



نقشه‌یابی جایگاه‌های ژنی مرتبه با وزن بدن روی کروموزوم شماره ۵ در یک جمعیت F_2 بلدرچین ژاپنی^۱

محبوبه ایرانمنش^۲, علی اسماعیلی‌زاده^۳ و محمد رضا محمدآبادی^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استاد ژنتیک و اصلاح نژاد دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، (تویسندۀ مسؤول: aliesmaili@uk.ac.ir)
تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۱/۰۵ تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۲۷

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، پویش کروموزوم شماره ۵ بلدرچین ژاپنی و شناسایی QTL‌های مؤثر بر رشد در یک جمعیت F_2 بود. به منظور شناسایی QTL‌های مؤثر بر صفات رشد از یک طرح سه نسلی، F_2 حاصل از تلاقی متقابل دو سوبیه متفاوت بلدرچین ژاپنی و تشکیل نسل دوم با یکدیگر. با تلاقی ۴۲۲ پرنده نسل دوم سوم ایجاد شد. تمامی پرنده‌گان هر سه نسل برای ۳ نشانگر ریزماهواره تعیین ژنوتیپ شدند. صفات مورد مطالعه، وزن بدن در زمان تولد و وزن زنده پرنده در سنین یک تا پنج هفتگی بود. آنالیز QTL به روش مکان‌یابی درون فاصله‌ای مبتنی بر رگرسیون انجام گردید. برای صفت وزن بدن در زمان تولد، وزن یک هفتگی و دو هفتگی، به ترتیب QTL‌های معنی‌دار در موقعیت‌های مختلف شناسایی شد. اگرچه اثر افزایشی QTL‌های شناسایی شده معنی‌دار بود، اما اثرات غلبی و ایمپریتینگ برای این صفات معنی‌دار نبود و واریانس افزایشی QTL‌های شناسایی شده برای صفات مختلف در محدوده ۱/۱ تا ۶/۳ قرار داشت.

واژه‌های کلیدی: بلدرچین ژاپنی، وزن بدن، نشانگر ریزماهواره، مکان‌یابی QTL

دستیابی به نقشه‌های ژنتیکی بیشتر و شناسایی جایگاه‌های صفات کمی در بلدرچین ژاپنی می‌باشد (۵). مینوبل و همکاران نقشه‌یابی ریزماهواره‌ای QTL‌های مؤثر بر رشد، مصرف غذا، تولید تخم، عدم تحرك ناشی از ترس و دمای بدن را در یک جمعیت F_2 در بلدرچین‌های ژاپنی انجام دادند (۶). اسماعیلی‌زاده و همکاران مطالعه‌ای را در زمینه‌ی شناسایی QTL‌های مؤثر بر وزن بدن در سنین مختلف روی کروموزوم ۱ در خانواده‌های ناتنی حاصل از نژاد تجارتی بلدرچین ژاپنی انجام دادند (۷). هدف از انجام این پژوهش، کاوش کروموزوم شماره ۵ بلدرچین ژاپنی برای شناسایی QTL‌های مؤثر بر وزن بدن و مدل‌سازی اثرات افزایشی، غلبی و ایمپریتینگ QTL بود.

مواد و روش‌ها

برای اجرای پژوهش حاضر از DNA بلدرچین ژاپنی مربوط به یک طرح سه نسلی F_2 ذخیره شده در آزمایشگاه دانشگاه شهید باهنر کرمان استفاده شد. طرح آزمایشی مورد استفاده شامل یک طرح سه نسلی F_2 بود. تعداد ۸ پرنده نر و ۸ پرنده ماده به عنوان نسل والد (P) به تعداد مساوی از دو سویه سفید (S) و وحشی (W) انتخاب و تلاقی دوطرفه بین آنها (نر سفید × ماده وحشی و نر وحشی × ماده سفید) انجام شد. تعداد ۳۴ پرنده از بین پرنده‌گان نسل اول (F_1) شامل ۱۷ نتاج (SW) حاصل از تلاقی نر سفید × ماده وحشی و ۱۷ نتاج (WS) حاصل از تلاقی نر وحشی × ماده سفید برای تولید نسل دوم (F_2) انتخاب شدند. از تلاقی نرهای SW با ماده‌های WS و عکس این تلاقي، ۴۲۲ پرنده مربوط به نسل (F_2) تولید شد. جمعیت نقشه‌یابی شامل ۴۷۲ پرنده بود که نمونه خون مربوط به تمام این پرنده‌گان جهت استخراج

مقدمه

امروزه، بشر با وجود استفاده نسبتاً کامل از امکانات موجود، برای افزایش تولیدات کشاورزی با محدودیت منابع روبرو است. بنابراین، رشد سریع جمیعت و محدودیت بیشتر منابع، نسل بشر را با خطر گرسنگی مواجه خواهد نمود. در این میان تأمین مواد غذایی پروتئینی حیوان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از آنجا که میزان پاسخ به انتخاب و سرعت روند تغییرات ژنتیکی به طور مستقیم متأثر از فاصله نسل می‌باشد، لذا برای انجام تحقیقات اصلاح نژادی و بررسی فراسچه‌های ژنتیکی، استفاده از حیوانات دارای فاصله نسل کوتاه به دلیل فراهم نمودن زمینه اصلاح نژاد در طولانی مدت، بسیار کارآمدتر از حیوانات با فاصله نسل طولانی است (۵). در صورت شناسایی QTL می‌توان از روش‌های نوین انتخاب ژنتیکی بر مبنای تفاوت‌های افراد در سطح DNA آنها استفاده نمود. در واقع با شناسایی حیواناتی که دارای بهترین ترکیب ژنی هستند به آنها اجازه تولید مثل داده شده و به این ترتیب نسل بعد به طور میانگین زن‌های مفید پیشتری نسبت به نسل قبل خواهد داشت. تاکنون تحقیقات زیادی به منظور مکان‌یابی جایگاه‌های ژنی مؤثر بر صفات کمی در حیوانات مختلف انجام گرفته که بخشی از این موارد مربوط به صفات کمی پرنده‌گان می‌باشد (۶،۷،۸). در بین پرنده‌گان مورد مطالعه، بیشترین تحقیقات بر روی مرغ انجام گرفته و تاکنون تحقیقات اندکی به منظور تعیین QTL‌های بلدرچین موردن تحقیقات شده است. نقشه ژنتیکی بلدرچین با ریزماهواره و انجام شده است. نقشه ژنتیکی بلدرچین با AFLP راهی را برای مطالعه مقایسه‌ای و کشف QTL برای صفات مختلف فراهم آورده است. کایانگ و همکاران اولین نسل از نقشه‌های پیوسته ریزماهواره را در یک جمعیت F_2 در بلدرچین‌های ژاپنی معرفی کردند که آغاز یک پیشرفت برای

فاصله صفر سانتی مورگانی، GUJ0049 در فاصله ۱۲ سانتی مورگانی و GUJ0100 در فاصله ۲۱ سانتی مورگانی) موجود روی کروموزوم شماره ۵ انتخاب و تعیین ژنتیپ پرندگان برای ۳ نشانگر انجام شد. توالی پرایمرهای مربوط به نشانگرهای ریزماهواره در جدول ۱ آمده است.

*F*₂ DNA و رکوردهای فنوتیپی مربوط به وزن ۴۲۲ پرنده جمع آوری شد. مطالعات قبلی روی این دو سویه نشان داد که تنقاوت معنی‌داری بین این دو سویه از لحاظ صفات مختلف وجود دارد (۴). داده‌های فنوتیپی شامل اندازه‌گیری‌های وزن تولد تا ۵ هفتگی می‌باشد. با توجه به نقشه پیوستگی نشانگرهای ریزماهواره بلدرچین، ۳ نشانگر (GUJ0059) در

جدول ۱ - توالی پرایمرهای مربوط به نشانگرهای ریزماهواره کروموزوم ۵ بلدرچین ژاپنی

Table 1. Primers sequence for the microsatellite markers on Japanese quail chromosome 5

نشانگر Marker	توالی آغازگر پیش رو Oligo sequence forward	توالی آغازگر پیرو Oligo sequence reverse
GUJ0049	5'-GAAGCAGTGACAGCAGAATG-3'	5'-CGGTAGCATTCTGACTCCA-3'
GUJ0059	5'-GACAAAGTTACAGCTAGGAG-3'	5'-TAGGTGCGAAAATCTCTGAC-3'
GUJ0100	5'-GCATTTCCATCAGTACAACC-3'	5'-CAGAACATAAGGTACAGCC-3'

که برای آنالیز QTL از آن استفاده شد، روش نقشه‌یابی درون فاصله‌ای مبتنی بر رگرسیون بود. بر اساس مدل‌های آماری فوق، یک QTL در فواصل یک سانتی مورگان در طول کروموزوم ۵ بازش گردید. نقطه‌ای که دارای حداقل آماره *F* بود به عنوان محتمل ترین موقعیت QTL در نظر گرفته شد. برای تعیین معنی‌دار بودن QTL نیاز به تعیین آستانه‌های معنی‌دار کروموزومی در سطوح ۵ و ۱ درصد بود که با استفاده از روش تبدیل محاسبه شد. مقادیر بدست آمده از آنالیز تعداد ده هزار سری داده برای ایجاد یک توزیع تجربی از آماره آزمون تحت فرض صفر مبنی بر عدم وجود QTL، رتبه بندی شدند. همچنین، برای برآورد دقیق نشانگرها (فاصله‌ای اطمینان برای موقعیت QTL)، از روش بوت استریپ استفاده گردید که هر نمونه بوت استریپ مورد آنالیز قرار گرفت و بهترین برآورد موقعیت QTL ثبت گردید. آنالیزها با استفاده از نرم‌افزار آنلاین GridQTL انجام شد. ۵ آنالیز که در نوع اثر بازش داده با هم متفاوت بودند شامل اثر افزایشی، اثر غلبه، اثر منشا والدی (ایمپریتینگ)، اثر متقابل هج و اثر افزایشی QTL (مدل ۴) و اثر متقابل جنس و اثر افزایشی QTL (مدل ۵) می‌باشند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه آماری داده‌های فنوتیپی

داده‌های جمع‌آوری شده، حاصل رکورد برداری صفات مربوط با رشد ۴۲۲ پرنده نسل دوم بلدرچین ژاپنی بود. این صفات شامل وزن تولد تا پنج هفتگی بود. آمار توصیفی صفات مورد بررسی شامل تعداد مشاهدات برای هر صفت، میانگین تصحیح شده هر صفت برای اثرات ثابت، مقدار حداقل و حداقل برای هر صفت، انحراف معیار باقی مانده و ضریب تغییرات (CV) صفات بود که در جدول ۲ آورده شده است. میانگین حداقل مربعات (LSM) و اشتباہ معیار (S.E.) صفات مورد بررسی به تفکیک جنس و هج در جدول ۳ آمده است.

با بهینه‌سازی دمای PCR، واکنش PCR برای نشانگر GUJ0049 در دمای ثابت ۶۰/۴ و برای نشانگر GUJ0059 در دمای ثابت ۵۶/۳ و برای نشانگر GUJ0100 در دمای ۵۸/۷ انجام شد. برای تفکیک محصولات PCR، که در واقع قطعات DNA تکثیر شده مربوط به نشانگرهای ریزماهواره هستند از الکتروفورز به وسیله ژل پلی‌اکریل آمید استفاده شد. برای شناسایی جایگاه‌های ژنی مرتبط با رشد، فایل‌های فنوتیپی و ژنتیپی و همچنین فایل نقشه نشانگرها روی کروموزوم شماره ۵ و فواصل بین آنها به وسیله نرم‌افزار آنلاین GridQTL مورد آنالیز قرار گرفت (۱۱). به منظور برآورد اثرات افزایشی، غلبه و ایمپریتینگ از مدل‌های آماری ذیل استفاده شد.

مدل ۱ (اثرات افزایشی QTL)

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + S_j + aP_{ak} + e_{ijk}$$

مدل ۲ (اثرات توام افزایشی و غلبه)

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + S_j + aP_{ak} + dP_{dk} + e_{ijk}$$

مدل ۳ (اثرات توام افزایشی، غلبه و اثر منشا والدی)

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + S_j + aP_{ak} + dP_{dk} + iP_{ik} + e_{ijk}$$

که در این مدل‌ها، Y_{ijk} مشاهده مربوط به آمین هج، H_i زامین جنسیت و a مامین پرنده، S_j میانگین جمعیت، P_{ak} هج که دارای ۵ سطح می‌باشد، d اثر جنس پرنده که دارای ۲ سطح (نر و ماده) می‌باشد، i اثر افزایشی P_{ik} ، P_{dk} احتمال شرطی دریافت آلل سویه و حشی توسط پرنده k ، a اثر غلبه ژنی QTL، P_{dk} احتمال شرطی هتروزیگوت بودن پرنده k ، n اثر منشا والدی آلل Q (ایمپریتینگ)، P_{ik} احتمال شرطی اینکه هم پرنده k هتروزیگوت باشد و هم آلل سویه و حشی را از والد پدری دریافت نماید. همچنین، اثرات متقابل هج و جنس با اثر افزایشی QTL نیز در دو مدل دیگر برآورد شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از ۵ مدل مختلف صورت گرفت که در تمام این مدل‌ها اثرات ثابت، جنس و هج بودند. روشهای

نتایج حاصل از آنالیز QTL

در آنالیز مدل اثر افزایشی QTL، جایگاه‌های ژنی مرتبط با صفت وزن تولد در موقعیت ۱۹ سانتی‌مورگانی ($p<0.01$). وزن یک هفتگی در موقعیت ۲۱ سانتی‌مورگانی ($p<0.01$) و وزن دو هفتگی در موقعیت ۲۱ سانتی‌مورگانی ($p<0.05$) شناسایی شدند (جدول ۴).

جدول ۲ - آمار توصیفی صفات وزنی در جمعیت مورد مطالعه بلدرچین ژاپنی

Table 2. Descriptive statistics of the body weights for the studied Japanese quail population

	ضریب تغیرات	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین تصحیح شده	تعداد	صفت
۱۰/۱	-۰/۷	۹/۵	۴/۸	۶/۸±۰/۰۳	۴۲۲	وزن تولد	
۲۰/۶	۴/۸	۴۱/۴	۱۱/۳	۲۳/۱±۰/۲۴	۴۱۹	وزن ۱ هفتگی	
۱۹/۸	۹/۳	۷۴/۸	۲۱/۰	۴۷/۶±۰/۴۷	۴۲۰	وزن ۲ هفتگی	
۱۶/۶	۱۳/۶	۱۲۴/۱	۱۵/۹	۸۲/۱±۰/۶۸	۴۲۰	وزن ۳ هفتگی	
۱۵/۱	۱۸/۰	۱۶۸/۳	۶۳/۱	۱۲۰/۹±۰/۹۰	۴۱۷	وزن ۴ هفتگی	
۱۲/۰	۱۸/۲	۲۰۲/۷	۸۲/۵	۱۵۳/۱±۰/۹۳	۳۵۳	وزن ۵ هفتگی	

جدول ۳ - میانگین حداقل مربعات (LSM) و اشتباہ معیار (S.E.) صفات مورد بررسی به تفکیک جنس و هج

Table 3. Least squares mean (LSM) and standard error (S.E.) of the investigated traits by sex and hatch

وزن ۵ هفتگی LSM±S.E.	وزن ۴ هفتگی LSM±S.E.	وزن ۳ هفتگی LSM±S.E.	وزن ۲ هفتگی LSM±S.E.	وزن ۱ هفتگی LSM±S.E.	وزن ۰ هفتگی LSM±S.E.	وزن تولد LSM±S.E.	صفت اثرات قابله
*** ۱۶۳/۰±۲/۱۰	۱۳۱/۸±۲/۱۰	۹۶/۲±۱/۵۷	۵۳/۱±۰/۱۰	۲۴/۰±۰/۵۵	۶/۴±۰/۰۸	۶/۴±۰/۰۸	۱
-	۱۲۵/۸±۲/۱۶	۸۸/۴±۱/۶۳	۵۲/۱±۰/۱۲	۲۶/۴±۰/۵۷	۶/۵±۰/۰۸	۶/۵±۰/۰۸	۲
۱۴۵/۸±۲/۱۵	۱۲۰/۴±۲/۱۳	۸۰/۷±۱/۶۱	۴۴/۹±۰/۱۰	۱۹/۹±۰/۵۶	۶/۸±۰/۰۸	۶/۸±۰/۰۸	۳
۱۳۳/۱±۱/۷۴	۱۰/۹±۱/۷۴	۷۲/۳±۱/۳۰	۴۵/۵±۰/۹۰	۲۵/۳±۰/۴۶	۶/۱±۰/۰۷	۶/۱±۰/۰۷	۴
۱۵۰/۴±۱/۸۷	۱۱۶/۸±۱/۸۵	۷۷/۳±۱/۴۱	۴۱/۶±۰/۹۷	۱۹/۹±۰/۴۹	۷/۴±۰/۰۷	۷/۴±۰/۰۷	۵
*** ۱۴۸/۵±۱/۱۹	۱۱۱/۵±۱/۱۷	۸۰/۹±۰/۸۸	۶۴/۱±۰/۶۰	۲۲/۱±۰/۳۱	۶/۸±۰/۰۴	۶/۸±۰/۰۴	نر
۱۵۷/۷±۱/۴۱	۱۲۴/۳±۱/۳۷	۸۵/۰±۱/۰۴	۴۸/۲±۰/۷۱	۲۳/۲±۰/۲۶	۶/۹±۰/۰۵	۶/۹±۰/۰۵	ماده

*، ** و ***: به ترتیب: اثر معنی دار در سطح احتمال ($p<0.05$) و ($p<0.01$) و ($p<0.001$).

جدول ۴ - موقعیت و اثر QTL‌های مکان‌یابی شده در آنالیز مدل اثر افزایشی QTL

Table 4. Estimated QTL location and effect using additive QTL model

نژدیکترین شانگر	اثر افزایشی a±S.E	LOD	F	(CM)	موقعیت	صفت
GUJ0100	-۰/۲۸±۰/۰۷	۳/۵۵	۱۶/۵۹**	۱۹	وزن تولد	
GUJ0100	-۱/۶۶±۰/۴۵	۲/۸۶	۱۳/۴۰**	۲۱	وزن یک هفتگی	
GUJ0100	-۲/۲۰±۰/۹۰	۱/۲۹	۶/۶۰*	۲۱	وزن دو هفتگی	

وزن یک هفتگی در موقعیت ۲۱ سانتی‌مورگانی ($p<0.01$)

شناسایی شد که مشابه با آنالیز مدل شماره یک می‌باشد

(جدول ۴).

نتایج آنالیز مدل توام اثر افزایشی و غلبه QTL

در این آنالیز جایگاه ژنی مرتبط با صفت وزن تولد در موقعیت

۲۰ سانتی‌مورگانی ($p<0.01$) و جایگاه ژنی مرتبط با صفت

جدول ۵ - موقعیت و اثر QTL‌های مکان‌یابی شده در آنالیز مدل توام اثر افزایشی و غلبه QTL

Table 5. Estimated QTL location and effect using joint additive and dominance QTL model

نژدیکترین شانگر	اثر غلبه d±SE	اثر افزایشی a±S.E	LOD	F	(CM)	موقعیت	صفت
GUJ0100	-۰/۱۸±۰/۰۹	-۰/۲۹±۰/۰۶	۴/۲۶	۱۰/۰۶**	۲۰	وزن تولد	
GUJ0100	-۰/۱۸±۰/۶۳	-۱/۶۷±۰/۴۶	۲/۸۸	۶/۷۳*	۲۱	وزن یک هفتگی	

نتایج آنالیز مدل اثر متقابل QTL و هج
در این آنالیز، اثر متقابل QTL و هج در نظر گرفته شد. جدول ۷ نتایج این آنالیز را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، جایگاه ژنی مرتب با وزن تولد در موقعیت ۱۹ سانتی مورگانی ($p<0.01$) شناسایی شد، که مشابه با آنالیز مدل شماره یک می‌باشد. جایگاه ژنی مؤثر بر صفت وزن یک هفتگی در موقعیت ۲۱ سانتی مورگانی ($p<0.01$) مکان‌یابی شد.

نتایج آنالیز مدل اثر افزایشی، غلبه و ایمپریتنینگ QTL
در این آنالیز، علاوه بر اثر افزایشی و اثر غلبه QTL، اثر منشاء والدی (ایمپریتنینگ) نیز در نظر گرفته شده که نتایج حاصل از برآش این مدل، در جدول ۵ آمده است. جایگاه ژنی مرتب با وزن تولد در موقعیت ۲۰ سانتی مورگانی ($p<0.01$) شناسایی شد که مشابه با آنالیز مدل شماره دو می‌باشد. جایگاه ژنی مؤثر بر صفت وزن یک هفتگی نیز مشابه با آنالیز شماره یک و دو در موقعیت ۲۱ سانتی مورگانی ($p<0.01$) مکان‌یابی شد (جدول ۶).

جدول ۶- نتایج حاصل از مدل‌سازی اثر افزایشی، غلبه و ایمپریتنینگ QTL

Table 6. Results from joint modeling of QTL additive, dominance and imprinting effects

نژدیکترین نشانگر	اثر منشاء والدی		اثر غلبه d±SE	اثر افزایشی a±S.E.	LOD	F	موقعیت (CM)	صفت
	i±SE	d±SE						
GUJ0100	-0/11±0/06	-0/13±0/10	-0/20±0/07	4/92	7/76 ^{**}	20	وزن تولد	
GUJ0100	-0/42±0/45	-0/02±0/65	-0/75±0/46	3/07	4/78 ^{**}	21	وزن یک هفتگی	

جدول ۷- نتایج حاصل از مدل‌سازی اثر متقابل QTL و هج

Table 7. Results from modeling of QTL additive and hatch interaction

LOD	F	۵ هج	۴ هج	۳ هج	۲ هج	۱ هج	موقعیت	صفت
		a±S.E.	a±S.E.	a±S.E.	a±S.E.	a±S.E.		
3/92	3/68 ^{**}	-0/46±0/15	-0/26±0/13	-0/22±0/16	-0/23±0/17	-0/21±0/15	19	وزن تولد
3/43	3/21 [*]	-0/45±1/02	-1/46±0/91	-1/79±1/07	-1/91±1/09	-2/75±1/01	21	وزن یک هفتگی

این تحقیق برای صفات مختلف مرتب با رشد QTL‌های معنی‌دار با اثرات مختلف شناسایی شد که درصد واریانس ناشی از اثر QTL‌های شناسایی شده برای صفات مورد بررسی در جداول ۹ و ۱۰ ارائه شده است.

نتایج آنالیز مدل اثر متقابل QTL و جنس
در این آنالیز اثر متقابل QTL با جنس در نظر گرفته شده است. جدول ۸ نتایج حاصل از آنالیز شماره ۵ را نشان می‌دهد. در این آنالیز، جایگاه ژنی معنی‌داری برای صفت وزن تولد در موقعیت ۱۹ سانتی مورگانی ($p<0.01$)، صفت وزن یک هفتگی در موقعیت ۲۱ سانتی مورگانی ($p<0.01$) مکان‌یابی شد. در

جدول ۸- موقعیت و اثر QTL‌های مکان‌یابی شده در آنالیز مدل اثر متقابل QTL و جنس

Table 8. Estimated location and effect of the mapped QTL using additive QTL and sex interaction model

LOD	F	اثر متقابل جنس و اثر افزایشی QTL		موقعیت (CM)	صفت
		ماده a±S.E.	نر a±S.E.		
4/78	11/31 ^{**}	-0/46±0/10	-0/13±0/09	19	وزن تولد
2/85	6/69 ^{**}	-1/66±0/69	-1/66±0/60	21	وزن یک هفتگی

جدول ۹- واریانس ناشی از QTL و میزان اثر QTL برای صفات معنی‌دار حاصل از آنالیز مدل‌های ۱، ۲، و ۳
Table 9. QTL variance (percentage of the F2 phenotypic variance due to the QTL) and effect estimated for the significant traits using models 1, 2 and 3

آماره	اثر QTL به واحد انحراف معیار	درصد واریانس QTL	موقعیت (CM)	صفت				
a±S.E.								
۱۶/۵۹**	-۰/۴۰±۰/۱۰	۲/۶۵	۱۹	وزن تولد				
۱۳/۴۰*	-۰/۳۵±۰/۰۹	۲/۹۱	۲۱	وزن یک هفتگی				
۶/۰۰*	-۰/۲۴±۰/۰۹	۱/۱۹	۲۱	وزن دو هفتگی				
آماره	اثر QTL به واحد انحراف معیار	درصد واریانس QTL	موقعیت (CM)	صفت				
d±SE								
۱۰/۰۶**	.۰/۲۶±۰/۱۴	.۰/۴۲±۰/۰۹	.۰/۵۶	۲۰				
۶/۷۳**	.۰/۰۴±۰/۱۳	.۰/۵۳±۰/۰۹	.۰/۰۰۲	۲۱				
آماره	اثر QTL به واحد انحراف معیار	درصد واریانس QTL	موقعیت (CM)	صفت				
i±S.E								
۷/۷۶**	.۰/۱۶±۰/۰۹	.۰/۰۹±۰/۰۴	.۰/۴۴±۰/۰۹	.۰/۴۸	.۰/۵۶	۳/۶۵	۲۰	وزن تولد
۴/۷۸**	.۰/۰۹±۰/۰۹	.۰/۰۴±۰/۱۳	.۰/۰۷۷±۰/۰۹	.۰/۰۰۲	.۰/۰۰۲	۲/۹۱	۲۱	وزن یک هفتگی

جدول ۱۰- واریانس ناشی از QTL و میزان اثر QTL برای صفات معنی‌دار حاصل از آنالیز مدل‌های ۴ و ۵
Table 10. QTL variance (percentage of the F2 phenotypic variance due to the QTL) and effect estimated for the significant traits using models 4 and 5

آماره	اثر QTL به واحد انحراف معیار	درصد واریانس QTL	موقعیت (CM)	صفت				
۵ هج								
۳/۶۸**	-۰/۶۷±۰/۲۲	-۰/۳۸±۰/۱۹	-۰/۳۳±۰/۲۳	-۰/۳۳±۰/۲۴	-۰/۳۱±۰/۲۲	۳/۱۳	۱۹	وزن تولد
۳/۲۱*	-۰/۰۹±۰/۲۱	-۰/۳۱±۰/۱۹	-۰/۳۸±۰/۲۲	-۰/۴۰±۰/۲۳	-۰/۵۸±۰/۲۱	۲/۶۰	۲۱	وزن یک هفتگی
آماره	اثر QTL به واحد انحراف معیار	درصد واریانس QTL	موقعیت (CM)	صفت				
۴ هج								
۳ هج								
۲ هج								
۱ هج								
آماره	اثر QTL به واحد انحراف معیار	درصد واریانس QTL	موقعیت (CM)	صفت				
ماد								
نر								
a±S.E								
۱۱/۳۱**	-۰/۶۷±۰/۱۵	-۰/۱۹±۰/۱۳	۴/۷۳	۱۹	وزن تولد			
۶/۶۹**	-۰/۳۵±۰/۱۵	-۰/۲۵±۰/۱۳	۲/۶۸	۲۱	وزن یک هفتگی			

هفتگی و وزن شش هفتگی QTL معنی‌داری را شناسایی کردند (۲). نصیری و همکاران (۹) نیز QTL های مرتب با رشد را روی کروموزوم شماره ۲ بلدرچین ژاپنی گزارش کردند. در خصوص جایگاه‌های ژنی مرتب با صفات رشد روی کروموزوم ۵ در بلدرچین ژاپنی گزارشی در دسترس نیست. در مطالعه حاضر جایگاه‌های ژنی مرتب با صفات وزن تولد تا پنج هفتگی و وزن هفتگی پنج هفتگی مورد بررسی قرار گرفتند. برای برخی صفات QTL معنی‌داری با اثرات مختلف معنی‌دار در موقعیت‌های مختلف شناسایی شد. برای صفت وزن تولد در آنالیز مدل اثر افزایشی QTL، QTL با اثر افزایشی معنی‌دار در موقعیت ۱۹ سانتی‌مترگانی، در آنالیز مدل‌سازی اثر افزایشی و غلبه QTL، QTL با اثر افزایشی و غلبه معنی‌دار در

در مجموع ۵ آنالیز مختلف، QTL مؤثر بر صفات وزن تولد، وزن یک هفتگی و وزن دو هفتگی شناسایی شد. در همه آنالیزهای مربوط به ۵ مدل مختلف، QTL مؤثر بر وزن تولد، در موقعیت ۲۰-۱۹ سانتی مترگانی شناسایی شد. صفات مرتب با رشد مورد بررسی توسط مینویل و همکاران، شامل وزن پنج هفتگی و وزن هفت هفتگی پهندها بود، اما این محققین برای هیچکدام از این صفات روی کروموزوم ۵ QTL معنی‌داری شناسایی نکردند (۸). اسماعیلی‌زاده و همکاران مطالعه‌ای را در زمینه شناسایی QTL های مؤثر بر وزن بدن در سنین مختلف روی کروموزوم ۱ در خانواده‌های ناتنی حاصل از سویه وحشی بلدرچین ژاپنی انجام دادند و برای صفات وزن سه هفتگی، وزن چهار هفتگی، وزن پنج

شناسایی نشد. نی و همکاران (۱۰) در موقعیت ۵۵ و وانگ و همکاران (۱۳) در موقعیت ۱۷/۷ سانتی‌مورگانی روی کروموزوم ۵ مرغ QTL‌های معنی‌داری را برای این صفت شناسایی کردند. برای صفت وزن چهار هفتگی روی کروموزوم ۵ بلدرچین در این پژوهش QTL معنی‌داری شناسایی نشد. وانگ و همکاران (۱۳)، لی و همکاران (۶) و زو و همکاران (۹۶/۵) به ترتیب در موقعیت‌های ۲۰/۲، ۱۱۰ و ۹۶/۵ سانتی‌مورگانی روی کروموزوم ۵ مرغ QTL‌های معنی‌داری را برای این صفت شناسایی کردند. برای صفت وزن پنج هفتگی روی کروموزوم ۵ بلدرچین در این پژوهش QTL معنی‌داری شناسایی نشد. نی و همکاران (۱۰) در موقعیت ۵۵ وانگ و همکاران (۱۳) در موقعیت ۱۱۰ سانتی‌مورگانی روی کروموزوم ۵ مرغ QTL‌های معنی‌داری را برای این صفت شناسایی کردند. با توجه به معنی‌دار شدن بالایی برخی صفات روی کروموزوم شماره پنج از جمله وزن توله، پیشنهاد می‌شود که در جمعیت نقشه‌یابی حاضر، با بررسی دقیق‌تر بر روی ژن‌های احتمالی موجود بر روی نواحی مرتبط با این صفات یا به کار بردن ژن‌های کاندیدای موجود در این نواحی و بررسی ارتباط این ژن‌ها با فنتوتیپ مشاهده شده در جمعیت، نقشه ژنتیکی مربوط به این صفات به طور دقیق‌تری مورد بررسی قرار گیرد. در صورتی نتایج این تحقیق می‌توانند به طور مستقیم در برنامه‌های اصلاح نژادی انتخاب به کمک نشانگر در بلدرچین ژاپنی به کار گرفته شوند که تفرق QTL‌های شناسایی شده در سوبیه‌های تجاری نیز مورد تایید قرار گیرند. البته پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، علاوه بر نشانگرهای مورد استفاده در این پژوهش، نشانگرهای ریزماهواره موجود بر نواحی مشابه ژنومی مرغ نیز تعیین ژنتوتیپ شوند، تا نقشه دقیق‌تری از QTL‌های مؤثر بر صفات مورد بررسی در این جمعیت حاصل شود.

موقعیت ۲۰ سانتی‌مورگانی و در آنالیز مدل شامل اثر افزایشی، غلبه و ایمپریتینگ QTL، با اثر افزایشی معنی‌دار در موقعیت ۲۰ سانتی‌مورگانی شناسایی شد. در آنالیز اثر متقابل QTL و هج، QTL با اثر افزایشی معنی‌دار در موقعیت ۱۹ سانتی‌مورگانی در هج ۴ و ۵ شناسایی شد. در آنالیز اثر متقابل QTL و جنس، QTL با اثر افزایشی معنی‌دار در موقعیت ۱۹ سانتی‌مورگانی برای جنس ماده شناسایی شد. برای صفت وزن یک هفتگی در تمامی آنالیزها QTL با اثر افزایشی معنی‌دار در موقعیت ۲۱ سانتی‌مورگانی شناسایی شد که QTL شناسایی شده در موقعیت ۲۱ سانتی‌مورگان با موقعیت شانگر GUJ0100 در ناحیه ۲۱ سانتی‌مورگانی هم پوشانی دارد. جایگاه ژنی مؤثر برای این صفت در آنالیز اثر متقابل QTL و هج، در هج ۱ و در آنالیز اثر متقابل QTL و جنس در هر دو جنس معنی‌دار بود. وانگ و همکاران (۱۳) مؤثر بر وزن یک هفتگی روی کروموزوم ۵ مرغ را در موقعیت ۱۲/۴ سانتی‌مورگانی شناسایی کردند که با موقعیت‌های شناسایی شده برای این صفت در تحقیق حاضر هم خوانی ندارد. برای صفت وزن دو هفتگی فقط در آنالیز مدل اثر افزایشی QTL، QTL با اثر افزایشی معنی‌دار در موقعیت ۲۱ سانتی‌مورگانی شناسایی شد که با موقعیت شانگر GUJ0100 در ناحیه ۲۱ سانتی‌مورگانی هم پوشانی دارد. جایگاه ژنی مرتبط با وزن دو هفتگی روی کروموزوم ۵ مرغ در موقعیت‌های ۱۱۰، ۸۴/۹، ۲۳/۱ و ۵۵ سانتی‌مورگانی به ترتیب توسط لی و همکاران (۶)، زو و همکاران (۱۴)، وانگ و همکاران (۱۳) و نی و همکاران (۱۰) گزارش شده است. البته فقط موقعیت گزارش شده در پژوهش وانگ تقریباً نزدیک به موقعیت گزارش شده در پژوهش حاضر می‌باشد. بقیه موقعیت‌ها، در فاصله دورتری نسبت به QTL‌های شناسایی شده در پژوهش حاضر می‌باشند. در این پژوهش برای صفت وزن سه هفتگی روی کروموزوم ۵ بلدرچین QTL معنی‌داری

منابع

1. Aslam, M.L., J.W.M. Bastiaansen, R.P.M.A. Crooijmans, A. Vereijken, H.J. Megens and M.A.M. Groenen. 2011. Whole genome QTL mapping for growth, meat quality and breast meat yield traits in Turkey. *BMC Genetics*, 12: 61.
2. Eamailizadeh, A.K., A. Baghizadeh and M. Ahmadizadeh. 2012. Genetic mapping of quantitative trait loci affecting bodyweight on chromosome 1 in a commercial strain of Japanese quail. *Animal Production Science*, 52: 64-68.
3. Honkatukia, M., M. Tuiskula-Haavisto and J. Vilkki. 2007. Chromosome region affecting body weight in egg layer. *Agricultural and Food Science*, 16: 177-187.
4. Jabbari Ori, R., A. EsmailZadeh, M. Ahmadizadeh and H. Charati. 2015. Study of the genetic group effects on behavioral and production traits and estimation of heterosis effect for carcass weight in Japanese quail (*Coturnix Coturnix Japonica*). *Research on Animal Production*, 6: 173-181.
5. Kayang, B.B., A. Vignal, M. Inoue-Murayama, M. Miwa, J.L. Monvoisin, S. Ito and F. Minvieele. 2004. A first-generation microsatellite linkage map of the Japanese quail. *Animal Genetics*, 35: 195-200.
6. Li, H., N. Deeb, H. Zhou, A.D. Mitchell, C.M. Ashwell and S.J. Lamont. 2003. Chicken quantitative trait loci for growth and body composition associated with transforming growth factor-beta genes. *Poultry Science*, 82: 347-56.
7. Marks, H.L. 1993. Carcass composition feed intake and feed efficiency following long-term selection for four-week body weight in Japanese quail. *Poultry Science*, 72: 1005-1011.
8. Minvielle, F., B. Kayang, M. Inoue-Murayama, M. Miwa, A. Vignal, D. Gourichon, A. Neau, J. Monvoisin and S. Ito. 2005. Microsatellite mapping of qTL affecting growth, feed consumption egg production, tonic immobility and body temperature of Japanese quail. *Genomics*, 6: 87.
9. Nasirifar, E., A. Esmailzadeh Koshkoiyeh, H. Moradian, S. Sohrabi and M. Talebi. 2017. Study of quantitative trait loci affecting growth traits in Japanese quail usinga paternal half-sib design. *Research on Animal Production*, 8: 122-129.
10. Nie, Q.H., M.X. Fang, L. Xie, X. Shen, J. Liu, Z.P. Luo, J.J. Shi and X.Q. Zhang. 2010. Associations of ATGL gene polymorphisms with chicken growth and fat traits. *Genetics*, 51: 185-191.
11. Seaton, G., J. Hernandez, J.A. Grunche, I. White, J. Allen, D.J. De Koning, W. Wei, D. Berry, C. Haley and S. Knott. 2006. GridQTL: A Grid Portal for QTL Mapping of Compute Intensive Datasets. *Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Belo Horizonte, Brazil.
12. Uemoto, Y., S. Sato, S. Odawara, H. Nokata, Y. Oyamada, Y. Taguchi, S. Yanai, O. Sasaki, H. Takahashi, K. Nirasawa and E. Kobayashi. 2011. Genetic mapping of quantitative trait loci affecting growth and carcass trait in F₂ Intercross chickens. *Poultry Science*, 88: 477-482.
13. Wang, S.Z., X.X. Hu, Z.P. Wang, X.C. Li, Q.G. Wang, Y.X. Wang, Z.Q. Tang and H. Li. 2012. Quantitative trait loci associated with body weight and abdominal fat traits on chicken chromosomes 3, 5 and 7. *Genetics and Molecular Research*, 11: 956-65.
14. Zhou, H., N. Deeb, C.M. Evock-Clover, C.M. Ashwell and S.J. Lamont. 2006. Genome-Wide linkage analysis to identify chromosomal regions affecting phenotypic traits in the chicken: Growth and average daily gain. *Poultry Science*, 85: 1700-1711.

Mapping Quantitative Trait Affecting Live Weight on Chromosome 5 in Japanese Quail

Mahboubeh Iranmanesh¹, Ali Esmailizadeh² and Mohammadreza Mohammadabadi³

1 and 3- Graduated M.Sc. and Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

2- Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran(Corresponding author: aliesmaili@uk.ac.ir)

Received: February 16, 2015 Accepted: December 25, 2016

Abstract

The purpose of this work was to scan chromosome 5 for mapping QTL affecting live weight in an F₂ population. A three generation resource population was developed by using two distinct Japanese quail strains, wild and white to map quantitative trait loci underlying hatching weight and growth traits. Eight pairs of white (S) and wild (W) birds were crossed reciprocally and 34 F₁ birds were produced. The F₁ birds were intercrossed to generate 422 F₂ offspring. All of the birds from three generations (472 birds) were genotyped for three microsatellite markers on chromosome 5. Studied traits in this research were live weight from hatch to 5 weeks of age. QTL analysis was conducted applying the line-cross model and the least-squares interval mapping approach. In different situation QTL were live weight at hatch, live detected for weight at 1 week and 2 week. Although was the additive effect for detected QTL significant but the dominant and imprinting effects on these traits was not significant and the variance explained by the detected additive QTL effects ranged from 1.1 to 3.6 for different traits.

Keywords: Japanese Quail, Live Weight, Mapping QTL, Microsatellite Marker