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

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 با ارزش ترین گونه‌های گرده افشان محصولات کشاورزی محسوب می‌گردد (۹). سموم حشره کش استفاده شده برای حفاظت گیاهان در برابر آفات، دارای آثار مخربی 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 کم خطر برای زنبورعسل، انجام سم پاشی در زمانی که فعالیت زنبورها در

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

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.30.7]

مزارع و باغات در حداقل بوده و استفاده از ترکیبات دورکننده زنبورعسل در مکان‌های سمپاشی شده پیشنهاد شده است (۵). مطالعات برای پیداکردن ترکیبات دورکننده که قبل از استعمال آفت کش‌ها 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 آنیدرید اسیدها و ترکیبات کربونیل دارای بالاترین اثر دورکنندگی زنبورهای عسل هستند (۱۵). هنینگ و همکاران با بررسی اثر عصاره‌های گل‌های یونجه شامل سیس-۳- هگزنیل 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 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 چغندرقند، 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 چغندرقند 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 دور کنندگی بسیار بالاتر از زمانی بود که به تنهایی استفاده گردید. در تحقیق فوق، بالاترین میزان دورکنندگی توسط استیل‌استون و بنزیل‌الکل (۹۸/۸۴ درصد) و کمترین میزان هم وقتی به‌دست آمد که استیل‌استون به تنهایی 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 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 موثر از اهداف دیگر این پژوهش بود.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.30.7]

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

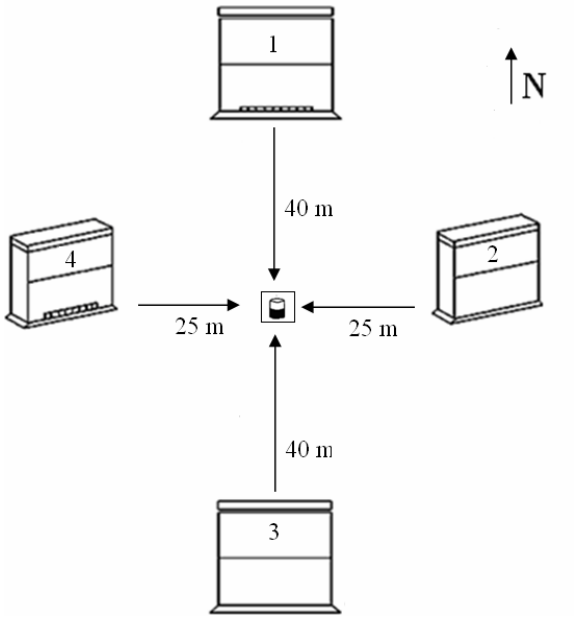
چهار کلنی زنبورعسل معمولی (*Apis mellifera* L.) هریک با جمعیت متوسط و ملکه‌های خواهری جوان از فاصله ۴۰ کیلومتری به محل آزمایش منتقل و در چهار جهت شمال، جنوب، شرق و غرب مزرعه به گونه‌ای قرار داده شدند که دریچه پرواز آنها به‌طرف مرکز زمین واقع گردید. فاصله هریک از کلنی‌های یک و سه از ایستگاه تغذیه مرکزی 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 قطر۴/۵سانتی‌متر، ارتفاع ۷/۵ سانتی‌مترو حجم مدرج ۵۰ میلی‌لیتر بود که درب آن از بیرون پیچ می‌خورد. روی لبهٔ 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 برش-ها نصب گردید (شکل۲). 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 لبهٔ 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 (شکل۲). لوله آزمایش به نحوی به ظرف با چسب متصل شد که دهانهٔ 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 نحوی‌که 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 به‌صورت برعکس قرار داده شده بود، یک بشقاب پلاستیکی به قطر ۱۸ سانتی‌متر قرار می‌گرفت.

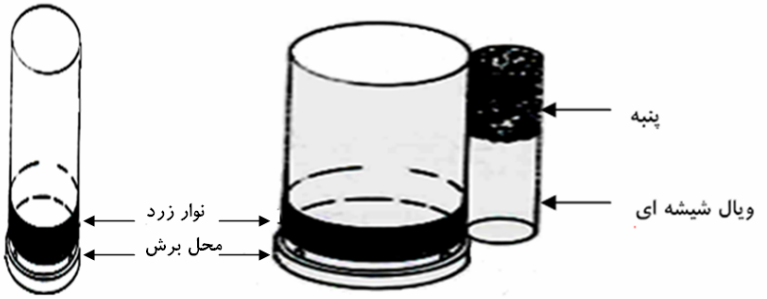
به منظور بررسی اثر جهت باد در میزان دورکنندگی لازم بود کندوها در چهار جهت اصلی جغرافیایی قرار گرفته و برای شناسایی بهتر با رنگ علامت دار شوند، لذا برای جلوگیری از اختلاط زنبورهای چهار کندو با هم، پس از هدایت زنبورهای هر کندو به فاصله ۳ متری قبل از ایستگاه مرکزی یعنی در روز چهارم هدایت آنها، نسبت به رنگ‌آمیزی آنها اقدام می‌گردید. برای این کار از هر کندو ۱۵۰ عدد زنبور هدایت شده را در هنگام تغذیه از ظرف غذا، به‌وسیله رنگ زدن در پشت قفس سینه آنها مشخص نموده به‌طوریکه رنگ زنبورهای هر کندو با سه کندوی دیگر متفاوت باشد. نحوهٔ 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

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.30.7]



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

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 این‌کار 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.

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 میلی‌لیتر شربت ۵۰ درصد همراه با ۲ میلی‌لیتر ماده آزمایشی ریخته شد. هم‌زمان با آزمایش یک ترکیب دورکننده در ایستگاه مرکزی، ۱۰ میلی‌لیتر از همان ترکیب خالص نیز در روی پنبه موجود در

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.30.7]

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 جلب کننده رازیانه در ایستگاه مرکزی برای یاددادن 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.

به‌علت این که لازم بود اثر دورکنندگی ترکیبات در مقایسه با شاهد (شربت شکر) بررسی گردد، لذا شاهد که به همراه نیم درصد اسانس رازیانه بود، به‌عنوان 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 به‌دست آمد:

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

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 غلظت‌های۰/۲ ، ۰/۷، ۱ ، ۱/۵ و ۲ درصد بررسی شدند و پس از تعیین حد بالا و پایین غلظت‌های مورد نیاز، سه غلظت حدواسط (جدول۱) با استفاده از روش ماتسومورا (۱۰) برای هر یک از سه ترکیب شیمیایی دورکننده بر اساس فرمول زیر تعیین شدند:

$$a = \frac{\log A - \log E}{n - ۱}$$

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

$$C = \text{Anti}\log(\log A - ۲a)$$

$$D = \text{Anti}\log(\log A - ۳a)$$

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

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.30.7]

جدول۱ . غلظت‌های تعیین شده از ترکیبات شیمیایی دورکننده

ترکیب شیمیایی دورکننده	غلظت‌ها (درصد)				
	اول (حد بالا با ۹۰ درصددورکنندگی)	دوم	سوم	چهارم	پنجم (حد پایین با۲۰درصددورکنندگی)
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

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 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 به‌صورت 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. درفاصله‌های 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 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

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 (جدول۲).

میانگین درصد دورکنندگی ۲- اتیل‌هگزیل‌آمین برای زنبورعسل در آزمایشات هدایت به ایستگاه مرکزی در مزرعه بیشتر از سایر ترکیبات و برابر با ۹۲/۳۵ درصد بود (جدول ۳)، در حالی‌که 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 درمقایسه با ترکیب پایه‌ای پروپیونیک اسید بودند و هم‌چنین ترکیب

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.30.7]

جدول۲. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد دورکنندگی ترکیبات شیمیایی دورکننده زنبورعسل در شرایط مزرعه‌ای

منابع تغیرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تکرار(بلوک)	۲	۱۳۵۱/۶۰۵**
ترکیبات شیمایی دورکننده	۹	۶۷۲۹/۵۰**
زمان نمونه‌برداری	۲	۳۲۵/۸۸ *
جهت جغرافیایی	۳	۴۰۹/۷۵ **
ترکیب دورکننده× زمان	۱۸	۴۳۴/۶۹ **
ترکیب دورکننده× جهت‌جغرافیایی	۲۷	۶۳/۱۷
زمان نمونه‌برداری× جهت جغرافیایی	۶	۱۲۲/۶۵
ترکیب دورکننده×زمان×جهت	۵۴	۵۱/۷۳
خطا	۲۳۸	۸۲/۲۷
کل	۳۵۹	

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

جدول۳. اثرات ساده و متقابل ترکیبات شیمیایی دورکننده و زمان‌های نمونه برداری روی میانگین درصد دورکنندگی زنبورعسل (± Se) در شرایط مزرعه‌ای

ترکیبات‌شیمیایی دورکننده	زمان نمونه برداری			
	ساعت ۹	ساعت۱۲	ساعت ۱۵	میانگین
۲-اتیل هگزیل آمین	۹۲/۴۵±۱/۵۰ ^{ab}	۹۳/۴۴±۱/۷۰^{a}	۹۱/۱۵±۱/۰۶^{ab}	۹۲/۳۵± ۰/۲۳ ^{A}
دی‌بوتیل‌آمین	۸۶/۷۳±۱/۴۱^{abc}	۸۸/۷۱±۳/۳۱^{abc}	۸۳/۵۹±۳/۳۶^{c}	۸۶/۳۵±۰/۲۲ ^{B}
متیل‌سالیسیلات	۸۶/۰۴±۱/۶۴^{bc}	۶۶/۹۲±۴/۷۸^{ef}	۷۰/۷۷±۲/۷۲^{de}	۷۴/۵۸±۰/۱۸ ^{C}
متیل‌اتیل‌کتون	۵۸/۹۴±۲/۴۷ $^{g-k}$	۶۴/۴۴±۲/۷۵$^{e-g}$	۷۵/۸۱±۱/۶۴^{d}	۶۶/۳۸±۰/۱۶ ^{D}
سیکلوهگزانون	۵۴/۱۸± ۲/۸۹$^{k-n}$	۶۱/۵۱±۲/۱۲$^{f-j}$	۶۷/۲۷±۱/۵۴^{ef}	۶۰/۹۸±۰/۱۵ ^{E}
استوفنون	۶۲/۸۲± ۱/۸۸$^{f-h}$	۵۴/۳۷±۳/۵۸$^{j-n}$	۶۳/۳۷±۲/۰۵$^{f-h}$	۶۰/۱۹±۰/۱۵ ^{EF}
پروپیونیک‌آنیدرید	۵۱/۱۸±۳/۲۱$^{l-n}$	۶۱/۸۳±۳/۳۲$^{f-i}$	۵۹/۲۷±۱/۸۳$^{g-k}$	۵۷/۴۲±۰/۱۴ ^{EF}
متیل‌ایزوبوتیل‌کتون	۵۹/۶۹±۲/۳۶$^{g-k}$	۵۶/۶۴±۲/۷۱$^{h-l}$	۵۳/۶۷±۱/۷۲ $^{k-n}$	۵۶/۶۷±۰/۱۴ ^{F}
استیل استون	۴۸/۵۴± ۲/۱۸^{mn}	۵۸/۰۱±۳/۳۹$^{g-l}$	۶۱/۸۴±۳/۰۲$^{g-i}$	۵۶/۱۳±۰/۱۴F^{G}
مالئیک‌آنیدرید	۵۳/۰۵±۱/۴۸ $^{k-n}$	۴۸/۴۳±۳/۱۰^{n}	۵۵/۷۵±۲/۲۷$^{i-m}$	۵۲/۴۱±۰/۱۳ ^{G}
میانگین	۶۵/۳۵± ۰/۰۹^{B}	۶۵/۴۳± ۰/۰۹^{B}	۶۸/۲۵± ۰/۰۹^{A}	

- حداقل تفاوت معنی‌دار برای میانگین درصد دورکنندگی زنبورعسل برای ساعات نمونه‌برداری درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}$=۲/۳۱ .
- حداقل تفاوت معنی‌دار برای دو میانگین درصد دورکنندگی زنبورعسل برای اثر ترکیب دورکننده در سطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}$=۴/۲۱.
- حداقل تفاوت معنی‌دار برای میانگین درصد دورکنندگی زنبورعسل برای اثر متقابل ترکیبات دورکننده- ساعات نمونه برداری درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}$=۷/۲۹ .
- 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.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.30.7]

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 آنیدرید نیز درصد دورکنندگی بالایی روی زنبورعسل نشان داد، در حالی‌که در تحقیق حاضر از این گروه، مالئیک آنیدرید و پروپیونیک آنیدرید با اختلاف معنی‌دار با یکدیگر میانگین درصد دورکنندگی پایینی از خود نشان دادند. شاید علت این امر، فراریت بیشتر این‌گونه ترکیبات در شرایط طبیعت نسبت به شرایط آزمایشگاهی باشد.

وودرو و همکاران گروه‌های شیمیایی آمین، اسید، اسید آنیدرید 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 آنیدریدی می‌توان به اثر عوامل محیطی، نوع حلال استفاده شده (استیک آنیدرید) 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 مالئیک‌آنیدرید فاقد اثر دورکنندگی روی زنبورهای‌عسل از نظر چشایی می‌باشد (۳). در حالی‌که پروپیونیک آنیدرید دارای اثر دورکنندگی بهتری روی زنبورعسل نسبت به مالئیک آنیدرید بوده است که نتیجه تحقیق حاضر را تأیید می‌کند.

نتایج این تحقیق هم‌چنین نشان می‌دهد 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 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 (جدول۳). ملکشم و همکاران بیان کرده اند 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 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 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.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.30.7]

جدول۴. 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 درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}$=۲/۶۶ .
- 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 حالی‌که این میزان برای دو ساعت ۹ و ۱۲ به ترتیب معادل ۶۵/۳۵ و۶۵/۴۳ درصد تعیین گردید که فاقد اختلاف معنی‌دار با هم بودند (جدول ۳). احتمالاً به‌دلیل 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 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 (جداول ۲ و ۴).

کمترین میزان درصد دور کنندگی 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 (جدول۴). 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

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.30.7]

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 دورکنندگی 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 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 معنی‌دار با یکدیگر بود. در مورد این ترکیب هم میانگین درصد دورکنندگی در ساعت ۱۲ بیشتر از دو ساعت ۹ و ۱۵ بود (جدول۳). هرچند که میانگین دما در ساعت ۱۵ بیشتر از ساعت ۱۲ می‌باشد، اما احتمالاً با افزایش دما از یک طیف مشخص در میزان درصد دورکنندگی کاهشی مشاهده می‌شود. علی‌رغم 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 دور کنندگی در ساعت ۹ صبح دیده شد که برابر با ۷۶/۰۴ درصد بود، در حالی‌که 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 می‌شود، اما در تحقیق حاضر مشخص گردید که دمای زیر ۳۰ درجه سانتی‌گراد باعث می‌شود که ترکیب متیل سالیسیلات بالاترین درصد دورکنندگی 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 ساعاتی که دمای محیط پایین تر بود، اثر دورکنندگی 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 مؤثرترین ترکیب شیمیایی دورکننده در مناسب‌ترین 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 به‌عنوان ترکیبی که دارای کمترین میانگین درصد دورکنندگی معادل ۴۸/۴۳ درصد در ساعت ۱۲ نسبت به شاهد روی زنبورهای عسل است معرفی می‌گردد (جدول۳). با توجه به نتایج به‌دست 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 هم‌چنین همراه مواد پایدارکننده شامل بنزیل بنزووات (گروه استری)، دی بوتیل فتالات (گروه استری)، و بنزیل الکل(گروه الکلی)، از نظر تعیین بهترین دز مصرفی مورد بررسی قرار گیرند.

ب- آزمایشات تعیین میزان دورکنندگی 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 دور کننده مطلوب، به تعیین غلظت‌های موثر با دورکنندگی بالای ۷۰ درصد در شرایط وسیع مزرعه‌ای 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 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 و ۰/۱۷ درصد ۲- اتیل هگزیل آمین با بنزیل

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.30.7]

جدول۵. مقایسه میانگین درصد دورکنندگی تصحیح شده براساس تیمار ۲- اتیل هگزیل آمین و ترکیبات پایدارکننده روی زنبورهای عسل در شرایط مزرعه‌ای

ترکیبات پایدارکننده	غلظت ترکیب دورکننده				
	٪۱	٪ ۰/۴	٪ ۰/۱۷	٪۰/۰۷	٪۰/۰۳
بنزیل بنزووات	۹۴/۱۹[a]	۹۰/۰۲[a]	۷۰/۴۵[ab]	۴۷/۷۷[bc]	۲۵/۵۴[c]
دی بوتیل فتالات	۹۰/۶۶ [a]	۶۹/۱۵ [ab]	۵۵/۶۵ [b]	۴۷/۹۰ [bc]	۲۷/۴۵ [c]
بنزیل الکل	۹۹/۲۳ [a]	۹۱/۴۵ [ab]	۸۴/۸۲ [ab]	۷۷/۸۳ [ab]	۷۲/۸۲ [b]

- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی ۲-اتیل هگزیل آمین همراه با بنزیل بنزووات درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}$=۲۴/۷۰۴ .
- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی ۲-اتیل هگزیل آمین دی بوتیل فتالات درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}$=۲۴ .
- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی ۲-اتیل هگزیل آمین همراه با بنزیل الکل درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}$=۲۵/۳۵۵.
- 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

ترکیبات پایدارکننده	غلظت				
	٪۱	٪ ۰/۴	٪ ۰/۱۹	٪۰/۰۸	٪۰/۰۴
بنزیل بنزووات	۸۱/۴۶[a]	۶۸/۳۲ [ab]	۵۶/۱۳ [abc]	۴۶/۸۸ [bc]	۲۸/۷۶ [c]
دی بوتیل فتالات	۷۸/۸۳ [a]	۶۸/۱۴ [ab]	۶۵/۷۱ [b]	۶۰/۲۸ [bc]	۲۸/۰۱ [c]
بنزیل الکل	۹۵/۱۱ [a]	۸۹/۸۱ [ab]	۸۶/۳۷ [ab]	۷۲/۰۴ [ab]	۶۲/۹۸ [b]

- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی دی بوتیل آمین همراه با بنزیل بنزووات درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}$=۲۸/۰۵۹ .
- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی دی بوتیل آمین همراه با دی بوتیل فتالات درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}$=۳۶/۹۲.
- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی دی بوتیل آمین همراه با بنزیل الکل درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}$=۲۷/۴۹ .
- میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد 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 (جدول۵). این احتمال وجود دارد که به‌علت 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 حفاظت زنبورهای عسل می‌باشند.

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

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.30.7]

جدول۷. 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 درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}$=۲۷/۴۹ .
- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی متیل سالیسیلات دی بوتیل فتالات درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}$=۲۲/۶۴ .
- حداقل تفاوت معنی‌دار برای اثر تیمار ترکیبی ۲ متیل سالیسیلات همراه با بنزیل الکل درسطح احتمال ۵ درصد برابر است با $LSD_{5\%}$=۳۰/۵۲ .
- در هر ردیف میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

با بنزیل بنزووات و هم‌چنین غلظت ۰/۴ درصد با دی بوتیل فتالات فاقد اختلاف آماری معنی‌دار با غلظت یک درصد هستند اما به‌علت کم شدن میزان دورکنندگی قابل توصیه نمی‌باشند. غلظت‌های ۰/۴، ۱۹/ و ۰/۰۸ 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 (جدول۶). 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 (جدول۷) 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 هم چنین صرفه اقتصادی نیز توجه 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 (جدول۷) 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 صحرایی 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 (جدول۷). لذا به‌نظر می‌رسد که غلظت

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.30.7]

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 دور کنندگی 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.

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 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 دربالاترین غلظت مورد بررسی(۱۰ درصد) درصد دورکنندگی حداکثر تا ۶۵ و ۴۷ درصد نشان دادند. لذا به‌دلیل 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.

منابع مورد استفاده

۱. موسوی فر، م. ک.، م. خانجانی، ع. ا. پورمیرزا. ۱۳۷۴. ارزیابی اثر دورکنندگی ملاس چغندرقند، 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. Klgore and R. L. Doutt (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.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.30.7]