

عدم وجود چند شکلی آللی در ژن های بورولا (FecB) و اینوردل

(FecXI) در گوسفند نژاد لری - بختیاری

اسماعیل امیری^۱، قدرت... رحیمی میانجی^۲، محمود وطن خواه^۳

۱- دانش آموخته رشته ژنتیک و اصلاح نژاد دام مجتمع آموزش عالی علوم

کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشگاه مازندران

۲- آزمایشگاه ژنتیک مولکولی و بیوتکنولوژی دام، مجتمع آموزش عالی علوم

کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشگاه مازندران

۳- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، استان چهار محال و بختیاری

*نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: jgharehchahi@yahoo.com

(تاریخ دریافت: - تاریخ پذیرش:)

چکیده

بلا بودن نرخ تخمک گذاری و بره زایی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر افزایش کارایی تولیدمثل و به تبع آن افزایش کارایی اقتصادی در صنعت پرورش گوسفند به حساب می آیند. مطالعه حاضر به منظور شناسایی جهش های موجود در ژن های FecB و FecXI در گوسفند نژاد لری - بختیاری انجام گرفت. این ژن ها از جمله ژن های بزرگ اثر بوده و گزارش شده که در نژادهای مختلف گوسفند سبب افزایش نرخ تخمک ریزی و نیز چند قلوزایی در گوسفند می شوند. به منظور شناسایی چند شکلی های موجود در این دو جایگاه ژنی از ۱۶۵ راس گوسفند نژاد لری - بختیاری ایستگاه اصلاح نژاد این گوسفند واقع در استان چهارمحال و بختیاری خون گیری بعمل آمد. استخراج DNA برای هر یک از نمونه ها به روش نمکی بهینه یافته انجام و برای تکثیر قطعات مورد نظر در این دو جایگاه ژنی از دو جفت پرایمر اختصاصی و واکنش زنجیره ای پلی مراز (PCR) استفاده گردید. استفاده از هر یک از پرایمرهای اختصاصی سبب تکثیر قطعه ۱۹۰ جفت بازی از ژن FecB و قطعه ۱۵۴ جفت بازی از ژن FecXI گردید. محصولات PCR بعد از هضم توسط آنزیم اندونوکلاز AvaII برای ژن FecB و XbaI برای ژن FecXI با استفاده از ژل آگارز ۳٪ الکتروفورز و سپس ژنوتیپ هر یک از نمونه ها تعیین گردید. در صورت وجود جهش دو قطعه ۳۰ و ۱۶۰ جفت بازی و ۳۰ و ۱۲۴ جفت بازی به ترتیب در هر یک از جایگاه های FecB و FecXI توسط آنزیم های برشی ایجاد می شود. نمونه های تعیین ژنوتیپ شده در این مطالعه وقوع آلل جهش یافته (-) را در جامعه مورد مطالعه تایید نکرد، بلکه تمامی نمونه ها در هر دو جایگاه دارای ژنوتیپ مونومورف (+/+) بوده و تنها وجود آلل وحشی (+) را تایید نمودند. با توجه به ثبت رکوردهای فوتویی دو و یا چند قلوزایی در این نژاد، از نتایج حاصل از این مطالعه می توان چنین نتیجه گیری نمود که عامل ژنتیکی مسئول دو و یا چند قلوزایی در این نژاد مرتبط به جهش های گزارش شده در ژن های بزرگ اثر بورولا و اینوردل نبوده بلکه باید به جستجوی ژن های دیگری در این نژاد بود.

واژه های کلیدی

گوسفند ،
لری - بختیاری ،
ژن ،
PCR ،
FecB ،
FecX¹

مقدمه

گوسفند نژاد لری بختیاری یکی از نژادهای درشت جثه دنبه‌دار ایرانی است و هدف اصلی از پرورش آن تولیدگوشت است. این صفت خود متأثر از صفات تولید مثلی و میزان رشد است (7). که صفات تولیدمثل دارای اهمیت اقتصادی بالاتری نسبت به میزان رشد می‌باشند (21). به طوری که هزینه نگهداری میش‌های مولد با بازده تولید مثل پائین، به صورت نسبی از کل هزینه‌های تولید گوشت در گوسفند بیشتر از طیور می‌باشد (17). بنابراین کاهش هزینه‌های اقتصادی و بیولوژیک در تولید گوشت در اثر افزایش بازده تولیدمثل، در مقایسه با سرعت رشد یا کاهش چربی بدن به مراتب زیاده‌تر است (1). لذا از جمله مهمترین صفات تولیدمثلی در گوسفند چند قلو زایی می‌باشد که در هر زایمان با میزان تخم‌کریزی ارتباط مستقیم داشته و تحت تاثیر تعداد معدودی هورمون و ژن‌های ویژه قرار دارد (19) و در صورتی که روش مناسبی برای افزایش آن بکار گرفته شود می‌توان بازده تولیدمثل را به طور قابل توجهی افزایش داد.

صفت تولیدمثل یک صفت چند ژنی و دارای توارث کمی می‌باشد (3). که هم تحت تاثیر ژن‌های با اثر کم و هم ژن‌های با اثر عمده می‌باشد. در دهه‌های اخیر، تحقیق بر روی بعضی از ژن‌های با اثر عمده موثر بر تولید مثل گوسفند، تمرکز یافته است (5). اولین بار چند قلو زایی در گوسفندانی که دارای ژن بورولا $FecB^1$ هستند کشف شد، دو قلو زایی در این نژاد حاصل جهش نقطه‌ای در بخشی از کروموزوم 6، در ژن گیرنده پروتئین مورفوژنیک استخوان IB^2 (BMP-IB) می‌باشد (12). که یک جایگزینی (Q249R) در توالی کد کننده BMP-IB همبستگی معنی داری با فنوتیپ چند قلو زایی در گوسفندان بورولا دارد (14). این جهش نقطه‌ای در حوزه گیرنده کیناز اتفاق افتاده است (20) و 22) و تغییر نوکلئوتید ۷۴۶ (G→A) در ناحیه کد کننده باعث تبدیل اسید آمینه گلوتامین به آرژنین شده است (20). مهمترین اثرات فیزیولوژیک جایگاه ژنی $FecB$ (13) بر روی تخم‌کریزی (9)، اندازه و تعداد فولیکول‌های آماده تخم‌کریزی³ در تخمدان

می‌باشد (12). در میش‌های هموزیگوت (BB) و هتروزیگوت حامل (B+) در مقایسه با هموزیگوت نوع وحشی (++) فولیکول‌ها به طور معنی‌داری در اندازه کوچکتر بالغ شده و آزاد می‌شوند. فولیکول‌های کوچکتر آماده تخم‌کریزی در میش‌های BB تعداد کمتری سلول گرانولوزا در مقایسه با فولیکول‌های آماده تخم‌کریزی در میش‌های ++ دارند (12).

مطالعات جداگانه وجود ارتباط بین جهش ژن $FecB$ و فنوتیپ چند قلو زایی در گوسفند نژاد بورولا را تایید می‌کند (16، 20 و 22). و صحت این ادعا در سایر نژادهای دیگر گوسفند با باروری بالا در اندونزی (گوسفند دار جاوانز)، هند (گارول) و چین (گوسفند نژاد هو و هان) تایید شده است (4، 6 و 15).

ژن $BMP15^4$ یکی دیگر از ژن‌های مسئول بروز صفت دو قلو زایی در گوسفند است که بر روی کروموزوم X قرار دارد (3) و برای تشکیل فولیکول در گوسفند ضروری است. پنج جهش از این ژن ($FecX^L$ ، $FecX^B$ ، $FecX^G$ ، $FecX^H$ ، $FecX^I$) با فنوتیپ یکسان شناسایی شده است (11).

ژن اینوردل ($FecX^I$) یکی از جهش‌های شناخته شده در $BMP15$ و دارای یک اثر عمده بر روی باروری گوسفند است. برای اولین بار در سویه‌ای از گوسفند نژاد رامنی شناسایی شد (3). در این جهش نقطه‌ای نوکلئوتید T با A تعویض و باعث جایگزینی اسید آمینه والین به جای آسپارتیک در جایگاه اسید آمینه ۳۱ در پروتئین می‌شود (10). یک نسخه از این ژن در میش‌های هتروزیگوت (+I) باعث افزایش تخم‌کریزی در حدود یک تخم‌ک اضافی و ۰/۶ بره زایی به ازاء هر بره زائیده شده می‌شود. اما میش‌های هموزیگوت حامل (II) که دو نسخه از این ژن را دارا هستند دارای تخمدان‌های نابارور و در نتیجه این میش‌ها نازا هستند (5). البته در ژنوتیپ هموزیگوت جهش یافته تکامل توده سلولی^۵، تشکیل فولیکول‌ها و تعداد فولیکول‌های اولیه در زمان جنینی به صورت نرمال و بدون اختلاف معنی‌دار با حیوانات تیپ وحشی و هتروزیگوت است (12 و 18). ولی زمانی که فولیکول‌های تخمدانی شروع به تکامل و رشد می‌کنند در ساختار اولیه تغییرات

^۴ - Bone Morphogenetic Protein

^۵ - Germ cell

¹ - Booroola Fecundity

² - Bone Morphogenetic Protein Receptor- IB (BMP-IB)

³ - Ovulatory Folicle

۳-۱- مراحل انجام واکنش زنجیره ای پلیمرز و هضم برای ژن FecB
مراحل واکنش زنجیره ای پلیمرز با توجه به آزمایشات ویلسون و همکاران ۲۰۰۱ و دیویس و همکاران ۲۰۰۵ انجام شد. توالی آغازگرها به شرح زیر بود (6):

رفت: 5'-CCA GAG GAC AAT AGC AAA GCA AA-3'

برگشت: 5'-CAA GAT GTT TTC ATG CCT CAT CAA CAC GGT C-3'

برنامه دمائی واکنش زنجیره ای پلیمرز شامل ۳۵ سیکل تکثیر با دمای واسرشت اولیه ۹۴°C به مدت ۵ دقیقه، سپس دمای واسرشت ۹۴°C به مدت ۱۵ ثانیه، دمای اتصال ۶۰°C به مدت ۳۰ ثانیه، دمای تکثیر ۷۰°C به مدت ۳۰ ثانیه و دمای تکثیر نهائی ۷۲°C به مدت ۵ دقیقه بود. محصولات واکنش زنجیره ای پلیمرز بر روی ژل آگاروز ۱/۵٪ الکتروفورز و با ساین مارکر صحت قطعه مورد نظر تایید گردید. قطعه مورد نظر ۱۹۰ جفت بازی بعد از تکثیر تحت تیمار آنزیم محدودالتر (AvaII (G/GACC قرار گرفت. سپس محصولات بدست آمده توسط الکتروفورز بر روی ژل آگاروز ۳٪ جداسازی گردیدند.

۳-۲- مراحل انجام واکنش زنجیره ای پلیمرز و هضم برای

FecX¹

آنالیز نمونه ها برای FecX¹ با استفاده از روش PCR-RFLP که توسط گالوی و همکاران ۲۰۰۰ و دیویس و همکاران ۲۰۰۵ ارایه شده است، انجام گرفت. توالی آغازگرها به شرح زیر بود (6):

رفت: 5'-GAA GTA ACC AGT GTT CCC TCC ACC CTT TTC T-3'

برگشت: 5'-CAT GAT TGG GAG AAT TGA GAC C-3'

برنامه دمائی واکنش زنجیره ای پلیمرز مشابه با جایگاه FecB بود که بوسیله دستگاه ترموسایکلر انجام گرفت، محصولات واکنش زنجیره ای پلیمرز بر روی ژل آگاروز ۱/۵٪ الکتروفورز و با ساین مارکر صحت قطعه مورد نظر تایید گردید. محصول ۱۵۴ جفت بازی واکنش زنجیره ای پلیمرز سپس تحت تیمار آنزیم محدودالتر (XbaI (T/CTAGA قرار گرفت و محصول هضم توسط الکتروفورز بر روی ژل آگاروز ۳٪ جدا و با اتیدیوم بروماید جهت مشاهده رنگ آمیزی گردید.

غیر نرمال مورفولوژیکی پدیدار می شود که در نهایت باعث افزایش تعداد بره زائیده شده در هر زایمان می گردد (12).
با توجه به اینکه پژوهشی در گوسفندان نژاد لری بختیاری در خصوص ژنهای FecB و FecX¹ صورت نگرفته است. لذا هدف از اجرای این پژوهش، شناسایی جهش های موجود در ژن های بورولا (FecB) و اینوردل (FecX¹) در این نژاد بود.

مواد و روش ها

برای انجام این آزمایش ایستگاه اصلاح نژاد گوسفند لری بختیاری مد نظر قرار گرفت. سیستم پرورش در این ایستگاه به روش نیمه متحرک و روستایی می باشد. پیش بینی ارزش اصلاحی توسط روش حداکثر درست نمائی محدود شده بدون مشتق گیری (DFREML¹) و مدل حیوانی چند صفتی با استفاده از روش بهترین پیش بینی خطی نااریب (BLUP²) برای صفات بره زائی به ازاء هر میش تحت آمیزش و بره زائی به ازاء هر میش آبستن انجام گرفت.

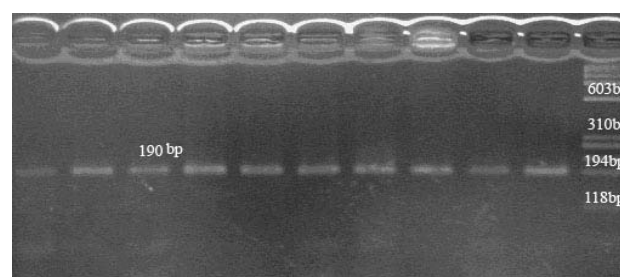
با استفاده از لوله های ونوجکت حاوی EDTA از تعداد ۱۶۵ راس گوسفند (۱۵۵ راس میش و ۱۰ راس قوچ دارای رکورد)، با ارزش اصلاحی بالا، پائین و متوسط برای صفات مذکور خون گیری بعمل آمد و سپس نمونه های خون با حفظ زنجیره سرد به آزمایشگاه ژنتیک مولکولی دانشکده علوم دامی و شیلات دانشگاه مازندران انتقال یافت. استخراج DNA از ۳ سی سی خون کامل به کمک روش نمکی بهینه یافته انجام شد. کمیت و کیفیت DNA با استفاده از ژل آگارز ۰/۸ درصد تعیین گردید و رنگ آمیزی با اتیدیوم بروماید با غلظت ۱۰ µg/µl انجام شد.

¹ - Derivative-Free - Restricted Maximum Likelihood

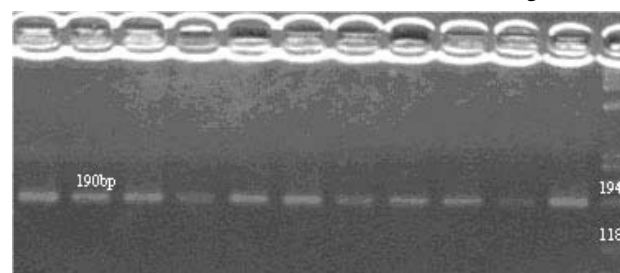
² - Best Linear Unbiased Prediction

نتایج و بحث

با توجه به مشاهدات فنوتیپی این مطالعه، میانگین تعداد بره متولد شده به ازاء هر میش تحت آمیزش و آبستن برای میش های انتخاب شده به ترتیب برابر $1/18 \pm 0.386$ و $1/19 \pm 0.395$ بود. نتیجه واکنش زنجیره ای پلیمرز برای ژن FecB در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که انتظار می رفت قطعه ۱۹۰ جفت بازی ژن FecB در این نژاد تکثیر شد. قطعه حاصل پس از هضم توسط آنزیم محدودالتر AvaPI، وجود ژنوتیپ مونومرف وحشی (++) ژن بورولا را در این گله به خوبی نشان داد. گوسفندان حامل جهش FecB بعد از هضم آنزیمی تولید قطعات ۳۰ و ۱۶۰ جفت بازی و گوسفندانی که ژنوتیپ وحشی دارند همان قطعه ۱۹۰ جفت بازی را نشان می دهند (۶). که بنا به نتایج به دست آمده عدم وجود جهش در نمونه های مورد آزمایش را تایید می نماید (شکل ۲).



شکل ۱: محصول PCR برای ژن FecB بعد از الکتروفورز

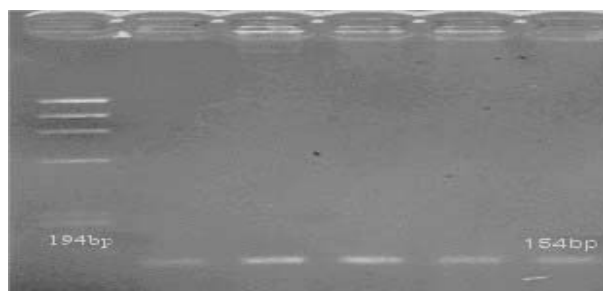


شکل ۲: نتیجه هضم محصول PCR برای ژن FecB با آنزیم AvaPI بعد از انجام الکتروفورز

نتایج این مطالعه با نتایج آزمایش های انجام شده بر روی نژادهای مادرس قرمز، دکانی و بانور که مانند گوسفند لری بختیاری جزئی نژادهای گوشتی هند می باشند مطابقت دارد (۱۵) البته آنها نشان دادند که گوسفند گارول تنها نژاد حامل جهش FecB است که

شاید به دلیل فاصله زیاد بین محل پرورش گوسفند گارول و سه نژاد دیگر این جهش به طور خودبخود و طبیعی انتقال نیافته بلکه تحت برنامه های اصلاح نژادی از گوسفند گارول به نژادهای دورگ دکانی و بانور وارد شده است (۱۵). بدین ترتیب از آنجا که محیط پرورش نژاد لری بختیاری در محدوده بین استان های لرستان، چهارمحال و بختیاری و خوزستان است این جهش از طریق مسیرهای تجاری نتوانسته به این نژاد انتقال یابد و دامداران به صورت خواسته یا ناخواسته از آمیزش این نژاد با نژادهای خارجی حامل این ژن امتناع و از ورود این ژن به گوسفندان خود جلوگیری کرده اند.

دیویس و همکاران با آزمایش گوسفندان چندقلوزای هشت کشور (نیوزلند، هند، فیلیپین، اندونزی، لهستان، ایسلند، فرانسه و ایرلند) عدم وجود جهش FecB را در گوسفندان نژادهای توکا، وودلندز، اولکاسو، لاکان، بلکلیر و کمبریج گزارش کردند. ولی وجود این جهش را در گوسفندان گارول و جاوانز تأیید کردند. آنها معتقدند که اصل گوسفند جاوانز از منطقه ای بین هند و بنگلادش در آسیا است و گوسفند جاوانز ژن بورولا را از مرینوی استرالیا کسب کرده است در صورتی که هیچ ارتباطی بین دو نژاد گارول و جاوانز و نژادهای دیگر وجود نداشته و این جهش در نژادهای دیگر موجود نیست. ولی چون نژادهای مورد آزمایش جزئی گوسفندان با باروری بالا هستند احتمال وجود دیگر ژنهایی با اثر عمده در این نژادها متنفی نیست (۴). لذا از آنجا که در این آزمایش تعدادی از گوسفندان مورد آزمایش در تمام زایمان های خود دوقلوزایی داشتند احتمال ژن با اثر عمده دیگری غیر از FecB بر روی دوقلوزایی در این نژاد وجود دارد. نتایج یک آزمایش بر روی ۲۱ نژاد و گونه گوسفندان چند قلوزای ۱۳ کشور، وجود جهش FecB را در دونژاد هو و هان از کشور چین تایید کرد (۶). نتایج مطالعات نشان داده جهش FecB در جمعیت گوسفند گارول (۴) و گوسفند هو (۶) تثبیت شده است. اما در جمعیت های گوسفند جاوانز (۴) و مرینوی بورولا (۱۶) و نژاد هان (۶) تثبیت نشده است. یافته های اخیر نظریه های قبلی مبنی بر انتقال ژن بورولا از گوسفند گارول (بنگال) به گله های استرالیا و اندونزی (بورولا و جاوانز) را تایید نمودند (۴).

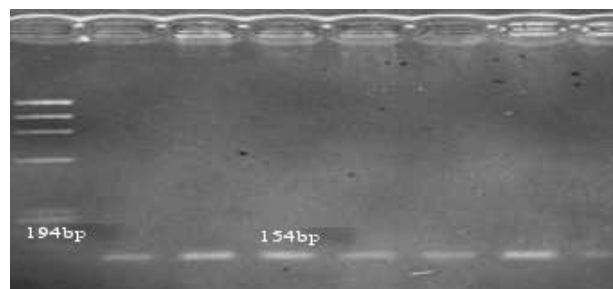
شکل ۴: نتیجه هضم محصول PCR برای ژن *FecXI*

در مطالعه ای که بر روی گوسفندان چندقلوزای هشت کشور نیوزلند، هند، فیلیپین، اندونزی، لهستان، ایسلند، فرانسه و ایرلند انجام گرفت، نتایج مشابهی حاصل شده است و هیچکدام از میش های گارول، وودلندز، اولکاسو، کمبریج و نیز هیچیک از قوچ های نژاد لاکان حامل جهش *FecX^I* نبودند (4). و نتایج گزارش شده با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد. همچنین مطالعات بعدی که بر روی ۲۱ نژاد و گونه گوسفندان با باروری بالا انجام شد، وجود ژن *FecX^I* را در گوسفندان مورد آزمایش تایید نکرد (6). این پژوهشگران نشان دادند گوسفندانی که حامل جهش *FecB* هستند حامل جهش *FecX^I* نیستند. این دلایل نشان می دهد نژاد لری بختیاری حامل این دو جهش نیست و آزمایش انجام شده صحت این گفته را تأیید می کند.

به دلیل اینکه دوقلوزایی هم تحت تاثیر عامل محیط (تغذیه و مدیریت) و هم متاثر از ژنتیک حیوان بوده تغذیه می تواند تاثیر بسزایی بر ظهور ژن های با اثر عمده مؤثر بر صفت تولیدمثل داشته باشد. تا حدی که میزان تخمکریزی در گوسفند جاوانز به ازای یک کی از جهش *FecB* نصف این میزان در گوسفندان مرینو می باشد که دلیل آن فاکتورهای محیطی نامناسب از جمله کیفیت پائین مواد خوراکی یا ترکیبی از مسائل محیطی برای گوسفند جاوانز عنوان شده است (4). با اینکه جهش یکسانی بین گوسفندان بورولا و گارول وجود دارد، ولی میزان تخمکریزی و بره زایی گوسفند بورولا از گارول نسبتا بالاتر است. که علت این اختلاف می تواند ناشی از تفاوت های محیطی باشد (4). احتمالا محیط پرورش گوسفند لری بختیاری به دلیل کوهستانی بودن به طور طبیعی از بروز بره زایی بالا جلوگیری می کند و به همین خاطر مشاهدات فنوتیپی چندزایی در این نژاد بالا نیست.

از آنجا که جاده ابریشم از کشورهای چین، پاکستان و هند می گذشته و چون گوسفند گارول از استان بنگال در هند و گوسفند هو در استان های جیانگسو و ژجیانگ در چین در مسیر این جاده بازرگانی بودند، شاید این جهش توسط بازرگانان انتقال پیدا کرده است (6). هر چند کشور ایران نیز در مسیر جاده ابریشم بوده ولی جایگاه پرورش نژاد مورد بررسی از جاده ابریشم فاصله داشته و احتمال دریافت این جهش از مسیرهای تجاری غیر ممکن است. البته در بعضی از کشورها این جهش از طریق آمیزش و دورگ گیری به نژادهای دیگر منتقل شده است که می توان به گوسفند آواسی و آسف در کشور اسرائیل اشاره کرد. از سال ۱۹۸۶ میلادی با انجام تلاقی هایی ژن بورولا را به این دو نژاد وارد و تثبیت کردند. نتایج آزمایش ها نشان داد که باروری آواسی از ۱/۲ به ۲ بره در هر زایش افزایش یافته است بدون اینکه شیر تولیدی این نژاد کاهش یابد (8).

در این مطالعه جهش *FecX^I* در ژن *BMP15* نیز مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفت. که نتیجه واکنش زنجیره ای پلیمرز برای *FecX^I* در شکل (۳) نشان داده شده است. همانطور که انتظار می رود قطعه ۱۵۴ جفت بازی از این ژن تکثیر که جهت تایید از سایز مارکر استفاده شد.

شکل ۳: محصول PCR برای ژن *FecXI* بعد از انجام الکتروفورز

محصول تکثیر شده توسط آنزیم محدودالایتر (*XbaI* (T/CTAGA) مورد هضم آنزیمی قرار گرفت. این آنزیم در گوسفندان حامل جهش *FecX^I* بعد از هضم تولید قطعات ۱۲۴ و ۳۰ جفت بازی و در گوسفندان ژنوتیپ وحشی همان قطعه ۱۵۴ بازی را بر روی ژل آگاروز نشان می دهند (۶). ژنوتیپ های مشاهده شده در این آزمایش مونومرف وحشی (++) را در این گله نشان داد (شکل ۴).

۵- نتیجه گیری

با توجه به مشاهدات فنوتیپی و آزمایشات مولکولی به نظر می‌رسد وجود دو جهش مورد بررسی در این نژاد منتفی است. اگر این جهش‌ها به صورت خود بخود اتفاق افتاده باشد، چون به صورت برنامه‌ریزی شده انتخابی وجود نداشته احتمال حذف این جهش‌ها وجود دارد. همچنین به دلیل بسته بودن محیط پرورش این نژاد و دور بودن از مسیرهای تجاری جهانی و منطقه‌ای احتمال ورود این جهش‌ها از نژادهای خارجی به این نژاد و تکثیر آنها دور از انتظار است. از طرفی چون این مطالعه در یک جمعیت کوچک انجام شده احتمال اینکه جهش‌های مورد نظر در نمونه‌های خونگیری شده نباشد وجود دارد. البته جهش‌های دیگر مرتبط با دو قلو زائی نیز شناسائی شده‌اند که پیشنهاد می‌گردد وجود یا عدم وجود آنها نیز در این نژاد بررسی گردد.

با توجه به تاثیر دوقلو زائی بر میزان گوشت تولیدی به ازای هر راس میش در هر سال و کاهش میش‌های مولد بر روی مراتع و جلوگیری از تخریب مراتع به نظر می‌رسد که مطالعه برای پیدا کردن ژن‌های با اثر عمده بر دوقلو زائی در این نژاد ضروری است که با وارد نمودن این جهش‌ها و برنامه‌ریزی برای تکثیر و تثبیت آنها می‌توان کمک قابل توجهی به افزایش تولید و همچنین درآمد دامداران کشور انجام داد.

سپاسگزاری

نویسندگان مراتب تشکر خود را از مدیریت محترم ایستگاه اصلاح نژاد گوسفند لری- بختیاری و نیز کارکنان این مرکز که ما را در نمونه‌برداری کمک نموده‌اند و همچنین آقای دکتر علی‌اکبر امیری که در مراحل مختلف اجرای تحقیق کمک نمودند را ابراز می‌دارند.

منابع

۱- وطن خواه، م. و م. ع. ادریس. ۱۳۷۹. برآورد عملکرد و بررسی تاثیر برخی از عوامل محیطی موثر بر صفات تولید مثلی در گوسفندان نژاد بختیاری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۴، شماره اول: ۱۰۶-۱۱۸.

۲- ولی زاده، م. و م. مقدم. ۱۳۷۷. آشنائی با ژنتیک کمی. چاپ اول. مرکز نشر دانشگاهی. ۳۷۸ ص.

۳- Davis, G.H., McEwan, J.C., Fennessy, P.F., Dodds, K.G., Farquhar, P.A. 1991. Evidence for the presence of a major gene influencing ovulation rate on the X chromosome of sheep. Biol. Reprod. 44: 620-624.

۴- Davis, G.H., Galloway, S.M., Ross, L.K., Gregan, S.M., Ward, G., Nimbkar, B.V., Ghalsasi, P.M. 2002. DNA tests in prolific sheep from eight countries provide new evidence on origin of the Booroola (FecB) mutation. Biol. Reprod. 66: 1869-1874.

۵- Davis, G.H., McEwan, J.C., Fennessy, P.F., Dodds, K.G., McNatty, K.P., Wai-Sum, O. 1992. Infertility due to bilateral ovarian hypoplasia in sheep homozygous (FecXI FecXI) for the Inverdale prolificacy gene located on the X chromosome. Biol. Reprod. 46: 636-640.

۶- Davis, G.H., Balakrishnan, L., Ross, I.K., Wilson, T., Galloway, S.M., Lumsden, B.M., Hanrahan, J.P., Mullen, M., Mao, X.Z., Wang, G.L., Zhao, Z.S., Zeng, Y.Q., Robinson, J.J., Mavrogenis, A.P., Papachristoforou, C., Peter, C., Baumung, R., Cardyn, P., Boujenane, I., Cockett, N.E., Eythorsdottir, E., Arranz, J.J., Notter, D.R. 2006. Investigation of the Booroola (FecB) and Inverdale (FecX(I)) mutations in 21 prolific breeds and strains of sheep sampled in 13 countries. Anim. Reprod. Sci. 92, 87-96.

۷- Dickerson, G.E. 1978. Animal size and efficiency: basic concepts. Anim. Prod. 27, 367.

۸- Gootwine, E., Zenu, A., Bor, A., Yossafi, S., Rosov A., Pollott, G.E. 2001. Genetic and economic analysis of introgression the B allele of the FecB (Booroola) gene into the Awassi and Assaf dairy breeds. Lives. Prod. Sci. 71: 49-58

۹- Lanneluc, I., Mulsant, P., Saidi-Mehtar, N., Elsen, J.M. 1996. Synteny conservation between parts of human chromosome 4q and bovine and ovine chromosome 6. Cytogenet. Cell Genet. 72: 212-214.

۱۰- Liao, W.X., Moore, R.K., Shimasaki, S. 2004. Functional and molecular characterization of naturally occurring mutations in the oocyte-secreted factors bone morphogenetic protein-15 and growth and differentiation factor-9. J. biol. Chem. 17: 17391-17396.

۱۱- McNatty, K.P., Smith, P., Moor, L.G., Reader, K., Lun, S., Hanrahan, J. P., Groome, N. P., Laitinen, M., Ritvos, O., Juengel, J.L. 2005. Oocyte-expressed genes affecting ovulation rate. Mol. and cell. End. 234: 57-66

۱۲- Montgomery, G.W., Galloway, S.M., Davis, G.H., McNatty, K.P. 2001. Genes controlling ovulation rate in sheep. Reprod. 6:843-852.

- ۱۳- Montgomery, G.W., Lord, E.A., Penty, J.M., Dodds, K.G., Broad, T.E., Cambridge, L.M., Sunden, S.L.F., Stone, R.T., Crawford, A.M. 1994. The Booroola fecundity (FecB) gene maps to sheep chromosome 6. *Genomics*. 22: 148-153.
- ۱۴- Mulsant, P., Lecerf, F., Fabre, S., Schibler, L., Monget, P., Lanneluc, I., Pisselet, C., Riquet, J., Mnniaux, D., Callebaut, I. 2001. Mutation in bone morphogenetic protein receptor-IB is associated with increased ovulation rate in Booroola Merino ewes. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 98: 5104-5109.
- ۱۵- Pardeshi, V.C., Sainani, M.N., Maddox, J.F., Ghalsasi, P.M., Nimbkar, C. Gupta, V.S. 2005. Assessing the role of FecB mutation in productivity of Indian sheep. *Curr. Sci.* 89: 887-890.
- ۱۶- Piper, L.R., Bindon, B.M., Davis, G.H. 1985. The single gene inheritance of the high litter size of the Booroola Merino. In: Land RB, Robinson DW (eds.), *Genetics of Reproduction in Sheep*. London: Butterworths. 115-125
- ۱۷- Rosati, A., Mousa, E., Van Vleck, L.D. Young, L.D. 2002. Genetic parameters of reproductive traits in sheep. *Small Rum. Res.* 43: 65-74.
- ۱۸- Smith, P., O, W.-S., Corrigan, K.A., Lundy, T., Davis, G.H., McNatty, K.P., 1997. Ovarian morphology and endocrine characteristics of female sheep fetuses that are heterozygous or homozygous for the Inverdale prolificacy gene (FecXI). *Biol. Reprod.* 57: 1183-1192.
- ۱۹- Snyman, M.A., Olivier, J.J., Erasmus, G. J./ and Van Wyk, 1997. Genetic parameter estimates for total weight of lamb weaned in Afrino and Merino sheep. *Lives. Prod. Sci.* 48: 111-116.
- ۲۰- Souza, C.J., MacDougall, C., Campbell, B.K., McNeilly, A.S., Baird, D.T. 2001. The Booroola (FecB) phenotype is associated with a mutation in the bone morphogenetic receptor type 1 B (BMPRII) gene. *J. Endocrinol.* 169: R1-R6.
- ۲۱- Wang, C.T., Dickerson, G.E. 1991. Simulated effects of reproduction performance on life-cycle efficiency of lamb and wool production at three lambing intervals. *J. Anim. Sci.* 69: 4338-4347.
- ۲۲- Wilson, T., Wu, X.Y., Juengel, J.L., Ross, I.K., Lumsden, J.M., Lord, E.A., Dodds, K.G., Walling, G.A., McEwan, J.C., O'Connell, A.R., McNatty, K.P., Montgomery, G.W., 2001. Highly prolific Booroola sheep have a mutation in the intracellular kinase domain of bone morphogenetic protein IB receptor (ALK-6) that is expressed in both oocytes and granulosa cells. *Biol. Reprod.* 64: 1225-1235.

