

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

(FecXI) در گوسفند نژاد لری - بختیاری

اسماعیل امیری^۱، قدرت... رحیمی میانجی^۲، محمود وطن‌خواه^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 چهارمحال و بختیاری

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

(تاریخ دریافت: - تاریخ پذیرش:)

چکیده

بلا بودن نرخ تخمک‌گذاری و بره‌زایی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر افزایش کارایی تولیدمثل و به تبع آن افزایش کارایی اقتصادی در صنعت پرورش گوسفند به حساب می‌آیند. مطالعه حاضر به منظور شناسایی جهش‌های موجود در ژن‌های FecB و FecXI در گوسفند نژاد لری - بختیاری انجام گرفت. این ژن‌ها از جمله ژن‌های بزرگ اثر بوده و گزارش شده که در نژادهای مختلف گوسفند سبب افزایش نرخ تخمک‌ریزی و نیز چند قلوزایی در گوسفند می‌شوند. به منظور شناسایی چند شکلی‌های موجود در این دو جایگاه ژنی از ۱۶۵ راس گوسفند نژاد لری - بختیاری ایستگاه اصلاح نژاد این گوسفند واقع در استان چهارمحال و بختیاری خون‌گیری بعمل آمد. استخراج DNA برای هر یک از نمونه‌ها به روش نمکی بهینه یافته انجام و برای تکثیر قطعات مورد نظر در این دو جایگاه ژنی از دو جفت پرایمر اختصاصی و واکنش زنجیره‌ای پلی‌مرز (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 نمونه‌ها 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 جایگاه‌های FecB و FecXI توسط آنزیم‌های برشی ایجاد می‌شود. نمونه‌های تعیین ژنوتیپ شده در این مطالعه وقوع آلل جهش یافته (-) را در جامعه مورد مطالعه تایید نکرد، بلکه تمامی نمونه‌ها 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 می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که عامل ژنتیکی مسئول دو و یا چند قلوزایی در این نژاد مرتبط به جهش‌های گزارش شده در ژن‌های بزرگ اثر بورولا و اینوردل نبوده بلکه باید به جستجوی ژن‌های دیگری در این نژاد بود.

واژه‌های کلیدی

گوسفند ،
لری - بختیاری ،
ژن ،
PCR ،
FecB ،
FecXI¹

می باشد (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 تخم‌ریزی در میش‌های BB تعداد کمتری سلول گرانولوزا در مقایسه با فولیکول‌های آماده تخم‌ریزی در میش‌های ++ دارند (12).

مطالعات جداگانه وجود ارتباط بین جهش ژن *FecB* و فنوتیپ چندقلو‌زایی 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 دوقلو‌زایی 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*، *FecX¹*) با فنوتیپ یکسان شناسایی شده است (11).

ژن اینوردل (*FecX¹*) 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 31 در پروتئین می‌شود (10). یک نسخه از این ژن در میش‌های هتروزیگوت (I+) باعث افزایش تخم‌ریزی در حدود یک تخم‌ک اضافی و 0/6 بره‌زایی 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 سلولی⁵، 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

گوسفند نژاد لری بختیاری یکی از نژادهای درشت جثه دنبه‌دار ایرانی است و هدف اصلی از پرورش آن تولید گوشت 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 قلوزایی می‌باشد که در هر زایمان با میزان تخم‌ریزی 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 قلوزایی در گوسفندانی که دارای ژن بورولا *FecB¹* هستند کشف شد، دوقلو‌زایی در این نژاد حاصل جهش نقطه‌ای در بخشی از کروموزوم 6، در ژن گیرنده پروتئین مورفوژنیک استخوان² *IB²* (*BMPR-IB*) می‌باشد (12). که یک جایگزینی (Q249R) در توالی کد کننده *BMPR-IB* همبستگی معنی‌داری با فنوتیپ چندقلو‌زایی در گوسفندان بورولا دارد (14). این جهش نقطه‌ای در حوزه گیرنده کیناز اتفاق افتاده است (20) و 22 و تغییر نوکلئوتید 746 (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 تخم‌ریزی (9)، اندازه و تعداد فولیکول‌های آماده تخم‌ریزی³ در تخمدان

¹ - Booroola Fecundity

² - Bone Morphogenic Protein Receptor- IB (BMPR-IB)

³ - Ovulatory Folicle

⁴ - Bone Morphogenetic Protein

⁵ - Germ cell

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

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

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

برنامه دمائی واکنش زنجیره‌ای 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 زنجیره‌ای پلیمرز بر روی ژل آگاروز ۱/۵٪ الکتروفورز و با سایز 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 زنجیره‌ای پلیمرز و هضم برای

FecX¹

آنالیز نمونه‌ها 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):

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

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

برنامه دمائی واکنش زنجیره‌ای پلیمرز مشابه با جایگاه FecB بود که بوسیله دستگاه ترموسایکلر انجام گرفت، محصولات واکنش زنجیره‌ای پلیمرز بر روی ژل آگاروز ۱/۵٪ الکتروفورز و با سایز مارکر صحت قطعه مورد نظر تایید گردید. محصول ۱۵۴ جفت بازی واکنش زنجیره‌ای 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 می‌شود که در نهایت باعث افزایش تعداد بره زائیده شده در هر زایمان می‌گردد (12). با توجه به اینکه پژوهشی در گوسفندان نژاد لری بختیاری در خصوص ژنهای FecB¹ و FecX¹ صورت نگرفته است. لذا هدف از اجرای این پژوهش، شناسائی جهش‌های موجود در ژنهای بورولا (FecB) و اینوردل (FecX¹) در این نژاد بود.

مواد و روش‌ها

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 می‌باشد. پیش‌بینی ارزش اصلاحی توسط روش حداکثر درست نمائی محدود شده بدون مشتق‌گیری (DFREML) و مدل حیوانی چند صفتی با استفاده از روش بهترین پیش‌بینی خطی ناریب (BLUP²) برای صفات بره زائی به ازاء هر میش تحت آمیزش و بره‌زائی به ازاء هر میش آبستن انجام گرفت.

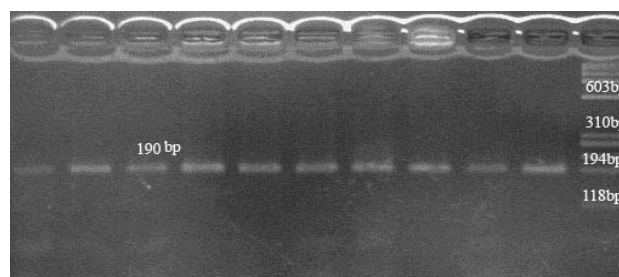
با استفاده از لوله‌های ونوجکت حاوی EDTA از تعداد ۱۶۵ راس گوسفند (۱۵۵ راس میش و ۱۰ راس قوچ دارای رکورد)، با ارزش اصلاحی بالا، پائین و متوسط برای صفات مذکور خون‌گیری بعمل آمد و سپس نمونه‌های خون با حفظ زنجیره سرد به آزمایشگاه ژنتیک مولکولی دانشکده علوم دامی و شیلات دانشگاه مازندران انتقال یافت. استخراج DNA از ۳ سی‌سی 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 رنگ‌آمیزی با اتیدیوم بروماید با غلظت ۱۰ µg/µl انجام شد.

¹ - Derivative-Free - Restricted Maximum Likelihood

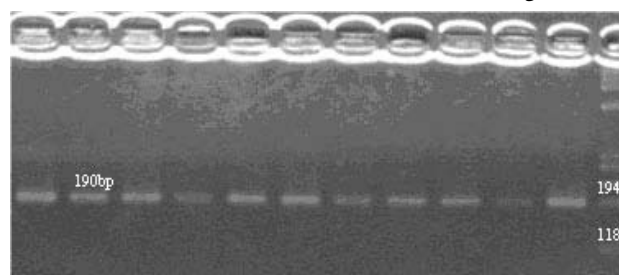
² - Best Linear Unbiased Prediction

نتایج و بحث

با توجه به مشاهدات فنوتیپی این مطالعه، میانگین تعداد بره متولد شده به ازاء هر میش تحت آمیزش و آبستن برای میش‌های انتخاب شده به ترتیب برابر $1/118 \pm 0.386$ و $1/119 \pm 0.395$ بود. نتیجه واکنش زنجیره‌ای پلیمرز برای ژن FecB در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که انتظار می‌رفت قطعه ۱۹۰ جفت‌بازی ژن FecB در این نژاد تکثیر شد. قطعه حاصل پس از هضم توسط آنزیم محدودالتر AvaII، 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 می‌دهند (۶). که بنا به نتایج به دست آمده عدم وجود جهش در نمونه‌های مورد آزمایش را تایید می‌نماید (شکل ۲).



شکل ۱: محصول PCR برای ژن FecB بعد از الکتروفورز

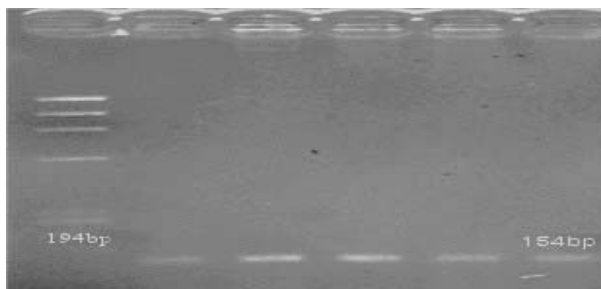


شکل ۲: نتیجه هضم محصول PCR برای ژن FecB با آنزیم AvaII بعد از انجام الکتروفورز

نتایج این مطالعه با نتایج آزمایش‌های انجام شده بر روی نژادهای مادرس قرمز، دکانی و بانور که مانند گوسفند لری بختیاری جزئی نژادهای گوشتی هند می‌باشند 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 برنامه‌های 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 استان‌های 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 کرده‌اند.

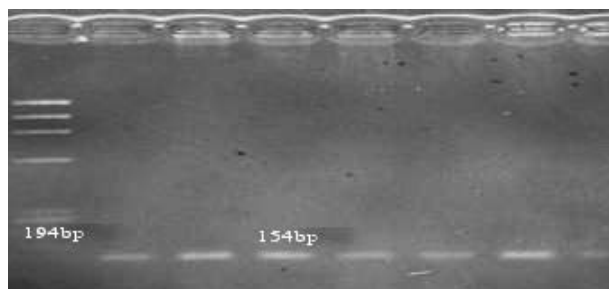
دیویس و همکاران با آزمایش گوسفندان چندقلوزای هشت کشور (نیوزلند، هند، فیلیپین، اندونزی، لهستان، ایسلند، فرانسه و ایرلند) عدم وجود جهش FecB را در گوسفندان نژادهای توکا، وودلندز، اولکاسو، لاکان، بلکلیر و کمبریج گزارش کردند. ولی وجود این جهش را در گوسفندان گارول و جاوانز تأیید کردند. آنها معتقدند که اصل گوسفند جاوانز از منطقه‌ای 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 زایمان‌های خود دوقلوزایی داشتند احتمال ژن با اثر عمده دیگری غیر از FecB بر روی دو قلوزایی 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 جمعیت‌های گوسفند جاوانز (۴) و مرینوی بورولا (۱۶) و نژاد هان (۶) تثبیت نشده است. یافته‌های اخیر نظریه‌های قبلی مبنی بر انتقال ژن بورولا از گوسفند گارول (بنگال) به گله‌های استرالیا و اندونزی (بورولا و جاوانز) را تایید نمودند (۴).

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

در مطالعه‌ای 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 میش‌های گارول، وودلندز، اولکاسو، کمبریج و نیز هیچیک از قوچ‌های 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 می‌دهد نژاد لری بختیاری حامل این دو جهش نیست و آزمایش انجام شده صحت این گفته را تأیید می‌کند به دلیل اینکه دوقلو زایی هم تحت تاثیر عامل محیط (تغذیه و مدیریت) و هم متاثر از ژنتیک حیوان بوده تغذیه می‌تواند تاثیر بسزایی بر ظهور ژن‌های 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 می‌باشد 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 بره‌زایی گوسفند بورولا از گارول نسبتاً بالاتر است. که علت این اختلاف می‌تواند ناشی از تفاوت‌های محیطی باشد (4). احتمالاً محیط پرورش گوسفند لری بختیاری به دلیل کوهستانی بودن به طور طبیعی از بروز بره‌زایی بالا جلوگیری می‌کند و به همین خاطر مشاهدات فنوتیپی چندزایی در این نژاد بالا نیست.

از آنجا که جاده ابریشم از کشورهای چین، پاکستان و هند می‌گذشته و چون گوسفند گارول از استان بنگال در هند و گوسفند هو در استان‌های 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 دورگ‌گیری به نژادهای دیگر منتقل شده است که می‌توان به گوسفند آواسی و آسف در کشور اسرائیل اشاره کرد. از سال ۱۹۸۶ میلادی با انجام تلاقی‌هایی ژن بورولا را به این دو نژاد وارد و تثبیت کردند. نتایج آزمایش‌ها 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 زنجیره‌ای پلیمرز برای *FecX^I* در شکل (۳) نشان داده شده است. همانطور که انتظار می‌رود 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 محدودالتر (*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 می‌دهند (۶). ژنوتیپ‌های 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 نمونه برداری 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., Laneluc, 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 (BMPRI1B) 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.

