Archive of SID

مهندسی بیوسیستم ایران، دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۵ (ص ۷۱-۶۳)

ارزیابی صوت به عنوان یک بازدارنده برای کاهش خسارت پرندگان به مزارع کشاورزی

عیسی زارع قلعه عبدشاهی[1]، رضا یگانه[2*]

۱. کارشناس ارشد مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی

۲. استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۱۸- تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۰/۲)

چکیده

پرندگان، گاهی اوقات که تعدادشان زیاد است، می‌توانند خسارت‌های جدی به مزارع غلات وارد سازند. به منظور یافتن راه‌کاری مطابق با مسایل زیست‌محیطی و مؤثر در کنترل این پرندگان، در این تحقیق، اثر صوت برای دفع آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. واحد پخش با معیارهای طراحی زیر توسعه داده شد:۱) سه سطح صدای شاهین، توپ گازی و رنجش گنجشک با بسامدهای ۱، ۵ و ۱۰ کیلو هرتز، ۲) صدای ترکیبی توپ گازی و رنجش گنجشک با بسامد ۵ کیلو هرتز و ۳) در صبح و عصر. نتایج نشان داد درصد پرندگان پرواز کرده نسبت به تعداد پرندگان قبل از ایجاد صدا برای صدای ترکیبی ۹۲/۴۶، توپ گازی ۸۲/۹۰، رنجش گنجشک ۷۴/۵۸ و شاهین ۴۸/۲۲ می‌باشد. بین میزان پرندگان پرواز کرده بعد از تولید صدا در بسامدهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین مشخص گردید درصد پرندگان پرواز کرده در زمان صبح به میزان ۸/۰۶ بیشتر از زمان عصر بوده است.

واژه‌های کلیدی: محصولات کشاورزی، خسارت پرندگان، دفع پرندگان، صوت

مقدمه

سابقه‌ی خسارت پرندگان به محصولات کشاورزی به تاریخ کشت و زرع در روی کره‌ی زمین بر می‌گردد (Nazari, 1999). امروزه در کشورهای مختلف به علت گسترش کشاورزی مدرن و تشکیل کشت و صنعت‌های وسیع، خسارت پرندگان به محصولات زراعی به خصوص در مزارع غلات و دانه‌های روغنی مورد توجه قرار گرفته است (Mobini, 1980). اگر چه پرندگان وحشی در بیشتر مناطق مفیدند، ولی در بعضی مواقع گونه‌های به خصوصی از آن‌ها، به طور انفرادی یا اجتماعی، موجب خسارت به این مزارع می‌شوند، به ویژه هنگامی که به صورت گروه‌های بزرگ و مهاجر باشند (Weir, 1999). هجوم آن‌ها در هنگام صبح و اوایل غروب بیشتر است (Berge *et al*., 2005). گونه‌های عمده‌ای که باعث خسارات جدی به محصولات کشاوزی می‌شوند شامل گنجشک‌ها، کلاغ‌ها، کبوترها، قمری‌ها، سارها، طوطی‌ها، گراکل‌ها (پرندگان سیاه رنگ)، کوالا، توکای سیاه بال سرخ و دیگر گونه‌های پرندگان هستند Khrmaly & (Khalqyzadeh, 2012). یکی از ارقام روغنی، محصول آفتابگردان است که در بسیاری از مناطق دنیا از جمله ایران، از مطلوب‌ترین مواد غذایی برای برخی از پرندگان محسوب می‌گردد. به همین دلیل خسارت سنگینی از طریق پرندگان به این محصول وارد می‌شود (Khalqyzadeh & Alizadeh, 2009). از روش‌های معمول که کشاورزان برای جلوگیری از این خسارات به کار می‌گیرند می‌توان دفع فیزیکی و به زحمت انداختن پرنده را نام برد (Berge *et al*., 2005). نتایج کارهای مختلف نشان داده است که موانع فیزیکی مانند تورها و فیبرها (نخ‌ها) موثرترین روش در جلوگیری از خسارت پرندگان در مزارع هستند ولی این تورهای نصب شده بسیار پرهزینه می‌باشند (Koyuncu & Lule, 2008). پیشنهاد دیگر نسبت به تورها، به ستوه در آوردن یا ترساندن پرنده است. پرندگان می‌توانند با استفاده از اسباب شنیداری مانند پایروتکنیک‌ها یا صداهای دوباره تولید شده (به صورت الکترونیکی) ترسانده شوند (Berge Ojie Ardebilie & Nozari ،(2005; Curtis *et al*., 2003 *et al*., (2010) با طراحی یک دستگاه صوتی و قراردادن آن بیرون از مزرعه تاثیر امواج صوتی مصنوعی زنجره‌های *C.orni* و *O.rimosa* را در جلب گنجشک معمولی[1] به بیرون مزرعه مورد بررسی قرار دادند. برای این منظور آواز فراخوانی دو گونه زنجره-ی *C.orni* از اسلونی و *O.rimosa* از شمال ایالات متحده‌ی آمریکا انتخاب و آزمایش گردیدند. نتایج نشان داد که اثرات آوازخوانی هر دوگونه زنجره‌ی مصنوعی در جلب گنجشک

* نویسنده مسئول: r.yeganeh@ilam.ac.ir

1. Passer domesticus

www.SID.ir

Archive of SID

معمولی با اطمینان ۹۹ درصد نسبت به شاهد معنی‌دار است. Koyuncu & Lule (2009) دستگاهی را طراحی و ساختند که شامل پانل فتوولتائیک، باتری، مبدل، دستگاه پخش فایل صوتی، تقویت کننده و یک بلندگو بود. آن‌ها صداهای مختلف ۱۸ نوع از شکارچیان رایج پرندگان اهلی مانند شاهین، عقاب و جغد را برای کاربرد در ترساننده‌ی شنیداری انتخاب کردند. نتایج نشان داد که موثرترین صدا فالکون[1] می‌باشد. همچنین بهترین مدت پخش و بهترین مدت مکث نیز به ترتیب ۱ و ۶ دقیقه به دست آمد. Edworthy *et al.* (2009) چند ایستگاه شمارش پرنده را برای آزمایش تاثیر ابزارهای ترساننده-ی پرنده در فصل برداشت قره قاط در بریتش کالمبیا[2] از کانادا انتخاب کردند. آنالیز آماری مشخص کرد که بادبادک شاهین‌نما و توپ گازی کاهش معنی‌داری در شمار جمعیت سار نشان دادند. همچنین ترساننده‌ی رنجش پرنده، اثر ترس معنی‌داری نشان نداد. به ستوه در آوردن یا ترساندن ارزان‌ترین روش در دفع پرندگان به حساب می‌آید، اما تاثیر آن مختلف است. فهمیدن این که چقدر و چگونه این روش استفاده شود می‌تواند به مقدار زیادی تاثیر هر استراتژی کنترل را افزایش دهد Berge (*et al.*, 2005). بنابراین تاثیر اصوات تولید شده در اسباب شنیداری برای کاهش خسارت پرندگان نیاز به بررسی بیشتر دارد.

با توجه به مزایای این روش، هدف اصلی در این پژوهش دست‌یابی به مناسب‌ترین صوت از نظر نوع و بسامد صوت به منظور کاهش خسارت پرندگان خسارت‌زا به مزارع کشاورزی و تعیین یک روش عملی برای استفاده در مزارع و توسعه‌ی یک پیشنهاد موثر نسبت به دیگر روش‌های کنترل پرندگان در مزارع است.

مواد و روش‌ها

انتخاب و آماده سازی کرت آزمایش

عملیات آزمون و ارزیابی مزرعه‌ای این تحقیق در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول انجام گردید. این مرکز به دلیل خسارت سنگین پرندگان به محصولات کشاورزی، محفوظ بودن در مقابل عوامل تولید سر و صدا و همچنین فاصله‌ی ۲۰۰۰ متری از روستاهای نزدیک، به عنوان مکان انجام تحقیق انتخاب گردید. دو کرت آزمایش به ابعاد ۲۰ × ۱۰ متر مربع (شکل ۱) و با فاصله‌ی حداقل ۲ کیلومتر از مناطق مسکونی انتخاب شدند. برای اطمینان از این که کرت‌های آزمایش در معرض هجوم پرندگان با گونه‌های مشابه قرار گیرند، کرت‌ها می‌بایستی در فاصله‌ی نزدیک بهم انتخاب می‌شدند. از طرف دیگر برای حذف هر گونه تداخل از روش‌های کنترل دیگر، کرت‌ها می‌بایستی به اندازه‌ی کافی از هم دور می‌بودند، لذا فاصله‌ی بین زمین‌ها نیز ۲ کیلومتر در نظر گرفته شد. هر یک از کرت‌های آزمون پس از شخم زدن با ماله تسطیح شدند. به منظور تشخیص دقیق پرنده در فیلم‌های ضبط شده، کلوخ‌ها با شن کش جمع شده و از زمین بیرون برده شدند. جهت برقراری فعالیت تغذیه‌ای و خوگیری پرنده، کرت‌های آزمایش یک هفته قبل از شروع آزمون‌ها با پاشیدن بذر گندم آماده شدند. در همه‌ی تکرارها مقدار یک کیلوگرم و به طور یکنواخت بذر گندم پاشیده شد. سامانه‌ی صوتی در یک کرت نصب و راه اندازی گردید و کرت دیگر به صورت شاهد در نظر گرفته شد.

شکل۱. کرت آزمایش

برای بررسی نوع پرندگان در اکوسیستم زراعی مرکز تحقیقات صفی آباد، از عکس‌برداری توسط دوربین فیلم‌برداری (ساخت کشور ژاپن، شرکت سونی و مدل HDR-CX110E) و کتاب پرندگان ایران استفاده شد (Mansouri, 2009). دوازده گونه پرنده‌ی خسارت‌زا شامل گنجشک خانگی، یاکریم، چکاوک کاکلی، لیکو، توکای سیاه، دیدومک، زنبورخوار گلو خرمایی، گلاریول بال سرخ، دُراج، کبوتر جنگلی (فاخته)، قمری خانگی و بلبل خرما شناسایی شدند. در ابتدا برای بدست آوردن خط مبنای زمان فعالیت پرندگان در دو نوبت بعد از طلوع آفتاب به مدت سه ساعت و قبل از غروب آفتاب به مدت سه ساعت پیش از شروع تحقیق از فعالیت پرندگان فیلم‌برداری شد و تعداد جمعیت آن‌ها در هر ده دقیقه شمرده شد. این عمل سه روز متوالی تکرار شد و با توجه به میانگین‌های به دست آمده از سه تکرار انجام شده نمودار فعالیت پرندگان در صبح و عصر ترسیم شد. بعد از بررسی‌های انجام شده اوج فعالیت پرندگان ۰/۵ ساعت بعد از طلوع آفتاب به مدت ۱/۵ ساعت و ۰/۵ ساعت قبل

1. Falcon (buteolagopu)
2. British Columbia

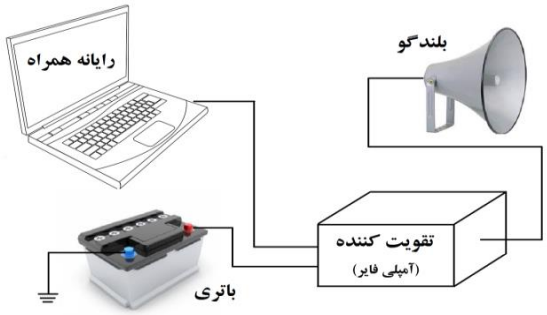
www.SID.ir

Archive of SID

از غروب آفتاب به مدت ۱/۵ ساعت به دست آمد و در نتیجه تاثیر صوت روی پرندگان در این دو نوبت بررسی گردید.

انتخاب مشخصات صدا

بسامد صدا در سه سطح ۱، ۵ و ۱۰ کیلو هرتز انتخاب گردید. برای جلوگیری از ایجاد مزاحمت صوتی برای مردم محل، بیشینه‌ی فشار صوت روی ۷۰ دسی‌بل اس. پی. ال تنظیم شد. سه نوع رخداد صوتی شامل صدای پرنده‌ی شاهین (یک نوع پرنده شکاری)، صدای توپ گازی (یکی از اسباب رایج ترساننده-ی پرنده در منطقه‌ی آزمایش) و صدای رنجش گنجشک (به علت جمعیت زیاد گنجشک در کرت آزمایش) برای دور ساختن پرندگان از واحد آزمایشی استفاده گردید. اجزای مدار الکترونیکی پخش صدا در شکل ۲ نشان داده شده است.

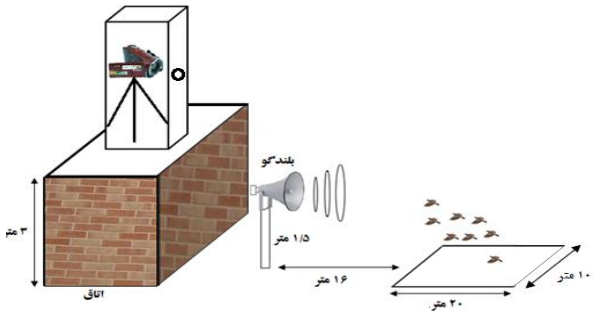


شکل ۲. نمایش طرح واره‌ی اجزای سامانه‌ی ترساننده‌ی پرنده

موقعیت بلندگو و دوربین نسبت به کرت آزمایش

برای متمرکز نمودن صدای بلندگو در کرت آزمایش، بلندگو (شکل ۳) در ارتفاع ۱/۵ متری بالای زمین قرار داده شد. واحد راه انداز بلندگو (مدل TAH35L، ساخت شرکت تابا الکترونیک) دارای توان ۲۵ وات واقعی و میزان پرتاب صدای ۲۵ متر بدون شیپور شتاب دهنده بود. همچنین شیپور شتاب‌دهنده‌ی ۱۸ اینچی (ساخت شرکت آوا الکترونیک) با قابلیت ۳ برابر سازی فشار صوتی استفاده شد، که در نهایت میزان پرتاب صدا برابر ۲۵×۳=۷۵ متر محاسبه گردید. برای جلوگیری از اخلال در کار فیلم‌برداری و برای تمرکز صدا در کرت آزمایش، بلندگو در فاصله‌ی ۱۶ متر از ابتدای کرت آزمایش و یک متر جلوتر از دوربین قرار داده شد. از اتاق پشت بلندگو به عنوان موج‌گیر برای متمرکز کردن صدا به داخل مزرعه و کاهش مزاحمت صوتی برای روستاهای نزدیک مکان انجام تحقیق استفاده شد.

در طی آزمایش‌ها پرندگان بلافاصله بعد از پخش صدا به یک نشیمنگاه مرتفع به منظور تحقیق در مورد منبع صدا پرواز می‌کردند. به همین دلیل برای گیج کردن آن‌ها، بلندگو در بین پوشش گیاهی مخفی شد. از دو دوربین دیجیتال (ساخت کشور ژاپن، شرکت سونی و مدل HDR-CX110E) برای مشاهده و ضبط رفتار پرندگان استفاده گردید. اتاقکی به ابعاد ۲×۱×۱ متر مکعب به منظور مخفی کردن مشاهده‌گر و دوربین فیلم‌برداری از دید پرندگان استفاده شد. دوربین به بالای پشت بام اتاقک نزدیک واحد آزمایشی به ارتفاع ۳ متر از سطح انتقال داده شد. در ابتدای شروع هر آزمون، دوربین در فاصله‌ی ۱۷ متری از زمین آزمایش و در اتاقک دوربین قرار گرفته و برای مشاهده‌ی کامل زمین به گونه‌ای تنظیم شده که دو ضلع عمودی کادر تصویر بر میله‌های نصب شده در دو گوشه‌ی ابتدای زمین مماس شوند. کرت آزمایش از زمان شروع تا پایان هر تکرار و ۶ دقیقه قبل از پخش صدا برای عادی شدن وضعیت برای پرنده ترک شد. در حین اجرای آزمایش‌ها، از تردد وسایل نقلیه و هر شخص غیر عادی جلوگیری شد تا به دقت کار لطمه‌ای وارد نشود.



شکل ۳. موقعیت بلندگو و دوربین نسبت به کرت آزمایش

تحلیل آماری

برای ارزیابی تاثیر صوت بر روی پرندگان، آزمون‌هایی در قالب طرح فاکتوریل با بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با سه فاکتور نوع صدا در سه سطح (صدای پرنده‌ی شکاری شاهین، صدای توپ گازی و صدای رنجش گنجشک)، بسامد صدا در سه سطح ۱، ۵ و ۱۰ کیلو هرتز و زمان انجام آزمایش در دو سطح صبح و عصر انجام گرفت. همچنین ترکیبی از صداهای توپ گازی و رنجش گنجشک فقط با بسامد ۵ کیلو هرتز در صبح و عصر مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های حاصل از اجرای طرح با استفاده از نرم‌افزار SPSS.18 تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث

جدول ۱ و شکل ۴ میانگین کلی نتایج ثبت شده برای تعداد پرندگان را نشان می‌دهند. با توجه به جدول ۱ و شکل ۴ مشاهده می‌شود که درصد پرندگان پرواز کرده در کرت آزمایش بعد از ایجاد صدا نسبت به پرندگان باقی مانده بیش‌تر است. بنابراین به نظر می‌رسد تولید صدا به طور کلی در دورکردن

www.SID.ir

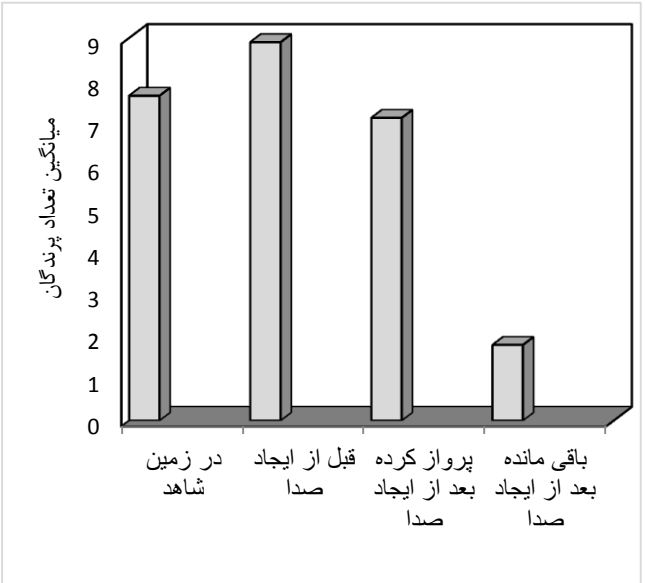
Archive of SID

پرندگان مفید می‌باشد. این نتیجه در راستای کار Koyuncu & Lule (2009) است. آن‌ها تاثیر صدا در دور ساختن پرندگان را به وضوح مشاهده نمودند. همچنین شکل ۴، نشان می‌دهد که تعداد پرندگان در زمین شاهد همیشه با تعداد پرندگان در کرت آزمایش متفاوت است. محققان دیگری نیز در کارهای خود دریافته بودند که تعداد پرندگان تحت تاثیر مکان‌های مجاور متغیر بوده‌اند (Tracey & Saunders, 2003; Berge *et al*., 2005). به علاوه تعداد پرندگان در کرت آزمایش همیشه از تعداد پرندگان در زمین شاهد بیش‌تر است. این نتیجه با نتایج محققان دیگری که گزارش کرده‌اند جمعیت پرنده‌ی سار در کرت آزمایش به طور قابل توجهی بیش‌تر از جمعیت آن در زمین شاهد بوده است مطابقت دارد (Edworthy *et al*., 2009).

جدول ۱. توصیف کلی نتایج آزمایش

تعداد انجام آزمایش	تعداد پرندگان در زمین شاهد	تعداد پرندگان قبل از ایجاد صدا	تعداد پرندگان پرواز کرده بعد از ایجاد صدا		تعداد پرندگان باقی مانده بعد از ایجاد صدا	
	میانگین	میانگین	میانگین	درصد	میانگین	درصد
۸۱۰	۷/۶۴	۸/۹۰	۷/۱۲	۶۸/۵۶	۱/۷۸	۳۱/۴۴

جدول ۲ که جدول تجزیه واریانس داده‌های آزمایش می‌باشد، نشان می‌دهد که نوع صدا و زمان آزمایش تاثیر معنی‌داری در دور ساختن پرندگان داشته‌اند اما نوع بسامد تاثیر معنی‌داری در دور ساختن پرندگان نداشته است. با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر تکرار (روز آزمایش) معنی‌دار نیست. این موضوع بیانگر این مطلب است که آزمون‌ها با دقت کافی انجام گرفته و تکرارهای مختلف تفاوتی با یکدیگر نداشته‌اند. جدول فوق نشان می‌دهد که فقط اثرات متقابل دو گانه‌ی نوع صدا در نوع بسامد و زمان آزمایش در نوع بسامد معنی‌دار شده‌اند. همچنین اثر متقابل نوع صدا در زمان آزمایش و اثر متقابل سه گانه‌ی صدا، زمان آزمایش و بسامد معنی‌دار نشده است.



شکل ۴. نمودار میانگین‌های کلی آزمایش

با توجه به جدول تجزیه واریانس بین انواع صداها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد برقرار است که نشان می‌دهد اختلاف سطوح مختلف این فاکتور بسیار قابل ملاحظه بوده است. برای بررسی چگونگی این اختلاف از آزمون پیگیری دانکن استفاده شد که نتیجه‌ی این آزمون در جدول ۳ آمده است. جدول ۳ نشان می‌دهد که هر یک از صداها در سه زیر گروه مختلف دانکن قرار گرفته‌اند. لذا می‌توان گفت که هر سه نوع صدا اختلاف معنی‌داری از نظر درصد پرندگان پرواز کرده دارند. درصد پرندگان پرواز کرده در اثر صدای توپ گازی (۸۲/۸۹۶) نسبت به سایر صداها بیش‌تر می‌باشد که می‌توان نتیجه گرفت صدای توپ گازی کارایی بهتری نسبت به دو صدای دیگر در دور کردن پرندگان دارد. با توجه به این که صدای توپ گازی از نوع ضربه‌ای است و در این نوع صداها، در هر ضربه، موج فشار به تندی و فقط با یک بازگشت به نقطه‌ی صفر فشار بر می‌گردد بنابراین ممکن است این تندی تغییر فشار باعث این میزان تاثیر شده است. در تحقیق دیگری کاهش معنی‌داری در شمار جمعیت پرنده توسط توپ گازی گزارش شده است (Edworthy *et al., 2009*).

در صدای شاهین، درصد پرندگان پرواز کرده (۴۸/۲۲)، نسبت به سایر صداها کم‌تر است. این نتیجه می‌تواند به خاطر وجود پرنده‌ی سارگپه‌ی معمولی از تیره‌ی شاهینیان در منطقه‌ی انجام تحقیق باشد که باعث شده است صدای شاهین برای پرنده عادی و کم اثر به نظر برسد، یا به دلیل این که صدای شاهین، صدای یک پرنده است و پرندگان توانسته‌اند آن را تشخیص دهند و یا به خاطر نوع صدا بوده که تاثیر فرکانس در آن وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. تجزیه واریانس تاثیر نوع صدا، زمان آزمایش و بسامد بر دور ساختن پرندگان

منابع تغییرات	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
روز آزمایش	۲	۲۹۴/۷۸۱۸	۰/۳۴	۰/۷۱۱۹^{ns}
نوع صدا	۲	۸۸۴۹۰/۲۸۲۲	۱۰۲/۰۶	<۰/۰۰۰۱**
زمان آزمایش	۱	۵۷۲۴/۴۸۱۶	۶/۶۰	۰/۰۱۰۴*
بسامد	۲	۱۳۷/۸۸۷۶	۰/۱۶	۰/۸۵۳۰^{ns}
نوع صدا × زمان آزمایش	۲	۲۵۸۲/۰۴۱۰	۲/۹۸	۰/۰۵۱۵^{ns}
نوع صدا × بسامد	۴	۲۲۴۰/۸۰۵۴	۲/۵۸	۰/۰۳۵۹*
زمان آزمایش × بسامد	۲	۲۹۳۵/۰۰۶۶	۳/۳۹	۰/۰۳۴۴*
صدا ×زمان آزمایش × بسامد	۴	۷۵۹/۰۱۱۲	۰/۸۸	۰/۴۷۸۱^{ns}
خطا	۷۹۰	۸۶۷/۰۴۶۴		
کل	۸۰۹			

* و ** و ns به ترتیب بیانگر سطح معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪، ۱ ٪ و غیر معنی‌دار هستند.

جدول ۳. آزمون پیگیری دانکن برای نوع صدا

صدا	درصد
توپ گازی	۸۲/۸۹۶^{a}
رنجش گنجشک	۷۴/۵۷۶^{b}
شاهین	۴۸/۲۱۹^{c}

* گروه‌های با حروف مختلف لاتین دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

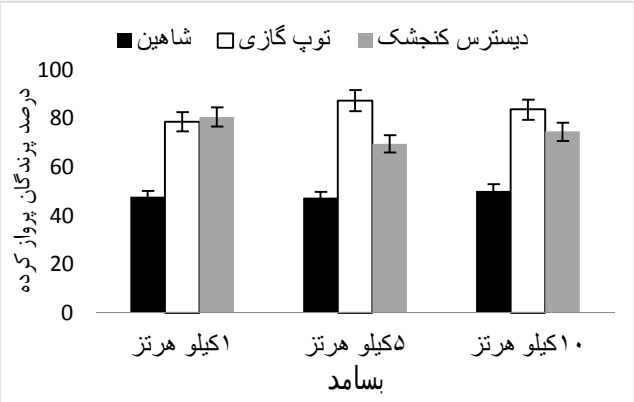
با توجه به جدول ۲ اثر فاکتور زمان آزمایش در سطح احتمال ۵ درصد برای دور ساختن پرندگان معنی‌دار گشته است. برای بررسی چگونگی این اختلاف از آزمون پیگیری دانکن استفاده شد که نتیجه‌ی این آزمون در جدول ۴ درج گردیده است. جدول ۴ نشان می‌دهد که هر یک از زمان‌های آزمایش در دو زیر گروه مختلف دانکن قرار گرفته‌اند. لذا می‌توان گفت که هر یک از زمان‌های آزمایش، اختلاف معنی‌داری از نظر درصد پرندگان پرواز کرده دارند. همچنین درصد پرندگان پرواز کرده در زمان صبح (۷۱/۲۲۲) نسبت به زمان عصر (۶۵/۹۰۵) بیش‌تر می‌باشد که می‌توان نتیجه گرفت تاثیر صدا در زمان صبح نسبت به زمان عصر بیشتر است. دلیل آن می‌تواند این باشد که پرندگان قبل از صبح چندین ساعت در حالت خواب و استراحت بوده‌اند و این باعث شده است آن‌ها صدای پخش شده در روز قبل را تا اندازه‌ی زیادی فراموش کنند ولی به دلیل نزدیک بودن زمان شروع آزمایش در عصر به زمان پایان آزمایش در صبح و تاثیر آن روی حافظه‌ی پرنده و در نتیجه پدیده‌ی عادت پذیری تاثیر صداها در عصر کاهش یافته است.

با توجه به جدول ۲ اثر متقابل دو فاکتور نوع صدا و نوع بسامد در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردیده است. شکل ۵ اثر متقابل نوع صدا در نوع بسامد برای دور ساختن پرندگان را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۵ مشخص می‌شود صدای توپ گازی در بسامد ۵ کیلو هرتز دارای بیش‌ترین درصد پرندگان پرواز کرده می‌باشد.

جدول ۴. آزمون پیگیری دانکن برای زمان آزمایش

زمان آزمایش	درصد
صبح	۷۱/۲۲۲^{a}
عصر	۶۵/۹۰۵^{b}

* گروه‌های با حروف مختلف لاتین دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.



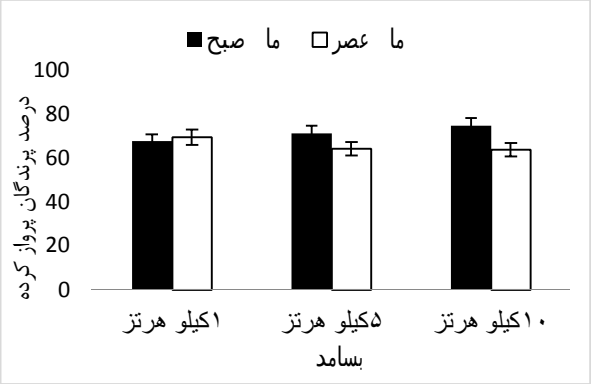
شکل ۵. نمودار اثرات متقابل نوع صدا و بسامد بر دور ساختن پرندگان

جدول ۲ نشان می‌دهد که اثر متقابل زمان آزمایش در نوع بسامد در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است. شکل ۶ اثر متقابل زمان آزمایش در نوع بسامد را برای دور ساختن پرندگان نشان می‌دهد. با توجه شکل ۶ مشخص می‌شود تولید صدا در زمان صبح با بسامد ۱۰ کیلو هرتز، دارای بیش‌ترین

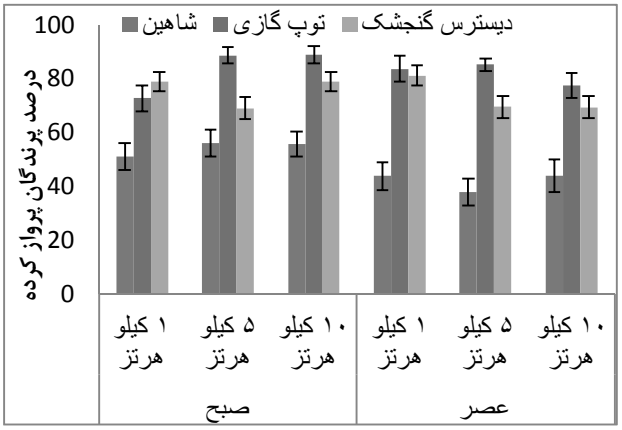
www.SID.ir

Archive of SID

درصد پرندگان پرواز کرده می‌باشد. با توجه به جدول تجزیه واریانس اثرات متقابل سه گانه‌ی صدا، زمان آزمایش و بسامد معنی‌دار نگشته است. شکل ۷ نمودار کلی از آزمایش است که نشان می‌دهد صدای توپ گازی در زمان صبح و در بسامد ۱۰ کیلو هرتز دارای بیش‌ترین درصد پرندگان پرواز کرده می‌باشد.



شکل ۶. نمودار اثرات متقابل زمان آزمایش در نوع بسامد بر دور ساختن پرندگان



شکل ۷. نمودار اثرات متقابل نوع صدا، زمان آزمایش و بسامد بر دور ساختن پرندگان

جدول ۵، جدول تجزیه واریانس داده‌های آزمایش برای مقایسه‌ی صدای ترکیبی با دیگر صداها در بسامد ۵ کیلو هرتز می‌باشد. این جدول، نشان می‌دهد که اثرهای اصلی نوع صدا و زمان آزمایش تاثیر معنی‌داری در دور ساختن پرندگان داشته‌اند.

همچنین جدول فوق نشان می‌دهد که اثر متقابل دو گانه‌ی نوع صدا و زمان آزمایش در دور ساختن پرندگان معنی‌دار نمی‌باشد.

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) بین انواع صدا اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد برقرار است که نشان می‌دهد اختلاف سطوح مختلف این فاکتور بسیار قابل ملاحظه بوده است. برای بررسی چگونگی این اختلاف از آزمون پیگیری دانکن استفاده شد که نتیجه‌ی این آزمون در جدول ۶ آمده است. جدول ۶ نشان می‌دهد که دو صدای ترکیبی و توپ گازی در یک زیر گروه یکسان قرار گرفته‌اند. این مهم نشان می‌دهد که دو صدای ترکیبی و توپ گازی در بسامد ۵ کیلو هرتز تفاوت معنی‌داری ندارند. با توجه به این که سایر صداها در گروه‌های دیگر دانکن قرار گرفته‌اند می‌توان گفت، این دو نوع صدا (صدای ترکیبی و صدای توپ گازی) اختلاف معنی‌داری با سایر صداها (صدای رنجش گنجشک و صدای شاهین) از نظر درصد پرندگان پرواز کرده دارند. همچنین درصد پرندگان پرواز کرده در اثر صدای ترکیبی (۹۲/۴۵۷) نسبت به سایر صداها بیش‌تر می‌باشد. با در نظر گرفتن تمامی ۹۰۰ بار انجام آزمایش نتیجه گرفته می‌شود صدای ترکیبی کارایی بهتری در دور کردن پرندگان دارد.

با توجه به جدول ۵ اثر فاکتور زمان آزمایش در سطح احتمال ۵ درصد برای دور ساختن پرندگان معنی‌دار گشته است. برای بررسی چگونگی این اختلاف از آزمون پیگیری دانکن استفاده شد که نتایج نشان داد هر یک از زمان‌های آزمایش، اختلاف معنی‌داری از نظر درصد پرندگان پرواز کرده دارند. همچنین درصد پرندگان پرواز کرده در زمان صبح (۷۶/۸۹۰) نسبت به زمان عصر (۷۱/۰۳۷) بیش‌تر می‌باشد که با در نظر گرفتن تمامی ۹۰۰ بار انجام آزمایش و همچنین با توجه به جدول ۴ می‌توان نتیجه گرفت تاثیر صدا در زمان صبح نسبت به زمان عصر بیشتر است. شکل ۸ نمودار کلی از آزمایش است که نشان می‌دهد صدای ترکیبی در زمان صبح دارای بیش‌ترین درصد پرندگان پرواز کرده می‌باشد.

جدول ۵. تجزیه واریانس تاثیر نوع صدا و زمان آزمایش بر دور ساختن پرندگان

منابع تغییرات	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
روز آزمایش	۲	۶۵۵/۸۵۸۴	۱/۰۴	۰/۳۵۵۸^{ns}
نوع صدا	۳	۳۷۷۱۵/۸۲۴۵	۵۹/۶۰	<۰/۰۰۰۱**
زمان آزمایش	۱	۳۰۸۳/۴۷۷۵	۴/۸۷	۰/۰۲۷۹*
نوع صدا × زمان آزمایش	۳	۱۵۷۹/۷۰۲۷	۲/۵۰	۰/۰۵۹۶^{ns}
خطا	۳۵۰	۶۳۲/۸۰۷۷		
کل	۳۵۹			

*** و ** و ns به ترتیب بیانگر سطح معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪، ۱ ٪ و غیر معنی‌دار هستند.**

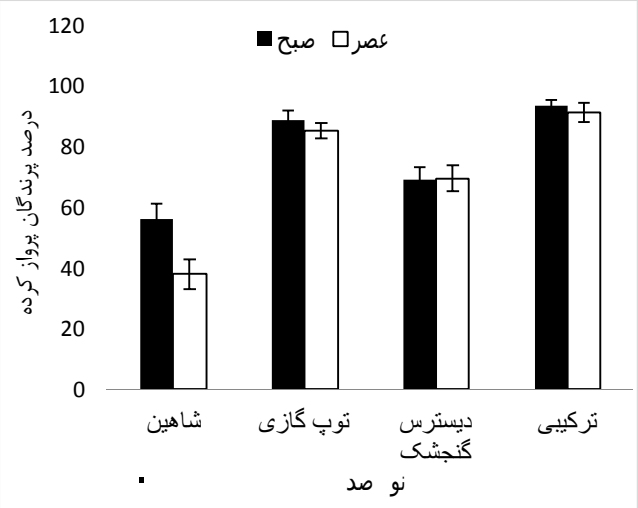
www.SID.ir

Archive of SID

جدول۶. آزمون پیگیری دانکن برای نوع صدا

صدا	درصد
ترکیبی	۹۲/۴۵۷[a]
توپ گازی	۸۷/۰۱۸[a]
رنجش گنجشک	۶۹/۳۰۶[b]
شاهین	۴۷/۰۷۳[c]

*گروه‌های با حروف مختلف لاتین دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.



شکل ۸. نمودار اثرات متقابل صدا و زمان آزمایش بر دور ساختن پرندگان

در قسمت آخر، بررسی می‌شود که در هر یک از انواع صداها با فرا رسیدن بازه‌های زمانی بالاتر، درصد پرندگان پرواز کرده چگونه تغییر می‌کند. برای بررسی این پدیده متغیرهای زیر تعریف می‌شوند:

T= شماره‌ی بازه‌ی زمانی تولید صدا

P_1= درصد پرندگان پرواز کرده بعد از تولید صدای شاهین

P_2= درصد پرندگان پرواز کرده بعد از تولید صدای دیسترس گنجشک

P_3= درصد پرندگان پرواز کرده بعد از تولید صدای توپ گازی

P_4= درصد پرندگان پرواز کرده بعد از تولید صدای ترکیبی

برای بررسی رابطه‌ی بین متغیر "شماره‌ی بازه‌ی زمانی تولید صدا" و هر یک از متغیرهای "درصد پرندگان پرواز کرده بعد از تولید صدا" از آزمون اسپیرمن استفاده می‌شود که نتیجه‌ی این آزمون‌ها در جدول ۷ آمده است. این جدول نشان می‌دهد که ضریب همبستگی بدست آمده برای متغیر بازه‌ی زمانی و درصد پرندگان پرواز کرده در اثر تولید صدای شاهین برابر ۰/۳۲۳- می‌باشد و چون سطح معنی‌داری دو طرفه برای این ضریب برابر ۰/۰۴۱ و کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد می‌توان گفت که بین شماره‌ی بازه‌ی زمانی تولید صدا و درصد پرندگان پرواز کرده بعد از تولید صدای شاهین رابطه‌ی معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. حال با توجه به منفی بودن ضریب همبستگی اسپیرمن به دست آمده می‌توان گفت که در انجام آزمایش با فرا رسیدن بازه‌های زمانی بالاتر، درصد پرندگان پرواز کرده بعد از تولید صدای شاهین کم‌تر می‌شود به عبارت دیگر پرندگان نسبت به صدای شاهین عادت پذیر هستند. از طرفی با توجه به این که سطح معنی‌داری دو طرفه برای صداهای رنجش گنجشک، توپ گازی و صدای ترکیبی بیشتر از ۰/۰۵ است، بین شماره‌ی بازه‌ی زمانی تولید صدا و درصد پرندگان پرواز کرده بعد از تولید این صداها رابطه‌ی معنی‌داری وجود ندارد. بنابراین نمی‌توان گفت که پرندگان نسبت به این صداها عادت پذیر می‌باشند. عادت پذیر بودن پرنده به صدای شاهین می‌تواند به دلیل حضور پرندگان شکاری در منطقه‌ی صفی آباد و یا تشخیص پرنده مبنی بر این که این نوع صدا، صدای یک پرنده است باشد. عادت پذیر نبودن پرنده به صدای رنجش گنجشک شاید به دلیل پخش صدای ترس خود پرنده باشد که در راستای کار Bomford & O'Brien (1990) است. هر چند Conover (1994) دریافت که صداهای رنجش تنها برای یک دوره‌ی کوتاهی موفقیت آمیز هستند و اگر با مرگ و میر ناشی از یک شکارچی ترکیب شوند، به صورت ایده‌آل عمل می‌کنند. همچنین عادت پذیر نبودن پرنده به صدای توپ گازی شاید به این دلیل باشد که توپ گازی از جمله‌ی صداهای ضربه‌ای است که در این نوع صوت‌ها، همان طور که قبلا ذکر شد تندی تغییر فشار در هر ضربه باعث این تاثیر شده است. این نتیجه با نتایج محققان دیگر که گزارش کرده‌اند هیچ عادت پذیری در برابر صدای توپ گازی صورت نگرفته است مطابقت دارد (Aguilera *et al*., 1991) عادت پذیر نبودن پرنده به صدای ترکیبی (یک نوع روش مدیریت مجتمع) با توجه به توضیحات قبل، می‌تواند به دلیل بر هم زدن حافظه‌ی پرنده در یادآوری این نوع صدا باشد. یافته‌های حاصل از بررسی این صدا با توجه به کارایی بالای آن نیز از جمله نتایج جالب توجه این تحقیق می‌باشد. این نتیجه نشان می‌دهد با روش‌هایی مانند تغییر صداها یا تغییر مداوم زمان‌های پخش صدا و یا استفاده از چند محرک نتایج بهتری حاصل می‌شود. نتایج مشابهی را نیز سایر محققان گزارش کرده‌اند. آن‌ها با استفاده از یک سامانه‌ی مجتمع، باعث دور نگهداشتن مرغ آبزی از نواحی حفاظت شده در کل سال و جلوگیری از عادت پذیری پرنده به این سامانه شده بودند (Stevens *et al*., 2000).

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

در این پژوهش تاثیر صوت در دور ساختن پرندگان بررسی شد. صداهای شاهین، توپ گازی و رنجش گنجشک در سه بسامد، صدای ترکیبی در یک بسامد و در دو زمان صبح و عصر پخش گردیدند. با احتمال ۹۹ درصد می‌توان گفت که بین انواع صدا در میزان پرندگان پرواز کرده بعد از تولید صدا اختلاف معنی-داری وجود دارد. با توجه به این که در صدای ترکیبی، درصد پرندگان پرواز کرده (۹۲/۴۶)، نسبت به سایر انواع صدا بیش‌تر است می‌توان نتیجه گرفت که صدای ترکیبی از کارایی بهتری نسبت به سایر انواع صدا برخوردار است. همچنین نتایج نشان داد درصد پرندگان پرواز کرده در زمان صبح (۷۱/۲۲۲) نسبت به عصر (۶۵/۹۰۵) بیشتر است در نتیجه تولید صدا در زمان صبح از کارایی بهتری نسبت به تولید صدا در زمان عصر برخوردار است. بین میزان پرندگان پرواز کرده بعد از تولید صدا در بسامدهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. می‌توان گفت که در انجام آزمایش با فرار رسیدن بازه‌های زمانی بالاتر، پرندگان نسبت به صدای شاهین عادت پذیر می‌شوند و نسبت به سایر صداها عادت پذیر نمی‌باشند. با توجه به نتایج این تحقیق صدای ترکیبی در زمان صبح جهت دور کردن پرندگان خسارت‌زا به محصولات کشاورزی به عنوان مناسب‌ترین صدا تشخیص داده شده و به کشاورزانی که با مشکل هجوم پرندگان مواجه‌اند، توصیه می‌شود.

جدول ۷. آزمون همبستگی اسپیرمن بین شماره‌ی بازه‌ی زمانی و درصد پرندگان پروازکرده بعد از تولید صدا

		T
P_1	ضریب همبستگی نمونه‌ای اسپیرمن	-۰/۳۲۳
	سطح معنی‌داری دو طرفه	۰/۰۴۱*
	تعداد	۲۷۰
P_2	ضریب همبستگی نمونه‌ای اسپیرمن	-۰/۲۴۴
	سطح معنی‌داری دو طرفه	۰/۰۹۲
	تعداد	۲۷۰
P_3	ضریب همبستگی نمونه‌ای اسپیرمن	-۰/۱۶۳
	سطح معنی‌داری دو طرفه	۰/۱۲۴
	تعداد	۲۷۰
P_4	ضریب همبستگی نمونه‌ای اسپیرمن	-۰/۰۶۶
	سطح معنی‌داری دو طرفه	۰/۲۷۸
	تعداد	۹۰

* سطح معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از جناب آقای دکتر کامران خیرعلی‌پور و جناب آقای مهندس مجتبی خالدی‌نیا به خاطر خصوصیات اخلاقی ارزشمند و مساعدت علمی ارزنده‌ای که در این پژوهش داشتند قدردانی می‌شود.

REFERENCES

Aguilera, E., Knight, R. L & Cummings, J. L. (1991). An evaluation of two hazing methods for urban canada geese. *Wildl. Soc. Bull*, 19, 32–5.

Bomford, M & O'Brien, P. H. (1990). Sonic deterrents in animal damage control: A review of device tests and effectiveness. *Wildl. Soc. Bull*, 18, 411–22.

Berge, A., Delwiche, M., Salmon, T., Gorenzel, W. P & Walker, M. A. (2005). Control of birds in vineyards using broadcast distress and alarm calls. *Information and Technology for Sustainable Fruit and Vegetable Production*, 16.

Conover, M. R. (1994). How birds interpret distress calls: implications of applied uses of distress call playbacks. *Proc. Sixteenth Annual Vertebrate Pest Conference. Lincoln, Nebraska*.

Curtis, P. D., Rowland, E. D., Jensen, P. G & Hoffmann, M. P. (2003). Obstructive non-woven fiber barriers for reducing red-winged blackbird damage to sweet corn. *Journal of the Crop Protection*, 5, 819.

Edworthy, A., Hartline, K., Wong, D., Kern, B & Gardner, A. (2009). Efficacy of bird deterrent devices in agricultural areas of the fraser valley of british columbia. *Trinity Western University*, 25.

Khrmaly, S & Khalqyzadeh, A. (2012). birds damage generator in golestan province agricultural ecosystems. *The First National congress of sciences and new technologies in agriculture, Zanjan University*. (In Farsi).

Khalqyzadeh, A & Alizadeh, A. (2009). Evaluation of resistance of sunflower varieties to bird damage in Karaj and Khoy. *Plant Pests and Diseases*, Volume 76, number 2. (In Farsi).

Koyuncu, T & Lule, F. (2008). The effect of an audible bird scarer on the presence of reed cocks (parphyro porphyro) in rice fields, 2, 152.

Koyuncu, T & Lule, F. (2009). Design, manufacture and test of a solar powered audible bird scarer, *World Academy of Science, Engineering and Technology*.

Mobini, M. A. (1980). Evaluation of chest black sparrow in different regions of the country. *Plant Pests and Diseases*. Volume 47, number 2, 149-160. (In Farsi).

Mansouri, J. (2009). *Iran birds guide*, second edition, Tehran: Book Publishing of Farzaneh. (In Farsi)

Nazari, f. (1999). Identify sparrows damaging to Iran agricultural products and ways to combat them, *Plant Pests and Diseases Research Institute*. (In Farsi).

www.SID.ir

Archive of SID

Ojie Ardebilie, M. M & Nozari, J. (2010). Study on the effect of digital calling songs of *Cicada orni* and *Okanagana rimosa* (Hemiptera: Cicadidae) for attracting house sparrows, *Passer domesticus* (Passeriformes: Passeridae). *Entomological Society of Iran*, 29, 13-21. (In Farsi).

Stevens, G. R., Rogue, J., Weber, R & Clark, L. (2000). Evaluation of a radar-activated, demand-performance bird hazing system. *Int. Biodet. Biodegrad*, 45, 129–37.

Tracey, J & Saunders, G. (2003). Bird damage to the wine grape industry. Report to the Australian Bureau of Rural Sciences, Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. October.

Weir, j. d. (1999). Birds, Complete Guide for chemical and non-chemical pest control methods, *publications of Astan Qods Razavi*. (In Farsi).

www.SID.ir