Journal of Entomological Society of Iran
https://jesi.areeo.ac.ir
Entomological Society of Iran
2023, 43 (3), 289–299
Research Article
https://doi.org.10.61186/jesi.43.3.8
pISSN: 0259-9996
eISSN: 2783-3968
OPEN ACCESS

همخواری، ظرفیت شکارگری و شکارگری درون‌رسته ای دو کنه شکارگر *Protogamasellopsis rhizoglyphusi* (Rhodacaridae) و *Gaeolaelaps aculeifer* (*Laelapidae*)

محمدرضا امین و محمد خانجانی

گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا ،همدان، ایران

amin13681@yahoo.com https://orcid.org/0009-0006-5194-6199
mkhanjani@gmail.com https://orcid.org/0000-0001-7197-3908

چکیده: اثرات شکارگری فردی شامل ظرفیت شکارگری، همخواری، تحمل گرسنگی و برهم‌کنشهای مختلف شکارگرها بر یکدیگر است که سبب ایجاد اثراتی بر جمعیت طعمه و جمعیت خود شکارگر می‌شود. شکارگری درون‌رسته‌ای در واقع تلفیقی از رقابت و شکارگری است. این پژوهش به ارزیابی ظرفیت شکارگری، شکارگری درون‌رسته¬ای و همخواری کنه‌های شکارگر *Gaeolaelaps aculeifer* و *Protogamasellopsis rhizoglyphusi* پرداخته است. تمامی مراحل آزمایش در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۱۰±۶۰٪ و در تاریکی و در فنجان‌های پلاستیکی با ارتفاع و قطر چهار سانتی‌متر انجام شد. کف فنجان‌ها با مخلوطی از گچ پاریس و زغال چوب (۱:۷) به عمق یک و نیم سانتی‌متر پوشیده شد و با ۳۰ تکرار انجام شد. از تخم و پوره کنه–های پیاز، *Rhizoglyphus echinopus* و کنه میوه خشک، *Carpoglyphus lactis* به عنوان طعمه استفاده شد. داده‌های حاصل ازآزمایشات همخواری و ظرفیت شکارگری با آنوا یک طرفه و طرح کاملا تصادفی و داده‌های حاصل از شکارگری درون‌رسته‌ای با آزمون ۲ × ۳ فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی تجزیه تحلیل شدند. نتایج نشان داد که در ظرفیت شکارگری، بیشترین میزان تغذیه روزانه از تخم مربوط به کنه *G. aculeifer* با تغذیه از تخم *C. lactis* است وکمترین میزان تغذیه مربوط به پروتونیمف کنه *P. rhizoglyphusi* با تغذیه از تخم کنه پیاز است. همچنین، بیشترین پوره شکار شده در بالغین مربوط به کنه میوه خشک با ۲۴ پوره در روز است که توسط *G. aculeifer* شکار شد و کمترین تعداد شکار پوره مربوط به *P. rhizoglyphusi* بود که از ۱۰ عدد پوره کنه پیاز تغذیه نمود. نتایج همخواری نشان داد که میزان زنده‌مانی درکوهورت‌های تخم برای شکارگران در دسته‌های ۲۰ تخم برای کنه *P. rhizoglyphusi* به میزان ۱۹/۸ روز و برای دسته‌های ۳۰ عددی کنه *G. aculeifer* ۱/۲۴روز ب ود. کنه‌های هم سن هرگز از یکدیگر تغذیه نکردند مگر از لاشه یا در زمان پوست‌اندازی که تحرک و مقاومت کم می‌شود. نتایج حاصل از رقابت درون‌رسته‌ای نشان داد که شکارگری درون‌رسته‌ای نامتقارن است. تمام پروتونیمف و دئوتونیمف کنه‌های *P. rhizoglyphusi* در زمانی که غذا وجود ندارد توسط کنه شکارگر *G. aculeifer* خورده می‌شوند و تنها ۶/۷ درصد از کنه‌های ماده بالغ *P. rhizoglyphusi* موفق به شکست ماده‌های بالغ *G. aculeifer* شدند؛ به دلیل اینکه جثه به مراتب کوچکتری دارند. زمانی که هر دو گونه کنه شکارگر به همراه کنه طعمه بودند، زنده‌مانی مراحل نابالغ *P. rhizoglyphusi* به بیش از ۶۰ درصد رسید. در بالغین هر دو شکارگر هم این میزان به بقای ۱۰۰٪ برای هر دو گونه کنه بالغ ماده رسید.

واژه‌های کلیدی: کنه پیاز، *Carpoglyphus*، *Rhizoglyphus*، کنه میوه خشک، کنه شکارگر خاکزی

تاریخچه مقاله
دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۷
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۱
دبیر تخصصی: علیرضا صبوری

Citation: Amini, R. M. & Khanjani, M. (2023) Cannibalism, predation rate, and intraguild predation of two predatory mites, *Protogamasellopsis rhizoglyphusi* (Rhodacaridae) and *Gaeolaelaps aculeifer* (Laelapidae). *J. Entomol. Soc. Iran* 43 (3), 289-299.

مقدمه

کنه‌های خانواده Acaridae از مهم‌ترین آفات خاکزی هستند که به محصولات کشاورزی و انباری حمله می‌کنند (Zhang, 2003). کنه پیاز، *Rhizoglyphus echinopus* (Acari: Astigmata)، یکی از آفات مهم انواع پیاز، سیر، پیاز زعفران، پیاز گل های زینتی، بنه و غده است. این کنه می‌تواند از پیازها، ریشه‌ها و جوانه‌ها تغذیه و در نتیجه باعث تاخیر در رشد گیاه، ایجاد ناهنجاری و کاهش میزان گلدهی گیاه میزبان شود (Lesna *et al.*, 1995؛ Conijn *et al.*, 1997). برای

Corresponding author: Mohamad Khanjani (E-mail: mkhanjani@gmail.com)

© 2023 by Author(s), Published by the Entomological Society of Iran
This Work is Licensed under Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International Public License.

کنترل کنه پیاز قبل از کاشت و یا قبل ورود به مزرعه از متیل بروماید، سیانید، دی سولفید کربن، متام سدیم و آب گرم و آفت‌کش‌های دیگر استفاده می‌شود. در شرایط کنونی کنترل شیمیایی کنه پیاز توسط آفت‌کش‌ها معمول، چندان رضایت بخش نبوده است (Díaz *et al.* 1999؛ Kasuga *et al.*, 2006). بنابراین، کنترل بیولوژیک به عنوان روش جایگزین برای کاربرد سموم در دهه‌های اخیر مورد استفاده قرار گرفته است. کنه‌های مزوستیگماتای شکارگر ساکن در خاک، ظرفیت مهمی برای کنترل آفات خاکزی دارند. کنه‌های خانواده Rhodacaridae و Laelapidae کنه‌های ادافیک هستند که عمدتاً در چند سانتی‌متر اول سطح خاک و گاهی در نزدیکی ریشه‌های گیاهان یافت شده و از دم فنری‌ها، لارو حشرات، کنه‌ها و نماتدها تغذیه می‌کنند (Barbosa & Moraes, ؛ Amin & Khanjani, 2022؛ Amin *et al.*, 2014b؛ 2016). دو گونه، *Gaeolaelaps aculeifer* Canestrini(1884)، و *Protogamasellopsis rhizoglyphusi* Amin & Khanjani (2022) ، شکارگران عمومی هستند و به طور مؤثر به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک آفات مختلف خاکزی مانند شفیره تریپس، لارو مگس‌ها، و کنه‌های پیاز استفاده می‌شوند (Amin *et al.* 2014a؛ Amin & Khanjani, 2022). کنترل بیولوژیک کنه‌ها و حشرات کوچک توسط *G. aculeifer* به طور گسترده در برخی از کشورهای جهان مورد استفاده قرار گرفته است.

ظرفیت شکارگری به کیفیت و کمیت هر کدام از شکارها، قدرت شکارگری شکارگران و عواملی که در مدت زمان کوتاه تغییری نمی‌کنند، بستگی دارد و هم به تراکم، دما، ترکیب انواع شکار، حضور سایر شکارگران و عواملی که در مدت زمان کوتاه تغییر می‌کند (Xu *et al.*, 2006). در بسیاری از مطالعات، اثرات شکارگری فردی را مورد بررسی قرار داده‌اند. برهم‌کنش‌های متعددی در طبیعت شناخته شده که می‌توان در این میان به برهم کنش‌های بینابین و ترکیبی نظیر پدیده شکارگری درون‌رسته‌ای اشاره نمود (Tavoosi Ajvad *et al.*, 2013). گونه‌های شکارگر چه غیر بومی، وارد شده به محیط جدید و چه بومی، نه تنها برای منابع غذایی و پناهگاه‌ها رقابت می‌کنند، بلکه ممکن است یکدیگر را شکار کنند، که به عنوان «شکار درون‌رسته‌ای» (IGP) نامیده می‌شوند. IGP عامل مهمی است که می‌تواند برای تخمین کارایی شکارگرها مورد استفاده قرار بگیرد (Janssen *et al.*, 1998). رسته به تمام موجوداتی گفته می‌شود که منابع غذایی یکسانی دارند و به صورت یکسان یا متفاوتی از منبع غذایی بهره‌برداری می‌کنند (Polis *et al.*, 1989). با توجه به مطالعات دیگر مبنی بر اینکه قدرت فعل و انفعالات شکارگر–شکار می‌تواند توسط ساختارهای درون زیستگاه (نیچ اکولوژیکی) اصلاح گردد. بدین معنی که اثرات منفی شکار درون‌رسته‌ای بر شکارگر واسط (شکار درون‌رسته‌ای) توسط ساختار زیستگاه کاهش می یابند (Persson & Eklov, 1995؛ Ferreira *et al.*, 2011). اما این در تضاد با نظریه شکار درون‌رسته‌ای است که بیان می‌کند در جمعیت‌های به خوبی پیچیده، پیش‌بینی می‌شود که شکار درون‌رسته‌ای پویایی شبکه غذایی را بی‌ثبات می‌کند و ممکن است منجر به حذف گونه‌ها شود (Polis & Holt, 1992). بنابراین شکارگری درون‌رسته‌ای سبب ایجاد اثرات مهمی در کنترل بیولوژیک آفات می‌شود. مطالعه روی پتانسیل کنترل بیولوژیکی *G. aculeifer* روی طعمه‌های زیادی انجام شده است و به صورت تجاری در دسترس است (Amin *et al.*, 2014b). اما *P. rhizoglyphusi* از کنه‌های بومی منطقه است و باید ظرفیت شکارگری آن و قدرت رقابت با کنه *G. aculeifer* بررسی شود. با توجه به نمونه برداری های انجام شده از مزارع گلایول و حضور همزمان هر دو شکارگر در اکثر نمونه‌ها، لذا بررسی روابط اکولوژی از جمله شکارگری درون‌رسته‌ای می‌تواند مهم باشد همچنین هیچ مطالعه شکارگری درون‌رسته‌ای بر روی کنه‌های شکارگرخاکزی انجام نشده است. بنابراین در این پژوهش ظرفیت شکارگری، همخواری و شکارگری درون‌رسته‌ای دو کنه شکارگر *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi* مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این مطالعه علاوه بر تعداد شکار خورده شده و میزان گرسنگی، بررسی شکارگری درون‌رسته‌ای دو کنه شکارگر *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi* است تا میزان تغذیه از یکدیگر و اثرات موانع درون زیستگاه بر روی دو گونه مشخص شود. استفاده از طعمه کنه پیاز به خاطر آفت بودن است اما از کنه میوه خشک به عنوان غذای جایگزین استفاده شد چون آن کنه طعمه معمول و رایج در پرورش کنه‌ای شکارگر است به همین دلیل در این مطالعه به عنوان غذای جایگزین برای این دو شکارگر مورد استفاده قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پرورش کنه‌های شکارگر و کنه‌های طعمه. کلنی اولیه کنه‌های *R. echinopus*، *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi* از خاک همراه با پیازهای گلایول در شهرستان محلات استان مرکزی در آبان و آذر ۱۳۹۸ جمع‌آوری شد و کنه *C. lactis* از شرکت عوامل مهار زیستی هگمتانه تأمین شد. کنه‌های طعمه (*R. echinopus* و *C. lactis*) با آرد گندم، سبوس گندم و شکر (۱:۱:۱) به عنوان منبع غذایی و در جعبه‌های پلاستیکی (طول ۲۰۰ میلی متر × عرض ۱۲۰ میلی متر × ارتفاع ۱۵ میلی‌متر)، در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۹۰ درصد و تاریکی در انکوباتور پرورش داده شدند. جعبه‌ها از طریق یک سوراخ تهویه به قطر ۴ سانتی‌متر در روی درب که توسط یک توری نایلونی (اندازه منافذ ۰/۰۵ میلی متر) پوشانده شده بود، تهویه شدند.

کنه‌های شکارگر *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi* با تغذیه از *C. lactis* و *R. echinopus* درون ژرمیناتور با دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۶۰ درصد و شرایط تاریکی پرورش داده شدند. دو کنه شکارگر در بطری‌های پلاستیکی به قطر ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۵ سانتی‌متر پرورش داده شدند. امکان تهویه در بطری‌های پلاستیکی پرورش توسط توری نایلونی روی درب بطری ایجاد شد. برای تغذیه کلنی از تمام مراحل کنه‌های طعمه استفاده شد. سپس از این کلنی برای تخم‌گذاری استفاده شد و کنه‌های بالغ پس از تخم‌گذاری حذف شدند و از نسل‌های بعدی برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد. تمام آزمایش‌ها در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰±۶۰٪ و درون بطری‌های پلاستیکی (فنجان‌های پلاستیکی با ارتفاع و قطر چهار سانتی‌متر که کف آن‌ها با مخلوطی از گچ پاریس و زغال چوب (۱:۷) به عمق یک و نیم سانتی‌متر پوشیده شده است) انجام شد.

آزمایش‌های ظرفیت شکارگری کنه *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi*. برای اندازه‌گیری میزان شکارگری دو کنه شکاگر *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi*، یک ماده بالغ از کنه‌های شکارگر با تعداد مشخصی از مراحل مختلف هر دو طعمه شامل تخم و پوره *C. lactis* و تخم پوره *R. echinopus* مورد تغذیه قرار گرفت. قبل از شروع آزمایش بررسی مقدماتی انجام شد و تعداد کنه طعمه برای هر تیمار مشخص شد که حداقل ۲۵ و حداکثر ۷۰ عدد از مراحل مختلف

طعمه برای هر شکارگر بود. این آزمون با ۳۰ تکرار با هر نوع طعمه شامل تخم، *C. lactis* ، تخم *R. echinopus* ، پوره‌های *C. lactis* و پوره‌های *R. echinopus* انجام شد. شمارش تعداد طعمه‌های خورده شده روزانه به مدت ۱۰ روز متوالی انجام گرفت و طعمه‌ها روزانه جایگزین می‌شدند. تا تعداد طعمه‌های خورده شده و تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط شکارگرها مشخص شود. این آزمون مشابه روش Castilho *et al.* (2009) انجام شد. همچنین، برای به دست آوردن تعداد طعمه‌های شکار شده در مراحل قبل از بلوغ (دئوتونیمف پروتونیمف) با تغذیه از تیمارهای تخم، *C. lactis* ، تخم *R. echinopus* ، پوره‌های *C. lactis* و پوره‌های *R. echinopus* است انجام شد. شمارش تعداد طعمه‌های خورده شده، روزانه و تا زمانی که به مرحله بعد بروند صورت گرفت. این آزمایش در لاروهایی که تغذیه ندارند، انجام نگرفت. این آزمایش با ۳۰ تکرار برای هر نوع طعمه انجام شد.

آزمایش‌های شکارگری درون‌رسته‌ای کنه *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi*. شکارگری درون‌رسته‌ای دو کنه شکارگر *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi* در سه مرحله به صورت زیر اندازه‌گیری شد. مرحله اول به صورت انفرادی که یک عدد از هر کنه بالغ شکارگر که ۳ روز از زمان بلوغ آن گذشته و جفت‌گیری کرده بود بدون غذا در کنار یکدیگر قرار گرفتند و وضعیت شکار شدن (زنده‌مانی) طی ۱۰ روز بررسی شد. این آزمایش با ۳۰ تکرار انجام شده است. سپس، زمانی که غذا به اندازه کافی وجود داشت، یک عدد کنه شکارگر *G. aculeifer* و یک عدد کنه *P. rhizoglyphusi*. به همراه غذا در کنار یکدیگر قرار گرفتن و وضعیت شکار شدن (زنده‌مانی) توسط یکدیگر طی ۱۰روز ثبت شد به صورت روزانه تعداد ۱۵۰ عدد از مراحل مختلف کنه طعمه *R. echinopus* به واحدهای آزمایش اضافه شد. در مرحله دوم، کنه‌های شکارگر در سنین نابالغ شامل پروتنیمف و دئوتنیمف به صورت انفرادی و هم‌سن از هر گونه (یعنی یک عدد پروتونیمف *G. aculeifer* و یک عدد پروتونیمف *P. rhizoglyphusi*. ، یک عدد دئوتونیمف *G. aculeifer* و یک عدد دئوتونیمف *P. rhizoglyphusi*)، درون بطری‌های پلاستیکی و در شرایط بی‌غذایی و سپس با غذا قرار گرفتند و فرآیند شکار شدن (زنده‌مانی) آن‌ها ثبت شد. این آزمایش در ۳۰ تکرار انجام گرفت. به صورت روزانه تعداد ۷۵ عدد از مراحل مختلف کنه طعمه به واحدهای آزمایش اضافه شدند.

در مرحله سوم مانند مرحله اول، با این تفاوت که غذا به اندازه کافی برای شکارگرها وجود داشت و نتاج تولید شده توسط هر کنه ماده از محیط خارج نمی‌شود و برای کاهش میزان اختلاف باروری تعداد ۲ عدد از هر گونه کنه ماده جفت‌گیری کرده درون ظروف آزمایش قرار داده شد و پس از ۲۰ روز تعداد کنه‌های داخل هر بطری به تفکیک مرحله رشدی برای هر گونه یاداشت شد. این آزمایش در ۱۵تکرار برای هر کنه شکارگر انجام شد. در آزمایش دیگر، با توجه به اختلاف اندازه در شکارگرها و قدرت شکارگری بیشتر کنه *G. aculeifer* نسبت به *P. rhizoglyphusi* ، از موانع فیزیکی (خاک اره) جهت مخفی شدن یا فرار شکارگر کوچکتر استفاده شد. کنه‌های بالغ از هر دو شکارگر به صورت همزمان و تعداد دو عدد درون بطری‌های پلاستیکی به مدت ۲۰ روز مورد بررسی قرار گرفتند. سپس تعداد نتاج حاصل به تفکیک مرحله رشدی برای هر گونه ثبت شد. برای شاهد آزمایش، دو کنه از هر شکارگر به صورت تنها و بدون حضور شکارگر دیگر در ظرف قرار داده شد و نتاج آن بر حسب مرحله رشدی ثبت گردید. ۵ روز اول به صورت روزانه تعداد ۱۵۰ عدد از مراحل مختلف کنه طعمه به واحدهای آزمایش اضافه شد و در روزهای بعد هرچه تعداد کنه ها افزایش پیدا کرد تعداد طعمه‌های داده شده تا ۴۰۰۰ عدد نیز افزایش داشت.

برای اندازه‌گیری میزان شکارگری دو کنه شکارگر *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi* از یکدیگر، یک ماده بالغ از کنه‌های شکارگر *G. aculeifer* انتخاب شد که از مراحل مختلف تخم، پروتونیمف و دئوتونیمف کنه *P. rhizoglyphusi* به عنوان طعمه با تعدادی مشخص تغذیه کند (قبل از شروع آزمایش بررسی مقدماتی انجام و تعداد طعمه برای هر تیمار مشخص شد که حداقل ۱۰ و حداکثر ۲۵ عدد از مراحل مختلف طعمه برای هر شکارگر بود). همچنین، یک ماده بالغ از کنه‌های شکارگر *P. rhizoglyphusi* به عنوان شکارگر و مراحل مختلف تخم، پروتونیمف ودئوتونیمف کنه *G. aculeifer* به عنوان طعمه استفاده شد. این آزمون با ۳۰ تکرار انجام شد. شمارش تعداد طعمه‌های خورده شده روزانه به مدت ۱۰ روز متوالی انجام گرفت تا تعداد طعمه‌های شکار شده و تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط شکارگرها مشخص شود.

تجزیه وتحلیل داده‌ها. برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SAS v 9.4 استفاده شد. از One-way ANOVA برای تعیین تفاوت‌های معنی‌دار در طول زمان گرسنگی وهمخواری، ظرفیت شکارگری و نرخ شکارگری استفاده شد. برای شکارگری درون‌رسته‌ای از آزمون ۲ × ۳ فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با دو سطح شکارگر و سه فاکتور شکار استفاده شد. در صورت وجود تفاوت معنی‌دار یا اختلاف قابل توجه، از آزمون چند دامنه‌ای توکی در ($P < ۰/۰۵$) برای مقایسه‌های میانگین‌ها استفاده شد. رسم نمودار با نرم‌افزار Excel (Microsoft® Office Excel® 2020) انجام شد.

نتایج و بحث

آزمایشات گرسنگی و همخواری کنه *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi*. نتایج آزمایشات انجام شده برای گرسنگی و همخواری نشان داد که هر دو گونه در صورت مواجه با گرسنگی، می‌توانند از افراد کوچک گونه خود، که متعلق به مراحل قبلی زندگی است تغذیه کنند. همچنین کنه ماده *G. aculeifer* از نرها نیز تغذیه می‌کند. اما مشاهدات نشان داد که در مراحل یکسان در یک گونه تغذیه از یکدیگر صورت نمی‌گیرد، مگر از لاشه‌ها یا زمان پوست‌اندازی که تحرک به شدت کم می‌شود. در زمان حضور دو شکارگر، هر گونه ترجیح می‌دهد از افراد مختلف گونه دیگر تغذیه کند. بنابراین، همخواری از مراحل کوچکتر کنه شکارگر ارجحیت ندارد مگر در زمان عدم حضور غذا که کنه مجبور به تغذیه می‌شود. با توجه به جثه‌ی کوچکتر کنه *P. rhizoglyphusi* امکان تغذیه از دئوتونمیف *G. aculeifer* برای کنه‌های بالغ وجود ندارد اما تغذیه از تمام مراحل کنه *P. rhizoglyphusi* برای کنه *G. aculeifer* به راحتی انجام می‌شود. در زمان گرسنگی کنه‌ها می‌توانند مدت زیادی بدون غذا زندگی کنند. همانگونه که در جدول ۱ نشان داده شده است، در زمان گرسنگی به صورت انفرادی کمترین میزان بقا مربوط به مرحله پروتونیمف کنه شکارگر *P. rhizoglyphusi* با حدود ۴/۵ روز است و بیشترین میزان بقا مربوط به بالغین ماده کنه *G. aculeifer* با ۱۸ روز است؛ که با بالغین ماده کنه شکارگر *P. rhizoglyphusi* اختلاف معنی‌داری ندارد. زمان زنده‌مانی بدون غذا برای دشمنان طبیعی (شکارگرها) از آن جهت حائز اهمیت است که سبب

می‌شود شکارگر مدت زمان بیشتری آماده کنترل آفت گیاهی باشد و به محض ورود آفت از آن تغذیه کرده و کنترل را انجام دهد. لذا استفاده از شکارگران با قدرت زنده‌مانی بالا بدون غذا یکی از مزیت‌های خوب دشمنان طبیعی به حساب می‌آید، که از این نظر هر دو گونه شکارگر این توانایی را دارا هستند. این گرسنگی اگرچه سبب کاهش زادآوری می‌گردد اما حفظ بقای گونه را در طولانی مدت سبب می‌شود. تحمل گرسنگی می‌تواند عامل مهمی برای کنه‌های شکارگر باشد. هر دو شکارگر توانایی خوبی در تحمل گرسنگی نشان دادند. در مطالعه دیگری، Baatrup *et al.* (2006) نشان دادند که کنه‌های *G. aculeifer* قادر به تحمل ۶۰ روز گرسنگی هستند. در این مطالعه، حداکثر بقا برای ماده بالغ *G. aculeifer* ۳۱ روز و حداکثر میزان تحمل گرسنگی برای کنه ماده *P. rhizoglyphusi* ۲۶ روز بود. زمانی که کنه در دوران قبل از بلوغ قرار دارد، میزان تحمل گرسنگی به شدت کاهش می‌یابد و با بلوغ، میزان بقا بدون غذا افزایش دارد. برای افزایش طول عمر در زمان قبل از بلوغ، تغذیه از مراحل قبلی و یا تغذیه از کنه‌های خورده شده (لاشه‌ها) مرسوم است. میزان بقا در دسته‌های همسن تخم برای شکارگران در دسته‌های ۲۰ تخم برای کنه *P. rhizoglyphusi* ۱۹/۸ روز و برای دسته‌جات ۳۰ عددی کنه *G. aculeifer* ۲۴/۱ روز بود. تقریباً در حدود ۹۰ درصد از تکرارها، یک کنه ماده به بلوغ رسید و تعداد ۱۹ یا ۲۹ عدد کنه توسط ماده بالغ خورده شده تا به این مرحله برسد (جدول ۲).

ظرفیت شکارگری کنه *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi*. ظرفیت شکارگری بعد از پارامترهای جدول زندگی یکی از عوامل مهم شکارگری برای کنترل بیولوژیک است. همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، بیشترین میزان تغذیه روزانه از تخم مربوط به کنه *G. aculeifer* با تغذیه از تخم *C. lactis* است و کمترین میزان تغذیه مربوط به پروتونیمف کنه *P. rhizoglyphusi* با تغذیه از کنه پیاز است. همچنین، نتایج نشان داد که پروتونیمف کنه *G. aculeifer* حدوداً با تغذیه از ۵۰ عدد تخم کنه میوه خشک در مدت ۴ روز می‌تواند به مرحله بعد برود درصورتی که این میزان برای پروتونیمف کنه *P. rhizoglyphusi* به مراتب کمتر و در حدود ۳۰ عدد در مدت ۳/۳ روز است. Ragusa & Zedan (1988) تغذیه روزانه *G. aculeifer* از تخم، لارو، پروتونیمف، دئوتونیمف و بالغ *R. echinopus* در تمام مراحل رشدی را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاصل نشان داده که میزان مصرف تخم و لارو برای مراحل پروتونیمف و دئوتونیمف *G. aculeifer* به ترتیب برابر با ۲۱/۸ تخم یا ۶۲/۳ لارو برای پروتونیمف و ۵۹/۸ تخم یا ۱۳۱/۵ لارو اندازه‌گیری شده است که با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت دارد. همچنین، بالغین روزانه ۲۰/۱ تخم یا ۶۵ لارو مصرف می‌کنند و روزانه ۱/۵ تخم می‌گذارند که با نتایج حاصل از این پژوهش نزدیک است.که میزان مصرف تخم روزانه ۲۱ عدد و میانگین تخم‌ریزی ۱ عدد است. با توجه به میانگین تخم روزانه و درصد بقا می‌توان نتیجه گرفت که تخم کنه‌های طعمه کیفیت مناسبی برای رشد و نمو و بقا ندارند. نتایج ارائه شده در جدول ۴ نشان می‌دهد که استفاده از پوره کنه‌های طعمه اختلاف معنی‌داری با شاهد ندارد و از کیفیت مناسبی جهت بقا و تولید مثل برخوردار است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین پوره شکار شده در بالغین، مربوط به کنه میوه خشک با ۲۴ پوره در روز است که توسط *G. aculeifer* شکار می‌شود و کمترین تعداد شکار پوره مربوط به *P. rhizoglyphusi* است که از ۱۰ عدد پوره کنه پیاز تغذیه می‌کند. در سال 1988، Ragusa & Zedan میزان تغذیه روزانه *G. aculeifer* از تخم، لارو، پروتونیمف، دئوتونیمف و بالغ *R. echinopus* در تمام مراحل رشد را مطالعه کردند. نتایج نشان داد میزان تغذیه از پوره کنه پیاز ۱۷/۸ عدد است که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. همچنین میزان تخم‌گذاری روزانه ۴/۲ تخم به ازای هر ماده است که با ۴ تخم در این مطالعه تفاوت معنی‌داری ندارد. Park *et al.* (2021) روی تغذیه روزانه *G. aculeifer* از تریپس غربی گل مطالعه و تغذیه روزانه ۲/۹۳ شفیره تریپس غربی گل برای کنه ماده *G. aculeifer* را گزارش نمود Asefpour *et al.* (2018) تغذیه *G. aculeifer* از لارو سن دوم مگس Sciaridae برای پروتونیمف، دئوتونیمف و بالغین ماده را به ترتیب ۲/۵۶، ۶/۶ و ۳۸۱/۳۸ عدد گزارش نمودند. به علت اینکه گونه *P. rhizoglyphusi* بومی منطقه ایران است و به تازگی گزارش شده است، هیچگونه اطلاعاتی وجود ندارد. اما گونه *P. posnaniensis* توسط Castilho *et al.* (2009) مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که گونه *P. posnaniensis* تعداد ۱۲/۸ عدد از پوره کنه پیاز و ۲۳/۵ عدد از پوره کنه قارچ‌خوار (*Tyrophagus putrescentiae*) تغذیه می‌کند که به نتایج حاصل از این پژوهش نزدیک است اگرچه گونه مورد مقایسه متفاوت است. اما تعداد تخم روزانه برای گونه *P. posnaniensis* ۸/۶ عدد است که نسبت به ۵/۹ عدد در روز برای گونه *P. rhizoglyphusi* بسیار بیشتر است.

جدول ۱- زمان زنده‌مانی مراحل مختلف زندگی، *Gaeolaelaps aculeifer* و *Protogamasellopsis rhizoglyphusi* بدون غذا

Table 1. Survival time of different life stages, *Gaeolaelaps aculeifer* and *Protogamasellopsis rhizoglyphusi* without food.

Treatments		Protonymph	Deutonymph	Adult	*F*	*P<*
G. aculeifer	mean	7.13±0.43b	6.26±0.33bc	18.06±0.91a	*93.89*	*<.0001*
	max	13	9	31		
P. rhizoglyphusi	mean	4.43±0.20c	6.30±0.39bc	16.53±0.90a		
	max	7	10	26		

در جدول حروف غیر مشابه (در کل جدول) بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است (*Tukey P < 0.05*)

Means in a table followed by the same letter do not differ significantly at P < 0.05 level (Tukey's test).

جدول ۲- زمان زنده‌مانی کوهورت، *Gaeolaelaps aculeifer* و *Protogamasellopsis rhizoglyphusi* بدون غذا

Table 2. Survival time of cohort, *Gaeolaelaps aculeifer* and *Protogamasellopsis rhizoglyphusi* without food

Treatment	G. aculeifer	P. rhizoglyphusi	*F*	*P<*
n	*30*	*20*		
	24.10±4.68a	*19.80±5.13b*	*7.65*	*0.0087*

در جدول حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است (*Tukey P < 0.05*)

Means in a table followed by the same letter do not differ significantly at P < 0.05 level (Tukey's test).

جدول۳- نرخ شکار، بقا و تخم‌گذاری دو گونه کنه‌های شکارگر *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi* با تغذیه از تخم *C. lactis* و *R. echinopus*.

Table 3. Predatory rate, survival and oviposition of two species of predatory mites *G. aculeifer* and *P. rhizoglyphusi* feeding on the eggs of *R. echinopus* & *C. lactis*

	predator	***G. aculeifer***		***P. rhizoglyphusi***		***F***	***P<***
	Prey	*C. lactis*	*R. echinopus*	*C. lactis*	*R. echinopus*		
predator stage	stage / Treatment	egg	Egg	egg	Egg		
Protonymph	Prey killed/predator	49.93±1.48a	47.07±1.55 a	29.60±0.97b	24.27±0.89c	101.69	0.001
	Prey killed/ predator/ day	12.44±0.43a	12.04±0.37a	9.59±0.40b	7.32±0.24c	19.27	0.0001
	mean duration (day)	4.18±0.08a	4.15±0.08a	3.33±0.13b	3.45±0.11b	42.33	0.0001
	Survivorship %	73	66	70	76		
Deutonymph	Prey killed/predator	72.67±2.16a	67.90±1.97a	46.20±1.85b	38.37±2.01c	69.68	0.0001
	Prey killed/ predator/ day	17.52±0.41a	16.20±0.40a	15.52±0.72a	13.08±0.59b	11.54	0.0001
	mean duration (day)	4.35±0.10a	4.44±0.11a	3.14±0.65b	3.17±0.70b	59.68	0.0001
	Survivorship %	90	83	70	77		
Adult	Prey killed/predator	310.47±4.43a	212.3±3.04b	196.66±4.45b	157.20±5.34c	219.44	0.0001
	Prey killed/ predator/ day	31.49±0.41a	21.23±0.30b	19.67±0.45b	15.72±0.53c	242.98	0.0001
	Eggs/predator/day	1.89±0.10d	1.07±0.07de	1.30±0.07de	0.84±0.8e	166.36	0.0001
	Eggs/predator/day (control)	6.95±0.23a	4.09±0.38c	5.44±0.20b	5.90±0.14b		

در هر ردیف حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است (*Tukey P < 0.05*)

Means in a row followed by the same letter do not differ significantly at P < 0.05 level (Tukey's test).

شکارگری درون‌رسته‌ای کنه *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi*. انواع مختلف برهمکنش شکارگرها بر یکدیگر در زیستگاه مشترک ممکن است به صورت پیچیده بر روی جمعیت طعمه اثر بگذارد. برهمکنش‌های شبکه‌های غذایی اغلب به دلیل پیچیدگی ارتباطات سطوح غذا و تعداد گونه‌های درگیر بسیار پیچیده و محدود است و مطالعات کمی درمورد آن‌ها انجام شده است. در برهمکنش‌های شکارگری درون‌رسته‌ای حداقل سه گونه شرکت دارند که شامل یک شکارگر درون‌رسته‌ای، یک شکار درون‌رسته ای و یک حشره گیاهخوار یا طعمه مشترک بین دو شکارگر است (Janssen *et al.*, 2006). از عوامل موثر در شکارگری درون‌رسته‌ای می‌توان به مرحله حساس به شکار شدن، اندازه بدن، تخصص شکارگری، حرکت و جابه‌جایی شکارگر اشاره نمود (Holt & Polis, 1997). نتایج نشان دادند باتوجه به تغذیه دو گونه از یکدیگر، شکارگری دورن رسته‌ای نامتقارن است. ترجیح بیشتر کنه شکارگر *P. rhizoglyphusi* به حضور در قسمت‌های حاوی خاک اره و مخمر که در مرکز واحد آزمایشگاهی است ممکن است به دلیل کوچکتر بودن جثه و توانایی مخفی شدن در درزهای کوچک که خارج از دسترس شکارگر دیگر *G. aculeifer* است باشد. شاید موانع سبب فرار کنه‌ها و افزایش زمان دستیابی می‌شود. باتوجه به اختلاف جثه دو کنه شکارگر و بررسی اثرات گرسنگی بر شکارگرها، شکارگر درون‌رسته‌ای در حضور غذا و بدون حضور غذا مورد بررسی قرار گرفته‌اند . همانطور که در نمودار (شکل ۱) دیده می‌شود، تمامی پروتونیمف و دئوتونیمف‌های کنه *P. rhizoglyphusi* به دلیل اینکه جثه به مراتب کوچکتری دارند، در زمانی که غذا وجود ندارد توسط کنه شکارگر *G. aculeifer* خورده می‌شوند. زمانی که هر دو گونه کنه به همراه کنه طعمه وجود دارند، بقا و زنده‌مانی *P. rhizoglyphusi* به بیش از ۶۰ درصد می‌رسد.

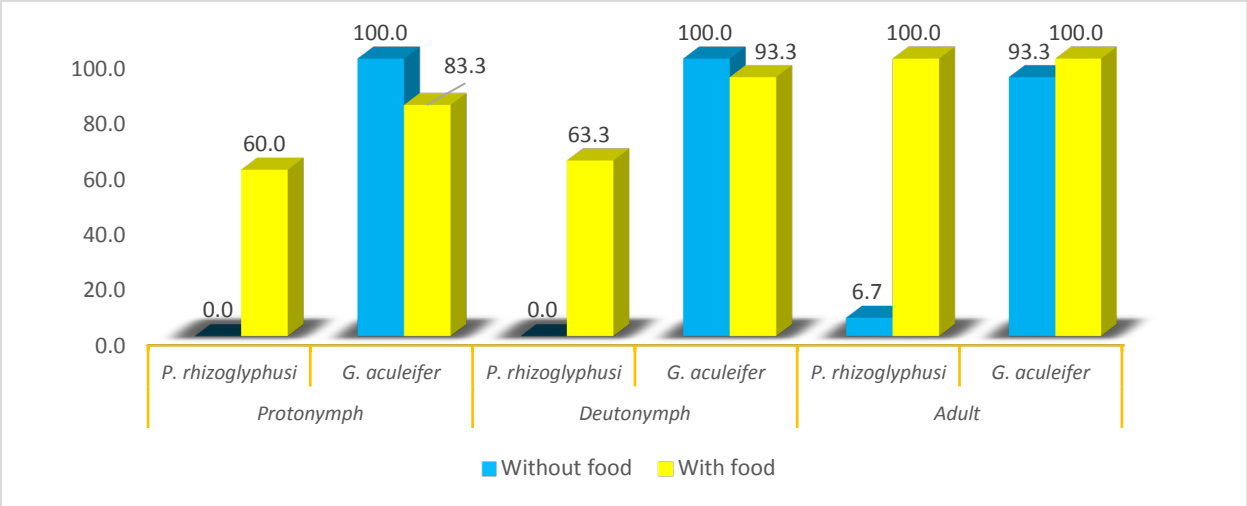
جدول٤- نرخ شکار، بقا و تخم‌گذاری دو گونه کنه‌های شکارگر *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi* با تغذیه از پوره *C. lactis* و *R. echinopus*.

Table 4. Predatory rate, survival and oviposition of two species of predatory mites *G. aculeifer* and *P. rhizoglyphusi* feeding on the nymphs of *C. lactis* & *R. echinopus*.

		predator	*G. aculeifer*		*P. rhizoglyphusi*		F	P<
		Prey	*C. lactis*	*R. echinopus*	*C. lactis*	*R. echinopus*		
predator stage	n	Stage / Treatment	Nymph	Nymph	Nymph	Nymph		
Protonymph	30	Prey killed/predator	26.93±1.17a	24.26±0.89a	18.06±0.45b	19.6±0.47b	25.90	0.0001
	30	Prey killed/ predator/ day	8.43±0.32a	7.32±0.24b	6.2±0.17c	7.5±0.27ab	12.66	0.0001
	30	mean duration (day)	3.27±0.08a	3.45±0.09a	2.92±0.05b	2.70±0.08b	15.09	0.0001
	30	Survivorship %	73	73	90	90		
Deutonymph	30	Prey killed/predator	33.06±1.77ab	38.36±2.00a	28.23±0.81bc	25.23±0.84c	15.58	0.0001
	30	Prey killed/ predator/ day	10.17±0.46b	12.96±0.60a	11.70±0.35ab	10.28±0.31b	8.68	0.0001
	30	mean duration (day)	3.24±0.08a	3.21±0.07a	2.46±0.09b	2.44±0.10b	23.7	0.0001
	30	Survivorship %	96	76	93	93		
Adult	30	Prey killed/predator	241.73±3.18a	166.26±2.35b	127.86±2.03c	112.33±2.24d	537.99	0.0001
	30	Prey killed/ predator/ day	24.17±0.31	16.62±0.23	12.78±0.20	11.23±0.22	16.20	0.0001
	30	Eggs/predator/day	6.26±0.13ab	4.07±0.10c	4.89±0.10bc	5.14±0.14b	25.62	0.0001
	30	*Eggs/predator/day (control)*	*6.95±0.23a*	*4.09±0.38c*	*5.44±0.20bc*	*5.90±0.14bc*		

در هر ردیف حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است (*Tukey P < 0.05*)

Means in a row followed by the same letter do not differ significantly at *P* < 0.05 level (Tukey's test).



شکل ۱– نرخ بقای مراحل مختلف دو گونه شکارگر *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi* در زمان حضور غذا و در زمان بی‌غذایی

Fig 1. Survival time of different life stages of *Gaeolaelaps aculeifer* and *Protogamasellopsis rhizoglyphusi* in the with food and in the without food durations.

در بالغین نیز زمانی که غذا وجود ندارد، تنها ۶/۷ درصد از کنه‌های *P. rhizoglyphusi* موفق به شکست ماده‌های بالغ *G. aculeifer* شده‌اند، این در صورتی است که در زمان حضور غذا ۱۰۰٪ کنه‌های ماده هر دو گونه زنده ماندند، چونکه ترجیح می‌دهند از مراحل نابالغ یکدیگر تغذیه کنند. آزمایش دوم به دلیل دریافت اثرات مراحل مختلف شکارگر زمانی که در مدت طولانی درکنار یکدیگرند، طراحی شد. نتایج ارائه شده در جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین تعداد کنه ماده بالغ در تیمار شاهد ۹۹/۹ عدد است؛ پس از آن در تیمار با مانع ۶ /۶۶ کنه بالغ *P. rhizoglyphusi* است. در تیمار بدون مانع بیشترین کنه ماده بالغ مربوط به کنه *G. aculeifer* با ۳۱/۸ عدد است.

بر طبق نتایج حاصل، می‌توان بیان کرد که میزان تغذیه کنه *G. aculeifer* از کنه *P. rhizoglyphusi* زمانی که مانع وجود ندارد به مراتب بیشتر است. یکی از علل افزایش تعداد تخم‌های *P. rhizoglyphusi* شکار نشدن است که به دلیل انفرادی بودن تخم‌ها و دفن کردن تخم‌ها زیر خاک اتفاق می‌افتد. اما برای *G. aculeifer* به دلیل آنکه تخمریزی به صورت دسته‌ای و درون درزها اتفاق می‌افتد، دسترسی به آن برای *P. rhizoglyphusi* به خاطر جثه کوچک بسیار راحت است. دئوتونیمف در *G. aculeifer* زمانی که با مانع و بدون مانع است، تفاوتی ندارد چرا که تغذیه‌ای از آن صورت نمی‌گیرد. جهت اطلاع میزان شکارگری از مراحل نابالغ یکدیگر، کنه بالغ هر شکارگر در معرض مراحل مختلف (تخم، پروتونیمف و دئوتونیمف) شکارگر دیگر قرار گرفت. با توجه به جثه‌ی کوچکتر کنه *P. rhizoglyphusi*، امکان تغذیه ازدئوتونیمف *G. aculeifer* برای کنه‌های بالغ وجود ندارد، اما تغذیه از تمام مراحل کنه *P. rhizoglyphusi* برای کنه *G. aculeifer* به راحتی انجام می‌شود.

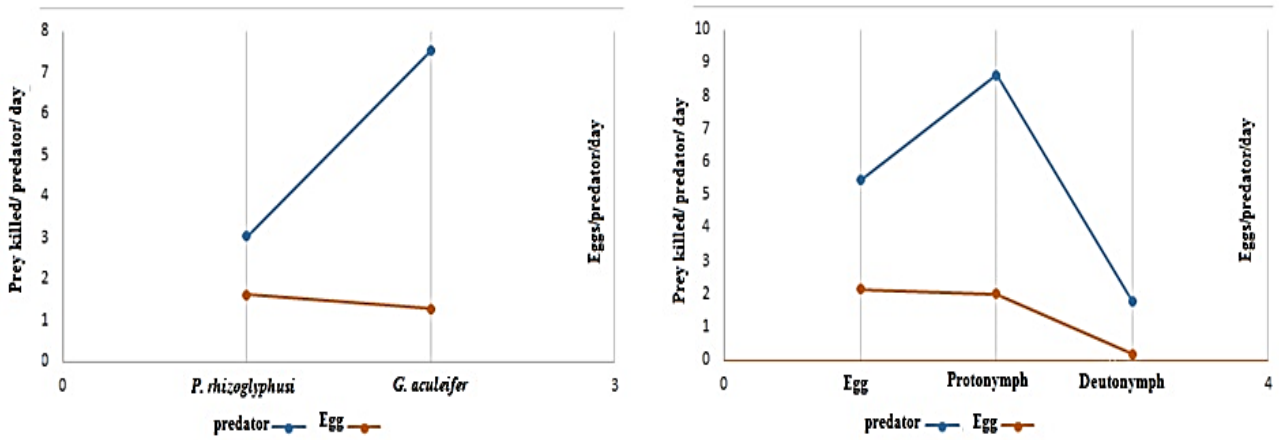
جدول ۵ – شکارگری درون‌رسته‌ای دو گونه کنه شکارگر *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi* با مانع فیزیکی و بدون مانع (شاهد بدون حضور شکارگر دیگر) در مدت ۲۰ روز

Table 5. Intrigued predation of two predatory mite species *G. aculeifer* and *P. rhizoglyphusi* with barrier and without barrier (control without presence of other predator) during 20 days

		G. aculeifer			*P. rhizoglyphusi*			*F*	*P<*
	n	with barrier	without barrier	control	with barrier	without barrier	Control		
Egg	15	87.6±6.35d	83.86±5.43d	159.26±14.30c	226.60±8.19b	50.33±5.72d	318.20±19.37a	87.01	0.0001
Larva	15	25.33±3.81b	20.66±2.36bc	46.86±3.91a	24.53±3.18bc	11.93±1.19c	30.66±3.62b	14.16	0.001
Protonymph	15	19.33±1.66d	34.6±2.21d	92.8±6.1b	66.00±8.08c	20.66±2.23d	124.26±9.14a	56.93	0.0001
Deutonymph	15	24.00±2.15c	25.06±2.50c	41.17±2.76b	40.13±3.98b	13.13±1.29d	82.53±4.28a	68.24	0.0001
Adult♀	15	19.2±1.25de	31.8±2.84d	47.01±3.37c	66.60±4.59b	14.73±1.88e	99.13±5.32a	86.70	0.0001
Adult ♂	15	5.60±0.43c	11.13±0.94	14.53±1.05a	-	-	-	27.78	0.0001

در هر ردیف حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است (*Tukey P < 0.05*)

Means in a row followed by the same letter do not differ significantly at P < 0.05 level (Tukey's test).



شکل۲- اثرات اصلی و فرعی فاکتوریل کنه‌های بالغ *G.* aculeifer و *P. rhizoglyphusi* با تغذیه از مراحل مختلف یکدیگر به عنوان طعمه

Fig. 2. The main and secondary factorial effects of adult mites of *G. aculeifer* and *P. rhizoglyphusi* by feeding on different stages of each other as prey

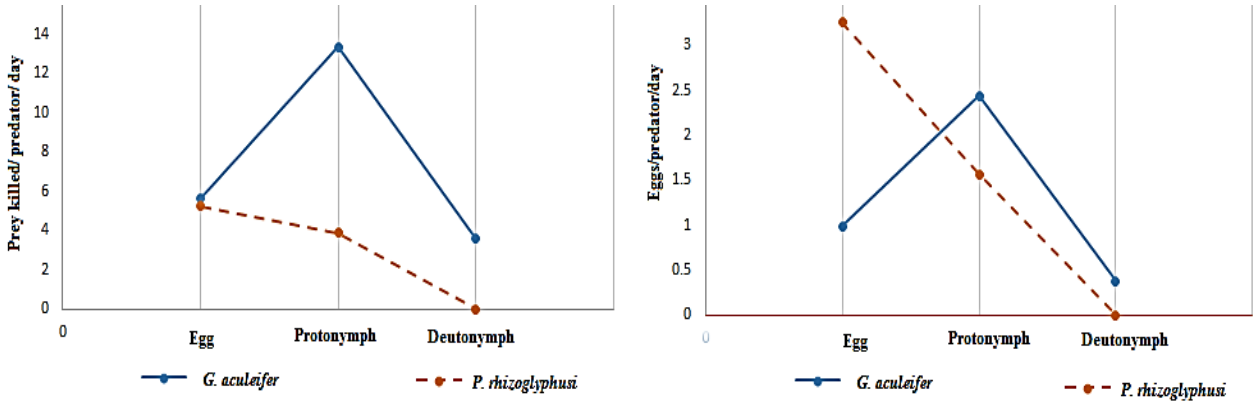
جدول٦- میزان شکارگری کنه‌های بالغ *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi* با تغذیه از مراحل مختلف یکدیگر به عنوان طعمه

Table 6. Predatory power of adult mites of *G. aculeifer* and *P. rhizoglyphusi* by feeding on different stages of each other as prey

		n	Prey stage		Prey killed/ predator/ day	Eggs/predator/day
G. aculeifer feeding on P. rhizoglyphusi		30	Egg		5.66±0.17b	0.99±0.06d
		30	Protonymph		13.35±0.17a	2.44±0.10b
		30	Deutonymph		3.56±0.06c	0.38±0.03e
P. rhizoglyphusi feeding *on G. aculeifer*		30	Egg		5.24±0.11b	3.26±0.12a
		30	Protonymph		3.89±0.07c	1.57±0.09c
		30	Deutonymph		0 d	0 f
1		df	2		5	5
2184.29	25.28	F	1705.35	340.21	1425.19	223.05
0.001	0.001	P<	0.001	0.001	0.001	0.001

(فاکتوریل ۲*۳)در هر ستون حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است (*Tukey P < 0.05*)

Means in a column followed by the same letter do not differ significantly at P < 0.05 level (Tukey's test).=



شکل۳- میزان شکارگری کنه‌های بالغ *G. aculeifer* و *P. rhizoglyphusi* با تغذیه از مراحل مختلف یکدیگر به عنوان طعمه

Fig. 3. Predation rate of adult mites of *G. aculeifer* and *P. rhizoglyphusi* by feeding on different stages of each other as prey

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۶، بیشترین میزان شکار روزانه مربوط به تغذیه از پروتونیمف کنه *P. rhizoglyphusi* توسط ماده بالغ *G. aculeifer* به تعداد ۱۳/۳عدد است. بیشترین میزان تخم‌گذاری مربوط به تغذیه *P. rhizoglyphusi* از تخم *G. aculeifer* به تعداد روزانه ۳/۲ تخم بود. همانطور که در جدول ۶ نشان داده شده است، میزان تغذیه از تخم *P. rhizoglyphusi* توسط کنه *G. aculeifer* به شدت کم و ۵/۶ عدد است و این میزان نیز به علت تغذیه از تخم‌های *P. rhizoglyphusi* است که توسط ماده‌ها درست دفن نشده‌اند. تغذیه از مراحل بزرگترسخت‌تر می‌شود و روزانه تعداد ۳/۵ عدد دئوتونیمف *P. rhizoglyphusi* توسط کنه ماده بالغ *G. aculeifer* خورده می‌شود که با توجه به افزایش جثه طعمه است پس ممکن است تعداد کم باشد اما بیومس طعمه یکسان باشد. اما میزان تخمریزی کم می‌شود که نشان از کاهش کیفت طعمه دارد (شکل ۳). با توجه به تجزیه فاکتوریل اثرات تغذیه‌ای هر سه طعمه بر روی فاکتور اصلی که کنه ماده بالغ *G. aculeifer* با میانگین ۷/۵۲ عدد طعمه است. همچنین کنه ماده بالغ *P. rhizoglyphusi* با ۳/۰۵ عدد طعمه دارای اختلاف معنی‌داری است (F=1705, P≤0.001, df=1). اما در میانگین تعداد تخم‌های گذاشته شده با تغذیه از هر سه طعمه، کنه ماده بالغ *P. rhizoglyphusi* ۱/۶۱ عدد تخم در روز اختلاف معنی‌داری با کنه ماده بالغ *G. aculeifer* با میانگین ۱/۲۷ عدد تخم در روز است (F=25.28, P≤0.001, df=1). اثرات ثانویه که همان مرحله طعمه باشد در پروتنیمف با ۸/۶۲ عدد طعمه خورده شده بیشترین تعداد و کمترین آن با ۱/۷۸ عدد مربوط به دئوتنمف است (F=1705.35, P≤0.001, df=2). همچنین میزان تخمگذاری با تغذیه از مرحله تخم ۲/۱۳ عدد و با تغذیه از پروتنیمف ۲ عدد و با تغذیه از دئوتنمف ۰/۱۹ عدد تخم است. (F=340.21, P≤0.001, df=2). (شکل ۲) در نتیجه بهترین تیمار مربوط به تغذیه ماده بالغ *G. aculeifer* از پروتونیمف کنه *P. rhizoglyphusi* به تعداد ۱۳/۳عدد است. بیشترین میزان تخم‌گذاری مربوط به تغذیه ماده بالغ *P. rhizoglyphusi* از تخم *G. aculeifer* با تعداد ۳/۲ تخم در روز است.

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش اثبات می‌کند که کنه *G. aculeifer* می‌تواند کنه‌های پیاز را کنترل نماید. با توجه به جثه‌ی بزرگترکنه *G. aculeifer* و تغذیه از تعداد بیشتری از طعمه و همچنین توان رقابتی بالاتر در شکارگری درون‌رسته‌ای یک گونه مهم خاکزی به شمار می‌رود که می‌تواند آفات خاکزی را کنترل نماید. اما *P. rhizoglyphusi* از کنه‌های بومی منطقه است و باتوجه به ظرفیت شکارگری و قدرت رقابت با کنه *G. aculeifer* که منجر به از بین رفتن هیچکدام از گونه‌ها نمیشود می‌تواند گزینه دیگری برای کنترل کنه پیاز باشد. با توجه به نتایج حاصل از شکارگری درون‌رسته‌ای در جدول ۵ که نشان می‌دهد موانع موجود باعث حضور هر دو شکارگر می‌گردد استفاده توام از هر دوشکار گر میسر است و *P. rhizoglyphusi* باتوجه به جثه کوچکتر راحت‌تر می‌تواند به درزها وشکاف‌ها و فلس‌های پیاز نفوذ کند و از کنه‌ها تغذیه نماید. همچنین میزان تغذیه و زادآوری مناسبی دارد. یکی از فاکتورهای مناسبی که می‌تواند این کنه را از سایر شکارگران متمایز کند، ماده‌زایی (تلتوکی) است که سبب افزایش جمعیت تأثیرگذار در کنترل بیولوژیک می‌شود. این کنه همانند کنه *G. aculeifer* توانایی تحمل گرسنگی به مدت طولانی را دارد. یکی دیگر از فاکتورهای مناسب این کنه طول دوره قبل از بلوغ کوتاه نسبت به سایر گونه‌ها است. با توجه به قابلیت‌های فوق، می‌توان گفت که کنه *P. rhizoglyphusi* درکنار کنه *G. aculeifer* یکی ازعوامل مؤثر درکنترل کنه پیاز است؛ هرچند برای ورود این عامل به سبد کنترل بیولوژیک، نیاز به مطالعات گسترده‌تر در مزرعه است تا کارایی آن در مزرعه تایید شود.

سپاسگزاری

این پژوهش در آزمایشگاه گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه بوعلی سینا همدان به انجام رسیده است که بدین‌وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

حمایت مادی و معنوی

هزینه این طرح با حمایت مادی و معنوی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شده است.

References

Amin, M. R. & Khanjani, M. (2022) Post embryonic stages of a new species of the genus *Protogamasellopsis* Evans & Purvis (Rhodacaridae: Acari) from Iran. *International Journal of Acarology*, 48(1), 67-75. https://doi.org/10.1080/01647954.2021.2022758

Amin, M. R., Khanjani, M. & Zahiri, B. (2014a). Life table parameters of *Hypoaspis aculeifer* (Acari: Laelapidae) in feeding on *Rhizoglyphus echinopus* (Acari: Acaridae). *Agricultural Pest Management*, 1 (1): 10–22. (In Persian with English abstract) https://sid.ir/paper/248794/en

Amin, M. R., Khanjani, M. & Zahiri, B. (2014b) Preimaginal development and fecundity of *Gaeolaelaps aculeifer* (Acari: Laelapidae) feeding on *Rhizoglyphus echinopus* (Acari: Acaridae) at constant temperatures. *Journal of Crop Protection*, 3(5), 581-587. http://jcp.modares.ac.ir/article-3-10599-en.html

Asefpour, B., Khanjani, M. & Madadi, H. (2018) Life Table and Predation Rate of *Gaeolaelaps aculeifer* Raumilben (Acari: Laelapidae) Feeding on Fungus Gnats, *Lycoriella auripila* Winnertz (Dip: Sciaridae). *Journal of Applied Research in Plant Protection*, 7(2), 65-76. doi: 10.1080/09583157.2018.1434613

Barbosa, M. F. & de Moraes, G. J. (2016) Potential of astigmatid mites (Acari: Astigmatina) as prey for rearing edaphic predatory mites of the families Laelapidae and Rhodacaridae (Acari: Mesostigmata). *Experimental and Applied Acarology*, 69(3), 289-296. https://doi.org/10.1007/s10493-016-0043-4

Baatrup, E., Bayley, M. & Axelsen, J. A. (2006) Predation of the mite *Hypoaspis aculeifer* on the springtail Folsomia fimetaria and the influence of sex, size, starvation, and poisoning. *Entomologia experimentalis et applicata*, 118(1), 61-70. https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2006.00357.x

Castilho, R. C., Moraes, G. J. de, Silva, E. S. & Silva, L. O. (2009) Predation potential and biology of *Protogamasellopsis posnaniensis* Wisniewski & Hirschmann (Acari: Rhodacaridae). *Journal of Biological Control*, 48: 164–167. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.10.004

Conijn, C. G. M., Lesna, I., Altena, K., Lilien- Kipnis, H.,(ed.), Borochov, A,(ed.) & Halevy, A. H. (1997) Biological control of the bulb mite *Rhizoglyphus robini* by the predatory mite *Hypoaspis aculeifer* on lilies: implementation in practice". *Acta-Horticulture*, 430: 619-624. https://doi.org/10.17660/actahortic.1997.430.98

Díaz a, Okabe, K., Eckenrode, C. J., Villani, M. G. & Oconnor B. M. (1999) Biology, ecology, and management of the bulb mites of the genus Rhizoglyphus (Acari: Acaridae). Experimental and Applied Acarology, 24: 85–113. https://doi.org/10.1023/A:1006304300657

Holt, R. D. & Polis, G. A. (1997) A theoretical framework for intraguild predation. *American Naturalist*, 147: 396–423. https://doi.org/10.1086/286018

Ferreira, J. A., Cunha, D. F., Pallini, A., Sabelis, M. W. & Janssen, A. (2011) Leaf domatia reduce intraguild predation among predatory mites. *Ecological Entomology*, 36(4), 435-441. https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2011.01286.x

Janssen, A., Pallini, A., Venzon, M. & Sabelis, M. W. (1998) Review behaviour and indirect interactions in food webs of plant-inhabiting arthropods. *Experimental and Applied Acarology*, 22, 497-521. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1343-6_16

Janssen, A., Montserrat, M., Rislambers, R. H., Deroos, A. M., Pallini, A. & Sabelis, M. W. (2006) Intraguild predation usually does not disrupt biological control. *Trophic and guild interactions in biological*, 21-44. https://doi.org/10.1007/1-4020-4767-3_2

Kasuga, S., Kanno, H. & Amano, H. (2006) Development, oviposition, and predation of *Hypoaspis aculeifer* (Acari: Laelapidae) feeding on *Tyrophagus similis* (Acari: Acaridae). Acarological Society of Japan,15(2): 139-143. https://doi.org/10.2300/acari.15.139

Lesna, I., Sabelis, M. W., Bolland, H. R. & Conijn, C. G. M. (1995) Candidate natural enemies for control of *Rhizoglyphus robini* Claparede (Acari: Astigmata) in lily bulbs: exploration in the field and pre-selection in the laboratory. *Experimental and Applied Acarology*, 19(11), 655-669. https://doi.org/10.1007/bf00145254

Park, J., Mostafiz, M. M., Hwang, H. S., Jung, D. O. & Lee, K. Y. (2021) Comparison of the predation capacities of two soil-dwelling predatory mites, *Gaeolaelaps aculeifer* and *Stratiolaelaps scimitus* (Acari: Laelapidae), on three thrips species. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 24(1), 397-401. https://doi.org/10.1016/j.aspen.2021.01.009

Persson, L. & Eklov, P. (1995) Prey refuges affecting interactions between piscivorous perch and juvenile perch and roach. *Ecology*, 76, 70–81. https://doi.org/10.2307/1940632

Polis, G. A., Myers, C. A. & Holt, R. D. (1989) The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 20:297-330. https://doi.org/10.1146/annurev.es.20.110189.001501

Polis, G. A. & Holt, R. D. (1992) Intraguild predation – the dynamics of complex trophic interactions. *Trends in Ecology and Evolution*, 7, 151–154. https://doi.org/10.1016/0169-5347(92)90208-s

Ragusa, S. & Zedan, M. A. (1988) Biology and predation of Hypoaspis aculeifer (Canestrini) (Parasitiformes, Dermanyssidae) on *Rhizoglyphus echinopus* (Fum. & Rob.) (Acariformes, Acaridae). *Redia*, 71: 213-225.

Tavoosi Ajvad, F., Madadi, H., Gharali, B. & Kazzazi, M. (2013) Multiple predation effects of *Episyrphus balteatus* (Dip., Syrphidae) and *Hippodamia variegata* (Col., Coccinellidae) on *Aphis gossypii* (Hem.: Aphididae) population. *IAU Entomological Research Journal*, 5(1), 51-59. http://jer.iau-arak.ac.ir/article_523030_ec026a79cfe98ebe6124991eb817e0b4.pdf

Xu, X., Borgemeister, C. & Poehling, H. M. (2006) Interactions in the biological control of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch by the predatory bug *Orius insidiosus* say on beans. Biological Control, 36(1):57-64. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.07.019

Zhang, Z. Q. (2003) "Mites of Greenhouses": Identification, Biology and Control. CABI Publishing, Wallingford UK and Cambridge USA, xii, 244 p. https://doi.org/10.1079/9780851995908.0003

Cannibalism, predation rate, and intraguild predation of two predatory mites, *Protogamasellopsis rhizoglyphusi* (Rhodacaridae) and *Gaeolaelaps aculeifer* (Laelapidae)

Mohammad Reza Amin & Mohammad Khanjani

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu–Ali Sina University, Hamedan, Iran

✉ amin13681@yahoo.com https://orcid.org/0009-0006-5194-6199
✉ mkhanjani@gmail.com https://orcid.org/0000-0001-7197-3908

Article History
Received: 5 May 2023 | *Accepted:* 13 October 2023 | Subject Editor: Alireza Saboori

Abstract
The The effects of individual predatory include predatory capacity, cannibalism, starvation, and different interactions of predatory on each other which causes effects on the population of the prey and the population of the predatory. Intraguild predation is a combination of competition and predatory. This study investigates the predatory capacity, intraguild predation, and cannibalism of *Gaeolaelaps aculeifer* and *Protogamasellopsis predatory* mites. All the tests were studied at 25 ± 1 ºC, with a relative humidity of 60 ± 10%, and at darkness conditions and in transparent plastic bottles (4 cm diameter and 4 cm height) filled with a mixture of Paris plaster and charcoal (7: 1) and a lid covered by a nylon mesh with 0.05 mm pore size and with 30 repetitions. A sufficient amount of *C. lactis* or *R. echinopus* including nymph and egg stages was provided as food. The results showed that in predatory capacity, the highest amount of daily egg feeding is related to *Gaeolaelaps aculeifer* mite feeding on *Carpoglyphus lactis* eggs and the lowest feeding amount is related to protonymph of *Protogamasellopsis rhizoglyphusi* mite feeding on *Rhizoglyphus echinopus* (onion mite). Also, the highest number of prey nymphs used in adults is related to dry fruit mites with 24 prey nymphs per day, which is used by *G. aculeifer*, and the lowest number of nymphs used is related to *P. rhizoglyphusi*, which feeds on 10 nymphs of onion mite. The results of cannibalism showed that the survival rate of egg cohorts for predators in predators of 20 eggs was 19.8 days for *P. rhizoglyphusi* mites and 24.1 days for predators of 30 eggs for *G. aculeifer* mites. Mites of the same age never fed each other except from the corpses or during molting, when mite locomotory activity and resistance decreased. The results of intraguild predation showed that the predation is asymmetrical IGP. Predatory mite *G. aculeifer* feed on all the protonymph and deutonymph of *P. rhizoglyphusi* mites when there is no food. Only 6.7% of the adult female mites of *P. rhizoglyphusi* survived. Because they are much smaller. When the immature stage of both types of mites is present along with prey mites, the survival rate of *P. rhizoglyphusi* reaches more than 60%. In the adults of both predators, this rate reaches 100% survival for both species of adult female mites.

Keywords: bulb mite, *Rhizoglyphus*, *Carpoglyphus,* dry fruit mite, soil-dwelling predatory mite

Corresponding Author: Mohammad Khanjani (Email: mkhanjani@gmail.com)

Citation: Amini, R. M. & Khanjani, M. (2023) Cannibalism, predation rate, and intraguild predation of two predatory mites, *Protogamasellopsis rhizoglyphusi* (Rhodacaridae) and *Gaeolaelaps aculeifer* (Laelapidae). *J. Entomol. Soc. Iran* 43 (3), 289-299. http://doi.org.10.61186/jesi.43.3.8