رویکردی جدید برای حفاظت از بناهای تاریخی در مقابل عوامل بیولوژیک در ایران؛ کاربرد سیستم طعمه‌گذاری در کنترل موریانه‌های زیرزمینی (نمونهٔ مطالعه‌شده: مسجد جامع فهرج)

سپیده پورمحمدی
کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، کارشناس معاونت میراث فرهنگی استان یزد
Spoormohamedi@yahoo.com

مرضیه صفار
دانشجوی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، کارشناس معاونت میراث فرهنگی استان یزد
Marziye.saffar@yahoo.com

تاریخ دریافت : ۹۳/۸/۶
تاریخ پذیرش : ۹۳/۹/۱۳

چکیده
موریانه‌های زیرزمینی یکی از مهم‌ترین عوامل خسارتِ بناهای تاریخی خشتی هستند. این موجودات با فراهم بودن سه فاکتور مهم غذا و فضا و رطوبت، خسارت زیادی به بناهای تاریخی وارد می‌آورند. مدیریت کنترل خسارت موریانه‌ها در بنا تلفیقی از چندین روش است و سیستم طعمه‌گذاری یکی از کارآمدترین روش‌های کنترل موریانه‌های زیرزمینی است. این روش در یازده اثر تاریخی ارزشمند به‌جای‌مانده از دوره‌های مختلف در یزد از قرون اولیهٔ اسلام تا قرن هشتم اجرا شده است. یکی از بناهایی که به‌شدت مورد حملهٔ موریانه‌های زیرزمینی قرار گرفته بود مسجد جامع فهرج است. نصب ایستگاه‌های زیرزمینی در این بنا در اواخر سال ۱۳۸۵ آغاز شد و در مجموع ۵۸۰ ایستگاه در ۵ سایت اطراف این بنا نصب شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از گذشت چهار سال نشان داد که میزان فعالیت موریانه‌ها در داخل ایستگاه‌های ردیاب از ۲۷ درصد در سال ۱۳۸۶ به ۳ درصد در سال ۱۳۸۹ کاهش یافته است. این امر بیانگر کاهش چشم‌گیر و پایدار جمعیت موریانه‌های زیرزمینی در این بنا است. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که می‌توان سیستم طعمه‌گذاری را به عنوان روشی کارآمد در مدیریت انبوه جمعیت موریانه‌های زیرزمینی به منظور حفاظت از بناهای تاریخی مورد استفاده قرار داد.

واژه‌های کلیدی
حفاظت، موریانه‌های زیرزمینی، کنترل موریانه، سیستم طعمه‌گذاری، بناهای تاریخی.

مقدمه

عوامل بیولوژیکی از جملهٔ عواملی هستند که در تخریب بناهای خشتی نقش مهمی دارند. موریانه‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین عامل بیولوژیکی مخرب در بافت‌های خشتی با تغذیه از مواد آلیِ به‌کاررفته در ساختار مصالح و نیز حفر دالان برای حرکت، سبب ایجاد تخلخل در سازه بنا می‌شوند. در نتیجه شرایط نامساعدی را برای بقای آثار معماری خشتی به وجود می‌آورند (غیورفر و همکاران، ۱۳۸۷: ۳۲). گاه موریانه‌ها با تغذیه از کاه‌اندودها در بناها و ساخت دالان‌های پیچ در پیچ در درون کف، دیواره، سقف بناهای خشتی، و نیز زیر بستر تزیینات معماری، گاه همهٔ نشانه‌های تاریخی و هنری و آثار نقاشی و گچبری را هدف قرار می‌دهند و اندوخته‌های تاریخی یک اثر را به نابودی می‌کشانند.

معمولا آلودگی بنای خشتی به موریانه قابل مشاهده نیست. زیرا موریانه‌ها می‌توانند از طریق دیواره‌های خشتی از یک محل به محل دیگر منتقل شوند؛ همان‌گونه که این کار را در خاک طبیعی انجام می‌دهند (Look et al, 2000; Potter, 2005). از این رو بسیار ضروری است که بناهای خشتی از این نوع آفت حشره‌ای پاکسازی شوند و اقدامات پیش‌گیرانه در برابر آلودگی ناشی از حملهٔ دوبارهٔ موریانه‌ها صورت گیرد. برای کنترل موریانه از روش‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی استفاده می‌شود. اگر کنترل آفات با استفاده از ترکیبات شیمیایی صورت می‌گیرد، لازم است که ترکیبات شیمیایی با دقت بررسی شوند و در روشی مناسب اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت این ترکیبات بر روی بناهای خشتی مورد ارزیابی قرار گیرد. مشاورهٔ تخصصی در این حوزه مهم است زیرا نه تنها ممکن است اثرات زیانباری بر روی بافت خشت بر جای گذارند، بلکه از منظر مسایل زیست‌محیطی و سلامت انسان نیز اهمیت دارد. پرسش‌های مطرح‌شده در این مقاله که در پی پاسخ دادن به آن‌ها بوده ایم، از این قرار است:

۱. موریانه‌ها چه آسیب‌هایی به سازه و تزیینات بناهای تاریخی وارد می‌سازند؟

۲. چه روش‌هایی برای حفاظت از بناهای تاریخی در برابر آسیب‌های ناشی از موریانه‌ها وجود دارد؟

۳. سیستم طعمه‌گذاری به عنوان روشی که برای کنترل موریانه‌ها در بناهای تاریخی در سایر نقاط دنیا به کار رفته، چیست؟

۴. میزان کارایی سیستم طعمه‌گذاری در کنترل موریانه‌ها در یک بنای خشتی نظیر مسجد جامع فهرج تا چه اندازه است؟

پیدا کردن روشی برای حفاظت از بنا در برابر موریانه از دیر باز مورد توجه بوده است (هریس، ۱۳۷۰: ۳۳؛ غیورفر و همکاران، ۱۳۷۷: ۱۲). به عنوان مثال این اعتقاد وجود داشته است که استفاده از گیاه خارشتر[1] در کاهگل، سبب دور شدن موریانه‌ها از آن می‌شود (زمرشیدی، ۱۳۷۷: ۴۵). این نظریه به طور علمی مردود شناخته شده است (Khamraev, 2007: 469-478). در ایران تا قبل از تأسیس بخش تحقیقات و کنترل عوامل بیولوژیک آسیب‌رسان به بناهای تاریخی، در پایگاه میراث فرهنگی شهر تاریخی یزد در سال ۱۳۸۴، هیچ‌گونه فعالیت پژوهشی مدونی در زمینهٔ بررسی خسارت موریانه‌ها به بناهای تاریخی و به‌کارگیری روش‌های علمی در زمین کنترل موریانه‌ها به منظور حفاظت از بناهای تاریخی صورت نگرفته است. مقالهٔ حاضر بخشی از دستاوردهای ده‌سالهٔ این بخش در زمینهٔ بررسی کارایی سیستم طعمه‌گذاری برای کنترل موریانه‌ها در بناهای تاریخی است. از سال ۱۹۹۵، مرکز ملی تکنولوژی‌های حفاظتی و آموزش[2] زیر نظر سازمان پارک‌های ملی آمریکا[3]، برنامه‌ای مدون برای انجام یک سلسله آزمایش‌های میدانی برای دست یافتن به روشی جدید، مؤثر و عملی برای کنترل موریانه‌ها در بناهای تاریخی و معاصر در نظر گرفت. بخش زیادی از این آزمایش‌های میدانی در بناهای تاریخی که به‌شدت توسط موریانه تهدید می‌شدند، صورت گرفت. نتایج این مطالعات نشان داد که سیستم طعمه‌گذاری یک روش مطمئن و مؤثر در حفاظت بناهای تاریخی در برابر موریانه‌ها است (Gilberg and Su, 2002).

این سیستم در سال ۱۹۹۸ با حمایت سازمان پارک‌های ملی آمریکا، توسط گروهی به سرپرستی پروفسور Su برای کنترل موریانه‌های زیرزمینی در مجسمهٔ یادبود آزادی استفاده شد (Su and et al, 1998: 282-292; Gilberg and Su, 2002). پس از آن در سال ۲۰۰۰ گروه دیگری باز هم به سرپرستی پروفسور Su برای کنترل موریانه‌های زیرزمینی در مجتمع چوبی «کابیلدو» در شهر نیواورلئان از این سیستم استفاده کرد (Su and et al, 2000: 30-38). هم‌چنین این سیستم در سال ۲۰۰۰ توسط گروهی به سرپرستی Gambetta برای کنترل موریانه‌های زیرزمینی در کلیسای خشتی سانتا ماریا واقع در ناپل ایتالیا مورد استفاده قرار گرفته است (Gambetta and et al, 2000: 207-216).

معرفی مسجد جامع فهرج

مسجد جامع فهرج، شاید کهن‌ترین مسجد ساخته‌شده در ایران است که ویژگی‌های نیارشی شیوهٔ پارتی (ساسانی) را داراست (پیرنیا، ۱۳۸۴:۳۸). این مسجد یکی از نادر نمونه‌هایی است که معماری پیش از اسلام را به معماری دوران اسلامی پیوند می‌دهد. در نتیجه می‌توان آن را به عنوان اثر کم‌نظیر دوران انتقال محسوب کرد (اولیاء، ۱۳۸۳: ۳۷). نقشه این مسجد بسیار ساده است، حتی ساده‌تر از تاریخانه دامغان اما از شکوه خاصی برخوردار است (پیرنیا. ۱۳۸۴:). این مسجد دارای شبستانی است با پنج دهانه و یک رده پیلپا (ستون و جرز ستبر) و چهار ایوانچه و دو راهرو کناری که ایوانچه‌ها را به شبستان پیوند می‌دهد و سرپوشیده‌های آن گرد سرایی کوچک سرگشاده را گرفته و دو گرمخانه کشیده که هر دو به راهروها پیوسته و دربندی که در ورودی مسجد است و در کنار آن سرای کوچکی است که شاید برای پیش‌نماز یا نگهبان ساخته شده باشد (پیرنیا، ۱۳۸۴: ۳۸). عناصر معماری در این مسجد هم‌چون زغره‌ها و ستونک‌های چهارگوشه جرزها و سرستون‌ها در درگاه‌ها و آرایش‌ها همه به سبک معماری پیش از اسلام ایران است (پیرنیا، ۱۳۴۹: ۶) (تصویر ۱) (نقشهٔ ۱)

تصویر ۱. موقعیت قرارگیری مسجد جامع فهرج
(مأخذ: پایگاه پژوهشی میراث فرهنگی یزد).

نقشهٔ ۱. پلان مسجد جامع فهرج
(مأخذ: پایگاه پژوهشی میراث فرهنگی یزد).

بررسی تخریب‌های ناشی از فعالیت موریانه در مسجد جامع فهرج

بناهای تاریخی یزد به دلیل نوع مصالح و وضع دمایی آن محل مناسبی برای تغذیه و زندگی عوامل بیولوژیکی مانند موریانه‌ها هستند. خسارت موریانه‌ها به ساختمان‌های تاریخی زیانبار، پرهزینه، و غیر قابل جبران است. بررسی‌های ما نشان می‌دهد که فعالیت‌های موریانه‌ها یکی از مهم‌ترین عوامل تخریب تزیینات مسجد جامع فهرج است. از اقدامات اصلی برای کنترل عوامل بیولوژیکی خسارت‌زا، تشخیص درست آفت، محدودهٔ آلودگی، و نیز شناخت فرآیندها و مکانیسم‌هایی است که از طریق آن‌ها، موجود زنده به ساختمان بنا خسارت زده و سبب زوال تدریجی آن می‌شود.

۱. آسیب‌های وارده به سازهٔ بنا

موریانه‌ها دالان‌های سرپوشیده پرپیچ و خمی را برای یافتن مواد سلولزی در ساختار بنا حفر می‌کنند. وجود رطوبت، نوع ترکیبات شیمیایی موجود، حفره‌های ایجاد شده ناشی از ایجاد دالان‌ها و تغذیه از مواد سلولزی موجود در مصالح باعث بروز خسارت شدید در بنا می‌شود. تعداد زیاد حفره‌های ایجادشده، تخلخل در ساختار بنا را موجب شده و استحکام آن را کاهش می‌دهند (تصویر ۲). مسجد جامع فهرج دارای دیواره‌های ضخیم با قطر بیش از ۱ متر است. وجود کلنی مرکزی[5] موریانه‌ها در دیواره‌های بنا باعث می‌شود که مصالح دیواره در حجم بسیار زیادی تخریب و متخلخل شود. با توجه به این‌که دیواره‌ها و سقف مسجد جامع فهرج از خشت‌هایی با وزن زیاد[6] تشکیل شده اند، در نتیجه خشت‌هایی که مورد حمله موریانه قرار گرفته اند تحت تأثیر فشار وزن اجزای قسمت بالایی‌شان خرد شده و در هم می‌شکنند. این امر موجب بر هم خوردن تعادل بنا و جابه‌جایی مرکز ثقل آن شده و در نتیجه سبب در هم شکستن ساختار و ایجاد ترک در بنا شده است (تصویر ۳).

آسیب‌ها سبب می‌شود در هنگام تکان‌های ایجادشده در اثر بلایای طبیعی مانند زلزله، خسارت شدیدی به بناها وارد شده یا کاملاً تخریب شوند. اگر به این نکته توجه شود که یکی از عوامل تخریب شدید ارگ بم در زلزله سال ۱۳۸۳ موریانه‌ها بوده اند، مشخص می‌شود که میزان خسارت ناشی از موریانه‌ها چقدر زیاد است (پورمحمدی و حسینی دهمیری، ۱۳۸۶: ۳).

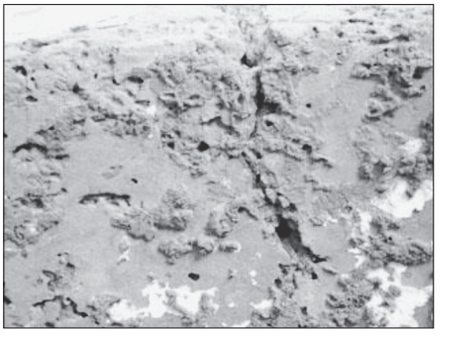
۲. آسیب‌های وارده به تزیینات بنا

مهم‌ترین عامل آسیب‌رسان در بنای مسجد جامع فهرج، موریانه‌ها هستند. تا آنجا که موریانه‌ها تقریباً تمام اندودهای کاهگل داخل بنا را سست و ضعیف کرده اند. لایهٔ تشکیل‌دهنده تزیینات در مسجد جامع فهرج به ترتیب عبارتند از: خشت (لایهٔ تکیه‌گاه)، کاهگل (لایهٔ آستر)، اندود نازک سیم‌گل گچ (لایهٔ بستر). لایهٔ آستر و بستر زیرین در مسجد جامع فهرج از جنس خاک مخلوط با کاه است. لایهٔ بستر رویی، از جنس گچ مخلوط‌شده با مواد آلی است.

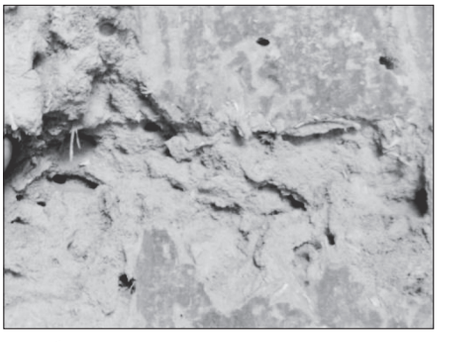
دلیل اصلی تخریب و ریزش لایه‌های رویی، تغذیهٔ موریانه‌ها از مواد سلولزی موجود قرار گرفته در کاهگل در پشت لایهٔ بستر و خالی شدن این قسمت است. با از بین رفتن اتصال بین لایهٔ بستر رویی با زیرین، لایهٔ بستر رویی همراه تزیینات قرار گرفته روی آن (لایه‌های گچ بستر، در قسمت درهای تزیینی لایه‌های قرمزرنگ رویی) در اثر نیروی وزن خود شروع به ریزش به سمت پایین می‌کنند. بیش‌ترین آسیب واردشده به اندودها و نقش روی درها در مسجد جامع فهرج، در اثر حملهٔ موریانه به مواد آلی از قبیل کاه در لابلای ملات‌ها و اندودها است. همان‌طور که ذکر شد موریانه‌ها کم‌تر به سطح بیرونی می‌آیند و بیش‌تر در زیر لایه‌ها فعالیت می‌کنند. موریانه‌ها با ایجاد دالان و تغییر در ساختار مصالح لایه‌های زیر رنگ و سیم‌گل باعث سستی و ضعیف شدن لایه‌ها شده و عوامل آسیب‌رسان دیگر، سرعت تخریب را تسریع می‌بخشد. هم‌چنین از آنجا که استفاده از کاه برای مسلح کردن ملات بوده است، با خورده شدن آن

استحکام ملات از بین می‌رود و عدم وجود کاه در این ملات باعث تسریع در فرسایش آن می‌شود. (تصاویر ۲ و ۳ و ۴).

تصویر ۲. ایجاد تخلخل در خشت ناشی از فعالیت موریانه (مأخذ: پایگاه پژوهشی میراث فرهنگی یزد).



تصویر ۳.نمونه‌ای از ترک که مسیر دنبال کردن موریانه در بنا است. (مأخذ: پایگاه پژوهشی میراث فرهنگی یزد).



تصویر ۴. ایجاد تونل و دالان بین اندودهای نقوش گلین. (مأخذ: پایگاه پژوهشی میراث فرهنگی یزد).

موریانه‌های زیرزمینی

در فرایند مدیریت و کنترل عوامل بیولوژیک از آنجایی‌که این فرایند با موجود زنده مرتبط است، قبل از هر کاری برای کنترل صحیح و علمی، به دست آوردن اطلاعات کاملی در مورد زیست‌شناسی، نحوهٔ زندگی و رفتار موجود زنده و عادات تغذیه‌ای آن ضروری است. از نظر زیست جغرافیای جانوری، فون[10] جانوری ایران در منطقه خشک پالئارکتیک[11] غربی قرار دارد. این منطقه کشورهای ایران، عراق، عربستان تا ناحیهٔ قفقاز و کشور ترکمنستان را شامل می‌شود (Krishna, 1970: 127-152; Harris, 1970: 295- 312). در ایران بیش‌تر خسارت واردشده به بناها مربوط به موریانه‌های زیرزمینی است. موریانه‌های زیرزمینی ایران در خانواده‌های ترمیتیده[12]، هودوترمیتیده[13]، رینوترمیتیده[14]، و کالو ترمیتیده ۱۵رده‌بندی شده اند (غیورفر، ۱۳۸۴: ۳۵). لانهٔ موریانه‌های زیرزمینی درون هر خاکی قرار دارد که بتوانند از آن رطوبت مورد نیازشان را به دست بیاورند. آن‌ها ممکن است به هر چوبی که در تماس مستقیم با خاک باشد، حمله کنند و اگر هیچ چوبی در تماس مستقیم با خاک نباشد موریانه‌ها مجراهای گلی (دالان‌های سرپوشیده) را در شکاف‌های پی (فونداسیون) یا بر روی سطح بیرونی دیوار ایجاد می‌کنند تا به چوبی که چندین متر بالاتر از سطح خاک است، دسترسی پیدا کنند (Cress et al, 1997).

موریانه‌های زیرزمینی به صورت گروهی در زیر خاک زندگی می‌کنند. این گروه‌های درهم آمیخته به عنوان کلنی شناخته می‌شوند. کلنی از جایگاه‌های تغذیه متعدد تشکیل شده است که به وسیلهٔ دالان‌های سرپوشیده به هم وصل می‌شوند. ابعاد کلنی متغیر است. کلنی‌های بزرگ از صدها هزار تا میلیون‌ها فرد تشکیل شده اند و ممکن است سطح تغذیه‌شان بیش از نیم هکتار باشد. کلنی‌های کوچک‌تر ممکن است کم‌تر از ده‌هزار فرد داشته باشند که وسعت آن‌ها بزرگ‌تر از یک اتاق خواب نیست. ممکن است در نواحی مسکونی، کلنی یا کلنی‌های عامل خرابی در حیاط همسایه و یا در زیر خانه آلوده قرار داشته باشند (Pooter, 2005-4) در مسجد جامع فهرج تا کنون دو گونه موریانه با نام‌های علمی (Hagen Anacanthotermesvagans) از خانوادهٔ هودوترمیتیده و Microcerotermes sp. از خانوادهٔ ترمیتیده

شناسایی شده اند (غیورفر و همکاران، ۱۳۸۵؛ غیورفر و همکاران، ۱۳۸۷: ۷۴).

مدیریت انبوهی جمعیت موریانه‌های زیرزمینی

در اغلب موارد آلودگی بنای خشتی به موریانه قابل مشاهده نیست. زیرا موریانه‌ها می‌توانند از طریق دیواره‌های خشتی از یک محل به محل دیگر منتقل شوند همان‌گونه که این کار را در خاک طبیعی انجام می‌دهند (Look et al, 2000; Potter, 2005). موریانه‌های زیرزمینی در اعماق زمین در کلنی‌هایی که ممکن است چندین متر از محل تغذیه فاصله داشته باشند زندگی می‌کنند. بنابراین دسترسی مستقیم به آن‌ها تقریباً غیر ممکن است. طبیعت مخفی و پویای موریانه‌ها، روش‌های کنترلی متفاوتی را بر مبنای بیولوژی و رفتارشناسی آن‌ها می‌طلبد. قبل از این‌که یک ساختمان آلوده به موریانه تیمار شود باید بعضی برآوردها از میزان آلودگی صورت گیرد. جستجوی دیداری و معاینهٔ چوب بهترین روش برای بررسی حضور موریانه‌ها است (Lewis, 1998:11).

به سبب رفتار پیچیده و بیولوژی خاص موریانه‌های زیرزمینی مخصوصاً در بناهای تاریخی خشتی، روش‌های مدیریتی مختلفی پیشنهاد می‌شود. بر این اساس برای مدیریت موریانه‌های زیرزمینی در این بنا تلفیقی از چندین روش به شرح زیر مورد استفاده قرار گرفت.

۱. پاکسازی: پاکسازی[16] عبارت است از خارج کردن تمام مواد سلولزی زایدی که در مسجد و زمین‌های اطراف آن است. زیرا موریانه‌ها مانند اکثر موجودات زنده جمعیت خود را با توجه به مؤلفه‌های غذا و فضا تنظیم می‌کنند. وجود مادهٔ سلولزی بیش‌تر در صورت فراهم بودن فضای مناسب باعث افزایش جمعیت آن‌ها می‌شود. مواد سلولزی زاید شامل کاغذ، پارچه، مقوا و مانند آن است که در خانه‌هایی که در ضلع‌های غربی، جنوبی، جنوب غربی، و شرقی مسجد قرار داشتد به میزان زیاد جمع‌آوری و سوزانده شد.

۲. کاهش انبوهی جمعیت موریانه‌ها با استفاده از سیستم طعمه‌گذاری: در ساختمان‌ها روش‌های مختلفی برای کنترل موریانه به کار برده می‌شود. اما نکتهٔ مهم این است که طبیعت مخفی و پویای موریانه‌ها از موانع اصلی کنترل این گروه از حشرات محسوب می‌شود (Ebeling, 1968: 55). یکی از روش‌های کنترل موریانه‌ها در ساختمان‌ها ایجاد سد سمی است (صفار و همکاران، ۱۳۸۸: ۲). اما مهم‌ترین و مؤثرترین روش کنترل استفاده از روش یا سیستم طعمه‌گذاری[17] است (Thorne and Breisch ,2004). برای درک بهتر تکنیک طعمه‌گذاری، آگاهی از روش قدیمی کنترل موریانه‌های زیرزمینی کارگشاست. به مدت چندین دهه روش رایج تیمار، ایجاد سد سمی با به کار بردن آفت‌کش مایع در داخل خاک اطراف ساختمان آلوده بوده است. ممکن بود صدها لیتر از محلول آفت‌کش به خاک اطراف ساختمان در داخل سوراخ‌هایی که در سطح زمین و داخل دیوارهای فونداسیون دریل زده شده اند، تزریق شود. هدف این روش ایجاد یک سد شیمیایی پیوسته در اطراف و در زیر ساختمان بود که در نتیجه مانع دسترسی موریانه‌های داخل خاک اطراف به فونداسیون ساختمان می‌شد این محلول آفت‌کش، هم با از بین بردن و هم دورکردن موریانه‌هایی که قصد عبور از سد را دارند، عمل می‌کرد (Thorne and Breisch ,1997: 6) ایجاد یک سد شیمیایی کامل و پیوسته بسیار دشوار است چرا که موریانه‌ها می‌توانند از تونل‌ها و ترک‌های بسیار نازک عبور کنند و به عبارتی یک راه حفاظت‌نشده برای بازگشت به خانه پیدا می‌کنند. با گذشت زمان، تأثیر سد شیمیایی اطراف یک خانه کاهش می‌یابد یا ممکن است بر اثر ساخت‌وساز یا نماسازی تخریب شود (Thorne and Breisch ,2000: 4).

سیستم طعمه‌گذاری موریانه بر پایهٔ مفاهیمی کاملاً متفاوت با تیمار سنتی خاک بنا شده است. در واقع به جای طراحی یک سد شیمیایی برای دور کردن آفات از منبع غذایی، موریانه‌ها از منابع غذایی‌ای که طعمه نامیده می‌شوند تغذیه می‌کنند. در روش طعمه‌گذاری

آماده کردن طعمه‌ها به این حقیقت بیولوژیک متکی است که موریانه‌ها حشراتی اجتماعی هستند که یکدیگر را تغذیه و تیمار می‌کنند. از این رو مکانیسمی را برای انتقال مادهٔ شیمیایی در طول کلنی فراهم می‌کنند. به دلیل تغذیه دهان به دهان[18] موریانه‌ها می‌توانند ماده‌ای سمی با خاصیت تأخیری را در بین افراد داخل کلنی توزیع کنند. بدین ترتیب طعمه‌ها می‌توانند اثرات وسیعی روی کلنی بگذارند. بنابراین با از بین رفتن طبقهٔ کارگر، کلنی نابود خواهد شد (Jones, 1991:1). طعمه‌ها دارای دو مؤلفه اند یکی مادهٔ سلولزی و دیگری محلول آفت‌کش با خاصیت تأخیری. این روش در سه مرحله اجراء می‌شود.

مرحلهٔ اول: پیش‌طعمه‌گذاری است. در این مرحله کارگرها بین کلنی و پیش‌طعمه ارتباط برقرار می‌کنند. زمانی‌که ارتباط خوبی بین پیش‌طعمه و کلنی برقرار شد آن وقت می‌توان مادهٔ سلولزی را با طعمه مسموم تعویض کرد. تله‌های نصب‌شده در این مرحله را ایستگاه‌های ردیاب می‌نامند.

مرحلهٔ دوم: طعمه‌گذاری است. پس از برقراری ارتباط بین موریانه‌های کارگر و پیش‌طعمه، طعمهٔ مسموم جایگزین ماده سلولزی می‌شود. طول دورهٔ تغذیه به تعداد افراد کلنی و فصل سال بستگی دارد. با توجه به شرایط آب و هوایی یزد اوج تغذیه موریانه‌های کارگر در فصول تابستان و پاییز است. به ایستگاه‌هایی که دارای طعمهٔ مسموم باشد، ایستگاه طعمه[19] اتلاق می‌شود.

مرحلهٔ سوم: در این مرحله داده‌ها ارزیابی می‌شوند. زمانی که موریانه‌های کارگر به اندازهٔ کافی از طعمهٔ مسموم تغذیه کردند تعداد آن‌ها کاهش خواهد یافت و در نهایت تمام آن‌ها از بین خواهند رفت. نابودی طبقهٔ کارگر هدفی است که سیستم طعمه‌گذاری آن را دنبال می‌کند. برای تهیهٔ طعمه مسموم از سموم با خاصیت تأخیری استفاده می‌شود.

ابتدا پیش‌طعمه برای جذب موریانه درون تله‌ها قرار داده شده و به محض مشاهدهٔ فعالیت موریانه از پیش‌طعمه‌های سلولزی آن‌ها را با طعمهٔ مسموم که مادهٔ سلولزی آغشته به محلول آفت‌کش با خاصیت تأخیری است جایگزین می‌کنیم. در استفاده از این مواد شیمیایی با خاصیت تأخیری فاکتورهایی چون میزان سمیت از طریق جلد، زمان کشندگی و میزان پذیرش از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از گروه‌های شیمیایی مهم که در این سیستم به کار می‌رود مواد تنظیم‌کنندهٔ رشد حشرات است (Guadalupe and Morales, 2001: 506-510). مواد تنظیم‌کنندهٔ رشد حشرات در حقیقت سیستم غدد درون ریز را هدف قرار می‌دهند. یکی از این مواد آنالوگ‌های هورمون جوانی است که نقش آن‌ها برهم زدن تفکیک طبقات موریانه است که از جملهٔ این مواد پیری‌پروکسیفن[20] است. از دیگر مواد تنظیم‌کنندهٔ رشد حشرات، ممانعت‌کننده‌های سنتز کیتین[21] است که هگزافلومارون[22] از این دسته است. یکی دیگر از موادی که در سیستم طعمه‌گذاری مورد استفاده قرار می‌گیرد ترکیبات بورات[23] است که نحوهٔ تأثیر آن‌ها به خوبی مشخص نشده است ولی عده‌ای عقیده دارند که این ترکیبات تعادل آب بدن حشره را تحت تأثیر قرار می‌دهد. موریانه‌هایی که از طعمه تغذیه می‌کنند فوراً نمی‌میرند، بنابراین آن‌ها از طریق رفتار انتقال غذا که خصیصهٔ ذاتی حشرات اجتماعی است، مادهٔ شیمیایی مورد نظر را به سایر افراد کلنی انتقال می‌دهند. مانند یک سرم که در مدت طولانی برای انتقال دارو به رگ بیمار متصل می‌شود، طعمه‌ها مانند سرخرگ برای انتقال آفت‌کش به قلب یک کلنی موریانه عمل می‌کنند که سرانجام به کاهش جمعیت یا نابودی کلنی منتهی می‌شود (Thorne & Breisch, 2000: 51-38). بنابراین هدف طعمه‌گذاری توقف رشد جمعیت آفت است نه فقط جلوگیری از ورود موریانه‌ها که هدف اصلی تیمارهای سد شیمیایی است. در صورت موفقیت یک سیستم طعمه‌گذاری احتمال آلودگی مجدد توسط همان کلنی در سال‌های بعدی کاهش می‌یابد. با این وجود ردیابی برای کلنی‌های جدیدی که به محوطه وارد

شده اند یا کلنی‌های بهبودیافته توصیه می‌شود. کشف طعمه به وسیلهٔ موریانه‌ها مسلماً در موفقیت سیستم طعمه‌گذاری مهم است. بنابراین طعمه‌ها در جاهایی قرار می‌گیرند که احتمالاً موریانه‌ها به‌آن برخورد می‌کنند. از این رو یکی از کارآمدترین روش‌های جایگزین برای کنترل موریانه‌ها، سیستم طعمه‌گذاری است.

اصول تئوریک این سیستم بر پایهٔ رفتار شناختی و فیزیولوژی موریانه‌ها استوار است. در این روش برعکس روش ایجاد سد شیمیایی هدف نابودی کلنی است (Cabrera and Thomas, 2006: 20-31). این روش به طور موفقیت‌آمیزی برای کنترل موریانه‌های زیرزمینی شرقی[۲۴] در محوطهٔ تاریخی مجسمه یادبود آزادی (Su et al., 1998)، موریانه‌های زیرزمینی فورموز[۲۵]در مجتمع کابیلدو[۲۶] در نیواورلئان، لوئیزیانا (Su et al., 2000)، موریانه‌های زیرزمینی اروپایی[۲۷] در کلیسای سانتاماریا[۲۸] در ایتالیا (Gambetta et al., 2000) و در کنترل جمعیت موریانه‌های زیرزمینی شرقی در بندرگاه سن کریستوبال و ال مور[۲۹] در محوطه تاریخی سن جوآن (Su et al., 2003) مورد استفاده قرار گرفت. استفاده از سیستم طعمه‌گذاری برای کنترل موریانه به صورت علمی از سال ۱۳۸۴ در بافت تاریخی یزد آغاز شد. علاوه بر مسجد جامع فهرج در بناهای تاریخی بقعهٔ سیدشمس‌الدین، بقعهٔ سیدرکن‌الدین (قرن هشتم هجری)، مجموعهٔ سلطان بندرآباد (قرن هشتم هجری)، و دیگر بناهای تاریخی با موفقیت اجرا شده است.

روش کار

برای نصب تلهٔ طعمه‌ای، لوله‌های پلیکا به قطر ۱۲ سانتی‌متر به قطعاتی به طول ۳۰ سانتی‌متر برش داده شد. از آنجایی که حرکت موریانه‌ها برای یافتن غذا حرکتی تصادفی است برای به حداکثر رساندن این احتمال لوله‌های پلیکا با دریل سوراخ شد و برای افزایش سطح تماس موریانه با مادهٔ سلولزی، سطح خارجی لوله با مقوا پوشانده شد. در داخل زمین گودالی به عمق ۴۰ سانتی‌متر و قطر ۳۰ سانتی‌متر حفر شد و در قسمت تحتانی گودال دو قطعه مقوا به طول و عرض ۲۵ سانتی‌متر گذاشته شد. سپس قطعه لوله پلیکای آماده‌شده را داخل گودال قرار داده و اطراف آن با خاک پر شد. به طوری که ۳ سانتی‌متر از انتهای لوله از سطح خاک بیرون باشد (تصویر ۵). لازم به ذکر است که خاک ریخته‌شده در اطراف لوله باید با فشار دادن بسیار متراکم شود. داخل این لوله‌های پلیکا چهار قطعه مقوا به طول ۲۵ سانتی‌متر و عرض ۸ سانتی‌متر به عنوان پیش‌طعمه قرار داده شد (تصویر ۶). روی هر ایستگاه یک قطعه آجر گذاشته شد و شمارهٔ ایستگاه بر روی آن نوشته شد. در مجموع ۵۸۰ ایستگاه در ۵ سایت مجاور مسجد جامع فهرج نصب شد. ایستگاه‌ها در آغاز هفتگی و در ادامه ماهیانه بازدید شد. شمارهٔ ایستگاه‌های آلوده (ایستگاه‌هایی که مورد حمله موریانه قرار گرفته بود) در جداول مربوطه ثبت شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. در مرحلهٔ بعد طعمه‌گذاری ایستگاه‌های آلوده با قرار دادن طعمه‌های مسموم در آن‌ها انجام گرفت. طعمهٔ مسموم از مقواهایی

تصویر ۵. نصب ایستگاه زیرزمینی (مأخذ : نگارندگان).

تصویر ۶. تغذیه موریانه از طعمه‌های آلوده به سموم تأخیری در یکی از سایت‌های آلوده به موریانه (مأخذ : نگارندگان).

به طول ۲۵ سانتی‌متر و عرض ۷ سانتی‌متر تشکیل شده است که در آن‌ها یکی از IGRاها (هگزافلومارون و پیری پروکسیفن) و یا اسیدبوریک[۳۰] ابقا گردیده است. در بازدیدها علاوه بر مشخص شدن آلودگی جدید، تعداد طعمهٔ دیگر برای ایستگاه‌هایی که احتیاج به طعمهٔ مجدد دارند نیز تعیین می‌شود. در ادامه با بررسی تغییرات آلودگی جدید سالانه و آلودگی تجمعی سالانه به ارزیابی کارایی این سیستم پرداخته شد. آلودگی جدید ایستگاه‌هایی که در هر بازدید برای اولین بار مورد حمله موریانه‌ها قرار می‌گیرند قابل ردیابی می‌باشد. آلودگی‌های تجمعی سالانه، مجموع آلودگی‌های جدید هر بازدید با مجموع آلودگی‌های جدید بازدیدهای قبلی از اول هر سال است.

تحلیل، جمع‌بندی و بحث

استقرار ایستگاه‌های طعمه‌ای مسجد جامع فهرج از اواخر سال ۱۳۸۵ آغاز شد و اوایل سال ۱۳۸۶ تعداد ایستگاه‌ها به ۵۸۰ ایستگاه رسید. این ۵۸۰ ایستگاه در ۵ سایت داخل و اطراف مسجد که اکثراً بناهای متروکه هستند و به عنوان محل‌های منبع آلودگی موریانه شناسایی شده اند، مستقر شدند. افزایش تعداد ایستگاه‌ها از این نظر حایز اهمیت است که در سیستم طعمه‌گذاری با توجه به رفتار تصادفی موریانه‌ها، هرچه منطقهٔ وسیع‌تری پوشش داده شود نتیجهٔ کنترل بهتر خواهد بود. اولین فاکتور مورد بررسی آلودگی جدید است (جدول شمارهٔ ۱).

برای ارائه بهتر نتایج از فاکتور درصد آلودگی جدید برای بررسی روند تغییرات استفاده کردیم. درصد آلودگی جدید سالانه، نسبت آلودگی جدید سالانه به تعداد ایستگاه های مستقرشده است که به درصد بیان می‌شود. روند تغییرات آلودگی جدید در هر سال در فصول پاییز و زمستان کاهش شدیدی را نشان می‌دهد (نمودار شمارهٔ ۱). این کاهش به دلیل وضع اقلیمی شهر یزد و کاهش زیاد درجهٔ حرارت در این فصول از سال است و مسلماً این کاهش را نمی‌توان دقیقاً به تأثیر روش‌های کنترل موریانه نسبت داد. برای بررسی دقیق تأثیر سیستم طعمه‌گذاری در نمودار شمارهٔ ۱، فصول سال‌های مختلف از نظر درصد آلودگی جدید در هر فصل مقایسه شدند. درصد آلودگی جدید در فصل بهار از ۱۵/۵۱ درصد در سال ۱۳۸۶ به ۱/۵۵ درصد در سال ۱۳۸۹ رسیده است. در فصل تابستان درصد آلودگی از ۱۰ درصد در سال ۱۳۸۶ به ۱/۲ درصد در سال ۱۳۸۹ رسیده است. بیش‌ترین درصد آلودگی جدید در فصل پاییز ۱/۸۹ درصد در سال ۱۳۸۷ و کم‌ترین میزان آن ۰/۱۷ درصد در پاییز ۱۳۸۹ است.

آلودگی تجمعی سالانه دیگر فاکتور مورد بحث است که به علت تجمعی بودن این فاکتور، داده‌ها سیر صعودی دارند (جدول شمارهٔ ۱). درصد آلودگی تجمعی سالانه، نسبت آلودگی تجمعی سالانه به تعداد ایستگاه‌های مستقرشده است که به درصد بیان می‌شود. آلودگی تجمعی زمستان هر سال در واقع تعداد کل ایستگاه‌هایی است که در آن سال مورد حملهٔ موریانه قرار گرفته است. در سال ۱۳۸۶ از مجموع ۵۸۰ ایستگاه ۱۵۹ ایستگاه معادل ۲۷/۴۱ درصد، در سال ۱۳۸۷ تعداد ۹۵ ایستگاه از مجموع ۵۸۰ ایستگاه معادل ۱۶/۳۷ درصد، در سال ۱۳۸۸ تعداد ۵۱ ایستگاه از مجموع ۵۸۰ ایستگاه معادل ۸/۷۹ درصد، در سال ۱۳۸۹ تعداد ۱۷ ایستگاه از مجموع ۵۸۰ ایستگاه معادل ۲/۹۳ درصد مورد حمله موریانه قرار گرفته است (نمودار ۲). این روند نزولی بیانگر این مطلب است که خاصیت تأخیری طعمه مؤثر واقع شده و روند منظم و مداوم طعمه‌گذاری توانسته به خوبی جمعیت موریانه را کاهش دهد. طعمه‌ها در واقع وظیفهٔ اصلی را در روند کنترل انجام می‌دهند و کاهش جمعیت موریانه‌ها به میزان طعمه مصرف‌شده توسط آن‌ها بستگی دارد. اما آماری که ما به عنوان طعمهٔ مصرفی در دست داریم (جدول شمارهٔ ۲) تعداد طعمه‌ای است که در داخل ایستگاه‌ها قرار داده شده و ممکن است همه این قطعات توسط موریانه‌ها مصرف نشده باشد. نتیجهٔ عملکرد طعمه‌ها از کاهش جمعیت موریانه‌ها در سال بعد مشخص می‌شود. بیش‌ترین میزان طعمه در تابستان ۱۳۸۶ مصرف شده است که با توجه به بالا بودن تعداد

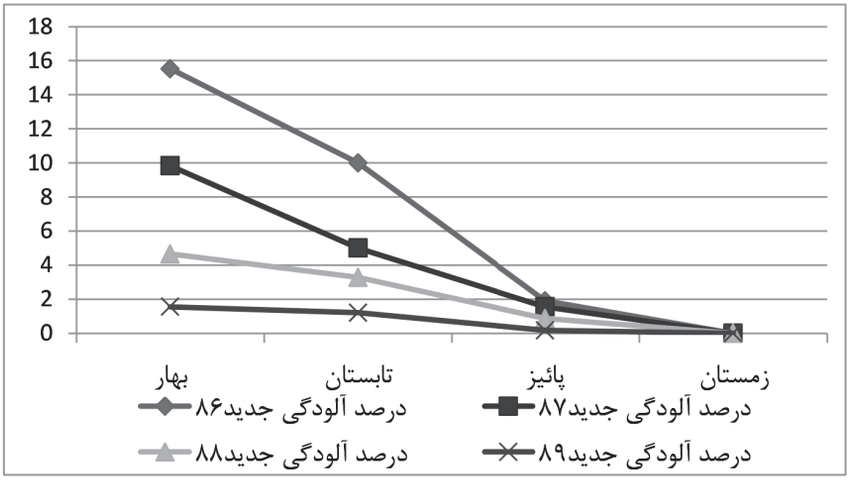
ایستگاه‌های مورد حمله کاملاً طبیعی است. به طور کلی تعداد طعمهٔ مصرفی رابطهٔ مستقیمی با تعداد ایستگاهای آلوده دارد.(نمودار ۳) آمارهای ارایه‌شده مستندی بر کاهش چشمگیر جمعیت موریانه در مسجد جامع فهرج است. علاوه بر این مشاهده کاهش شدید پرواز گروهی موریانه‌ها در سایت‌های مورد مطالعه در موقع پرواز و مشاهده نشدن خسارت جدید در فضای داخلی مسجد، شواهدی عینی است که این کاهش را تأیید می‌کند.

جدول شمارهٔ ۱. تغییرات آلودگی جدید و تغییرات آلودگی تجمعی سال‌های ۱۳۸۶ـ ۱۳۸۹ به تفکیک فصول.

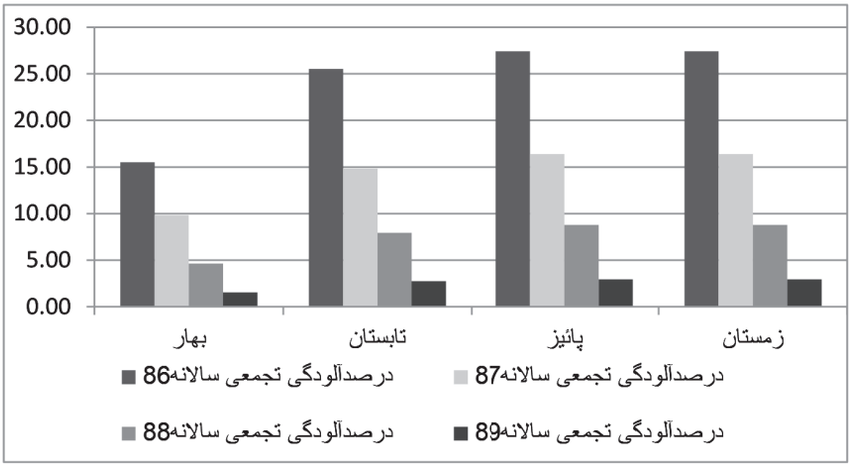
سال	فصل	تعداد ایستگاه‌های مستقرشده	آلودگی جدید سالانه	درصد آلودگی جدید سالانه	آلودگی تجمعی سالانه	درصد آلودگی تجمعی سالانه
۱۳۸۶	بهار	۵۸۰	۹۰	۱۵,۵۲	۹۰	۴۵۰۵۲
	تابستان	۵۸۰	۵۸	۱۰	۱۴۸	۲۵,۵۲
	پاییز	۵۸۰	۱۱	۱,۹۰	۱۵۹	۲۷,۴۱
	زمستان	۵۸۰	۰	۰,۰۰	۱۵۹	۲۷,۴۱
۱۳۸۷	بهار	۵۸۰	۵۷	۹,۸۳	۵۷	۹,۸۳
	تابستان	۵۸۰	۲۹	۵,۰۰	۸۶	۱۴,۸۳
	پاییز	۵۸۰	۹	۱,۵۵	۹۵	۱۶,۸۳
	زمستان	۵۸۰	۰	۰,۰۰	۹۵	۱۶,۸۳
۱۳۸۸	بهار	۵۸۰	۲۷	۴,۶۶	۲۷	۴,۶۶
	تابستان	۵۸۰	۱۹	۳,۲۸	۴۶	۷,۹۳
	پاییز	۵۸۰	۵	۰,۸۶	۵۱	۸,۷۹
	زمستان	۵۸۰	۰	۰,۰۰	۵۱	۸,۷۹
۱۳۸۹	بهار	۵۸۰	۹	۱,۵۵	۹	۱,۵۵
	تابستان	۵۸۰	۷	۱,۲۱	۱۶	۲,۷۶
	پاییز	۵۸۰	۱	۰,۱۷	۱۷	۲,۹۳
	زمستان	۵۸۰	۰	۰,۰۰	۱۷	۲,۹۳

جدول شمارهٔ ۲. میزان طعمه مصرفی در سال‌های ۱۳۸۶ـ ۱۳۸۹.

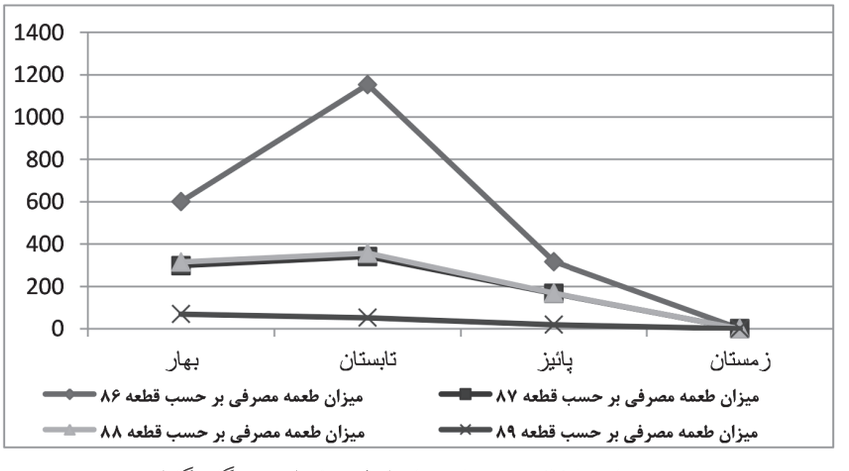
سال	فصل	تعداد ایستگاه‌های مستقرشده	آلودگی جدید سالانه	درصد آلودگی جدید سالانه	میزان طعمهٔ مصرف شده بر حسب‌قطعه
۱۳۸۶	بهار	۵۸۰	۹۰	۱۵,۵۲	۶۰۱
	تابستان	۵۸۰	۵۸	۱۰	۱۱۵۳
	پاییز	۵۸۰	۱۱	۱,۹۰	۳۱۷
	زمستان	۵۸۰	۰	۰,۰۰	۰
۱۳۸۷	بهار	۵۸۰	۵۷	۹,۸۳	۲۹۸
	تابستان	۵۸۰	۲۹	۵,۰۰	۳۴۱
	پاییز	۵۸۰	۹	۱,۵۵	۱۶۷
	زمستان	۵۸۰	۰	۰,۰۰	۰
۱۳۸۸	بهار	۵۸۰	۲۷	۴,۶۶	۳۱۵
	تابستان	۵۸۰	۱۹	۳,۲۸	۳۵۷
	پاییز	۵۸۰	۵	۰,۸۶	۱۶۸
	زمستان	۵۸۰	۰	۰,۰۰	۰
۱۳۸۹	بهار	۵۸۰	۹	۱,۵۵	۶۹
	تابستان	۵۸۰	۷	۱,۲۱	۵۲
	پاییز	۵۸۰	۱	۰,۱۷	۱۹
	زمستان	۵۸۰	۰	۰,۰۰	۰



نمودار شمارهٔ ۱. مقایسهٔ درصد آلودگی‌های جدید سال ۱۳۸۶ـ ۱۳۸۹ (ترسیم : نگارندگان).



نمودار شمارهٔ ۲. مقایسهٔ درصد آلودگی سال‌های ۱۳۸۶ـ ۱۳۸۹ (ترسیم : نگارندگان).



نمودار شمارهٔ ۳. روند تغییرات میزان طعمهٔ مصرفی (ترسیم : نگارندگان).

نتیجه‌گیری

موریانه‌های زیرزمینی در مناطق گرمسیری جهان خسارت قابل توجهی به تأسیسات شهری و روستایی وارد می‌سازند. در اکثر مناطق مرکزی و جنوبی ایران، آثار تاریخی متعدد و ارزشمندی در اثر فعالیت موریانه‌های زیرزمینی آسیب می‌بینند. شدت آسیب وارده به نوع مصالح به‌کاررفته در آثار تاریخی بستگی دارد. در بین این آثار در بناهای خشتی و سازه‌های چوبی تاریخی آسیب‌پذیرتر اند. برای مدیریت موریانه‌های زیرزمینی روش‌های متعددی وجود دارد. که بسیاری از آن‌ها با توجه به محدودیت‌های بناهای تاریخی، در این بناها قابل اجرا نیست. سیستم طعمه‌گذاری یک ایده جدید برای کنترل موریانه‌های زیرزمینی با هدف حفاظت از بناهای تاریخی است. بررسی داده‌های حاصل از بازرسی‌های ماهانه این سیستم طی ۴ سال در مسجد جامع فهرج، نشان می‌دهد سیستم طعمه‌گذاری در کاهش جمعیت موریانه‌های زیرزمینی، تأثیر چشم‌گیر داشته است. هم‌چنین موفقیت عملکرد این سیستم بیانگر ظرفیت بالای این ایده جدید برای حفاظت از دیگر بناهای تاریخی در برابر موریانه‌ها است.

پی نوشت:

۱. گیاه خارشتر: خارشُتُر نام علمی (Alhagimaurorum) گیاهی است چند ساله از خانوادهٔ پروانه‌داران (Papilionaceae) یا (Fabaceae) از زیرخانواده باقلاها (Faboideae) و یکی از بنشن‌ها به شمار می‌رود. نام دیگر آن علف ترنجبین است.

2. NCPTT: National Center for preservation Technology and Training.

3. NPS: National Park Service.

۴. موریانه‌های زیرزمینی (Subterranean termite): موریانه‌ها از نظر اکولوژیکی به سه دسته قابل تقسیم هستند: ۱. موریانه های چوب مرطوب، ۲. چوب خشک ۳. زیرزمینی (غیورفر و همکاران، ۱۳۷۷: ۳۷) موریانه‌هایی که در ایران زیست می‌کنند عمدتاً از نوع زیرزمینی هستند و قابل توجه است که ۸۰ درصد اهمیت اقتصادی موریانه‌ها در جهان مربوط به این گروه است (صفار و همکاران، ۱۳۸۸: ۲).

5. Settlement

6. load-bearing

۷. دیاستاز: گیاهان هر دو آنزیم آلفا و بتا آمیلاز را دار هستند که دیاستاز نامیده می‌شود (2004:33,...).

۸. آمیلاز: یکی از آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ نشاسته، گلیکوژن و سایر پلی‌ساکاردی‌ها است (2004:33,...).

۹. انورتاز: این آنزیم در واکنش تبدیل قند معمولی ساکارز به گلوکز و فروکتوز نقش کاتالیزور را ایفا می‌کند (2004:33,...).

۱۰. فون: جانوران مربوط به یک منطقه یا یک کشور یا یک دوره زمانی را شامل می‌شود (2004:243,...).

۱۱. پالئارکتیک: بزرگ‌ترین منطقه از هشت منطقه اکولوژی ـ جغرافیایی جهان است که شامل قسمت‌های خاکی اروپا، شمال هیمالیا از آسیا، شمال آفریقا و قسمت‌های شمال و شرق شبه‌جزیرهٔ عربستان است (Harris, 1970: 297).

12. Termitidae

13 .Hodotermitidae

14. Rhinotermitidae

15. Kalotermitidae

16. Sanitation

17. Baiting system

18. Trophalaxis

19. Baiting Station

20. Pyriproxyfen

21. Chitin Synthesis Inhibitors(CSI)

22. Hexaflumuron

23. Borat

24. Reticulitermesflavipes (Kollar)

25. Coptotermesformosanus

26. Cabildo

27. Reticulitermeslucifugus (Rossi)

28. Santa Maria della

29. Sanità San Cristobal and El Morro

30. Boric acid

منابع:

-افشار، ایرج. (۱۳۷۴). *یادگارهای یزد، معرفی ابنیه تاریخی و آثار باستانی*. ج۲. تهران: انجمن آثار و مفاخر فرهنگی.

- اولیا، محمدرضا. (۱۳۸۳). «مسجد جامع فهرج؛ اثر کم‌نظیر دوران انتقال». در *فرهنگ یزد*، ش ۱۸ و ۱۹.

- پورمحمدی، سپیده و هادی حسینی دهمیری. (۱۳۸۶). «موریانه‌ها خطری جدی برای بناهای خشتی تاریخی شهر یزد و سایر شهرهای ایران، بویژه در هنگام وقوع زلزله». در *اثر*، ش ۴۲ و ۴۳.

- پیرنیا، کریم. (۱۳۴۹). «مسجد جامع فهرج». در *باستان‌شناسی و هنر ایران*، ش ۵.

- زمرشیدی، حسین. (۱۳۷۷). *معماری ایران، مصالح شناسی سنتی*. ...: نشر زمرد.
- صفار، مرضیه و سپیده پورمحمدی و لیلی حسن‌آبادی. (۱۳۸۸). «روش‌های پیشگیری از حملهٔ موریانه‌های زیرزمینی به ساختمان‌ها و
- تأسیسات مناطق مرکزی و جنوبی ایران». اولین همایش مدیریت زیرساخت‌ها.
- غیورفر، رحیم. (۱۳۸۴). *موریانه‌های ایران*. ...: نشر آموزش کشاورزی.
- غیورفر، رحیم، و مرتضی اسماعیلی و حسن رحیمی. (۱۳۷۷). *ایمن‌سازی ساختمان در مقابل موریانه‌ها*. کرج: انتشارات موسسهٔ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- غیورفر، رحیم و سپیده پورمحمدی و لیلی حسن‌آبادی و مرضیه صفار. (۱۳۸۷). *عوامل بیولوژیک خسارت‌زا به بناهای تاریخی*. یزد: انتشارات هم‌پا؛ پایگاه میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری شهر تاریخی یزد.
- غیورفر، رحیم و سپیده پورمحمدی و لیلی حسن‌آبادی و مرضیه صفار. (۱۳۸۵). «بررسی موریانه‌های خسارت‌زا به بناهای تاریخی شهر یزد». *در خلاصه مقالات هفدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران*.
- معماریان، غلامحسین (۱۳۸۴). *سبک‌شناسی معماری ایرانی*. تهران: نشر سروش دانش.
- هریس، ویکتور. (۱۳۷۰). *موریانه‌ها، تشخیص و مبارزه با آنها*. ترجمهٔ ابراهیم سلیمان‌نژاد. تهران: انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران.
- ... . (۱۳۸۷). «ده علف هرز خطرناک جهان». مجلهٔ اینترنتی کشاورزی و منابع طبیعی شمیز، www.shamiz.ir

- Cabrera, B.J and E.M. Thomas. (2006).»Versatility of baits contalning noviflumuron for control of structural infestation of Formosan subterranean termite». (Isoptena: Rhinotermitidue): Originally published in journal: Florida Entomologist, Vol 89(1).
- Cress, D.C. and S. Mackenzie and J.Watkins. (1997). Wood-destroying pest Control .Kansas State University, Agriculture Experiment Station and Cooperative, Extension Service.
- Ebeling,W.(1968). Termites, Identification, Biology and control of termites attacking buildings. California Agricultural Experiment Extension, Extension service.
- Gambetta, A and V. Zaffagnini and E. De Capua. (2000). «Use of hexaflumuron baits against subterranean termites for protection of historicaland artistic structures: experiment carried out inselected test areas at the church of Santa Maria della Sanità in Naples». In Cultural Heritage. 1.
- Gilberg, M. and N.-Y Su.(2002).»New termite baiting technology for the preservation of cultural vesources». in Park science, Vol 21, No. 2
- Guadalupe, R and J.A. Morales-Ramos. (2001). «Bait matrix for delivery of chitin synthesis inhibitors to the Formosan subterranean termite». (Isoptena: Rhinotermitidue): Originally published in journal: Economic Entomology, Vol 9u (2).
- Harris, W. V. (1970). «Termites of the palacarctic Region». in k. Krishna and F. weesner (eds.). Biology of termites, V.2. Academic press, New York.
- Horwood, M. A & Eldridge, R. H. (2005). «Thechnical publication, termite in New South Wales». Part 1.termite biology, publication officer forest resources research.
- Jones, S.C. (2005). Termite control. Ohio State University Extension Fact sheet, Department of Entomology.
- Khamraev, A. and N. Lebedeva and T. Zuginisov and I. Abdullaev and , A. Rakhmatullaev and A. K. Raina. (2007). «Food preferences of the Turkestan termite Anacanthotermes turkestanicus». (Isoptera: Hodotermitidae). Sociobiology, 50(2):469-478.
-Krishna, K. (1970). «Taxonomy, phylogeny and distribution of termites». in k. Krishna and F. weesner (eds.). Biology of termites, V.2. Academic press, New York. Pp. 127-152.
- Lewis, V. R. (1998). Alternative control strategies for termites. Division of Insect Biology, Department of Environmental Science, Policy and Management University of California, Berkley, California 94720 USA.
- Look, D.W and T. Wong and S,R. Augustus. (2002). «The seismic retrofit of historic buildings Keeping preservation in the Forefront». preservation briefs: 41.Available in: www.Building conservation.com.
- Oxford Dictionary of Biology. Oxford university Press, 2004
- Potter, M. (2005).Termites baits: a guide for homeowners». Cooperative Extension Service, University of kentucky, Kentucky State University, U.S. De-

thregulator, hexaflumuron. Studies in Conservation 45.
- Su, N-Y and P. M. Ban and R. H. Scheffrahn. (2003). «Control of subterranean termite populations at San Cristobal and El Morro». San Juan National historic site. US Department of the Interior national Park Service National Center for preservation Technology and Training.Originally published in journal of cultural heritage 3.
- Thorne, B.L and Breisch, N. L. (2000). «homeowners guide to termite baits». research associate, department of entomology, College park.
- Thorne, B. L and Breisch, N. L. (1997). «Termites: prevention, detection, control». Bulletin 245, Department of Entomology, Maryland, College Park-Eastern Shore, Cooperative Extension University of Maryland.
partment of Agricultural and Kentucky Counties, Cooperating.
- Suiter, D. R and S. C. Jones and B. T .Forschler. (2002). «Biology of Subterranean termites in the eastern united states». The university of Georgia, The Ohio State university.
- Su, N-Y and J. D. Thomas and R. H. Scheffrahn. (1998). «Elimination of subterranean termitepopulations from the Statue of Liberty NationalMonument using a bait matrix containing an insectgrowth regulator, hexaflumuron». J. Amer. Inst. Conserv. 37.
- Su, N-Y and E. Freytag and E. Bordes and R. Dicus. (2000).»Control of the Formosansubterraneantermite infestations in historic Presbytere and theCreole Huse of the Cabildo». French Quarter, NewOrleans, using baits containing an insect grow-