# ارزیابی کارایی تله‌های مختلف در به دام انداختن برخی از خانواده‌های پروازی راسته‌ی سخت‌بالپوشان با استفاده از شاخص‌های عددی تنوع و روش Rarefaction

سما نویدی[۱]، حامد غباری[۲*] و امین صادقی[۲]

۱- دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد حشره شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان.

۲- به‌ترتیب استادیار و دانشیار حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان.

*مسئول مکاتبه: h.ghobari@uok.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۲۳

## چکیده

در این مطالعه کارایی چندین نوع تله‌ی مختلف شامل تله‌های پنجره‌ای و سطلی جذبی (تله‌های سطلی سفید، زرد، قرمز، بنفش و آبی) در به دام‌انداختن حشرات راسته‌ی سخت‌بالپوشان در دو عرصه‌ی مرتعی و زراعی ایستگاه تحقیقات کشاورزی سارال در استان کردستان ارزیابی شد. در طی این تحقیق، ۱۸۵۰۹ فرد متعلق به ۱۹ خانواده از راسته‌ی سخت‌بالپوشان توسط تله‌های مورد مطالعه به دام افتاد. نتایج نشان داد که منحنی ریرفکشن تله‌ی پنجره‌ای نسبت به منحنی‌های ریرفکشن تله‌های جذبی رنگی بیشترین هماهنگی و تخمین را از نظر تعداد خانواده و تعداد افراد به دام افتاده با منحنی‌های ریرفکشن میزان کل هر کدام از دو عرصه‌ی مورد مطالعه داشت. همچنین در عرصه‌ی مرتعی مورد مطالعه، بین تله‌های مختلف در سطح ۵ درصد از نظر میزان شاخص شانن-واینر (P=۰، df=۵، F=۳۷/۰۷) و شاخص سیمپسون (P=۰، df=۵، F=۱۰/۸۷) در سطح خانواده تفاوت معنی‌دار وجود داشت، بطوریکه تله‌ی پنجره‌ای با میانگین شاخص شانن-واینر ۰/۹±۰/۰۶ Bit و شاخص سیمپسون ۵/۸±۱/۱ بالاترین سطح از تنوع را دارا بود. در عرصه‌ی زراعی نیز بین تله های مختلف از نظر میزان شاخص شانن-واینر (P=۰، df=۵، F=۱۶/۸۴) و شاخص سیمپسون (P=۰، df=۵، F=۹/۱۸) در سطح خانواده تفاوت معنی‌دار داشتند (α=0/05)، به‌طوریکه تله‌ی پنجره‌ای با میانگین شاخص شانن-واینر ۰/۹±۰/۰۲ Bit و شاخص سیمپسون ۶/۱±۰/۵ و تله‌ی سطلی سفید با میانگین شاخص شانن-واینر ۰/۸ ±۰/۰۸ Bit و میانگین شاخص سیمپسون ۵/۶±۱/۵ بالاترین سطح از تنوع را در سطح خانواده نشان دادند.

**واژه‌های کلیدی**: کردستان، سخت بالپوشان، شاخص تنوع، ریرفکشن، تله.

## مقدمه

راسته‌ی سخت‌بالپوشان با داشتن بیش از ۳۵۰۰۰۰ گونه‌ی توصیف شده بزرگترین راسته‌ی حشرات و بی-مهرگان می‌باشد (Gullan and Kranston, 2005) و یک سوم گونه های توصیف شده در کل جهان را به خود اختصاص می‌دهد (Kaynas and Gurcan, 2005). این حشرات در تمام سطوح تغذیه‌ای حضور داشته و نقش کلیدی را در جریان انرژی و مواد بر عهده دارند (Orgeas and Andersen, 2001). بسیاری از گونه‌های این راسته جزو مهم ترین آفات در زیستگاه‌های طبیعی و غیرطبیعی می‌باشند (Barimani et al., 2009). راسته‌ی سخت-بالپوشان به عنوان بزرگ‌ترین راسته‌ی گروه بی‌مهرگان جانشین خوبی برای نشان دادن غنا گونه‌ای کل جامعه‌ی بی‌مهرگان و مطالعات تنوع زیستی هستند (Neumann, 1979, Hosking, 1979, Moeed and Meads, 1985). بطوریکه می توان گفت راسته‌ی مذکور می‌تواند مناسب ترین گروه به رسمیت شناخته شده برای نشان دادن تنوع زیستی در پوشش‌های گیاهی مختلف باشد (Hutcheson et

al., 1999). با توجه به مطالب بیان شده، استفاده از روش-های مناسب نمونه برداری جهت بررسی تنوع زیستی حشرات مذکور و روش های آماری جهت سنجش کارایی روش های نمونه‌برداری مورد نظر می تواند در ارائه‌ی روشی مناسب جهت تخمین تنوع زیستی این گروه از حشرات که تنوع بالایی از نظر بیولوژیکی و زیستگاه دارند, اهمیت داشته باشد. مطالعات متعددی در زمینه‌ی استفاده از تله‌های مختلف جهت بررسی و تخمین تنوع زیستی راسته مذکور صورت گرفته است. بطورمثال Hosking (۱۹۷۹) کارایی تله‌های چسبنده، مالیز و پنجره ای را از نظر به دام‌انداختن سخت‌بالپوشان مورد بررسی قرار داد، در مثالی دیگر Fagundes و همکاران (۲۰۱۰) تنوع گونه‌ای سخت‌بالپوشان ناحیه‌ی سانتاماریای برزیل را در پنج منطقه‌ی زیست‌محیطی مختلف با استفاده از تله های گودالی مورد بررسی قرار دادند.

Banerjee (۲۰۱۴) در بررسی تنوع سخت‌بالپوشان سه منطقه‌ی مختلف در غرب بنگال، از تله‌های گودالی و نوری برای نمونه‌برداری استفاده کرد. او با نصب این تله-ها در سه زیستگاه مختلف، ضمن شکار و شناسایی نه خانواده از این سوسک‌ها، فراوانی آنها را نیز در این زیستگاه‌ها مورد مقایسه‌ی آماری قرار داد. در مطالعه‌ای دیگر، Ghobari و همکاران (۲۰۱۳) تنوع زیستی سوسک های خانواده Buprestidae را با استفاده از تله‌های پنجره-ای، سطلی و چسبی رنگی در زیستگاه‌های متفاوت استان کردستان بررسی کردند.

همچنین Skvarla و Ashley (۲۰۱۷) در جنگل‌های آرکانزاس آمریکا، کارایی تله‌های مختلف مالیز، گودالی و سطلی رنگی را بصورت ترکیبی برای جمع‌آوری بعضی خانواده‌های مختلف راسته‌ی سخت‌بالپوشان شامل Cerambycidae، Carabidae، Buprestidae و برخی از خانواده های بالاخانواده Curculionoidea مورد مطالعه قرار دادند. در همین راستا هدف از انجام این تحقیق بررسی و مطالعه کارایی چندین نوع تله‌ی تصادفی و جذبی در به دام‌انداختن افراد راسته سخت بالپوشان در سطح خانواده در دو زیستگاه متفاوت مجاور هم بود.

## مواد و روش‌ها

### منطقه‌ی آزمایش

این پژوهش و نمونه‌برداری‌های مربوط به آن در فصول بهار و تابستان سال ۱۳۹۳ و در عرصه‌های زراعی و مرتعی مجاور هم (فاصله تقریبی دو عرصه ۵۰۰ متر) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سارال (خرکه سابق) استان کردستان انجام گرفت. ایستگاه در فاصله ۶۵ کیلومتری شمال شهر سنندج با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی واقع، و ارتفاع آن ۲۰۷۰ متر از سطح دریا قرار دارد. عرصه‌ی زراعی مورد نمونه برداری، دارای سابقه‌ی کشت چندین ساله‌ی گندم دیم بوده و عرصه‌ی مرتعی نیز دارای پوشش گیاهی بسیار مناسب بود که از نظر درجه بندی مرتع جزء مراتع درجه اول کشور محسوب می شود و دارای تنوع گیاهی مناسبی بود بطوریکه در هر دامنه انواع گروههای مختلف گیاهان شامل بوته‌های خشبی، گندمیان، پهن‌برگان علفی و شبه گراسها قابل مشاهده است (غباری، ۱۳۹۱).

### روش نمونه برداری

در این مطالعه جهت نمونه‌برداری و جمع‌آوری حشرات از تله‌های مختلف تصادفی و جذبی به شرح زیر استفاده شد.

تله‌ی پنجره‌ای که برای تهیه آن از یک سطل سفید با ابعاد ۳۰×۲۰ و دو صفحه‌ی پلکسی شفاف متقاطع با ابعاد ۴۰ ×۲۰ سانتی‌متر در بالای سطل استفاده شد. تله در ارتفاع ۱۲۰ سانتی متری بروی یک پایه‌ی چوبی قرار گرفت (شکل ۱). جهت به دام افتادن حشرات توسط تله‌ی مذکور، یک سوم از حجم سطل سفید رنگ توسط محلول ۵۰:۵۰ آب و ضد یخ پر شد. علت استفاده از محلول ضدیخ جلوگیری از تبخیر آب در طول مدت زمان نمونه‌برداری بود (Sabu and Shiju 2009). در هر یک از عرصه‌ی مورد

مطالعه تعداد چهار عدد تله‌ی پنجره ای نصب شدند. هر ۲۰ روز یکبار نمونه های به دام افتاده در تله های مذکور جمع آوری و محلول آب و ضدیخ تله‌ها تعویض شد.

شکل ۱- تله‌ی پنجره ای نصب شده در عرصه‌ی زراعی ایستگاه تحقیقات کشاورزی سارال (استان کردستان).

**Figure 1. A deployed window trap in the farm of Saral agricultural research station (Kurdistan province).**

**تله‌ی سطلی رنگی**

برای ساخت تله‌های سطلی رنگی از سطل‌های پلاستیکی با ارتفاع ۱۲ سانتیمتر و قطر ۱۰سانتی‌متر استفاده شد (غباری، ۱۳۹۱ Barimani et al., 2009) Sakalian and Langourov, 2004), (شکل ۲). رنگ‌های مورد استفاده در این تله‌ها عبارت بودند از: سفید، زرد، قرمز، بنفش و آبی. تله‌های سطلی مورد نظر توسط سیم مفتولی نرم در ارتفاع یک متری از سطح زمین با فاصله نیم‌متری از همدیگر مستقر گردید و تا یک سوم حجم تله‌ها توسط محلول ۵۰:۵۰ آب و ضد یخ پر شدند. تله های مذکور هر ۲۰ روز یک بار مورد بازدید قرار گرفته و نمونه‌های به دام افتاده در آنها جمع آوری شده و سپس محلول آب و ضد یخ تعویض می‌گردید. در هریک از عرصه های مورد مطالعه از هر کدام از پنج نوع تله‌های سطلی رنگی چهار عدد تله نصب شد

**نحوه‌ی جمع‌آوری، شناسایی و شمارش نمونه‌های به دام افتاده در تله‌های مختلف**

تمام تله‌های مورد استفاده هر ۲۰ روز یک‌بار بازدید شده و نمونه‌های به دام افتاده جمع‌آوری و درون ظروف پلاستیکی منتقل شدند. مشخصات هر کدام از تله ها که شامل تاریخ نمونه‌برداری و نوع تله بود، به تفکیک بروی ظروف نگهداری نمونه‌ها قید شد. تله‌های مستقر در عرصه‌های مورد نظر نیز بعد از هر بار نمونه‌برداری، جهت به دام انداختن نمونه‌های جدید دوباره آماده‌سازی می‌شدند.

نمونه‌های به دام افتاده در تله‌های مختلف در آزمایشگاه بیوسیستماتیک حشرات دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان بر اساس نوع تله تفکیک شده، سپس با آب مقطر آب‌شویی شده و در ادامه جهت آبگیری نمونه‌ها از غلظت‌های مختلف الکل شامل الکل ۳۰ درصد، ۵۰ درصد، ۷۰ درصد و ۹۰ درصد استفاده شد. نمونه‌های

آماده شده با روش‌های استاندارد و بر اساس کلیدهای شناسایی معتبر(Borror and Delong, 2005) تا سطح خانواده شناسایی شدند.

شکل ۲- تله‌های سطلی رنگی نصب شده در عرصه‌ی مرتعی ایستگاه تحقیقات کشاورزی سارال (استان کردستان).

**Figure 2. Deployed colored pan traps in the farm of Saral agricultural research station ( Kurdistan province).**

**آنالیز داده‌ها**

پس از شمارش نمونه‌های شناسایی شده و به دست آوردن داده‌های خام، ابتدا در هر قسمت از آنالیز تست نرمالیته با دو آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk) انجام گرفت. در صورت نرمال نبودن داده‌ها جهت نرمال کردن از نرم افزار IBM SPSS Statistics 20، به روش Ln (x+1) استفاده شد.

جهت بررسی کارایی تله‌ها در به دام انداختن خانواده‌های مختلف راسته‌ی سخت‌بالپوشان، از روش آماری ریرفکشن و مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع شانن-واینر و سیمپسون در سطح خانواده استفاده شد. ریرفکشن یک روش آماری برای تخمین تعداد تاکسون‌های مورد انتظار از یک مجموعه انتخاب شده بطور تصادفی در یک نمونه است. در این تحقیق ابتدا نمودار ریرفکشنی که بر اساس میزان کل نمونه های به دام افتاده توسط تمامی تله های جذبی و تصادفی برای هر کدام از عرصه‌های زراعی و مرتعی رسم شد (از این به بعد با نمودار ریرفکشن کل از آن یاد می شود). در ادامه نمودارهای ریرفکشن رسم شده بر اساس داده‌های به دست آمده از هر کدام از تله‌های تصادفی و جذبی با نمودار ریرفکشن کل مورد مقایسه قرار گرفت تا بر اساس آن و هر کدام از تله‌ها که دارای بیشترین هماهنگی در تخمین خانواده‌های سخت‌بالپوشان در عرصه ها را دارا بود به عنوان کارآمدترین تله معرفی شود.

برای محاسبه‌ی تنوع‌زیستی در سطح خانواده از دو شاخص غیر پارامتریک (عددی) شامل شاخص تنوع شانن-واینر و شاخص تنوع سیمپسون استفاده شد.

شاخص تنوع شانن-واینر براساس فرمول زیر محاسبه می شود:

$$H' = -\sum_{i=1}^{n}(p_i \ln p_i) \qquad (۱)$$

در این رابطه:

$P_i$ نسبت فراوانی گونه‌ی i ام؛

$n$ تعداد گونه‌ها و ln لگاریتم طبیعی است.

هرچه میزان این شاخص بالاتر باشد، نشان دهنده‌ی تنوع بالاتر جامعه مورد نظر و ناهمگن تر و نامتجانس تر بودن آن است. عدد بالای به دست آمده از این رابطه نشان دهنده‌ی شدید بودن عدم تجانس در جامعه و عدد پایین نیز بیانگر همگن بودن جامعه است.

شاخص سیمپسون دیگر شاخص تنوع مهم مورد استفاده در محاسبات تنوع جوامع است، شاخص مذکور بر اساس احتمال اینکه دو فرد جمع‌آوری شده به طور تصادفی متعلق به یک تاکسون باشد، محاسبه می شود، در نتیجه میزان تنوع با رابطه‌ی سیمپسون ارتباط معکوس دارد، لذا نحوه‌ی محاسبه میزان تنوع بر اساس عکس شاخص سیمپسون بصورت ذیل صورت می گیرد:

$$\frac{1}{D} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} p_i^2} \qquad (۲)$$

در این معادله $p_i$ نشان دهنده‌ی نسبت افراد گونه‌ی $i$ ام و $n$ تعداد کلّ گونه‌ها است و مقدار $D$ نیز بین ۱ تا $n$ تغییر می‌کند.

با استفاده از نرم افزار BioDiversity Pro. Ver. 2 (McAleece et al., 1997)، شاخص‌های تنوع عددی مزبور و نمودارهای ریرفکشن برای تله های مختلف در سطح خانواده های مختلف سخت بالپوشان محاسبه و رسم شد.

**نتایج و بحث**

در طی فصول نمونه برداری (۷ مرحله‌ی نمونه برداری، هر ۲۰ روز یکبار)، ۱۸۵۰۹ نمونه از راسته‌ی سخت‌بالپوشان با استفاده از انواع تله ها جمع آوری شد، که از این تعداد ۱۰۸۸۳ نمونه از عرصه زراعی و ۷۲۲۶ نمونه از عرصه‌ی مرتعی بدست آمد. از این تعداد نمونه، ۱۹ خانواده از عرصه‌ی زراعی و ۱۸ خانواده از عرصه‌ی مرتعی شناسایی شدند.

محاسبه‌ی شاخص های تنوع زیستی عددی شانن- واینر و سیمپسون نشان داد که در هر دو عرصه‌ی مورد مطالعه عملکرد تله‌های مورد آزمایش از نظر شاخص‌های عددی تنوع‌ریستی در سطح ۵ درصد متفاوت بود (P=۰، df=۵، F=۳۷/۰۷). در عرصه‌ی مرتعی مقایسه میانگین‌های شاخص مذکور به روش دانکن نشان داد که از میان تله‌های مورد استفاده، تله‌ی پنجره‌ای و تله‌ی سطلی سفید بالاترین میزان میانگین شاخص تنوع‌زیستی را دارا بودند و تله‌ی سطلی قرمز نیز کمترین میزان شاخص مورد محاسبه را به خود اختصاص داده بود، همچنین در تله‌ی پنجره‌ای بیشترین تعداد خانواده (۱۸ خانواده) و در تله سطلی قرمز کمترین تعداد خانواده (۱۱ خانواده) در عرصه مرتعی مورد مطالعه به دام افتاده بودند (جدول ۲). در عرصه زراعی نیز مقایسه میانگین شاخص‌های مذکور نشان داد که تله‌های پنجره‌ای و سطلی سفید بالاترین میزان شاخص‌ها را به خود اختصاص داده و تله‌ی سطلی قرمز نیز کمترین میزان شاخص‌های مورد نظر را دارا بود. همچنین تله‌ی پنجره‌ای بیشترین تعداد خانواده (۱۸ خانواده) و تله‌ی سطلی قرمز کمترین تعداد خانواده (۱۲ خانواده) را در عرصه مرتعی به دام انداخته بودند (جدول ۳). لازم به ذکر است که تله‌ی پنجره‌ای هم در عرصه‌ی مرتعی و هم عرصه‌ی زراعی مورد مطالعه بالاترین تعداد افراد به دام افتاده از خانواده‌های مختلف (به ترتیب ۳۴۴۲ و ۵۰۰۷ فرد) را دارا بود. با هدف ارزیابی کارایی تله‌های مختلف و اینکه کدامیک از تله‌ها توانسته عمده خانواده‌های موجود در منطقه را متناسب با افزایش تعداد افراد به دام بیاندازد، میزان کارایی

با روش آماری دورن یاب ریرفکشن نیز بررسی شد. نتایج نشان داد که در عرصه‌ی مرتعی، منحنی نمودار ریرفکشن رسم شده مربوط به تله‌ی پنجره‌ای بیشترین هماهنگی و تخمین را از نظر تعداد افراد به دام افتاده و نوع خانواده‌های مختلف با منحنی ریررفکشن رسم شده کل (شامل تمام نمونه ها و خانواده‌ی به دام افتاده توسط تمامی تله ) داشت. بطوریکه از ۱۹ خانواده‌ی جمع آوری شده توسط تمامی تله ها، ۱۸ خانواده با استفاده از تله‌ی مذکور جمع آوری شده بود. علاوه بر این، در تعداد نمونه

جدول ۱- فراوانی نمونه‌های شکار شده متعلق به خانواده‌های مختلف پروازی راسته‌ی سخت بالپوشان بوسیله تله‌های مختلف در عرصه‌های زراعی و مرتعی ایستگاه تحقیقات کشاورزی سارال (استان کردستان).

**Table 1. Abundance of trapped specimens of different flying coleopteran families with different traps in the farm and rangeland of Saral agricultural research station (Kurdistan province).**

| **Family** (خانواده) | **Farm** (عرصه زراعی) | **Rangeland**(عرصه مرتعی) | **Total**(تعداد کل) |
|---|---|---|---|
| Bruchidae | 263 | 581 | 844 |
| Buprestidae | 112 | 125 | 237 |
| Carabidae | 67 | 13 | 37 |
| Cantharidae | 785 | 143 | 928 |
| Cerambycidae | 52 | 24 | 76 |
| Chrysomelidae | 67 | 13 | 80 |
| Cleridae | 50 | 47 | 97 |
| Coccinellidae | 211 | 115 | 326 |
| Curculionidae | 87 | 42 | 129 |
| Elateridae | 123 | 131 | 254 |
| Glaphyridae | 3899 | 3369 | 7268 |
| Histeridae | 6 | 19 | 25 |
| Meloidae | 158 | 126 | 284 |
| Melyridae | 1461 | 1401 | 2856 |
| Mordellidae | 402 | 404 | 806 |
| Scarabaeidae | 1917 | 939 | 2856 |
| Staphylinidae | 1263 | 121 | 1384 |
| Tenebrionidae | 2 | 13 | 15 |
| Tetratomidae | 1 | 0 | 1 |
| **Total** (جمع کل) | **10883** | **7626** | **18509** |

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین شاخص تنوع‌زیستی عددی (شاخص شانن-واینر و سیمپسون)، تعداد خانواده‌های به دام افتاده پروازی و فراوانی افراد به دام افتاده از خانواده‌های مختلف سخت‌بالپوشان در تله های مستقر شده در عرصه‌ی مرتعی ایستگاه تحقیقاتی سارال (استان کردستان).

**Table 2. Comparison of average of numerical biodiversity indices (Shannon -Wiener and Simpson indices), number of trapped flying families and their abundance of trapped specimens of coleoptera with different traps in the rangeland of Saral agricultural research station (Kurdistan province)**.

| | Window trap | Yellow pan trap | Red pan trap | Blue pan trap | White pan trap | Purple pan trap |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Shannon-Wiener Index (H') average** | 0.9±0.06 (a) | 0.6±0.08 (b) | 0.1±0.1 (c) | 0.7±0.04 (b) | 0.9±0.03 (a) | 0.7±0.02 (b) |
| **Simpson Index average(1/D)** | 5.8∧±1.1(ab) | 2.7±0.6 (cd) | 1.1±0.01 (d) | 4±0.4 (bc) | 6.5±0.2 (a) | 4.8±0.7 (ab) |
| **Number of trapped families** | 18 | 17 | 11 | 15 | 16 | 13 |
| **Abundance of trapped individuals** | 3443 | 633 | 1772 | 462 | 555 | 128 |

*** The Different letters indicate statistically significant differences between groups by Duncan's test (5%).**

جدول ۳- مقایسه‌ی میانگین شاخص تنوع زیستی عددی (شاخص شانن-واینر و سیمپسون)، تعداد خانواده به دام‌افتاده و فراوانی افراد به دام‌افتاده از خانواده‌های مختلف سخت بالپوشان در تله های مستقر شده در عرصه‌ی زراعی ایستگاه تحقیقاتی سارال (استان کردستان).

**Table 3. Comparison of average of numerical biodiversity indices (Shannon -Wiener and Simpson indices), number of trapped flying families and their abundance of trapped specimens of coleoptera with different traps in the farm of Saral agricultural research station (Kurdistan province)**.

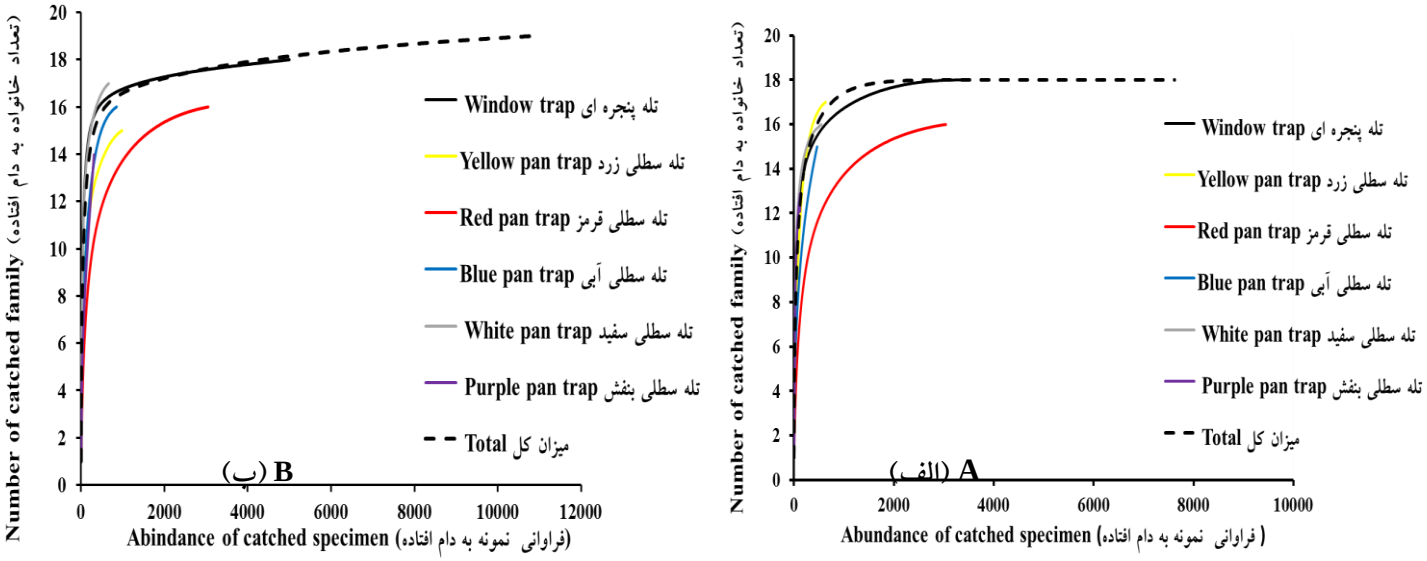
| | Window trap | Yellow pan trap | Red pan trap | Blue pan trap | White pan trap | Purple pan trap |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Shannon-Wiener Index (H') average** | 0.9±0.02 (a) | 0.6±0.1 (c) | 0.1±0.1 (d) | 0.7±0.09 (bc) | 0.8± 0.08(ab) | 0.5± 0.03(c) |
| **Simpson Index average(1/D)** | 6.1±0.5 (a) | 3±0.9(d) | 1.1±0.2 (d) | 3.7±0.7 (bc) | 5.6±1.5 (ab) | 2.6 ±0.2 (cd) |
| **Number of trapped families** | 18 | 15 | 12 | 16 | 17 | 14 |
| **Abundance of trapped individuals** | 5007 | 980 | 2075 | 852 | 669 | 312 |

*** The Different letters indicate statistically significant differences between groups by Duncan's test (5%).**

برداری پایین تر، تله‌ی سطلی زرد رنگ توانسته بود ۱۷ خانواده را به دام بیاندازد، در حالیکه در مورد تله‌ی پنجره‌ای باید به تعداد نمونه برداری افزود تا بتوان اغلب خانواده ها را به دام انداخت. بطور کلی بر اساس منحنی رسم شده می توان اینگونه بیان کرد که در تعداد نمونه-برداری پایین، تله‌ی رنگی مذکور تعداد قابل توجه از خانواده‌های مختلف را به دام‌انداخته بودند اما با افزایش شدت نمونه برداری تله‌ی پنجره ای از تله‌های سطلی رنگی پیشی می گیرد (شکل۳). بر اساس نمودارهای رسم شده اینگونه می توان نتیجه گرفت که در تعداد نمونه برداری های پایین تله های رنگی از نظر تعداد خانواده‌ی به دام افتاده بهتر عمل کرده اند، اما بطور کلی با افزایش تعداد نمونه‌برداری‌ها، منحنی‌های تله‌ی پنجره‌ای در هر دو عرصه بیشترین هماهنگی چه ازلحاظ تنوع خانواده و چه

از لحاظ تعداد افراد به دام‌افتاده را با منحنی کل دارند (شکل ۳) و این می تواند نشان دهنده‌ی کارایی بهتر تله‌ی پنجره‌ای نسبت به تله‌های رنگی باشد.

یکی از مسایل مهم در ارزیابی تنوع‌زیستی راسته‌ی سخت‌بالپوشان، نوع و روش نمونه‌برداری می‌باشد که می‌تواند تاثیر زیادی بر ارزیابی صحیح و دقیق تنوع‌زیستی راسته‌ی مذکور داشته باشد. علاوه بر این، استفاده از تله‌ی مناسب برای به‌دام انداختن حشرات با قابلیت پرواز یکی از مسائل‌های اساسی در مطالعات میدانی حشره‌شناسی است (Ghobari et al., 2013). بنابراین در این تحقیق سعی شد تا کارایی تله‌های مختلف از لحاظ به دام انداختن حشرات راسته‌ی مذکور در سطح خانواده با استفاده از شاخص‌های تنوع‌زیستی و روش آماری ریرفکشن مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. نتایج نشان داد که بین تله‌های مورد استفاده، تفاوت معنی دار وجود دارد، بطوریکه همانگونه که در بخش نتایج به آن اشاره شد در هر دو عرصه مورد بررسی تله‌ی پنجره‌ای در میان تمامی تله‌های مورد استفاده از لحاظ تعداد خانواده، افراد به دام‌افتاده از خانواده های مختلف، شاخص‌های عددی تنوع‌زیستی و روش آماری ریرفکشن مناسب‌ترین تله بود. مطالعات نشان می‌دهد که تله‌ی پنجره‌ای در خیلی از موارد نسبت به سایر روش‌های جمع آوری، در نمونه برداری سخت‌بالپوشانی که قدرت پرواز دارند بسیار کاراتر بوده (Bouget et al., 2010) و نسبت به سایر تله‌ها از نظر به دام انداختن خانواده‌های راسته‌ی مذکور بسیار مناسب و انتخابی تر عمل می کند (Brustel, 2004). مطالعات متعدد، بوضوح کارایی این تله را در جمع‌اوری سخت‌بالپوشان نشان می دهد. بطور مثال Simila (۲۰۰۲) در طی یک تحقیق توانست با استفاده از تله‌ی پنجره‌ای به تنهایی تقریبا ۶۰ درصد از کل فون سخت بالپوشان دارای قدرت پرواز یک زیستگاه جنگلی را جمع آوری کند. در تحقیق حاضر نیز تله‌ی پنجره‌ای نه تنها نسبت به سایر تله ها به غیر تله‌ی سطلی سفید بسیار بهتر عمل کرده و اکثر خانواده های به دام افتاده در تمام تله ها را جمع اوری کرده است ( در هر دو عرصه بیش از ۹۰ درصد خانواده ها)، بلکه بالاترین فراوانی را از نظر تعداد افراد به دام افتاده از خانواده‌های مختلف راسته‌ی سخت‌بالپوشان را نسبت به دیگر تله‌ها در هر دو عرصه‌ی مرتعی و زراعی مورد مطالعه با بیش از ۴۵ ٪ از کل افراد به دام‌افتاده دارا بود. همین نتیجه را بطور واضح‌تر در نمودارهای ریرفکشن رسم شده و مقایسه نمودار ریرفکشن کل با دیگر تله‌ها می توان مشاهده کرد، بطوریکه در هر دو عرصه نمودار ریرفکشن تله‌ی پنجره‌ای بیشترین هماهنگی را از نظر فراوانی افراد به دام افتاده و تعداد خانواده جمع آوری شده با نمودار کل دارد. در این مطالعه تله‌ی سطلی سفید نیز هر چند از نظر شاخص‌های عددی تنوع و تعداد خانواده به دام‌افتاده در هر دو عرصه همانند تله‌ی پنجره‌ای عمل کرده، اما از نظر فراوانی افراد به دام افتاده به مراتب در سطح پایین‌تری از تله‌ی پنجره‌ای قرار گرفته است، بطوریکه در عرصه‌ی مرتعی تنها ۷٪ و در عرصه‌ی زراعی نیز ۶ ٪ از کل افراد به دام‌افتاده را به خود اختصاص داده بود. به نظر می رسد تله‌های سطلی رنگی شاید به علت ساختار طراحی خاصی که دارا می‌باشند، نتوانند حجم بالایی از حشراتی مانند سخت‌بالپوشان را به دام بیاندازند که این امر در ارزیابی تنوع‌زیستی راسته مذکور می تواند یک نقص عمده باشد، همچنان که در تحقیقی که در جنگل های جنوب غربی فرانسه نیز انجام گرفته نتایج نشان می‌دهد که تله‌ی پنجره‌ای نسبت به تله‌های طعمه‌ای و رنگی در جمع آوری سخت‌بالپوشان چوبخوار بهتر و کاراتر عمل کرده است ( Bouget et al., 2010). لازم به ذکر است که مقایسه منحنی ریرفکشن تله‌ی پنجره‌ای با دیگر تله های مورد استفاده در هر دو عرصه‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد که منحنی‌های تله‌ی پنجره‌ای در فراوانی‌های بالای ۱۰۰۰ فرد کاملا حالت خطی پیدا کرده که نشان از کارایی بالای تله‌ی مذکور در جمع‌آوری تقریبا تمام خانواده‌های موجود در منطقه مورد بررسی است (شکل ۱ و ۲).




**شکل ۳- منحنی‌های ریرفکشن رسم شده کل و انواع تله‌های نصب شده در عرصه‌ی مرتعی (الف) و عرصه‌ی زراعی (ب) ایستگاه تحقیقات کشاورزی سارال (استان کردستان).**

**Figure 3. The rarefaction curves of total and deployed different traps in the rangeland (A) and the farm (B) of Saral agricultural research station (Kurdistan province)**.

یکی از نکات حائز اهمیت در امر نمونه‌برداری از عرصه‌های مختلف مخصوصا زمانی که نمونه‌برداری جهت بررسی تنوع‌زیستی حشرات متعلق به راسته‌ی سخت‌بالپوشان این است که تله های پنجره‌ای نسب به سایر تله ها به آسانی قابل ساخت، نصب و تعویض هستند (Bouget et al., 2010).

نتایج مذکور می‌تواند در بررسی و ارزیابی خصوصیات تنوع‌زیستی سخت‌بالپوشان مخصوصا زمانی که روش‌های معمول جمع‌آوری مانند تور زدن کارایی لازم را ندارند و نمی توانند حشرات را در حجم بالا شکار کنند و یا توانایی جمع‌آوری نمونه های کمیاب و پنهان را ندارند، بسیار کارآمد باشد و به شدت می تواند در بررسی فونستیک خانواده های مختلف راسته‌ی سخت بالپوشان پروازی حائز اهمیت بوده و مورد استفاده قرار گیرد.

## منابع


غباری، ح. ۱۳۹۱. بررسی فنوستیک و تنوع گونه‌ای سوسک های چوبخوار خانواده Buprestidae Leach, 1815 در استان کردستان، پایان نامه دکتری، بیوسیستماتیک حشرات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

Banerjee M, 2014. Diversity and composition of beetles (Order: Coleoptera) of Durgapur, West Bengal, India. Psyche 1-7.

Barimani Varandi H, Kalashian, M Y and Barari H, 2009. Contribution to the knowledge of the jewel beetles (Coleoptera: Buprestidae) fauna of Mazandaran province of Iran. Caucasian Entomological Bulletin 5(1): 63-68.

Borror D J and Delong D M, 2005. An introduction to the study of insects. 7th Edition. Thomson Brooks. College Belmont, USA.

Bouget C, Brustel H, Brin A and Noblecourt T, 2010. Sampling saproxylic beetles with window flight traps: methodological insights. Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature 21-32.

Brustel H, 2004, "Polytrap™" a window flight trap for saproxylic beetles. 3rd Symposium and Workshop on the Conservation of Saproxylic Beetles. Riga / Latvia, 7th-11th July 2004.

Gullan P J and Cranston P S, 2005. The Insects: an outline of entomology. Blackwell Publishing Ltd, UK.

Fagundes C K, Di Mare R A, Wink C and Manfio D, 2010. Diversity of the families of Coleoptera captured with pitfall traps in five different environments in Santa Maria, RS, Brazil. Brazilian Journal of Biology (2), PP: 381-390.

Ghobari H, Nozari J and Kalashian M, 2013. Investigation of Buprestidae diversity by using different traps in rangelands of Kurdistan Province-IRAN. Soaj Entomological Studies (2) 57-61.

Hosking G P, 1979. Trap comparison in the capture of flying Coleoptera. New Zealand Entomologist 7(1): 87-92.

Hutcheson J, Walsh P and Given D, 1999. The potential value of indicator species in New Zealand conservation. Wellington, New Zealand, Department of Conservation.

Kaynas B K and Gurkan B, 2005. Changes in Buprestidae (Coleoptera) community with successional age after in a Pinus brutia forest. Journal of Pest Science (78): 53-55.

McAleece N, Gage J D G, Lambshead P J D and Paterson G L J, 1997. BioDiversity Professional statistics analysis software. Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum London.

Moeed A and Meads M J, 1985. Seasonality of pitfall trapped invertebrates in three types of native forest in the Orongorongo Valley, New Zealand. New Zealand Journal of Zoology (12): 17-53.

Neumann F G, 1979. Beetle communities in eucalypt and pine forests on north-eastern Victoria. Australian Forest Research (9): 277-293.

Orgeas J and Andersen, A N, 2001. Fire and biodiversity: responses of grass-layer beetles to experimental fire regimes in an Australian tropical savanna. Journal of Applied Ecology (38): 49-62.

Sabu T and Shiju R, 2009. Efficacy of pitfall trapping, Winkler and Berlese extraction methods for measuring ground-dwelling arthropods in moistdeciduous forests in the Western Ghats. Journal of Insect Science 10(98): 1-17.

Sakalian V and Langourov M, 2004. Colour trap a method for distributional and ecological investigations of Buprestidae (Coleoptera). Acta Societatis Zoologicae Bohemicae 68: 53- 59.

Simila M, 2002. Patterns of beetle species diversity in Fennoscandian boreal forests: effects of forest age, naturalness and fertility and conversation with other forest-dwelling taxa. PhD thesis, University of Joensuu, Finland.

Skvarla M J and Ashley P G D, 2017. A comparison of trapping techniques (Coleoptera: Carabidae, Buprestidae, Cerambycidae, and Curculionoidea excluding Scolytinae). Journal of Insect science 17 (1): 1-28.

# Evaluation of the Efficiency of Different Traps to Capture some Flying Coleopteran Families Using Biodiversity Indices and Rarefaction Method

**S Navidi [1], H Ghobari [2*] and A Sadeghi[2]**

[1]M.Sc.Student of Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Iran.
[2]Assistant and Associate Professors, Respectively of Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Iran.
*Corresponding Author: h.ghobari@uok.ac.ir
Received: 15 October 2019 Accepted: 3 December 2018

## Abstract

In this study, the efficiency of different traps including window trap and colored pan traps (white, yellow, red, purple and blue ones) to capture members of the order Coleoptera was assessed in the two rangeland and farmland habitats of the Saral Agricultural Station of Kordestan province. During the study, a total of 18509 individuals from 19 families of the Coleoptera were collected using the different traps. The results showed that the rarefaction curve of window trap had the most coordination and estimation with total rarefaction curve. There was significant difference (α=5%) among the traps in value of Shannon-Wiener index (P=0, df=5, F=37.07) and Simpson index (P=0, df=5, F=10.87) in rangeland area. While window trap had higher mean Shannon- Wiener and Simpson indexes (0.9±0.06 Bit and 5.8±1.1 respectively) than colored pan traps. In farmland area, there also was significant difference (α=5%) among the traps in value of Shannon-Wiener (P=0, df=5, F=16.84) and Simpson indexes (P=0, df=5, F=9.18) in, while window trap and white pan traps had highest mean Shannon- Wiener index (0.9±0.02 Bit and 0.8±0.08 Bit respectively) and Simpson index (6.1±0.5 and 5.6±1.5 respectively).

**Keywords:** Biodiversity Index, Coleoptera, Kurdistan, Rarefaction, Trap.