



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"

دوره یازدهم، شماره بیست و دوم

<http://pec.gonbad.ac.ir>

بررسی نقش عوامل محیطی بر شدت آلودگی ملخ مراکشی (*Dociostaurus maroccanus*) بر اساس دانش کارشناسان بومی در مراتع شمال استان گلستان

ملوک رویان^{۱*}، عادل سپهری^۲، حسین بارانی^۳، علی افشاری^۴

^۱ دانش آموخته دکتری علوم مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
^۲ استاد اکولوژی گیاهی گروه مدیریت مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
^۳ دانشیار گروه مدیریت مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
^۴ دانشیار حشره شناسی کشاورزی گروه گیاه پزشکی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۲۶

چکیده

ملخ‌ها جزء مهمی از زنجیره‌های غذایی در مراتع به شمار می‌روند، اما در تراکم زیاد باعث وارد شدن آسیب به مراتع و محصولات کشاورزی می‌شوند. استان گلستان یکی از کانون‌های اصلی هجوم ملخ مراکشی (*Dociostaurus maroccanus*) در ایران محسوب می‌شود و همه‌ساله خسارت چشمگیری از سوی این ملخ به کشاورزان و مرتع‌داران این استان وارد می‌شود. با توجه به اهمیت عوامل محیطی - بوم‌شناختی در طغیان ملخ مراکشی، این تحقیق در سال ۱۳۹۹ به منظور تعیین اهمیت ۱۵ عامل محیطی بر شدت آلودگی به این ملخ بر اساس مصاحبه با ۲۰۰ نفر از کارشناسان محلی شامل کشاورزان، دامداران و داوطلبانی که سال‌ها در امر مبارزه با ملخ مراکشی در استان گلستان همکاری داشته‌اند، انجام شد. بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده از پرسشنامه‌ها و با استفاده از تحلیل عاملی چندمتغیره، نقش عوامل پانزده‌گانه محیطی رتبه‌بندی گردید. نتایج نشان داد که از بین عوامل محیطی مورد بررسی، شش عامل رطوبت خاک، بافت خاک، نوع پوشش گیاهی، میزان بارندگی، رطوبت نسبی هوا و دما به ترتیب اهمیت بیشتری نسبت به سایر عوامل داشتند. بر اساس نظر مصاحبه‌شوندگان، رویشگاه‌هایی که دارای خاک رسی - لومی، با رطوبت زیاد تا متوسط، شوری کم، میانگین بارندگی سالانه ۳۰۰-۱۰۰ میلی‌متر، رطوبت نسبی هوا ۸۰-۶۰ درصد و میانگین دمای هوای روزانه ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد باشند، توسط ملخ مراکشی بیش‌تر ترجیح داده می‌شوند. نتایج این پژوهش می‌تواند به مدیران کمک کند تا عوامل تاثیرگذار بر جمعیت ملخ مراکشی را شناسایی کرده و با تعیین زیستگاه‌های بالقوه آن، راهکارهای موثرتری برای مبارزه با این ملخ ارایه نمایند.

واژه‌های کلیدی: زیستگاه‌های بالقوه ملخ مراکشی، عوامل اکولوژیکی، تحلیل عاملی چند متغیره، پرسشنامه و مصاحبه

مقدمه

(Bazelet, 2011; Gerlach et al. 2013). به‌طور کلی، حضور ملخ‌ها در تراکم‌های کم، برای بهبود عملکرد مراتع و علفزارها حیاتی است (Branson et al., 2006) اما در دسته‌های بزرگ باعث بروز تخریب گسترده در مراتع و محصولات زراعی شده و می‌توانند بر معیشت و امنیت غذایی تقریباً ده درصد از جمعیت جهان تأثیر منفی بگذارند

ملخ‌ها (Order: Orthoptera) جزء مهمی در اکوسیستم‌های مرتعی هستند که با تغذیه یا تحریک رشد گیاهان، نقش مهمی در زنجیره‌ها و شبکه‌های غذایی ایفا می‌کنند (Stebaev, 1972; Belovsky, 2000). برخی از ملخ‌ها به‌عنوان شاخص اکولوژیکی برای ارزیابی کیفیت و کارایی شبکه‌های زیست‌محیطی اکوسیستم‌ها، پیشنهاد شده‌اند

^۱ نویسنده مسئول: Molook.royan@gmail.com

al., 1972; Chapman et al., 1979; Latchininsky et al., 1998; Abdel Rahman, 1999; Monard et al., 2009; Baldacchino et al., 2012). برخی ملخ‌ها ترجیح می‌دهند تخم‌های خود در خاک را به وسیله ریشه گندمیان حفظ کنند و برخی دیگر، زمین‌های باز و دارای سنگریزه را برای تخم‌گذاری ترجیح می‌دهند (Campbell et al., 2006). ملخ‌ها بیشتر در زیستگاه‌هایی مشاهده می‌شوند که درصد علوفه آن‌ها از ۴۰ درصد کم‌تر باشد (Anderson, 1964). بنابراین مناسب بودن یک زیستگاه برای تخم‌گذاری و نشوونمای ملخ‌ها، تحت تاثیر عواملی مانند نوع خاک، رطوبت خاک، دمای هوای سطح (دمای خاک)، بارندگی و درصد پوشش گیاهی قرار دارد (Symmons and Cressman, 2001; Pekel et al., 2010).

نتایج برخی مطالعات نشان دادند که خشکسالی موجب کاهش تنوع زیستی ملخ می‌شود (Kemp and Cigliano, 1995; Belovsky and Slade, 1994). درحالی که بارش‌های اواخر تابستان موجب سه برابر شدن تراکم جمعیت ملخ‌ها در سال بعد شده است (Chapman, 2008; Branson, 1990). نتایج مطالعه رابطه بین نشوونمای ملخ‌های مرتعی و رشد علوفه، دما و بارندگی نشان داد که تخم‌ها زمانی شروع به تفریخ می‌کنند که دمای خاک (در یک سانتی‌متری زیر سطح) به مدت حداقل ۲۰۰ ساعت به بالای ۱۵/۶ درجه سانتی‌گراد رسیده باشد. همچنین، ملخ‌ها با رسیدن دمای سطح خاک به ۱۳ تا ۱۶ درجه سانتی‌گراد، فعال شدند و تغذیه آن‌ها در دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد آغاز شد (Hewitt, 1979).

نتایج بررسی اثر عوامل آب و هوایی بر میزان آلودگی به ملخ در مراتع چند ایالت در آمریکا نشان داد که میزان نوع اثرات آب و هوایی برحسب عرض جغرافیایی متفاوت بود. سطح آلودگی به ملخ در دو ایالت شمالی (مونتانا و وایومینگ) با میانگین دمای سه‌ساله (جولای تا آگوست) ارتباط مثبت داشت، اما در ایالت‌های جنوبی (کلرادو و نیومکزیکو)، سطح آلودگی به ملخ با مقدار شاخص گرما/بارش در بهار و تابستان، ارتباط معنی‌دار داشت (Capinera and Horton, 1989).

نتایج مطالعه ارتباط بین تراکم جمعیت ملخ‌ها و پارامترهای آب و هوایی در جنوب آیداهو نشان داد که تقریباً در همه مکان‌ها، بین میانگین دمای ماهانه و تراکم ملخ، همبستگی مثبت وجود داشت (Fielding and Brusven, 1997; Latchininsky & Sivanpillai, 2010).

Seergev, 1997; Latchininsky & Sivanpillai, 2010). ملخ مراکشی، (*Orthoptera, Acrididae*) *Dociostaurus maroccanus* یک آفت خطرناک برای گیاهان مرتعی، محصولات زراعی و جنگل‌ها به شمار می‌رود و می‌تواند در مقیاس منطقه‌ای و محلی خسارت قابل توجهی ایجاد کند. این ملخ، یک آفت پلی‌فاژ است به طوری که ۱۵۰ گونه از ۳۳ تیره گیاهی (شامل ۵۰ محصول مهم کشاورزی) به عنوان میزبان آن گزارش شده است. دامنه جغرافیایی انتشار این ملخ به منطقه مدیترانه‌ای به‌ویژه کشورهای ایران، افغانستان، سوریه، عراق، جمهوری‌های شوروری سابق (آسیای میانه) و نواحی محدودی در اروپا (نواحی کوچکی در جنوب فرانسه و اسپانیا) و شمال آفریقا (الجزایر و مراکش) محدود است (Latchininsky, 1998; Latchininsky et al., 2002; Kambulin, 2018; Le Gall et al., 2019).

تاثیر عوامل محیطی بر جمعیت ملخ‌ها، توسط پژوهشگران مختلف مطالعه شده است (Waloff, 1966; Kimathi et al., 2020; Meynard et al., 2020; McCabe et al., 2021). شرایط آب و هوایی مانند تغییرات دما، به‌ویژه گرم شدن کره زمین (Lecoq and Pierozzi Jr, 1995; Le Gall et al., 2019; Peng et al., 2020)، دمای خاک (McCabe et al., 2021)، بارندگی، به‌ویژه بارش‌های شدید (Vandyke et al., 2020; Meynard et al., 2009)، رطوبت هوا (Meynard et al., 2017; McCabe et al., 2021) و باد (McCabe et al., 2021) نقش مهمی در بقا، نشوونما و تراکم جمعیت ملخ‌ها دارند. دما و رطوبت نسبی، سرعت نشوونمای جنینی تخم‌ها و پوره‌ها پس از خروج از تخم‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Hao & Kang, 2004; Chen et al., 2007). ارتفاع از سطح دریا، مهم‌ترین عامل توپوگرافیک تاثیرگذار بر تنوع ملخ‌ها گزارش شده است (Li et al., 2011). ملخ‌ها، خاک‌های لومی و محیط‌های نسبتاً گرم را برای تخم‌گذاری (Miao et al., 2018) و خاک‌های دارای رطوبت (Whipple et al., 2012) را برای زندگی انتخاب می‌کنند. نقش نوع پوشش گیاهی و درصد تاج پوشش گیاهی در زیست‌شناسی ملخ‌ها نیز در پژوهش‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است (رویان و همکاران Sanderson, 1939; Andrewartha, 1944; ۱۴۰۱; Uvarov, 1957; Ashell & Ellis, 1962; Ibrahim et

1990). نتایج یک پژوهش در ایالت وایومینگ آمریکا نشان داد که توزیع فراوانی‌های شیوع ملخ، تصادفی نیست و با پوشش گیاهی خاصی مانند سوزنی‌برگان جنس *Ponderosa* و ساوان که تنها ۵/۵ درصد از سطح این ایالت را پوشش می‌دهند و نیز شرایط خاک مرتبط است (Schell and Lockwood, 1997).

نتایج بررسی ارتباط بین عوامل بوم‌شناختی - محیطی و تراکم جمعیت و شدت آلودگی ملخ‌ها در نقاط مختلف دنیا، به نقش کلیدی عوامل مختلفی مانند دما و بارندگی (Vandyke et al., 2009)، آتش مدیریت‌شده و چرای دام (Jonas and Joern, 2007)، ارتفاع از سطح دریا و میزان خوش‌خوراکی گیاهان (Descombes et al., 2017)، میزان بارندگی، رطوبت و دمای خاک و پوشش گیاهی (McCabe et al., 2021; Sun et al., 2022) اشاره می‌نمایند.

ملخ مراکشی (*Thunberg Dociostaurus maroccanus*) به عنوان یک آفت مهم در استان گلستان، دارای دوره‌هایی با شدت‌های آلودگی (ترکیب تراکم ملخ و تکرار وقوع آلودگی) مختلف بوده است و طی این سال‌ها، خسارت‌های زیادی به مراتع (به عنوان کانون اصلی نشوونما) و محصولات کشاورزی وارد کرده است (رویان، ۱۴۰۱). اگرچه مطالعات پراکنده‌ای در خصوص بیواکولوژی ملخ مراکشی (شادی، ۱۳۸۰) و ارتباط بین برخی ویژگی‌های گیاهی و تراکم این ملخ در مراتع (رویان و همکاران، ۱۴۰۱) در استان گلستان انجام شده است، اما در زمینه عوامل محیطی موثر بر تراکم و شدت آلودگی این ملخ در کشور، تاکنون مطالعه‌ای نشده است. شیوه معمول مطالعات در حوزه منابع طبیعی، نمونه‌برداری میدانی بوده و پژوهش‌گر در یک دوره زمانی کوتاه به نمونه‌گیری و ارزیابی از منطقه می‌پردازد (نمونه‌برداری کوتاه‌مدت). این روش نمونه‌برداری در عین سودمندی در انجام برخی پژوهش‌ها، برای مطالعات مربوط به ملخ‌ها که یک پدیده‌ای دینامیک است، ممکن است نتایج کافی در پی نداشته باشد؛ اما استفاده از اطلاعات بالارزش، تجربه و دانش تجمیع شده افراد بومی که حاصل باورها، ارزش‌ها و آگاهی‌های محلی آنان بوده و بر اثر استفاده مکرر و اندوختن تجربیات فراوان در زمینه درست و نادرست بودن آن، به صورت مجموعه‌ای از روش‌ها و شیوه‌های گوناگون ارتباط بهینه با محیط درآمده است، می‌تواند مبنای مناسبی برای پژوهش‌های مرتعی باشد (کریمیان و

همکاران، ۱۳۹۳؛ افراخته، ۱۳۹۵). از سوی دیگر، به دلیل این که، شیوه انتقال این اطلاعات شفاهی است، در صورت جمع‌آوری و مستند نشدن، می‌تواند برای همیشه از دسترسی بشر خارج شوند. با توجه به اهمیت موضوع این پژوهش و فقدان و یا پراکندگی اطلاعات در مورد آن و یا مستند نبودن منابع در دسترس، این تحقیق با هدف تعیین درجه اهمیت عوامل محیطی موثر بر تراکم ملخ مراکشی با استفاده از اطلاعات کلیه کارشناسان و افراد مجرب محلی (شامل سمپاشان، دیده‌بانان، کشاورزان، دامداران، عشایر و افراد مطلع) که سال‌های متمادی و مستقیماً در امر مبارزه با ملخ (در مراتع شمال استان گلستان) نقش مستقیم داشته و اکثراً ساکن مناطق آلوده به ملخ هستند، انجام گرفت. نتایج این پژوهش علاوه بر مستندسازی اطلاعات شفاهی افراد مجرب محلی، می‌تواند به برنامه‌ریزی بهتر در مبارزه با ملخ مراکشی کمک نماید.

مواد و روش‌ها

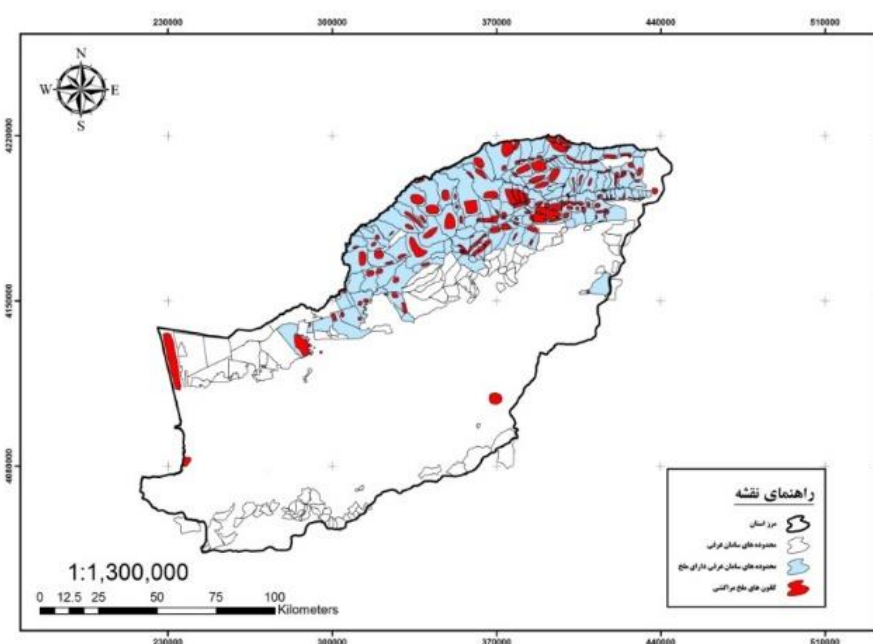
زمان و منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۹ در مراتع شمال استان گلستان شامل محدوده‌ای با طول جغرافیایی ۲۳° ۳۷' تا ۵۳° ۳۰' ۵۳' طول شرقی و عرض جغرافیایی ۵۳° ۵۵' ۳۳' تا ۴۱° ۰۳' ۵۶' عرض شمالی انجام شد. محدوده مورد مطالعه از ساحل دریای خزر در تالاب گمیشان (در شمال غرب) و روستای قره‌سو (در جنوب غرب) شروع شده و تا روستاهای مردم‌دره (در شمال شرق)، ده‌چناشک و لهن‌در (به ترتیب در جنوب و جنوب شرق) ادامه داشت (شامل محدوده‌ای در شهرستان‌های گمیشان، بندرترکمن، آق‌قلا، گنبد، مینودشت، کلاله، مراوه‌تپه و شهر کرد). این محدوده از شمال با کشور ترکمنستان، از جنوب با جنگل‌های جنوب استان، از شرق با استان خراسان شمالی و از غرب با دریای خزر همجوار است (رویان، ۱۴۰۱). ارتفاع از سطح دریا در محدوده مورد مطالعه از ۳۰- متر در روستای قره‌سو تا ۱۱۰۰ متر در روستاهای لهن‌در و ده‌چناشک متغیر بود. همچنین شیب عمومی منطقه از ۶-۰ درصد در مناطق پست گمیشان، بندرترکمن، آق‌قلا و گنبد تا ۶۰ درصد در مناطق کوهستانی (روستاهای مردم‌دره، دولت اورلان، آق‌قلا، لهن‌در و ده‌چناشک) نوسان داشت (بی‌نام، ۱۳۹۹). بر اساس اقلیم نمای دمارتن، بیشتر منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم خشک و برخی مناطق نیز دارای اقلیم‌های نیمه‌مرطوب معتدل

درجه سانتی‌گراد بود. رطوبت نسبی هوا در بیشتر این مناطق ۷۳-۷۰ درصد و در بقیه مناطق در سه محدوده ۷۰-۶۷، ۷۳-۷۶ و ۷۹-۷۶ درصد، گزارش شده است. میزان تبخیر و تعرق در منطقه مورد مطالعه از ۱۰۰۰ میلی‌متر در روستای قره‌سو در بندرترکمن تا ۲۲۸۶ میلی‌متر (روستاهای ترشکلی و دده‌الوم) متغیر بود. تقریباً در بیشتر مناطق، محدوده تبخیر و تعرق، ۱۸۰۰-۱۶۰۰ میلی‌متر بود (بی‌نام، ۱۳۹۹). کانون‌های آلودگی ملخ مراکشی در مراتع استان گلستان، در شکل ۱، مکان‌یابی شده است.

(منطقه گمیشان و بندرترکمن)، نیمه‌خشک معتدل، نیمه-خشک،

نیمه‌خشک سرد (روستای ده‌چناشک) و خشک‌سرد (روستای لهن‌در) بودند. میزان بارندگی در منطقه مورد مطالعه در محدوده‌های بارشی ۳۰۰-۲۰۰ میلی‌متر، ۴۰۰-۳۰۰ میلی‌متر (بیشتر مناطق)، ۴۰۰-۵۰۰ میلی‌متر و ۶۰۰-۷۰۰ میلی‌متر (دو منطقه لهن‌در و ده‌چناشک) قرار داشتند. تغییرات میانگین دمای در اکثر این مناطق، ۱۹-۱۶ درجه سانتی‌گراد و در بقیه مناطق ۱۶-۱۳ درجه سانتی‌گراد و در دو روستای لهن‌در و ده‌چناشک، ۱۳-۱۰



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه و کانون‌های آلودگی ملخ مراکشی در مراتع استان گلستان

پرسش‌نامه اصلی شد؛ به‌طوری‌که ظاهر سؤالات پرسش‌نامه، مرتبط، واضح و ساده باشند. سپس با مراجعه به تعدادی از کارشناسان، روایی و کیفیت پرسش‌نامه بررسی و پس از جمع‌آوری نظرات متخصصان و بازبینی و اصلاح پرسش‌نامه، اقدام به تدوین پرسش‌نامه نهایی در دو قسمت اصلی، الف) شامل مشخصات فردی، میزان سواد، تخصص و تجربه، محل زندگی و شماره تلفن فرد مصاحبه‌شونده و ب) شامل سؤالات اصلی پرسش‌نامه گردید.

این پژوهش از طریق مراجعه و انجام مصاحبه میدانی با ۲۰۰ نفر (حداکثر تعداد افراد مطلعی که امکان مصاحبه با آنها وجود داشت) از کارشناسان و خبرگان محلی که به‌طور فعال و میدانی در عرصه مبارزه با ملخ مراکشی در سال‌های مختلف در منطقه شرکت داشتند، در دو بخش الف) تعیین

نحوه انجام پژوهش: ابتدا متناسب با عوامل و

متغیرهای بوم‌شناختی و محیطی موثر بر تراکم ملخ مراکشی گزارش‌شده در مقالات داخلی و خارجی (Belovsky & Slade, 1995; Schell and Lockwood, 1997; Jonas and Joern, 2007; Branson, 2008; Descombes et al., 2017; Kimathi et al., 2020; Meynard et al., 2020; McCabe et al., 2021)، ۱۵ عامل محیطی شامل بافت خاک، رطوبت خاک، شوری خاک، میزان بارندگی، شدت یخبندان، دمای هوا، رطوبت هوا، باد، ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت شیب، نوع گیاه، درصد تاج‌پوشش، ارتفاع و تراکم گیاه، انتخاب شدند. پس از انتخاب عوامل محیطی و فهرست کردن سؤالات اولیه، اقدام به تبیین سؤالات

درجه اهمیت هر یک از عوامل محیطی موثر بر زیست‌شناسی ملخ (با استفاده از طیف لیکرت سه طبقه‌ای: درجه اهمیت کم=۱، درجه اهمیت متوسط=۲ و درجه اهمیت زیاد=۳) و (ب) تعیین سطوح موثر هر کدام از این عوامل محیطی (با استفاده از طیف لیکرت اصلاح شده شش گزینه‌ای انجام گرفت (جدول ۱). پایایی سنجش‌ها نیز به کمک ضریب کرونباخ مورد بررسی قرار گرفت (DeVon et al., 2007; Lang and Wilkerson, 2008; Holbert et al., 2013) و این ضریب برای هر یک از عوامل بوم-شناختی و محیطی به‌طور جداگانه محاسبه و در همه موارد، بالای ۷۰ درصد به دست آمد. اطلاعات جمع‌آوری شده از پرسشنامه از افراد مطلع و خبره در مورد درجه اهمیت تاثیرگذاری عوامل محیطی بر تراکم ملخ مراکشی در نرم افزار آماری PAST وارد شدند. به

منظور رتبه‌بندی نقش عوامل محیطی موثر بر تراکم ملخ، از آزمون چندمتغیره تحلیل عاملی (Factor Analysis) استفاده گردید (Brown, 2015). در نهایت، نمودار درجه اهمیت پارامترهای محیطی موثر بر تراکم ملخ با استفاده از دانش افراد خبره محلی به دست آمد (شکل ۲). سپس اطلاعات گردآوری‌شده، در نرم‌افزار صفحه گسترده اکسل وارد شد و در مورد هر کدام از عوامل پانزده‌گانه، درصد فراوانی هر یک از طیف‌های لیکرت پاسخ داده شده، محاسبه و در چهار بخش مجزا (عوامل خاکی، اقلیمی، توپوگرافی و گیاهی)، آماده گردید (جداول ۳-۶). در نهایت، جدول سطوح موثر عوامل محیطی بر تراکم و شدت آلودگی ملخ طبق نظر دانش افراد خبره محلی، تهیه شد (جدول ۷).

جدول ۱- پرسش‌های مرتبط با سطوح تاثیر عوامل محیطی - بوم‌شناختی موثر بر تراکم و شدت آلودگی ملخ مراکشی در مراتع شمال استان گلستان

عوامل محیطی - بوم‌شناختی	شرح سوال
عوامل خاک	۱- تاثیر بافت خاک بر تراکم ^۱ جمعیت ملخ در ۶ طبقه. رسی ^۱ ، رسی - لومی ^۲ ، سیلتی - لومی ^۳ ، شنی - لومی ^۴ ، شنی ^۵ همه‌ی خاک‌ها ^۶
	۲- تاثیر رطوبت خاک بر تراکم جمعیت ملخ در ۶ طبقه. خیلی کم: ۰-۲۰ درصد (۱)، کم: ۲۰-۴۰ درصد (۲)، متوسط: ۴۰-۶۰ درصد (۳)، زیاد: ۶۰-۸۰ درصد (۴)، خیلی زیاد: ۸۰-۱۰۰ درصد (۵)، همه سطوح رطوبتی ^۶
	۳- تاثیر شوری خاک بر تراکم جمعیت ملخ در ۶ طبقه. خیلی کم (۱)، کم (۲)، متوسط (۳)، زیاد (۴)، خیلی زیاد (۵)، همه سطوح شوری ^۶
عوامل اقلیمی	۱- تاثیر دمای مناسب بر تراکم جمعیت ملخ در ۶ طبقه. خیلی کم: ۱۵-۱۰ درجه سانتی‌گراد (۱)، کم: ۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد (۲)، متوسط: ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد (۳)، زیاد: ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد (۴)، خیلی زیاد: بیشتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد (۵)، همه سطوح دمایی ^۶
	۲- تاثیر رطوبت نسبی هوا بر تراکم جمعیت ملخ در ۶ طبقه. خیلی کم: ۰-۲۰ درصد (۱)، کم: ۲۰-۴۰ درصد (۲)، متوسط: ۴۰-۶۰ درصد (۳)، زیاد: ۶۰-۸۰ درصد (۴)، خیلی زیاد: ۸۰-۱۰۰ درصد (۵)، همه سطوح رطوبت هوا ^۶
	۳- تاثیر بارندگی بر تراکم جمعیت ملخ در ۶ طبقه. خیلی کم: کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر (۱)، کم: ۱۰۰-۳۰۰ میلی‌متر (۲)، متوسط: ۳۰۰-۵۰۰ میلی‌متر (۳)، زیاد: ۵۰۰-۷۰۰ میلی‌متر (۴)، خیلی زیاد: بیشتر از ۷۰۰ میلی‌متر (۵)، همه سطوح بارشی ^۶
یخبندان	۴- اثر باد بر تراکم جمعیت ملخ در ۶ طبقه. خیلی کم (۱)، کم (۲)، متوسط (۳)، زیاد (۴)، خیلی زیاد (۵)، تاثیر ندارد ^۶
	۵- آیا منطقه یخبندان داشته است؟ چه سالهائی؟ و آیا یخبندان بر تراکم جمعیت ملخ موثر است؟ بله (۱)، خیر (۲)

^۱ در این جدول، تاثیر عامل محیطی بر روی تراکم و شدت آلودگی ملخ مراکشی موردنظر بوده که به دلیل جلوگیری از تکرار، فقط کلمه تراکم، درج گردیده است.

^۲ بسیاری از افراد مصاحبه‌شونده با واژه‌های خاک‌های رسی، لومی و شنی به همراه استفاده از واژه‌های خاک‌های سفت و خاک‌های نرم آشنایی داشتند.

ادامه جدول (۱)

عوامل محیطی - بوم‌شناختی		شرح سوال
عوامل توپوگرافی	ارتفاع از سطح دریا	۱- تاثیر ارتفاع بر تراکم جمعیت ملخ در ۶ طبقه. بیشتر مسطح (۱)، تپه ماهوری و مسطح (۲)، کوههای متوسط (۳)، کوههای بلند (۴)، کوههای خیلی بلند (۵)، همه سطوح ارتفاعی (۶)
	شیب	۲- تاثیر شیب بر تراکم جمعیت ملخ در ۶ طبقه. تقریباً مسطح (۱)، ملایم (۲)، متوسط (۳)، زیاد (۴)، خیلی زیاد (۵)، همه شیب‌ها (۶)
	جهت شیب	۳- تاثیر جهت شیب بر تراکم جمعیت ملخ در ۵ طبقه. شیب‌های شمالی (۱)، شیب‌های جنوبی (۲)، شیب‌های شرقی (۳)، شیب‌های غربی (۴)، همه جهت‌های شیب (فرقی نمی‌کند) (۵) و در ادامه این پرسش: اهمیت جهت آفتاب‌گیر یا سایه‌گیر بودن بر تراکم جمعیت ملخ در ۳ طبقه. سایه‌گیر (۱)، آفتاب‌گیر (۲)، هردو جهت (۳)
عوامل پوشش گیاهی	نوع	۱- الف: نوع گیاهان مورد علاقه ملخ در مرحله پورگی در ۶ طبقه. گندمیان یک ساله و چندساله (۱)، پهن‌برگان علفی (۲)، بوته‌های کوتاه (۳)، درختچه و درختان (۴)، موارد ۱، ۲ و ۳ (۵)، همه موارد (۶)
	پوشش گیاهی	۱- ب: نوع گیاهان مورد علاقه ملخ در مرحله بلوغ در ۶ طبقه. گندمیان یک ساله و چندساله (۱)، پهن‌برگان علفی (۲)، بوته‌های کوتاه (۳)، درختچه و درختان (۴)، موارد ۱، ۲ و ۳ (۵)، همه موارد (۶)
	درصد	۲- درصد تاج‌پوشش موثر بر تراکم جمعیت ملخ در ۶ طبقه. خیلی کم: ۰-۲۰ درصد (۱)، کم: ۲۰-۴۰ درصد (۲)، متوسط: ۴۰-۶۰ درصد (۳)، زیاد: ۶۰-۸۰ درصد (۴)، خیلی زیاد: ۸۰-۱۰۰ درصد (۵)، همه سطوح درصد تاج پوشش گیاه (۶)
	تراکم گیاه	۳- تراکم گیاه موثر بر تراکم جمعیت ملخ در ۶ طبقه. خیلی کم (۱)، کم (۲)، متوسط (۳)، زیاد (۴)، خیلی زیاد (۵)، همه سطوح تراکم گیاه (۶)
	ارتفاع گیاه	۴- ارتفاع گیاه موثر بر تراکم جمعیت ملخ در ۶ طبقه. خیلی کم: کمتر از ۱۰ سانتی‌متر (۱)، کم: ۱۰-۳۰ سانتی‌متر (۲)، متوسط: ۳۰-۵۰ سانتی‌متر (۳)، زیاد: ۵۰-۱۰۰ سانتی‌متر (۴)، خیلی زیاد بیشتر از ۱۰۰ سانتی‌متر (۵)، همه سطوح ارتفاع گیاه (۶)

نتایج

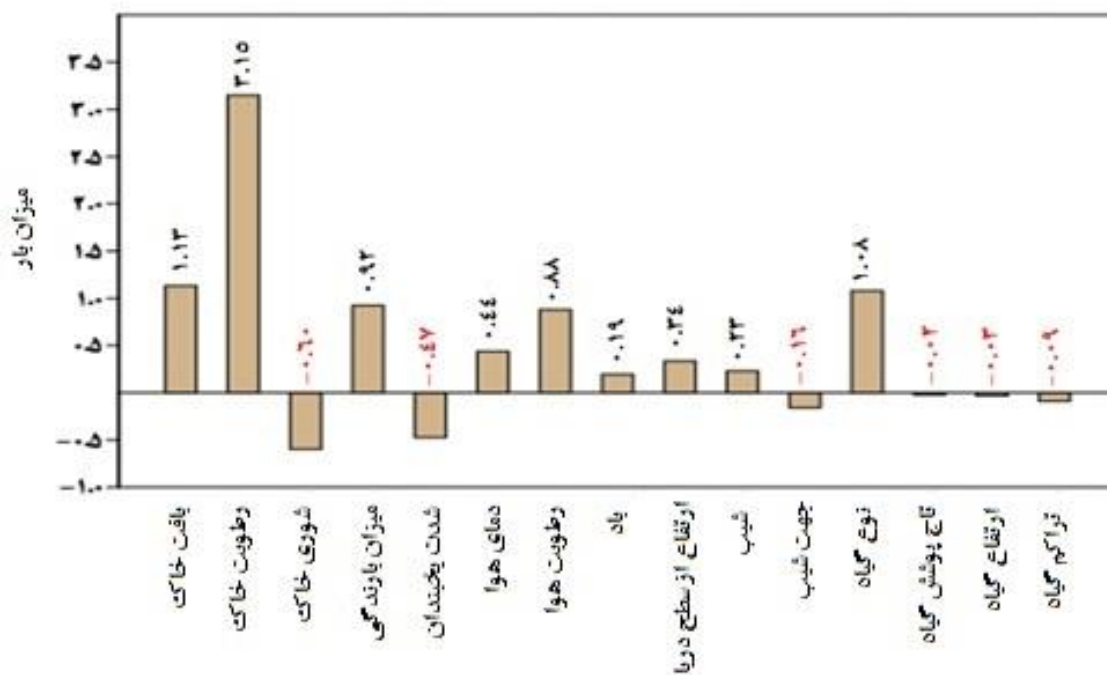
تعیین درجه اهمیت عوامل محیطی موثر بر تراکم و شدت آلودگی ملخ مراکشی

نتایج تحلیل عاملی نشان داد که از میان ۵ محور مورد بررسی، مقادیر ویژه محورها ۱ تا ۴ (به ترتیب ۱۹۰/۶۵، ۱/۳۶، ۱/۳۶ و ۱/۱۴)، بزرگ‌تر از ۱ بودند (جدول ۲). از میان این محورها، محور اول با ۹۵/۳۲ درصد، بیشترین سهم از واریانس را به خود اختصاص داد که این بدان معنا است

این محور به‌تنهایی ۹۵ درصد واریانس داده‌های حاصل از پرسشنامه افراد خبره محلی در خصوص درجه اهمیت عوامل محیطی موثر بر تراکم ملخ مراکشی را بر عهده داشت. بیشترین میزان بار نیز به عامل رطوبت خاک (۳/۱۵) تعلق داشت (شکل ۲) و پس از آن، پنج عامل بافت خاک (۱/۱۳)، نوع گیاه (۱/۰۸)، میزان بارندگی (۰/۹۲)، رطوبت هوا (۰/۸۸) و دمای هوا (۰/۴۴) به ترتیب بیشترین میزان بار را به خود اختصاص دادند.

جدول ۲- مقادیر ویژه پنج محور از ۱۵ محور آزمون تحلیل عاملی و درصد واریانس هر یک از آنها

محورهای ویژه	محور ۱	محور ۲	محور ۳	محور ۴	محور ۵
مقدار ویژه	۱۹۰/۶۵	۱/۳۶	۱/۳۶	۱/۱۴	۰/۹۷
سهم واریانس (درصد)	۹۵/۳۲	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۵۷	۰/۴۸



عوامل اکولوژیک موثر بر تراکم جمعیت ملخ مراکشی

شکل ۲- میزان بار هر یک از عوامل محیطی موثر بر تراکم جمعیت و شدت آلودگی ملخ مراکشی بر اساس آزمون تحلیل عاملی

افراد، رطوبت متوسط و زیاد را انتخاب کرده‌اند؛ بدین معنی که ملخ‌ها مکان‌هایی را که دارای رطوبت و آب بیشتری هستند مانند کنار رودخانه‌ها، آبگیرها و داخل دره‌ها را برای زندگی ترجیح می‌دهند. همچنین، اکثریت افراد (۷۱/۵ درصد) خاک‌های با سطح شوری کم ($EC < ۸$) میلی‌موس بر سانتی‌متر را برای تخم‌گذاری، گذران زندگی و افزایش جمعیت ملخ انتخاب کردند (جدول ۳).

الف) بافت خاک: بررسی نتایج حاصل از پرسش‌های مربوط به بافت خاک نشان داد که ۷۰ درصد از جمعیت پاسخگو، خاک‌های سفت مانند رسی - لومی و ۲۷/۵ درصد از افراد، خاک‌های سیلتی - لومی و شنی - لومی را برای تخم‌گذاری ملخ و متعاقباً افزایش جمعیت آن، مناسب می‌دانستند. نتایج حاصل از تحلیل اطلاعات جامعه پاسخگو درباره رطوبت خاک مناسب ملخ نشان داد که ۷۰ درصد

جدول ۳- طبقات بافت، رطوبت و شوری خاک منطقه مورد مطالعه و درصد افرادی که آن سطح را برای افزایش تراکم و شدت آلودگی ملخ مراکشی مناسب دانسته‌اند

کد طبقه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
بافت خاک	رسی	رسی - لومی	سیلتی - لومی	شنی - لومی	شنی	همه خاک‌ها
درصد افراد	۱	۷۰	۱۳	۱۴/۵	۰/۵	۱
رطوبت خاک	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	همه سطوح
درصد افراد	۱	۱۹/۵	۳۴	۳۶	۰	۹/۵
شوری خاک	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	همه سطوح شوری
درصد افراد	۱۵	۷۱/۵	۴/۵	۰	۰	۹

ب) عوامل اقلیمی: نتایج پرسشنامه درباره اثر عوامل اقلیمی بر تراکم و شدت آلودگی ملخ مراکشی (جدول ۴) نشان داد که ۵۷ درصد افراد مناسب‌ترین دما برای ملخ را دمای متوسط (۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد) دانسته و ۳۵/۵ درصد افراد دمای زیاد (۲۵-۳۰) را انتخاب کرده‌اند. با توجه به مقدار رطوبت هوای شمال استان گلستان (۶۷ تا ۷۹ درصد) (بی‌نام، ۱۳۹۹) و ایستگاه‌های هواشناسی گنبد و مراوه‌تپه طی سال‌های ۲۰۲۲-۲۰۱۰ و تقسیم‌بندی مقادیر درصد رطوبت نسبی هوا به پنج سطح مختلف، در مجموع ۷۹/۵ درصد افراد، رطوبت زیاد تا متوسط (به ترتیب، محدوده‌های ۸۰-۶۰ درصد و ۶۰-۴۰ درصد) را برای زندگی ملخ مراکشی و افزایش جمعیت آن، مناسب دانستند. بررسی نتایج حاصل از پرسشنامه درباره تاثیر میزان بارندگی بر جمعیت این ملخ نشان داد که بیشتر افراد متناسب با محل زندگی خود (و مشاهده ملخ در این مناطق)، میزان بارندگی کم (۱۰۰-۳۰۰ میلی‌متر) تا متوسط (۳۰۰-۵۰۰ میلی‌متر) را به عنوان محدوده موثر بر زندگی ملخ و افزایش تراکم و

تکرار وقوع آن، انتخاب کردند. طی دو سال گذشته، مقدار بارش در کل کشور و به تبع آن در شمال استان گلستان بسیار کمتر از محدوده‌های ذکر شده بوده است. بنابراین به نظر می‌رسد مناطقی با بارندگی کم (۱۰۰-۳۰۰ میلی‌متر) هم می‌تواند زیستگاه مناسبی برای ملخ مراکشی قلمداد شود. با این که چندین نوع باد در منطقه وجود دارد (مصاحبه با خبرگان محلی)، اما ۹۹ درصد جامعه پاسخگو معتقد بودند که باد به‌جز کمک به تغییر مسیر حرکت ملخ، نقشی در زندگی و افزایش تراکم ملخ مراکشی ندارد. با وجود وقوع یخبندان سراسری در استان طی دو سال ۸۶ و ۹۵ (رسیدن دمای هوا به ۱۳- درجه سانتی‌گراد) و نیز یخبندان‌های محلی در بعضی مناطق کوهستانی شرق استان، ۸۳/۵ درصد از افراد پاسخگو (با تکیه بر نظر بزرگان‌شان) بیان داشتند که یخبندان تاثیری بر تخم ملخ مراکشی ندارد و فقط ۱۶/۵ درصد از افراد معتقد بودند یخبندان می‌تواند موجب تخریب و کاهش تراکم تخم ملخ‌ها شود.

جدول ۴- طبقات عوامل اقلیمی و درصد افرادی که آن سطح را برای افزایش تراکم و شدت آلودگی ملخ مراکشی موثر دانسته‌اند

کد طبقه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
دما (درجه سانتی-گراد)	خیلی کم ۱۵-۱۰	کم ۱۵-۲۰	متوسط ۲۰-۲۵	زیاد ۲۵-۳۰	خیلی زیاد بیشتر از ۳۰	همه سطوح دمایی ۰/۵
رطوبت هوا (درصد)	خیلی کم (۲۰-۰)	کم (۴۰-۲۰)	متوسط (۶۰-۴۰)	زیاد (۸۰-۶۰)	خیلی زیاد (۱۰۰-۸۰)	همه سطوح رطوبتی ۳/۵
بارندگی (میلی‌متر)	کمتر از ۱۰۰ ۴	۱۰۰-۳۰۰ ۵۶/۵	۳۰۰-۵۰۰ ۳۸/۵	۵۰۰-۷۰۰ ۱	بیشتر از ۷۰۰ ۰	همه سطوح بارشی ۰
باد	خیلی کم ۰	کم ۰/۵	متوسط ۰	زیاد ۰/۵	خیلی زیاد ۰	تاثیر ندارد ۹۹

ج) توپوگرافی: نظرات جامعه پاسخگو درباره تاثیر توپوگرافی زمین بر جمعیت و شدت آلودگی ملخ مراکشی در جدول ۵ ارایه شده است. ۷۹/۵ درصد افراد، منطقه تپه-ماهوری و مسطح را به عنوان مناطق مناسب برای تخم-گذاری این ملخ انتخاب کردند. ۶۷ درصد از افراد پاسخگو،

شیب‌های ملایم و ۲۶ درصد آنها مناطق کاملاً مسطح را برای تخم‌گذاری ملخ مراکشی مناسب تشخیص دادند. ۸۲/۵ درصد افراد پاسخگو معتقد بودند تخم‌گذاری ملخ‌ها در شیب‌های آفتاب‌گیر انجام می‌شود، اما بعد از بیرون آمدن از تخم و به‌دست آوردن توانایی حرکت، به منظور پیدا کردن غذای کافی، به سمت جهت سایه‌گیر حرکت می‌کنند.

جدول ۵- سطوح مختلف ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت شیب و درصد افرادی که آن سطح را برای افزایش تراکم و شدت آلودگی ملخ مراکشی مناسب دانسته‌اند.

کد طبقه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
ارتفاع از سطح دریا (متر)	تقریباً مسطح	تپه ماهوری و مسطح	کوه‌های متوسط	کوه‌های بلند	کوه‌های خیلی بلند	همه سطوح ارتفاعی
درصد افراد	۲۰	۷۹/۵	۰/۵	۰	۰	۰
درصد شیب	تقریباً مسطح	ملایم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	همه سطوح شیب
درصد افراد	۲۶	۶۷	۴/۵	۰/۵	۰	۲
جهت شیب	شمالی	جنوبی	شرقی	غربی	همه جهت‌های شیب	
درصد افراد	۹	۸۲/۵	۰	۰	۸/۵	
آفتاب‌گیر یا سایه‌گیر بودن	شرح جهت آفتاب یا سایه‌گیر	سایه‌گیر	آفتاب‌گیر	هر دو جهت		
درصد افراد	۹	۸۲/۵	۸/۵			

د: پوشش گیاهی: نتایج تحلیل اطلاعات به دست آمده از افراد پاسخگو درباره نوع گیاهان مورد علاقه ملخ مراکشی در جدول ۶ ارایه شده است. ۹۵/۵ درصد افراد جامعه پاسخگو معتقد بودند که ملخ مراکشی در مرحله پورگی (بویژه در سنین ۱، ۲ و ۳ پورگی) بیشتر در مراتع، فعال بوده و به گندمیان یکساله و چندساله، پهن‌برگان علفی و بوته‌های کوتاه علاقه‌مند می‌باشد اما با رسیدن به سن‌های بالاتر و به خصوص هنگام پرواز، انواع مختلفی از گیاهان، شامل گندمیان، پهن‌برگان علفی، بوته‌های کوتاه، درختچه‌ها، درختان و هر نوع گیاه سبز (در مراتع و مزارع) را برای تغذیه انتخاب می‌کنند (۹۶ درصد افراد). ۴۹/۵ درصد از افراد پاسخگو معتقد بودند که ترجیح ملخ مراکشی، مناطقی با درصد تاج پوشش متوسط است و انگیزه‌ی حرکت

ملخ هنگام غذا خوردن را علت انتخاب این گزینه می‌دانستند و ۴۵/۵ درصد از افراد نیز معتقد بودند ترجیح ملخ، به تاج پوشش گیاهی بیشتر است و انگیزه مهاجرت، خسارت و آلوده کردن مناطق دیگر را کاهش می‌دهد. استدلال و نظر افراد در مورد عامل تراکم گیاهی نیز تقریباً مشابه درصد تاج پوشش گیاهی بود. ۵۹ درصد افراد مشارکت کننده در این پژوهش معتقد بودند که ملخ مراکشی (به ویژه پوره‌های سنین بالا و حشرات کامل) از گیاهان با هر ارتفاعی (حتی در صورت نیاز، برگ درختان) تغذیه می‌کند؛ اما ۳۱/۵ درصد افراد هم معتقد بودند اگر ملخ حق انتخاب داشته باشد (مخصوصاً پوره‌های سن پایین‌تر)، ابتدا گیاهان با ارتفاع کم (۱۰-۳۰ سانتی‌متر) را برای تغذیه انتخاب می‌کند و در صورت نیاز، به تغذیه از گیاهان بلندتر، روی می‌آورد.

جدول ۶- سطوح مختلف ویژگی‌های پوشش گیاهی و درصد افرادی که آن سطح را برای افزایش تراکم و شدت آلودگی ملخ مراکشی مناسب دانسته‌اند

کد طبقه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
تیپ پوشش گیاهی مورد علاقه:	گندمیان یک ساله و چندساله	پهن برگان علفی	بوته های کوتاه	درختچه و درختان	موارد ۱، ۲ و ۳	همه موارد
— پوره‌ها	۴/۵	۰	۰	۰	۹۵/۵	۰
— حشرات کامل	۰	۰	۰	۰	۴	۹۶
تاج پوشش گیاهی (درصد)	خیلی کم (۲۰-۰)	کم (۴۰-۲۰)	متوسط (۶۰-۴۰)	زیاد (۸۰-۶۰)	خیلی زیاد (۱۰۰-۸۰)	همه سطوح درصد تاج پوشش گیاه
	۰	۰	۴۹/۵	۴۵/۵	۳	۲
تراکم گیاه	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	همه سطوح تراکم گیاه
	۰	۰	۴۹	۴۶	۳	۲
ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	خیلی کم ۱۰<	کم ۳۰-۱۰	متوسط ۵۰-۳۰	زیاد ۱۰۰-۵۰	خیلی زیاد ۱۰۰<	همه سطوح ارتفاع گیاه
	۷/۵	۳۱/۵	۱/۵	۰/۵	۰	۵۹

بر اساس نتایج مصاحبه با افراد خبره محلی در خصوص تعیین جایگاه عوامل مختلف بر تراکم جمعیت و شدت آلودگی ملخ مراکشی (جدول ۷)، از بین عوامل خاکی، بافت خاک رسی - لومی، رطوبت زیاد و شوری کم، برای زندگی و افزایش تراکم جمعیت ملخ مناسب تشخیص داده شد. از بین عوامل اقلیمی، میزان بارندگی کم، دمای هوای متوسط، رطوبت هوای نسبی زیاد و دو عامل یخبندان و باد، بدون تاثیر گزارش شدند. از بین عوامل توپوگرافیک، ارتفاع کم از سطح دریا، شیب ملایم و جهت آفتاب‌گیر، برای زندگی و

افزایش تراکم ملخ مناسب گزارش شدند. همچنین افراد پاسخگو، همه انواع گیاهان با درصد تاج پوشش و تراکم متوسط با هر ارتفاعی را برای افزایش جمعیت ملخ مراکشی، مناسب دانستند. در مورد بعضی از عوامل مانند رطوبت خاک (زیاد تا متوسط) و یا درصد تاج پوشش و تراکم پوشش گیاهی (متوسط تا زیاد)، درصد پاسخ افراد به هم نزدیک بود که در چنین مواردی، می‌توان طیف پیوسته هر دو گزینه را بر زندگی، افزایش تراکم و شدت آلودگی ملخ مراکشی، تاثیرگذار دانست.

جدول ۷- سطوح تاثیر هر یک از عوامل محیطی موثر بر افزایش تراکم جمعیت و شدت آلودگی ملخ مراکشی بر اساس دانش کارشناسان و افراد خبره محلی

عوامل اقلیمی					
بارندگی	یخبندان	دما	رطوبت	باد	
رتبه اول*	کم	تاثیر ندارد	متوسط	زیاد	تاثیر ندارد
رتبه دوم	متوسط	کاهش ملخ	زیاد	متوسط	کم
عوامل گیاهی					
نوع گیاه	درصد تاج پوشش	ارتفاع گیاه	تراکم گیاه		
رتبه اول*	همه موارد	متوسط	همه سطوح ارتفاعی	متوسط	
رتبه دوم	موارد ۱ و ۲ و ۳	زیاد	کم	زیاد	
عوامل خاکی					
بافت	رطوبت	شوری			
رتبه اول*	رسی - لومی	زیاد	کم		
رتبه دوم	شنی - لومی	متوسط	خیلی کم		
عوامل توپوگرافیک					
ارتفاع	شیب	جهت			
رتبه اول*	کم	ملایم	آفتاب گیر		
رتبه دوم	خیلی کم	تقریباً مسطح	سایه گیر		

*رتبه‌های اول، بیشترین تاثیر را در افزایش تراکم (افزایش تعداد ملخ در واحد سطح) و شدت آلودگی

(ترکیب تراکم و تکرار وقوع آن در طی سال‌ها) ملخ مراکشی دارند.

بر اساس نتایج مطالعه همزمان نقشه‌های دوره‌های مختلف شدت آلودگی ملخ مراکشی (رویان، ۱۴۰۱) و لایه-های رقومی رودخانه‌ها و لایه همباران منطقه (بی‌نام، ۱۳۹۹)، به نظر می‌رسد طی دو سال اخیر مناطقی به ملخ مراکشی آلوده بوده‌اند که یا رودخانه‌های فصلی و محلی در آنها جاری بوده و یا آن‌که منطقه بارش‌های کافی داشته که به تبع آن، گیاهان روییده در آن مناطق، رطوبت مورد نیاز زندگی ملخ را تامین می‌کرده است. همچنین طی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ که منطقه بهارهای پربارشی داشته است، ملخ مراکشی دارای شدت هجوم بیشتری بوده است و این موضوع اثر رطوبت خاک بر زیست‌شناسی و طغیان این ملخ را قوت می‌بخشد. اهمیت رطوبت خاک در تسریع نشوونما و افزایش جمعیت ملخ‌ها در پژوهش‌های انجام شده در سایر نقاط دنیا نیز گزارش شده است (Whipple et al., 2012; WMO and FAO, 2016).

بعد از رطوبت خاک، دومین عامل تاثیرگذار بر تراکم جمعیت ملخ مراکشی به بافت خاک تعلق داشت. اکثر افراد خبره محلی، خاک‌های رسی - لومی و تعداد دیگری از آنها خاک‌های لومی - شنی و سیلتی - لومی را بافت خاک

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که از دیدگاه خبرگان و دست‌اندرکاران مبارزه با ملخ مراکشی در مراتع شمال استان گلستان، عامل رطوبت خاک با میزان بار (۳/۱۵) مهم‌ترین عامل تاثیرگذار بر نشوونما و انبوهی جمعیت این ملخ بوده است که نسبت اثر آن با دومین عامل موثر، سه برابر است. بنابراین انتظار می‌رود سال‌هایی که رطوبت خاک (به دلیل بارندگی در منطقه) بیشتر است، شدت هجوم ملخ نیز بیشتر باشد. پس از رطوبت خاک، عوامل بافت خاک، نوع گیاه، میزان بارندگی، رطوبت نسبی هوا، دمای هوا، ارتفاع از سطح دریا، شیب و سرعت باد، در رتبه‌های بعدی اهمیت قرار داشتند. به نظر می‌رسد بافت خاک‌هایی که دارای درجاتی از ذرات رس بوده و از پوشش گیاهی کافی و مناسب برای تغذیه ملخ برخوردار باشد، نسبت به بقیه قسمت‌ها دارای ملخ بیشتری بوده است که تایید قطعی این فرضیه به انجام آزمون‌های تکمیلی نیاز دارد. همچنین بر اساس نتایج تحلیل عاملی، اثر عوامل تاج‌پوشش گیاه، ارتفاع گیاه، تراکم گیاه و جهت شیب تقریباً خنثی و اثر دو عامل شدت یخبندان و شوری خاک بر جمعیت ملخ مراکشی منفی گزارش شدند.

مناسب برای ملخ مراکشی دانسته بودند (اکثر خاک‌های شمال استان دارای این سه نوع بافت خاک هستند). البته این احتمال وجود دارد که بافت‌های خاک مناسب بیان شده از سوی خبرگان، متناسب با بافت خاک محل زندگی آنها بوده باشد؛ زیرا در اکثر مناطق شمال استان بافت خاک از نوع رسی و رسی - لومی بوده اما مناطقی هم به‌ویژه در شهرستان آق‌قلا (منطقه قره‌قر بزرگ) و قسمتی از روستاهای شهرستان گنبدکاووس دارای خاک‌های سیلتی - لومی هستند. مناسب بودن خاک‌های رسی و رسی - لومی برای تخم‌گذاری ملخ‌ها در نتایج برخی محققان دیگر نیز گزارش شده است (Latchininsky, 1998, 2013; Monard et al., 2009; Kokanova, 2017; Mia et al., 2018).

بر اساس نتایج این پژوهش، پوشش گیاهی پس از بافت خاک، عامل تاثیرگذار بر زیست‌شناسی و انبوهی جمعیت ملخ مراکشی گزارش گردید. ملخ مراکشی یک حشره پلی‌فاژ است و می‌تواند از انواع مختلف گیاهان تغذیه کند. تاثیر کیفیت گیاهان میزبان در افزایش بقای ملخ‌ها در مطالعات انجام شده توسط پژوهشگران دیگر نیز گزارش شده است (Tawfik et al, 1972; Sanderson, 1939; Abdel Rahman, 1999). نتایج پژوهش رویان و همکاران (۱۴۰۲) نشان داد تراکم پوره‌های ملخ مراکشی در رویشگاه‌های دارای گندمیان، بیشتر از سایر مناطق بوده است. همچنین نتایج پژوهش شادی (۱۳۸۰)، نشان داد که پوره سن یک ملخ مراکشی به چمن پیازی (*Poa bulbosa*) و پوره‌های سن دو و سه آن به یونجه یکساله (*Medicago* sp.) و بارهنگ (*Plantago* sp.) علاقه‌مندند. اما در پژوهش حاضر، اکثر افراد محلی ترجیح غذایی ملخ در مراحل پورگی، را گندمیان یکساله و چندساله، پهن‌برگان علفی و بوته‌های کوتاه و در مرحله بلوغ حشره کامل علاوه بر موارد فوق، برگ درختچه‌ها و درختان عنوان کردند. به اعتقاد افراد مصاحبه‌شونده، در زمان خشکسالی یا تحت هر شرایطی که حق انتخاب وجود نداشته باشد، ملخ مراکشی از گیاهانی مثل اسپند (با وجود تلخی زیاد) و خارشر و یا هر نوع گیاه جوان و آبدار دیگر نیز تغذیه می‌کند. بر اساس نتایج این پژوهش، علاوه بر نوع پوشش گیاهی، درصد تاج‌پوشش گیاهان میزبان (به‌ویژه تاج‌پوشش‌های متوسط و زیاد) نیز بر نشوونما و انبوهی جمعیت ملخ مراکشی موثر گزارش شد. در بیش‌تر مراتع شمال استان گلستان، میانگین

تراکم پوشش گیاهی (۱۰ تا ۶۸ درصد) گزارش شده است که معمولاً به شکل موزاییکی از پوشش گیاهی و خاک لخت به چشم می‌خورد (رویان، ۱۴۰۱). تاثیر چنین پوشش گیاهی موزاییکی بر انبوهی جمعیت ملخ‌ها در مطالعات پژوهش‌گران دیگر در نقاط مختلف دنیا نیز گزارش شده است (Uvarov, 1957; Monard et al., 2009; Baldacchino et al., 2012). به اعتقاد برخی افراد مصاحبه‌شونده، ملخ به دلیل علاقه‌مندی به حرکت به هنگام تغذیه (به عنوان یک رفتار تغذیه‌ای)، پوشش‌های گیاهی با تراکم متوسط را بیش‌تر ترجیح می‌دهد. این یافته با نتایج برخی پژوهشگران دیگر (Latchininsky, 1998; Baldacchino et al., 2012) مطابقت داشت. بیشتر افراد مصاحبه‌شونده معتقد بودند که ارتفاع گیاه برای تغذیه ملخ مراکشی، تفاوتی نمی‌کند و ملخ هنگام ورود به یک منطقه، از گیاهان با هر ارتفاعی تغذیه می‌کند؛ اما عده‌ای دیگر معتقد بودند که پوره‌های سنین یک تا سوم ملخ مراکشی، گیاهان کم‌ارتفاع (زیر ۳۰ سانتی‌متر) را بیش‌تر می‌پسندند و در صورت نبود گیاهان کوتاه قد، به سراغ گیاهان بلندتر می‌روند. ترجیح پوره‌های جوان ملخ‌ها به تغذیه از گیاهان کم‌ارتفاع مانند چمن پیازی (*Poa bulbosa*) و زلف پیرزن (*Stipa tortilis*) در مراتع چین نیز گزارش شده است (Changzheng et al., 2000). از نظر خبرگان محلی، ملخ‌ها وقتی به سن بلوغ می‌رسند، ارتفاع گیاه برای آنها حائز اهمیت نبوده و همه نوع گیاهان کم ارتفاع تا بلندقد (حتی درختچه‌ها و درختان) را مورد تغذیه قرار داده و به آنها خسارت می‌زنند.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، بارندگی سالانه یکی دیگر از عوامل موثر بر زیست‌شناسی و انبوهی جمعیت ملخ مراکشی گزارش گردید. بر اساس نظر افراد مصاحبه‌شونده، سطح بارندگی سالانه مورد نیاز ملخ مراکشی دو محدوده‌ی ۳۰۰-۵۰۰ میلی‌متر (۵/۵ درصد افراد) و ۳۰۰-۵۰۰ میلی‌متر (۵/۸ درصد از افراد) گزارش گردید که این یافته با نتایج Uvarov, 1957, Monard et al., 2009 و Latchininsky et al., 2013 که بارندگی سالانه ۵۰۰-۳۰۰ میلی‌متر را برای زندگی ملخ‌ها مناسب دانسته‌اند، مطابقت داشت. بر اساس نظر افراد خبره محلی، وجود خشکسالی در منطقه طی سال‌های گذشته و محدود شدن بیش‌تر بارش‌ها به فصل بهار (مانند سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹) شرایط را برای طغیان ملخ مراکشی مساعد نموده

و همکاران (McCabe et al., 2021) که به کاهش فعالیت ملخ‌ها در هوای ابری اشاره دارد انطباق داشت.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، سهم دما (میانگین سالانه یا روزانه) نسبت به رطوبت خاک، در انبوهی جمعیت ملخ مراکشی بسیار کم و حدود یک ششم رطوبت خاک برآورد گردید. از نظر کارشناسان مصاحبه‌شونده، در مناطقی که دمای پایین‌تری دارند، تراکم ملخ‌ها کمتر و جثه آنها کوچک‌تر است؛ همچنین تخم ملخ‌ها در مناطقی که دارای کمین‌های دمای بیشتری باشند، زودتر تفریخ می‌شوند. حداقل دمای مورد نیاز برای تفریخ تخم‌ها و شروع تغذیه به ترتیب ۱۶-۱۰ و ۲۱-۱۸ درجه سلسیوس گزارش شده است (Hewitt, 1979; DeBrey et al., 1993; Campbell et al., 2006; Kokanova, 2017). خبرگان محلی، سطح دمای هوای متوسط (۲۵-۲۰ درجه سلسیوس) را برای زندگی ملخ مراکشی مناسب گزارش کردند که به دمای ۲۳/۸ درجه سلسیوس گزارش شده برای ملخ صحرایی (McCabe et al., 2021) بسیار نزدیک است.

تا پیش از انجام این پژوهش، ارتفاع زیستگاه اصلی ملخ مراکشی در کشور ترکمنستان ۲۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا (Tokgaev, 1973; Latchininsky et al., 2015; Kokanova, 2017) و در ازبکستان ۳۶۴ تا ۱۶۵۰ متر از سطح دریا (Tuflijev and Akhmedjanov, 2021) گزارش شده بود. اما با نتایج میدانی این پژوهش، مرز پایینی کانون-های ملخ مراکشی به ۳۰- متر در مراتع روستای ساحلی قره‌سو (نزدیک دریاچه خزر) کاهش می‌یابد. گاپاروف (Gapparov, 2014) نیز به حضور و فعالیت ملخ‌های مراکشی در نزدیکی دریاچه آیدرکل (Aidarkul) در ازبکستان اشاره کرده است. از نظر اکثر افراد در پژوهش حاضر، مناطق مسطح و تپه‌ماهورهای کم‌ارتفاع، برای تخم‌گذاری ملخ مراکشی مناسب هستند، اما ملخ‌ها پس از رسیدن به مرحله حشره کامل، می‌توانند تا ارتفاعات بالاتر (بیشتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا) نیز پرواز کنند. دلیل احتمالی این کار، جست‌وجو برای تغذیه از گیاهان جدیدتر و احتمالاً خوشخوارتر در ارتفاعات است (Descombes et al, 2017).

از نظر اکثر خبرگان محلی، تخم‌گذاری ملخ‌ها بیش‌تر در شیب‌های ملایم و آفتابگیر تپه‌ماهورها (شیب‌های جنوبی) که دارای خاک سفت‌تر و پوشش گیاهی تنک‌تر و کوتاه‌تر هستند، انجام می‌شود؛ اما پوره‌ها پس از بیرون آمدن

است. نقش مهم بارش‌های شدید بعد از یک دوره خشکسالی، در افزایش جمعیت ملخ‌ها توسط برخی پژوهش‌گران دیگر نیز مورد اشاره قرار گرفته است (Bey-Bienko, 1396; Tokgaev, 1966; Latchininsky et al, 2002; McCabe et al., 2021). به نظر افراد محلی، تاثیر بارندگی سالانه، از طریق مهیا کردن شرایط مناسب برای رشد پوشش گیاهی لازم برای تغذیه و نشوونمای ملخ است که این موضوع با نتایج پژوهش Fielding and Brusven, 1990 مطابقت داشت. به اعتقاد این افراد، وجود گیاهان شاداب در منطقه و تغذیه‌ی ملخ از آنها با تامین غذا و آب مورد نیاز ملخ‌ها، خطر هجوم آنها به مناطق دیگر را کم می‌کند؛ بنابراین مادامی که در منطقه‌ای بارش و به تبع آن، پوشش گیاهی مناسب و کافی وجود داشته باشد، حرکت و جابه‌جایی ملخ‌ها کاهش یافته و خسارت آنها به مراتع و اراضی کشاورزی اطراف به شدت کاهش می‌یابد. در مقابل، به اعتقاد تعداد دیگری از افراد در این پژوهش، اگر بارندگی (به‌ویژه در بهار) زیاد باشد، خطر به هم پیوستن کپه‌های ملخ و هجومی شدن آنها (تبدیل فاز انفرادی به فاز مهاجر) در همان سال و تخم‌گذاری بیشتر (برای افزایش ملخ در سال آینده)، به شدت افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد وقوع خشکسالی (به‌ویژه خشکسالی در سال اول) و کمبود غذا و تشنگی ناشی از آن (مخصوصاً اگر دمای هوا زیاد باشد) نیز، موجب بروز تنش در ملخ‌ها و تبدیل آنها به فاز مهاجر شده و غریزه حرکت و پیمودن مسیر بیشتر برای پیدا کردن غذا، تغذیه بیشتر از گیاهان و همچنین خسارت بیشتر به گیاهان و همچنین مزارع در آنها را تحریک می‌نماید (حجت، ۱۳۸۵).

در پژوهش حاضر نزدیک به ۸۰ درصد افراد مصاحبه‌شونده که اکثراً جزو کارشناسان و افراد باتجربه بودند، سطح رطوبت متوسط تا زیاد (۴۰ تا ۸۰ درصد) را برای زندگی ملخ مراکشی مناسب گزارش کردند که این میزان رطوبت هوا با مقدار رطوبت هوای شمال استان گلستان (بررسی آمار دو ایستگاه هواشناسی گنبد کاووس و مراوه‌تپه بین سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۲۲) همخوانی دارد. به اعتقاد خبرگان محلی، با مرطوب‌تر (شرجی‌تر) شدن کلی منطقه، فعالیت ملخ بیش‌تر می‌گردد با این حال، در روزهایی که هوا ابری و بسیار مرطوب باشد، مانند هوای مه‌آلود یا روزهایی ابری و همراه با بارندگی، میزان فعالیت ملخ‌ها کمتر شده و بیشتر به شکل کپه‌ای در یک جا ساکن می‌مانند. این یافته با نتایج مککاب

از تخم و به دست آوردن توانایی حرکت و جهیدن، به منظور یافتن گیاهان مناسب برای تغذیه، به سمت شیب‌های سایه-گیر تپه‌ماهورها (شیب‌های شمالی) حرکت می‌کنند. به نظر می‌رسد به دلیل نیاز به حرارت خورشید برای تفریخ تخم‌ها، تخم‌ها بیشتر در شیب‌های جنوبی و آفتاب‌گیر گذاشته می‌شوند، اما احتمالاً (در صورت مساعد نبودن شرایط)، تخم-گذاری در شیب‌های شمالی نیز انجام می‌گیرد که در این صورت، تخم‌ها با اندکی تاخیر نسبت به شیب‌های جنوبی تفریخ می‌شوند. تخم‌گذاری ملخ‌ها در شیب‌های ملایم، بدین معنا نیست که شیب‌های تندتر قابلیت تخم‌گذاری ندارند؛ بلکه، شیب‌های ملایم‌تر به سبب دسترسی بهتر و بیشتر به گیاهان (غذای کافی)، رطوبت خاک و سهولت حرکت، برای زندگی ملخ مناسب‌ترند.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، باد تاثیر بسیار کمی بر انبوهی جمعیت و شدت آلودگی ملخ مراکشی داشت. تقریباً همه افراد پاسخگو معتقد بودند که باد نقش مهمی در زیست‌شناسی این ملخ ندارد. به اعتقاد تعدادی از مصاحبه‌شوندگان، ملخ‌ها در مسیر کلی باد و موافق با آن، حرکت می‌کنند. همچنین باد شدید، موجب کندی حرکت و اختلال در پرواز آن‌ها می‌شود که در این حالت، ملخ‌ها در یک نقطه جمع شده، محکم به شاخه گیاهان چسبیده و حرکت نمی‌کنند (شادی، ۱۳۸۰). تاثیر سرعت باد بر حرکت ملخ صحرایی نیز گزارش شده است به‌طوری‌که افراد این ملخ در میانگین سرعت باد ۳/۳ متر بر ثانیه به خوبی حرکت می‌کنند، اما در سرعت بیشتر از ۱۰ متر بر ثانیه، حرکت کپه‌های ملخ، متوقف می‌گردد (McCabe et al., 2021). از دیگر اثرات باد، افزایش سرعت حرکت و یا تغییر جهت حرکت ملخ (متناسب با مسیر وزش باد) و انتشار آن به مناطق دیگر است. در این صورت، باد موجب تغییر مسیر و پراکنش ملخ در مناطق جدید می‌شود. اگر تراکم ملخ‌ها بیش از ۳۰ عدد در متر مربع باشد (حدوداً معادل پنج برخورد در هر ساعت)، ملخ‌ها به فاز بینابینی و سپس به فاز مهاجر تبدیل شده و باد این شرایط را فراهم می‌آورد (شادی، ۱۳۸۰ و اداره حفظ نباتات شهرستان گنبدکاووس، مذاکرات حضوری). اما به اعتقاد تعداد دیگری از کارشناسان، ملخ‌ها بر اساس ساعت بیولوژیک خود (با هر سرعت و جهت وزش باد) حرکت می‌کنند و زمانی که باد شدید باشد برای جلوگیری از تغییر مسیر، به صورت دسته‌جمعی، یک‌جا جمع می‌شوند.

سه لایه بودن کپسول تخم ملخ و وجود یک ماده ژله‌مانند و کفی‌شکل در بالای آن (Campbell et al., 2006) و همچنین کپسول‌گذاری ملخ‌ها در عمق تقریباً ۱۵-۳ سانتی‌متری از سطح خاک (متناسب با گونه ملخ)، مانع از نفوذ گرما و سرما به درون کپسول‌ها می‌شود. بنابراین، عدم تاثیر یخبندان بر انبوهی ملخ‌ها در منطقه نیمه‌جنگلی ده‌چناشک با وجود یخبندان‌های کوتاه‌مدت هرساله در این منطقه را می‌توان توجیه کرد. طی دو سال گذشته، ملخ مراکشی به تعداد متوسط و زیاد (به ترتیب) در این منطقه حضور داشته است. اما به اعتقاد تعداد دیگری از افراد، پس از سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۹۵ (دو یخبندان بزرگ در استان)، از تراکم ملخ مراکشی به شدت کاسته شد؛ چون احتمالاً سرمای شدید بر کپسول‌های تخمی که در اعماق خاک قرار نگرفته بودند تاثیرگذار بوده و تخم زنده‌ی داخل آن‌ها را کاهش داده است. کاهش تراکم ملخ مراکشی در سال‌های ۹۶ و ۹۷ (سال‌های بعد از یخبندان بزرگ سال ۱۳۹۵) و نیز مشاهده رابطه معکوس بین عامل یخبندان و انبوهی ملخ مراکشی در پژوهش حاضر، این فرضیه را قوت می‌بخشد. تاثیر منفی سرما، برف و باران بر انبوهی جمعیت تخم‌ها و پوره‌های جوان در نتایج سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Meynard et al, 2020).

بر اساس نتایج این پژوهش، شوری یک عامل مهم و منفی بر زندگی ملخ مراکشی تلقی شده و موجب کاهش انبوهی جمعیت آن می‌شود. بنابراین، ملخ‌ها در مناطق شور شهرستان گنبدکاووس مانند بخش‌هایی از روستاهای دانشمند، دوزولوم و اوخی تپه دیده نمی‌شوند، اما در بقیه مناطق که شوری کمتری دارد، به‌ویژه در داخل دره‌ها که رطوبت و گیاه کافی برای تامین آب و غذای ملخ‌ها وجود دارد، به فراوانی مشاهده می‌شوند.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان اظهار داشت که بر اساس دانش کارشناسان و خبرگان بومی مبارزه با ملخ مراکشی در شمال استان گلستان، رطوبت خاک اصلی‌ترین عامل محیطی تاثیرگذار بر انبوهی جمعیت این ملخ مطرح است و مناطق واقع در مسیر رودخانه‌ها و آبراهه‌ها نسبت به بقیه مناطق، دارای تراکم ملخ بیشتری هستند. پس از رطوبت خاک، عوامل دیگری مانند بافت خاک، نوع گیاه، بارندگی، رطوبت هوا و دما در رتبه‌های بعدی اهمیت قرار داشتند. همچنین، بر اساس یافته‌های این پژوهش، سطوح موثر بر افزایش تراکم و شدت آلودگی ملخ مراکشی،

گلستان. پایان نامه کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، گروه گیاه پزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۹۷ ص.

کریمیان، و.، صفایی، م.، متین خواه، س.ح. ۱۳۹۳. استفاده از دانش بومی عشایر راهکاری مناسب جهت مدیریت بهینه اکوسیستم های طبیعی، پژوهش های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۲۱(۴).

Abdel Rahman, H. E., 1999. Studies on the effect of different food plant species on the life system of the desert locust, *Schistocerca gregaria* Forskal (Orthoptera: Acrididae). Ph.D. thesis. University of Khartoum, Sudan, 246 pp.

Anderson, N. L., 1964. Some relationships between grasshoppers and vegetation. *Annals of Entomological Society of America* 57: 736-742.

Andrewartha, H. G., 1944. The distribution of plagues of *Austroicetes cruciata* Sauss. in Australia in relation to climate, vegetation and soil. *Transactions of the Royal Society of Australia* 68: 315-326.

Ashall, C., Ellis, P. E., 1962. Studies on numbers and mortality in field populations of the desert locust (*Schistocerca gregaria* Forsk). *Anti-Locust Bulletin* 38, 59 pp.

Baldacchino, F., Sciarretta, A., Addante, R., 2012. Evaluating the spatial distribution of *Dociostaurus maroccanus* egg pods using different sampling designs. *Bulletin of Insectology*, 65: 223-231.

Bazelet, C.S. 2011. Grasshopper Bioindicators of Effective Large - Scale Ecological Networks. Ph.D. Dissertation, Department of Conservation Ecology and Entomology, Stellenbosch University, South Africa. 189 Pages.

Belovsky, G.E. Slade, J.B., 1995. Dynamics of some Montana grasshopper populations: relationship among weather, food abundance and interspecific competition. *Oecologia*, 101(3): 383-396.

Belovsky, G.E. 2000. Do grasshoppers diminish grassland productivity? A new perspective for control based on conservation; in *Grasshoppers and Grassland Health*, NATO Science Series (Series 2. Environment Security), Vol 73, eds Lockwood, J.A., Latchininsky, A.V., and Sergeev, M.G. (Dordrecht: Springer): 7-29. doi: 10.1007/978-94-011-4337-0_2

Bey-Bienko, G.Ya. 1936. Distribution and zones of harmfulness of the moroccun locust (*Dociostaurus maroccanus* thumb.) in the

رویشگاه هایی هستند که دارای خاک های رسی — لومی با رطوبت زیاد و شوری کم باشند و دارای میانگین بارندگی کم (۱۰۰-۳۰۰ میلی متر)، بوده و دمای هوای روزانه آن ها، متوسط (۲۵-۲۰ درجه سانتی گراد) و رطوبت هوای آن ها، زیاد (۶۰-۸۰ درصد) باشد. این رویشگاه ها احتمالاً مناطق با ارتفاع کم از سطح دریا (مناطق پست تا تپه ماهورهای کم ارتفاع) و با شیب ملایم و آفتاب گیر، بوده؛ بویژه اگر از همه گیاهان تیره گندمیان و پهن برگان علفی و بوته ای های خوشخوراک با درصد تاج پوشش گیاهی و تراکم گیاهی متوسط (۶۰-۴۰ درصد) با هر ارتفاع گیاهی (بسته به مرحله نشوونمایی ملخ)، داشته باشند، می توانند موجب افزایش تراکم و شدت آلودگی ملخ مراکشی شده و بر اساس نظر افراد خبره، باد و یخبندان تاثیر زیادی بر تراکم ملخ مراکشی نداشتند.

سپاسگزاری

از جناب آقای مهندس محمد دایان ایمرعلی (کارمند جهاد کشاورزی شهرستان مراوه تپه و مسئول اکیپ مبارزه با ملخ مراکشی) به خاطر راهنمایی های ارزنده ای که در طول انجام این تحقیق داشتند، قدردانی می گردد. همچنین، از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به دلیل تامین هزینه های انجام این پژوهش، سپاسگزاری به عمل می آید.

منابع

افراخته، حسن. ۱۳۹۵. رویکردهای برنامه ریزی روستایی ایران از منظر بومی سازی، تهران، انتشارات دانشگاه خوارزمی.

حجت، س. ح. ۱۳۸۵. رابطه ای استرس اکولوژیک با طغیان ملخ-ها. بازنگری نتایج پژوهش های فاز در ملخ ها، مجله ای علمی کشاورزی، ۲۹(۳): ۷۴-۶۱.

رویان. م. ۱۴۰۱. پهنه بندی کانون های آلودگی ملخ مراکشی (*Dociostaurus maroccanus*) در مراتع شمال استان گلستان. رساله ی دکترای علوم مرتع. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۵۷ صفحه.

رویان. م.، سپهری. ع.، بارانی. ح.، افشاری. ع. ۱۴۰۱. ارتباط بین تراکم جمعیت ملخ مراکشی (*Dociostaurus maroccanus*) و برخی خصوصیات گیاهی در مراتع استان گلستان (مطالعه موردی: مراتع قره قر بزرگ). نشریه حفاظت زیست بوم گیاهان. ۱۰(۲۱): ۱۰۵-۹۳.

شادی، ا. ۱۳۸۰. بررسی بیواکولوژی ملخ مراکشی (*Dociostaurus maroccanus* Thunb.) در استان

- Descombes, P., Marchon, J., Pradervand, J. N., Bilat, J., Guisan, A., Rasmann, S., and Pellissier, L. 2017. Community level plant palatability increases with elevation as insect herbivore abundance declines. *Journal of Ecology*, 105: 142-151. doi: 10.1111/1365-2745.12664
- DeVon, H.A., Block, M.E., Moyle-Wright, P., Ernst, D.M., Hayden, S.J., Lazzara, D.J., Savoy, S.M., Kosta-Polston, E. 2007. A psychometric toolbox for testing validity and reliability. *The Journal of Nursing Scholarship*, 39(2): 155-64. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1547-5069.2007.00161.x>
- Fielding, D.J., Brusven, M.A. 1990. Historical Analysis of Grasshopper (Orthoptera: Acrididae) Population Responses to Climate in Southern Idaho, 1950-1980. *Environmental Entomology*, 19(6): 1786-1791. <https://doi.org/10.1093/ee/19.6.1786>
- Hao, S.G., Kang L. 2004. Effects of temperature on the post-diapause embryonic development and the hatching time in three grasshopper species (Orthoptera: Acrididae). *J. Appl. Entomol.* 128: 95-101.
- Hewitt, G.B. 1979. Hatching and development of rangeland grasshoppers in relation to forage growth, temperature, and precipitation. *Environmental Entomology*. 8(1): 24-29.
- Holbert, R.L., Lee, J., Esralew, S., Walther, W.O., Hmielowski, J.D., Landreville, K.D. 2013. Affinity for political humor: An assessment of internal factor structure, reliability, and validity. *Humor: International Journal of Humor Research*, 26(4): 551-572. <https://doi.org/10.1515/humor-2013-0034>
- Gapparov, F.A., 2014. Specific Bioecological Traits of Acridoid Pest Development in Uzbekistan and Measures of Their Control (Navruz, Tashkent, 2014)
- Gerlach J, Samways M, Pryke JS. 2013. Terrestrial invertebrates as bioindicators: an overview of available taxonomic groups. *Journal of Insect Conservation* 17: 831–850. <https://doi.org/10.1007/s10841-013-9565-9>
- Ibrahim, Tawfik, M. F. S., Abd-El-Hadi, N. H., 1972. The effect of different food plants on the adult stage of *Schistocerca gregaria* Forsk. *FAO Progress Report No. AGP/DL/TS/11*: 18-27.
- Jonas, J.L., Joern, A., 2007. Grasshopper (Orthoptera: Acrididae) communities USSR. In summary of Research of the All-Union Institute for plant protection for 1935, (Nauka, Leningard, 1936); 16-20
- Branson, D.H., Joern, A., Sword, G.A., 2006. Sustainable management of insect herbivores in grassland ecosystems: new perspectives in grasshopper control, *BioScience*, 56(9): 743-755.
- Branson, D.H., 2008. Influence of a large late summer precipitation event on food limitation and grasshopper population dynamics in a northern great plains grassland. *Environmental Entomology*, 37(3): 686-695.
- Brown, T.A. 2015. Confirmatory factor analysis for applied research (2nd ed.). New York, NY: Guilford Press.
- Campbell, J.B., Reece, R.E., Hein, G.L. 2006. A guide of Grasshoppers control on Rangeland. Published by University of Nebraska-Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources. G160. 4pages
- Capinera, J.L., Horton, D.R. 1989. Geographic Variation in Effects of Weather on Grasshopper Infestation. *Environmental Entomology*, Vol 18(1): 8-14. <https://doi.org/10.1093/ee/18.1.8>
- Changzhang, L., Guanthan, F., Liu, C.Z., 2000. Investigation of species and biology of grasshoppers in high mountain grassland in Gansu province. *Acta Phytophylacica Sinica*, 27(7): 42-46.
- Chapman, R.F., Page, W.W., Cook, A.G., 1979. A study of population changes in grasshoppers, *Zonocerus variegates*, in Southern Nigeria. *Journal of Animal Ecology* 48: 247-270.
- Chapman, R.F. 1990. Food selection, in *Biology of Grasshoppers*, R. F. Chapman and A. Joern, Eds., pp. 39-72, John Wiley and Sons, New York, NY, USA, 1990. View at: Google Scholar.
- Chen, S. H., Wulanbater., Wu, X.D. 2007. Reponse of grasshopper' subsistence and breeding to climatic change in Inner Mogolia. *J. Nat. Disasters* 16: 66-69.
- DeBrey, L.D., Brewer, M.J., Lockwood, J.A., 1993. Rangeland Grasshopper Management. University of Wyoming Agricultural Experiment Station College of Agriculture. Modified for electronic publication by Spencer Schell, March 1998. <http://www.uwyo.edu/entomology/grasshoppers/rgmanage.html>

- K.G. (eds.). Integrated Management of Arthropod Pests and Insect Borne Diseases. Springer Netherlands, Dordrecht, pp: 163-188.
- Latchininsky, A.V., Kokanova, E.O., Gapparov, F.A., Childebaev, M.K., Temreshev, I.I. 2015. Acridoid Pests and Changes of Climate. Vestnik KazNU Imeni Al-Farabi. Seriya Ekologicheskaya, No. 22(44): 643-648.
- Lecoq, M., Pierozzi Jr., I. 1995. Rhammatocerus schistocercoides locust outbreaks in Mato Grosso (Brazil): a long-standing phenomenon. Int. J. Sustain. Dev. World Ecol. 2: 45-53.
- Le Gall, M., Overson, R., Cease, A.J. 2019. A global review on locusts (Orthoptera: Acrididae) and their interactions with livestock grazing practices. Frontiers in Ecology and Evolution, 7 (Article 263): 1-24. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00263>
- Li, L.L., Zhao C.Z., Qin, C.Q., Wang, D.W., Zhang, J.X. 2011. Species richness of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) on natural grassland in relation with topography in the upper reaches of Heihe River, western China analyzed with generalized additive models (GAMs). Acta Entomol. Sin. 54: 1312-1318.
- McCabe, B., Barboza, S., Basu, M., Hohmann, L., Mwangi, E., Arango, M., Ambani, M., Abdillahi, H. S. 2021. Technical Paper: Desert Locust and Climate: A Weather and Bio-climatic Case Study of Desert Locust Conditions in Northern Kenya. Columbia University. Climate and Society Master's Programme. 64 Pages.
- Meynard, C.N., Gay, P.E., Lecoq, M., Foucart, A., Piou, C., Chapuis, M.P. 2017. Climate-driven geographic distribution of the desert locust during periods: Subspecies' niche differentiation and relative risks under scenarios of climate change. Global Change Biology, 23(11), 4739-4749. <https://doi.org/10.1111/gcb.13739>
- Meynard, C.N., Lecoq, M., Chapuis, M. P., Piou, C., 2020. On the relative role of climate change and management in the current desert locust outbreak in East Africa. Glob. Change Biol. 26 (7): 3753-3755. <https://doi.org/10.1111/gcb.15137>.
- Miao, H.T., Liu, Y., Shan, L.Y., Wu, G.L. 2018. Linkages of plant-soil interface habitat and grasshopper occurrence of typical grassland respond to fire, bison grazing and weather in North American tallgrass prairie: a long-term study. Oecologia, 153: 699-711.
- Kambulin, V.E. 2018. Locust - methods of assessing harm, forecasting the number and technologies for identifying populated areas. Almaty.
- Kemp, W.P., Cigliano, M.M., 1994. Drought and rangeland grasshopper species diversity, Canadian Entomologist, vol. 126, no. 4, pp. 1075-1092. View at Google Scholar · View at Scopus.
- Kimathi, E., Tonnang, H.E.Z., Subramanian, S., Cressman, K., Abdel-Rahman, E.M., Tesfayohannes, M., Niassy, S., Torto, B., Dubois, T., Tanga, C.M., Kassie, M., Ekesi, S., Mwangi, D., Kelemu, S., 2020. Prediction of breeding regions for the desert locust Schistocerca gregaria in East Africa. Scientific Report. 10, 11937, 10 Pages. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68895-2>.
- Kokanova, E.O., 2017. Natural foci of the Moroccan locust (Dociostaurus maroccanus, Orthoptera, Acrididae) in Turkmenistan and their current state. Entomological Review. 97 (5), 584-593. <https://doi.org/10.1134/S0013873817050049>
- Lang, W., Wilkerson, J. 2008. Accuracy, vs. Validity, Consistency vs. Reliability, and Fairness vs. Absence of Bias: A Call for Quality. Annual Meeting of the American Association of Colleges of Teacher Education (AACTE); New Orleans, LA.
- Latchininsky, A.V. 1998. Moroccan locust Dociostaurus maroccanus (Thunberg, 1815): a faunistic rarity or an important economic pest? J. Insect Conserv. 167-178.
- Latchininsky, A.V. 2013. Locusts and remote sensing: a review. J. Appl. Remote Sens. 7(1), 075099. <https://doi.org/10.1117/1.JRS.7.075099>.
- Latchininsky, A.V., Sergeev, M.G., Childebaev, M.K., Chernyakhovsky, M.E., Lockwood, J.A., Kambulin V.E. and Gapparov, F.A. 2002. Acridids of Kazakhstan, Central Asia and adjacent territories. Association for Applied Acridology International, University of Wyoming, Laramie, 387 pp.
- Latchininsky, A.V., Sivanpillai, R., 2010. Locust habitat monitoring and risk assessment using remote sensing and GIS technologies. In: Ciancio, A., and Mukerji,

- Symmons, P.M., Cressman, K. 2001. Desert Locust Guidelines: Biology and Behaviour. FAO, Rome.
- Tawfik, M.F.S., Abd-El-Hadi, N.H. and Ibrahim Samah, 1972. The effect of different food plants on the nymphal development of *Schistocerca gregaria* Forsk. FAO Progress Report No. AGP/DL/TS/11: 3-7.
- Tokgaev, T. 1966. The Moroccan Locust in Turkmenia: Biology, Distribution and Measures of Control (Turkmenistan, Ashkhabad).
- Tokgaev, T. 1973. The Fauna and Ecology of Acridoidea of Turkmenistan (Ylym, Ashkhabad).
- Tufliiev, N., and Akhmedjanov, S. 2021. Determination of harmful locusts and their distribution in transborder territories of Uzbekistan using geographic information System. UESF-2021. E3S Web of Conferences 258, 04042 (2021). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20212580404213>
- Uvarov, B.P., 1957. The aridity factor in the ecology of locusts and grasshoppers of the Old World. In: Arid Zone Research. Paris.
- Vandyke, K.A., Latchininsky, A.V., Schell, S.P. 2009. Importance of ecological scale in Montane Grasshopper (Orthoptera: Acrididae) species structure in similar habitat between differing soil textures and dominant vegetative canopy coverage. Journal of Orthoptera Research, 18(2): 215-223.
- Waloff, Z. 1966. The upsurges and recessions of the desert locust plague: An historical survey. Anti-Locust Memoir, 8: 1-111.
- Whipple, S.D., Brust, M.L., Farnsworth-Hoback, K.M., Hoback, W.W. 2012. Rangeland grasshopper numbers and species composition in Nebraska: A comparison of region and sampling location. Journal of Orthoptera Research. 21(2): 269-277.
- World Meteorological Organization, and Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. Weather and desert locusts. www.fao.org/ag/locusts/common/ecg/2350/en/2016_WMOFAO_WeatherDLe.pdf.
- ecosystem. Ecological Indicators, 90: 324-333.
- Monard, A., Chiris, M., Latchininsky, A.V. 2009. Analytical report on locust situations and management in caucasus and central asia (cca). FAO.
- Pekel, J.F. et al. 2010. Development and application of multi-temporal colorimetric transformation to monitor vegetation in the desert locust habitat. IEEE J. Select. Top. Appl. Earth Observ. Remote Sens. 4, 318-326.
- Peng, W., Ma, N.L., Zhang, D., Zhou, Q., Yue, X., Khoo, S.C., Yang, H., Guan, R., Chen, H., Zhang, X., Wang, Y., 2020. A review of historical and recent locust outbreaks: links to global warming, food security and mitigation strategies. Environ. Res. 191, 110046. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110046>
- Sanderson, M.W., 1939. Crop replacement in relation to grasshopper abundance. Journal of Economic Entomology 32: 484-486.
- Schell, S.P., Lockwood, J.A. 1997. Spatial Characteristics of rangeland grasshopper (Orthoptera: Acrididae) population dynamics in Wyoming: Implications for Pest Management. Environmental Entomology. 26(5): 1056-1065.
- Sergeev, M.G. 1997. Ecogeographical distribution of Orthoptera. In: Gangwere, S.K. and Muralirangan, M.C., and Muralirangan, M. (eds.). The Bionomics of Grasshoppers, Katydid, and their Kin. CAB International, Wallingford: pp: 129-146.
- Stebaev, V. 1972. Periodic changes in the ecological distribution of grasshoppers in the temperate and the extreme continental steppe regions, and their importance for the local ecosystems, in Proceedings of the International Study Conference on the Current and Future Problems of Acridology, pp: 207-213, Centre for Overseas Pest Research, London, UK.
- Sun, R., Huang, W., Dong, Y., Zhao, L., Zhang, B., Ma, H., Geng, Y., Ruan, Ch., Xing, N., Chen, X., and Li, X. 2022. Dynamic Forecast of Desert Locust Presence Using Machine Learning with a Multivariate Time Lag Sliding Window Technique. Remote Sens. 14, 747: 1-21. <https://doi.org/10.3390/rs14030747>

The role of environmental factors on the Moroccan locust (*Dociostaurus maroccanus*) infestation intensity based on indigenous experts' knowledge in the northern rangelands of Golestan province

Molook Royan^{*1}, Adel Sepehry², Hossein Barani³, Ali Afshari⁴

¹PHD of Rangeland Science, Faculty of Range & Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

² Professor, Department of Rengland managemat ,Faculty of Range & Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

³ Associate Professor, Department of Rengland managemat ,Faculty of Range & Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

⁴Associate Professor, Department of plant protection, Faculty of plant production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 2023/03/14; Accepted: 2023/05/16

Abstract

Locusts are an important part of food chains in rangelands, but in high density, they cause damage to rangelands and agricultural products. Golestan province is one of the centers of the Moroccan locust (*Dociostaurus maroccanus*) invasion in Iran. This research was done in 2020 to define the importance of 15 environmental factors on the Moroccan locust infestation rate by interviewing 200 local experts including farmers, ranchers, and volunteers who have collaborated for years in fighting Moroccan locusts' infestation in Golestan province. The collected information gathered from fulfilled questionnaires includes the opinion of the interviewees on the importance of the influence of 15 ecological factors on the intensity of locust infestation. Multivariate factor analysis was used to rank the role of ecological factors. Results showed that among 15 ecological factors, 6 factors of soil moisture, soil texture, type of vegetation, rainfall, relative air humidity, and temperature were respectively more important than other factors. According to interviewees' opinions, the habitat has clay-loam soil type, with high to medium soil moisture, low salinity, having rainfall of 100-300 mm, air humidity of 60-80%, and daily air temperature of 20-25 degrees Celsius preferred by Moroccan locust. The results can help managers effectively define the potential habitats of Moroccan locusts to combat locust infestation.

Keywords: Potential habitats of Moroccan locusts, Ecological factors, Multivariate factor analysis test, Questionnaires, Interviews

*Corresponding author: Molook.royan@Gmail.com