بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد ششم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۶
http://japu.gau.ac.ir

اثرات درون‌آمیزی در بهگزینی صفات رشد، بقا و مقاومت به بیماری‌های ویروسی در میگوی پاسفید غربی *Penaeus (Litopenaeus) Vannamei*

احمد اسلامی‌فر*
دانشجوی دکتری گروه شیلات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۳/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۳/۲۹

چکیده

در درون‌آمیزی رابطه خویشاوندی بین آمیزش کننده‌ها اهمیت دارد. کاستی درون آمیزی، کاهش متوسط عملکرد یک فنوتیپ را در مقابل افزایش نرخ درون‌آمیزی در یک جمعیت نشان می‌دهد. درون آمیزی در صفاتی مانند رشد، بقاء در دورهٔ پرواری و مقاومت در برابر بیماری‌های ویروسی میگوی پا سفید غربی *Penaeus(Litopenaeus)Vannamei*، عملکرد متفاوتی نشان داده است. در دورهٔ پرورشی با افزایش نرخ درون‌آمیزی، کاستی درون‌آمیزی در صفت رشد میگو پا سفید غربی معنی‌دار و در صفت بازماندگی پس از مرحله پست لارو ۶۰ بی‌تأثیر مشاهده شده است. اثر درون‌آمیزی بر صفت مقاومت در برابر بیماری‌های ویروسی متوسط تا شدید مشاهده شده که این مقاومت تنها در برابر سویهٔ بیماریزای ویروس سندروم تورا- گروه آمریکایی معنی‌دار بود. در نتیجه در برنامه‌های اصلاح‌نژاد میگوی پا سفید غربی، امکان بهگزینی صفت رشد در سطوح پایین تا متوسط نرخ درون‌آمیزی (F<۰/۲) وجود دارد ولی در صفت مقاومت به بیماری‌های ویروسی سندروم لکه سفید یا سندروم تورا به حداقل رساندن نرخ درون‌آمیزی ضرورت دارد.

واژه‌های کلیدی: رابطه خویشاوندی، درون‌آمیزی، کاستی درون‌آمیزی، بهگزینی، میگوی پا سفید غربی

مقدمه

از آنجا که در درون‌آمیزی رابطه خویشاوندی بین آمیزش کننده‌ها اصل است لازم است تعریفی از رابطه خویشاوندی ارائه گردد. رابطه خویشاوندی بین دو فرد عبارت است از درصدی از ژن‌هایی که در بین دو فرد دارای رابطه خویشاوندی، مشترک هستند. این احتمال می‌تواند بین صفر تا ۱۰۰ درصد باشد (مکاره‌چیان، ۲۰۰۳). به آمیزش افرادی که در یک جمعیت نسبت به افراد دارای آمیزش تصادفی ارتباط خویشاوندی نزدیک‌تری دارند، درون‌آمیزی در یک جمعیت می‌گویند. میزان درون آمیزی در یک جمعیت را با F یا ضریب درون آمیزی بیان می‌کنند. ضریب یا نرخ درون‌آمیزی برآوردی از میزان بروز درون‌آمیزی است که به یکسان بودن ۲ آلل در یک لوکوس یا یکسان بودن لوکوس‌های حاوی ژن‌ها بر می‌گردد

*مسئول مکاتبه: eslamifarahmad@gmail.com

(بوردون، ١٩٩٧). ضریب درون‌آمیزی در واقع مقدار درون‌آمیزی را که از یک نقطه خاص در شجره یک جمعیت شروع به تجمع کرده است نشان می‌دهد. کاستی درون‌آمیزی به‌علت تجمع درون آمیزی رخ می‌دهد. به‌عبارتی کاستی درون‌آمیزی پیامد درون‌آمیزی است که به‌صورت کاهش متوسط عملکرد فنوتیپی همراه با افزایش نرخ درون‌آمیزی در یک جمعیت رخ می‌دهد (ماس و همکاران، ٢٠٠٧).

میگوهای خانواده پنائیده گروهی از سخت پوستان آبزی محسوب می‌شوند که از نظر آبزی پروری مطرح هستند و در بسیاری از کشورهای نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری و همین‌طور کشور ایران به‌طور مصنوعی تکثیر و پرورش می‌یابند. نکته قابل توجه آن است که به‌خاطر هماوری بالای گونه‌های آبزی (مثل میگوها) در مقایسه با جانوران خشکزی، کارگاه‌های تکثیر بزرگ مقیاس از تعداد مولدین کمی برای تولید ناپلی استفاده می‌کنند و به‌خاطر تعداد کم مولدین تجمع سریع درون‌آمیزی و متعاقب آن پاسخ‌های نامطلوب به بهگزینی[1] رخ می‌دهد که منجر به افت ژنتیکی ذخایر کارگاه تکثیر می‌گردد (اکناس و دویل، ١٩٩٠). برای این‌که میزان تأثیر درون‌آمیزی بر روی صفات حائز اهمیت از دیدگاه آبزی پروری و تولید میگو (مثل رشد، بقاء و مقاومت به بیماری) مشخص گردد و در مدیریت بهتر کارگاه‌های تولید ناپلی میگوهای پرورشی مورد توجه قرار گیرد، سعی بر آن است برخی اثرات درون‌آمیزی مطالعه شده توسط محققین در جمعیت میگوهای پا سفید غربی ارائه گردد. برخی صفاتی که عملکرد آنان در نسل‌های مختلف میگو در ارتباط با افزایش نرخ درون‌آمیزی ارائه می‌گردد جزو صفات شایستگی زیستی محسوب می‌شوند مثل باقیماندگی (بقاء) که از جهت توانایی ادامه حیات اهمیت دارد و برخی دیگر صفاتی‌اند که از جنبه‌آبزی پروری قابل توجه می‌باشند مثل مقدار رشد در حین پرواربندی و مقاومت در برابر بیماری‌ها.

عملکرد درون‌آمیزی در رشد، باقیماندگی و مقاومت به بیماری در میگوی پا سفید غربی: مطالعه از سال ١٩٩١ توسط مؤسسه اقیانوسی آمریکایی[2] در طول برنامه اصلاح‌نژاد میگوی پا سفید غربی ***Penaeus (Litopenaeus) Vannamei*** به‌عنوان بخشی از طرح پرورش میگوی دریایی ایالات متحده آمریکا انجام گرفته است (کارپنتر و براک، ١٩٩٢). اطلاعات لازم برای بررسی اثر درون آمیزی از آنالیز عملکرد ٩ ساله (٢٠٠٦-١٩٩٨) خانوادگی میگوی پا سفید غربی برای صفات رشد، باقیماندگی دوره پرواربندی و مقاومت به بیماری به‌دست آمده است. در طی این ٩ سال ضریب درون‌آمیزی در هر نسل کمتر از ١ درصد بوده و نرخ دورن‌آمیزی از ٥ درصد در سال ١٩٩٨ به ٩ درصد در سال ٢٠٠٦ افزایش داده شده است. نتایج تجمع درون‌آمیزی در نسل‌های میگوی پا سفید غربی و اثر آن بر عملکرد متوسط خانوادگی صفات رشد و باقیماندگی در دوره پرواری از طریق بررسی رگرسیون بین عملکرد متوسط صفات فوق در دورهٔ پرواری و نرخ درون‌آمیزی نشان داده شده است (جدول ١). کاستی عملکرد ناشی از درون‌آمیزی[3] در جدول یک به‌صورت درصدی از تغییر فنوتیپ، به ازای هر ١٠ درصد افزایش نرخ درون‌آمیزی بیان شده است (ماس و همکاران، ٢٠٠٧).

1- Selection

2- Oceanic Institute

3- Inbreeding

جدول ۱- نتایج رگرسیون‌های عملکرد متوسط رشد و باقیماندگی دورهٔ پرواری خانواده‌های میگو پا سفید غربی در برابر نرخ درون‌آمیزی (ماس و همکاران، ۲۰۰۷).

صفت	سیستم پرورش	متوسط تعداد خانواده	تعدا میگو	ضریب رگرسیون	حدود اطمینان	عرض از مبداء	کاستی درون‌آمیزی	متوسط نرخ درون‌آمیزی
رشد (گرم بر کیلوگرم)	پرورش در کانال با گردش آب (۹)	۳۸۰	۵٤٤۷۷	-۰,۳۷ ± ۰,۱۷	۰,۰۳	۱,٤٥	-۲,٦	۰,۰۷۹ ± ۰,۰٤۷
	پرورش در استخر خاکی (٦)	۲۹٥	۲۳۰٦۹	-۰,٤۳ ± ۰,۱۹	۰,۰۲	۱,۰۸	-۳,۹	۰,۰٦۲ ± ۰,۰٤٤
	پرورش توام (۱٥)	٦۷٥ (٥۸۳)	۷۷٥٤٦	-۰,٤۰ ± ۰,۱۳	۰,۰۰	۱,۰٦	-۳,٦	۰,۰۷۱ ± ۰,۰٤۷
باقیماندگی (درصد)	پرورش در کانال با گردش آب (۹)	۳۸۰	۷۰٥۸۱	٤,۳٤ ± ۱۱,۲٦	۰,۷۰	۸۳,۱٤	۰,٥	۰,۰۷۹ ± ۰,۰٤۷
	پرورش در استخر خاکی (٦)	۲۹٥	۲۸۸۰۸	-۱,۱۱ ± ۱۱,۸٦	۰,۹۳	۷۸,٦۰	-۰,۱	۰,۰٦۲ ± ۰,۰٤٤
	پرورش توام (۱٥)	٦۷٥ (٥۸۳)	۹۹۳۸۹	۲,۰۳ ± ۸,۱۹	۰,۸۰	۷۸,٤۲	۰,۳	۰,۰۷۱ ± ۰,۰٤۷

عدد داخل پرانتز موجود در ستون سیستم پرورش تعداد گروه‌هایی است که هم عصر یا هم دوره بودند.

عدد داخل پرانتز موجود در ستون متوسط تعداد خانواده بیانگر تعداد خانواده‌ای است که در هر دو سیستم ارزیابی شده‌اند،

ضریب رگرسیون برای صفت رشد در سیستم‌های پرورشی استخرخاکی، کانال‌های با گردش مجدد آب و مجموعهٔ این دو سیستم، منفی است که نشانه اثر معکوس تجمع درون‌آمیزی بر عملکرد رشد میگو می‌باشد. اثر درون آمیزی بر فرایند رشد در دوره پرواری کوچک اما معنی‌دار به‌دست آمده است که نشان می‌دهد میگو به ازای هر ۱۰ درصد افزایش درون‌آمیزی با ۲/٦ الی ۳/۹ درصد کاهش رشد رو برو خواهد شد (ماس و همکاران، ۲۰۰۷). در مورد صفت باقیماندگی در دوره پرواری ضریب رگرسیون یا اندکی منفی و یا اندکی مثبت بوده است اما هیچ‌کدام معنی‌دار نبودند، این موضوع نشان می‌دهد کاستی درون‌آمیزی اثر معنی‌داری بر بقای میگوی پا سفید غربی در دوره پرواری نداشته است (ماس و همکاران، ۲۰۰۷). نکته‌ای که برای باقیماندگی در دوره پرواری قابل ذکر است آن است که صفاتی که مربوط به شایستگی زیستی جانور هستند مثل باقیماندگی، بیشتر از سایر صفات از قبیل رشد متأثر از افزایش درون‌آمیزی و کاستی درون‌آمیزی می‌باشند (فالکونر و مک‌کی، ۱۹۹٦). ولی در این جدول درون‌آمیزی بر صفت باقیماندگی در دوره پرواری میگوی پا سفید غربی اثر معنی‌داری نشان نداده است. در بسیاری از مطالعات صورت گرفته افزایش نرخ درون‌آمیزی منجر به کاهش عملکرد درصد بقاء آبزیان در سنین پایین شده است. اثر کاستی درون‌آمیزی روی باقیماندگی میگوی ***Penaeus japonicus*** از مرحله پست لارو ۳۰ تا پست لارو ۱٥٦، ۳/٤ درصد (کی و همکاران، ۲۰۰٤) و در صدف ***Oyster*** نیز در سنین پایین‌تر از ۳ ماهگی گزارش شده است (بیرنی و همکاران، ۱۹۹۸). تحقیقات قبلی مؤسسه اقیانوسی در آمریکا اثر درون‌آمیزی را در باقیماندگی مراحل اولیه زندگی میگوی پا سفید غربی معنی‌داری نشان داده بود. مقادیر کاستی درون آمیزی برای نرخ تفریخ میگوی پا سفید غربی ۱۳- درصد و برای صفت باقیماندگی در دوران هچری از مرحله ناپلی تا پست لارو ۱۰، ۱۱- درصد گزارش شده است. علت این‌که اثرات معنی‌داری از تجمع درون‌آمیزی در باقیماندگی میگوی پا سفید غربی در جدول یک مشاهده نشده می‌تواند بدین خاطر باشد که بخش زیادی از اثرات ناشی از درون‌آمیزی بر روی باقیماندگی میگوی پا سفید غربی

پیشتر و در سنین قبل از پست لارو ٦٠ رخ داده است (ماس و همکاران، ٢٠٠٧).

در مورد مقاومت میگوی پا سفید غربی در مقابل بیماری‌ها نیز دیده شده است که تجمع درون‌آمیزی بر باقیماندگی میگوی وانمی در برابر بیماری‌ها اثرگذار است. عملکرد صفت مقاومت به بیماری از طریق رابطهٔ رگرسیون بین متوسط باقیماندگی در برابر سه سویه از بیماری ویروسی سندروم تورا[1] و یک سویه از بیماری ویروسی سندروم لکه سفید[2] در برابر تجمع درون‌آمیزی، در نسل‌های میگوی پا سفید غربی نشان داده شده است (جدول ٢). کاستی عملکرد باقیماندگی ناشی از درون‌آمیزی به‌صورت درصدی از تغییر فنوتیپ، به ازای هر ١٠ درصد افزایش نرخ درون‌آمیزی بیان شده است (ماس و همکاران، ٢٠٠٧).

جدول ٢- نتایج رگرسیون‌های عملکرد متوسط مقاومت در برابر بیماری‌ها خانواده‌های میگوی پا سفید غربی در مقابل نرخ درون‌آمیزی (ماس و همکاران، ٢٠٠٧).

بیماری	سویه ویروس	متوسط تعداد خانواده	تعداد میگو	ضریب رگرسیون	حدود اطمینان	عرض از مبداء	کاستی درون‌آمیزی	متوسط نرخ درون‌آمیزی
ویروس سندروم تورا- گروه آمریکایی (درصد)	HI94 (٨)	١٧٨	٤٦٩٦	-٥٩,٥٤ ± ٣٥,٦١	٠,٠٩	٧١,٩٩	-٨,٣	٠,٠٧٩ ± ٠,٠٦٩
	TX95 (٦)	٢٩٣	١٠٢٠٤	-٩٠,٧٩ ± ٣٠,٨٠	٠,٠٠	٨١,٨٦	-١١,١	٠,٠٦١ ± ٠,٠٣٤
	(١٤) توام	٤٧١(٣٧٥)	١٤٨٩٨	-٧١,٠٤ ± ٢٢,٩٩	٠,٠٠	٨٠,٤١	-٨,٨	٠,٠٧٦ ± ٠,٠٧٨
ویروس سندروم تورا- گروه بلیزیایی[3] (درصد)	BZ01 (٢)	١٢٠	٢٤٨٥	-١٧٣,٢١ ± ١١٨,١٨	٠,١٥	٥٥,١٧	-٣١,٤	٠,٠٦٣ ± ٠,٠١٧
ویروس سندروم لکه سفید (درصد)	N/A (١)	١٠	٨٩	-٨٥,٦٩ ± ٢٠٢,٢٨	٠,٦٨	٢٢,١٧	-٣٨,٧	٠,٠٤٨ ± ٠,٠٢٨

عدد داخل پرانتز موجود در ستون سویه ویروس تعداد گروه‌هایی است که هم عصر یا هم دوره بودند.

عدد داخل پرانتز موجود در ستون تعداد متوسط خانواده‌ها، تعداد خانواده‌های در معرض ویروس قرار داده شده است که برخی خانواده‌ها در معرض هر دو ویروس سندروم تورا گروه آمریکایی و بلیزیایی قرار داده شدند.

مشاهده می‌شود کاستی درون‌آمیزی برای یک بیماری در سویه‌های مختلف متفاوت بروز پیدا کرده است در دو سویه HI94 و TX95 از بیماری ویروس سندروم تورا- گروه آمریکایی مقدار کاستی درون‌آمیزی متوسط است (از ٨/٣- تا ١١/١- درصد) که تنها برای سویه TX95 معنی‌دار دیده می‌شود در حالی‌که برای سویه BZ01 از ویروس سندروم تورا- گروه بلیزیایی و سویه ویروس سندروم لکه سفید این مقدار بالا است (٣١/٤- و ٣٨/٧- درصد) اما معنی‌دار به‌دست نیامده است. علت این موضوع که چرا تفاوت معنی‌داری برای سویه‌های HI94 و BZ01 و ویروس سندروم لکه سفید در آنالیزهای آماری به‌دست نیامده است، توان ناشی از تغییرپذیری بالا در باقیماندگی میان خانواده‌ها و اندازه نسبتاً کوچک نمونه‌های به‌کار رفته (گروه‌های هم عصر) برای این صفات عنوان شده است (ماس و همکاران، ٢٠٠٧).

اثر درون‌آمیزی در بهگزینی صفت رشد، باقیماندگی و مقاومت به بیماری میگوی پا سفید غربی: در مورد پاسخ به بهگزینی در ارتباط با تجمع درون‌آمیزی، کاستی درون‌آمیزی می‌تواند پاسخ به انتخاب را کاهش دهد (ماس و همکاران، ٢٠٠٧). پاسخ به بهگزینی در هر نسل میگوی وانمی برای صفت رشد ٢/٥-١/٣ درصد (آرگو و همکاران، ٢٠٠٢) و برای صفت

1- Taura syndrome virus (TSV)
2- White spot syndrome virus (WSSV)
3- British Honduras پایتخت کشور

باقیماندگی در مقابل بیماری ویروسی سندروم تورا ٤/١٨-٤/١٢ درصد (آرگو و همکاران، ٢٠٠٢) گزارش شده است. پاسخ به بهگزینی برای صفت باقیماندگی در مقابل بیماری ویروسی سندروم لکه سفید پایین می‌باشد علت آن وراثت‌پذیری بسیار پایین (٠/٠٧≤) صفت باقیماندگی در برابر ویروس سندروم لکه سفید گزارش شده است (گیترله و همکاران، ٢٠٠٥). این نتایج حاکی از آن است که هر چند بهگزینی برای صفت رشد در سطوح پایین تا متوسط درون‌آمیزی (F<٠/٢) ممکن است اما در مورد بهگزینی برای صفت مقاومت به بیماری‌های ویروسی سندروم لکه سفید یا ویروس سندروم تورا اکیداً ضرورت دارد که درون‌آمیزی در برنامه‌های تکثیر و اصلاح‌نژاد به حداقل رسانده شود (ماس و همکاران، ٢٠٠٧). در هر حال احتیاط ممکن در برنامه‌های تکثیر آن است که صرف‌نظر از نوع صفاتی که برای بهگزینی در نظر گرفته می‌شود نرخ درون‌آمیزی در آن‌ها کنترل گردد و به بیش‌تر از ١ درصد به ازای هر نسل نرسد. نرخ ١ درصد درون‌آمیزی نرخی است که برای به حداقل رساندن از دست رفتن تنوع ژنتیکی در یک جمعیت بسته (فرانکل و سوله، ١٩٨١) و یا اجتناب از دست دادن توانایی زیستی یک موجود در یک برنامه بهگزینی توصیه شده است (موویسن و وولیامز، ١٩٩٤).

راه‌های اجتناب از درون‌آمیزی در برنامه‌های اصلاح‌نژاد یا تکثیر: ١- استفاده از جمعیت بزرگ دارای جفتگیری تصادفی: از ساده‌ترین روشهاست که درآن بایستی اقداماتی را به‌کار برد که شرکت تعداد زیادی از جمعیت را در تولید نتاج (نسل بعد) تضمین دهد{فراهم کردن ساختار جمعیتی مطلوب از نظر تعداد مولدین و تعداد نتاج نگهداری شده از آن‌ها به‌عنوان مولدین آینده} (جردی و همکاران، ١٩٩٦).

٢- استفاده از طرح‌های سیستماتیک (روشمند) تلاقی لاین برای کنار زدن آمیزش خویشاوندان نزدیک. باداشتن اطلاعات روابط خویشاوندی نسل‌های متوالی (شناسنامه) و عملکرد فنوتیپی آن‌ها، مولدین یا نتاجی که احتمال درون‌آمیزی در آن‌ها بیشتر است شناسایی شوند وبرای تولید نسل‌های بعدی از آن‌ها استفاده نگردد (کلیفورد و پترسن، ٢٠٠٦).

٣- تلاقی دادن نژادی برای ایجاد هیبریدها (بنتسن و اولسن، ٢٠٠٢).

٤- جمعیت تکثیری مان را حداقل به دو زیرجمعیت[1] تقسیم کنیم، انتخاب وتولید پیش مولدین درداخل زیر جمعیت‌ها انجام گیرد پس از آن تولید انبوه نتاج از طریق تلاقی زیر جمعیت‌ها ادامه یابد (بنتسن و اولسن، ٢٠٠٢).

٥- وارد کردن مولدین غیر خویشاوند به ذخایرمان: در صورتی‌که میزان درون‌آمیزی از مقدار قابل قبول آن بالاتر رفته بود بایستی از تعدادی جانور که از یک جمعیت غیر خویشاوند هستند به‌عنوان والدین استفاده شود تا مشکل درون‌آمیزی کاهش یابد (سنی آکوا و آکوافورسک، ٢٠٠٢؛ کلیفورد و پترسن، ٢٠٠٦).

نتیجه‌گیری

درون‌آمیزی در صفت رشد میگوی پا سفید غربی معنی‌دار مشاهده شده است. درون‌آمیزی در طول دورهٔ پرورش میگوی پا سفید غربی در سنین کمتر از پست لارو ٦٠ روزه بر صفت باقیماندگی تأثیر شدیدتری دارد و از این مرحله به بعد اثرات آن بر باقیماندگی کمتر می‌باشد. اثر درون‌آمیزی در سویه‌های بیماریزای ویروسی مشابه نمی‌باشد و شدت آن متوسط به بالا مشاهده شده است. در برنامه‌های بهگزینی برای ایجاد صفت مقاومت به بیماری در میگوی پا سفید غربی به

1- Subpopulation

حداقل رساندن نرخ درون‌آمیزی ضروری است در حالی‌که بهگزینی برای صفت رشد در نرخ درون‌آمیزی کم تا متوسط نیز حاصل می‌شود. به‌طور کلی اثر درون‌آمیزی بر بقاء که جزء صفات مربوط به شایستگی زیستی است شدیدتر و قابل ملاحظه تر است که به‌ویژه در سنین پایین بارزتر می‌باشد.

منابع

1. Argue, B.A., Arce, S.M., Lotz, J.M., and Moss, S.M. 2002. Selective breeding of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) for growth and resistance to Taura syndrome virus. Aquaculture, 204: 447–460.
2. Bentsen, H.B., and Olesen, I. 2002. Designing aquaculture mass selection programs toavoid high inbreeding rates. Aquaculture, 204: 349-359.
3. Bierne, N., Launey, S., Naciri-Graven, Y., Bonhomme, F. 1998. Early effect of inbreeding as revealed by microsatellite analysis on *Ostrea edulis* larvae, Genetics, 148: 1893–1906.
4. Bourdon, R.M. 1997. Understanding Animal Breeding, 2nd edn. Prentice Hall, New Jersey, USA, 341p.
5. Carpenter, N., and Brock, J.A. 1992. Growth and survival of virus-infected and SPF Penaeus vannamei on a shrimp farm in Hawaii. In: Fulks, W., Main, K.L. (eds.), Diseases of Cultured Penaeid Shrimp in Asia and the United States. The Oceanic Institute, Waimanalo, Hawaii, Pp: 285-294.
6. Ceniacua and Akvaforsk. 2002. Selective breeding of *Litopenaeus vannamei* in Colombia. Panorama Acuicola, 7(2): 30-31.
7. Clifford, H.C., and Preston, N.P. 2006. Genetic improvement. In: Boyd, C.E., Jory, D.E., Chamberlain, G.W. (eds.), Operating Procedures for Shrimp Farming. Global Aquaculture Alliance, St. Louis, Missouri, Pp: 8–18.
8. Eknath, A.E., and Doyle, R.W. 1990. Effective population size and rate of inbreeding in aquaculture of Indian major carps. Aquaculture, 85: 293–305.
9. Falconer, D.S., and Mackay, T.F.C. 1996. Introduction to Quantitative Genetics, 4th edn. Logman Group Essex, England, 58p.
10. Frankel, O.H., Soule´, M.E. 1981. Conservation and Evolution. Cambridge University. Press, Cambridge, UK.
11. Gitterle, T., Salte, R., Gjerde, B., Cock, J., Johansen, H., Salazar, M., Lozano, C., and Rye, M. 2005. Genetic (co)variation in resistance to White spot syndrome virus (WSSV) and harvest weight in *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*. Aquaculture, 246: 139–149.
12. Gjerde, B., Gjøen, H.M., Villanueva, B. 1996. Optimum designs for fish breeding programmes with constrained inbreeding. Mass selection for a normally distributed trait. Livest. Prod. Sci., 47: 59–72.
13. Keys, S.J., Crocos, P.J., Burridge, C.Y., Coman, G.J., Davis, G.P., and Preston, N.P. 2004. Comparative growth and survival of inbred and outbred penaeus (marsupenaeus) japonicus, reared under controlled environmental conditions: indications of inbreeding depression. Aquaculturw, 241(1): 151-168.
14. Makarehchian, M. 2003. Utilization of animals genetic in livestock. Press, Shiraz University. 100-110.
15. Meuwissen, T.H.E., and Woolliams, J.A. 1994. Effective sizes of livestock populations to prevent a decline in fitness. Theoretical and Applied Genetics, 89: 1019–1026.
16. Moss, D.R., Arce, S.M., Otoshi, C.A., Doyle, R.W., and Moss, S.M. 2007. Effects of inbreeding on survival and growth of Pacific white shrimp Penaeus (Litopenaeus) vannamei. Aquaculture, 272: S30-S37.