



جدول زندگی دوجنسی سن-مرحله رشدی شب پره پشت الماسی *Plutella xylostella* روی چهار هیبرید کلم بروکلی

سینا نعمتی پور^۱

<https://orcid.org/0000-0002-7208-9943>

آزاده کریمی ملاطی^{۲*}

<https://orcid.org/0000-0002-0290-3946>

۱ و ۲- گروه گیاه پزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

جمالعلی الفتی^۳

<https://orcid.org/0000-0002-5485-8884>

۳- گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

چکیده: شب پره پشت الماسی یا بید کلم، (*Plutella xylostella* (L.)) به عنوان جدی ترین آفت گیاهان تیره چلیپاییان در سرتاسر جهان شناخته شده است. در پژوهش حاضر، پارامترهای جدول زندگی *P. xylostella* در شرایط آزمایشگاهی روی چهار هیبرید کلم بروکلی شامل سنتائورو (Centauro)، سامر کینگ (Summer king)، ساکورا (Sakura) و BR3 بررسی شد. داده های جمعیت نگاری بر اساس نظریه جدول زندگی سن-مرحله رشدی دوجنسی تجزیه و تحلیل شدند. برای انجام آزمایش، از ۶۰-۸۰ تخم هم سن (کمتر از ۲۴ ساعت) روی هیبریدهای مختلف استفاده شد. بر اساس نتایج حاضر، کل دوره لاروی تفاوت معنی داری روی هیبریدهای مختلف داشت. همچنین، کل دوره پیش از بلوغ (تخم تا ظهور حشرات بالغ) اختلاف معنی داری نشان داد و از ۱۵/۱۲۰ روز روی BR3 تا ۱۶/۰۸۶ روز روی سامر کینگ نوسان داشت. اگرچه طول دوره پیش از تخم گذاری (APOP) تحت تاثیر گیاه میزبان قرار نگرفت، اما در طول کل دوره پیش از تخم گذاری (TPOP) اختلاف معنی دار مشاهده شد. کمترین و بیشترین میزان باروری روی سنتائورو و BR3 به ترتیب با ۶۳/۳۳ و ۲۵۷/۶۱ تخم به دست آمد. نرخ خالص تولیدمثل (R_0) به صورت معنی داری از ۲۶/۱۲۵ تا ۹۹/۸۲۵ نتاج روی هیبریدهای مختلف نوسان داشت. کمترین و بیشترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) به میزان ۰/۱۸۲ و ۰/۲۴۹ بر روز به ترتیب روی هیبرید سنتائورو و BR3 به دست آمد. بر اساس نتایج، شب پره پشت الماسی روی هیبرید سنتائورو پتانسیل افزایش جمعیت پایین تری در مقایسه با سایر هیبریدهای کلم بروکلی داشت. یافته های حاضر می تواند در ارزیابی پتانسیل تولید مثلی و افزایش جمعیت آفت روی هیبریدهای مختلف کلم بروکلی به منظور ایجاد برنامه مدیریتی پایدار سودمند باشد.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۳/۲۸

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۶/۱۸

واژه های کلیدی: باروری، ترجیح میزبانی، جمعیت نگاری، شب پره پشت الماسی، نرخ زنده مانگی

Citation: Nematipour, S., Karimi-Malati, A. & Olfati, J. (2025). Age-stage two-sex life table of diamondback moth *Plutella xylostella* on four broccoli hybrids. *Plant Pest Research*, 15(2), 59-72. **Doi:** <https://doi.org/10.22124/iprj.2025.30982.1643>



*Corresponding author: a_karimi@guilan.ac.ir

مقدمه

کلم بروکلی (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) مورد حمله حدود ۱۶ گونه آفت قرار می گیرد که در بین آن ها شب پره پشت الماسی، (*Plutella xylostella* (L.)) از اهمیت بالایی برخوردار است (Sarfraz et al., 2006; Ali & Rizvi, 2007; Rinki et al., 2023). این آفت در سال ۱۳۱۷ توسط افشار برای اولین بار از سواحل دریای کاسپین، اطراف تهران و فارس گزارش شده است (Marzban & Baniamერი, 2004). خسارت لاروهای آفت با تغذیه از برگ، رگبرگ، دمبرگ، ساقه و جوانه گونه های مختلف گیاهان میزبان از جمله انواع کلم صورت می گیرد (Harding, 1976; Kumar et al., 2018). میزان تغذیه و خسارت آفت روی گونه های گیاهی مختلف خانواده چلیپاییان متفاوت است (Renwick, 2002). برخی از این گیاهان به واسطه ترکیبات قطبی فعال موجود در عصاره اتانولی، اثرات کشندگی^۱ روی آفت دارند. همچنین زبری بافت برگ، نوع و تراکم کرک های روی برگ منجر به مقاومت ضد میزبانی^۲ علیه این آفت می شود (Eigenbrode & Trumble, 1994; Eigenbrode et al., 1995). پارامترهای جدول زندگی در مقایسه تاثیر گونه های گیاهی و یا ارقام مختلف یک گونه گیاهان میزبان کاربرد فراوانی دارند (Soufbaf et al., 2010; Fathi et al., 2011; Ramzan et al., 2021; Saran & Genc, 2021a; Sharma et al., 2024). پژوهش های مختلفی نشان داده اند که دوره رشدی این آفت تحت تاثیر گیاهان میزبان قرار گرفته و از حدود ۱۳ تا ۲۶ روز متغیر است (Golizadeh et al., 2009a; Marchioro & Foerster, 2014; Saran & Genc, 2021b). بر اساس پژوهش های مختلف میزان باروری شب پره پشت الماسی تحت تاثیر ویژگی های شکل شناسی مانند وجود یا عدم وجود موم یا تریکوم روی برگ و نیز شاخص های بیوشیمیایی گیاه میزبان مانند عناصر غذایی اصلی یا متابولیت های ثانویه قرار گرفته است؛ به طوری که میزان باروری در پژوهش های مختلف بین ۱۵۰ تا ۴۰۰ تخم به ازای هر حشره ماده نوسان داشته است (Reddy et al., 2004; Handley et al., 2005; Sarfraz et al., 2009; Marchioro & Foerster, 2014; Jaleel et al., 2017). در مقایسه تاثیر گونه های مختلف و یا واریته های مختلف یک گونه میزبان گیاهی، گیاهی که منجر به کاهش طول دوره رشدی، افزایش زنده ماندن و نیز افزایش باروری یک حشره شود، به عنوان میزبان گیاهی مناسب تر برای حشره شناخته می شود (Chi & Yang, 2003; Marchioro & Foerster, 2014; Jaleel et al., 2017; Sharma et al., 2024). رشدی، نرخ زنده ماندن و نیز نرخ باروری در پارامتر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) خلاصه می شود. بدین ترتیب نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) به عنوان مهم ترین پارامتر، امکان مقایسه میزبان های گیاهی مختلف را فراهم می سازد (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988; Carey, 2001; Saeed et al., 2010; Saran & Genc, 2021a). پژوهشگران مختلف نرخ ذاتی افزایش جمعیت شب پره پشت الماسی روی گونه های مختلف گیاهی متعلق به خانواده چلیپاییان را بین ۰/۱۴ تا ۰/۲۵ بر روز گزارش کرده اند (Marchioro & Foerster, 2014; Mohammadi-Tabar et al., 2015; Saran & Genc, 2021a). با توجه به خسارت بالای شب پره پشت الماسی به محصول ارزشمند کلم بروکلی، به نظر می رسد استفاده از هیبریدهایی که منجر به افزایش طول دوره نابالغ، کاهش زنده ماندن، کاهش باروری و در نهایت، کاهش نرخ ذاتی افزایش جمعیت *P. xylostella* شوند، راهکاری مناسب برای برنامه مدیریت تلفیقی این آفت باشد. بدین ترتیب در پژوهش حاضر تاثیر چهار هیبرید تجاری کلم بروکلی به دلیل ویژگی های بازارپسندی مانند فشردگی سر بروکلی و نیز رنگ سبز مناسب، شامل سنتائورو^۳، سامر کینگ^۴، ساکورا^۵ و BR3 روی پارامترهای جدول زندگی آفت مورد بررسی قرار گرفت.

^۱. Antibiosis

^۲. Antixenosis

^۳. Centauro

^۴. Summer king

^۵. Sakura

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه میزبان

برای کاشت کلم بروکلی، بذر هیبریدهای کلم بروکلی شامل سنتائورو (Centauro)، سامرکینگ (Summer king)، ساکورا (Sakura) و BR3 از گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان تهیه شد. هیبرید سنتائورو زودرس، مقاوم به گرما، فاقد شاخه جانبی و دارای سر نیمه تخت به نسبت بزرگ است. در حالی که هیبرید ساکورا متوسط‌رس با ارتفاع بلند، مقاوم به سرما، دارای شاخه جانبی فراوان و سر گنبدی شکل کوچک می‌باشد (Takii seed company, Japan). هیبرید سامرکینگ به عنوان هیبرید زودرس، مقاوم به گرما، دارای شاخه جانبی و نیز سر گنبدی شکل شناخته شده است (Asia seed company Ltd., South Korea). هیبرید BR3 فوق زودرس بوده و مقاومت بسیار بالایی به گرما دارد. همچنین دارای شاخه‌های جانبی فراوان با سری به اندازه متوسط و گنبدی شکل بسیار فشرده و یکنواخت است. شایان ذکر است این هیبرید علاوه بر زودرس بودن و عملکرد بالا، دارای ژن مقاومت به بیماری سوختگی سیاه ناشی از باکتری *Xanthomonas campestris* (Pammel) است (Green Seeds, Inc, American hybrid seeds, USA). بذرها در گلدان‌هایی (قطر ۷ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر) که حاوی بستر کشت استریل شده از کوکوپیت، پرلیت و ورمی کمپوست (۱:۱:۱) بودند، کشت شدند. گلدان‌ها در محیط گلخانه با محدوده دمای ۱۸-۲۲ درجه سلسیوس و نیز رطوبت نسبی 5 ± 70 درصد قرار گرفتند. پس از گذشت ۲۰ روز نشاهای سه برگی کلم بروکلی به گلدان‌های بزرگ‌تر (قطر ۲۰ و ارتفاع ۳۰) منتقل شدند.

پرورش شب‌پره پشت‌الماسی

به منظور تشکیل کلنی آفت، تخم شب‌پره پشت‌الماسی از مزارع کلزای شهر ساری جمع‌آوری و به آزمایشگاه با دمای 1 ± 25 درجه سلسیوس، دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی منتقل شدند. پس از تفریح تخم، لاروها در دسته‌های ۱۰ عددی به ظروف پلاستیکی شفاف ($7 \times 20 \times 10$ سانتی‌متر) منتقل شدند. روی درب ظروف شکافی (5×5 سانتی‌متر) ایجاد شد و با توری ارگانزا پوشانده شد تا تهویه مناسب صورت گیرد. لاروها با برگ تازه هیبریدهای مختلف کلم بروکلی (۳ تا ۴ هفته‌ای) به صورت روزانه تغذیه شدند. همچنین ظروف پرورش به صورت روزانه تمیز شدند. تغذیه لاروها و تامین روزانه برگ تا مرحله شفیرگی ادامه یافت. پس از ظهور حشرات بالغ نسل دوم که روی هر هیبرید به صورت جداگانه پرورش یافته بودند، ۵-۱۰ جفت حشرات بالغ نر و ماده به ظروف تخم‌گذاری ($40 \times 20 \times 20$ سانتی‌متر) که دهانه آن‌ها با توری پوشانده شده بود، منتقل شدند. داخل ظروف پنبه آغشته به آب عسل ۱۰ درصد برای تغذیه حشرات بالغ قرار داده شد. همچنین یک برگ تازه کلم بروکلی (چهار هیبرید متفاوت) به منظور تخم‌گذاری فراهم شد. به منظور جلوگیری از پژمردگی برگ، دمبرگ داخل میکروتیوب حاوی آب قرار گرفت. بدین ترتیب تخم‌های گذاشته شده روی هر هیبرید طی یک روز (هم‌سن با طول عمر کمتر از ۲۴ ساعت) برای شروع آزمایش استفاده شدند.

آزمایش جدول زندگی

تعداد ۶۰-۸۰ عدد تخم هم‌سن حاصل از نسل دوم شب‌پره پشت‌الماسی، روی برگ هر یک از هیبریدهای کلم بروکلی در ظروف پلاستیکی ($7 \times 20 \times 10$ سانتی‌متر) که درب آن‌ها با توری پوشیده شده بود، پرورش یافتند. بدین ترتیب که پس از تفریح تخم، برگ تازه هیبریدهای مورد نظر در اختیار لاروهای سن اول قرار گرفت. لاروهای سن اول به صورت گروهی پرورش یافتند تا آسیب ناشی از انتقال توسط قلم‌مو به آن‌ها وارد نشود. پس از مشاهده پوسته‌های سر لاروهای سن اول (به دلیل کوچک بودن لارو سن اول، پوسته سر موجود در ظرف توسط بینوکولار قابل مشاهده بود) که نشان‌دهنده ورود لاروها به سن دوم بود، لاروهای سن دوم به صورت انفرادی به ظروف پرورش جداگانه (10×8 سانتی‌متر) منتقل شدند. یک برگ تازه از هیبریدهای مختلف کلم بروکلی به صورت روزانه در اختیار لاروها قرار گرفت. ظروف پرورش به صورت روزانه (هر ۲۴ ساعت یک‌بار) مورد بررسی قرار گرفتند و بدین ترتیب مرگ و میر و نیز پوست‌اندازی لاروها ثبت شد. سپس با تشکیل شفیره، طول مراحل مختلف رشدی شامل دوره جنینی، دوره رشدی هریک از سنین لاروی، کل دوره نابالغ و نیز درصد زنده‌مانی نیز محاسبه شد. پس از ظهور حشرات بالغ شب‌پره

پشت الماسی، افراد نر و ماده به صورت جفت به ظروف تخم گذاری ($20 \times 6 \times 6$ سانتی متر) که درب آن با توری پوشانده شده بود، منتقل شدند. داخل ظروف تخم گذاری، پنبه آغشته به آب عسل ۱۰ درصد برای تغذیه حشرات بالغ و برگ تازه هیبرهای مختلف کلم بروکلی برای تخم گذاری قرار گرفت. برگ ها به صورت روزانه تعویض شدند و بدین ترتیب تخم های گذاشته شده به صورت روزانه زیر بینوکلار شمارش شدند. آزمایش تا زمان مرگ آخرین حشره بالغ شب پره پشت الماسی ادامه یافت.

تجزیه و تحلیل داده ها

داده های به دست آمده از مراحل مختلف زیستی و باروری *P. xylostella* روی چهار هیبرید کلم بروکلی، براساس نظریه جدول زندگی سن-مرحله رشدی دوجنسی (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988) و توسط نرم افزار TWOSEX MS-Chart (Chi, 2023) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. زنده ماننی ویژه سنی (l_x)، باروری ویژه سنی (m_x)، زنده ماننی ویژه سن-مرحله رشدی (S_{xj}) و تولیدمثل ویژه سن-مرحله رشدی (v_{xj}) محاسبه شدند. پارامترهای جدول زندگی شامل نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، متوسط طول مدت هر نسل (T) و نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) محاسبه شد. به منظور تکرار دار کردن از روش بوت استرپ^۱ با ۱۰۰,۰۰۰ تکرار استفاده شد. اختلاف میانگین روی هیبریدهای کلم بروکلی با استفاده از آزمون بوت استرپ جفت شده^۲ در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از حدود اطمینان بررسی شد (Efron & Tibshirani, 1993; Chi, 2023). برای رسم نمودارها از نرم افزار Sigmaplot نسخه 15.0.0.13 استفاده شد (Sigmaplot, 2022).

نتایج

طول دوره رشدی مراحل نابالغ شب پره پشت الماسی روی چهار هیبرید کلم بروکلی

نتایج تاثیر تغذیه از چهار هیبرید کلم بروکلی بر طول دوره رشدی مراحل نابالغ *P. xylostella* به تفکیک جنسیت به صورت میانگین نر و ماده در جدول ۱ آمده است. طول دوره لاروی *P. xylostella* با تغذیه از چهار هیبرید کلم بروکلی دارای تفاوت معنی دار بود ($p < 0.05$)؛ به طوری که دوره لاروی از ۸/۳۶۴ تا ۹/۳۴۷ روز روی هیبریدهای مختلف کلم بروکلی متغیر بود. کل دوره رشدی پیش از بلوغ (از تخم تا ظهور حشرات بالغ) *P. xylostella* روی هیبریدهای مختلف کلم بروکلی تفاوت معنی دار داشت ($p < 0.05$)؛ دوره پیش از بلوغ این آفت از ۱۵/۱۲۰ روز روی هیبرید BR3 تا ۱۶/۰۸۶ روز روی هیبرید سامرکینگ نوسان داشت.

طول عمر، طول دوره های تخم گذاری و میزان باروری شب پره پشت الماسی روی چهار هیبرید کلم بروکلی

طول عمر، طول دوره های تخم گذاری و میزان باروری شب پره پشت الماسی روی چهار هیبرید کلم بروکلی در جدول ۲ قابل مشاهده است. تغذیه مراحل نابالغ شب پره پشت الماسی از هیبریدهای مختلف کلم بروکلی حتی روی طول عمر حشرات بالغ آفت نیز تاثیر معنی دار داشت. به طوری که میانگین طول عمر حشرات بالغ (میانگین نر و ماده) ظاهر شده روی هیبرید BR3 (۱۵/۳۷۷ روز) حدود دو برابر بیشتر از هیبرید سنتائورو (۷/۸۷۰ روز) بود ($p < 0.05$). همچنین، کمترین و بیشترین طول دوره زندگی^۳ به ترتیب روی هیبریدهای سنتائورو و BR3 به دست آمد. طول عمر حشرات بالغ نر تفاوت معنی دار با طول عمر حشرات ماده شب پره پشت الماسی روی هر هیبرید کلم بروکلی به طور جداگانه نداشت ($p > 0.05$). روند مشابهی در کل دوره زندگی حشرات نر در مقایسه با کل دوره زندگی حشرات ماده آفت روی هر هیبرید کلم بروکلی مشاهده شد ($p > 0.05$). هیبریدهای مختلف کلم بروکلی تاثیر معنی داری بر طول دوره پیش از تخم گذاری حشرات بالغ ماده (APOP) نداشتند ($p > 0.05$). به طوری که حشرات ماده شب پره پشت الماسی حدود یک روز پس از ظهور و جفتگیری، روی همه هیبریدهای کلم بروکلی شروع به تخم گذاری کردند. اما کل دوره پیش از تخم گذاری افراد بالغ ماده (TPOP) که از ابتدای مرحله تخم تا شروع تخم گذاری است، به صورت معنی داری تحت تاثیر هیبریدهای مختلف کلم بروکلی قرار گرفت و از ۱۵/۹۰۳ روز روی هیبرید BR3 تا ۱۷/۴۰۰ روز روی هیبرید سامرکینگ نوسان

^۱. Bootstrap

^۲. Paired bootstrap test

^۳. Life span

داشت. همان گونه که کوتاه ترین طول عمر حشرات بالغ و کوتاه ترین طول کل دوره زندگی شب پره پشت الماسی روی هیبرید سنتائورو مشاهده شد، به طور مشابهی کمترین دوره تخم گذاری آفت نیز با اختلاف معنی داری روی این هیبرید به دست آمد. در میزان باروری حشرات ماده شب پره پشت الماسی روی هیبریدهای مختلف کلم بروکلی نیز تفاوت معنی دار وجود داشت ($p < 0.05$). به طوری که میزان باروری روی هیبرید BR3 به میزان $257/613$ تخم تقریباً چهار برابر میزان باروری روی سنتائورو ($63/333$ تخم) بود (جدول ۲).

منحنی زندهمانی ویژه سن-مرحله رشدی شب پره پشت الماسی روی چهار هیبرید کلم بروکلی

در منحنی زندهمانی سن-مرحله رشدی (S_{xij})، نرخ زندهمانی روزانه به صورت جداگانه برای مراحل مختلف رشدی (j) نشان داده شده است (شکل ۱). در بین تمام مراحل پیش از بلوغ، کمترین نرخ زندهمانی به لاروهای سن دوم این آفت روی همه هیبریدهای کلم بروکلی اختصاص داشت؛ به طوری که حتی شیب کاهشی نرخ زندهمانی لاروهای سن دوم روی هیبریدهای ساکورا و سامرکینگ شدیدتر بود. همچنین حشرات بالغ نر و ماده روی هیبرید سنتائورو به ترتیب تا سن ۲۵ و ۲۶ روزگی زنده ماندند. در حالی که آخرین حشرات بالغ نر و ماده روی هیبرید BR3 حدود یک هفته بیشتر زنده ماندند و به ترتیب به سن ۳۳ و ۳۲ روزگی رسیدند.

جدول ۱- طول دوره رشدی (میانگین $\pm$ خطای معیار) مراحل پیش از بلوغ *Plutella xylostella* روی چهار هیبرید کلم بروکلی

Table 1. Developmental time (mean $\pm$ SE) of immature stages of *Plutella xylostella* on four broccoli hybrids

Developmental time		BR3	Sakura	Summer king	Centauro
Egg (day)	Male	2.000 ± 0.000^a	2.000 ± 0.000^a	2.000 ± 0.000^a	2.000 ± 0.000^a
	Female	2.000 ± 0.000^a	2.000 ± 0.000^a	2.000 ± 0.000^a	2.000 ± 0.000^a
	Male + Female	2.000 ± 0.000^a	2.000 ± 0.000^a	2.000 ± 0.000^a	2.000 ± 0.000^a
First instar (day)	Male	3.114 ± 0.122^b	3.316 ± 0.314^{ab}	3.536 ± 0.166^a	2.318 ± 0.120^c
	Female	2.871 ± 0.089^b	3.167 ± 0.261^{ab}	3.367 ± 0.194^a	2.182 ± 0.109^c
	Male + Female	3.013 ± 0.081^b	3.219 ± 0.191^{ab}	3.361 ± 0.113^a	2.266 ± 0.081^c
Second instar (day)	Male	1.500 ± 0.082^a	1.789 ± 0.223^a	1.464 ± 0.013^a	1.454 ± 0.099^a
	Female	1.710 ± 0.094^a	1.800 ± 0.146^a	1.633 ± 0.089^a	1.576 ± 0.097^a
	Male + Female	1.587 ± 0.063^a	1.849 ± 0.124^a	1.603 ± 0.066^a	1.582 ± 0.075^a
Third instar (day)	Male	1.818 ± 0.093^a	1.579 ± 0.158^a	1.964 ± 0.130^a	1.886 ± 0.066^a
	Female	1.677 ± 0.085^b	1.733 ± 0.125^b	1.700 ± 0.075^b	2.000 ± 0.085^a
	Male + Female	1.760 ± 0.065^b	1.660 ± 0.088^b	1.825 ± 0.076^{ab}	1.924 ± 0.050^a
Fourth instar (day)	Male	2.068 ± 0.059^b	2.632 ± 0.136^a	2.357 ± 0.138^{ab}	2.477 ± 0.094^a
	Female	2.161 ± 0.093^b	2.733 ± 0.121^a	2.701 ± 0.085^b	2.788 ± 0.104^a
	Male + Female	2.107 ± 0.052^b	2.694 ± 0.092^a	2.322 ± 0.100^b	2.610 ± 0.072^a
Larva (day)	Male + Female	8.453 ± 0.071^b	9.347 ± 0.167^a	9.166 ± 0.165^a	8.364 ± 0.102^b
Pupa (day)	Male	4.795 ± 0.076^b	5.000 ± 0.170^{ab}	5.143 ± 0.151^a	5.159 ± 0.101^a
	Female	4.452 ± 0.090^a	4.400 ± 0.113^a	4.701 ± 0.143^a	4.606 ± 0.086^a
	Male + Female	4.653 ± 0.061^b	4.633 ± 0.103^b	4.914 ± 0.107^a	4.922 ± 0.075^a
Immature stage (day)	Male + Female	15.120 ± 0.096^b	16.001 ± 0.171^a	16.086 ± 0.148^a	15.286 ± 0.109^b
Number (individual)	Male	44	19	28	44
	Female	31	31	31	33
	Male + Female	75	50	59	77
Survival (%)	Male + Female	93.750 ± 2.699^a	61.250 ± 5.460^c	72.500 ± 5.008^b	96.250 ± 2.132^a

Standard errors were estimated by using 100,000 bootstraps. Means within rows followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$).

جدول ۲- طول عمر، طول دوره تخم گذاری و باروری (میانگین $\pm$ خطای معیار) *Plutella xylostella* روی چهار هیبرید کلم بروکلی
Table 2. Longevity, oviposition periods and fecundity (mean $\pm$ SE) of *Plutella xylostella* on four broccoli hybrids

		BR3	Sakura	Summer king	Centauro
Adult longevity (day)	Male	15.205 $\pm$ 0.109 ^a	9.789 $\pm$ 0.271 ^c	12.214 $\pm$ 0.187 ^b	7.546 $\pm$ 0.135 ^d
	Female	15.613 $\pm$ 0.143 ^a	9.167 $\pm$ 0.214 ^c	13.167 $\pm$ 0.159 ^b	8.303 $\pm$ 0.133 ^d
	Male + Female	15.377 $\pm$ 0.090 ^a	9.408 $\pm$ 0.171 ^c	12.707 $\pm$ 0.136 ^b	7.870 $\pm$ 0.105 ^d
Life span (day)	Male	30.500 $\pm$ 0.180 ^a	26.110 $\pm$ 0.300 ^c	28.680 $\pm$ 0.310 ^b	23.930 $\pm$ 0.189 ^d
	Female	30.480 $\pm$ 0.170 ^a	24.970 $\pm$ 0.291 ^c	28.900 $\pm$ 0.179 ^b	23.450 $\pm$ 0.234 ^c
	Male + Female	30.490 $\pm$ 0.131 ^a	25.410 $\pm$ 0.230 ^c	28.790 $\pm$ 0.180 ^b	23.161 $\pm$ 0.151 ^d
APOP (day)		1.032 $\pm$ 0.031 ^a	1.033 $\pm$ 0.030 ^a	1.667 $\pm$ 0.139 ^a	1.000 $\pm$ 0.000 ^a
TPOP (day)		15.903 $\pm$ 0.428 ^b	16.833 $\pm$ 0.429 ^{ab}	17.400 $\pm$ 0.096 ^a	16.152 $\pm$ 0.372 ^b
Oviposition period (day)		8.194 $\pm$ 0.309 ^a	7.600 $\pm$ 0.016 ^b	8.067 $\pm$ 0.473 ^{ab}	4.636 $\pm$ 0.143 ^c
Fecundity (egg/female)		257.613 $\pm$ 0.263 ^a	127.267 $\pm$ 3.829 ^c	146.500 $\pm$ 5.081 ^b	63.333 $\pm$ 4.176 ^d

APOP: Adult pre-oviposition period, TPOP: Total pre-oviposition period. Standard errors were estimated by using 100,000 bootstraps. Means within rows followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$).

منحنی زنده‌مانی، باروری و تولیدمثل ویژه سنی شب پره پشت الماسی روی چهار هیبرید کلم بروکلی

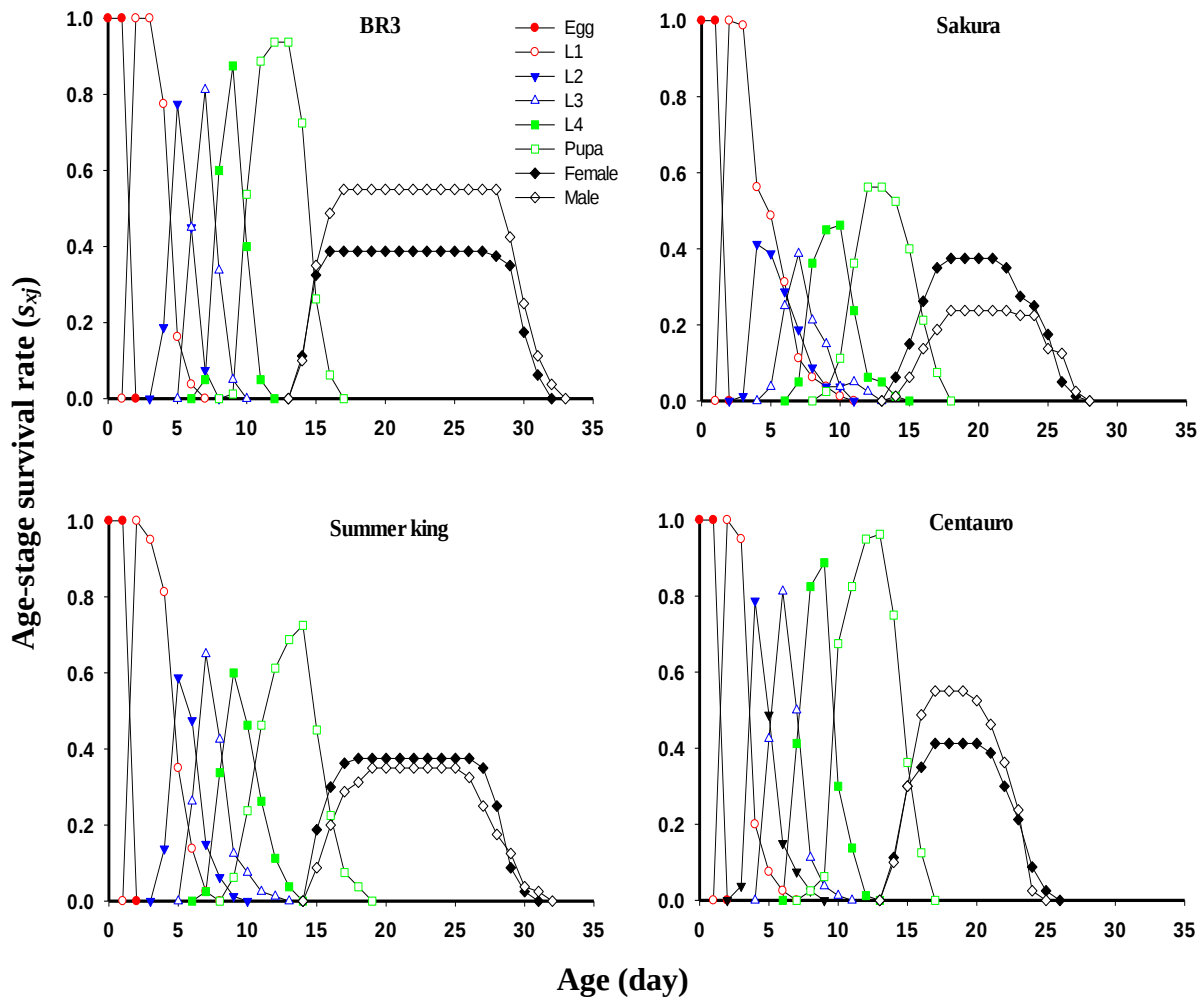
نرخ زنده‌مانی (l_x)، باروری (m_x) و نیز تولیدمثل ویژه سنی ($l_x m_x$) آفت در شکل ۲ ارائه شده است. نرخ زنده‌مانی روی هیبرید BR3 نسبت به سایر هیبریدها شیب ملایم‌تری داشت، به‌طوری‌که منحنی زنده‌مانی از سن ۲۸ روزگی (اواخر عمر) روند کاهشی شدید خود را آغاز کرد. در حالی که این روند کاهشی روی هیبریدهای ساکورا و سامرکینگ بسیار زودتر اتفاق افتاد. روی هیبرید سنتائورو روند کاهشی شدید نرخ زنده‌مانی از سن ۲۰ روزگی مشاهده شد. به طور کلی، ۹۳/۷۵، ۶۱/۲۵، ۷۲/۵۰ و ۹۶/۲۵ درصد از مراحل نابالغ موفق به تکمیل دوره رشدی به ترتیب روی هیبریدهای BR3، ساکورا، سامرکینگ و سنتائورو شدند (جدول ۱). همچنین بیشینه باروری شب پره ماده با تغذیه از هیبریدهای BR3، ساکورا، سامرکینگ و سنتائورو به ترتیب به میزان ۲۴/۲۹ تخم در سن ۱۶ روزگی، ۱۴/۴۲ تخم در سن ۱۸ روزگی، ۱۵/۳۹ تخم در سن ۱۸ روزگی و نیز ۸/۶۸ تخم در سن ۱۶ روزگی اتفاق افتاد.

منحنی ارزش تولیدمثلی سن-مرحله رشدی شب پره پشت الماسی روی چهار هیبرید کلم بروکلی

منحنی ارزش تولیدمثلی ویژه سن-مرحله رشدی شب پره پشت الماسی روی چهار هیبرید کلم بروکلی در شکل ۳ نشان داده شده است. از آنجا که حشرات بالغ نقش مستقیمی در تشکیل نسل بعد نداشتند، ارزش تولیدمثلی آن‌ها صفر بود. از سوی دیگر، حشرات ماده بیشترین نقش در تشکیل نسل بعدی شب پره پشت الماسی را داشتند. بر اساس شکل ۳، بیشترین مشارکت حشرات بالغ ماده *P. xylostella* با تغذیه از هیبریدهای BR3، ساکورا، سامرکینگ و سنتائورو به ترتیب به میزان ۱۵۵/۳۸، ۸۰/۹۱، ۸۸/۶۵ و ۵۰/۶۸ تخم در سن ۱۶، ۱۶، ۱۷ و ۱۵ روزگی صورت گرفت.

پارامترهای جدول زندگی دوجنسی شب پره پشت الماسی روی چهار هیبرید کلم بروکلی

پارامترهای جدول زندگی دوجنسی *P. xylostella* روی هیبریدهای مختلف کلم بروکلی در جدول ۳ قابل مشاهده است. بر اساس نتایج جدول ۳، بیشترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت روی هیبرید BR3، به میزان ۰/۲۴۹ بر روز مشاهده شد و تفاوت معنی‌داری بین سایر هیبریدها مشاهده نشد ($p < ۰/۰۵$). همچنین به‌طور مشابهی بالاترین نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) روی هیبرید BR3 مشاهده شد ($p < ۰/۰۵$). بین هیبریدهای مختلف کلم بروکلی مورد آزمایش، کمترین مقادیر نرخ ناخالص (GRR) و خالص (R_0) به ترتیب ۲۷/۴۰۲ و ۲۶/۱۲۵ نتاج به ازای هر حشره ماده روی هیبرید سنتائورو مشاهده شد. شایان ذکر است مقادیر نرخ ناخالص (GRR) و خالص تولیدمثل (R_0) روی هیبرید سنتائورو تقریباً یک پنجم مقادیر به‌دست آمده روی هیبرید BR3 بود. همچنین نتایج حاضر نشان داد که میانگین طول یک نسل (T) شب پره پشت الماسی روی هیبریدهای مختلف کلم بروکلی تفاوت معنی‌دار داشت و به صورت معنی‌داری از ۱۷/۹۲۵ تا ۲۰/۰۰۲ روز به ترتیب روی هیبریدهای سنتائورو و سامرکینگ نوسان داشت ($p < ۰/۰۵$).



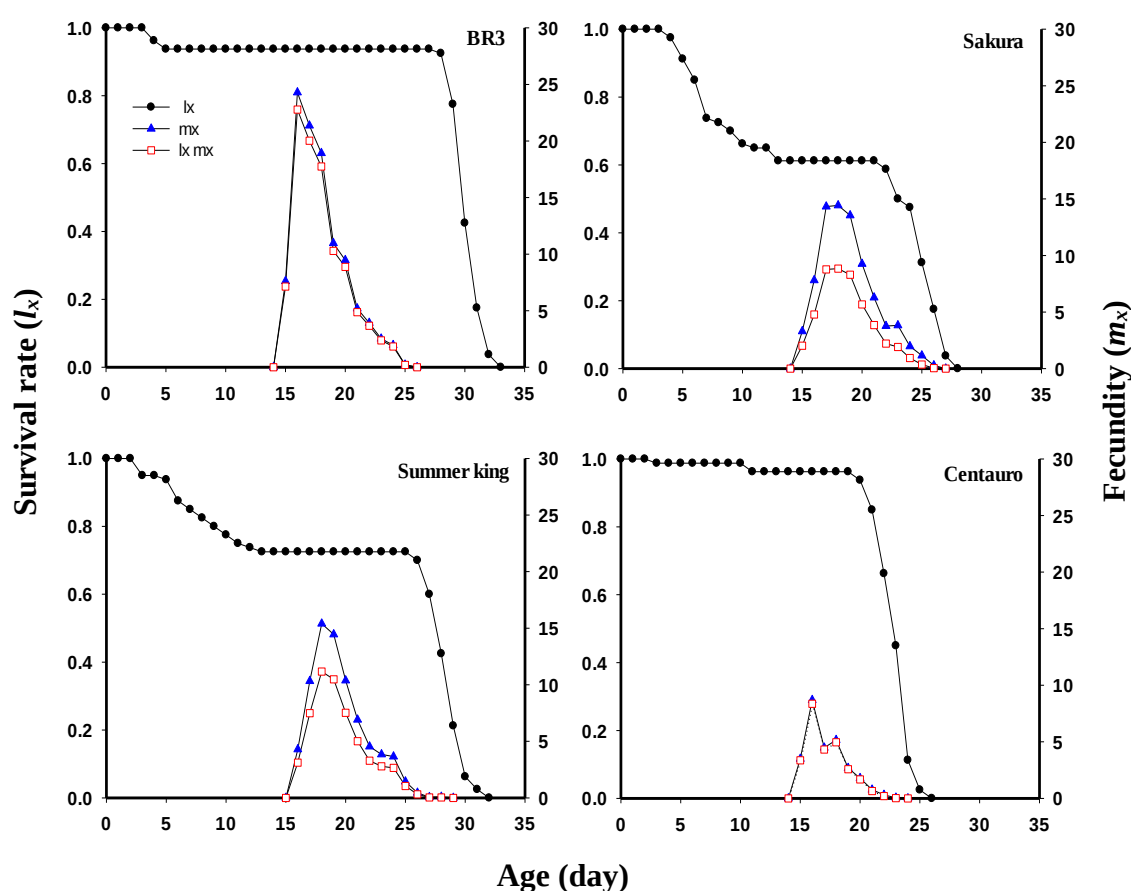
شکل ۱- زنده‌مانی ویژه سن-مرحله رشدی (s_{xj})، *Plutella xylostella* روی چهار هیبرید کلم بروکلی
Figure 1. Age-stage survival rate (s_{xj}) of *Plutella xylostella* on four broccoli hybrids

بحث

ترجیح تغذیه‌ای شب‌پره پشت‌الماسی به ویژگی‌های شکل‌شناسی مانند میزان موم برگ، محتوای عناصر غذایی و نیز متابولیت‌های ثانویه گیاه میزبان وابسته است (Hopkins *et al.*, 2009; Ahmad & Ansari, 2013). دوره لاروی این آفت بسته به گونه گیاه میزبان و حتی واریته‌های مختلف یک گونه گیاهی متفاوت است (Golizadeh *et al.*, 2009a, b; Soufbaf *et al.*, 2010). پژوهش حاضر نیز طول دوره لاروی تحت تاثیر چهار هیبرید کلم بروکلی قرار گرفت. گیاهان دارای برگ با موم کمتر نسبت به گیاهان دارای موم بیشتر خاصیت ضد‌میزبانی داشته و باعث سرگردانی بیشتر لاروها می‌شوند (Eigenbrode *et al.*, 1991; Rutledge & Eigenbrode, 2003). گاهی تفاوت در دوره لاروی را به کیفیت غذایی گیاه میزبان و نیز محرک‌های تغذیه‌ای مرتبط دانسته‌اند (Eigenbrode & Shelton, 1990; Saeed *et al.*, 2010). جعفری جاهد و همکاران (Jafary-Jahed *et al.*, 2019) تفاوت در محتوای گلوکوزینولات شش گیاه میزبان را بر طول دوره لاروی این آفت موثر دانستند. محتوای ترکیبات اصلی اولیه مانند رطوبت، قند، پروتئین و سلولز در چهار گونه میزبان گیاهی این آفت تفاوت معنی‌دار نداشتند و تفاوت در ترجیح غذایی لاروهای آفت روی این میزبان‌های گیاهی به تفاوت در متابولیت‌های ثانویه آن‌ها نسبت داده شد (Asmoro *et al.*, 2021). با توجه

به تفاوت در طول دوره لاروی آفت روی چهار هیبرید کلم بروکلی، بررسی‌های تکمیلی در مورد ویژگی‌های شکل‌شناسی و بیوشیمی هیبریدهای مذکور به ویژه در آزمایش‌های انتخابی و غیرانتخابی ضروری به نظر می‌رسد.

در پژوهش حاضر غیر از دوره لاروی، کل دوره پیش از بلوغ نیز تحت تاثیر هیبریدهای کلم بروکلی قرار گرفت. دوره رشدی کوتاه‌تر (نرخ رشد سریع‌تر) منجر به افزایش تعداد نسل و رشد سریع جمعیت خواهد شد که نشان‌دهنده مناسب بودن میزبان گیاهی برای استقرار و طغیان آفت خواهد بود (Syed & Abro, 2003). گاهی دوره پیش از بلوغ طولانی‌تری (۱۹-۲۵ روز) برای این آفت روی کلم بروکلی گزارش شد (Marchioro & Foerster, 2014; Huaripata & Sanchez, 2019). کوتاه‌تر بودن دوره رشدی پیش از بلوغ در این پژوهش (۱۵-۱۶ روز) را می‌توان به شرایط پرورش و نیز هیبرید کلم بروکلی مورد استفاده مرتبط دانست. گیاهان میزبانی که باعث مرگ و میر بالا در مراحل نابالغ حشره شوند، به عنوان میزبان نامناسب (مقاوم‌تر) هستند (Soufbaf *et al.*, 2010). در پژوهش حاضر، مرگ و میر مراحل نابالغ روی هیبرید ساکورا و سپس سامرکینگ بیشتر از هیبریدهای BR3 و سنثائورو بود. پایین بودن نرخ زنده‌مانی در کاهش نرخ افزایش جمعیت یک آفت نقش بسزایی دارد. گیاهانی که باعث افزایش میزان باروری یک حشره شده ولی مرگ و میر مراحل نابالغ آن را افزایش دهند نقش مهمی در کاهش جمعیت حشره گیاه‌خوار دارند و کاشت آن‌ها به عنوان گیاهان تله در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفت قابل توصیه است. مشخص شد که گیاه خردل هندی (به عنوان گیاه تله) باعث جذب حشرات بالغ *P. xylostella* برای تخم‌گذاری شد، ولی از آنجا که مرگ و میر بالایی را در مراحل نابالغ آفت ایجاد کرد، مانع استقرار آفت در مزارع شد (Charleston & Kfir, 2000).



شکل ۲- زنده‌مانی (l_x)، باروری (m_x) و تولیدمثل ویژه سنی ($l_x m_x$)، *Plutella xylostella* روی چهار هیبرید کلم بروکلی

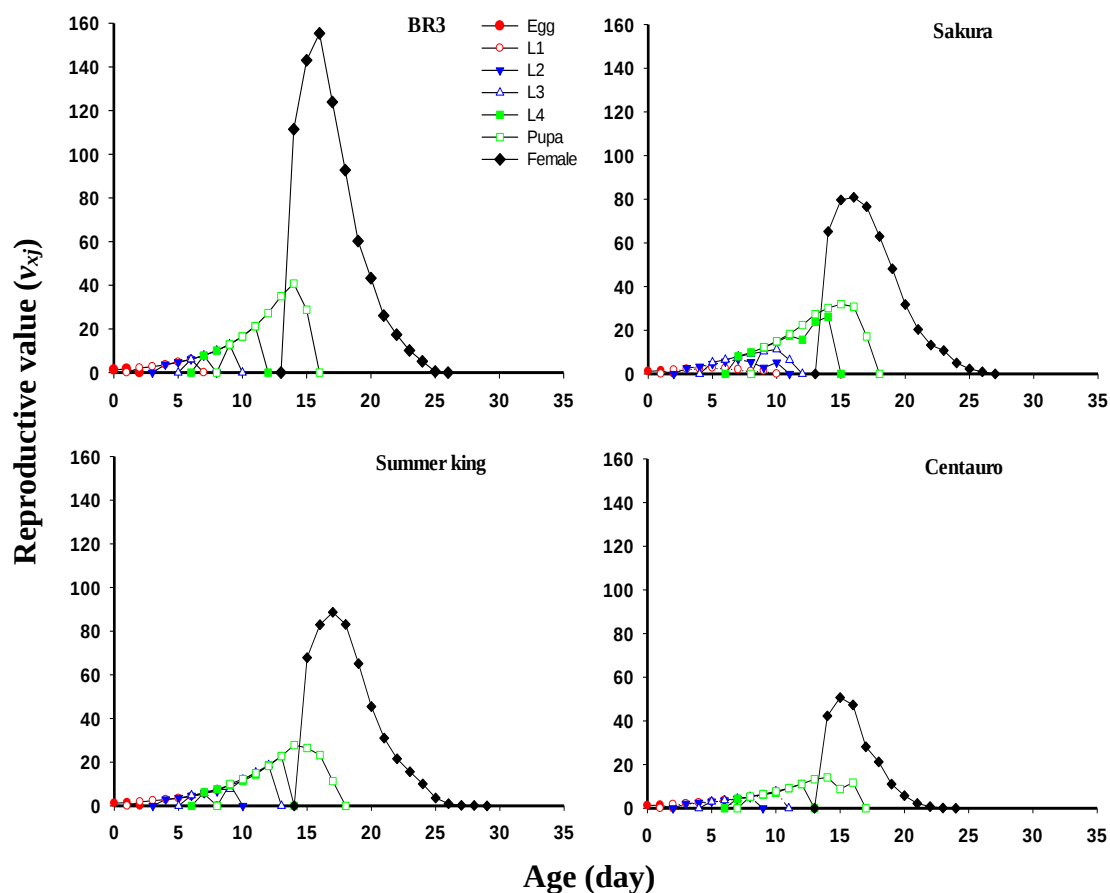
Figure 2. Age-specific survival rate (l_x), age-specific fecundity (m_x), and age-specific maternity ($l_x m_x$) of *Plutella xylostella* on four broccoli hybrids

جدول ۳- پارامترهای جدول زندگی دوجنسی (میانگین $\pm$ خطای معیار) *Plutella xylostella* روی چهار هیبرید کلم بروکلی

Table 3. Two-sex life table parameters (mean $\pm$ SE) of *Plutella xylostella* on four broccoli hybrids

Parameters*	BR3	Sakura	Summer king	Centauro
r (day ⁻¹)	0.249 $\pm$ 0.008 ^a	0.201 $\pm$ 0.008 ^b	0.200 $\pm$ 0.007 ^b	0.182 $\pm$ 0.009 ^b
λ (day ⁻¹)	1.283 $\pm$ 0.011 ^a	1.222 $\pm$ 0.009 ^b	1.222 $\pm$ 0.010 ^b	1.200 $\pm$ 0.010 ^b
T (day)	18.459 $\pm$ 0.135 ^c	19.273 $\pm$ 0.235 ^b	20.002 $\pm$ 0.193 ^a	17.925 $\pm$ 0.176 ^d
GRR (offsprings/individual)	106.480 $\pm$ 14.912 ^a	79.990 $\pm$ 9.570 ^{ab}	75.839 $\pm$ 9.976 ^b	27.402 $\pm$ 4.021 ^c
R_0 (offsprings/individual)	99.825 $\pm$ 14.264 ^a	47.725 $\pm$ 7.020 ^b	54.238 $\pm$ 8.151 ^b	26.125 $\pm$ 3.879 ^c

* r : Intrinsic rate of increase, λ : Finite rate of increase, T : Mean generation time, GRR : Gross reproductive rate, R_0 : Net reproduction rate. Standard errors were estimated by using 100,000 bootstraps. Means within rows followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$).



شکل ۳- ارزش تولیدمثلی سن-مرحله رشدی (v_{xj}) *Plutella xylostella* روی چهار هیبرید کلم بروکلی

Figure 3. Age-stage-specific reproductive values (v_{xj}) of *Plutella xylostella* on four broccoli hybrids

در پژوهش حاضر، کمترین میزان زنده‌مانی در مرحله تبدیل سن اول به دوم لاروی اتفاق افتاد، در این مرحله، لاروها در حال خروج از دالان‌های داخل بافت برگ کلم بروکلی بوده تا برای بقیه دوره لاروی، به صورت غیر معدنچی (مینوز) تغذیه کنند و این زمان، حساس‌ترین مرحله رشدی آفت روی گیاه کلم بروکلی بود. به‌طور مشابهی شکست در ایجاد ارتباط با گیاه میزبان و عدم استقرار روی آن (به‌ویژه در سن دوم لاروی) را به عنوان مهم‌ترین عامل مرگ و میر مراحل نابالغ این آفت شناخته‌اند (Soufbaf et al).

(al., 2010; Zalucki et al., 2002). تعیین حساس ترین مرحله زندگی آفت یکی از کاربردهای مهم جدول زندگی است، لذا اعمال روش های کنترل در مرحله حساس زندگی شب پره پشت الماسی در برنامه های مدیریتی، نتایج موثری به دنبال خواهد داشت. دوره پیش از تخم گذاری (APOP) و کل دوره پیش از تخم گذاری (TPOP) از عوامل بسیار موثر در رشد جمعیت محسوب می شوند. اگر میزان باروری و نرخ زنده مانده حشره روی دو میزان گیاهی یکسان باشد، ولی تخم گذاری روی یک میزان حتی یک روز دیرتر شروع شود باعث کاهش نرخ افزایش جمعیت (r) روی آن میزان گیاهی خواهد شد (Huang & Chi, 2012; Abbaszadeh et al., 2021). در پژوهش حاضر طول دوره APOP روی هیبریدهای مختلف مشابه بود؛ ولی کل طول دوره پیش از تخم گذاری (TPOP) متفاوت بود، به طوری که کوتاه ترین دوره TPOP روی هیبرید BR3 محاسبه شد. تشابه در دوره APOP همراه با کاهش دوره TPOP روی هیبرید BR3 را می توان به کوتاه بودن دوره پیش از بلوغ آفت روی این هیبرید مرتبط دانست که منجر به افزایش نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) روی هیبرید BR3 شده است.

میزان باروری حشرات بالغ روی هیبریدهای مختلف کلم بروکلی تفاوت فاحشی داشت. میزان باروری روی هیبرید BR3 حدود دو برابر بیشتر از هیبریدهای ساکورا و سامرکینگ و حتی چهار برابر بیشتر از هیبرید سنتائورو بود. باروری حشرات ماده روی کلم بروکلی از سایر گونه های چلیپاییان مورد آزمایش بیشتر بود و به ۳۹۹ تخم به ازای هر حشره ماده رسید (Marchioro & Foerster, 2014). میزان گیاهی مناسب، میزان باروری را افزایش داده، به طوری که حشرات بالغ روی میزان ترجیحی، تخم بیشتری تولید کرده اند. حشرات بالغ روی آن دسته از میزان های گیاهی تخم بیشتری تولید کردند که لاروهای نسل بعد، روی آن میزان های گیاهی دارای عملکرد تغذیه ای بهتری بودند و به عبارتی وزن شفیره های حاصل بیشتر بود (Li et al., 2000; Sarfraz et al., 2007). همبستگی مثبت بین میزان باروری و نیز ترجیح تخم گذاری حشرات بالغ ماده نسل قبل با عملکرد بالای لاروهای نسل بعد آفت، در اثر تکامل به پایداری جمعیت این حشره گیاه خوار منجر شده است (Zhang et al., 2012). پژوهش های تکمیلی در زمینه شاخص های تغذیه و نیز وزن مراحل رشدی آفت روی هیبریدهای مختلف کلم بروکلی در توجیه میزان باروری بالای *P. xylostella* روی هیبرید BR3 ضروری است.

در این بررسی نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) از ۰/۱۸۲ بر روز روی هیبرید سنتائورو تا ۰/۲۴۹ بر روز روی هیبرید BR3 نوسان داشت. جعفری جاهد و همکاران (Jafary-Jahed et al., 2019) نرخ ذاتی افزایش جمعیت این آفت روی کلم سفید، کلم قرمز و کلم قمری را کمتر از کلم بروکلی گزارش نمودند و میزان پایین گلوکوزینولات در این سه میزان گیاهی عامل افزایش دوره پیش از بلوغ، کاهش باروری و نرخ پایین افزایش جمعیت آفت نسبت به کلم بروکلی دانستند. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) روی کلم بروکلی (رقم نامشخص) ۰/۱۴ بر روز برآورد شد (Saran & Genc, 2021a) که کمتر از نرخ افزایش جمعیت روی همه هیبریدهای کلم بروکلی در آزمایش حاضر بود. اگرچه ساران و جنک (Saran & Genc, 2021a) میزان باروری این آفت روی کلم بروکلی را ۲۳۱/۷۵ تخم و بسیار بیشتر از باروری مشاهده شده روی هیبریدهای ساکورا، سامرکینگ و سنتائورو (غیر از BR3) در آزمایش حاضر بیان کردند، اما به دلیل نرخ پایین تفریخ تخم (حدود ۵۷ درصد) در پژوهش نام برده، نرخ ذاتی افزایش جمعیت کمتری (۰/۱۴ بر روز) روی کلم بروکلی برآورد شد که حتی نسبت به هیبریدهای ساکورا، سامرکینگ و سنتائورو در آزمایش حاضر کمتر بود. در این پژوهش، شب پره پشت الماسی نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) بالایی روی هیبرید BR3 نشان داد. طول دوره رشدی (تخم تا ظهور حشرات بالغ) روی هیبرید BR3 و سنتائورو حدود یک روز کوتاه تر از هیبریدهای ساکورا و سامرکینگ بود که این منجر به کاهش مقادیر TPOP روی هیبریدهای BR3 و سنتائورو شد. میزان زنده مانده این آفت روی دو هیبرید BR3 و سنتائورو شیب کاهشی ملایم تری داشت. بیشترین باروری حشرات بالغ ماده روی هیبرید BR3 مشاهده شد که بسیار بیشتر از سایر هیبریدهای مورد آزمایش بود. به نظر می رسد که طول دوره رشدی کوتاه تر، طول دوره TPOP کمتر، میزان زنده مانده بیشتر و نیز مقدار بالاتر باروری منجر به افزایش نرخ ذاتی جمعیت آفت روی هیبرید BR3 شده باشد. هیبرید تجاری BR3 با اهداف فوق زودرس بودن، عملکرد بالا و نیز داشتن ژن مقاومت به بیماری سوختگی سیاه تولید شد (Green Seeds, Inc, American hybrid seeds, USA)، در حالی که

به آفت شب پره پشته الماسی حساسیت بالایی دارد. بررسی های تکمیلی در مورد ویژگی های شکل شناسی، ساختار برگ، ویژگی های عناصر غذایی و نیز متابولیت های ثانویه، دلایل حساسیت این هیبرید و پتانسیل بالای افزایش جمعیت آفت را روشن خواهد ساخت. اگرچه دوره رشدی و دوره TPOP آفت روی هیبرید سنتائورو نیز مانند هیبرید BR3 کوتاه بود، اما کمترین میزان باروری به هیبرید سنتائورو اختصاص داشت. باروری اندک حشرات بالغ روی هیبرید سنتائورو باعث کاهش چشمگیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) روی این هیبرید شد. یافته های حاضر نشان داد شب پره پشته الماسی روی هیبرید سنتائورو در مقایسه با سایر هیبریدهای کلم بروکلی پتانسیل افزایش جمعیت پایین تری داشت که می تواند در اجرای برنامه مدیریت تلفیقی پایدار این آفت مهم، نویدبخش باشد.

References

- Abbaszadeh, S., Karimi-Malati, A., & Jalali Sendi, J. (2021). Semi-field demographic performance of the invasive planthopper, *Orosanga japonica* (Hemiptera: Ricaniidae) on two host plants. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 24(3), 614-621. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2021.05.007>
- Ahmad, T., & Ansari, M. S. (2013). Effect of mustard varieties on life table and development of diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 3, 1-6.
- Ali, A., & Rizvi, P. Q. (2007). Developmental response of cabbage butterfly, *Pieris brassicae* L. (Lepidoptera: Pieridae) on different cole crops under laboratory and field condition. *Asian Journal of Plant Science*, 6(8), 1241-1245. DOI: <https://doi.org/10.3923/ajps.2007.1241.1245>
- Asia seed company Ltd., South Korea. (2025). Retrieved May 15, 2025 from <https://www.asiaseeds.com>
- Asmoro, P. P., Dadang, Pudjianto, & Winasa, I. W. (2021). Nutritional indices and feeding preference of the *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) in several Brassicaceae plants. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 948, 012040. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/948/1/012040>
- Carey, J. R. (2001). Insect biodemography. *Annual Review of Entomology*, 46, 79-110. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.46.1.79>
- Charleston, D. S., & Kfir, R. (2000). The possibility of using Indian mustard, *Brassica juncea*, as a trap crop for the diamondback moth, *Plutella xylostella*, in South Africa. *Crop protection*, 19(7), 455-460. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00037-5](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00037-5)
- Chi, H. (1988). Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology*, 17(1), 26-34. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/17.1.26>
- Chi, H. (2023). TWSEX-MSChart: A Computer Program for the Age-Stage, Two- Sex Life Table Analysis. [http://140.120.197.173/Ecology/Download/TwoSEX-MS Chart.rar](http://140.120.197.173/Ecology/Download/TwoSEX-MS%20Chart.rar)
- Chi, H., & Liu, H. (1985). Two new methods for the study of insect population ecology. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica*, 24(2), 225-240.
- Chi, H., & Yang, T. C. (2003). Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 32(2), 327-333. DOI: <https://doi.org/10.1603/0046-225X-32.2.327>
- Efron, B., & Tibshirani, R. J. (1993). An introduction to the Bootstrap. Chapman & Hall, New York, NY.
- Eigenbrode, S. D., & Shelton, A. M. (1990). Behavior of neonate diamondback moth larvae (Lepidoptera: Plutellidae) on glossy-leafed resistant *Brassica oleracea* L.. *Environmental Entomology*, 19(5), 1566-1571. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/19.5.1566>
- Eigenbrode, S. D., & Trumble, J. T. (1994). Host plant resistance to insects in integrated pest management in vegetable crops. *Journal of Agricultural Entomology*, 11(3), 201-224.
- Eigenbrode, S. D., Espelie, K. E., & Shelton, A. M. (1991). Behavior of neonate diamondback moth larvae [*Plutella xylostella* (L.)] on leaves and on extracted leaf waxes of resistant and susceptible cabbages. *Journal of Chemical Ecology*, 17, 1691-1704. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00984697>
- Eigenbrode, S. D., Moodie, S., & Castagnola, T. (1995). Predators mediate host plant resistance to a phytophagous pest in cabbage with glossy leaf wax. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 77(3), 335-342. DOI: <https://doi.org/10.1111/J.1570-7458.1995.TB02331.X>

- Fathi, S. A. A., Bozorg-Amirkalaei, M., & Muhammad Sarfraz, R. M. (2011). Preference and performance of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on canola cultivars. *Journal of Pest Science*, 84, 41-47. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10340-010-0324-3>
- Golizadeh, A., Kamali, K., Fathipour, Y., & Abbasipour, H. (2009a). Effect of temperature on life table parameters of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on two brassicaceous host plants. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 12(4), 207-212. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2009.05.002>
- Golizadeh, A., Kamali, K., Fathipour, Y., & Abbasipour, H. (2009b). Life table of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on five cultivated Brassicaceous host plants. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 11, 115-124.
- Green Seeds, Inc, American hybrid seeds, USA. (2025). Retrieved May 15, 2025 from <http://greenseeds.net/> Cauliflower & Broccoli.
- Handley, R., Ekbom, B., & Agren, J. (2005). Variation in trichome density and resistance against a specialist insect herbivore in natural populations of *Arabidopsis thaliana*. *Ecological Entomology*, 30, 284-292. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0307-6946.2005.00699.x>
- Harding, J. A. (1976). *Heliothis* spp.: parasitism and parasites plus host plants and parasites of the beet armyworm, diamondback moth and two tortricids in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *Environmental Entomology*, 5(4), 669-671.
- Hopkins, R. F., van Dam, N. M., & van Loon, J. J. A. (2009). Role of glucosinolates in insect-plant relationships and multitrophic interactions. *Annual Review of Entomology*, 54, 57-83. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090623>
- Huang, Y. B., & Chi, H. (2012). Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. *Insect Science*, 19(2), 263-273. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2011.01424.x>
- Huaripata, C., & Sanchez, G. (2019). Life cycle of the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), in broccoli and cauliflower under laboratory conditions. *Peruvian Journal of Agronomy*, 3(1), 1-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/pja.v3i1.1132>
- Jafary-Jahed, M., Razmjou, J., Nouri-Ganbalani, G., Naseri, B., Hassanpour, M., & Leppla, N. C. (2019). Life table parameters and oviposition preference of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on six brassicaceous crop plants. *Journal of economic entomology*, 112(2), 932-938. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toy384>
- Jaleel, W., Saeed, S., Saeed, Q., Naqqash, M. N., Sial, M. U., Aine, Q. U., Yanyuan, L., Rui, Z., He, Y., & Lu, L. (2017). Effects of three different cultivars of cruciferous plants on the age-stage, two-sex life table traits of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Entomological Research*, 49(4), 151-157. DOI: <https://doi.org/10.1111/1748-5967.12270>
- Kumar, P., Gambhir, G., Gaur, A., Sharma, K. C., Thakur, A. K., & Srivastava, D. K. (2018). Development of transgenic broccoli with cryIAa gene for resistance against diamondback moth (*Plutella xylostella*). *Biotech*, 8, 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1316-x>
- Li, Q., Eigenbrode, S. D., Stringam, G. R., & Thiagarajah, M. R. (2000). Feeding and growth of *Plutella xylostella* and *Spodoptera eridania* on *Brassia juncea* with varying glucosinolate concentrations and myrosinase activities. *Journal of Chemical Ecology*, 26, 2401-2419. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms23052690>
- Marchioro, C. A., & Foerster, L. A. (2014). Preference-performance linkage in the diamondback moth, *Plutella xylostella*, and implications for its management. *Journal of Insect Science*, 14(85). DOI: <https://doi.org/10.1673/031.014.85>
- Marzban, R., & Baniameri, V. (2004). Investigating the effect of several chemical and biological insecticides in controlling the diamondback cabbage moth, *Plutella xylostella* L.. *Agroecology Journal*, 1(1), 14-19. (In Farsi).
- Mohammadi-Tabar, H., Talaei-Hassanloui, R., Allahyari, H., Karimzadeh, J., & Ashouri, A. (2015). Study on the life table parameters of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lep., Plutellidae) on three plant hosts under laboratory conditions. *Iranian Journal of Plant Protection*, 46(2), 277-284. (In Farsi).
- Ramzan, M., Amin, M. U., Zahid, M. K., Nasir, M., & Umar, A. B. (2021). Effect of different host plants on the biology of diamondback moth, *Plutella xylostella* under laboratory conditions in

- northern Punjab, Pakistan. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 13(1), 45-51. DOI: <https://doi.org/10.21608/EAJBSF.2021.140822>
- Reddy, G. V. P., Tabone, E., & Smith, M. T. (2004). Mediation of host selection and oviposition behavior in the diamondback moth *Plutella xylostella* and its predator *Chrysoperla carnea* by chemical cues from cole crops. *Biological Control*, 29(2), 270-277. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(03\)00162-2](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00162-2)
- Renwick, J. A. A. (2002). The chemical world of crucivores: lures, treats and traps. Proceedings of the 11th International Symposium on Insect-Plant Relationships, *Series Entomologica*, 57, 35-42. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-017-2776-1_4
- Rinki, K. M., Chauhan, S., Kumar, P., & Kumar, R. (2023). Seasonal incidence of diamond back moth in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(18), 2071-2075. DOI: <https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i183493>
- Rutledge, C. E., & Eigenbrode, S. D. (2003). Epicuticular wax on pea plants decreases instantaneous search rate of *Hippodamia convergens* larvae and reduces attachment to leaf surfaces. *The Canadian Entomologist*, 135(1), 93-101. DOI: <https://doi.org/10.4039/N02-044>
- Saeed, R., Sayyed, A. H., Shad, S. A., & Zaka, S. M. (2010). Effect of different host plants on the fitness of diamond-back moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Crop protection*, 29(2), 178-182. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.09.012>
- Saran, C., & Genc, H. (2021a). Age-Stage, two-sex life table of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on different brassicaeous plants. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 8(3), 615-628. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.30910/turkjans.928115>
- Saran, C., & Genc, H. (2021b). Determination of biological properties of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *COMU Journal of Agriculture Faculty*, 9(1), 21-30. DOI: <https://doi.org/doi:10.33202/comuagri.899370>
- Sarfraz, R. M., Dosdall, L., & Keddie, B. (2006). Diamondback moth–host plant interactions: implications for pest management. *Crop protection*, 25(7), 625-639. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.09.011>
- Sarfraz, R. M., Dosdall, L., & Keddie, B. (2007). Resistance of some cultivated Brassicaceae to infestations by *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Economic Entomology*, 100(1), 215-224. DOI: [https://doi.org/10.1603/0022-0493\(2007\)100\[215:ROSCBT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0022-0493(2007)100[215:ROSCBT]2.0.CO;2)
- Sarfraz, R. M., Dosdall, L. M., & Keddie, A. B. (2009). Bottom-up effects of host plant nutritional quality on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and top-down effects of herbivore attack on plant compensatory ability. *European Journal of Entomology*, 106(4), 583. DOI: <https://doi.org/10.14411/eje.2009.073>
- Sharma, S., Das, A., Singh, J., Sharma, P., Singh, P., & Mullick, S. (2024). Biology and life table of diamondback moth *Plutella xylostella* (L.) on cruciferous crops. *Indian Journal of Entomology*, 87(4), 1-7. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.55446/IJE.2024.2387>
- SigmaPlot. (2022). SigmaPlot 15.0.0.13. https://dl.downloadly.ir/Files/Software/Sigma_Plot_15.0.0.13_Downloadly.ir.rar
- Soufba, M., Fathipour, Y., Karimzadeh, J., & Zalucki, M. P. (2010). Bottom-up effect of different host plants on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): A life-table study on canola. *Journal of Economic Entomology*, 103(6), 2019-2027. DOI: <https://doi.org/10.1603/EC10010>
- Syed, T., & Abro, G. (2003). Effect of brassica vegetable hosts on biology and life table parameters of *Plutella xylostella* under laboratory conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6(22), 1891-1896. DOI: <https://doi.org/10.3923/pjbs.2003.1891.1896>
- Takii seed company, Japan. (2025). Retrieved May 15, 2025 from <https://www.takiiseed.com>
- Zalucki, M. P., Clarke, A. R., & Malcolm, S. B. (2002). Ecology and behavior of first instar larval Lepidoptera. *Annual review of entomology*, 47(1), 361-393. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145220>
- Zhang, P. J., Lu, Y. B., Zalucki, M. P., & Liu, S. S. (2012). Relationship between adult oviposition preference and larval performance of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Journal of Pest Science*, 85, 247-252. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10340-012-0425-2>

Age-stage two-sex life table of diamondback moth *Plutella xylostella* on four broccoli hybrids

S. Nematipour¹, A. Karimi-Malati^{2*} and J. Olfati³

1 & 2. Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran, 3. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

✉ sinanematipour1@gmail.com

✉ a_karimi@guilan.ac.ir

✉ jamalaliolfati@guilan.ac.ir

 <https://orcid.org/0000-0002-7208-9943>

 <https://orcid.org/0000-0002-0290-3946>

 <https://orcid.org/0000-0002-5485-8884>

Received: 17 June 2025 | Accepted: 8 September 2025 |

Abstract

The diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), has been known as the most serious pest of cruciferous plants worldwide. In the current research, the life table parameters of *P. xylostella* were examined under laboratory conditions on four broccoli hybrids including Centauro, Summer king, Sakura, and BR3. The demographic parameters were analyzed based on the age-stage, two-sex life table theory. For the experiments, 60 to 80 eggs of the same age (less than 24 hours old) were utilized across various hybrids. The results indicated a significant difference in the total larval developmental time among four broccoli hybrids. Additionally, the total duration of pre-adult stages (from egg to adult emergence) exhibited a significant difference ranging from 15.120 day on BR3 to 16.086 day on summer king. While the adult pre-oviposition period (APOP) was not significantly affected by host plant hybrids, there was a significant difference in total pre-oviposition periods (TPOP). The minimum and maximum fecundity were evaluated to be 63.33 and 257.61 eggs, respectively, on Centauro and BR3. The net reproductive rate (R_0) varied significantly from 26.125 to 99.825 offsprings on different broccoli hybrids. The lowest and highest intrinsic rates of increase (r) were 0.182 and 0.249 day⁻¹ on Centauro and BR3, respectively. According to the results, the diamondback moth had a lower potential for population growth on Centauro in comparison to the other examined hybrids. The current findings will be useful for assessing the reproductive potential and population growth of *P. xylostella* on different broccoli hybrids to establish a sustainable management strategy.

Key words: Demography, diamondback moth, fecundity, host preference, survival rate

Citation: Nematipour, S., Karimi-Malati, A. & Olfati, J. (2025). Age-stage two-sex life table of diamondback moth *Plutella xylostella* on four broccoli hybrids. *Plant Pest Research*, 15(2), 59-72. **Doi:** <https://doi.org/10.22124/iprj.2025.30982.1643>