تحقیقات آفات گیاهی
۹۱-۷۹ : (۱)۵ - ۱۳۹۴

ویژگی‌های زیستی و تولیدمثلی مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای، *Ceratitis capitata* (Dip. : Tephritidae)، روی چند گیاه میزبان در شرایط آزمایشگاهی

راضیه نوری[۱]، علی افشاری[۲*]، شعبانعلی مافی پاشاکلایی[۳] و محسن یزدانیان[٤]

۱، ۲ و ۴ - گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۳- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران

(تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۳)

چکیده

مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای، *Ceratitis capitata* (Wiedemann)، یکی از آفات مهم درختان میوه در دنیا به شمار می‌رود که در سال‌های اخیر، طغیان آن در باغ‌های میوه‌ی شمال ایران گزارش شده است. در این تحقیق، برخی از ویژگی‌های مهم زیستی و تولیدمثلی این مگس شامل میانگین تخم‌گذاری روزانه (در دو آزمون انتخابی و غیرانتخابی)، طول دوره‌های لاروی و شفیرگی، درصد تفریخ تخم، درصد خروج حشرات کامل ونسبت جنسی روی شش میزبان گیاهی مختلف (شامل خرمالو، نارنگی اُنشو، پرتقال تامسون، سیب زردرقم گولدن دلیشس، سیب قرمز و هلو) در شرایط آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. از میان میزبان‌های مورد مطالعه، هلو به دلیل بالا بودن میانگین تخم‌گذاری روزانه (۴/۷۴ تخم/ فرد ماده/ روز) و درصد تفریخ تخم‌ها (۷۹/۶۲ درصد) و نیز کوتاه بودن طول دوره‌ی نشو و نمای لاروی (۱۰/۴ روز) و شفیرگی (۷/۷۶ روز)، مناسب‌ترین میزبان برای مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای تعیین شد. در مقابل، پرتقال تامسون به دلیل پایین بودن میانگین تخم‌گذاری روزانه و درصد تفریخ تخم‌ها (به ترتیب، صفر عدد و ۶۷/۴۹ درصد)، به عنوان نامرغوب‌ترین میزبان معرفی شد. همچنین، میوه‌های سیب زرد و سیب قرمز نیز به دلیل پایین بودن میانگین روزانه‌ی تخم‌گذاری (به ترتیب، ۰/۵۶ و ۱/۱۵ تخم/فرد ماده/ روز) و طولانی بودن دوره‌ی نشو و نمای لاروی (به ترتیب، ۱۴/۸۴ و ۲۴/۰۸ روز)، به عنوان میزبان‌های با کیفیت غذایی پایین برای این مگس معرفی شدند. با توجه به حساسیت بالای میوه‌های هلو نسبت به این آفت، توصیه می‌شود در احداث باغ‌های جدید هلو به‌ویژه به شکل مخلوط با مرکبات، سختگیری بیش‌تری به عمل آید.

واژه‌های کلیدی: ترجیح میزبانی، گیاه میزبان، نشو و نما و زادآوری

نویسنده مسئول: Afshari@gau.ac.ir

مقدمه

مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای، *Ceratitis capitata* (Wiedemann)،آفتی چندخوار می‌باشد و تاکنون بیش از ۴۰۰ گونه‌ی گیاهی به عنوان میزبان آن گزارش شده‌اند (USDA, 2012) که از جمله‌ی مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به انواع مرکبات، انواع هسته‌دارها مانند هلو، انواع دانه‌دارها مانند سیب و میوه‌های دیگر مانند خرمالو، انجیر و حتی میوه‌ی برخی از کدوئیان اشاره کرد (Thomas *etal*., 2001). خسارت شدید مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای در برخی از کشورها تولید تجاری برخی از میوه‌ها را مشکل و حتی غیرممکن ساخته است. در کالیفرنیا این مگس سالیانه ۱/۱ میلیارد دلار زیان مالی بر اقتصاد این ایالت وارد می‌نماید (Siebert and Pradhan, 1991). خسارت ناشی از این آفت در عراق روی میوه‌های نارنگی (*Citrus reticulata* Blanco) و خرمالوی ژاپنی(*Diospyros kaki* Thunb.) به ترتیب، ۶۸ و ۷۱ درصد گزارش شده است (Khalaf *et al*., 2012).

امروزه در بسیاری از مناطق دنیا استفاده راه‌فن حشرات عقیم به عنوان یک روش موثر در کنار روش‌های دیگر کنترل مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای مورد توجه قرار گرفته است و در اختیار داشتن رژیم‌های غذایی مناسب برای پرورش انبوه لاروها و حشرات کامل از ارکان اصلی این راه‌فن به شمار می‌رود (Hendriche *et al*., 2002). کمیت و کیفیت غذا در تغذیه‌ی لاروهای مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای بسیار مهم می‌باشند، زیرا علاوه بر تامین انرژی لازم برای زنده‌مانی و نشوونمای لاروها، با تجمع در بدن آن‌ها می‌تواند در دوره‌ی غیرفعالِ شفیرگی نیز مورد استفاده قرار گیرد (Chang *et al*., 2001; Nestel and Nemny-Lavy, 2008).

میزبان‌های مختلف گیاهی از کیفیت غذایی یکسانی برای مگس‌های میوه برخوردار نیستند و تاثیر تغذیه از گونه‌ها و ارقام مختلف گیاهی بر ویژگی‌های زیستی و تولیدمثلی این گروه از مگس‌ها گزارش شده است (Shelly *et al*., 2002; Medeiros *et al*., 2007; Papachristos*et al*., 2008; Rwomushana *et al*., 2008; Costa *et al*., 2011). زوکولوتو (Zucoloto, 1993) با بررسی ارزش غذایی میزبان‌های مختلف برای لاروها و حشرات کامل مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای نشان داد که بیش‌ترین درصد خروج حشرات کامل و تعداد تخمک‌ها در میوه‌های انبه مشاهده شدند در حالی که از میوه‌های لیمو و سیب هیچ مگس کاملی خارج نشد. مطالعه‌ی زنده‌مانی و نشو و نمای مراحل نارس مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای روی ارقام مختلف مرکبات نشان داد که رقم میوه و بخش‌های مختلف میوه (فلاوِدو، آلبدو و گوشت میوه) روی عملکرد لاروها تاثیر چشم‌گیری گذاشتند اما تاثیر آن‌ها روی شفیره‌ها کم‌تر بود و روی تخم‌ها هیچ تاثیری نداشتند (Papachristos *et al*., 2008). پاپاکریستوس و همکاران (Papachristos *et al*., 2014) با بررسی تاثیر کیفیت میوه‌های مختلف روی مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای نشان دادند که میوه‌های کیوی در مقایسه با میوه‌های شلیل از مطلوبیت کم‌تری برای مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای برخوردار بودند. تاثیر گونه‌ها و ارقام مختلف گیاهان میزبان بر پارامترهای دموگرافیک مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای از جمله نرخ ذاتی افزایش جمعیت نیز گزارش شده است (Papachristos and Papadopoulos, 2009).

مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای طی سال‌های ۱۳۵۱ تا ۱۳۵۷ از طریق واردات میوه‌های خارجی به ایران وارد و به سرعت در مناطق میوه‌خیز کشور مستقر شد (Sabzevari and Jafari, 1991). فعالیت این آفت در سال‌های اخیر در استان‌های مازندران، گیلان، گلستان، خراسان شمالی، فارس و کرمانشاه منجر به بروز خسارت سنگینی شده است (Mirsardo *et al*., 2010). با وجود اهمیت اقتصادی مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای در ایران، تاکنون در زمینه‌ی تاثیر نوع رژیم غذایی بر نشو و نما و تولیدمثل آن، مطالعات محدودی انجام شده است (Abbaspour, 2012; Ahmadi *et al*., 2014). بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر تغذیه‌ی لاروهای این مگس از چند گونه از میزبان‌های مهم و رایج در استان مازندران بر ویژگی‌های نشو و نمایی و تولیدمثلی آن در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. شناخت کیفیت غذایی میزبان‌های مختلف گیاهی علاوه

بر بهبود کارآیی برنامه‌های پرورش این آفت می‌تواند به پیش‌بینی روند و الگوی آلودگی آن در استان مازندران کمک نماید.

مواد و روش‌ها

مکان و زمان انجام پژوهش

این مطالعه طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در آزمایشگاه حشره‌شناسی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران انجام شد.

تهیه‌ی جمعیت اولیه

جمعیت اولیه‌ی مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای به تعداد چهار جفت حشره‌ی کامل از یک آزمایشگاه متعلق به بخش خصوصی در شهرستان نکا تهیه شد. در این آزمایشگاه، جمعیت مورد نظر به مدت پنج نسل روی رژیم غذایی مصنوعی (رژیم غذایی بر پایه‌ی سبوس گندم برای لاروها و رژیم غذایی بر پایه‌ی پروتئین هیدرولیز شده برای حشرات کامل) پرورش داده شده بود.

خالص‌سازی و تکثیر جمعیت

به دلیل کم بودن تعداد جمعیت اولیه و نیز به منظور ایجاد یک کلنی با شرایط تغذیه‌ای همسان، جمعیت اولیه‌ی مگس به مدت سه نسل روی میوه‌های هلو رقم زعفرانی (*Prunus persica* L.) و سپس به مدت دو نسل روی رژیم غذایی مصنوعی پرورش داده شد (در مجموع، به مدت پنج نسل). به منظور پرورش روی میوه‌های هلو، جمعیت اولیه درون قفس‌های چوبی به ابعاد ۴۰×۵۰×۴۰ سانتی‌متر که سقف و دیواره‌های آن‌ها با استفاده از توری سیمی با سوراخ‌هایی به قطر ۰/۲ میلی‌متر (تقریباً ۴۰ مش) پوشانده شده بود، قرار گرفت. به منظور دسترسی به فضای درون قفس‌ها در یک سمت آن‌ها سوراخی به قطر ده سانتی‌متر ایجاد و یک قطعه توری سفیدرنگ به شکل آستین به عنوان در ورودی به آن دوخته شد. قفس‌ها در یک اتاق پرورش به ابعاد ۲×۳ متر با دمای ۲±۲۶ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰±۷۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی، قرار گرفتند. هر دو تا سه روز یکبار، تعداد ۳ تا ۴ عدد میوه‌ی هلو به منظور تخم‌گذاری مگس‌های ماده در کف قفس قرار می‌گرفتند.

به منظور تغذیه‌ی حشرات کاملِ درون قفس‌ها از رژیم غذایی بر پایه‌ی پروتئین هیدرولیز شده (Ahmadi *et al.*, 2014) استفاده شد.

میوه‌های آلوده به تدریج از قفس‌ها خارج و درون گلدان‌های پلاستیکی به قطر دهانه‌ی ۲۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر با سوراخ‌هایی به قطر سه سانتی‌متر در کف، چیده شدند. دهانه‌ی گلدان‌هایِ حاوی میوه‌های آلوده با استفاده از یک قطعه پارچه‌ی توری مسدود شد و گلدان‌ها روی ظروف پلاستیکی حاوی مخلوط خاک نرم و خاک اَره (به ضخامت سه سانتی‌متر و به عنوان بستر تشکیل شفیره‌ها) قرار گرفتند. شفیره‌ها پس از جمع‌آوری درون ظروف پلاستیکی حاوی مخلوط خاک نرم و خاک اَره قرار گرفتند و به درون قفس‌های پرورش جدید انتقال یافتند تا حشرات کامل از آن‌ها خارج شوند.

به دلیل عدم دسترسی به میوه‌های هلو در تمام طول سال و پس از رسیدن تراکم جمعیت مگس به یک سطح مطلوب، برای ادامه‌ی پرورش از رژیم‌های غذایی مصنوعی پیشنهاد شده توسط احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2014) استفاده شد. غذای مصنوعی مورد استفاده برای تغذیه‌ی مگس‌های کامل به شکل مایع و و هر واحد آن شامل یک گرم پروتئین هیدرولیز شده‌ی مایع، سه گرم شکر و ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر بود. در حالی که هر واحد غذای مصنوعی لاروها از ۱۰۰ گرم سبوس گندم کاملاً پودر شده، ۲۵ گرم شکر، ۲۵ گرم قرص مخمر آبجوی کاملاً پودر شده (شرکت Health Aid انگلستان)، یک گرم اسید هیدروکلریک، یک گرم بنزوات سدیم و ۲۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر تشکیل شده بود.

ویژگی‌های زیستی و تولیدمثلی

میانگین تخم‌گذاری روزانه

برای اندازه‌گیری میانگین تخم‌گذاری روزانه از دو آزمون غیرانتخابی[1] و انتخابی[2] استفاده شد. در آزمون غیرانتخابی، میوه‌های خرمالو رقم گِرد(*Diospyros* sp.)، نارنگی اُنشو (*Citrus reticulata* Blanco) و پرتقال

1. Non-choice test
2. Choice-test

تامسون، *Citrus cinensis* (L.) به عنوان تیمارهای آزمایشی به تنهایی و بدون حضور میوه‌های دیگر در اختیار مگس قرار گرفتند. بدین منظور، در حدود ۲۰ جفت مگس کامل یک‌روزه که در دوره‌ی لاروی از غذای مصنوعی تغذیه کرده بودند، داخل یک قفس چوبی به ابعاد ۲۰×۲۰×۲۰ سانتی‌متر رهاسازی و از مخلوط پروتئین هیدرولیز شده و آب به منظور تغذیه‌ی آن‌ها استفاده شد. با توجه به این که میانگین دوره‌ی پیش از جفت‌گیری این مگس حداقل چهار روز گزارش شده است (Thomas *et al.*, 2001)، چهار روز پس از قرار گرفتن مگس‌ها در درون قفس‌ها، روزانه یک عدد میوه‌ی کامل یا قطعه‌ای از آن درون هر قفس قرار داده شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت، کلیه‌ی میوه‌ها از درون قفس‌ها خارج و میوه‌های تازه جایگزین می‌شدند. این عمل به مدت ۱۰ روز ادامه یافت. میوه‌ها پس از خارج شدن از قفس‌های تخم‌گذاری زیر استریومیکروسکوپ به دقت وارسی و محل‌های تخم‌گذاری روی آن‌ها علامت‌گذاری شد. در مرحله‌ی بعد، محل‌های علامت‌گذاری شده با استفاده از یک سوزن حشره‌شناسی شکافته شدند و تعداد تخم‌های گذاشته شده در هر کدام از آن‌ها شمارش گردید. با تقسیم تعداد تخم‌های گذاشته شده در هر روز به تعداد مگس‌های ماده‌ی موجود در قفس، میانگین تخم‌گذاری روزانه روی میوه‌های مختلف محاسبه شد.

در آزمون انتخابی، از میوه‌های سیب، *Malus domestica* (Borkh.) (ارقام زرد گولدن دلیشس و قرمز) و هلو رقم شصت روزه به عنوان تیمارهای آزمایشی استفاده شد. ابتدا تعداد ۲۰ جفت مگس که به دوره‌ی تخم‌گذاری رسیده بودند درون یک عدد قفس چوبی رهاسازی شدند. سپس، هر سه میوه هم‌زمان و در کنار همدیگر در درون قفس قرار گرفتند. پس از گذشت ۱۲ ساعت، میوه‌ها از قفس خارج و میوه‌های سالم جایگزین شدند. سپس، تعداد تخم‌های گذاشته شده در آن‌ها مانند آزمون قبل شمارش شد. با تقسیم مجموع تخم‌های شمارش شده روی هر میوه بر تعداد کل مگس‌های ماده‌ی موجود در قفس (با احتساب تعداد مگس‌های مرده در هر روز)، میانگین تخم‌گذاری روزانه روی هر کدام از میوه‌ها محاسبه شد.

درصد تفریخ تخم‌ها

مطابق روش حسین (Hussain, 1995)، تعدادی میوه‌ی رسیده‌ی خرمالو رقم گِرد، نارنگی اُنشو، سیب (ارقام زرد گولدن دلیشس و قرمز) و هلو رقم شصت روزه در فصل رویش مربوط به خود به مدت حداکثر ۲۴ ساعت درون قفس‌های چوبی در اختیار کلنی مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای که از پیش خالص‌سازی شده بود، قرار گرفتند. پس از ۲۴ ساعت، میوه‌ها از قفس خارج و محل‌های تخم‌گذاری زیر استریومیکروسکوپ علامت‌گذاری شدند. سپس، میوه‌ها به طور جداگانه داخل ژرمیناتور (دمای ۲±۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی) قرار گرفتند. با توجه به این که طول دوره‌ی جنینی این مگس ۱/۵ تا سه روز گزارش شده است (Thomas *et al.*, 2001) و با توجه به حداکثر مدت زمانی که امکان نگهداری میوه‌های شکافته شده درون ژرمیناتور وجود داشت، میوه‌های نارنگی اُنشو، هلو خرمالو پس از چهار روز و میوه‌های پرتقال تامسون، سیب زرد و سیب قرمز پس از شش روز از ژرمیناتور خارج و تمام محل‌های تخم‌گذاری روی آن‌ها شکافته شدند و تعداد تخم‌های تفریخ شده (بر اساس تعداد پوسته‌های تخم بر جای مانده در محل‌های تخم‌گذاری) و تفریخ نشده به تفکیک، شمارش و درصد تفریخ تخم‌ها محاسبه گردید.

به دلیل پایین بودن میزان تخم‌گذاری طبیعی در میوه‌های پرتقال تامسون، به کمک یک چاقوی تیز بخش کوچکی از پوست آن به شکل نیم‌دایره بریده شد و تعداد معینی تخم به شکل مصنوعی زیر پوست و روی گوشت میوه قرار گرفت. سپس، بخش بریده شده دوباره در مکان اولیه‌ی خود قرار گرفت و با استفاده از چسب نواری محکم شد. ادامه‌ی آزمایش، مشابه میوه‌های دیگر بود.

طول دوره‌ی نشو و نمای لاروی و شفیرگی

پس از تعیین درصد تفریخ تخم‌ها، هر کدام از میوه‌های آلوده به طور جداگانه در داخل یک ظرف یک‌بار مصرف پلاستیکی به قطر ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۷ سانتی‌متر و روی یک لایه‌ی یک سانتی‌متری از مخلوط خاک نرم و خاک اره و چند لایه روزنامه (به عنوان بستر شفیره) قرار گرفتند. دهانه‌ی ظرف‌ها با استفاده از پارچه‌ی توری پوشانده شد و سپس به داخل ژرمیناتور انتقال یافتند. ظرف‌ها به طور منظم و تا زمان تشکیل شفیره‌های مگس مورد بازدید قرار گرفتند. فاصله‌ی زمانی بین اوج تفریخ تخم‌ها روی هر میوه تا تشکیل شفیره‌ها به عنوان طول دوره‌ی نشو و نمای لاروی تعیین شد.

به منظور تعیین طول دوره‌ی شفیرگی، خاک درون ظرف‌های حاوی میوه‌های آلوده به صورت روزانه و تا زمان خروج کلیه‌ی لاروها از میوه‌ها و رفتن آن‌ها به درون خاک برای تشکیل شفیره، مورد بازدید قرار گرفت. شفیره‌های تشکیل شده در هر روز به تفکیک نوع میوه، جمع‌آوری و به طور جداگانه داخل ظروف پتری به قطر هشت سانتی‌متر که کف آن‌ها با یک لایه‌ی یک سانتی‌متری مخلوط خاک نرم و خاک اره پوشانده شده بودند، قرار داده شدند. سپس، ظرف‌های پتری حاوی شفیره تا زمان خروج حشرات کامل داخل ژرمیناتور نگه‌داری شدند. فاصله‌ی زمانی بین تشکیل شفیره تا خروج حشرات کامل به عنوان طول دوره‌ی شفیرگی در نظر گرفته شد.

درصد خروج حشرات کامل و نسبت افراد ماده

به منظور محاسبه‌ی درصد خروج حشرات کامل و نسبت جنسی افراد خارج شده، تعداد شفیره‌های تشکیل شده در هر میوه و نیز تعداد حشرات کامل خارج شده از آن‌ها به طور روزانه شمارش شد و جنسیت تمام مگس‌های خارج شده بر اساس داشتن یا نداشتن تخم‌ریز، تعیین شد.

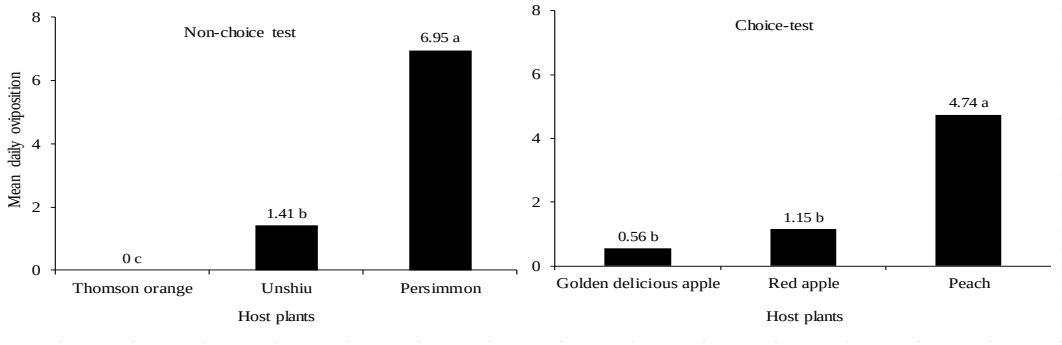
تجزیه و تحلیل آماری

تمام آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شدند. تیمارهای مورد بررسی در این مطالعه شامل میوه‌های خرمالو (رقم گِرد)، نارنگی اُنشو، پرتقال تامسون، سیب زرد رقم گولدن دلیشس، سیب قرمز و هلو (رقم شصت روزه) بودند. البته، به دلیل مشکلات تکنیکی (به عنوان مثال، نداشتن جمعیت کافی از مگس یا در اختیار نداشتن همزمان تمام میوه‌ها به دلیل متفاوت بودن فصل رشد آن‌ها) برخی از ویژگی‌ها روی برخی از میوه‌ها اندازه‌گیری نشدند. تعداد تکرارها بر حسب نوع ویژگی متفاوت بود؛ میانگین روزانه‌ی تخم‌گذاری، درصد تفریخ تخم‌ها، درصد ظهور حشرات کامل و درصد افراد ماده در ۱۰ تکرار و طول دوره‌های لاروی و شفیرگی در ۲۵ تکرار اندازه‌گیری شدند. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (SAS Institute, 1999) تجزیه‌ی واریانس شدند و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. برای رسم نمودارها از نرمافزار Excel 2007 استفاده شد.

نتایج

میانگین تخم‌گذاری روزانه

نتیجه‌ی تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان داد که در هر دو آزمون انتخابی و غیرانتخابی، نوع میزبان گیاهی در سطح احتمال یک درصد میانگین تخم‌گذاری روزانه‌ی مگس‌های ماده را تحت تاثیر قرار داد (به ترتیب، $P\leq ۰/۰۰۰۱$، $F=۲۴/۶$، $df=۱۸،۲$ و $P\leq ۰/۰۰۰۱$، $F=۲۲۳/۳$، $df=۵۷،۲$). بر اساس نتایج مقایسه‌ی میانگین‌هادر آزمون غیرانتخابی (شکل ۱)، بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین تخم‌ها به ترتیب روی میوه‌های خرمالو (۰/۶۸±۶/۹۵ عدد تخم به ازای هر فرد ماده در روز) و پرتقال تامسون (صفر عدد تخم به ازای هر فرد ماده در روز) گذاشته شدند. میانگین تخم‌گذاری روزانه روی میوه‌های اُنشو از خرمالو کم‌تر اما از پرتقال تامسون بیش‌تر بود. در آزمون انتخابی (شکل ۱)، میانگین تخم‌گذاری روزانه‌ی مگس‌های ماده روی میوه‌های هلو، از میوه‌های سیب (رقم‌های زرد لبنانی و قرمز) به طور معنی‌داری بیش‌تر بود اما بین دو رقم سیب از این نظر، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.



شکل ۱- میانگین تخم‌گذاری روزانه‌ی مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای روی میزبان‌های گیاهی مختلف در دو آزمون انتخابی و غیرانتخابی (میانگین‌های دارای حرف مشابه، فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند: آزمون دانکن سطح احتمال ۵ درصد).

Figure 1. Mean daily oviposition of Mediterranean fruit fly on different host plants in two choice and non-choice tests (Means followed by the same letter are not significantly different; P≤0.05, Duncan's multiple test)

طول دوره‌ی نشو و نمای لاروی و شفیرگی

نتیجه‌ی تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان داد که نوع میزبان گیاهی در سطح احتمال یک درصد بر طول دوره‌ی لاروی (P≤۰/۰۰۰۱، F=۳۵/۹، df=۱۴۴/۵) و شفیرگی (P≤۰/۰۰۰۱، F=۲۳/۴، df=۱۴۴/۵) مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای تاثیر معنی‌دار گذاشت. طول دوره‌ی نشو و نمای لاروی از ۸/۹۲±۰/۳۳ روز تا ۲۴/۰۸±۱/۶۷ روز به ترتیب روی میوه‌های پرتقال تامسون و سیب قرمز نوسان داشت. کم‌ترین طول دوره‌ی شفیرگی (۷/۷۶±۰/۳ روز) در میوه‌ی هلو و بیش‌ترین آن در میوه خرمالو (۱۳/۸۴±۰/۵۹ روز) به دست آمد (جدول ۱).

.

جدول ۱- میانگین (± خطای استاندارد) برخی از پارامترهای زیستی مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای روی میزبان‌های گیاهی مختلف

Table 1. Mean (±SE) of some biological parameters of Mediterranean fruit fly on different host plants

Host plants	Larval developmental time (days)	Pupal developmental time (days)	Egg hatching percent	Adult emergence percent	%females
Thomson orange	8.92±0.33d	12.04±0.32b	67.49±10.72b	98.55±0.88a	59.35±3.01a
Peach	10.40±0.46cd	7.76±0.30d	79.62±9.44ab	82.82±4.25a	57.09±2.7a
Unshiu	10.68±0.53cd	12.12±0.29b	93.65±5.03a	95.97±2.01a	52.85±2.07a
Persimmon	12.04±0.94c	13.84±0.59a	68.48±4.62b	-	50.00±7.7a
Golden apple	14.84±0.81b	9.72±0.46c	87.82±2.84a	83.72±5.7a	52.65±6.9a
Red apple	24.08±1.67a	8.28±0.81d	90.3±1.67a	81.08±8.6a	43.25±10.05a

* Means within columns followed by the same letter are not significantly different (P<0.05, Duncan's multiple test).

درصد تفریخ تخم‌ها

نتیجه‌ی تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر میزبان گیاهی بر درصد تفریخ تخم‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (P≤۰/۰۰۱، F=۵/۳، df=۳۹/۵). بر اساس نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها (جدول ۱)، بیش‌ترین تعداد تخم‌ها پس از تغذیه‌ی لاروها از میوه‌های نارنگی اُنشو تفریخ شدند (۵/۰۳±۹۳/۶۵ درصد) در حالی که کم‌ترین میزان تفریخ تخم‌ها (۱۰/۷۲±۶۷/۴۹ درصد) پس از تغذیه‌ی لاروها از میوه‌های پرتقال تامسون مشاهده شد.

درصد خروج حشرات کامل و نسبت افراد ماده

نتیجه‌ی تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان داد که نوع میزبان گیاهی بر درصد ظهور حشرات کامل و نسبت افراد ماده تاثیر معنی‌دار نداشت (به ترتیب، P>۰/۰۵، F=۲/۱۲، df=۲۵/۴ و P>۰/۰۵، F=۱/۲، df=۲۷/۵). بر اساس نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها، میانگین درصد ظهور حشرات کامل از ۸/۶±۸۱/۰۸ درصد در سیب قرمز تا ۰/۸۸±۹۸/۵۵ درصد در پرتقال تامسون و میانگین نسبت افراد ماده از ۱۰/۰۵±۴۳/۲۵ درصد در سیب قرمز تا ۳/۰۱±۵۹/۳۵ درصد در پرتقال تامسون نوسان داشت (جدول ۱).

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که از میان ویژگی‌های زیستی و تولیدمثلی مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای، میانگین تخم‌گذاری روزانه، طول دوره‌ی نشو و نمای لاروی و شفیرگی و درصد تفریخ تخم‌ها تحت تاثیر نوع میوه قرار گرفتند، اما درصد خروج حشرات کامل و نسبت افراد ماده در میوه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با همدیگر نداشتند. تاثیر نوع میوه بر ویژگی‌های زیستی و تولیدمثلی مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای (Medeiros *et al*., 2007; Papachristos *et al*., 2008; Costa *et al*., 2011) و سایر مگس‌های میوه (Greany and Shapiro, 1993) توسط پژوهشگران دیگر نیز گزارش شده است. محققان علت متفاوت بودن این ویژگی‌ها روی میوه‌های مختلف را عواملی مانند اختلاف در ضخامت پوست میوه (Papachristos *et al*., 2008)، رنگ میوه (Papachristos and Papadopoulos, 2009; Prokopy and Economopoulos, 1976)، اندازه‌ی میوه (McDonald and McInnis, 1985)، میزان رطوبت نسبی درون میوه (Levinson *et al*., 2003)، کیفیت غذایی میوه برای لاروها (Joaquim-Bravo *et al*., 2001) و تراکم غده‌های ترشح‌کننده‌ی روغن‌های اساسی (Essential oils) در پوست میوه (Papachristos and Papadopoulos, 2009) گزارش کردند. با توجه به نتایج محققان مختلف در این زمینه، اختلاف در مقادیر ویژگی‌های زیستی و تولیدمثلی روی میوه‌های مختلف در پژوهش حاضر ممکن است از یک یا چند عامل گفته شده در بالا ناشی شده باشد که البته تایید این موضوع به انجام تحقیقات بیش‌تر نیاز دارد.

تاثیر نوع میوه بر میزان تخم‌گذاری مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای

یافته‌های این پژوهش در آزمون غیرانتخابی حاکی از پایین بودن میزان تخم‌گذاری مگس‌های ماده روی میوه‌های پرتقال تامسون و نارنگی اُنشو در مقایسه با میوه‌های خرمالو بود. این نتیجه با یافته‌های پاپاکریستوس و پاپادوپولوس (Papachristos and Papadopoulos, 2009) و یواکیم- براوو و همکاران (Joaquim-Bravo *et al*., 2010) مطابقت داشت. پاپاکریستوس و پاپادوپولوس (Papachristos and Papadopoulos, 2009) در توجیه پایین بودن میانگین تخم‌گذاری مگس‌های ماده روی میوه‌های پرتقال و لیموترش (*C. limon* L.) نشان دادند که بین زادآوری مگس‌های ماده و تراکم غدد ترشح‌کننده و مقدار روغن‌های ضروری در پوست میوه‌ی مرکبات یک همبستگی منفی وجود داشت. به همین دلیل، این محققان عدم آلودگی این میوه‌ها را به مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای به وجود روغن‌های اساسی در پوست آن‌ها نسبت دادند.

البته، مقاومت ارقام مختلف مرکبات به مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای متفاوت گزارش شده است؛ پاپاکریستوس و پاپادوپولوس (Papachristos and Papadopoulos, 2009) نشان دادند که زادآوری مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای روی برخی از ارقام مرکبات مانند نارنج (*C. aurantium*L.) در سطح به‌نسبت بالایی قرار داشت.

متفاوت بودن مقاومت ارقام مختلف مرکبات به سایر مگس‌های میوه مانند مگس میوه‌ی کارائیبی، *Anastrepha suspensa* (Loew)، نیز گزارش شده است (Greany and Shapiro, 1993). یافته‌های این محققان نشان داد که لمون‌ها در مقابل حمله‌ی این آفت ایمن می‌باشند و پرتقال تا حد زیادی مقاوم می‌باشد. با توجه به متفاوت بودن ارقام مرکبات مورد استفاده در پژوهش حاضر (پرتقال تامسون و نارنگی اُنشو) با ارقام مورد مطالعه توسط پاپاکریستوس و پاپادوپولوس (Papachristos and Papadopoulos, 2009) (لیموترش و نارنج)، لازم است به منظور رسیدن به یک نتیجه‌ی قطعی در زمینه‌ی علل کاهش تخم‌گذاری روی میوه‌های پرتقال تامسون و نارنگی اُنشو، تراکم غدد ترشح‌کننده و مقدار روغن‌های ضروری یا متابولیت‌های ثانویه‌ی احتمالی موجود در پوست این دو میزبان اندازه‌گیری شوند.

همچنین، نتایج پژوهش حاضر در آزمون انتخابی نشان داد که مگس‌های ماده برای تخم‌گذاری، میوه‌های هلو را به میوه‌های سیب زرد و سیب قرمز ترجیح دادند. تاکنون در زمینه‌ی مقایسه‌ی میزان ترجیح میوه‌های هلو با میوه‌های سیب برای مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای گزارشی منتشر نشده است اما عمرو و عبدالجلیل (Amro and Abdel-Galil, 2008) بر اساس تعداد شفیره‌های تشکیل شده در میوه و درصد خروج حشرات کامل نتیجه گرفتند که میوه‌های سیب در مقایسه با میوه‌های پرتقال به مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای مقاوم‌تر می‌باشند. یواکیم- براوو و همکاران (Joaquim-Bravo *et al*., 2001) نیز بر اساس درصد خروج حشرات کامل و طول مدت نشو و نما نتیجه گرفتند که مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای، میوه‌های پاپایا (*Carica papaya* L.) را در مقایسه با میوه‌های سیب بیش‌تر ترجیح می‌دهد. در مقابل، یافته‌های استاب و همکاران (Staub *et al*., 2008) بر خلاف نتایج پژوهش ما نشان داد که تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای روی میوه‌های سیب (رقم گولدن دلیشس) در مقایسه با پرتقال رقم والنسیا و نارنگی به مراتب بیش‌تر می‌باشد.

تاثیر نوع میوه بر درصد تفریخ تخم

نتایج این پژوهش نشان داد که درصد تفریخ تخم‌ها روی میوه‌های پرتقال تامسون و خرمالو از میوه‌های سیب (قرمز و زرد)، هلو و نارنگی اُنشو به طور معنی‌داری کم‌تر بود. پاپاکریستوس و همکاران (Papachristos *et al*., 2008) با مطالعه‌ی تاثیر گونه‌ها و ارقام مختلف مرکبات بر درصد تفریخ تخم‌های مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای نشان دادند که با وجود متفاوت بودن ضخامت پوست، اسیدیته، pH و درصد شیره‌ی قابل استحصال در گونه‌ها و ارقام مختلف مرکبات، درصد تفریخ تخم در آن‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند. بنابراین در توجیه بالا یا پایین بودن درصد تفریخ تخم روی گونه‌ها و ارقام مختلف مرکبات باید نقش سایر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی میوه مورد بررسی قرار گیرد.

با وجود پایین بودن میانگین تخم‌گذاری در میوه‌های نارنگی اُنشو، درصد بالایی از تخم‌های گذاشته شده در آن‌ها تفریخ شدند در حالی که در میوه‌های پرتقال تامسون علاوه بر پایین بودن میانگین تخم‌گذاری، درصد تفریخ تخم‌ها نیز بسیار پایین بود. این امر ممکن است ناشی از متفاوت بودن ساختار فیزیکی پوست و ماهیت شیمیایی روغن‌های اساسی موجود در میوه‌های نارنگی در مقایسه با پرتقال تامسون باشد. بر اساس مجموع نتایج میانگین تخم‌گذاری و درصد تفریخ تخم‌ها می‌توان احتمال داد که روغن‌های اساسی موجود در پوست میوه‌های نارنگی اُنشو فقط از تخم‌گذاری مگس‌های ماده روی میوه جلوگیری می‌نمایند (نقش آنتی‌زنوزی) اما غلظت و ماهیت شیمیایی آن‌ها برای کشتن تخم‌های گذاشته شده در درون پوست میوه کافی نمی‌باشد. در حالی که ترکیبات متابولیکی ثانویه‌ی احتمالی موجود در پوست میوه‌های پرتقال تامسون هم‌زمان هر دو نقش دورکنندگی و جلوگیری از تفریخ تخم را ایفا می‌کنند

بر اساس نتایج این پژوهش، میانگین تخم‌های گذاشته شده درون میوه‌های خرمالو از میوه‌های پرتقال تامسون و نارنگی اُنشو به مراتب بیش‌تر بود، اما درصد تفریخ تخم‌ها در آن از میوه‌های نارنگی اُنشو به مراتب کم‌تر بود. در توجیه این پدیده می‌توان گفت که احتمالا ترکیبات

آنتی‌زنوزی در میوه‌های خرمالو چندان قوی نمی‌باشند و به همین دلیل، مگس‌های ماده می‌توانند به راحتی تعداد زیادی تخم درون آن‌ها بگذارند اما ماهیت شیمیایی و فیزیکی گوشت این میوه از تفریخ تعداد زیادی از تخم‌های گذاشته شده جلوگیری می‌نماید.

تاثیر نوع میوه بر طول دوره‌ی نشو و نمای لاروی و شفیرگی

نتایج این تحقیق نشان داد که دوره‌ی لاروی مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای درون میوه‌های سیب (قرمز و زرد) در مقایسه با سایر میوه‌ها به طور چشمگیری طولانی‌تر بود. این یافته با نتایج پژوهش زانادری و همکاران (Zanardi *et al.*, 2011) در خصوص طولانی‌تر بودن دوره‌ی لاروی مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای روی میوه‌های سیب در مقایسه با میوه‌های هلو و خرمالو مطابقت داشت. اما نتایج این پژوهشگران در خصوص طول دوره‌ی شفیرگی با یافته‌های پژوهش ما اندکی متفاوت بود؛ نتایج نامبردگان حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین طول دوره‌ی شفیرگی در میوه‌های خرمالو، سیب و هلو بود در حالی که یافته‌های پژوهش ما نشان دادند که میوه‌های هلو و سیب قرمز از این نظر تفاوتی با یکدیگر نداشتند اما میانگین هر دو میوه به طور معنی‌داری از خرمالو کم‌تر بود.

با توجه به طولانی بودن دوره‌ی لاروی روی میوه‌های سیب و نیز کم بودن نسبی میانگین تخم‌گذاری روی این میزبان، میوه‌های سیب زرد و قرمز در کنار پرتقال تامسون (با میانگین تخم‌گذاری صفر) نامرغوب‌ترین میزبان‌های گیاهی برای مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای معرفی شدند. پاپادوپولوس و همکاران (Papadopoulos *et al.*, 2002) و زوکولوتو (Zucoloto, 1993) کلفتی و سختی مزوکارپ میوه‌های سیب را مهم‌ترین دلیل مرگ و میر لاروها و طولانی شدن دوره‌ی نشو و نمای آن‌ها گزارش کردند. در پژوهش حاضر نیز سفت‌تر بودن مزوکارپ میوه‌های سیب در مقایسه با سایر میوه‌های مورد بررسی مانند هلو، خرمالو و مرکبات، می‌تواند از دلایل احتمالی طولانی‌تر شدن دوره‌ی نشو و نمای لاروی در آن‌ها باشد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مگس‌های ماده درون میوه‌های پرتقال تامسون تخم‌گذاری نکردند اما لاروهای خارج شده از تخم‌های قرار گرفته با دست در زیر پوست این میوه (آلودگی مصنوعی)، نشو و نمای خود را نسبت به میوه‌های دیگر سریع‌تر کامل کردند. این یافته نشان می‌دهد که میوه‌های پرتقال تامسون برای لاروهای مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای از ارزش غذایی بالایی برخوردار هستند و در صورت غلبه‌ی مگس‌های ماده بر موانع تخم‌گذاری روی میوه (احتمالاً غلظت بالای روغن‌های اساسی یا ترکیبات متابولیکی ثانویه)، امکان گسترش آلودگی روی این میزبان بسیار زیاد می‌باشد. نتایج پژوهش ما همچنین نشان دادکه طول دوره‌ی نشو و نمای لاروها درون میوه‌های هلو و خرمالو به طور قابل توجهی کوتاه بود که با توجه به بالا بودن میانگین روزانه‌ی تخم‌گذاری روی این دو میوه، آن‌ها را می‌توان به عنوان میزبان‌های ترجیحی این مگس معرفی کرد.

تاثیر کیفیت رژیم غذایی دوره‌ی لاروی بر طول دوره‌ی نشو و نمای لاروها و شفیره‌های مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای در پرورش انبوه آن روی غذاهای مصنوعی گزارش شده است (Kaspi *et al.*, 2002; Chang, 2004; Chang *et al.*, 2007). کاسپی و همکاران (Kaspi *et al.*,2002) نشان دادند که با افزایش مقدار ترکیبات پروتئینی و قندی در جیره‌ی غذایی لاروها، طول دوره‌ی نشو و نمای آن‌ها به میزان چشم‌گیری کاهش یافت. اگر چه در تحقیق حاضر، کمیت و کیفیت عناصر غذایی موجود در میوه‌های مورد نظر ارزیابی نشد، اما مقایسه‌ی ترکیبات غذایی گزارش شده برای این میوه‌ها حاکی از وجود تفاوت بین آن‌ها می‌باشد. به عنوان مثال، میزان پروتئین موجود در صد گرم میوه‌ی سیب (۰/۴-۰/۱ گرم) در مقایسه با میوه‌های پرتقال (۰/۹-۰/۸ گرم) به مراتب کم‌تر می‌باشد (Faraji-Harami, 1988). این تفاوت در مقدار پروتئین و نیز سختی بافت مزوکارپ در میوه‌های سیب ممکن است از دلایل طولانی‌تر شدن دوره‌ی نشو و نمای لاروی در آن‌ها باشند.

نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادها

از میان میوه‌های مورد بررسی در این پژوهش، به نظر می‌رسد هلو به دلیل بالا بودن میانگین تخم‌گذاری روزانه و درصد تفریخ تخم‌ها و کوتاه بودن دوره‌ی نشو و نمای لاروی و شفیرگی، مناسب‌ترین میزبان برای مگس میوه‌ی مدیترانه‌ای باشد. در مقابل، به دلیل پایین بودن میانگین تخم‌گذاری روزانه و درصد تفریخ تخم‌ها در میوه‌های پرتقال تامسون نسبت به میزبان‌های دیگر، این میوه به عنوان نامرغوب‌ترین میزبان برای این مگس گزارش شد. میانگین روزانه‌ی تخم‌گذاری روی میوه‌های خرمالو از سایر میزبان‌ها بالاتر بوداما درصد تفریخ تخم‌های گذاشته شده درون آن‌ها به‌نسبت پایین و دوره‌ی نشو و نمای لاروی و شفیرگی در آن‌ها تقریباً طولانی بود. به همین دلیل، این گیاه را می‌توان به عنوان یک میزبان با کیفیت متوسط برای این مگس معرفی کرد. میوه‌های سیب زرد و سیب قرمز به دلیل پایین بودن میانگین روزانه‌ی تخم‌گذاری و طولانی بودن دوره‌ی نشو و نمای لاروی، به عنوان میزبان‌های با کیفیت غذایی پایین برای این مگس معرفی شدند.

با توجه به حساسیت بیش‌تر میوه‌های هلو نسبت به میزبان‌های دیگر و نیز وجود گزارش‌های چاپ نشده از سوی کارشناسان حفظ نباتات استان مازندران مبنی بر بیش‌تر بودن میزان خسارت این آفت در باغ‌های مخلوط مرکبات و هسته‌دارها، در احداث باغ‌های درختان هسته‌دار از جمله هلو در این استان به‌ویژه به صورت مخلوط با مرکبات، باید سختگیری بیش‌تری به عمل آید.

References

Ahmadi, Z., Afshari, A., Mafi Pashakolaei, Sh. And Yazdanian, M. 2014.The effects of some artificial diets on development and reproduction of Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Dipt.; Tephritidae)**Journal of Plant Protection** 27(4): 467-475 (in Farsi).

Abbaspour, M. 2012. Host preferences of Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) on commercial varieties of tangerine in Mazandaran provinces. Msc. thesis, Azad University of Garmsar, 74pp.

Amro, M. A., and Abdel-Galil, F. A. 2008. Infestation predisposition and relative susceptibility of certain edible fruit crops to the native and invading fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the New Valley Oases, **Assiut University Bulletin of Environmental Research** 11(1): 89-97.

Chang, C. L. 2004. Effect of amino acids on larvae and adults of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America** 97(3): 529-535.

Chang, C. L., Kurashima, R. and Albrecht, C. P. 2001. Larval development of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) on a meridic diet. **Annals of Entomological Society of America** 94(4): 433-437.

Chang, C. L., Caceres, C., and Ekesi, S. 2007. Life history parameters of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) reared on liquid diets. **Annals of the Entomological Society of America** 100(6): 900-906.

Costa, A. M., Amorim, F. O., Anjos-Duarte, C. S., and Joachim-Bravo, I. S. 2011. Influence of different tropical fruits on biological and behavioral aspects of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 55(3): 355-360.

Faraji -Harami, R. 1988. The Sciences and Technology oh fruits and vegetables (First edition). TehranUniversity Press, 239 pp.

Greany, P. D., and Shapiro, J. P. 1993. Manipulating and enhancing citrus fruit resistance to the Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **The Florida Entomologist** 76(2): 258-263.

Hendriche, J., Robinson, A. S., Cayol, J. P., and Enkerlin W. 2002. Medfly areawide sterile insect technique programmes for prevention, suppression or eradication. **Florida Entomologists** 85(1): 1-13.

Hussain, T. 1995. Demography and population genetics of *Dacus zonatus* (Saunders). Ph.D. thesis, University of the Panjab, 79pp.

Joachim- Bravo, I. S., Fernandes, O., De- Bortoli, S. A., and Zucoloto, F. S. 2001. Oviposition behavior of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae): Association between oviposition preference and larval performance in individual females. **Neotropical Entomology** 30(4): 559-564.

Joaquim-Bravo, I. S., Guimaraes, A. N., Magalhaes, T. C. and Nascimento. A. S. 2010. Performance of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in fruits: comparison of two laboratory populations. **Neotropical Entomology** 39(1): 9-14.

Kaspi, R., Mossinson, S., Drezner, T., Kamensky, B. and Yuval, B. 2002.Effect of larval diet on developmental rates and reproductive maturation of male and female Mediterranean fruit fly.**Physiological Entomology** 27: 29-38.

Khalaf, M. Z., Hassan, B. H., Shbar, A. K., Naher, F. H., Salman, A. H., and Jabo, N. F. 2012. Population densities of Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) on fruit orchards in south Baghdad and using Tephri traps and GF-120 as control methods.**Tunisian Journal of Plant Protection** 7(2): 122.

Levinson, H., Levinson, A., and Osterried, E. 2003. Orange-derived stimuli regulating oviposition in the Mediterranean fruit fly. **Journal of Applied Entomology** 127: 269- 275.

Medeiros, A., Oliveira, L. and Garcia, P. 2007. Suitability as Medfly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) hosts, of seven fruit species growing on the island of São Miguel, Azores. **Life and Marine Sciences** 24: 33-40.

McDonald, P. T., and McInnis, D. O. 1985. *Ceratitis capitata*: effect of host fruit size on the number of eggs per clutch. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 37: 202-211.

Mirsardo, S., Mafi Pashakolaii, Sh. and Barari, H. 2010. The preliminary investigation of the geographical distribution of Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae) in Mazandaran province. **Iranian Journal of Entomological Researches** 2(2): 143-154(in Farsi).

Nestel, D., and Nemny-Lavy, E. 2008. Nutrient balance in Medfly, *Ceratitis capitata*, larval diets affects the ability of the developing insect to incorporate lipid and protein reserves. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 126(1): 56-60.

Prokopy, R. J., and Economopoulos, A. P. 1976. Color responses of *Ceratitis capitata* flies.**Zeitschrift für Angewandte Entomologie** 80(1-4): 434-437.

Papadopoulous, N. T., Katsoyannos, B. I., and Carey, J. R. 2002.Demographic parameters of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) reared in apples.**Annals of the Entomological Society of America** 95: 564-569.

Papachristos, D. P., Papadopoulos, N. T., and Nanos, G. 2008. Survival and development of immature stages of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in citrus fruit. **Journal of Economic Entomology**101(3): 866-872.

Papachristos, D. P., Papadopoulos, N. T., Maglaras, E., Michaelakis, A. and Antonatos, S. A. 2014. Susceptibility of kiwifruit (*Actinidia* spp.) cultivars to *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) infestation. **Journal of Applied Entomology** 138: 433-440.

Papachristos, D. P., and Papadopoulos, N. T. 2009. Are citrus species favorable hosts for the Mediterranean fruit fly? A demographic perspective.**Entomologia Experiments et Applicata** 132: 1-12.

Rwomushana, I., Ekesi, S., Gordon, I., and Ogol, C. K. P. O. 2008. Host plants and host plant preference studies for *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) in Kenya, a new invasive fruit fly species in Africa. **Annals of the Entomological Society of America** 101(2): 331-340.

Sabzevari, E., and Jafari, M. 1991. Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann), the investigations on bioecological and eradication in Mazandaran province "the last sustainable area in Iran", Plant protection Publication 38 pp(in Farsi).

SAS Institute, 1999. SAS user's guide, version 8.2.SAS Institute, Cary, NC, USA.

Shelly, T. E., Kennelly, S. S. and Mclnnis, D. O. 2002. Effect of adult diet on signaling activity, mate attraction, and mating success in male Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist** 85: 150-155.

Siebert, J., and Pradhan, V. 1991. The potential impact of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* Wiedemann upon establishment in California.Department of Agriculture and Natural Resources, University of California, Working paper, No. 542.

Staub, C. G., De Lima, F., and Majer, J. D. 2008. Determination of host status of citrus fruits against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae).**Australian Journal of Entomology** 47: 184-187.

Thomas, M. C., Heppner, J. B., Woodruff, R. E., Weems, H. V. Steck, G. J., and Fasulo, T. R. 2001. Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Insecta: Diptera: Tephritidae). Retrived: September 2010 from http://edis.ifas.ufl.edu/in371. The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) Extension Service, University of Florida, EENY-214, 18pp.

USDA 2012. National Invasive Species Information Center.Animals, Mediterranean fruit fly.Retrieved from http://www.invasivespeciesinfo.gov/animals/medfly.html.

Zanardi, O. Z., Nava, D. E., Botton, M., Grützmacher, A. D., Jr. Machota, R., and Bisognin, M. 2011. Desenvolvimento e reprodução da mosca-do-mediterrâneo em caquizeiro, macieira, pessegueiro e videira.**Pesquisa Agropecuária Brasileira** 46(7): 682-688.

Zucoloto, F. S. 1993. Acceptability of different Brazilian fruits to *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) and fly performance on each species. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research** 26: 291-298.

Plant Pests Research
2015- 5(1): 79-91

Biological and reproductive parameters of Medfly, *Ceratitis capitata* (Dip. : Tephritidae), on some host plants under laboratory conditions

R. Noori[1], A. Afshari[*2], Sh.A. Mafi Pashakolaei[3], and M. Yazdanian[4]

1, 2 and 4 . Department of Plant Protection, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. 3. Research Center of Agriculture and Natural Resources, Mazandaran Province, Iran.

(Received: July23, 2014- Accepted: December24, 2014)

Abstract

Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), is one of the most important pests of fruitcrops worldwide, and its outbreak has recently been reported in fruit orchards of northern Iran. In this study, the values of some important developmental and reproductive parameters, including percent daily oviposition (in both choice and non-choice tests), larval and pupal developmental times, egg hatch percent of adult emergence and sex ratio were estimated on six different host plants (persimmon, citrus Unshiu, Thomson orange, Golden Delicious apple, red apple and peach) under laboratory conditions. Among the studied fruits, peach was determined as the most suitable host for Mediterranean fruit fly due to its high mean daily oviposition (4.74 egg/female/day), egg hatch (79.62 percent) as well as short larval (10.4 day) and pupal developmental times (7.76 day). In contrast, Thomson orange was suggested as the least suitable host plant because of low mean daily oviposition and amount of egg hatch (0, and 67.49 percent, respectively). Golden Delicious and red apples were also considered nutritionally poor hosts because of low mean daily oviposition (0.56, and 1.15 egg/female/day, respectively) and long larval developmental period (14.84 and 24.08 days, respectively). Because of high susceptibility of peach fruits to this pest, it is recommended to impose more restriction on establishing new peach orchards especially where mixed with citrus.

Key words: Host preference, Host plant, Development, Fecundity

Corresponding author: Afshari@gau.ac.ir