



## نقشه‌یابی جایگاه‌های ژنی مرتبط با وزن بدن روی کروموزوم شماره ۵ در یک جمعیت $F_2$ بلدرچین ژاپنی

محبوبه ایرانمنش<sup>۱</sup>، علی اسمعیلی‌زاده<sup>۲</sup> و محمدرضا محمدآبادی<sup>۳</sup>

۱ و ۳- دانش‌آموخته 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، (نویسنده مسوول: aliesmaili@uk.ac.ir)  
تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۵

### چکیده

هدف از انجام این پژوهش، پویس 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 سویه متفاوت بلدرچین ژاپنی و تشکیل نسل دوم استفاده گردید. با تلاقی ۳۴ پرند از نسل دوم با یکدیگر، ۴۲۲ پرند نسل سوم ایجاد شد. تمامی پرندگان هر سه نسل برای ۳ نشانگر ریزماهوره تعیین ژنوتیپ شدند. صفات مورد مطالعه، وزن بدن در زمان تولد و وزن زنده پرند 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 غلبه و ایمپرینتینگ برای این صفات معنی‌دار نبود و واریانس افزایشی QTL‌های شناسایی شده برای صفات مختلف در محدوده ۱/۱ تا ۳/۶ قرار داشت.

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

### مقدمه

امروزه، بشر با وجود استفاده نسبتاً کامل از امکانات موجود، برای افزایش تولیدات کشاورزی با محدودیت منابع روبرو است. بنابراین، رشد سریع جمعیت و محدودیت بیشتر منابع، نسل بشر را با خطر گرسنگی مواجه خواهد نمود. در این میان تأمین مواد غذایی پروتئینی حیوانی 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 فراسنجه‌های 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 تولیدمثل داده شده و به این ترتیب نسل بعد به طور میانگین ژن‌های مفید بیشتری 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 پرندگان می‌باشد (۱،۳،۱۲). در بین پرندگان مورد مطالعه، بیشترین تحقیقات بر روی مرغ انجام گرفته و تاکنون تحقیقات اندکی به منظور تعیین QTL‌های بلدرچین انجام شده است. نقشه ژنتیکی بلدرچین با ریزماهوره و AFLP راهی را برای مطالعه مقایسه‌ای و کشف QTL برای صفات مختلف فراهم آورده است. کایانگ و همکاران اولین نسل از نقشه‌های پیوسته ریزماهوره را در یک جمعیت  $F_2$  در بلدرچین‌های ژاپنی معرفی کردند که آغاز یک پیشرفت برای

دستیابی به نقشه‌های ژنتیکی بیشتر و شناسایی جایگاه‌های صفات کمی در بلدرچین ژاپنی می‌باشد (۵). مینویل و همکاران نقشه‌یابی ریزماهوره‌ای QTL‌های مؤثر بر رشد، مصرف غذا، تولید تخم، عدم تحرک ناشی از ترس و دمای بدن را در یک جمعیت  $F_2$  در بلدرچین‌های ژاپنی انجام دادند (۸). اسمعیلی‌زاده و همکاران مطالعه‌ای را در زمینه‌ی شناسایی QTL‌های مؤثر بر وزن بدن در سنین مختلف روی کروموزوم ۱ در خانواده‌های نانتی حاصل از نژاد تجاری بلدرچین ژاپنی انجام دادند (۲). هدف از انجام این پژوهش، کاوش کروموزوم شماره ۵ بلدرچین ژاپنی برای شناسایی QTL‌های مؤثر بر وزن بدن و مدل‌سازی اثرات افزایشی، غلبه و ایمپرینتینگ 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 پرند نر و ۸ پرند 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  $\times$  ماده وحشی و نر وحشی  $\times$  ماده سفید) انجام شد. تعداد ۳۴ پرند از بین پرندگان نسل اول ( $F_1$ ) شامل ۱۷ نتاج (SW) حاصل از تلاقی نر سفید  $\times$  ماده وحشی و ۱۷ نتاج (WS) حاصل از تلاقی نر وحشی  $\times$  ماده سفید برای تولید نسل دوم ( $F_2$ ) انتخاب شدند. از تلاقی نرهای SW با ماده‌های WS و عکس این تلاقی، ۴۲۲ پرند مربوط به نسل ( $F_2$ ) تولید شد. جمعیت نقشه‌یابی شامل ۴۷۲ پرند بود که نمونه خون مربوط به تمام این پرندگان جهت استخراج

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

DNA و رکوردهای فنوتیپی مربوط به وزن ۴۲۲ پرنده F<sub>2</sub> جمع آوری شد. مطالعات قبلی روی این دو سویه نشان داد که تفاوت 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 ریزماهوره بلدرچین، ۳ نشانگر (GUJ0059 در

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

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

نشانگر Marker	توالی آغازگر پیشرو 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-GCATTTCATCAGTACAACC-3	5-CAGAATATAAGGTCACAGCC-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 برآزش گردید. نقطه‌ای که دارای حداکثر آماره F بود به عنوان محتمل‌ترین 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 دقت نقشه‌ی QTL (فاصله‌ی اطمینان برای موقعیت QTL)، از روش بوت استرپ استفاده گردید که هر نمونه بوت استرپ مورد آنالیز قرار گرفت و بهترین برآورد موقعیت QTL ثبت گردید. آنالیزها با استفاده از نرم‌افزار آنالیز GridQTL انجام شد. ۵ آنالیز که در نوع اثر برآزش داده شده با هم متفاوت بودند شامل اثر افزایشی، اثر غلبه، اثر منشا والدی (ایمپرنیتینگ)، اثر متقابل هج و اثر افزایشی QTL (مدل ۴) و اثر متقابل جنس و اثر افزایشی QTL (مدل ۵) می‌باشند.

با بهینه‌سازی دمای PCR، واکنش PCR برای نشانگر GUJ0049 در دمای ثابت ۶۰/۴ و برای نشانگر GUJ0100 در دمای ثابت ۵۶/۳ و برای نشانگر GUJ0059 در دمای ۵۸/۷ انجام شد. برای تفکیک محصولات PCR، که در واقع قطعات DNA تکثیر شده مربوط به نشانگرهای ریزماهوره هستند از الکتروفورز به وسیله ژل پلی‌اکریل آمید استفاده شد. برای شناسایی جایگاه‌های ژنی مرتبط با رشد، فایل‌های فنوتیپی و ژنوتیپی و همچنین فایل نقشه نشانگرها روی کروموزوم شماره ۵ و فواصل بین آنها به وسیله نرم‌افزار آنالیز GridQTL مورد آنالیز قرار گرفت (۱۱). به منظور برآورد اثرات افزایشی، غلبه و ایمپرنیتینگ 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  $i$  امین هج،  $k$  امین جنسیت و  $j$  امین پرنده،  $\mu$  میانگین جمعیت،  $H_i$  اثر هج که دارای ۵ سطح می‌باشد،  $S_j$  اثر جنس پرنده که دارای ۲ سطح (نر و ماده) می‌باشد،  $a$  اثر افزایشی QTL،  $P_{ak}$  احتمال شرطی دریافت آلل سویه وحشی توسط پرنده  $k$ ،  $d$  اثر غلبه ژنی QTL،  $P_{dk}$  احتمال شرطی هتروزایگوت بودن پرنده  $k$ ،  $i$  اثر منشا والدی آلل Q (ایمپرنیتینگ)،  $P_{ik}$  احتمال شرطی اینکه هم پرنده  $k$  هتروزایگوت باشد و هم آلل سویه وحشی 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. روشی

## نتایج و بحث

### نتایج تجزیه آماری داده‌های فنوتیپی

داده‌های جمع‌آوری شده، حاصل رکورد برداری صفات مرتبط 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 حداکثر 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 اشتباه معیار (S.E) صفات مورد بررسی به تفکیک جنس و هج در جدول ۳ آمده است.

**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 دو هفتگی در موقعیت ۲۱ سانتی‌مورگانی ( $p < 0.05$ )، و وزن یک هفتگی در موقعیت ۲۱ سانتی‌مورگانی ( $p < 0.01$ )، 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

ضرب تغییرات	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	۲۲/۱±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 اشتباه 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

صفت	وزن تولد	وزن ۱ هفتگی	وزن ۲ هفتگی	وزن ۳ هفتگی	وزن ۴ هفتگی	وزن ۵ هفتگی	اثرات ثابت
	LSM±S.E.	LSM±S.E.	LSM±S.E.	LSM±S.E.	LSM±S.E.	LSM±S.E.	اثر هج
۱	۶/۴±۰/۰۸	۲۴/۰±۰/۵۵	۵۳/۱±۱/۰۸	۹۶/۲±۱/۵۷	۱۳۱/۸±۲/۱۰	۱۶۳/۰±۲/۱۰	***
۲	۶/۵±۰/۰۸	۲۶/۴±۰/۵۷	۵۲/۱±۱/۱۲	۸۸/۴±۱/۶۳	۱۲۵/۸±۲/۱۶	-	***
۳	۶/۸±۰/۰۸	۱۹/۹±۰/۵۶	۴۴/۹±۱/۱۰	۸۰/۷±۱/۶۱	۱۲۰/۴±۲/۱۳	۱۴۵/۸±۲/۱۵	***
۴	۶/۱±۰/۰۷	۲۵/۳±۰/۴۶	۴۵/۵±۰/۹۰	۷۲/۳±۱/۳۰	۱۰۹/۸±۱/۷۴	۱۴۳/۱±۱/۷۴	***
۵	۷/۴±۰/۰۷	۱۹/۹±۰/۴۹	۴۱/۶±۰/۹۷	۷۷/۳±۱/۴۱	۱۱۶/۸±۱/۸۵	۱۵۰/۴±۱/۸۷	***
اثر جنس	NS	NS	NS	**	**	***	
نر	۶/۸±۰/۰۴	۲۲/۱±۰/۳۱	۶۴/۱±۰/۶۰	۸۰/۹±۰/۸۸	۱۱۱/۵±۱/۱۷	۱۴۸/۵±۱/۱۹	
ماده	۶/۹±۰/۰۵	۲۳/۲±۰/۳۶	۴۸/۲±۰/۷۱	۸۵/۰±۱/۰۴	۱۲۴/۳±۱/۳۷	۱۵۷/۷±۱/۴۱	

\*\*\*، \*\* و \* به ترتیب: اثر معنی‌دار در سطح احتمال (p < 0.05)، (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

صفت	موقعیت (CM)	F	LOD	اثر افزایشی a±S.E	نزدیکترین نشانگر
وزن تولد	۱۹	۱۶/۶۹**	۳/۵۵	-۰/۲۸±۰/۰۷	GUJ0100
وزن یک هفتگی	۲۱	۱۳/۴۰**	۲/۸۶	-۱/۶۶±۰/۴۵	GUJ0100
وزن دو هفتگی	۲۱	۶/۰۰*	۱/۲۹	-۲/۲۰±۰/۹۰	GUJ0100

**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 ۲۱ سانتی‌مورگانی ( $p < 0.01$ ) و جایگاه ژنی مرتبط با صفت ۲۰ سانتی‌مورگانی ( $p < 0.01$ )، شناسایی شد که مشابه با آنالیز مدل شماره یک می‌باشد (جدول ۵).

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

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

### نتایج آنالیز مدل اثر افزایشی، غلبه و ایمپرینتینگ QTL

در این آنالیز، علاوه بر اثر افزایشی و اثر غلبه QTL، اثر منشاء والدی (ایمپرینتینگ) نیز در نظر گرفته شده که نتایج حاصل از برآزش این مدل، در جدول ۵ آمده است. جایگاه ژنی مرتبط با وزن تولد در موقعیت ۲۰ سانتی‌مورگانی ( $p < 0.01$ ) 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 سانتی‌مورگانی ( $p < 0.01$ ) مکان‌یابی شد (جدول ۶).

### 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 مرتبط با وزن تولد در موقعیت ۱۹ سانتی‌مورگانی ( $p < 0.01$ ) شناسایی شد، که مشابه با آنالیز مدل شماره یک می‌باشد. جایگاه ژنی مؤثر بر صفت وزن یک هفتگی در موقعیت ۲۱ سانتی‌مورگانی ( $p < 0.05$ ) مکان‌یابی شد.

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

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

صفت	موقعیت (CM)	F	LOD	اثر افزایشی a±S.E	اثر غلبه d±S.E	اثر منشاء والدی i±S.E	نزدیکترین نشانگر
وزن تولد	۲۰	۷/۷۶**	۴/۹۲	-۰/۳۰±۰/۰۷	۰/۱۳±۰/۱۰	۰/۱۱±۰/۰۶	GUJ0100
وزن یک هفتگی	۲۱	۴/۷۸**	۳/۰۷	-۱/۷۵±۰/۴۶	۰/۰۲±۰/۶۵	۰/۴۲±۰/۴۵	GUJ0100

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

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

صفت	موقعیت	هج ۱ a±S.E.	هج ۲ a±S.E.	هج ۳ a±S.E.	هج ۴ a±S.E.	هج ۵ a±S.E.	F	LOD
وزن تولد	۱۹	-۰/۲۱±۰/۱۵	-۰/۲۳±۰/۱۷	-۰/۲۲±۰/۱۶	-۰/۲۶±۰/۱۳	-۰/۴۶±۰/۱۵	۳/۶۸**	۳/۹۲
وزن یک هفتگی	۲۱	-۲/۷۵±۱/۰۱	-۱/۹۱±۱/۰۹	-۱/۷۹±۱/۰۷	-۱/۴۶±۰/۹۱	-۰/۴۵±۱/۰۲	۳/۲۱*	۳/۴۳

### 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 سانتی‌مورگانی ( $p < 0.01$ )، صفت وزن یک هفتگی در موقعیت ۲۱ سانتی‌مورگانی ( $p < 0.01$ ) مکان‌یابی شد. در

این تحقیق برای صفات مختلف مرتبط 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.

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

صفت	موقعیت (CM)	اثر متقابل جنس و اثر افزایشی QTL		F	LOD
		ماده	نر		
		a±S.E.	a±S.E.		
وزن تولد	۱۹	-۰/۱۳±۰/۰۹	-۰/۴۶±۰/۱۰	۱۱/۳۱**	۴/۷۸
وزن یک هفتگی	۲۱	-۱/۶۶±۰/۶۰	-۱/۶۶±۰/۶۹	۶/۶۹**	۲/۸۵

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

F شماره	اثر QTL به واحد انحراف معیار		درصد واریانس QTL			موقعیت (CM)	صفت
	a±S.E.						
۱۶/۶۹**	-۰/۴۰±۰/۱۰		۳/۶۵			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 دوهفتگی

  

F شماره	اثر QTL به واحد انحراف معیار		درصد واریانس QTL			موقعیت (CM)	صفت
	d±SE	a±S.E	D		A		
۱۰/۰۶**	۰/۲۶±۰/۱۴	-۰/۴۲±۰/۰۹	۰/۵۶۰		۳/۶۵	۲۰	وزن تولد
۶/۳۳**	۰/۰۴±۰/۱۳	-۰/۵۳±۰/۰۹	-۰/۰۰۲		۲/۹۱	۲۱	وزن یک هفتگی

  

F شماره	اثر QTL به واحد انحراف معیار			درصد واریانس QTL			موقعیت (CM)	صفت
	i±S.E	d±SE	a±S.E	I	D	A		
۷/۷۶**	۰/۱۶±۰/۰۹	۰/۱۹±۰/۱۴	۰/۴۴±۰/۰۹	۰/۴۸	۰/۵۶	۳/۶۵	۲۰	وزن تولد
۴/۷۸**	-۰/۰۹±۰/۰۹	۰/۰۰۴±۰/۱۳	-۰/۳۷±۰/۰۹	-۰/۰۲	-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

F شماره	اثر QTL به واحد انحراف معیار					درصد واریانس QTL	موقعیت (CM)	صفت
	هج ۵	هج ۴	هج ۳	هج ۲	هج ۱			
۳/۶۸**	-۰/۶۷±۰/۲۲	-۰/۳۸±۰/۱۹	-۰/۳۳±۰/۲۳	-۰/۲۳±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

  

F شماره	اثر QTL به واحد انحراف معیار		درصد واریانس QTL	موقعیت (CM)	صفت
	نر				
	ماده				
	a±S.E				
۱۱/۳۱**	-۰/۶۷±۰/۱۵		۴/۷۳	۱۹	وزن تولد
۶/۶۹**	-۰/۳۵±۰/۱۵		۲/۶۸	۲۱	وزن یک هفتگی

هفتگی و وزن شش هفتگی QTL معنی‌داری را شناسایی کردند (۲). نصیری و همکاران (۹) نیز QTL‌های مرتبط با رشد را روی کروموزوم شماره ۲ بلدرچین ژاپنی گزارش کردند. در خصوص جایگاه‌های ژنی مرتبط با صفات رشد روی کروموزوم ۵ در بلدرچین ژاپنی گزارشی در دسترس نیست. در مطالعه حاضر جایگاه‌های ژنی مرتبط با صفات وزن تولد تا پنج هفتگی طی پنج آنالیز مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. برای برخی صفات QTL‌هایی با اثرات مختلف معنی‌دار در موقعیت‌های مختلف شناسایی شد. برای صفت وزن تولد در آنالیز مدل اثر افزایشی QTL، با اثر افزایشی معنی‌دار در موقعیت ۱۹ سانتی‌مورگانی، در آنالیز مدل‌سازی اثر افزایشی و غلبه 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 ۱۹-۲۰ سانتی‌مورگانی شناسایی شد. صفات مرتبط با رشد مورد بررسی توسط مینوبل و همکاران، شامل وزن پنج هفتگی و وزن هفت هفتگی پرندگان بود، اما این محققین برای هیچکدام از این صفات روی کروموزوم ۵، QTL معنی‌داری شناسایی نکردند (۸). اسمعیلی‌زاده و همکاران مطالعه‌ای را در زمینه شناسایی QTL‌های 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

موقعیت ۲۰ سانتی‌مورگانی و در آنالیز مدل شامل اثر افزایشی، غلبه و ایمپریتینگ QTL، 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 نشانگر GUJ0100 در ناحیه ۲۱ سانتی‌مورگانی هم‌پوشانی 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) QTL 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 هم‌خوانی 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 نشانگر GUJ0100 در ناحیه ۲۱ سانتی‌مورگانی هم‌پوشانی 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

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 (۱۴) 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 بالای برخی صفات روی کروموزوم شماره پنج از جمله وزن تولد، پیشنهاد می‌شود که در جمعیت نقشه‌یابی حاضر، با بررسی دقیق‌تر بر روی ژن‌های احتمالی موجود بر روی نواحی مرتبط با این صفات یا با به کار بردن ژن‌های کاندیدای موجود در این نواحی و بررسی ارتباط این ژن‌ها با فنوتیپ مشاهده شده در جمعیت، نقشه ژنتیکی مربوط به این صفات به طور دقیق‌تری مورد بررسی قرار گیرد. در صورتی نتایج این تحقیق می‌تواند به طور مستقیم در برنامه‌های اصلاح نژادی انتخاب به کمک نشانگر در بلدرچین ژاپنی به کار گرفته شوند که تفرق QTL‌های شناسایی شده در سویه‌های 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 ژنوتیپ شوند، تا نقشه دقیق‌تری از QTL‌های مؤثر بر صفات مورد بررسی در این جمعیت حاصل شود.

## 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. Eamailzadeh, 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. Ahmadizade 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. Monvosin, 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 using a 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 8<sup>th</sup> 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 F<sub>2</sub> 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 Iranmanesh<sup>1</sup>, Ali Esmailzadeh<sup>2</sup> and Mohammadreza Mohammadabadi<sup>3</sup>

---

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 F<sub>2</sub> 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 F<sub>1</sub> birds were produced. The F<sub>1</sub> birds were intercrossed to generate 422 F<sub>2</sub> 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