Evaluation of quality characteristics of silk thread in Iranian silkworm hybrids

S. H. Hosseini Moghaddam[1,2*], R. Abdoli[3], K. Mahfoozi[4,5]

1. Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Gilan, Iran
2. Department of Sericulture, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Gilan, Iran
3. Iran Silk Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gilan, Iran
4. Department of Textile Engineering, Faculty of Engineering, University of Guilan, Gilan, Iran
5. Department of Sericulture, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Gilan, Iran

*Corresponding author: hosseini@guilan.ac.ir
DOI:10.22067/ijasr.2023.83618.1165

Introduction: So far, many researches have been conducted to compare the productivity of different silkworm hybrids in Iran, which were just based on the evaluation of cocoon traits, eg. cocoon weight, cocoon shell weight, cocoon shell percentage, pupation rate, etc. In the present study, with the aim of obtaining information on the quality characteristics of silk thread in Iranian silkworm hybrids, 80 Iranian silkworm hybrids were examined for silk thread characteristics.

Materials and Methods: 72 of the new silkworm hybrids in addition to 8 current commercial hybrids were evaluated for the six silk thread characteristics including filament size (FS), filament length (FL), filament tensile strength (FTS), filament elongation percent (FEP), filament weight (FW) and raw silk percentage (RSP) based on dry weight. 200 good cocoons from each hybrid were sampled at the Iran Silk Research Center and sent to the Fiber Physics Laboratory of the University of Guilan. After re-evaluating the individual cocoons based on form and size of them, 3 repetitions of 21 cocoons (based on the capacity of the spinning machine) were spun and dried. According to reciprocal crosses in this research, the data were analyzed using 40x2 factorial analysis (40 hybrids and two kinds of crosses) using the GLM procedure of SAS software version 4.9.

Results and Discussion: Mean comparison of the studied traits based on the combined reciprocal data (40 hybrids) showed that the highest average of the FS trait (73.3 deniers) was for the hybrid IRA3×IRA10 and the lowest average (58.2 deniers) for the commercial hybrid 153 ×154. The highest FL trait(771.4 m) was for hybrid IRA5×IRA8 and the lowest (441.18 m) for the commercial hybrid IRA2×IRA3. The highest average of the FTS (3.47 g/denier) was for commercial hybrid 104×103 and the lowest average (2.9 g/denier) was for hybrid IRA2×IRA3. The highest average for the FEP trait (17.6%) was reported for the commercial hybrid 154×151 and the lowest average (12.83) was related to the hybrid IRA2×IRA3. The highest average for FW (5.59 grams) belonged to the IRA5×IRA8 hybrid and the lowest average (3.34 grams) belonged to the IRA2×IRA3 hybrid. Also, for the RSP trait (the most critical trait of silk characteristics), The IRA5×IRA8 hybrid had the highest average (41.4%) and the IRA2×IRA3 hybrid had the lowest average (25.86%). IRA5×IRA8 hybrid had superior performance than all commercial hybrids. The RSP of the IRA8×IRA9 hybrid was 39.47%, which was superior to the three commercial hybrids. The hybrids that were excellent in at least three of the six characteristics were: all commercial hybrids and three new hybrids including IRA5×IRA8, IRA11×IRA12 and IRA8×IRA9. Analysis of the variance of the traits showed that the reciprocal-cross effect was not significant for the FS and FTS traits (P>0.05). Despite the close competition of new hybrids with current commercial hybrids, many characteristics of commercial hybrids were significantly higher than new hybrids. However, the new hybrids including IRA2×IRA9, IRA2×IRA11, IRA3×IRA4, and IRA4×IRA11, which have shown superiority in terms of cocoon traits, also performed favorably in terms of all yarn characteristics. However, two hybrids were among the superior hybrids in terms of cocoon production and cocoon traits, but the results of the present research showed that they are not superior in terms of yarn characteristics and raw silk yield and productivity, including IRA2×IRA3 and IRA4×IRA7. The IRA2×IRA3 hybrid has an unfavorable performance in terms of weight, strength, and raw silk percentage and cannot provide the interests of silk spinners.

Conclusion: In the final selection of new hybrids based on the performance of both cocoons and silk thread, it is necessary to pay attention to the strength and weakness of the silk yarn obtained from the cocoons of each hybrid. But it will not be the case that hybrids with better cocoon performance are necessarily among the best in terms of all silk yarn traits or even some of them. For example, hybrids IRA2×IRA9, IRA2×IRA11, IRA3×IRA4, and IRA4×IRA11 had better cocoon performance, but they had a middle performance for yarn characteristics. In other words, if they are not among the weaker group, they can be considered. Generally, it is necessary to decide about new hybrids after rearing them in rural conditions and evaluating the produced cocoons and yarns.

Keywords: Filament size, Raw silk percentage, Silk yarn, Superior hybrid, Tensile strength

ارزیابی ویژگی‌های کیفی نخ ابریشم در آمیخته‌های کرم ابریشم ایرانی

سیدحسین حسینی مقدم[۱ و ۲*]، رامین عبدلی[۳]، کامران محفوظی[۴ و ۵]

۱. گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲. گروه پژوهشی ابریشم، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳. مرکز تحقیقات ابریشم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گیلان، ایران
۴. گروه مهندسی نساجی، دانشکده فنی، دانشگاه گیلان، رشت ایران
۵. مربی ، گروه پژوهشی ابریشم، دانشکده فنی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

* نویسنده مسئول: hosseini@guilan.ac.ir

DOI:10.22067/ijasr.2023.83618.1165

چکیده

در پژوهش حاضر، با هدف دستیابی به اطلاعات کیفیت نخ آمیخته‌های کرم ابریشم ایرانی، ۷۲ هیبرید جدید بعلاوه ۸ هیبرید تجاری فعلی برای شش ویژگی نخ ابریشم شامل قطر (FS)، طول (FL)، استحکام کششی (FTS)، درصد ازدیاد طول (FEP)، وزن (FW) و راندمان نخ دهی (RSP) ارزیابی شدند. ۲۰۰ عدد پیله از بین پیله‌های خوب هر هیبرید نمونه برداری و به آزمایشگاه ارسال شد. ۳ تکرار ۲۱ پیله‌ای با استفاده از پیله‌های هم شکل و هم اندازه نخ ریسی شدند. نتایج بر مبنای تلفیق داده‌های تلاقی دوطرفه (۴۰ آمیخته) نشان داد بیشترین و کمترین طول و قطر نخ به ترتیب مربوط به آمیخته‌های IRA3×IRA10 و 154×153 بود. بیشترین میانگین استحکام کششی نخ (۳/۴۷ گرم بر دنیر) برای آمیخته تجاری 104×103 و کمترین (۲/۹۷۵ گرم بر دنیر) برای IRA2×IRA3 بود. بیشترین درصد ازدیاد طول نخ (۱۷/۶ درصد) برای آمیخته تجاری 154×151 و کمترین (۱۳/۴۶۸) مربوط به IRA2×IRA3 بود. بیشترین وزن نخ (۵/۵۹ گرم) مربوط به آمیخته IRA5×IRA8 و کمترین میانگین (۳/۴۶ گرم) به IRA2×IRA3 تعلق داشت. همچنین راندمان نخ‌دهی آمیخته IRA5×IRA8 بیشترین (۴۱/۴ درصد) و برای IRA2×IRA3 کمترین (۲۵/۸۶ درصد) بود. تجزیه واریانس صفات نشان

داد که اثر تلاقی دوطرفه (reciprocal) برای صفات قطر و استحکام کششی معنی دار نبود (P>0.05). علی‌رغم رقابت نزدیک آمیخته‌های جدید با آمیخته‌های تجاری، بسیاری از ویژگی‌های نخ در آمیخته‌های تجاری تفاوت معنی‌داری نسبت به آمیخته‌های جدید داشتند. با این وجود برخی آمیخته‌ها نظیر IRA2×IRA9، IRA2×IRA11، IRA3×IRA4 و IRA4×IRA11 از نظر تمام ویژگی‌های نخ عملکرد قابل قبولی داشتند.

واژه‌های کلیدی: استحکام نخ، راندمان نخ دهی، قطر نخ، نخ ابریشم، آمیخته برتر

مقدمه

مهمترین کشورهای تولید کننده ابریشم در دنیا به ترتیب عبارتند از چین، هند، ازبکستان، ویتنام، تایلند، برزیل، کره شمالی و ایران می باشند. بیش از ۹۰ درصد از الیاف ابریشم طبیعی دنیا در آسیا تولید شده و برخی کشورها نظیر هند، ازبکستان، ویتنام و ایران طی ۵ سال اخیر تولیدات خود را به مقدار قابل توجهی افزایش داده‌اند (http://www.inserco.org). ابریشم به دلیل استحکام کششی بالا، درخشندگی و براق بودن به عنوان یک نخ برتر در صنعت نساجی محسوب می شود. علی رغم رقابت شدید الیاف مصنوعی، ابریشم به دلیل رنگ پذیری عالی همچنان برتری خود را در تولید پوشاک فاخر و باکیفیت حفظ نموده است (Giacomin *et al*., 2017).

امروزه در کشورهای صاحب تکنولوژی تولید تخم نوغان نظیر ایران، با اجرای برنامه‌های اصلاح نژادی و تلاقی لاین‌ها آمیخته‌های تجاری مختلفی ایجاد شده‌اند که با هدف افزایش تولید پیله و نخ ابریشم می باشد. در تولید هیبریدهای تجاری کرم ابریشم که با هدف تولید نخ ابریشمی برنامه‌ریزی می‌شود، انتفاع پرورش دهندگان کرم ابریشم یا نوغانداران به تنهایی کافی نبوده و لازم است منافع صاحبان دستگاه های نخ ریسی و کارخانجات ابریشم‌کشی نیز مد نظر قرار گیرند (Hosseini Moghaddam *et al*., 2023). برای کشاورزان میزان تولید پیله، زنده مانی لارو و شفیره و حتی طول دوره لاروی کوتاه مهم است. لیکن صاحبان کارگاه‌ها وکارخانه‌های ابریشم، پیله‌هایی با قابلیت نخ کشی بالا، درصد ابریشم خام بالا و عیوب آراستگی کمتر را می‌طلبند. همبستگی مثبت وزن قشر پیله و طول تار ابریشمی، درصد قشر پیله و طول تار، وزن قشر پیله و تمیزی (neatness) و درصد نخ دهی با قطر نخ و همبستگی منفی قطر نخ و طول نخ از جمله مواردی است که محققین گزارش نمودند (Singh et al., 2011; Talebi and Subramanya, 2010). چنین روابطی اهمیت اندازه‌گیری ویژگی‌های نخ ابریشم را دوچندان می کند.

خواص مکانیکی الیاف یا به عبارت دیگر مقاومت در مقابل نیروهای وارده، از مهم ترین خواص الیاف و نخ است. منظور از استحکام، داشتن مقاومت تار، نخ و پارچه در هنگامی است که آنها در جهت محور طولی آن قدر کشیده شوند تا پاره شوند. قطر نخ نیز که جهت تعیین کیفیت نخ مورد نیاز است، به دلیل ارتباط با خواصی مثل استحکام، میزان تاب نخ و ظرافت محصول تولیدی اندازه گیری می‌شود (Hosseini Moghaddam, 2013). درجه بندی نخ ابریشم بر اساس قطر شامل نخ ظریف ۱۸ دنیر و ظریف تر، نخ متوسط ۱۹ تا ۳۳ دنیر، نخ ضخیم ۳۴ دنیر و ضخیم تر می باشد (Shams-Natery, 2005).

تا کنون، پژوهش‌های زیادی در زمینه مقایسه توان تولیدی آمیخته‌های مختلف کرم ابریشم انجام شده است که مبتنی بر اندازه گیری صفات پیله نظیر وزن پیله، وزن قشر پیله، درصد قشر پیله، درصد شفیرگی، تولید پیله به ازاء یک جعبه و غیره) بوده است (Mirhoseini *et al*., 2008; Nematollahina *et al*., 2016; Biabani *et al*., 2021; Khordadi *et al*., 2021; Mirhoseini *et al*., 2022). بعلاوه در طی چند سال گذشته همراه با واردات برخی از آمیخته‌های تجاری کرم ابریشم چینی و توزیع این آمیخته‌ها در کشور، به دلیل قشر ضعیف تر پیله، نارضایتی از عملکرد نخ ریسی توسط کارگاه‌های و کارخانجات نخ ریسی را به همراه داشته است.

با توجه به اهمیت رقابت هیبریدهای داخلی با وارداتی، هدف از مطاله حاضر، ارزیابی ویژگی‌های نخ هیبریدهای جدید ایرانی و مقایسه آنها با آمیخته‌های تجاری بر اساس ویژگی‌های مربوط به نخ ریسی و کیفیت الیاف بود، تا علاوه بر عملکرد پیله حاصل از یک جعبه تخم نوغان که متضمن منافع تولید کنندگان پیله است، منافع تولید کنندگان نخ و حتی بافندگان نیز مد نظر قرار گیرد. چون آمیخته‌های کرم ابریشم حاصل تلاقی‌های متقابل[1] والدین چینی و ژاپنی می‌باشند، در آمیخته‌گری کرم ابریشم دو آمیخته تولید می شود شامل تلاقی مستقیم (والد ماده ژاپنی × والد نر چینی) و تلاقی معکوس آن (والد ماده چینی × والد نر ژاپنی). این دو نوع هیبرید به طور همزمان تولید شده و بین نوغانداران نیز توزیع می شود و در عمل دریافت کننده تخم نوغان حق انتخاب بین این دو آمیخته را ندارد. در این بررسی ضمن مقایسه آمیخته‌های تجاری و هیبریدهای جدید ایرانی از نظر ویژگی‌های نخ ابریشم، اثر تلاقی‌های متقابل نیز به شیوه‌های آماری آزمون خواهد شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۳۶ آمیخته جدید کرم ابریشم با چهار آمیخته تجاری ایرانی برای ویژگی‌های نخ ابریشم حاصل از آن‌ها ارزیابی و مقایسه شدند. ۴۰ آمیخته حاصل از تلاقی والد مادری ژاپنی شکل با والد پدری چینی شکل و ۴۰ آمیخته حاصل از تلاقی معکوس آن یعنی والد مادری چینی شکل و والد پدری ژاپنی شکل و در مجموع ۸۰ آمیخته در سه تکرار نخ ریسی و ارزیابی شدند. در جدول ۱ اسامی آمیخته‌های مورد بررسی ارائه شده است. چهار آمیخته تجاری شامل آمیخته‌های والد مادری ژاپنی شکل (۳۲×۳۱، ۱۰۴×۱۰۳، ۱۵۴×۱۵۳ و ۱۵۴×۱۵۱) و آمیخته‌های والد مادری چینی شکل (۳۱×۳۲، ۱۰۳×۱۰۴، ۱۵۳×۱۵۴ و ۱۵۱×۱۵۴) بودند.

تعداد ۲۰۰ عدد پیله از بین پیله‌های درجه خوب هر آمیخته از مرکز تحقیقات ابریشم کشور برای گروه پژوهشی ابریشم دانشگاه گیلان ارسال و بقیه مراحل در آزمایشگاه کرم ابریشم و آزمایشگاه فیزیک الیاف گروه نساجی دانشگاه گیلان انجام شد. در مرحله اول، ارزیابی ظاهری و تفکیک پیله‌های هر نمونه انجام شد. پیله‌هایی که از نظر شکل ظاهری و اندازه شبیه به هم بوده و ویژگی‌های پیله نامرغوب را نداشتند مشخص شدند و از بین آنها ۳ تکرار ۲۱ پیله‌ای (بر اساس ظرفیت دستگاه نخ

1 -Reciprocal

ریسی) به طور تصادفی انتخاب شد. در مرحله دوم، نخ ریسی پیله‌های هر تکرار به صورت جداگانه با استفاده از دستگاه نخ‌ریسی آزمایشگاهی (Hosseini Moghaddam *et al*., 2023) انجام شد. در مرحله سوم صفات مورد بررسی شامل قطر نخ (FS)، طول نخ (FL)، استحکام کششی نخ (FTS)، درصد ازدیاد طول نخ (FEP)، وزن نخ (FW) و درصد ابریشم خام یا راندمان نخ دهی (RSP) اندازه گیری شد.

راندمان نخ دهی یا درصد ابریشم خام از تقسیم وزن نخ خشک به وزن پیله خشک ضرب در ۱۰۰ محاسبه می شود. به این منظور پیله‌های هر تکرار (۲۱ عدد) در توری‌های مخصوص به مدت یک ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون آزمایشگاهی خشک شدند. وزن نخ خشک در همان دمای مذکور به مدت ۲۰ دقیقه اندازه گیری شد. پس از خشک کردن، توزین با ترازوی دیجیتال انجام شد. برای اندازه گیری طول و قطر نخ (Lee, 2010) از هر کدام از دوک‌های نخ، مقدار ۵۰ متر نخ با دستگاه کلاف پیچ (Shirly(TC48)- England) جدا و توزین شد. قطر یا نمره نخ بر مبنای واحد دنیر سنجیده می شود که وزن ۹ هزار متر تار بر حسب گرم است. بنابراین جهت اندازه گیری نمره نخ لازم است طول و وزن تار ابریشمی را اندازه گیری نمود.

$$\text{قطر (دنیر)} = ۹۰۰۰ \times \frac{\text{متر}}{\text{وزن}}$$

استحکام نخ با دو شاخص درصد کشیدگی و استحکام کششی مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰-۵۱۵۷ (تعیین مقاومت کششی و ازدیاد طول) با استفاده از دستگاه مقاومت سنج (Shirly(Micro 250)- England) اندازه‌گیری شد.

در آزمایش حاضر با توجه به اینکه نیمی از آمیخته‌ها حاصل تلاقی‌های مستقیم و نیمی دیگر حاصل تلاقی‌های معکوس بودند، بجز اثر آمیخته (۴۰ آمیخته)، اثر تلاقی دو طرفه[۲] (دو نوع مستقیم و معکوس) نیز قابل بررسی است. لذا داده‌های حاصل از این آزمایش فاکتوریل (فاکتوریل ۴۰×۲) با استفاده از رویه GLM نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین ۴۰ آمیخته مورد بررسی برای صفات مختلف با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- اسامی آمیخته‌های کرم ابریشم ایرانی در بررسی حاضر

Table 1. Names of Iranian silkworm hybrids in the present study

2 - Reciprocal effect

	Hybrid with Chinese maternal parent آمیخته با والد مادری چینی	Hybrid with Japanese maternal parent آمیخته با والد مادری ژاپنی
1	IRA2×IRA1	IRA1×IRA2
2	IRA4×IRA1	IRA1×IRA4
3	IRA6×IRA1	IRA1×IRA6
4	IRA8×IRA1	IRA1×IRA8
5	IRA10×IRA1	IRA1×IRA10
6	IRA12×IRA1	IRA1×IRA12
7	IRA2×IRA3	IRA3×IRA2
8	IRA4×IRA3	IRA3×IRA4
9	IRA6×IRA3	IRA3×IRA6
10	IRA8×IRA3	IRA3×IRA8
11	IRA10×IRA3	IRA3×IRA10
12	IRA12×IRA3	IRA3×IRA12
13	IRA2×IRA5	IRA5×IRA2
14	IRA4×IRA5	IRA5×IRA4
15	IRA6×IRA5	IRA5×IRA6
16	IRA8×IRA5	IRA5×IRA8
17	IRA10×IRA5	IRA5×IRA10
18	IRA12×IRA5	IRA5×IRA12
19	IRA2×IRA7	IRA7×IRA2
20	IRA4×IRA7	IRA7×IRA4
21	IRA6×IRA7	IRA7×IRA6
22	IRA8×IRA7	IRA7×IRA8
23	IRA10×IRA7	IRA7×IRA10
24	IRA12×IRA7	IRA7×IRA12
25	IRA2×IRA9	IRA9×IRA2
26	IRA4×IRA9	IRA9×IRA4
27	IRA6×IRA9	IRA9×IRA6
28	IRA8×IRA9	IRA9×IRA8
29	IRA10×IRA9	IRA9×IRA10
30	IRA12×IRA9	IRA9×IRA12
31	IRA2×IRA11	IRA11×IRA2
32	IRA4×IRA11	IRA11×IRA4
33	IRA6×IRA11	IRA11×IRA6
34	IRA8×IRA11	IRA11×IRA8
35	IRA10×IRA11	IRA11×IRA10
36	IRA12×IRA11	IRA11×IRA12
37	154×151	151×154
38	154×153	153×154
39	104×103	103×104
40	32×31	31×32

نتایج

تجزیه واریانس: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی (جدول ۲) نشان داد که اثر نوع آمیخته برای تمامی صفات مورد بررسی شامل قطر نخ (FS) بر حسب دنیر (d)، طول نخ (FL) بر حسب متر (m)، استحکام کششی نخ (FTS) بر مبنای گرم بر دنیر (gr/d)، درصد ازدیاد طول نخ (FEP) برحسب درصد (%)، وزن نخ (FW) برحسب گرم (gr) و راندمان نخ دهی (RSP) بر مبنای درصد (%) بسیار معنی‌دار بودند ($P<0.0001$). اثر نوع تلاقی برای دو صفت قطر نخ و استحکام کششی نخ معنی‌دار نیست ($P>0.05$)، اما برای صفت درصد ازدیاد طول و طول نخ معنی‌دار ($P<0.05$) و برای دو صفت وزن نخ و راندمان نخ دهی بسیار معنی‌دار است ($P<0.0001$). همچنین، اثر متقابل نوع آمیخته در نوع تلاقی (Hybrids×Reciprocal) برای تمامی صفات بسیار معنی‌دار بودند ($P<0.0001$).

مقایسه میانگین‌ها: نتایج حاصل از مقایسه میانگین عملکرد صفات مورد بررسی بر اساس داده‌های تلفیقی تلاقی‌های مستقیم و معکوس در جدول ۳ ارائه شده است. میانگین صفات در آمیخته‌های مورد بررسی (۴۰ آمیخته) به صورت مرتب شده و از مقادیر بالا به پایین در نمودارهای ۱ تا ۶ ارائه شده است. در این نمودارها، میانگین مقادیر هر صفت بر روی نمودار هر آمیخته مشخص شده است تا میزان برتری آمیخته‌ها مشخص شود. این نمودارها، آمیخته‌هایی که در انتها (بالاتر و کمتر) قرار گرفته‌اند را به خوبی مشخص می‌نماید. نتایج حاصل از مقایسه آمیخته‌ها برای صفات مختلف در زیر آمده است:

قطر نخ (FS): برای این صفت میانگین محاسبه شده در تمامی آمیخته‌ها ۶۷/۵۴ دنیر بود و آمیخته شماره ۱۵ (با ترکیب IRA3×IRA10) و ۱۲ (با ترکیب IRA3×IRA4) بیشترین میانگین را از خود نشان دادند(جدول ۳). کمترین میانگین نیز مربوط به آمیخته تجاری شماره ۳۸ (با ترکیب 154×153 و میانگین ۵۸/۲۰۰ دنیر) بود. میانگین‌ها مرتب شده آمیخته‌ها از مقادیر بالا به پایین در شکل ۱ ارائه شده‌اند. در جدول ۴ آمیخته‌هایی که قطر نخ ضخیم‌تری داشتند عبارت بودند از : ۱۵، ۱۲، ۵، ۲۰، ۱، ۱۴، ۳۶، ۸، ۳۰ و ۲۷ که هیچ‌کدام از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P<0.05$).

طول نخ (FL): میانگین محاسبه شده این صفت در تمامی آمیخته‌ها ۶۰۲/۴ متر بود و آمیخته تجاری شماره‌ی ۲۲ (با ترکیب IRA5×IRA8) بیشترین میانگین (۷۷۱/۴ متر) را به خود اختصاص داد. کمترین میانگین حاصله نیز مربوط به آمیخته تجاری شماره‌ی ۷ (با ترکیب IRA2×IRA3 و میانگین ۴۴۱/۲ متر) بود (جدول ۳). میانگین‌های مرتب شده آمیخته‌ها از مقادیر بالا به پایین در شکل ۲ ارائه شده اند.

استحکام کششی نخ (FTS): میانگین محاسبه شده این صفت در تمامی آمیخته‌ها ۳/۲۲۸ گرم بر دنیر بود و آمیخته‌های تجاری شماره‌ی ۴۰ (با ترکیب 104×103) و ۳۸ (با ترکیب 154×153) بیشترین میانگین‌ها (به ترتیب ۳/۴۷۵ و ۳/۴۴۵ گرم بر دنیر) را دارا بودند. کمترین میانگین نیز مربوط به آمیخته شماره‌ی ۱۹ (با ترکیب IRA4×IRA3 و میانگین ۲/۹۳۵ گرم بر دنیر) بود (جدول ۳). میانگین‌ها مرتب شده آمیخته‌ها از مقادیر بالا به پایین در شکل ۳ ارائه شده‌اند.

درصد ازدیاد طول (FEP): متوسط درصد ازدیاد طول محاسبه شده برای تمامی آمیخته‌ها ۱۴/۸۵۵ درصد بود و آمیخته تجاری شماره ۳۷ (با ترکیب 154×151) بیشترین میانگین (۱۷/۶۱۵ درصد) را به خود اختصاص داد. کمترین میانگین نیز مربوط به آمیخته شماره ۷ (با ترکیب IRA2×IRA3 و میانگین ۱۳/۴۶۸ درصد) بود (جدول ۳). میانگین‌ها مرتب شده آمیخته‌ها از مقادیر بالا به پایین در شکل ۴ ارائه شده‌اند.

وزن نخ (FW): میانگین محاسبه شده در تمامی آمیخته‌ها برای این صفت ۴/۵۰۱ گرم بود و آمیخته شماره ۲۲ (با ترکیب IRA5×IRA8) بیشترین میانگین (۵/۵۹۰ گرم) را دارا بود. کمترین میانگین نیز مربوط به آمیخته شماره ۷ (با ترکیب IRA2×IRA3 و میانگین ۳/۴۶ گرم) بود (جدول ۳). میانگین‌ها مرتب شده آمیخته‌ها از مقادیر بالا به پایین در شکل ۵ ارائه شده‌اند.

راندمان نخ دهی (RSP): برای این صفت که درصد ابریشم خام (raw silk percentage) نیز گفته می شود میانگین محاسبه شده در تمامی آمیخته‌ها ۳۴/۵۸۹ درصد بود و آمیخته‌های شماره‌ی ۲۲ (با ترکیب IRA5×IRA8) و ۳۸ (با ترکیب 154×153) بیشترین میانگین‌ها (به ترتیب ۴۱/۴۴۵ و ۴۰/۶۵۸ درصد) را دارا بودند (جدول ۳). کمترین میانگین نیز مربوط به آمیخته شماره‌ی ۷ (با ترکیب IRA2×IRA3 و میانگین ۲۵/۸۶۰ درصد) بود (جدول ۲). میانگین‌ها مرتب شده آمیخته‌ها از مقادیر بالا به پایین در شکل ۶ ارائه شده اند.

آمیخته‌های برتر جدید: به منظور معرفی آمیخته‌های برتر و ضعیف‌تر از نظر ویژگی‌های نخ ابریشم، ۱۰ آمیخته برتر (رتبه ۱ تا ۱۰) و ۱۰ آمیخته ضعیف‌تر (رتبه ۳۱ تا ۴۰) در جدول ۴ آورده شده است. آمیخته‌هایی که از نظر حداقل سه ویژگی ممتاز بودند عبارت بودند از: ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۲۲، ۳۱ و ۳۶. بررسی تکرار شماره‌های آمیخته‌ها در هر گروه (برتر و ضعیف‌تر) و مقایسه دو گروه نشان داد که تمامی آمیخته‌های ایرانی (شماره های ۳۷، ۳۸، ۳۹ و ۴۰) و آمیخته‌های ۲۲ و ۳۱، از نظر استحکام و وزن نخ و راندمان نخ‌دهی ممتاز بوده لیکن قطر ضعیفی دارند، به عبارتی جزو گروه دوم یا آمیخته‌های ضعیف هستند. دو آمیخته ۲۰ و ۳۳ از نظر دو صفت برتر بوده و جزو شماره های گروه دوم (گروه ضعیف‌ترها) نیز نیستند. برخی صفات در آمیخته‌های ۱۲، ۱۵، ۸، ۱۶ و ۲۷ ممتاز بود، لیکن در این آمیخته‌ها برخی صفات دیگر جزو گروه ضعیف‌تر ها بودند. بر اساس جدول ۴ آمیخته‌های ۷، ۲۶، ۵ و ۱ از نظر ویژگی‌های نخ خیلی ضعیف (حداقل سه صفت از ۶ صفت) و آمیخته‌های ۱۷، ۱۱، ۴ ، ۲۵، ۱۹و ۲۳ ضعیف (دو صفت از شش صفت) بودند.

مقایسه آمیخته‌های جدید با آمیخته‌های تجاری: در جدول ۵ متوسط عملکرد آمیخته‌های جدید و تجاری برای صفات مختلف ارائه شده است. تفاوت میانگین برای تمام صفات معنی دار بود ($P<0.05$). این نتایج که با مقایسه کلی میانگین آمیخته‌های تجاری با آمیخته‌های جدید حاصل شده نشان می‌دهد که آمیخته‌های فعلی برای صفات استحکام، طول و وزن نخ و راندمان نخ دهی مزیت و برتری داشته ولی آمیخته‌های جدید تنها از نظر قطر نخ بالاتر بودند. اما نتایج مقایسه انفرادی (جدول ۳) نشان می‌دهد برخی از آمیخته‌های جدید از آمیخته‌های تجاری برتر است. برای صفت مهم راندمان نخ دهی، آمیخته ۲۲ از تمام آمیخته‌های تجاری عملکرد بالاتری دارد و آمیخته ۳۱ نیز با ۳۹/۴۷ درصد ضمن برتری نسبت به آمیخته‌های ۳۷، ۳۹ و ۴۰ ، تفاوت معنی داری با آنها ندارد.

جدول ۲. تجزیه واریانس ویژگی‌های نخ ابریشم در آمیخته‌های کرم ابریشم مورد بررسی

Table 2. Analysis of variance for the silk fiber characters in the studied silkworm hybrids

Traits **صفات**		**FS (d)** **قطر نخ**		**FL (m)** **طول نخ**		**FTS (gr/d)** **استحکام کششی نخ**		**FEP (%)** **درصد ازیاد طول**		**TFW (gr)** **وزن کل نخ**		**RSP (%)** **راندمان نخ دهی**	
Source منبع تغییرات	df	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Reciprocal نوع تلاقی	1	2.52	0.1146	5.10	0.0252	0.06	0.8132	4.42	0.0370	7.13	0.0083	6.93	0.0093
Hybrids آمیخته	39	14.50	<0.0001	9.71	<0.0001	4.38	<0.0001	4.11	<0.0001	5.51	<0.0001	4.95	<0.0001
Hybrids×Reciprocal آمیخته× نوع تلاقی	39	8.01	<0.0001	6.66	<0.0001	3.76	<0.0001	2.63	<0.0001	6.28	<0.0001	6.60	<0.0001
CV (%)		3.63		9.87		4.89		6.78		9.92		9.89	
R^2		0.84		0.80		0.66		0.62		0.74		0.74	

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات نخ ابریشم بر اساس داده‌های تلفیقی تلاقی‌های مستقیم و معکوس

Table 3. Mean comparison of the silk thread characters based on an average of the reciprocal data

	Hybrids آمیخته	FS (d) قطر نخ	FL (m) طول نخ	FTS (gr/d) استحکام کششی	FEP (%) درصد ازیاد طول	FW (gr) وزن کل نخ	RSP (%) راندمان نخ دهی
1	IRA1×IRA2	71.550 ABC	505.73 IJKL	3.1367 ABCDEF	14.6100 BCDE	4.0033 CDEF	29.135 EFG
2	IRA1×IRA4	61.650 IJK	643.13 ABCDEFGH	3.2650 ABCDEF	14.3467 BCDE	4.4517 BCDEF	34.210 ABCDEFG
3	IRA1×IRA6	67.050 BCDEFGHI	563.80 FGHIJKL	3.3950 ABC	15.1167 BCDE	4.1950 BCDEF	33.148 BCDEFG
4	IRA1×IRA8	65.700 DEFGHIJ	611.51 CDEFGHIJ	3.1050 BCDEF	14.2100 BCDE	4.4433 BCDEF	34.180 ABCDEFG
5	IRA1×IRA10	72.450 AB	519.10 HIJKL	3.2567 ABCDEF	14.7533 BCDE	4.1583 BCDEF	32.675 CDEFG
6	IRA1×IRA12	68.400 ABCDEFG	579.65 EFGHIJK	3.3367 ABCDE	15.0833 BCDE	4.4267 BCDEF	33.647 ABCDEFG
7	IRA2×IRA3	67.050 ABCDEFG	441.18 L	2.975 EF	13.4683 E	3.4600 F	25.860 G
8	IRA2×IRA5	71.100 ABCD	523.55 GHIJKL	3.3417 ABCD	16.3433 AB	4.1233 BCDEF	31.980 CDEFG
9	IRA2×IRA7	67.050 BCDEFGHI	563.36 FGHIJKL	3.1617 ABCDEF	15.2450 BCDE	4.2033 BCDEF	33.880 ABCDEFG
10	IRA2×IRA9	68.580 ABCDEFG	579.67 EFGHIJK	3.1483 ABCDEF	15.8717 ABCD	4.4267 BCDEF	32.643 CDEFG
11	IRA2×IRA11	66.150 CDEFGHIJ	568.05 FGHIJKL	3.2300 ABCDEF	15.7150 ABCDE	4.1717 BCDEF	31.382 DEFG
12	IRA3×IRA4	72.900 A	523.99 GHIJKL	3.2400 ABCDEF	15.8217 ABCD	4.2450 BCDEF	31.368 DEFG
13	IRA3×IRA6	69.300 ABCDEFG	558.57 FGHIJKL	3.3567 ABCD	14.8200 BCDE	4.2883 BCDEF	33.522 BCDEFG
14	IRA3×IRA8	71.550 ABC	643.16 ABCDEFGH	3.1033 BCDEF	14.6983 BCDE	5.1000 AB	36.772 ABCDE
15	IRA3×IRA10	73.350 A	461.29 KL	3.1450 ABCDEF	15.8333 ABCD	3.7633 EF	28.737 FG
16	IRA3×IRA12	70.200 ABCDE	652.67 ABCDEFGH	3.1117 BCDEF	13.9200 CDE	5.0867 AB	37.583 ABCD
17	IRA4×IRA5	61.650 IJK	655.82 ABCDEF	3.0733 CDEF	13.6850 DE	4.4833 BCDEF	34.428 ABCDEFG
18	IRA4×IRA7	65.700 EFGHIJ	643.98 ABCDEFGH	2.9983 DEF	14.2367 BCDE	4.5800 ABCDE	34.805 ABCDEF
19	IRA4×IRA9	64.350 FGHIJ	617.51 BCDEFGHIJ	2.9350 F	15.4717 ABCDE	4.4183 BCDEF	32.718 CDEFG
20	IRA4×IRA11	72.450 AB	585.52 DEFGHIJK	3.2483 ABCDEF	15.9983 ABC	4.7117 ABCDE	33.568 BCDEFG
21	IRA5×IRA6	66.150 CDEFGHIJ	590.84 DEFGHIJK	3.2667 ABCDEF	14.0950 BCDE	4.3317 BCDEF	35.243 ABCDEF
22	IRA5×IRA8	62.550 HIJK	771.39 A	3.3783 ABC	14.3850 BCDE	5.5900 A	41.445 A
23	IRA5×IRA10	69.300 ABCDEFG	566.60 FGHIJKL	3.0450 CDEF	14.1500 BCDE	4.3733 BCDEF	34.543 ABCDEFG
24	IRA5×IRA12	67.950 BCDEFGH	652.67 ABCDEFGH	3.2250 ABCDEF	14.0583 BCDE	4.9183 ABC	36.765 ABCDE
25	IRA6×IRA7	67.050 BCDEFGHI	559.23 FGHIJKL	3.2333 ABCDEF	14.3100 BCDE	4.1550 BCDEF	33.253 BCDEFG
26	IRA6×IRA9	69.750 ABCDEF	491.81 JKL	3.1867 ABCDEF	13.9200 CDE	3.8133 DEF	31.317 DEFG
27	IRA6×IRA11	70.650 ABCD	529.78 GHIJKL	3.3800 ABC	14.6400 BCDE	4.1483 BCDEF	34.390 ABCDEFG
28	IRA7×IRA8	65.700 DEFGHIJ	639.54 ABCDEFGHI	3.0467 CDEF	14.8983 BCDE	4.6583 ABCDE	34.097 ABCDEFG
29	IRA7×IRA10	65.700 DEFGHIJ	598.70 DEFGHIJ	3.1467 ABCDEF	15.2150 BCDE	4.3683 BCDEF	33.750 ABCDEFG
30	IRA7×IRA12	71.100 ABCD	606.04 DEFGHIJ	3.3217 ABCDE	14.9867 BCDE	4.8033 ABCD	37.330 ABCD
31	IRA8×IRA9	63.900 GHIJ	708.24 ABCDE	3.2750 ABCDEF	14.5117 BCDE	5.0417 AB	39.470 ABC
32	IRA8×IRA11	70.200 ABCDE	597.29 DEFGHIJK	3.2000 ABCDEF	14.2817 BCDE	4.6633 ABCDE	35.223 ABCDEF
33	IRA9×IRA10	70.200 ABCDE	627.96 BCDEFGHI	3.2300 ABCDEF	14.9367 BCDE	4.8933 ABC	37.902 ABCD
34	IRA9×IRA12	69.300 ABCDEFG	614.49 CDEFGHIJ	3.3583 ABCD	14.0083 CDE	4.7350 ABCDE	36.808 ABCDE
35	IRA10×IRA11	69.750 ABCDEF	564.98 FGHIJKL	3.2183 ABCDEF	14.3267 BCDE	4.3333 BCDEF	33.447 BCDEFG
36	IRA11×IRA12	71.550 ABC	637.05 BCDEFGHI	3.3950 ABC	14.4800 BCDE	5.0517 AB	37.818 ABCD
37	151×154	61.800 IJK	716.78 ABCD	3.4033 ABC	17.6150 A	4.9367 ABC	37.615 ABCD
38	153×154	58.200 K	750.29 AB	3.4450 AB	15.7700 ABCDE	4.8167 ABCD	40.658 AB
39	31×32	62.100 IJK	746.48 ABC	3.3867 ABC	15.3900 ABCDE	5.1450 AB	37.763 ABCD
40	103×104	61.200 JK	685.32 ABCDEF	3.4750 A	15.5767 ABCDE	4.6467 ABCDE	38.467 ABCD
	Mean	67.54	602.48	3.228	14.855	4.501	34.589
	SEM	1.001	24.279	0.064	0.412	0.182	1.398
	P Value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Means with the same letter in each column are not significantly different

جدول ۴- رتبه و مقدار (داخل پرانتز) ده آمیخته برتر کرم ابریشم و ده آمیخته ضعیف‌تر برای صفات مورد بررسی

Table 4. The numbers and value (in parenthesis) of 10 superior silkworm hybrids and 10 inferior silkworm hybrids for the examined traits*

Rank رتبه	FS (d) قطر نخ	FL (m) طول نخ	FTS (gr/d) استحکام کششی	FEP (%) درصد ازیاد طول	FW (gr) وزن کل نخ	RSP (%) راندمان نخ دهی
1	15 (73.35)	22(771.39)	40(3.47)	37(17.61)	22(5.590)	22(41.445)
2	12(72.90)	38(750.29)	38(3.44)	8(16.34)	39(5.145)	38(40.658)
3	5(72.45)	39(746.48)	37(3.40)	20(16.00)	14(5.100)	31(39.470)
4	20(72.45)	37(716.78)	3(3.39)	10(15.87)	16(5.087)	40(38.467)
5	1(71.55)	31(708.24)	36(3.39)	15(15.83)	36(5.052)	33(37.902)
6	14(71.55)	40(685.32)	39(3.39)	12(15.82)	31(5.042)	36(37.718)
7	36(71.55)	17(655.82)	27(3.38)	38(15.77)	37(4.937)	39(37.763)
8	8(71.1)	24(652.67)	22(3.38)	11(15.71)	24(4.918)	37(37.615)
9	30(71.1)	16(652.67)	34(3.36)	40(15.58)	33(4.893)	16(37.583)
10	27(70.65)	18(643.98)	13(3.36)	19(15.47)	38(4.817)	30(37.330)
31	29(65.7)	25(559.23)	1(3.14)	18(14.23)	3(4.195)	19(32.718)
32	19(64.35)	13(558.57)	16(3.12)	4(14.21)	11(4.172)	5(34.180)
33	31(63.9)	27(529.78)	4(3.10)	23(14.15)	5(4.158)	10(32.643)
34	22(62.55)	12(523.99)	14(3.10)	21(14.09)	25(4.155)	8(31.980)
35	39(62.1)	8(523.55)	17(3.07)	24(14.06)	27(4.148)	11(31.382)
36	37(61.8)	5(519.10)	28(3.05)	34(14.01)	8(4.123)	12(31.368)
37	2(61.65)	1(505.73)	23(3.04)	16(13.92)	1(4.003)	26(31.317)
38	17(61.65)	26(491.81)	18(3.00)	26(13.92)	26(3.813)	1(29.135)
39	40(61.2)	15(461.29)	7(2.97)	17(13.65)	15(3.763)	15(28.737)
40	38(58.2)	7(441.18)	19(2.93)	7(13.47)	7(3.460)	7(25.860)

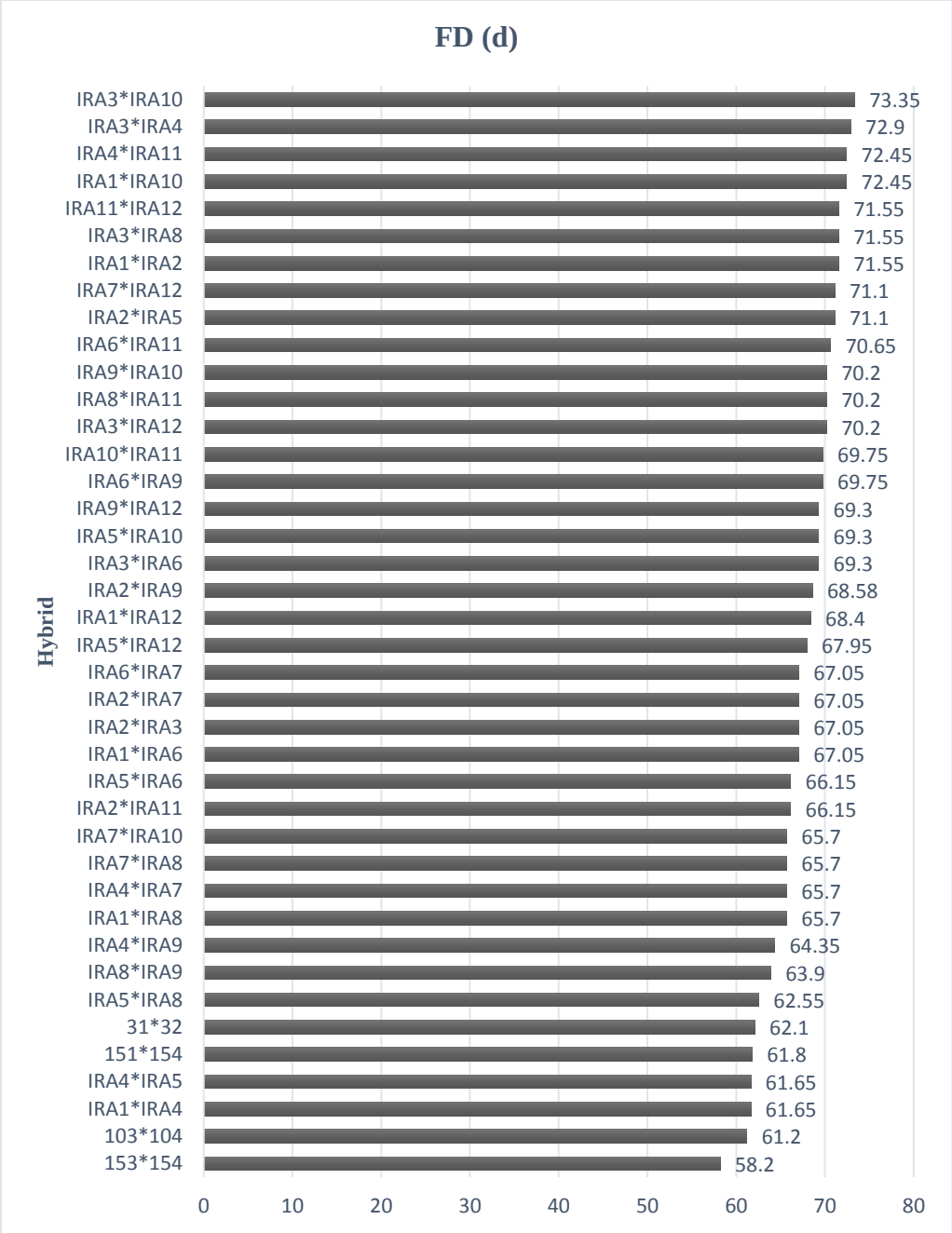
* based on Table 3

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات نخ ابریشم آمیخته‌های کرم ابریشم جدید و تجاری ایرانی

Table 5. Mean comparison of the silk thread characters in new and commercial Iranian silkworm hybrids

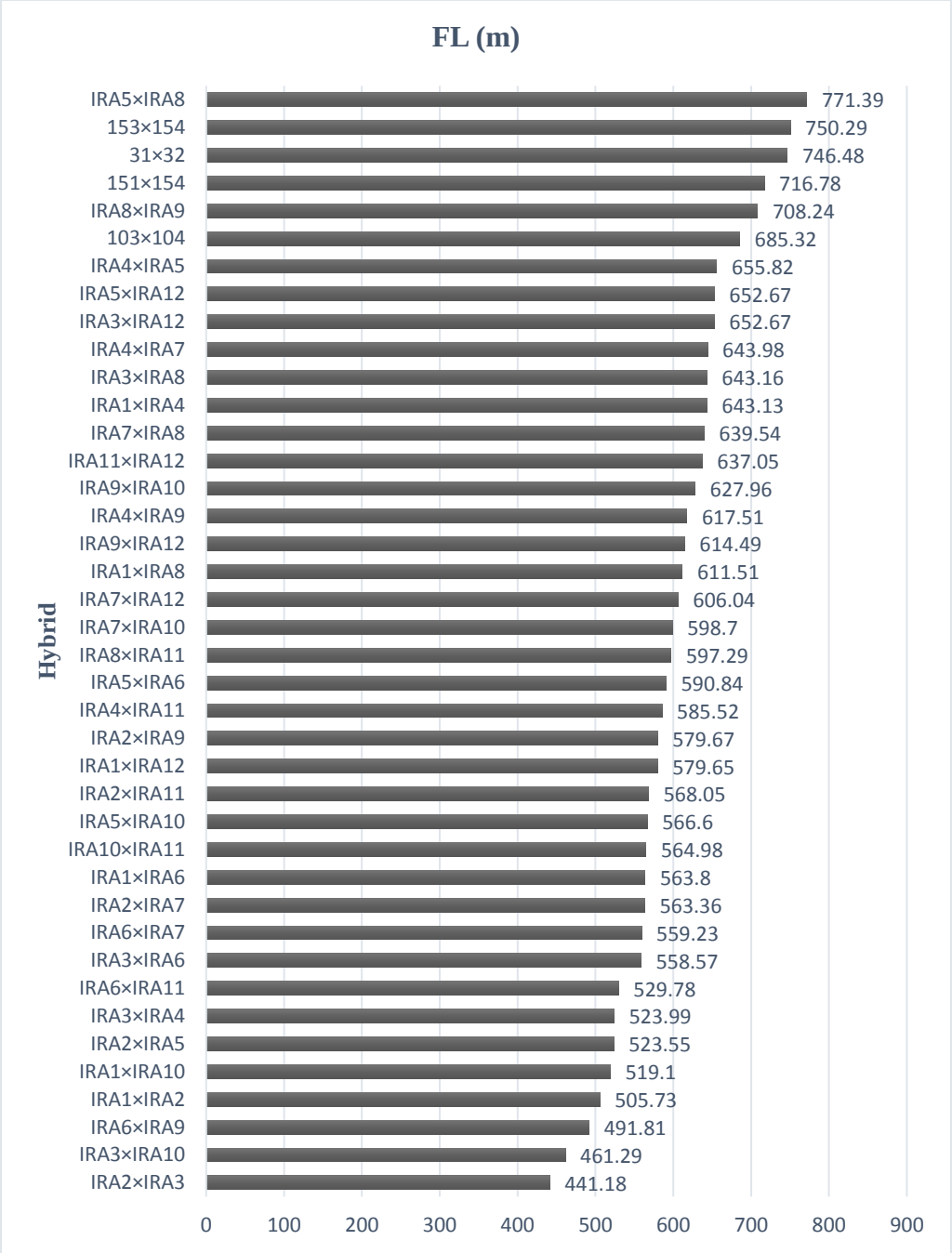
Hybrids آمیخته	FS (d) قطر نخ	FL (m) طول نخ	FTS (gr/d) استحکام کششی	FEP (%) درصد ازیاد طول	FW (gr) وزن کل نخ	RSP (%) راندمان نخ دهی
New hybrid	68.320 ^{A}	588.82 ^{B}	3.207 ^{B}	14.73 ^{B}	4.461 ^{B}	34.17 ^{B}
Commercial (old) hybrid	60.825 ^{B}	724.72 ^{A}	3.427 ^{A}	16.08 ^{A}	4.886 ^{A}	38.62 ^{A}
Mean	67.57	602.40	3.229	14.87	4.504	34.61
SEM	0.33	7.04	0.014	0.087	0.046	0.355
P value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0062	<0.0001

نسخه پیش انتشار



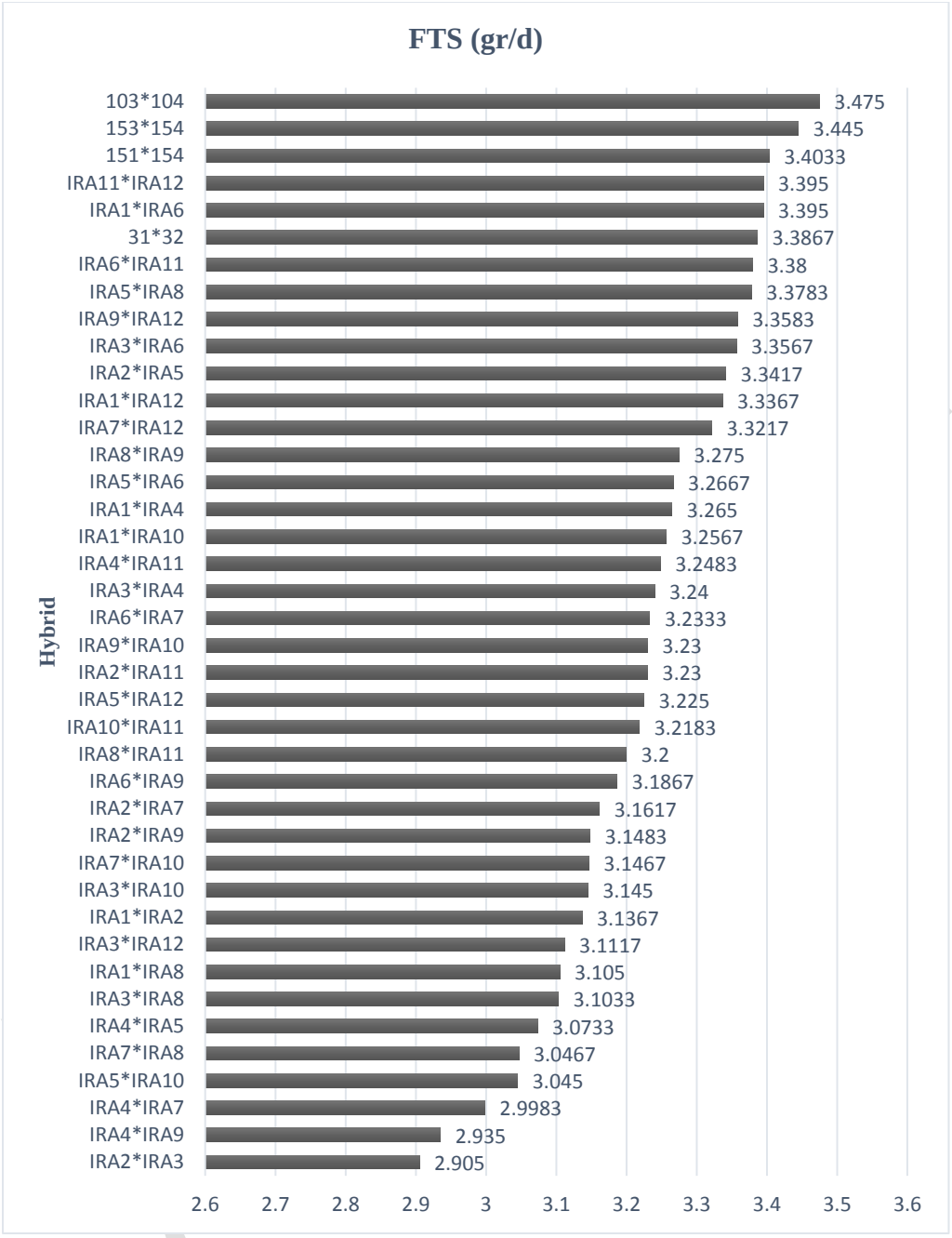
شکل ۱. میانگین‌های مرتب شده قطر نخ در ۴۰ آمیخته مورد بررسی

Figure 1. Sorted averages of FS in the 40 studied hybrids



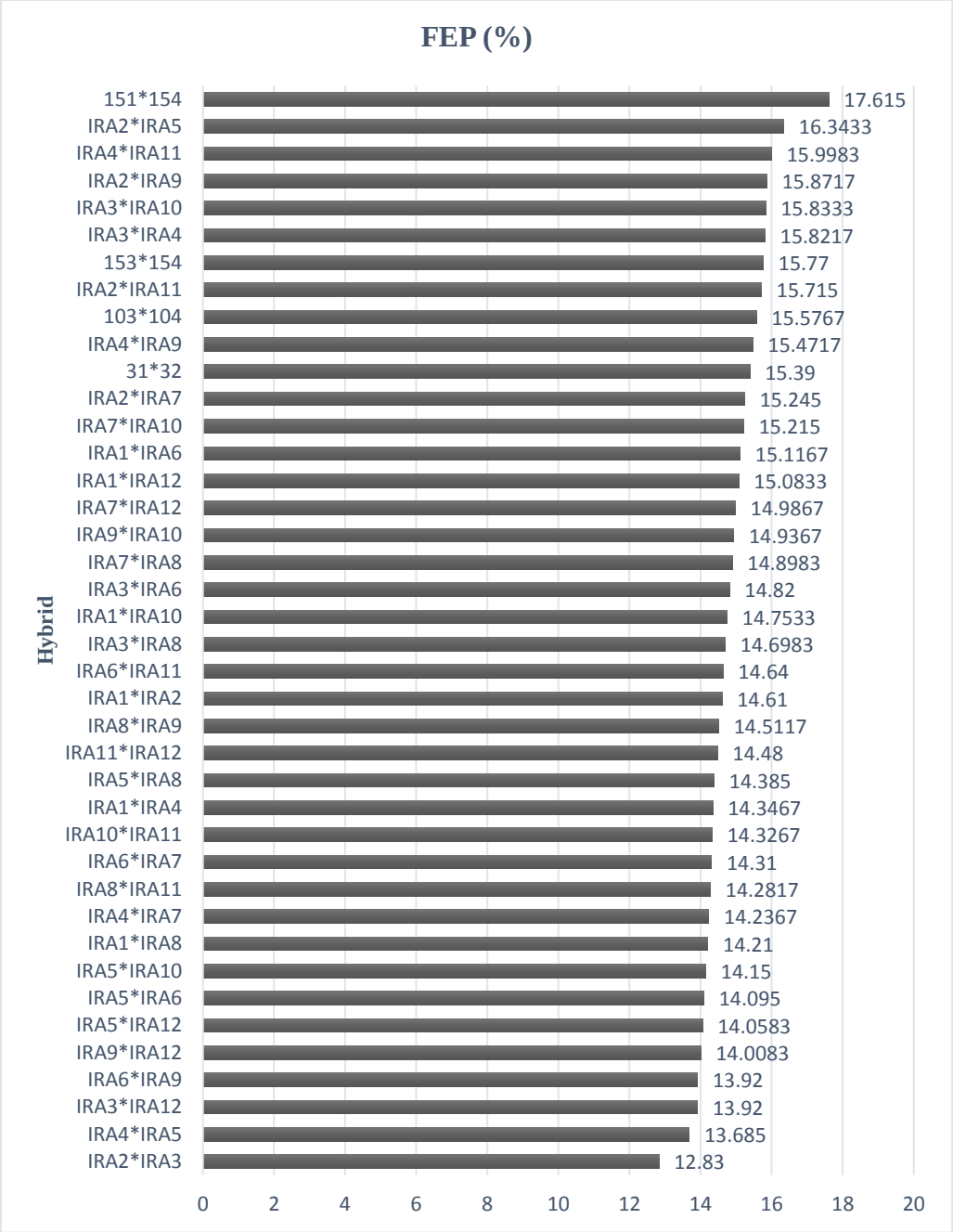
شکل ۲. میانگین‌های مرتب شده طول نخ در ۴۰ آمیخته مورد بررسی

Figure 2. Sorted averages of FL in the 40 studied hybrids



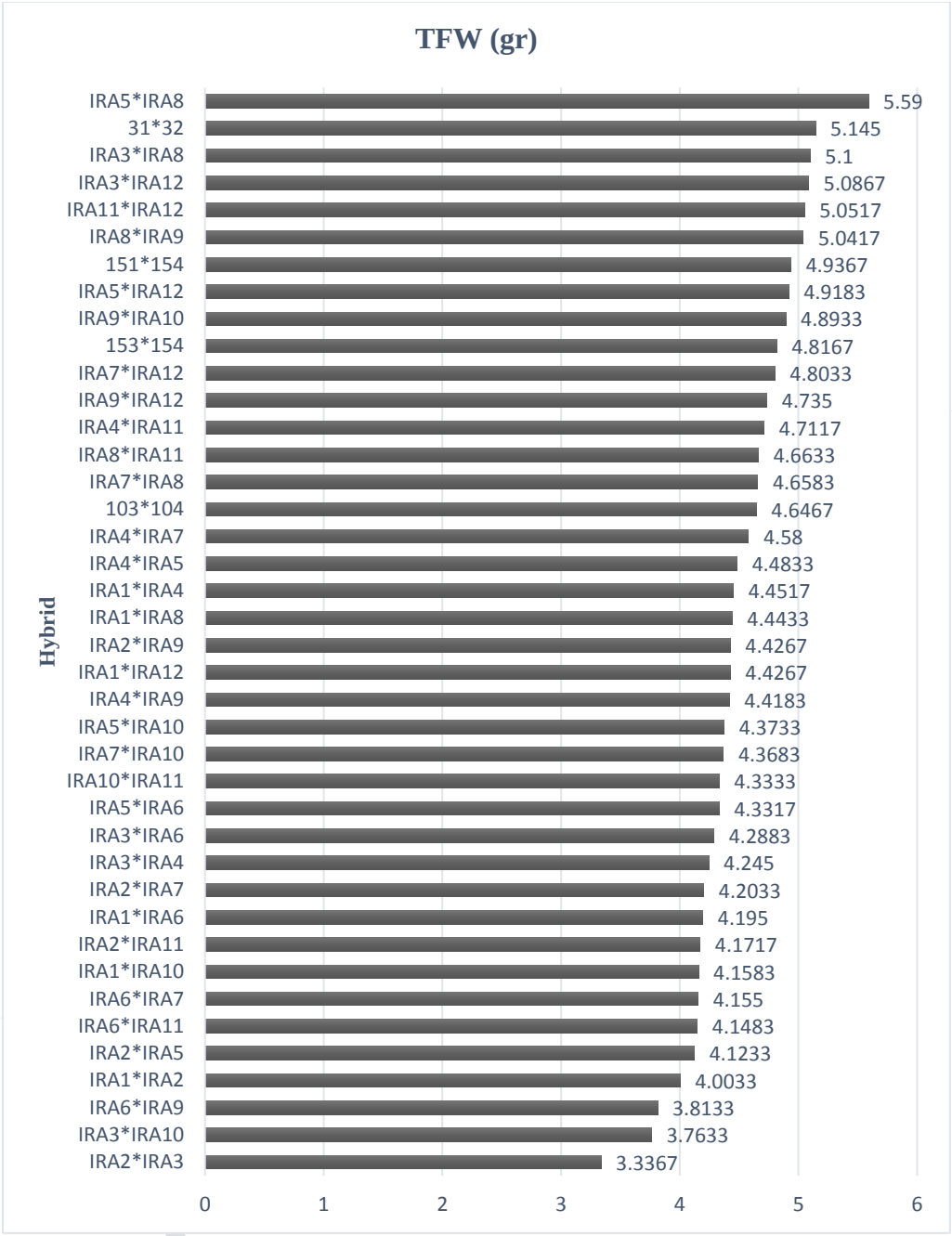
شکل ۳. میانگین‌های مرتب شده استحکام کششی نخ در ۴۰ آمیخته مورد بررسی

Figure 3. Sorted averages of FTS in the 40 studied hybrids



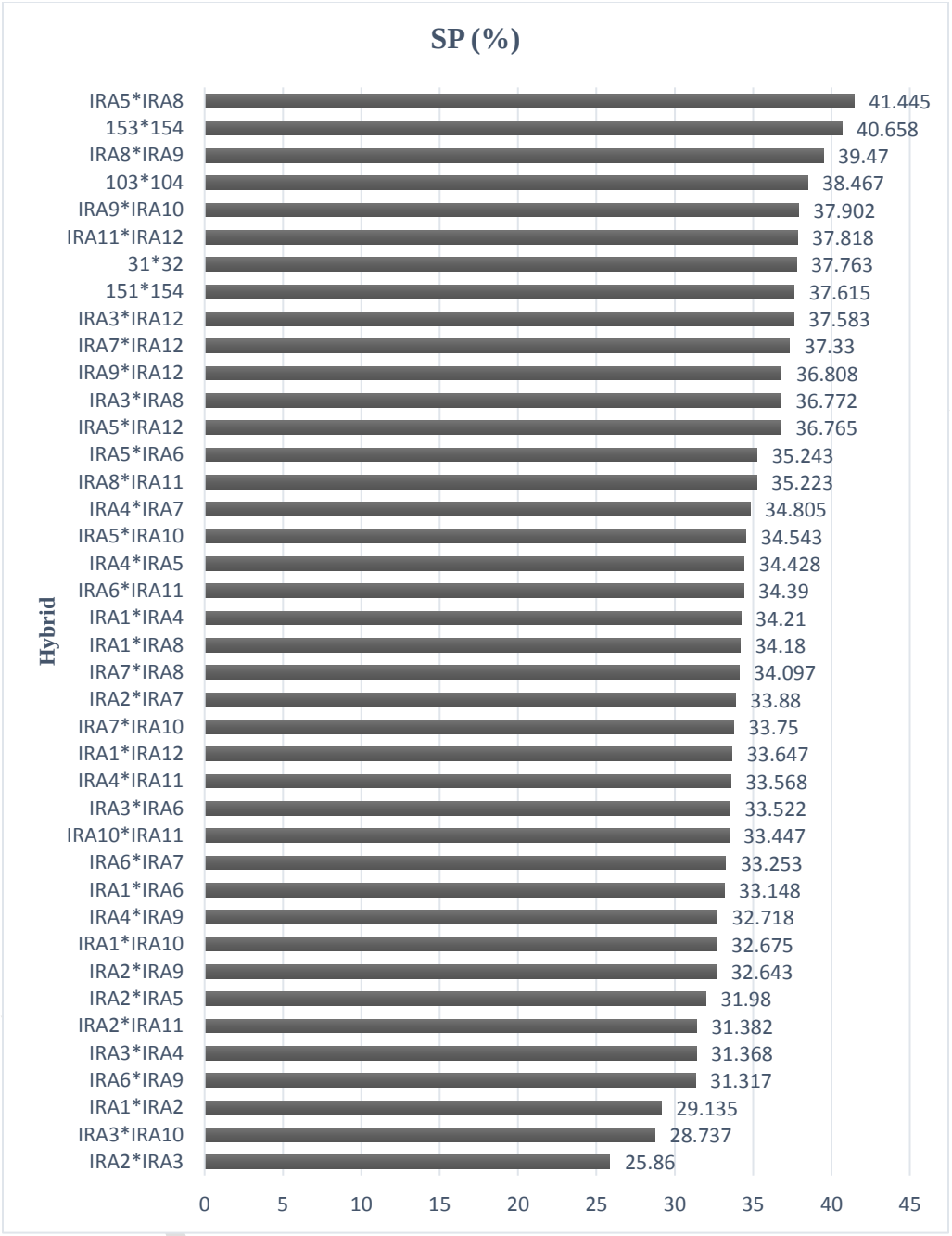
شکل ۴. میانگین‌های مرتب شده درصد ازدیاد طول نخ در ۴۰ آمیخته مورد بررسی

Figure 4. Sorted averages of FEP trait in the 40 studied hybrids



شکل ۵. میانگین‌های مرتب شده وزن نخ در ۴۰ آمیخته مورد بررسی

Figure 5. Sorted averages of FW in the 40 studied hybrids



شکل ۶. میانگین‌های مرتب شده درصد نخ دهی در ۴۰ آمیخته مورد بررسی

Figure 6. Sorted averages of RSP in the 40 studied hybrids

بحث

محصول نهایی نوغانداری زمانی ارزش واقعی خود را پیدا خواهد کرد که مطلوب صنایع تکمیلی یعنی ریسندگان نخ و بافندگان آن قرار گیرد. این مهم نیز در صورتی محقق می‌شود که ضمن پرورش کرم ابریشم و تولید پیله، به ویژگی‌های نخ ابریشم متناسب با نیاز صنعت توجه شود. چنانچه نیاز صنعت الیاف ضخیم باشد نظیر صنعت فرش و یا الیاف ظریف نظیر صنعت نساجی، تولید کننده تخم نوغان لازم است آمیخته‌هایی متناسب با این نیاز به نوغانداران معرفی نماید. با این وجود میزان پیله استحصالی از یک جعبه تخم نوغان لازم است مطلوب نظر پرورش دهندگان کرم ابریشم و سرمایه گذاران در این صنعت قرار گیرد.

بر اساس طرح مشترک مرکز تحقیقات ابریشم کشور و دانشگاه گیلان تعدادی لاین چینی‌شکل و ژاپنی‌شکل کرم ابریشم در طی سال‌های اخیر ایجاد و معرفی شد (Mavvajpoor *et al*., 2021; Mirhoseini *et al*., 2021). از این لاین‌ها ۳۶ آمیخته تولید و از نظر صفات پیله ارزیابی و مقایسه شدند (Mirhoseini *et al*., 2022)؛ لیکن کیفیت نخ پیله ها مشخص نشدند. با توجه به اهمیت رقابت هیبریدهای داخلی با وارداتی، لازم است هیبریدهای جدید بر اساس ویژگی‌های مربوط به نخ ریسی و کیفیت الیاف نیز مقایسه شوند، تا علاوه بر عملکرد پیله حاصل از یک جعبه تخم نوغان که متضمن منافع تولید کنندگان پیله است، منافع تولید کنندگان نخ و حتی بافندگان نیز پیش بینی شود. بدون تردید عملکرد دستگاه‌های سنتی نخ ریسی (در استان خراسان رضوی، استان آذربایجان شرقی، گلستان و گیلان) و کارخانجات تولید نخ ابریشم (کارخانه صنایع ابریشم گیلان در اباتر صومعه سرا، کارخانه صنایع ابریشم شرق گیلان در لنگرود و کارخانه ابریشم طوس در مشهد) متأثر از نوع آمیخته‌های کرم ابریشم اعم از داخلی و وارداتی می باشد.

در گزارش حاضر کیفیت نخ آمیخته‌های جدید اندازه گیری و با آمیخته‌های تجاری فعلی مقایسه شده است. اولین گزارش از کیفیت نخ آمیختههای ایرانی توسط حسینی مقدم و همکاران (Hosseini Moghaddam *et al*., 2023) گزارش شد. در این تحقیق مشخص شد که آمیخته‌های ایرانی با متوسط وزن ۴/۸۸ گرم و قطر ۶۲/۴۲ دنیر عملکرد بیشتری نسبت به آمیختههای وارداتی چینی داشتند. با توجه به گزارش‌های متعدد در خصوص کیفیت مناسب پیله آمیخته‌های تجاری فعلی (Alipanah *et al*., 2021; Biabani *et al*., 2021; Khordadi *et al*., 2021)، نتایج این تحقیق نیز نشان داد که کیفیت نخ آنها نیز مطلوب است. متوسط قطر نخ آمیخته‌های جدید حدود ۸ دنیر بیشتر از آمیخته‌های تجاری فعلی است. این موضوع با توجه به نوع مصرف نخ‌های ابریشم استحصالی که عمدتاً برای بافت فرش استفاده می‌شوند، مزیت تلقی می‌شود. یکی از نکات مهم در خصوص ویژگی‌های نخ ابریشم آمیخته‌های فعلی تجاری این است که همواره کارخانجات نخ ریسی ابریشم به دلیل قشر مناسب پیله و راندمان نخ دهی از این آمیخته‌ها رضایت داشته‌اند. از بین آمیخته‌های جدید، پنج آمیخته دارای کیفیت نخ بهتری بودند (شماره‌های ۲۲، ۳۱، ۳۶ ، ۲۰ و ۳۳) و چهار آمیخته نیز عملکرد کلی ضعیفی داشتند (شماره‌های ۷،

۵، ۲۶ و ۱). آمیخته ۲۲ (IRA5×IRA8) که از نظر وزن و طول نخ نیز برتر بود از نظر راندمان نخ دهی نیز عملکرد بهتری نسبت به تمام آمیخته‌های تجاری داشت.

در طی چند سال گذشته که آمیخته‌های چینی در کشورمان توزیع شده‌اند، به دلیل قشر ضعیف‌تر پیله، نارضایتی از عملکرد نخ ریسی آمیختههای وارداتی توسط کارگاه‌های نخ ریسی گزارش شده است. مقایسه کیفیت نخ آمیخته‌های وارداتی با دو آمیخته ایرانی 154×153 و 104×103 (Hosseini Moghaddam *et al.*, 2023) نیز نشان داد که آمیخته 154×153 در تمام صفات مرتبط با نخ نسبت به ۱۲ آمیخته وارداتی برتری دارد. در پژوهش ذکر شده، بالاترین وزن نخ مربوط به آمیخته ایرانی 104×103 با مقدار ۵/۳۰ گرم بود که با آمیخته ایرانی دیگر (154×153) با میانگین ۵/۲۶ گرم اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین گزارش شده است که در مقایسه بین آمیخته‌ها ضروری است که هم صفات پیله و هم نخ ارزیابی شوند، زیرا برخی از آمیخته‌ها از نظر ویژگی‌های پیله ممتاز بوده و به خوبی منافع نوغانداران را تأمین می نمایند، نظیر آمیخته‌های چینی وارداتی Baiyue×Qiufeng (B×Q) و Qiufeng×Baiyue (Q×B)، لیکن از نظر وزن نخ و درصد ابریشم خام (راندمان نخ دهی) بسیار ضعیف بوده و در عمل نمی‌توانند رضایت تولید کنندگان نخ را تامین نمایند. این آمیخته‌ها وزن قشر پیله کمتری نسبت به آمیخته‌های ایرانی دارند.

در تحقیق حاضر اثر آمیزش‌های متقابل برای سه صفت قطر نخ، طول نخ و استحکام کششی نخ معنی‌دار نبود. مقایسه تلاقی دو طرفه در ۱۲ آمیخته وارداتی (Hosseini Moghaddam *et al.*, 2023) نشان داد که آمیخته‌های Q×B و B×Q برای دو ویژگی وزن نخ و راندمان نخ دهی (درصد ابریشم خام) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند، لیکن برای یک جفت آمیخته دیگر (Jinysong×Haoyue (J×H) و Haoyue×Jinysong (H×J)) تنها برای صفت راندمان نخ دهی بین تلاقی‌های مستقیم و معکوس تفاوت وجود داشت ($P<0.05$). اما برای چهار جفت آمیخته دیگر در عمل هیچ تفاوت معنی‌داری در هیچکدام از صفات مشاهده نشد. تفاوت کمتر بین عملکرد دو آمیخته حاصل از تلاقی دو طرفه در عمل یک مزیت برای آن آمیخته تلقی می‌شود. در پژوهشی روی نژادهای هندی، آمیخته‌های نسل اول حاصل از تلاقی‌های مستقیم و معکوس نژادهای دو نسله (C108 و NB4D2) و چند نسله (PM و Nistarini) کرم ابریشم برای صفاتی همچون طول الیاف و شاخص قطر نیز مورد بررسی قرار گرفتند (Talebi *et al.*, 2011). نتایج نشان داد که در آمیخته‌گری بین نژادهای دو نسله و چند نسله، صفات طول الیاف و شاخص قطر اختلاف بسیار معنی‌داری داشته و طول الیاف بهبود قابل ملاحظه‌ای یافته است. بر همین اساس برای صفت طول نخ، آمیخته C108×NB4D2 با ۱۲۸۱/۷ متر بلندترین، و آمیخته Nistari×PM با ۶۲۳/۷ متر کوتاه‌ترین طول لیف را نشان داده‌اند. همچنین، آمیخته‌های NB4D2×Nistari و NB4D2×PM به ترتیب با ۱۰۱۸/۶ و ۸۹۳/۱ متر نسبت به آمیخته‌های حاصل از تلاقی معکوس همین نژادها، اختلاف بسیار معنی‌داری ($P<0.01$) نشان دادند. بر اساس قطر نخ نیز به جز آمیخته‌های نژاد دو نسله، اختلاف بسیار معنی‌داری در مقدار این صفت بین برخی از آمیخته‌های حاصل از تلاقی مستقیم و معکوس سایر نژادها دیده شد. در نژاد چند نسله Nistari×PM، شاخص قطر با مقدار ۲/۳۷ در

مقایسه با آمیخته PM×Nistari با مقدار ۲/۰۴ اختلاف بسیار معنی‌داری را نشان داد. بین آمیخته‌گری مستقیم C108×PM و NB4D2×PM و تلاقی معکوس آنها نیز اختلاف بسیار معنی‌داری گزارش شد ($P<0.01$).

آمیخته‌های جدید کرم ابریشم لازم است در شرایط و مکان‌های متفاوت ارزیابی اولیه شوند. هم اکنون مقایسه هیبریدهای منتخب در مزارع مرکز تحقیقات ابریشم کشور، شرکت سهامی کشاورزی و دامپروی سپیدرود و مرکز توسعه نوغانداری کشور در حال انجام است. بر اساس این نتایج (گزارش‌های داخلی) تعدادی از آمیخته‌هایی که از نظر تولید پیله و صفات مرتبط با پیله عملکرد قابل قبولی داشته‌اند، دارای ویژگی های نخ قابل قبول بودند نظیر IRA2×IRA9، IRA2×IRA11، IRA3×IRA4 و IRA4×IRA11. لیکن دو آمیخته نیز جزو آمیخته‌های برتر از نظر تولید پیله و صفات پیله بودند ولی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که از نظر ویژگی‌های نخ و راندمان نخ‌دهی برتر نیستند شامل IRA2×IRA3 و IRA4×IRA7. آمیخته IRA2×IRA3 از نظر وزن، استحکام و راندمان نخ دهی عملکرد نامطلوبی داشته و نمی‌تواند منافع ریسندگان نخ را تأمین نماید. البته لازم است تصمیم‌گیری نهایی در خصوص آمیخته‌های جدید پس از پرورش آنها در شرایط روستایی و ارزیابی پیله و نخ حاصل از آن باشد.

نتیجه گیری

محصول نهایی زنجیره ارزش نوغانداری نخ ابریشم است که ویژگی‌های آن به دلیل نیازمندی به امکانات خاص اعم از ریسندگی آزمایشگاهی و تجهیزات تخصصی به‌راحتی قابل اندازه گیری نیست. از سوی دیگر چون هیبریدهای کرم ابریشم مختلفی از سوی مراکز توزیع تخم نوغان عرضه می شود که کیفیت پیله استحصالی می تواند منافع ریسندگان نخ ابریشم را متأثر نماید. لذا در انتخاب نهایی آمیخته‌های کرم ابریشم ضروری است عملکرد پیله و نخ ابریشم توامان ارزیابی شود. بعلاوه الیاف ابریشمی از نظر تمام ویژگی های نخ اعم از وزن، قطر، طول، استحکام و راندمان نخ دهی رکوردگیری و به قوت و ضعف مرتبط با کیفیت نخ حاصل از پیله‌های هر آمیخته توجه شود. زیرا آمیخته‌های با عملکرد پیله بهتر الزاماً ممکن است از نظر تمام صفات نخ و یا حتی تعدادی از آنها جزو برترین‌ها نباشند.

سپاسگزاری

این تحقیق بر اساس قرارداد همکاری پژوهشی فی مابین دانشگاه گیلان و مرکز تحقیقات ابریشم کشور (به شماره ۴۹۰۲۵/پ۱۵ مورخ ۱۴۰۰/۵/۱۷) انجام شد که بدینوسیله از ریاست محترم مرکز تحقیقات ابریشم کشور و معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه گیلان و همچنین از آقای مهندس میلاد محمودی و خانم اعظم برزگر جهت همکاری در نخ ریسی پیله‌ها تشکر و قدردانی می‌شود.

فهرست منابع

1. Alipanah, M., Abedian, Z., Nasiri, A., & Sarjamei, F. (2021). Study of seven silkworm varieties performance in Torbat Heydarieh region. *Iranian Journal of Animal Science Researchs, 12(3),* 399-409. (In Persian)
2. Biabani, M. R., Khezrian, A., Kheirkhah Rahimabad, Y., Shahbazi, F., Tayeb Naeimi, S. K., Sourati Zanjani, R., Jelveh Zideh Saraei, B., Seidavi, A. & Poorghasemi, M. (2021). Comparison about import and inner silkworm's hybrids. *Journal of Animal Environment, 13(1),* 387-396. (In Persian)
3. Giacomin, A., Garcia, J., Zonatti, W., Silva-Santos, M., Costa Laktim, M., & Baruque-Ramos, J. (2017). Brazilian silk production: economic and sustainability aspects. *Procedia Engineering, 200,* 89-95.
4. Hosseini Moghaddam, S. H. (2013). Priciples of Silkworm Rearing. 2nd Edition. University of Guilan Press (In Persian).
5. Hosseini Moghaddam, S. H., Khordadi, M. R., Sabouri, A., & Mahfoozi, K. (2023). Commercial silkworm hybrids comparison based on cocoons and silk thread performance of Guilan sericulturists. *Animal Production Research*, In press (In Persian)
6. Khordadi, M. R., Hosseini Moghaddam, S. H., Sabouri, A., & Mahfoozi K. (2021). Introducing superior silkworm hybrids for different geographical regions of Guilan province. *Animal Production Research, 10(2),* 25-38. (In Persian)
7. Lee, Y. W. (2011) Silk reeling and testing manual. FAO, Agricultural Service Bulletin. Rome, Italy.
8. Mavvajpoor, M., Mirhosseini, S. Z., Hosseini Moghaddam, S. H., Nematollahian, S., Rafiee, F., Ghavi Hossein-Zadeh, N., and Kheirkhah Rahimabad, Y. (2021). Rejuvenation and Multiple-Trait Selection in the Five Chinese-Shape of Parental Silkworms. *Iranian Journal of Animal Science Research 13(3),* 463-474. (In Persian)
9. Mirhoseini, S. Z., Mawajpoor, M., Nematollahian, S., Hosseini Moghaddam, S. H., Rafeie, F., Ghavi Hossein-Zadeh, N., & Kheirkhah Y (2021) Study of multiple-trait selection in new Iranian silkworm genotypes- Chinese-shape parents. Animal Production Research, 10(1): 1-11. (In Persian)
10. Mirhoseini, S. Z., Nematollahian, S., Hosseini Moghaddam, S. H., Ghavi Hossein-Zadeh, N., Abdoli, R., & Kheirkhah Rahimabad, Y. (2022). Comparison of performance of hybrids obtained by crossbreeding of new lines of Iranian silkworm and identification of superior hybrids. *Animal Production, 24(1),* 1-11. (In Persian)
11. Mirhoseini, S. Z., Seidavi, A., Ghanipoor, M., Vishkaei, S., & Bizhannia, A. (2008). Performance of new hybrids of silkworm (*Bombyx mor L*) in spring and autumn seasons. *Journal of Agricultural Knowledge, 17(4),* 135-141. (In Persian)
12. Nematollahian, S., Torfeh, A., Mavvajpour, M., Hosseini Moghadam, S. H., & Seidavi, A. (2016). Study of production potential of Iranian and non-Iranian different silkworm hybrids. *Journal of Animal Environment, 8(1),* 85-94. (In Persian)
13. Shams-Natery, A. (2005). Textile fibers properties (silk). Jahad Daneshgahi Publication, Amirkabir University of Technology. (In Persian).

14. Singh, T., Bhat, M. M., & Ashraf, M. K. (2011). Critical analysis of correlation and heritability phenomenon in the silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). *Advances in Bioscience and Biotechnology, 2(5),* 347-353.
15. Talebi, E., & Subramanya G. (2010). Estimation of Genetic Parameters for Some Quantitative Traits in Mulberry Silkworm. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, (2),* 225-229.
16. Talebi, E., Khademi, M., Subramanya, G., & Mahesha, H. B. (2011). A study on straight and reciprocal crossing in F1 hybrids using bivoltine and multivoltine silkworm, *Bombyx mori L.* (Lep., Bombycidae) races. *Journal of Entomological Research, 3(1),* 43-50. (In Persian)

نسخه پیش انتشار

نسخه پیش انتشار