

## اثر تغذیه‌ای برگ دو وارپته مختلف توت بر خصوصیات اقتصادی، بیولوژیک و بیوشیمیایی کرم ابریشم *Bombyx mori L.* در شرایط آب و هوایی استان اصفهان

کیوان اعتباری<sup>۱</sup>، رحیم عبادی<sup>۲</sup> و محمد فضیلتی<sup>۳</sup>

لمری گروه پژوهشی کرم ابریشم دانشگاه گیلان، <sup>۱</sup>به ترتیب استاد گروه گیاهپزشکی، <sup>۲</sup>استادیار گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی  
دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۸۱/۳/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۸۳/۹/۹

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر نوع وارپته توت (*Morus sp*) بر خصوصیات اقتصادی، بیولوژیک و بیوشیمیایی کرم ابریشم لاروهای هیبرید ۱۰۳×۱۰۴ انتخاب گردید و روی دو وارپته توت بومی اصفهان و اصلاح شده کوکوسو پرورش داده شدند. نتایج نشان داد که عملکرد خصوصیات لاروی نظیر وزن، درصد افزایش وزن روزانه و طول دوره لاروی با تغذیه از وارپته کوکوسو بهبود قابل ملاحظه‌ای پیدا نموده است. همچنین وزن پيله، وزن شفیره و وزن قشر ابریشمی نیز در این گروه از حشرات رشد چشمگیری در مقایسه با لاروهایی که از برگ بومی تغذیه شده بودند، نشان داد. مقدار گلوکز و اوره همولنف در لاروهای سن پنجمی که از وارپته اصلاح شده تغذیه نمودند به مراتب بیشتر از گروه دیگر بود. این افزایش در مقدار اوره احتمالاً نشان دهنده افزایش فعالیت کاتابولیکی پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه در لاروها بوده و از آنجایی که این مقدار اوره جهت سنتز پروتئین تار ابریشمی توسط غدد ابریشمی بازجذب می‌شود می‌تواند سبب افزایش مقدار تولید پيله در این گروه از لاروها گردد. ولی مقدار تری‌اسیل گلیسرول‌ها و کلسترول در لاروهایی که از برگ‌های بومی تغذیه نموده بودند بیش از حشراتی که از برگ‌های وارپته کوکوسو تغذیه کرده بودند، اندازه‌گیری شد. تصور می‌شود فعالیت متابولیکی کمتر در لاروهایی که از وارپته بومی تغذیه کردند، سبب تجمع ترکیبات مزبور در همولنف گردیده است.

واژه‌های کلیدی: کرم ابریشم، *Bombyx mori L.*، تغذیه، وارپته توت، خصوصیات اقتصادی، بیولوژیک و بیوشیمیایی

### مقدمه

توجه به نیازهای غذایی حشرات مفید مانند دیگر جانورانی که برای انسان ارزش اقتصادی دارند، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. اکثر حشرات نیازهای غذایی مشابهی دارند چرا که ترکیبات شیمیایی اصلی بافت‌های بدنشان یکسان بوده و همچنین دارای مسیرهای متابولیکی مشابهی هستند (چپمن، ۱۹۹۸). تحقیقات زیادی در

خصوص اهمیت تغذیه حشرات انجام پذیرفته است (داس و همکاران، ۱۹۹۴؛ فونسکا و همکاران، ۱۹۹۰؛ گیردهار و ردی، ۱۹۹۱؛ هیتو، ۱۹۷۸). در بین اکثر این تحقیقات، روی کرم ابریشم اهلی<sup>۱</sup>، علاوه بر اهمیت اقتصادی با توجه به خصوصیات بیولوژیک و جنه آن

1- *Bombyx mori L.*



برگ‌های اصلاح شده، با ارزش غذایی بالا و کیفیت مناسب تغذیه شده‌اند، افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهند (داس و همکاران، ۱۹۹۴؛ فونسکا و همکاران، ۱۹۹۰؛ گیردهار و ردی، ۱۹۹۱ و ورما و کوشاوا، ۱۹۷۰). همچنین لاروهایی که از برگ‌های مناسب تغذیه شده بودند، علاوه بر افزایش چشمگیر صفات پيله، وزن و حجم غده ابریشمی نیز در آنها رشد قابل توجه‌ای را نشان داد. ضمناً اشاعه بیماری در لاروها نیز بطور معنی‌داری کاهش داشت (گیردهار و ردی، ۱۹۹۱).

ترکیبات بیوشیمیایی همولنف در حشرات، نمایانگر فعل و انفعالات متابولیکی در آنها می‌باشد (چپمن، ۱۹۹۸). بسیاری از ترکیبات شیمیایی موجود در همولنف لاروهای کرم ابریشم با تغییر در نوع تغذیه آنها، دچار تغییرات چشمگیری می‌شود (ژانگریس و همکاران، ۱۹۷۳). بنابراین مطالعه ترکیبات بیوشیمیایی همولنف حشرات اطلاعات با ارزشی را در زمینه فرآیندهای آنابولیکی و کاتابولیکی مواد غذایی، در اختیار ما قرار می‌دهد.

جایگاه ابریشم و صنایع وابسته به آن، در اقتصاد کشور بر کسی پوشیده نیست و تحقیقات در زمینه شاخص‌های اقتصادی و زیستی کرم ابریشم می‌تواند زمینه‌ساز گسترش کمی و کیفی هر چه بیشتر تولیدات این حشره مفید باشد. هدف از این تحقیق تعیین اثر دو وارپته مختلف توت (اصلاح شده و بومی) بر خصوصیات اقتصادی، بیولوژیک و بیوشیمیایی کرم ابریشم هیبرید ایرانی در شرایط آب و هوایی استان اصفهان می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تغذیه از برگ دو وارپته توت بر خصوصیات اقتصادی، بیولوژیک و بیوشیمیایی کرم ابریشم، تخم نوغان هیبرید ایرانی  $10.4 \times 1.03$  از شرکت سهامی پرورش کرم ابریشم ایران - رشت تهیه گردید. لاروها پس از ظاهر شدن در سن اول لاروی در شرایط دمایی  $25 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $70 \pm 10$  و

نمونه‌ای مناسب برای کارهای آزمایشگاهی و بررسی‌های بیولوژیک بوده، متمرکز گشته است (ایتو، ۱۹۷۸). کرم ابریشم دارای نیازهای غذایی متنوعی می‌باشد که همه این ترکیبات را از طریق تغذیه از برگ توت به دست می‌آورد. هدف اصلی از کشت و کار توت در بسیاری از کشورهای جهان عموماً به منظور تغذیه این حشره مفید بوده است. بطوری که کریشناساوامی و همکاران (۱۹۷۰) اعتقاد دارد که این هدف نباید صرفاً به منظور افزایش کمی برگ توت در واحد سطح باشد، بلکه خصوصیات کیفی برگ نیز نقش مهمی در افزایش راندمان تولید دارد. این موضوع تا کنون توسط محققین مختلفی مورد تأکید قرار گرفته است (داس و همکاران، ۱۹۹۴؛ گیردهار و ردی، ۱۹۹۱؛ کریشناساوامی و همکاران، ۱۹۷۰؛ لی و سانگ، ۱۹۸۴ و شارما و دوی، ۱۹۹۷).

کیفیت برگ توت مورد تغذیه کرم ابریشم تحت تأثیر عوامل مختلفی از قبیل فصل زراعی، آبیاری، کوددهی، هرس و همچنین نوع وارپته توت قرار دارد. هر ساله تعداد زیادی وارپته توت اصلاح شده با اهداف گوناگون در جهان تولید می‌گردند، ولی در مورد بررسی اثرات تغذیه‌ای این وارپته‌ها روی خصوصیات کرم ابریشم در ایران که بسیار ضروری نیز به نظر می‌رسد، کاری انجام نگرفته است.

ترکیبات شیمیایی و خصوصیات فیزیکی برگ توت در میزان تغذیه کرم ابریشم و عملکرد آن بسیار مؤثر است. زیرا بسیاری از برگ‌ها علاوه بر ترکیب شیمیایی مطلوب و دارا بودن عوامل محرک تغذیه نظیر اسید کلروژنیک، اسید گالیک و یا اسید آسکوربیک (ایتو، ۱۹۷۸) نمی‌توانند موجبات رشد مناسب لاروها را فراهم نمایند. عموماً این برگ‌ها به علت داشتن خصوصیات فیزیکی نامطلوب نظیر زبر بودن سطح برگ، خشکی زیاد و شدت تبخیر بالا، در افزایش راندمان تولید پيله اثری ندارد (ورما و کوشاوا، ۱۹۷۰). از طرف دیگر، بسیاری از خصوصیات حیاتی کرم ابریشم از قبیل وزن لاروی، وزن پيله، وزن شفیره و مقدار تار ابریشمی، در آنهایی که از



فوالکتر و کینگ (۱۹۷۶)، اسید اوریک با روش تریودی و همکاران (۱۹۷۸)، در همولنف لاروها اندازه‌گیری شد. همچنین کلسترول کل همولنف نیز براساس روش ریکموند (۱۹۷۳) و تری‌اسیل گلیسرول‌های (تری‌گلیسرید) آن با استفاده از روش بوکلو و دیوید (۱۹۷۳) اندازه‌گیری گردیدند.

برای اندازه‌گیری، درصد ازت و پروتئین برگ از دستگاه اتوکجکتک مدل ۳۲۰۰ استفاده شد. مقدار رطوبت نیز در برگ‌های دو واریته با استفاده از آون در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد و پس از ۲۴ ساعت محاسبه گردید. کلیه نتایج و داده‌ها با آزمون LSD و t-test در سطح ۱ درصد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

## نتایج

نتایج به‌دست آمده از تأثیر تغذیه لاروهای کرم ابریشم هیبرید ایرانی با برگ دو واریته توت بومی اصفهان و اصلاح شده کوکوسو در جداول ۱ تا ۳ خلاصه شده است.

**خصوصیات لاروی:** همانطور که از جدول ۱ استنتاج می‌شود، از روز اول سن پنجم که اندازه‌گیری‌ها آغاز گردید اختلاف معنی‌داری بین دو گروه از لاروها در سطح ۱ درصد مشاهده می‌شود. درصد اختلاف وزن در روز سوم به اوج خود رسیده به‌طوری‌که لاروهایی که از برگ اصلاح شده تغذیه می‌نمودند بیش از ۶۶ درصد نسبت به لاروهایی که از برگ بومی تغذیه نموده بودند، افزایش وزن نشان می‌دهند. درصد افزایش وزن روزانه در لاروهای تحت تیمار کوکوسو ۴۱/۹ درصد بود به‌طوری‌که این شاخص در لاروهای تحت تیمار برگ‌های بومی حداکثر به ۳۲/۴۵ درصد رسید. بنابراین تغذیه از این دو واریته تأثیر بسیار زیادی بر وزن لاروی و نرخ رشد لاروها داشته است. میانگین طول دوره لاروی نیز بیش از ۱۶ ساعت در لاروهای تیمار کوکوسو کاهش پیدا نمود.

**خصوصیات پيله:** صفات اندازه‌گیری شده در خصوص پيله ابریشمی در این دو گروه از لاروها در جدول ۲ ارائه

دوره روشنایی ۱۶ ساعت روی دو واریته مختلف توت، یکی بومی اصفهان و دیگری اصلاح شده به نام کوکوسو در شرایط آب و هوایی استان اصفهان مطابق روش‌های استاندارد پرورش داده شدند (لیم و همکاران، ۱۹۹۰). به جهت سهولت در بیان مطالب از این پس در این مقاله لاروهایی که تحت تیمار برگ‌های بومی اصفهان پرورش یافته‌اند تحت عنوان "بومی" و لاروهای تیماری که از برگ‌های اصلاح شده کوکوسو تغذیه نموده‌اند تحت عنوان "کوکوسو" معرفی می‌گردند.

پس از سومین جلداندازی و جهت تسهیل در امر پرورش، تعدادی از لاروهای دو تیمار حذف گردیدند و با سه تکرار که در هر تکرار نیز ۱۰۰ لارو سن چهارم قرار داشتند، به بسترهایی با ابعاد ۹۰×۷۵ سانتی‌متر منتقل شدند و از آغاز سن پنجم لاروی، ثبت و اندازه‌گیری مشخصه‌های مورد نظر انجام پذیرفت. در روزهای اول، سوم، پنجم و هفتم سن ۵ وزن لاروها توزین گردید و میانگین وزن ۳۰ لارو به‌عنوان شاخص وزن هر روز قلمداد شد. پس از تیندن پيله در پانزدهمین روز پس از چهارمین جلداندازی ۳۰ عدد پيله از هر تیمار وزن و سپس وزن شفیره، وزن قشر ابریشمی، درصد قشر ابریشمی در حشرات نر و ماده به‌طور جداگانه اندازه‌گیری و محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری‌های مواد شیمیایی موجود در همولنف، تعداد ۱۰ عدد لارو سن پنجم در روز ششم به‌صورت تصادفی از بسترهای پرورش جدا گردیدند. برای استخراج همولنف، یکی از پاهای شکمی لاروها با استفاده از قیچی تیز برش داده شد و سپس همولنف مربوطه در میکروتیوب‌های اپندورف جمع‌آوری گردید. به‌منظور ممانعت از فعالیت آنزیم فنل اکسیداز که سبب ملاتیزه شدن همولنف می‌گردد، مقداری فنیل تیو اوره به لوله‌ها اضافه شد و سپس نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و نهایتاً مایع رویی نمونه‌ها جمع‌آوری گردید و تا شروع آزمایش‌ها، در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. گلوکز به روش ریختریخ (۱۹۷۱)، اوره به روش



ابریشمی در حشرات ماده از تیمار کوکوسو ۰/۳۵۸ گرم و از تیمار بومی ۰/۲۸۴ گرم اندازه‌گیری شد که همین صفت برای حشرات نر دو تیمار نیز به ترتیب ۰/۳۲۹ و ۰/۲۵۷ گرم می‌باشد. به طوری که میانگین وزن قشر ابریشمی حشرات نر و ماده در پيله‌های استحصالی از تیمار کوکوسو ۰/۳۴۳ گرم بوده که در مقایسه با ۰/۲۷۱ گرم پيله‌های بومی بیش از ۲۶ درصد رشد نشان می‌دهد. درصد قشر ابریشمی که از خارج قسمت وزن قشر ابریشمی به وزن پيله در هر تیمار محاسبه گردید در گروه بومی بیش از کوکوسو بوده است (جدول ۲).

**خصوصیات بیوشیمیایی همولنف لاروها:** ترکیبات اندازه‌گیری شده در همولنف لاروهای سن پنجم کرم ابریشم در جدول ۳ ارائه شده است. مقدار گلوکز همولنف، به عنوان یک ترکیب قندی قابل دسترس سلولی، در لاروهایی که از برگ توت کوکوسو تغذیه کرده‌اند، افزایش چشمگیری را نسبت به لاروهای تغذیه کرده از

شده است. وزن پيله منفرد نر و ماده به ترتیب در لاروهای کوکوسو ۱/۵۸۶ و ۱/۲۲۶ گرم و در لاروهای بومی به ترتیب ۱/۱۱۸ و ۰/۸۶۷ گرم بود. با توجه به جدول ۲ میانگین وزن پيله‌های نر نسبت به ماده در هر دو تیمار کاهش یافته است که با توجه به خصوصیات شفیره، امری بدیهی می‌باشد ولی درصد این اختلاف وزن نیز در پيله‌های نر و ماده دو تیمار تقریباً با هم برابر بوده به طوری که در پيله‌های بومی بیش از ۷۰ درصد کاهش وزن پيله مشاهده می‌شود.

وزن شفیره نیز در گروه کوکوسو نسبت به بومی افزایش چشمگیری نشان داده است. میانگین وزن شفیره‌های نر و ماده در تیمار کوکوسو ۱/۰۶ گرم بود در حالیکه در گروه بومی به ۰/۷۲۱ گرم رسید. بنابراین وزن شفیره نیز در تیمار کوکوسو نسبت به بومی از رشدی معادل ۴۷ درصد برخوردار شده است، که از لحاظ آماری نیز مقدار قابل ملاحظه‌ای می‌باشد.

وزن قشر ابریشمی نیز یکی دیگر از پارامترهای مورد ارزیابی بوده که به مانند سایر صفات در تیمار کوکوسو افزایش چشمگیری داشته است. متوسط وزن قشر

جدول ۱- اثر تغذیه‌ای برگ دو وارته مختلف توت بر خصوصیات لاروی کرم ابریشم *Bombyx mori* L.

متوسط افزایش وزن	متوسط طول دوره (ساعت)	میانگین وزن لارو سن پنجم (g) (±SE)		
		روز اول	روز سوم	روز پنجم
۴۱٫۹	۶۳۸٫۲	۰٫۷۴۷±۰٫۰۵	۱٫۶۴۱±۰٫۰۱۳	۲٫۴۲۶±۰٫۰۱۸
۳۲٫۵	۶۵۴٫۶	۰٫۵۰۶±۰٫۰۹*	۰٫۹۸۷±۰٫۰۰۶	۱٫۵۵۷±۰٫۰۴۹

\* کلیه اعداد هر ستون در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۲- اثر تغذیه‌ای برگ دو وارته مختلف توت در عملکرد خصوصیات پيله کرم ابریشم *Bombyx mori*

صفات پيله منفرد نر (±SE)	صفات پيله منفرد ماده (±SE)		
	وزن پيله (g)	وزن شفیره (g)	وزن قشر ابریشمی (g)
۱٫۵۸۶۰ (±۰٫۰۲)	۱٫۲۲۷۷ (±۰٫۰۱)	۰٫۳۵۸۳ (±۰٫۰۰۹)	۲۲٫۵ (±۱٫۲۰)
۱٫۱۱۸۷* (±۰٫۰۲۱)	۰٫۸۳۲۱ (±۰٫۰۹)	۰٫۲۸۳۹ (±۰٫۰۰۸)	۲۵٫۴ (±۱٫۹۱)

\* کلیه اعداد هر ستون در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.



میلی گرم بر دسی لیتر اندازه‌گیری شد. با وجود این اختلاف در مقدار تری‌اسیل گلیسرول در همولنف دو گروه از لاروها هیچگونه اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری مشاهده نگردید. به‌علاوه مقدار کلسترول در مقایسه با تری‌اسیل گلیسرول‌ها در لاروهای بومی افزایش بیشتری نسبت به تیمار کوکوسو نشان داده است (جدول ۳).

**تجزیه شیمیایی برگ توت:** نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی برگ‌های دو وارینه توت، در جدول ۴ نشان داده شده است. مقدار ازت و پروتئین در برگ‌های دو وارینه توت هیچگونه اختلاف معنی‌داری را با هم نشان نداده است، به‌طوری‌که مقدار پروتئین در برگ‌های بومی و کوکوسو بترتیب ۲۷/۹ و ۲۸ درصد بود و مقدار ازت نیز بترتیب در این دو گروه از برگ‌ها ۴/۴۶ و ۴/۴۸ درصد از ماده خشک اندازه‌گیری شد. این در حالیست که مقدار رطوبت برگ‌ها، به‌عنوان یک فاکتور بسیار مهم در تغذیه لاروها، اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱ درصد بین دو تیمار نشان می‌دهد. رطوبت برگ‌های وارینه کوکوسو ۷۳/۱۵ درصد بوده که نسبت به برگ‌های بومی که ۶۲/۶ درصد می‌باشد، افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد.

برگ توت بومی نشان می‌دهد. گلوکز موجود در همولنف لاروهای کوکوسو با مقدار ۳۲/۷ میلی گرم بر دسی لیتر ۷۰ درصد بیش از لاروهای بومی با مقدار ۱۹/۲۵ میلی گرم بر دسی لیتر بوده که این مقدار بسیار قابل توجه می‌باشد. اوره به‌عنوان یک ماده زائد ازته در آنابولیزم اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها در لاروهای کوکوسو بیش از گروه بومی بوده است. به‌طوری‌که این مقدار در دو گروه به‌ترتیب ۴۳/۶ و ۱۵ میلی گرم بر دسی لیتر اندازه‌گیری شد. با وجود افزایش مقدار اوره موجود در همولنف لاروهای سن پنجم، مقدار اسید اوریک همولنف در تیمار کوکوسو کاهش یافته و به ۲/۶ میلی گرم بر دسی لیتر نسبت به بومی که ۵/۹ میلی گرم بر دسی لیتر بود، رسید.

مقدار کلسترول و تری‌اسیل گلیسرول‌های همولنف در لاروهای بومی همواره بیش از تیمار کوکوسو بود. به‌طوری‌که مقدار کلسترول در لاروهای بومی ۶۷ میلی گرم بر دسی لیتر بود و در لاروهای کوکوسو تا ۲۶/۷ میلی گرم بر دسی لیتر کاهش پیدا نمود، که اختلاف معنی‌داری را از نظر آماری در سطح ۱ درصد نشان می‌دهند. همچنین مقدار تری‌اسیل گلیسرول‌های همولنف لاروهای بومی ۹۹/۲۵ میلی گرم بر دسی لیتر و در لاروهای کوکوسو ۹۶/۵

جدول ۳- ترکیبات بیوشیمیایی در همولنف لاروهای سن ۵ کرم ابریشم *Bombyx mori* L.

گلوکز <sup>۱</sup>	اوره <sup>۲</sup>	اسید اوریک <sup>۱</sup>	کلسترول <sup>۱</sup>	تری‌اسیل گلیسرول <sup>۲</sup>
۳۲.۷±۶.۱	۴۳.۶±۴.۳	۲.۶±۰.۹	۲۶.۷±۳.۵	۹۶.۵±۶.۳
۱۹.۲۵±۱.۷*	۱۵±۱.۳*	۵.۹±۱.۱*	۶۷±۴/۵*	۹۹.۵±۷.۵ns

۱- واحد اندازه‌گیری میلی گرم بر دسی لیتر

۲- واحد اندازه‌گیری میلی گرم بر میلی لیتر

ns اختلاف غیرمعنی‌دار در ستون

جدول ۴- ترکیبات شیمیایی اندازه‌گیری شده در برگ دو وارینه توت کوکوسو و بومی (درصد در ماده خشک ± SE).

پروتئین خام	ازت	عصاره غیر ازته	رطوبت برگ (%)
۲۸.۰±۰.۱	۴.۴۸±۰.۱۵	۴۷.۲۳±۰.۳	۷۳.۱۵±۲.۴
۲۷.۹±۰.۰۹ns	۴.۴۶±۰.۱ns	۴۷.۲۶±۰.۴۱ns	۶۲.۶±۵.۲*

\* اعداد در ستون دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد می‌باشند. ns اختلاف غیر معنی‌دار در ستون



## بحث

نتایج حاصله از بررسی اخیر نشان می‌دهد که نوع واریته توت تأثیر بسزایی در عملکرد لاروها و پيله کرم ابریشم دارد. واریته کوکوسو یکی از واریته‌های اصلاح شده موجود در ایران می‌باشد که با توجه به نتایج اخیر می‌تواند جایگزینی مناسب برای واریته‌های بومی محسوب گردد. محققین زیادی روی تأثیر نوع واریته توت در خصوصیات اقتصادی کرم ابریشم مطالعه نموده‌اند (کریشناساوامی و همکاران، ۱۹۷۰). لی و سانگ در سال ۱۹۸۴ گزارش نمودند که تغذیه لاروهای کرم ابریشم از برگ‌های ظریف با درصد بالای آب و پروتئین و مقدار کم کربوهیدرات‌ها سبب افزایش وزن لاروی و بهبود وضعیت پيله‌ها خواهد شد. در این بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار پروتئین و ازت کل در برگ‌های دو واریته توت هیچگونه اختلاف معنی‌داری را در مقدار این دو مشخصه در دو نوع برگ توت نشان نمی‌دهند. ولی مقدار رطوبت در برگ‌های واریته کوکوسو به مراتب بیش از برگ‌های بومی بوده است (جدول ۴). به طوری که برگ‌های واریته کوکوسو با رطوبت ۷۳/۵ درصد نسبت به برگ‌های بومی (۶۲/۶ درصد) دارای آب بیشتری برای فعالیت متابولیک حشره بوده که سبب رشد و نمو بهتر آن‌ها گردیده است. تأثیر رطوبت برگ در عملکرد تغذیه حشرات و مخصوصاً کرم ابریشم بسیار مورد مطالعه قرار گرفته است (لی و سانگ، ۱۹۸۴؛ پارپو، ۱۹۶۸؛ پااول و همکاران، ۱۹۹۲). پااول و همکارانش (۱۹۹۲) نشان دادند که با افزایش رطوبت برگ توت بسیاری از صفات تغذیه‌ای در لاروهای کرم ابریشم بهبود می‌یابد، به طوری که نرخ مصرف غذا، رشد روزانه لاروی، ضریب هضم و جذب غذا افزایش چشمگیری پیدا می‌نمایند.

در این بررسی دوره لاروی در لاروهای بومی ۱۶/۴ ساعت بیشتر از تیمار کوکوسو طول کشیده است. به طور کلی عواملی که سبب طولانی شدن دوره لاروی و همچنین کاهش نرخ رشد در این گروه از حشرات شده‌اند

می‌توانند به طرق مختلف تأثیرگذار باشند. عدم وجود ترکیبات شیمیایی محرک تغذیه به اندازه کافی در برگ‌های بومی و یا نامناسب بودن ساختار فیزیکی این برگ‌ها از مهمترین دلایل کاهش تغذیه و در نتیجه اختلال در رشد و نمو لاروها می‌باشد که علاوه بر کاهش وزن لاروی سبب طولانی‌تر شدن طول دوره و همچنین سبب کاهش عملکرد خصوصیات پيله گردیده است. چنین نتایجی در اثر نوع تغذیه از واریته‌های مختلف توت توسط محققین متعددی گزارش شده است. پااول و همکارانش در سال ۱۹۹۲ نشان دادند که طول دوره لاروی در لاروهای که از برگ‌هایی با رطوبت کم تغذیه نموده‌اند افزایش پیدا می‌کند. چراکه رطوبت یکی از عوامل مهم در قابلیت تغذیه و جذب مواد غذایی برگ‌ها توسط لاروهای کرم ابریشم می‌باشد (پارپو، ۱۹۶۸). بدیهی است با چنین تغییراتی در صفات لاروی نظیر وزن، نرخ رشد و طول دوره لاروی تغییرات چشمگیری در صفات پيله نیز متصور باشد، زیرا انرژی مورد نیاز برای تولید پيله و تمام نیازهای تغذیه‌ای حشره، در مرحله لاروی تأمین می‌گردد.

مقدار گلوکز همولنف در لاروهای سن آخر تیمار کوکوسو بیش از بومی اندازه‌گیری شده است (جدول ۳). اگرچه تری‌هالوز به‌عنوان قند خون در اکثر حشرات مطرح می‌باشد (چپمن، ۱۹۹۸) ولی اندازه‌گیری مقدار گلوکز در این سری از لاروها که دارای عملکرد حیاتی مطلوبی بوده‌اند نشان‌دهنده یک رابطه همسو بین مقدار گلوکز به‌عنوان قند قابل سوخت و ساز سلولی در همولنف و عملکرد زیستی حشره بوده است.

ساتاکه و همکارانش در سال ۲۰۰۰ نشان دادند که کیفیت غذای مصرفی و همچنین گرسنگی بر مقدار قند خون حشرات تأثیر زیادی بر جا خواهد گذاشت. به طوری که عدم تغذیه مناسب سبب پایین آمدن شدید گلوکز خون می‌گردد. در همین راستا اعتباری در سال ۱۳۸۱ گزارش نمود هنگامیکه لاروهای کرم ابریشم از برگ توت غنی شده با مکمل‌های غذایی تغذیه نمایند



رابطه مستقیمی بین افزایش مقدار گلوکز خون و عملکرد زیستی حشره ملاحظه می‌گردد. زیرا در این سری از لاروها با افزایش نرخ مصرف غذا و ضریب هضم آن، گلوکز بیشتری که از هضم برگ توت تولید گردیده از دیواره معده وارد همولنف می‌شود تا سریعاً به تری هالوز تبدیل شود (اعتباری، ۱۳۸۱). هر چند که گلوکز ۲۰-۱۵ درصد کربوهیدرات‌های همولنف را تشکیل می‌دهد (سایگرت، ۱۹۸۷).

در کرم ابریشم و برخی از حشرات اوره و آمونیوم به عنوان مهمترین ترکیبات اولیه ایجاد شده در متابولیسم نیتروژن شناخته شده‌اند (دانژرن و برایگل، ۲۰۰۱؛ هیرایاما و همکاران، ۱۹۹۹). تغییرات غلظت اوره در همولنف لاروهای کرم ابریشم به عوامل زیادی از جمله مرحله سنی، جیره غذایی وابسته است (سومیدا و همکاران، ۱۹۹۳). این تغییرات در ارتباط مستقیم با متابولیسم نیتروژن و اسیدهای آمینه می‌باشد (دانژرن و برایگل، ۲۰۰۱؛ هیرایاما و همکاران، ۱۹۹۹؛ سومیدا و همکاران، ۱۹۹۳). اگرچه مقدار اوره همولنف در لاروهای کرم ابریشم نسبت به سایر حشرات از سطح بالاتری برخوردار است (هیرایاما و همکاران، ۲۰۰۰) عموماً تجمع اوره در سن پنجم لاروی کرم ابریشم مشاهده می‌شود. در این سن حشره آنزیم اوره‌آز موجود در برگ توت را جذب نموده که سبب تجزیه اوره و تشکیل آمونیوم می‌گردد و این فرآیند از آغاز تیندن اولین تارهای ابریشمی معادل روز هفتم سن پنجم به بعد شدت می‌یابد (هیرایاما و همکاران، ۱۹۹۷، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰). یکی از جنبه‌های جالب توجه متابولیسم نیتروژن در کرم ابریشم بازجذب آمونیوم تشکیل شده، جهت تولید پروتئین ابریشم طی مسیرهای خاص متابولیکی می‌باشد. آمونیوم حاصل از تجزیه اوره توسط آنزیم اوره‌آز در فرآیند سنتز اسید گلوتامیک مصرف می‌گردد (هیرایاما، ۱۹۹۷). بنابراین با توجه به نتایج اخیر تصور می‌شود که افزایش مقدار اوره در لاروهای کوکوسو ناشی از بهبود فرآیند آنابولیسم پروتئین بوده که سبب تولید اوره بیش از لاروهای بومی شده

است. با افزایش این ترکیب و با توجه به مسیر متابولیکی خاص در کرم ابریشم افزایش سنتز پروتئین ابریشم توسط غدد ابریشمی دور از تصور نمی‌باشد. مطالعات قبلی نیز نشان داده است که لاروهای کرم ابریشم هنگامیکه از جیره غذایی غنی شده با ویتامین B تغذیه نمایند در آن دسته از لاروها که خصوصیات زیستی بهبود یافته است مقدار اوره نیز در ششمین روز سن پنجم بالاتر از سایرین بوده است (اعتباری، ۱۳۸۱).

غلظت اسید اوریک در این گروه از لاروها کاهش یافته است. هر چند که اسید اوریک نیز به عنوان یک ترکیب دفعی ناشی از کاتابولیسم اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها در اکثر حشرات مطرح می‌باشد (دانژرن و برایگل، ۲۰۰۱). تصور می‌گردد که غلظت اسید اوریک در همولنف کرم ابریشم بر خلاف بسیاری از حشرات نمی‌تواند معیار مناسبی برای ارزیابی متابولیسم نیتروژن در این حشره باشد. هر چند کوبیاشی و همکارانش (۱۹۸۰) گزارش کرده‌اند اندازه‌گیری این ترکیب در مدفوع و ادرار کرم ابریشم می‌تواند نمایانگر متابولیسم ازت در آنها باشد. تصور می‌شود عدم فعالیت متابولیکی مطلوب سبب تجمع و بالا رفتن مقدار اسید اوریک در همولنف می‌گردد و سمیت این ترکیب سبب اختلال در رشد و نمو لاروها نیز خواهد شد.

با وجود تغییرات اندک مقدار تری اسیل گلیسرول‌های همولنف اختلاف معنی‌داری را بین دو تیمار نشان نمی‌دهند ولی مقدار کلسترول افزایش چشمگیری را در همولنف لاروهای بومی نشان داده است که این مطلب از جنبه‌های مختلف قابل بحث است. این امکان وجود دارد که مقدار فیتواسترول‌های مختلف و حتی کلسترول در برگ‌های وارینه‌های بومی بیشتر از برگ‌های کوکوسو بوده که در نتیجه سبب افزایش مقدار کلسترول در همولنف لاروهای سن پنجم گردیده است. با توجه به عدم بررسی خصوصیات برگ دو وارینه از نظر فراوانی این مواد با قاطعیت نمی‌توان اظهار نظر نمود. از بعد دیگر از آنجایی که حشرات پس از هضم استروئول‌های گیاهی و حتی



تأمین آب مورد نیاز سلولی متابولیسم تنفس در لاروها افزایش پیدا نموده و این امر سبب صرف انرژی بالا خواهد شد و در نتیجه انرژی لازم جهت صرف غذا در لاروها تحلیل می‌یابد و حشره قادر به تنظیم مطلوب متابولیسم ترکیبات مختلف نخواهد بود (پاریو، ۱۹۶۸).

بنابراین نتایج این آزمایش مؤید آنست که وارپته کوکوسو نسبت به وارپته‌های بومی توت، یکی از ارقام مطلوب جهت پرورش کرم ابریشم در استان اصفهان می‌باشد، که توسعه آن جهت استفاده نوغانداران از لحاظ اقتصادی بسیار مثمر ثمر خواهد بود.

### سپاسگزاری

این تحقیق با اعتبار مالی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام یافته است. بخشی از امکانات تحقیق نیز توسط شرکت سهامی پرورش کرم ابریشم ایران تأمین گردید. بدینوسیله نگارندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را اعلام می‌دارند.

کلیتروول آنها را به صورت استروول آزاد وارد همولنف می‌نمایند (رایتر و جانسون، ۱۹۹۱) این امکان وجود دارد که عدم فعالیت متابولیکی مطلوب سبب تجمع آن در همولنف گردیده و بالا رفتن زیاد این ماده در خون خود عاملی برای کاهش عملکرد زیستی باشد. از آنجایی که مقالات منتشر شده در این خصوص بسیار اندک است و تحقیقاتی تاکنون در داخل کشور در خصوص بررسی بیوشیمیایی لاروهای کرم ابریشم انجام نگرفته است، حد نرمال و دامنه نوسان مقدار این مواد در نژادهای مختلف کرم ابریشم در دسترس نیست اما تحقیقات حاضر می‌تواند راهگشای برنامه‌های آتی باشد ولی آنچه مسلم است مهمترین فاکتور در بروز چنین تغییراتی در دو تیمار مورد بررسی اختلاف رطوبت برگ دو وارپته توت بود. زیرا گزارش‌های متعددی بدان موضوع اشاره دارند که کاهش رطوبت جیره غذایی می‌تواند سبب کاهش عملکرد زیستی حشرات مختلف شود (هاف و مارتین، ۱۹۸۹ و پاول و همکاران، ۱۹۹۲). چراکه در لاروهایی که بر روی جیره غذایی حاوی رطوبت کم پرورش یابند به منظور

### منابع

۱. اعتباری، ک. ۱۳۸۱. تأثیر غنی سازی برگ توت با برخی از ویتامین‌ها و ترکیبات نیتروژن دار بر خصوصیات اقتصادی و فیزیولوژیک کرم ابریشم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۱۸ صفحه.
2. Bucolo, G., and Davi, H. 1973. Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzyme. *Clin. Chem.*, 19(5): 476-482.
3. Chapman, R.F. 1998. *The Insect Structure and Function*, 4<sup>th</sup> edition, Cambridge University Press, Cambridge, p. 770.
4. Das, B.K., Sarker, J., Das, C., Das, N.K., and Sen, S.K. 1995. Seasonal effects on the relative performance of five bivoltine breeds of silkworm *Bombyx mori*. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 15(2):91-96.
5. Dungern, P., and Briegel, H. 2001. Protein catabolism in mosquitoes: ureotely and uricotely in larval and imaginal *Aedes aegypti*. *J. Insect Physiol.*, 47: 131-141.
6. Faulkner, W.R., and King, J.W. 1976. In "Fundamentals of Clinical Chemistry". Titez, N.W., (ed) W.B. Saunders Co., Philadelphia, p. 993.
7. Fonseca, T.C. Almedia, J.E., and Fonseca, A.S. 1990. Effect of mulberry selection on silkworm feeding. *Sericologia*, 30(4): 475-477.
8. Giridhar, K., and Reddy, N.S. 1991. Effective rate of rearing in bivoltine silkworm, *Bombyx mori* breeds on different mulberry, *Morus* sp. varieties. *Indian J. Seric.*, 30(1):88-90.
9. Hirayama, C., Konno, K., and Shinbo, H. 1997. The pathway of ammonia assimilation in the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Insect Physiol.*, 43(10):959-964.
10. Hirayama, C., Sugimura, M., and Shinbo, H. 1999. Recycling of urea associated with the host plant ureas in the silkworm larvae, *Bombyx mori*. *J. Insect Physiol.*, 45: 15-20





11. Hirayama, C., Sugimura, M., Saito, H., and Nakamura, M. 2000. Host plant urease in the haemolymph of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Insect Physiol.*, 46: 1415-1421
12. Hof, H.M., and Martin, M. 1989. The effect of diet water content on energy expenditure by third instar *Manduca sexta* larvae (Lepidoptera: Sphingidae), *J. Insect Physiol.*, 35(5): 433-436.
13. Inokuchi, T. 1992. Role of mulberry urease on nitrogen metabolism in the silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae), *Indian J. Seric.*, 31(2): 87-92.
14. Ito, T. 1978. Silkworm Nutrition, In "*The Silkworm an Important Laboratory Tools*", Tazima, Y., (ed), Kodansha Ltd., Tokyo, pp. 121-157.
15. Jungreis, A.M., Jatlow, P., and Wyatt, G.R. 1973. Inorganic ion composition of haemolymph of the cecropia silkmoth: changes with diet and ontogeny. *J. Insect Physiol.*, 19: 225-233.
16. Kobayashi, M., Mukaiyama, F., and Hamano, K. 1980. Studies on the nitrogenous compounds in urine of mature silkworm larvae, *Bombyx mori*, *Appl. Ent. Zool.*, 15(1):60-65.
17. Krishnasawami, S., Noamani, K.R., and Asan, M. 1970. Studies on the quality of mulberry leaves and silkworm cocoon crop production, part I, Quality difference due to varieties. *Indian J. of Seric.*, 9(1):87-93.
18. Li, R., and Sang, Q. 1984. The relationship between quality of mulberry leaves and some economic characters during the later larval stage. *Science of Sericulture Canye Kexue*. 10(4):197-201. (In Chienes with English summary).
19. Lim, S.H., Kim, Y.T., Lee, S.P., Rhee, I.J., Lim, J.S., and Lim, B.H. 1990. Sericulture training manual, FAO, Agricultural Services Bulletin, Rome, p. 103.
20. Parpiev, B.A. 1968. Water metabolism in silkworms fed with a different strain changing diet. *Shelk*, 39:15-17
21. Paul, D.C., Rao, G.S., and Deb, D.C. 1992. Impact of dietary moisture on nutritional indices and growth of *Bombyx mori* and concomitant larval duration. *J. Insect Physiol.*, 38(3): 229-235.
22. Richmond, W. 1973. Preparation and properties of cholesterol oxidase from *Nocardia* sp. and its application to enzymatic assay of total cholesterol in serum. *Clin. Chem.* 19(12): 1350-1356.
23. Richterich, R. 1971. Clinical Chemistry, Theory and practice, London/New York, Academic press.
24. Ritter, K.S., and Johnson, J.A. 1991. Effects of host sterols on the development and sterol composition of *Microplitis demolitor* (Hymenoptera: Braconidae) in *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae), *Ann. Entomol. Soc. Am.* 84(1): 79-86.
25. Satake, S., Kawabe, Y., and Mizoguchi, A. 2000. Carbohydrate metabolism during starvation in the silkworm *Bombyx mori* L., *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, 44:90-98.
26. Siegert, K.J. 1987. Carbohydrate metabolism in *Manduca sexta* During late larval development, *J. Insect Physiol.*, 33(6): 421-427.
27. Sharma, D.K., and Devi, D. 1997. Seasonal variation of the foliar constituents of the primary food plants of the muga silkworm (*Antheraea assama* WW.). *Sericologia*, 37(2):251-258.
28. Sumida, M., Haga, K., Tanaka, Y., Shimabukuro, J., Ichida, M., and Matsubara, F. 1993. Developmental changes in urea in the haemolymph (determined by a urease-indophenol method) in hybrid strains of the silkworm, *Bombyx mori* and the effect of starvation in the fifth instar larvae, fed an artificial diet, on urea level in subsequent development. *Comp. Biochem. Physiol.* 105A(3): 563-570.
29. Trivedi, R.C., Rebar, L., Berta, E., and Stong, L. 1978. New enzymatic method for serum uric acid at 500nm. *Clin. Chem.*, 24(11):1908-1911.
30. Verma, S.K., and Kushwaha, K.S. 1970. Comparative growth of the silkworm, *Bombyx mori* race Bulupolu reared on different mulberry varieties. *Indian J. Agric. Sci.*, 40(12):1097-1107.



---

## **The nutritional effects of two mulberry varieties on economical, biological and biochemical characters of Silkworm *Bombyx mori* L. in Isfahan climate**

**K. Etebari<sup>1</sup>, R. Ebadi<sup>2</sup> and M. Fazilati<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Researcher of Dept. of Sericulture, Univ. of Guilan, Rasht, <sup>2</sup> Professor of Plant Protection and Assistant Professor of Food Science Department of Agriculture Faculty of Isfahan Univ. of Tech.

---

### **Abstract**

In order to investigate the nutritional effects of mulberry varieties (*Morus* sp) on economical, biological and biochemical characters of silkworm *Bombyx mori*, hybrid 103×104 larvae were reared on two varieties of mulberry, i.e. Isfahan local variety and Kokoso. Data showed that larval performance i.e. larval weight, the percentage of daily increase of weight and larval duration were considerably improved by kokoso variety. Also cocoon parameters like cocoon weight, pupal weight and cocoon shell weight were increased in this group in comparison with larvae which fed on local mulberry leaves. The amounts of glucose and urea in hemolymph of 5<sup>th</sup> instar larva feeding on kokoso variety were much more than the other group. The increase of urea in larval hemolymph indicates that catabolic reactions of proteins and amino acids were activated and increased in this group. Also these amount of urea was reabsorbed by silk gland for silk protein synthesis and it causes increase in cocoon production of this group. But the amounts of triacylglyceroles, cholesterol and minerals like calcium, phosphorus and ferrous in the larva which were fed by local mulberry leaves were more than others. This data indicates that metabolic activity in this group is lower and causes accumulation of these compounds in hemolymph.

**Keywords:** Silkworm; *Bombyx mori*; Nutrition; Mulberry variety; Economical; biological and biochemical characters

