تولیدات دامی
دوره ۲۴ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۱
صفحه‌های ۱۱-۱
DOI: 10.22059/jap.2022.329135.623635

مقاله پژوهشی

مقایسه عملکرد هیبریدهای حاصل از آمیخته‌گری لاین‌های جدید کرم ابریشم ایران و شناسایی هیبریدهای برتر

سیدضیاء الدین میرحسینی[۱]، شهلا نعمت اللهیان[۲]، سید حسین حسینی مقدم[۳*]، نوید قوی حسین زاده[۴]، رامین عبدلی[۵]، یوسف خیرخواه[۶]
۱. استاد، گروه علوم دامی و گروه پژوهشی ابریشم، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۲. مربی، مرکز تحقیقات ابریشم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.
۳. دانشیار، گروه علوم دامی و گروه پژوهشی ابریشم، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۴. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۵. استادیار، مرکز تحقیقات ابریشم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.
۶. کارشناس، مرکز تحقیقات ابریشم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۰۱

چکیده
هدف از پژوهش حاضر، بررسی عملکرد هیبریدهای حاصل از تلاقی شش لاین کرم ابریشم ژاپنی IRA1، IRA3، IRA5، IRA7، IRA9 و IRA11 با شش لاین کرم ابریشم چینی IRA2، IRA4، IRA6، IRA8، IRA10 و IRA12 بود. هیبریدهای جدید حاصل از تلاقی لاین‌های مذکور به‌همراه هیبریدهای تجاری موجود (به‌عنوان شاهد) برای شش صفت وزن پیله، وزن قشر پیله، درصد قشر پیله، وزن پیله‌های خوب، درصد شفیرگی و درصد شفیرگی پیله‌های خوب در بهار ۱۳۹۹ پرورش یافته و عملکرد آن‌ها ثبت شد. هیبریدهای IRA7×IRA6 و IRA7×IRA12 برای صفات تولیدی وزن پیله و وزن قشر پیله عملکرد بالاتری نسبت به هیبریدهای تجاری داشتند (P<۰/۰۱)، اما هنگامی که صفات تولیدی همراه با صفات ماندگاری (درصد شفیرگی و درصد شفیرگی پیله‌های خوب) در شاخص ارزیابی لحاظ شدند جزو هیبریدهای منتخب قرار نگرفتند. وزن قشر پیله و درصد قشرپیله در هیبرید تجاری ۳۲×۳۱ بیش‌تر از سایر هیبریدها (جدید و تجاری) بود (P<۰/۰۱). میانگین‌های صفات درصد شفیرگی و درصد شفیرگی پیله‌های خوب تفاوت معنی‌دار بین هیبریدها داشتند (P<۰/۰۱)، و ترکیبات IRA5×IRA12، IRA1×IRA10 و IRA11×IRA6 کم‌ترین میانگین را برای هر دو صفت نسبت به سایر هیبریدها از خود نشان دادند (P<۰/۰۱). نتایج حاصل نشان داد که هفت هیبرید IRA9×IRA2، IRA11×IRA2، IRA3×IRA6، IRA3×IRA2، IRA7×IRA4، IRA7×IRA10، IRA7×IRA8 از میزان حداقل تعیین‌شده برای هر شش صفت بیش‌تر بودند.لذا می‌توان از آن‌ها در خط تولید تجاری جهت تأمین تخم نوغان موردنیاز کشور استفاده نمود.

کلیدواژه‌ها: آمیخته‌گری، صفات تولیدی، صفات ماندگاری، کرم ابریشم ایرانی، هیبرید برتر.

Comparison of performance of hybrids obtained by crossbreeding of new lines of Iranian silkworm and identification of superior hybrids

Seyed Ziaedin Mirhoseini[1], Shahla Nematollahian[2], Seyed Hosein Hosseini Moghaddam[3*], Navid Ghavi Hosein-Zadeh[4], Ramin Abdoli[5], Yousef Kheirkhah[6]
1. Professor, Department of Animal Science and Department of Sericulture, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
2. Researcher, Iran Silk Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iran.
3. Associate Professor, Department of Animal Science and Department of Sericulture, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
4. Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
5. Assistant Professor, Iran Silk Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iran.
6. Staff, Iran Silk Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iran.
Recived: September 13, 2021 Accepted: January 21, 2022

Abstract
The aim of the present study was to investigate the performance of the hybrids obtained by crosses of the six Japanese silkworm lines named IRA1, IRA3, IRA5, IRA7, IRA9, and IRA11 and six Chinese silkworm lines named IRA2, IRA4, IRA6, IRA8, IRA10, and IRA12. The new hybrids derived from these lines along with available commercial hybrids (as control groups) for six traits including cocoon weight, cocoon shell weight, cocoon shell percentage, best cocoon weight, pupation rate and best cocoon pupation rate were measured and recorded in spring 2020. The IRA7×IRA6 and IRA7×IRA12 hybrids had more performance in comparison with commercial hybrids in terms of productive traits including cocoon weight and cocoon shell weight (P < 0.01), but, when productive and viability traits (pupation rate and best cocoon pupation rate) were considered together in an evaluation index, they were not among the selected hybrids. Commercial 31×32 hybrid in terms of cocoon shell weight and cocoon shell percentage had more performance in comparison with the other hybrids (new and commercial) (p<0.01). Hybrids had a significant difference for pupation rate and best cocoon pupation rate (P < 0.01), and the IRA5×RA12, IRA1×IRA10 and IRA11×IRA6 hybrids showed the lowest mean for both traits in comparison to other hybrids (P < 0.01). The results obtained from the present study indicated that seven hybrids including IRA9×IRA2, IRA11×IRA2, IRA3×IRA6, IRA3×IRA2, IRA7×IRA4, IRA7×IRA10 and IRA7×IRA8 were greater than the minimum set for every six traits. Therefore, they can be used to supply the country's required silkworm eggs.

Keywords: Crossbreeding, Iranian silkworm, Productive traits, Superior hybrid, Viability traits.

* نویسنده مسئول
Email: hosseini@guilan.ac.ir

مقدمه

کرم ابریشم (*Bombyx mori* L.) از نظر اقتصادی مهم‌ترین و شناخته‌شده‌ترین گونه تولیدکننده ابریشم صنعتی است، که تولید بیش از ۹۵ درصد ابریشم طبیعی دنیا را برعهده دارد [۳]. هدف اصلی پرورش کرم ابریشم افزایش سود تولیدکنندگان پیله و ابریشم و سایر بخش‌های نوغانداری از طریق بهبود صفات اقتصادی مانند وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله است [۹ و ۱۵]. امروزه واریته‌های مختلفی از کرم ابریشم در دنیا برای تولید پیله و نخ ابریشم مورداستفاده قرار می‌گیرند که با اجرای برنامه‌های اصلاح‌نژادی مختلف به‌دست‌آمده‌اند. با توجه به اثر مثبت هتروزیس برای هیبریدهای کرم ابریشم، کشورهای مهم تولیدکننده تخم نوغان اقدام به اصلاح نژاد پایه‌های پدری و مادری نموده و هیبریدهای حاصل از آن‌ها را بین پرورش‌دهندگان کرم ابریشم توزیع می‌نمایند. بررسی طرح‌های مختلف اصلاح نژادی در چین در طی نیم قرن اخیر نشان داد که تقریباً هر ۱۰ سال، واریته‌های کرم ابریشم جدیدی معرفی شده است [٦]. در هند که به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان ابریشم دنیا شناخته می‌شود، پیشرفت‌های این کشور در تولید پیله وابریشم مرهون معرفی سالانه چندین سویه و هیبرید در پژوهش‌های نوغانداری این کشور بوده است [١٤].

در ایران نیز برای سال‌های متمادی پژوهش‌های زیادی جهت معرفی لاین‌ها و هیبریدهای جدید و بهبود عملکرد صفات مهم اقتصادی انجام شده است. اولین تجربه در این زمینه در پژوهشی که با همکاری مرکز تحقیقات ابریشم کشور و سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) انجام شد، با انجام نُه نسل آمیزش خویشاوندی در هیبریدهای وارداتی موفق به جداسازی سه لاین چینی و چهار لاین ژاپنی شدند [٤]. در پژوهشی دیگر با نُه نسل آمیزش درون خانوادگی متوالی در میان چهار لاین چینی ۳۲، ۱۰۲، ۱۰٤ و ۲۰۲ و چهار لاین ژاپنی ۳۱، ۵۱، ۱۰۱ و ۱۰۳ سه واریته ژاپنی و شش واریته چینی جداسازی شد [۵]. حاصل این دو پروژه تنها معرفی یک هیبرید تجاری (۱۱۰×۱۰۷ و ۱۰۷×۱۱۰) و استفاده از آن در خط تولید تجاری برای تنها چند سال بود. در حال حاضر هشت هیبرید تجاری شامل ۱۵٤×۱۵۱، ۱۵۱×۱۵٤، ۱۵٤×۱۵۳، ۱۵۳×۱۵٤، ۱۰۳×۱۰٤، ۱۰٤×۱۰۳، ۳۱×۳۲ و ۳۲×۳۱ در خط تولید تجاری است که حاصل تلاقی مستقیم و معکوس سه لاین چینی (۳۲، ۱۰٤ و ۱۵٤) و چهار لاین ژاپنی (۳۱، ۱۰۳، ۱۵۱ و ۱۵۳) می‌باشند [٦].

مقایسه هیبریدهای کرم ابریشم نیز تاکنون در پژوهش‌های متعددی انجام شده است. در پژوهشی با مقایسه ۱۲ هیبرید جدید و سه هیبرید تجاری نشان داده شد که هیبریدهای جدید قابلیت رقابت با هیبریدهای تجاری را ندارند [۱۲]. هم‌چنین با مقایسه هفت هیبرید تجاری کرم ابریشم موجود در کشور با چهار هیبرید تجاری وارداتی نشان داده شد که تنها یک هیبرید وارداتی عملکرد بالاتری نسبت به هیبریدهای تجاری دارد [۱۳]. در پژوهشی دیگر نیز با مقایسه شش هیبرید تجاری ایرانی و یک هیبرید چینی کرم ابریشم موجود در کشور مشخص شد که هیبرید ۳۱×۳۲ دارای بالاترین وزن پیله‌های خوب و بیش‌ترین درصد قشر ابریشمی است [۲].

به‌تازگی، در پژوهشی دیگر با هدف معرفی لاین‌های جدید کرم ابریشم ایران که در یک بازه‌ی زمانی هفت ساله (اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۱ تا مردادماه ۱۳۹۸) به اجرا درآمد، ١٤ ترکیب ژنتیکی جدید کرم ابریشم در گروه واریته‌های چینی و شش ترکیب ژنتیکی جدید در گروه واریته‌های ژاپنی جداسازی و به بانک ژن کرم ابریشم کشور اضافه شدند [۱۱]. با توجه به این‌که هدف از برنامه‌های اصلاح نژادی معرفی هیبریدهای کرم ابریشم

برای پرورش توسط نوغانداران است، از این‌رو شناسایی بهترین پایه‌های والدینی از نظر صفات مهم اقتصادی لازم است انجام شود که این مهم پس از اجرای برنامه‌های جامع آمیخته‌گری که در سطح آزمایشگاهی و مزرعه‌ای انجام می‌شود، مشخص خواهد شد. هدف از مطالعه حاضر، اجرای برنامه‌های آمیخته‌گری بین مجموعه‌ای از لاین‌های جدید کرم ابریشم ایران به‌منظور تعیین بهترین هیبریدها جهت تکثیر انبوه و قرار دادن آن‌ها در خط تولید تجاری بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در بهار سال ۱۳۹۸ با تفریخ تخم نوغان لاین‌ها و پرورش لاروها، تولید پیله، برداشت و رکوردگیری پیله‌ها، طراحی برنامه آمیزشی برای شش لاین چینی (IRA2، IRA4، IRA6، IRA8، IRA10 و IRA12) با شش لاین ژاپنی (IRA1، IRA3، IRA5، IRA7، IRA9 و IRA11) و تهیه تخم نوغان هیبرید شروع شد. به این منظور، ۳٦ هیبرید مشتمل بر تمام ترکیبات ممکن حاصل از تلاقی لاین‌های پایه مادری ژاپنی با پایه پدری چینی و ۳٦ هیبرید تلاقی لاین‌های پایه مادری چینی با پایه پدری ژاپنی تهیه شد. در اصلاح نژاد کرم ابریشم برای پایه‌های والدینی هیبریدها به‌طور عمده از لاین‌هایی به نام چینی و ژاپنی استفاده می‌شود و منظور از آن، لاین‌های وارداتی نیست. در بهار سال ۱۳۹۹ با تفریخ تخم نوغان هیبریدهای جدید و تخم نوغان هیبریدهای تجاری شامل هیبریدهای ۳۲×۳۱، ۳۱×۳۲، ۱۰۴×۱۰۳، ۱۰۳×۱۰٤، ۱۵٤×۱۵۳، ۱۵۳×۱۵٤، ۱۵٤×۱۵۱ و ۱۵۱×۱۵٤، پرورش انفرادی ۸۰ هیبرید با چهار تکرار در طی مراحل کرم جوان و کرم بالغ در سینی‌های چوبی براساس طرح کاملاً تصادفی انجام شد. پس از برداشت پیله، رکوردگیری صفات شامل وزن پیله، وزن قشر پیله، درصد قشر پیله، وزن پیله‌های خوب، درصد شفیرگی و درصد شفیرگی پیله‌های خوب انجام گرفت. تمامی مراحل تفریخ و پرورش لاین‌ها و آمیخته‌ها طبق شیوه‌های استاندارد و به‌طور یکسان در مزرعه وابسته به مرکز تحقیقات ابریشم کشور اجرا شد. تمامی مراحل پرورش در یک محیط استاندارد پرورشی با رعایت موازین بهداشتی و با استفاده از ارقام اصلاح‌شده توت موجود در مرکز انجام شد. پس از برداشت پیله و تفکیک آن به پیله‌های خوب، متوسط و ضعیف که بر مبنای ویژگی‌های شکل ظاهری پیله انجام می‌شود، درصد تلفات شفیرگی در کل پیله‌های هر تکرار و در بین پیله‌های خوب به‌عنوان صفات وابسته به ماندگاری مشخص شد. وزن کل پیله‌های خوب، متوسط وزن ۲۵ پیله، متوسط وزن قشر پیله ۲۵ پیله و درصد قشر پیله به‌عنوان صفات تولیدی نیز اندازه‌گیری شدند. درصد شفیرگی، تفاضل درصد تلفات شفیرگی از ۱۰۰ می‌باشد.

داده‌های حاصل از تلاقی مستقیم و معکوس به‌صورت تلفیقی تجزیه آماری شدند. بنابراین در این بررسی تجزیه و تحلیل بر مبنای ٤۰ هیبرید شامل ۳٦ هیبرید جدید به‌همراه چهار هیبرید تجاری (به‌عنوان شاهد و جهت مقایسه با هیبریدهای جدید) برای شش صفت مورد نظر انجام شد. داده‌های تلفیق شده به‌وسیله نرم‌افزار آماری SAS (نسخه‌ی ۹/٤) و با استفاده از رویه مدل‌های خطی تعمیم‌یافته تجزیه و تحلیل، و میانگین عملکرد صفات با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با یگدیگر مقایسه شدند.

مجموع تعداد مشاهدات برای هر یک از صفات وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله برابر با ۱٦۰۰۰ و برای صفات وزن پیله‌های خوب، درصد شفیرگی و درصد شفیرگی پیله‌های خوب برابر با ۳۲۰ بودند. شاخص ارزیابی برای انتخاب هیبرید برتر بر مبنای تعیین یک مقدار حداقل برای هر صفت بود. در این روش لازم

است عملکرد شش صفت هیبریدهای برتر از مقادیر حداقل تعیین‌شده برای تمام صفات بیش‌تر باشد. حداقل‌ها برای شش صفت وزن پیله، وزن قشر پیله، درصد قشر پیله، وزن پیله‌های خوب، درصد شفیرگی و درصد شفیرگی پیله‌های خوب به‌ترتیب ۱/٦۹٤ گرم، ۰/۳۳ گرم، ۱۹/٦ درصد، ۳۲۰ گرم، ۹۰ درصد و ۹۰ درصد در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج عملکرد ٤۰ هیبرید جدید و تجاری کرم ابریشم در جدول (۱) ارائه شده است. میانگین‌های مرتب‌شده هیبریدها برای هر صفت نیز به‌طور جداگانه در شکل‌های (۱)، (۲)، (۳)، (٤)، (۵) و (٦) آورده شده‌اند. بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر صفات در بین ترکیبات ژنتیکی مختلف یکسان نمی‌باشد. وزن پیله، وزن قشر پیله، درصد قشر پیله و وزن پیله‌های خوب مهم‌ترین صفات هدف اصلاح نژادی هستند و برای بهبود عملکرد پیله استفاده می‌شوند. در این میان، مقادیر صفات درصد شفیرگی و درصد شفیرگی پیله‌های خوب به‌عنوان مهم‌ترین شاخص مرتبط با ماندگاری مطرح هستند. هم‌چنین باید توجه داشت که عملکرد هرکدام از صفات بررسی‌شده نشان‌دهنده وجوه خاصی از ویژگی‌های اقتصادی کرم ابریشم است و لذا شایسته است که تمام صفات در انتخاب هیبرید برتر مدنظر قرار گیرند. در جدول (۱) اسامی هیبریدها با شماره مشخص شده است که شماره‌های ۱ تا ۳٦ مربوط به هیبریدهای جدید و شماره‌های ۳۷ تا ٤۰ برای هیبریدهای تجاری فعلی ایران است.

میانگین وزن پیله، در تمامی سویه‌ها ۱/٦۹۳ گرم بود و هیبریدهای IRA7×IRA6 و IRA7×IRA12 به‌ترتیب با ۱/۷٦٦ و ۱/۷٦۳ گرم، تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) با ۲۳ هیبرید آزمایشی داشتند (جدول ۱). به‌طورکلی، مقادیر میانگین صفت وزن پیله برای هیبریدهای جدید (هیبریدهای شماره ۱ تا ۳٦) به شکل معنی‌داری بالاتر از میانگین‌های به‌دست‌آمده برای سه هیبرید تجاری استفاده‌شده به‌عنوان شاهد (هیبریدهای شماره ۳۸، ۳۹ و ٤۰) بود (شکل ۱)، تنها هیبرید ۳۲×۳۱ با قرارگرفتن در رتبه ۲٦ بهتر از سایر هیبریدهای تجاری بود.

میانگین وزن قشر پیله برای تمامی سویه‌ها که ارتباط مستقیم با میزان ابریشم استحصالی دارد، ۰/۳۲۹ گرم بود. برای این صفت به‌جز هیبرید شماره ۳۷ (با ترکیب ۳۲×۳۱) با وزن قشر پیله ۰/۳۵۳ گرم که در دسته هیبریدهای تجاری قرار دارد، پنج هیبرید جدید با شماره‌های ۲٤، ۲۳، ۲۲، ۲۱ و ۲۰ تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) با سایر هیبریدهای جدید و تجاری داشتند (جدول ۱). برتری این هیبریدهای جدید نسبت به سایر هیبریدها برای صفت وزن پیله نیز صادق بود و همه آن‌ها وضعیت بهتری نسبت به بسیاری از هیبریدها نشان دادند. از میان این هیبریدها، عملکرد دو هیبرید ۲۱ و ۲٤ (با ترکیبات IRA7×IRA6 و IRA7×IRA12) از نظر صفات وزن پیله و وزن قشر پیله نشان می‌دهد که می‌توان آن‌ها را جزو هیبریدهای پرتولید درنظر گرفت. شکل‌های (۱) و (۲) به‌خوبی تفاوت‌های پیله‌های هیبریدهای مورد بررسی را نشان می‌دهد.

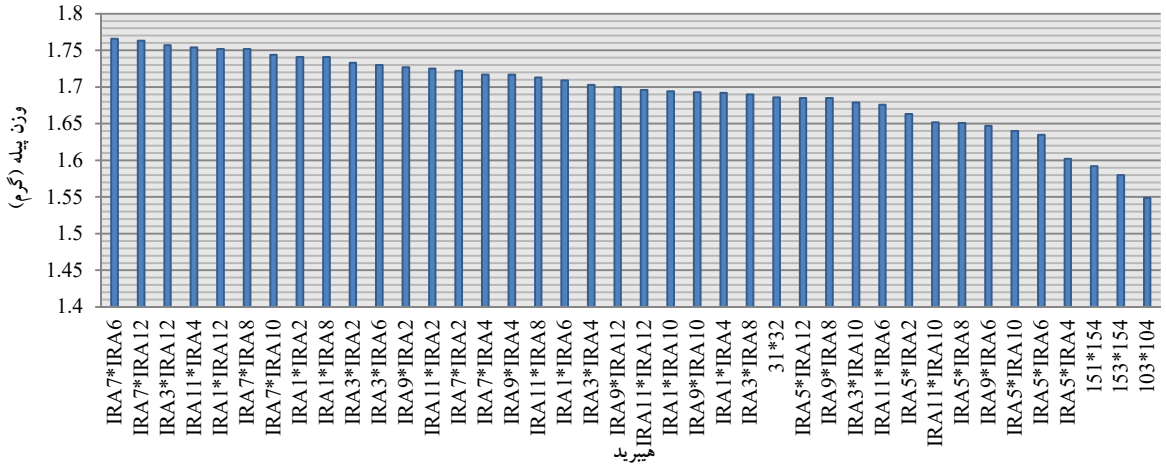
برای صفت درصد قشر پیله که نسبت وزن قشرپیله به وزن پیله (به درصد) است، میانگین کل محاسبه‌شده ۱۹/٦۳ درصد بود. هیبرید شماره ۳۷ (با ترکیب ۳۲×۳۱) که بیش‌ترین وزن قشر پیله را داشت، از نظر درصد قشر پیله نیز با مقدار میانگین ۲۱/۱۷ درصد تفاوت معنی‌داری با سایر هیبریدها نشان داد. هیبرید ۳۸ (با ترکیب ۱۰٤×۱۰۳) نیز با میانگین ۲۰/۵۷ درصد با تفاوت معنی‌دار با سایر هیبریدها در رده دوم قرار گرفت (شکل ۳). میانگین‌های به‌دست‌آمده برای سایر ترکیبات از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۱). با توجه به نتایج، عملکرد هیبریدهای جدید کم‌تر از برخی هیبریدهای تجاری است.

جدول ۱. مقایسه میانگین صفات پیله کرم ابریشم در ۴۰ هیبرید جدید و تجاری

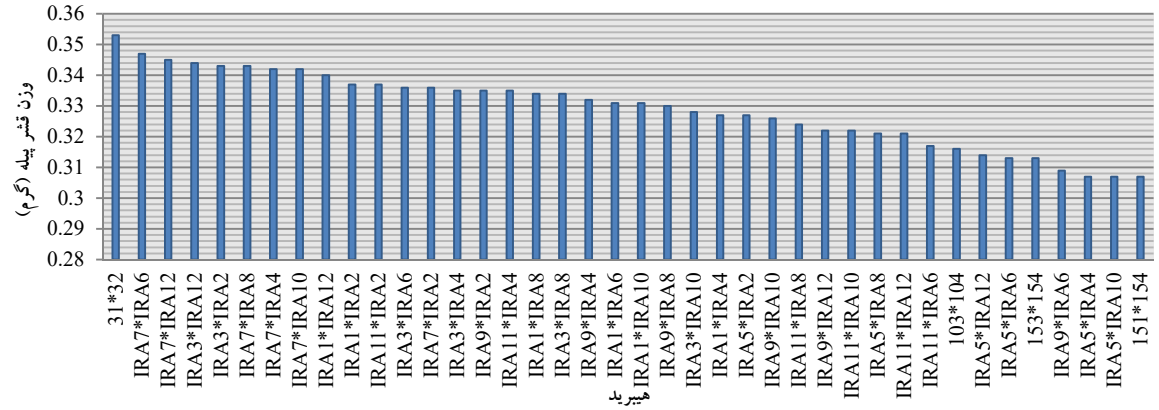
ردیف	صفات / هیبریدها	وزن پیله (گرم)	وزن قشر پیله (گرم)	درصد قشر پیله (گرم)	وزن پیله‌های خوب (گرم)	درصد شفیرگی (٪)	درصد شفیرگی پیله‌های خوب (٪)
۱	IRA1×IRA2	۱/۷۴۱ abcd	۰/۳۳۷ efg	۱۹/۵۲ fghij	۳۳۳/۱۷ abcde	۹۱/۷۲۶ abc	۹۴/۵۲۰ ab
۲	IRA1×IRA4	۱/۶۹۲ ghijkl	۰/۳۲۷ ijklm	۱۹/۴۹ ghijk	۳۱۱/۶۴ abcde	۹۲/۴۸۱ abc	۹۴/۸۱۵ ab
۳	IRA1×IRA6	۱/۷۰۹ defghij	۰/۳۳۱ ghij	۱۹/۵۴ fghij	۳۳۳/۰۷ abcde	۸۸/۲۶۵ abc	۹۰/۸۴۵ ab
۴	IRA1×IRA8	۱/۷۴۱ abcd	۰/۳۳۴ fgh	۱۹/۳۵ jklm	۳۲۸/۵۷ abcde	۹۲/۰۹۳ abc	۹۴/۹۰۸ ab
۵	IRA1×IRA10	۱/۶۹۴ fghijk	۰/۳۳۱ ghij	۱۹/۷۲ defghij	۲۹۸/۴۶ bcde	۸۵/۴۲۰ bcd	۸۸/۰۲۹ bc
۶	IRA1×IRA12	۱/۷۵۲ abc	۰/۳۴۰ cde	۱۹/۵۴ fghij	۳۴۱/۰۳ abcde	۸۹/۷۹۶ abc	۹۲/۷۰۵ ab
۷	IRA3×IRA2	۱/۷۳۳ abcde	۰/۳۴۳ bc	۲۰/۰۳ cd	۳۲۹/۹۱ abcde	۹۳/۴۷۵ abc	۹۶/۲۸۵ a
۸	IRA3×IRA4	۱/۷۰۳ efghij	۰/۳۳۵ efgh	۱۹/۸۸ cde	۳۱۳/۲۸ abcde	۹۴/۴۵۵ ab	۹۶/۴۱۹ a
۹	IRA3×IRA6	۱/۷۳۰ abcdef	۰/۳۳۶ efg	۱۹/۶۱ efghij	۳۴۳/۹۱ abcd	۹۳/۶۷۴ abc	۹۵/۸۶۴ ab
۱۰	IRA3×IRA8	۱/۶۹۰ ghijkl	۰/۳۳۴ fgh	۱۹/۹۵ cde	۳۲۲/۹۲ abcde	۹۲/۷۸۵ abc	۹۴/۹۵۰ ab
۱۱	IRA3×IRA10	۱/۶۷۹ jklmn	۰/۳۲۸ ijk	۱۹/۷۴ defghi	۳۱۱/۷۵ abcde	۹۲/۴۸۴ abc	۹۵/۱۸۴ ab
۱۲	IRA3×IRA12	۱/۷۵۷ ab	۰/۳۴۴ bc	۱۹/۷۶ cdefghi	۳۳۴/۱۷ abcde	۹۱/۰۲۱ abc	۹۴/۲۲۵ ab
۱۳	IRA5×IRA2	۱/۶۶۳ klmno	۰/۳۲۷ ijkl	۱۹/۸۶ cdefg	۳۲۹/۳۸ abcde	۹۱/۰۱۱ abc	۹۳/۳۱۴ ab
۱۴	IRA5×IRA4	۱/۶۰۲ p	۰/۳۰۷ rs	۱۹/۵۰ fghij	۳۲۷/۹۴ abcde	۸۹/۵۵۸ abc	۹۲/۲۷۴ ab
۱۵	IRA5×IRA6	۱/۶۳۵ o	۰/۳۱۳ pqr	۱۹/۳۵ jklm	۳۳۴/۰۶ abcde	۹۲/۹۶۵ abc	۹۵/۴۵۳ ab
۱۶	IRA5×IRA8	۱/۶۵۱ mno	۰/۳۲۱ no	۱۹/۶۰ efghij	۳۰۰/۸۱ bcde	۸۹/۸۵۵ abc	۹۳/۰۸۹ ab
۱۷	IRA5×IRA10	۱/۶۴۰ o	۰/۳۰۷ rs	۱۸/۹۰ n	۳۲۳/۰۲ abcde	۹۲/۹۰۳ abc	۹۴/۹۵۹ ab
۱۸	IRA5×IRA12	۱/۶۸۵ lmno	۰/۳۱۴ pq	۱۹/۰۷ lmn	۳۲۴/۳۰ abcde	۷۹/۲۴۹ d	۸۲/۳۴۵ c
۱۹	IRA7×IRA2	۱/۷۲۲ abcdefgh	۰/۳۳۶ efg	۱۹/۷۱ defghij	۳۳۵/۲۶ abcde	۸۶/۴۳۸ abcd	۹۰/۴۲۰ ab
۲۰	IRA7×IRA4	۱/۷۱۷ abcdefghi	۰/۳۴۲ bcd	۲۰/۱۲ c	۳۴۴/۴۱ abc	۹۱/۹۱۹ abc	۹۳/۹۵۴ ab
۲۱	IRA7×IRA6	**۱/۷۶۶ a**	۰/۳۴۷ b	۱۹/۸۶ cdefg	**۳۶۶/۳۱ a**	۹۱/۱۶۹ abc	۹۳/۱۸۰ ab
۲۲	IRA7×IRA8	۱/۷۵۲ abc	۰/۳۴۳ bc	۱۹/۷۹ cdefgh	۳۴۷/۳۲ ab	۹۱/۴۱۶ abc	۹۴/۶۵۶ ab
۲۳	IRA7×IRA10	۱/۷۴۴ abcd	۰/۳۴۲ bcd	۱۹/۸۳ cdefg	۳۳۴/۳۸ abcde	۹۱/۴۵۶ abc	۹۳/۶۵۴ ab
۲۴	IRA7×IRA12	۱/۷۶۳ a	۰/۳۴۵ b	۱۹/۷۸ cdefgh	۳۶۰/۸۵ a	۸۹/۳۲۸ abc	۹۱/۶۹۸ ab
۲۵	IRA9×IRA2	۱/۷۲۷ abcdefg	۰/۳۳۵ efgh	۱۹/۶۰ efghij	۳۳۴/۵۳ abcde	**۹۵/۰۶۴ a**	۹۷/۰۳۳ a
۲۶	IRA9×IRA4	۱/۷۱۷ abcdefghi	۰/۳۳۲ fghi	۱۹/۴۸ ghijk	۳۲۳/۳۷ abcde	۹۴/۵۷۹ ab	۹۶/۵۷۹ a
۲۷	IRA9×IRA6	۱/۶۴۷ no	۰/۳۰۹ qrs	۱۸/۹۶ n	۳۲۳/۲۵ abcde	۹۱/۶۵۰ abc	۹۵/۱۷۵ ab
۲۸	IRA9×IRA8	۱/۶۸۵ ijklm	۰/۳۳۰ hijk	۱۹/۷۷ cdefghi	۳۳۱/۵۶ abcde	۹۴/۲۶۸ ab	۹۶/۵۲۸ a
۲۹	IRA9×IRA10	۱/۶۹۳ fghijkl	۰/۳۲۶ jklmn	۱۹/۴۳ hijk	۳۲۲/۸۵ abcde	۹۳/۶۰۰ abc	۹۶/۶۱۱ a
۳۰	IRA9×IRA12	۱/۷۰۰ efghij	۰/۳۲۲ lmn	۱۹/۱۴ klmn	۳۰۹/۳۸ abcde	۸۸/۰۰۶ abc	۹۰/۶۰۹ ab
۳۱	IRA11×IRA2	۱/۷۲۵ abcdefg	۰/۳۳۷ def	۱۹/۷۶ cdefghi	۳۵۵/۶۶ ab	۹۴/۲۱۸ ab	۹۷/۰۱۵ a
۳۲	IRA11×IRA4	۱/۷۵۴ abc	۰/۳۳۵ efgh	۱۹/۳۹ ijklm	۳۵۲/۵۵ ab	۹۱/۵۹۹ abc	۹۵/۹۱۸ ab
۳۳	IRA11×IRA6	۱/۶۷۶ jklmn	۰/۳۱۷ op	۱۹/۰۵ mn	۳۳۶/۱۹ abcde	۸۴/۸۲۹ cd	۸۹/۳۵۶ ab
۳۴	IRA11×IRA8	۱/۷۱۳ defghij	۰/۳۲۴ klmn	۱۹/۱۳ klmn	۳۳۸/۶۸ abcde	۸۶/۸۷۵ abcd	۹۰/۶۷۴ ab
۳۵	IRA11×IRA10	۱/۶۵۲ mno	۰/۳۲۲ lmno	۱۹/۶۸ defghij	۳۳۲/۶۹ abcde	۹۲/۸۰۶ abc	۹۶/۱۲۹ a
۳۶	IRA11×IRA12	۱/۶۹۶ fghijk	۰/۳۲۱ mno	۱۹/۱۳ klmn	۳۳۲/۷۶ abcde	۹۳/۳۷۶ abc	۹۶/۱۴۸ a
۳۷	31×32	۱/۶۸۶ hijklm	**۰/۳۵۳ a**	**۲۱/۱۷ a**	۳۱۳/۵۲ abcde	۹۰/۹۱۰ abc	۹۵/۳۸۰ ab
۳۸	103×104	۱/۵۴۹ q	۰/۳۱۶ p	۲۰/۵۷ b	۲۸۴/۷۶ cde	۹۱/۳۳۶ abc	۹۶/۱۴۰ a
۳۹	151×154	۱/۵۹۲ p	۰/۳۰۷ s	۱۹/۵۱ fghij	۲۸۴/۴۷ de	۹۴/۵۷۹ ab	۹۷/۰۱۶ a
۴۰	153×154	۱/۵۸۰ p	۰/۳۱۳ pqr	۲۰ cd	۲۸۱/۴۷ e	۹۱/۸۳۵ abc	۹۷/۳۱۱ a
	میانگین	۱/۶۹۳	۰/۳۲۹	۱۹/۶۳	۳۲۷/۵۴	۹۱/۱۱۱	۹۴/۰۳۰
	P values	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۱۰۴۲	<۰/۰۴۷۷	<۰/۰۰۶۹
	SEM	۰/۰۰۱۷۳۱	۰/۰۰۰۲۷۹	۰/۰۱۷۶۷۷	۲/۶۵۲۵۹۸	۰/۴۱۶۲۴۶	۰/۳۶۱۵۲۷

a-e: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف غیرمشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

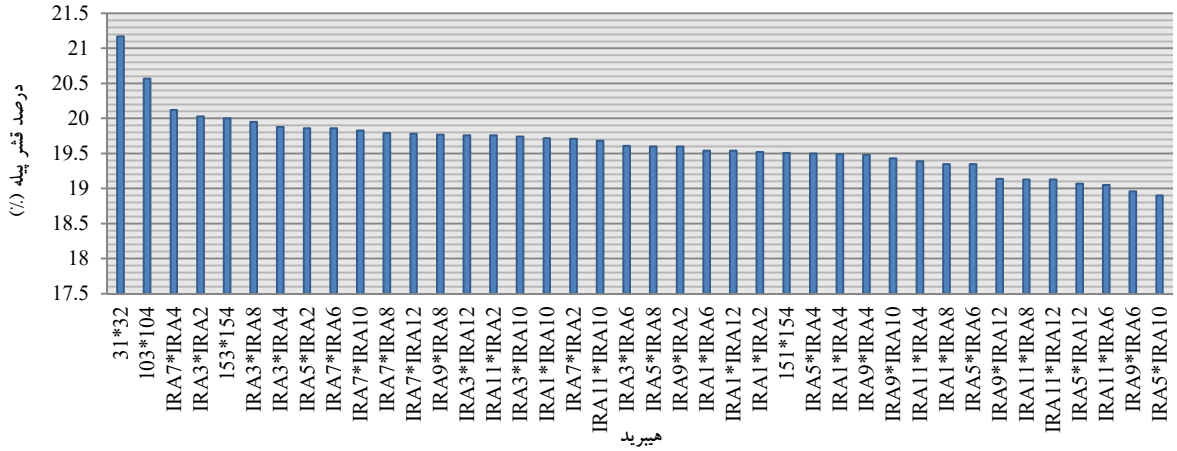
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.



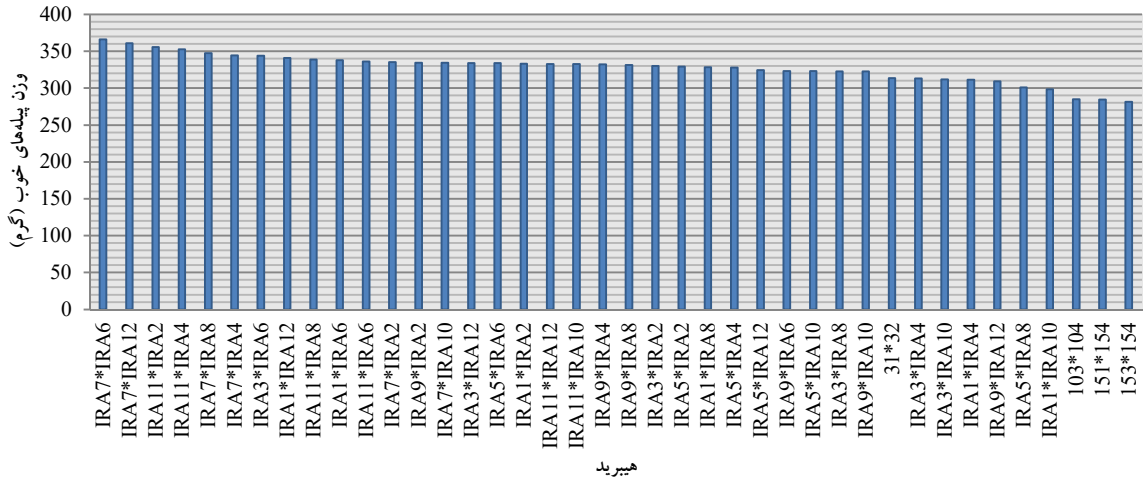
شکل ۱. وزن پیله در ٤٠ هیبرید جدید و تجاری کرم ابریشم (مرتب‌شده از مقادیر بالا به پایین)



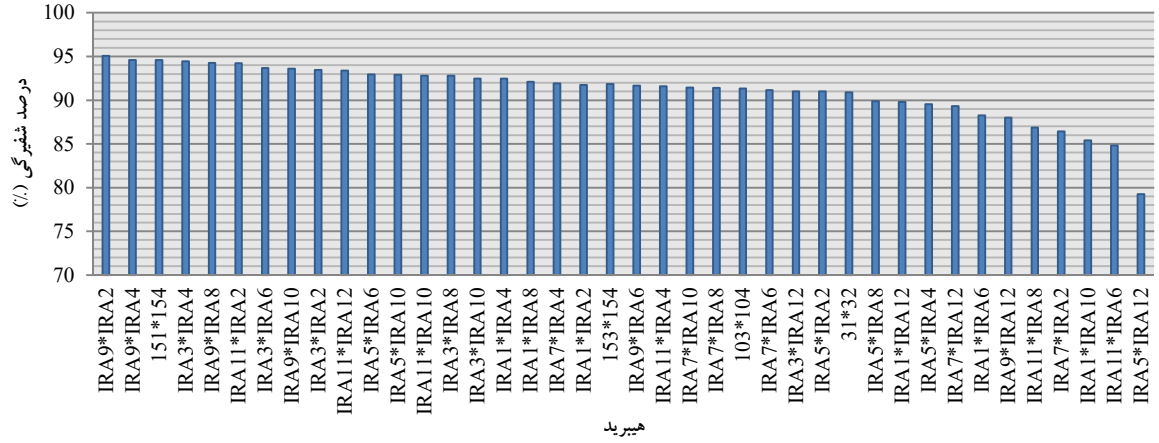
شکل ۲. وزن قشر پیله در ٤٠ هیبرید جدید و تجاری کرم ابریشم (مرتب‌شده از مقادیر بالا به پایین)



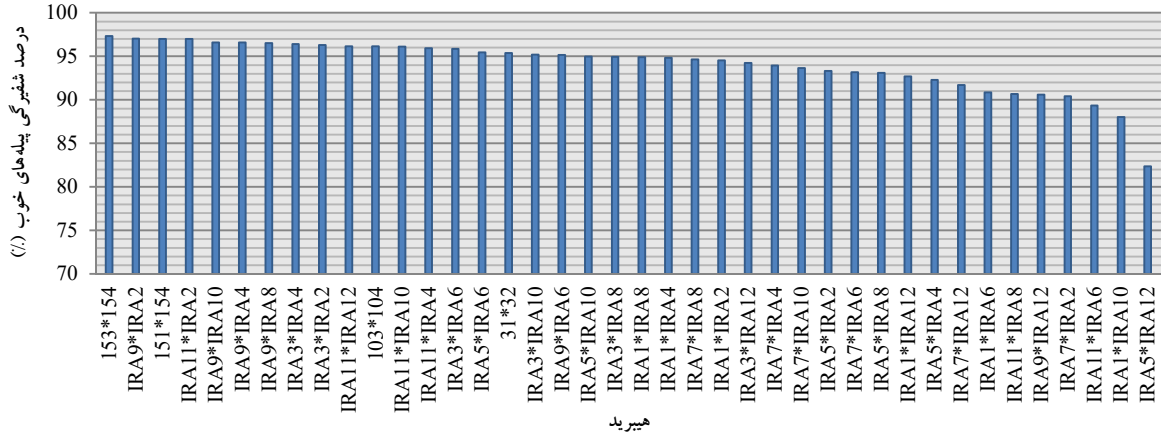
شکل ۳. درصد قشر پیله در ٤٠ هیبرید جدید و تجاری کرم ابریشم (مرتب‌شده از مقادیر بالا به پایین)



شکل ٤. وزن پیله خوب در ٤٠ هیبرید جدید و تجاری کرم ابریشم (مرتب‌شده از مقادیر بالا به پایین)



شکل ٥. درصد شفیرگی در ٤٠ هیبرید جدید و تجاری کرم ابریشم (مرتب‌شده از مقادیر بالا به پایین)



شکل ٦. درصد شفیرگی پیله‌های خوب در ٤٠ هیبرید جدید و تجاری کرم ابریشم (مرتب‌شده از مقادیر بالا به پایین)

برای صفت وزن پیله‌های خوب میانگین محاسبه‌شده برای تمامی هیبریدها ۳۲۷/۵٤ گرم بود. مشابه با صفت وزن پیله و وزن قشر پیله هیبریدهای شماره ۲۱ (با ترکیب IRA7×IRA6) و شماره ۲٤ (با ترکیب IRA7×IRA12) به‌ترتیب با عملکرد ۳٦٦/۳۱ و ۳٦۰/۸۵ گرم برتری معنی‌داری نسبت به سایر هیبریدها نشان دادند (جدول ۱). به‌طورکلی، مقادیر میانگین صفت وزن پیله‌های خوب برای هیبریدهای موردمطالعه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (P<۰/۱۰٤۲). با این وجود، مقادیر حاصل از هیبریدهای جدید بالاتر از میانگین‌های به‌دست‌آمده برای هیبریدهای تجاری استفاده‌شده به‌عنوان شاهد بود و نتایجی تقریباً مشابه با صفت وزن پیله نشان داد، که با توجه به ماهیت ارتباط بین دو صفت با یکدیگر قابل پیش‌بینی بود. هیبرید ۳۲×۳۱ که نسبت به بقیه هیبریدهای تجاری ایران وضعیت بهتری برای صفات وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله نشان داد برای صفت مهم وزن پیله‌های خوب نیز نسبت به سه هیبرید دیگر برتر بود.

نتایج به‌دست‌آمده برای صفت درصد شفیرگی به‌عنوان مهم‌ترین صفت مرتبط با ماندگاری نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین هیبریدهای موردبررسی می‌باشد (P<۰/۰٤۷۷). میانگین کلی این صفت در تمامی هیبریدها ۹۱/۱۱ درصد بود و تفاوت مقادیر حداکثر و حداقل مربوط به هیبریدهای شماره ۲۵ (با ترکیب IRA9×IRA2 و میانگین ۹۵/۰٦٤ درصد) و شماره ۱۸ (با ترکیب IRA5×IRA12 و میانگین ۷۹/۲٤۹ درصد) معادل ۱٦/۳۹۱ واحد بود (جدول ۱ و شکل ۵). با این وجود تفاوت معنی‌داری بین بیش‌تر هیبریدها وجود نداشت. این صفت معمولاً در هیبریدهایی که دارای درصد قشر بالایی هستند نمی‌تواند بالا باشد، زیرا همبستگی ژنتیکی بین ماندگاری با صفات تولیدی منفی است. از این‌رو، چنان‌چه مشاهده می‌شود بهترین هیبریدها از نظر درصد قشر پیله (همانند ترکیب ۳۲×۳۱) برای درصد ماندگاری شفیره بهترین نیستند و برعکس، یعنی هیبریدهای کرم ابریشم برتر از نظر درصد ماندگاری شفیره (همانند ۱۵٤×۱۵۱) عملکرد درصد قشر پیله آن‌ها زیاد نیست.

برای صفت درصد شفیرگی پیله‌های خوب، میانگین کلی محاسبه‌شده برای تمامی هیبریدها ۹٤/۰۳ درصد بود. مقادیر حداکثر و حداقلی برای این صفت مربوط به دو هیبرید شماره ٤۰ (با میانگین ۹۷/۳۱۱ درصد) و شماره ۱۸ (با میانگین ۸۲/۳٤۵ درصد) و ۱٤/۹٦٦ واحد تفاوت نشان دادند (جدول ۱ و شکل ٦)، که نشان‌دهنده مشابهت زیاد آن با صفت درصد شفیرگی است. شکل (٦) نشان می‌دهد همانند صفت درصد شفیرگی عملکرد بسیاری از هیبریدها مشابه بوده و در عمل به‌جز هیبریدهای شماره ۱۸ و ۵ بین بقیه هیبریدها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۱).

بحث

برای تولید هیبرید تجاری با عملکرد خوب، وجود لاین‌های والدینی با عملکرد بهتر لازم است. عملکرد صفات تولیدی و تولیدمثلی این لاین‌ها پس از چندین نسل تغییر کرده و نیاز است که با لاین‌های جدید جایگزین شوند. در کشورهایی که از منابع ژنتیکی گسترده‌ای برخوردارند (همانند چین و ژاپن) با استفاده از طرح‌های مختلف اصلاح نژادی از سویه‌های بانک ژن، ترکیبات جدیدی ایجاد کرده و سپس طی چند نسل انتخاب، لاین‌های جدیدی به بانک ژن معرفی می‌نمایند [٦]. به‌منظور انجام مطالعه حاضر، ابتدا در یک پژوهش قبلی ترکیبات جدید حاصل از پنج لاین ۳۲، ۱۰٤، ۱۲٤، ۱۵٤ و Y از والدین چینی و پنج لاین ۳۱، ۱۰۳، ۱۵۱، ۱۵۳ و ۱۵۲٤ از والدین ژاپنی موجود در بانک ژن مرکز تحقیقات ابریشم کشور طی هفت سال از بهار۱۳۹۱ تا بهار ۱۳۹۸ اصلاح نژاد شدند و از بین این ترکیبات جدید،

تعداد ١٤ واریته جدید چینی و شش واریته جدید ژاپنی انتخاب و جهت نگهداری در بانک ژن کرم ابریشم ایران نام گذاری شدند [١١].

در مطالعه حاضر شش واریته چینی در تلاقی با شش واریته‌ای ژاپنی کرم ابریشم در قالب طرح آمیخته‌گری تلاقی داده شدند و تمام هیبریدهای ممکن شامل ٣٦ ترکیب حاصل از تلاقی‌های مستقیم و ٣٦ ترکیب حاصل از تلاقی معکوس تهیه و پرورش داده شدند تا بهترین هیبرید براساس تلفیق صفات تولیدی و صفات ماندگاری معرفی شوند. مقایسه عملکرد هیبریدهای موردبررسی برای هر شش صفت نشان می‌دهد که امکان انتخاب هیبریدهای برتر بر مبنای تمام صفات وجود دارد. در عمل برای معرفی بهترین واریته‌ها و لاین‌های بانک ژن و هم‌چنین هیبریدهای کرم ابریشم لازم است از شاخصی برای امتیاز دهی و رتبه‌بندی آن‌ها استفاده نمود [٨]. در پژوهش حاضر که بر مبنای تعیین یک مقدار حداقل برای هر صفت بود، تعداد هفت هیبرید واجد همه شرایط لازم بودند و برای آزمون‌های مرحله بعد انتخاب شدند.

اسامی هیبریدهای برتر (هفت هیبرید) که عملکردشان بالاتر از مقادیر حداقل (در قسمت مواد و روش‌ها ذکر شده است) برای صفات وزن پیله، وزن قشر پیله، درصد قشر پیله، وزن پیله‌های خوب، درصد شفیرگی و درصد شفیرگی پیله‌های خوب بود، عبارتند از IRA9×IRA2، IRA11×IRA2، IRA3×IRA6، IRA3×IRA2، IRA7×IRA4، IRA7×IRA10 و IRA7×IRA8. از بین ٢٩ هیبرید باقی مانده، هشت هیبرید برای پنج صفت، حایز رتبه برتری بودند، یعنی از مقادیر حداقل عملکرد بیش‌تری داشتند که می‌توان تعدادی از آن‌ها را واجد شرایط برای آزمایش‌های مزرعه‌ای دانست. براساس بررسی انجام‌شده بین این هشت مورد، هیبرید IRA9×IRA4 که در صفت وزن پیله خوب، هیبرید IRA3×IRA4 که در صفت درصد شفیرگی پیله‌های خوب و هیبرید IRA11×IRA4 که در صفت درصد قشر پیله حد نصاب صفات را کسب نکرده بودند، بهتر از بقیه بوده و می‌تواند همراه با هفت هیبرید منتخب برای پرورش در مرحله بعد یعنی پرورش مزرعه‌ای استفاده شوند. در یک پژوهش که در هند انجام شد، انتخاب هیبرید برتر کرم ابریشم براساس شاخص ارزیابی چند صفتی (Multiple Trait Evaluation Indexes) انجام شد [١٦]. در پژوهشی دیگر که در سال ٢٠١٩ انجام شد برای انتخاب از میان ١٠ هیبرید که در سه فصل مجزا پرورش داده شده بودند از یک شاخص انتخاب چند صفتی دیگر استفاده شد [١]. در این بررسی یکی از هیبریدهای کرم ابریشمی که هم در شمال و هم در جنوب هند رایج است (FC1×FC2) بیش‌ترین امتیاز را دو فصل از سه فصل کسب کرد.

باتوجه به شیوه تولید تخم نوغان هیبرید در کرم ابریشم که شامل تلاقی مستقیم و معکوس می‌باشد، در عمل لازم است هر دو هیبرید حاصل از دو والد متفاوت پرورش داده شود. لذا، اگرچه در این بررسی نام هفت هیبرید به‌عنوان هیبرید برتر ذکر شد، اما برای انجام آزمایش‌های بعدی لازم است ١٤ هیبرید پرورش داده شود. با وجود این‌که عملکرد هیبرید مستقیم و معکوس کرم ابریشم تفاوت‌هایی دارد، لیکن برخی گزارش‌ها نشان داده‌اند که به‌طور کلی اثر آمیزش‌های دوطرفه معنی‌دار نیست [٨ و ٧].

در شرایطی که هیبرید تجاری ١٥٤×١٥١ (شماره ٣٩) کم‌ترین وزن قشرپیله را داشت، لیکن هیبرید تجاری ٣٢×٣١ به لحاظ صفت وزن قشر پیله و درصد قشر پیله از عملکرد بالاتری نسبت به سایر هیبریدها (جدید و تجاری) برخوردار بود. به‌علاوه این هیبرید از نظر وزن پیله و وزن پیله خوب نیز بهتر از سایر هیبریدهای تجاری

بود. در همین رابطه، در پژوهشی به‌منظور بررسی عملکرد لاین‌های جدید کرم ابریشم، دوازده آمیخته جدید شامل Xinhang1×Koming1، Xinhang1×Koming2، Xinhang1×Y، Xinhang2×Koming1، Xinhang2×Koming2، Xinhang2×Y، Xinhang3×Koming1، Xinhang3×Koming2، Xinhang3×Y، 101433×Koming1، 01433×Koming2 و 101433×Y همراه با سه هیبرید تجاری قبلی شامل ۳۱×۳۲، ۱۰۳×۱۰٤ و ۱۰۷×۱۱۰ را در سه دوره پرورشی مشتمل بر دو فصل بهار و پاییز مقایسه کردند. نتایج نشان داد که آمیخته تجاری ۳۱×۳۲ از نظر بیش‌تر ویژگی‌های اقتصادی در سطح بسیار بالایی قرار داشت [۱۲]. هم‌چنین، در مطالعه‌ای دیگر ویژگی‌های اقتصادی این هیبرید را در رقابت با هیبریدهای خارجی مطلوب دانستند [۲]. اخیراً با مقایسه هیبریدهای داخلی و خارجی در شرایط تلمبارهای نوغانداران گیلان گزارش شده که عملکرد هیبرید ایرانی ۱۵٤×۱۵۳ قابل رقابت با هیبریدهای چینی وارداتی می‌باشد [۸]. مقایسه برخی هیبریدهای ایرانی کرم ابریشم با وارداتی در گذشته نیز انجام شده است. براساس پژوهشی که در سال ۱۳۸۳ منتشر شد [۱۰]، شش هیبرید ایرانی و سه هیبرید وارداتی کرم ابریشم از سه کشور مختلف مقایسه شدند. نتایج آن بررسی، درحالی‌که برتری هیبریدهای ایرانی موردبررسی را در میزان تولید پیله و ماندگاری نشان داد، لیکن تفاوت‌های بسیار زیاد هیبریدها در شرایط تغذیه‌ای متفاوت نیز مشخص شد.

نتایج حاصل نشان داد که درصد شفیرگی و درصد شفیرگی پیله‌های خوب برای همه هیبریدهای جدید انتخابی قابل‌قبول است. این موضوع این امید را می‌دهد که هیبریدهای جدید می‌توانند در شرایط نوغانداران نیز عملکرد مناسبی داشته باشد. زیرا هیبریدهای کرم ابریشم زمانی می‌توانند سال‌های متمادی در خط تولید تجاری قرار گیرند که قابلیت ماندگاری خوبی در واحدهای پرورشی داشته باشند؛ به‌عبارتی نوغانداران بتوانند پیله‌های سالم (با درصد شفیرگی زیاد) تولید نمایند. علی‌رغم گزارش‌های متعدد در خصوص کیفیت مناسب هیبریدهای تجاری فعلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که هیبریدهای جدید در برخی صفات از هیبریدهای قبلی (تجاری) بهتر می‌باشند. با توجه به مزیت نسبی هیبریدهای جدید نسبت به هیبریدهای تجاری، انتظار این است که درصورت موفقیت هیبریدهای جدید در مراحل آزمایش‌های مزرعه‌ای و سازگاری (منطقه‌ای) که در طی سال‌های ۱٤۰۰ و ۱٤۰۱ انجام خواهد شد، تعدادی از این هیبریدها بتوانند در خط تولید تجاری قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

از ریاست، کارشناسان و کارکنان محترم مرکز تحقیقات ابریشم کشور به جهت همکاری در اجرای طرح حاضر، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع مورداستفاده

1. Alam K, Misro SK and Sivaprasad V (2020) Studies on evaluation and identification of suitable bivoltine hybrids (*Bombyx mori* L.) for better productivity in Odisha. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9: 990-994.
2. Alipanah M, Abedian Z, Nasiri A and Sarjamei F (2021) Study of seven silkworm varieties performance in Torbat Heydarieh region. Iranian Journal of Animal Science Researchs, 12(3): 399-409.
3. Collard BC, Jahufer Y, Brouwer JB and Pang ECK. (2005) An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker–assisted selection for crop improvement: The basic concepts. Euphytica, 142: 169-196.

4. Gholami M, Vishkaei S and Biabani M (1997a) Isolating silkworm lines from Korean hybrids in order to produce suitable and compatible Iranian silkworm hybrids. Iranian sericultural research center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Research report.
5. Gholami M, Vishkaei S and Biabani M (1997b) Investigation and production of suitable and compatible Iranian silkworm varieties. Iranian sericultural research center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Research report.
6. Hosseini Moghaddam SH (2013) Principles of silkworm rearing. University of Guilan Press. Second Edition
7. Hosseini Moghaddam SH, Emam Jomeh Kashan N, Mirhosseini SZ and Gholami MR (2005) Genetic improvement of some traits in four strains of silkworm, *Bombyx mori* L. International Journal of Industrial Entomology, 10: 95-99.
8. Khordadi MR, Hosseini Moghaddam SH, Sabouri A and Mahfouzi K (2021) Introducing of superior silkworm hybrids for different geoghrafical regions of Guilan Province. Animal Production Research, 10 (2): 25-38.
9. Mirhoseini SZ, Ghanipoor M, Shadparvar A and Etebari K (2005) Selection indices for cocoon traits in six commercial silkworm (*Bombyx mori*) lines. Philippine Agricultural Scientist, 88: 328-336.
10. Mirhoseini SZ, Mawajpoor M (2004) Performance comparison of Iranian and some foreign silkworm hybrids using two types of mulberry leaves. Journal of Agricultural Science, 14: 57-70.
11. Mirhoseini SZ, Mawajpoor M, Nematollahian S, Hosseini Moghaddam SH, Rafeie F, Ghavi Hossein-Zadeh N and Kheirkhah Y (2021) Study of multiple-trait selection in new Iranian silkworm genotypes- Chinese-shape parents. Animal Production Research, 10(1): 1-11.
12. Mirhosseini SZ, Seidavi A, Ghanipoor M, Vishkaee S and Bizhannia A (2008) Performance of new hybrids of silkworm (*Bombyx mori*) in spring and autumn seasons. Journal of Agricultural Knowledge, 17(4): 135-141.
13. Nematollahian SH, Torfeh A, Mawajpoor M, Hosseini Moghadam SH and Seidavi A (2016) Study of production potential of Iranian and non-Iranian different silkworm hybrids. Journal of Animal Environment, 8(1): 85-94.
14. Raju PJ and Krishnamurthy NB (1993) Breeding of two bivoltines, MG511 and MGS12, of silkworm, *Bombyx mori* L., for higher viability and silk productivity. Sericologia, 33: 577-587.
15. Shadparvar AA, Ghanipoor M, Mirhosseini SZ and Etebari K. (2005) Derivation of economic values for productive and reproductive traits of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) from profit equation. Journal of Economic Entomology, 98: 1717-1722.
16. Vidyunmala S, Murphy BN and Reddy NS (1998) Evaluation of new mulberry silkworm *Bombyx mori* L. hybrids (multivoltine×bivoltine) through multiple trait evaluation indexes. Journal of Entomological Research, 22: 49-53.