

<https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2024.17687>

ارزیابی تاثیر ژنوتیپ‌های مختلف کلزا بر پارامترهای رشدی شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae*

سید حیدر موسوی انزابی^۱، قدیر نوری قنبلانی^۲

گروه گیاه‌پزشکی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران. گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
✉mousavianzabi@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۱ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۹/۲۵ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۷

چکیده

کلزا *Brassica napus* یکی از دانه‌های روغنی مهم است که کشت و کار آن مورد توجه زارعین ایرانی قرار گرفته است. شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* یکی از آفات مهم کلزا در دنیا بوده و استفاده از ژنوتیپ‌های مقاوم، یکی از روش‌های اساسی کنترل این آفت می‌باشد. این بررسی به منظور ارزیابی مقاومت ۲۱ ژنوتیپ کلزا نسبت به شته مومی کلم، در شرایط گلخانه ($27/5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ، RH ۲۷٪، 10 ± 60 و $14\text{L} : 10\text{D}$) انجام گردید. برای ارزیابی آنتی‌بیوز ژنوتیپ‌ها، هر یک از ژنوتیپ‌های کلزا مورد مطالعه، در ۱۰ گلدان (تکرار) بر اساس طرح کاملاً تصادفی کاشته شد. نرخ خالص تولید مثل (R_0)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، طول مدت یک نسل (T)، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) و طول دوره پیش از بلوغ شته مومی کلم در شرایط گلخانه‌ای ارزیابی گردید. نتایج تجزیه واریانس اختلاف آماری معنی‌داری را در سطح احتمال پنج درصد برای صفات مورد مطالعه در بین ژنوتیپ‌های کلزا نشان داد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته مومی کلم بر روی ژنوتیپ‌های Okapi و Geronimo به ترتیب ۰/۲۸۷ و ۰/۲۱۵ (روز/ماده/ماده) دارای بیشترین و کمترین مقدار بود. ژنوتیپ‌های Okapi و Geronimo به ترتیب کمترین (۱۶/۵ نسل/ماده/ماده) و بیشترین نرخ خالص تولید مثل شته مومی (۳۶/۷۵ نسل/ماده/ماده) را دارا بود. در این آزمایش Geronimo به عنوان حساس‌ترین و Opera و Okapi به عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها در قیاس با سایر ژنوتیپ‌های آزمایشی مشاهده گردید.

کلمات کلیدی: آفت، حساس، مقاوم، میزبان، *Brassica napus*

Assessment the effect of different canola genotypes on cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* growth parameters

Seyyed Heidar Mousavi Anzabi¹, Gadir Nouri-Ghanbalani²

¹Department of Plant Pathology, Khoy Branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran. ²Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran. ✉mousavianzabi@gmail.com

Received: 2 September 2023

Revised: 16 December 2023

Accepted: 7 January 2024

Abstract

Rapeseed *Brassica napus* is one of the oilseed plants of interest to farmers in Iran. Cabbage waxy aphid *Brevicoryne brassicae* is one of the important pests of rapeseed all of the world and one of the main methods to protect plants against aphids is using resistant genotypes. In order to evaluate the resistance of twenty-one canola genotypes to cabbage waxy aphid, a study was conducted (at $27.5 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $60 \pm 10\%$ RH, 14L: 10D) under greenhouse conditions. To evaluate canola genotypes antibiosis, the genotypes were planted in pots in 10 replications based on a completely random design. Net reproductive rate (R_0), intrinsic increase rate (r_m), finite increase rate (λ), mean generation time (T), doubling time (D) of the cabbage waxy aphid, and pre-mature period length were calculated in greenhouse conditions. The results of the variance analysis of studied data showed statistically significant difference at least at the probability level of five percentage ($P \leq 0.05$). The intrinsic increase rate of cabbage aphid population on Geronimo and Okapi genotypes had the highest and lowest values of 0.287 and 0.215 (female/female/day), respectively. Okapi and Geronimo genotypes had the lowest (16.5 female/female/generation) and the highest net reproductive rate of cabbage aphid (36.75 female/female/generation), respectively. In this experiment, Geronimo was observed as the most sensitive and Opera and Okapi as the most resistant genotypes in comparison with other experimental genotypes.

Key words: *Brassica napus*, Host, Pest, Resistant, Susceptible

How to cite:

Mousavi Anzabi SH, Nouri-Ghanbalani G, 2024. Assessment the effect of different canola genotypes on cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* growth parameters. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 13 (2): 137-145.

مقدمه

کلزا *Brassica napus* L. یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی خوراکی می‌باشد. به منظور خودکفایی و کاهش واردات روغن خام، کشت و کار گیاه کلزا مورد توجه وزارت جهاد کشاورزی و کشاورزان قرار گرفته است (Shahnavazi; Mostoufi 2008; 2019). شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* (L.) یکی از مهم‌ترین آفات کلمیان و کلزا است (Rajabi et al. 2022). این شته علاوه بر خسارت مستقیم بر کمیت و کیفیت محصولات، باعث انتقال ویروس‌های گیاهی نیز در کلمیان می‌شود (Blackman & Eastop 2000). با افزایش سطح زیر کشت کلزا و حضور دائمی شته مومی کلم در مزارع، مبارزه با این آفت برای جلوگیری از خسارت آن اجتناب ناپذیر است (Fourouzan & Nouri 2020). با توجه به تاثیر سوء استفاده از حشره‌کش‌ها در مبارزه با شته مومی کلم، استفاده از ارقام مقاوم در کنترل این آفت مورد توجه قرار گرفته است که هزینه کمتر و ایمنی بیشتری برای مواد غذایی دارد (Blande et al. 2008; Adachi-; Hagimori et al. 2010). همچنین استفاده از ارقام مقاوم باعث افزایش تولید محصول در برخی از نواحی اصلی کشاورزی شده است (Smith 2005).

با توجه به اهمیت این آفت و خسارت آن بر روی کلمیان، بررسی‌های زیادی در مورد پارامترهای رشدی شته مومی کلم بر روی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا و ارزیابی درجه مقاومت-حساسیت آنها و معرفی ارقام مقاوم‌تر توسط پژوهش‌گران انجام شده است (Moharrami-pour et al. 2003; Zandi-Sohani et al. 2004; Karami et al. 2016).

در بررسی انجام شده توسط Karimi et al. (2016) تأثیر ۱۰ رقم کلزا بر روی شاخصه‌های رشدی جمعیت شته مومی کلم، مورد ارزیابی قرار گرفت که پارامترهای مورد مطالعه شامل دوره پیش از بلوغ، طول عمر شته، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت، نرخ خالص و ناخالص تولید مثل و طول مدت یک نسل شته بر روی ژنوتیپ‌ها بود. نتایج نشان داد که رقم RGS003 در برابر این آفت مقاوم و رقم Opera حساس می‌باشد. ارزیابی پارامترهای رشدی این شته بر روی پنج رقم کلزا شامل آکاپی، لیکورد، هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۰۸ و زرفام نشان داد که نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته مومی کلم بر روی رقم آکاپی بالاترین و بر روی رقم زرفام پایین‌ترین مقدار را داشته است. در حالی که طول دوره رشد یک نسل شته T در آکاپی و زرفام به ترتیب ۱۰/۹ و ۱۰/۵۳ روز محاسبه شد (Elahii et al. 2018). در یک مطالعه، مقاومت چهار ژنوتیپ کلزا نسبت به شته

مومی کلم علاوه بر مطالعه زراعی، پارامترهای رشدی شته مومی کلم بر روی چهار ژنوتیپ Hyola-308, Hyola-401, Sarigol و Sarigol مورد ارزیابی قرار گرفت، نتایج نشان داد که رقم Sarigol با توجه به مقادیر پایین نرخ ذاتی و متناهی افزایش جمعیت رقم مقاومی در قیاس با سه رقم دیگر در برابر این آفت می‌باشد (Mousavi Anzabi 2017).

در تحقیق دیگری ویژگی‌های رشدی شته مومی کلم بر روی هشت رقم کلزا مورد ارزیابی قرار گرفت و ارقام Okapi و RGS003 کمترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت r_m و بیشترین طول نسل T را داشتند (Naseri et al. 2019).

طی یک تحقیق تاثیر چهار رقم کلزا به نام‌های Zarfam, Licord, Hyola 401 و SLM046 روی پارامترهای رشدی و نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته مومی کلم، مورد مطالعه قرار گرفت. در نتایج این بررسی، کمترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت در رقم زرفام ثبت شد (Mirmohammadi et al. 2009). محققین معتقدند که ارقام مقاوم تأثیر مهمی در سیکل زندگی شته و شاخصه‌های رشدی جمعیت آن دارند (La Rossa et al. 2005). در بررسی پارامترهای جدول زندگی شته مومی کلم بر روی هشت رقم گل کلم معلوم شد که بسیاری از خصوصیات وراثتی و مورفولوژیکی، ترکیبات شیمیایی و متابولیت‌های ثانوی گل کلم تولید مثل و رشد شته مومی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Jahan et al. 2014).

ارزیابی پارامترهای رشدی شته مومی کلم روی ارقام مختلف کلزا و پیدا کردن ارقام مقاوم برای مبارزه با شته مومی کلم در مزارع کلزا راه حل مناسبی برای کاهش مصرف سموم در مزارع کلزا می‌باشد.

مواد و روش

این آزمایش در گلخانه و در شرایط دمایی $27/5 \pm 2$ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و طول دوره روشنی-تاریکی (۱۴: ۱۰ ساعت) و در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با ۱۰ تکرار و ۲۱ تیمار شامل ژنوتیپ‌های Okapi, Sunday, Talent, Zarfam, Opera, Sahara, Modena, Sinatra, Dexter, Geronimo, Olpro, Licord, Ebonit, Celisius, ARG-91004, SLM046, Orient, Elite, Arc-5 و Arc-2 انجام شد. برای کاشت ژنوتیپ‌ها از گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۲ و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر استفاده شد. سه عدد بذر متعلق به یک ژنوتیپ در هر گلدان کاشته شد پس از جوانه‌زنی بذرها تعداد گیاهچه‌ها در هر گلدان به یک عدد کاهش داده شد. پس

نتایج

تجزیه واریانس داده‌های ثبت شده مربوط به مقادیر نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت و طول مدت یک نسل شته و دوره پیش تولید مثلی شته نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری حداقل در سطح پنج درصد ($P < 0.05$) بین تیمارهای (ژنوتیپ‌های) مختلف آزمایشی وجود دارد.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته مومی کلم r_m

نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته مومی کلم بر روی ژنوتیپ‌های Geronimo و ARG-91004 با بالاترین مقادیر محاسبه شده (۰/۲۸ روز/ماده/ماده) نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بودند در حالی ژنوتیپ Okapi با کمترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت (۰/۲۱۵) تفاوت معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشت، دو ژنوتیپ Opera و Sunday نیز بعد از ژنوتیپ Okapi مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت ضعیف‌تری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشتند (جدول ۱).

نرخ خالص تولید مثل R_0

ژنوتیپ Okapi کمترین نرخ خالص تولید مثل شته مومی (۱۶/۵ نسل/ماده/ماده) را در مقایسه با سایرین داشت که این ژنوتیپ به همراه ژنوتیپ Sunday (با مقدار نرخ خالص رشد ۲۱/۰۸)، در یک گروه آماری قرار گرفتند در مقابل ژنوتیپ Geronimo با داشتن بالاترین نرخ خالص تولید مثل شته مومی کلم (۳۶/۷۵ نسل/ماده/ماده) در کنار ژنوتیپ ARG-91004 (با مقدار نرخ خالص تولید مثل ۳۳/۵۸) دارای اختلاف معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ۱).

نرخ متناهی افزایش جمعیت λ

دو ژنوتیپ Geronimo و ARG-91004 با بیشترین نرخ متناهی افزایش جمعیت و ژنوتیپ Okapi با کمترین نرخ متناهی افزایش دارای اختلاف معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌های آزمایشی بودند (جدول ۱).

طول یک نسل شته T

ژنوتیپ‌های Opera, Zarfam, Okapi, Sunday, Elite, Milena و Sahara با بالاترین مدت طول یک نسل در یک گروه قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های ARG-91004, SLM046, Geronimo, Licord, Orient, Celsius و ARC-2 و ARC-5 نیز

از اینکه گیاه به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری رسید برگ‌های آنها با یک عدد شته بالغ آلوده شد. این شته‌های بالغ سه نسل بر روی میزبانی غیر از میزبان‌های آزمایشی پرورش یافته بودند. برگ‌های آلوده به شته‌های بالغ با قفس‌های لیوانی محصور شد. این لیوان‌ها از نوع لیوان‌های یک بار مصرف پلاستیکی بزرگ بود که انتهای آنها بریده شده و با توری با مش بالا مسدود شده بود. دهانه لیوان‌ها با درپوش‌های مخصوص پلاستیکی بسته شد. برای عبور دم‌برگ سوراخی روی درپوش ایجاد گردید. بعد از شروع تولیدمثل، شته بالغ حذف شد و پنج پوره بر روی هر گیاه نگهداری شد تا به مرحله تولید مثلی برسند. با شروع تولید مثل تمامی شته‌ها به غیر از یک عدد حذف شدند. در هر روز تعداد پوره‌های متولد شده در هر گلدان شمارش و حذف شدند و اینکار تا توقف تولید مثل ادامه یافت (La Rossa et al. 2005). در این آزمایش پارامترهای رشد جمعیت شامل نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت و طول مدت یک نسل شته روی ژنوتیپ‌های مختلف محاسبه شد. برای محاسبه نرخ ذاتی افزایش جمعیت در شته‌ها از فرمول

$$1 = \sum_{\beta}^{\alpha} e^{-rx} l_x m_x$$

استفاده شد که در آن x سن، l_x نسبت بقا خاص سن و m_x تعداد نتاج ماده تولید شده توسط هر یک از ماده‌های والد در روز، می‌باشد. سایر پارامترهای رشد جمعیت با استفاده از روش کری محاسبه شد (Carey 1993) که شامل:

میانگین طول مدت یک نسل

$$T = \frac{\ln R_0}{r}$$

مدت زمان دو برابر شدن

$$DT = \frac{\ln 2}{r}$$

نرخ متناهی افزایش جمعیت

$$\lambda = e^r$$

که در فرمول‌ها r نرخ ذاتی افزایش جمعیت، α اولین روز نسل و β آخرین روز نسل می‌باشد.

تجزیه واریانس آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی با نرم افزار آماری Mstat-C انجام و مقایسات میانگین و آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. برای انجام محاسبات و ترسیم جداول از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

با کمترین مدت طول یک نسل شته مومی در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۱). این پارامتر نشان دهنده پتانسیل افزایش جمعیت آفت و نیز ارزیابی آفات و دشمنان طبیعی آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Fathipour *et al.* 2005).

جدول ۱. پارامترهای رشد جمعیت شته مومی کلم روی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا.

Table 1. Grouping of growth parameters of cabbage aphid population on different canola genotypes.

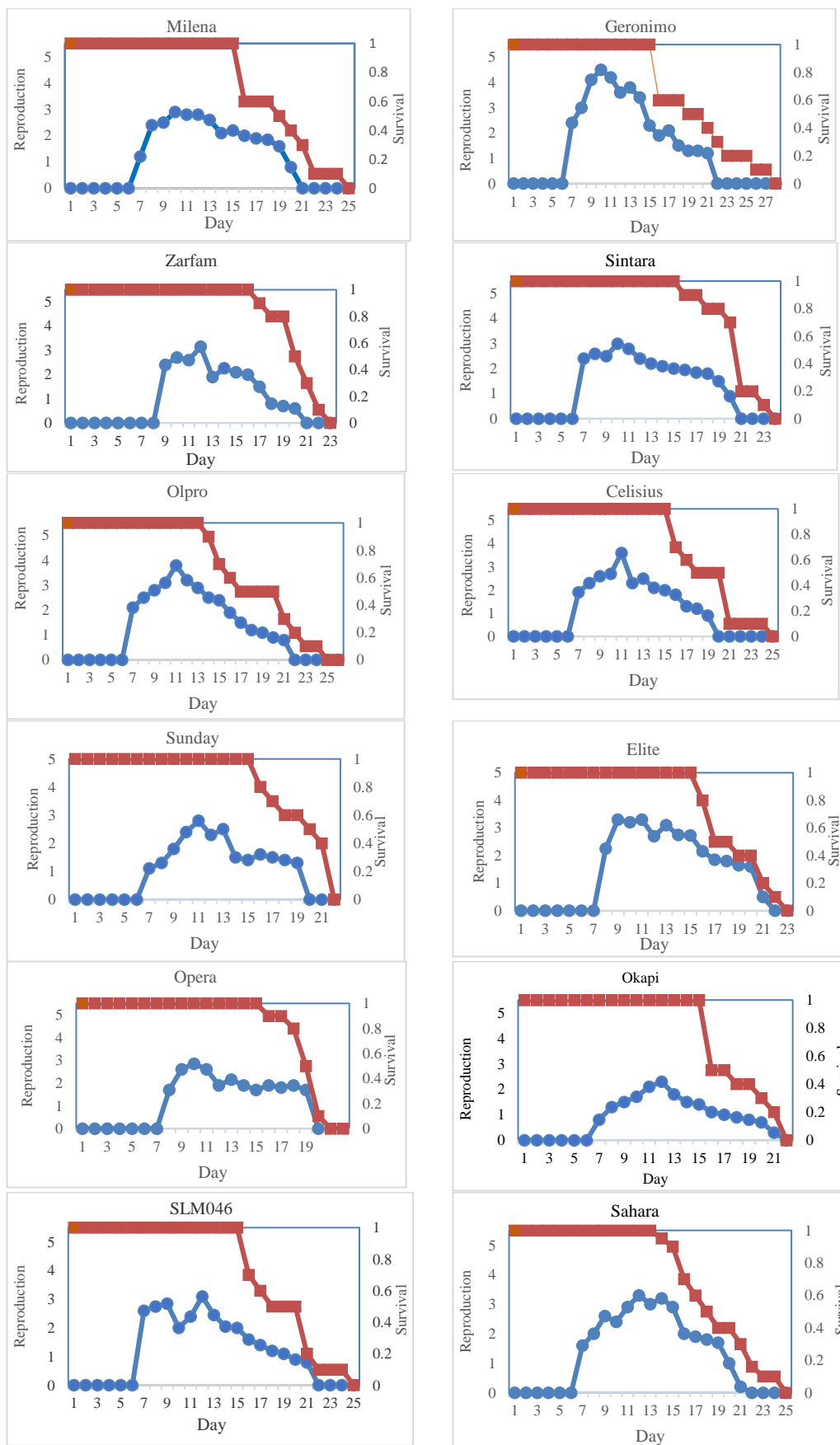
Doubling time DT ± SE	Pre-Mature Period ± SE	Generation time T ± SE	Finite rate of increase λ ± SE	Intrinsic rate of increase r _m ± SE	Net rate of reproduction R ₀ ± SE	Genotype	No
2.40 ± 0.03 ⁱ	7.3 ± 0.3 ^{de}	12.49 ± 0.06 ^{eg}	1.334 ± 0.005 ^a	0.2877 ± 0.0032 ^a	36.75 ± 1.18 ^a	Geronimo	1
2.43 ± 0.02 ^{hi}	7.1 ± 0.1 ^e	12.46 ± 0.10 ^{eg}	1.327 ± 0.003 ^a	0.2830 ± 0.0024 ^{ab}	33.58 ± 2.40 ^{ab}	ARG-91004	2
2.63 ± 0.04 ^{eg}	7.6 ± 0.1 ^{be}	13.01 ± 0.10 ^{ac}	1.299 ± 0.004 ^{bc}	0.2624 ± 0.0030 ^{cd}	30.50 ± 1.44 ^{bc}	Modena	3
2.56 ± 0.09 th	7.5 ± 0.2 ^{ce}	12.37 ± 0.12 ^s	1.310 ± 0.012 ^b	0.2704 ± 0.0076 ^{bc}	29.83 ± 3.98 ^{bd}	Licord	4
2.60 ± 0.04 ^{eg}	7.5 ± 0.2 ^{ce}	12.74 ± 0.20 ^{bf}	1.301 ± 0.005 ^{bc}	0.2657 ± 0.0037 ^c	29.35 ± 1.96 ^{bc}	Dexter	5
2.55 ± 0.04 ^{gh}	7.5 ± 0.2 ^{ce}	12.67 ± 0.07 ^{dg}	1.310 ± 0.005 ^b	0.2703 ± 0.0037 ^{bc}	29.33 ± 0.43 ^{bc}	ARC-5	6
2.61 ± 0.04 ^{eg}	7.5 ± 0.2 ^{ce}	12.68 ± 0.09 ^{eg}	1.303 ± 0.006 ^{bc}	0.2650 ± 0.0037 ^c	29.00 ± 1.03 ^{bc}	ARC-2	7
2.63 ± 0.06 ^{eg}	7.3 ± 0.1 ^{de}	12.76 ± 0.13 ^{bf}	1.301 ± 0.008 ^{bc}	0.2630 ± 0.0052 ^c	29.00 ± 2.17 ^{bc}	Sinatra	8
2.68 ± 0.03 ^{eg}	8.1 ± 0.1 ^{ab}	12.95 ± 0.06 ^{ad}	1.294 ± 0.003 ^{bc}	0.2573 ± 0.0025 ^{cd}	28.25 ± 1.18 ^{ce}	Elite	9
2.64 ± 0.02 ^{eg}	7.3 ± 0.1 ^{de}	12.75 ± 0.11 ^{bf}	1.294 ± 0.001 ^{bc}	0.2607 ± 0.0018 ^{cd}	28.00 ± 1.03 ^{cf}	Olpro	10
2.68 ± 0.05 ^{eg}	7.6 ± 0.1 ^{be}	12.89 ± 0.07 ^{ad}	1.293 ± 0.006 ^{cd}	0.2573 ± 0.0039 ^{cd}	27.92 ± 2.00 ^{cf}	Sahara	11
2.68 ± 0.03 ^{eg}	7.6 ± 0.1 ^{be}	12.76 ± 0.06 ^{bc}	1.294 ± 0.004 ^{cd}	0.2575 ± 0.0029 ^{cd}	27.00 ± 1.75 ^{cf}	Talent	12
2.69 ± 0.05 ^{df}	7.1 ± 0.3 ^e	12.79 ± 0.14 ^{bc}	1.293 ± 0.006 ^{cd}	0.2563 ± 0.0039 ^{cd}	26.83 ± 0.83 ^{cf}	Ebonite	13
2.66 ± 0.04 ^{eg}	7.6 ± 0.1 ^{be}	12.62 ± 0.09 ^{dg}	1.297 ± 0.005 ^{bc}	0.2600 ± 0.0035 ^{cd}	26.75 ± 1.12 ^{cf}	Orient	14
2.71 ± 0.06 ^{de}	7.8 ± 0.1 ^{ad}	12.73 ± 0.15 ^{bf}	1.291 ± 0.008 ^{cd}	0.2550 ± 0.0052 ^{cd}	26.00 ± 1.87 ^{cf}	Milena	15
2.64 ± 0.04 ^{eg}	7.1 ± 0.1 ^e	12.42 ± 0.09 ^{eg}	1.299 ± 0.005 ^{bc}	0.2622 ± 0.0036 ^{cd}	26.00 ± 0.86 ^{cf}	SLM046	16
2.68 ± 0.01 ^{eg}	7.5 ± 0.2 ^{ce}	12.50 ± 0.06 ^{eg}	1.294 ± 0.001 ^{bc}	0.2580 ± 0.0010 ^{cd}	25.17 ± 0.36 ^{de}	Celisius	17
2.82 ± 0.06 ^{cd}	8.0 ± 0.2 ^{ac}	13.04 ± 0.16 ^{ab}	1.277 ± 0.007 ^{de}	0.2460 ± 0.0046 ^{de}	24.67 ± 1.16 ^{eg}	Zarfam	18
2.90 ± 0.00 ^{bc}	8.3 ± 0.1 ^a	13.17 ± 0.15 ^a	1.269 ± 0.006 ^e	0.2383 ± 0.0003 ^e	23.25 ± 0.30 ^{fg}	Opera	19
2.97 ± 0.07 ^b	7.6 ± 0.1 ^{be}	13.02 ± 0.11 ^{ac}	1.262 ± 0.007 ^e	0.2327 ± 0.0048 ^e	21.08 ± 2.26 ^{gh}	Sunday	20
3.21 ± 0.06 ^a	7.8 ± 0.1 ^{ad}	13.01 ± 0.06 ^{ac}	1.240 ± 0.005 ^f	0.2156 ± 0.0033 ^f	16.58 ± 0.71 ^h	Okapi	21

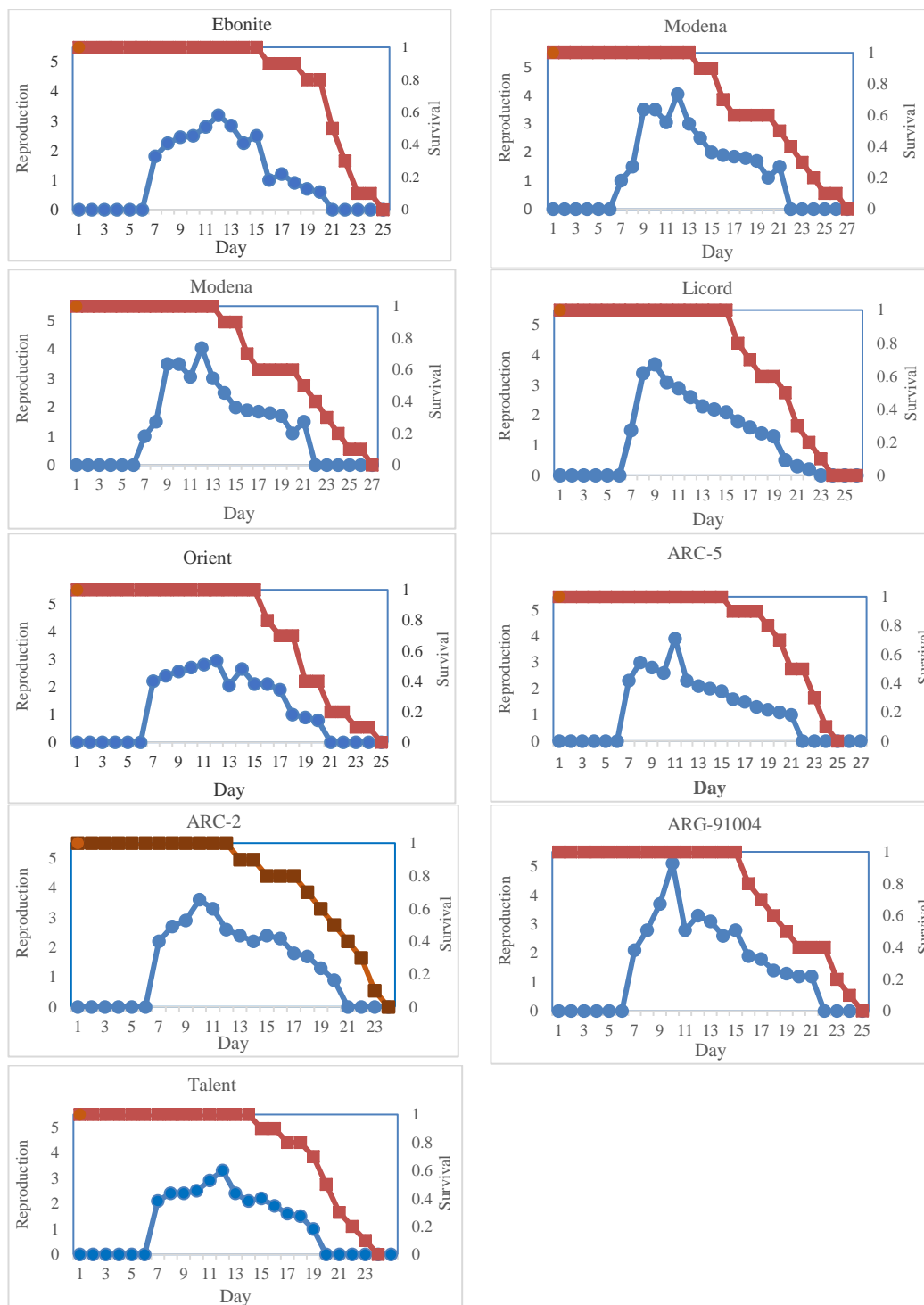
Genotypes with same letters don't have significantly different at level (P < 5 %)

رسیدن به بلوغ به همراه ژنوتیپ Zarfam در یک گروه آماری بودند (جدول ۱). افزایش زمان رسیدن به بلوغ نشان از وجود سطوحی از مقاومت در میزبان می‌باشد (La Rossa *et al.* 2005). بررسی مراحل رشد و بقا و تولید مثل شته مومی کلم بر روی ژنوتیپ‌های کلزا نشان داد که طول عمر شته مومی کلم بر روی ژنوتیپ‌های Opera، Okapi و Sunday نسبت به سایرین کوتاه‌تر (۱۹ تا ۲۱ روز) بود در حالی که بر روی دو ژنوتیپ Geronimo و ARC-5 شته مومی کلم طول عمر بالاتری (۲۷ روز) داشت (شکل ۱). شته مومی در اغلب ژنوتیپ‌های آزمایشی در روزهای سوم تا پنجم از شروع زاد ولد، بیشترین تولید مثل را نشان داد (شکل ۱).

بازه زمانی لازم برای دوبرابر شدن جمعیت DT مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت در ژنوتیپ Okapi ۳/۲ روز (طولانی‌ترین زمان) دارای اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها بود و ژنوتیپ‌های Geronimo و ARG 91004 نیز با کوتاه‌ترین زمان دوبرابر شدن در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۱). دو ژنوتیپ Sunday و Opera نیز با مدت زمان دوبرابر شدن تقریباً ۲/۹ روز نزدیک به ژنوتیپ Okapi بودند.

مدت زمان لازم برای رسیدن به دوره پوره‌زایی دو ژنوتیپ SLM046 و ARG-91004 دارای کمترین مدت زمان رسیدن به بلوغ (۷/۱ روز) در یک گروه قرار گرفتند. ژنوتیپ Opera با دارا بودن مقدار ۸/۳ روز، بالاترین مدت زمان لازم برای





شکل ۱. نرخ بقاء و باروری ویژه سنی شته مومی کلم روی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا.

Figure 1. Age-specific survival and fecundity rate of cabbage aphid on different canola genotypes.

از جمله نرخ ذاتی افزایش جمعیت حشرات گیاه‌خوار را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Zehnder & Hunter 2008). منظور از کیفیت گیاه صفاتی از قبیل خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی (اندازه و ساختار و مراحل مختلف زیستی گیاه)، مواد ثانویه و وضعیت تغذیه‌ای گیاه میزبان می‌باشد که بر رشد و طول عمر و

بحث

عملکرد متفاوت حشرات آفت در تولید مثل و بقاء در میزبان‌های گیاهی به تفاوت درجه مقاومت گیاه در مقابل گیاه‌خوار بستگی دارد (Mirmohammadi *et al.* 2009). کیفیت متفاوت ژنوتیپ‌ها و ارقام گیاهی در برابر آفت، ویژگی‌های زیستی

در گروه حساس، Licord با نرخ ذاتی افزایش جمعیت متوسط در گروه میانه قرار گرفتند و RGS000 و Okapi با نرخ ذاتی افزایش جمعیت پایین با مقاومت بالا نسبت به شته مومی کلم گزارش گردید که با وضعیت Okapi در آزمایش اخیر بر خلاف سایر ژنوتیپ‌های مشترک دوتحقیق، مطابقت داشت. با توجه به وضعیت حساس RGS003 و مقاوم Opera در این تحقیق، با نتایج تحقیق (Karami et al. 2016) در مورد این دو ژنوتیپ متباین بود ضمن آنکه مقاوم بودن نسبی ژنوتیپ Okapi در هر دو تحقیق با هم مطابقت داشت. در تحقیق (Zandi- 2004) و Sohani et al. دو ژنوتیپ Licord و SLM046 در بین پنج ژنوتیپ از نظر حساسیت به شته در میانه قرار گرفتند. در آزمایش Moharrami-pour et al. (2003) ژنوتیپ Okapi در بین چهار رقم مقاوم بود که با تحقیق اخیر مطابقت داشت.

با توجه به نتایج تحقیقات مختلف، حساسیت-مقاومت ژنوتیپ‌های مشترک نسبت به شته مومی در آزمایش‌های متعدد انجام یافته، متفاوت بوده است، عواملی چون تفاوت ژنوتیپ‌های آزمایشی، تعداد متفاوت ژنوتیپ‌ها و شرایط آزمایش برغم ژنتیک یکسان ژنوتیپ‌ها بر نتایج اثرگذار بوده است البته تغییر رفتار تغذیه‌ای-میزبانی شته مومی کلم با گذشت زمان و وجود جمعیت‌های با بیوتیپ متفاوت شته مومی کلم در نقاط مختلف ایران نیز می‌تواند دلیلی بر این ناهمگونی نتایج باشد. وجود بیوتیپ‌های مقاومت‌شکن در جمعیت شته‌ها و خصوصاً در شرایط گلخانه‌ای باعث کم‌اثر شدن کنترل آفت از طریق استفاده از ارقام مقاوم شده است (Van Emden 2017). این ناهمگونی نتایج محققین مختلف در مورد ژنوتیپ‌هایی مانند Opera، RGS و حتی Okapi به وضوح قابل مشاهده است. به نظر می‌رسد که انجام آزمایش‌های دوره‌ای منظم با تعداد زیاد میزبان گیاهی بر روی خصوصیات زیستی شته ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد و صرف انجام یک آزمایش در مورد پارامترهای رشدی شته مومی کلم در یک بازه‌ی زمانی طولانی قابل اتکا و استناد در طولانی مدت نخواهد بود. با این حال نتایج در مورد ژنوتیپ Zarfam تقریباً یکسان بود و این ژنوتیپ دارای مقاومت نسبی مقبول در برابر شته مومی کلم نشان داد که در این تحقیق در کنار ژنوتیپ‌های Okapi، Sunday و Opera دارای نرخ ذاتی افزایش جمعیت پایین‌تر نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها بودند.

تولید مثل حشره آفت اثر می‌گذارد (Mahdavi-Arab et al. 2014). با توجه به موارد ذکر شده ژنوتیپ‌های مختلف کلمیان بر خصوصیات زیستی و رفتاری آفات کلم تأثیر می‌گذارند (Sznajder & Harvey 2003).

اطلاعات مربوط به بقا و زادآوری ویژه سن در نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) خلاصه شده است بدین علت این صفت یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های زیستی موجودات زنده از جمله حشرات می‌باشد (Carey 2001). نرخ ذاتی افزایش جمعیت، پارامتری وابسته به درصد بقاء نمف‌ها، دوره رشدی حشره، مدت پورگی و باروری حشره است که در ارزیابی خصوصیات مقاومت گیاهان نسبت به آفات، نشان دهنده میزان اثرات آنتی بیوتیکی و تعیین درجه حساسیت-مقاومت گیاهان است (Moharrami-pour et al. 2003).

در استراتژی مدیریت آفت شته مومی کلم استفاده از ارقام مقاوم بسیار مؤثر است چرا که با کاهش نرخ ذاتی افزایش جمعیت بر روی این ارقام جمعیت شته آلوده کننده کاهش خواهد یافت از سوی دیگر کاهش نرخ متناهی افزایش جمعیت و افزایش مدت زمان دوبرابر شدن شته مومی بر روی این ارقام بطور مشخص و معنی‌داری مشاهده می‌شود (Jahan et al. 2014).

در یک تحقیق بیشترین تولید مثل شته در روزهای شش تا ۹ اتفاق افتاد (Jamshidi-Kaljahi et al. 2006). در مطالعه اخیر بالاترین تولید مثل در ژنوتیپ‌های مختلف در روزهای ۹ تا ۱۲ اتفاق افتاد. مدت زمان دوبرابر شدن جمعیت شته بر روی ارقام هر چقدر پایین‌تر باشد نشان می‌دهد این ارقام دارای مطلوبیت میزبانی بالاتری برای شته مومی کلم می‌باشند (Mousavi Anzabi 2017).

ژنوتیپ Zarfam در این تحقیق به همراه Okapi در قیاس با سایر ژنوتیپ‌های آزمایشی دارای درجاتی از مقاومت نشان داد و Licord نیز در بین ژنوتیپ‌های حساس جای گرفت که در تحقیق (Elahi et al. 2018) در میان پنج ژنوتیپ آزمایشی، دو ژنوتیپ Licord و Okapi در بین میزبان‌های حساس و Zarfam نیز به عنوان میزبان مقاوم معرفی گردید. در تحقیقات (Naseri et al. 2019) از هشت ژنوتیپ آزمایشی Opera، SLM046 و Modena با نرخ ذاتی افزایش جمعیت بالا

erysimi (Hemiptera:Aphididae) by adults and larvae of a flightless strain of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on non-heading Brassica cultivars in the greenhouse. *International*

References

Adachi-Hagimori T, Shibao M, Tanaka H, Seko T, Miura K, 2010. Control of *Myzus persicae* and *Lipaphis*

- Organization for Biological Control (IOBC)* 56: 207–213.
- Blackman RL, Eastop VF, 2000. Aphids on The World's Crops: an Identification and Information Guide, 2nd edition, John Wiley & Sons, Chichester, UK. 466 pp.
- Blande JD, Pickett JA, Poppy GM, 2008. Host foraging for differentially adapted Brassica-feeding aphids by the braconid parasitoid *Diaeretiella rapae*. *Plant Signaling & Behavior* 3: 580–582.
- Carey JR, 1993. Applied Demography for Biologists with Special Emphasis on Insects. Oxford University Press. 206 PP.
- Carey JR, 2001. Insect bio demography. *Annual Review of Entomology* 46: 79–110.
- Elahii A, Shirvani A, Rashki M, 2018. Effect of different genotypes of oilseed rape on fitness of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Animal Research (Iranian Biology Journal)* 31(1): 25–34 (In Persian with English abstract).
- Fathipour Y, Hosseini A, Talebi AA, Moharrami-pour S, Asghari S, 2005. Effect of different temperature on growth parameters of cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (L.). *Journal of Science & Technology of Agriculture & Natural Resources* 34(2): 185–193 (In Persian with English abstract).
- Fourouzan M, Nouri H, 2020. Control of important rapeseed pests. Publication of Agricultural Education, Ministry of Jahade-Keshavarzi, 10 pp (In Persian).
- Jamshidi-Kaljahi M, Kazemi MH, Talebi-Chaichi P, Alyari H, 2006. Comparison of resistance of five oilseeds rape varieties to the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hom.: Aphididae) in the greenhouse. *Journal of Entomology* 3(4): 305–311 (In Persian with English abstract).
- Jahan F, Abbasipour H, Askarianzadeh A, Hassanshahi G, Saeedizadeh A, 2014. Biology and Life Table Parameters of *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) on Cauliflower Cultivars. *Journal of Insect Science* 14: 1–6.
- Karami A, Fathipour Y, Talebi AA, 2016. The effect of different canola cultivars on the life table parameters of cabbage wax aphid *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). *The 22nd Iranian Plant Protection Congress*, August 28–31, Tehran University of Agriculture and Natural Resources, Karaj; pp 585. (In Persian with English abstract).
- La Rossa F, Vasicek A, Lopez M, Mendy M, Paglioni A, 2005. Biology and demography of *Brevicoryne brassicae* (L.) on four cultivars of *Brassica oleracea* L. under laboratory condition (II). *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 34: 105–114.
- Mahdavi-Arab N, Meyer ST, Mehrparvar M, Weisser WW, 2014. Complex Effects of Fertilization on Plant and Herbivore Performance in the Presence of a Plant Competitor and Activated Carbon. *Plos One* 9(7):1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103731>
- Mirmohammadi S, Allahyari H, Nematollahi MR, Sabouri AR, Zarghami S, Khagani S, 2009. Effect of four oilseed rape cultivars on biological parameters and intrinsic rate of natural increase of *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Science & Technology of Agriculture & Natural Resources, Water & Soil Science* 47(2): 749–755 (In Persian with English abstract).
- Moharrami-pour S, Monfared A, Fathipour Y, 2003. Comparison of intrinsic rate of increase and relative growth rate of cabbage waxy aphid *Brevicoryne brassicae* (L.) on four canola varieties (*Brassica napus* L.) in growth chamber. *Journal of Agriculture Science* 13: 79–86 (In Persian with English abstract).
- Mostoufi S, 2008. Overview of Oilseeds and Their Products Marketing. Institute of Planning Researches and Agricultural Economic. 52 pp (In Persian with English abstract).
- Mousavi Anzabi SH, 2017. Resistance of Four Canola Genotypes Against Cabbage Aphid *Brevicoryne brassicae* (L.). *Journal of Plant Protection* 31(2): 191–198.
- Naseri B, Razmjou J, Nouri-ganbalani G, Mortazavi Malekshah A, Borzoui E, Barzin S, 2019. Population growth parameters of *Brevicoryne brassicae* (L.) on different canola cultivars. *Plant Pests & Disease Journal* 87(2): 166–171.
- Rajabi H, Safavi SA, Fourouzan M, 2022. Biological parameters of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.), encountering the sublethal concentration (LC25) of chlorfluazuron. *Plant Pest Research* 12(2): 21–34 (In Persian with English abstract).
- Smith C M, 2005. Plant Resistance to Arthropods-Molecular and Conventional Approach. Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. 423 pp.

- Shahnavazi A, 2019. Economic study of rapeseed cultivation in the main areas of its cultivation in Iran. *Promotional of Oilseed Plants Journal* 1(2): 70-77 (In Persian with English abstract).
- Sznajder B, Harvey JA, 2003. Second and third trophic level effects of differences in plant species reflect dietary specialization of herbivores and their endoparasitoids. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 109: 73-82.
- Van Emden HF, 2017. Host-plant resistance. In: Van Emden HF, Harrington R (eds). *Aphids as Crop Pests*, 2nd edition. CABI, Wallingford. Pp. 515-532.
- Available at: <https://centaur.reading.ac.uk/72415/>
- Zehnder CB, Hunter MD, 2008. Effects of nitrogen deposition on the interaction between aphid and its host plant. *Ecological Entomology* 33: 24-30.
- Zandi-Sohani N, Soleiman Nejhadian E, Mohiseni A, 2004. Study on the resistance of five canola (*Brassica napus* L.) cultivars to cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). *Scientific Journal of Agriculture* 27: 119-127 (In Persian with English abstract).



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)