

دورکنندگی امواج فراصوت روی شب پره آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller و زنبور

پارازیتوئید آن *Habrobracon hebetor*

## Repellency of infrasonic waves on *Ephestia kuehniella* Zeller and *Habrobracon hebetor*

فاطمه شکفته<sup>۱</sup>، علیرضا عسکریان زاده<sup>۲</sup>، علیرضا رضازاده<sup>۳</sup>، اباذر حاج نوروزی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد

۲- دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد

۳- استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد

۴- استادیار گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شاهد

### چکیده:

یکی از آفات مهم محصولات انباری شب پره آرد است. با توجه به محدودیت استفاده از سموم در فضای بسته انباری طلبد که از دیگر روش های کنترلی از جمله روش های رفتاری ایمن و سازگاری به محیط زیست مثل کنترل بیولوژیک و کنترل فیزیکی استفاده گردد. لذا در این مطالعه اثر امواج فراصوت به عنوان یکی از روش های کنترلی فیزیکی در کنترل شب پره آرد و همینطور اثر این امواج روی زنبور پارازیتوئید آن مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور محفظه ای به ابعاد ۱۲۰ × ۱۲۰ × ۵۰ که با پارچه تور محصور شده بود تهیه گردید. سطح داخلی دو طرف این محفظه با طلق های چسبناک پوشانده شد و در شروع آزمایش در یک طرف دستگاه تولید فراصوت قرار گرفت در هر آزمایش تعداد ده حشره بالغ یک روزه ای شب پره آرد در این محفظه رها شد و در مدت ۲۴ ساعت در معرض یک فرکانس فراصوت قرار گرفت. فرکانس ها شامل ۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۲۰۰ کیلو هرتز و شدت ۲۰۰ میلی متر در ثانیه در سه تکرار بررسی شد. این بررسی در اتاقک رشد (دمای ۲۵ ± ۱ درجه سلسیوس، رطوبت ۶۵ ± ۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) برای شب پره آرد و زنبور پارازیتوئید آن انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که همه فرکانس های مورد آزمایش به نوبه خود خاصیت دورکنندگی داشته اما از بین این هفت فرکانس آزمایش شده روی شب پره آرد و زنبور انگل واره آن فرکانس ۱۰۰ کیلو هرتز بهترین فرکانس فراصوتی برای دور کردن شب پره آرد بوده است و روی زنبور انگل- واره آن اثر سوء نداشته است. داده ها به صورت طرح پایه کاملا تصادفی تجزیه شده.

کلیدواژه ها: فراصوت، فرکانس، دورکنندگی

### مقدمه:

شب پره مدیترانه‌ای آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller در سراسر نواحی معتدل جهان یافت می‌شود و این گونه، آفت مهم آرد، دانه‌های شکسته و نیز فرآورده‌های حاصل از گندم می‌باشد. در طول روز حتی در منازل، روی دیوارها و سایر سطوح در حال استراحت دیده می‌شوند و حشرات کامل غالباً هنگام طلوع و غروب خورشید پرواز می‌کنند. حشرات کامل شب‌پره مدیترانه‌ای آرد به طول ۹ تا ۱۲ میلی‌متر و عرض بدن با بال‌های باز ۱۲ تا ۱۵ میلی‌متر می‌باشد. بال‌های رویی دارای دو خط زیگزاگی سیاه-رنگ و نیز چند لکه به همین رنگ می‌باشد. بال‌های زیری به رنگ خاکستری روشن تا بژ بوده و در حاشیه دارای ریشک هستند. در هنگام استراحت، شب‌پره پاهای جلویی را باز می‌کند، به طوری که سر حشره در بالا قرار گرفته و ظاهر بدن شب‌پره به نظر می‌رسد، که این خصوصیت صفت مطمئنی برای تشخیص شب‌پره مدیترانه‌ای آرد به حساب می‌آید. حشرات کامل شب‌پره مدیترانه‌ای آرد عمر کوتاهی ۷ تا ۲۱ روز دارند. حشرات ماده تعداد ۱۵۰ تا ۲۰۰ تخم را به طور تصادفی روی مواد غذایی قرار می‌دهند. به طور کلی شرایط رشدی این آفت در دمای ۱۲ تا ۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت بالاتر از صفر انجام می‌گیرد. در دمای اپتیمم (۲۶ تا ۳۲ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۵ درصدی) تخم‌ها طی سه روز تفریخ شده و لاروهای حاصله شروع به تنیدن لوله‌های ابریشمی نموده و تا کامل شدن داخل این لوله فعالیت می‌کنند. دوره‌ای لاروی در شرایط مختلف ۳۰ تا ۴۲ روز طول می‌کشد. بعد از کامل شدن، لاروها توده‌های ابریشمی فوق را رها کرده و شروع به تنیدن پیله ابریشمی می‌کند و داخل آن به شفیره تبدیل می‌شوند. در صورت نامساعد بودن شرایط، لاروها وارد دیپوز می‌شوند. خسارت شب‌پره مدیترانه‌ای آرد به وسیله لاروها وارد شده و هنگامی که از دانه‌های کامل تغذیه می‌کنند لاروها جوانه و سبوس را نسبت به سایر منابع غذایی ترجیح می‌دهند. هم‌زمان با تغذیه، لاروها تارهای ابریشمی تولید می‌نمایند به طوری که جمعیت‌های زیاد سطح توده را با تارهای خود به طور کامل می‌پوشانند. لاروهای این آفت می‌توانند به داخل توده‌های انباری نیز نفوذ کنند. لاروها با تولید تار، پوسته‌های حاصل از تغییر جلد، مدفوع و پوسته‌های شفیرگی آلودگی ایجاد می‌نمایند، به طوری که در آلودگی‌های بالا در کارخانه‌های آرد مشکلاتی را برای دستگاه‌ها به وجود می‌آورند (بغدادی، ۱۳۹۳).

در ایران بید آرد *E. kuehniella* در انبارها و کارخانه‌ها به دانه‌های غلات، آرد و محصولات تولیدی آنها خسارت می‌زند (مدرس اول، ۱۳۸۹).

زنبورهای انگل‌واره نقش عمده‌ای در کشاورزی پایدار از طریق توانایی آن‌ها در کنترل جمعیت آفات گیاه‌خوار دارند. با این حال بسیاری از انگل‌واره‌ها تنها زمانی می‌توانند به تمام پتانسیل اکولوژیک و اقتصادی خود دست یابند که منبع غذایی مناسب در اختیار داشته باشند. زنبور *H. hebetor* یکی از انگل‌واره‌های مهم بسیاری از بالپولک‌داران به ویژه شب‌پره‌های خانواده‌های *Noctuidae* و *Pyrilidae* می‌باشد که اکثر آن‌ها آفات مهم زراعی و انباری هستند (Baker and Fabrick, 2000; )

February 2019, Tehran, Iran

Magro and parra, 2001; Amir-moaafi and Chi, 2006; Milonas, 2005; Abdi-bastami *et al.*, 2011). در برنامه کنترل بیولوژیک آفات، این زنبور به عنوان مکمل رهاسازی زنبورهای انگل‌واره تخم و سنین پایین لاری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kur dov, 1981; Kovalekov 1984; Nadykta *et al.*, 1999; Nikitenko and Kovalenkov, 2004; Tuerxun *et al.*, 2006). گونه‌های مختلفی از آفات انباری و مزرعه‌ای میزبان زنبور براکون هستند، ولی اهمیت این زنبور در حال حاضر در برنامه‌های کنترل بیولوژیک در مزارع پنبه و گوجه‌فرنگی است که به صورت تلفیقی همراه با زنبورهای تریکوگراما جهت مبارزه با کرم غوزه پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرد (Khabbaz Saber, 2011).

**صوت و فراصوت:** فراصوت ( امواج صوتی بیشتر از ۲۰ کیلو هرتز) به امواج صوتی گفته می‌شود که دارای فرکانسی بیشتر از بازه فرکانسی شنوایی انسان هستند. بازه فرکانسی شنوایی افراد متفاوت است و با بالا رفتن سن این بازه کاهش می‌یابد، ولی معمولاً بالاترین فرکانس شنوایی انسان حدود ۲۰ و یا ۲۵ کیلوهرتز در نظر گرفته می‌شود. نقطه مقابل این امواج، امواج فروصوت یا (مادون صوت) هستند که دارای فرکانس زیر حد پایین فرکانس شنوایی انسان (حدود ۲۰ هرتز) هستند.

کاری که اخیراً متداول شده، کنترل موش‌ها از طریق امواج فراصوتی در انبارها و مزارع می‌باشد ولی در زمینه کنترل سایر آفات تعداد کارهای پژوهشی انگشت شمارند. طبق اطلاعاتی که از منابع جانور شناسی و حشره شناسی گرفته می‌شود، فرکانس‌های قابل درک برای هر موجود، استخراج شده و مانورهایی روی آن فرکانس‌ها (از لحاظ شکل امواج و شدت صدا آن‌ها) جهت کنترل و دور کردن آن‌ها انجام می‌شود. بعضی جانوران مثل فیل و خفاش به امواج فروصوت (کمتر از ۲۰ هرتز) و بعضی‌ها مثل موش، زنجره و بعضی جانوران ریز به امواج فراصوت (بیشتر از ۲۰ کیلو هرتز) واکنش نشان می‌دهند.

همانطور که اشاره شد استفاده از فراصوت روی کنترل حشرات خانگی، انباری و گلخانه ای مؤثر بوده است که به صورت اثر کشندگی، اختلال در جفت‌گیری و دورکنندگی مشاهده شده است. به‌طور مثال مطالعه روی سفید بالک گلخانه نشان می‌دهد که فراصوت در محدوده فرکانسی ۸۵ و ۱۰۰ کیلو هرتز در دور کردن این آفت مؤثر بوده است، و فرکانس ۱۰۰ کیلو هرتز بیشترین دور کنندگی را داشته است (یزدان پناه، ۱۳۹۵). لذا در این مطالعه بر اساس تجارب مثبت بدست آمده از مطالعات قبلی در کنترل آفات خانگی، گلخانه و انباری اثر فراصوت روی کنترل شب‌پره آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller و زنبور پارازیتوئید آن مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش ها:

### پرورش شب پره آرد *Ephestia kuehniella*

برای پرورش بید آرد، به ازای هر ۰/۸ گرم تخم ۴ کیلوگرم آرد را با نیم کیلوگرم سیوس مخلوط نموده و در تشت ریخته می شود. ابتدا وسایل مورد نیاز شامل تشت، آرد، سیوس و دیگر وسایل مورد نیاز در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در اون به مدت ۲۴ ساعت نگهداری می شوند تا ضد عفونی شوند (سلطانی نژاد و همکاران، ۱۳۹۵). سپس تخم ها را بر روی سطح آرد ریخته و روی تشت با پارچه سیاه پوشانده شد. تشت ها داخل ژرمیناتور نگهداری می شوند. برای حفظ رطوبت در سه روز اول پرورش با یک دستگاه رطوبت ساز دستی روی پارچه ها را مرطوب کرده تا درصد تفریح تخم کم نشود پس از گذشت ۳۰ روز، بیشتر لاروهای پروانه بید آرد به سن لازم (سن چهارم و پنجم) رسیده و برای جلوگیری آن ها به سفیره رفتن، لاروهای که مورد استفاده نبودند به سردخانه ای با دمای ۵ درجه سلسیوس منتقل شدند. در مراحل بعدی چند تشت پرورش لارو در محیط پرورش گذاشته شده تا به مرحله بلوغ برسند و سپس با استفاده از دستگاه آسپیراتور پروانه های خارج شده به صورت روزانه جمع آوری و با رها کردن در قیف های مخصوص برای تخم گیری استفاده می شود. سپس تخم ها را روزانه جمع آوری و در ظروف شیشه ای دربدار، تا زمان استفاده در شرایط یخچال نگهداری می شوند.

### پرورش زنبورانگل واژه *Habrobracon hebetor*

پرورش انبوه زنبور، از روش های مختلفی شامل استفاده از لیوان پلاستیکی، استفاده از قوطی پلاستیک (قوطی ونوس)، پرورش در کابین و روش پرورش در تشت استفاده می شود. جهت انجام این تحقیق از روش استفاده از لیوان پلاستیک برای راحت تر بودن تکرارها استفاده می شود. به طوری که ابتدا لاروهای درشت بید آرد از داخل توده غذایی کیک مانند جدا می شود. در این کار بسیار باید دقت کرد که لاروها آسیبی نبینند چون زنبور لاروهای زنده و سالم را پارازیت می کند. جدا کردن لاروها هم با دست و هم با حرارت ملایم صورت می گیرد. در روش حرارت ملایم تشت های حاوی لاروهای پروانه بید آرد روی یک منبع حرارتی ملایم مثل منبع حرارتی برقی قرار داده می شوند. در این روش بایستی دما در حدی باشد که ظروف پلاستیکی حاوی لاروهای پروانه های بید آرد بر اثر حرارت آسیب نبینند. سپس روی ظروف پارچه مشکی قرار داده می شود به گونه ای که پارچه با مواد غذایی داخل ظرف تماس داشته باشد. با بالا رفتن تدریجی دمای داخل تشت پلاستیک لاروها شروع به بالا آمدن از تشت و خارج شدن از ماده غذایی می نمایند و به پارچه مشکی می چسبند. سپس با برداشتن پارچه لاروها از روی پارچه برداشته و برای انجام آزمایش مورد استفاده قرار می گیرند، در این آزمایش جدا کردن لاروها با دست صورت گرفت.

برای پرورش زنبور روی کاغذ سفید تعداد ۳۰ عدد لارو مناسب میزبان واسط به طور یکنواخت قرار داده می شود و لیوان حاوی ۱۲ عدد زنبور ماده و ۸ عدد زنبور نر که درب آن با توری پوشیده شده به صورت وارونه روی لاروهای میزبان واسط قرار

February 2019, Tehran, Iran

داده می شود و برای جلوگیری از جابه جایی شدن لیوان روی آن یک قطعه شیشه یا سنگ گذاشته می شود. برای تشخیص زنبور نر و ماده از هم و جداسازی آن ها از خصوصیات مورفولوژیکی زنبور بهره گرفته شده به این ترتیب که زنبورها در برابر منبع نوری مانند پنجره ای آفتاب گیر قرار داده شده و پس از رهاسازی زنبورها روی پنجره با توجه به این خصوصیت که زنبور نر دارای شاخکی بلندتر با ۲۱ بند و زنبور ماده شاخکی ۱۶ بندی دارد اقدام به جداسازی می شود و در لیوان پلاستیکی (ارتفاع ۸ سانتیمتر، قطر کف لیوان ۵/۵ سانتی متر و قطر دهانه لیوان ۷/۵ سانتی متر) قرار داده می شوند. روی لیوان به وسیله پارچه توری پوشانده شده که البته تخم ریز زنبور ماده برای تخم ریزی از این پارچه عبور می کند. در کف لیوان نیز سوراخی برای تغذیه زنبورهای بالغ تعبیه خواهد شد، تغذیه زنبورها با استفاده از یک پنبه آغشته به محلول رقیق عسل می باشد. به طور روزانه لاروهای میزبان عوض شده و لارو سالم غیر پارازیت در اختیار زنبورها قرار داده می شود. این کار به مدت ۱۰ روز انجام خواهد گرفت و پس از آن به علت عدم پارازیت کردن این زنبورها، زنبور تازه متولد شده یک روزه به جای آن ها معرفی می شود. سپس لاروهای پارازیت شده روی قفس های مخصوص نگهداری تا به شفیره تبدیل شوند و سپس شفیره ها در ظروف دارای درپوش توری تا زمان ظهور حشرات بالغ نگهداری می شوند. تمامی آزمایشات در شرایط دمای ۲۶ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۰ درصد با طول دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام می گیرد.

### بررسی اثر دورکنندگی فرکاس های مختلف فراصوت روی پروانه آرد و زنبور انگل وارده براکون

جهت انجام آزمایش یک محفظه به ابعاد مکعب مستطیل به ابعاد (۱۲۰ × ۵۰ × ۵۰) که در اتافک پرورش گروه گیاهپزشکی دانشگاه شاهد آماده می گردد و اطراف آن را با پارچه توری ارگانزا یا پلاستیک شفاف پوشش داده شد. به طوری که هیچ گونه منفذی به خارج نداشته باشد و فقط یک درب برای رهاسازی حشرات مورد آزمایش قرار داده شد.

برای انجام آزمایش فراصوت، تولیدکننده فراصوت را در یک سمت محفظه ثابت قرار داده و از ضلع سمت دستگاه و ضلع سمت مقابل آن صفحات چسبناک شفاف قرار گرفت و آزمایش در مدت ۲۴ ساعت انجام شد و پس از ۲۴ ساعت تعداد حشرات بالغ چسبیده روی صفحات شمارش می شود. با استفاده از فرمول زیر درصد دورکنندگی محاسبه شد (Asawalam et. al., 2006).

$$PR = \frac{N_c - N_t}{N_c + N_t} \times 100$$

درصد دورکنندگی

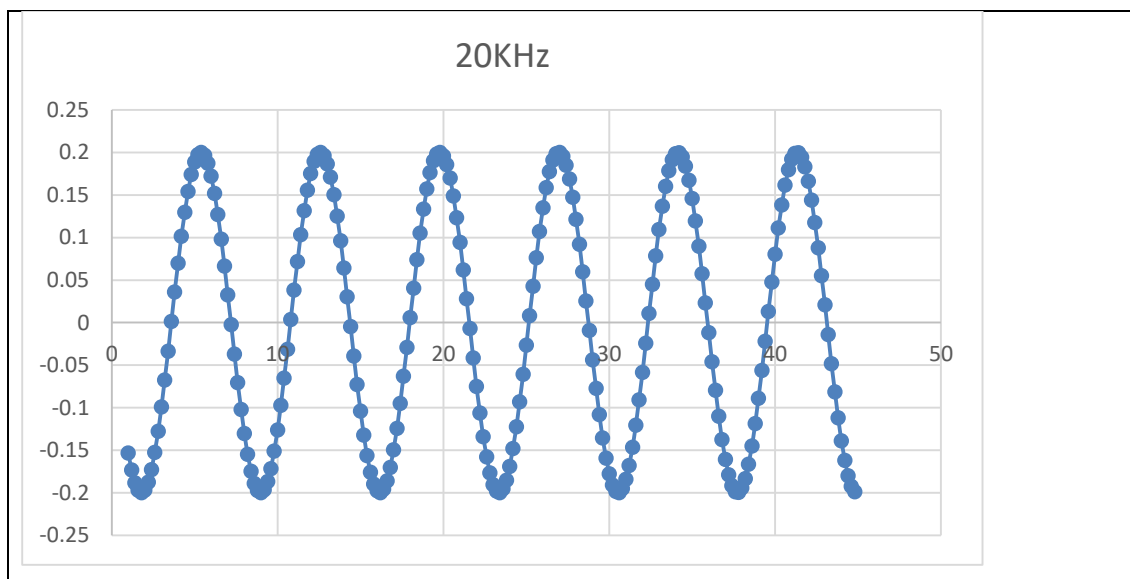
$N_c$ : تعداد حشرات شاهد

$N_t$ : تعداد حشرات تیمار

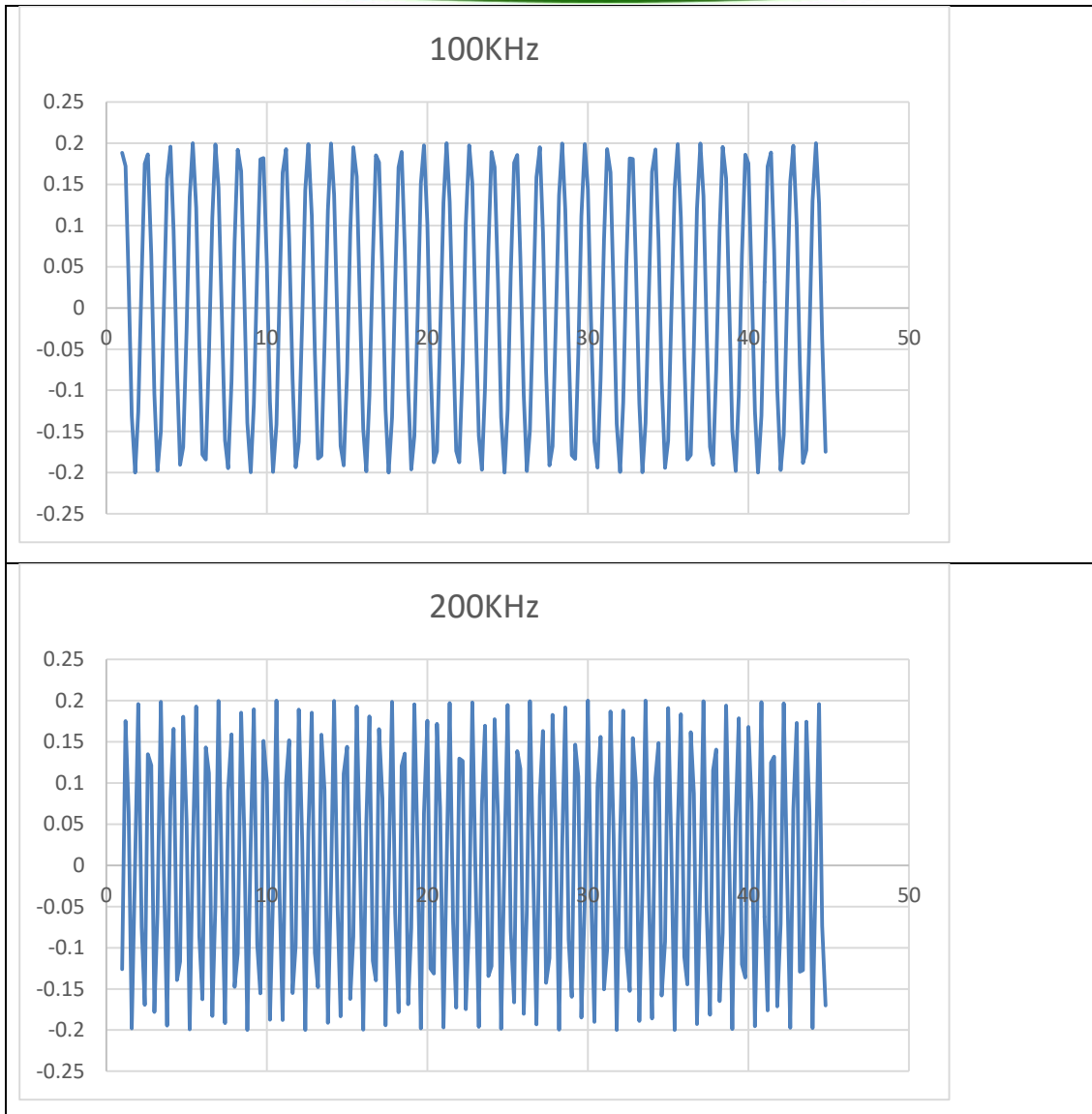
### مشخصات دستگاه تولیدکننده فراصوت

فانکشن ژنراتور (Function generator) یا سیگنال ژنراتور (signal generator) یک تولید کننده سیگنال با شکل موج مانند سینوسی، مربعی، مثلثی و پالسی با دامنه و فرکانس های مختلف می باشد. فانکشن ژنراتوری که در این طرح مورد استفاده قرار می گیرد مدل AFG- 500 و ساخت شرکت آرمان ایران می باشد. به طور مثال توسط یک فانکشن ژنراتور می توان شکل موج مربعی به دامنه ۵ Vpp با فرکانس ۱۲ KHz را تولید کرد. سپس از این سیگنال به عنوان منبع تغذیه در مدارات الکترونیکی، مخابراتی استفاده کرد.

این آزمایش در بازه ۲۰ تا ۲۰۰ کیلوهرتز و شامل فرکانس های (۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۲۰۰) درسه تکرار و در هر تکرار ۱۰ عدد حشره بالغ یک روزه ای و همسن به طور جداگانه برای پروانه آرد و زنبور پارازیتوئید آن انجام گردید.



February 2019, Tehran, Iran



شکل ۱- شکل فرکانس هاس ۲۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوهرتز

## نتایج

۳-۱- میزان دورکنندگی فرکانس های مختلف فراصوت روی شب پره آرد در شرایط نوری طبیعی (۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی)

مطابق جدول ۳-۱- درصد دورکنندگی فرکانس ها مختلف فراصوت روی شب پره آرد در شرایط طبیعی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار است.

جدول مقایسه میانگین درصد دورکنندگی فرکانس های مختلف با آزمون توکی (جدول ۳-۲) نشان داد که در همه فرکانس های فراصوتی آزمایش شده دورکنندگی حشره مشاهده شد به این صورت که در فرکانس ۲۰ کیلوهرتز کمترین درصد دورکنندگی یعنی حدود سه درصد مشاهده شد و با افزایش فرکانس فراصوت درصد دورکنندگی افزایش

February 2019, Tehran, Iran

یافت به طوری که در فرکانس ۱۰۰ کیلوهرتز به اوج خود رسید که میزان دورکنندگی ۳۳/۳۳ درصد بوده است با افزایش فرکانس به ۱۲۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ درصد دورکنندگی روند کاهشی داشت به طوری که در فرکانس ۲۰۰ کیلوهرتز به ۱۶/۶۶ درصد رسید. البته از نظر آماری فرکانس بالای ۴۰ کیلوهرتز سبب دورشدن شب پره آرد می شود اما تنها فرکانس ۱۰۰ کیلوهرتز با ۲۰ کیلوهرتز تفاوت معنی دار داشته است بنابراین بهترین فرکانس برای دور کردن شب پره آرد فرکانس ۱۰۰ کیلوهرتز معرفی می شود. البته همانطور که نتایج نشان می دهد میزان دورکنندگی این حشره توسط امواج فراصوت خیلی قوی نبوده و تقریباً یک سوم جمعیت آفت با امواج فراصوت دور می شود.

جدول ۱-۳ میزان دورکنندگی فرکانس های مختلف فراصوت روی شب پره آرد در شرایط نوری طبیعی (۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی)

Sig	F	MS	df	منابع	
۰/۰۴۴	۲/۹۶۸*	۲۹۶/۸۲۵	۶	فرکانس	درصد
		۱۰۰	۱۴	خطا	دورکنندگی

\* یعنی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار است.

جدول ۲-۳- مقایسه میانگین میزان دورکنندگی فرکانس های مختلف فراصوت روی شب پره آرد در شرایط نوری طبیعی

فرکانس (KHz)	(Mean±SE) درصد دورکنندگی
۲۰	۳/۳۳ ± ۳/۳۳ <sup>b</sup>
۴۰	۱۰/۰۰ ± ۵/۷۷ <sup>ab</sup>
۸۰	۲۳/۳۳ ± ۸/۸۱ <sup>ab</sup>
۱۰۰	۳۳/۳۳ ± ۳/۳۳ <sup>a</sup>
۱۲۰	۲۳/۳۳ ± ۸/۸۱ <sup>ab</sup>
۱۵۰	۱۳/۳۳ ± ۳/۳۳ <sup>ab</sup>
۲۰۰	۱۶/۶۶ ± ۳/۳۳ <sup>ab</sup>

در ستون حروف مشابه به معنی عدم اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد می باشند.



February 2019, Tehran, Iran

۲-۳- میزان دورکنندگی فرکانس های مختلف فراصوت روی شب پره آرد در شرایط تاریکی مطلق مطابق جدول ۳-۳ درصد دورکنندگی فرکانس ها مختلف فراصوت روی شب پره آرد در شرایط تاریکی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار است.

جدول مقایسه میانگین درصد دورکنندگی فرکانس های مختلف فراصوت روی شب پره آرد با آزمون توکی (جدول ۳-۴) نشان داد که در همه فرکانس ها اثر دورکنندگی شب پره آرد مشاهده می شود. به این صورت که در فرکانس ۲۰ کیلوهرتز کمترین درصد دورکنندگی حدود ده درصد مشاهده شد و با افزایش فرکانس فراصوت تا ۱۰۰ کیلوهرتز درصد دورکنندگی افزایش یافت و در فرکانس ۱۰۰ کیلوهرتز به ۴۰ درصد رسید اما در فرکانس ۱۲۰ کیلوهرتز به طور ناگهانی به ۱۶/۶۶ رسید و در فرکانس های بعد از ۱۲۰ کیلوهرتز درصد دورکنندگی روند افزایشی داشت. بنابراین اثر فرکانس های فراصوت روی شب پره آرد در شرایط روشنایی و تاریکی مشابه بوده و به طور کلی فرکانس بالای ۴۰ کیلوهرتز باعث دور شدن این حشره می شود و تقریباً بهترین فرکانس برای دور کردن آفت ۱۰۰ کیلوهرتز است.

جدول ۳-۳- میزان دورکنندگی فرکانس های مختلف فراصوت روی شب پره آرد در شرایط تاریکی

Sig	F	MS	df	منابع	
۰/۰۲۳	۳/۶۰۴*	۴/۵۷۶	۶	فرکانس	درصد دور
		۱/۲۷۰	۱۴	خطا	کنندگی

\* یعنی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار است.

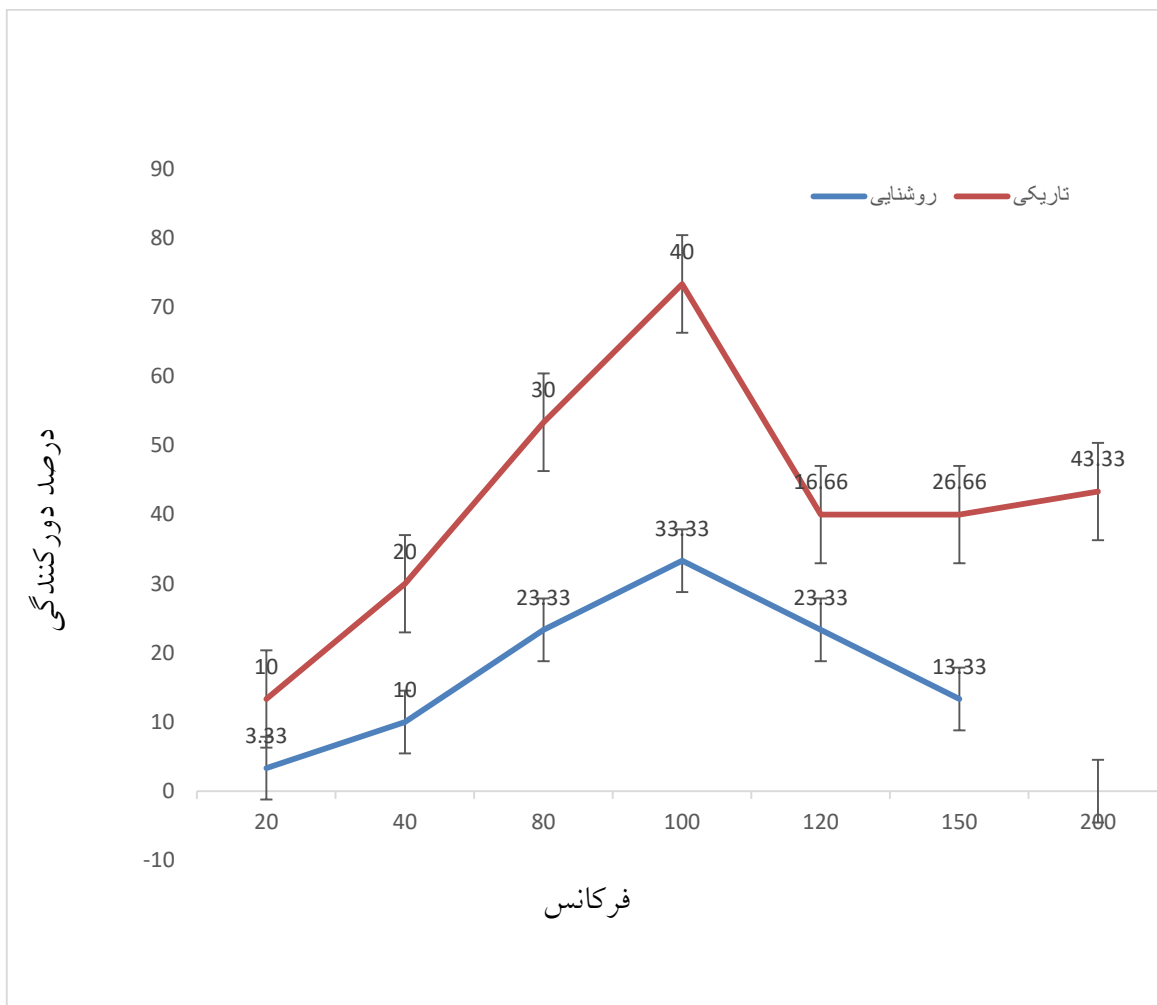
جدول ۳-۴- مقایسه میانگین میزان دورکنندگی فرکانس های مختلف فراصوت روی شب پره آرد در شرایط تاریکی

فرکانس (KHz)	(Mean±SE) درصد دورکنندگی
۲۰	۱۰/۰۰ ± ۰/۰۰ <sup>b</sup>
۴۰	۲۰/۰۰ ± ۵/۷۷ <sup>ab</sup>
۸۰	۳۰/۰۰ ± ۱۰/۰۰ <sup>ab</sup>
۱۰۰	۴۰/۰۰ ± ۵/۷۷ <sup>ab</sup>
۱۲۰	۱۶/۶۶ ± ۶/۶۶ <sup>ab</sup>
۱۵۰	۲۶/۶۶ ± ۸/۸۱ <sup>ab</sup>
۲۰۰	۴۳/۳۳ ± ۳/۳۳ <sup>a</sup>

در ستون حروف مشابه به معنی عدم اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد می باشند.

February 2019, Tehran, Iran

در شکل ۳-۱ میزان دورکنندگی فرکانس های مختلف فراصوت روی شب پره آرد در شرایط تاریکی و روشنایی مقایسه شده است براساس این شکل در شرایط تاریکی تأثیر دورکنندگی بیشتر بوده است که احتمالاً به علت شب پره بودن حشره و فعالیت آن در تاریکی است و هرچه حشره فعال تر باشد بیشتر تحت تأثیر این امواج قرار می گیرد اما فرکانسی که بیشترین تأثیر را روی حشره می گذارد در شرایط تاریکی و روشنایی یکسان بوده و حدود ۱۰۰ کیلوهرتز است. علاوه بر آن در فرکانس های بالای ۱۵۰ کیلوهرتز اثر دورکنندگی دو باره افزایش می یابد.



۳-۳- نتایج مقایسه میزان دورکنندگی فرکانس های مختلف فراصوت شب پره آرد و زنبور براكون

الف- در شرایط نوری ۸ ساعت تاریکی: ۱۶ ساعت روشنایی

مطابق جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس درصد دورکنندگی فرکانس های ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوهرتز روی حشرات بالغ شب- پره آرد و زنبور براكون (در شرایط نوری ۸ ساعت تاریکی: ۱۶ ساعت روشنایی) نشان داد که بین این دو فرکانس ها اختلاف معنی دار وجود ندارد و همین طور در نوع حشره و اثر متقابل نوع حشره با فرکانس اختلاف معنی دار وجود ندارد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس درصد دورکنندگی فرکانس های ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوهرتز روی حشرات بالغ شب پره آرد و زنبور براكون (در شرایط نوری ۸ ساعت تاریکی: ۱۶ ساعت روشنایی)

منابع	df	MS	F	sig
فرکانس	۱	۷۰۵/۳۳	۳/۳۶۴	۰/۱۰۴
نوع حشره	۱	۴۸	۰/۲۲۹	۰/۶۴۵
اثر متقابل	۱	۵/۳۳	۰/۰۲۵	۰/۸۷۷
خطا	۸	۲۰۹/۶۶۷		

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد دورکنندگی فرکانس های ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوهرتز روی حشرات بالغ شب پره آرد و زنبور براكون (در شرایط نوری ۸ ساعت تاریکی: ۱۶ ساعت روشنایی)

فرکانس	Mean ± SD
۱۰۰	۲۸ ± ۲۶
۲۰۰	۱۴ ± ۹/۱۶۵

جدول ۳- مقایسه میانگین درصد دورکنندگی امواج فراصوت روی دو نوع حشره بالغ زنبور براكون و شب پره آرد (در شرایط نوری ۸ ساعت تاریکی: ۱۶ ساعت روشنایی)

نوع حشره	Mean ± SD
زنبور براكون	۲۱ ± ۵/۹۱۱
شب پره آرد	۲۵ ± ۵/۹۱۱

### ب- در شرایط تاریکی

مطابق جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس اثر دورکنندگی فرکانس های ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوهرتز روی حشرات بالغ شب پره آرد و زنبور براكون در شرایط تاریکی نشان داد که بین فرکانس ها اختلاف معنی داری وجود ندارد اما بین دو نوع حشره در سطح پنج درصد معنی دار شده است و این نشان می دهد که اثر دورکنندگی امواج فراصوت به فعالیت حشره بستگی دارد و شب پره آرد که در تاریکی فعالیت می کند تحت تاثیر این امواج قرار می گیرد. اما زنبور در شرایط روشنایی فعال است لذا در طول روز تفاوتی بین دو گون دیده نمی شود اما در تاریکی تفاوت بین دو گونه معنی دار است. بنابراین در صورتی که کنترل بیولوژیکی نیز مد نظر است بهتر است از امواج فراصوت فقط در شب برای دور کردن آفت استفاده گردد. در واقع امواج فراصوت هم روی آفت و هم روی زنبور پارازیتوئید آن تاثیر می گذارد اما با توجه به تفاوت زمان فعالیت این دو گونه حشره در طول شبانه روز می توان با کاربرد شبانه این امواج در دفع آفت با کمترین صدمه به زنبور از آن بهره برد.

اثر متقابل گونه حشره و فرکانس نیز در شرایط تاریکی و روشنایی مشاهده نگردید

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر دورکنندگی فرکانس های ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوهرتز روی حشرات بالغ شب پره آرد و زنبور براكون (در شرایط تاریکی)

منابع	df	MS	F	sig
فرکانس	۱	۷۵	۰/۳۰۹	۰/۵۹۳
نوع حشره	۱	۱۷۷۶/۳۳	۷/۳۲۰	۰/۰۲۷
اثر متقابل	۱	۲۰۸/۳۳	۰/۸۵۹	۰/۳۸۱
خطا	۸	۲۴۲/۶۶۷		

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد دورکنندگی فرکانس های ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوهرتز روی حشرات بالغ شب پره آرد و زنبور براكون (در شرایط تاریکی)

فرکانس	Mean ± SD
۱۰۰	۳۲ ± ۶/۳۶۰
۲۰۰	۲۷ ± ۶/۳۶۰

جدول ۶ مقایسه میانگین درصد دورکنندگی امواج فراصوت بین دو نوع حشره بالغ زنبور براکون و شب پره آرد در شرایط تاریکی

Mean $\pm$ SD	نوع حشره
۱۷/۳۳ $\pm$ ۶/۳۶۰	زنبور براکون
۴۱/۶۶۷ $\pm$ ۶/۳۶۰	شب پره آرد

#### ۱- بحث

براساس آزمایشات بدست آمده و تجزیه داده ها همه فرکانس ها (۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۲۰۰) دارای درصد دورکنندگی بودند اما از بین این هفت فرکانس، فرکانس ۱۰۰KHz بیشترین درصد دورکنندگی را دارا بود و فرکانس ۲۰KHz کمترین میزان درصد دورکنندگی را شامل می شد. بین فرکانس ۲۰KHz و ۱۰۰KHz اختلاف معنی دار وجود داشت و بیشترین اختلاف را این دو فرکانس باهم داشتند و ۳۳/۳٪ از آفات توسط فرکانس ۲۰KHz دور می شوند و ۳۳/۳٪ از آفات توسط فرکانس ۱۰۰KHz دور می شوند.

کنترل کامل برخی آفات با استفاده از تمامی روش های مبارزه ی کنونی که در مزارع، گلخانه ها و انبارها انجام می شود، میسر نمی باشد. بکارگیری و آزمودن چنین سیستم های فیزیکی برای مبارزه با آفات را بیشتر نشان می دهد. به نظر می رسد این روش جدید، گشاینده راهی است که شاید بتوان بوسیله آن به اصل مهم تولید محصولات با کمترین آفت نایل شد البته این کار نیازمند همت جمعی است و لازم است تحقیقات مختلفی در مورد تاثیر فرکانس، شدت صدا، مکان آزمایش، نوع و شرایط آزمایش، اثر همزمان نور، دما، و فراصوت و غیره صورت بگیرد تا این روش جدید قابلیت ها و توانمندی های خود را نشان دهد. البته واضح است که شرایط و کیفیت این روش برای هر آفت و گونه های مختلف هر نوع آفت، متفاوت خواهد بود. در آزمایش مربوط به میزان اثر دورکنندگی شب پره بید آرد تحت تاثیر

فرکانس ها در محدوده فراصوت با توجه به جدول ۳-۱ در روشنایی اختلاف معنی دار در سطح دورکنندگی بوده است و اما در سطح جلب کنندگی نبوده است و فرکانس ۲۰ کیلوهرتز و ۱۰۰ کیلوهرتز با هم اختلاف معنی داری داشته اند و بیشترین درصد دورکنندگی در فرکانس ۱۰۰ کیلوهرتز (تاریکی و روشنایی) بوده و کمترین درصد دورکنندگی در فرکانس ۲۰ کیلوهرتز می باشد. فرکانس ۱۰۰ کیلوهرتز اختلاف معنی دار با سایر فرکانس های مورد آزمون دارند. در این پژوهش فرکانس ها مختلف با توان ۲۰۰ میلی وات مورد آزمون قرار گرفتند، که این توان با مقدار بسیار ناچیزی می باشد، این مقدار کم مزیتی برای انجام آزمایش بوده و با وجود اینکه هنوز نتایج زیان آوری برای فرکانس ها صوتی در محدوده ۲۰ کیلوهرتز تا ۲۰۰ کیلوهرتز برای انسان مشاهده نشده است لذا با انتخاب توان کمتر می توان اطمینان حاصل کرد که اثرات نامطلوبی بر روی انسان در صورت استفاده از این فرکانس ها جهت کنترل شب پره آرد ایجاد نمی گردد. در برخی پژوهش های پیشین نظیر فورست و همکاران که رفتار سوسک های اسکارا ابیده را مورد بررسی قرار دادند. مشاهده شد که سوسک های اسکارا ابیده دارای محدوده شنوایی هستند و فرکانس های ۲۰ تا ۷۰ به عنوان فرکانس حساس برای این سوسک معرفی گردید. مطالعه بررسی اثر امواج فراصوت بر رفتار سفیدبالک گلخانه توسط یزدان پناه نشان داد که فرکانس های ۸۵ و ۱۰۰ کیلوهرتز باعث دور شدن سفیدبالک گلخانه می شوند و بیشترین دور کنندگی در فرکانس ۱۰۰ می باشد. و همینطور در پژوهشی که در سال ۱۹۸۳ انجام شد حساسیت یک اینترنورون شناسیایی شده مربوط به جیرجیرک *Teleogryllus oceanicns*، در برابر امواج فراصوت مورد مطالعه قرار گرفت و فرکانس تأثیرگذار در محدوده ۱۵ تا ۱۰۰ کیلوهرتز مشاهده شد که یکی از دلایل انتخاب بازه فرکانسی برای پژوهش ما نیز همین علت بود که در نهایت نیز نتایج حاصل از آزمون این فرضیه ما را اثبات می کند و در محدوده فرکانسی ۱۰۰ کیلوهرتز بیشترین دورکنندگی مشاهده می شود.

## منابع

- بغدادی، ا. (۱۳۹۳). آفات انباری، چاپ اول، انتشارات دانشگاه پیام نور تهران، ۲۳ ص.
- سلطانی نژاد، پریا، شیروانی، راشکی. (۱۳۹۵). تاثیر رژیم های مختلف غذایی بر رشد و تولید مثل بید آرد (*Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae): تحقیقات آفات گیاهی، ۱(۶)، ۱۳-۲۲.
- مدرس اول، م. (۱۳۸۹). رده بندی حشرات، چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۹۱۶ ص.
- یزادان پناه، م. (۱۳۹۵). اثر فرکانس های صوتی و طول موج های نوری بر سفیدبالک گلخانه *Tryaleyrodes vaporariom* Westwood (Hem.: Aleyrodidae). پایان نامه کارشناسی ارشد رشته حشره شناسی کشاورزی دانشگاه شاهد.
- Abdi-Bastami, F., Fathipour, Y., & Talebi, A. A. (2011). Comparison of life table parameters of three populations of braconid wasp, *Habrobracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae) on *Ephestia kuehniella* Zell (Lep.: Pyralidae) in laboratory conditions. *Applied Entomology and Phytopathology*, 78(2), 153-176.
- Amir-Maafi, M. and H. CHI, 2006. Demography of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera, Braconidae) on Two Pyralid Hosts (Lep.: Pyralidae), *Annals of the Entomological Society of America*, 99(1): 84-99.
- Baker JE and Fabrick JA, 2000. Host hemolymph proteins and protein digestion in larval *Habrobracon hebetor* (Hym.: Braconidae). *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 30: 937 – 946.
- Khabbaz Saber, H. 2011. Effects of sugar concentration and feeding frequency on some biological characteristics of the parasitoid wasp, *Habrobracon hebetor* (Hym., Braconidae) in laboratory condition. M. Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, 76 pp.
- Kovalekov V. G. 1984. The biomet method in integrated protection of cotton, *Zashchita Rastenii*, 8: 12-14.
- Magro, S. R. and R. P. Parra, 2001. Biology of ectoparasitoid *Bracon hebetor* Say, 1857 (Hymenoptera, Braconidae) on seven Lepidopteran species, *Scientia Agricola*, 58(4): 693-698.
- Nadykta, V. D., V. Y. Ismailov and V. G. Kovalenkov, 1999. Bioprotection of plants, *Zashchita I Karantin Rastenii*, 12: 21-23.
- Nikitenko, V. G. and V. G. Kovalenkov, 2004. Environmentally friendly technologies for a health resort region, *Zashchita I Karantin Rastenii*, 7: 15-17.
- Tuerxun,a.,w. c. Guo, L. H. B. Akeedan, J. J. XU and J. HE, 2006. Description of frequent species of Braconid in cotton field in Xinjiang China, *Xinjiang Agricultural sciences*, 43(6): 503-506.