Journal of Entomological Society of Iran
https://jesi.areeo.ac.ir
Entomological Society of Iran
2024, xx (x), x–x
Research Article
https://doi.org.10.52547/jesi.xxxx
pISSN: 0259-xxxxx
eISSN: 2783-xxxxx
OPEN ACCESS

اثر کنه‌کشی چند آفت‌کش و روغن گیاهی روی کنه تارتن خرما، *Oligonychus afrasiaticus* (Acari: Tetranychidae)

محمد علی میرحسینی [۱]، فریبا سهرابی [۱] و محمد امین کهن‌مو [۲]

۱- گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

۲- گروه مهندسی ژنتیک و بهنژادی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

✉ m.mirhosseini@pgu.ac.ir https://orcid.org/0000-0002-9236-9678
✉ fsohrabi@pgu.ac.ir https://orcid.org/0000-0002-9110-9858
✉ kohanmoo@pgu.ac.ir https://orcid.org/0000-0003-2422-3578

چکیده: کنه تارتن خرما، *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor) یکی از مهم‌ترین آفات خرما در ایران می‌باشد. در حال حاضر استفاده از کنه‌کش‌های شیمیایی اصلی‌ترین روش کنترل این آفت بوده و سالیانه حجم زیادی از انواع مختلف این سموم شیمیایی علیه کنه تارتن خرما به کار برده می‌شود. با توجه به مخاطرات زیست محیطی آفت‌کش‌های شیمیایی و لزوم به کارگیری روش‌های کم خطرتر برای مدیریت این آفت، در این پژوهش اثر کنه‌کشی ترکیبات گیاهی دایابون، پالیزین، تنداکسیر، عصاره اتانولی سیر، روغن آزادیراختین، روغن مناداب و روغن ترب وحشی مورد بررسی قرار گرفت و با ترکیب شیمیایی آبامکتین، به عنوان یکی از پرمصرف‌ترین آفت‌کش‌ها علیه کنه تارتن خرما در استان بوشهر، مقایسه شدند. همچنین به منظور سنجش اثر سینرژیستی روغن‌های گیاهی، میزان کشندگی ترکیب LC_{20} هر کدام از این سه روغن با LC_{50} سایر ترکیبات روی این آفت مورد آزمون قرار گرفت. نتایج آزمایش زیست‌سنجی نشان داد که از بین ترکیبات گیاهی، تنداکسیر و عصاره اتانولی سیر با دز کشنده ۵۰٪ (LC_{50}) ۱۰۳۱/۶۳ و ۲۶۹۵۵/۷۴ میکرولیتر بر لیتر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان کنه‌کشی بودند. همچنین نتایج سنجش اثر اختلاط روغن‌های گیاهی با سایر ترکیبات نشان داد که ترکیب روغن‌های آزادیراختین و مناداب با تمامی ترکیبات منجر به اثر سینرژیستی آنها در کشندگی علیه کنه تارتن خرما می‌شود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که برخی از ترکیبات گیاهی و روغن‌ها از پتانسیل بالایی برای استفاده در برنامه مدیریت تلفیقی این آفت برخوردار هستند و پس از انجام آزمایش‌های تکمیلی در شرایط باغی، می‌توانند به عنوان جایگزین امید بخش کنه‌کش‌های شیمیایی مطرح شوند.

واژه‌های کلیدی: اثر سینرژیستی، پالیزین، تنداکسیر، روغن آزادیراختین، روغن مناداب

تاریخچه مقاله
دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/؟؟
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/؟؟
دبیر تخصصی: ؟؟؟؟؟؟؟

***Citation*:** Mirhosseini, M. A., Sohrabi, F. and Kohanmoo, M. A. (2024) Acaricidal Effect of Several Plant-Based Pesticides and Oils on the Date Palm Spider Mite, *Oligonychus afrasiaticuc* (Acari: Tetranychidae). *J. Entomol. Soc. Iran*, x (x), x–x.

مقدمه

خرما از محصولات مهم باغی کشور بوده و ایران با تولید سالیانه بیش از یک میلیون تن خرما در رتبه چهارم جهانی قرار دارد (FAOSTAT, 2022). استان بوشهر یکی از مهمترین استان‌های کشور در تولید خرما بوده که با بیش از ۵/۵ میلیون درخت نخل، حدود ۲۰ درصد خرمای کشور را تولید می‌کند (Ranjbarian et al., 2002; Noroozi & Zolfi Bavaryani, 2011). کنه تارتن خرما، *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) یکی از مهم‌ترین آفات خرما محسوب می‌شود، به‌طوری که آلودگی شدید به این آفت موجب خسارت ۱۰۰ درصدی به محصول می‌شود (Arbabi et al., 2010). تغذیه این آفت با تنیدن تارهای فراوان همراه بوده که با چسبیدن گرد و خاک به این تارها، خوشه‌های خرما گردآلود به نظر می‌رسند، به همین دلیل به آن کنه گردآلود خرما نیز گفته می‌شود. بر اثر تغذیه این کنه تارتن از برگ و میوه‌های نارس خرما، رنگ آنها به خاکستری و یا زرد کم رنگ تغییر کرده و قند میوه‌ها نیز بر اثر شکاف ایجاد شده خارج می‌شود. با آلودگی شدید به این آفت، پوست میوه‌ها سخت و خشک شده و بازار پسندی محصول به شدت کاهش می‌یابد (Aldosari & Ali, 2007; Al-Deeb, 2012). برخی از مطالعات نشان می‌دهد که میزان خسارت این آفت بر روی ارقام مختلف خرما یکسان نبوده و خسارت این کنه روی ارقام مقاوم تا حد زیادی کاهش می‌یابد (Chaaban et al., 2011; Yadegar et al. 2022).

در حال حاضر استفاده از کنه‌کش‌های شیمیایی به عنوان اصلی‌ترین و مطمئن‌ترین روش کنترل کنه تارتن خرما بوده و سالیانه حجم زیادی از انواع مختلف این سموم شیمیایی علیه این آفت به کار برده می‌شود. استفاده بی‌رویه از سموم شیمیایی مخاطراتی نظیر تاثیر بر جمعیت موجودات غیرهدف به ویژه دشمنان طبیعی، آلودگی زیست محیطی و همچنین باقیمانده غیرمجاز در میوه خرما را در پی خواهد داشت. علاوه بر این، پتانسیل تولیدمثلی بالا و چرخه زندگی کوتاه مدت در

Corresponding author: Mohammad Ali Mirhosseini (E-mail: m.mirhosseini@pgu.ac.ir)
© 2024 by Author(s), Published by the Entomological Society of Iran
This Work is Licensed under Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International Public License.

کنه تارتن خرما، موجب توسعه سریع مقاومت این آفت به تعداد زیادی از کنه‌کش‌های معمول شده است (Arbabi et al., 2005). بنابراین، پژوهش برای توسعه و بکارگیری سایر روش‌های مدیریت این آفت، نظیر کنترل بیولوژیک و یا استفاده از ترکیبات گیاهی به عنوان روش‌های کم‌خطرتر ضروری به نظر می‌رسد.

در سال‌های اخیر تلاش‌های فراوانی در راستای کاربرد روش‌های سازگار با محیط زیست برای کنترل آفات صورت گرفته است. وجود ترکیبات ثانویه با خاصیت آفت‌کشی در برخی از گیاهان سبب شده که آزمایش‌های گسترده‌ای در خصوص تاثیر عصاره‌ها و روغن‌های گیاهی بر کنترل آفات مختلف انجام شود و استفاده از ترکیبات آفت‌کش گیاه‌پایه به عنوان یکی از روش‌های زیست سازگار در مدیریت تلفیقی آفات مورد توجه ویژه قرار گیرد. خاصیت آفت‌کشی ترکیباتی نظیر انواع گلوکوزینولات‌ها و مشتقات آن‌ها، دی آلیل دی سولفید و آزادیراختین که در گیاهانی مانند چلیپاییان، سیر و چریش دیده می‌شوند، در پژوهش‌های مختلف به اثبات رسیده است (Kaufman et al., 2006; Wu et al., 2009; Seifi et al., 2018; Masoumi et al., 2019). از این‌رو استفاده از عصاره‌ها و روغن‌های گیاهی برای سنتز سموم آفت‌کش گیاه‌پایه کم خطر برای مدیریت آفات مورد توجه قرار گرفته است.

به عنوان مثال، دایابون حشره‌کشی گیاهی، انتخابی و زیست‌تجدیدپذیر با اثرات جانبی بسیار ناچیز بر موجودات غیرهدف و محیط زیست است که از فرموله کردن روغن کرچک سنتز شده است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که اثر آفت‌کشی این ترکیب روی برخی از آفات نظیر *Tetranychus urticae* (Koch)، *Aphis fabae* Scop.، *Aphis nerii* Boyer، *Myzus persicae* (Sulzer) و *Xanthogaleruca luteolla* (Muller) رضایت بخش بوده است و اثرات ناچیزی بر دشمنان طبیعی دارد (Vahabi Mashhur et al., 2016 a, b; Amini, 2018; Rezaei & Moharramipour, 2019; Havasi et al., 2020). صابون روغن نارگیل با نام تجاری پالیزین و عصاره روغنی فلفل قرمز با نام تجاری تنداکسیر از دیگر آفت‌کش‌های گیاهی هستند که اثرات کشندگی و دورکنندگی آنها روی آفاتی نظیر *Phyllocnistis citrella* Stainton، *Planococcus citri* Risso و کنه تارتن دولکه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است (Amiri, 2009; Ahmadi et al. 2012; Mirfakhraei & Mohamadian, 2017). آزمایش‌ها نشان می‌دهد که عصاره گیاه سیر و ترکیبات سنتز شده بر پایه آن می‌توانند بر رفتار و زنده‌مانی آفات موثر باشند. به عنوان مثال تاثیر آفت‌کشی سیرینول که عصاره روغنی سیر می‌باشد روی آفاتی نظیر کنه تارتن دولکه‌ای، بید سیب زمینی، مینوز برگ، شپشک آرد آلود مرکبات و پروانه مومخوار به اثبات رسیده است (Amiri, 2009; Ahmadi et al. 2012; Alikhani et al. 2015; Mirfakhraei & Mohamadian, 2017; Sohrabi et al. 2019). مطالعات زیادی استفاده از روغن‌های گیاهی به عنوان ترکیبات کم خطر برای محیط زیست در برنامه‌های کنترل آفات را مورد بررسی قرار داده‌اند. در پژوهشی Masoumi et al. (2019) نشان دادند که روغن بذر منداب، *Eruca sativa* (Miller) (Brassicaceae)، اثر کشندگی قابل قبولی بر کنه تارتن دولکه ای دارد و LC_{50} این ترکیب در شرایط آزمایشگاهی ۳۰۶۲ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد. در پژوهش دیگری تاثیر چندین روغن گیاهی بر کشندگی کنه تارتن دولکه‌ای مورد بررسی قرار گرفت (Roh et al., 2011). مطالعه اخیر مشخص کرد که روغن‌های حاصل شده از چوب صندل و آویشن دارای اثر کنه‌کشی بالایی هستند.

در پژوهش حاضر اثر کنه‌کشی چند آفت‌کش گیاهی شامل دایابون، پالیزین، تنداکسیر، عصاره اتانولی گیاه سیر و روغن‌های آزادیراختین، منداب و ترب وحشی به منظور معرفی ترکیب گیاهی کارآمد برای مدیریت کنه تارتن خرما، در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. نظر به استفاده وسیع از آفت‌کش آبامکتین برای کنترل کنه تارتن خرما در نخیلات جنوب کشور، کارآیی این آفت‌کش شیمیایی با ترکیبات گیاهی مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت. همچنین اثرات سینرژیستی این روغن‌ها در ترکیب با سایر آفت‌کش‌های مورد آزمایش بررسی شد.

مواد و روش‌ها

پرورش کنه تارتن خرما

جهت تشکیل کلنی کنه تارتن خرما، نمونه‌برداری از نخلستان‌های خرما دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس انجام گرفت. پس از انتقال به آزمایشگاه، کنه‌ها روی میوه‌های نارس خرما (رقم کبکاب) در شرایط آزمایشگاهی در دمای ۳ ± ۲۶ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد پرورش داده شدند.

بررسی سمیت ترکیبات روی بالغین کنه تارتن خرما

در این آزمایش اثرات کنه‌کشی سه آفت‌کش گیاهی، عصاره اتانولی گیاه سیر، سه روغن گیاهی و آفت‌کش شیمیایی آبامکتین مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). برای آغاز آزمایش زیست سنجی، ابتدا آزمایشات مقدماتی برای تعیین غلظت‌های حداقل و حداکثر (کشندگی حدود ۲۰ تا ۸۰ درصد) برای هر ترکیب روی کنه‌های بالغ ماده انجام گرفت؛ پس از تعیین این دو غلظت و با رعایت فاصله لگاریتمی، آزمون نهایی با پنج غلظت برای هر ترکیب و پنج تکرار برای هر غلظت انجام گرفت. در هر تکرار از ۲۰ عدد کنه بالغ ماده با عمر کمتر از ۲۴ ساعت استفاده شد. در این آزمایش از ۰/۱ درصد وزنی–حجمی ستیل آمونیوم بروماید به عنوان امولسیفایر برای ترکیبات روغنی استفاده شد. تیمار شاهد برای ترکیبات روغنی مخلوط آب مقطر و امولسیفایر و برای سایر ترکیبات آب مقطر در نظر گرفته شد. میوه‌های سالم خرما پس از شستشو با آب مقطر و خشک شدن درون آزمایشگاه، به صورت عرضی برش داده شدند. با استفاده از قلم‌مو تعداد ۲۰ عدد کنه بالغ ماده روی میوه‌ها قرار داده و برای استقرار کامل، ۳۰ دقیقه به آنها فرصت داده شد. سپس میوه‌ها در تیمارهای مورد نظر به مدت پنج ثانیه غوطه‌ور شده و درون پتری‌دیش پلاستیکی (با قطر ۵۰ و ارتفاع ۱۵ میلیمتر) قرار گرفتند. به منظور تامین رطوبت میوه و جلوگیری از فرار کنه‌ها، لایه نازک پنبه استریل اشباع شده با آب مقطر در کف پتری‌ها قرار داده شد. پتری‌ها درون انکوباتور با دمای ۱ ± ۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دوره نوری 16:8 (L:D) ساعت قرار گرفتند (Roh et al., 2011). پس از ۲۴ ساعت پتری‌ها مورد بررسی قرار گرفته و مرگ و میر کنه‌ها ثبت شد.

جدول ۱– ترکیبات استفاده شده برای آزمون زیست سنجی روی ماده‌های بالغ کنه تارتن خرما، *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor)

Table 1. Compounds used for bioassay research on adult female of *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor).

JESI Accepted MS

Compound	Formulation	Dose (µL/L)	Producer company
Dayabon	SL 10%	1,500-8,000	Nano Fanavaran Daya
Palizin	SL 65%	500-4000	Kimia Sabz Avar
Tondexir	EC 80%	500-4000	Kimia Sabz Avar
Garlic extract	Ethanolic Extract	15,000-80,000	Giah Essence
Azadirachta indica (Meliaceae) oil	Oil (Cold press)	700-5,000	Giah Essence
Eruca sativa (Brassicaceae) oil	Oil (Cold press)	1,000-8,000	Sabz Amin Tabiat Parseh
Raphanus raphanistrum (Brassicaceae) oil	Oil (Cold press)	3,000-10,000	Sabz Amin Tabiat Parseh
Abamectin	EC 1.8%	100-1,500	Aria Shimi

بررسی اثر ترکیبی روغن‌های گیاهی و سایر ترکیبات بر مرگ و میر کنه تارتن خرما

بعد از آنالیز داده‌های مرحله اول و به منظور بررسی نحوه برهم‌کنش بین روغن‌های گیاهی و سایر ترکیبات، اثر کنه‌کشی دز کشنده ۵۰٪ هر کدام از ترکیبات دایابون، تنداکسیر، پالیزین، عصاره سیر و آبامکتین با دز کشنده ۲۰٪ روغن‌های آزادیراختین (*Azadirachta indica* A. Juss.)، منداب (*Eruca sativa* Mill.) و ترب وحشی (*Raphanus raphanistrum* L.) مورد بررسی قرار گرفت. هر کدام از ۱۵ ترکیب حاصل شده در پنج تکرار و در هر تکرار ۲۰ کنه ماده بالغ با عمر کمتر از ۲۴ ساعت مانند آنچه در آزمایش مرحله اول شرح داده شد، مورد آزمون قرار گرفت. پس از ۲۴ ساعت پتری‌ها مورد بررسی قرار گرفته و مرگ و میر کنه‌ها ثبت شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

میزان مرگ و میر مشاهده شده در تیمارها نسبت به مرگ و میر شاهد و با استفاده از فرمول ابوت اصلاح شد (Abbott, 1925). برای محاسبه غلظت‌های کشنده و حدود اطمینان ۹۵ درصد آنها از روش پروبیت استفاده شد (Finney, 1971). به منظور مشخص شدن تاثیر ترکیب هر کدام از روغن‌ها با سایر ترکیبات، از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون توکی استفاده شد. جهت بررسی نوع برهمکنش (آنتاگونیستی، افزایشی و سینرژیستی) ترکیب روغن‌ها با سایر ترکیبات، درصد کشندگی مورد انتظار (۷۰ درصد) و مشاهده شده با آزمون کای‌اسکوئر با یکدیگر مقایسه شدند (Lord, 2001). تمامی آنالیزها با استفاده از نرم افزار SPSS 20 انجام گرفت (SPSS, 2011).

نتایج

کنه‌کشی ترکیبات روی بالغین کنه تارتن خرما

مقادیر غلظت‌های کشنده ۲۰ و ۵۰ درصد ترکیبات مورد آزمایش روی ماده‌های بالغ کنه تارتن خرما به همراه حدود اطمینان ۹۵ درصد آنها در جدول ۲ نشان داده شده است. در بین ترکیبات مورد آزمایش، آفت‌کش شیمیایی آبامکتین دارای بیشترین میزان کشندگی و کمترین میزان غلظت کشنده ۵۰٪ (۳۳۴/۷۹ میکرولیتر بر لیتر) در ۲۴ ساعت بود. در بین ترکیبات گیاهی نیز بالاترین میزان کشندگی متعلق به آفتکش‌های تنداکسیر با دز کشنده ۵۰ درصد ۱۰۳۱/۶۳ میکرولیتر بر لیتر و پالیزین با دز کشنده ۵۰ درصد ۱۲۸۹/۳۳ میکرولیتر بر لیتر بود که با توجه به حدود اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. عصاره اتانولی سیر با بالاترین میزان LC_{50} (تقریباً معادل ۲۷ هزار میکرولیتر بر لیتر)، کمترین تاثیر را علیه کنه‌های بالغ نشان داد. در بین روغن‌های استفاده شده نیز بالاترین میزان تاثیر مربوط به روغن آزادیراختین بود (LC_{50}=1574.47 µL/L) که البته با توجه به هم‌پوشانی حدود اطمینان ۹۵ درصد، اختلاف معنی‌داری از نظر کشندگی با روغن منداب نشان نداد. روغن ترب وحشی (LC_{50}=5272.76 µL/L) در بین کل ترکیبات بعد از عصاره اتانولی سیر دارای کمترین میزان کشندگی روی کنه خرما بود (جدول ۲).

اثر افزایشی بین روغن‌های گیاهی و سایر ترکیبات

درصد کنه‌کشی ترکیب هر کدام از سه روغن گیاهی آزادیراختین، منداب و ترب وحشی با ترکیبات اصلی دایابون، تنداکسیر، پالیزین، عصاره اتانولی گیاه سیر و آبامکتین در جدول ۳ نشان داده شده است. آنالیز آماری نشان داد که کمترین میزان کشندگی این پنج ترکیب با اختلاف معنی‌داری متعلق به اختلاط آنها با روغن گیاهی ترب وحشی، و به ترتیب ۷۶/۸۶، ۷۰/۴۷، ۷۲/۵، ۷۴/۸۸ و ۷۸/۵۶ درصد بود. میزان کنه‌کشی ترکیبات اصلی در ترکیب با روغن آزادیراختین و منداب اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در بین تمامی ۱۵ ترکیب، کمترین درصد کنه‌کشی متعلق به ترکیب آفتکش تنداکسیر با روغن ترب وحشی (۲/۳۸ ± ۷۰/۴۷) بود که با سایر ترکیبات حاوی روغن ترب وحشی اختلاف معنی‌داری نداشت. درصد کشندگی ترکیب عصاره اتانولی سیر با روغن منداب با هیچ کدام از ۱۴ ترکیب دیگر اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه پروبیت داده‌های غلظت–مرگ و میر چند ترکیب گیاه پایه و ترکیب شیمیایی آبامکتین روی ماده‌های بالغ کنه تارتن خرما، *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor)

Table 2. The results of probit analysis for the concentration-mortality response of some plant-based compounds and the chemical compound Abamectin on adult females of *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor).

Compound	N *	LC_{20} (µL/L) (Confidence limits)	LC_{50} (µL/L) (Confidence limits)	Slope ± SE	Chi-square (*df* = 3)	*P*-value
Dayabon	500	1491.33 (937.48-1940.77)	3601.85 (2970.91-4425.83)	2.20 ± 0.37	0.217	0.975
Palizin	500	535.98 (355.46-701.49)	1289.33 (1046.60-1555.00)	2.21 ± 0.29	0.497	0.920
Tondexir	500	458.31 (311.93-591.38)	1031.63 (841.72-1239.52)	2.39 ± 0.31	2.836	0.418
Garlic ethanolic extract	500	10721.88 (6672.89-14325.25)	26955.74 (21934.52-31868.21)	2.11 ± 0.29	0.376	0.945
Azadirachta indica (Meliaceae) oil	500	713.70 (483.59-914.38)	1574.47 (1297.12-1883.56)	2.45 ± 0.34	2.349	0.503
Eruca sativa (Brassicaceae) oil	500	893.35 (513.65-1230.86)	2327.34 (1823.93-2889.45)	2.02 ± 0.32	2.290	0.515
Raphanus raphanistrum (Brassicaceae) oil	500	2794.32 (1930.85-3424.26)	5272.76 (4562.34-6044.83)	3.05 ± 0.52	0.885	0.829
Abamectin	500	114.88 (69.53-158.05)	334.79 (261.78-425.51)	1.81 ± 0.26	2.100	0.552

*500 less than one-day-old female mites were tested for each compound (20 individuals per replication, five replications per concentration and five concentrations per compound).

جدول ۳- میزان مرگ و میر (میانگین ± خطای استاندارد) ماده‌های بالغ کنه تارتن خرما (*Oligonychus afrasiaticus* (McGregor، با استفاده از مخلوط ترکیبات مختلف و روغن

Table 3. Mortality (mean ± SE) of adult females *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor) under different compound and oil combinations.

Main compound	N *	Mortality percentage (mean ± SE)			$F_{2,12}$	*P*-value
		***Azadirachta indica* oil**	***Eruca sativa* oil**	***Raphanus raphanistrum* oil**		
Dayabon	100	94.33 ± 2.56 Aa	92.96 ± 2.69 Aa	76.86 ± 2.57 Bcde	7.37	0.008
Tondexir	100	92.14 ± 3.57 Aab	94.93 ± 2.28 Aa	70.47 ± 2.38 Be	9.69	0.003
Palizin	100	89.81 ± 3.43 Aabc	91.27 ± 4.22 Aab	72.55 ± 3.24 Bde	4.98	0.027
Garlic extract	100	85.83 ± 2.65 Aabcd	82.94 ± 2.97 ABabcde	74.88 ± 2.68 Bde	3.89	0.050
Abamectin	100	95.49 ± 2.06 Aa	93.29 ± 2.18 Aa	78.56 ± 1.60 Bbcde	9.09	0.004

LC_{50} of main compounds were combined with LC_{20} of oils (Table 2).

*100 less than one-day-old female mites were tested for each combination of main compound and oil (20 individuals per replication, five replications per compound + Oil).

The means followed by different capital letters in the same row are significantly different. The means followed by different small letters in the all rows and columns are significantly different ($F_{14, 60}$ = 5.98, *P*-value < 0.001; Tukey's test, α = 0.05).

آنالیز کای اسکوئر بین درصدهای کشندگی مشاهده شده و مورد انتظار (۷۰ درصد) حاصل از اختلاط سموم اصلی با روغن‌های گیاهی برای تعیین نوع برهمکنش بین این ترکیبات نشان داد که اختلاط هیچ کدام از پنج ترکیب اصلی با روغن ترب وحشی منجر به تاثیر سینرژیستی این سموم در میزان کشندگی کنه خرما نشده است، در حالی که ترکیب غلظت LC_{20} دو روغن گیاهی آزادیراختین و منداب با سایر سموم موجب کشندگی بیش از حد انتظار معنادار و تاثیر سینرژیستی این سموم شد (جدول ۴).

جدول ٤- مقایسه مقادیر مرگ و میر مشاهده شده و مورد انتظار ماده‌های بالغ کنه تارتن خرما، *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor) با استفاده از مخلوط ترکیبات مختلف و روغن

Table 4. Comparison of observed and expected mortality of adult female *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor) under different compound and oil combinations.

JESI Accepted MS

Compound	Mortality percentage		Chi-square (df = 1)	P-value	Interaction
	Observed	Expected			
Dayabon + *Azadirachta indica* oil	94.33	70	19.512	< 0.001	Synergism
Dayabon + *Eruca sativa* oil	92.96	70	17.543	< 0.001	Synergism
Dayabon + *Raphanus raphanistrum* oil	76.86	70	1.258	0.262	Additive
Tondexir + *Azadirachta indica* oil	92.14	70	15.724	< 0.001	Synergism
Tondexir + *Eruca sativa* oil	94.93	70	21.651	< 0.001	Synergism
Tondexir + *Raphanus raphanistrum* oil	70.47	70	0.024	0.877	Additive
Palizin + *Azadirachta indica* oil	89.81	70	12.500	0.001	Synergism
Palizin + *Eruca sativa* oil	91.27	70	14.47	< 0.001	Synergism
Palizin + *Raphanus raphanistrum* oil	72.5	70	0.221	0.638	Additive
Garlic extract + *Azadirachta indica* oil	85.83	70	7.459	0.006	Synergism
Garlic extract + *Eruca sativa* oil	82.94	70	4.700	0.030	Synergism
Garlic extract + *Raphanus raphanistrum* oil	74.88	70	0.627	0.428	Additive
Abamectin + *Azadirachta indica* oil	95.49	70	21.645	< 0.001	Synergism
Abamectin + *Eruca sativa* oil	93.29	70	17.543	< 0.001	Synergism
Abamectin + *Raphanus raphanistrum* oil	78.56	70	2.132	0.144	Additive

LC_{50} of main compounds were combined with LC_{20} of oils (Table 2).

بحث

در پژوهش حاضر از بین ترکیبات گیاه پایه مورد آزمایش، ترکیبات پالیزین و تنداکسیر دارای بیشترین اثر کنه‌کشی بودند (جدول ۲). ماده موثره آفت‌کش‌های پالیزین و تنداکسیر به ترتیب روغن نارگیل و عصاره فلفل قرمز به همراه روغن معدنی است. به احتمال قوی وجود روغن در فرمولاسیون این ترکیبات و ایجاد اختلال در جلد آفت منجر به اثر کنه‌کشی بالای آنها شده است، اگر چه بیشتر اثر کشندگی عصاره اتانولی فلفل قرمز نیز روی لارو، پوره و بالغین کنه تارتن دولکه‌ای به اثبات رسیده است (Erdogan et al., 2010). مطالعات زیادی اثر کشندگی ترکیبات پالیزین و تنداکسیر بر برخی از آفات به ویژه کنه‌های خانواده Tetranychidae را به اثبات رسانده است. بررسی تاثیر تنداکسیر بر جمعیت مادههای بالغ کنه تارتن دو لکه‌ای نشان داد که غلظت ۲۱۳۰ میکرولیتر بر لیتر از این ترکیب منجر به مرگ و میر ۵۰ درصد آفت می‌شود (Mirfakhraei & Mohamadian, 2017). این میزان بیش از دو برابر مقدار به دست آمده برای کنه تارتن خرما (۱۰۳۱/۶۳ میکرولیتر بر لیتر) در پژوهش حاضر است که این اختلاف می‌تواند به دلایلی نظیر اختلاف در حساسیت گونه‌های مختلف کنه تارتن به آفت‌کش، مقاومت بالاتر کنه تارتن دو لکه‌ای نسبت به آفت‌کش‌ها و همچنین تفاوت در روش انجام آزمایش باشد. در پژوهش اخیر اثر دورکنندگی غلظت‌های بالای ۵۰۰ میکرولیتر بر لیتر از ترکیب پالیزین بر مادههای کنه تارتن دو لکه‌ای نیز به اثبات رسید. در مطالعه دیگری تاثیر آفت‌کش‌های تنداکسیر و پالیزین روی پوره سن اول و بالغین کنه قرمز مرکبات، *Panonychus citri* (McGregor)، مورد بررسی قرار گرفت (Jafari et al., 2016). در این پژوهش میزان LC_{50} تنداکسیر برای پوره سن اول و بالغین کنه قرمز مرکبات به ترتیب ۳۶۶۴/۹ و ۴۲۶۵ میکرولیتر بر لیتر و برای ترکیب پالیزین به ترتیب ۱۹۴۵/۴ و ۳۲۹۸ میکرولیتر بر لیتر برآورد شد. در مطالعه اخیر برای انجام آزمایش از روش غوطه‌وری برگ درون ترکیبات مورد نظر و قرار دادن کنه‌ها روی برگ پس از خشک شدن کامل آن استفاده شد که این می‌تواند یکی از دلایل اختلاف میزان LC_{50} حاصل شده با پژوهش اخیر باشد. هر چند که استفاده بیش از حد ترکیبات شیمیایی علیه کنه قرمز مرکبات در استان مازندران و مقاومت حاصل شده در این آفت نیز می‌تواند دلیل دیگر این اختلاف باشد.

پژوهش حاضر نشان داد که آفت‌کش شیمیایی آبامکتین دارای کمترین میزان LC_{50} و بیشترین خاصیت کنه کشی در بین تمام ترکیبات مورد آزمایش بود. اگر چه این نتایج به دلیل مقایسه این ترکیب شیمیایی با ترکیبات گیاهی دور از انتظار نیست، اما یافته‌های دیگری نیز کارآیی این آفت‌کش در کاهش جمعیت کنه‌های تارتن را اثبات می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از دوز توصیه شده این آفت‌کش می‌تواند منجر به مرگ و میر بیش از ۶۵ درصد از جمعیت کنه تارتن خرما شود (Alhewairini & Al-Azzazy, 2019). در پژوهش دیگری مشخص شد که استفاده از آبامکتین برای کنترل کنه تارتن دو لکه‌ای، می‌تواند به طور معنی‌داری باعث مرگ و میر پوره‌ها و کاهش تخم‌ریزی ماده‌ها شود (Ismail et al., 2007). مطالعه دیگری نشان داد که غلظت ۳/۲۶ میکرولیتر بر لیتر از آفتکش آبامکتین موجب مرگ و میر ۹۰ درصد بالغین کنه تارتن دو لکه‌ای روی گیاه لوبیا می‌شود (Ebrahimi & Shiri, 2016). به هر حال اگر چه یافته‌ها نشان می‌دهد که این ترکیب می‌تواند تاثیر قابل توجهی در کنترل کنه تارتن خرما داشته باشد، اما با توجه به اثرات احتمالی این ترکیب روی دشمنان طبیعی این آفت و همچنین مصرف تازه خوری میوه خرما و مخاطرات باقیمانده سموم، پژوهش‌های بیشتری برای تعیین غلظت کشنده موثر این آفت‌کش برای کنترل آفت *O. afrasiaticus* در شرایط صحرایی مورد نیاز است.

نتایج این پژوهش نشان داد که روغن‌های منداب و آزادیراختین نیز می‌توانند اثر کنه‌کشی قابل قبولی علیه کنه تارتن خرما داشته باشند. مطالعات دیگری نیز تاثیر این روغن‌های گیاهی و همچنین عصاره گیاه آزادیراختین بر کشندگی کنه‌های تارتن را اثبات می‌کند. در یک بررسی آزمایشگاهی مشخص شد که عصاره تجاری چریش با نام تجاری Neemgold در مقایسه با عصاره‌های آبی گیاه چریش و زیتون تلخ، دارای بیشترین اثر کشندگی (LC_{50} = 600 µL/L) روی کنه

JESI Accepted MS

تارتن خرما می‌باشد (Sohrabi & Kohanmoo, 2017). مطالعه اخیر همچنین نشان داد که اسانس گیاه مور تلخ، *Salvia* mirzayanii Rech. & Esfand، در ترکیب با عصاره‌های ذکر شده می‌تواند اثر افزایشی بر مرگ و میر کنه تارتن خرما داشته باشد. در پژوهش دیگری اثر کشندگی روغن و عصاره متانولی بذر منداب بر کنه تارتن دو لکه‌ای مورد بررسی قرار گرفت (Masoumi et al., 2019). در این مطالعه میزان LC_{50} برای روغن و عصاره متانولی به ترتیب ۳۰۶۲ و ۵۶۷۴ میکرولیتر بر لیتر به دست آمد. آنالیز شیمیایی روغن و عصاره بذر منداب نشان داد که میزان ایزوتیوسیانات اروسین و انواع اسیدهای چرب تا حد قابل ملاحظه‌ای در روغن بیشتر است و پژوهشگران علت کنه‌کشی بیشتر روغن نسبت به عصاره را به این مواد نسبت دادند. مقدار LC_{50} محاسبه شده برای روغن بذر منداب در این مطالعه تا حدودی از میزان به دست آمده در پژوهش حاضر (۲۳۲۷/۳۴ میکرولیتر بر لیتر) بیشتر بود که به احتمال زیاد به مقاومت بیشتر کنه تارتن دو لکه‌ای نسبت به کنه تارتن خرما و تفاوت در روش آزمایش مربوط می‌شود.

نتایج پژوهش حاضر همچنین نشان داد که ترکیب هر کدام از روغن‌های منداب، آزادیراختین و ترب وحشی با پنج ترکیب اصلی منجر به اثر هم‌افزایی و حتی سینرژیستی در کشندگی آنها می‌شود. مطالعات زیادی بروز اثرات سینرژیستی در آفت‌کش‌ها هنگام ترکیب با روغن‌ها و اسانس‌های گیاهی را اثبات می‌کند. پژوهشگران نشان دادند که ترکیب روغن‌های چریش، سیتووت و ولک با حشره‌کش‌های دلتامترین و بوپروفزین منجر به بروز اثر سینرژیستی در کشندگی پوره‌ها و بالغین سفیدبالک گلخانه، *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) می‌شود (Hosseininia et al., 2017). همچنین در مطالعه دیگری مشخص شد که ترکیب ۰/۵ درصد روغن چریش با آفت‌کش‌های کلرانترانیلیپرول و فلوبندیامید سبب افزایش مرگ و میر در کرم غوزه پنبه، *Helicoverpa armigera* (Hubner)می‌شود (Shah et al., 2023). پژوهش اخیر نشان داد که ترکیب روغن چریش با این حشره‌کش‌ها راهکاری مناسب برای شکستن مقاومت کرم غوزه پنبه به آفت‌کش‌ها و مدیریت آن است. بررسی اثر ترکیب روغن آویشن با حشره‌کش پرمترین نشان داد که این روغن باعث اثر سینرژیستی در کشندگی آفت‌کش روی مگس خانگی می‌شود (Yoon & Tak, 2023). در این مطالعه مشخص شد که افزایش نفوذ سم پرمترین در اثر ایجاد اختلال روغن آویشن در لایه‌های کوتیکول حشره دلیل این اثر سینرژیستی بوده است. به هر حال احتمالا وجود ترکیبات ثانویه نظیر آزادیراختین و گلوکوزینولات‌ها که اثرات کشندگی و ضد تغذیه‌ای آنها روی حشرات به اثبات رسیده است، بستن دریچه‌های تنفسی در حشرات که موجب عدم تبادل طبیعی گازها و اختلال در فرایندهای متابولیکی حشرات می‌شود و همچنین ایجاد اختلال در لایه‌های جلد حشرات و نفوذ بیشتر ترکیبات شیمیایی از جمله دلایل اثر سینرژیستی روغن‌ها در ترکیب با سایر آفت‌کش‌هاست.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که برخی از آفت‌کش‌ها و روغن‌های گیاهی از پتانسیل بالایی برای کنترل کنه تارتن خرما برخوردار هستند که با در نظر گرفتن خطرات کمتر ترکیبات گیاهی برای انسان و محیط زیست، به نظر می‌رسد این ترکیبات جایگزین مناسبی برای سموم پر خطر شیمیایی در مدیریت این آفت باشند. اگر چه مطالعه حاضر اثر کنه‌کشی این ترکیبات گیاهی و روغن‌ها را در شرایط آزمایشگاهی اثبات می‌کند، انجام آزمایش‌های بیشتر در شرایط باغی و روی ارقام مختلف خرما برای تعیین غلظت کشنده این ترکیبات ضروری به نظر می‌رسد. همچنین جهت حصول اطمینان از عدم اثرات سوء این ترکیبات روی دشمنان طبیعی کنه تارتن خرما در زمان فعالیت، توصیه می‌شود تاثیر این ترکیبات بر کشندگی و رفتارهای کاوش‌گری دشمن طبیعی غالب آفت مورد آزمون قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از گروه گیاهپزشکی دانشگاه خلیج فارس به دلیل حمایت مالی از این پژوهش قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

Abbott, W. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265-267. https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a

Ahmadi, M., Amiri-Besheli, B. & Hosieni, S. Z. (2012) Evaluating the effect of some botanical insecticides on the citrus mealybug *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). *African Journal of Biotechnology*, 11(53), 11620-11624. https://doi.org/10.5897/AJB11.4226

Al-Deeb, M. A. (2012) Date palm insect and mite pests and their management. *in* Manickavasagan, A., Mohamed Essa, M. & Sukumar, E. (eds.), *Date: Production, processing, food, and medicinal values*. Boca Raton, CRC Press, Taylor and Francis Group, pp. 113–128. https://doi.org/10.1201/b11874

Aldosari, S. & Ali, A. G. (2007) Susceptibility of date palm fruit cultivars to the natural infestation by *Oligonychus afrasiaticus* (Mcg.) (Acari: Tetranychidae) in relation to their chemical composition. *Assiout University Bulletin Environment Research*, 10 (2), 1–7.

Alhewairini, S. & Al-Azzazy, M. (2019) Toxicity evaluation of abamectin against the date palm mite, *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor) (Acari: Tetranychidae). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 17 (1), 30-35. https://doi.org/10.1234/4.2019.5549

JESI Accepted MS

Alikhani, M., Safavi, S. A. & Jarrahi A. (2015) Sublethal effects of Sirinol and Tondexir on reproductive parameters of *Phthorimaea operculella* (Lep.: Gelechiidae) under laboratory conditions. *1st Iranian International Congress of Entomology*, 29-31 August 2015, 168-173.

Amini, J. N. (2018) Effect of botanical insecticides, Dayabon and Palizin against *Aphis fabae* Scopoli (Hem.: Aphididae) and functional response of its parasitoid wasp, *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hym.: Braconidae). *Plant Pest Research*, 7 (4), 13-28. https://doi.org/10.22124/iprj.2018.2744

Amiri-Besheli, B. (2009) Toxicity evaluation of tracer, palizin, sirinol, runner and tondexir with and without mineral oils on *Phylocnistis citrella*. *African Journal of Biotechnology*, 8(14), 3382-3386. https://doi.org/10.4314/AJB.V8I14.61116

Arbabi, M., Latifian, M., Askari, M., Fasihi, M., Damghani, M. R., Khiaban, N. G. & Rezai, H. (2005) Evaluation of water spray and different pesticides on control of date spider mite in southern part of Iran. *Proceeding of 1st International Symposium and Festival on Date Palm*, 20–21 November, Bandar-Abbas, Iran, pp. 1–2. (In Persian with English summary).

Arbabi, M., Asgari, M., Fasihi, M. T., Golmohammadzadeh, K. N., Damghani, M. R., Latifiean, M. & Babai, M. (2010) Evaluation of water spray application for organic control of date palm spider mite *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor)(Acari: Tetranychidae) of date palm orchards in southern parts of Iran. *Journal of Entomological Research*, 1(4), 269–277. (In Persian with English summary).

Chaaban, S., Ben Chaaban, B. C. & Kreiter, S. (2011) *Oligonychus afrasiaticus* and phytoseiid predators seasonal occurrence on date palm *Phoenix dactylifera* (Deglet Noor cultivar) in Tunisia oases. *Bulletin of Insectology*, 1, 15–21.

Ebrahimi, L. & Shiri, M. R. (2016) Lethal effects of abamectin and propargite on moghan population of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari, Tetranychidae), and efficacy of their residual effects on the bean plants. *Journal of Applied Research in Plant Protection*, 6, 3. (In Persian with English summary).

Erdogan, P., Saltan, G. & Sever, B. (2010) Acaricidal effect of *Capsicum annum* L. extracts on two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Tetranychidae). *Plant Protection Bulletin*, 50 (1), 35-43.

FAOSTAT (2022) *Production Statistics. Available online at* http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC *(accessed 15 October 2022).*

Finney, D. J. (1971) Probit Analysis, 3rd ed. 333 pp. Cambridge University Press, London. https://doi.org/10.1002/jps.2600600940

Havasi, M., Kheradmand, K. & Riahi, E. (2020) Sublethal effects of Dayabon on biological parameters of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae). *Journal of Crop Protection*, 9, 171-182.

Hosseininia, A., Khanjani, M., Khoobdel, M. & Javadi Khederi, S. (2017) Comparison of the efficiency of the current oils and insecticide compounds in control of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), (Hem.: Aleyrodidae) on rose and their interaction. *Journal of Plant Protection*, 30, 718-726. https://doi.org/10.22067/jpp.v30i4.53965. (In Persian with English summary)

Ismail, M. S., Soliman, M. F., El Naggar, M. H. & Ghallab, M. M. (2007) Acaricidal activity of spinosad and abamectin against two-spotted spider mites. *Experimental and Applied Acarology*, 43(2), 129-35. https://doi.org/10.1007/s10493-007-9108-8

Jafari, I., Amiri-besheli, B. & Mohammadi Sharif, M. (2016) Comparison ability of three plant pesticides, two chemical acaricides and conventional mineral oil against citrus red mite *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae). *Iranian Plant Protection Research*, 30 (2), 304-312. https://doi.org/10.22067/jpp.v30i2.46028. (In Persian with English summary)

Kaufman, P. B., Kirakosayan, A., Mckenzie, M., Dayanadan, P., Hoyt, S.E. & Li, C. (2006) The uses of plant natural products by human and risks associated with their use. *in* L.J., Cseke, A., Kirakosyan, P. B., Kaufman, S. L., Warber, J. A., Dukes, & H.L. Brielman (eds). Natural products from plants. New York: CRC Press. pp: 441-473. https://doi.org/10.1201/9781420004472.ch12

Lord, J. C. (2001) Desiccant dusts synergize the effect of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) on stored-grain beetles. *Journal of Economic Entomology*, 94, 367-372. https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.2.367

Masoumi, M., Moharramipour, S. & Ayyari, M. (2019) Acaricidal activity of *Eruca sativa* seed oil and its methanolic extract on *Tetranychus urticae* (Red form) (Acari: Tetranichidae). *Journal of Entomological Society of Iran*, 39(1), 81-92. https://doi.org/10.22117/jesi.2019.122732.1248

Mirfakhraei, S. & Mohamadian, P. (2017) Effects of botanical insecticides Sirinol, Tondexir and repellency of Palizin on two spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) in the laboratory conditions. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 40(3), 1-12. https://doi.org/10.22055/ppr.2017.18041.1251. (In Persian with English summary).

JESI Accepted MS

Noroozi, M., & Zolfi Bavaryani, M. (2011) Determine the needed water to date on drip irrigation method in Bushehr Province. *Journal of Water Research in Agriculture*, 24(1), 21–30. (In Persian with English summary).

Ranjbarian, B., Sanayei, A., & Bahreinizadeh, M. (2002) Market understanding and opportunities and its importance in the export date in Bushehr. *Agricultural Economics and Development*, 9(33), 185–204. (In Persian with English summary).

Rezaei, M. & Moharramipour, S. (2019) Efficacy of Dayabon, a botanical pesticide, on different life stages of *Myzus persicae* and its biological control agent, *Aphidius matricariae*. *Journal of Crop Protection*, 8, 1-10.

Roh, H. S., Lim, E. G., Kim, J & Park, C. G. (2011). Acaricidal and oviposition deterring effects of santalol identified in sandalwood oil against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Pest Science*, 84, 495-501. https://doi.org/10.1007/s10340-011-0377-y

Seifi, R., Moharramipour, S. & Ayyari, M. (2018) Acaricidal activity of different fractions of *Moringa peregrina* on two spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Industrial Crops & Products*, 125, 616-621. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.09.031

Shah, K. D., Jethva, D. M., Ghelani, M. K. & Acharya, M. F. (2023) Synergism of plant oils with different insecticides against pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) Hardwick infesting chickpea. *Legume Research*, 46, 1510-1517. https://doi.org/10.18805/LR-5192

Sohrabi, F. & Kohanmoo M. A. (2017) Toxicity of neem and chinaberry extracts and additive effect of the essential oil *Salvia mirzayanii* on the date palm spider mite, *Oligonychus afrasiaticus* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Entomological Society of Iran*, 37, 43-54. (In Persian with English summary).

Sohrabi, F., Jamali, F., Morammazi, S., Saber, M. & Kamita, S. G., (2019) Evaluation of the compatibility of entomopathogenic fungi and two botanical insecticides tondexir and palizin for controlling *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Crop protection*, 117, 20-25. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.11.012

SPSS (2011) IBM SPSS statistics for Windows, version 20.0. New York: IBM Corp.

Vahabi Mashhur, M., Moharramipour, S., Negahban, M. & Mohabat, N. (2016a) Evaluation of Dayabon on reducing damage of *Xanthogaleruca luteolla*. *Proceedings of the 22th Iranian Plant Protection Congress*, p. 710.

Vahabi Mashhur, M., Moharamipour, S., Negahban, M. & Ghalichkhani, M. (2016b) Investigation on the contact toxicity of Dayabon on *Aphis nerrim*, *Aphis fabae* and their predator *Coccinella septempunctata*. *Proceedings of 22th Iranian Plant Protection Congress*, p. 723.

Wu, H., Zhang, G. A., Zeng, S. & Lin, K. C. (2009) Extraction of allyl isothiocyanate from horseradish (*Armoracia rusticana*) and its fumigant insecticidal activity on four stored-product pests of paddy. *Pest Management Science*, 65(9), 1003-1008. https://doi.org/10.1002/ps.1786

Yadegar, M., Kohanmoo, M. A., Sohrabi, F., Khademi, R. & Anjum, F. (2022) Fruit physicochemical properties of several cultivars of date palm and their influence on the susceptibility to *Oligonychus afrasiaticus* (Acari: Tetranichydae) in the southern of Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, 42(1), 15-27. https://doi.org/10.52547/JESI.42.1.2

Yoon, J. & Tak, J. H. (2023) Cuticular property affects the insecticidal synergy of major constituents in thyme oil against houseflies, *Musca domestica*. *Scientific Report*, 13, 12654. https://doi.org/10.1038/s41598-023-39898-6

JESI Accepted MS

Acaricidal Effect of Several Plant-Based Pesticides and Oils on the Date Palm Spider Mite, *Oligonychus afrasiaticuc* (Acari: Tetranychidae)

Mohammad Ali Mirhosseini [1], Fariba Sohrabi [1] & Mohammad Amin Kohanmoo [2]

[1]*Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Persian Gulf University, Bushehr, Iran, P.O. Box 75169-13817*
[2] *Department of Plant Genetic and Production Engineering, Faculty of Agriculture, Persian Gulf University, Bushehr, Iran*

✉ m.mirhosseini@pgu.ac.ir https://orcid.org/0000-0002-9236-9678
✉ fsohrabi@pgu.ac.ir https://orcid.org/0000-0002-9110-9858
✉ kohanmoo@pgu.ac.ir https://orcid.org/0000-0003-2422-3578

Article History
Received: xx June 2024 | *Accepted:* xx September 2024 | Subject Editor: ????????

Abstract
The date palm spider mite, Oligonychus afrasiaticus (McGregor), is one of the most important pests of date palms in Iran. Currently, the application of chemical acaricides is the primary method to control this pest, and annually, a large amount of various types of these chemical pesticides is used against the date palm spider mite. Considering the environmental risks associated with chemical pesticides and the need for safer pest management approaches, this research investigated the acaricidal effects of plant-based compounds including Dayabon, Palizin, Tondexir, garlic ethanolic extract, Azadirachta indica oil, Eruca sativa oil and Raphanus raphanistrum oil; these were compared with abamectin, one of the most commonly used chemical acaricide against date palm spider mite in Bushehr province. Additionally, to assess the synergistic effect of plant oils, the combination of LC_{20} of these oils with the LC_{50} of other compounds was tested on the pest. The bioassay experiment showed that among the plant-based compounds, Tondexir and garlic ethanolic extract exhibited the highest and lowest acaricidal activity, with LC_{50} values of 1031.63 and 26955.74 µL/L, respectively. Furthermore, assessing the combination effect of plant oils with other compounds demonstrated that the combination of Azadirachta indica oil and Eruca sativa oil with all compounds resulted in synergistic effects on the mortality of date palm spider mites. The results of this study reveal that some plant-based compounds and oils have high potential to be used in integrated management programs for this pest; following additional experiments under field conditions, they may serve as promising alternatives to chemical acaricides.

Key words: Synergistic effect, Palizin, Tondexir, *Azadirachta indica* oil, *Eruca sativa* oil

Corresponding Author: Mohammad Ali Mirhosseini (Email: m.mirhosseini@pgu.ac.ir)

***Citation*:** Mirhosseini, M. A., Sohrabi, F. and Kohanmoo, M. A. (2024) Acaricidal Effect of Several Plant-Based Pesticides and Oils on the Date Palm Spider Mite, *Oligonychus afrasiaticuc* (Acari: Tetranychidae). *J. Entomol. Soc. Iran*, x (x), x–x.

JESI Accepted MS