تاثیر تنش‌های محیطی در فصول مختلف و اثر فصل بر عملکرد واریته‌های مختلف کرم ابریشم *Bombyx mori* L.

- **سیدضیاءالدین میرحسینی**: گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، صندوق‌پستی: ۱۸۴۱
- **معین‌الدین مواج‌پور**: مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور، گیلان، رشت
- **مانی غنی‌پور**: مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور، گیلان، رشت
- **علیرضا صیداوی***:گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، صندوق‌پستی:۷۷۵-۱۴۵۱۵

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۳

چکیده

در این تحقیق تاثیر سه نوع تنش محیطی متداول در تلمبارهای نوغانداران ایران بر روی عملکرد کلی و جداگانه چند آمیخته کرم ابریشم بررسی شد. انواع تنش‌های محیطی شامل دما و رطوبت بالا، دمای بالا و رطوبت پایین، نوسان درجه حرارت و نیز شرایط محیطی استاندارد در سطح مزرعه شبیه‌سازی شدند. آزمایش در دو فصل پرورشی بهار و پاییز انجام شد. صفات درصد پیله خوب، متوسط، ضعیف و دوبل، درصد مرگ و میر لاروی، شفیرگی و کل، وزن کل پیله و نیز وزن پیله خوب به ازای ده هزار لارو، تعداد پیله در لیتر، وزن یک لیتر پیله، وزن یک پیله، وزن قشر یک پیله و درصد قشر پیله در این آزمایش مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل نشان داد در فصل بهار، میانگین درصد مرگ و میر لاروی، شفیرگی و کل در شرایط ناشی از دما و رطوبت بالا (به‌ترتیب۳/۰، ۳/۸٤ و ٦/٤۹درصد) بیش‌تر از دمای بالا و رطوبت پایین (به‌ترتیب ۳/۲،٤۷/۱٦ و۵/۳۳ درصد) و نوسان درجه حرارت (به‌ترتیب ۲/۲۲، ٤/۳۳ و ٦/۲ درصد) بود (P<۰/۰۵). در فصل پاییز نیز میانگین درصد مرگ و میر لاروی، شفیرگی و کل در شرایط ناشی از دما و رطوبت بالا (به‌ترتیب ۱۰/۱۸، ۲۰/٦٦ و ۲۸/۰۷درصد) بیش‌تر از دمای بالا و رطوبت پایین (به‌ترتیب۵/۷۲، ۱٦/۷۳ و۲۱/۲۸ درصد) و نوسان درجه حرارت (به‌ترتیب ۳/۹۳، ۲/۵۸ و ٦/٤۱ درصد) بود (P<۰/۰۵). هم‌چنین در دو فصل بهار و پاییز، درصد مرگ و میر لاروی به‌ترتیب ۲/۲۲ و ٦/۱۱ درصد، درصد مرگ و میر شفیرگی به‌ترتیب ٤/۰۷ و ۱۱/۰ درصد و درصد مرگ و میر کل هم به‌ترتیب ۵/۹۷ و ۱٦/۰۹ درصد بود (P<۰/۰۵). بر اساس نتایج این تحقیق، میزان رطوبت تأثیری در مرگ و میر شفیره‌ها نداشت، درحالی‌که در شرایط محیطی گرم و مرطوب، مرگ و میر لاروها افزایش یافت (P<۰/۰۵). آمیخته‌های کرم ابریشم در مناطق دارای شرایط آب و هوایی گرم و خشک نسبت به شرایط گرم و مرطوب از عملکرد مطلوب‌تری برخوردار بودند (P<۰/۰۵). در شرایط آب و هوایی مرطوب، وزن ظاهری پیله به‌علت افزایش وزن شفیره افزایش یافت (P<۰/۰۵). نتایج به‌دست آمده حاکی از وجود همبستگی ژنتیکی منفی میان صفات تولیدی و مقاومت بودند. یافته‌های تحقیق نشان داد که عملکرد آمیخته‌ها در شرایط محیطی گوناگون متفاوت بود (P<۰/۰۵).

کلمات کلیدی: فصل، تنش محیطی، کرم ابریشم، رفتار

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: alirezaseidavi@iaurasht.ac.ir

مقدمه

حدود چهل هزار نوغاندار در ایران به تولید ابریشم به‌عنوان ماده خام اولیه فرش ابریشمی اشتغال دارند. ابریشم به‌عنوان ملکه الیاف طبیعی در دنیا کاربری‌های گسترده‌ای داشته و از ارزش افزوده فوق العاده‌ای برخوردار می‌باشد. اما در ایران بیش از ۹۵ درصد ابریشم تولیدی به‌مصرف فرش می‌رسد. در دهه اخیر سهم ایران از صادرات فرش به ۶۵ درصد می‌رسید که بالغ بر ۳۰ درصد سهم صادرات غیرنفتی کشور بود، اما امروزه این سهم به‌دلایل مختلف کاهش یافته است. از سویی دیگر هر گونه بهبود کمی و کیفی تخم نوغان تجاری کشور، به‌نوبه خود تاثیر مستقیم بر وضع معیشتی کشاورزان تولیدکننده ابریشم و نیز تاثیر غیرمستقیم بر زندگی بافندگان و دست‌اندرکاران صنعت فرش خواهد گذارد (صیداوی و همکاران، ۱۳۸۲).

افزایش تولید کرم ابریشم مستلزم وجود شرایط محیطی متناسب با وضعیت فیزیولوژیکی این حیوان است. پرورش این حشره در شرایط تنش محیطی، امکان دستیابی به‌حداکثر ظرفیت‌های ژنتیکی مطلوب را محدود کرده و احتمال بروز تنش‌های فیزیولوژیک و بیماری‌ها را افزایش می‌دهد. در این زمینه Maheshkumar و همکاران (۲۰۰۰) ثابت کردند تغذیه ۳۸/۲٪، آب وهوا ۳۷٪، روش پرورش ۹/۳٪، نژاد ۴/۲٪، تخم کرم ابریشم ۳/۱٪ و سایر عوامل ۶/۶٪ در راندمان پرورش کرم ابریشم مؤثرند. درتغذیه کرم ابریشم کیفیت برگ مهم‌ترین عامل تولید می‌باشد که خود تحت تاثیر شرایط محیطی و فصل قرار دارد.

در رابطه با اثر فصل، Qader (۱۹۹۵) بیش‌ترین مقدار فیبروئین به‌دست آمده(۸۲/۲۳٪)را مربوط به ماه‌های اردیبهشت، خرداد وحداقل آن‌را (۵۶/۰۷٪) مربوط به نیمه دوم مرداد تا اواخر شهریور گزارش نموده است. Das و Ghavan (۱۹۹۰) گزارش نموده‌اند که بیش‌ترین مقدار وزن لاروی در ماه‌های فروردین و اردیبهشت و کم‌ترین مقدار آن در ماه‌های مرداد و شهریور بوده است. هم‌چنین اثر متقابل معنی‌داری بین واریته و فصل گزارش کردند. Rahmathulla و همکاران (۲۰۰۲) اثر شرایط محیطی مختلف را بر شاخص‌های تغذیه‌ای بررسی کردند. در این بررسی بیش‌ترین مقدار مصرف در شرایط محیطی سردتر حاصل شد و این درحالی بود که اختلاف معنی‌داری بین شرایط سردتر (دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰ درصد) و متعادل (دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰ درصد) وجود ندارد. در شرایط گرم (دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۴۰ درصد) میزان مصرف و هضم و قابلیت هضم کاهش می‌یابد. بیش‌ترین قابلیت هضم تقریبی نیز در اکثر هیبریدهای مورد بررسی این محققان در شرایط محیطی اپتیمم حاصل شد. اما این شاخص تغذیه‌ای هیچ تفاوت معنی‌داری در مورد هیبرید مقاوم CSR18×CSR19 نشان نداد که بیانگر ظرفیت این ژنوتیپ در شرایط محیطی مختلف است. Rahmathulla و همکاران (۲۰۰۲) مشاهده کردند که درحالی‌که بین هیبریدها هیچ تنوعی از نظر ECI به وزن بدن مشاهده نمی‌شود؛ ولی تیمارهای عوامل محیطی در تمام هیبریدها سبب ایجاد تفاوت در راندمان تبدیل غذای مصرفی به وزن بدن شدند. Basavaraju و همکاران (۱۹۹۶ و ۱۹۹۸) در دو تحقیق جداگانه، اثر دما ۳۳ و ۱۷ درجه سانتی‌گراد را نسبت به دمای ۲۵ بر پارامترهای تغذیه‌ای در دو سن ۴ و ۵ بررسی کردند. نتایج نشان داد که درجه حرارت فعالیت‌های متابولیک لارو را در هر سن تحت تأثیر قرار می‌دهد به‌طوری‌که نرخ مصرف نسبی برگ، قابلیت هضم تقریبی و نرخ رشد لاروی با افزایش درجه حرارت محیط افزایش می‌یابد که به‌دلیل افزایش فعالیت فیزیولوژیکی کرم ابریشم است. اما در درجه حرارت‌های بالا خصوصاً در نژادهای دو نسله که حساس به دماهای بالاتر هستند مقدار راندمان غذای مصرف شده و جذب شده کمی کاهش می‌یابد. Muniraju و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که درجه حرارت بر راندمان تبدیل برگ به ابریشم تأثیر می‌گذارد. به‌عنوان مثال میزان مصرف برگ توت و وزن قشر پیله تولیدی در دمای ۲۶-۲۶ درجه سانتی‌گراد(کرم جوان- کرم بالغ) به‌ترتیب ۶/۶۵ و ۳۷۹ میلی‌گرم بود ولی در دمای۲۶-۳۲ به ۴۴۹۰ و ۲۷۵ میلی‌گرم کاهش یافت. بسیاری از محققان اعتقاد دارند که افزایش مصرف غذا سبب افزایش تولید می‌شود. یکی از دلایل افزایش تولید پیله به‌مقدار ۴ تا ۹ درصد در فصل بهار نسبت به فصل پاییز مربوط به مقدار بیش‌تر تغذیه است. Sinha و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که مقدار مصرف، مقدار هضم و جذب تحت تأثیر مقدار تغذیه و فصل است. Meenal و Ninagi (۱۹۹۵) نیز تفاوت راندمان غذای مصرفی در سن پنجم به وزن قشر پیله را در سه سطح تغذیه‌ای (کم, متوسط و زیاد) در فصل بهار، تابستان و پاییز مقایسه کردند و مشاهده کردند که در سطح تغذیه‌ای کم در فصل بهار و تابستان راندمان غذایی بیش‌تر از بقیه سطوح است ولی در فصل پاییز در سطح تغذیه‌ای زیاد راندمان غذایی بیش‌تر است.

Reddy و همکاران (۲۰۰۲) تأثیر حرارت‌های ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت‌های ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصد را بر ظهور پروانه این حشره بررسی نمودند و عنوان کردند افزایش حرارت و رطوبت باعث تأخیر در ظهور پروانه‌ها می‌شود. اثرات سینرژیک این دو عامل بر ظهور پروانه‌ها نیز معنی‌دار بود. Lin و همکاران (۲۰۰۱) هم تخم نوغان‌های حساس به حرارت را تحت شرایط انکوباسیون حرارت بالا (۳۰ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت پایین (۶۱ درصد) مورد تجزیه بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی قرار دادند و عنوان کردند این شرایط در مقایسه با شرایط طبیعی (رطوبت ۸۰-۷۵ درصد و حرارت ۲۷/۵-۲۴ درجه سانتی‌گراد) باعث کاهش وزن تخم‌ها از روز چهارم انکوباسیون می‌گردد. میزان تنفس تخم نوغان‌ها در روز ششم انکوباسیون هم در شرایط حرارت بالا و رطوبت کم، کم‌تر از گروه شاهد بود. تفریخ در شرایط فوق باعث شد تخم نوغان‌ها دارای میزان آب، قند و پروتئین خام کم‌تری نسبت به شرایط حرارت و رطوبت طبیعی باشند؛ و میزان کل ۱۷ اسیدآمینه اندازه‌گیری شده در یک واریته هم نسبت به گروه شاهد ۲/۲۱٪ کاهش یافت. در شرایط حرارت بالا و رطوبت کم، میزان فعالیت کاتالاز و سوپراکسیداز دیسموتاز در مرحله پروفاز انکوباسیون در مقایسه با شرایط حرارت و رطوبت طبیعی افزایش یافت؛ لیکن در مرحله تغییر رنگ تخم نوغان، مقدار این آنزیم‌ها کاهش یافت. آن‌ها این تغییرات را به فعال شدن ژن حساس به حرارت نسبت دادند. Li و همکاران (۲۰۰۲) با اذعان به نقش مهم عوامل محیطی بر عملکرد کرم ابریشم، سیستمی را برای بررسی و کنترل حرارت و رطوبت با استفاده از تجهیزات رایانه‌ای توسعه دادند. اخیراً Lin و همکاران (۲۰۰۲) هم با استفاده از اثر متقابل ژنوتیپ و عوامل محیطی (حرارت و رطوبت)، جنسیت تخم نوغان را کنترل کردند. آن‌ها پروانه‌های جنس نر واریته‌هایی که جنین آن‌ها به حرارت بالا و رطوبت پایین حساس بودند را با پروانه‌های جنس ماده واریته‌هایی که جنین آن‌ها به این عوامل محیطی مقاوم‌تر بودند آمیزش دادند. در نتیجه جنین فرزندان جنس ماده به حرارت بالا و رطوبت پایین در دوران انکوباسیون حساس بوده و نتوانستند تفریخ شوند؛ لیکن جنین‌های نر به‌طور طبیعی تفریخ شدند. نتایج حاصل نشان داد که جنسیت کرم ابریشم را می‌توان با استفاده از اثرات متقابل ژنوتیپ- محیط کنترل کرد. تنش‌های محیطی در فصول مختلف سال، اثرات متفاوتی بر عملکرد کرم ابریشم می‌گذارند. هم‌چنین معنی‌دار بودن اثر متقابل تنش و فصل، می‌تواند سبب بروز نتایج تاثیرگذاری در سیستم تولید و توزیع نهاده‌های این صنعت و ارائه راهکارهایی برای بهبود بهره‌وری در این صنعت شود. هدف از این تحقیق نیز بررسی تاثیر تنش‌های محیطی در فصول مختلف سال و نیز بررسی اثر فصل بر عملکرد واریته‌های تجاری کرم ابریشم کشور و مقایسه عملکرد این واریته‌ها در هر یک از فصول سال است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در طی سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ انجام شد. در این آزمایش، آمیخته‌های حاصل از تلاقی لاین‌های با منشأ ژاپنی ۱۵۱، ۱۰۳، ۳۱ و ۱۰۷ و لاین‌های با منشأ چینی ۱۵۲، ۳۲-۱۱۰، ۱۵۴، ۱۰۴، ۳۲ و ۱۱۰ شامل ۱۵۲×۱۵۱، ۳۲-۱۱۰× ۱۵۱، ۱۵۴×۱۵۱، ۱۰۴×۱۰۳، ۳۲×۳۱ و ۱۱۰×۱۰۷ در مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به این‌که مرحله پرورش کرم جوان (سنین ۱، ۲ و ۳) در مناطق مختلف نوغانداری در اماکنی با قابلیت کنترل نسبی دما و رطوبت صورت می‌پذیرد، لذا بررسی اثرات تغییر میکروکلیما بیش‌تر در مرحله پرورش کرم بالغ (سنین ۴ و ۵) مدنظر بوده و بر این اساس اثرات تغییر پارامترهای محیطی از شروع سن چهارم لاروی و تحت تیمارهای زیر مورد بررسی قرار گرفت:

- تیمار ۱: دمای بالا (۲۹-۲۸ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت بالا (۹۰-۸۵ درصد)
- تیمار ۲: دمای بالا (۲۹-۲۸ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت پایین (۷۰-۶۰ درصد)
- تیمار ۳: نوسان دما (در طول روز ۲۷ و در طول شب ۲۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت ۷۰ درصد
- تیمار ۴: شاهد (دما ۲۴-۲۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۵-۷۰ درصد)

پس از تلاقی پروانه‌های ماده لاین‌های ژاپنی و پروانه‌های نر لاین‌های چینی، تخم نوغان مربوط به هریک از آمیخته‌ها در ۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری گردید تا برای پرورش پاییزه (۱۳۸۲) آماده گردد. با توجه به این‌که در پرورش پاییزه از تخم نوغان‌های بدون زمستان‌گذران استفاده می‌گردد، لذا تخم نوغان‌های تولید شده در بهار پس از حدود ۲ ماه نگه‌داری در ۵ درجه سانتی‌گراد اواخر مرداد ماه سال ۱۳۸۲ از سردخانه خارج شده و با اسید کلریدریک با گراویته ۱/۱ و دمای ۴۸ درجه سانتی‌گراد، جهت زودرس نمودن جنین، اسیدآلایی گردیدند. پس از این مرحله کلیه تخم نوغان‌ها تحت شرایط ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰-۷۵ درصد به‌مدت ۱۲ روز در اتاق

تفریخ نگه‌داری شدند. پس از تفریخ، هر یک از آمیخته‌ها به‌صورت مجزا و تا پایان مرحله کرم جوان (از شروع سن اول تا پایان سن سوم لاروی) تحت شرایط محیطی استاندارد (۱ و ۳) پرورش داده شده و از شروع سن چهارم لاروی در چهار تیمار پرورش یافتند. تیمارهای مورد بررسی شامل دما و رطوبت بالا، دمای بالا و رطوبت پایین، نوسان درجه حرارت و شرایط استاندارد (تیمار شاهد) بودند. برای هر یک از تیمارها سه تکرار در نظر گرفته شده و در هر تکرار تعداد ۲۵۰ لارو قرار داده شد. پس از پایان پرورش پیله‌ها به سه گروه خوب، متوسط و ضعیف دسته‌بندی شده و پس از تعیین درصد هریک، از بین پیله‌های خوب از هر تکرار تعداد ۲۵ پیله نر و ۲۵ پیله ماده به‌صورت انفرادی رکوردگیری شدند. رکوردها شامل وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله بودند. وزن قشر پیله پس از خروج شفیره و پوسته شفیره از پیله اندازه‌گیری شد. برای پرورش بهاره از تخم نوغان‌های با زمستان‌گذرانی و روش استاندارد تفریخ (Anonymous، ۱۹۸۶) تخم نوغان‌های یک‌ساله استفاده گردید. هم‌چنین به‌منظور تفریخ هم‌زمان و ایجاد هماهنگی مناسب در نحوه رشد جنینی، نوعی رژیم نوری به‌شرح زیر در طول دوره تفریخ تامین گردید:

تخم نوغان‌ها تا مرحله چرخش جنینی (بلاستوکینسیس) در معرض نور روز و تاریکی شب نگه‌داری شدند و پس از این مرحله (از روز هفتم) تا مرحله تغییر رنگ تخم نوغان به‌منظور یکنواخت نمودن مراحل جنینی طی دوران تفریخ، در معرض ۱۸ ساعت نور و ۶ ساعت تاریکی قرار گرفت. سپس هم‌زمان با تغییر رنگ تخم بیش از ۹۰٪ از تخم نوغان‌ها، این تخم نوغان‌ها مدت ۳ شبانه روز در تاریکی کامل نگه‌داری شدند. بامداد روز چهاردهم (ساعت ۵ صبح) با تابش نور تخم نوغان‌ها تفریخ شده و از ساعت ۹ صبح عملیات پرورش آغاز گردید. همانند مرحله اول پرورش در پاییز ۱۳۸۲، در مرحله دوم نیز پرورش لاروها تا پایان مرحله کرم جوان تحت شرایط استاندارد پرورشی انجام شده و تیماربندی از شروع سن چهارم به‌مورد اجرا گذاشته شد. برنامه پرورشی به‌کار گرفته شده در دو مرحله به‌صورت زیر بوده است:

پرورش در مرحله کرم جوان با استفاده از برگ خرد شده و پوشش کاغذ پارافینی و در مرحله کرم بالغ با استفاده از برگ با شاخه انجام شد و حرارت و رطوبت استاندارد هر سن تامین گردید (در گروه شاهد). در طی دوره پرورش طول مدت تغذیه لاروها در هر سن و هم‌چنین مدت زمان خواب در کارت پرورشی مربوطه ضبط شد. با استفاده از این اطلاعات طول دوران کرم جوان (سنین اول، دوم و سوم لاروی) و دوران کرم بالغ (سنین چهارم و پنجم لاروی) در هر گروه محاسبه گردید. در مرحله تنیدن پیله از جایگاه‌های تنیدن پیله ساخته شده از کلش (مابشی) برای هر تکرار به‌طور جداگانه استفاده شد. پس از تکمیل مراحل تبدیل لارو به شفیره در داخل پیله‌ها (۷ روز از زمان شروع تنیدن پیله)، اقدام به جمع‌آوری و کرک‌زدایی پیله‌های هر تکرار گردید. سپس پیله‌ها براساس فرم ظاهری، سختی و نرمی قشر و تمیزی سطوح داخلی و بیرونی قشر در چهار گروه پیله‌های خوب، متوسط، ضعیف و دوبل دسته‌بندی شده و نسبت پیله‌های هر دسته برای تکرار محاسبه شد. هم‌چنین کلیه پیله‌ها از نظر سلامت یا بیماری و تلفات شفیره داخل آن مورد بررسی قرار گرفته و درصد بیماری شفیره نیز در هر تکرار محاسبه گردید. هم‌چنین وزن پیله‌های خوب و دوبل در هر تکرار توزین و ثبت شد. به‌منظور ثبت مشخصات انفرادی پیله‌ها (وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله) در هر تکرار ۲۵ پیله نر و ۲۵ پیله ماده درجه یک به‌طور تصادفی مورد رکوردگیری انفرادی قرار گرفتند. کلیه رکوردگیری‌ها در روز هشتم پس از زمان شروع تنیدن پیله در هر گروه انجام شد. سپس صفات اقتصادی مهم در صنعت نوغانداری ثبت گردید. برخی از این صفات عبارتند از طول دوره لارو جوان، طول دور لارو بالغ، طول دوره تغذیه، طول دوره تغذیه لارو جوان، طول دوره تغذیه لارو بالغ، طول دوره پوست‌اندازی، طول دوره پوست‌اندازی لارو جوان و طول دوره پوست‌اندازی لارو بالغ، درصد مرگ و میر دوره لاروی، تعداد کل پیله، وزن پیله خوب، تعداد پیله در لیتر، تعداد پیله‌های خوب، متوسط، ضعیف و دوشفیره‌ای، وزن پیله، وزن پیله نر، وزن پیله ماده، وزن قشر پیله، وزن قشر پیله نر، وزن قشر پیله ماده، وزن شفیره، وزن شفیره نر، وزن شفیره ماده، درصد قشر پیله، وزن پیله دوبل و درصد مرگ و میر شفیرگی. به‌منظور برآورد صفات کمّی پیله تعداد ۲۵ پیله نر و ۲۵ پیله ماده از هر واحد آزمایشی مورد استفاده قرار گرفتند. وزن پیله‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم ثبت گردید. هم‌چنین برای داده‌هایی که زیر ۲۵٪ یا بالای ۷۵٪ بودند، تبدیل زاویه‌ای و برای داده‌های مابین صفر و یک هم تبدیل رادیکالی انجام شد. داده‌ها به‌وسیله‌ی نرم‌افزار آماری SAS تنظیم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به‌منظور تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین صفات از رویه GLM نرم‌افزار SAS، ویرایش 6.12 استفاده گردید. برای مقایسه میانگین صفات در گروه‌های مختلف و بررسی معنی‌دار بودن تفاوت آن‌ها روش DUNCAN در سطح

احتمال ۰/۰۵ مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش در قالب مدل‌های خطی تعمیم یافته با استفاده از مدل آماری زیر انجام گرفت:

$$y_{ijkl}=\mu+T_i+H_j+S_k+TH_{ij}+TS_{ik}+HS_{jk}+THS_{ijk}+e_{ijkl}$$

در رابطه فوق علائم به‌صورت زیر هستند: y_{ijkl} رکورد یا مشاهده، μ میانگین صفت، T_i اثر iامین تیمار (چهار تیمار)، H_j اثر jامین واریته یا آمیخته (شش واریته)، S_k اثر kامین فصل (بهار و پاییز)، TH_{ij} اثر متقابل تیمار و آمیخته، TS_{ik} اثر متقابل تیمار و فصل، HS_{jk} اثر متقابل آمیخته و فصل، THS_{ijk} اثر متقابل بین تیمار، آمیخته و فصل و بالاخره e_{ijkl} اثر عوامل باقیمانده می‌باشد. لازم به‌توضیح است که در مدل مربوط به صفات انفرادی، علاوه بر اثرات فوق، اثر جنس نیز اضافه گردید.

نتایج

تجزیه واریانس خصوصیات خانوادگی در دوره پرورشی بهاره در جدول ۱ ارائه شده است. در جدول ۲ تجزیه واریانس صفات انفرادی در دوره پرورشی بهاره نشان داده شده است. در جدول ۳ تجزیه واریانس خصوصیات خانوادگی در دوره پرورشی پاییزه ارائه شده است.

جدول۱: تجزیه واریانس صفات خانوادگی (میانگین مربعات) برای منابع تغییر مختلف در دوره پرورشی بهاره*

منبع تغییر	درجه آزادی	پیله‌خوب (٪)		پیله‌متوسط (٪)		پیله‌ضعیف (٪)		پیله دوبل (٪)		مرگ‌ومیر لاروی (٪)		مرگ‌ومیر شفیرگی(٪)		تلفات‌کل (٪)		وزن کل پیله به ازای ده هزار لارو (کیلوگرم)		وزن پیله خوب به ازای ده هزار لارو (کیلوگرم)		تعداد پیله در لیتر		وزن یک لیتر پیله (گرم)	
تیمار	۳	۱۱۲/۹۸	D	۱۳۰/۲۶	D	۰/۰۷۶	N	۶/۵۱	B	۶/۶۹	C	۵/۰۳	B	۴/۴۶	N	۱۹/۲۶	D	۱۰/۸۱	D	۲۸۸/۰۱	D	۱۱۲۳/۲۱	D
آمیخته	۵	۲۲/۲۷	N	۴۱/۲۵	B	۰/۹۹	N	۱۵/۹۸	D	۶/۹۲	D	۳۸/۶۵	D	۶۶/۶۹	D	۲۸/۱۸	D	۱۹/۳۳	D	۴۷۴/۷۸	D	۳۴۶/۸	D
تیمار×آمیخته	۱۵	۵۰/۷۸	D	۳۹/۵۲	C	۰/۹۱	N	۱/۲۷	N	۱/۵۱	N	۴/۷۵	D	۵/۱۸	B	۱/۲۳	B	۱/۹۵	C	۱۹/۹۶	N	۴۰/۹۴	C
خطا	۴۸	۱۲/۰۹		۱۰/۲۸		۰/۵۳		۱/۰۵		۰/۸۶		۱/۰۷		۱/۶۶		۰/۴۱		۰/۵		۱۴/۳۵		۱۱/۳۳	

* N= عدم وجود تفاوت معنی‌دار، A= معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، B= معنی‌دار در سطح ۰/۰۱، C= معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۱، D= معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۰۱

جدول۲: تجزیه واریانس صفات انفرادی (میانگین مربعات) برای منابع تغییر مختلف در دوره پرورشی بهاره*

منبع تغییر	درجه آزادی	وزن پیله (گرم)		وزن قشر پیله (گرم)		قشر پیله (٪)	
تیمار	۳	۱۶/۹۸	D	۰/۳۶	D	۲۲۲/۵۸	D
آمیخته	۵	۱۴/۵۳	D	۰/۸۶	D	۲۸۳/۱	D
جنس	۱	۱۶۵/۲۸	D	۰/۵۴	D	۱۰۶۶۸/۳۲	D
آمیخته×تیمار	۱۵	۰/۳۳	D	۰/۰۱۸	D	۹/۵۳	D
خطا	۳۵۷۲	۰/۰۲۸		۰/۰۰۱۶		۱/۷۸	

*D= معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۰۱

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات خانوادگی (میانگین مربعات) برای منابع تغییر مختلف در دوره پرورشی پاییزه*

منبع تغییر	درجه آزادی	پیله‌خوب (٪)		پیله‌متوسط (٪)		پیله‌ضعیف (٪)		پیله دوبل (٪)		مرگ‌ومیر لاروی (٪)		مرگ‌ومیر شفیرگی(٪)		تلفات‌کل (٪)		وزن کل پیله به ازای ده هزار لارو (کیلوگرم)		وزن پیله خوب به ازای ده هزار لارو (کیلوگرم)		تعداد پیله در لیتر		وزن یک لیتر پیله (گرم)	
تیمار	۳	۷۹۴/۴۹	D	۶۵۰/۲۲	D	۲۳۷/۰۲	N	۱۶/۴۱	D	۱۴۲/۶۱	D	۱۴۷۳/۲۷	D	۱۹۲۰/۹۴	D	۳۲/۶۴	D	۵۷/۲۲	D	۳۷۳/۲۴	D	۸۶۲/۷۱	D
آمیخته	۵	۲۶/۶۱	N	۵۲/۳۵	B	۱۱۱/۷۹	N	۱۸/۴۷	D	۳۷/۳۳	D	۳۱۸۴/۹۷	D	۷۵۳/۶	D	۵/۸۲	D	۶/۸۸	D	۴۹۱/۷۹	D	۵۴۳/۹۸	D
تیمار×آمیخته	۱۵	۱۳/۳۷	N	۱۱/۰۸	N	۱۰۱/۰۴	N	۲/۱۱	A	۸/۷۹	A	۲۶۲۵/۸۹	A	۱۷۸/۳	N	۰/۸۵	A	۰/۹۷	C	۴۱/۷۱	D	۵۸/۳۳	D
خطا	۴۸	۱۲/۱۳		۱۱/۰۹		۱۰۹/۳۴		۱/۲		۴/۰۴		۸۸/۴۳		۷۸/۵۱		۰/۵۴		۰/۴۸		۱۱/۴		۱۴/۴	

طبق نتایج حاصل، در دوره پرورشی پاییزه اختلاف بین تیمارها از لحاظ درصد تلفات کل به شدت معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۰۱)، درحالی‌که در دوره پرورشی بهاره تیمارهای مورد بررسی تأثیری در مرگ و میر کل نداشتند و اثر کم‌تری در مرگ و میر لاروی و شفیرگی و تولید پیله‌های دوبل داشتند. اثر متقابل تیمار×آمیخته روی صفات درصد پیله خوب (P<۰/۰۰۰۱) و متوسط (P<۰/۰۰۱) و وزن کل پیله به ازای ده هزار لارو (P<۰/۰۱) در دوره پرورشی بهاره معنی‌دار بود، اما در دوره پرورشی پاییزه معنی‌دار نبود. عامل فوق روی خصوصیات تعداد پیله در لیتر (P<۰/۰۰۱) و درصد مرگ و میر لاروی (P<۰/۰۵) در دوره پرورشی پاییزه معنی‌دار بود و در دوره بهاره معنی‌دار نبود. در مجموع، اثر متقابل تیمار×آمیخته در دوره پرورشی بهاره تأثیر معنی‌دار بیشتری روی خصوصیات اقتصادی کرم ابریشم داشت. در جدول ۴ تجزیه واریانس صفات انفرادی در دوره پرورشی پاییزه نشان داده شده است. نتایج حاصل در دو فصل پرورشی بهاره و پاییزه مشابه می‌باشند.

جدول ۴: تجزیه واریانس صفات انفرادی (میانگین مربعات) برای منابع تغییر مختلف در دوره پرورشی پاییزه*

منبع تغییر	درجه آزادی	وزن پیله (گرم)		وزن قشر پیله (گرم)		قشر پیله (٪)	
تیمار	۳	۸/۹۲	D	۰/۴۲	D	۷۱۳/۷۶	D
آمیخته	۵	۴	D	۰/۲۸	D	۲۹۱/۹۴	D
جنس	۱	۹۱/۴۳	D	۰/۱۱	D	۱۲۰۱۱/۹۲	D
آمیخته×تیمار	۱۵	۰/۱۸	D	۰/۰۱۳	D	۷/۸	D
خطا	۳۵۴۸	۰/۰۱۶		۰/۰۰۱۱		۱/۸۶	

*D= معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۰۱

در جدول ۵ میانگین خصوصیات اقتصادی کرم ابریشم به تفکیک تیمارهای مورد مطالعه در دوره‌های پرورشی بهاره ارائه شده است. در جدول ۶ میانگین صفات به تفکیک آمیخته‌ها در فصل بهار ارائه شده است. در جدول ۷ میانگین خصوصیات اقتصادی کرم ابریشم به تفکیک تیمارهای مورد مطالعه در دوره پرورشی پاییزه ارائه شده است. متفاوت بودن رتبه بندی و اختلاف تیمارها در دوره‌های پرورشی بهار و پاییز، بر وجود اثر متقابل میان فصل و تیمار دلالت می‌کند. پایین‌ترین درصد پیله خوب در دوره بهار در صورت نوسان درجه حرارت (۶۹/۰۹ درصد) و در پاییز در صورت دما و رطوبت بالا (۶۶/۵۹ درصد) به‌دست آمد. در فصل بهار و در شرایط بالای رطوبتی، تعداد پیله در لیتر نسبت به رطوبت پایین به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود، درصورتی‌که در پاییز بین تیمارهای رطوبت بالا و پایین از نظر خصوصیت فوق تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تعداد پیله در واحد حجم در فصل پاییز بیش‌تر از فصل بهار بود که نشان‌دهنده کاهش اندازه و وزن پیله‌ها در شرایط فوق می‌باشد. وزن حجمی پیله در فصل بهار در تیمار نوسان درجه حرارت بالاتر بود (۱۸۵/۳۳ گرم)، ولی در پاییز خصوصیت فوق در تیمارهای دما و رطوبت بالا (۱۷۸/۶۲ گرم) و شاهد (۱۷۷/۰۲ گرم) بالاتر بود.

در جدول ۸ میانگین صفات به تفکیک آمیخته‌ها در فصل پاییز ارائه شده است. در مورد برخی خصوصیات، متفاوت بودن رتبه‌بندی واریته‌ها در فصول بهار و پاییز نشان‌دهنده وجود اثر متقابل بین آمیخته و فصل می‌باشد. در برخی از واریته‌ها مانند ۱۱۰×۱۰۷ میزان تولید پیله دوبل در فصول بهار و پاییز متفاوت بود. آمیخته‌های مورد مطالعه از نظر مرگ و میر لاروی در فصل پاییز تفاوت معنی‌دار بیش‌تری را نشان دادند. در فصل بهار آمیخته‌های ۳۲-۱۱۰×۱۵۱ و ۳۲×۳۱ به‌طور معنی‌داری وزن پیله بیش‌تری به ازای ده هزار لارو تولید کردند، درحالی‌که در پاییز آمیخته‌های ۱۵۲×۱۵۱ و ۱۵۴×۱۵۱ نیز از نظر خصوصیت فوق در سطح یکسانی با آن‌ها قرار داشتند. در فصل پاییز به استثنای واریته ۱۱۰×۱۰۷، اختلاف بین آمیخته‌ها برای وزن پیله معنی‌دار نبود. در بهار آمیخته ۳۲×۳۱ به‌طور معنی‌داری وزن قشر پیله بیش‌تری نسبت به آمیخته ۱۰۴×۱۰۳ تولید کرد (به‌ترتیب ۰/۴۵۸ و ۰/۴۲۶ گرم)، درحالی‌که اختلاف بین آمیخته‌های فوق در فصل پاییز معنی‌دار نبود (به‌ترتیب ۰/۳۳۱

و ۰/۳۲۹ گـــرم). اثـــرات متقابـــل ژنتیکـــی×محـــیط (و یـــا آمیخته×فصل) روی وزن قشر پیله در آمیخته‌هایی کـه از ارزش ژنتیکـی بـالاتری بـرای ایـن صـفت برخوردارنـد، تـأثیر منفـی بیش‌تری گذارده و موجب کاهش چشم‌گیر میـانگین صـفت در محیط نامساعد می‌شود. همین فرضیه را می‌توان به‌عنوان عامل تأثیرگذار در اختلاف بین آمیخته‌ها از نظر خصوصیات وزن پیله و درصد قشر پیله در فصول بهار و پاییز دانست.

در جدول ۹ میانگین صفات در فصول بهـار و پـاییز ارائـه شده است. میانگین درصد پیله خوب در فصل پاییز بالاتر از بهار و درصد پیله‌های متوسط و دوبل در بهار بالاتر بود. درصد پیلـه ضعیف در فصول بهار و پاییز تفاوت معنـی‌داری را نشـان نـداد. میزان مرگ و میر لاروی، شفیرگی و کل در فصل پاییز بالاتر از بهار بود. ظهور پتانسیل تولیدی کرم ابریشـم (وزن کـل پیلـه و وزن پیله خوب به ازای ده هزار لارو) در فصل بهـار بـالاتر بـود. تعداد پیله در واحد حجم در پاییز و وزن حجمـی پیلـه در بهـار بالاتر بود. میانگین مهم‌ترین خصوصیات اقتصادی کـرم ابریشـم یعنی وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله در فصـل بهـار بالاتر بود.

جدول ۵: میانگین صفات به تفکیک تیمارهای مورد مطالعه در دوره پرورشی بهاره*

تیمار	پیله خوب (٪)	پیله متوسط (٪)	پیله ضعیف (٪)	پیله دوبل (٪)	مرگ و میرلاروی(٪)	مرگ و میر شفیرگی (٪)	تلفات کل (٪)	وزن کل پیله به ازای ده هزارلارو (گرم)	وزن پیله خوب به ازای ده هزار لارو (گرم)	تعداد پیله در لیتر	وزن یک لیتر پیله (گرم)	وزن پیله (گرم)	وزن قشر پیله (گرم)	قشر پیله (٪)
دما و رطوبت بالا	B ۷۱/۶۸	A ۲۴/۶۲	A ۱/۲۵	B ۲/۴۴	A ۳	BC ۳/۸۴	A ۶/۴۹	B ۱۶/۵۶	C ۱۲/۵۸	A ۹۷/۱۷	C ۱۷۸/۷۲	D ۱/۸۱۷	B ۰/۳۹۱	B ۲۱/۶۸
دمای بالا و رطوبت پایین	A ۷۵	B ۲۰/۰۲	A ۱/۳	A ۳/۶۷	B ۲/۱۶	C ۳/۴۷	B ۵/۳۳	B ۱۶/۶	B ۱۳/۴۱	B ۹۱/۰۶	C ۱۶۶/۲۸	C ۱/۸۱۹	C ۰/۳۹۶	A ۲۱/۹۵
نوسان درجه حرارت	C ۶۹/۰۹	A ۲۵/۹۵	A ۱/۴۱	A ۳/۵۶	B ۲/۲۲	AB ۴/۳۳	AB ۶/۲	A ۱۸/۵	A ۱۳/۹	BC ۹۰	A ۱۸۵/۳۳	A ۲/۰۹۴	A ۰/۴۳۱	D ۲۰/۷۹
شاهد	AB ۷۳/۲۴	B ۲۱/۷۷	A ۱/۳۱	A ۳/۶۸	C ۱/۵۱	A ۴/۶۶	AB ۵/۸۴	A ۱۸/۲۱	A ۱۴/۳۸	C ۸۷/۸۳	B ۱۷۶/۹۹	B ۲/۰۰۲	B ۰/۴۲۵	C ۲۱/۴۷

* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۶: میانگین صفات به تفکیک آمیخته‌های مورد مطالعه در دوره پرورشی بهاره*

تیمار	پیله خوب (٪)	پیله متوسط (٪)	پیله ضعیف (٪)	پیله دوبل (٪)	مرگ و میرلاروی (٪)	مرگ و میرشفیرگی (٪)	تلفات کل (٪)	وزن کل پیله به ازای ده هزار لارو(گرم)	وزن پیله خوب به ازای ده هزار لارو (گرم)	تعداد پیله در لیتر	وزن یک لیتر پیله (گرم)	وزن پیله (گرم)	وزن قشر پیله (گرم)	قشر پیله (٪)
۱۵۱×۱۵۲	A ۷۴/۵۲	C ۲۰/۲۹	AB ۱/۰۸	B ۴/۰۹	B ۱/۸	C ۳	D ۴/۵۷	B ۱۷/۲	B ۱۳/۸۸	B ۹۳	D ۱۷۵/۸۳	E ۱/۸۹۱	D ۰/۳۹۳	D ۲۰/۹۷
۱۵۱×۱۱۰-۳۲	B ۷۱/۳۴	ABC ۲۳/۰۱	A ۱/۷۴	B ۳/۹	B ۲/۰۳	B ۴/۲۴	C ۶	A ۱۹/۲۲	A ۱۴/۸۵	C ۸۶/۴۲	A ۱۸۱/۰۵	B ۲/۰۷۸	B ۰/۴۳۷	C ۲۱/۳
۱۵۱×۱۵۴	AB ۷۲/۲۱	BC ۲۱/۷۷	B ۱/۰۷	A ۴/۹۵	B ۱/۷۷	C ۲/۷۷	D ۴/۲	B ۱۷/۵۳	B ۱۳/۸۴	A ۹۲/۲۵	B ۱۸۱/۰۵	D ۱/۹۶۶	E ۰/۴	E ۲۰/۶
۱۰۳×۱۰۴	AB ۷۲/۷۴	AB ۲۳/۸۸	AB ۱/۲۷	C ۲/۰۹	A ۳/۱۷	B ۴/۲۸	B ۷/۰۷	B ۱۷/۲۶	C ۱۳/۲۳	C ۸۷/۴۲	C ۱۷۰/۱۳	C ۱/۹۴۶	C ۰/۴۲۶	B ۲۲/۱۵
۳۱×۳۲	AB ۷۲/۲۱	AB ۲۴/۰۲	AB ۱/۶	C ۲/۱۷	A ۳/۱۷	A ۷/۴۴	A ۱۰/۱	A ۱۸/۷۶	AB ۱۴/۴۱	C ۸۷	A ۱۸۲/۰۶	A ۲/۰۶۵	A ۰/۴۵۸	A ۲۲/۴
۱۱۰×۱۰۷	B ۷۰/۵۱	A ۲۵/۵۷	AB ۱/۱۳	C ۲/۸۲	B ۱/۴	C ۲/۷۲	D ۳/۸۷	C ۱۴/۸۵	D ۱۱/۲۴	A ۱۰۳	C ۱۷۰/۸۵	F ۱/۶۵	C ۰/۳۵	C ۲۱/۴۲

* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۷: میانگین صفات به تفکیک تیمارهای مورد مطالعه در دوره پرورشی پاییزه*

تیمار	پیله خوب (٪)	پیله متوسط (٪)	پیله ضعیف (٪)	پیله دوبل (٪)	مرگ و میر لاروی (٪)	مرگ و میر شفیرگی (٪)	تلفات کل (٪)	وزن کل پیله به ازای ده هزار لارو (گرم)	وزن پیله خوب به ازای ده هزار لارو (گرم)	تعداد پیله در لیتر	وزن یک لیتر پیله (گرم)	وزن پیله (گرم)	وزن قشر پیله (گرم)	قشر پیله (٪)
دما و رطوبت بالا	C ۶۶/۵۹	A ۲۷/۵۸	A ۸/۵۳	B ۱/۸۲	A ۱۰/۱۸	A ۲۰/۶۶	A ۲۸/۰۷	C ۱۲/۴۱	D ۹/۰۵	A ۱۱۸/۸۷	A ۱۷۸/۶۲	C ۱/۵۰۹	C ۰/۲۹	D ۱۹/۳۶
دمای بالا و رطوبت پایین	AB ۷۹/۵۲	B ۱۶/۸۹	A ۱/۴۷	B ۲/۳۱	B ۵/۷۲	A ۱۶/۷۳	B ۲۱/۲۸	C ۱۲/۱۷	C ۱۰/۲۸	A ۱۲۰/۱۱	C ۱۶۲/۸۲	D ۱/۳۷	C ۰/۲۹۱	A ۲۱/۳۹
نوسان درجه حرارت	B ۷۷/۴	B ۱۷/۸	A ۱/۱	A ۳/۷۱	C ۳/۹۳	B ۲/۵۸	C ۶/۴۱	B ۱۴/۱۹	B ۱۱/۹	B ۱۱۳/۶۷	B ۱۷۳/۸	B ۱/۵۲۳	B ۰/۳۱۵	C ۲۰/۹۳
شاهد	A ۸۱/۴۶	C ۱۳/۶۳	A ۱/۲۶	A ۳/۶۴	BC ۴/۶۱	B ۴/۰۳	C ۸/۵۹	A ۱۴/۹۳	A ۱۳/۱	C ۱۰۹/۸۳	A ۱۷۷/۰۲	A ۱/۶۱۱	A ۰/۳۳۶	B ۲۱/۰۷

* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۸: میانگین صفات به تفکیک آمیخته‌های مورد مطالعه در دوره پرورشی پاییزه*

تیمار	پیله خوب (٪)		پیله متوسط (٪)		پیله ضعیف (٪)		پیله دوبل (٪)		مرگ و میر لاروی (٪)		مرگ و میر شفیرگی (٪)		تلفات کل (٪)		وزن کل پیله به ازای ده هزارلارو(گرم)		وزن پیله خوب به ازای ده هزار لارو(گرم)		تعداد پیله در لیتر		وزن یک لیتر پیله (گرم)		وزن پیله (گرم)		وزن قشر پیله (گرم)		قشر پیله (٪)	
۱۵۱×۱۵۲	۷۷/۹۹	A	۱۶/۷۵	B	۱/۷۷	A	۳/۴۷	AB	۵/۱۸	C	۷/۲۸	B	۱۲/۱۲	B	۱۳/۹۳	A	۱۱/۷۸	A	۱۱۶	BC	۱۷۷/۴۸	AB	۱/۵۳۵	A	۰/۳۰۹	B	۲۰/۳۴	B
۱۵۱×۱۱۰-۳۲	۷۶/۸۷	AB	۱۸/۱۶	B	۲/۱۹	A	۲/۷۷	B	۵/۶۵	BC	۷/۳۵	B	۱۲/۴۸	B	۱۳/۸۴	A	۱۱/۵۵	A	۱۱۴/۸۳	BC	۱۷۶/۸۷	AB	۱/۵۳۳	A	۰/۳۱	B	۲۰/۴۴	B
۱۵۱×۱۵۴	۷۷/۳۹	A	۱۶/۹۴	B	۱/۵۷	A	۴/۱۱	A	۵/۲۸	C	۵/۰۶	B	۹/۹۹	B	۱۴/۰۱	A	۱۱/۸۷	A	۱۱۷/۵	B	۱۷۹/۳۶	A	۱/۵۳۴	A	۰/۳۰۲	C	۱۹/۸۵	C
۱۰۳×۱۰۴	۷۴/۱۷	A	۲۱/۰۵	A	۳/۰۶	C	۱/۷۲	A	۹/۲۳	A	۲۱/۹۹	A	۲۸/۴۵	A	۱۲/۹	B	۱۰/۳۷	BC	۱۰۴/۷۳	D	۱۶۱/۷۲	D	۱/۵۴	A	۰/۳۲۹	A	۲۱/۵۳	A
۳۱×۳۲	۷۴/۸۲	AB	۲۱/۷۵	A	۹/۱۳	C	۱/۱۱	B	۷/۰۲	A	۱۸/۴۷	A	۲۳/۶۲	A	۱۳/۶۱	A	۱۰/۸۴	B	۱۱۳/۵۴	C	۱۷۴/۷۱	B	۱/۵۴۲	A	۰/۳۳۱	A	۲۱/۶۴	A
۱۰۷×۱۱۰	۷۶/۲۲	AB	۱۹/۲۱	AB	۰/۸	A	۴/۰۳	A	۴/۳۱	C	۵/۸۶	B	۹/۸۷	B	۱۲/۲۷	C	۱۰/۰۸	C	۱۲۵/۵	A	۱۶۶/۵	C	۱/۳۳۷	B	۰/۲۷	D	۲۰/۴۲	B

* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۹: میانگین صفات مورد مطالعه در فصول پرورشی بهار و پاییز*

تیمار	پیله خوب (٪)		پیله متوسط (٪)		پیله ضعیف (٪)		پیله دوبل (٪)		مرگ و میر لاروی (٪)		مرگ و میر شفیرگی (٪)		تلفات کل (٪)		وزن کل پیله به ازای ده هزار لارو (گرم)		وزن پیله خوب به ازای ده هزار لارو (گرم)		تعداد پیله در لیتر		وزن یک لیتر پیله (گرم)		وزن پیله (گرم)		وزن قشر پیله (گرم)		قشر پیله (٪)	
بهار	۷۲/۲۶	B	۲۳/۰۹	A	۱/۳۲	A	۳/۳۴	A	۲/۲۲	B	۴/۰۷	B	۵/۹۷	B	۱۷/۴۷	A	۱۳/۵۷	A	۹۱/۵۱	B	۱۷۶/۸۳	A	۱/۹۳۳	A	۰/۴۱۱	A	۲۱/۴۷	A
پاییز	۷۶/۲۴	A	۱۸/۹۸	B	۳/۰۹	A	۲/۸۷	B	۶/۱۱	A	۱۱	A	۱۶/۰۹	A	۱۳/۴۳	B	۱۱/۰۸	B	۱۱۵/۵۳	A	۱۷۲/۹۱	B	۱/۵۰۳	B	۰/۳۰۸	B	۲۰/۷	B

* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

بحث

با توجه به نتایج این تحقیق باید گفت شرایط محیطی نظیر دما و رطوبت تاثیر زیادی بر عملکرد تولیدی حیوان دارد، به‌طوری‌که تقریباً تمامی صفات کمی کرم ابریشم از عوامل فوق متأثر می‌شوند. سایر محققین نیز نظیر Veturia (۲۰۰۲)، Saha و همکاران (۲۰۰۲)، Reddy و همکاران (۲۰۰۲)، Lin و همکاران (۲۰۰۱)، Sathyanarayana و همکاران (۱۹۹۵)، Savanurmath و همکاران (۱۹۹۵)، و Harcharan و همکاران (۱۹۸۶) هم در مطالعات خود گزارشاتی مبنی بر تأثیر معنی‌دار شرایط محیطی بر خصوصیات اقتصادی کرم ابریشم منتشر نموده‌اند. درباره معنی‌دار بودن اثر نوع آمیخته می‌توان اذعان داشت وجود تنوع معنی‌دار در بین گروه‌های آمیخته، فرصت ایده آلی جهت انتخاب آمیخته برتر در شرایط محیطی خاص را فراهم می‌آورد. با توجه به معنی‌دار بودن اثر فصل، باید بیان کرد که عملکرد جاندار در فصل پاییز به‌علت کیفیت پایین برگ توت تنزل می‌یابد. درباره معنی‌دار بودن اثر متقابل تیمار×آمیخته روی خصوصیات کرم ابریشم، می‌توان این پدیده را چنین توجیه نمود که رتبه‌بندی آمیخته‌ها در شرایط محیطی مختلف می‌تواند متفاوت باشد و برتری یک آمیخته بر سایر آمیخته‌ها در شرایط محیطی خاصی، دلیل برتری آن در سایر شرایط نیست. بنابراین باید آزمایشات مربوط به عملکرد آمیخته‌های تجاری در شرایط محیطی صورت گیرد که تخم نوغان آن‌ها به‌منظور تولید تجاری ارائه خواهد شد. پرورش کرم ابریشم در ایران در مناطق وسیعی با شرایط اقلیمی بسیار متنوع رواج دارد. بنابراین نتایج تحقیق حاضر به تعیین سیاست مناسب در تولید تخم نوغان حال حاضر کشور کمک خواهد نمود. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل فصل در تیمار، باید بیان داشت تغییر شرایط محیطی نظیر دما و رطوبت روی صفات کمی کرم ابریشم در فصول پرورشی بهاره و پاییزه تأثیر متفاوتی خواهد گذارد که نشان‌دهنده اثرات متقابل سایر عوامل محیطی از جمله کیفیت برگ توت در فصول مختلف با دما و رطوبت می‌باشد. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل فصل×آمیخته، می‌توان انتظار داشت رتبه‌بندی آمیخته‌ها در فصول بهاره و پاییزه متفاوت باشد و در فصل پاییز باید آمیخته‌های سازگار با آن فصل را ارائه نمود. البته باید توجه کرد درصورتی‌که معیار قیمت‌گذاری پیله، درصد پیله خوب، متوسط و ضعیف باشد، عامل فصل نمی‌تواند روی رتبه‌بندی واریته‌ها تأثیرگذار باشد.

نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهند خصوصیات پیله که مهم‌ترین صفات اقتصادی در کرم ابریشم هستند، به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار می‌گیرند. با

توجه به نتایج جداول ۱ و ۳، باید اذعان داشت که در شرایط مدیریتی، پرورشی و تغذیه‌ای مطلوب در فصل بهار، لاروها و شفیره‌ها در برابر تغییر حالات دما و رطوبت و محیط نامساعد مقاومت بیش‌تری نشان می‌دهند و میزان تلفات کاهش می‌یابد. در فصل پاییز که کیفیت و کمیت مواد مغذی برگ توت کاهش می‌یابد، تغییرات دما و رطوبت در بروز تلفات لاروی و شفیرگی نمود بیش‌تری خواهند یافت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس عامل نوع آمیخته در دوره‌های پرورشی بهاره و پاییزه یکسان بود.

درباره نتایج حاصل از جداول ۲، ۴، ۵ و ۷، باید گفت در بهار لاروهای کرم ابریشم به‌دلیل تغذیه مناسب با برگ توت در برابر دما و رطوبت بالا مقاومت بیش‌تری کرده و نوسان درجه حرارت عامل مهم‌تری در کاهش کیفیت پیله تولیدی می‌باشد. Harcharan و همکاران (۱۹۸۶) عنوان نمودند که در فصل بهار افزایش رطوبت موجب افزایش عملکرد اقتصادی و تولیدی کرم ابریشم خواهد شد. البته در ارزیابی نتایج این‌گونه تحقیقات می‌بایست که شرایط آب و هوایی منطقه مدنظر قرار گیرد. تأثیر عامل مذکور بر تولید پیله‌های متوسط در فصل بهار نیز ملموس می‌باشد. به استثنای تیمار دما و رطوبت بالا، درصد پیله خوب تولیدی در فصل پاییز بالاتر و درصد پیله متوسط در این فصل پایین‌تر بود. به‌منظور توجیه این پدیده می‌توان گفت که در فصل پاییز لاروهای ضعیف که از توان پیله تنی پایینی برخوردار هستند، در مرحله لاروی از بین رفته و لاروهای دارای مقاومت و توانمندی بالا به مرحله پیله تنی رفته و موجب افزایش درصد پیله خوب می‌شوند. در فصل پاییز، افزایش هم‌زمان دما و رطوبت تأثیر قابل توجهی در تولید پیله‌های ضعیف خواهد گذارد، درحالی‌که در سایر تیمارها چنین اثری دیده نمی‌شود. در فصل بهار افزایش دما و کاهش رطوبت سبب افزایش تولید پیله دوبل خواهد شد (بر خلاف پاییز). اختلاف قابل توجهی در تولید پیله‌های دوبل در فصول دوگانه دیده نمی‌شود. در دوره پرورشی پاییزه نوسان درجه حرارت افزایش معنی‌داری را در مرگ و میر لاروی پدید نیاورد، درحالی‌که در فصل بهار جلوگیری از نوسانات دمایی در جلوگیری از مرگ و میر لاروها مؤثر است. بیش‌ترین میزان مرگ و میر در مرحله لاروی در تمامی تیمارهای مورد بررسی در دوره پاییز ملاحظه شد. در فصل بهار بالاترین میزان مرگ و میر شفیره‌ها در تیمار شاهد رخ داد و تغییر شرایط دما و رطوبت موجب کاهش مرگ و میر گردید. لازم است با انجام آزمایشات بیش‌تر، در تعیین دما و رطوبت مناسب واریته‌های کرم ابریشم ایران تجدید نظر به‌عمل آید. در فصل پاییز نوسان درجه حرارت تأثیری در افزایش مرگ و میر شفیره‌ها و نیز تلفات کل نداشت. به‌نظر می‌رسد در فصل بهار می‌توان جهت کاهش مرگ و میر شفیره‌ها با افزایش دما و کاهش رطوبت، پیله‌ها را به‌مدت طولانی‌تری حفظ نمود. در تیمارهای دمای بالا همراه با رطوبت بالا و پایین، مرگ و میر شفیره‌ها و نیز تلفات کل در فصل پاییز به میزان چشمگیری بالاتر بود. در فصل بهار نوسان درجه حرارت اختلافی را در وزن کل پیله و نیز وزن پیله تولیدی خوب در تیمار دارای نوسان درجه حرارت نسبت به تیمار شاهد به‌وجود نیاورد، بنابراین تنظیم و یکنواخت نگه‌داشتن شرایط دمایی در فصل پاییز جهت حفظ ظرفیت تولیدی واریته‌ها بسیار مهم‌تر است. مشخص است که پتانسیل تولیدی آمیخته‌ها در شرایط بهار بسیار بالاتر از پاییز می‌باشد و به‌طور کلی پرورش بهاره بسیار اقتصادی‌تر خواهد بود.

وزن حجمی پیله در فصل بهار بالاتر از پاییز است که از عوامل اصلی آن می‌توان به کاهش وزن قشر پیله و وزن شفیره به‌دلیل تغذیه از برگ نامناسب‌تر و نیز افزایش تبخیر آب به‌علت کاهش رطوبت در فصل پرورشی پاییزه اشاره نمود. در دوره بهاره میانگین و زن پیله و وزن قشر پیله در صورت نوسان درجه حرارت بالاتر بود و در پاییز تیمار شاهد برای این خصوصیات دارای برتری بود. شاید بتوان افزایش طول دوره لاروی در تیمار نوسان درجه حرارت در پرورش بهاره و بالطبع افزایش مدت تغذیه لاروها را به‌عنوان دلیل توضیح افزایش وزن پیله و وزن قشر پیله در این تیمار ذکر کرد. در فصل پاییز بر خلاف نتایج حاصل در بهار، کاهش رطوبت موجب کاهش چشمگیر وزن پیله گردید. علت این امر را باید در وجود رطوبت مناسب در برگ توت و نیز رطوبت بالای هوا در بهار و در نتیجه افزایش رطوبت و وزن شفیره ذکر نمود. هم‌چنین در فصل بهار برخلاف پرورش پاییزه، تولید قشر ابریشمی پیله در شرایط حاصل از افزایش رطوبت کاهش یافت. باید خاطرنشان شود که در دوره بهاره، افزایش رطوبت اثرات زیان باری بر اعمال فیزیولوژیک حشره گذارده و تولید قشر پیله را دچار اختلال می‌کند. میانگین درصد قشر پیله در فصل بهار برای تیمار نوسان درجه حرارت و در پاییز برای تیمار دما و رطوبت بالا حداقل بود. هم‌چنین در فصل بهار احتمالاً به‌علت بالا بودن رطوبت محیط و دشواری تنظیم آن، درصد قشر پیله در گروه شاهد به‌طور معنی‌داری کم‌تر از گروه دما و رطوبت بالا بود.

با توجه به نتایج جداول ۶ و ۸، می‌توان بیان کرد که در مرحله لاروی عوامل محیطی علاوه بر اثر مستقیم، از طریق

تأثیر روی کیفیت غذایی برگ توت عملکرد لاروها را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهند. بدین جهت اختلاف ژنتیکی آمیخته‌ها از نظر مقاومت لاروی در فصل پاییز نمود بیش‌تری می‌یابد. بدین جهت بهتر است آزمایشات تعیین مقاومت آمیخته‌ها در فصل پاییز و در شرایط نامساعد تلنبار صورت گیرد. برعکس، واریته‌های تحت آزمون از لحاظ مرگ و میر شفیرگی و در نتیجه تلفات کل در فصل بهار اختلاف معنی‌دار بیش‌تری را آشکار کردند. در فصل پاییز لاروهایی که از نظر ژنتیکی مقاومت زنده ماندن را دارند به پیله رفته و دیده می‌شود که در مرحله شفیرگی نیز مقاومت بالاتری را نشان می‌دهند. از نتایج حاصل می‌توان به وجود همبستگی ژنتیکی مثبت بین مرگ و میر لاروی و شفیرگی پی برد. در فصل بهار لاروهای دارای مقاومت ژنتیکی پایین نیز به‌دلیل شرایط محیطی مطلوب به پیله خواهند رفت. در نتیجه شفیره‌ها حساسیت بیش‌تری نسبت به شرایط نامساعد نشان داده و تنوع ژنتیکی و فنوتیپی بالاتری در میان آمیخته‌ها دیده می‌شود.

در بهار به‌علت وجود شرایط محیطی مطلوب، پتانسیل ژنتیکی واقعی آمیخته‌ها آشکار شده و می‌توان آمیخته‌های برتر را شناسایی نمود. این درحالی است که در پاییز وجود اثرات متقابل ژنتیک× محیط مانعی در شناسایی آمیخته‌های برتر است. نکته دیگر این است که در فصول بارندگی، برگ‌ها فقط تمایل به رشد فراوان داشته و با توجه به طول ساعات نور ناکافی و عدم فتوسنتز کافی این برگ‌ها نرم و لطیف و نابالغ خواهند بود و حاوی مقدار زیادی آب و مقدار کمی پروتئین، کربوهیدرات‌ها، نمک‌های معدنی و ویتامین‌ها بوده، لذا لاروهایی‌که با این نوع برگ‌ها تغذیه می‌شوند رشدشان به‌خوبی لاروهائی‌که با برگ‌های طبیعی تغذیه نموده‌اند نمی‌باشد. در شرایط گرم (دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۴۰ درصد) میزان مصرف و هضم و قابلیت هضم کاهش می‌یابد. همه این استدلال‌ها، نتایج به‌دست آمده را تایید می‌کند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کارکنان مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور به جهت همکاری در اجرای این طرح پژوهشی، قدردانی می‌شود.

منابع

۱. **صیداوی، ع.ر.؛ غلامی، م.ر. و بیابانی، م.ر.، ۱۳۸۲.** بررسی میزان مقاومت لاین‌های کرم ابریشم به عامل بیماری موسکاردین سفید. مجله علوم کشاورزی ایران. دوره ۳۴، شماره ۳، صفحات ۷۰۱ تا ۷۱۰.

2. **Anonymous. 1986.** Principles and practices in sericulture. National sericulture and entomology research institute. Rural development administration. Republic of Korea. 788 p.
3. **Basavaraju, C.; Kumari, B. and Ananthanarayana, S., 1996.** Effect of Temperature on the activity of amylase in silkworm *Bombyx mori* L. Entomonology. Vol. 21, No. 2, pp: 171-176.
4. **Basavaraju, C.D.; Lakshmi Kumari, B. and Ananthanarayana, S.R., 1998.** Effect of temperature on consumption and utilisation of food in two races of *Bombyx mori* L. Sericologia. Vol. 38, No. 4, pp: 615-621.
5. **Das, P.K. and Ghavan, V., 1990.** Studies on the effect of different mulberry varieties and seasons on the larval development and cocoon characters of silkworm, *Bombyx moril*. Indian J. Seric. Vol. 29, No. 1, pp: 44-53.
6. **Harcharan, S.; Mavi, G.S. and Singh, H., 1986.** Rearing of mulberry silkworm (*Bombyx mori* L.) during autumn and spring seasons under the Punjab conditions. J. Entomol. Res. Vol. 10, No. 1, pp: 79-84.
7. **Li, M.Z. ; Ohura, M. and Kosutic, S., 2002.** Real-time monitoring system of rearing conditions for silkworm production. Aktualni zadaci mehanizaci jepoljoprivrede zbornik radova sedunarodnog impozija odrucja ehanizacije oljoprivrede patija rvatska. pp: 383-391.
8. **Lin, J.R.; Chen, J.X.; Deng, X.J.; Huang, Z.L. and Huang, Z.R., 2001.** Physiological and biochemical analysis of temperature-sensitive silkworm eggs under high temperature and low humidity incubation conditions. Acta Sericologica Sinica. Vol. 27, No. 1, pp: 16-19.
9. **Lin, J.R.; Liao, F.P. and Yan, H.C. 2002.** Sex control of silkworm by the interaction between gene and environment. Hereditas Beijing. Vol. 24, No. 1, pp: 27-30.
10. **Maheshkumar, V.N. and Ashoka, J., 2000.** Effect of tender shoot feeding on silk technological parameters of silkworm, *Bombyx mori L*. Sericologia. Vol. 40, No. 1,

pp: 79-89.

11. **Meenal, A. and Ninagi, O., 1995.** Comparative study of ingestion pattern in polyvoltine and bivoltine silkworm races at different feeding levels. Sericologia. Vol. 35, No. 4, pp: 747-752.
12. **Muniraju, E.; Sekharappa, B.M. and Raghuraman, R., 1999.** Effect of temperature on leaf - silk conversion in silkworm *Bombyx mori* L. Sericologia. Vol. 39, No. 2, p: 225-231.
13. **Qader, M.A., 1995.** Effects of mulberry leave quality on fibroin content in the posterior silkgland of *Bombyx moril*. Bangl. J. Zool. Vol. 23, No. 2, pp: 229-232.
14. **Rahmathulla, V.K.; Suresh, H.M.; Mathur, V.B. and Geetha Devi, R.G., 2002.** Feed conversion efficiency of elite bivoltine CSR hybrids silkworm *Bombyx mori L*. reared under different environmental conditions. Sericologia. Vol. 42, No. 2, pp: 197-203.
15. **Reddy, P.L.; Naik, S.S. and Reddy, N.S., 2002.** Implications of temperature and humidity on the adult eclosion patterns in silkworm, *Bombyx mori* L. J. Entomol. Res. Vol. 26, No. 3, pp: 223-228.
16. **Saha, A.K.; Datta, T.; Saratchandra, B. and Das, S.K., 2002.** Low cost incubation pot for better hatching of silkworm eggs in dry summer. Uttar Pradesh J. Zool. Vol. 22, No. 3, pp: 263-267.
17. **Sathyanarayana, R.; Natarajan, S.; Raman, K.V.A.; Shivakumar, G.R.; Surendranath, B.; Prakash, N.B.V. and Datta, R.K., 1995.** Effect of different micro-climates during moulting on the economic characters of silkworm, *Bombyx mori* (L.). Uttar Pradesh J. Zool. Vol. 15, No. 3, pp: 149-152.
18. **Savanurmath, C.J.; Basavarajappa, S.; Hinchigeri, S.B.; Ingalhalli, S.S.; Singh, K. K. and Sanakal, R.D., 1995.** Pre-disposing factors for viral diseases of the silkworm, *Bombyx mori* L. under agroclimatic conditions of northern Karnataka. Indian J. Seric. Vol. 34, No. 2, pp: 93-99.
19. **Sinha, U.S.P.; Mathur, S.K. and Sinha, A.K., 2000.** Studies on consumption and utilization of shorea robust leaves in laria larvae. Sericologia. Vol. 40, No. 4, pp: 677-678.
20. **Veturia Ileana, N., 2002.** The effect of environmental conditions on growth of larvae of silkworm (*Antherae pernyi*) Guer. Lucrai Stiinifice Medicina Veterinara Universitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara "Ion Ionescu de la Brad" Iasi. Vol. 45, No. 4, pp: 544-546.