

ارزیابی اثر برخی ترکیبات شیمیایی دورکننده روی زنبور عسل (*Apis mellifera L.*) در ایستگاههای تغذیه‌ای در مزرعه

نجمه صاحب‌زاده، رحیم عبادی^{*}، جهانگیر خواجه‌علی^۱

(تاریخ دریافت: ۸۶/۳/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۲/۵)

چکیده

به علت آسیب دیدن حشرات مفید و گرده‌افشان‌ها به‌ویژه زنبورهای عسل در هنگام گل‌دهی گیاهان از سموم استفاده شده در محیط، حفاظت از این حشرات ضروری است. با بررسی ۱۰ ترکیب شیمیایی که در شرایط آزمایشگاهی دورکننده‌گی آنها مشخص شده بود، اقدام به مطالعه اثر دورکننده‌گی آنها در شرایط مزرعه‌ای گردید. از بین ترکیبات آزمایش شده شامل استوفون، متیل اتیل کتون، متیل ایزو بوتیل کتون، سیکلوهگزانون، استیل استون، متیل سالیسیلات، پروپیونیک آئیدرید، مالیشک آئیدرید، ۲-اتیل هگزیل آمین و دی بوتیل آمین، مشخص شد که ترکیبات آمینی ۲-اتیل هگزیل آمین و دی بوتیل آمین و ترکیب استری متیل سالیسیلات دارای بالاترین درصد دورکننده‌گی زنبورهای عسل در شرایط مزرعه‌ای هستند. اثر زمان نمونه‌برداری نیز نشان داد که در ساعت ۱۵ دورکننده‌گی ترکیبات بیشتر است. ارزیابی غلظت‌های مختلف این سه ترکیب مخلوط با غلظت نیم درصد ترکیبات پایدارکننده بنزیل بنزووات، دی بوتیل فتالات و بنزیل الکل نشان داد که اختلاط ۲-اتیل هگزیل آمین با بنزیل بنزووات، دی بوتیل فتالات و بنزیل الکل به ترتیب در غلظت‌های بالای ۰/۱۷، ۰/۰۴ و ۰/۰۳ درصد، اختلاط دی بوتیل آمین با بنزیل بنزووات و دی بوتیل فتالات هر دو در غلظت ۱ درصد و با بنزیل الکل در غلظت‌های بالای ۰/۰۸ درصد و اختلاط متیل سالیسیلات و بنزیل الکل در غلظت‌های بالای ۱/۸ درصد دورکننده‌گی بالای ۷۰ درصد در شرایط مزرعه‌ای دارند.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات دورکننده، زنبور عسل، ترکیبات پایدارکننده، غلظت

مقدمه

مخربی روی حشرات مفید خصوصاً زنبور عسل هستند (۵). هنگامی که کندوهای زنبور عسل در کنار مزارع و باغات استقرار می‌یابند، استفاده از سموم به عنوان یک تهدید جدی مطرح می‌گردد، لذا برای حفاظت زنبورهای عسل در برابر آسیب سموم استفاده از روش‌های حفاظتی الزامی است (۵). روش‌های حفاظتی مختلف مانند کاربرد آفت‌کش کم خطر برای زنبور عسل، انجام سم پاشی در زمانی که فعالیت زنبورها در

تخمین زده شده که ۳۰ تا ۵۰ درصد کل رژیم غذایی بشر به طور مستقیم یا غیر مستقیم به وجود حشرات گرده افshan بستگی دارد (۹). در بین گرده افshan‌ها زنبور عسل *Apis mellifera L.* از با ارزش ترین گونه‌های گرده افshan محصولات کشاورزی محسوب می‌گردد (۹). سموم حشره کش استفاده شده برای حفاظت گیاهان در برابر آفات، دارای آثار

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و مرتبی حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ebadir@cc.iut.ac.ir

خاصیت دورکنندگی بوده و در دومین روز نمونه برداری اثر آن از بین می‌رود (۱).

در میزان دورکنندگی یک ترکیب شیمیایی عوامل دیگری از قبیل غلظت ترکیب، شرایط محیط و وجود ترکیبات پایدارکننده مؤثر هستند. یک ترکیب شیمیایی در یک غلظت مشخص می‌تواند با تحریک حس بویایی زنبورهای عسل باعث جلب حشره گردد ولی همین ترکیب در غلظت‌های بالاتر ممکن است دورکننده زنبور عسل باشد. بنابراین در کاربرد یک ترکیب دورکننده یا جلب کننده بیان غلظت مصرفی بسیار مهم است (۱۳).

به علت دوام اندک ترکیبات دورکننده در محیط لازم است به بررسی اثر شرایط محیطی نیز پرداخته شود. افزودن مواد پایدارکننده باعث افزایش دوام ترکیبات شیمیایی مصرفی در محیط می‌شود. کاستا و همکاران بیان می‌کنند که اختلاط ترکیبات دورکننده و پایدارکننده با هم دارای اثر دورکنندگی مناسب‌تری روی زنبور عسل در شرایط مزرعه می‌باشد. به عنوان مثال وقتی استوفنون با ترکیبات پایدارکننده مختلف بررسی شد، درصد دورکنندگی بسیار بالاتر از زمانی بود که به تنها یک استفاده گردید. در تحقیق فوق، بالاترین میزان دورکنندگی توسط استیل استون و بنزیل الکل (۹۸/۸۴ درصد) و کمترین میزان هم وقتی به دست آمد که استیل استون به تنها یک استفاده شد (۸). مایر گزارش کرد که افزودن ترکیب پایدارکننده دی متیل فتالات به متیل سالیسیلات برای دورکردن زنبورهای عسل از گل‌های درخت سیب و گل قاصدک تأثیری در میزان دورکنندگی نداشته است (۱۱).

هدف از اجرای این پژوهش مطالعه اثر دورکنندگی ۱۰ ترکیب شیمیایی مصنوعی برای زنبور عسل در شرایط مزرعه و در ایستگاه تغذیه بود که قبلًا اثر دورکنندگی این ترکیبات برای زنبور عسل در مطالعات سایر محققین (۳، ۵، ۷، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۵) در آزمایشگاه به اثبات رسیده بود. علاوه بر این مطالعه تأثیر چند ترکیب پایدارکننده روی دورکننده‌های انتخابی با غلظت‌های موثر از اهداف دیگر این پژوهش بود.

مزارع و باغات در حداقل بوده و استفاده از ترکیبات دورکننده زنبور عسل در مکان‌های سهپاشی شده پیشنهاد شده است (۵). مطالعات برای پیدا کردن ترکیبات دورکننده که قبل از استعمال آفت‌کش‌ها و یا در جریان سم پاشی قادر به دورکردن زنبورها برای یک دوره قابل قبول باشد از دهه ۱۹۰۰ آغاز شده است (۵). وودرو و همکاران ۱۹۵ ترکیب شیمیایی را به منظور یافتن ترکیبات شیمیایی دورکننده مناسب زنبورهای عسل در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند و گزارش نموده‌اند که گروه‌های شیمیایی شامل آمین‌ها، اسیدها یا آندرید اسیدها و ترکیبات کربونیل دارای بالاترین اثر دورکنندگی زنبورهای عسل هستند (۱۵). هنینگ و همکاران با بررسی اثر عصاره‌های گل‌های یونجه شامل سیس-۳-هگزینیل استات، لینالول، متیل سالیسیلات، اسیمن و ۳-اکتانون دریافتند که ۳-اکتانون و متیل سالیسیلات دارای اثر دورکنندگی خوبی روی زنبورهای عسل در شرایط آزمایشگاهی هستند (۷). آتکینز و همکاران گزارش کردند که ترکیبات شیمیایی که از نظر ساختاری دارای نیتروژن، حلقه جانبی جانشین شده با فنیل استات یا ترکیبات تولیل هستند، دارای اثر دورکنندگی مطلوبی روی زنبور عسل می‌باشند. همچنین مشخص ساختند که ترکیبات شیمیایی با بوی مشابه گروه تولیل نیز دارای این اثر در شرایط آزمایشگاهی هستند (۳). مایر نشان داد که استفاده از متیل سالیسیلات در بالاترین غلظت مصرفی باعث کاهش تعداد زنبورهای جستجوگر روی گل‌های قاصدک به مدت ۴ ساعت یا کمتر شده و همچنین باعث کشته شدن آنها نشده و فقط زنبورها را از محل کاربرد دور می‌کند (۱۱). ترکیبات شیمیایی دارای گروه‌های کتونی نیز دارای اثر دورکنندگی مطلوبی روی زنبور عسل هستند (۸ و ۱۱).

در بررسی موسوی فر و همکاران مشخص شد که در حدائق غلظت استفاده شده، ملاس چغندرقند، اسید اسیک و اسید اگزالیک دارای اثر دورکنندگی در خارج از کندو و ظرف تغذیه بودند. نتایج مزرعه‌ای آنها نیز نشان داد که در بین این تیمارها فقط ملاس چغندرقند تا بعد از روز پاشیدن، دارای

هدايت ۶ برش به قطر نیم میلی متر روی لب ظرف ایجاد گردید. ارتفاع برش‌ها پس از محل پیچ شدن درب قوطی ۲ سانتی متر بود و برای افزایش جلب کنندگی بینایی، ۵ سانتی متر بالاتر از برش‌ها نوار زرد رنگ ۱۰ میلی متری نصب شد. در ایستگاه مرکزی برای جلب زنبورها یک لوله آزمایش به طول ۹/۵ سانتی متر، قطر ۱/۵ سانتی متر و حجم ۱۴ میلی لیتر در کنار یک برش مشخص از ظرف نصب شد (شکل ۲). لوله آزمایش به نحوی به ظرف با چسب متصل شد که دهانه آن در کنار درب قوطی یعنی مجاور برش تغذیه واقع بود. درون لوله آزمایش تا حدود یک سوم حجم آن مقداری پنبه قرار داده شد و روی آن در هر آزمایش، ۱۰ میلی لیتر از ماده شیمیایی بدون در نظر گرفتن غلط مورد بررسی ریخته می‌شد به نحوی که پنبه کاملاً اشیاع از ترکیب شود، ولی چکه نکند. برای جلوگیری از نشت کردن ترکیبات شیمیایی و شربت، در زیر ظرف حاوی شربت و ترکیب دورکننده که به صورت برعکس قرار داده بود، یک بشقاب پلاستیکی به قطر ۱۸ سانتی متر قرار می‌گرفت.

به منظور بررسی اثر جهت باد در میزان دورکنندگی لازم بود کندوها در چهار جهت اصلی جغرافیایی قرار گرفته و برای شناسایی بهتر با رنگ علامت دار شوند، لذا برای جلوگیری از اختلاط زنبورهای چهار کندو با هم، پس از هدايت زنبورهای هر کندو به فاصله ۳ متری قبل از ایستگاه مرکزی یعنی در روز چهارم هدايت آنها، نسبت به رنگ آمیزی آنها اقدام می‌گردید. برای این کار از هر کندو ۱۵۰ عدد زنبور هدايت شده را در هنگام تغذیه از ظرف غذا، به وسیله رنگ زدن در پشت قفس سینه آنها مشخص نموده به طوریکه رنگ زنبورهای هر کندو با سه کندوی دیگر متفاوت باشد. نحوه رنگ آمیزی بدین ترتیب بود که در ایستگاه ۲ متری از دهانه سوراخ پرواز کندو، ۵۰ عدد زنبور علامت گذاری می‌گردید، سپس ایستگاه یک متر به جلو منتقل شده و سراغ کندوی دوم رفته از این کندو هم ۵۰ عدد رنگ آمیزی شده و پس از انتقال ایستگاه به یک متر جلوتر، کندوی سوم و چهارم را هم بدین ترتیب علامت گذاری کرده و مجدداً سراغ کندوی اول رفته و این اعمال را تکرار کرده تا

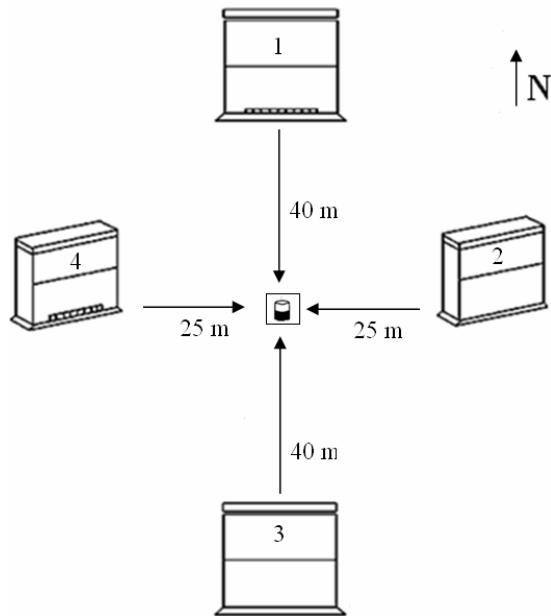
مواد و روش‌ها

موقعیت و شرایط محل آزمایش

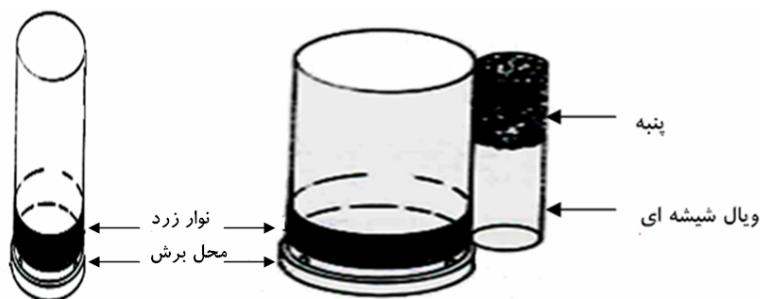
این مطالعه در مزرعه آموزشی - پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳ دقیقه شمالی و طول ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی انجام شد. در این ایستگاه ارتفاع از سطح دریا ۱۶۳۰ متر، اقلیم نیمه خشک با تابستان‌های خشک، متوسط بارندگی و دمای سالانه به ترتیب ۱۴۰ میلی متر و ۱۴/۵ درجه سانتی گراد انجام شد (۲).

کلنی‌های مورد آزمایش و نحوه استقرار آنها در ایستگاه مرکزی تغذیه چهار کلنی زنبور عسل معمولی (*Apis mellifera L.*) هریک با جمعیت متوسط و ملکه‌های خواهری جوان از فاصله ۴۰ کیلومتری به محل آزمایش منتقل و در چهار جهت شمال، جنوب، شرق و غرب مزرعه به گونه‌ای قرار داده شدند که دریچه پرواز آنها به طرف مرکز زمین واقع گردید. فاصله هریک از کلنی‌های یک و سه از ایستگاه تغذیه مرکزی ۴۰ متر و کلنی‌های دو و چهار، ۲۵ متر بود (شکل ۱). ایستگاه مرکزی تغذیه شامل یک میز به ابعاد $1 \times 1 \times 1$ متر بود که در مرکز زمین مستقر گردید و روی آن سایبانی به ابعاد $2/5 \times 2/5 \times 2/5$ متر نصب گردید.

ظروف تغذیه استفاده شده در مرحله هدايت زنبورها از کلنی‌ها به ایستگاه مرکزی از جنس پلاستیک فشرده نشکن به شکل استوانه به قطر $4/5$ سانتی متر، ارتفاع $7/5$ سانتی مترو حجم مدرج ۵۰ میلی لیتر بود که درب آن از بیرون پیچ می‌خورد. روی لب ظرف ۴ برش عمودی به قطر $0/5$ میلی متر ایجاد شد که ارتفاع هر برش پس از محل پیچ خوردن درب قوطی، 2 میلی متر بود. یک نوار چسب زرد رنگ به عرض 10 میلی متر برای جلب بهتر زنبورها در فاصله $1/5$ سانتی متر بالاتر از برش-ها نصب گردید (شکل ۲). ظرف شربت خوری که در ایستگاه مرکزی استفاده شد، از جنس پلاستیک و به شکل استوانه‌ای به قطر 20 سانتی متر و ارتفاع 22 سانتی متر بود که مشابه ظروف



شکل ۱. نحوه استقرار کلنی‌های مورد آزمایش و فاصله آنها تا ایستگاه مرکزی



شکل ۲. ظروف تغذیه برای هدایت زنبورها و تغذیه در ایستگاه مرکزی: الف- ظرف تغذیه هدایت کننده از کلنی به ایستگاه مرکزی
ب- ظرف تغذیه در ایستگاه مرکزی

مواد شیمیایی مورد آزمایش و نحوه استفاده از آنها: ترکیبات شیمیایی دور کننده بررسی شده در این تحقیق در تابستان ۱۳۸۴ عبارت بودند از غلظت نیم درصد ترکیبات کتونی استوفون، متیل اتیل کتون، متیل ایزو بوتیل کتون، سیکلوهگزانون و استیل استون، ترکیب استری متیل سالیسیلات، ترکیبات آنیدریدی پروپیونیک آنیدرید و مالئیک آنیدرید، و ترکیبات آمینی -۲- اتیل هگزیل آمین و دی بوتیل آمین بودند. در ظروف آزمایشی که در ایستگاه مرکزی قرار داده می‌شد، ۴۰۰ میلی لیتر شربت ۵۰ درصد همراه با ۲ میلی لیتر ماده آزمایشی ریخته شد. هم‌زمان با آزمایش یک ترکیب دورکننده در ایستگاه مرکزی، ۱۰ میلی لیتر از همان ترکیب خالص نیز در روی پنبه موجود در

هنگامی که جمعاً از هر کندو ۱۵۰ عدد زنبور رنگ‌آمیزی شده و نهایتاً کلیه ظروف به ایستگاه مرکزی ختم می‌شدند تا زنبورها بتوانند در روزهای آزمایش ایستگاه مرکزی را پیدا کنند. در روز پنجم کلیه زنبورها به ایستگاه مرکزی هدایت می‌شدند.

روش هدایت زنبورهای عسل از محل کلنی‌ها به ایستگاه مرکزی: برای هدایت زنبورها از محل کلنی‌ها به ایستگاه مرکزی از روش گری و ویترل استفاده گردید (۴). برای این کار ضمن رعایت تمام اصول ذکر شده در روش این محققین از شربت شکر ۵۰ درصد همراه با اسانس رازیانه با غلظت نیم درصد به عنوان جلب کننده استفاده گردید.

درصد اسانس رازیانه بود، به عنوان یک تیمار در نظر گرفته شد.
هنگام ارزیابی اثر شاهد در ویال شیشه‌ای نیز مشابه ترکیبات
دورکننده رازیانه ریخته می‌شد.

درصد دورکنندگی با استفاده از فرمول به کار برده شده
توسط کاسنا و همکاران (۸) به شرح زیر به دست آمد:

$$\% \text{ Repellency} = 100 - \left[\frac{Tn}{Tn + Cn} \times 100 \right]$$

Tn = تعداد زنبورهای عسل علامت دار گرفته شده از اطراف
ظرف حاوی ترکیب دورکننده توسط دستگاه

Cn = تعداد زنبورهای عسل گرفته شده از اطراف ظرف شاهد
توسط دستگاه

آزمایش تعیین میزان دورکنندگی غلظت‌های مختلف ترکیبات دورکننده

پس از تعیین سه ترکیب دورکننده با بالاترین قدرت
دورکنندگی با غلظت پایه نیم درصد (۸)، در تابستان ۱۳۸۵،
برای تعیین غلظت‌های آزمایش اصلی، ابتدا در یک آزمایش
مقدماتی غلظت‌های $0/2$ ، $0/7$ ، $1/5$ و 2 درصد بررسی
شدند و پس از تعیین حد بالا و پایین غلظت‌های مورد نیاز،
سه غلظت حد وسط (جدول ۱) با استفاده از روش ماتسومورا
(۱۰) برای هر یک از سه ترکیب شیمیایی دورکننده بر اساس
فرمول زیر تعیین شدند:

$$a = \frac{\log A - \log E}{n-1}$$

$$B = \text{Anti log}(\log A - a)$$

$$C = \text{Anti log}(\log A - 2a)$$

$$D = \text{Anti log}(\log A - 3a)$$

A و E به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین غلظت‌ها و B و C و D به
غلظت‌های بین آنها هستند.
 a مقدار ثابت برای تمام غلظت‌ها و n برابر با تعداد غلظت‌ها
است.

برای افزایش مدت و پایداری ترکیبات دورکننده در محیط
به همراه غلظت‌های مختلف ترکیبات دورکننده از غلظت نیم

ویال شیشه‌ای ریخته می‌شد. طرح آماری آزمایش فاکتوریل در
قالب طرح بلوك کامل تصادفی در سه تکرار برای هر ترکیب و
سه تکرار برای هر سه زمان نمونه‌برداری اجرا گردید. به این
معنی که هر ترکیب در هر زمان نمونه‌برداری ساعت ۹، ۱۲ و ۱۵
سه دفعه قرار داده می‌شد. در روز آزمایش از ساعت ۸ تا ۹
صبح در ایستگاه غذیه مرکزی ظرف شربت همراه با عصاره
رازیانه قرار داده می‌شد تا زنبورهای عسل بتوانند قبل از شروع
آزمایش ایستگاه مرکزی را پیدا کنند. پس از آماده کردن محلول
آزمایشی، ظرف در ساعت ۹ در ایستگاه مرکزی قرار داده شده
و پس از گذشت ۵ دقیقه اقدام به نمونه‌برداری زنبورها، توسط
دستگاه مکنده محک به مدت ۳۰ دقیقه گردید. برای نمونه
برداری زنبورهای عسل علامتدار شده با رنگ که به مدت ۱۰
ثانیه در حال تغذیه از برش‌ها بودند، جمع آوری می‌شدند.
نمونه‌برداری این‌گونه زنبورها فقط توسط یک نفر انجام می‌شد
و پس از اتمام ۳۰ دقیقه نمونه‌برداری تعداد زنبورها به تفکیک
رنگ ثبت می‌گردید. دما، رطوبت، سرعت و جهت وزش باد نیز
در مدت زمان نمونه‌برداری یادداشت می‌شد. پس از اتمام زمان
نمونه‌برداری اول زنبورهای جمع شده در دستگاه برای
جلوگیری از تغییر در جامعه آماری مورد بررسی رها می‌شدند.
ضمناً در پایان هر روز آزمایش ۱۰ درصد زنبورهای جدید
هدایت شده به ایستگاه مرکزی رنگ‌آمیزی و به جامعه آماری
اضافه می‌شد تا جبران کاهش تلفات احتمالی و مرگ و میر
طبیعی را بنماید. در فاصله زمانی ساعت ۹:۳۵ تا ۱۲ که زمان
نمونه‌برداری دوم بود، ظرف شربت همراه با جلب کننده
رازیانه در ایستگاه مرکزی برای یادداخت زنبورها به یافتن
ایستگاه مرکزی مجدداً در این نقطه قرار داده می‌شد. سپس
ظرف شربت حاوی ترکیب دورکننده قرعه کشی شده برای آن
زمان مشابه زمان اول قرار داده شده و نمونه‌برداری انجام
می‌شد. این مراحل مجدداً برای زمان نمونه‌برداری سوم نیز
تکرار می‌گردید.

به علت این که لازم بود اثر دورکنندگی ترکیبات در مقایسه
با شاهد (شربت شکر) بررسی گردد، لذا شاهد که به همراه نیم

جدول ۱. غلظت‌های تعیین شده از ترکیبات شیمیایی دورکننده

غلظت‌ها (درصد)							ترکیب شیمیایی دورکننده
پنجم (حد پایین)	چهارم	سوم	دوم	اول (حد بالا با ۹۰ درصد دورکنندگی)			
%/۰/۰۳	%/۰/۰۷	%/۰/۱۷	%/۰/۴	%/۱			- اتیل هگزیل آمین
%/۰/۰۴	%/۰/۰۸	%/۰/۱۹	%/۰/۴	%/۱			دی بوتیل آمین
%/۰/۰۱	%/۰/۰۵	%/۰/۰۳	%/۱/۸	%/۱۰			متیل سالیسیلات

دورکنندگی اصلاح گردید به گونه‌ای که برای شاهد معادل صفر باشد، به این منظور از فرمول زیر درصد دورکنندگی محاسبه و فرمول استفاده شده توسط کاسنا و همکاران (۸) تصحیح گردید:

$$\% \text{ Corrected } R = 2 R_k - 100$$

R = درصد دورکنندگی اصلاح شده

R_k = درصد دورکنندگی حاصل در فرمول کاسنا و همکاران

درصد ترکیبات پایدار کننده شامل بنزیل بنزووات، دی بوتیل فتالات و بنزیل الكل نیز استفاده شد. به منظور هم آهنگ کردن نتایج آزمایش‌ها و عدم وجود اختلاف قابل توجه بین جهات مختلف جغرافیایی، در این مرحله جلوی هر کندو یک میز به عنوان ایستگاه تغذیه قرار داده شد و به طور هم زمان از چهار ایستگاه با هم برای هدایت زنبورها و نمونه‌برداری استفاده گردید.

برای هریک از سه ترکیب دورکننده، پنج غلظت انتخاب شده در اختلاط با غلظت نیم درصد یکی از ترکیبات پایدارکننده مورد ارزیابی قرار گرفت. طرح آزمایش به صورت فاکتوریل با ۴ تکرار در قالب بلوك کامل تصادفی اجرا شد. به علت این که فعالیت زنبورهای عسل در تابستان از ساعت ۶ صبح شروع و تا حدود ساعت ۱۸ به طور فعال ادامه داشت و از طرف دیگر در این مرحله مسأله ارزیابی زمان هم هدف نبود، تصمیم گرفته شد که آزمایش‌ها طی ۵ بار در روز انجام شود تا فاصله بین روزهای آزمایش کم گردد. در فاصله‌های زمانی نیم ساعته آزمایش در ساعات ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳:۳۰ انجام شد و پس از اجرای آزمایش‌ها روزانه، در هر روز نمونه‌برداری و رنگ آمیزی مجدد برای روز بعد مشابه آزمایش قبلی انجام شد. تجزیه آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS انجام شد (۱۴) و در صورت معنی دار بودن اثر تیمارهای آزمایشی از آزمون L.S.D در سطح احتمال ۵ درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. برای تجزیه آماری داده‌های مربوط به تعیین غلظت، درصد

نتایج و بحث

الف) غربال گری و تعیین مؤثرترین ترکیب شیمیایی دورکننده

الف-۱- اثر ترکیب شیمیایی دورکننده میانگین درصد دورکنندگی ترکیبات مختلف در سه زمان نمونه برداری اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). میانگین درصد دورکنندگی ۲- اتیل هگزیل آمین برای زنبور عسل در آزمایشات هدایت به ایستگاه مرکزی در مزرعه بیشتر از سایر ترکیبات و برابر با ۹۲/۳۵ درصد بود (جدول ۳)، در حالی که کمترین میانگین درصد دورکنندگی برای زنبورهای عسل مربوط به ترکیب شیمیایی مالیک آندرید با میانگین ۵۲/۴۱ درصد بود.

در تحقیق و در و همکاران ترکیبات آمینی دارای بیشترین درصد دورکنندگی زنبورهای عسل در مقایسه با ترکیب پایه‌ای پروپیونیک اسید بودند و همچنین ترکیب

ترکیب شیمیایی اختلاف معنی داری با ۲- اتیل هگزیل آمین نشان داد (جدول ۳). هرچند که تحقیق وودرو و همکاران بیان می کند که گروه های شیمیایی شامل فنول ها، الكل ها، استرها و اترها دارای قدرت دورکنندگی متوسط تا ضعیف روی زنبورهای عسل هستند (۱۵)، اما نتایج بررسی حاضر بیان می کند که ترکیب استری متیل سالیسیلات دارای میانگین درصد دورکنندگی معادل ۷۴/۵۸ می باشد که از نظر گروه بنده در ردیف سوم بین ۱۰ ترکیب مورد بررسی قرار می گیرد (جدول ۳). ملکشم و همکاران بیان کرده اند که متیل سالیسیلات استخراج شده از گل ها قادر به دور کردن زنبور عسل می باشد که مؤید نتیجه این تحقیق در مورد متیل سالیسیلات روی زنبور عسل در شرایط مزرعه می باشد (۱۲). اما مایر بیان کرد که استفاده یا عدم استفاده از متیل سالیسیلات به تنها یک همراه دی متیل فتالات به عنوان ترکیب پایدار کننده باعث تفاوت معنی دار قابل توجهی برای دور کردن زنبورهای عسل از گل های درخت سیب و گل قاصدک نشده است که احتمالاً می توان علت آن را علاوه بر شرایط محیطی متفاوت روی میزان فراریت این ترکیب و غلظت استفاده شده متیل سالیسیلات و دی متیل فتالات نسبت داد (۱۱). گوپتا بیان کرده است که ترکیبات گروه کتون نیز دارای اثر دورکنندگی روی زنبور عسل در شرایط آزمایشگاهی می باشند (۶). نتایج نشان داد که ترکیبات کتونی مورد بررسی شامل متیل اتیل کتون، سیکلو هگزانون، استوفنون، متیل ایزو بوتیل کتون و استیل استون به ترتیب دارای میانگین درصد دور کنندگی معادل ۶۶/۳۸، ۶۰/۹۱، ۶۰/۱۹، ۵۶/۶۷ و ۵۶/۱۳ درصد بودند (جدول ۳). در حالی که در بررسی کاسنا و همکاران (۸) بعضی از این ترکیبات مانند سیکلو هگزانون اثر دورکنندگی مطلوبی داشتند. احتمالاً ترکیباتی که در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی دارای اثر دورکنندگی بالایی هستند در شرایط مزرعه ای به علت وجود عوامل مختلف از جمله تحت کنترل نبودن شرایط محیطی مثل دما، جریان هوا، رطوبت و غیره در محیط چندان مؤثر نمی باشند.

۲- اتیل هگزیل آمین باعث دور کردن زنبورها از مزارع گل دار یونجه شد (۱۵) که در تحقیق حاضر بالاترین اثر دورکنندگی را روی زنبور عسل در شرایط مزرعه از خود نشان داد. در بررسی آنها پروپیونیک آنیدرید نیز درصد دورکنندگی بالایی روی زنبور عسل نشان داد، در حالی که در تحقیق حاضر از این گروه، مالئیک آنیدرید و پروپیونیک آنیدرید با اختلاف معنی دار با یکدیگر میانگین درصد دورکنندگی پایینی از خود نشان دادند. شاید علت این امر، فراریت بیشتر این گونه ترکیبات در شرایط طبیعت نسبت به شرایط آزمایشگاهی باشد.

وودرو و همکاران گروه های شیمیایی آمین، اسید، اسید آنیدرید و کربونیل ها را به ترتیب دارای بیشترین اثر دورکنندگی روی زنبورهای عسل در شرایط آزمایشگاهی معرفی کرده اند (۱۵) که با نتیجه تحقیق حاضر تا حدودی هم خوانی دارد. زیرا اکثر نتایج تحقیق ما با تحقیقات انجام شده قبلی مطابقت کامل دارد ولی برخی از نتایج نیز کاملاً با نتایج آزمایشگاهی منطبق نیست. از دلایل احتمالی برای تفاوت درصد دورکنندگی ترکیبات گروه آنیدریدی می توان به اثر عوامل محیطی، نوع حلال استفاده شده (استیک آنیدرید) و میزان اختلاط حلال و ماده مورد نظر اشاره کرد. این احتمال داده می شود که با افزایش دمای محیط ترکیبات مورد بررسی که اکثراً فشار بخار بالایی دارند سریع تغییر شده و در محیط پخش و باعث دور کردن حشرات به ویژه زنبور عسل گردند. بررسی های آتکینز و همکاران نشان داد که مالئیک آنیدرید فاقد اثر دورکنندگی روی زنبورهای عسل از نظر چشایی می باشد (۳). در حالی که پروپیونیک آنیدرید دارای اثر دورکنندگی بهتری روی زنبور عسل نسبت به مالئیک آنیدرید بوده است که نتیجه تحقیق حاضر را تأیید می کند.

نتایج این تحقیق هم چنین نشان می دهد که ترکیبات گروه آمینی دارای بیشترین درصد دور کنندگی برای زنبورهای عسل در شرایط مزرعه با غلظت ۰/۵٪ هستند. بدین صورت که ترکیب دی بوتیل آمین نیز دارای میانگین درصد دورکنندگی ۸۶/۳۵ بوده و از نظر آماری میزان درصد دورکنندگی این

جدول ۴. اثر جهت جغرافیایی محل قرار گیری کندوها روی میانگین درصد دورکننده ترکیبات شیمیایی دورکننده زنبورهای عسل در شرایط مزرعه‌ای

جهت جغرافیایی	میانگین درصد دورکننده
جنوب	۶۹/۲۳ ^a
شمال	۶۶/۹۱ ^b
شرق	۶۶/۶۹ ^b
غرب	۶۴/۵۶ ^b

- حداقل تفاوت معنی‌دار برای دو میانگین درصد دورکننده زنبور عسل برای جهات جغرافیایی در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=2/66$.
- میانگین درصدهای دورکننده جهات جغرافیایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

ترکیبات روی زنبورهای عسل هدایت شده از کندوی جنوبی به ایستگاه مرکزی بیشتر از سایر جهات و برابر با ۶۹/۲۳ درصد بود که دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد (جدول ۲ و ۴).

کمترین میزان درصد دورکننده زنبورهای روی زنبورهای هدایت شده از غرب مشاهده شد که معادل ۶۴/۵۶ درصد تعیین گردید. از آن جایی که جهت بادهای غالب در طی روزهای آزمایش در منطقه از طرف شمال بود، لذا پراکنش بیشتر بتوی ترکیبات به سمت جنوب باعث گردید تا زنبورهای کندوی جنوبی بیشتر دور گردند (جدول ۴). در منابع مختلف نیز به اثر جهت وزش باد و سایر عوامل محیطی بر میزان دورکننده ترکیبات شیمیایی پرداخته نشده است.

۴- اثر متقابل ترکیب شیمیایی دورکننده و زمان نمونه‌برداری اثر متقابل ترکیب شیمیایی دورکننده و زمان نمونه‌برداری از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به عبارت دیگر درصد دورکننده زنبورهای عسل در ایستگاه مرکزی در زمان‌های مختلف روز تابع ترکیب شیمیایی دورکننده می‌باشد. بررسی میانگین درصد دورکننده ترکیبات شیمیایی در سه زمان مختلف نشان داد که ۲- اتیل هگزیل آمین دارای بالاترین درصد دورکننده بود و اختلاف معنی‌داری در هر سه

الف-۲- اثر زمان نمونه‌برداری:

مقایسه سه زمان نمونه برداری مختلف در روز (در ساعت ۹، ۱۲ و ۱۵) طی روزهای آزمایش، نشان داد که درصد دورکننده ترکیبات مورد آزمایش روی زنبورهای عسل در ایستگاه مرکزی بین سه زمان مختلف دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد (جدول ۲). بالاترین میانگین درصد دورکننده برای زنبورهای عسل در ساعت ۱۵ و معادل ۶۸/۲۵ درصد بود در حالی که این میزان برای دو ساعت ۹ و ۱۲ به ترتیب معادل ۶۵/۳۵ و ۶۵/۴۳ درصد تعیین گردید که فاقد اختلاف معنی‌دار با هم بودند (جدول ۳). احتمالاً به دلیل افزایش دمای محیط در بعد از ظهر، میزان و سرعت تبخیرشدن ترکیبات شیمیایی در محیط افزایش یافته و با این افزایش، تعداد بیشتری از زنبورهای عسل دور گردیده‌اند. در آزمایش‌های سایر محققین که به ارزیابی اثر دورکننده در شرایط آزمایشگاهی یا در سطوح بسیار محدود مزرعه پرداخته‌اند اثر زمان محلولپاشی ترکیبات در طول روز بررسی نشده است و در این ارتباط اطلاعاتی در دسترس نمی‌باشد.

الف-۳- اثر باد و جهت جغرافیایی

میانگین درصد دورکننده زنبورهای عسل در شرایط مزرعه در جهات جغرافیایی مختلف، نشان داد که میزان دورکننده

مؤثرترین ترکیب شیمیایی دورکننده در مناسب‌ترین ساعت نمونه برداری، ۲- اتیل هگزیل آمین بود که دارای بالاترین درصد دورکننده‌گی معادل $۹۳/۴۴$ درصد در ساعت ۱۲ نسبت به حالات مختلف است. مالئیک آنیدرید هم به عنوان ترکیبی که دارای کمترین میانگین درصد دورکننده‌گی معادل $۴۸/۴۳$ درصد در ساعت ۱۲ نسبت به شاهد روی زنبورهای عسل است معرفی می‌گردد (جدول ۳). با توجه به نتایج به دست آمده در این مرحله، تصمیم گرفته شد، سه ترکیب شیمیایی ۲- اتیل هگزیل آمین، دی بوتیل آمین و متیل سالیسیلات که بیشترین اثر دورکننده‌گی (بیش از ۷۰ درصد) را از خود نشان داده اند، به تنها یی و همچنین همراه مواد پایدارکننده شامل بنزیل بنزووات (گروه استری)، دی بوتیل فتالات (گروه استری)، و بنزیل الكل (گروه الكلی)، از نظر تعیین بهترین دز مصرفی مورد بررسی قرار گیرند.

ب- آزمایشات تعیین میزان دورکننده‌گی غلظت‌های مختلف تیمارهای دورکننده در شرایط مزرعه‌ای

در منابع مختلف اشاره‌ای به غلظت‌های موثر ترکیبات دورکننده نشده و فقط در بررسی کاسنا و همکاران (۸) ذکر شده که از غلظت نیم درصد ترکیبات استفاده گردیده است. علت این مورد هم عدم وجود اطلاعات کافی در مورد ترکیبات دورکننده موثر در شرایط مزرعه‌ای می‌باشد و تحقیق حاضر اولین مطالعه‌ای است که علاوه بر یافتن ترکیبات دورکننده مطلوب، به تعیین غلظت‌های موثر با دورکننده‌گی بالای ۷۰ درصد در شرایط وسیع مزرعه‌ای پرداخته شده است. پنج غلظت (جدول ۱) ترکیبات دورکننده مختلف در حالت اختلط با سه ترکیب پایدارکننده به غلظت نیم درصد مورد ارزیابی قرار گرفته و اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان دادند.

ب- ۱- تیمار دورکننده ۲- اتیل هگزیل آمین با سه ترکیب پایدارکننده بررسی شده غلظت‌های $۱/۰$ ، $۴/۰$ و $۱۷/۰$ درصد ۲- اتیل هگزیل آمین با بنزیل

زمان نمونه‌برداری نداشت. هر چندکه در بررسی اثر زمان نمونه‌برداری مشخص شد که بهترین زمان ساعت ۱۵ می‌باشد اما برای ترکیب شیمیایی ۲- اتیل هگزیل آمین ساعت ۱۲ دارای بالاترین میانگین درصد دورکننده‌گی بود که دلیل احتمالی آن بالاتر بودن دما در طی تکرارهای مختلف این ترکیب در این ساعت در روزهای آزمایشی می‌باشد.

ترکیب شیمیایی دی بوتیل آمین در رتبه دوم درصد دورکننده‌گی زنبورهای عسل قرار گرفت که میانگین درصد دورکننده‌گی طی روزهای مختلف آزمایش و برای سه تکرار در ساعت ۹ ، ۱۲ و ۱۵ به ترتیب $۸۶/۷۳$ ، $۸۸/۷۱$ و $۸۳/۵۹$ درصد بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بود. در مورد این ترکیب هم میانگین درصد دورکننده‌گی در ساعت ۱۲ بیشتر از دو ساعت ۹ و ۱۵ بود (جدول ۳). هرچند که میانگین دما در ساعت ۱۵ بیشتر از ساعت ۱۲ می‌باشد، اما احتمالاً با افزایش دما از یک طف مشخص در میزان درصد دورکننده‌گی کاهش مشاهده می‌شود. علی‌رغم این که بررسی اثر زمان نمونه‌برداری ترکیبات شیمیایی نشان داد که در ساعت ۱۵ یا ۱۲ ، اغلب ترکیبات شیمیایی دورکننده بالاترین میانگین درصد دورکننده‌گی را دارند (جدول ۳)، اما برای متیل سالیسیلات استری بالاترین میانگین درصد دورکننده‌گی در ساعت ۹ صبح دیده شد که برابر با $۷۶/۰۴$ درصد بود، در حالی که این میانگین برای ساعت ۱۲ و ۱۵ به ترتیب معادل $۶۶/۹۲$ و $۷۰/۷۷$ درصد تعیین گردید. هر چند که این نظریه وجود دارد که افزایش دما تا حد مشخصی باعث افزایش درصد دورکننده‌گی ترکیبات شیمیایی می‌شود، اما در تحقیق حاضر مشخص گردید که دمای زیر ۳۰ درجه سانتی گراد باعث می‌شود که ترکیب متیل سالیسیلات بالاترین درصد دورکننده‌گی را نشان دهد. احتمالاً به علت این که با افزایش دمای محیط این ترکیب سریع‌تر تبخیر شده و از محیط خارج شده است، لذا در ساعتی که دمای محیط پایین تر بود، اثر دورکننده‌گی هم بیشتر گردید. احتمالاً در این مورد علاوه بر دما سایر عوامل محیطی نیز موثر بوده‌اند. اثر متقابل ترکیبات شیمیایی دورکننده در زمان‌های مختلف بیان می‌کند که

جدول ۷. مقایسه میانگین درصد دورکنندگی تصحیح شده تیمار متیل سالیسیلات و ترکیبات پایدارکننده روی زنبورهای عسل در شرایط مزرعه‌ای

غلظت					ترکیبات پایدارکننده
%۰/۰۱	%۰/۰۵	%۰/۰۳	%۱/۸	%۱۰	
۱۸/۲۲ ^c	۲۲/۳۶ ^{bc}	۲۲/۹۴ ^{ab}	۳۸/۲۶ ^a	۶۵/۷۹ ^a	بنزیل بنزووات
۲۰/۶۳ ^c	۲۶/۶۲ ^{bc}	۲۶/۶۴ ^b	۴۷/۴۲ ^{ab}	۴۹/۳۸ ^a	دی بوتیل فتالات
۳۵/۹۷ ^b	۴۶/۸۹ ^{ab}	۴۸/۱۷ ^{ab}	۷۵/۶۳ ^{ab}	۸۸/۴۷ ^a	بنزیل الكل

- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی متیل سالیسیلات همراه با بنزیل بنزووات درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=27/49$.
- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی متیل سالیسیلات دی بوتیل فتالات درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=22/64$.
- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی ۲ متیل سالیسیلات همراه با بنزیل الكل درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=30/52$.
- در هر ردیف میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

داشت. برای افزایش اثر دورکنندگی این تیمار می‌توان غلظت‌های بالاتری از ترکیب پایدارکننده را نیز بررسی نمود. با توجه به این که سایر غلظت‌های آزمایش شده این ترکیب درصد دورکنندگی نسبتاً پایینی روی زنبورعسل نشان دادند قابل توصیه نمی‌باشد.

غلظت ۱۰ درصد متیل سالیسیلات همراه با غلظت نیم درصدی بوتیل فتالات نیز درصد دورکنندگی اصلاح شده بسیار اندک داشت (جدول ۷) که مشخص می‌کند این تیمار دورکننده اصلًا برای دورکردن زنبورعسل مناسب نبوده و مانند تیمار متیل سالیسیلات و بنزیل بنزووات، لازم است که غلظت‌های بالاتر متیل سالیسیلات و یا دی بوتیل فتالات بررسی گردند. این نتیجه که تیمار متیل سالیسیلات و دی بوتیل فتالات اثر چندانی برای دورکردن زنبورهای عسل در شرایط صحرایی ندارد، با نتیجه بررسی مایر (۱۱) هم خوانی دارد.

غلظت ۱۰ درصد متیل سالیسیلات همراه با غلظت نیم درصد بنزیل الكل، دورکنندگی بالای ۷۰ درصد نشان داد که از نظر اثر دورکنندگی مناسب است. هم‌چنین میانگین درصد دورکنندگی متیل سالیسیلات در غلظت ۱/۸ درصد همراه با غلظت ۰/۵ درصد بنزیل الكل فاقد اختلاف معنی‌دار آماری با غلظت ۱۰ درصد بود (جدول ۷). لذا بهنظر می‌رسد که غلظت

با بنزیل بنزووات و هم‌چنین غلظت ۰/۴ درصد با دی بوتیل فتالات فاقد اختلاف آماری معنی‌دار با غلظت یک درصد هستند. اما به علت کم شدن میزان دورکنندگی قابل توصیه نمی‌باشند. غلظت‌های ۰/۴ و ۰/۰۸ درصد دی بوتیل آمین نیز از نظر گروه‌بندی آماری فاقد اختلاف معنی‌دار با غلظت ۱ درصد در هنگام اختلاط با بنزیل الكل بوده و دورکنندگی بالای ۷۰ درصد در شرایط مزرعه نشان دادند (جدول ۶). احتمالاً علت این امر به‌واسطه واکنش شیمیایی رخ داده بین تیمار دورکننده و پایدارکننده یا غلظت ۵/۰ درصد ترکیب پایدارکننده است که برای داشتن اثر دورکنندگی بالای ۷۰ درصد لازم به بررسی است.

ب- ۳- تیمار دورکننده متیل سالیسیلات با سه ترکیب پایدارکننده بررسی شده

غلظت ۱۰ درصد متیل سالیسیلات همراه با غلظت نیم درصد بنزیل بنزووات، میانگین درصد دورکنندگی معادل ۶۵/۷۹ درصد داشت (جدول ۷) که تا حدودی مناسب است اما لازم است که برای داشتن اثر مطلوب دورکنندگی این تیمار روی زنبورعسل غلظت‌های بالاتری از متیل سالیسیلات بررسی گردند. البته باید به جنبه زیست محیطی استفاده از غلظت‌های بالاتر روی اکوسیستم و حشرات مفید و هم‌چنین صرفه اقتصادی نیز توجه

تیمارهای ترکیبی ۲- اتیل هگزیل آمین با بنزیل بنزووات، دی بوتیل فتالات و بنزیل الكل به ترتیب در غلظت‌های ۰/۴، ۰/۱۷ و ۰/۰۳ درصد و بالاتر، تیمارهای ترکیبی دی بوتیل آمین با بنزیل بنزووات و دی بوتیل فتالات هر دو در غلظت ۱ درصد و با بنزیل الكل در غلظت‌های ۰/۰۸ درصد و بیشتر و همچنین تیمار ترکیبی متیل سالیسیلات و بنزیل الكل در غلظت‌های ۱/۸ درصد و بالاتر دارای دورکنندگی بالای ۷۰ درصد هستند. تیمارهای متیل سالیسیلات همراه با بنزیل بنزووات و دی بوتیل فتالات در بالاترین غلظت مورد بررسی (۱۰ درصد) درصد دورکنندگی حداکثر تا ۶۵ و ۴۷ درصد نشان دادند. لذا به دلیل عدم مؤثر بودن تیمارهای متیل سالیسیلات همراه با بنزیل بنزووات و دی بوتیل فتالات لازم است که غلظت‌های مؤثر آنها برای مؤثر بودن در محیط بررسی گردد.

۱/۸ درصد متیل سالیسیلات با غلظت ۰/۵ درصد بنزیل الكل برای دورکردن زنبور عسل مناسب تر باشد. سایر غلظت‌های آزمایش شده متیل سالیسیلات همراه با غلظت ۰/۵ درصد بنزیل الكل اثر دورکنندگی کمتر از ۷۰ درصد روی زنبور عسل نشان دادند که قابل توصیه نمی‌باشند. در منابع در دسترس به نوع واکنش و حتی استفاده توأم این دو ترکیب شیمیایی در شرایط مزرعه‌ای اشاره نشده است. احتمالاً به علت واکنش شیمیایی ایجاد شده بین این دو ترکیب، اثر دورکنندگی متیل سالیسیلات افزایش یافته است.

به طور کلی نتایج آزمایشات نشان داد که ترکیبات آمینی شامل ۲- اتیل هگزیل آمین و دی بوتیل آمین، دارای درصد دورکنندگی بالاتری نسبت به ترکیب استری متیل سالیسیلات روی زنبور عسل هستند. نتایج غلظت‌های مؤثر بیان می‌کند که

منابع مورد استفاده

- موسوی فر، م. ک.، م. خانجانی، ع. ا. پورمیرزا. ۱۳۷۴. ارزیابی اثر دورکنندگی ملاس چغندرقند، اسید اگزالیک و اسید استیک روی تغذیه زنبور عسل و دیگر حشرات گرددهافشان. خلاصه مقالات دومین سمینار پژوهشی زنبور عسل کشور. مؤسسه تحقیقات دامپروری، کرج.
- کریمی، م. ۱۳۶۶. آب و هوای منطقه مرکزی ایران. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
- Atkins, E. L., R. L. Macdonald, T. P. McGovern, M. Beroza and E. A. Greywood-Hale. 1975. Repellent additives to reduce pesticide hazards to honey bees: Laboratory testing. J. Apic. Res. 14(2): 85- 97.
- Gary, N. E. and P. C. Witherell. 1970. A method for training honey bees to foraging at feeding stations. Annal. Entomol. Soc. Amer. 448- 449.
- Gupta, M. and R. C. Sihag. 1991. Bee repellents – Ecology and mode of action. Apicultural Review. Ind. Bee J.53 (1-4): 1-8.
- Gupta, M. 1985. Olfacto-gustatory response of *Apis florea* F. to aliphatic straight chain ketones. Ind. Bee J. 47: 30- 33.
- Henning, J. A., Y. S. Peng; M. A. Montague and L. R. Teuber. 1992. Honeybee (Hym.: Apidae) behavioral response to primary alfalfa (Rosales: Fabaceae) floral volatiles. J. Econ. Entomol. 85(1): 233-234.
- Kasana, V. K., D. S. Ahlawat, M. S. Malik, O.P. Malik and R. C. Mishra. 1997. Screening of some chemicals as repellents to *Apis mellifera* L., presented at feeding stations. Ind. Bee J. 59(2): 71-73.
- Mc Gregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. U. S. Dept. Agric. Handbook. No. 496.
- Matsumura, F. 1985. *Toxicology of Insecticide*. Plenum Press, New York.
- Mayer, D.F. 1997. Effects of Methyl salicylate on honeybee (*Apis mellifera* L.) foraging. New Zea. J. Hort. Sci. 25:291-294.
- Melksham, K. J., N. Jacobsen and J. Rhodes. 1988. Compounds which affect the behavior of the honeybee, *Apis mellifera* L.: A Review. Bee World 69: 104-124.
- Painter, R. R. 1967. Repellents. PP. 267- 285. In: W.W. Klgoore and R. L. Doutt (Eds.), Pest Control (Biological, Physical and Selected Chemical Methods), Academic Press., London.
- SAS institute. 1999. SAS User's Guide Statics. Version 8 ed., SAS institute Inc., Cary, NC.
- Woodrow, A. W., N. Green, H. Tucker, M. H. Schonhorst and K. C. Hamilton. 1965. Evaluation of chemicals as honeybee attractants and repellents. J. Econ. Entomol. 58(6): 1094-1102.