

رفتار تخصصی درون گونه ای موربانه زیرزمینی

Microcerotermes diversus Silvestri (Isoptera: Termitidae)

مرجان اختلاط^{*۱} - بهزاد حبیب پور^۲ - فرحان کچیلی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۱

چکیده

موربانه *Microcerotermes diversus* Silvestri مخرب ترین گونه در استان خوزستان بوده که خسارت های اقتصادی زیادی را به لوازم چوبی وارد می کند. موفقیت در روش های کنترل موربانه ها نیازمند درک صحیحی از اکولوژی آنها می باشد. هدف از این مطالعه بررسی رفتار تخصصی درون گونه ای میان ۴ کلنی از موربانه های زیرزمینی *M. diversus* بود که از دو مکان مختلف در اهواز جمع آوری شدند. اثرات متقابل بین موربانه های هر یک از جفت کلنی ها در قالب ترکیبات مختلف از طبقات موربانه (سرباز در برابر سرباز، سرباز در برابر کارگر و کارگر در برابر کارگر) بعد از مدت ۲۴ ساعت مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین میزان مرگ و میر در ترکیب سرباز در برابر کارگر و کمترین میزان مرگ و میر در ترکیب سرباز در برابر سرباز از کلنی های مختلف مشاهده شد. رفتارهای تخصصی موربانه ها نشان داد که علاوه بر اینکه اثرات متقابل بین کلنی های مختلف یک گونه متغیر است، در بین افراد (طبقات) مختلف یک کلنی نیز متغیر می باشد. اثرات متقابل بین کلنی های موربانه *M. diversus* از یک منطقه جغرافیایی چنان پیچیده هستند که می تواند بر روش های کنترل موربانه ها اثر بگذارد و از آنجا که طرح های جستجوگری در موربانه ها توسط اثرات متقابل درون گونه ای و بین گونه ای تحت تاثیر قرار می گیرد و باعث می شود که محیط غذایی کلنی های یک جمعیت را از هم جدا سازد، بنابراین پیشنهاد می شود که از اثرات متقابل تخصصی بین کلنی ها می توان جهت تعیین قلمرو جستجوگری کلنی های *M. diversus* استفاده نمود.

واژه های کلیدی: *Microcerotermes diversus*، درون گونه ای، رفتارهای تخصصی

مقدمه

زندگی اجتماعی (در حشرات اشاره کرده و بیان نموده که حشرات اجتماعی رفتار مستقیم نوع دوستی را برای افرادی از کلنی که رابطه ژنتیکی نزدیکتری با آنها دارند ارائه می دهند. موربانه ها جهت حفظ منابع غذایی خود در برابر سایر حشرات، از قلمروی خود دفاع می کنند. دفاع بصورت نشان دادن تخصص و جنگیدن است تا بدین صورت از بهره برداری آن منابع توسط رقابت کنندگان درون گونه ای و بین گونه ای جلوگیری نمایند. رفتار تخصصی شامل جنگیدن، تسلیم شدن و فرار کردن است. در موربانه ها دفاع علیه یک شکارگر یک ضرورت مطلق است، در غیر این صورت کلنی توسط یک دشمن مهاجم تاراج می شود. گونه هایی از موربانه ها که بالای سطح زمین به جستجوگری غذا می پردازند با درجه بالایی از شکارگری، نسبت به گونه هایی که در سیستم های گالری زیر زمینی پنهان هستند، مواجه می باشند. اما ساختار اجتماعی هر دو گروه از گونه ها ممکن است به طور سازگار یافته ای تغییر کرده باشند. برای مثال در گونه هایی که غذا را در سطح فوقانی زمین جستجو می کنند نسبت طبقه سرباز (که از دفاع های شیمیایی در مبارزه با شکارگرها استفاده می کنند) بیشتر است. در گونه هایی که آشیانه خود را در زیر زمین ایجاد می کنند و

رفتارهای متعددی در حشرات اجتماعی وجود دارد که به نظر نمی رسد به طور مستقیم به افرادی که این رفتارها را انجام می دهند سود برساند اما در عوض ممکن است به کل جامعه سود برساند. نوع دوستی^۴ یکی از این رفتارها است که به عنوان عملی که به یک فرد خویشاوند سود می رساند، تعریف می شود. رفتارهای نوع دوستی در موربانه ها به صورت تبادل غذایی (تروفالاکسیس) بین افراد کلنی و تخصص به منظور دفاع از کلنی (اجتماع) ظاهر می شوند. حد نهایی یک عمل نوع دوستی برای یک حشره اجتماعی، مردن در دفاع از کلنی است (۱۹).

آدامز (۴) به تکامل تخصص در راستای جامعه گرایی^۵ (گرایش به

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*)- نویسنده مسئول: (Email: marjan_ekhtelat@yahoo.com)

4- Altruism
5- Sociality

داشت و به این نتیجه رسیدند که این موربانه توانایی تشخیص هم آشیانه ای از غیر هم آشیانه ای را دارد. کوستا لئوناردو و همکاران (۱۰) با انجام یک سری مطالعات مقدماتی بر رفتار تخصصی بین کلنی های *C. havilndi* در آزمایشگاه نشان دادند که از تخصص بین کلنی ها می توان جهت تعیین حدود قلمرو جستجوگری کلنی های این موربانه در شهر ساتوپائولو^۲ برزیل استفاده نمود. شلتون و گریس (۲۰) ضمن بررسی اثر عوامل محیطی بر تخصص بین کلنی های موربانه زیر زمینی *C. formosanus* بیان نمودند که تخمین میزان تخصص بر اساس فاصله جغرافیایی درست نیست و بنابراین نمی توان گفت که هرچه فاصله یک کلنی با کلنی دیگر بیشتر باشد به طور حتم تخصص وجود دارد (۲۳).

رفتار تخصصی در موربانه ها نسبت به موربانه های هم گونه از کلنی های دیگر و یا سایر گونه ها استراتژی های کنترل موربانه ها را تحت تاثیر قرار می دهد (۹) و سبب شده که از این رفتارها جهت تعیین تعداد کلنی، تعیین حدود نسبی کلنی، غالبیت کلنی های مختلف (تعیین درجه تخصص و قدرت در کلنی های مختلف) و انتقال سموم به کلنی های مختلف استفاده شود. به نظر می رسد که موربانه های هر کلنی دارای علائم بویایی و رفتارهای خاصی باشند که باعث می شود توسط دیگر افراد کلنی شناسایی شوند. از روی همین علائم شناسایی است که نسبت به گونه وارد شده از کلنی دیگر که فاقد این علائم مخصوص کلنی است واکنش خصمانه نشان می دهند. به همین دلیل از آزمون تخصص جهت تعیین تعداد و موقعیت کلنی های موربانه *Silvestri diversus* *Microcerotermes* استفاده شد. این موربانه به عنوان حریص ترین و مخرب ترین گونه موربانه موجود در استان خوزستان بوده و از حوزه جستجوگری غذایی وسیع برخوردار است و توانایی ایجاد اجتماعات ثانویه در دیوارها و سقف اماکن و نیز روی درختان را دارد، لذا ریشه کنی و کنترل آنها به سهولت میسر نیست (۳). بنابراین این تحقیق با هدف بررسی رفتار تخصصی درون گونه ای بین کلنی های مختلف موربانه زیر زمینی *M. diversus* اجرا گردید.

مواد و روش ها

جهت انجام آزمایش چهار کلنی موربانه از دو مکان مختلف، سه کلنی (شماره ۱، ۲ و ۴) از مکان الف و یک کلنی (شماره ۳) از مکان ب در دانشکده کشاورزی اهواز جمع آوری شد. قلمروی کلنی ها قبلا بر اساس فرمول کلمنت یا شاخص تخصص تعیین شده بودند (۱). سپس سربازها و کارگرها از هر کلنی در ترکیب متفاوتی قرار داده شدند:

جستجوگری غذایشان نیز در زیر زمین است تعداد طبقه موربانه سرباز کمتر بوده و این موربانه بیشتر بر دفاع های مکانیکی تکیه می کنند. یکی از شکارگرهای مهم موربانه ها، مورچه ها می باشد. که موربانه ها به شدت توسط آنها آسیب پذیرند (۱۹). اگر چه در کلنی موربانه ها تعداد افراد طبقه ی سرباز نسبت به تعداد کارگرها بسیار کم است، اما به دلیل مسئولیت دفاع از کلنی، چنان برای به عهده گرفتن این نقش تغییر کرده اند که توانایی غذا خوردن ندارند و بایستی توسط کارگرها مورد تغذیه قرار بگیرند (تروفالاکسیس^۱).

اگر چه بیشتر اطلاعات بر روی توانایی سربازان برای دفاع از کلنی فراهم شده است اما نباید فراموش کرد که کارگرها نیز رفتار تخصصی از خود نشان می دهند. جای تعجب نیست که تعداد کارگرهای کلنی بیشتر از سرباز ها است و بعضی از انواع کارگر موربانه به سرباز معروف هستند (۱۰ و ۱۹).

طرح های جستجوگری با توزیع منابع غذایی مرتبط می باشند. ممکن است این طرح های جستجوگری توسط اثرات متقابل درون گونه ای و بین گونه ای تحت تاثیر قرار بگیرد و محیط غذایی کلنی های یک جمعیت را از هم جدا سازد. در واقع این خود دلیلی بر ناسازگاری میان کلنی ها و همچنین یک روش تعیین طرح جستجوگری در موربانه ها می باشد. تخصص به دنبال تماس با کلنی های مجاور و رویارویی طبیعی اتفاق می افتد که هزاران کارگر و سرباز را درگیر می کنند. این رویارویی بین کلنی های همسایه ممکن است باعث مرگ و میر بالا و خسارت به قلمرو و انشعابات جستجوگری موربانه ها شود (۲۲). رفتار تخصصی در موربانه ها به صورت های مختلفی توسط محققین مورد مطالعه قرار گرفته است. لپونز و همکاران (۱۳) جهت بررسی اثرات متقابل درون گونه ای هر یک از موربانه های *Nasutitermes princeps*، *M. biroi*، *N. novarumhebrai* سه سطح تخصص (عدم تخصص، تخصص متوسط و تخصص شدید) در نظر گرفتند که در موربانه *N. princeps* هر سه سطح بین آشیانه های این موربانه مشاهده شد اما در *N. novarumhebrai* فقط سطح عدم تخصص و در *M. biroi* نیز فقط سطح تخصص شدید مشاهده شد. پلیزی و فرشلر (۱۷) در جرجیای آمریکا، فاکتورهایی چون اثر اندازه گروه و وسعت صحنه مبارزه را بر تخصص درون و بین گونه ای موربانه *R. flavipes* و *R. virginicus* مورد بررسی قرار داده و نتیجه گیری کردند که با کاهش اندازه ظرف (صحنه نبرد) و افزایش تعداد افراد در هر ظرف شدت تخصص افزایش می یابد. مارینز و دوسوزا (۱۴) در برزیل رابطه تخصصی موربانه *Cornitermes cumulans* را برای تشخیص هم آشیانه ای بودن و غیر هم آشیانه ای بودن بررسی نمودند و نشان دادند که این موربانه به غیر هم آشیانه ای ها رفتار تخصصی بیشتری

ترکیب موربانه ها (کارگر + سرباز) به شرح زیر می باشد :

- ۱- تعداد ۴ سرباز از یک کلنی + تعداد ۴ سرباز از کلنی دیگر
- ۲- تعداد ۵۰ کارگر از یک کلنی + تعداد ۵۰ کارگر از کلنی دیگر
- ۳ و ۴- تعداد ۲ سرباز از یک کلنی با تعداد ۱۰۰ کارگر از کلنی دیگر
- ۵- تعداد ۲ سرباز و ۵۰ کارگر از یک کلنی + تعداد ۲ سرباز و ۵۰ کارگر از کلنی دیگر

هر کدام از این ترکیب ها در ۴ تکرار در ظروف پتری حاوی کاغذ صافی مرطوب شده با آب مقطر قرار گرفتند. سپس درب ظروف پتری گذاشته شد و جهت بررسی رفتار تخصص بین موربانه ی جمع آوری شده از دو نقطه، به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور تاریک با شرایط رطوبت نسبی 90 ± 5 درصد و دمای 28 ± 2 درجه سانتی-گراد نگهداری شدند. بعد از گذشت ۲۴ ساعت، تعداد مرگ و میر ناشی از برخورداری تخصصی ثبت شد. پس از انجام تبدیلات درصد به $\text{Arcsine} \sqrt{\%x}$ ، تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) با آنالیز آماری ANOVA و آزمون مقایسه میانگین ها (توکی) انجام گرفت.

*** لازم به ذکر است که به غیر از گزینه ۳ و ۴ که طبقه سرباز و طبقه کارگر دو کلنی مختلف به راحتی تشخیص داده می شد، جهت تشخیص کارگرها و سربازهای دو کلنی مختلف از یکدیگر، در دو تکرار طبقات یک کلنی و در دو تکرار دیگر طبقات کلنی دیگر رنگ آمیزی شدند. جهت رنگ آمیزی از رنگ قرمز خنثی (Neutral Red) ۰/۲۵ درصد استفاده گردید (۲). رنگ شدن دو تکرار از یک کلنی و دو تکرار از کلنی دیگر به جهت حذف تاثیر رنگ بر رفتار تخصصی موربانه ها بود.

نتایج

نتایج بدست آمده از تقابل جفت کلنی های مختلف (2×4 ، 2×1)، 2×3 بعد از مدت زمان ۲۴ ساعت در جدول ۱، ۲ و ۳ خلاصه شده است. نتایج بین کلنی های ۱ و ۲ در جدول ۱، نشان داد که در آزمایش ۱ ($S1+S2$) و آزمایش ۵ ($W1S1+W2S2$) بین دو کلنی ۱ و ۲، از لحاظ میزان مرگ و میر اختلاف معنی داری وجود ندارد، اما در آزمایش ۲ ($W1+W2$)، ۳ ($W1+S2$) و ۴ ($W2+S1$) بین دو کلنی اختلاف معنی داری از لحاظ میزان مرگ و میر وجود داشت. در آزمایش ۲ و ۳، کلنی ۱ میزان مرگ و میر کمتری نسبت به کلنی ۲ نشان داد اما در آزمایش ۴، میزان مرگ و میر کلنی ۲ کمتر بود. در میان این جفت کلنی ها، زمانی که تعداد ۱۰۰ کارگر از یک کلنی در مقابل ۲ سرباز از کلنی دیگر قرار گرفتند (آزمایش ۳ و ۴) در هر کلنی، بیشترین میزان مرگ و میر را سربازهای هر کلنی نشان دادند.

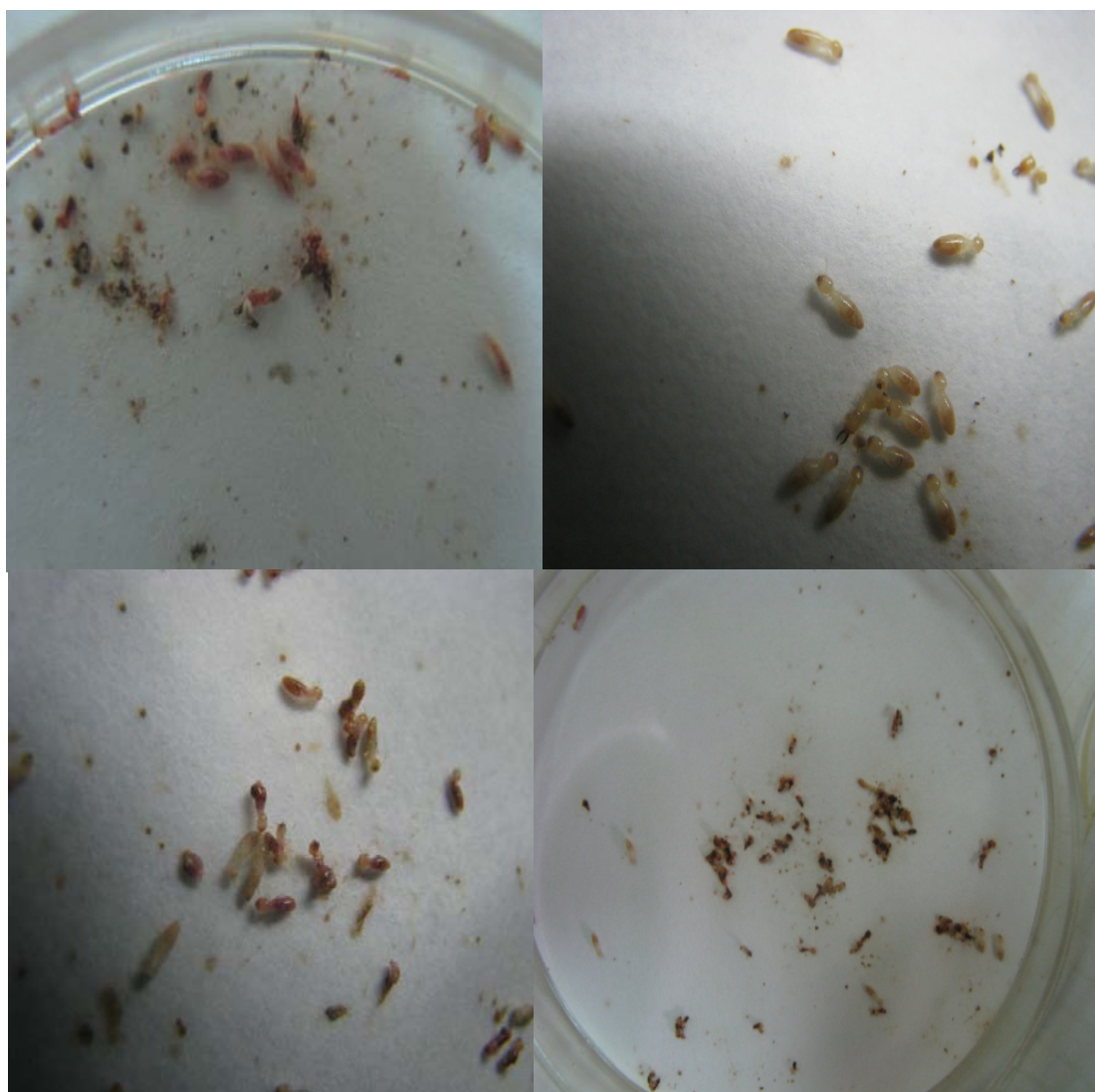
نتایج بین کلنی های ۳ و ۴ (جدول ۲) نشان داد که فقط در آزمایش ۱ ($S3+S2$) بین دو کلنی از لحاظ میزان مرگ و میر اختلاف معنی داری وجود نداشت، و در سایر آزمایش های بین دو کلنی،

اختلاف معنی داری از لحاظ میزان مرگ و میر وجود داشت. در آزمایش ۲ ($W3+W2$) و ۴ ($W2+S3$)، کلنی ۲ میزان مرگ و میر کمتری نسبت به کلنی ۳ نشان داد اما در آزمایش ۳ ($W1+S2$) و ۵ ($W1S1+W2S2$)، کلنی ۳ میزان مرگ و میر کمتری داشت. همانند کلنی های ۱ و ۲، در میان ترکیبات این کلنی نیز، زمانی که تعداد ۱۰۰ کارگر از یک کلنی در مقابل ۲ سرباز از کلنی دیگر قرار گرفتند (آزمایش ۳ و ۴) در هر کلنی، بیشترین میزان مرگ و میر را سربازهای هر کلنی نشان دادند.

مقایسه ترکیبات دو کلنی ۴ و ۲ در جدول ۳، نشان داد که نتایج بدست آمده در این آزمایش مشابه نتایج بین کلنی های ۱ و ۲ بود. این نتایج نشان داد که در آزمایش ۱ ($S4+S2$) و ۵ ($W4S4+W2S2$) بین دو کلنی ۴ و ۲، از لحاظ میزان مرگ و میر اختلاف معنی داری وجود نداشت، اما در آزمایش ۲ ($W4+W2$)، ۳ ($W4+S2$) و ۴ ($W2+S4$) بین دو کلنی اختلاف معنی داری از لحاظ میزان مرگ و میر وجود داشت. در آزمایش ۲ و ۳، کلنی ۴ میزان مرگ و میر کمتری نسبت به کلنی ۲ نشان داد اما در آزمایش ۴، کلنی ۲ میزان مرگ و میر کمتری داشت. در میان این ترکیبات نیز، زمانی که تعداد ۱۰۰ کارگر از یک کلنی در مقابل ۲ سرباز از کلنی دیگر قرار گرفتند (آزمایش ۳ و ۴) در هر کلنی، بیشترین میزان مرگ و میر را سربازهای هر کلنی نشان دادند. به طور کلی در همه این آزمایش ها، کمترین میزان مرگ و میر بین ترکیب سرباز-سرباز مشاهده شد به طوری که میزان مرگ و میر در تقابل کلنی های ۱ با ۲ حدود ۷/۵ درصد و در جفت کلنی های دیگر صفر بود. عکس رفتارهای تخصصی را در میان این جفت کلنی ها نشان می دهد. در عکس سمت چپ و ردیف اول، کارگرهای قرمز رنگ کارگرهای سفید را مورد حمله قرار داده اند. در عکس سمت راست و ردیف اول، کارگرها یکی از سربازهای کلنی بیگانه را احاطه و سرباز دیگر را از بین برده اند در عکس سمت چپ و ردیف دوم درگیری کارگرهای دو کلنی و عکس سمت راست و ردیف دوم شدت تخصص را نشان می دهند.

بحث

براساس نتایج به دست آمده از آزمایش های انجام گرفته علاوه بر اینکه قدرت تخصص در بین کلنی های مختلف یک گونه متغیر است، در بین افراد (طبقات) مختلف یک کلنی نیز متغیر می باشد. بنابراین بر حسب طبقات رو به رو شده، قدرت های تخصصی متفاوتی توسط کلنی ها ارائه شد. کلنی های ۱ و ۴ در زمین مکان الف در مجاورت کلنی ۲ قرار گرفته اند اما کلنی ۳ از مکان ب بود. بنابراین مجدداً در این آزمایش ثابت شد که بر اساس فاصله جغرافیایی دو کلنی نمی توان شدت تخصص یا غالب یا مغلوب بودن یک کلنی را تعیین نمود.



شکل ۱- رفتارهای تخصصی در طبقات کارگر- کارگر و کارگر-سرباز موربانه *M. Diversus* (عکس اصلی)

جدول ۱- مقایسه رفتار تخصصی بین طبقات کارگر و سرباز بین کلنی ۱ و ۲

آزمایش	ترکیبات دو کلنی	میزان مرگ و میر کلنی ۱	میزان مرگ و میر کلنی ۲	F, P و df
۱	S1+S2	(۷/۵۰ ± ۷/۵) a	(۷/۵۰ ± ۷/۵) a	(F=۰, P=۱/۰۰۰ و df=۱)
۲	W1+W2	(۵۹/۱۸ ± ۴/۱۲) b	(۸۳/۰۰ ± ۴/۱۵) a	(F=۱۶/۵۴, P=۰/۰۰۶ و df=۱)
۳	W1+S2	(۹/۸۹ ± ۱/۸۵) b	(۹۰ ± ۰) a	(F=۱۸۵۷/۷۴, P=۰/۰۰۰۱ و df=۱)
۴	W2+S1	(۹۰ ± ۰) a	(۱۰/۳۹ ± ۰/۸۱) b	(F=۹۶۵۸/۶۴, P=۰/۰۰۰۱ و df=۱)
۵	W1S1+W2S2	(۵۸/۰۸ ± ۶/۱۲) a	(۷۸/۰۸ ± ۶/۸۸) a	(F=۴/۷۱, P=۰/۰۰۷ و df=۱)

S1+S2: ترکیب سرباز دو کلنی، W1+W2: ترکیب کارگر دو کلنی، W1+S2: ترکیب کارگر کلنی ۱ با سرباز کلنی ۲، W2+S1: ترکیب کارگر کلنی ۲ با سرباز کلنی ۱، W1S1+W2S2: ترکیب کارگر و سرباز کلنی ۱ همراه با کارگر و سرباز کلنی ۲. میانگین های دارای حروف مشابه در هر ردیف با یکدیگر در آزمون توکی در سطح $\alpha = 5\%$ اختلاف معنی دار ندارند. اعداد موجود در پرانتز شامل (اشتباه معیار \pm میانگین) می باشند و تعداد تکرار برای هر تیمار برابر با چهار (n=۴) می باشد.

جدول ۲- مقایسه رفتار تخصصی بین طبقات کارگر و سرباز بین کلنی ۲ و ۳

F, P و df	میزان مرگ و میر کلنی ۲	میزان مرگ و میر کلنی ۳	ترکیبات دو کلنی	آزمایشی
(F=۰, P=۰ و df=۱)	(۰ ± ۰) a	(۰ ± ۰) a	S3+S2	۱
(F=۲۱/۶۴, P=۰/۰۰۳ و df=۱)	(۵۵/۲۵ ± ۵/۲۳) b	(۸۴/۲۳ ± ۳/۲۳) a	W3+W2	۲
(F=۵۰۲/۳۱, P=۰/۰۰۰۱ و df=۱)	(۹۰ ± ۰) a	(۱۰/۲۲ ± ۳/۵۵) b	W3+S2	۳
(F=۹۵۸۶/۷۸, P=۰/۰۰۰۱ و df=۱)	(۹/۴۴ ± ۰/۸۲) b	(۹۰ ± ۰) a	W2+S3	۴
(F=۶/۰۷, P=۰/۰۴ و df=۱)	(۸۱/۷۰ ± ۳/۰۱) a	(۶۴/۰۸ ± ۶/۴۸) b	W3S3+W2S2	۵

S3+S2: ترکیب سرباز دو کلنی، W3+W2: ترکیب کارگر دو کلنی، W3+S2: ترکیب کارگر کلنی ۳ با سرباز کلنی W2+S3: ترکیب کارگر کلنی ۲ با سرباز کلنی ۳، S3+W2S2: ترکیب کارگر و سرباز کلنی ۳ همراه با کارگر و سرباز کلنی ۲. میانگین های دارای حروف مشابه در هر ردیف با یکدیگر درآزمون توکی در سطح $\alpha = 5\%$ اختلاف معنی دار ندارند. اعداد موجود در پرانتز شامل (اشتباه معیار \pm میانگین) می باشند و تعداد تکرار برای هر تیمار برابر با چهار (n=۴) می باشد.

جدول ۳- مقایسه رفتار تخصصی در بین طبقات کارگر و سرباز بین کلنی ۲ و ۴

F, P و df	میزان مرگ و میر کلنی ۲	میزان مرگ و میر کلنی ۴	ترکیبات دو کلنی	آزمایشی
(F=۰, P=۰ و df=۱)	(۰ ± ۰) a	(۰ ± ۰) a	S4+S2	۱
(F=۱۳/۹۹, P=۰/۰۰۹۶ و df=۱)	(۸۷/۹۶ ± ۲/۰۳) a	(۶۲/۸۳ ± ۶/۴۰) b	W4+W2	۲
(F=۵۰۲/۳۱, P=۰/۰۰۰۱ و df=۱)	(۹۰ ± ۰) a	(۱۰/۲۲ ± ۳/۵۵) b	W4+S2	۳
(F=۴۷۰/۹۵, P=۰/۰۰۰۱ و df=۱)	(۱۲/۱۹ ± ۳/۵۸) b	(۹۰ ± ۰) a	W2+S4	۴
(F=۰, P=۰/۰۹۶ و df=۱)	(۲۳/۷۷ ± ۷/۵۱) a	(۲۳/۳۶ ± ۴/۲۳) a	W4S4+W2S2	۵

S4+S2: ترکیب سرباز دو کلنی، W4+W2: ترکیب کارگر دو کلنی، W4+S2: ترکیب کارگر کلنی ۴ با سرباز کلنی W2+S4: ترکیب کارگر کلنی ۲ با سرباز کلنی ۴، W4S4+W2S2: ترکیب کارگر و سرباز کلنی ۴ همراه با کارگر و سرباز کلنی ۲. میانگین های دارای حروف مشابه در هر ردیف با یکدیگر درآزمون توکی در سطح $\alpha = 5\%$ اختلاف معنی دار ندارند. اعداد موجود در پرانتز شامل (اشتباه معیار \pm میانگین) می باشند و تعداد تکرار برای هر تیمار برابر با چهار (n=۴) می باشد.

فصل، کلنی، جمعیت و تغییرات محیطی و بسته به ترکیبات (پروتکل و روش های آزمایشی) تغییر نماید (۲۴). از بین ترکیبات مختلف جفت کلنی ها، کمترین میزان مرگ و میر در ترکیب سرباز- سرباز مشاهده شد. نکته قابل توجه در ترکیب کارگر- سرباز از هر کلنی (آزمایش ۳ و ۴) این بود که به محض قرار گرفتن سربازها در ظروف آزمایش، چند موربانه کارگر آنها را احاطه نموده، بیشتر از ناحیه شکم و سینه سرباز را مورد حمله قرار می دادند. به نظر می رسد که برای از بین بردن سرباز چند کارگر نیاز است اما سرباز به دلیل مجهز بودن به آرواره قوی قادر است به تنهایی با کارگرها نبرد نماید. کارگرهای این جفت کلنی ها در غیاب سربازها، رفتارهای بسیار تخصصی نشان دادند. اما سربازها در غیاب کارگرها هیچ رفتار تخصصی نشان ندادند (۲×۳ و ۲×۴) یا رفتار تخصصی خیلی ضعیفی نشان دادند (۱×۲). بنابراین کارگرهای کلنی های مختلف موربانه *M. diversus* برای ارائه رفتارهای تخصصی نیاز مبرم به وجود سرباز ندارند و در غیاب سرباز نیز این رفتارها مشاهده می شود. با توجه به نقشی که سرباز های موربانه در دفاع از کلنی به عهده دارند این سوال پیش می آید که چرا بین سرباز های دو کلنی مختلف رفتار تخصصی شبیه آنچه که در بین کارگر های دو کلنی مختلف اتفاق می افتد پیش نمی آید؟ چنین نتایجی در موربانه های *C. havilandi* نیز مشاهده شد. در این موربانه نیز وقتی سربازهای دو کلنی متفاوت با یکدیگر مواجه شدند

از بین کلنی های ۱، ۲ و ۴ که در نزدیکی یکدیگر به سر می برند کلنی های ۱ و ۴ غالبیت بیشتری نسبت به کلنی ۲ نشان دادند. بنابراین، بر حسب نتایج بدست آمده، مخلوط این کلنی ها (۱ و ۲) (۲ و ۴) نمی توانند در طبیعت تشکیل شوند و اگر کلنی ۱ و ۲ یا ۲ و ۴ طی فعالیت جستجوگری با منابع جدید رو به رو شوند، کلنی ۱ و ۴ قادر خواهند بود که کلنی ۲ را مغلوب نمایند و قلمرو جستجوگری را اشغال نمایند. همچنین به نظر می رسد که بین کلنی ۲ و ۳ نیز اگر کارگر های دو کلنی با یکدیگر مواجه شوند غالبیت با کلنی ۲ و اگر مخلوط کاست های کارگر و سرباز از هر کلنی با هم مواجه شوند قدرت کلنی ۳ بیشتر خواهد بود. اما در طبیعت، رفتارهای دیگر از قبیل دوری کردن نیز ممکن است اتفاق بیفتد چون بعضی از موربانه ها قدرت تخصصی کمی دارند (۲۴). در مطالعات اخیر پیشنهاد شده است که وقتی دو گونه یا دو کلنی متفاوت با یکدیگر در مزرعه مواجه می شوند آنها ممکن توانایی اجتناب از یکدیگر را توسط ساختن تونل های جداگانه و ممنوع ورود کردن مناطق غذایی داشته باشند (۲۴). مطالعات آزمایشگاهی نل (۱۵) نشان داده که دو گونه موربانه *H. mossambicus* و *Trinervitermes trinervoides* در مواجهه با یکدیگر ترجیح می دهند از یکدیگر دوری نمایند تا اینکه بجنگند (۱۵). بنابراین، موربانه ها در دفاع از قلمرو خود رفتارهای متفاوتی ارائه می دهند. و رفتارهای تخصصی ممکن است تحت تاثیر

کلنی‌های غیر فامیلی متخاصم تر از کلنی فامیلی هستند و این نشان می‌دهد که موربانه‌ها درجه خویشاوندی را نیز تشخیص می‌دهند (۴). بنابراین رفتارهای تخصصی در موربانه‌ها نشان می‌دهد که موربانه‌ها قادر به تشخیص هم‌آشیانه‌ای خود از غیر هم‌آشیانه‌ای می‌باشند، اما اینکه چگونه این کار را انجام می‌دهند و چه عواملی در رفتار تشخیص هم‌آشیانه‌ای نقش دارند کاملاً شناخته شده نیست. نظریات مختلفی در رابطه با چگونگی شناسایی این موربانه‌ها در گونه‌های مختلف وجود دارد. مارینز (۱۴) رژیم غذایی و موجودات همزیست درون موربانه‌ها را عوامل مهمی در تشخیص هم‌آشیانه‌ای موربانه‌ها می‌داند. او همچنین بیان نموده که موربانه‌های هر کلنی هیدروکربن‌های ویژه‌ای دارند که معرف کلنی است و به عنوان برچسبی برای شناسایی موربانه - موربانه به کار می‌رود. فلوران و همکاران (۱۱) در ایالت لوئیزیانا (آمریکا) در رابطه با تخصص بین کلنی‌های *C. formosanus* نیز نشان دادند که رژیم غذایی نقش مهمی را در تعیین سطح تخصص بازی می‌کند. شرایط پرورش نیز از عوامل دیگری است که چنگ یوان (۷) بیان نموده در سطح تخصص بین کلنی‌ها نقش دارد. این محقق با پرورش موربانه *C. formosanus* در شرایط بدون خاک مشاهده نمود که سطح تخصص کاهش می‌یابد. در نتیجه پیشنهاد نمود که میکروارگانیسم‌ها و ترکیبات فرار در خاک نیز ممکن است نقش مهمی در تشخیص افراد هم‌آشیانه‌ای موربانه *C. formosanus* داشته باشند. تعدادی از محققین نیز پیشنهاد نموده‌اند که علائم تشخیص ممکن است روی اجزای فیزیکی و ترکیبات شیمیایی کوتیکول مستقر باشند (۱۶). ترن و هاورتی (۲۱) مدرکی ارائه نموده‌اند که وجود تخصص به گونه، کلنی، کاست‌ها و شرایط آب و هوایی وابسته است و تغییر در هر یک از این عوامل بر رفتار آنها تأثیر می‌گذارد. باگنرس و همکاران (۵) طی بررسی رفتار تخصصی در موربانه *R. banyulensis* و *R. grassei* نشان دادند که این دو موربانه درجه بالایی از تخصص را نسبت به یکدیگر دارند. این محقق همچنین بیان نموده اگر علائم اپی کوتیکولی که به وسیله تماس تشخیص داده می‌شوند توسط حلال‌های آلی حذف شوند، به دلیل رفع این علائم، همه انواع رفتار تخصصی از بین می‌روند. این علائم می‌توانند توسط غذا انتقال داده شوند. فلوران و همکاران (۱۱) نقش هیدروکربن‌های کوتیکولی را به طور گسترده‌ای برای تشخیص هم‌آشیانه‌ای و غیر هم‌آشیانه‌ای در موربانه *C. formosanus* مورد مطالعه قرار داده و نشان دادند که تفاوت در هیدروکربن‌ها رابطه‌ای با تخصص ندارد اما رژیم غذایی نقش مهمی را در تعیین سطح تخصص در این موربانه داشت. با وجود همه این نظرات، هنوز عواملی که در تشخیص هم‌آشیانه‌ای نقش دارند کاملاً شناخته شده نیست و اخیراً روش‌های مولکولی - ژنتیکی این امکان را فراهم نموده‌اند که رابطه بین کلنی‌ها را تعیین نمایند. اما به طور کلی به نظر می‌رسد که اثرات متقابل موربانه‌ها به وسیله

مرگ و میری نشان ندادند و بیشترین تخصص و مرگ و میر در ترکیب کارگر- کارگر این موربانه مشاهده شد (۱۰). موربانه‌های کارگر *C. havilandi* از آرواره‌های خود برای حمله به مزاحمین استفاده می‌کنند (۱۰). در واقع در بعضی گونه‌ها، موربانه‌های کارگر به طبقه متخاصم معروف هستند. یک جنبه مهم رفتار تخصصی در کارگرها، فعالیت و شرکت کارگرها در رفتار تخصصی، به نوع سربازهای کلنی خود و نوع دشمن روبه‌رو شده بستگی دارد (۱۰ و ۱۹). در بعضی گونه‌ها، سربازهای کلنی علیه حریفان غیر موربانه‌ای مفید هستند و به اندازه کافی برای دفاع علیه سایر موربانه‌ها مفید نیستند (۱۰). در موربانه *C. havilandi* و *Nasutitermes spp.* نیز پیشنهاد شده که غدد فرن‌تال^۱ (پیشانی) سربازها ممکن است علیه دشمنانی غیر از موربانه‌ها مفید باشد اما برای دفاع علیه سایر موربانه‌های بیگانه کافی نباشد. برای همین وجود کارگرها ضروری هستند (۱۰).

بنابراین شاید این سوال پیش بیاید که چرا با وجود متخاصم بودن کارگرها، سربازها جهت دفاع آنها را همراهی می‌کنند؟ این رویداد را شاید بتوان چنین توضیح داد که ممکن است کارگرها قدرت مقابله با کارگرهای سایر کلنی‌ها را داشته باشند اما قدرت آنها جهت مقابله با شکارگرها و دشمنان دیگر به علت ضعیف بودن بدن بسیار پایین است. به همین دلیل وجود سرباز بسیار مهم و ضروری است، چون خطر شکار شدن سربازها توسط شکارگرهای کوچک مانند مورچه کمتر از طبقه کارگر در زمان جستجوگری است (۱۸). بنابراین هر چه قدرت تخصص یک کلنی بیشتر باشد افراد آن کلنی در مواجهه با سایر کلنی‌های موجود در یک منطقه قوی‌تر عمل می‌کنند و در شرایط نامناسب و کمبود غذا ممکن است کلنی ضعیف‌تر را مغلوب و خود به عنوان کلنی غالب قلمرو بیشتری را تصاحب نماید (۲۴). بنابراین شدت تخصص در کلنی‌های مختلف یک موربانه متفاوت است. لنیناود و همکاران (۱۲) در ایتالیا میان کلنی‌های *R. urbis* تخصصی مشاهده نکردند. آنها این نتایج را به رابطه ژنتیکی بالا میان کلنی‌های منشا گرفته نسبت دادند و بیان نمودند که این کلنی‌های جدید از کلنی‌های قدیمی منشا گرفته‌اند. همچنین درصد تخصص افراد یک کلنی از ماهی به ماه دیگر تغییر می‌کند. پلیزی و فرشلر (۱۶) بیان نموده‌اند که در ماههای ژوئن و جولای (خرداد و تیر) درصد تخصص کمتر از ماه فوریه بود. دلیل این شاید به خاطر کم شدن فعالیت موربانه‌ها در فصل سرد باشد چون میزان غذای قابل دسترس در این فصل کمتر است قدرت تخصص نیز بیشتر می‌شود. کلمنت (۸) نیز طی مطالعه موربانه *R. lucifugus* در فرانسه گزارش نمود که بر حسب فصول سال، کلنی‌ها نسبت به غیر هم‌آشیانه‌ای‌ها درجات متفاوتی از تخصص را ارائه می‌دهند. همچنین نسبت تخصص با افزایش فاصله خویشاوندی افزایش می‌یابد. در واقع کارگرها نسبت به

استفاده تأثیری بر رفتارهای تخصصی نداشت.

سیاسگزاری

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر فراهم آوردن بخشی از امکانات مالی و اجرایی این طرح صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.

عوامل زیادی از قبیل رابطه ژنتیکی، اندازه کلنی، سلامت کلنی، وضعیت تولید مثل کننده ها، وجود مواد غذایی، شرایط آب و هوایی و ... تحت تأثیر قرار بگیرد (۶، ۱۰ و ۲۱). پاسخ تخصصی نیز بسته به گونه، جمعیت کلنی، کاست، شرایط آب و هوا و حتی افراد مواجه شده با موربانه ها تغییر می نماید (۱۰، ۱۴ و ۱۶). رنگ مورد استفاده در رفتار های تخصصی جهت شناسایی کلنی ها از یکدیگر، بر مرگ و میر موربانه ها و قدرت تخصص آنها تأثیری نداشت. زکیا و هاراهاپ (۲۵) نیز طی بررسی رفتار تخصصی موربانه های *C. gestroi* و *C. curvignathus* مشاهده نمودند که رنگ مورد

منابع

- ۱- اختلاط م. ۱۳۸۸. بررسی رفتارهای غذایی و تخمین جمعیت جستجوگر موربانه (*Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera: Termitidae) پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی. ۱۳۱ صفحه.
- ۲- اختلاط م.، حبیب پور ب.، کچیلی ف. و مصدق م.س. ۱۳۸۸. ارزیابی دو رنگ مورد استفاده در روش Mark-Release-Recapture برای علامتگذاری موربانه *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera: Termitidae). مجله علمی کشاورزی، جلد ۳۲ شماره ۲، صص ۲۵-۳۶.
- ۳- حبیب پور ب. ۱۳۷۳. بررسی فون، زیست شناسی و اهمیت اقتصادی موربانه های استان خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی. ۱۴۳ صفحه.
- 4- Adams E.S. 1991. Nest- mate recognition based on heritable odors in the termite *Microcerotermes arboreus*. Proceedings of the National Academy of Science, 88: 2031-2034.
- 5- Bagneres A.G., Killian A., Clement J.L., and Lange C. 1991. Interspecific recognition among termites of the genus *Reticulitermes*: evidence for a role for the cuticular hydrocarbons. Journal of Chemical Ecology, 17(12): 2397-2420.
- 6- Bezerra-Gusmao M.A., Kogiso K.A., Honorato T.O., Melo T.X.D., Barbosa J.R.C. and Banderia A.G. 2009. Polycalic nest systems and levels of aggression of *Constrictotermes cybergaster* (Isoptera: Termitidae Nasutitermitinae) in the semi-arid region of Brazil. Sociobiology, 53 (1): 101-111.
- 7- Chengyuan P., Jianchu M. and Menglin C.H. 2006. Influence of diet and soil on inter-colonial aggression of *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). Sociobiology, 48(3): 1-7.
- 8- Clement J.L. 1986. Open and closed societies in *Reticulitermes* termites (Isoptera: Rhinotermitidae): geographic and seasonal variations. Sociobiology, 11(3): 311-323.
- 9- Cornelius M.L., and Osbrink W.L.A. 2003. Agonistic interactions between colonies of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in New Orleans, Louisiana. Environmental Entomology, 32(5): 1002-1009.
- 10- Costa-Leonardo A.M., De Camargo- Dietrich C.R.R. and Arab A. 2002. Preliminary studies on agonistic behavior between colonies of *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae) in laboratory bioassays. Sociobiology, 39(3): 1- 6.
- 11- Florane C.H.B., Bland J.M., Husseneder C. and Raina A.K. 2004. Diet-mediated inter-colonial aggression in the Formosan subterranean termite *Coptotermes formosanus* Journal of Chemical Ecology, 30(12): 2559-2574.
- 12- Leniaud L., Pichon A., Uva P. and Bagneres A.G. 2008. Uniclonality in *Reticulitermes urbis*: a novel feature in a potentially invasive termite species. Bulletin of Entomological Research, pp 1-10.
- 13- Laponce M., Roisin Y. and Pasteels J.M. 1996. Intraspecific interactions in a community of arboreal nesting termites (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Insect Behaviour, 9(5): 799-817.
- 14- Marins A. and DeSouza O. 2007. Nestmate recognition in *Crnitermes cumulans* termites (Insecta: Isoptera). Sociobiology, 51(1): 1-9.
- 15- Nel J.J.C. 1968. Aggressive behaviour of the harvester termites *Hodotermes mossambicus* (Hagen) and *Trinervitermes trinervoides* (Sjostedt). Insectes Sociaux, 15(2) :145-156.

- 16- Polizzi J.M. and Forschler B.T. 1998. Factors that affect aggression among the worker caste of *Reticulitermes spp.* subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Insect Behaviour*, 12(2): 133-146.
- 17- Polizzi J.M. and Forschler B.T. 1998. Intra- and interspecific agonism in *Reticulitermes flavipes* (Kollar) and *R. virginicus* (Banks) and effects of arena and group size in laboratory assays. *Insectes Sociobiology*, 45: 43-49.
- 18- Sen-Sarma P.K. and Mishra S.C. 1968. Seasonal variation of nest population in *Microcerotermes beelsoni* Snyder. *Forest Entomology Branch, Forest Research Institute Dehra Dun*, 35(5): 361-367.
- 19- Shelton T.G. and Grace T.K. 1996. Review of agonistic behavior in the Isoptera. *Sociobiology*, 28(2): 155-176.
- 20- Shelton T.G. and Grace J.K. 1997. Suggestion of an environmental influence on intercolony agonism of Formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Environmental Entomology*, 26(3): 632-637.
- 21- Thorne B. and Haverty M.I. 1991. A review of intraclony, intraspecific and interspecific agonism in termites. *Sociobiology*, 19(1): 115-141.
- 22- Traniello J.F.A. and Leuthold R.H. 2000. Behavior and ecology of foraging in termites. *Termites: Evolution, Sociality Symbioses, Ecology in: Abe, T., Bignell, D. E. & Higashi, M.(eds.) Kluwer Academic Publisher*, pp 1-29.
- 23- Wong N. and Lee C.Y. 2010. Intra- and interspecific Agonistic behavior of the subterranean termite *Microcerotermes crassus* (Isoptera: Termitidae) . *Journal of Economic Entomology*, 103(5): 1754-1760.
- 24- Xing-ping H. and Fang Z. 2003. Aggressive relationship between two subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Acta Zoologica Sinica*, 49(3): 295-302.
- 25- Zakiah S. and Harahap I.S. 2008. Aggressiveness between colony and species in *Coptotermes curvignathus* Holmgren and *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae). *Proceedings of the Fifth Conference of the Pacific Rim Termite Research Group, Indonesia*, pp 55- 62.