امکانسنجی، طراحی و ساخت سیستم الکترومکانیکی دورکننده حشرات آفت

مهدی کسرایی[1*]، محمدرضا زارع زاده[2]

۱- عضو هیئت علمی گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شیراز، kasraei@shirazu.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شیراز

چکیده

امواج فراصوت از جمله امواج مکانیکی می‌باشند که قابلیت آزار و فراری دادن آفات از محیط را دارند. از مهم‌ترین ویژگی‌های سیستم دفع آفات از طریق امواج آلتراسونیک در مقایسه با آفت کش‌های شیمیایی این است که این سیستم هیچ گونه تأثیر و پیامد نامطلوبی در محیط به جای نخواهد گذاشت. در این پژوهش یک سیستم الکترونیکی ارسال‌کنندهٔ امواج فراصوت طراحی و ساخته شد. این سیستم قادر به ارسال امواج فراصوت از ۱۵ تا حدود ۱۰۰ کیلوهرتز با رزولوشن یک کیلوهرتز بوده و از ۵ عدد فرستنده تشکیل شده است. فرستنده‌ها بر روی یک سیستم مکانیکی قرار گرفته شده بودند که با حرکت چرخشی رفت و برگشتی شان موجب ارسال امواج در همهٔ جهت ها می شدند. این سیستم مکانیکی با برنامهٔ Solid works و بر اساس سیستم لنگی دار طراحی و ساخته شد. نتایج حاصل از بررسی های مزرعه ای و آزمایشگاهی بر روی آفت زنجره کیفیت کار دستگاه را تایید نمودند و فرکانس موثر برای آن آفت که از مزرعه جو جمع آوری شده بودند، حدود ۳۰-۳۵ کیلوهرتز بدست آمد.

کلمات کلیدی: فرکانس، فراصوت، دورکنندگی

مقدمه

حشرات همیشه مزاحم و آفت نیستند. جنبه‌های مفید حشرات که توسط انسان تعریف شده است، اغلب در دو گروه مستقیم و غیرمستقیم طبقه بندی می‌شوند. سودمندی مستقیم آن‌ها در عصر حاضر از اهمیت کمتری برخوردار است و آن زمانی است که خود حشره به طور مستقیم مورد استفاده قرار گیرد. در طول دوره تکامل اولیه انسان، به ویژه در دوره شکار جمع آوری حشرات می-بایستی یک ماده غذایی مهم بوده باشند، اما با توسعه و گسترش کشاورزی اهمیت آن‌ها در رژیم غذایی انسان کاهش یافت. فرآورده‌های حشرات مثل عسل، موم و ابریشم به طور گسترده ای استفاده می‌شوند، اما از نقطه نظر اقتصادی اهمیت کم‌تری دارند و به همین صورت در حال حاضر گونه‌های مختلفی از حشرات به طور وسیع پرورش و تکثیر می‌شوند. مهم ترین جنبه‌های سودمندی حشرات، جنبه‌های غیر مستقیم آن‌ها است که بسیار کم مورد توجه قرار گرفته اند (سرایلو ۱۳۸۷). حشرات اغلب گرده افشانی بسیاری از گیاهانی که مقادیر کمی گرده تولید می‌کنند و برای گرده افشانی نیاز قطعی به عامل خارجی دارند را انجام می-دهند.

حشرات مضر بطور کلی به سه گروه اصلی تقسیم می شوند:

۱- حشراتی که از گیاهان تغذیه می‌کنند؛

حشراتی که از گیاهان تغذیه می‌کنند، سه نوع خسارت ایجاد می‌کنند. الف) ممکن است بصورت مستقیم به گیاه خسارت وارد کنند. مثل ملخ‌ها، لارو پروانه‌ها و سوسک‌ها که مستقیماً از بخش‌های مختلف گیاه تغذیه می‌کنند اعم از برگ، گل، میوه و چوب .ب) ایجاد خسارت از طریق تخم گذاری، بعضی از حشرات مخصوصاً زنجرک‌های خانواده سیکادیده (Cicadidae) و زنجرک‌های خانواده سیکادلیده (Cicadellidae) از طریق تخم‌گذاری در سر شاخه‌های ظریف گیاهان به آن‌ها خسارت وارد می‌کنند. ج) ایجاد خسارت از طریق انتقال بیماری‌های ویروسی، باکتریایی و مایکروپلاسمائی و احتمالاً قارچی.

۲- حشراتی که از فرآورده‌های انباری تغذیه می‌کنند؛

این گروه از حشرات آفت نیز به سه دسته تقسیم می‌شوند: الف) آفات چوب خوار که مهم‌ترین آن‌ها موریانه‌ها می‌باشند. ب) آفات پارچه و منسوجات که گاهی به منسوجات خسارت سنگینی وارد می‌کنند. ج) آفات انباری، توسط این نوع آفات حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد محصولات کشاورزی پس از برداشت در انبار از بین می‌روند (عاشوری ۱۳۸۸).

۳- حشراتی که انسان و سایر جانوران را مورد حمله قرار می‌دهند.

این‌ها نیز سه نوعند: الف) حشرات آزار دهنده مثل انواعی از پشه‌ها و مگس‌ها. گرچه ممکن است که ناقل بیماری مهمی نباشند ولی به هر حال باعث سلب آسایش از انسان می‌شوند. ب) حشراتی که نیش آن‌ها سمی است. ج) حشرات انگل.

در کشورهای در حال توسعه بیش‌ترین خسارت روی غلات، حبوبات و دانه‌های روغنی مربوط به آفات حشره ای می‌باشند (Golob et al., 1999). آفات حشره ای تقریباً تمام فرآورده‌های گیاهی و حیوانی را مورد حمله قرار داده و از آن‌ها تغذیه می‌کنند (سپاسگزاریان ۱۳۵۷).

از مضرات استفاده از سموم شیمیایی برای مبارزه با آفات می‌توان موارد زیر را اشاره نمود:

- مرگ و میر حشرات مفید و دیگر موجودات زنده طبیعت
- مسمومیت کارگران سمپاش در اثر رعایت نکردن مسائل ایمنی
- مسمومیت آب‌های آشامیدنی
- طغیان آفت‌ها در اثر مقاوم شدن آن‌ها به سموم در طول زمان
- مسموم شدن انسان‌ها در اثر استفاده از میوه‌ها و سبزیجات سمپاشی شده

فراصوت

به امواج صوتی با فرکانس بالای ۲۰ کیلوهرتز فراصوت گفته می‌شود. برخلاف این‌که در دیدگاه خیلی از مردم فراصوت توسط گوش انسان شنیده نمی‌شود، به تجربه ثابت شده برای بسیاری از افراد امواج تا حدود ۲۵ کیلوهرتز قابل شنیدن می‌باشد. شدت

صدا رابطه معکوس با فاصله دارد، یعنی اگر فاصله دو برابر شود، فشار و شدت صدا نصف می‌شود (به همین دلیل تست نمودن دستگاه ساخته شده در محیط بسته بر روی آفت انجام گرفت). البته اگر انعکاس صدا در محیط‌های بسته و سرپوشیده صورت گیرد، با افزایش فاصله، شدت صدا کاهش نخواهد یافت. لازم به ذکر است که صدا از ارتعاش به وجود می‌آید و همواره صدا و ارتعاش قابل تبدیل به هم هستند (بی نام، ۲۰۱۲). عملی که در فرستنده های فراصوتی صورت می گیرد، پدیده پیزوالکتریک است. پیزوالکتریک ماده ای خاص است که در اثر ضربه تولید ولتاژ می‌نماید و برعکس، یعنی در اثر تحریک الکتریکی تغییر شکل می‌دهد. اگر به کریستال پیزوالکتریک ولتاژ متناوب با فرکانس f وصل کنیم در اثر انبساط و انقباض از خود امواج فراصوتی با فرکانس f تولید می‌کند.

اهداف این پژوهش عبارتنداز:

- طراحی و ساخت یک سامانه الکترونیکی-مکانیکی کنترل آفات
- ارزیابی وبررسی کیفیت کار دستگاه بصورت تئوری و عملی

در سال ۱۸۷۶ میلادی، فرانسیس گالتون[1] برای اولین بار به وجود امواج فراصوت پی برد. در زمان جنگ جهانی اول، کشور انگلستان برای کمک به جلوگیری از غرق شدن کشتی‌هایش توسط زیردریایی‌های کشور آلمان در اقیانوس آتلانتیک شمالی، دستگاه صوت یاب[2] که وظیفه کشف زیردریایی‌ها به کمک امواج صوتی را داشت، ابداع کرد. این دستگاه امواج فراصوت تولید می-کرد که در پیدا کردن مسیر کشتی‌ها استفاده می‌شد. این تکنیک در زمان جنگ جهانی دوم تکمیل گردید و بعدها به طور گسترده ای در صنعت این کشور برای آشکارسازی ترک‌ها در فلزات و سایر مواد مورد استفاده قرار گرفت. از این تکنیک برای تشخیص و شناسایی اشیای غرق شده استفاده می‌شد و به کشتی‌های گرفتار در مه اجازه تشخیص خطرات بالقوه را می‌داد و برای تعیین عمق آب نیز مورد استفاده قرار گرفت (لنگ اوین[3] ۱۹۲۴).

میللر۴ (۱۹۷۵)، رفتار دو پروانه *green lacewing* و *chrysopa carnea* را در حضور امواج فراصوت بررسی کردند و نتایج قابل توجهی گرفتند: پروانه *green lacewing* در حضور امواج فراصوت پرواز را متوقف می‌کند. این رفتار با خم شدن بال‌ها حدود ۴۰ میلی ثانیه پس از تحریک شروع می‌شود. بعد از ۶۶ میلی ثانیه از پرواز غیر مستقیم، ماهیچه‌ها گرفته خواهند شد و متوقف می‌شوند. البته پس از مدت زمان معینی دوباره به پرواز درمی‌آیند که این مدت زمان معین به طول دوره ی تحریک شدن با امواج بستگی دارد. امواج فراصوتی اعمال شده در پژوهش آن‌ها در محدوده ۱۵ تا ۱۴۰ کیلوهرتز و دارای شدت صدای بالای ۵۵ دسیبل بوده است. با اینکه دستگاه های مختلف الکترونیکی که بر اساس امواج فراصوت کار میکنند، در نقاط مختلف جهان ساخته شده اند، هیچ کدام از آن ها قابلیت کنترل حشرات آفت کشاورزی را ندارند و اغلب برای کنترل حشرات خانگی و موش ها استفاده

[1] Francis Galton
[2] Sonar
[3] Langevin
[4] Miller

شده اند. سیگنال‌های لرزشی که به منظور جفت‌گیری ارسال می‌شوند، این امکان را برای جفت فراهم می‌کند که علاوه بر این که حشره هم گونه خود را شناسایی کند، موقعیت مکانی جفت را هم روی گیاه تشخیص دهد (اریکسون[5] و همکاران ۲۰۱۲). یکی از راه‌های کنترل آفات، ایجاد اختلال درجفت گیری می‌باشد که به روش‌هایی مثل اختلال فرمونی و اختلال صوتی صورت می گیرد. در روش اختلال صوتی (درمورد آفاتی که به وسیله صدا جلب جنس مخالف می شوند، مانند زنجره مو)، می توان با پخش فرکانس‌های صوتی ویژه ای از جفت یابی و در نهایت تولید مثل آنان جلوگیری کرد. در این گونه حشرات نرها برای جفت گیری با یکدیگر رقابت می‌کنند و به منظور کاهش پاسخ ماده‌ها به نرهای دیگر صداهای تداخلی ایجاد می کنند که می توان با پخش این صدا در جفت یابی ماده‌ها تداخل ایجاد کرد (کولی[6] و مارشال[7]، ۲۰۰۱).

مواد و روش‌ها

این بخش به دو قسمت الکترونیکی و مکانیکی تقسیم شده و توضیحات مربوطهٔ آن ها ارائه شده است.

الف: قسمت الکترونیکی دستگاه

طرح اولیه دستگاه شامل سه فرستنده[8] امواج فراصوت، یک مدار الکترونیکی و یک موتور پله‌ای[9] بود این سیستم با منبع تغذیه ۱۲ ولت DC و جریان ۲ آمپر تغذیه می‌شود (شکل ۱).

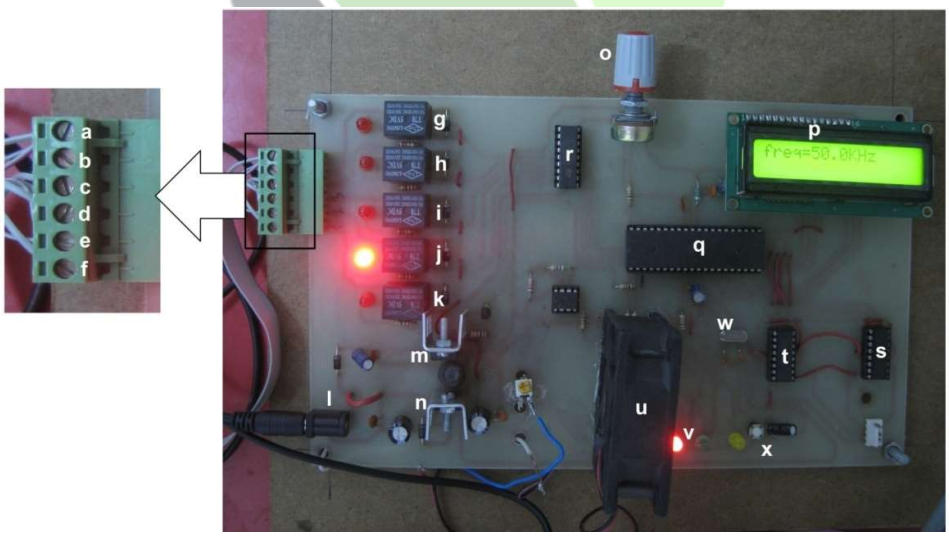
شکل ۱- طرح اولیه دستگاه

[5] Eriksson
[6] Cooley
[7] Marshall
[8] Transmitter
[9] Step motor

شکل ۲– منبع تغذیه دستگاه فرستنده امواج فراصوت

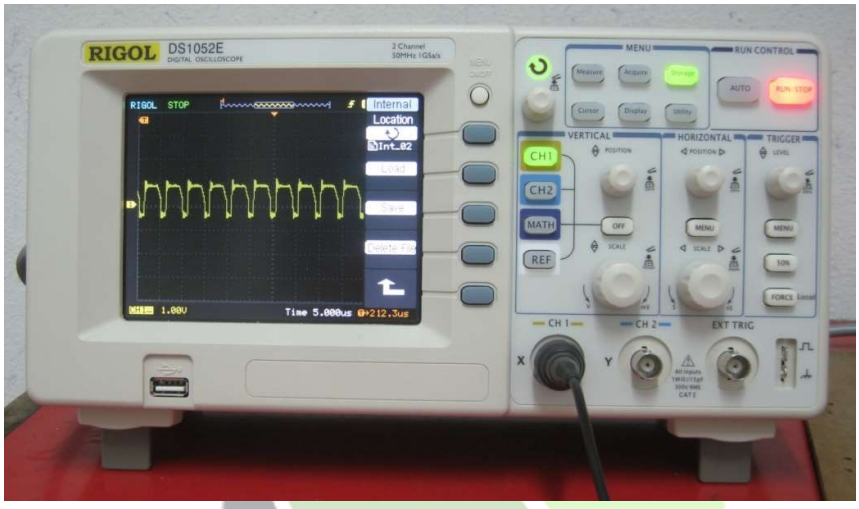
ترمینال‌های مشخص شده در شکل ۳ امواج با فرکانس‌های مشخص شدهٔ نمایش داده شده در LCD (p در شکل ۳) را که توسط پتانسیومتر یا ولوم (o در شکل ۳) تعیین می‌شود و از ۱۵ تا ۱۰۲ کیلوهرتز تغییر می‌کند را تأمین می‌کنند. برای حصول کیفیت بهتر و جلوگیری از بروز امواج نویز، در طراحی مدار اصلی دستگاه از تعدادی سوئیچ یا رله (g، h، i، j و k) استفاده شده است و به این ترتیب عمل می‌کند که از فرکانس ۱۵ تا ۲۵ کیلو هرتز را رله i، فرکانس ۲۵ تا۷۰ کیلو هرتز را رله j و فرکانس ۷۰ تا ۱۰۲ هرتز را رله k تأمین می‌نماید. به این صورت که وقتی مثلاً رله i فرکانس عبور می‌دهد، تمام رله‌های بعدی به حالت قطع بوده و هیچ فرکانسی را عبور نمی‌دهند و به همین ترتیب سایر رله‌ها نیز این گونه عمل می‌نمایند.

رله‌های g و h برای توسعهٔ دستگاه و استفاده های بعدی پیش‌بینی شده اند.



شکل ۳– مدار دستگاه فرستنده امواج فراصوتی

با برنامه ی نوشته شده برای میکروکنترلر (q) امواج با رزولوشن یک کیلوهرتز به فرستنده‌ها ارسال می‌شوند. شکل امواج مطابق شکل ۴ می‌باشد که با اسیلوسکوپ[10] دیجیتالی RIGOL مدل DS1052E ساخت کشور چین نشان داده شده است از اسیلوسکوپ برای تعیین صحت انجام کار فرستنده‌ها استفاده شد که مشخص شود آیا امواجی که به فرستنده‌ها می‌رسد، به همان صورت وکیفیت که در نمایشگر موجود در مدار هست یا خیر.



شکل۴– اسیلوسکوپ مورد استفاده و شکل امواج دستگاه

در قسمت دیگر مدار دو عدد آی سی (s و t در شکل ۳) قرار دارد که وظیفه چرخاندن موتور پله ای به چپ و راست را به عهده دارند. با جدا کردن یک یا هر جفت آن‌ها می‌توان از دستگاه استفاده نمود ولی موتور پله ای نخواهد چرخید وامواج در یک جهت ارسال خواهد شد.

در شکل ۳، w اسیلاتور است که منبع اصلی تأمین فرکانس دستگاه می‌باشد. این قطعه در هر ثانیه یک میلیون بار موج به مدار می‌دهد که میکروکنترلر مدار، متناسب با پتانسیومتری که توسط اپراتور تغییر می‌کند و کنترل می‌شود مضربی از آن را ایجاد می‌نماید و به مدار می‌دهد. این امواج توسط ولت متر مجهز به قسمت نشان دهنده فرکانس و یا با دستگاه اسیلوسکوپ قابل مشاهده می‌باشد.

قطعات m و n در همان شکل ماسفت[11] می‌باشند که وظیفه تغذیه برق مدار را به عهده دارند و به نوعی کل جریان مورد نیاز مدار از طریق آن‌ها تأمین می‌شود؛ بنابراین همیشه گرم می‌باشند و در صورت عدم تعبیه سیستم خنک کاری، به شدت داغ می‌شوند. برای خنک‌نمودن و کاهش دمای آن‌ها از یک یا چند چالهٔ حرارتی[12] به همراه یک پروانه دمنده[13] (u) استفاده شد.

[10] Oscilloscope
[11] Mosefet

برای پروانه دمنده ابتدا از جریان برق موجود در مدار استفاده شد؛ ولی به خاطر داشتن برخی مشکلات و عدم تأمین برق کافی، از یک منبع تغذیه مجزا با ولتاژ متغیر استفاده گردید. به‌طوری‌که وقتی دستگاه بیش از ۵ تا ۶ ساعت کار می‌کرد و دمای چالهٔ حرارتی‌ها خیلی بالا می‌رفت، از ولتاژ بالا (۹-۱۲ ولت) برای این پروانه ی دمنده استفاده می‌شد. ولتاژ بالا باعث سرعت بالای چرخش دمنده می‌شد و به این ترتیب، حجم بیشتری از هوا را از لابه لای چالهٔحرارتی عبور می‌داد و باعث خنک شدن بهتر آن‌ها می‌گردید. برای مواردی که استفاده کم‌تری از دستگاه می‌شود (کمتر از ۴ یا ۵ ساعت متوالی)، ولتاژ ۶ ولت برای چرخاندن پروانه دمنده و به جریان درآوردن هوا کفایت می‌کرد. در قسمت دیگر دستگاه یک کلید تنظیم مجدد[14] تعبیه شد (قطعه x) و برای مواقعی که اختلالی در سیستم و یا هر مشکل دیگر در ارسال فرکانس و یا چرخش موتور پله ای به وجود آید، از آن استفاده شد و به این صورت عمل می‌کرد که کل سیستم را به طور لحظه ای خاموش و روشن می‌نمود. چراغ LED (قطعه v)، نشان دهنده وجود برق در مدار و روشن بودن دستگاه بود. با اتصال سیستم به برق و ورود جریان به سیستم، این چراغ روشن شده و با خاموش کردن دستگاه، خاموش می‌شود. با استفاده از یک پتانسیومتر و یا ولوم که با پیچ گوشتی چهارسو تغییر می‌کند و زیر نمایشگر LCD قرار داشت، امکان تغییر شدت نور صفحه نمایش امکان پذیر بود. برای سه بازه فرکانسی ۱۵تا ۲۵، ۲۵ تا۷۰ و ۷۰ تا ۱۰۲ کیلو هرتز در ابتدا سه فرستنده مطابق شکل ۱ استفاده شد که بعد با توسعه دستگاه، به پنج عدد (شکل ۵) افزایش داده شد.

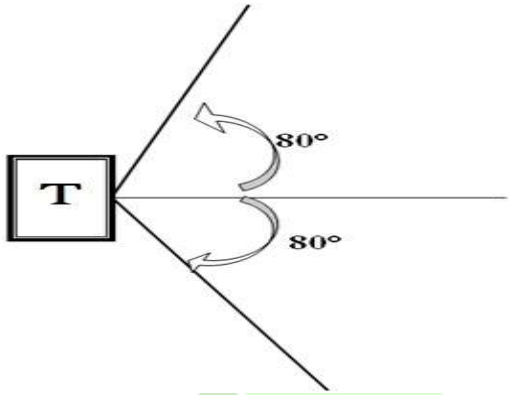
شکل۵- توسعه یافتن فرستنده‌ها از سه عدد به ۵ عدد

ب: قسمت مکانیکی دستگاه

اصولاً امواج خروجی انتشار یافته از یک فرستنده (صوتی یا فراصوتی) با زاویه خاصی انتشار می‌یابند که مطابق شکل ۶ معمولاً ۸۰ درجه می‌باشند. به این ترتیب، وقتی هدف، انتشار امواج در یک محفظه یا محیط در همه جهات باشد، لازم است یا در همه جهت‌ها فرستنده داشته باشیم که در این صورت از کیفیت کار فرستنده‌ها و امواج کاسته می‌شود و یا باید فرستنده‌ها همواره

[12] Heat sink
[13] Fan
[14] reset

در حال چرخش باشند. چرخاندن مداوم فرستنده‌ها ایدهٔ جالبی به نظر می‌رسد که هم هزینه حسگرهای بیشتر در همه جهت‌ها را ندارد و هم کیفیت امواج ارسال شده بهتر خواهد بود.



شکل۶- زاویه انتشار امواج فراصوتی

در طرح اولیه دستگاه، ما از یک موتور پله ای (شکل ۷) که با برنامه نوشته شده برای میکروکنترلر و دستورات آن، چرخش به سمت چپ و راست را با سرعت ثابتی انجام می‌داد، استفاده نمودیم. به همین منظور فرستنده‌ها به یک صفحه جمع‌آوری و متصل شدند و این صفحه به نقطه چرخنده‌ی موتور پله ای متصل شد (قابل مشاهده درشکل ۱).

شکل ۷- موتور پله ای مورد استفاده در سیستم چرخش فرستنده‌ها

با شروع آزمایش‌ها و کار کردن دستگاه، چند عیب این روش مشخص شد:

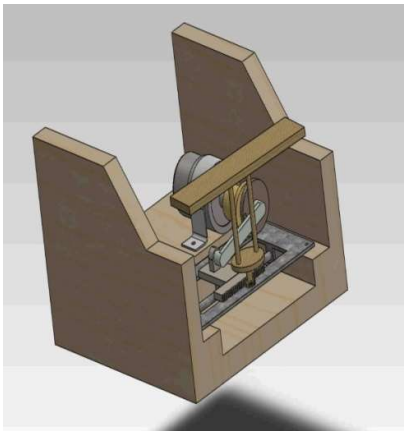
الف) این که سرعت چرخش کم بود و امکان افزایش سرعت با در نظر گرفتن این نکته که در طراحی دستگاه، امکان تغییر سرعت لحاظ نشده بود، میسر نمی‌شد.

ب) به دلیل داشتن ارتعاش و لرزش ذاتی موتور پله ای به خاطر پرش‌های زاویه‌ای دقیق، احتمال کاهش عمر و نیز بروز خطا در نتایج حاصل از آزمایش‌ها وجود داشت. خطا در نتایج به این صورت پیش‌بینی شد که پس از آزمایش نمودن آفت‌ها با فرکانس-های مختلف، در صورت فرار نمودن آفت‌ها، نمی‌توانستیم به یقین فرار نمودن آفت‌ها را به خاطر موج فراصوتی ارسال شده تلقی کنیم و در این نتیجه ممکن بود اثر ارتعاش و صداهای ناشی از آن نیز مؤثر می‌بودند. این ارتعاش با وجود تمهیدات انجام شده (تهیه و نصب دو صفحهٔ فشار دهنده فلزی و فایبر گلاس (شکل ۱) که موتور پله ای را به کمک دو پیچ و مهره از بالا و پایین به هم فشار می‌داد و به صفحه فیبری زیرین محکم می‌کرد) به خوبی مستهلک نمی‌شدند و تأثیر قابل توجهی داشت.

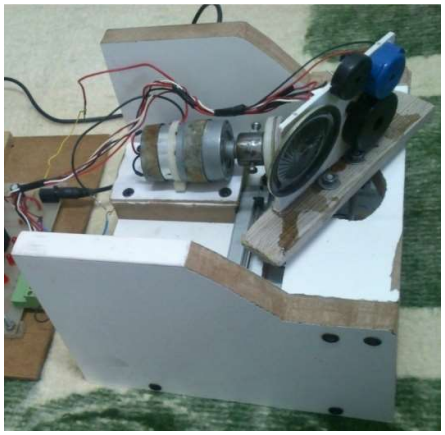
ج) موتور پله‌ای در آزمایش‌های طولانی دچار داغ شدگی می‌شد و هر لحظه امکان خراب شدن و متوقف شدن چرخش آن وجود داشت.

د) موتور پله ای با ریست شدن‌های اتفاقی و خود به خودی سیستم، چرخش خود را از اول شروع می‌نمود. در واقع این گونه می‌توان تشریح کرد که مثلاً موتور پله ای،۱۸۰ درجه به چپ می‌چرخد و پس از یک دفعه خاموش و روشن شدن، به جای برگشتن به راست، دوباره طبق برنامه نوشته شده برای میکروکنترلر، برنامه خود را از اول شروع نموده و ۱۸۰ درجه به چپ می‌چرخید. این مشکل در کارکردهای طولانی سیستم، خود را بروز می‌داد. به این صورت که پس از ۷ تا ۸ ساعت کارکردن دستگاه، مشاهده می-شد که سیم‌های متصل شده به فرستنده‌ها، چند دور حول موتور پله ای چرخیده اند و موتور به راحتی عمل رفت و برگشتی چرخش را نمی‌توانست انجام دهد. این اتفاق چند بار موجب قطع شدن سیم‌ها شد.

این مشکلات در حین کار دستگاه سبب شد تا یک سیستم جدید برای چرخاندن فرستنده‌ها طراحی شود که فاقد مشکلات ذکر شده باشد. به این منظور با استفاده از نرم افزار solid works طرح مکانیکی‌ی برای چرخش رفت و برگشتی فرستنده‌ها که بر اساس موتور لنگی دار کار می‌کرد، طراحی شد (شکل ۸)



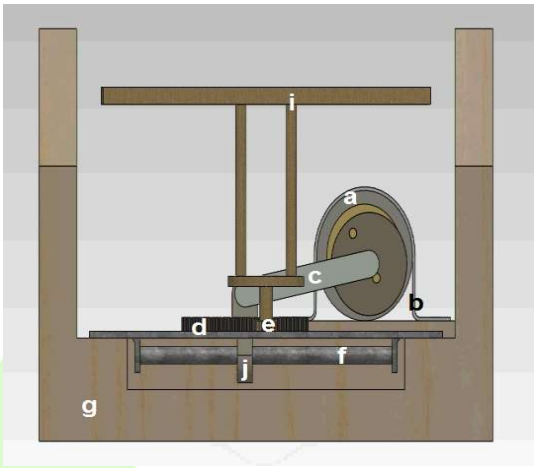
الف



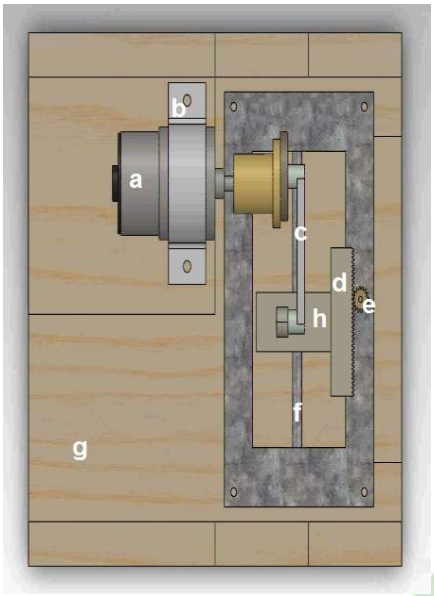
ب

شکل ۸- سیستم مکانیکی چرخاننده فرستنده‌ها الف) طراحی با نرم افزار solid works ب) دستگاه ساخته شده

این طرح به خاطر استفاده از موتور معمولی و نه موتور پله ای، علاوه بر این‌که ارتعاش سیستم قبلی را نداشت، دارای سرعت و زاویه چرخش قابل تنظیم بود. با تغییر ولتاژ ورودی موتور، سرعت دوران و به دنبال آن سرعت چرخش رفت و برگشتی فرستنده‌ها تغییر می‌کرد. همچنین تغییر در طول لنگی (c در شکل۹) و فاصله شعاعی محل اتصال لنگی c از مرکز دوران باعث می‌شد تا زاویه چرخش رفت و برگشت از کم‌ترین مقدار یعنی ارتعاش کوچک تا حدود ۲ دور چپ و ۲ دور راست، متغیر باشد. همان طور که در شکل ۹ قابل مشاهده است، چرخش مداوم موتور با استفاده از یک لنگی به حرکت رفت و برگشتی صفحه حرکت کننده (h) که روی دو تا ریل در دو طرف صفحه (f) حرکت می‌کرد، تبدیل می‌شد و این حرکت رفت و برگشتی با استفاده از یک چرخ دنده شانه ای (d) که متصل به یک چرخدنده (e) که آن نیز به صفحه چرخاننده فرستنده‌ها (i) متصل بود، به حالت چرخشی رفت و برگشت کننده تبدیل می‌شد. همان طور که در شکل مشخص است این سیستم چرخاننده فرستنده‌ها دارای یک قاب یا محافظ چوبی (g) بود که به نوعی تکیه گاه و نگه دارنده کل سیستم چرخشی نیز بود.



الف



ب

شکل ۹- نماهای مختلف سیستم چرخاننده فرستنده‌ها الف) نما از جلو (a–موتور b–بست برای محکم نمودن موتور به شاسی c–لنگی d–چرخدنده شانه ای e–چرخدنده متصل به صفحه گرداننده فرستنده‌ها f–ریل برای حرکت چرخدنده شانه ای g–شاسی دستگاه h–صفحه حرکت کننده رفت و برگشتی) ب) نما از بالا

نتایج و بحث

مشاهده شد که سیستم چرخشی با استفاده از موتور پله ای مشکلات عدیده ای را در ارسال امواج به جهات مختلف ایجاد می نمود. این مشکلات از طریق طراحی و ساخت یک سیستم مکانیکی که بر اساس تبدیل چرخش متوالی یک موتور الکتریکی به چرخش راست‌گرد و چپ‌گرد به وسیله‌ی یک لنگی، حل شد. این روش امکان تغییر سرعت و همچنین زاویه چرخش ساعتگرد–پادساعتگرد را فراهم می‌نمود.

نتایج حاصل از آزمایش‌های این سیستم بر روی آفت های زنجرک ها نشان داد این سیستم توانایی و پتانسیل دور نمودن و کنترل آفت ها را دارد و می‌تواند جایگزین بعضی روش‌های کنترل آفات فعلی شود. دانستن این نکته که کنترل کامل برخی آفات با استفاده از تمامی روش های مبارزه‌ی کنونی که در مزارع، گلخانه‌ها و انبارها انجام می‌شود، میسر نمی باشد، بکارگیری و آزمودن چنین سیستم های مکانیکی برای مبارزه با آفات را بیشتر نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد این روش جدید، گشاینده‌ی راهی است که شاید بتوان به وسیله 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 تأثیر فرکانس، شدت صدا، مکان آزمایش، نوع و شرایط آزمایش، اثر همزمان نور، دما و فراصوت

و... صورت بگیرد تا این روش جدید قابلیت‌ها و توانمندی‌های خود را نشان دهد. البته واضح است که شرایط و کیفیت این روش، برای هر آفت و گونه‌های مختلف هر نوع آفت، متفاوت خواهد بود.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش را می‌توان به ترتیب زیر بیان نمود:

- فراصوت روش موثر و مناسب برای کنترل آفاتِ دارای حس شنوایی می‌باشد و می‌توان با پیدا نمودن فرکانس شنوایی موثر آن حشره جهت کنترل آن اقدام نمود.
- دستگاه ساخته شده به دلیل پوشش کامل محدوده شنوایی اغلب آفات زراعی و باغی توانایی کنترل و دورنمودن آفت های دارای حس شنوایی را دارند.
- نتایج آزماشات بر روی آفت زنجره جو که فرکانس ۳۰-۳۵ کیلوهرتز را موثر نشان دادند، کارکرد خوب دستگاه را تأیید نمودند. البته برای کسب نتایج بهتر و اطمینان بیشتر انجام آزمایش ها بر روی آفات مختلف دیگر نیز مفید خواهد بود.

منابع

۱. بی نام، ۲۰۱۲، ویکی پدیا. http://www.fa.wikipedia.org/.

۲. سپاسگذاریان، ح. ۱۳۵۷. آفات انباری و طرق مبارزه با آن‌ها. انتشارات دانشگاه تهران.

۳. عاشوری، ش. ۱۳۸۸. بررسی اثر کشندگی، کاهش در تولید نتاج و دورکنندگی پودر چهار نوع ادویه غذایی روی حشرات کامل سوسک کشیش (Rhyzopertha dominica F.)، شپشهٔ گندم (Sitophilus granarius L.) و شپشهٔ قرمز آرد (Tribolium castaneum Herbst) در شرایط آزمایشگاهی. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه.

4. Eriksson, A., Anfora, G., Lucchi, A., Lanzo, F. and Virant-Doberlet, M. 2012. Exploitation of insect vibrational signals reveals a new method of pest management. Plos one 7(3): e32954. doi:10.1371/journal.pone.0032954. pp: 1-5.

5. Golob, P. , Moss, C. , Dales, M. , Fidgen, A., Evants, J. and I. Gudrups. 1999. The use of plants and minerals as traditional protectants of stored products. Food and Agricultural Organization of the United Nations Rome, Italy. FAO agricultural service bulletin NO. page 137.

6. Miller, L A. 1975. The behavior of flying green lacewings, Chrysopa carnea, in the presence of ultrasound. Journal of Insect Physiology, Volume 21, Issue 1, pp: 205-219.

7. Cooley, J. R. and D.C. Marshal, 2001. Sexual signaling in periodical cicadas, Magicicada spp.,(Hemiptera: Cicadidae). Beh.,138: 827-855.

Design and development of electromechanical system to insect pests repelling

Abstract

Ultrasound waves are mechanical waves who are able to repelling the pests. In this study, an ultrasound transmitter electronic system was designed and constructed. The system included five transmitters and was capable to transmit ultrasound waves from 15 to about 100 kHz. Transmitters were placed on a mechanical system that it's reciprocating rotary motion could make the waves were sent in all directions. The mechanical system was designed with SOLIDWORKS program.

Key words: Repellency, Ultrasound, Frequency