مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره نوزدهم ، شماره اول، بهار ۱۴۰۵، صفحات ۱۰۷ تا ۱۱۸

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

طراحی، ساخت و ارزیابی سیستم هوشمند کنترل جوندگان با تزریق خودکار

مجتبی خطیبی[۱*]، قربانعلی دزواره[۱]، علیرضا علیزاده مقدم ماسوله[۲]

۱- گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه مهر البرز، تهران، ایران
۲- گروه جنین شناسی، مرکز تحقیقات پزشکی تولید مثل، پژوهشگاه رویان، پژوهشکده زیست شناسی و علوم پزشکی تولید مثل جهاد دانشگاهی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۲۵
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۵/۰۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۲۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۳/۲۶

واژگان کلیدی: تله هوشمند، کنترل جوندگان، EDTA، ایمنی محیط زیستی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
hsekhatibi@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: استفاده از سموم، رایج ترین روش مبارزه با موش است. اما آلودگی های زیستی متعاقب آن و نیز عدم موفقیت در درازمدت، چالش های پیش رو هستند. مطالعه حاضر با هدف ساخت تله موش هوشمند با تزریق ماده شیمیایی و دوستدار محیط زیست انجام شده است.

روش بررسی: با انجام مطالعاتی در خصوص طول، وزن و خصوصیات رفتاری انواع موش‌ها، طراحی اولیه دستگاه انجام شد. با استفاده از اسانس گردو و فندق، موش به سمت تونل مرگ هدایت و به صورت خودکار ماده شیمیایی مورد نظر به قفسه سینه موش تزریق شد. ابتدا با موش آزمایشگاهی و سپس با نمونه وحشی مورد آزمایش قرار گرفت و در هر مرحله اشکالات طراحی بررسی و مرتفع گردید. تحلیل داده ها با آزمون کای اسکور انجام شد.

یافته‌ها: پارامترهای طراحی در هر قسمت به شرح زیر بدست آمد. در بخش کشندگی، از بین دو ماده نمک طعام و EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic acid)، ماده EDTA با حجم ۲ mL با ۹۷ درصد موفقیت در کشندگی (فاصله اطمینان ۹۵ درصد، ۸۸-۹۹) نتایج مطلوبی داشت. همچنین تزریق این ماده در فاصله ۸ cm از پوزه و با زمان اثر ۲۰ s تایید شد. در بخش جلب کنندگی بین دو اسانس گردو و فندق، گردو با امتیاز ۹۳ درصد جلب کنندگی (فاصله اطمینان ۹۸-۸۴) انتخاب گردید.

نتیجه‌گیری: کارایی این دستگاه در شرایط عملی یک انبار مواد غذایی و دارویی، موید امکان مطالعه بیشتر برای بهبود این روش برای مبارزه با موش است. با توجه به سهولت کار با این دستگاه و عدم ورود مواد سمی به محیط زیست، این روش به عنوان راهکاری موثر در کنترل جمعیت موش‌ها در شرایط انبار قابل توصیه است.

Please cite this article as: Khatibi M, Dezvareh Gh, Alizadeh Moghadam Masouleh A. Design, development, and evaluation of an intelligent rodent control system using automated poison injection. Iranian Journal of Health and Environment. 2026;19(1):107-18.

Copyright © 2026 Iranian Association of Environmental Health، and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted، provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-26]

مقدمه

تولید و تکثیر جوندگان مخصوصاً انواع گونه‌های موش در جوامع شهری از دو نظر حائز اهمیت است: جنبه بهداشتی و جنبه اقتصادی. در زمینه اول با توجه به مطالعات انجام شده بر روی گونه‌های مختلف موش‌ها ثابت شده است که تماس با این حیوان یا با ترشحات آنان از قبیل بزاق، ادرار و مدفوع، باعث انتقال حداقل ۴۰ بیماری به انسان می‌گردد که از آن جمله می توان به طاعون، تیفوس موشی، یراقان هموراژیک، لیپتوسپیروز، تریشینوز، سودوکو، سالمونلوز، سالک جلدی نوع روستایی و تریپانوزوم اشاره کرد. لازم به ذکر است که برخی از این بیماری‌ها تا ۵۰ درصد احتمال مرگ و میر دارند (۱-۴). از جنبه خسارت های اقتصادی نیز جمعیت موش‌ها باید تحت کنترل دائم قرار داشته باشند. با توجه به مطالعات انجام شده یک کلنی ۱۰۰۰ سری از موش‌ها می‌توانند حدود ton ۱۵ مواد غذایی را در طی یکسال تخریب کنند. بعلاوه، با توجه به تولیدمثل سریع این حیوان و افزایش جمعیت آنها، نیاز به منابع جدید غذایی باعث می شود که به سایر مناطق مهاجرت نمایند و در نتیجه مرتبا بر وسعت آلودگی در سطح شهر می افزایند (۵-۷). از طرفی به علت شرایط فیزیولوژیک خاص این حیوان، کلیه تاسیسات برقی، کابل‌های مخابراتی، فیبرهای نوری، تاسیسات عایق حرارتی، شبکه‌های انتقال آب، فاضلاب و سیل گیرها در معرض خطر تخریب این حیوان قرار دارند (۱، ۶، ۷). مجموعه مشکلات فوق، بشر را مجبور به مبارزه با این جونده نموده است. باستان شناسان در حفاری هایی که در افغانستان انجام داده‌اند به نوعی تله‌های سفالی دسترسی پیدا کرده‌اند که با ظرافت خاصی بوسیله انسان در حدود ۴۰۰۰ سال پیش از میلاد ساخته شده است. از نوشته‌ها چنین بر می آید که مبارزه اساسی با موش از ۷۰۰ سال پیش آغاز شده است؛ در مرحله ابتدایی از تله‌هایی که به اشکال مختلف ساخته می شد، استفاده می کردند. طبق اظهاراتی بشر از زمان های قدیم از پیاز فلفل قرمز (Capsicum spppepper) بعنوان سم ضدموش، استفاده نموده است. ورقه‌های تازه این گیاه را پس از خرد کردن با چربی یا گوشت مخلوط می کردند و به عنوان طعمه سمی بکار می بردند. به مرور زمان، به توانایی سمومی نظیر آرسنیك فسفید پی برده شد. قرن‌ها کیفیت مبارزه بحالت ابتدایی باقیماند تا با شروع قرن بیستم و آشکار شدن نقش موش‌ها در انتقال بیماری‌های خطرناك نظیر طاعون، مبارزه جدی تر آغاز شد. یکی از اولین فعالیت‌های گسترده مبارزه علیه موش‌ها بوسیله اهالی شهر سانفرانسیسکو آمریکا در سال ۱۹۰۴ رقم خورد (۸). در آن سال بیماری طاعون به علت تکثیر موش‌ها شایع گردید و روش‌های مختلف مبارزه از جمله پر کردن لانه‌ها با سیمان، جمع آوری و دفن پسماندها کارایی داشتند و در این فعالیت نتیجه بخش بود (۸).

استفاده از سموم برای مبارزه با موش، رایج ترین روش است؛ به طوری که برای کنترل لیشمانیوز از سموم بسیار پایدار DDT استفاده می شد (۳). این سموم پایدار در محیط‌زیست باقی می مانند و با ورود به آب های زیرزمینی و نهایتاً ورود به چرخه غذایی انسان و سایر موجودات، به عنوان یک منبع بالفعل آلودگی شناخته می شوند. بعضی از سرطان های مهلک در جوامع بشری که روز به روز نیز در حال افزایش است ناشی از مصرف موادغذایی آغشته به سموم می باشد (۹، ۱۰). طبق گفته های نماینده سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) در سخنرانی بیست و هشتمین جلسه گروه سلامت و همکاری‌های بین الملل فرهنگستان علوم پزشکی ایران با موضوع «تغذیه و سموم شیمیایی» در سال ۲۰۱۵ در تهران، کشورهایی که از زیرساخت‌های لازم برای رصد میزان واردات و مصرف این مواد شیمیایی برخوردار نیستند، به طور مشخص بیشتر از سایرین در معرض خطر قرار دارند. بر اساس آمارهای منتشر شده توسط فائو، ۲۵ درصد از تولیدات جهانی سموم شیمیایی در کشورهای در حال توسعه مصرف شده و حال آنکه ۹۹ درصد از مرگ و میرهایی که به واسطه مواجهه با این سموم شیمیایی رخ می دهد، در این کشورها گزارش شده است (۱۱). از معایب دیگر استفاده از طعمه مسموم، می توان به محدود بودن منطقه هدف اشاره نمود؛ زیرا که در منطقه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-26]

بزرگ فرصت کافی برای از بین بردن موش‌ها وجود ندارد و موش‌ها از منطقه پاک‌سازی نشده به منطقه پاک‌سازی شده مهاجرت می کنند. کنترل جوندگان بایستی برمبنای بیولوژی و اکولوژی آنها طرح ریزی شده و افرادی که مسئول و مامور مبارزه با جمعیت موش‌ها هستند باید اطلاع کافی از نحوه مبارزه اکولوژیکی و رفتار موش‌ها داشته باشند. این افراد باید از مدت تولیدمثل، عادات غذایی، رفتار و حواس موش اطلاعات کافی داشته باشند تا در امر مبارزه موفق شوند. از جمله دیگر روش های مبارزه، دورکننده‌ها هستند که فقط برای منطقه ای محدود مانند انبارها، قابل توصیه است و از نظر کارایی موفقیت چشمگیری ندارند (۱).

بر خلاف طعمه مسموم، استفاده از تله، از نظر محیط زیستی ایمن‌تر است چرا که هیچ ماده سمی در محیط پخش نمی شود. همچنین جسد موش کشته شده راحت جمع آوری می گردد. اما در روش شیمیایی موش کشته شده ممکن است در قسمت‌هایی که در دسترس نیست باقی بماند و باعث آلودگی‌های ثانویه از جمله در انبارهای مواد غذایی شود. بعلاوه ممکن است لاشه توسط حیوانات دیگر خورده شوند و باعث مرگ آنها نیز شود. تله‌ها بصورت تک‌گیر و یا چندگیر طبقه بندی می شوند که استفاده از تله‌های تک‌گیر در ایران رایج تر است (۵).

مطالعات بسیار اندکی در زمینه ساخت تله‌ها صورت گرفته است که یکی از آنها با صفحه برق‌دار کار می کند (۱). اما در اثر برق گرفتگی موش دود کرده و بوی سوختگی ایجاد می نماید که عملاً این روش مطلوب نیست. روش دیگر، تله زنده‌گیر است که کشتن موش بعد از به تله افتادن، خود به دغدغه جدیدی تبدیل می گردد؛ چرا که از نظر روانی برای فردی که قرار است یک موجود زنده را بکشد بسیار دشوار بوده و نوع و تعداد کشتن موش در سطح وسیع نیز از نظر اخلاقی جای بحث دارد (۳).

شهرهای بزرگ ایران به دلیل شرایط خاص جمعیتی، توپوگرافی، فرهنگی و اقتصادی تراکم زیادی از جمعیت در واحد سطح را در خود جای می‌دهند. از طرفی گستردگی بیش از اندازه در وسعت شهر، تفاوت های فرهنگی در مناطق مختلف شهری و ریخت و پاش مواد غذایی، جمع‌آوری نادرست پسماندهای شهری و عدم همکاری مردم در طرح های مبارزه با موش، باعث شده تا در عمل توفیق زیادی برای نیل به اهداف از پیش تعیین شده، رخ ندهد. از طرفی سازمان‌ها برای مبارزه با موش، اقدام به طعمه‌گذاری مسموم در سطح شهر نموده که باعث پخش مواد مضر در محیط‌زیست و نهایتاً ورود آنها به خاک و آب های زیرزمینی خواهد شد.

ایده طراحی این دستگاه به عنوان ثبت اختراع با شماره ۵۸۲۳۶ در سال ۱۳۸۸ ثبت شده است. هدف از این مطالعه طراحی، ساخت و ارزیابی تله‌موش هوشمند کشته گیر با تزریق است. این دستگاه یکی از راهکارهایی است که می تواند بدون نیاز به پخش مواد مضر در وسعت زیاد محیط‌زیست، کار مبارزه با موش را به درستی و دقت بالا انجام دهد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه پس از اخذ مجوز از کمیته اخلاق پژوهشگاه رویان (کد IR.ACECR.AEC.1404.025) در انبار مواد دارویی و غذایی پژوهشگاه رویان با همکاری بخش حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه شهید بهشتی و پژوهشگاه رویان، در طی سال های ۱۴۰۴- ۱۴۰۳، انجام شد. برای اجرای این طرح ۳۶۰ سر موش که همگی وزن بالای g ۲۲۰ داشتند، مورد استفاده قرار گرفتند. در مرحله تعیین جلب کنندگی ۱۲۰ سر موش و در مرحله تعیین کشندگی ۲۴۰ سر موش استفاده شد.

تعداد موش های مورد آزمایش در جلب کنندگی به روش زیر محاسبه گردید:

۱۲۰=۱۰ (تکرار) × ۲ (جنسیت نر یا ماده) × ۳ (گونه) × ۲ (ماده جلب کننده گردو یا فندق)

تعداد موش های مورد آزمایش در کشندگی نیز به روش زیر محاسبه گردید:

۲۴۰=۲ ماده کشنده (نمک طعام و EDTA) × ۲ (جنسیت نر یا ماده) × ۳ (گونه) ×۱۰ (تکرار) × ۲ حجم (۱ mL و ۲ mL) بر اساس مطالعه Khaghani در سال ۲۰۰۶ (۷) موش‌های

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-26]

موجود در ایران بر سه دسته تقسیم می شوند:

_ موش *خانگی یا Mus musculus:* به رنگ خاکستری مایل به قهـوه ای، که بـا وزن g ۱۴ تا g ۲۸ و طـول بدن با دم cm ۱۳ تا cm ۲۰ شناخته می شود. این موش در طول عمر یک ساله خود از سن ۶ تا ۱۰ هفتگی بالغ می شود و ۸ مرتبه زایمان کرده که در هر بار ۵ تا ۶ بچه به دنیا می‌آورد. دم دراز و لاله گوش بزرگ دارد و از تمام مواد غذایی که انسان استفاده می‌نماید تغذیه نموده ولی حبوبات چرب و شیرین را ترجیح می‌دهد. آب مورد نیاز خود را از طریق آب موجود در مواد غذایی تامین می‌کند. فعالیت اصلی آن در شب است و گاهی اوقات در زیرزمین یا سقف هم روزها به فعالیت مشغول است. به غیر از دشت لوت و کویر، در کل مناطق ایران زندگی می کند.

_ موش *Rattus Norvegicus:* به رنگ قهوه‌ای تا خاکستری و در سطح شکمی روشن است و با وزن g ۲۰۰ تا g ۵۰۰ و طول بدن با دم cm ۲۸ تا cm ۴۹ معرفی شده است. در طول عمر یک الی دو ساله خود از سن ۳ ماهگی بالغ می شود و ۴ تا ۶ بار در سال زایمان کرده که در هر بار ۲ تا ۱۴ بچه به دنیا می‌آورد. این موش جثه‌ای بزرگ با پوزه‌ای پهن و لاله گوش کوچک و دم کوتاه دارد. از اکثر مواد غذایی تغذیه می‌نماید ولی گوشت و ماهی را ترجیح می‌دهد. در شرایط اضطراری هم‌نوع خوار نیز است. عادت به نوشیدن آب باعث شده محل زندگی خود را در مناطقی مانند مجاری فاضلاب، زیر توده‌های پسماند، زیر الوار و کنار دریا قرار دهد تا آب زیادی در دسترس باشد. شناگران بسیار ماهری هستند و مسافت m ۳۰ الی m ۵۰ اطراف لانه خود را جهت تغذیه طی می کنند (۷).

_ موش *سقف یا Rattus Rattus:* این موش به رنگ خاکستری مایل به سیاه و در سطح شکمی زرد روشن است که با مشخصات وزن g ۱۴۵ تا g ۲۸۵ و طول بدن با دم cm ۳۱ تا cm ۴۶ قابل شناسایی است. در طول عمر یک ساله خود از سن ۶ تا ۱۰ هفتگی بالغ می‌شود، ۳ مرتبه زایمان کرده و در هر بار ۵ تا ۸ بچه به دنیا می‌آورد. این موش جثه ای نسبتاً بزرگ و کشیده با پوزه‌ای باریک و لاله گوش بزرگ دارد. طول دم آن از مجموع طول سر و شکم بلندتر است. از اکثر مواد غذایی استفاده می کند اما میوه، غلات، حبوبات و نرم تنانی مانند کرم و حلزون را ترجیح می دهد. بسیار چالاک است بطوری که تا cm ۸۰ جهش دارد و به راحتی از درخت و دیوار بالا می رود اما ضعیف‌تر از نروژیکوس است. تا فاصله m ۹۰ در اطراف لانه به دنبال غذا می گردد و در اکثر نقاط ایران زندگی می‌کند. به منظور تمایز و تشخیص آن از نروژیکوس از طول دم و گوش می‌توان استفاده نمود (۷).

شکل ۱- نمای تله از بالا

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-26]

بر اساس مطالب فوق، طراحی و ساخت جعبه فلزی با ابعـاد ۷۰ cm، عرض ۴۰ cm و ارتفاع ۵۰ cm انجام شد. در قسمت بالا در طول، تونل مرگ و در انتهای این تونل، انتشار دهنده اسانس و در ابتدای آن، کانال شیبدار با درب یک‌طرفه جهت جلوگیری از خروج موش از کانال تعبیه شده است (شکل ۱). تونل مرگ با یک دریچه با درب برقی از زیر به محفظه جمع‌آوری اجساد موش متصل گردید که گنجایش حدود ۳۰ موش را دارد (۷).

در این مطالعه از دو ماده غیرمضر برای محیط زیست شامل نمک طعام و EDTA استفاده شده است. مکانیسم اثر نمک طعام بر اساس ایجاد تغییرات اسمزی در بدن موش و مکانیسم اثر ماده EDTA کلاته کردن فلزات حیاتی مانند کلسیم بدن و مرگ سبز حیوان هستند. بعلاوه، با توجه به حجم اندک این مواد در لاشه حیوانات که با این مواد از بین رفتند، لاشه ها خطری برای محیط زیست ایجاد نمی کند. هرچند توجه به این نکته ضرورت دارد که باید لاشه ها در فواصل بسیار کوتاه جمع آوری شوند؛ چرا که پس از مرگ، دمای بدن افت می کند و اکتوپارازیت های بدن موش، آن را ترک می کنند. با توجه به اینکه این اکتوپارازیت‌ها می توانند عامل پخش برخی بیماری ها باشند و اپیدمی های بزرگی ایجاد کنند لذا جمع آوری سریع لاشه ها باید مدنظر قرار گیرد. در فاز نخست، این تله در بخش حیوانات آزمایشگاهی پژوهشگاه رویان جهت مقایسه و تعیین نوع ماده کشنده (نمک طعام و EDTA)، میزان آن و نوع ماده جلب کننده (اسانس غذایی گردو و یا فندق تهیه شده از شرکت نیکو شیمی، تهران، ایران) با موش‌های آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به نتایج بدست آمده در این مرحله، برای بهینه سازی عملکرد تله، تغییراتی در ساختار فیزیکی و الکترونیک تله صورت گرفت. سپس مورد آزمایش مجدد قرار داده شد. در ادامه دستگاه در محیط واقعی نصب گردید (در کنار جوی آب و کنار انبار پژوهشگاه رویان) و کارایی دستگاه در شرایط خارج از انبار نیز مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲).

شکل ۲- نصب تله در محیط طبیعی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-26]

با توجه به نتایج بدست آمده در این مرحله نیز تغییراتی در طراحی صورت گرفت و کلیه آزمایشات مجدداً اجرا شد و نهایتاً تله مورد بحث ساخته و ارزیابی نهایی انجام گرفت.

در قسمت جلب کنندگی، محفظه ای تعبیه شده که نمدی به مساحت ۵ cm × ۵ cm آغشته شده با اسانس در آن قرار گرفت. به منظور پخش بهتر اسانس در محیط طبیعی و آزاد، از یک فن کوچک ۵ V با دور ۶۰ RPM استفاده شد. در بخش کشندگی از یک مگنت که سر آن مجهز به سیستم تزریق است استفاده شد و در یک مخزن دارای پمپ، ماده کشنده ریخته شد. پس از تشخیص وجود موش در تونل مرگ، دستگاه میزان مشخصی از ماده کشنده را به محوطه Thorax حیوان تزریق می نماید (در فواصل مختلف از پوزه و در حجم‌های متفاوت). سپس، با کرنومتر فاصله بین تزریق تا مرگ اندازه گیری شد و پس از گذشت مدت زمان مشخصی از زمان مرگ، سیستم تخلیه عمل نموده و جسد موش را به محفظه تحتانی هدایت نمود. شایان ذکر است جسد موش‌ها در این مطالعه، پس از جمع آوری، در کوره لاشه سوز پژوهشگاه رویان سوزانده شد. نتیجه تست‌ها بصورت صفر و یک مشخص گردید. تحلیل داده ها با آزمون کای اسکور انجام شد و برای بیان توزیع فراوانی به صورت درصد در هر گروه از فاصله اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. کلیه تحلیل داده ها در نرم افزار اکسل مایکروسافت انجام شدند.

یافته‌ها

با توجه به نتایج آزمایشات و طراحی دستگاه در بخش جلب کنندگی، از دو اسانس گردو و فندق استفاده و برای هر یک ۱۰ تکرار انجام شد. طبق نتایج بدست آمده، میزان جلب کنندگی غذایی بین نر و ماده تفاوت معنی داری مشاهده نگردید. بنابراین در هر گونه، جمع دو جنس مبنای محاسبه قرار گرفته است. کل نتایج به شرح جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- میزان جلب کنندگی انواع اسانس ها

ردیف	نوع موش	نوع اسانس غذایی / تعداد جونده جلب شده	
		گردو	فندق
۱	*Mus musculus*	۲۰	۰
۲	*Rattus Norvegicus*	۲۰	۱
۳	*Rattus Rattus*	۱۹	۳

طبق جدول ۱، اسانس گردو جذابیت ۹۳ درصدی (فاصله اطمینان ۹۵ درصد، ۹۸ - ۸۴) برای موش‌ها به همراه داشت. بطوری که موش‌های رها شده بی درنگ و با سرعت به سمت منبع بو حرکت کردند. اسانس فندق جذابیت ۷ درصدی داشت (فاصله اطمینان با ضریب خطای ۵ درصد، ۱۶-۲). بنابراین بهترین جلب کننده برای هر سه گونه موش، اسانس گردو تعیین گردید.

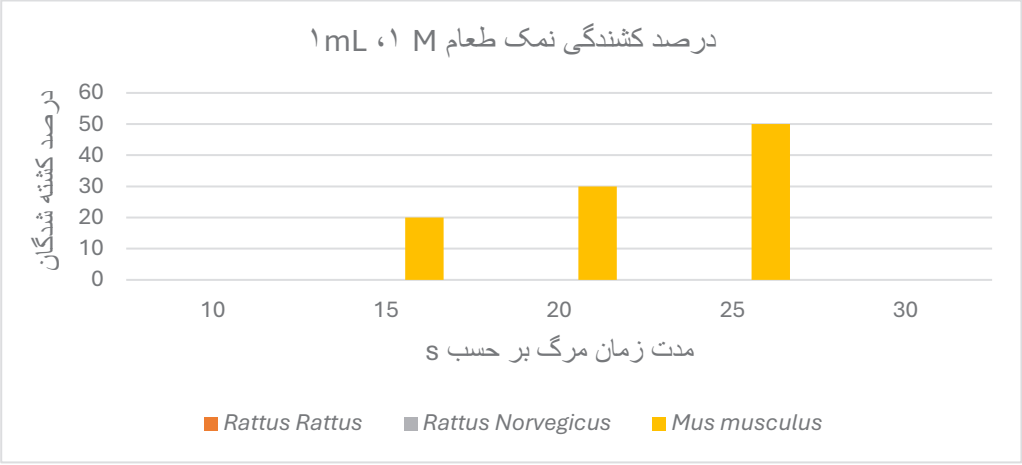
در آزمایش تعیین نوع و میزان ماده کشنده نیز بین نر و ماده اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. بنابراین در این مرحله نیز جمع دو جنس با هم مورد ارزیابی قرار گرفت. طبق جداول و نمودارهای زیر بهترین ماده کشنده ۱ M EDTA به حجم ۲ mL در محوطه Thorax با ۹۷ درصد موفقیت (فاصله اطمینان با ضریب خطای ۵ درصد، ۹۹ - ۸۸) مشخص گردید.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-26]

جدول ۲- میزان کشندگی انواع مواد شیمیایی M ۱ در زمان و حجم تزریقی مختلف (برای هر موش در هر ماده شیمیایی ۲۰ تکرار)

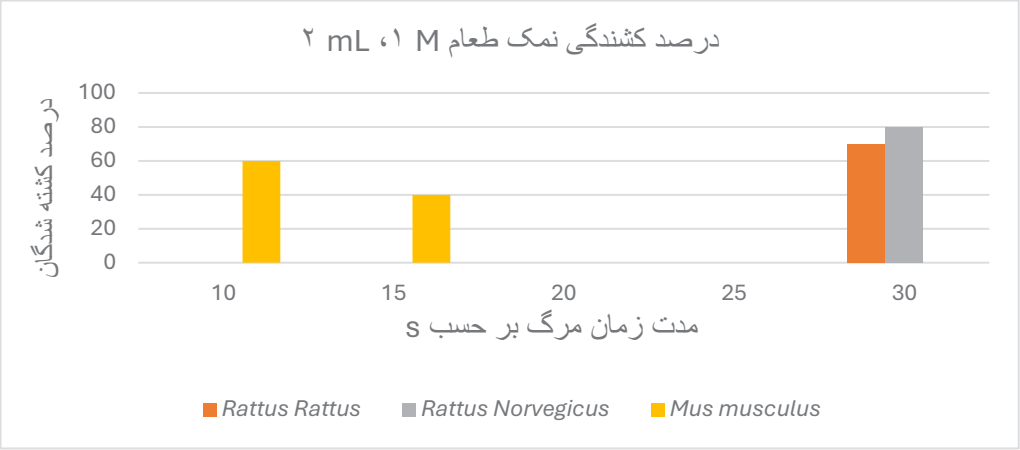
ردیف	نوع ماده شیمیایی	گونه جونده / زمان تماس تا مرگ (s)	۱۰		۱۵		۲۰		۲۵		۳۰	
		حجم تزریق	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲
۱	نمک طعام	*Mus musculus*	۰	٦	۲	٤	۳	۰	٥	–	–	–
۲		*Rattus Norvegicus*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸
۳		*Rattus Rattus*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷
٤	EDTA	*Mus musculus*	۰	۹	۳	۱	۷	–	–	–	–	–
٥		*Rattus Norvegicus*	۰	۰	۰	۲	۲	٥	۳	۲	۱	۱
٦		*Rattus Rattus*	۰	۰	۲	۲	۲	۷	۳	۱	–	–

طبق جدول ۲، بهترین زمان مرگ پس از تزریق mL ۲ از ماده M EDTA ۱، با موفقیت ۸۰ درصد (فاصله اطمینان با ضریب خطای ۵ درصد، ۹۴-۵۶)، s ۲۰ تعیین گردید ولی جهت اطمینان بیشتر این مدت در دستگاه s ۳۰ تنظیم شد.



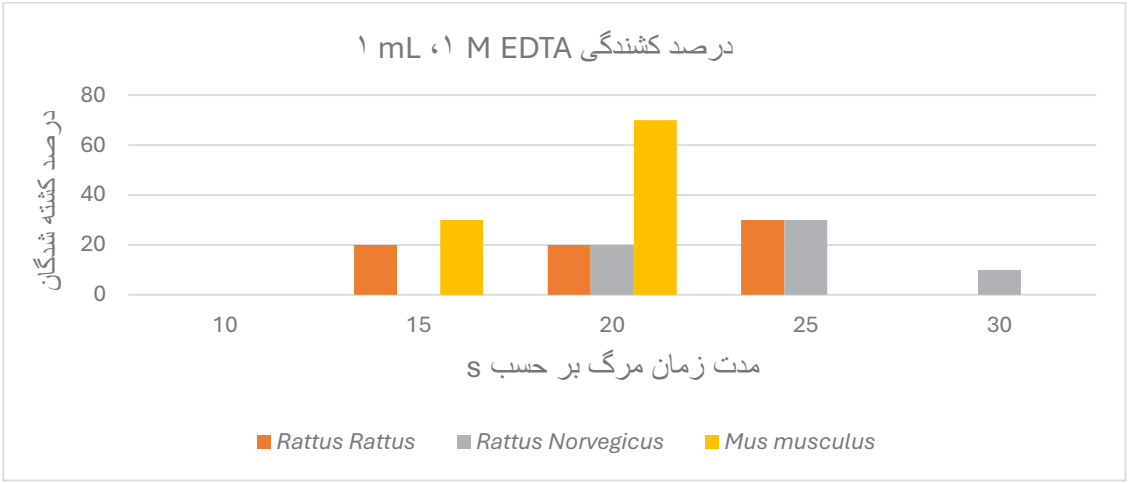
شکل ۳- درصد کشندگی نمک طعام M ۱ با حجم تزریقی mL ۱

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-26]



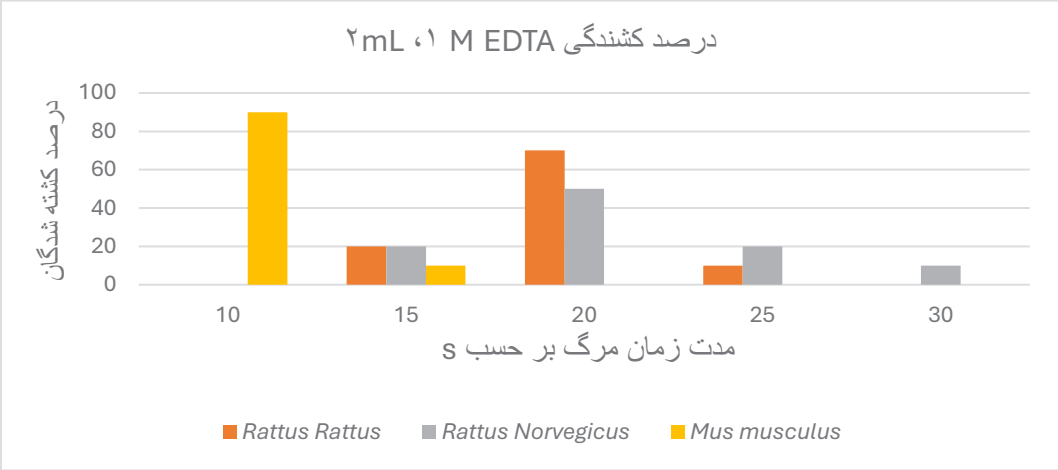
شکل ۴- درصد کشندگی نمک طعام M ۱ با حجم تزریقی mL ۲

طبق شکل های شماره ۳ و ۴، نمک طعام M ۱ بر روی ۱۲۰ موش با حجم تزریقی mL ۱ و mL ۲ (هر کدام ۶۰ موش) مورد آزمایش قرار گرفت. در حجم تزریقی mL ۲ به Rattus norvegicus ۵۰ درصد (فاصله اطمینان با ضریب خطای ۵ درصد، ۷۳-۲۷) و به Rattus rattus ۳۵ درصد (فاصله اطمینان با ضریب خطای ۵ درصد، ۵۹-۱۵) برای Mus musculus، ۵۵ درصد (فاصله اطمینان با ضریب خطای ۵ درصد، ۸۴-۴۰) و با حجم تزریقی mL ۱ فقط برای Mus musculus به میزان ۳۰ درصد کشندگی (فاصله اطمینان با ضریب خطای ۵ درصد، ۵۴-۱۲) ایجاد نمود و هیچ تاثیری بر روی دو گونه موش دیگر نداشت. علت این موضوع، سیستم کلیوی موش است که نمک طعام را سریع دفع می نماید و اجازه تغییر در وضعیت الکترولیت‌های بدن را نمی دهد.



شکل ۵- درصد کشندگی EDTA M ۱ با حجم تزریقی mL ۱

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-26]



شکل ۶- درصد کشندگی ۱ M EDTA با حجم تزریقی ۲ mL

طبق شکل‌های ۵ و ۶، ماده ۱ M EDTA بر روی ۱۲۰ موش با حجم تزریقی ۱ و ۲ mL (هر کدام ۶۰ موش) مورد آزمایش قرار گرفت. در حجم تزریقی ۱ mL، ۴۲ درصد (فاصله اطمینان با ضریب خطای ۵ درصد، ۵۵-۲۹) و در حجم تزریقی ۲ mL، ۹۷ درصد (فاصله اطمینان با ضریب خطای ۵ درصد، ۹۹-۸۸) کشندگی ایجاد نمود. علت این اختلاف کشندگی را می توان در توان فیزیولوژی موش جهت دفع مواد شیمیایی دانست که وقتی حجم تزریقی کم باشد (مثلاً ۱ mL) سیستم کلیوی، زمان کافی برای دفع را دارد اما وقتی حجم ماده تزریقی افزایش می یابد (مثلاً ۲ mL) میزان زمانی که برای دفع این ماده لازم است افزایش یافته و در همین مدت زمان، ماده EDTA باعث کلاته شدن فلزات حیاتی بدن مانند کلسیم، منیزیم و ... شده و موش می میرد.

بحث

این مطالعه به منظور امکان سنجی و تست ساخت یک دستگاه تله هوشمند می باشد و به عبارت بهتر در قالب یک مقاله Technical note قابل بررسی است. لذا این مطالعه تقریباً منحصر به فرد بوده و مطالعات زیادی در این خصوص انجام نشده است. در این مطالعه، با بهره‌برداری از فناوری‌های نوین، دانش علمی و مهندسی، طراحی نوآورانه، سیستمی جهت کنترل جمعیت موش‌ها ارائه شد که دارای ویژگی‌های منحصر به فرد و مزایای قابل توجه است. این سامانه نه تنها توانایی جذب و کشندگی موثر موش‌ها را دارد، بلکه با ترکیبی از مواد طبیعی و شیمیایی، حداکثر ایمنی، سازگاری محیط زیستی و کارایی را فراهم می‌آورد.

از جمله دست‌آوردهای مهم این طرح می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- ایجاد سیستم هوشمند و خودکار

با قابلیت زمان بندی، کنترل میزان اسانس و کنترل ماده تزریقی، امکان نظارت آنلاین، کاهش نیاز به مراقبت انسانی و افزایش اثربخشی را تضمین می‌کند.

۲- استفاده از مواد طبیعی و ایمن

طبق برآورد صورت گرفته میزان مصرف اسانس گردو مورد نیاز بسیار اندک است. لذا بهره‌گیری از اسانس گردو، که از نظر زیستی بی‌خطر است، در کنار مواد سمی کنترل شده، بر ایمنی کاربر و محیط زیست تاکید دارد.

۳- کاهش هزینه‌های اجرایی و اقتصادی

با توجه به ارزیابی اولیه، هزینه ساخت هر دستگاه هوشمند در تولید انبوه، حدود ۱۵میلیون تومان خواهد بود. با توجه به اینکه این دستگاه استهلاک نسبتاً کمی دارد پیش بینی می‌گردد برای ۵۰۰۰۰ سر موش کافی باشد. قیمت هر لیتر EDTA آماده به مصرف نیز حدود ۱۶۰ هزار تومان می باشد (برای ۵۰۰ سر موش کافی است). بنابراین هزینه از بین بردن هر سر موش حدود ۶۲۰ تومان خواهد بود. برای مبارزه با همین تعداد موش می بایست حدود ۵۰ میلیون تومان هزینه نمود. به عبارتی مبارزه با هر سر موش به روش طعمه مسموم، حدود ۱۰۰۰ تومان هزینه خواهد داشت که این مبلغ، ۶۰ درصد بیشتر از زمانی است که از دستگاه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-26]

مورد مطالعه استفاده می گردد (هزینه برآورد شده در سال ۱۴۰۴ می باشد). از طرفی، کاهش هزینه های نیروی انسانی، در این مقایسه وارد نشده است.

۴- عدم آلوده سازی محیط زیست

سیستم طراحی شده، به دلیل عدم انتشار ماده شیمیایی در محیط زیست در سطح گسترده، ایمن محسوب می گردد. در این سیستم، ماده شیمیایی به بدن حیوان تزریق می گردد و بعد از مرگ جونده، بصورت بهداشتی، جمع آوری، دفن و یا در لاشه سوز امحاء می گردد. لازم به ذکر است که باید لاشه ها در فواصل بسیار کوتاه جمع آوری شوند؛ چرا که پس از مرگ، دمای بدن افت می کند و اکتوپارازیت های بدن موش، آن را ترک می‌کنند. با توجه به اینکه این اکتوپارازیت ها می توانند عامل پخش برخی بیماری ها باشند و اپیدمی های بزرگی ایجاد کنند، لذا جمع آوری سریع لاشه ها باید مدنظر قرار گیرد.

محدودیت های مطالعه

هر فناوری جدیدی ممکن است چالش های خاص خود را به دنبال داشته باشد. در این طرح نیز چالش ها و محدودیت هایی به شرح زیر وجود دارد:

_ عادت کردن موش به اسانس و محل دستگاه: موش عادت رفتاری خود را نسبت به یک اسانس و یا محیط تکراری تغییر می دهد؛ برای این مورد می توان بصورت ادواری نوع اسانس و یا محل قرارگیری دستگاه را تغییر داد.

_ اندازه متفاوت موش: ممکن است سرنگ، ماده شیمیایی را به محل مناسب تزریق ننماید. برای حل این مورد می توان از تزریق خوشه ای استفاده کرد. بدین صورت که بجای یک سرنگ، سه و یا چهار سرنگ که متصل به یک کلکتور است به سمت حیوان شلیک کرد که احتمال تزریق ماده شیمیایی، به محل مناسب را به ۱۰۰ درصد نزدیک نماید.

_ هشدار موش به تله افتاده به بقیه موش‌ها: در آزمایشی، سه موش همزمان در محیط کنترل شده رها شدند، موش اول جذب تله و کشته شد اما موش دوم و سوم از دستگاه فاصله گرفتند. پس از بررسی مشخص گردید موش به دام افتاده با صدای جیغ، به بقیه موش‌ها هشدار خطر می دهد؛ برای اصلاح این مورد تونل مرگ باید نسبت به فرکانس جیغ موش با استفاده از مواد مقرون به صرفه، عایق بندی گردد.

_ پخش اکتوپارازیت ها: با توجه به اینکه موش‌های وحشی می توانند پارازیت‌هایی داشته باشند که در صورت مرگ جانور، از روی بدن جاندار خارج و روی بدن انسان مهاجرت کرده و در ایجاد اپیدمی طاعون موثر باشند. برای اصلاح می توان مخزن جمع آوری اجساد را به حشره‌کش آغشته نمود.

مزیت این طرح نسبت به دو طرحی که در ایران اجرا شده است به شرح زیر می باشد:

در طرحی که توسط Masoudinejad و همکاران (۱) صورت گرفت سوختن موش و ایجاد بوی بد از محدودیت‌های طرح بود. همچنین زجر کشیدن حیوان نیز بحث گروه های مختلف اخلاق و حقوق حیوانات است. این در حالیست که با وجود دستگاه تزریق هوشمند، موارد فوق برطرف خواهند شد. بعلاوه، در طرح دیگری که توسط Sufizadeh و همکاران (۳) صورت گرفت تله ساخته شده موش را به صورت زنده به دام می انداخت. حال می بایست، حیوان زنده را با درنظر گرفتن اصول اخلاق، از بین برد. با توجه به اینکه اکثر کاربران دستگاه با این موضوع مشکل دارند، لذا در دستگاه جدید فقط لاشه ها جمع آوری شده و نیاز به کشتن موش‌ها توسط افراد نیست.

در مجموع، اجرای این سیستم در محیط‌های شهری، روستایی و کشاورزی، می‌تواند به عنوان یک راهکار موثر، پایدار، هوشمند و کم هزینه در کنترل جمعیت موش‌ها مطرح شود. توسعه و بهبود مداوم این فناوری، می‌تواند منجر به تولید نسل جدید از سامانه‌های کنترل حیوانات موذی گردد که همگام با فناوری‌های روز دنیا و استانداردهای محیط زیستی باشد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش در قالب یک مطالعه امکان سنجی و پایلوت انجام گردید که در مقایسه با نمونه مشابه که موش را بصورت زنده به دام می اندازد و کشتن آن می تواند تاثیرات منفی متعددی در روان کاربر ایجاد نماید راحتتر بنظر می رسد. همچنین با توجه به اینکه نیازی به توانایی کاربر ندارد، می تواند همراه دیگر روش‌ها به عنوان یک راهکار موثر، پایدار و هوشمند در کنترل جمعیت موش‌ها استفاده گردد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-26]

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان همه نکات اخلاقی از جمله عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده، داده سازی و رعایت اصول اخلاق در کار با حیوانات آزمایشگاهی بر اساس دستورالعمل‌های کشوری، در این مقاله رعایت کرده اند. بعلاوه، آزمایشات حیوانی بر اساس دستورالعمل کشوری انجام شده است. در مورد دفع یا دفن اجساد طبق پروتکل استاندارد پژوهشگاه رویان با انتقال آنها به چاه و ریختن آهک، معدوم کردن لاشه ها انجام شد. این مطالعه با مجوز کمیته اخلاق پژوهشگاه رویان تهران با کد اخلاق IR.ACECR.AEC.1404.025 انجام شد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش حاصل پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE) در دانشگاه مهر البرز با عنوان "طراحی، ساخت و ارزیابی تله موش کشته گیر هوشمند با تزریق سم جهت اماکن تهیه و توزیع مواد غذایی (تهران- پژوهشگاه رویان) سال ۱۴۰۴" با همکاری پژوهشگاه رویان است. لذا بدینوسیله نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از دانشگاه مهر البرز و پژوهشگاه رویان که امکانات مالی و آزمایشگاهی این طرح را تامین نمودند و کلیه کسانی که در مراحل مطالعه از هیچ کوششی پیرامون پیشبرد اهداف تحقیق کوتاهی ننموده اند، اعلام می‌دارند.

References

1. Masoudinejad M, Manshouri M, Khatiby M. Design, production and evaluation of electronic hook for mice population controlling. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;3(3):347-58 (in Persian).

2. Brooks JE, Jackson WB. A review of commensal rodents and their control. CRC Critical Reviews in Environmental Control. 1973;3(1-4):405-53.

3. Kalteh EA, Sofizadeh A, Yapng Gharavi AH, Ozbaki GM, Kamalinia HR, Bagheri A, et al. Effect of wild rodents control in reduction of zoonotic cutaneous leishmaniasis in Golestan province, north of Iran (2016). Gorgan University of Medical Sciences. 2019;21(1):94-100 (in Persian).

4. Barnett S, Ishwar Prakasn,A. Rodents of Economic Importance in India. New Delhi: Arnold Heinemann Publishers; 1975.

5. Taylor KD, Drummond, DC, Rowa FP. Biology and Control of Rodents. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 1970.

6. Yousefi A, Rahbari S, Karimi A. The first report of Trypanosoma (Herpetosoma) in rodents of Razan plain, western Iran. Journal of Veterinary Microbiology. 2016;12(2):131-36 (in Persian).

7. Khaghani R. Health hazards of rodent activities in urban areas and ports and their control methods. Journal of the Army University of Medical Science. 2007;4(4):1071-78.

8. Banazadeh H, Moravvej G. Faragir Trap: A new approach for rodent pest control. Journal of Plant Protection. 2012;26(2):217-23 (in Persian).

9. Zakian A, Mami S, Nouri M, Jalali SM, Tehrani-Sharif M, editors. Brodifacoum toxicosis and abortion in an Arabian mare. Veterinary Research Forum. 2019;10(2):173-76.

10. Moein Aldini SSA, Zand E, Kambozi J, Mahdavi Damghani A, Dihim Fard R. Environmental risk assessment of registered insecticides in Iran using EIQ index. Journal of Agroecology. 2013;6(2):250-65 (in Persian).

11. Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO). FAO and UN emphasize management of chemical pesticide use in Iran to protect public health . Rome: FAO; 2025 [cited 2026 Feb 30]. Available from: https://www.fao.org/iran/news/detail-events/ru/c/29756.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-26]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Design, development, and evaluation of an intelligent rodent control system using automated poison injection

Mojtaba Khatibi[1,*], Ghorbanali Dezvareh[1], Alireza Alizadeh Moghadam Masouleh[2]

1- Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Mehr Alborz University, Tehran, Iran
2- Department of Embryology, Reproductive Biomedicine Research Center, Royan Institute for Reproductive Biomedicine, ACECR, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 14 February 2026
Revised: 9 May 2026
Accepted: 13 May 2026
Published: 16 June 2026

Keywords: Smart trap, Rodent control, EDTA, Environmental safety

ABSTRACT

Background and Objective: Due to the lack of the desirable methods of rodent control, the construction of an intelligent rat trap that injects environmentally friendly poison was considered as an effective solution.

Materials and Methods: Based on studies of the length, weight and behavioral characteristics of various types of mice, the initial design of the device was carried out. Using walnut and hazelnut oils, the mouse was guided toward the death tunnel, and the desired chemical was automatically injected into the mouse's chest. The device was first tested with laboratory mice and then with wild samples, and design flaws were examined and resolved at each stage. Data analysis was performed using the chi-square test.

Results: In the death section, two substances—sodium chloride and EDTA—were tested at a concentration of 1 Molar with volumes of 1 mL and 2 mL, respectively, at distances of 2, 4, 6, and 8 centimeters from the rat muzzle. EDTA with a volume of 2 mL achieved a 97% mortality rate (confidence interval 88-99 with a 5% margin of error) at 8 centimeters from the rat muzzle and with an exposure time of 20 seconds. Regarding the comparison between walnut and hazelnut flavors, walnut flavor received the highest attraction score of 93% (confidence interval: 84-98), making it the best parameter in the design.

Conclusion: Due to its ease of use, independence from users' skill, and environmentally friendly procedure, this method of controlling rat populations is considered an effective, sustainable, and intelligent solution.

***Corresponding Author:**
hsekhatibi@gmail.com

Please cite this article as: Khatibi M, Dezvareh Gh, Alizadeh Moghadam Masouleh A. Design, development, and evaluation of an intelligent rodent control system using automated poison injection. Iranian Journal of Health and Environment. 2026;19(1):107-18.

Copyright © 2026 Iranian Association of Environmental Health، and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted، provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-26]