

کنترل بیولوژیکی تلخه (*Acrptilon repens* L.) با استفاده از کنه گلخوار *Aceria acroptiloni* (Acari: Eriophyidae) (Shevchenko & Kacalev)

قربانعلی اسدی^۱، رضا قربانی^۲ و سرور خرم‌دل^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۶/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

تلخه (*Acroptilon repens* L.) علف هرزی چندساله از خانواده کاسنی است که در صورت مناسب بودن شرایط، به علف هرز غالب تبدیل می‌شود. بمنظور دست‌یابی به روش غیرشیمیایی مبتنی بر اصول اکولوژیک و امکان سنجی کنترل بیولوژیکی آن با استفاده از کنه گلخوار *Aceria acroptiloni* (Acari: Eriophyidae) (Shevchenko & Kacalev) شمالی و مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی شیروان در بهار سال ۱۳۸۹ انجام شد. مطالعات مقدماتی شامل جمع‌آوری، شناسایی و ارزیابی تأثیر حشرات، نماتدها و عوامل بیماری‌زا بر رشد رویشی و زایشی گیاه هرز تلخه بود. در آزمایش‌های صحرایی، مناطق طبیعی آلوده به کنه گلخوار شناسایی و در پایان فصل رشد، ۲۰ بوته آلوده و ۲۰ بوته سالم انتخاب و ارتفاع، تعداد گل، وزن خشک و وزن تر آنها اندازه‌گیری شد. در آزمایش مزرعه‌ای، ۴۰ بوته دارای مرحله رشدی نسبتاً یکسان و فاصله حدود یک متر مربع از یکدیگر در قطعه زمینی آلوده به تلخه انتخاب شدند. همچنین ۴۰ بوته شامل ۲۰ بوته سالم و ۲۰ بوته آلوده دارای ریشه از منطقه آلوده به کنه گلخوار جمع‌آوری و داخل گلدان کاشته و با حفظ فاصله یک متر در بین بوته‌های موجود به طور تصادفی کاشته شدند. پس از استقرار، بوته‌های شاهد با استفاده از کنه کش سمپاشی و سایر بوته‌ها طی سه مرحله با کنه‌هایی که از منطقه آلوده طبیعت جمع‌آوری شده بودند آلوده شدند. بعد از استقرار بوته‌های انتقال یافته و قبل از آلوده‌سازی، ارتفاع و قطر ساقه و بعد از پایان فصل رشد و رسیدن بذر نیز ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد گل، وزن تر و وزن خشک بوته اندازه‌گیری و ثبت شد. داده‌ها بر اساس طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی تجزیه شدند. نتایج بررسی دامنه میزبانی نشان داد که کنه گلخوار از هیچ کدام از گیاهان خانواده کاسنی بجز تلخه تغذیه نکرده و بر روی آنها تخم‌ریزی هم نمی‌کند. اثر کنه گلخوار بر خصوصیات رویشی و زایشی تلخه در شرایط طبیعی و مزرعه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بود. بطوریکه حمله کنه گلخوار باعث کاهش تعداد گل تلخه برابر با ۶۸ درصد در شرایط طبیعی شد. در شرایط مزرعه‌ای، درصد کاهش تعداد گل بوته‌های تلخه در شرایط طبیعی ۵۹ درصد و برای بوته‌های انتقال یافته ۱۱ درصد بود. کنه گلخوار با کاهش خصوصیات رویشی و زایشی تلخه، باعث کاهش تعداد گل این علف هرز شد. بدین ترتیب، چنین نظر می‌رسد که در راستای دستیابی به اصول کشاورزی اکولوژیک، بتوان از پتانسیل کنه گلخوار برای کاهش آلوده‌سازی و کنترل بیولوژیکی علف هرز تلخه در مزارع بهره‌جست.

واژه‌های کلیدی: بیوکنترل، دشمن طبیعی، علف هرز، کنه گلخوار

مقدمه

اکثر تحقیقات در نیم قرن گذشته عمدتاً بر کنترل علف‌های هرز متمرکز شده است (Froud-Williams, 2002). با این وجود، تلاش‌های رایج بمنظور کنترل علف‌های هرز با استفاده از انواع علف‌کش‌های شیمیایی، اگرچه منجر به کاهش رقابت این گونه‌های گیاهی و در نتیجه افزایش عملکرد شده است، ولی آلودگی محیط زیست، افزایش هزینه‌های تولید، افزایش مقاومت تعدادی از گونه‌های علف هرز نسبت به علف‌کش‌ها، حذف گونه‌های غیرهدف و کاهش تنوع زیستی را نیز به دنبال داشته است (Hobak et al., 2003; Liebman et al., 2001). در همین راستا، بمنظور دستیابی به اصول

علف‌های هرز همچنان یکی از مشکلات اصلی در کشاورزی امروزی می‌باشند، بطوریکه نتایج برخی از بررسی‌ها (Zimdahal, 1992) کاهش ارزش سالانه محصولات کشاورزی را تحت تأثیر این گونه‌های ناخواسته ۱۵-۱۲ درصد برآورد کرده است. بدین ترتیب،

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استادیار، دانشیار و فارغ‌التحصیل دکتری اکولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(E-mail: su_khorramdel@yahoo.com) * نویسنده مسئول:

تلخه (*Acroptilon repens* L.) گیاه هرزی چندساله از خانواده کاسنی است که در شرایط مختلفی همچون شرایط مرتعی، آبی و دیم قابل رشد بوده و در صورت مناسب بودن شرایط، به علف هرز غالب تبدیل می‌شود. وجود مواد آللوپاتیک در ریشه و برگ تلخه باعث ممانعت از جوانه‌زنی و کاهش رشد گونه‌های مرتعی می‌گردد که کاهش تولید علوفه و تنوع زیستی را به دنبال دارد. عصاره تلخه دارای برخی مواد آللوپاتیک می‌باشد که علاوه بر ایجاد اختلال در رشد گیاهان زراعی، باعث بروز اختلالات عصبی در گونه‌های حیوانی همچون اسب‌ها می‌شود (Alford et al., 2007; Jacobs & Denny, 2006; United States Department of Agriculture, 2009). جاکوبس و دنی (Jacobs & Denny, 2006) سطح زمین-های آلوده شده به این علف هرز را در مونتانا ۱۹۶۰۰ هکتار برآورد کردند. تلخه علف هرز غالب مزارع حیوانات دیم از جمله نخود (*Cicer arietinum* L.) و عدس (*Lens culinaris* L.) و غلات دیم چون گندم (*Triticum aestivum* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) در مناطق مختلف استان خراسان شمالی و بویژه شیروان محسوب می‌شود.

با توجه به اهمیت این علف هرز، اقدامات زیادی به منظور کنترل و پیشگیری از گسترش آن انجام گرفته است، با این وجود نتایج برخی از مطالعات انجام شده روی کنترل این گیاه نشان داده است که روش‌های رایج برای کنترل آن چندان مؤثر نبوده و معمولاً هزینه‌بر می‌باشد. لذا چنین بنظر می‌رسد که کنترل پایدار و مؤثر این گیاه هرز مستلزم ادغام روش‌های کنترل مکانیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، مدیریت مطلوب مزرعه و مقابله با مرحله رویشی این گیاه هرز می‌باشد. جاکوبس و دنی (Jacobs & Denny, 2006) استفاده از نماتد (*Mesoanguina (Subanguina) picridis*) را برای کنترل بیولوژیکی تلخه گزارش کردند. بورشیر (Bourchier, 2008) کنترل این گونه هرز را با استفاده از *Aulacidea acroptilonica* در کانادا بیان نمود. نتایج برخی دیگر از مطالعات نیز *Aulacidea acroptilonica* (Hymenoptera: Cynipidae) (Djamankulova et al., 2008) و *Jaapiella ivannikovi* (Diptera: Cecidomyiidae) (Djamankulova et al., 2008; United States Department of Agriculture, 2009) را به عنوان حشرات مناسب برای کنترل بیولوژیکی تلخه در ایالات متحده نشان داده است.

نتایج برخی از بررسی‌ها نشان داده است که گونه‌های مختلف کنه‌های اریوفید (Acari: Eriophyidae) دارای پتانسیل بالایی برای استفاده به عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز هستند (Andres, 1983; Boczek, 1995; Boczek & Petanović, 1996; Briese & Cullen, 2001; Cromroy, 1977, Cromroy, 1983; Cullen & Briese, 2001; Gerson et al., 2003;

کشاورزی اکولوژیک، توجه به سایر راهکارهای مدیریت علف‌های هرز از جمله کنترل بیولوژیکی^۱ افزایش یافته است.

کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز، روشی است که ضمن رعایت اصول اکولوژیک قادر است تا با بکارگیری دشمنان طبیعی^۲ نظیر حشرات، کنه‌ها و عوامل بیماری‌زای گیاهی، تراکم آنها را زیر سطح زیان اقتصادی نگه دارد (Gooden & Andres, 1999). عوامل کنترل بیولوژیکی می‌توانند شامل گونه‌های مختلف حشرات، قارچ‌ها، ویروس‌ها، باکتری‌ها و نماتدها باشد (Lym & Zollinger, 1995) که با استفاده از آنها میزان زادآوری، رشد علف‌های هرز کاهش یافته و در نهایت باعث کاهش قدرت رقابت گیاهان هرز با گیاهان زراعی شده و جمعیت آنها را زیر سطح آستانه زیان اقتصادی نگه می‌دارند (Eric et al., 2004). هدف از کنترل بیولوژیکی ریشه کن کردن^۳ علف‌های هرز نیست، بلکه استقرار عامل بیولوژیکی در طول زمان و کاهش تراکم علف‌های هرز به زیر سطح زیان اقتصادی می‌باشد، بطوریکه در توازن جوامع چندان مداخله نموده و تنوع زیستی نیز کمتر دچار صدمه گردد. بنابراین، عوامل کنترل بیولوژیکی نمی‌توانند همانند علف کش‌ها باشند، بلکه این عوامل در واقع، باعث افزایش تنش و فشار روی علف‌های هرز شده و در زیستگاههای طبیعی مانع استقرار بیشتر گیاهان مهاجم می‌شوند (Wyss, 1997).

اگرچه اثر کنترل بیولوژیکی نسبت به سایر روش‌های کنترل، آهسته‌تر نمایان می‌شود (Ghorbani et al., 2005; Montazeri, 2004)، ولی راهکاری ارزان قیمت در این زمینه محسوب می‌شود (Goeden & Andres, 1999). در همین راستا، مطالعات منتظری (Montazeri, 2004) هزینه کنترل بیولوژیکی و کاربرد علف کش-های شیمیایی را به ترتیب ۱/۸ و ۲۰-۱۵ دلار برآورد کرد. مراحل کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز تا معرفی عامل شامل بررسی منابع و مطالعه رده‌بندی گیاه هرز هدف (شامل جمع‌آوری اطلاعات در مورد گیاه هرز، حشرات اختصاصی و دشمنان طبیعی مرتبط با آن)، انجام جستجوهای خارجی در مناطق بومی گیاه هرز هدف (به منظور جمع‌آوری حشرات، کنه‌ها و یا عوامل بیماری‌زای گیاهی به عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی روی گیاه هدف و گزینش بر اساس تخصص میزبانی، نوع خسارت و علائم ایجاد شده روی گیاه هرز) و ارزیابی بیولوژی، تخصص میزبانی و کارایی عوامل کاندیدای کنترل بیولوژیکی در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای بر گیاه هرز مورد نظر (انجام آزمایش در منطقه بومی علف هرز و شرایط قرنطینه و مناطق وارد شده و به دنبال آن رهاسازی عامل بیولوژیکی همراه با ارائه خلاصه نتایج آزمایشات) هستند (Asadi, 2009).

- 1- Biological control
- 2- Natural enemies
- 3- Eradication

اقتصادی یا محیطی وابسته به میزبان هدف و رابطه فیلوژنتیکی آن با گیاهان می‌باشد (Gourlay & Hill, 2006).

با توجه به اهمیت روش کنترل بیولوژیکی در کنترل علف‌های هرز و شرایط اقلیمی کشور به واسطه تنوع گونه‌های گیاهی و غنای گونه‌های مفید در بین بندپایان و احتمال وجود گونه‌های گیاهخوار، بمنظور تمرکز روی عوامل کنترل بیولوژیکی مؤثر روی بذر علف هرز تلخه، این آزمایش با هدف بررسی امکان کنترل بیولوژیکی تلخه با استفاده از کنه گلخوار *Aceria acroptiloni* Shevchenko & Kacalev (Acari: Eriophyidae) در شرایط آب و هوایی شیروان طراحی و اجرا شد. همچنین بمنظور بررسی دامنه میزبانی از ۱۰ گونه گیاهی از خانواده کاسنی استفاده شد.

مواد و روش‌ها

الف) جستجو برای یافتن عوامل کنترل بیولوژیکی

پیش از آغاز جستجو برای یافتن دشمنان طبیعی گیاه هرز تلخه، اطلاعات جامع در مورد زیست‌شناسی گونه‌های مختلف جنس تلخه، شرایط جوی زیستگاههای مختلف، عوامل بیماریزا و گیاهخواران تلخه جمع‌آوری گردید. به منظور جمع‌آوری و شناسایی عوامل کنترل بیولوژیکی تلخه از میان بندپایان گیاهخوار، نماتدها و عوامل بیماری‌زای مرتبط با این گیاه هرز، مطالعات صحرایی در مناطق مختلف استان خراسان شمالی از اوایل بهار سال ۱۳۸۹ شروع شد. جستجو در رویشگاههای طبیعی انجام گرفت. به این منظور سه منطقه دارای شرایط اقلیمی و توپوگرافی نسبتاً متفاوت در مناطق آلوده به این علف هرز در اطراف شهرستان‌های شیروان، بجنورد و اسفراین با فاصله حداقل ۶۰ کیلومتر از یکدیگر انتخاب و به فاصله ۱۰ روز در طول فصل بهار و تابستان بازدید و نمونه‌گیری به منظور جمع‌آوری بندپایان، نماتدها و سایر عوامل بیماری‌زای مرتبط با این گیاه هرز انجام شد و پس از انتقال به آزمایشگاه، احتمال آلودگی آنها مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی‌ها فرض بر این بود که بیشترین تعداد دشمنان طبیعی، در مرکز تنوع زیستی و یا روی زیرگونه‌های هدف یافت شوند (Julien, 1987). البته از آنجا که دشمنان طبیعی ممکن است بر گونه‌های مختلف یک جنس و حتی جنس‌های دیگر نیز تأثیر داشته باشند (Harris, 1991)، لذا تمام گونه‌ها و زیرگونه‌های جنس تلخه برای جمع‌آوری عوامل کنترل هدف بررسی‌های صحرایی قرار گرفتند. جمع‌آوری حشرات در تمام مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه و از زیستگاه‌ها، خاک‌ها و شرایط آب و هوایی مختلف انجام شد.

برای این منظور در هر بازدید ۲۰ بوته کامل همراه با ریشه از داخل خاک از هر منطقه، جمع‌آوری و پس از شماره‌گذاری و نوشتن کلیه اطلاعات به آزمایشگاه منتقل شد. سپس تمامی اقدام‌های آن از

(Petanović, 1996; Rosenthal, 1996; Smith et al., 2010). کنه‌های اریوفید به دلیل سرعت بالای رشد و تکثیر، قادرند اقدام‌های مختلف زایشی و رویشی گیاهان را تخریب کنند. علاوه بر این، از آنجا که این کنه‌ها بوسیله باد منتشر می‌شوند، دارای پتانسیل بالایی برای استفاده به عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی هستند (Briese & Cullen, 2001; Lindquist et al., 1996; Rosen & Huffaker, 1983). اسمیت و همکاران (Smith et al., 2010) امکان سنجی کنترل بیولوژیکی تعدادی از گونه‌های هرز (از جمله *Aceria sp.*، *Floracarus perrepa*، *Cecidophyes rouhollahi*، *Leipothrix dipsacivagus* و *L. knautiae*) را با استفاده از کنه‌های اریوفید مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. لیدلفیلد و همکاران (Littlefield et al., 2001) امکان کنترل بیولوژیکی تلخه را با استفاده از گونه‌های کنه اریوفید (*A. sobhiani*) مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. کووالو و همکاران (Kovalev et al., 1975) و همچنین ولکو و ایژوسکی (Volkon & Izhevskii, 1996) استفاده از کنه‌های اریوفید از جمله *Arthrocnodax sp.* و کنه گلخوار (*A. acroptiloni*) (Acari: Eriophyidae) را به عنوان راهکاری اساسی در کنترل بیولوژیکی تلخه مد نظر قرار دادند.

تعیین دامنه میزبانی یکی از ضرورت‌های کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز می‌باشد (Schaffner, 2001) که برای شناسایی خطرات احتمالی و پیشگیری از اثرات غیرقابل پذیرش عوامل کنترل بیولوژیکی روی گیاهان غیرهدف استفاده می‌شود (Louda et al., 2005). یکی از معیارهای مهم انتخاب عوامل مناسب کنترل بیولوژیکی تک‌میزبانه بودن و عدم احتمال تبدیل به آفت شدن برای سایر گیاهان غیر هدف می‌باشد. تعیین دامنه میزبانی زمان و هزینه‌های احتمالی مربوطه را در فرآیند غربالگری عوامل احتمالی کاهش می‌دهد (Asadi, 2009).

عوامل بسیاری در انتخاب و بهره‌برداری دشمن طبیعی از گیاه نقش دارند. محدودیت‌های فیلوژنی، ژنتیکی، فیزیولوژیکی، رفتاری و اکولوژیکی، تعیین‌کننده دامنه میزبانی موجود زنده می‌باشند. انتخاب و بهره‌برداری از میزبان، شامل مجموعه‌ای از رفتارهای پیچیده است. در بسیاری از موارد نه تنها موجود زنده نیاز به تعیین گیاه میزبان و غالباً بافت‌های خاص آن دارد، بلکه باید زیستگاه میزبان را هم شناسایی کند. لذا بعد از انتخاب، میزبان باید برای تغذیه، تولید مثل و در نتیجه رشد و نمو عامل بیولوژیکی مناسب باشد (Jacob & Bries, 2003). به علت پیچیدگی فرآیند انتخاب برای حشرات که ناشی از مرفولوژی، فیزیولوژی و مکانیسم‌های شیمیایی خاص گیاه میزبان می‌باشد، در این آزمایش بخشی از فرآیند تعیین دامنه میزبانی حشرات، شامل گزینش برای تخم‌ریزی و تغذیه انجام شد. برای تعیین دامنه بالقوه میزبانی یک حشره گیاهخوار غالباً پرسش‌های زیادی مطرح است، اما این موضوع تا حد زیادی از نظر اهمیت

این گیاه هرز، زمینی به مساحت ۱۰۰ مترمربع (ابعاد ۱۰×۱۰ متر) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی شیروان که به طور طبیعی آلوده به گیاه هرز تلخه شده بود، در اردیبهشت ماه ۱۳۸۹ انتخاب شد. بعد از سبز شدن بوته‌ها، ۴۰ بوته تقریباً یکنواخت و دارای مرحله رشدی نسبتاً یکسان با فاصله حدود یک متر مربع از یکدیگر انتخاب و بقیه بوته‌های سبز شده حذف شدند. همچنین ۴۰ بوته کامل تلخه شامل ۲۰ بوته سالم و ۲۰ بوته آلوده دارای ریشه از منطقه آلوده به کنه گلخوار جمع‌آوری و داخل گلدان کاشته و پس از آبیاری گلدان‌ها و اطمینان از سبز شدن بوته‌ها در گلدان، به قطعه زمین انتخاب شده منتقل و با حفظ فاصله یک متر در بین بوته‌های موجود به طور تصادفی کاشته شدند. بدین ترتیب، در مجموع ۸۰ بوته موجود در قطعه زمین انتخاب شده در قالب چهار تیمار شامل ۲۰ بوته سبز شده در محل (به عنوان شاهد) و ۲۰ بوته دیگر به عنوان تیمار آلوده‌سازی مشخص شدند. از ۴۰ بوته انتقال یافته نیز ۲۰ بوته به عنوان شاهد و ۲۰ بوته دیگر به عنوان تیمارهای آلوده‌سازی شماره‌گذاری شدند. پس از استقرار بوته‌های انتقال یافته، بوته‌های شاهد شامل ۲۰ بوته تلخه موجود در زمین و ۲۰ بوته انتقال یافته با استفاده از کنه‌کش سمپاشی و سایر بوته‌ها شامل ۲۰ بوته آلوده منتقل شده و ۲۰ بوته موجود در زمین، طی سه مرحله با کنه‌های انتقال داده شده از منطقه آلوده در طبیعت آلوده شدند (Eric et al., 2004). بعد از استقرار بوته‌های انتقال یافته و قبل از آلوده‌سازی، ارتفاع و قطر ساقه و بعد از پایان فصل رشد و رسیدن بذر نیز ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد گل، وزن تر و وزن خشک بوته اندازه‌گیری و ثبت شد.

در آزمایشی دیگر، مناطقی که به طور طبیعی به کنه گلخوار تلخه آلوده بودند در مناطق مورد مطالعه شناسایی و به منظور ارزیابی کارایی این کنه گیاهخوار بر کنترل گیاه هرز هدف (تلخه) در پایان فصل و قبل از خشک شدن و تخریب بوته‌ها توسط دام، ۲۰ بوته آلوده و ۲۰ بوته سالم به طور تصادفی از بین بوته‌های آلوده و سالم با رعایت فاصله یک متر در قالب دو تیمار بین بوته‌ها انتخاب و ارتفاع، تعداد گل، وزن خشک و وزن تر آنها اندازه‌گیری شد. داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C بر اساس طرح- پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی تجزیه و از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار^۱ (LSD) نیز جهت مقایسه میانگین‌ها ($p \geq 0.05$) استفاده شد.

نتایج و بحث

جمع‌آوری حشرات، نماتدها و سایر عوامل بیماری‌زا از روی تلخه در مطالعات صحرائی

بررسی‌ها و نمونه‌برداری‌های متعدد از مزارع، باغات، مراتع، حاشیه

جمله ریشه، ساقه، برگ، گل و بذر و عوامل تغذیه کننده از هر یک از اندام‌های آن مورد بررسی و یادداشت‌برداری قرار گرفت. لازم به ذکر است که در صورت مشاهده لارو حشرات روی اندام‌های گیاهی، لاروها در محیط دارای غذای مصنوعی پرورش داده و پس از تبدیل شدن به حشره بالغ و اتاله شدن، جهت تشخیص به متخصصین سیستماتیک حشرات ارسال شدند.

ب) آزمون تعیین دامنه میزبانی کنه گلخوار

بمنظور تعیین دامنه میزبانی کنه گلخوار، ۱۰ گونه از خانواده کاسنی (جدول ۱) و از هر گونه ۱۰ بوته انتخاب و در زمینی به مساحت ۱۰۰ متر مربع شامل ۱۰۰ کرت به ابعاد (۱×۱ متر) کاشته شدند. بعد از استقرار گیاهان در زمین، از ۱۵ اردیبهشت تا ۳۰ خرداد ماه سه بار به فاصله هر ۱۵ روز یک بار انتقال کنه روی گیاهان کاشته شده انجام شد و به فاصله ۱۰ روز بعد از هر نوبت آلوده‌سازی بوته‌های کاشته شده برای احتمال تغذیه و تخم ریزی کنه‌ها به دقت بررسی شدند (BBCA, 2008).

جدول ۱- دامنه میزبانی کنه گلخوار در ۱۰ گونه گیاهی از خانواده کاسنی

Table 1- Host range of flower-eater mite in 10 plant species from Aceraceae family

نام علمی Scientific name	نام فارسی Persian name
<i>Acroptilon repens</i> L.	تلخه Hardheads
<i>Carthamus tinctorius</i> L.	گلرنگ Safflower
<i>Centaurea depressa</i> L.	گل گندم Depressed cornflower
<i>Centaurea iberica</i> L.	گل گندم (شش بر تیغ) Iberian knapweed
<i>Centaurea squarrosa</i> L.	گل گندم خاردار Squarrose knapweed
<i>Cichorium intybus</i> L.	کاسنی Common chicory
<i>Cirsium arvense</i> L.	خارتنه Canada thistle
<i>Cynara scolymus</i> L.	آرتیشو Artichoke pictures
<i>Echinacea purpurea</i> L.	سرخارگل Coneflower
<i>Silybum marianum</i> L.	خار مریم Marian thistle

ج) ارزیابی کارایی کنه گلخوار به عنوان کاندیدای کنترل بیولوژیکی علف هرز تلخه

به منظور ارزیابی کارایی کنه گلخوار گیاه هرز تلخه روی کنترل

1- Least Significant Difference

تلخه را داشته و از طرف دیگر، خطری برای سایر گیاهان غیرهدف نداشته باشد. بنابراین از بین عوامل مختلف مشاهده شده (جدول ۱) عواملی که چرخه زندگی آنها مطابق با چرخه زندگی تلخه باشد، گونه مورد نظر قادر به تغذیه و تولید مثل روی سایر گونه‌ها نباشد و قابلیت تحمل شرایط آب و هوای گرم و خشک در فصل تابستان و آب و هوای سرد در فصل زمستان را برای شرایط ایران داشته باشد، می‌تواند به عنوان عامل بیولوژیکی مناسب برای کنترل تلخه مدنظر قرار گیرد. البته اگرچه سودمندی و اثرگذاری عامل کنترل بیولوژیکی به عوامل متعددی بستگی دارد و رابطه بین عامل بیولوژیکی، گیاه میزبان و محیط بسیار پیچیده و دقیق است، ولی بر اساس تجربیات بدست آمده از مشاهدات مزرعه‌ای و گلخانه‌ای، از بین عوامل مختلف جمع‌آوری شده از روی گیاه هرز تلخه از مناطق مختلف استان خراسان شمالی کنه گلخوار به عنوان بهترین عامل دارای پتانسیل بالا برای کنترل بیولوژیکی تلخه انتخاب شد و مراحل بعدی فرآیند معرفی عامل مناسب کنترل بیولوژیکی برنامه‌ریزی و اجرا گردید.

رودخانه‌ها و کلیه رویشگاه‌های گیاه هرز تلخه انجام شد. سپس کلیه حشرات، نماتدها و سایر عوامل بیماری‌زای مرتبط جمع‌آوری و شناسایی شدند که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. حشرات کامل بر اساس اصول مربوطه نگهداری و مراحل نابالغ تا بلوغ (داخل غذای مصنوعی) پرورش داده و پس از آن برای شناسایی به متخصصین (مرکز CABI در سویس) ارسال شدند که نتیجه آن جمع‌آوری بیش از هفت گونه بود که پنج گونه از پنج خانواده حشرات با تلخه در ارتباط بودند. علاوه بر این هفت گونه حشره، یک عامل زنگ قارچی، نماتد و یک عامل بیماری‌زا نیز شناسایی شدند (جدول ۲).

نحوه انتخاب مؤثرترین عامل کنترل بیولوژیکی از میان عوامل جمع‌آوری شده^۱

انتخاب مناسب‌ترین و مؤثرترین عامل کنترل بیولوژیکی که قادر به استقرار و سازگاری با شرایط آب و هوایی منطقه باشد، از مهمترین مراحل کنترل بیولوژیک است. این عامل باید توانایی کنترل مؤثر

جدول ۲- مهمترین حشرات، نماتدها و عوامل بیماری‌زای تلخه جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان خراسان شمالی

Table 2- Most important insects, nematodes and pathogens of Russian knapweed collected from different regions of North Khorasan

نام گونه Species name	نوع ارتباط با تلخه Types of relationship with Russian knapweed	مناطق جمع‌آوری Collection areas
<i>Aceria acroptiloni</i> (Acari: Eriophyidae)	تغذیه از گل Feeding from flower	روستای قلعه‌چه شیروان Ghaleche village
<i>Aulacida acroptilonica</i> Beliz (Hymenoptera, Cynipidae)	تغذیه از ساقه Feeding from stem	مرتع گلول Golul pasture
<i>Cassida rubiginosa</i> Müller (Coleoptera: Chrysomelidae)	تغذیه از برگ Feeding from leaf	مزرعه دانشکده College farm
<i>Cochylimorpha nomadana</i> Erschoff (Lepidoptera: Tortricoidae)	تغذیه از ریشه Feeding from root	روستای حمید Hamid village
<i>Larinus bardus</i> Gylh (Coleoptera: Curculionidae)	تغذیه از ساقه Feeding from stem	گردنه اسدلی اسفراین Asadli mountain
<i>Larinus jaceae</i> (F.) (Coleoptera: Curculionidae)	تغذیه از ساقه Feeding from stem	گردنه اسدلی اسفراین Asadli mountain
<i>Miccotrogus picirostris</i> (F.) (Coleoptera: Curculionidae)	تغذیه از ساقه Feeding from stem	روستای خانلق شیروان Shirvan Khanlogh village
<i>Urophora kasachstanica</i> Richter (Diptera: Tephritidae)	تغذیه از بذر Feeding from seed	شیروان و بجنورد Shirvan & Bojnord
Mycoplasmatales (Mycoplasmatales: Mycoplasmataceae)	تغذیه از اندام‌های هوایی Feeding from shoots	لوغلی Loogli
<i>Puccinia acroptili</i> (Pucciniales: Pucciniaceae)	تغذیه از برگ و ساقه Feeding from stem and leaf	شیروان، بجنورد و اسفراین Shirvan, Bojnord & Esfarayen
<i>Subanguina picridis</i> (Tylenchida: Anguinidae)	تشکیل گال روی ساقه، برگ‌ها و طوقه Gall formation on stem, leaf and crown	سد شیروان Shirvan dam

بررسی دامنه میزبانی کنه گلخوار

نتایج آزمون دامنه میزبانی کنه گلخوار از نظر تغذیه و تخم‌ریزی روی ۱۰ گونه از گیاهان خانواده کاسنی در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج آزمون دامنه میزبانی کنه گلخوار از نظر تغذیه و تخم‌ریزی روی ۱۰ گونه گیاهی از خانواده کاسنی

Table 3- Results of flower-eater mite host range based on nourishment and eggs laid on 10 species of Asteraceae family

نام علمی Scientific name	تغذیه Nourishment	تخم‌ریزی Eggs laid
<i>Acroptilon repens</i>	+	+
<i>Carthamus tinctorius</i>	-	-
<i>Centaurea depressa</i>	-	-
<i>Centaurea iberica</i>	-	-
<i>Centaurea squarrosa</i>	-	-
<i>Cichorium intybus</i>	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	-	-
<i>Cynara scolymus</i>	-	-
<i>Echinacea purpurea</i>	-	-
<i>Silybum marianum</i>	-	-

نتایج بازدیدها و مطالعات صحرایی و مزرعه‌ای نشان داد که کنه گلخوار از هیچ کدام از گیاهان خانواده کاسنی بجز گونه هدف تلخه تغذیه نکرده و روی آنها تخم‌ریزی هم نمی‌کند (جدول ۳). بدین ترتیب، با توجه به تک میزبانه بودن کنه گلخوار، مشخص است که احتمال آفت شدن این عامل کنترل بیولوژیکی برای سایر گیاهان غیرهدف هم وجود ندارد، با این حال پیشنهاد می‌شود که آزمایش دامنه میزبانی بر روی تعداد بیشتری از گیاهان خانواده کاسنی و گیاهان با اهمیت اقتصادی و گیاهان در حال انقراض ایران تکرار گردد.

اثر حمله کنه گلخوار روی خصوصیات رویشی و زایشی علف هرز تلخه

به منظور تعیین کارایی و ارزیابی کنه گلخوار روی کنترل علف هرز تلخه، اثر این کنه روی خصوصیات رشدی تلخه در بستر طبیعی و مزرعه مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

الف) شرایط طبیعی

نتایج تجزیه واریانس اثر حمله کنه گلخوار بر تعدادی از خصوصیات رویشی و زایشی علف هرز تلخه در شرایط طبیعی در جدول ۴ نشان داده است.

اثر کنه گلخوار بر قطر، ارتفاع، وزن تر و خشک ساقه و تعداد گل تلخه در آزمایشات صحرایی در شکل ۱ ارائه شده است. اثر کنه گلخوار بر کلیه خصوصیات مورد بررسی تلخه در شرایط طبیعی معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۴)، بطوریکه حمله کنه گلخوار باعث کاهش قطر ساقه، ارتفاع، تعداد گل، زیست توده تر و خشک تلخه به ترتیب برابر با ۱۹، ۲۵، ۶۸، ۵۸ و ۶۱ درصد شد (شکل ۱). کنه گلخوار با کاهش رشد رویشی و ارتفاع تلخه در نتیجه کاهش زیست توده و تعداد گل تلخه را به دنبال داشت. دی‌جامانکیولووا و همکاران (Djamankulova et al., 2008) گزارش نمودند که ارتفاع ساقه و میزان تولید بذر تلخه تحت تأثیر زنبور گال‌زا (*Aulacidea acroptilonica*) به ترتیب تا ۲۱ و ۷۵ درصد کاهش یافت. آنها میزان کاهش زیست توده اندام رویشی تلخه را تحت تأثیر حمله این حشره ۲۵ درصد در مقایسه با بوته‌های شاهد بیان نمودند.

ب) شرایط مزرعه‌ای

نتایج تجزیه واریانس اثر کنه گلخوار بر خصوصیات رویشی و زایشی تلخه در آزمایشات مزرعه‌ای در جدول ۵ ارائه شده است.

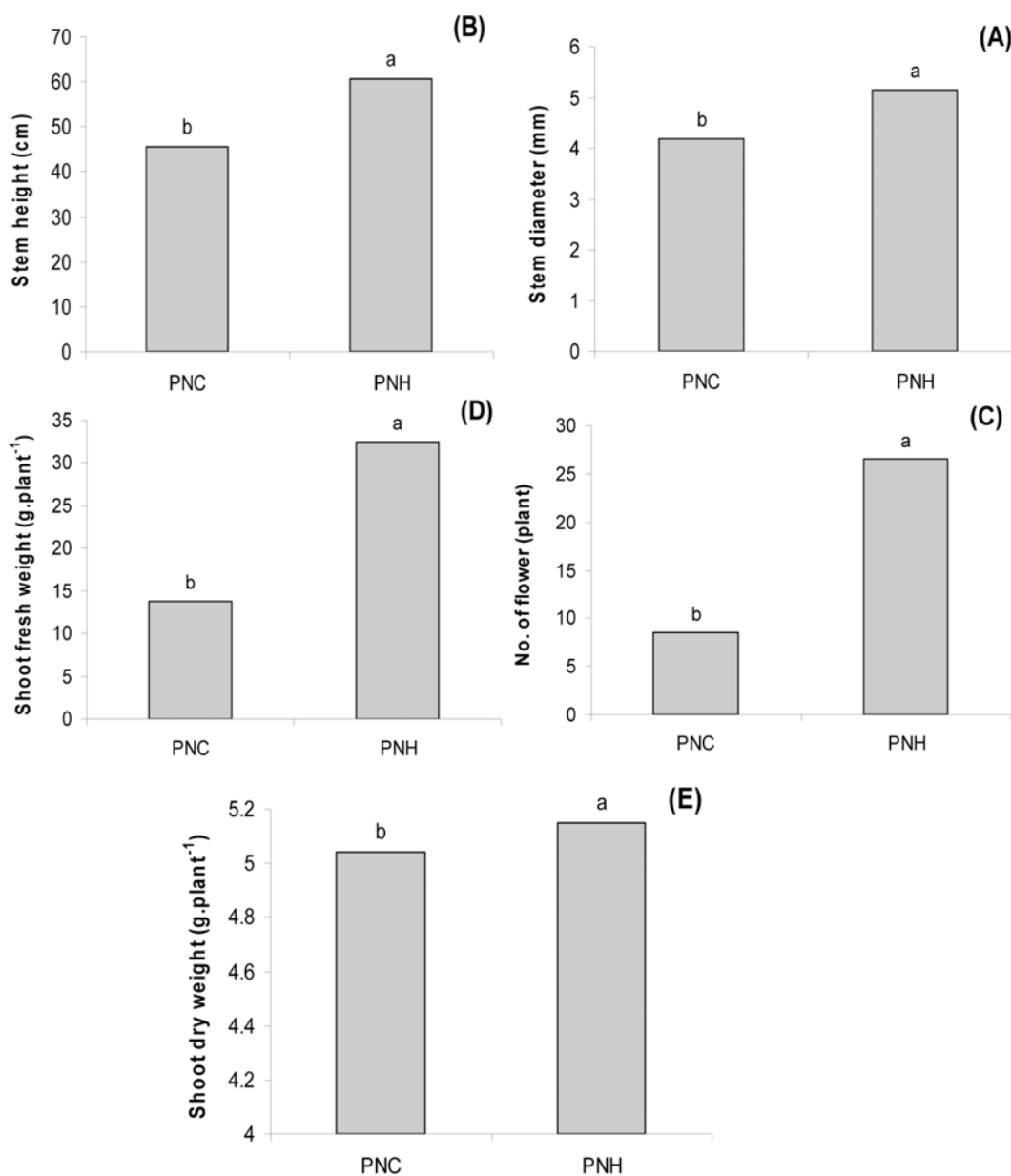
جدول ۴- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر کنه گلخوار بر کنترل گیاه هرز تلخه در شرایط طبیعی

Table 4- Analysis variance (mean of squares) of effect of flower-eater mite on Russian knapweed in nature

وزن خشک Dry weight	وزن تر Fresh weight	تعداد گل Flower No.	ارتفاع Height	قطر ساقه Stem diameter	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
638.721**	3516.750**	3258.025**	2295.225**	9.235**	1	تیمار Treatment
28.475	184.090	118.194	118.030	0.757	38	خطا Error
-	-	-	-	-	39	کل Total

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

** is significant at 1%.



شکل ۱- اثر کنه گلخوار بر (الف) قطر ساقه (میلی‌متر)، (ب) ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)، (ج) تعداد گل (در بوته)، (د) زیست توده تر و (ه) وزن خشک ساقه (گرم در بوته) گیاه هرز تلخه در آزمایشات صحرائی

Fig. 1- Effect of flower-eater mite on (a) stem diameter (mm), (b) height (cm), (c) flower No. (per plant), (d) fresh weight and (e) dry weight (g) of Russian knapweed in field survey

PNC: بوته‌های آلوده در شرایط طبیعت و PNH: بوته‌های سالم در شرایط طبیعت

PNC: Infected plants in nature conditions and PNH: Healthy plants in nature conditions

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on LSD test ($\alpha=0.05$).

جدول ۵- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر کنه گلخوار بر کنترل گیاه هرز تلخه در آزمایشات مزرعه‌ای

Table 5- Analysis variance (mean of squares) of effect of flower-eater mite on Russian knapweed in field experiments

وزن خشک	وزن تر	تعداد گل	ارتفاع	قطر ساقه	ارتفاع	قطر ساقه	منابع تغییرات
Dry weight	Fresh weight	Flower No.	Height	Stem diameter	Height	Stem diameter	
216.210**	846.280**	1321.660**	282.2450**	12.386**	676.325**	7.531**	تیمار
10.938	38.794	116.458	36.087	0.740	30.106	0.517	خطا
-	-	-	-	-	-	-	کل

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

** is significant at 1%.

نتیجه‌گیری

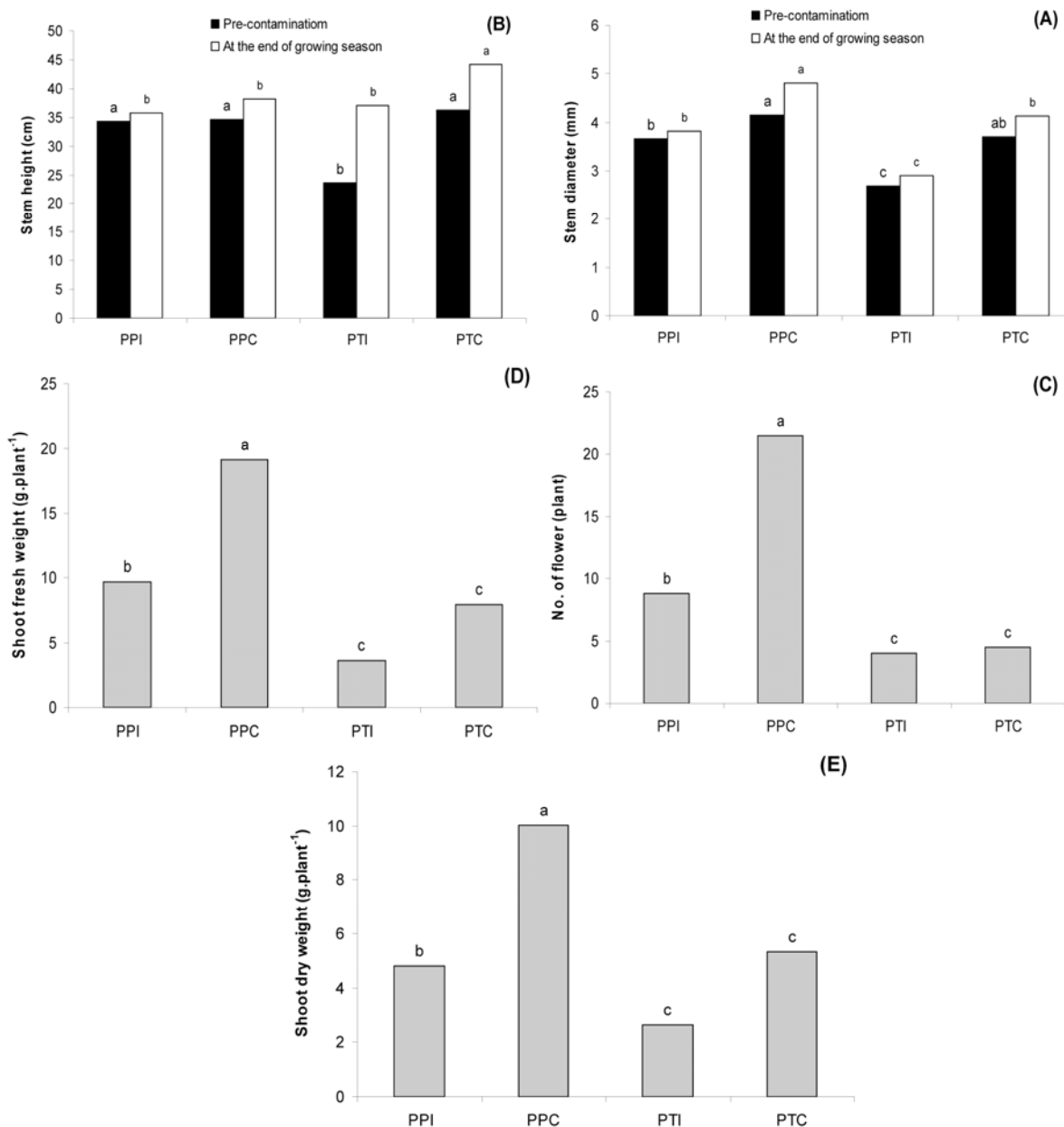
بطور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که کنه گلخوار بدلیل تک میزبانه بودن گونه‌ای مناسب برای کنترل بیولوژیکی تلخه می‌باشد. حمله کنه گلخوار با تأثیر منفی بر ارتفاع و خصوصیات رویشی گیاه هرز تلخه کاهش خصوصیات زایشی و تعداد گل این علف هرز را در شرایط طبیعی و مزرعه به دنبال داشت. بطوریکه حمله کنه گلخوار باعث کاهش تعداد گل تلخه برابر با ۶۸ درصد در شرایط طبیعی شد. در شرایط مزرعه‌ای، درصد کاهش تعداد گل بوته‌های تلخه در شرایط طبیعی ۵۹ درصد و برای بوته‌های انتقال یافته ۱۱ درصد بود. به نظر می‌رسد که کنه گلخوار از یکطرف به دلیل کاهش رشد اندام‌های هوایی و در نتیجه کاهش رشد اندام‌های زیرزمینی و از طرف دیگر، با عقیم کردن گل‌ها و عدم تشکیل بذر در تلخه، در نهایت باعث کنترل این گیاه هرز شود. در نهایت به نظر می‌رسد که استفاده از کنه گلخوار با تأثیر منفی بر رشد اندام‌های هوایی و زیرزمینی می‌تواند در مناطق آلوده به تلخه کنترل آن را موجب شود. بدین ترتیب، در راستای دستیابی به اصول کشاورزی اکولوژیک، می‌توان از توان بالقوه کنه گلخوار برای کنترل بیولوژیکی علف هرز تلخه در مزارع بهره‌جست. با این حال از آنجا که استفاده از کنه باعث کنترل کامل تلخه در کوتاه مدت نمی‌شود، لذا پیشنهاد می‌شود تا پس از بررسی‌ها و انجام آزمایش‌های کافی در زمینه دامنه میزبانی کنه گلخوار، از روش بیولوژیکی برای کنترل تلخه بصورت تلفیقی با دیگر روش‌های زراعی و مکانیکی استفاده گردد.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر در اختیار قرار دادن هزینه‌های این پژوهش در قالب پروژه شماره ۱۵۱۳۰ قدردانی می‌شود.

اثر کنه گلخوار بر قطر، ارتفاع، وزن تر و خشک ساقه و تعداد گل تلخه در آزمایشات مزرعه‌ای در شکل ۲ ارائه شده است.

اثر کنه گلخوار بر کلیه خصوصیات رویشی و زایشی تلخه در شرایط مزرعه‌ای معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۵)، حمله کنه گلخوار باعث کاهش ۱۱ درصدی قطر ساقه بوته‌های تلخه موجود در شرایط طبیعی قبل از مرحله آلوده سازی و کاهش ۲۱ درصدی آن در پایان فصل رشد شد. در حالیکه این کاهش برای بوته‌های تلخه انتقال یافته در دو مرحله قبل از آلوده سازی و پایان فصل رشد به ترتیب برابر با ۲۷ و ۳۰ درصد بود (شکل ۲- الف). کنه گلخوار ارتفاع ساقه تلخه-های موجود در شرایط طبیعی را در دو مرحله قبل از آلوده‌سازی و پایان دوره رشد به ترتیب ۱ و ۷ درصد و ارتفاع بوته‌های انتقال یافته را به ترتیب ۳۵ و ۱۶ درصد کاهش داد (شکل ۲- ب). درصد کاهش تعداد گل، زیست توده تر و خشک بوته‌های تلخه در شرایط طبیعی به ترتیب برابر با ۵۹، ۴۹ و ۵۲ درصد بود، درحالیکه برای بوته‌های انتقال یافته به ترتیب برابر با ۱۱، ۵۴ و ۵۰ درصد بود (شکل ۲- ج، د و ه). حمله کنه گلخوار با تأثیر منفی بر خصوصیات رویشی علف هرز تلخه کاهش خصوصیات زایشی و تعداد گل این علف هرز را موجب شد. بدین ترتیب، چنین به نظر می‌رسد که کنه گلخوار از طریق کاهش رشد اندام‌های هوایی می‌تواند به تدریج باعث کاهش توان رویشی اندام‌های زیرزمینی این گیاه هرز شود. از طرف دیگر، کنه گلخوار از طریق عقیم کردن گل‌ها و عدم تشکیل بذر در تلخه، می‌تواند مانع انتشار و پراکندگی بذر این گیاه هرز به مناطق جدید شود. در نهایت به نظر می‌رسد که استفاده از کنه گلخوار با تأثیر منفی بر رشد اندام‌های هوایی و زیرزمینی می‌تواند در مناطق آلوده به تلخه کنترل آن را موجب شود. دی‌جامانکیولووا و همکاران (Djamankulova et al., 2008) کاهش طول ساقه تلخه را تحت تأثیر حمله پشه گالزا (*Jaapiella ivannikovi*) تا ۲۱ درصد و کاهش زیست توده اندام هوایی این گیاه هرز را تحت تأثیر این حشره تا ۲۴ درصد گزارش کردند.



شکل ۲- اثر کنه گلخوار بر (الف) قطر ساقه (میلی متر)، (ب) ارتفاع ساقه (سانتی متر)، (ج) تعداد گل (در بوته)، (د) زیست توده تر و (ه) وزن خشک ساقه (گرم در بوته) گیاه هرز تلخه در آزمایشات مزرعه‌ای

Fig. 2- Effect of flower-eater mite on (a) stem diameter (mm), (b) height (cm), (c) flower No. (per plant), (d) fresh weight and (e) dry weight (g) of Russian knapweed in field experiments

PPI: بوته‌های آلوده موجود در شرایط طبیعی، PPC: بوته‌های شاهد موجود در شرایط طبیعی، PTI: بوته‌های انتقال یافته آلوده و PTC: بوته‌های انتقال یافته شاهد
 PPI: Infected plants in nature conditions, PPC: Control plants in nature conditions, PTI: Transplanted plants as infected plant and PTC: Transplanted plants as control

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
 Means with different letters are significantly different based on LSD test ($\alpha=0.05$).

- 1- Alford, E.R., Perry, L.G., Qin, B., Vivanco, J.M., and Paschke, M.W. 2007. A putative allelopathic agent of Russian knapweed occurs in invaded soils. *Soil Biology and Biochemistry* 39: 1812–1815.
- 2- Andres, L.A. 1983. Considerations in the use of phytophagous mites for the biological control of weeds. In: Hoy, M.A., Cunningham, G.L., and Knutson, L. (eds.) *Biological control of pests by mites*. University of California, Agricultural Experiment Station, Special Publication 3304: 53–60.
- 3- BBKA, 2008. Biotechnology and Biological Control Agency, Bi-annual Report 2007–2008. In co-operation with USDA ARS European Biological Control Laboratory - Montpellier, France.
- 4- Asadi, G.A. 2009. Evaluation biological control of Canada thistle (*Cirsium arvense*) applying native insects in agro-ecosystems. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 5- Boczek, J. 1995. Eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea) as agents of biological weed control. In: Kropczynska, D., Boczek, J., and Tomczyk, A. (eds.) *The Acari, Physiological and ecological aspects of Acari-host relationships*. Oficyna Dabor, Warszawa, pp. 601–606.
- 6- Boczek, J.H., and Petanović, R. 1996. Eriophyid mites as agents for the biological control of weeds. In: Moran, V.C., and Hoffmann, J.H. (eds.) *Proceedings of the IX international symposium on biological control of weeds*, 19–26 January 1996, Stellenbosch, South Africa, University of Cape Town, p. 127–131.
- 7- Bouchier, R.S. 2008. Supplemental petition for cage-and open-field-release of the gall wasp *Aulacidea acroptilonica* (Hymenoptera: Cynipidae) for biological control of Russian knapweed in Canada. Agriculture and Agri-Food Canada Lethbridge Research Centre, AB.
- 8- Briese, D.T., and Cullen, J.M. 2001. The use and usefulness of mites in biological control of weeds. In: Halliday, R.B., Walter, D.E., Proctor, H.C., Norton, R.A., and Colloff, M.J. (Eds.) *Acarology: Proceedings of the 10th international congress*. CSIRO Publishing, Melbourne p. 453–463.
- 9- Cromroy, H.L. 1977. The potential use of eriophyid mites for control of weeds. In: Freeman T.E. (ed.) *Proceedings of the IV International Symposium on Biological Control of Weeds*, University of Florida, Gainesville, Florida, p. 294–296.
- 10- Cromroy, H.L. 1983. Potential use of mites in biological control of terrestrial and aquatic weeds. In: Hoy, M.A., Cunningham, G.L., and Knutson, L. (eds) *Biological control of pests by mites*. University of California, Agricultural Experiment Station, Special Publication 3304: 61–66.
- 11- Cullen, J.M., and Briese, D.T. 2001. Host plant susceptibility to Eriophyid mites used for weed biological control. In: Halliday, R.B., Walter, D.E., Proctor, H.C., Norton, R.A., and Colloff, M.J. (eds) *Acarology: Proceedings of the 10th International Congress*. CSIRO Publishing, Melbourne, p. 342–348.
- 12- Djamankulova, G., Khamraev, A., and Schaffner, U. 2008. Impact of two shoot-galling biological control candidates on Russian knapweed (*Acroptilon repens*). *Biological Control* 46: 101–106.
- 13- Eric, M.C., Janet, K.C., Piper, L.O., and Alfred, F.C. 2004. *Biological Control of Invasive Plants in the United States*. Oregon State University p. 345-376.
- 14- Froud-Williams, R.J. 2002. Weed Competition. In: “Weed Management Handbook” (R.L. Naylor Ed.). p. 16-38. Blackwell Science.
- 15- Gerson, U., Smiley, R.L., and Ochoa, R. 2003. *Mites (Acari) for pest control*. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK p. 117–126.
- 16- Ghorbani, R., Leifert, C., and Seel, W. 2005. Biological control of weeds with antagonistic plant pathogens. *Advances in Agronomy* 86: 628-633.
- 17- Gooden, R.D., and Andres, L.A. 1999. *Biological Control of Weeds in Terrestrial and Aquatic Environments*. Handbook of Biological Control. Academic Press.
- 18- Gourlay, A.H., and Hill, R. 2006. Host specificity of *Cassida rubiginosa* Mull. (Coleoptera: Chrysomelidae) and *Apion onopordi* Kirby (Coleoptera: Apionidae), potential control agent for California thistle (*Cirsium arvense*) in New Zealand. Landcare Research Control Report; LC0506/096. 25 pp.
- 19- Harris, S. 1991. Classical biocontrol of weeds: its definition, selection of effective agents and administrative-political problems. *Canadian Entomologist* 123: 827-849.
- 20- Hobak, W., Kerri, W., Skinner, M., and Leon, G. 2003. *Exotic Species Curriculum for Agricultural Problem-Solving Education*. Kearney, University of Nebraska.
- 21- Jacob, H.S., and Briese, D.T. 2003. Improving the selection, testing and evaluation of weed biological control agents. Proceedings of CRC for Australian Weed Management Biological Control Weeds Symposium and Workshop, 13 September, 2002, Perth, West Australia CRC for Australian Weed Management. Technical Series, No. 7.
- 22- Jacobs, J., and Denny, K. 2006. Ecology and management of Russian knapweed [*Acroptilon repens* (L.) DC]. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Invasive Species Technical Note No. MT-7.

- 23- Julien, M.H. 1987. Biological control of weeds: a world catalogue of agents and their target weeds, 3rd ed. C.A.B. International 150 pp.
- 24- Kovalev, O.V., Shevchenko, V.G., and Danilov, L.G. 1975. *Aceria acroptiloni*, sp. n. (Acarina: Tetrapodili), a promising phytophage for the biological control of Russian knapweed [*Acroptilon repens* (L.) DC.]. Entomol Rev, Apr/June 1974 (Translate 1975) 53(2): 25–34.
- 25- Liebman, M., Mohler, C.L., and Staver, C.P. 2001. Ecological Management of Agricultural Weeds. Cambridge University Press 532 pp.
- 26- Lindquist, E.E., Sabelis, M.W., and Bruin, J. 1996. Eriophyoid Mites—their Biology, Natural Enemies and Control, vol. 6. Elsevier, Amsterdam.
- 27- Littlefield, J.L., de Meij, A.E., and Sobhian, R. 2001. Potential host range of two Urophora flies and an eriophyid mite for the biological control of Russian knapweed. In: Smith, L. (ed.) Proceedings, 1st International Knapweed Symposium of the 21st Century; 2001 March 15–16, Coeur d’Alene, ID. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Albany, California, pp 102–103.
- 28- Louda, S.M., Rand, T.A., Arnett, A.E., Mc Clay, A.S., Shea, K., and Mc Eachern, A.K. 2005. Evaluation of ecological risk to populations of a threatened plant from an invasive biocontrol insect. Ecological Applications 15: 234-249.
- 29- Lym, R.G., and Zollinger, R. 1995. Perennial and biennial thistle control. North Dakota State University Extension Service Publication, W-799.
- 30- Montazeri, M. 2004. Weed science findings: with a special perspective on biological control. Agriculture Research and Education Organization, Iran. (In Persian)
- 31- Petanović, R. 1996. Eriophyoid mites (Acari: Eriophyoidea) agents of biological control of weeds-basis for application and so far experiences. Zast Bilja 47(4): 277–300.
- 32- Rosen, D., and Huffaker, C.B. 1983. An overview of desired attributes of effective biological control agents, with particular emphasis on mites. In: Hoy, M.A., Cunningham, G.L., and Knutson, L. (Eds.) Biological control of pests by mites. University of California, Agricultural Experiment Station, Special Publication 3304: 2–11.
- 33- Rosenthal, S.S. 1996. *Aceria*, *Epirimerus* and *Aculus* species and biological control of weeds. In: Lindquist E.E., Sabelis, M.W., and Bruin, J. (eds.) Eriophyoid mites—their biology, natural enemies and control, vol 6. Elsevier, Amsterdam, pp. 729–739.
- 34- Schaffner, U. 2001. Host range testing of insects for biological weed control: how can be better interpreted. Bioscience 51: 951-959.
- 35- Smith, L., de Lillo, E., and Amrine Jr, J.W. 2010. Effectiveness of eriophyid mites for biological control of weedy plants and challenges for future research. Experimental and Applied Acarology 51: 115–149.
- 36- United States Department of Agriculture (USDA). 2009. Field Release of *Jaapiella ivannikovi* (Diptera: Cecidomyiidae), an Insect for Biological Control of Russian Knapweed (*Acroptilon repens*), in the Continental United States. Environmental Assessment, April.
- 37- Volkov, O.G., and Izhevskii, G.G. 1996. Tetrapod gall mite as a promising phytophage against repent stagger-bush. Zashchita i Karantin Rastenii 6: 32–33.
- 38- Wyss, G.S. 1997. Quantitative resistance in the weed-pathosystem *Senesio vulgaris*- *Puccinia logenophorae*. Dissertation ETH No. 12129, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich 140 pp.
- 39- Zimdahl, R.L. 1992. Weed impact on weed, maize and other temperate crops. Proceeding of the 1st International Weed Control Congress. 7-21 February, Melbourne, Australia.