



Scientific article

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

AHMAD HEIDARI¹ · MOHAMMAD REZA BAGHERI², MOHAMMAD TAGHI FASSIHI³

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

Keywords: Break-Thru® S240, imidacloprid, pymetrozine



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 ۱۴۰۴؛ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۴۰۴)

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 بر کارایی 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 یک روز قبل و روزهای پس از سمپاشی انجام و درصد کارایی با روش هندرسون-تیلتون محاسبه شد. نتایج نشان داد کاربرد پی‌متروزین به تنهایی در ۵ روز پس از سمپاشی کارایی حدود ۷۵ درصد دارد. در حالی که تیمار پی‌متروزین به همراه بریک ترو ۹۷ درصد، پی‌متروزین با ۳۰ درصد کاهش غلظت و ۳۰ درصد کاهش محلول به‌همراه بریک ترو ۹۲ درصد و تیمار پی‌متروزین با غلظت توصیه شده و ۳۰ درصد کاهش محلول مصرفی به‌همراه بریک ترو با ۹۴ درصد کارایی اختلاف معنی دار ندارند. ارزیابی با ایمیداکلوپراید در ۵ روز پس از سمپاشی نشان داد بریک ترو به‌همراه غلظت توصیه شده ایمیداکلوپراید و تیمار ایمیداکلوپراید با ۳۰ درصد کاهش حجم محلول مصرفی و همچنین تیمار ۳۰ درصد کاهش غلظت مصرفی با ۳۰ درصد کاهش حجم محلول مصرفی به‌ترتیب ۸۰، ۷۴ و ۶۹ درصد کارایی دارند. نتیجه آنکه که با کاربرد ماده افزودنی بریک ترو می‌توان علاوه بر کاهش غلظت مصرفی حشره‌کش، میزان آب مصرفی را نیز تا حدود ۳۰ درصد کاهش داد.

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

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 به کار 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. مواد افزودنی (Adjuvant) ترکیباتی هستند که می‌توانند در این راستا مورد استفاده قرار گیرند. در سال‌های اخیر تکنولوژی مواد افزودنی پیشرفتهای چشم‌گیری داشته است، این محصولات کارهای زیاد و مختلفی انجام می‌دهند که به تنهایی یا در ترکیب با مواد دیگر باعث بهبود کاربرد و کارایی در سمپاشی می‌شوند. برخی از این اثرات شامل نشست (deposition)، پخش کردن (spreading)، چسباندن (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 می‌باشد. 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 به 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 شیمیایی Organomodified trisiloxanes است که باعث پخش شونده‌گی 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 محل‌هایی 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 به عنوان 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 به میزان 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، Citrus Tristeza Virus و Cucumber Mosaic Virus از خسارت‌های دیگر این آفت است (Kunjwal & Srivastava, 2018). این شته اولین بار در سال ۱۸۷۶ توسط تاوند گلوور شناسایی شد (Palmer, 1952). بدلیل تنوع ظاهری و تعداد زیاد

میزبان‌های گیاهی، این شته دارای بیش از ۴۰ نام مترادف (Synonym) می‌باشد (Iharco & Harten, 1987). این شته در ایران برای اولین بار 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 کلرووس، مالاتیون و هپتئوفوس، متاسیستوکس، دیمیکرون، اسفیت، فلونیکامید، امامکتین بنزوات+استامی پراید، اسید چرب روغن نارگیل و همگروپراد ۳ می‌باشد (Noorbakhsh, 2023).

بر حسب این‌که این شته روی چه محصولی وجود داشته باشد نوع حشره کش برای مبارزه با آن فرق می‌کند. بدین ترتیب 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 مورد استفاده قرار می‌گیرد (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 ۶۵۰ 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%) (حشره کش سیستمیک از گروه ۴ و زیر گروه 4A طبقه بندی IRAC Insecticide Resistance Action Committee) می‌باشد که تحریک کننده

آمارگیری در هر تیمار تعداد ۳ 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 قبلاً 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.

$$\frac{T_a \times C_b}{T_b \times C_a} \times 100 = \text{درصد کارایی}$$

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

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 تنهایی و یا همراه با اجونت مذکور (جدول ۲) بود. غلظت اجونت به همراه پی‌متروزین معادل ۱۲۵ میلی لیتر در هکتار (معادل ۰/۰۶ 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 (جدول ۱ و ۲).

عملیات آماربرداری در ۴ نوبت شامل یک روز قبل از سمپاشی و ۱، ۵ و ۱۰ روز بعد از سمپاشی انجام شد. به منظور

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

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

Treatments	Treatments Concentration (ml/L)	Description
Imidaclopride	0.125	Recommended concentration
Imidaclopride	0.1	70% of the recommended concentration
Imidaclopride + Break-Thru	0.125 + 0.1	To investigate the possibility of increasing the efficiency of the insecticide
Imidaclopride + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.125 + 0.1	To investigate the possibility of reducing spray solution
Imidaclopride + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.1 + 0.1	To investigating the possibility of simultaneously reducing the concentration and spray solution
Imidaclopride + 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 کالیراسیون مزرعه‌ای بیشترین تلفات را به جمعیت شته وارد نمود (۰/۷۲/۴٪). 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 کالیراسیون مزرعه، پیمتروزین (با غلظت توصیه شده) + سیتوگیت (معادل

۰/۲۵ میلی لیتر در لیتر) و تیمار پیمتروزین با غلظت کاهش یافته با کالیراسیون مزرعه‌ای) نیز بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر در رتبه بعدی قرار داشتند (جدول ۴).

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 (۰/۰۶ 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 ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس تیمارها روی شته جالیز در روزهای بعد از 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 ۴- میانگین کارائی (± خطای معیار) تیمارهای مختلف علیه جمعیت شته جالیز در زمان‌های 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
Pymetrozine + Break-Thru	0.25 + 0.06	72.4 ± 3.1 a	97.5 ± 4 a	100 a
Pymetrozine + 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
Pymetrozine + 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
Pymetrozine + 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 کارایی 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 ۶).

در ۵ روز پس از سمپاشی نیز در تیمارهایی که به همراه بریک ترو بوده کارایی بیشتر (۷۰-۸۰ 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 کارایی 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 کارایی آن کاهش یافته است.

جدول ۵- تجزیه واریانس تیمارها روی شته جالیز در روزهای بعد از 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 ۶- میانگین کارایی (± خطای معیار) تیمارهای مختلف علیه جمعیت شته جالیز در زمان‌های 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
Imidaclopride	0.125	33.2 ± 3.9 d	58.2 ± 2.3 b	58.2 ± 5 b	52.2 ± 5.9 b
Imidaclopride	0.1	25.6 ± 3.8 d	47.2 ± 2.1 c	52.1 ± 2.7 c	48.1 ± 3.5 c
Imidaclopride + 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
Imidaclopride + 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
Imidaclopride + 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
Imidaclopride + 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 کارایی تیمارهای مختلف در زمانی که از حشره‌کش پی‌متروزین استفاده شده نشان می‌دهد که به‌کارگیری ترکیب بریک ترو به‌همراه حشره‌کش مذکور توانسته کارایی حشره‌کش پی‌متروزین را افزایش دهد. افزودن ترکیب بریک ترو به

حشره‌کش پی‌متروزین حتی در مواردی که با کاهش دوز حشره‌کش همراه بوده توانسته کارایی ترکیب را حفظ نماید. عبارتی 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 حشره‌کش 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 می‌گردد. لذا احتمالاً این خواص ترکیب منجر به افزایش کارایی و امکان کاهش دوز مصرفی پی‌متروزین شده است (Stevens *et al.*, 1993; Stevens, 1993).

مقایسه کارایی تیمارهای مختلف در زمانی که از حشره‌کش ایمیداکلوپراید استفاده شده نشان داد با افزودن ترکیب بریک ترو امکان افزایش کارایی ترکیب وجود دارد. این وضعیت حتی با کاهش حجم آب مصرفی نیز حاکم است. اما با کاهش دوز مصرفی در مورد این ترکیب کارایی حشره‌کش تا حدودی کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر میتوان نتیجه گیری نمود که با افزودن ترکیب بریک ترو میتوان انتظار داشت کارایی حشره‌کش 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 حشره‌کش ایمیداکلوپراید حتی حجم محلول مصرفی را نیز کاهش داد و به نتیجه قابل قبول از نظر کارایی رسید.

حشره‌کش ایمیداکلوپراید از گروه ۴ 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 کارایی حشره‌کش‌های مذکور را افزایش دهد

اما در مقایسه با بکارگیری حشره‌کش بصورت تنها توانسته کارایی حشره‌کش را افزایش دهد.

استفاده از ترکیب سیتوگیت به همراه ایمیداکلوپراید بر خلاف پی‌متروزین نتوانسته کارایی ترکیب مذکور را افزایش دهد. احتمالاً 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 علف‌کش‌های مورد استفاده در ذرت کارایی آن‌ها را افزایش داده است (Saeidi *et al.*, 2015).

نتایج بررسی اثر بریک ترو روی پی‌متروزین و ایمیداکلوپراید با نتایج حاصل از تحقیقات سایر محققان همخوانی دارد. بررسی‌های Van den Berg and Viljoen (2013) نشان داد 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 کارایی سموم شده است.

بررسی محققان دیگر نشان می‌دهد با کاربرد بریک ترو میتوان از حجم محلول مصرفی نیز کاست. بررسی‌های Ruiter (2001) نشان داد 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 حشره‌کش به همراه بریک ترو ذکر کرده‌اند. اثرات بریک ترو در افزایش کارایی بعضی ترکیبات حتی در مورد تنظیم کننده‌های رشد گیاهان نیز به اثبات رسیده است. بررسی‌های Stachecki *et al.* (2004) نشان داد 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 به دست آورد.

در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری نمود که بکارگیری ترکیب بریک ترو به همراه دو حشره‌کش مذکور می‌تواند ضمن افزایش کارایی آن‌ها، موجب کاهش محلول مصرفی و کاهش دوز مصرفی حشره‌کش‌ها گردد. به عبارت دیگر می‌توان حشره‌کش پیمتروزین را به همراه بریک ترو با ۳۰ درصد کاهش دوز (دوز توصیه شده ۰/۵ کیلو در هکتار) و حشره‌کش 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 صرفه‌جویی 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.

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

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

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_T_HRU_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. SOMERVILLE, 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>.
- NOURBAKHS, 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](https://doi.org/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 Cyotagate 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 whorls 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>.