ۱۰۰۰، ۱۰۰۱، ۱۰۰۲، ۱۰۰۳، ۱۰۰۴، ۱۰۰۵، ۱۰۰۶، ۱۰۰۷، ۱۰۰۸، ۱۰۰۹، ۱۰۱۰، ۱۰۱۱، ۱۰۱۲، ۱۰۱۳، ۱۰۱۴، ۱۰۱۵، ۱۰۱۶، ۱۰۱۷، ۱۰۱۸، ۱۰۱۹، ۱۰۲۰، ۱۰۲۱، ۱۰۲۲، ۱۰۲۳، ۱۰۲۴، ۱۰۲۵، ۱۰۲۶، ۱۰۲۷، ۱۰۲۸، ۱۰۲۹، ۱۰۳۰، ۱۰۳۱، ۱۰۳۲، ۱۰۳۳، ۱۰۳۴، ۱۰۳۵، ۱۰۳۶، ۱۰۳۷، ۱۰۳۸، ۱۰۳۹، ۱۰۴۰، ۱۰۴۱، ۱۰۴۲، ۱۰۴۳، ۱۰۴۴، ۱۰۴۵، ۱۰۴۶، ۱۰۴۷، ۱۰۴۸، ۱۰۴۹، ۱۰۵۰، ۱۰۵۱، ۱۰۵۲، ۱۰۵۳، ۱۰۵۴، ۱۰۵۵، ۱۰۵۶، ۱۰۵۷، ۱۰۵۸، ۱۰۵۹، ۱۰۶۰، ۱۰۶۱، ۱۰۶۲، ۱۰۶۳، ۱۰۶۴، ۱۰۶۵، ۱۰۶۶، ۱۰۶۷، ۱۰۶۸، ۱۰۶۹، ۱۰۷۰، ۱۰۷۱، ۱۰۷۲، ۱۰۷۳، ۱۰۷۴، ۱۰۷۵، ۱۰۷۶، ۱۰۷۷، ۱۰۷۸، ۱۰۷۹، ۱۰۸۰، ۱۰۸۱، ۱۰۸۲، ۱۰۸۳، ۱۰۸۴، ۱۰۸۵، ۱۰۸۶، ۱۰۸۷، ۱۰۸۸، ۱۰۸۹، ۱۰۹۰، ۱۰۹۱، ۱۰۹۲، ۱۰۹۳، ۱۰۹۴، ۱۰۹۵، ۱۰۹۶، ۱۰۹۷، ۱۰۹۸، ۱۰۹۹، ۱۱۰۰، ۱۱۰۱، ۱۱۰۲، ۱۱۰۳، ۱۱۰۴، ۱۱۰۵، ۱۱۰۶، ۱۱۰۷، ۱۱۰۸، ۱۱۰۹، ۱۱۱۰، ۱۱۱۱، ۱۱۱۲، ۱۱۱۳، ۱۱۱۴، ۱۱۱۵، ۱۱۱۶، ۱۱۱۷، ۱۱۱۸، ۱۱۱۹، ۱۱۲۰، ۱۱۲۱، ۱۱۲۲، ۱۱۲۳، ۱۱۲۴، ۱۱۲۵، ۱۱۲۶، ۱۱۲۷، ۱۱۲۸، ۱۱۲۹، ۱۱۳۰، ۱۱۳۱، ۱۱۳۲، ۱۱۳۳، ۱۱۳۴، ۱۱۳۵، ۱۱۳۶، ۱۱۳۷، ۱۱۳۸، ۱۱۳۹، ۱۱۴۰، ۱۱۴۱، ۱۱۴۲، ۱۱۴۳، ۱۱۴۴، ۱۱۴۵، ۱۱۴۶، ۱۱۴۷، ۱۱۴۸، ۱۱۴۹، ۱۱۵۰، ۱۱۵۱، ۱۱۵۲، ۱۱۵۳، ۱۱۵۴، ۱۱۵۵، ۱۱۵۶، ۱۱۵۷، ۱۱۵۸، ۱۱۵۹، ۱۱۶۰، ۱۱۶۱، ۱۱۶۲، ۱۱۶۳، ۱۱۶۴، ۱۱۶۵، ۱۱۶۶، ۱۱۶۷، ۱۱۶۸، ۱۱۶۹، ۱۱۷۰، ۱۱۷۱، ۱۱۷۲، ۱۱۷۳، ۱۱۷۴، ۱۱۷۵، ۱۱۷۶، ۱۱۷۷، ۱۱۷۸، ۱۱۷۹، ۱۱۸۰، ۱۱۸۱، ۱۱۸۲، ۱۱۸۳، ۱۱۸۴، ۱۱۸۵، ۱۱۸۶، ۱۱۸۷، ۱۱۸۸، ۱۱۸۹، ۱۱۹۰، ۱۱۹۱، ۱۱۹۲، ۱۱۹۳، ۱۱۹۴، ۱۱۹۵، ۱۱۹۶، ۱۱۹۷، ۱۱۹۸، ۱۱۹۹، ۱۲۰۰، ۱۲۰۱، ۱۲۰۲، ۱۲۰۳، ۱۲۰۴، ۱۲۰۵، ۱۲۰۶، ۱۲۰۷، ۱۲۰۸، ۱۲۰۹، ۱۲۱۰، ۱۲۱۱، ۱۲۱۲، ۱۲۱۳، ۱۲۱۴، ۱۲۱۵، ۱۲۱۶، ۱۲۱۷، ۱۲۱۸، ۱۲۱۹، ۱۲۲۰، ۱۲۲۱، ۱۲۲۲، ۱۲۲۳، ۱۲۲۴، ۱۲۲۵، ۱۲۲۶، ۱۲۲۷، ۱۲۲۸، ۱۲۲۹، ۱۲۳۰، ۱۲۳۱، ۱۲۳۲، ۱۲۳۳، ۱۲۳۴، ۱۲۳۵، ۱۲۳۶، ۱۲۳۷، ۱۲۳۸، ۱۲۳۹، ۱۲۴۰، ۱۲۴۱، ۱۲۴۲، ۱۲۴۳، ۱۲۴۴، ۱۲۴۵، ۱۲۴۶، ۱۲۴۷، ۱۲۴۸، ۱۲۴۹، ۱۲۵۰، ۱۲۵۱، ۱۲۵۲، ۱۲۵۳، ۱۲۵۴، ۱۲۵۵، ۱۲۵۶، ۱۲۵۷، ۱۲۵۸، ۱۲۵۹، ۱۲۶۰، ۱۲۶۱، ۱۲۶۲، ۱۲۶۳، ۱۲۶۴، ۱۲۶۵، ۱۲۶۶، ۱۲۶۷، ۱۲۶۸، ۱۲۶۹، ۱۲۷۰، ۱۲۷۱، ۱۲۷۲، ۱۲۷۳، ۱۲۷۴، ۱۲۷۵، ۱۲۷۶، ۱۲۷۷، ۱۲۷۸، ۱۲۷۹، ۱۲۸۰، ۱۲۸۱، ۱۲۸۲، ۱۲۸۳، ۱۲۸۴، ۱۲۸۵، ۱۲۸۶، ۱۲۸۷، ۱۲۸۸، ۱۲۸۹، ۱۲۹۰، ۱۲۹۱، ۱۲۹۲، ۱۲۹۳، ۱۲۹۴، ۱۲۹۵، ۱۲۹۶، ۱۲۹۷، ۱۲۹۸، ۱۲۹۹، ۱۳۰۰، ۱۳۰۱، ۱۳۰۲، ۱۳۰۳، ۱۳۰۴، ۱۳۰۵، ۱۳۰۶، ۱۳۰۷، ۱۳۰۸، ۱۳۰۹، ۱۳۱۰، ۱۳۱۱، ۱۳۱۲، ۱۳۱۳، ۱۳۱۴، ۱۳۱۵، ۱۳۱۶، ۱۳۱۷، ۱۳۱۸، ۱۳۱۹، ۱۳۲۰، ۱۳۲۱، ۱۳۲۲، ۱۳۲۳، ۱۳۲۴، ۱۳۲۵، ۱۳۲۶، ۱۳۲۷، ۱۳۲۸، ۱۳۲۹، ۱۳۳۰، ۱۳۳۱، ۱۳۳۲، ۱۳۳۳، ۱۳۳۴، ۱۳۳۵، ۱۳۳۶، ۱۳۳۷، ۱۳۳۸، ۱۳۳۹، ۱۳۴۰، ۱۳۴۱، ۱۳۴۲، ۱۳۴۳، ۱۳۴۴، ۱۳۴۵، ۱۳۴۶، ۱۳۴۷، ۱۳۴۸، ۱۳۴۹، ۱۳۵۰، ۱۳۵۱، ۱۳۵۲، ۱۳۵۳، ۱۳۵۴، ۱۳۵۵، ۱۳۵۶، ۱۳۵۷، ۱۳۵۸، ۱۳۵۹، ۱۳۶۰، ۱۳۶۱، ۱۳۶۲، ۱۳۶۳، ۱۳۶۴، ۱۳۶۵، ۱۳۶۶، ۱۳۶۷، ۱۳۶

برای کارهای اصلاح نژادی مناسب می‌باشد. با توجه به اینکه ژنوتیپ AC و AD دارای بیشترین وزن تولد هستند، می‌توان انتظار داشت با برنامه مناسب تلاقی گری و انجام تلاقی دو نژاد خالص A و (C و D) و ایجاد هتروزیگوسیتی وزن تولد بالاتری برای گله داشته باشیم. همچنین می‌توان انتظار داشت که این ژن به عنوان یک ژن کاندیدا برای بهبود ژنتیکی برخی صفات رشد در برنامه‌های اصلاح نژادی بز مورد توجه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از مسوولین پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که هزینه این تحقیق را تامین نمودند تشکر به عمل می‌آید. همچنین از مسوولین محترم امور دام معاونت بهبود تولیدات دامی سازمان جهاد کشاورزی استان بوشهر مخصوصاً آقای دکتر صادق یزدان‌شناس که در نمونه‌برداری همکاری نمودند قدردانی می‌شود.

گزارش کردند. وچاک و همکاران (۲۸)، به بررسی همبستگی بین جندشکلی ژن DRB و سلول‌های سوماتیک شیر، تولید شیر روزانه، چربی شیر و درصد پروتئین شیر پرداختند. آن‌ها در نتایج خود DRB را به عنوان یک نشانگر کاندید برای SCC و گاوهای شیری مستعد و مقاوم در برابر ورم پستان معرفی کردند.

شیخ و همکاران (۲۵) به بررسی جند شکلی در اگزون ۲ ژن DBR در بز چانگتانی با استفاده از دو آنزیم محدود کننده Pst I و Taq I به روش RFLP و ارتباط آن با تولید کرک پرداختند و ارتباط معنی‌داری را بین چندشکلی در این ژن و اولین و دومین سال تولید کرک گزارش نمودند.

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که تکنیک PCR-RFLP برای مطالعه ژن DRB1 مناسب است. این تحقیق اولین تحقیقی است که چند شکلی اگزون ۲ ژن DRB1 بز را با استفاده از آنزیم برشی Ras I ارائه می‌کند. شاخص‌های محاسبه شده در این مطالعه نشان‌دهنده تنوع بالا در این نژاد است. هتروزیگوسیتی بالا نشان‌دهنده این است که جمعیت بز عدنی استان بوشهر در شرایط خوبی است و

منابع

- Andersson, L. 1996. Major histocompatibility complex evolution. In: School LB, Lamont SJ, editors. The Major Histocompatibility Complex Region of Domestic Animal Species. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 1-15 pp.
- Ashrafi, F., K. Mardani, A. Hashemi, R. Darvishzadeh and M. Farhadian. 2014. Association of molecular polymorphism in exon 2 of Ovar-DRB1 gene with weight traits in Iranian Makuie sheep breed. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 38: 126-132.
- Brujeni, G.H.N., M. Emam, H. Mahmoudzadeh, E. Hamedmonfared, R. Talebnia Jahromi and H. Rezaei. 2009. Typing of ovar-DRB1 second exon with PCR-RFLP technique in Iranian Shaul Sheep. *Iran. J. Vet. Res.*, 10(3:28): 250-254 (In Persian).
- Dietz, A.B., N.D. Cohen, L. Timms and M.E. Kehrli. 1997. Bovine lymphocyte antigen class II alleles as risk factors for high somatic cell counts in milk of lactation. Dairy Cows. Journal of Dairy Science, 80: 406-412.
- Dukkipati, V.S.R., H.T. Blair, D.J. Garrick and A. Murray. 2006. Ovar-Mhc'- Ovine major histocompatibility complex: Role in genetic resistance to diseases. New Zealand Veterinary Journal, 54(4): 153-160.
- Eghbalsaied, S., K. Ghaedi, M. Forouzanfar, M. Hajian, S.M. Hosseini and M.H. Nasr-e-Esfahan. 2009. Science and technology of farm animal Transgenesis. Yakhteh Medical Journal, 11(2): 78-87.
- Jamshidi, R., G.H.N. Brujeni, A. Derakhshandeh and R. Talebnia. 2011. Exon 2 Ovar-DRB1 gene polymorphism in the Iranian Sangsari sheep. *Int. J. Vet. Res.*, 5(1): 59-62.
- Jugo, B.M. and A. Vicario. 2000. Single-strand conformational polymorphism and sequence polymorphism of MHC-DRB in Latxa and Karrantzar sheep: implications for Caprinae phylogeny. Immunogenetics. 51: 887-897.
- Hajializadeh, R., A. Seyed, D. Rafat, R. Notter, G. Moghaddam and A. Nematollahi. 2015. Fecal egg counts for gastrointestinal nematodes are associated with a polymorphism in the MHC-DRB1 gene in the Iranian Ghezel sheep breed. *Frontiers in Genetics*, 6(105): 1-11.
- Konnai, S., Y. Nagaoka, S. Takeshima, M. Onuma and Y. Aida. 2003. Sequences and diversity of 17 new Ovar-DRB1 alleles from three breeds of sheep. *Eur J Immunogenet*, 30: 275-282.
- Konnai, S., Y. Nagaoka, S. Takesima, M. Onuma and Y. Aida. 2003b. Technical Note: DNA typing for Ovine MHC DRB1 using polymerase chain reaction-restriction fragments length polymorphism (PCR-RFLP). *Journal of Dairy Science*, 86: 3362-3365.
- Kostia, S., J. Kantanen, M. Kolkals and S.L. Varvio. 1998. Applicability of SSCP analysis for MHC genotyping: fingerprinting of *Ovar-DRB1* exon 2 alleles from Finnish and Russian breeds. *Animal Genetic*, 29: 453-455.

13. Lewin, H.A., G.C. Russell and E.J. Glass. 1999. Comparative organization and function of the major histocompatibility complex of domesticated cattle. *Immunological Reviews*, 167: 145-58.
14. Li, R.Y., W.Q. Hui, B. Jia, G. Shi, Q. Zhao, H. Shen, Q. Peng, L.M. Lv, Q.W. Zhou and H.T. Li. 2011. The relationship between MHC-DRB1 gene second exon polymorphism and hydatidosis resistance of Chinese merino (Sinkiang Junken type), Kazakh and Duolang sheep. *Parasite*. 18: 163-169.
15. Li, R.Y., B. Jia, W.J. Zhang, Z.S. Zhao, G.Q. Shi, H. Shen, Q. Peng, L.M. Lv, Q.W. Zhou and Y.C. Du. 2010. Analysis of the relationship between MHC-DRB1 gene polymorphism and hydatidosis in Kazakh sheep. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 23: 1145-1151.
16. Maramazi, S. 2014. Study of expression and polymorphism of important candidate genes and their relationship with milk production in Iranian Adani goat. Master's Thesis. Tarbiat Modares University (In Persian).
17. Mehrabadi, E., M.R. Mohammadabadi, A. Esmailizadeh Kashkeieh, and R.A. Ali Neghizadeh. 2011. Polymorphism of exon 2 of GoLA-DRB3 gene in Nadoshan goat using PCR-RFLP method. *Journal of Animal Science Research*, 3: 274-279 (In Persian).
18. Mohammadabadi, M.R. and G.E. Sulimova. 2004. Diversity of BoLA-DRB3 alleles in Russian Yaroslavl cattle (*Bos taurus*) by PCR-RFLP. The first congress on Animal science and Aquatic Science. Iran, Tehran (In Persian).
19. Mohammadi, A., M.R. Nassiry, J. Mosafar, M.R. Mohammadabadi and G.E. Sulimova. 2009. Distribution of BoLA-DRB3 Allelic Frequencies and Identification of a New Allele in the Iranian Cattle Breed Sistani (*Bos indicus*). *Russian Journal of Genetics*, 45(2): 198-202.
20. Nikbakht, G., R. Hossein, M. Stear and M.A. Talebi. 2012. Allelic polymorphism in the second exon of *Ovar-DRB1* in fat-tailed sheep. *Veterinary Journal*. 192: 547-549 (In Persian).
21. Orians, G.H. 1990. The Preservation and valuation of biological resources. University of Washington Press.
22. Ruff, G., U. Sattler, D. Martinez, J. Maillard, C. Chartier, N. Saitbekova, M. Glowatzki and C. Gaillard. 2003. Association studies using random and candidate microsatellite loci in two infectious goat diseases. *Genetics Selection*, 35:113-119.
23. Rahimnahl, S., J. Fayazi, Kh. Mirzadeh, M.T. Beigi Nasiri and H.A. Roshanfeker. 2013. Investigation of polymorphism BoLA-DRB3 exon 2 gene in populations of buffaloes in Khuzestan using PCR-RFLP method. *Genetic Engineering and Biotechnology*, 1(2): 128-121 (In Persian).
24. Sadeghi, S.A.T., M. Rokouei, M. Vafay Valleh, M.A. Abbasi and H. Faraji Arogh. 2018. Determination of breeding goals and economic values of Adani goat in pasture system. *J. of Ruminant Research*, 5(4): 21-34.
25. Sheikh, F.D., T.K. Bhattacharya, P. Kumar and A. Sharma. 2006. DRB3.2 gene polymorphism and its association with pashmina production in Changthangi goat. *Journal compilation*, 271-276.
26. Shrivastava, K., P. Kumar, N.R. Sahoo, A. Kumar, M.F. Khan, A. Kumar, A. Prasad, B. Patel, A. Nasir, B. Bhushan and D. Sharma. 2015. Genotyping of major histocompatibility complex Class II DRB gene in Rohilkhandi goats by polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism and DNA sequencing. *Veterinary World*, 8(10): 1183-1188.
27. Soumya, G., R. Massimo Andreatta, G. Ying, T. Kaever, M. Nielsen, C. McMurtrey, W. Hildebrand, B. Peters and D.M. Zajonc. 2017. Unconventional Peptide Presentation by Major Histocompatibility (MHC) Class I allele. *J. Biol. Chem.* 10.1074/jbc.M117.776542
28. Wojdak, K., I. Kmiec, I. Kowalewska-Luczak and M. Warliniski. 2007. DRB3 Gene Polymorphism and Somatic Cell Count in Milk of Jersey Cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6(8): 1006-1011.
29. Yakubu, A., A. Salako, M. De Donato, M. Takeet, S. Peters, M. Adefenwa, M. Okpeku and M. Wheto, et al. 2013. Genetic diversity in exon 2 of the major histocompatibility complex class II DQB1 locus in Nigerian goats. *Biochemistry Genetic*, 51(11-12): 954-966.
30. Yongju, Z., X. Huizhong, S. Lixiang and Z. Jiahua. 2011. Polymorphisms in Exon 2 of MHC Class II DRB3 Gene of 10 Domestic Goats in Southwest China. *Journal of Animal Science*, 6: 752-756.

Investigation of Polymorphism in Exon II of MHC-DRB1 Gene Using PCR-RFLP Technique and Its Association with Growth Traits in Adani Goat

Sakine Hezarsi Bori¹, Mohammad Taghi Beigi Nassiri², Hedayatollah Roshanfekar² and Mahmood Nazari³

1- M.Sc. Graduate of Animal genetic and Breeding, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural science and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran,
(Corresponding Author: Email: sakinehezarsi@gmail.com)

2 and 3- Professor and Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal science and Food Technology, Agricultural Science and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran

Received: February 27, 2019 Accepted: June 13, 2020

Abstract

In the present study, blood samples were collected from 97 Adani goat from Bushehr province in order to identify the polymorphism in the exon II region of MHC-DRB1 gene (Major Histocompatibility Complex) and also, its association with growth traits (birth weight and 3 months weight). Genomic DNA was extracted from blood samples. A 279-bp fragment was amplified using polymerase chain reaction (PCR). Eventually, the PCR products were digested by *RasI* enzyme. The results showed that there were 4 types of alleles A, B, C and D in this locus with the frequencies of %51, %26.8, %13.4 and %8.8, respectively. Five genotypes including AA, AB, BB, AC and AD were identified with the frequency of %14.432, %28.866, %12.371, %26.80 and %17.525, respectively. The results indicated polymorphism and high heterozygosity in the population under study. Also, the number of effective alleles, Shannon index, expected and observed heterozygosity for this site was calculated at 2.794, 1.179, 0.642 and 0.732, respectively. Moreover, the chi-square (χ^2) test showed that population was not in Hardy-Weinberg equilibrium. The ANOVA results showed that the effect of different genotypes on birth weight was significant ($p < 0.05$), but it was not significant on 3 MW ($p < 0.05$). Furthermore, other traits such as dam age, sex, season and birth type effects were not significant on the growth traits ($p < 0.05$). The highest birth weight was found for heterozygous AC and AD genotypes (3.05 and 3.02 Kg, respectively), and the lowest birth weight was related to pure AA genotype (1.75 Kg). It seems that selecting AC and AD genotypes can be expected to increase birth weight in Adani goat. Also, we expect that this gene can act as a candidate gene for genetic improvement of some growth traits in goat breeding programs.

Keywords: Polymorphism, MHC Gene, RFLP, Adani Goat