دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی اثر انبوهی تریکوم ارقام گندم بر شکارگری سن *Orius albidipennis* Reuter (Het.: Anthocoridae) روی شته‌ی جو *Sipha maydis* Passerini (Hom.: Aphididae)

سمانه غلامی‌مقدم

استاد راهنما

دکتر مهدی مدرس اول

استاد مشاور

دکتر مجتبی حسینی

شهریور ۱۳۹۱

چکیده

تعیین اثرات سطوح تغذیه‌ای بر یکدیگر لازمه‌ی اجرای یک برنامه‌ی موفق کنترل زیستی می‌باشد. در مطالعه‌ی حاضر تفاوت انبوهی و طول تریکوم در سه رقم گندم قدس، پیشتاز و فلات، تأثیر آن بر رجحان و توانایی‌های زیستی شته جو *Sipha maydis* و برهم‌کنش تریکوم، شته‌ی جو و سن شکارگر *Orius albidipennis* در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۵±۲۰ درجه‌ی ساتی‌گراد، رطوبت نسبی ۱۰±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج اسکن میکروسکوپ الکترونی و اسلاید میکروسکوپی حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار در انبوهی و طول تریکوم در سه رقم گندم مورد مطالعه بود، به‌طوی‌که رقم پیشتاز دارای بیش‌ترین انبوهی تریکوم بود و رقم قدس بلندترین تریکوم‌ها را داشت، اما رقم فلات کمترین انبوهی و طول تریکوم را داشت. نتایج حاصل از آزمون‌های آنتی‌زنوز نشان‌دهنده‌ی تفاوت رجحان شته‌ی جو نسبت به تغییر انبوهی تریکوم روی سه رقم گندم مورد مطالعه بود و رجحان شته ارتباط مستقیم با انبوهی تریکوم نشان داد. توانایی‌های زیستی شته‌ی جو به‌طور معنی‌دار تحت‌تأثیر انبوهی تریکوم قرار نگرفت. جهت تعیین اثر تریکوم بر کارایی و رفتار جستجوگری سن شکارگر *O. albidipennis*، نرخ شکارگری حشرات ماده، نر و پوره‌ی سن سوم شکارگر، واکنش تابعی و رفتار جستجوگری حشرات ماده و پوره‌ی سن سوم ، ترجیح تخم‌گذاری حشرات ماده و زنده‌مانی پوره‌ها روی هر یک از ارقام مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار تریکوم بر شکارگری حشرات ماده و پوره‌ی سن سوم بود. واکنش تابعی حشرات ماده و پوره‌ی سن سوم روی هر سه رقم گندم از نوع دوم تعیین شد. زمان دست‌یابی حشرات ماده و پوره‌ی سن سوم سن شکارگر به شته‌ی جو روی رقم فلات به‌طور معنی‌دار کم‌تر از سایر ارقام بود. قدرت جستجوگری سن شکارگر در هر دو مرحله‌ی زیستی روی ارقام گندم تفاوت معنی‌دار نشان نداد. بررسی رفتار جستجوگری شکارگر روی ارقام مورد بررسی نیز حاکی از تأثیر معنی‌دار تریکوم بود، به‌طوری‌که شکارگر در هر دو مرحله زیستی، بیش‌ترین زمان را صرف حرکت روی برگ نمود و این زمان به طور معنی‌دار روی رقم فلات با انبوهی تریکوم کم، بیشتر از سایر ارقام بود. اگرچه ترجیح تخم‌گذاری حشرات ماده‌ی سن شکارگر روی ارقام مختلف معنی‌دار نبود، بیش‌ترین تعداد تخم روی رقم فلات گذاشته شد. میزان زنده‌مانی پوره‌ها روی رقم فلات به‌طور معنی‌دار بیش از دیگر ارقام بود. کارآیی پایین سن *O. albidipennis* روی ارقام قدس و پیشتاز و مناسب بودن رقم فلات برای فعالیت این شکارگر بر لزوم در نظر گرفتن ویژگی‌های گیاه به‌عنوان یک جزء ضروری در برنامه‌های کنترل زیستی شته‌ی جو توسط سن شکارگر *O. albidipennis* تأکید می‌کند.

کلیدواژه‌ها: تریکوم، دفاع فیزیکی گیاه، شته‌ی جو، گندم، *Orius albidipennis*

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و هدف ۱

فصل دوم: بررسی نوشته‌ها ۷

۲-۱- مقاومت گیاه ۷

۲-۱-۱- تریکوم ۸

۲-۱-۲- عوامل مؤثر بر تولید تریکوم ۹

۲-۱-۳- نقش تریکوم در گیاه ۱۰

۲-۲- برهم‌کنش تریکوم با گیاه‌خوار ۱۱

۲-۲-۱- تأثیر منفی تریکوم بر گیاه‌خوار ۱۲

۲-۲-۲- تأثیر مثبت تریکوم بر گیاه‌خوار ۱۴

۲-۲-۳- عدم تأثیر تریکوم بر گیاه‌خوار ۱۶

۲-۳- برهم‌کنش تریکوم با دشمن طبیعی ۱۷

۲-۳-۱- تأثیر منفی تریکوم بر دشمن طبیعی ۱۸

۲-۳-۲- تأثیر مثبت تریکوم بر دشمن طبیعی ۲۲

۲-۳-۳- عدم تأثیر تریکوم بر دشمن طبیعی ۲۳

۲-۴-گندم ۲۴

۲-۴-۱- اهمیت، مناطق کشت ۲۴

۲-۴-۲- سطح زیر کشت گندم در ایران و جهان ۲۴

۲-۴-۳- معرفی ارقام مورد مطالعه ۲۵
۲-۴-۴- آفات گندم، میزان خسارت و مقاومت گندم نسبت به آفات ۲۵
۲-۵- شته‌ی جو *Sipha maydis* Passerini ۲۷
۲-۵-۱- شکل‌شناسی ۲۷
۲-۵-۲- میزبان‌ها ۲۸
۲-۵-۳- پراکنش ۲۹
۲-۵-۴- دشمنان طبیعی و نحوه‌ی خسارت ۲۹
۲-۶- سن *Orius albidipennis* Reuter ۲۹
فصل سوم: مواد و روش‌ها ۳۳
۳-۱- بررسی انبوهی و طول تریکوم در ارقام مورد مطالعه ۳۳
۳-۲- کاشت و پرورش گیاه ۳۴
۳-۳- جمع‌آوری و پرورش شته‌ی جو ۳۴
۳-۴- جمع‌آوری و پرورش سن شکارگر *Orius albidipennis* Reuter ۳۴
۳-۵- آزمایشات مربوط به سطح گیاه‌خواری ۳۸
۳-۵-۱- برآورد توانایی‌های زیستی شته جو تحت تأثیر تراکم مختلف تریکوم روی برگ سه رقم گندم ۳۸
۳-۵-۲- آزمون آنتی‌زنوز به روش انتخابی (دیسک برگی) ۳۹
۳-۵-۳- آزمون آنتی‌زنوز به روش غیرانتخابی (گیاه کامل) ۴۰
۳-۶- آزمایشات مربوط به سطح شکارگری ۴۱
۳-۶-۱- تعیین میزان شکارگری حشرات بالغ ماده، نر و پوره‌ی سن سوم روی برگ هر یک از ارقام مورد مطالعه .. ۴۱
۳-۶-۲- واکنش تابعی حشرات بالغ ماده و پوره‌ی سن سوم شکارگر ۴۱

۳-۶-۳- آزمون رفتار جستجوگری ۴۳
۳-۶-۴- ترجیح تخم‌گذاری حشرات ماده‌ی سن شکارگر *Orius albidipennis* Reuter ۴۳
۳-۶-۵- میزان زنده‌مانی پوره‌های سن شکارگر *Orius albidipennis* Reuter ۴۴
فصل چهارم: نتایج و بحث ۴۷
۴-۱- انبوهی و طول تریکوم در ارقام مورد مطالعه ۴۷
۴-۲- نتایج مربوط به سطح گیاه‌خواری ۴۹
۴-۲-۱- برآورد شاخص‌های جدول زیست‌باروری شته‌ی جو ۴۹
۴-۲-۱-۱- دوره‌ی پیش‌تولیدمثلی، دوره‌ی نشوونمای پورگی و بقای پوره‌های شته‌ی جو ۴۹
۴-۲-۱-۲- طول عمر حشرات بالغ و میزان باروری شته‌ی جو ۵۱
۴-۲-۱-۳- آماره‌های جدول زیستی شته‌ی جو ۵۲
۴-۲-۳- آزمون آنتی‌زنوز به روش انتخابی (دیسک برگی) ۵۳
۴-۲-۴- آزمون آنتی‌نوز به روش غیرانتخابی (گیاه کامل) ۵۴
۴-۳- نتایج مربوط به سطح شکارگری ۵۶
۴-۳-۱- تعیین میزان شکارگری حشرات بالغ ماده، نر و پوره‌ی سن سوم هر یک از ارقام گندم ۵۶
۴-۳- ۲- واکنش تابعی حشرات بالغ ماده و پوره‌ی سن سوم شکارگر ۵۸
۴-۳-۳- آزمون رفتار جستجوگری ۶۴
۴-۳-۴- ترجیح تخم‌گذاری حشرات ماده‌ی سن شکارگر *Orius albidipennis* Reuter ۶۶
۴-۳-۵- میزان زنده‌مانی پوره‌های سن شکارگر *Orius albidipennis* Reuter ۶۷
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۶۹
۵-۱- نتیجه‌گیری کلی ۶۹

۵-۲- پیشنهادات ۷۰

منابع ۷۱

پیوست: فهرست اسامی لاتین اشخاص ۸۸

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۳- ۱.پرورش گیاهان گندم ۳۶

شکل ۳- ۲. پرپاراسیون تهیه شده از شته‌ی جو ۳۶

شکل ۳- ۳. گیاهان آلوده به شته ۳۷

شکل ۳- ۴. پرپاراسیون تهیه شده از پارامر حشرات نر سن اوریوس ۳۷

شکل ۳- ۵. شته‌ی محصور شده توسط قفس برگی ۴۰

شکل ۳- ۶. ظروف انجام آزمون ترجیح انتخابی شته‌ی جو..... ۴۰

شکل ۳- ۷. قفس‌های برگی انجام آزمون شکارگری ۴۴

شکل ۳- ۸. ظرف انجام تست رفتاری سن شکارگر *Orius albidipennis* Reuter..... ۴۵

شکل ۳- ۹. لوله‌های حاوی آگار در آزمون زنده‌مانی پوره‌های سن *Orius albidipennis* Reuter..... ۴۵

شکل ۴- ۱. عکس تهیه شده از سطح رویی برگ ارقام پیشتاز (الف)، قدس (ب) و فلات (ج) توسط میکروسکوپ الکترونی..... ۴۸

شکل ۴- ۲. روند تغییرات l_x و m_x در شته‌ی جو روی ارقام گندم مورد مطالعه ۵۱

شکل ۴- ۳. میانگین تعداد شته‌های باقیمانده روی هر یک از ارقام (حروف متفاوت نشان‌دهنده‌ی وجود تفاوت معنی‌دار بین ارقام و ns بیانگر عدم معنی‌داری در سطح پنج صدم است)..... ۵۵

شکل ۴- ۴. ارتباط بین تعداد شته‌های موجود روی ارقام گندم و انبوهی تریکوم ارقام مورد مطالعه ۴۸ ساعت پس از شروع آزمایش ($P< 0.05, R^2 = 0.35$)..... ۵۶

شکل ۴- ۵. تغذیه‌ی پوره (الف) و حشرات کامل (ب) سن *Orius albidipeniis* Reuter از شته‌ی جو ۵۸

شکل ۴- ۶. واکنش تابعی حشرات کامل ماده و پوره‌ی سن سوم *Orius albidipennis* Reuter نسبت به تراکم‌های مختلف شته‌ی جو روی سه رقم گندم..... ۶۱

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۴- ۷. زمان اختصاص داده شده به هر یک از فعالیت‌های جستجوگری حشرات ماده (الف) و پوره‌ی سن سوم (ب) شکارگر *Orius albidipennis* Reuter. (حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح پنج صدم و ns عدم معنی‌داری در سطح پنج صدم بر اساس آزمون LSD می‌باشد). ۶۶

شکل ۴- ۸: ترجیح تخم‌گذاری حشرات ماده (الف) و میزان زنده‌مانی پوره‌ها (ب) در سن شکارگر *Orius albidipennis* Reuter (حروف متفاوت نشان‌دهنده‌ی وجود تفاوت معنی‌دار و ns عدم معنی‌داری در سطح پنج صدم بر اساس آزمون LSD است). ۶۸

شکل ۴- ۹. تخم‌های قرار داده شده روی برگ گندم توسط سن ماده‌ی *Orius albidipennis* Reuter ۶۸

فهرست جدول‌ها

عنوان جدول **صفحه**

جدول ۴- ۱. میانگین انبوهی و طول تریکوم در هر میلی‌متر مربع سطح ۴۸

جدول ۴- ۲. پارامترهای جدول زیست‌باروری شته‌ی جو روی سه رقم گندم ۵۰

جدول ۴- ۳. میانگین شته‌های قرار گرفته روی دیسک برگی در ساعات مختلف شمارش..... ۵۴

جدول ۴- ۴. میزان شکارگری حشرات ماده، نر و پوره‌ی سن سوم شکارگر *Orius albidipennis* Reuter روی سه رقم گندم مورد مطالعه ۵۷

جدول ۴- ۵. تجزیه رگرسیون لجستیک نسبت شته‌ی خورده شده توسط حشرات ماده و پوره‌ی سن سوم *Orius albidipennis* Reuter به تراکم‌های اولیه‌ی شته‌ی جو ۶۲

جدول ۴- ۶. مقادیر پارامترهای واکنش تابعی (±SE) حشرات ماده و پوره‌ی سن سوم شکارگر *Orius albidipennis* Reuter نسبت به تراکم‌های مختلف شته‌ی جو ۶۳

جدول ۴- ۷. مدل ترکیبی برای پارامترهای واکنش تابعی حشرات ماده و پوره‌ی سن سوم شکارگر نسبت به شته‌ی *Sipha maydis* Passerini..... ۶۴

فصل اول: مقدمه و هدف

افزایش آگاهی عمومی در ارتباط با خطرات ناشی از مصرف بیش از حد سموم شیمیایی بر بهداشت و محیط زیست و از سوی دیگر افزایش مقاومت آفات نسبت به سموم شیمیایی، جستجو جهت کاربرد روش‌های جایگزین مدیریت آفات را سرعت بخشیده است (هافران و همکاران، ۱۹۹۶؛ شانگ و ابیدات، ۲۰۰۸).

کشت‌وکار گیاهانی که اشکال مختلف مقاومت را نسبت به حشرات گیاه‌خوار نشان می‌دهند، قرن‌ها مورد استفاده بوده است. قبل از اهلی کردن گیاهان جهت استفاده در کشاورزی، گیاهان حساس به حشرات قبل از تولید بذر یا قبل از جوانه زدن بذرهای آسیب‌دیده ازبین می‌رفتند و به‌این ترتیب گیاهان مقاوم براساس سازگاری و انتخاب طبیعی باقی می‌ماندند.

بنا به تعریف، مقاومت گیاهان به حشرات عبارت از کیفیت‌های وراثتی گیاه است که موجب می‌شود گیاهی از یک رقم یا گونه در مقایسه با گیاه حساس که فاقد این کیفیت‌های ارثی می‌باشد، از حمله‌ی حشره‌ی آفت خسارت کمتر ببیند. سازوکارهای مقاومت در گیاهان نسبت به حشرات به سه صورت ظاهر می‌شود:

– آنتی‌زنوز[1]، در این حالت گیاه به‌عنوان یک میزبان نامطلوب برای حشره تلقی می‌شود و حشره‌ی آفت از انتخاب آن به‌عنوان گیاه میزبان برای تغذیه و تخم‌ریزی منصرف و گیاه میزبان دیگر را انتخاب می‌کند.

– آنتی‌بیوز[2]، در این مورد زیست‌شناسی حشره‌ی آفت تحت تأثیر نامطلوب قرار می‌گیرد.

– تحمل[1] به توانایی گیاه برای تحمل یا جبران خسارت حشرات آفت گیاه اطلاق می‌شود (اسمیت، ۱۳۷۵).

[1] -Antixenosis
[2] -Antibiosis

استفاده از ارقام مقاوم روشی مؤثر، ایمن و اقتصادی به منظور کنترل جمعیت‌های آفات گیاه‌خوار و کاهش کاربرد ترکیبات شیمیایی در محصول به‌شمار می‌رود (متقی‌نیا و همکاران، ۲۰۱۱).

دشمنان طبیعی که از حشرات گیاه‌خوار به‌عنوان شکار یا میزبان استفاده می‌کنند، خط دفاعی غیرمستقیم در برابر هجوم آفات محسوب می‌شوند (پرایس و همکاران، ۱۹۸۰). یکی از عوامل مؤثر در توانایی دشمنان طبیعی برای جلوگیری از هجوم آفات، ویژگی‌های گیاه می‌باشد و چون گیاهان در برهم‌کنش میان دشمنان طبیعی و گیاه‌خوار منفعل نیستند، استفاده‌ی هم‌زمان از گیاهان مقاوم و کنترل زیستی می تواند نتایج متفاوت از جنبه‌ی مدیریت آفات داشته باشد (پرایس و همکاران، ۱۹۸۰؛ سابلیس و همکاران، ۱۹۹۹).

در برخی موارد ارقام مقاوم به حشرات اثرات عوامل زیستی کاهش‌دهنده‌ی جمعیت آفت را تشدید می‌کنند. ارقام زراعی مقاوم به حشرات با کاهش دادن توانایی جسمی و وضعیت فیزیولوژیک حشره‌ی آفت باعث افزایش کارآیی میزبان‌یابی دشمن طبیعی می‌گردند. باوجوداین، در بعضی موارد ارقام زراعی مقاوم با عوامل کنترل زیستی حشرات قابل‌تلفیق نمی‌باشند (اسمیت، ۱۳۷۵).

برخی از ویژگی‌های گیاهان اعم از فیزیکی و شیمیایی که منجر به بروز مقاومت نسبت به گیاه‌خواران می‌شوند، ممکن است بر توانایی‌های زیستی، بقاء و موفقیت جستجوگری دشمنان طبیعی تأثیر منفی داشته باشند (رایس و وایلد، ۱۹۸۹؛ بوترِل و همکاران، ۱۹۹۸؛ کریپس و همکاران، ۱۹۹۹).

تریکوم‌ها زواید مومانند هستند که از سطح اپیدرم بیشتر گیاهان خارج می‌شوند (وِرکر و همکاران، ۲۰۰۰). این ساختارها با ایجاد اختلال در حرکت و جابه‌جایی (پیلمر و تینجی، ۱۹۷۶؛ رامالهو و همکاران، ۱۹۹۸۴؛ ایسنر و همکاران، ۱۹۹۸)، تغذیه (زوروا و همکاران، ۱۹۹۸؛ خان و همکاران، ۲۰۰۰؛ رن و همکاران، ۲۰۰۰) و تخم‌گذاری (هداد و هیکس، ۲۰۰۰؛ هندلی و همکاران، ۲۰۰۵) آفات، منجر به بروز مقاومت نسبت به گیاه‌خواران می‌شوند. با وجود این، تریکوم‌ها همیشه تأثیر سوء بر گیاه‌خوار ندارند و موارد متعدد از سود گیاه‌خوار ناشی از وجود تریکوم گزارش شده است. به‌طوری‌که بسیاری از حشرات ریز توسط تریکوم‌ها از دشمنان طبیعی و یا شرایط نامساعد محیط محافظت می‌شوند (تریسی و همکاران، ۱۹۸۶؛ وودمن و فرناندز، ۱۹۹۱؛ لاوینگر و همکاران، ۲۰۰۰).

[1] -Tolerance

دشمنان طبیعی بسیار متحرک‌تر از گیاه‌خواران بوده و در سطح گیاه به جستجوی شکار یا میزبان می‌پردازند، لذا انتظار می‌رود این ساختار دفاع فیزیکی گیاه به‌صورت غیرمستقیم مثل ایجاد پناهگاه برای شکار و یا به‌صورت مستقیم بر کارآیی دشمن طبیعی تأثیرگذار باشد (مسینا و هانکس، ۱۹۹۸).

تریکوم با ایجاد اختلال در حرکت و جستجوگری دشمن طبیعی (السی، ۱۹۷۴) ، نرخ شکارگری (ریدیک و وو، ۲۰۱۰) و تخم‌گذاری (لاندگرین و فرگن، ۲۰۰۶) آن اثر منفی بر دشمن طبیعی اعمال می‌کند. در مواردی اثر مثبت تریکوم بر سومین سطح غذایی با محافظت در برابر سایر شکارگرها (سیلمن و همکاران، ۲۰۰۷) و ایجاد مکان مناسب برای تخم‌گذاری (لوکاس و برودئور، ۱۹۹۹) به اثبات رسیده است که منجر به افزایش شایستگی دشمنان طبیعی می‌شود. در موارد اندک نیز عدم تأثیر تریکوم بر فراوانی و کارآیی دشمن طبیعی گزارش شده است (وُیگِت و همکاران، ۲۰۰۷).

برهم‌کنش[1] اثرات مثبت و منفی تریکوم بر دشمنان طبیعی به‌صورت غیرمستقیم بر شدت خسارت وارده توسط گیاه‌خوار مؤثر است (دالین و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین، تعیین اثرات سطوح تغذیه‌ای بر یکدیگر لازمه‌ی اجرای یک برنامه‌ی موفق کنترل زیستی و اولین گام به‌سوی یک برنامه‌ی پایدار مدیریت آفات خواهد بود (شانگ و اُبیدات، ۲۰۰۸).

سن‌های خانواده‌ی Anthocoridae به‌علت تغذیه از بیش از یک سطح غذایی، از مهم‌ترین عوامل کنترل زیستی محسوب می‌شوند (کُل و گوئرشون، ۲۰۰۲) و از آفات مختلف ازجمله شته، تریپس، سفیدبالک و کنه‌های گیاهی تغذیه می‌کنند. باتوجه به اثربخشی آن‌ها در اکوسیستم‌های کشاورزی، چندین گونه از آن‌ها توجه قابل ملاحظه به عنوان عوامل کنترل زیستی را به خود اختصاص داده‌اند (هِیتمَنز و همکاران، ۱۹۸۶). فراوانی و کارآمدی شکارگران جنس *Orius* روی گونه‌های مختلف گیاهی و یا ارقام مختلف یک گونه گیاه متفاوت است که یکی از دلایل این تفاوت می‌تواند ناشی ساختارهای متفاوت سطح گیاه باشد (ایجنبرود و همکاران، ۱۹۹۶؛ کُل و همکاران، ۱۹۹۷).

بیش‌ترین سطح زیرکشت در جهان به گندم نان[2] اختصاص دارد. گرچه ایران بین کشورهای تولیدکننده‌ی گندم در جهان در رتبه‌ی دوازدهم قرار دارد، ولی بیش‌ترین سطح زیرکشت را بین محصولات مختلف به خود اختصاص داده است و ازنظر ارزش اقتصادی رتبه‌ی چهارم را دارا است (فائو، ۲۰۰۸). درحال‌حاضر غلات، هفتاد درصد

[1] - Intraction
[2] - *Tritichum aestivum*

سطح زیر کشت گیاهان زراعی را تشکیل می‌دهد و پنجاه در صد پروتئین مورد نیاز را تأمین می‌کند. بین غلات گندم سهمی عمده در برنامه‌ی غذایی مردم ایران دارد و بنابراین جایگاه ویژه بین محصولات زراعی به‌خود اختصاص می‌دهد. عوامل متعدد بر میزان عملکرد این محصول مؤثر هستند. آفات و بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز ازجمله عوامل کاهش‌دهنده‌ی میزان تولید در واحد سطح می‌باشند. گونه‌های متعدد از راسته‌های مختلف حشرات شامل راست‌بالان، جوربالان، ناجوربالان، سخت‌بال‌پوشان، دوبالان، بال‌غشاییان، بال‌پولک‌داران، بال‌ریشک‌داران و هم‌چنین گونه‌هایی از کنه‌های گیاهی در مزرعه و انبار به محصول گندم و جو خسارت وارد می‌زنند که در این بین، شته‌ها نقش مهم در کاهش محصول ایفاء می‌کنند (خانجانی، ۱۳۸۳).

درحال حاضر بیشتر از هشتاد رقم گندم به زارعین مناطق مختلف کشور معرفی شده است که بیش از ۴۵ رقم در کشت‌وکار مورد استفاده قرار می‌گیرند (نجفیان، ۱۳۸۷). باتوجه به نقش آفات به‌عنوان عوامل کاهنده‌ی محصول، تحقیقات متعدد در ارتباط با تعیین ارقام حساس و مقاوم به آفات مختلف در ایران صورت گرفته است (نجفی میرک، ۱۳۸۳؛ شاهرخی خانقاه و همکاران، ۱۳۸۸؛ همدانیان، ۱۳۸۹).

شته‌ی جو *Sipha maydis* Passerini یکی از شته‌های مزارع غلات است که در مناطق مختلف ایران پراکنده است (مدرس اول، ۱۳۹۱). این شته با این‌که بیش‌ترین ترجیح را نسبت به گندم و جو نشان می‌دهد (کورالس و همکاران، ۲۰۰۷)، از متجاوز بر سی جنس از گیاهان خانواده‌ی غلات تغذیه می‌کند (بلک‌من و ایستاپ، ۲۰۰۰). این شته در مراحل گیاهچه‌ای و رسیدگی گندم در مزارع ظاهر می‌شود (رسی‌پور و همکاران، ۱۹۹۶؛ سبزعلیان و همکاران، ۲۰۰۴) و با توجه به طیف گسترده میزبانی، با فراهم شدن شرایط مناسب می‌تواند مناطق عمده‌ی تولید غلات را مورد حمله قرار دهد (کورالس و همکاران، ۲۰۰۷).

با اینکه گونه‌های مختلف جنس *Orius* در مزارع گندم ایران شناسایی شده است (عرفان و استوان، ۱۳۸۳؛ کورالس و همکاران، ۲۰۰۷)، اما در ارتباط با برهم‌کنش بین شته‌های غلات و شکارگران جنس *Orius* اطلاع در دست نیست.

در ارتباط با کاربرد هم‌زمان ارقام مقاوم و حساس گندم و دشمنان طبیعی در ایران مطالعه‌ای به‌عمل نیامده است، اما اثر ارقام مقاوم و حساس گندم بر دشمنان طبیعی فعال در مزارع گندم در سایر کشورها مورد بررسی قرار گرفته است (فرید و همکاران، ۱۹۹۸؛ بریور و همکاران، ۱۹۹۹؛ بوسکوپرز و همکاران، ۲۰۰۲).

به عنوان نمونه، مسینا و سورنسون (۲۰۰۱) نشان دادند که لاروهای بالتوری شکارگر *Chrysoperla plorabunda* Fitch جمعیت شته *Diuraphis noxia* Mordavilko را روی ارقام مقاوم گندم نسبت به ارقام حساس بهتر کنترل می‌کند.

این تحقیق در مرحله‌ی اول به تعیین انبوهی و طول تریکوم به‌عنوان یکی از اجزای دفاع فیزیکی گیاه در ارقام گندم قدس، پیشتاز و فلات می‌پردازد. سپس مقاومت یا حساسیت این ارقام نسبت به شته‌ی جو و تأثیر احتمالی تریکوم بر ترجیح و شاخص‌های زیستی *S. maydis* را دنبال می‌کند. هدف نهایی این تحقیق تعیین برهم‌کنش بین تریکوم‌های گیاه، شته‌ی جو و سن شکارگر *Orius albidipennis* Reuter، که به‌عنوان گونه‌ی غالب در برخی مناطق ایران معرفی شده است، می‌باشد (عرفان و استوان، ۱۳۸۳؛ ملکشی و همکاران، ۱۳۸۴). در این مرحله با بررسی شاخص‌های مؤثر در تعیین کارآمدی یک دشمن طبیعی، نظیر واکنش تابعی، نرخ شکارگری، ترجیح تخم‌گذاری و رفتار جستجوگری دشمن طبیعی اثر هم‌زمان کاربرد ارقام مقاوم و کنترل زیستی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

فصل دوم: بررسی نوشته‌ها

۲-۱- مقاومت گیاه

اسمیت (۱۳۷۵)، در کتاب خود تحت عنوان مقاومت گیاهان به حشرات به نقل از پینتر سازوکارهای مقاومت گیاه را به سه صورت آنتی‌بیوز، آنتی‌زنوز و تحمل معرفی کرد. وی در کتاب خود عوامل مختلف فیزیکی و شیمیایی را برمی‌شمرد که منجر به بروز مقاومت از نوع آنتی‌زنوز نسبت به گیاه‌خوار می‌شود. روی اپی‌کوتیکول برگ‌های بیشتر گیاهان لایه‌ای مومی وجود دارد که آن‌ها را در مقابل خشک شدن و حمله‌ی حشرات و عوامل بیماری‌زا محافظت می‌کند. در این کتاب از ضخامت بافت گیاه به‌عنوان یکی دیگر از عوامل فیزیکی مؤثر در مقاومت نام برده شده است. سختی شاخ‌وبرگ در بعضی از گیاهان خانواده‌ی چلیپاییان اثرات نامطلوب روی رفتار تغذیه‌ای سوسک خردل دارد. از تریکوم نیز به‌عنوان یکی از اجزای مهم مقاومت گیاه علیه گیاه‌خواران نام برده شده است و این ساختارها به‌عنوان اولین اندام‌هایی معرفی شدند که طی مراحل اولیه‌ی انتخاب گیاه میزبان در تماس با حشره قرار می‌گیرند. مواد دورکننده[1] مانند هیدروکربن‌های فرار تولیدشده به‌وسیله‌ی شاخ‌وبرگ گیاه مقاوم، مواد بازدارنده‌ی[2] تغذیه مانند آلکالوئیدها، فلاوونوئیدها از عوامل شیمیایی مؤثر در آنتی‌زنوز نام برده شده است. سازوکارهای دفع شیمیایی و فیزیکی را در مقاومت از نوع آنتی‌بیوز مؤثر می‌داند.

[1] - Repellent
[2] - Deterrent

گریواستد و کلپتکا (۱۹۹۲)، عنوان کردند برخی ویژگی‌های گیاه که می‌تواند منجر به بروز مقاومت نسبت به گیاه‌خوار شود، بر میزان اثربخشی دشمنان طبیعی مؤثر هستند و به‌عنوان عوامل غیرمستقیم مقاومت درنظر گرفته می‌شوند.

رودا و همکاران (۲۰۰۰)، ویژگی‌های ریخت‌شناسی گیاه را از عوامل مهم در وجود و فراونی بندپایان روی گیاه معرفی کرده‌اند. در یک مقیاس گسترده، گرچه گیاه‌خواران تحت تأثیر اندازه و ساختار کلی گیاه می‌باشند، اما در مقیاس کوچک‌تر، تحت تأثیر ویژگی‌های برگ از قبیل شکل، کرک‌های موجود در سطح و یا موم‌های سطح برگ قرار دارند.

چهاب و همکاران (۲۰۰۸)، عنوان کردند ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر حشرات تأثیر می‌گذارند و بر رفتار و زیست‌شناسی آن‌ها اثر دارند.

کاردوسو و همکاران (۲۰۰۹)، تریکوم را ساختاری معرفی می‌کنند که توسط گیاه به‌عنوان سد دفاعی دربرابر گیاه‌خوار استفاده می‌شود.

اُریانس و وارد (۲۰۱۰)، نقش اصلی مقاومت در گیاه را به متابولیت‌های ثانوی نسبت داده‌اند.

کارمونا و همکاران (۲۰۱۱)، اعلام داشتند متابولیت‌های ثانوی در دفاع گیاه علیه گیاه‌خواران نقش فرعی دارند و ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیکی برگ و ساقه، تنوع ژنیتیکی گیاه و متابولیت‌های اولیه‌ی گیاه نقش اصلی را در مقاومت ایفاء می‌کنند.

۲-۱-۱- تریکوم

تریکوم‌ها زوایدی مومانند هستند که از سلول‌های اپیدرم منشاء می‌گیرند. این سلول‌ها، پس از رشد، تمایز و تقسیم سلولی به صورت زواید مومانند از سطح اپیدرم گیاه ظاهر می‌شوند (جونسون، ۱۹۷۵).

در نهاندانگان بسته به گونه‌ی گیاه، تریکوم‌ها روی برگ، گل‌برگ، ساقه، دم‌برگ و پوشش دانه ظاهر می‌شوند (دل و مک‌کومب، ۱۹۷۸).

سات‌وود (۱۹۸۶)، تریکوم‌ها را ازنظر ساختاری به‌صورت تک‌سلولی یا چندسلولی و به اشکال مستقیم، مارپیچی، قلابی و یا شاخه‌ای تقسیم‌بندی کرد.

دافی (۱۹۸۶)، عنوان کرد برخی از تریکوم‌ها دارای غده‌هایی در ناحیه‌ی سر هستند که متابولیت‌های ثانوی ترشح می‌کنند. این ترشحات ممکن است برای حشرات یا سایر میکروارگانیسم‌ها سمی یا دورکننده باشد و یا منجر به‌دام افتادن آن‌ها شود.

وگنر و همکاران (۲۰۰۴)، ترپنوئیدها (مونوترپن‌ها، سسکوئیترپن‌ها، دی‌ترپن‌ها و تری‌ترپن‌ها) را متداول‌ترین ترکیبات معرفی کردند که در ترشحات تریکوم‌های غده‌ای یافت می‌شوند.

مارین و همکاران (۲۰۰۵)، تریکوم‌های موجود روی برگ گیاه *Rosmarinus officinalis* را با کمک میکروسکوپ نوری و فلوروسنت مورد بررسی قرار دادند و تریکوم‌های غده‌ای و تعدادی بیشمار تریکوم غیرغده‌ای مشاهده کردند. تریکوم‌های ساده روی رگبرگ‌ها و حاشیه‌ی برگ قرار داشتند و به دوصورت ساده و یا منشعب و تریکوم‌های غده‌ای به شکل سپر و یا چماق دیده شدند.

نتایج حاصل از تحقیق روی تریکوم‌های هشت گونه گیاه از جنس *Kalanchoe* نشان داد که تنوع گسترده در ارتباط با ساختار تریکوم‌های موجود روی سطح برگ وجود دارد. تریکوم‌های ساده ازنظر طول، تراکم، تعداد سلول-های ساقه، شکل قسمت فوقانی، تزیینات روی کوتیکول، وجود برآمدگی و وجود موم روی سطح برگ تنوع گسترده داشتند (چمیلوسکا و چرنتسکی، ۲۰۰۵).

بایلی و همکاران (۲۰۰۹)، در بررسی خود تریکوم‌های بی‌شمار در اشکال و اندازه‌های مختلف روی ارقام مختلف گیاه *Theobroma cacao* مشاهده نمودند. در این تحقیق، تریکوم‌های غده‌ای در سه نوع بلند، متوسط و کوتاه طبقه‌بندی شدند که هر یک دارای ساقه‌ی تک‌سلولی و سر چندسلولی بودند. تریکوم‌های غیرغده‌ای نیز در دو نوع ستاره‌ای و ساده دسته‌بندی شدند که روی برگ، ساقه و غلاف قرار داشتند.

۲-۱-۲- عوامل مؤثر بر تولید تریکوم

روی و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که انبوهی اولیه‌ی تریکوم بیشتر پایه و اساس ژنتیکی دارد. در شرایط تنش کم‌آبی رابطه‌ای خطی و منفی بین اندازه‌ی برگ و تراکم تریکوم وجود داشت. در شرایط نور کم و ازدیاد عنصر بر، انبوهی تریکوم در اندازه‌های مختلف برگ بدون تغییر باقی ماند و پیشنهاد شد این تنش‌ها رشد و توسعه‌ی عادی تریکوم‌های برگ را مختل می‌کنند.

ریموند و همکاران (۲۰۰۰)، عوامل هورمونی را از عوامل مؤثر در القای تولید تریکوم معرفی کردند و بیان داشتند خسارت ناشی از گیاه‌خوار و زخم مکانیکی منجر به افزایش میزان اسید اسمونیک، که در دفاع گیاه نقش دارد، می‌شوند.

در گیاه *Arabidopsis thaliana* خسارت مکانیکی به همراه کاربرد اسید جاسمونیک و ژیبرلین منجر به افزایش تولید تریکوم در برگ‌های جدید شد، در حالی‌که کاربرد اسیدسالیسیک باعث کاهش تولید تریکوم و جلوگیری از تولید اسیدجاسمونیک گردید که این امر با اثر متقابل منفی موجود بین مسیرهای اسیدجاسمونیک و اسیدسالیسیک در گیاه آرابیدوپسیس سازگار بود (تراو و برجلسون، ۲۰۰۳).

بوسو و ونگر (۲۰۰۷)، انبوهی تریکوم برگ را تحت تأثیر دو عامل جدایی‌ناپذیر سطح برگ و تعداد اولیه‌ی تریکوم در هر برگ دانستندو هم‌چنین اعلام داشتند سطح برگ عمدتاً توسط شرایط محیط کنترل می‌شود.

بر اساس نظر روشیو و همکاران (۲۰۰۲)، زخم مصنوعی و ایجاد خسارت توسط گیاه‌خوار منجر به القای تولید تریکوم می‌شود.

تنش‌های غیرزنده مانند اشعه‌ی فرابنفش بر انبوهی تریکوم تأثیرگذار است (هوگلند و لارسون، ۲۰۰۵).

۲-۱-۳- نقش تریکوم در گیاه

تریکوم‌ها در محافظت جوانه‌های برخی گیاهان تا زمان تولید ترکیبات دفاعی شیمیایی نقش دارند (جونسون، ۱۹۷۵).

تریکوم‌های برگ منجر به افزایش مقاومت نسبت به تنش‌های محیط و ممانعت از هدر رفتن آب گیاه از طریق تبخیر و تعرق می‌شوند (وودمن و فرناندز، ۱۹۹۱).

حفاظت سلول‌های زنده‌ی گیاهان از خسارت ناشی از اشعه‌ی فرابنفش خورشید یکی از نقش‌های تریکوم در گیاه توسط اسکالتسا و همکاران (۱۹۹۴) معرفی شد.

تحقیقات نشان داد سطح گیاهانی که توسط تریکوم پوشیده شده‌اند، نسبت به گیاهان فاقد تریکوم نور خورشید را بیشتر منعکس می‌کنند (بالدینی و همکاران، ۱۹۷۷).

بر اساس اظهارات بریور و اسمیت (۱۹۹۷)، تریکوم‌ها باکاهش رطوبت برگ منجر به کاهش نرخ جوانه‌زنی عوامل بیماری‌زا می‌گردند.

تریکوم‌ها در جذب آب و محافظت گیاه در برابر صدمات مکانیکی نقش عمده‌ای دارند (ورکر، ۲۰۰۰).

ونگر و همکاران (۲۰۰۴)، بیان کردند ویژگی‌های ریخت‌شناسی تریکوم‌های ساده و غده‌ای (مانند انبوهی، اندازه، شکل و زاویه‌ی تریکوم) بر جنبه‌های مختلف فیزیولوژی و بوم‌شناختی گیاه تأثیرگذارند.

برخی محققان معتقدند تریکوم‌ها باعث کاهش جذب اشعه‌ی خورشید و افزایش لایه‌ی مرزی سطح برگ می‌شود (ارلینگر، ۱۹۸۴؛ چوینسکی و وایس، ۱۹۹۹).

طبق نظر لوئی و همکاران (۲۰۰۷)، در شرایط سرد و خشک که اشعه‌ی فرابنفش زیاد است و در مناطقی با خطر بالای گیاه‌خواری، انتظار وجود گیاهان دارای تراکم بالای تریکوم زیاد است.

۲-۲- برهم‌کنش تریکوم با گیاه‌خوار

شافران و همکاران (۱۹۹۷)، تریکوم‌ها را جزء اولین ساختارهایی دانستند که طی مراحل اولیه‌ی پذیرش میزبان با گیاه‌خوار تماس پیدا می‌کنند.

تریکوم‌ها در حرکت حشرات و سایر بندپایان کوچک بر سطح گیاهان اختلال ایجاد کرده و تغذیه‌ی آن‌ها را از قسمت‌های تحتانی برگ با مشکل مواجه می‌کنند (سات‌وود، ۱۹۸۶).

پرایس و همکاران (۱۹۹۸)، تریکوم‌های ساده را به‌عنوان ساختار دفاع فیزیکی علیه گیاه‌خواران معرفی کردند. این محققان اعلام داشتند تریکوم‌ها گرچه می‌توانند باعث مرگ‌ومیر شوند، اما عمدتاً منجر به بروز اثرات زیرکشندگی مانند افزایش دوره‌ی نشوونما، کاهش وزن و کاهش میزان تخم‌ریزی می‌گردند.

هداد و هیکس (۲۰۰۰)، بیان داشتند تریکوم‌ها اغلب از سلولز و سایر ترکیبات که ارزش غذایی کمتر دارند، تشکیل شده‌اند، لذا حشراتی که قبل از دسترسی به اپیدرم برگ مجبور به تغذیه از تریکوم‌ها می‌شوند، وزن کمتر دارند و در نهایت مرگ‌ومیر بیشتر نشان می‌دهند.

تریکوم‌های غده‌ای به‌علت آزادسازی متابولیت‌های ثانویه، که نقش سمیت یا دورکنندگی برای گیاه‌خوار دارند، و هم‌چنین ایجاد اختلال در جابه‌جایی، تغذیه وتخم‌گذاری گیاه‌خواران هم به‌عنوان ساختار دفاعی شیمیایی و هم فیزیکی درنظر گرفته می‌شوند (دالین و همکاران، ۲۰۰۸).