Applied Entomology and Phytopathology آفات و بیماری‌های گیاهی
Vol. 93, No. 1, Sep., 2025 جلد۹۳، شماره ۱، شهریور ۱٤۰٤

Scientific article

The possibility of reducing dose and spray solution of insecticides using Break-Thru® S240 adjuvant on the melon aphid

AHMAD HEIDARI[1]✉, MOHAMMAD REZA BAGHERI[2], MOHAMMAD TAGHI FASSIHI[3]

1. Associate Professor, Department of Pesticides Research, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran; 2. Assistance professor, Department of Plant Protection, Isfahan agricultural and Natural Resource Research and education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Esfahan, Iran; 3. Assistance professor, Department of Plant Protection, Isfahan agricultural and Natural Resource Research and education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bushehr, Iran

(Received: June 2025; Accepted: Sep., 2025)

Abstract

Today, in many countries, adjuvant compounds used to improve the efficiency and reduction of pesticides. In this experiment, the effect of Break-Thru® S240 studied on the efficacy of the insecticides imidaclopride (as a systemic insecticide) and pymetrozine (non-systemic) on melon aphid in greenhouse, to reveal the possibility of reducing the dosage of insecticides and sparing solution. Melon aphid sampling was performed one day before and days after spraying, percent mortality was calculated using Henderson-Tilton formula. The results showed that the efficacy of using pymetrozine alone was about 75%. at five days after treatment, while the efficacy of treatment with the recommended dose of pymetrozine combined with adjuvant ws 97%, the treatment of pymethrozin at 30 percent reduction in dosage combined with adjuvant and at 30 percent reduction in spraying solution showed 92% efficacy, the treatment with recommended dosage of pymetrozine at 30 percent reduction in spraying solution alone showed 94% percent efficacy. Similar results were obtained using Imidacloprid combined with Break-Thru® at 5 days after treatment. The efficacies of treatment containing Imidacloprid at recommended dose combined with Break-Thru®, Imidacloprid combined with Break-Thru® at 30 percent solution reduction and the treatment with 30 percent reduction in recommended dose of imidacloprid combined with Break-Thru® with 30 percent solution reduction were 80%, 74% and 69% respectively. It is therefore concluded that using Break-Thru® along with insecticides not only can reduce the insecticide dose but also can reduce the volume of water about 30%.

Keywords: Break-Thru® S240, imidacloprid, pymetrozine

DOI: http://doi.org/10.22092/jaep.2025.369813.1546
✉ **Heidari419@yahoo.com**

Applied Entomology and Phytopathology
Vol. 93, No. 1, Sep., 2025

آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد۹۳، شماره ۱، شهریور ۱٤۰٤

مقاله پژوهشی

بررسی امکان کاهش دوز و محلول مصرفی حشره‌کش‌ها با کاربرد افزودنی Break-Thru® S240 روی شته جالیز

احمد حیدری[۱]✉، محمد رضا باقری[۲]، محمد تقی فصیحی[۳]

۱- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ ۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران؛ ۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

(تاریخ دریافت: خرداد ۱٤۰٤؛ تاریخ پذیرش: شهریور ۱٤۰٤)

چکیده

امروزه در بسیاری از کشورهای جهان از ترکیبات افزودنی (اجونت) به عنوان بهبود دهنده اثر آفتکش‌ها و کاهش دهنده مصرف سموم استفاده می‌شود. در این آزمایش اثر بریک ترو(Break-Thru® S240) بر کارائی حشره کش ایمیداکلوپراید (سیستمیک) و پی‌متروزین (غیر سیستمیک) روی شته جالیز در گلخانه بررسی شد. تیمارها شامل کاربرد حشره‌کش‌ها در دوزهای توصیه شده یا به‌همراه ماده افزودنی بود. در این آزمایش امکان کاهش دوز مصرفی و محلول مصرفی نیز بررسی شد. نمونه برداری از شته و آماربرداری در چهار نوبت شامل یک روز قبل از سمپاشی و ۱، ۵ و ۱۰ روز بعد از سمپاشی انجام شد. درصد کارائی با روش هندرسون- تیلتون محاسبه شد. نتایج کارائی کاربرد پی‌متروزین به تنهائی پنج روز پس از سمپاشی حدود ۷۵٪ درصد بود. در حالی که تیمار پی متروزین به همراه بریک ترو ٪۹۷ درصد، پی متروزین با ۳۰ درصد کاهش غلظت و ۳۰ درصد کاهش محلول ٪ ۹۲ درصد و تیمار پی متروزین با غلظت توصیه شده و ۳۰ درصد کاهش محلول مصرفی به‌همراه بریک ترو با ۹٤ درصد کارائی اختلاف معنی دار نداشت. ارزیابی اثر ایمیداکلوپراید نیز پنج روز پس از سمپاشی نشان داد، درصد کارایی بریک ترو به‌همراه غلظت توصیه شده ایمیداکلوپراید، ایمیداکلوپراید با ۳۰ درصد کاهش حجم محلول مصرفی، تیمار ۳۰ درصد کاهش غلظت مصرفی با ۳۰ درصد کاهش حجم محلول مصرفی به‌ترتیب ۸۰، ۷٤ و ٦۹ بود. نتایج این تحقیق نشان داد با کاربرد ماده افزودنی بریک ترو می‌توان علاوه بر کاهش غلظت مصرفی حشره کش، میزان آب مصرفی را نیز تا حدود ۳۰ درصد کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: ایمیداکلوپراید، پیمتروزین، Break-Thru® S240

DOI: http://doi.org/10.22092/jaep.2025.369813.1546
✉ Heidari419@yahoo.com

مقدمه

امروزه استفاده از آفت‌کش‌ها یک روش رایج در کشاورزی است که با هدف کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز در راستای حفظ عملکرد محصول و امنیت غذایی به‌کار گرفته می‌شود. با این حال، استفاده بی رویه از این مواد شیمیایی موجب نگرانی‌های متعددی برای اکوسیستم طبیعی و سلامت انسان از جمله از بین رفتن تنوع زیستی، آلودگی خاک و آب و سمیت برای کاربران آفت‌کش‌ها شده است (Pesce *et al.*, 2023; Papp & Nagy, 2014).

بنابراین استفاده صحیح از آفت‌کش‌ها در چارچوب مدیریت کاربرد بسیار اهمیت دارد. در این راستا مواد افزودنی (Adjuvant) ترکیباتی هستند که می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در سال‌های اخیر تکنولوژی مواد افزودنی پیشرفتهای چشم‌گیری داشته است، این ترکیبات به تنهایی یا در ترکیب با مواد دیگر اثرات زیادی دارند که باعث بهبود کاربرد و کارائی در سمپاشی می‌شوند. برخی از این اثرات شامل نشست (deposition)، پخش کردن (spreading)، چسبانیدن (sticking)، سازگاری (compatibility)، بافری (buffering)، پخش کنندگی (dispersing)، امولسیون کننده (emulsifying)، ضد کف (reducing foam)، کاهش تبخیر (reducing evaporation)، کاهش میزان هدررفت (minimizing spray drift) و بسیاری موارد دیگر هستند. در حالیکه تکنولوژی مواد همراه به جایی رسیده که بسیاری از این اعمال (خواص) در یک محصول جمع شده اند که ارزش بالایی دارد، اما هنوز یک ماده همراه که به تنهایی بتواند تمام این احتیاجات را مرتفع کند وجود ندارد (Congreve *et al.*, 2019).

اهمیت این مواد به حدی است که روند تجاری شدن آن‌ها در سال‌های اخیر افزایش یافته یه طوری که بر اساس گزارش شرکت مشاوره ای مارکت و دیتا میزان فروش این مواد تا ۲۰۲۷ به حدود ۵/۳۹ میلیارد دلار خواهد رسید. در حال حاضر فقط در استرالیا بیش از ۳۰۰ برند این مواد عرضه شده است (Congreve *et al.*, 2019).

ترکیب Break-Thru® S240 بعنوان یک ترکیب افزودنی در بیش از ۵۰ کشور جهان کاربرد دارد. این ماده یک ترکیب سورفکتانت غیر یونی و متعلق به کلاس شیمیائی Organomodified trisiloxanes است که باعث پخش شوندگی و پوشش سطوح هیدروفوبیک مانند برگ گیاهان در غلظت‌های ۰/۱ درصد یا کمتر می‌شود. این ترکیب خاصیت خیس کنندگی (Wetting action) داشته و می‌تواند باعث رسیدن سم به محل‌هائی از زندگی آفت شود که در حالت معمولی امکان رسیدن سم به آن نقاط وجود ندارد. این ترکیب باعث نفوذ بهتر سم به داخل بافت گیاه نیز می‌شود. ترکیب مذکور خاصیت آفت‌کشی نداشته بلکه صرفاً به‌عنوان یک ماده افزودنی کشاورزی به همراه انواع آفتکش‌ها قابلیت کاربرد دارد (van den Berg & Viljoen, 2007).

ترکیب Break-Thru® S240 برای سبزی و جالیز به همراه آفتکش‌های سیستمیک به میزان ۲۰۰ میلی لیتر در هکتار و به همراه آفت‌کش‌های غیر سیستمیک روی همین محصولات به‌میزان ۱۲۵ میلی لیتر در هکتار به منظور افزایش خاصیت خیس کنندگی، پخش کنندگی و نفوذ بیشتر توصیه شده است. ترکیب مذکور برای درختان میوه متناسب با مرحله رشد گیاه ۲۰۰–۳۰۰ میلی لیتر در هکتار توصیه شده است (Anonymous, 2025).

شته جالیز یا شته پنبه (*Aphis gossypii* Glover) از جمله آفات مهم در گلخانه و مزارع می‌باشد که خسارت‌های مستقیم و غیرمستقیمی به محصولات کشاورزی وارد می‌سازد. با وجود روش‌های کنترل زراعی و بیولوژیک، استفاده از آفت‌کش‌ها برای کنترل این آفت امری انکار ناپذیر می‌باشد (Van Emden & harrington, 2017).

انتقال انواع ویروس‌های گیاهی نظیر Water melon Mosaic Virus، Citrus Tristeza Virus و Cucumber Mosaic Virus از خسارت‌های دیگر این آفت است(Kunjwal & Srivastava, 2018).

این شته اولین‌بار در سال ۱۸۷٦ توسط تاوند گلوور شناسائی شد (Palmer, 1952). بدلیل تنوع ظاهری و تعداد زیاد

میزبان‌های گیاهی، این شته دارای بیش از ٤٠ نام مترادف (Synonym) می‌باشد (Iharco & Harten, 1987). این شته در ایران برای اولین‌بار در سال ۱۳۱۷ توسط افشار تحت عنوان شته جالیز گزارش شده است. برخی از میزبان‌های گیاهی این شته در ایران شامل خیار، خربزه، پنبه، بادمجان، توتون، چغندر، گوجه فرنگی، کنجد و گاهی پسته و مرکبات ذکر شده اند. این شته در تمام مناطق ایران انتشار دارد (Alikhani et al. 2010).

سموم توصیه شده برای کنترل شته جالیز در ایران بر اساس محصولات مختلف شامل ایمیداکلوپراید، پی متروزین، پیریمیکارب، تیومتون، دی کلروس، مالاتیون و هپتنوفوس، متاسیستوکس، دیمیکرون، اسفیت، فلونیکامید، امامکتین بنزوات+استامی پراید، اسید چرب روغن نارگیل و هماگروپراد ۳ می‌باشد (Noorbakhsh, 2023).

بر حسب این‌که این شته روی چه محصولی وجود داشته باشد نوع حشره کش برای مبارزه با آن فرق می‌کند. بدین‌ترتیب که اگر شته مزبور روی پنبه فعالیت داشته باشد از سموم سیستمیک بادوام مانند متاسیستوکس و یا دیمیکرون می‌توان استفاده کرد ولی چنانچه شته روی گیاهان جالیز بخصوص خیار خسارت وارد نماید، مصرف سموم مذکور روی این محصول قدغن و باید از سم کم دوام استفاده نمود (Noorbakhsh, 2023). بررسی‌ها نشان می‌دهد که شته جالیز ظرفیت بالائی در پیشرفت مقاومت به حشره کش‌های مختلف دارد (Seyedebbrahimi *et al.,* 2016) لذا اتخاذ تصمیم جدی به منظور کاهش دوز حشره کش‌های کاربردی و روش‌های جایگزین برای کنترل این آفت ضروری است.

بیشتر تحقیقات مرتبط با مواد افزودنی در جهان مربوط به علف کش‌هاست (Pacanoski, 2015) . این اتفاق کم و بیش در کشور ما نیز افتاده است. به‌طوری‌که که به لحاظ پژوهشی و کاربردی استفاده از مواد افزودنی به همراه علف کش‌ها کم و بیش توسعه پیدا کرده است. به عنوان مثال افزودنی‌های سیتوویت و فریگیت به همراه علف کش‌های گلیفوزیت و پاراکوات استفاده می‌شود (Zand *et al.,* 2021). اما در خصوص حشره کش‌ها و امکان افزایش کارائی و یا کاهش دوز آن‌ها به همراه اجونت‌ها تحقیقات محدودی انجام شده است.

مواد افزودنی به‌منظور تسهیل اختلاط، کاربرد یا تأثیرگذاری بهتر آفت‌کش‌ها به فرمولاسیون آفتکش یا مخزن سمپاش افزوده می‌شوند. ماده افزودنی ممکن است از سوی کارخانه سازنده به فرمولاسیون آفتکش اضافه شده باشد یا بطور جداگانه خریداری و پیش از سمپاشی به مخزن سمپاش اضافه شود. به عبارت دیگر مواد افزودنی امکان تطابق فرمولاسیون را با شرایط خاص فراهم می‌آورند (Zhao *et al.,* 2022; Song *et al.,* 2022). بر این اساس انجام تحقیقات به منظور بررسی تأثیر و معرفی مواد افزودنی در کشور اهمیت زیادی دارد. لذا این تحقیق با هدف بررسی امکان کاهش دوز و محلول مصرفی حشره کش‌ها با کاربرد ماده افزودنی بریک ترو انجام شد.

روش بررسی

با هدف بررسی کارائی ترکیب اجونت Break-Thru® S240 در اثر بخشی و کاهش مصرف سموم، گلخانه خیار (به مساحت ٦٥٠ متر مربع) با سابقه آلودگی به شته جالیز در اصفهان و بوشهر (برازجان) انتخاب و بر اساس طرح مورد نظر در سه تکرار قطعه‌بندی شد. هر کرت شامل دو ردیف ۲۰ متری بود. فاصله تیمارها از یکدیگر ۲ متر در نظر گرفته شد. با توجه به کاشت دو ردیف خیار در روی هر پشته و ارتفاع ۲–۲/۵ بوته‌ها، سمپاش کالیبره شد و میزان ۲۰۰۰ لیتر آب در هکتار به‌دست آمد.

تیمارهای آزمایش در منطقه اصفهان شامل کاربرد حشره‌کش پی‌متروزین (چس، WG 50%) (حشره‌کش غیر سیستمیک از گروه ۹ و زیر گروه 9B است که بلوکه کننده اختصاصی تغذیه در جوربالان می‌باشد) با غلظت توصیه شده (۰/۵ کیلو در هکتار بر اساس کالیبراسیون مزرعه معادل ۰/۲۵ میلی لیتر در لیتر) (جدول ۱) و در منطقه بوشهر حشره‌کش ایمیداکلوپراید (کنفیدور، (SC 35%) که حشره کش سیستمیک از گروه ٤ و زیر گروه 4A طبقه بندی IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) می‌باشد و تحریک کننده

گیرنده‌های نیکوتینیک استیل کولین است با غلظت توصیه شده (۰/۲۵ لیتر در هکتار معادل ۰/۱۲۵ میلی لیتر در لیتر بر اساس کالیبراسیون مزرعه) به تنهائی و یا همراه با اجونت مذکور (جدول ۲) بود. غلظت اجونت به همراه پی‌متروزین معادل ۱۲۵ میلی لیتر در هکتار (معادل ۰/۰٦ میلی لیتر در لیتر) و با ایمیداکلوپراید معادل ۲۰۰ میلی لیتر در هکتار (معادل ۰/۱ میلی لیتر در لیتر) با کالیبراسیون مزرعه‌ای و بر اساس توصیه شرکت سازنده بود.

در این تحقیق امکان کاهش دوز مصرفی حشره کش و همچنین کاهش محلول مصرفی در واحد سطح نیز بررسی شد. بدین منظور در تیمارها امکان کاهش ۳۰ درصدی غلظت مصرفی حشره کش‌ها و میزان کاهش محلول مصرفی با کاربرد این ماده افزودنی بررسی شد (جداول ۱ و۲).

عملیات آماربرداری در چهار نوبت شامل یک روز قبل از سمپاشی و ۱، ۵ و ۱۰ روز بعد از سمپاشی انجام شد. به منظور آمارگیری در هر تیمار تعداد سه بوته علامت گذاری شده و در هر بوته دو برگ میانی و فوقانی انتخاب و تعداد شته‌های فعال (پوره، بالغ بالدار و بالغ بدون بال) روی آن‌ها شمارش و یادداشت شد.آزمایش زمانی شروع شد که ۵۰ درصد بوته‌ها به شته آلودگی داشتند. سم پاشی با استفاده از سمپاش هیدرولیک پشتی لانس دار که قبلا کالیبره شده بود، انجام شد.

درصد کارایی با استفاده از فرمول هندرسون تیلتون (به شرح ذیل) محاسبه و پس از آنالیز واریانس، مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن انجام گرفت.

$$\text{درصد کارائی} = \left(1 - \frac{T_a \times C_b}{T_b \times C_a}\right) \times 100$$

T_a = میانگین تعداد آفت در تیمار بعد از سمپاشی

T_b = میانگین تعداد آفت در تیمار قبل از سمپاشی

C_a = میانگین تعداد آفت در شاهد بعد از سمپاشی

C_b = میانگین تعداد آفت در شاهد قبل از سمپاشی

جدول ۱- مشخصات تیمارهای مورد آزمایش با مقادیر مصرف آن‌ها روی شته جالیز در خیار گلخانه استان اصفهان

Table 1. Characteristics of the tested treatments and their application rates on the *Aphis gossypii* in Esfahan greenhouse

Tratments	Treatments concentration (ml/L)	Description
Pymetrozinee	0.25	Recommended concentration
Pymetrozinee	0.175	70% of the recommended concentration
Pymetrozinee + Break-Thru	0.25 + 0.06	To investigate the possibility of increasing the efficiency of the insecticide
Pymetrozinee + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.25 + 0.06	To investigate the possibility of reducing spray solution
Pymetrozinee + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.175 + 0.06	To investigating the possibility of simultaneously reducing the concentration and spray solution
Pymetrozinee + Citogate	0.25 + 0.25	Experiment with common surfactant

جدول ۲- مشخصات تیمارهای مورد آزمایش با مقادیر مصرف آن‌ها روی شته جالیز در خیارگلخانه استان بوشهر

Table 2. Characteristics of the tested treatments and their application rates on the *Aphis gossypii* in Booshehr greenhouse

Tratments	Treatments concentration (ml/L)	Description
Imidiaclopride	0.125	Recommended concentration
Imidiaclopride	0.1	70% of the recommended concentration
Imidiaclopride + Break-Thru	0.125 + 0.1	To investigate the possibility of increasing the efficiency of the insecticide
Imidiaclopride + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.125 + 0.1	To investigate the possibility of reducing spray solution
Imidiaclopride + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.1 + 0.1	To investigating the possibility of simultaneously reducing the concentration and spray solution
Imidiaclopride + Citogate	0.125 + 0.25	periment with common surfactant

نتایج

نتایج آزمایش در اصفهان

جداول تجزیه واریانس (جداول ۳) نشان می‌دهد بین درصد تلفات در تیمارهای مختلف در هر سه نوبت نمونه‌برداری (یک، پنج و ده روز پس از سمپاشی) اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P<0.01$) . مقایسه میانگین‌ها در نمونه‌برداری انجام شده یک روز پس از سمپاشی نشان داد که کاربرد بریک ترو به همراه غلظت توصیه شده پیمتروزین (معادل ۰/۲۵ میلی لیتر در لیتر) با کالیبراسیون مزرعه‌ای بیشترین تلفات را به جمعیت شته وارد نمود (۷۲/٤٪). پس از آن تیمارهای بریک ترو به همراه غلظت کاهش یافته پیمتروزین (معادل ۰/۱۷۵ میلی لیتر در لیتر) با ۳۰ درصد کاهش حجم محلول مصرفی و تیمار بریک ترو به همراه غلظت توصیه شده پیمتروزین (معادل ۰/۲۵ میلی لیتر در لیتر) با ۳۰ درصد کاهش حجم محلول مصرفی بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر قرار داشتند. در این آزمایش تیمارهای پیمتروزین با غلظت توصیه شده (معادل ۰/۲۵ میلی لیتر در لیتر) و بر اساس کالیبراسیون مزرعه، پیمتروزین (با غلظت توصیه شده) + سیتوگیت (معادل ۰/۲۵ میلی لیتر در لیتر) و تیمار پیمتروزین با غلظت کاهش یافته با کالیبراسیون مزرعه‌ای) نیز بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر در رتبه بعدی قرار داشتند (جدول ٤).

در نمونه‌برداری‌های انجام شده در روزهای پنجم و دهم پس از سمپاشی این گروهبندی با تفاوت اندکی مشاهده شد. در ۵ روز پس از سمپاشی تیمارهای پیمتروزین به همراه بریک ترو در تمامی شرایط کارائی بالاتری نسبت به پی متروزین تنها داشته اند این در حالی است که پی متروزین تنها کمترین کارائی را در کنترل آفت داشته است.

در آخرین نوبت نمونه برداری که ۱۰ روز پس از سمپاشی انجام گرفت، مجدداً تیمارهای پی متروزین به همراه بریک ترو در تمامی حالات حتی با کاهش غلظت پی متروزین بالاترین کارائی را در کنترل آفت داشتند. به عبارتی تیمارهای بریک ترو به همراه غلظت توصیه شده پیمتروزین (معادل ۰/۲۵ میلی لیتر در لیتر) با ۳۰ درصد کاهش حجم محلول مصرفی) و تیمار بریک ترو (۰/۰٦ میلی لیتر در لیتر) به همراه پیمتروزین (غلظت کاهش یافته معادل ۰/۱۷۵ میلی لیتر در لیتر) با ۳۰ درصد کاهش حجم محلول مصرفی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ٤).

جدول ۳- تجزیه واریانس تیمارها روی شته جالیز در روزهای بعداز اعمال تیمارها در استان اصفهان

Table 3. Analysis variance table of treatment in different days after treatment on *Aphis gossypii* in Isfahan province

Source	DF	Mean square		
		1 day	5 days	10 days
Treatments	5	424.9**	622.7**	20.0**
Error	12	58.9	10.4	1.55
CV	-	14.0	3.7	10.3

* Significant at the probability level of 5%, ** Significant at the probability level of 1%, ns Non- Significant

جدول ٤- میانگین کارائی(± خطای معیار) تیمارهای مختلف علیه جمعیت شته جالیز در زمآن‌های مختلف پس از تیمار در استان اصفهان

Table 4. Mean efficiency (± SE) of different treatment against *Aphis gossypii* at different days after treatment in Isfahan province

Treatment	Treatments concentration (ml/L)	Time after application (days)		
		1	5	10
Pymetrozine	0.25	45.3 ± 3.1 c	73.3 ± 2 c	75.1 ± 3.3 c
Pymetrozine	0.175	42.2 ± 2.2 d	72.2 ± 6.2 c	80.2 ± 4.2 c
Pymetrozinee + Break-Thru	0.25 + 0.06	72.4 ± 3.1 a	97.5 ± 4 a	100 a
Pymetrozinee + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.25 + 0.06	57.2 ± 4.5 bc	94.2 ± 1.9 a	98.9 ± 2.1 a
Pymetrozinee + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.175 + 0.06	64.2 ± 2.3 ab	92.3 ± 4.1 a	98.7 ± 2.3 a
Pymetrozinee + Citogate	0.25 + 0.25	45.1 ± 3.8 c	83.2 ± 4.1 b	90.2 ± 5.8 b

Means followed by same letters within column are not significantly different (Duncan´s test)

نتایج آزمایش در بوشهر

تجزیه واریانس داده‌ها در استان بوشهر نشان داد که اثر تیمارها بر شته در ۲ ، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز بعد از سم پاشی معنی دار است (جدول ۵). در ۲ روز بعد از سمپاشی تیمار ایمیداکلوپراید (معادل ۰/۱۲۵ میلی لیتر در لیتر) به همراه بریک ترو (معادل ۰/۱ میلی لیتر در لیتر) با کالیبراسیون مزرعه بالاترین کارائی را داشت اما در عین حال با تیمار ایمیداکلوپراید (معادل ۰/۱۲۵ میلی لیتر در لیتر) به همراه بریک ترو (معادل ۰/۱ میلی لیتر در لیتر) با ۳۰ درصد کاهش حجم محلول مصرفی تفاوت معنی داری نداشت (جدول ٦).

در ۵ روز پس از سمپاشی نیز در تیمارهائی که به همراه بریک ترو بوده کارائی بیشتر (۸۰-۷۰ درصد) و در یک گروه قرار داشتند. بطوریکه تیمار ایمیداکلوپراید (معادل ۰/۱۲۵ میلی لیتر در لیتر) به همراه بریک ترو (معادل ۰/۱ میلی لیتر در لیتر) با کالیبراسیون مزرعه و تیمار ایمیداکلوپراید (معادل ۰/۱۲۵ میلی لیتر در لیتر) به همراه بریک ترو (معادل ۰/۱ میلی لیتر در لیتر) با ۳۰ درصد کاهش حجم محلول مصرفی بیشترین کارائی را داشتند. این وضعیت کمابیش در ۱۰ و ۱۵ روز نیز تکرار شده هر چند در روزهای پایانی آزمایش تیمار ایمیداکلوپراید که با بریک ترو بوده ولی با کاهش دوز انجام شده کارائی آن کاهش یافته است.

جدول ۵- تجزیه واریانس تیمارها روی شته جالیز در روزهای بعداز اعمال تیمارها در استان بوشهر

Table 5. Analysis variance table of treatment in different days after treatment on *Aphis gossypii* in Booshehr province

Source	DF	Mean square			
		2 day	5 days	10 days	15 days
Treatments	5	766.4 *	550.4 *	348.5 *	184.2 *
Replication	2	1054.6 ns	124 ns	196.6 ns	1205.4 ns
Error	10	209.3	264.8	1117.2	567.5
CV	-	12.1	6.7	8.9	7.5

* Significant at the probability level of 5%, ** Significant at the probability level of 1%, ns Non- Significant

جدول ٦- میانگین کارائی(± خطای معیار) تیمارهای مختلف علیه جمعیت شته جالیز در زمآن‌های مختلف پس از تیمار در استان بوشهر

Table 4. Mean efficiency (± SE) of different treatment against *Aphis gossypii* at different days after treatment in Booshehr province

Treatment	Treatments concentration (ml/L)	Time after application (days)			
		2	5	10	15
Imidiaclopride	0.125	33.2 ± 3.9 d	58.2 ± 2.3 b	58.2 ± 5 b	52.2±5.9 b
Imidiaclopride	0.1	25.6±3.8 d	47.2±2.1 c	52.1±2.7 c	48.1±3.5 c
Imidiaclopride + Break-Thru	0.125 + 0.1	73.4±5.4 a	80.5±4.8 a	85.4±2.8 a	78.3±2.7 a
Imidiaclopride + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.125 + 0.1	61.3±5.7 ab	74.3±3.8 a	76.3±4.9 a	71.4±4 a
Imidiaclopride + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.1+ 0.1	53.2±3.1 bc	69.2±0.3 ab	68.8±2 ab	58.2±3.8 b
Imidiaclopride + Citogate	0.125 + 0.25	43.3±3.8 c	58.1±4.8 b	62.1±4.7 b	57.3±6.1 b

Means followed by same letters within column are not significantly different (Duncan´s test)

بحث

همان‌طور که در قسمت نتایج مشخص است مقایسه کارائی تیمارهای مختلف در زمانی که از حشره‌کش پی‌متروزین استفاده شده نشان می‌دهد که به‌کارگیری ترکیب بریک ترو به‌همراه حشره کش مذکور توانسته کارائی حشره‌کش پی‌متروزین را افزایش دهد. افزودن ترکیب بریک ترو به حشره‌کش پی متروزین حتی در مواردی که با کاهش دوز حشره‌کش همراه بوده توانسته کارائی ترکیب را حفظ نماید. بعبارتی با استفاده از ترکیب Break-Thru میتوان مقدار مصرف شته‌کش پیمتروزین را تا ۳۰ درصد کاهش داد که هم از نظر اقتصادی و هم از نظر زیست محیطی حائز اهمیت است.

حشره‌کش پی‌متروزین یک حشره‌کش غیر سیستمیک از گروه ۹ و زیر گروه 9B است که بلوکه کننده اختصاصی تغذیه در جوربالان می‌باشد (Anonymous, 2025). این حشره کش برای تأثیر بهتر نیاز به پخش یکنواخت برای افزایش احتمال تماس با حشره است. ترکیب بریک ترو باعث افزایش میزان پخش شوندگی و قدرت خیس کنندگی حشره‌کش‌های غیر سیستمیک می‌شود. لذا احتمالا این خواص ترکیب منجر به افزایش کارائی و امکان کاهش دوز مصرفی پی‌متروزین شده است (Stevens *et al.,* 1993; Stevens, 1993).

مقایسه کارائی تیمارهای مختلف در زمانی که از حشره‌کش ایمیداکلوپراید استفاده شده نشان داد با افزودن ترکیب بریک ترو امکان افزایش کارائی ترکیب وجود دارد. این وضعیت حتی با کاهش حجم آب مصرفی نیز حاکم است. اما با کاهش دوز مصرفی در مورد این ترکیب کارائی حشره‌کش تا حدودی کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر میتوان نتیجه گیری نمود که با افزودن ترکیب بریک ترو میتوان انتظار داشت کارائی حشره کش افزایش یابد ولی امکان کاهش دوز مصرفی مانند ترکیب پی‌متروزین وجود ندارد. بر این اساس میتوان نتیجه گرفت که میتوان با کاربرد اجونت بریک ترو به همراه حشره کش ایمیداکلوپراید حتی حجم محلول مصرفی را نیز کاهش داد و به نتیجه قابل قبول از نظر کارائی رسید.

حشره کش ایمیداکلوپراید از گروه ٤ و زیر گروه 4A طبقه بندی IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) می‌باشد که تحریک کننده گیرنده‌های نیکوتینیک استیل کولین است (Anonymous, 2025). افزودن ترکیب بریک ترو به ترکیبات آفتکش سیستمیک میتواند ضمن افزایش قدرت پخش شوندگی و چسبانندگی، میزان نفوذ این ترکیبات به داخل بافت گیاه نیز افزایش دهد.

استفاده از ترکیب سیتوگیت به عنوان یک افزودنی عمومی به ترکیب پی‌متروزین نشان داد که این ترکیب هر چند در حد بریک ترو نتوانسته کارائی حشره‌کش‌های مذکور را افزایش دهد اما در مقایسه با بکارگیری حشره‌کش بصورت تنها توانسته کارائی حشره کش را افزایش دهد.

استفاده از ترکیب سیتوگیت به همراه ایمیداکلوپراید بر خلاف پی‌متروزین نتوانسته کارائی ترکیب مذکور را افزایش دهد. احتمالا خواص سورفکتانتی و یا پخش کنندگی سیتوگیت منجر به این شده که قدرت پخش شوندگی یک ترکیب تماسی مانند پی‌متروزین افزایش یابد در حالی که نتواند میزان نفوذ یک ترکیب سیستمیک مانند ایمیداکلوپراید را افزایش دهد. کاربرد اجونت سیتوگیت به همراه علف کش‌های مورد استفاده در ذرت کارائی آن‌ها را افزایش داده است (Saeidi *et al.,* 2015).

نتایج بررسی اثر بریک ترو روی پی متروزین و ایمیداکلوپراید با نتایج حاصل از تحقیقات سایر محققان همخوانی دارد. بررسی‌های Van den Berg and Viljoen (2013) نشان داده با کاربرد ترکیب بریک ترو میتوان میزان نفوذ بعضی از حشره‌کش‌ها به داخل بافت گیاه را افزایش داد و نتیجه بهتری از کاربرد سموم گرفت. در این بررسی کاربرد بریک ترو به همراه تعدادی از حشره‌کش‌ها در کنترل کرم ساقه‌خوار ذرت منجر به افزایش کارائی سموم شده است.

بررسی محققان دیگر نشان می‌دهد با کاربرد بریک ترو میتوان از حجم محلول مصرفی نیز کاست. بررسی‌های Ruiter (2001) نشان داده است که با کاربرد بریک ترو به همراه دو حشره‌کش آبامکتین و دیازینون روی شیشک سپردار کیوی میتوان در حجم پائین تری (تا ۵۰ درصد) از محلول سم به نتایج قابل قبولی از کنترل آفت رسید. ایشان دلیل این موضوع را افزایش قدرت پخش شوندگی دو حشره کش به همراه بریک ترو ذکر کرده‌اند.

اثرات بریک ترو در افزایش کارائی بعضی ترکیبات حتی در مورد تنظیم کننده‌های رشد گیاهان نیز به اثبات رسیده است. بررسی‌های Stachecki et al. (2004) نشان داده است که با کاربرد ترکیب بریک ترو به همراه دو تنظیم کننده رشد گیاه به نام‌های Chlormequat chloride و Drohexadione calcium می‌توان با کاهش دوز مصرفی همان نتایج با دوز کامل این مواد را به‌دست آورد.

در تحقیقی روی اثر بریک ترو بر میزان نفوذ حشره کش‌ها به داخل ساقه ذرت و کنترل کرم ساقه خوار مشخص شد که با کاربرد این اجونت میزان نفوذ حشره کش‌ها به داخل ساقه افزایش یافته و میزان مرگ و میر آفت نیز بالاتر است. میزان خیس شوندگی برگ نیز با کاربرد بریک ترو افزایش یافته است (Van Den berg and Viljoen, 2013).

در بررسی تأثیر دو ماده افزودنی Scorch و Torpedo II روی کارائی حشره کش ایمیداکلوپراید و فلونیکامید بر شته جالیز مشخص شد که هر دو اجونت قادرند کارائی این دو حشره کش را افزایش دهند. اما اجونت Torpedo II با کاهش دوز ایمیداکلوپراید توصیه نمی‌شود در حالی که اجونت Scorch با کاهش دوز ایمیداکلوپراید کارائی را در حد بالائی حفظ می‌کند. همچنین در تحقیق دیگر مشخص شد هر دو ماده افزودنی به همراه کاهش دز فلونیکامید کارائی را در حد قابل قبول حفظ می‌کنند (Mosallanejad *et al.*, 2021).

در مجموع می‌توان نتیجه گیری نمود که بکارگیری ترکیب بریک ترو به‌همراه دو حشره‌کش مذکور می‌تواند ضمن افزایش کارائی آن‌ها، موجب کاهش محلول مصرفی و کاهش دوز مصرفی حشره کش‌ها گردد. به عبارت دیگر می‌توان حشره کش پیمتروزین را به همراه بریک ترو با ۳۰ درصد کاهش دوز (دوز توصیه شده ۰/۵ کیلو در هکتار) و حشره کش ایمیداکلوپراید را به همراه پیمتروزین با ۳۰ درصد کاهش دوز (دوز توصیه شده ۰/۲۵ لیتر در هکتار) مورد استفاده قرار داد. خواص مذکور میتواند ضمن کاهش مصرف سموم باعث کاهش هزینه‌های سمپاشی و صرفه جوئی در آب مصرفی گردد.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور انجام شده که بدینوسیله از حمایت‌های این موسسه تقدیر و تشکر می‌شود.

References

ALIKHANI, M., A. REZWANI, A. RAKHSHANI and S. M. J. MADANI, 2010. Survey of aphids (Hem., Aphidoidea) and their host plants in central parts of Iran. Journal of Entomological Research. 2 (2): 7-16.

ANONYMOUS, 2025. Product Information Break-thru S240. DOI:https://products.evonik.com/assets/n_/us/BREAK_THRU_S_240_EN_TDS_GEN_52004122_en_US.pdf.

ANONYMOUS, 2025. IRAC Mode of Action Working Group. WWW. Irac-online.org. Version 11.4, May 2025.

CONGREVE, M., A. SOMERVAILLE, G. BETTS and B. GORDON, 2019. Adjuvants-oils, surfactants and other additives for farm chemicals used in grain production-revised edition.
DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1246945

KUNJWAL, N., and R. M. SRIVASTAVA, 2018. Insect pests of vegetables. Pests and their Management, Ed. Omkar (2018) Springer, Singapore. pp. 163-221.

MOSALLANEJAD, H., M. FOROOZAN, and L. EBRAHIMI, 2021. Effects of Two Adjuvants (Scorch and Torpedo II) on Efficacy of Imidacloprid and Flonicamid to Control the *Aphis gossypii* Aphid in Greenhouse Cucumber. Journal of Plant Protection. 35 (3): 321-331. DOI: https://doi.org/10.22067/jpp.2021.70680.1025.

NOURBAKHSH, S. 2023. List of important pests, diseases and weeds of major agricultural crops, pesticides and recommended methods to control them. Plant Protection Organization Press (In Farsi).

PACANOSKI, Z. 2015. Herbicides and adjuvants. Intech Open Science 125-147. DOI: https://doi.org/10.5772/60842

PALMER, M. A. 1952. Aphids of the Rocky Mountain Region. A B. Hirschfeld Press, Denver, CO. Thomas Say Foundation, Vol. V. 452pp.

PESCE, S., W. SANCHES, S., LEENHARDT and L., MAMY, 2023. Recommendations to reduce the streetlight effect and gray areas limiting the knowledge of the effects of plant protection products on biodiversity. Environmental Science and pollution Research. 32, 3060–3067. DOI: 10.1007/s11356-023-31310-0.

POPP, J., K. PETO and J. NAGY, 2014. Impact of Pesticide Productivity on Food Security. In Sustainable Agriculture Reviews: Sustainable Agriculture Reviews; Lichtfouse, E., Ed.; Springer: Cham, Switzerland. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-00915-5_2.

RUITER, H. (2001). Break-Thru S240 Allows the reduction of spray volume in kiwifruit orchards. Proceeding of the ISAA.

SAADI, Z., A., MODHEJI and R. POURAZAR, 2015. Effect of Cytogate on herbicides Cruz & Ecuip performance corn. 6th Iranian Weed Science Conference. 1062-1066.

SEYEDEBRAHIMI, S., S. TALEBI JAHROMI, S. IMANI, V. HOSSEININAVEH, and S. HESAMI, 2016. Resistance to imidacloprid in different field populations of *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae) in South of Iran. Journal of Entomological and Acarological Research. 48: 6-10. DOI: https://doi.org/10.4081/jear.2016.5361

SONG, Y., Q., HUANG, G., HUANG, M., LIU, L., CAO, L., F., LI, P., ZHAO, C. and Cao, 2022. The Effects of Adjuvants on the Wetting and Deposition of Insecticide Solutions on Hydrophobic Wheat Leaves. Agronomy, 12, 2148. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy12092148.

STEVENS, P. J. G. 1993. Organosilicone surfactants as adjuvants for agrochemicals. Pesticide Science. 38, \03 - 122. DOI: https://doi.org/10.1002/ps.2780380206.

STEVENS, P. J. G., M. O. KIMBERLY, D. S., MURPHY, and G. A. POLICELLO, 1993. Adhesion of spray droplets to foliage: the role of dynamic surface tension and advantages of organosilicone surfactants. Pesticide. Science. 38, 237 - 245. DOI: https://doi.org/10.1002/ps.2780380219.

VAN DEN BERG, J. and D. VILJOEN, 2007. Effect of the organo-trisiloxane surfactant, Break-Thru S240, on the depth of penetration of insecticides into maize whorls and chemical control of stem borers. South African Journal of Plant and Soil, 24: 3, 172-175, DOI: https://doi.org/10.1080/02571862.2007.10634802

VAN DEN BERG, J. and D. VILJOEN, 2013. Effects of the organo-trisiloxane surfactant, Break Thru S 240, on the depth of penetration of insecticides into maize whouls and chemical control of stem borers. South Africans Journal of Plant and Soil. 24: 3, 172-175.

VAN EMDEN, H. F., and R., HARRINGTON, 2017. Aphids as crop pests, second edition. CABI. 450 pp. DOI: http://dx.doi.org/10.14411/eje.2009.008.

ZAND, E., MOOSAVI, S. K. AND A. HEIDARI, 2021. Herbicide and their applications. Mashhad Jahad Daneshgahi press. 816 pp.

ZHAO, R., Z., SUN, N., BIRD, Y., GU, Y., Xu, Z., ZHANG and X., Wu, 2022. Effects of Tank-Mix Adjuvants on Physicochemical Properties and Dosage Delivery at Low Dilution Ratios for Unmanned Aerial Vehicle Application in Paddy Fields. Pest Management Science. 78, 1582–1593. DOI: https://doi.org/10.1002/ps.6777.