

ارزیابی اثر برخی ترکیبات شیمیایی دورکننده روی زنبورعسل (*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

به‌علت 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 دورکنندگی آنها مشخص شده بود، اقدام به مطالعه اثر دورکنندگی آنها در شرایط مزرعه‌ای گردید. از بین ترکیبات آزمایش شده شامل استوفنون، متیل اتیل کتون، متیل ایزوبوتیل کتون، سیکلوهگزانون، استیل استون، متیل سالیسیلات، پروپیونیک آنیدرید، مالئیک آنیدرید، 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 دورکنندگی زنبورهای عسل در شرایط مزرعه‌ای هستند. اثر زمان نمونه‌برداری نیز نشان داد که در ساعت ۱۵ دورکنندگی 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، ۰/۴ 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 دورکنندگی بالای ۷۰ درصد در شرایط مزرعه‌ای دارند.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات دورکننده، زنبورعسل، ترکیبات پایدارکننده، غلظت

مقدمه

مخری روی حشرات مفید خصوصاً زنبورعسل هستند (۵). هنگامی که کندوهای زنبورعسل در کنار مزارع و باغات استقرار می‌یابند، استفاده از سموم به‌عنوان 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 کم‌خطر برای زنبورعسل، انجام سم‌پاشی در زمانی که فعالیت زنبورها در

تخمین زده شده که ۳۰ تا ۵۰ درصد کل رژیم غذایی بشر به‌طورمستقیم یا غیر مستقیم به وجود حشرات گرده افشان بستگی دارد (۹). در بین گرده افشان‌ها زنبورعسل *Apis mellifera* L. از ارزش‌ترین گونه‌های گرده افشان محصولات کشاورزی محسوب می‌گردد (۹). سموم حشره‌کش استفاده شده برای حفاظت گیاهان در برابر آفات، دارای آثار

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

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

مزارع و باغات در حداقل بوده و استفاده از ترکیبات دورکننده زنبورعسل در مکان‌های سمپاشی شده پیشنهاد شده است (۵). مطالعات برای پیدا کردن ترکیبات دورکننده که قبل از استعمال آفت کش‌ها و یا در جریان سم پاشی قادر به دور کردن 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 آیدرید 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-اکتانول دریافتند که ۳-اکتانول و متیل سالیسیلات دارای اثر دورکنندگی خوبی روی زنبورهای عسل در شرایط آزمایشگاهی هستند (۷). آتکینز و همکاران گزارش کرده‌اند 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 حداقل غلظت استفاده شده، ملاس چغندر قند، اسید استیک 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 چغندر قند تا بعد از روز پاشیدن، دارای

خاصیت دورکنندگی بوده و در دومین روز نمونه‌برداری 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 زنبورعسل 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 پایدار کننده باعث افزایش دوام ترکیبات شیمیایی مصرفی در محیط می‌شود. کاسنا و همکاران بیان می‌کنند که اختلاط ترکیبات دورکننده و پایدارکننده با هم دارای اثر دورکنندگی مناسب‌تری روی زنبور عسل در شرایط مزرعه می‌باشند. به عنوان مثال وقتی استوفنون با ترکیبات پایدار کننده مختلف بررسی شد، درصد دورکنندگی بسیار بالاتر از زمانی بود که به تنهایی 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 تنهایی استفاده شد (۸). مایر گزارش کرد که افزودن ترکیب پایدارکننده دی متیل فتالات به متیل سالیسیلات برای دور کردن 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 زنبورعسل در شرایط مزرعه و در ایستگاه تغذیه بود که قبلاً اثر دورکنندگی این ترکیبات برای زنبورعسل 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 مؤثر از اهداف دیگر این پژوهش بود.

مواد و روش‌ها

موقعیت و شرایط محل آزمایش

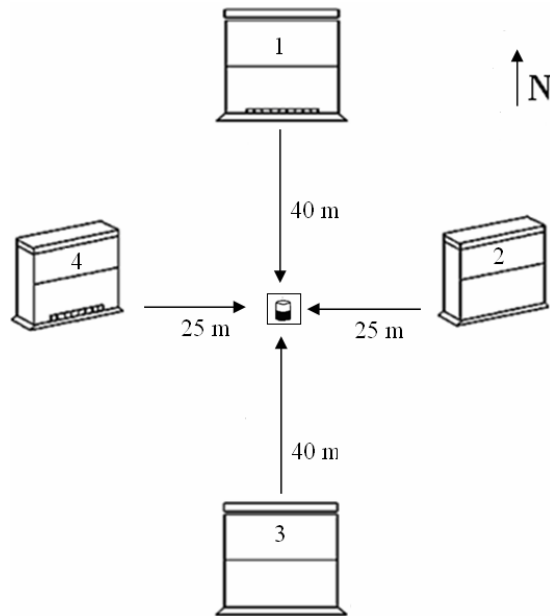
این مطالعه در مزرعه آموزشی - پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳ دقیقه شمالی و طول ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی انجام شد. در این ایستگاه ارتفاع از سطح دریا ۱۶۳۰ متر، اقلیم نیمه خشک با تابستان‌های خشک، متوسط بارندگی و دمای سالانه به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

کلنی‌های مورد آزمایش و نحوه استقرار آنها در ایستگاه مرکزی تغذیه چهار کلنی زنبورعسل 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 ۱×۱×۱ متر بود که در مرکز زمین مستقر گردید و روی آن سایبانی به ابعاد ۲/۵×۲/۵×۲/۵ متر نصب گردید.

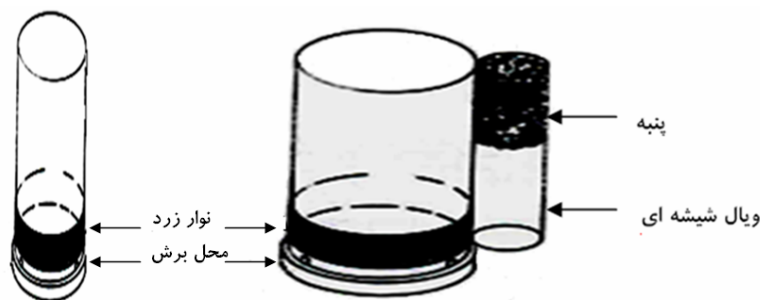
ظروف تغذیه استفاده شده در مرحله هدایت زنبورها از کلنی‌ها به ایستگاه مرکزی از جنس پلاستیک فشرده نشکن به شکل استوانه به قطر ۴/۵ سانتی‌متر، ارتفاع ۷/۵ سانتی‌متر و حجم مدرج ۵۰ میلی‌لیتر بود که درب آن از بیرون پیچ می‌خورد. روی لبه ظرف ۴ برش عمودی به قطر ۰/۵ میلی‌متر ایجاد شد که ارتفاع هر برش پس از محل پیچ خوردن درب قوطی، ۲ میلی‌متر بود. یک نوار چسب زرد رنگ به عرض ۱۰ میلی‌متر برای جلب بهتر زنبورها در فاصله ۱/۵ سانتی‌متر بالاتر از برش‌ها نصب گردید (شکل ۲). ظرف شربت خوری که در ایستگاه مرکزی استفاده شد، از جنس پلاستیک و به شکل استوانه‌ای به قطر ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۲ سانتی‌متر بود که مشابه ظروف

هدایت ۶ برش به قطر نیم میلی‌متر روی لبه ظرف ایجاد گردید. ارتفاع برش‌ها پس از محل پیچ شدن درب قوطی ۲ سانتی‌متر بود و برای افزایش جلب‌کنندگی بینایی، ۵ سانتی‌متر بالاتر از برش‌ها نوار زرد رنگ ۱۰ میلی‌متری نصب شد. در ایستگاه مرکزی برای جلب زنبورها یک لوله آزمایش به طول ۹/۵ سانتی‌متر، قطر ۱/۵ سانتی‌متر و حجم ۱۴ میلی‌لیتر 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 میلی‌لیتر از ماده شیمیایی بدون در نظر گرفتن غلظت مورد بررسی ریخته می‌شد به نحوی که پنبه کاملاً اشباع 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 شده بود، یک بشقاب پلاستیکی به قطر ۱۸ سانتی‌متر 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 هدایت زنبورهای هر کندو به فاصله ۳ متری قبل از ایستگاه مرکزی یعنی در روز چهارم هدایت آنها، نسبت به رنگ آمیزی آنها اقدام می‌گردید. برای این کار از هر کندو ۱۵۰ عدد زنبور هدایت 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



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 استوفنون، متیل اتیل کتون، متیل ایزوبوتیل 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 رنگ آمیزی 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 ویتزل 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 به‌عنوان 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 به‌کار 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 ۰/۲، ۰/۷، ۱، ۱/۵، ۲ درصد بررسی شدند و پس از تعیین حد بالا و پایین غلظت‌های مورد نیاز، سه غلظت حدواسط (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، C و D 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 بلوک 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 ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ سه دفعه قرار داده می‌شد. در روز آزمایش از ساعت ۸ تا ۹ صبح در ایستگاه تغذیه 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 نمونه برداری 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 نمونه برداری دوم بود، ظرف شربت همراه با جلب‌کننده رازیانه در ایستگاه مرکزی برای یاد دادن 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 | اول (حد بالا با ۹۰) | دوم | سوم | چهارم | پنجم (حد پایین با ۲۰ درصد دورکنندگی) |
| ۲- اتیل هگزیل آمین | ٪۱ | ٪۰/۴ | ٪۰/۱۷ | ٪۰/۰۷ | ٪۰/۰۳ |
| دی بوتیل آمین | ٪۱ | ٪۰/۴ | ٪۰/۱۹ | ٪۰/۰۸ | ٪۰/۰۴ |
| متیل سالیسیلات | ٪۱۰ | ٪۱/۸ | ٪۰/۳ | ٪۰/۰۵ | ٪۰/۰۱ |

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:

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

$$R = \text{درصد دورکنندگی اصلاح شده}$$

$$R_k = \text{درصد دورکنندگی حاصل در فرمول کاسنا و همکاران}$$

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 زنبورعسل 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 مالئیک آنیدرید با میانگین ۵۲/۴۱ درصد بود.

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

درصد ترکیبات پایدار کننده شامل بنزیل بنزووات، دی بوتیل فتالات و بنزیل الکل نیز استفاده شد. به منظور هم‌آهنگ 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 هم‌زمان از چهار ایستگاه با هم برای هدایت زنبورها و نمونه‌برداری استفاده گردید.

برای هر یک 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 بلوک 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 معنی‌دار 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

جدول ۲. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد دورکنندگی ترکیبات شیمیایی دورکننده زنبورعسل در شرایط مزرعه‌ای

| میانگین مربعات | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|----------------|------------|-----------------------------------|
| ۱۳۵۱/۶۰۵** | ۲ | تکرار (بلوک) |
| ۶۷۲۹/۵۰** | ۹ | ترکیبات شیمیایی دورکننده |
| ۳۲۵/۸۸ * | ۲ | زمان نمونه برداری |
| ۴۰۹/۷۵ ** | ۳ | جهت جغرافیایی |
| ۴۳۴/۶۹ ** | ۱۸ | ترکیب دورکننده × زمان |
| ۶۳/۱۷ | ۲۷ | ترکیب دورکننده × جهت جغرافیایی |
| ۱۲۲/۶۵ | ۶ | زمان نمونه برداری × جهت جغرافیایی |
| ۵۱/۷۳ | ۵۴ | ترکیب دورکننده × زمان × جهت |
| ۸۲/۲۷ | ۲۳۸ | خطا |
| | ۳۵۹ | کل |

* و **: به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن اثر عوامل آزمایشی در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

جدول ۳. اثرات ساده و متقابل ترکیبات شیمیایی دورکننده و زمان‌های نمونه برداری روی میانگین درصد دورکنندگی

زنبورعسل (\pm Se) در شرایط مزرعه‌ای

| ترکیبات شیمیایی دورکننده | زمان نمونه برداری | | |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | میانگین | ساعت ۱۵ | ساعت ۱۲ |
| ۲-اتیل هگزیل آمین | ۹۲/۳۵ ± ۰/۲۳ ^A | ۹۱/۱۵ ± ۱/۰۶ ^{ab} | ۹۳/۴۴ ± ۱/۷۰ ^a |
| دی بوتیل آمین | ۸۶/۳۵ ± ۰/۲۲ ^B | ۸۳/۵۹ ± ۳/۳۶ ^c | ۸۸/۷۱ ± ۳/۳۱ ^{abc} |
| متیل سالیسیلات | ۷۴/۵۸ ± ۰/۱۸ ^C | ۷۰/۷۷ ± ۲/۷۲ ^{de} | ۶۶/۹۲ ± ۴/۷۸ ^{ef} |
| متیل اتیل کتون | ۶۶/۳۸ ± ۰/۱۶ ^D | ۷۵/۸۱ ± ۱/۶۴ ^d | ۶۴/۴۴ ± ۲/۷۵ ^{e-g} |
| سیکلو هگزانون | ۶۰/۹۸ ± ۰/۱۵ ^E | ۶۷/۲۷ ± ۱/۵۴ ^{ef} | ۶۱/۵۱ ± ۲/۱۲ ^{f-j} |
| استوفنون | ۶۰/۱۹ ± ۰/۱۵ ^{EF} | ۶۳/۳۷ ± ۲/۰۵ ^{f-h} | ۵۴/۳۷ ± ۳/۵۸ ^{j-n} |
| پروپیلونیک آنیدرید | ۵۷/۴۲ ± ۰/۱۴ ^{EF} | ۵۹/۲۷ ± ۱/۸۳ ^{g-k} | ۶۱/۸۳ ± ۳/۳۲ ^{f-i} |
| متیل ایزوبوتیل کتون | ۵۶/۶۷ ± ۰/۱۴ ^F | ۵۳/۶۷ ± ۱/۷۲ ^{k-n} | ۵۶/۶۴ ± ۲/۷۱ ^{h-l} |
| استیل استون | ۵۶/۱۳ ± ۰/۱۴ ^F | ۶۱/۸۴ ± ۳/۰۲ ^{g-i} | ۵۸/۰۱ ± ۳/۳۹ ^{g-l} |
| مالئیک آنیدرید | ۵۲/۴۱ ± ۰/۱۳ ^G | ۵۵/۷۵ ± ۲/۲۷ ^{i-m} | ۴۸/۴۳ ± ۳/۱۰ ⁿ |
| میانگین | ۶۸/۲۵ ± ۰/۰۹ ^A | ۶۵/۴۳ ± ۰/۰۹ ^B | ۶۵/۳۵ ± ۰/۰۹ ^B |

- حداقل تفاوت معنی دار برای میانگین درصد دورکنندگی زنبورعسل برای ساعات نمونه برداری در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=2/31$.

- حداقل تفاوت معنی دار برای دو میانگین درصد دورکنندگی زنبورعسل برای اثر ترکیب دورکننده در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=4/21$.

- حداقل تفاوت معنی دار برای میانگین درصد دورکنندگی زنبورعسل برای اثر متقابل ترکیبات دورکننده- ساعات نمونه برداری در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=7/29$.

- در هر ستون، ردیف، ردیف، در ستون میانگین درصد‌های دورکنندگی که حداقل دارای یک حرف مشترک بزرگ یا کوچک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

۲- اتیل هگزیل آمین باعث دورکردن زنبورها از مزارع گل دار یونجه شد (۱۵) که در تحقیق حاضر بالاترین اثر دورکنندگی را روی زنبورعسل در شرایط مزرعه از خود نشان داد. در بررسی آنها پروپیونیک آیدرید نیز درصد دورکنندگی بالایی روی زنبورعسل نشان داد، در حالی که در تحقیق حاضر از این گروه، مالئیک آیدرید و پروپیونیک آیدرید 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 گروه‌های شیمیایی آمین، اسید، اسید آیدرید و کربونیل‌ها را به ترتیب دارای بیشترین اثر دورکنندگی روی زنبورهای عسل در شرایط آزمایشگاهی معرفی کرده‌اند (۱۵) که با نتیجه تحقیق حاضر تا حدودی هم‌خوانی 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 آیدریدی می‌توان به اثر عوامل محیطی، نوع حلال استفاده شده (استیک آیدرید) و میزان اختلاط حلال و ماده موردنظر اشاره کرد. این احتمال داده می‌شود که با افزایش دمای محیط ترکیبات مورد بررسی که اکثراً فشار بخار بالایی دارند سریع تبخیر شده و در محیط پخش و باعث دورکردن حشرات به‌ویژه زنبورعسل گردند. بررسی‌های آتکینز و همکاران نشان داد که مالئیک آیدرید فاقد اثر دورکنندگی روی زنبورهای عسل از نظر چشایی می‌باشد (۳). در حالی که پروپیونیک آیدرید دارای اثر دورکنندگی بهتری روی زنبورعسل نسبت به مالئیک آیدرید بوده است که نتیجه تحقیق حاضر را تأیید می‌کند.

نتایج این تحقیق هم‌چنین نشان می‌دهد که ترکیبات گروه آمینی دارای بیشترین درصد دورکنندگی 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

ترکیب شیمیایی اختلاف معنی‌داری با ۲- اتیل هگزیل آمین نشان داد (جدول ۳). هرچند که تحقیق وودرو و همکاران بیان می‌کند که گروه‌های شیمیایی شامل فنول‌ها، الکل‌ها، استرها و اترها دارای قدرت دورکنندگی متوسط تا ضعیف روی زنبورهای عسل هستند (۱۵)، اما نتایج بررسی حاضر بیان می‌کند که ترکیب استری متیل سالیسیلات دارای میانگین درصد دورکنندگی معادل ۷۴/۵۸ می‌باشد که از نظر گروه بندی در ردیف سوم بین ۱۰ ترکیب مورد بررسی قرار می‌گیرد (جدول ۳). ملکشم و همکاران بیان کرده‌اند که متیل سالیسیلات استخراج شده از گل‌ها قادر به دور کردن زنبورعسل می‌باشد که مؤید نتیجه این تحقیق در مورد متیل سالیسیلات روی زنبورعسل در شرایط مزرعه می‌باشد (۱۲). اما مایر بیان کرد که استفاده یا عدم استفاده از متیل سالیسیلات به تنهایی یا همراه دی متیل فتالات به‌عنوان ترکیب پایدار کننده باعث تفاوت معنی‌دار قابل توجهی برای دورکردن زنبورهای عسل از گل‌های درخت سیب و گل قاصدک نشده است که احتمالاً می‌توان 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 زنبورعسل در شرایط آزمایشگاهی می‌باشند (۶). نتایج نشان داد که ترکیبات کتونی مورد بررسی شامل متیل اتیل کتون، سیکلوهگزانون، استوفنون، متیل ایزو بوتیل کتون و استیل استون به ترتیب دارای میانگین درصد دورکنندگی معادل ۶۶/۳۸، ۶۰/۹۱، ۶۰/۱۹، ۵۶/۶۷ و ۵۶/۱۳ درصد بودند (جدول ۳). در حالی که در بررسی کاستنا و همکاران (۸) بعضی از این ترکیبات مانند سیکلوهگزانون اثر دورکنندگی مطلوبی داشتند. احتمالاً ترکیباتی که در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی دارای اثر دورکنندگی بالایی هستند در شرایط مزرعه‌ای به‌علت وجود عوامل مختلف از جمله تحت کنترل نبودن شرایط محیطی مثل دما، جریان هوا، رطوبت و غیره در محیط چندان مؤثر نمی‌باشند.

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

| جهت جغرافیایی | میانگین درصد دورکنندگی |
|---------------|------------------------|
| جنوب | ۶۹/۲۳ ^a |
| شمال | ۶۶/۹۱ ^{ab} |
| شرق | ۶۶/۶۹ ^b |
| غرب | ۶۴/۵۶ ^b |

- حداقل تفاوت معنی‌دار برای دو میانگین درصد دورکنندگی زنبورعسل برای جهات جغرافیایی در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=2/66$.

- میانگین درصدهای دورکنندگی جهات جغرافیایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

الف-۲- اثر زمان نمونه‌برداری:

مقایسه سه زمان نمونه برداری مختلف در روز (در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵) طی روزهای آزمایش، نشان داد که درصد دورکنندگی 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 دورکنندگی 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 تبخیر شدن 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 دورکنندگی 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 دورکنندگی زنبورهای عسل در شرایط مزرعه در جهات جغرافیایی مختلف، نشان داد که میزان دورکنندگی

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 دورکنندگی 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 بوی 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 دورکنندگی 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 دورکنندگی زنبورهای عسل در ایستگاه مرکزی در زمان‌های مختلف روز تابع ترکیب شیمیایی دورکننده می‌باشد. بررسی میانگین درصد دورکنندگی ترکیبات شیمیایی در سه زمان مختلف نشان داد که ۲- اتیل هگزیل آمین دارای بالاترین درصد دورکنندگی بود و اختلاف معنی‌داری در هر سه

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

ترکیب شیمیایی دی بوتیل آمین در رتبه دوم درصد دورکنندگی زنبورهای عسل قرار گرفت که میانگین درصد دورکنندگی طی روزهای مختلف آزمایش و برای سه تکرار در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ به ترتیب ۸۶/۷۳، ۸۸/۷۱ و ۸۳/۵۹ درصد بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر بود. در مورد این ترکیب هم میانگین درصد دورکنندگی در ساعت ۱۲ بیشتر از دو ساعت ۹ و ۱۵ بود (جدول ۳). هر چند که میانگین دما در ساعت ۱۵ بیشتر از ساعت ۱۲ می باشد، اما احتمالاً با افزایش دما از یک طیف مشخص در میزان درصد دورکنندگی کاهش مشاهده می شود. علی رغم این که بررسی اثر زمان نمونه برداری ترکیبات شیمیایی نشان داد که در ساعت ۱۵ یا ۱۲، اغلب ترکیبات شیمیایی دورکننده بالاترین میانگین درصد دورکنندگی را دارند (جدول ۳)، اما برای متیل سالیسیلات استری بالاترین میانگین درصد دورکنندگی در ساعت ۹ صبح دیده شد که برابر با ۷۶/۰۴ درصد بود، در حالی که این میانگین برای ساعات 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 دورکنندگی ترکیبات شیمیایی می شود، اما در تحقیق حاضر مشخص گردید که دمای زیر ۳۰ درجه سانتی گراد باعث می شود که ترکیب متیل سالیسیلات بالاترین درصد دورکنندگی را نشان دهد. احتمالاً به علت این که با افزایش دمای محیط این ترکیب سریع تر تبخیر شده و از محیط خارج شده است، لذا در ساعاتی که دمای محیط پایین تر بود، اثر دورکنندگی هم بیشتر گردید. احتمالاً در این مورد علاوه بر دما سایر عوامل محیطی نیز موثر بوده اند. اثر متقابل ترکیبات شیمیایی دورکننده در زمان های مختلف بیان می کند که

مؤثرترین ترکیب شیمیایی دورکننده در مناسب ترین ساعت نمونه برداری، ۲- اتیل هگزیل آمین بود که دارای بالاترین درصد دورکنندگی معادل ۹۳/۴۴ درصد در ساعت ۱۲ نسبت به حالات مختلف است. مالئیک آنیدرید هم به عنوان ترکیبی که دارای کمترین میانگین درصد دورکنندگی معادل ۴۸/۴۳ درصد در ساعت ۱۲ نسبت به شاهد روی زنبورهای عسل است معرفی می گردد (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 دورکنندگی (بیش از ۷۰ درصد) را از خود نشان داده اند، به تنهایی و هم چنین همراه مواد پایدارکننده شامل بنزیل بنزووات (گروه استری)، دی بوتیل فتالات (گروه استری)، و بنزیل الکل (گروه الکی)، از نظر تعیین بهترین دز مصرفی مورد بررسی قرار گیرند.

ب- آزمایشات تعیین میزان دورکنندگی غلظت های مختلف

تیمارهای دورکننده در شرایط مزرعه ای

در منابع مختلف اشاره ای به غلظت های 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 مزرعه ای می باشد و تحقیق حاضر اولین مطالعه ای است که علاوه بر یافتن ترکیبات دورکننده مطلوب، به تعیین غلظت های موثر با دورکنندگی بالای ۷۰ درصد در شرایط وسیع مزرعه ای پرداخته شده است. پنج غلظت (جدول ۱) ترکیبات دورکننده مختلف در حالت اختلاط با سه ترکیب پایدارکننده به غلظت نیم درصد مورد ارزیابی قرار گرفته و اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان دادند.

ب- ۱- تیمار دورکننده ۲- اتیل هگزیل آمین با سه ترکیب

پایدارکننده بررسی شده

غلظت های ۱، ۴/۰ و ۱۷/۰ درصد ۲- اتیل هگزیل آمین با بنزیل

جدول ۵. مقایسه میانگین درصد دورکنندگی تصحیح شده براساس تیمار ۲- اتیل هگزیل آمین و ترکیبات پایدارکننده روی زنبورهای عسل در شرایط مزرعه‌ای

| غلظت ترکیب دورکننده | | | | | ترکیبات پایدارکننده |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| ٪۰/۰۳ | ٪۰/۰۷ | ٪۰/۱۷ | ٪۰/۰۴ | ٪۱ | |
| ۲۵/۵۴ ^c | ۴۷/۷۷ ^{bc} | ۷۰/۴۵ ^{ab} | ۹۰/۰۲ ^a | ۹۴/۱۹ ^a | بنزیل بنزووات |
| ۲۷/۴۵ ^c | ۴۷/۹۰ ^{bc} | ۵۵/۶۵ ^b | ۶۹/۱۵ ^{ab} | ۹۰/۶۶ ^a | دی بوتیل فتالات |
| ۷۲/۸۲ ^b | ۷۷/۸۳ ^{ab} | ۸۴/۸۲ ^{ab} | ۹۱/۴۵ ^{ab} | ۹۹/۲۳ ^a | بنزیل الکل |

- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی ۲- اتیل هگزیل آمین همراه با بنزیل بنزووات در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=24/704$.

- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی ۲- اتیل هگزیل آمین دی بوتیل فتالات در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=24$.

- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی ۲- اتیل هگزیل آمین همراه با بنزیل الکل در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=25/355$.

- در هر ردیف میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۶. مقایسه میانگین درصد دورکنندگی تصحیح شده تیمار دی بوتیل آمین و ترکیبات پایدارکننده روی زنبورهای عسل در شرایط مزرعه‌ای

| غلظت | | | | | ترکیبات پایدارکننده |
|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| ٪۰/۰۴ | ٪۰/۰۸ | ٪۰/۱۹ | ٪۰/۰۴ | ٪۱ | |
| ۲۸/۷۶ ^c | ۴۶/۸۸ ^{bc} | ۵۶/۱۳ ^{abc} | ۶۸/۳۲ ^{ab} | ۸۱/۴۶ ^a | بنزیل بنزووات |
| ۲۸/۰۱ ^c | ۶۰/۲۸ ^{bc} | ۶۵/۷۱ ^b | ۶۸/۱۴ ^{ab} | ۷۸/۸۳ ^a | دی بوتیل فتالات |
| ۶۲/۹۸ ^b | ۷۲/۰۴ ^{ab} | ۸۶/۳۷ ^{ab} | ۸۹/۸۱ ^{ab} | ۹۵/۱۱ ^a | بنزیل الکل |

- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی دی بوتیل آمین همراه با بنزیل بنزووات در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=28/059$.

- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی دی بوتیل آمین همراه با دی بوتیل فتالات در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=36/92$.

- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی دی بوتیل آمین همراه با بنزیل الکل در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=27/49$.

- میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

حفاظت زنبورهای عسل می‌باشند.

بنزووات (به ترتیب معادل ۹۴/۱۹، ۹۰/۰۲ و ۷۰/۴۵ درصد دورکنندگی از خود نشان دادند و غلظت ۱ درصد با دی بوتیل فتالات و تمام غلظت‌های بررسی شده این ماده دور کننده در هنگام اختلاط با بنزیل الکل دورکنندگی بالای ۷۰ درصد در شرایط مزرعه نشان دادند (جدول ۵). این احتمال وجود دارد که به علت کارا بودن ترکیب پایدارکننده بنزیل الکل، غلظت‌های بسیار پایین این ترکیب شیمیایی دارای دورکنندگی بالایی در شرایط مزرعه هستند بنابراین قابل توصیه در شرایط وسیع برای

ب- ۲- تیمار دورکننده دی بوتیل آمین با سه ترکیب پایدارکننده بررسی شده

غلظت ۱ درصد این ترکیب دورکننده با بنزیل بنزووات و هم‌چنین در حالت اختلاط با دی بوتیل فتالات به ترتیب دورکنندگی معادل ۸۱/۴۶ و ۷۸/۸۳ درصد داشت (جدول ۶). هرچند که غلظت‌های ۰/۴ و ۰/۱۹ درصد این ترکیب دورکننده

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

| ترکیبات پایدارکننده | غلظت | | | | |
|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | ۱۰٪ | ۱/۸٪ | ۰/۳٪ | ۰/۰۵٪ | ۰/۰۱٪ |
| بنزیل بنزووات | ۶۵/۷۹ ^a | ۳۸/۲۶ ^a | ۲۲/۹۴ ^{ab} | ۲۲/۳۶ ^{bc} | ۱۸/۲۲ ^c |
| دی بوتیل فتالات | ۴۹/۳۸ ^a | ۴۷/۴۲ ^{ab} | ۲۶/۶۴ ^b | ۲۶/۶۲ ^{bc} | ۲۰/۶۳ ^c |
| بنزیل الکل | ۸۸/۴۷ ^a | ۷۵/۶۳ ^{ab} | ۴۸/۱۷ ^{ab} | ۴۶/۸۹ ^{ab} | ۳۵/۹۷ ^b |

- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی متیل سالیسیلات همراه با بنزیل بنزووات در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=27/49$.
- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی متیل سالیسیلات دی بوتیل فتالات در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}=22/64$.
- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی ۲ متیل سالیسیلات همراه با بنزیل الکل در سطح 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 نمی‌باشند.

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 اصلاً 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 صحرائی ندارد، با نتیجه بررسی مایر (۱۱) هم‌خوانی دارد.

غلظت ۱۰ درصد متیل سالیسیلات همراه با غلظت نیم درصد بنزیل الکل، 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 الکل فاقد اختلاف معنی‌دار آماری با غلظت ۱۰ درصد بود (جدول ۷). لذا به نظر 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، ۱/۹ و ۰/۸ درصد دی بوتیل آمین نیز از نظر گروه‌بندی آماری فاقد اختلاف معنی‌دار با غلظت ۱ درصد در هنگام اختلاط با بنزیل الکل 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 ۰/۵ 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 الکل به ترتیب در غلظت‌های ۰/۱۷، ۰/۴ 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 الکل در غلظت‌های ۰/۰۸ درصد و بیشتر و هم‌چنین تیمار ترکیبی متیل سالیسیلات و بنزیل الکل 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 الکل برای دورکردن زنبورعسل مناسب تر باشد. سایر غلظت‌های آزمایش شده متیل سالیسیلات همراه با غلظت ۰/۵ درصد بنزیل الکل اثر دورکنندگی کمتر از ۷۰ درصد روی زنبورعسل 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.

به‌طور 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 زنبورعسل هستند. نتایج غلظت‌های مؤثر بیان می‌کند که

منابع مورد استفاده

۱. موسوی فر، م. ک.، م. خانجانی، ع. ا. پورمیرزا، ۱۳۷۴. ارزیابی اثر دورکنندگی ملاس چغندرقد، اسید اگزالیک و اسید استیک روی تغذیه زنبورعسل و دیگر حشرات گرده‌افشان. خلاصه مقالات دومین سمینار پژوهشی زنبورعسل کشور. مؤسسه تحقیقات دام‌پروری، کرج.
۲. کریمی، م. ۱۳۶۶. آب و هوای منطقه مرکزی ایران. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
3. 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.
4. 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.
5. Gupta, M. and R. C. Sihag. 1991. Bee repellents – Ecology and mode of action. Apicultural Review. Ind. Bee J.53 (1-4): 1-8.
6. Gupta, M. 1985. Olfacto- gustatory response of *Apis florea* F. to aliphatic straight chain ketones. Ind. Bee J. 47: 30-33.
7. 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.
8. 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.
9. Mc Gregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. U. S. Dept. Agric. Handbook. No. 496.
10. Matsumura, F. 1985. *Toxicology of Insecticide*. Plenum Press, New York.
11. Mayer, D.F. 1997. Effects of Methyl salicylate on honeybee (*Apis mellifera* L.) foraging. New Zea. J. Hort. Sci. 25:291-294.
12. 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.
13. Painter, R. R. 1967. Repellents. PP. 267- 285. In: W.W. Klgoe and R. L. Doult (Eds.), Pest Control (Biological, Physical and Selected Chemical Methods), Academic Press., London.
14. SAS institute. 1999. SAS User's Guide Statics. Version 8 ed., SAS institute Inc., Cary, NC.
15. 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.