

بررسی امکان کاهش دوز و محلول مصرفی حشره کش ها با کاربرد

افزودنی Break-Thru® S240 روی شته جالیز

احمد حیدری^{۱*}، محمد رضا باقری^۲، محمد تقی فصیحی^۳

۱- نویسنده مسئول: دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات آفتکشها، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران (Heidari419@yahoo.com) همراه: ۰۹۱۲۳۱۷۲۵۳۹

orcid: 0000-0002-9726-6264

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

چکیده

امروزه در بسیاری از کشورهای جهان از ترکیبات افزودنی (اجونت) به عنوان بهبود دهنده اثر آفتکش ها و کاهش دهنده مصرف سموم استفاده می شود. در این آزمایش اثر بریک ترو بر کارایی حشره کش ایمیداکلوپراید (سیستمیک) و پی متروزین (غیر سیستمیک) روی شته جالیز در گلخانه بررسی شد. تیمارها شامل کاربرد حشره کش ها در دوزهای توصیه شده یا به همراه ماده افزودنی بود. در این آزمایش امکان کاهش دوز مصرفی و محلول مصرفی نیز بررسی شد. نمونه برداری از شته یک روز قبل و روز های پس از سمپاشی انجام و درصد کارایی با روش هندرسون- تیلتون محاسبه شد. نتایج نشان داد کاربرد پی متروزین به تنهایی در ۵ روز پس از سمپاشی کارایی حدود ۷۵ درصد دارد. در حالی که تیمار پی متروزین به همراه بریک ترو ۹۷ درصد، پی متروزین با ۳۰ درصد کاهش غلظت و ۳۰ درصد کاهش محلول به همراه بریک ترو ۹۲ درصد و تیمار پی متروزین با غلظت توصیه شده و ۳۰ درصد کاهش محلول مصرفی به همراه بریک ترو با ۹۴ درصد کارایی اختلاف معنی دار ندارند. ارزیابی با ایمیداکلوپراید در ۵ روز پس از سمپاشی نشان داد بریک ترو به همراه 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 به ترتیب ۸۰، ۷۴ و ۶۹ درصد کارایی دارند. نتیجه آنکه که با کاربرد ماده افزودنی بریک ترو می توان علاوه بر کاهش غلظت مصرفی حشره کش، میزان آب مصرفی را نیز تا حدود ۳۰ درصد کاهش داد.

کلید واژه ها: ایمیداکلوپراید، پی متروزین، Break-Thru® S240

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

Ahmad Heidari^{1*}, Mohammad Reza Bagheri², Mohammad Taghi Fassihi³

- 1- *Corresponding Author: Associate Professor, Department of Pesticides Research, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. Email (Heidari419@yahoo.com). Mob. 09123172539
- 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.

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%.

Key words: Break-Thru® S240, imidacloprid, pymetrozine,

مقدمه

امروزه استفاده از آفتکش ها یک روش رایج در کشاورزی است که با هدف کنترل آفات، بیماری ها و علف های هرز در راستای حفظ عملکرد محصول و امنیت غذایی بکار گرفته می شود. با این حال، استفاده بی رویه از این مواد شیمیایی موجب نگرانی های متعددی برای اکوسیستم طبیعی و سلامت انسان از جمله از بین رفتن تنوع زیستی، آلودگی خاک و آب و سمیت برای کاربران آفتکش ها شده است (Pesce et al., 2023; Papp & Nagy, 2014).

بنابراین استفاده صحیح از آفتکش ها در چارچوب مدیریت کاربرد بسیار اهمیت دارد. مواد افزودنی (Adjuvant) ترکیباتی هستند که می توانند در این راستا مورد استفاده قرار گیرند. در سالهای اخیر تکنولوژی مواد افزودنی پیشرفتهای چشمگیری داشته است، این محصولات کارهای زیاد و مختلفی انجام می دهند که به تنهایی یا در ترکیب با مواد دیگر باعث بهبود کاربرد و کارایی در سمپاشی می شوند. برخی از این اثرات شامل نشست^۱، پخش کردن^۲، چسباندن^۳، سازگاری^۴، بافری^۵، پخش کنندگی^۶، امولسیون کننده^۷، ضد کف^۸، کاهش تبخیر^۹، کاهش میزان هدررفت^{۱۰} و بسیاری موارد دیگر می باشد. 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 سال های 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).

¹ . deposition

² . spreading

³ . sticking

⁴ . compatibility

⁵ . buffering

⁶ . dispersing

⁷ . emulsifying

⁸ . reducing foam

⁹ . reducing evaporation

¹⁰ . minimizing spray drift

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 شونده‌گی و پوشش سطوح هیدروفوبیک مانند برگ گیاهان در غلظت‌های ۰/۱ درصد یا کمتر می‌شود. این ترکیب خاصیت خیس کنندگی^۱ 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 ۳۰۰-۲۰۰ 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 می باشد که خسارت‌های مستقیم و غیرمستقیمی به محصولات کشاورزی وارد می سازد. با وجود روش های کنترل زراعی و بیولوژیک، استفاده از آفتکش ها برای کنترل این آفت امری انکار ناپذیر می باشد (Van Emden & harrington, 2017).

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

این شته اولین بار در سال ۱۸۷۶ توسط تاوند گلوور شناسائی شد (Palmer, 1952). بدلیل تنوع ظاهری و تعداد زیاد میزبان های گیاهی، این شته دارای بیش از ۴۰ نام مترادف^۲ می باشد (Iharco & Harten, 1987). این شته در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۱۷ توسط افشار تحت عنوان شته جالیز گزارش شده است. برخی از میزبان های 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 هپتینوفوس، متاسیستوکس، دیمیکرون، اسفیت، فلوونیکامید، امامکتین بنزوات+استامی پراید، اسید چرب روغن نارگیل و هماگروپراد ۳ می باشد (Noorbakhsh, 2023).

بر حسب اینکه این شته روی چه محصولی وجود داشته باشد نوع حشره کش برای مبارزه با آن فرق می کند. بدین ترتیب که اگر شته مزبور روی پنبه فعالیت داشته باشد از سموم سیستمیک بادوام مانند متاسیستوکس و یا دیمیکرون می توان 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). بررسی ها نشان می دهد که شته جالیز ظرفیت بالائی در پیشرفت

1. Wetting action

2. Synonym

مقاومت به حشره کش های مختلف دارد (Seyedebrahimi et al., 2016) لذا اتخاذ تصمیم جدی به منظور کاهش دوز حشره کش های کاربردی و روش های جایگزین برای کنترل این آفت ضروری است.

بیشتر تحقیقات مرتبط با مواد افزودنی در جهان مربوط به علف کش هاست (Pacanoski, 2015). این اتفاق کم و بیش در کشور ما نیز افتاده است. بطوریکه که به لحاظ پژوهشی و کاربردی استفاده از مواد افزودنی به همراه علف کش ها کم و بیش توسعه پیدا کرده است. به عنوان مثال افزودنی های سیتوویت و فریگیت به همراه علف کش های گلیفوزیت و پاراکوات مورد استفاده قرار می گیرد (Zand et al., 2021). اما در خصوص حشره کش ها و امکان افزایش کارایی و یا کاهش دوز آنها به همراه اجونت ها تحقیقات محدودی انجام شده است.

مواد افزودنی به منظور تسهیل اختلاط، کاربرد یا تاثیر گذاری بهتر آفت کش ها به فرمولاسیون آفت کش یا مخزن سمپاش افزوده می شوند. ماده افزودنی ممکن است از سوی کارخانه سازنده به فرمولاسیون آفت کش 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 می آورند (Zhao et al., 2022; Song et al., 2022). بر این اساس انجام تحقیقات به منظور بررسی تاثیر و معرفی مواد افزودنی در کشور اهمیت زیادی دارد. لذا این تحقیق با هدف بررسی امکان کاهش دوز و محلول مصرفی حشره کش ها با کاربرد ماده افزودنی بریک ترو انجام شد.

روش بررسی

با هدف بررسی کارایی 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 قطعه بندی شد. هر کرت شامل دو ردیف ۲۰ متری بود. فاصله تیمار ها از یکدیگر ۲ متر در نظر گرفته شد. با توجه به کاشت دو ردیف خیار در روی هر پشته و ارتفاع ۲-۲/۵ بوته ها، سمپاش کالبره شد و میزان ۲۰۰۰ لیتر آب در هکتار بدست آمد.

تیمارهای آزمایش در منطقه اصفهان شامل کاربرد حشره کش پی متروزین (چس، ۵۰٪ WG) (حشره کش غیر سیستمیک از گروه ۹ و زیر گروه 9B است که بلوکه کننده اختصاصی تغذیه در جوربالان می باشد) 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 حشره کش ایمیداکلوپراید (کنفیدور، ۳۵٪ SC) (حشره کش سیستمیک از گروه ۴ و زیر گروه 4A طبقه بندی IRAC^۱ می باشد که تحریک کننده گیرنده های 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 پی متروزین 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 مزرعه ای و بر اساس توصیه شرکت سازنده بود.

^۱ . Insecticide Resistance Action Committee

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 کش ها و میزان کاهش محلول مصرفی با کاربرد این ماده افزودنی بررسی شد (جداول 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 آمارگیری در هر تیمار تعداد ۳ بوته علامت گذاری شده و در هر بوته دو برگ میانی و فوقانی انتخاب و تعداد شته های فعال (پوره، بالغ بالدار و بالغ بدون بال) روی آنها شمارش و یادداشت شد. آزمایش زمانی شروع شد که ۵۰ درصد بوته ها به شته آلودگی داشتند. سم پاشی با استفاده از سمپاش هیدرولیک پستی 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 میانگین ها از طریق آزمون دانکن انجام گرفت.

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

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

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	Experiment 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 نمونه برداری (یک، پنج و ده روز پس از سمپاشی) اختلاف معنی دار وجود دارد ($P < 0.01$). مقایسه میانگین ها در نمونه برداری 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 مزرعه ای بیشترین تلفات را به جمعیت شته وارد نمود (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 معنی دار 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 مزرعه ای) نیز بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر در رتبه بعدی قرار داشتند (جدول ۴).

در نمونه برداری های انجام شده در روزهای پنجم و دهم پس از سمپاشی این گروه بندی 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 معنی داری 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 ($\pm$ خطای معیار) تیمارهای مختلف علیه جمعیت شته جالیز در زمان های مختلف پس از تیمار در استان اصفهان

Table 4. Mean efficiency ($\pm$ 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 $\pm$ 3.1 c	73.3 $\pm$ 2 c	75.1 $\pm$ 3.3 c
Pymetrozine	0.175	42.2 $\pm$ 2.2 d	72.2 $\pm$ 6.2 c	80.2 $\pm$ 4.2 c
Pymetrozine + Break-Thru	0.25 + 0.06	72.4 $\pm$ 3.1 a	97.5 $\pm$ 4 a	100 a
Pymetrozine + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.25 + 0.06	57.2 $\pm$ 4.5 bc	94.2 $\pm$ 1.9 a	98.9 $\pm$ 2.1 a
Pymetrozine + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.175 + 0.06	64.2 $\pm$ 2.3 ab	92.3 $\pm$ 4.1 a	98.7 $\pm$ 2.3 a
Pymetrozine + Citogate	0.25 + 0.25	45.1 $\pm$ 3.8 c	83.2 $\pm$ 4.1 b	90.2 $\pm$ 5.8 b

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

نتایج آزمایش در بوشهر:

تجزیه واریانس داده ها 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 ۶).

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 کارائی ($\pm$ خطای معیار) تیمارهای مختلف علیه جمعیت شته جالیز در زمان های مختلف پس از تیمار در استان بوشهر

Table 4. Mean efficiency ($\pm$ 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 $\pm$ 3.9 d	58.2 $\pm$ 2.3 b	58.2 $\pm$ 5 b	52.2 $\pm$ 5.9 b
Imidaclopride	0.1	25.6 $\pm$ 3.8 d	47.2 $\pm$ 2.1 c	52.1 $\pm$ 2.7 c	48.1 $\pm$ 3.5 c
Imidaclopride + Break-Thru	0.125 + 0.1	73.4 $\pm$ 5.4 a	80.5 $\pm$ 4.8 a	85.4 $\pm$ 2.8 a	78.3 $\pm$ 2.7 a
Imidaclopride + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.125 + 0.1	61.3 $\pm$ 5.7 ab	74.3 $\pm$ 3.8 a	76.3 $\pm$ 4.9 a	71.4 $\pm$ 4 a
Imidaclopride + Break-Thru (with 70 % of spray solution)	0.1 + 0.1	53.2 $\pm$ 3.1 bc	69.2 $\pm$ 0.3 ab	68.8 $\pm$ 2 ab	58.2 $\pm$ 3.8 b
Imidaclopride + Citogate	0.125 + 0.25	43.3 $\pm$ 3.8 c	58.1 $\pm$ 4.8 b	62.1 $\pm$ 4.7 b	57.3 $\pm$ 6.1 b

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

در ۵ روز پس از سمپاشی نیز در تیمارهایی که به همراه بریک ترو بوده کارائی 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 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.

بحث:

همانطور که در قسمت نتایج مشخص است مقایسه کارائی تیمارهای مختلف در زمانی که از حشره کش پی متروزین استفاده شده نشان می دهد که بکارگیری ترکیب بریک ترو به همراه حشره کش مذکور توانسته کارائی حشره کش پی متروزین را افزایش دهد. افزودن ترکیب بریک ترو به حشره کش پی متروزین حتی در مواردی که با کاهش دوز حشره کش همراه بوده

توانسته کارایی 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 می باشد (Anonymous, 2025). این حشره‌کش برای تاثیر بهتر نیاز به پخش یکنواخت برای افزایش احتمال تماس با حشره است. ترکیب بریک ترو باعث افزایش میزان پخش شونده‌گی 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 IRAC¹ می باشد که تحریک کننده گیرنده های نیکوتینیک استیل کولین است (Anonymous, 2025). افزودن ترکیب بریک ترو به ترکیبات آفتکش سیستمیک میتواند ضمن افزایش قدرت پخش شونده‌گی 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 شونده‌گی 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 کش های 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. بررسی های Van den Berg and Viljoen (2013) نشان داد با کاربرد ترکیب بریک ترو میتوان میزان نفوذ بعضی از حشره‌کش‌ها به

¹ . Insecticide Resistance Action Committee

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 آلامکتین 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 تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهان نیز به اثبات رسیده است. بررسی‌های Stachecki et al. (2004) نشان داد با کاربرد ترکیب بریک ترو به همراه دو تنظیم‌کننده رشد گیاه به نام‌های Chlormequat chloride و Drohexadione calcium میتوان با کاهش دوز مصرفی همان نتایج با دوز کامل این مواد را بدست آورد. در تحقیقی روی اثر بریک ترو بر میزان نفوذ حشره‌کش‌ها به داخل ساقه ذرت و کنترل کرم ساقه‌خوار 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 شوندگی برگ نیز با کاربرد بریک ترو افزایش یافته است (Van Den berg and Viljoen, 2013).

در بررسی تاثیر دو ماده افزودنی Scorch و Torpedo II روی کارایی حشره‌کش ایمیداکلوپراید و فلونیکامید بر شته 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 بالائی 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).

نتیجه‌گیری

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.

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. 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. <https://grdc.com.au/AdjuvantsBooklet>. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1246945>.
- KUNJWAL, N., and R. M. SRIVASTAVA, 2018. Insect pests of vegetables. *Pests and their Management*, Ed. Omark (2018) Springer, Singapore. pp. 163-221.
- MOSALLANEJAD, H., M. FOROOZAN, and L. EBRAHIMI, 2021. Effects of Two Adjuvants (Scorch and Torpedo n) on Efficacy of Imidacloprid and Flonicamid to Control the Aphis gossypii Aphid in Greenhouse Cucumber. *Journal of Plant Protection*. 35 (3): 321-331. <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: 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. 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. <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. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092148>.
- STEVENS, P. J. G. 1993. Organosilicone surfactants as adjuvants for agrochemicals. *Pesticide Science*. 38, \03 - 122. <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. <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: 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. <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. <https://doi.org/10.1002/ps.6777>.