



سازمان جهاد دانشگاهی تهران



سازمان جهاد دانشگاهی تهران

معاونت پژوهش و فناوری

مرکز تحقیقات و فناوری نفت، گاز و فرایندهای شیمیایی

گروه پژوهشی شیمی کاربردی

مطالعه فرومون‌های جنسی حشرات

محمد هادی قاسمی

آذرماه ۱۴۰۰

مقدمه

فرومون‌ها مواد شیمیایی پیچیده‌ای هستند که از غدد داخل بدن حشرات ترشح می‌شوند که برای مقاصد حیاتی و مهمی چون جفت‌یابی، علامت‌گذاری مسیر، اعلام هشدار در مواقع خطر، نشان دادن محل غذا یا لانه‌سازی توسط حشرات بکار گرفته می‌شوند و واکنش رفتاری را در حشرات دیگر موجب می‌شوند. فرومون‌ها پیام‌های شیمیایی را مخابره و واکنش‌های رفتاری کوتاه‌مدت را بر می‌انگیزند و می‌توانند گیرندگان پیام را خارج از بدن تولیدکننده پیام تحریک کنند و بر رفتار آنها تاثیر بگذارند. تاکنون ۱۷۰ گونه پروانه شناخته شده که از خود فرومون پخش می‌کنند. امروزه از فرومون‌های مصنوعی تهیه شده در مبارزه با آفات کشاورزی استفاده می‌شود.

کنترل آفات با استفاده از فرومون‌های جنسی از دو روش کنترل مستقیم و کنترل غیر مستقیم انجام می‌گیرد. در روش غیر مستقیم، از فرومون صرفاً به منظور تعیین محدوده جغرافیایی گسترش انواع حشرات، کسب اطلاعات در مورد زمانبندی چرخه رشد و یا تخمین جمعیت گونه‌های حشرات در محدوده مورد بررسی استفاده می‌شود. روش مستقیم کنترل حشرات با فرومون‌های جنسی خود به سه روش شکار انبوه، اخلاص در جفتگیری و جلب کردن و کشتن انجام می‌شود. کارآمدی فرومون‌ها به عواملی چون ماهیت شیمیایی، فراریت، قابلیت انحلال و طول عمر مولکول‌ها در محیط وابسته است. یکی از مهم‌ترین فاکتورهای موثر بر کارآمدی فرومون‌ها، دما است که سبب افزایش انتشار مولکول‌ها در هوا می‌شود. پایداری این ترکیبات شیمیایی همچنین بر روی کارآمدی و اثربخشی مدیریت تلفیقی آفات اثرگذار است. انواع فرومون‌های مورد استفاده به همراه نوع عملکرد آنها در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱. انواع فرومون به لحاظ عملکرد

۱. فرومون‌های جنسی ^۱
این فرومون از غده‌های برون ریز پروانه‌های ماده به صورت گاز خارج می‌شوند و حشرات نر را به منظور جفت‌گیری جلب می‌کنند. از این فرومون‌ها در مبارزه مستقیم با آفات استفاده می‌شود. به این صورت که در تله‌های فرومونی حشرات استفاده شده و آن را از بین می‌برند. بعضی از فرومون‌ها به عنوان عامل گیج کننده ^۲ ، محیط را از فرومون اشباع کرده و در جفت‌گیری اختلال ایجاد می‌نمایند.
۲. فرومون‌های تجمعی ^۳
این نوع فرومون‌ها در افراد یک گونه وجود دارد و حشرات نر و ماده به این فرومون جلب می‌شوند. به عنوان مثال از سوسک حنائی خرما فرومونی به نام فروژینئول استخراج کرده اند که حشرات را جلب و پس از آن معدوم می‌نمایند.
۳. فرومون‌های هشداردهنده ^۴
در بعضی از حشرات مانند شته‌ها، هنگامی که مورد حمله دشمنان طبیعی قرار می‌گیرند از انتهای کورنیکول خود قطراتی ترشح می‌کنند که به عنوان فرومون هشداردهنده و زنگ خطر برای سایر افراد عمل می‌کند.
۴. فرومون قلمرویی ^۵
بعضی از گونه‌ها با ترشح این نوع فرومون قلمرو خود را برای سایر افراد گونه مشخص می‌کنند. به عنوان مثال، فرومون موجود در ادرار سگ‌ها، قلمرو آن‌ها را مشخص می‌کند یا می‌تواند برای جذب جنس مخالف مؤثر باشد.

تاکنون مواد موثره فرومون‌های جنسی و تجمعی متعدد محصولات زراعی و باغی، شناسایی و سنتز شده‌اند. فرومون‌های مصنوعی به طور معمول در کپسول‌های پلاستیکی خاص نگهداری می‌شوند. این کپسول‌ها که به لوور نیز شهرت دارند، به نحوی طراحی شده‌اند که در زمان استفاده در تله‌های فرومونی، ماده موثره فرومون را به تدریج طی چند روز تا چند هفته در محیط آزاد می‌کنند. تله‌های فرومونی با طراحی متنوع، یک سطح آغشته به چسب مانند تله دلتا یا مخروط متصل به یک محفظه است که لوور فرومون در آن تعبیه شده است. تله‌های فرومونی برای مقاصد پایش جمعیت حشرات، شکار انبوه حشرات، و اختلال در جفت‌یابی استفاده

¹ Sex pheromone

² Confusion pheromones

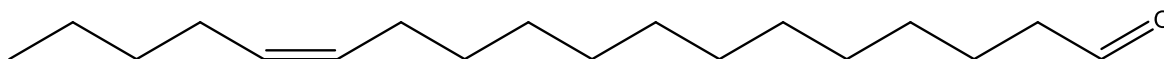
³ Aggregation pheromone

⁴ Alarm pheromone

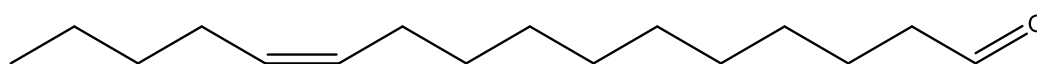
⁵ Territorial pheromone

می‌شوند. در ادامه نمونه‌ای از فرومون‌های پرمصرف در جداول ۲ و ۳ و ۴ به همراه نام علمی آنها توضیح داده شده‌اند. از جداول می‌توان دریافت که فرومون اختصاصی هر حشره شامل ترکیبی از مواد شیمیایی جاذب با ترکیب درصد متفاوت است. به عنوان مثال فرومون کرم ساقه‌خوار برنج که در گروه شیمی کاربردی به عنوان طرح فناوریانه اجرا شده، شامل اجزای ذیل است (شکل ۱).

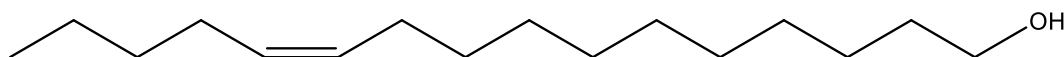
(Z)-13-Octadecenal



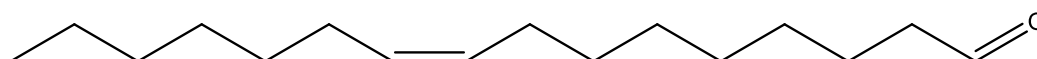
(Z)-11-Hexadecenal



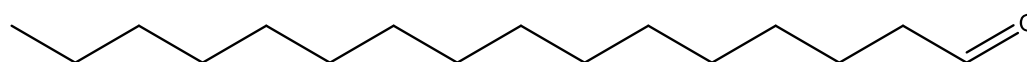
(Z)-11-Hexadecen-1-ol



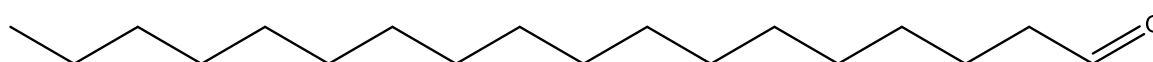
(Z)-9-Hexadecenal



Hexadecanal



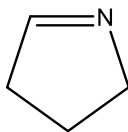
Octadecanal



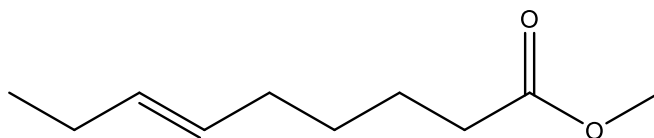
شکل ۱. ساختار شیمیایی اجزای تشکیل‌دهنده فرومون کرم ساقه‌خوار برنج

یا فرومون مگس مدیترانه که شامل اجزای ذیل است (شکل ۲).

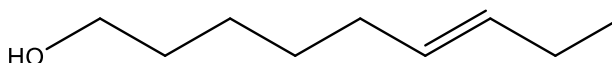
3,4-Dihydro-2H-pyrrole



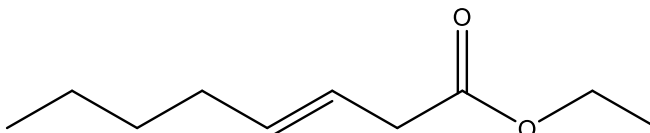
Methyl (E)-6-nonenoate



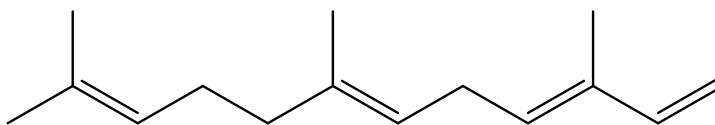
(E)-6-nonen-1-ol



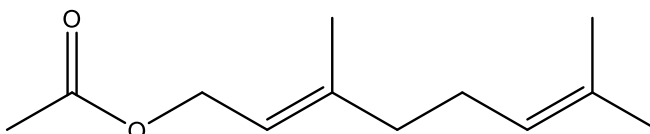
Ethyl (E)-oct-3-enoate



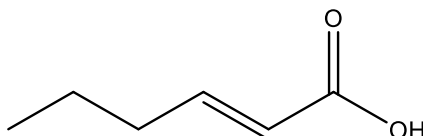
(E,E)-alpha-Farnesene



Geranyl acetate



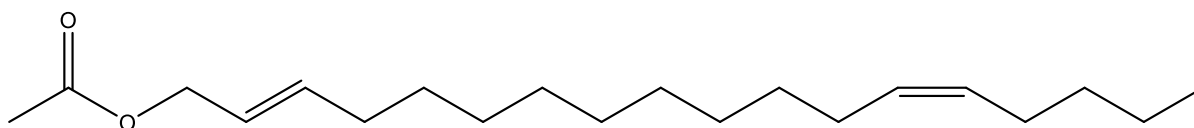
(E)-2-Hexenoic acid



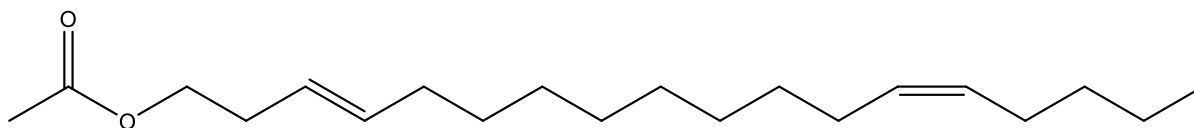
شکل ۲. ساختار شیمیایی اجزای تشکیل‌دهنده فرومون مگس مدیترانه

با بررسی دقیق اجزای تشکیل‌دهنده فرومون حشرات می‌توان دریافت که برخی از اجزای تشکیل‌دهنده در فرومون حشرات مشابه یکدیگر است. برای مثال، دو جزء از اجزای تشکیل‌دهنده فرومون کرم خراط و فرومون

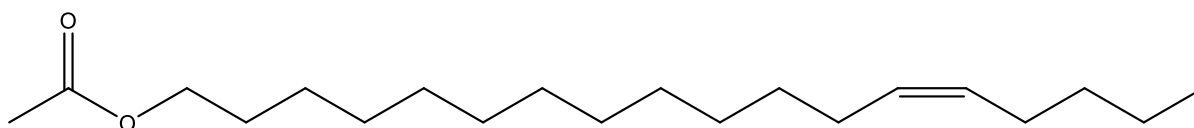
پروانه زنبورمانند یکی است (شکل‌های ۳ و ۴).



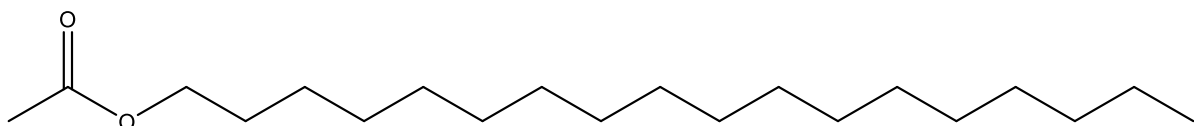
(E,Z)-2,13-Octadecadien-1-ol acetate



(Z,E)-2,13-Octadecadien-1-ol acetate



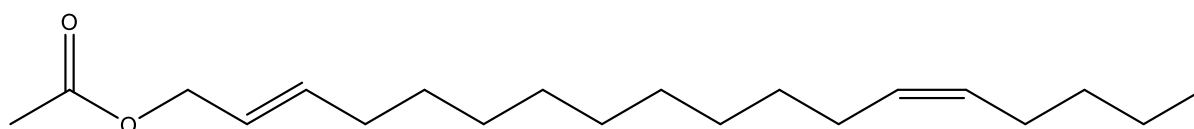
(Z)-13-Octadecen-1-ol acetate



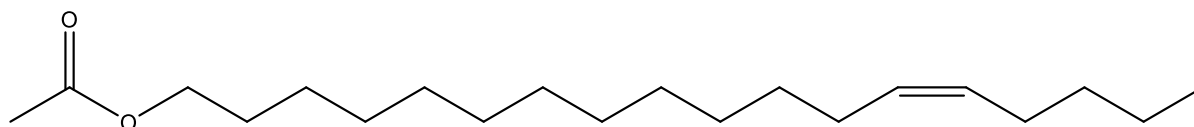
Octadecan-1-ol acetate

شکل ۳. ساختار شیمیایی اجزای تشکیل‌دهنده فرومون کرم خراط (پروانه فری)

(E,Z)-2,13-Octadecadien-1-ol acetate



(Z)-13-Octadecen-1-ol acetate



شکل ۴. ساختار شیمیایی اجزای تشکیل‌دهنده فرومون زنبورمانند

در دو ساختار بالا، اجزای (E,Z)-۲ و ۱۳-اکتادکادیان-۱-اول استات و (Z)-۱۳-اکتادکن-۱-اول استات یکسان هستند.

جدول ۲. فرومون‌های محصولات زراعی

ردیف	نام آفت	نام علمی	Female Sex Pheromone Components
۱	کرم ساقه‌خوار برنج	<i>Chilo suppressalis</i>	I: (Z)-11-Hexadecenal II: (Z)-13-Octadecenal III: (Z)-9-Hexadecenal IV: Hexadecanal V: (Z)-11-Hexadecen-1-ol VI: Octadecanal
۲	کرم طوقه‌بر	<i>Agrotis ipsilon</i> <i>Agrotis segetum</i>	<i>Agrotis ipsilon</i> I: (Z)-7-Dodecen-1-ol acetate II: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate III: (Z)-11-Hexadecen-1-ol acetate <i>Agrotis segetum</i> I: (Z)-7-Dodecen-1-ol acetate II: (Z)-5-Decen-1-ol acetate III: (Z)-9-Dodecen-1-ol acetate IV: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate V: (Z)-7-Dodecen-1-ol VI: Dodecan-1-ol acetate VII: Decan-1-ol acetate
۳	بید سیب‌زمینی	<i>Phthorimaea operculella</i>	I: (E,Z)-4,7-Tridecadien-1-ol acetate II: (E;Z)-4J,10-Tridecatrien [^] ol acetate
۴	بید غده سیب‌زمینی	<i>Tecia solanivora</i>	I: (E)-3-Dodecen-1-ol acetate II: (Z)-3-Dodecen-1-ol acetate
۵	کرم بلال ذرت	<i>Helicoverpa(heliothis)zea</i>	I: (Z)-11-Hexadecenal II: (Z)-9-Hexadecenal III: (Z)-7-Hexadecenal IV: Hexadecenal V: (Z)-11-Hexadecen-1-ol
۶	ساقه‌خوار ذرت	<i>Sesamia cretica</i>	I: (Z)-9-Tetradecen-1-ol II: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate
۷	کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت	<i>Ostrinia nubilalis</i>	I: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate II: (E)-11-Tetradecen-1-ol acetate III: (E)-9-Tetradecen-1-ol acetate IV: Tetradecan-1-ol acetate V: (Z)-11-Tetradecen-1-ol VI: Tetradecan-1-ol VII: Dodecan-1-ol
۸	کرم خاردار پنبه	<i>Earias insulana</i>	I: (E,E)-10,12-Hexadecadienal
۹	کرم سرخ پنبه	<i>Pectinophora gossypiella</i>	I: (Z,Z)-7,11-Hexadecadien-1-ol acetate II: (Z,E)-7,11-Hexadecadien-1-ol acetate III: (Z,Z)-7,11-Hexadecadien-1-ol IV: (Z,E)-7,11-Hexadecadien-1-ol V: Tetradecan-1-ol acetate VI: Hexadecan-1-ol acetate

I: (Z)-11-Hexadecenal II: (Z)-11-Hexadecen-1-ol III: (Z)-9-Hexadecenal IV: Hexadecanal V: Hexadecen-1-ol VI: (Z)-11-Tetradecenal VII: (Z)-11-Tetradecen-1-ol VIII: (Z)-11-Hexadecen-1-ol acetate	Helicoverpa(heliothis)armigera	کرم قوزه پنبه	۱۰
I: (Z,E)-9,11-Tetradecadien-1-ol acetate II: (Z,Z)-9,11-Tetradecadien-1-ol acetate III: (Z,E)-9,12-Tetradecadien-1-ol acetate IV: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate V: (E)-11-Tetradecen-1-ol acetate VI: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate VII: Tetradecan-1-ol acetate	Spodoptera littoralis	کرم برگ‌خوار پنبه	۱۱
I: (Z,Z)-7,11-Hexadecadien-1-ol acetate II: (Z,E)-7,11-Hexadecadien-1-ol acetate	Pectinophora malvae (Pectinophora Scutigera)	کرم سرخ ثانویه پنبه	۱۲
I: 2-Ethoxy benzoic acid II: N-3-Methylbutyl acetamide HI: N-2-Methylbutyl acetamide IV: 2-Methoxy-N-3-methylbutyl acetamide V: Tetramethylpyrazine VI: Methylpyrazine VII: 2,3,6-Trimethylpyrazine	Myopardalis pardalina Dacus Cucurbitae (Melon Fly)	مگس خربزه	۱۳
I: 2-Ethoxy benzoic acid II: N-3-Methylbutyl acetamide HI: N-2-Methylbutyl acetamide IV: 2-Methoxy-N-3-methylbutyl acetamide V: Tetramethylpyrazine VI: Methylpyrazine VII: 2,3,6-Trimethylpyrazine	Dacus Cucurbitae	مگس جالیز و خربزه	۱۴
I: (Z,E)-9,12-Tetradecadien-1-ol acetate II: (Z)-9-Tetradecen-1-ol III: Tetradecan-1-ol IV: (E)-9-Tetradecen-1-ol V: (Z,Z)-9,12-Tetradecadien-1-ol VI: (Z,E)-9,12-Tetradecadien-1-ol VII: (Z)-7-Tetradecen-1-ol acetate VIII: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate IX: Tetradecan-1-ol acetate X: (E)-9-Tetradecen-1-ol acetate XI: (Z,Z)-9,12-Tetradecadien-1-ol acetate	Spodoptera exigua	برگ‌خوار چغندر قند	۱۵
FEMALE SEX PHEROMONE COMPONENTS I: (Z)-11-Hexadecen-1-ol acetate II: (Z)-11-Hexadecen-1-ol III: Hexadecan-1-ol acetate	Sesamia Nonagroides	کرم ساقه‌خوار سزامیا	۱۶
I: (Z)-11-Hexadecen-1-ol acetate II: (Z)-11-Hexadecen-1-ol	Heliothis virescens	پيله‌خوار نخود	۱۷

جدول ۳. فرمون‌های محصولات باغی

ردیف	نام آفت	نام علمی	Female Sex Pheromone Components
۱	مگس میوه مدیترانه	<i>Ceratitis capitata</i> (Mediterranean Fruit Fly)	I: 3,4-Dihydro-2H-pyrrole II: Methyl (E)-6-nonenolate III: (E)-6-Nonen-1-ol IV: Ethyl (E)-oct-3-enoate V: (E,E)-alpha-Farnesene VI: Geranyl acetate VII: (E)-2-Hexenoic acid
۲	کرم آلو	<i>Cydia(grapholita)funebrana</i>	I: (Z)-8-Dodecen-1-ol acetate II: (E)-8-Dodecen-1-ol acetate III: Tetradecan-1-ol acetate IV: (Z)-8-Tetradecen-1-ol acetate V: (Z)-10-Tetradecen-1-ol acetate VI: Hexadecan-1-ol acetate VII: Dodecan-1-ol acetate VIII: Eicosan-1-ol acetate IX: Octadecan-1-ol acetate X: (Z)-8-Dodecen-1-ol
۳	مگس زیتون	<i>Bactrocera(dacus)oleae</i>	I: (E)-6-Nonen-1-ol II: /7-Cymene III: 3-Hydroxy-1,7-dioxaspiro[5.5]undecane IV: 4-Hydroxy-1,7-dioxaspiro[5.5]undecane
۴	کرم سیب	<i>Cydia(grapholita)pomonella</i>	I: (E,E)-8,10-Dodecadien-1-ol II: Dodecan-1-ol III: Tetradecan-1-ol IV: Hexadecan-1-ol V: (E,Z)-8,10-Dodecadien-1-ol VI: (E)-9-Dodecen-1-ol VII: (E,E)-8,10-Dodecadienal VIII: (E)-8-Dodecen-1-ol
۵	خوشه‌خوار انگور	<i>Lobesia botrana</i>	I: (E,Z)-7,9-Dodecadien-1-ol acetate II: (Z)-9-Dodecen-1-ol acetate III: (E)-9-Dodecen-1-ol acetate IV: Dodecan-1-ol acetate
۶	پروانه زنبور مانند	<i>Synanthedon tipuliformis</i>	I: (E,Z)-2,13-Octadecadien-1-ol acetate II: (Z)-13-Octadecen-1-ol acetate
۷	مگس زیتون	<i>Dacus oleae</i>	I: (E)-6-Nonen-1-ol II: /7-Cymene III: 3-Hydroxy-1,7-dioxaspiro[5.5]undecane IV: 4-Hydroxy-1,7-dioxaspiro[5.5]undecane
۸	کرم سرشاخه‌خوار هلو	<i>Anarsia lineatella</i>	I: (E)-5-Decen-1-ol acetate II: (E)-5-Decen-1-ol
۹	سرشاخه‌خوار هلو	<i>Archips rosanus</i>	I: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate II: (Z)-11-Tetradecen-1-ol III: (E)-11-Tetradecen-1-ol acetate
۱۰	کرم خراط (پروانه فری)	<i>Zeuzera pyrina</i>	I: (E,Z)-2,13-Octadecadien-1-ol acetate II: (E,Z)-3,13-Octadecadien-1-ol acetate III: (Z)-13-Octadecen-1-ol acetate IV: Octadecan-1-ol acetate
۱۱	مگس میوه شرقی	<i>Bactrocera Dorsalis</i> (<i>Dacus Dorsalis</i> Hendel) (Oriental Fruit Fly)	I: 2-Ethyl-8-methyl-1,7-Dioxaspiro[5.5]undecane
۱۲	کرم به	<i>Euzophera bigella</i>	I: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate II: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate III: (Z)-9-Tetradecen-1-ol
۱۳	بید زیتون	<i>Prays oleae</i>	I: (Z)-7-Tetradecen-1-ol

جدول ۴. لیست موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور (۱۳۹۴)

ردیف	نام علمی آفت	Female Sex Pheromone Components
۱	Bactrocera oleae	Olive fly موجود در لیست بالا
۲	Agrotis ipsilon	Black cutworm موجود در لیست بالا
۳	Agrotis segetum	Turnip moth موجود در لیست بالا
۴	Anarsia lineatella	Peach twig borer موجود در لیست بالا
۵	Archips argyrospilus	Fruittree leafroller I: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate II: (E)-11-Tetradecen-1-ol acetate III: Dodecan-1-ol acetate IV: (Z)-11-Tetradecen-1-ol V: (E)-11-Tetradecen-1-ol VI: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate
۶	Archips breviplicanus	I: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate II: (E)-11-Tetradecen-1-ol acetate
۷	Archips Cerasivoranus	Uglynest caterpillar I: (E)-11-Tetradecen-1-ol acetate II: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate III: (E)-11-Tetradecen-1-ol IV: (Z)-11-Tetradecen-1-ol V: Tetradecan-1-ol VI: Tetradecan-1-ol acetate
۸	Archips podanus	Fruittree tortrix I: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate II: (E)-11-Tetradecen-1-ol acetate
۹	Archips pulchra	I: (Z)-9-Dodecen-1-ol acetate
۱۰	Archips rosanus	European leafroller موجود در لیست بالا
۱۱	Archips semiferranus	I: (E)-11-Tetradecen-1-ol acetate II: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate III: Tetradecan-1-ol acetate
۱۲	Archips xylosteanus	Linnaeus I: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate II: (E)-11-Tetradecen-1-ol acetate
۱۳	Autographa californica	Alfaalfa loope I: (Z)-7-Dodecen-1-ol acetate II: (Z)-7-Dodecen-1-ol
۱۴	Autographa gamma	Silver Y moth I: (Z)-7-Dodecen-1-ol acetate II: (Z)-7-Dodecen-1-ol
۱۵	Chrysodeixis chalcites	Tomato looper مینوز گوجه‌فرنگی I: (Z)-7-Dodecen-1-ol acetate II: Hexadecan-1-ol acetate III: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate IV: Dodecan-1-ol acetate V: Tetradecan-1-ol acetate VI: (Z)-9-Dodecen-1-ol acetate
۱۶	Cydia pomonella	Codling moth I: (E,E)-8,10-Dodecadien-1-ol II: Dodecan-1-ol III: Tetradecan-1-ol IV: Hexadecan-1-ol V: (E,Z)-8,10-Dodecadien-1-ol VI: (E)-9-Dodecen-1-ol VII: (E,E)-8,10-Dodecadienal VIII: (E)-8-Dodecen-1-ol

I: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate II: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate III: (Z)-9-Tetradecen-1-ol	Euzophera Bigella Zeller (Quince Moth)	Euzophera bigella	۱۷
I: (Z)-8-Dodecen-1-ol acetate II: (E)-8-Dodecen-1-ol acetate III: (Z)-8-dodecen-1-ol IV: Dodecan-1-ol	Oriental fruit moth	Grapholita molesta	۱۸
I: (Z)-1-1-Hexadecenal II: (Z)-1-1-Hexadecenal-ol III: (Z)-9-Hexadecenal IV: Hexadecanal V: Hexadecen-1-ol VI: (Z)-1-1-Tetradecenal VII: (Z)-11-Tetradecen-1-ol VIII: (Z)-1-1-Hexadecen-1-ol acetate	Cotton bollworm	Heliothis ↑armigera	۱۹
I: (Z)-11-Hexadecenal II: (Z)-9-Hexadecenal III: (Z)-7-Hexadecenal IV: (Z)-11-Hexadecen-1-ol V: (Z)-9-Tetradecenal VI: Hexadecanal VII: Tetradecanal Male Courtship Inhibition Pheromone V: (Z)-9-Tetradecenal	Tobacco budworm	Heliothis virescens	۲۰
I: (Z)-1-1-Hexadecenal II: (Z)-9-Hexadecenal III: (Z)-7-Hexadecenal IV: Hexadecenal V: (Z)-11-Hexadecen-1-ol	Corn earworm	Heliothis zea	۲۱
موجود در لیست بالا	Grapevine moth	Lobesia botrana	۲۲
I: (Z)-11-Hexadecen-1-ol acetate II: Hexadecan-1-ol acetate III: Tetradecan-1-ol acetate IV: (E)-1-1-Hexadecen-1-ol acetate V: (Z)-11-Hexadecen-1-ol VI: (Z)-9-Hexadecen-1-ol acetate VII: (Z)-1-1-Heptadecen-1-ol acetate	Cabbage moth	Mamestra brassicae	۲۳
I: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate II: (Z)-9-Hexadecen-1-ol acetate III: (Z)-11-Hexadecen-1-ol acetate		Naranga aenescens	۲۴
موجود در لیست بالا	European corn borer	Ostrinia nubilalis	۲۵
I: (E)-1-1-Tetradecen-1-ol acetate II: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate III: (E)-11-Tetradecen-1-ol IV: (Z)-1-1-Tetradecen-1-ol V: Tetradecan-1-ol	Barred fruit tree tortrix	Pandemis cerasana	۲۶
I: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate II: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate III: (Z)-11-Tetradecen-1-ol IV: Dodecan-1-ol acetate V: Tetradecan-1-ol acetate		Pandemis heparana	۲۷

I: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate II: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate	Threelined leafroller	Pandemis limitata	۲۸
I: (Z)-11-Tetradecen-1-ol acetate II: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate		Pandemis pyrusana	۲۹
I: (Z)-1 1-Hexadecen-1-ol acetate II: (Z)-1-Hexadecen-1-ol	Diamond back moth	Plutella xylostella	۳۰
I: (E)-9-Dodecen-1-ol acetate II: Dodecan-1-ol acetate III: (E)-9-Dodecen-1-ol IV: Dodecan-1-ol	European pine shoot moth	Rhyacionia bouliana	۳۱
موجود در لیست بالا		Sesamia cretica	۳۲
I: (Z)-1 1-Hexadecen-1-ol acetate II: (Z)-1 1-Hexadecen-1-ol III: Hexadecan-1-ol acetate	Pink stalk borer	Sesamia nonagrioides	۳۳
I: (E)-9-Dodecen-1-ol acetate II: (E)-1 1-Tetradecen-1-ol acetate III: (Z)-1 1-Tetradecen-1-ol acetate IV: Dodecan-1-ol acetate V: Tetradecan-1-ol acetate	Grape berry moth	Sparganothis pilleriana	۳۴
موجود در لیست بالا	Beet army worm	Spodoptera exigua	۳۵
I: (Z)-1 1-Tetradecen-1-ol acetate	European oak leafroller	Tortrix viridana	۳۶
I: (Z)-7-Dodecen-1-ol acetate II: Dodecan-1-ol acetate III: (Z)-5-Dodecen-1-ol acetate IV: 11-Dodecen-1-ol acetate V: (Z)-7-Tetradecen-1-ol acetate VI: (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate VII: (Z)-7-Dodecen-1-ol	Cabbage looper	Trichoplusia ni	۳۷
موجود در لیست بالا		phthorimaea operculella	۳۸

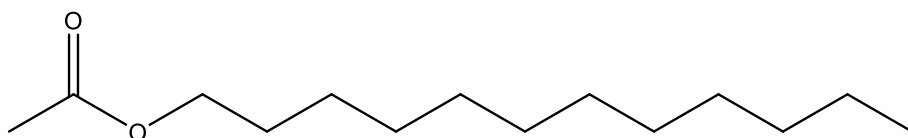
در پایان باید گفت که انتخاب فرمون مناسب جهت تولید در جهاد دانشگاهی به شرایط ذیل بستگی دارد:

- میزان مصرف در ایران (گسترده‌گی محصولات زراعی و باغی مورد نظر)

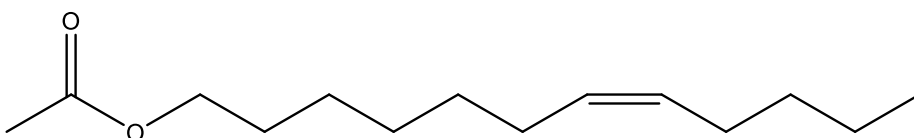
- میزان اجزای تشکیل‌دهنده فرومون و سهولت دسترسی به مواد اولیه تجاری

- قیمت تمام‌شده فرومون سنتزی و قیمت نمونه تجاری

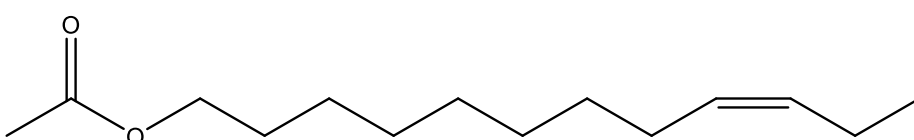
Dodecan-1-ol acetate



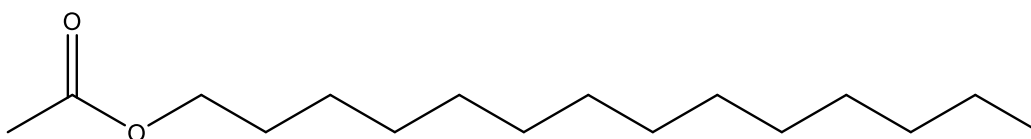
(Z)-7-Dodecen-1-ol acetate



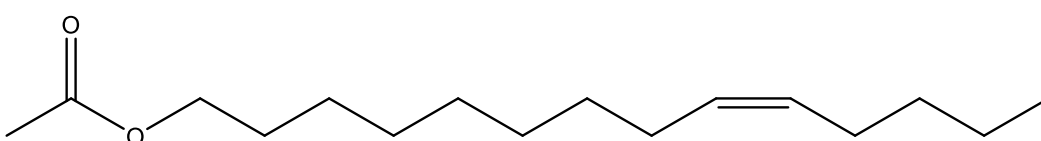
(Z)-9-Dodecen-1-ol acetate



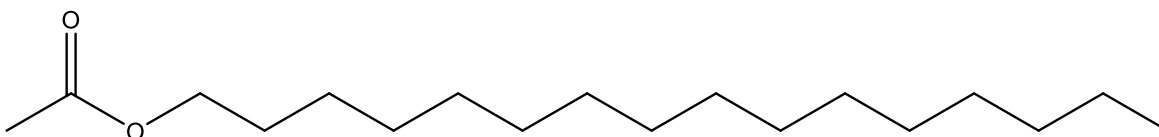
Tetradecan-1-ol acetate



(Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate

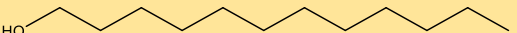
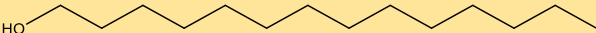
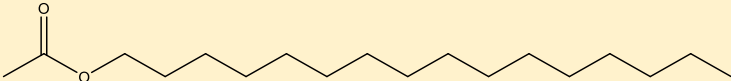
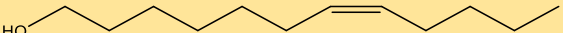


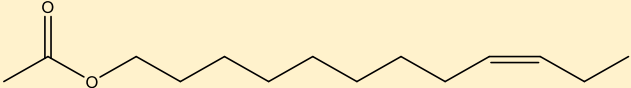
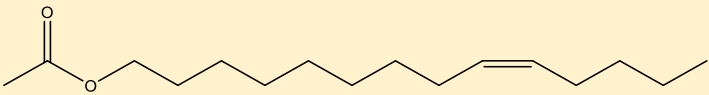
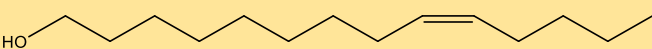
Hexadecan-1-ol acetate



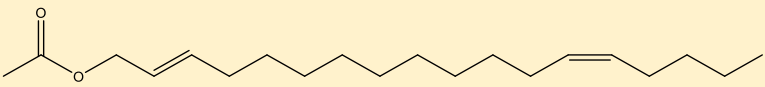
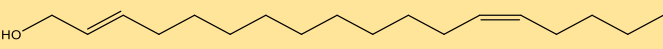
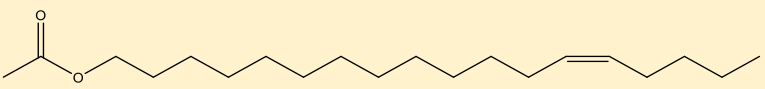
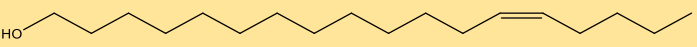
شکل ۵. ساختار شیمیایی اجزای تشکیل‌دهنده فرومون پروانه مینوز گوجه‌فرنگی

جدول ۵. مواد مورد نیاز برای سنتز فرومون مینوز گوجه‌فرنگی

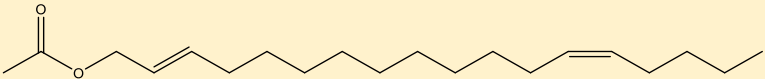
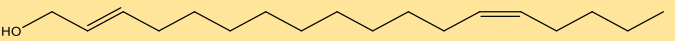
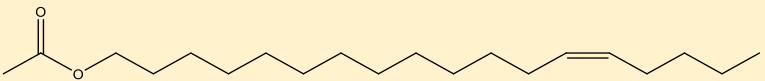
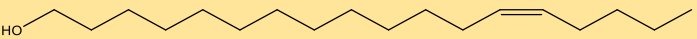
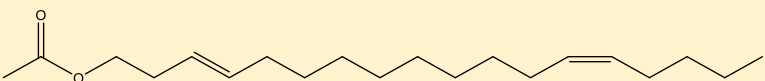
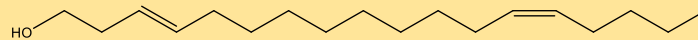
Row	Compound Name	Structure	Cas No.
1	Dodecan-1-ol acetate Dodecyl acetate		112-66-3
2	Dodecan-1-ol Dodecanol Dodecyl alcohol Lauryl alcohol		112-53-8
3	Tetradecyl acetate Myristyl acetate 1-Tetradecanol, acetate		638-59-5
4	Tetradecan-1-ol Myristyl alcohol Tetradecyl alcohol		112-72-1
5	Hexadecyl acetate Palmityl acetate		629-70-9
6	Hexadecan-1-ol Cetanol Cetyl alcohol Ethal, Ethol Hexadecanol Hexadecyl alcohol Palmityl alcohol		36653-82-4
7	(Z)-dodec-7-en-1-yl acetate (Z)-7-Dodecen-1-ol acetate		14959-86-5
8	(Z)-dodec-7-en-1-ol cis-7-Dodecen-1-ol		20056-92-2

9	(Z)-9-Dodecen-1-ol acetate (Z)-dodec-9-en-1-yl acetate		16974-11-1
10	(Z)-dodec-9-en-1-ol (Z)-9-dodecen-1-ol		35148-18-6
11	(Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate (Z)-tetradec-9-en-1-yl acetate (Z)-9-Tetradecenyl acetate		16725-53-4
12	(Z)-tetradec-9-en-1-ol (Z)-9-Tetradecen-1-ol		35153-15-2

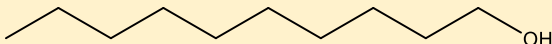
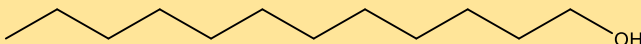
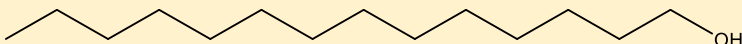
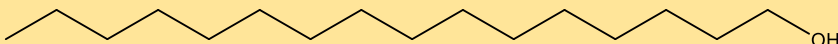
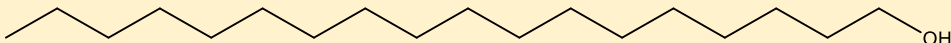
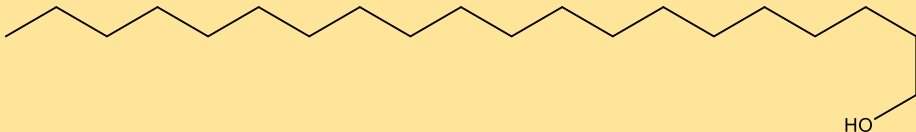
جدول ۶. مواد مورد نیاز برای سنتز فرومون پروانه زنبورمانند

Row	Compound Name	Structure	Cas No.
1	(2E,13Z)-octadeca-2,13-dien-1-yl acetate (2E,13Z)-Octadecadienyl Acetate		86252-74-6
2	(2E,13Z)-2,13-Octadecadienol (E,Z)-2,13-Octadecadien-1-ol		123551-47-3
3	(Z)-13-Octadecen-1-ol acetate (Z)-octadec-13-en-1-yl acetate (z)-13-Octadecenyl acetate		60037-58-3
4	(Z)-octadec-13-en-1-ol (13Z)-octadecen-1-ol		69820-27-5

جدول ۷. مواد مورد نیاز برای سنتز فرومون کرم خراط

Row	Compound Name	Structure	Cas No.
1	(2E,13Z)-octadeca-2,13-dien-1-yl acetate (2E,13Z)-Octadecadienyl Acetate		86252-74-6
2	(2E,13Z)-2,13-Octadecadienol (E,Z)-2,13-Octadecadien-1-ol		123551-47-3
3	(Z)-13-Octadecen-1-ol acetate (Z)-octadec-13-en-1-yl acetate (z)-13-Octadecenyl acetate		60037-58-3
4	(Z)-octadec-13-en-1-ol (13Z)-octadecen-1-ol		69820-27-5
5	(3E,Z13)-Octadecadien-1-ol acetate 3E,13Z-Octadecadienyl acetate		86252-74-6
6	(3E,13Z)-octadeca-3,13-dien-1-ol		66410-28-4

جدول ۸. الکل‌های پرمصرف در سنتز فرومون‌ها

Row	Compound Name	Structure	Cas No.	Price
1 10	Decan-1-ol 1-Decanol		112-30-1	
2 12	Dodecan-1-ol 1-Dodecanol Lauryl Alcohol Dodecyl Alcohol		112-53-8	
3 14	Tetradecan-1-ol 1-Tetradecanol Myristyl Alcohol Tetradecyl Alcohol		112-72-1	
4 16	Hexadecan-1-ol Cetanol Cetyl Alcohol Ethal Ethol Hexadecanol Hexadecyl Alcohol Palmityl Alcohol		36653-82-4	
5 18	Octadecan-1-ol Stearyl Alcohol		112-92-5	
6 20	Icosan-1-ol Eicosyl Alcohol Arachidyl Alcohol Octyl Dodecanol 1-Icosanol 1-Eicosanol		629-96-9	

جدول ۹. فرمون چوبخوار پسته

Kermania pistaciella

Row	Compound Name	Structure
1	2S,Z12-2-acetoxy-12-heptadecene	