Archive of SID

نامه انجمن حشره‌شناسی ایران۴۵-۳۱,(۱)۳۸ ,۱۳۹۷
JOURNAL OF ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF IRAN
2018, 38 (1),31-45
DOI: 10.22117/JESI.2018.116779.1170

امکان‌سنجی مناطق مناسب برای فعالیت و رهاسازی کفشدوزک *Oenopia conglobata contaminata* (Menteries) علیه شته سبز انار *Aphis punicae* Passerini با استفاده از GIS در استان یزد

سعیده‌السادات فاطمی[۱]، علیرضا ابوئی اشکذری[۲]، داود محمدی[۱و*] و محمدامین سمیع[۳]
۱-گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران، ۲- دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران و ۳- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر، رفسنجان، ایران
* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: d.mohammadi@ymail.com

چکیده
کفشدوزک *Oenopia conglobata contaminata* (Col.: Coccinelidae) یکی از شکارگرهای مهم کونه‌هایی از شته‌ها در باغ‌های ایران است. شته سبز انار، *Aphis punicae* Passerini (Hem.: Aphididae) عمومی‌ترین آفت درختان انار محسوب می‌گردد که در تمامی انارستان‌های کشور وجود دارد. در پهنه‌بندی مناطق مناسب برای رهاسازی کفشدوزک کروی، *O. conglobata* عواملی مثل دما، میزان رطوبت نسبی، میزان بارندگی، ارتفاع و فراوانی طعمه به عنوان مهم‌ترین معیارهای تعیین پهنه‌های مناسب برای رهاسازی کفشدوزک انتخاب شدند. بر اساس مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تشکیل پایگاه داده مکانی GIS تجزیه و تحلیل‌های مربوط به مناطق مناسب برای رهاسازی کفشدوزک کروی *O. conglobata* انجام شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که نزدیک به ۳۲ درصد از مناطق استان از جمله بخش‌هایی از شهرستان‌های تفت، ابرکوه و مهریز کاملا مناسب برای رهاسازی کفشدوزک می‌باشند. دلایل آن می‌تواند قرارگیری این باغ‌ها در حد فاصل ارتفاعات و دشت باشد که موجب تشدید اختلاف فشار و ایجاد جریانات هوایی از کوه به دشت و برعکس می‌شود. همچنین نزدیک به ۵۹ درصد از مناطق استان مانند قسمت عمده شهرستان اردکان، بهاباد و بافق کاملا نامناسب برای رهاسازی کفشدوزک شناخته شدند که از دلایل آن می‌توان به میانگین دما بسیار بالا و کمبود طعمه اشاره نمود.
واژگان کلیدی: انار، شته سبز انار، AHP، GIS

Feasibility of suitable regions for release of the ladybird *Oenopia conglobata contaminata* (Menteries) against pomegranate green aphid *Aphis punicae* Passerini by using GIS in Yazd province

Saeideh Sadat Fatemi[1], Alireza Aboi Ashkezari[2], Davoud Mohammadi[1&*] & Mohammad Amin Samih[3]
1-Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran, 2- Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran & 3- Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Valie-Asr University, Rafsanjan, Iran
*Corresponding author, Email: d.mohammadi@ymail.com

Abstract
The ladybird, *Oenopia conglobata contaminata* is one of the important predators of some aphids in Iranian orchards. Pomegranate green aphid, *Aphis punicae* Passerini (Hem.: Aphididae) is the most common pests of pomegranate trees, existing in all pomegranate orchards in Iran. In order to determin the suitable areas for release of *O. conglobata*, the factors of temperature, humidity, rainfall, height, and prey frequency were selected as the most important criteria. Analysis of the data was carried out based on the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the spatial geostatistical database of GIS. The results indicated that, nearly 32% of the province's regions, including some parts of Taft, Abarkuh and

دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۲۹، پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۳.
دبیر تخصصی: یعقوب فتحی‌پور

www.SID.ir

Archive of SID

Mehriz, were perfectly suitable for release. The possible reasons are the position of the orchatds between the highlands and the plains, causing intensify in pressure difference and createing air currents from the mountain to the plains and vice versa. Furthermore, nearly 59% of the province's areas, such as the major part of Ardakan, Bahabad and Bafgh, were determined as completely unsuitable for release. The reasons might be the high average temperature and the lack of adequate prey.
Keywords: AHP, *Aphis punicae*, GIS, Pomegranate
Received: 20 December 2017, *Accepted*: 4 March 2018

مقدمه

انار .*Punica granatum* L از تیره Punicaceae با سطح زیر کشت ۵۸۶۲۳ هکتار و میزان تولید ۱۱ تن در هکتار یکی از محصولات مهم باغی کشور است (Shakeri & Daneshvar, 2004). از میان عوامل زیان‌آور به این محصول، شته انار *Aphis punicae* Passerini عمومی‌ترین آفت درختان انار محسوب می‌شود. این آفت، در تمامی انارستان‌های کشور وجود دارد و در باغ‌هایی که شرایط برای رشد و تکثیر آفت فراهم باشد، موجب خسارت اقتصادی می‌شود (Shakeri & Daneshvar, 2004). شته انار، با تغذیه از شیره پرورده، تولید عسلک فراوان، مساعد کردن شرایط برای رشد قارچ‌های ساپروفیت و همچنین کاهش تنفس گیاه به صورت مستقیم و غیرمستقیم سبب خسارت روی میزبان خود می‌شود. مهم‌ترین خسارت شته انار، ریزش غیرطبیعی گل‌های انار در ابتدای فصل می‌باشد (Shakeri & Daneshvar, 2004).

از نظر پراکنش با وجودی که شته‌ی انار به عنوان حشره‌ای یک میزبانه معرفی شده است ولی از فعالیت آن روی گیاه پنبه توسط Bondenheimer (1951) به نقل از اسماعیلی (۱۳۷۳) و نیز مهاجرت آن در تیرماه به گیاه بامیه، .*Hibiscus esculentus* L و انواع نسترن‌ها همراه با تولیدمثل بکرزایی گزارش‌هایی شده است، همچنین فعالیت آن در نواحی معتدله به صورت ماده‌های بکرزا روی گیاهان: دارایی .*Duranta* sp، یاس آبی *Plambago capensis* و حنا .*Lawsonia* sp نیز دیده شده است.

کفشدوزک *O. conglobata contaminate* متعلق به دنیای قدیم، پالئارکتیک بوده و به طور عمده دارای فعالیت شکارگری روی شته‌ها و سایر حشرات راسته جوربالان در درختان مختلف می‌باشد (Delplanque, 1998). این کفشدوزک از نظر موقعیت مکانی، گیاهان مرتفع (بیش‌تر از دو متر) را به گیاهان زراعی آلوده به شته ترجیح می‌دهد و در آسیای مرکزی نسل اول خود را روی درختان آلوده به شته‌های *Myzus persicae* (Sulzer) و *Hyalopterus arundini* (Fabricius) می‌گذراند (Iperti, 1974).

ایران در بین کشورهای تولید کننده انار، بیشترین سطح زیر کشت و بالاترین میزان تولید (نزدیک به یک میلیون تن در سال) را دارا می‌باشد (Talai, 2000) این محصول بیشتر در مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر کشت می‌شود. انار در کلیه استان‌ها بجز استان همدان کشت و کار می‌شود (Kahramanoglu & Usanmaz, 2016). در بین آفات انار شته انار دارای اهمیت اقتصادی بوده و در سال‌های طغیانی خسارت زیادی را متوجه باغداران می‌کند. استفاده از روش کنترل بیولوژیک با استفاده از کفشدوزک‌های شکارگر، ضمن کاهش مصرف سموم کشاورزی، کنترل به نسبت پایداری را نیز موجب می‌شود. با توجه به هزینه بسیار بالای تولید و رهاسازی عوامل کنترل بیولوژیک، آگاهی از ویژگی‌های مکانی و زمانی کاربرد آنها اهمیت زیادی دارد.

شناخت مکان‌های مناسب برای بهره‌برداری از کنترل بیولوژیک مسئله‌ای است که نیاز به در نظر گرفتن عوامل بسیاری دارد و این امر تجزیه و تحلیل را مشکل می‌سازد. از آنجا که انتخاب عرصه‌های مناسب برای

www.SID.ir

Archive of SID

شناخت مناطق مناسب برای بهره‌برداری از این روش کنترل پاک، مستلزم در نظر گرفتن عوامل متعددی می‌باشد و با توجه به گستردگی و پیچیدگی فراسنجه‌های موثر در مکان‌یابی، ضرورت استفاده از GIS و تلفیق آن با سایر امور مدیریتی و برنامه‌ریزی مطرح می‌گردد (Fatemi, 2014).

امروزه بکارگیری روش‌های مختلف پیش‌آگاهی، ظهور و طغیان جمعیت عوامل خسارت‌زای گیاهی از جمله موارد مهم در مدیریت تلفیقی آفات می‌باشد. روش نوین سیستم اطلاعات جغرافیایی در تشخیص و تعیین مکان‌های بالقوه و بالفعل بعنوان زیستگاه آفات بسیار موفق عمل کرده است و می‌تواند به‌عنوان یک منبع قابل اتکا عمل کند. برای کنترل آفات و بیماری‌ها نیاز به آمادگی قبلی و الگوی از پیش تعیین شده برای یک‌پارچگی و گردش اطلاعات، سازمان‌دهی، تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی و هماهنگی می‌باشد. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با اطلاعات یک‌پارچه، درست و به‌موقع که مهم‌ترین بخش از هر برنامه مدیریتی مهم و اضطراری موفق می‌باشد، می‌تواند بخش مهمی از چاره‌سازی برای مسائل مربوط به مدیریت آفات باشد (Oppenheim, 1980). در این میان سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به عنوان سیستم‌هایی مطرح هستند که قادرند با تلفیق نرم افزار و سخت افزارهای رایانه‌ای اطلاعات را آماده و هدایت نمایند. این سیستم‌ها مراحل تغذیه، ذخیره‌سازی، اصلاح، دخالت، تغییر، تجزیه و تحلیل و در نهایت نمایش داده‌های جغرافیایی را به عهده دارند (Rasoli, 1993). مدیریت و تصمیم‌گیری نه تنها در مراحل اولیه، بلکه حتی در مرحله اجرایی برنامه‌ها و پی‌گیری و ارزیابی فعالیت‌ها به شدت محتاج اطلاعات به‌روز است. در واقع در مراحل اولیه فرایند مدیریت آفات و بیماری‌ها یعنی در زمانی که تهیه برنامه و طرح به عنوان اصل و هدف مطرح است، مقوله مدیریت آفات و بیماری‌ها با مقوله سازماندهی اطلاعات مترادف است، به ترتیبی که فرایند مذکور بدون مدیریت اطلاعات امکان‌پذیر نیست (Oppenheim, 1980). GIS یکی از سیستم‌های پرطرفدار به شمار می‌آید، زیرا GIS یک رشته تلفیقی است که تولیدکنندگان ابزارهای رایانه‌ای، افرادی که داده‌ها را جمع‌آوری و آماده می‌کنند و افرادی که خروجی‌ها را تفسیر می‌کنند به فراگیری آن نیاز دارند. اهمیت تلفیقی GIS موجب شده است تا مرزهای میان برخی از رشته‌هایی که به لحاظ سنتی مجزا و تنها بودند از بین برود (Heywood *et al*., 2011).

سیستم اطلاعات جغرافیاییGIS یک سیستم کامپیوتری برای مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات مکانی بوده که قابلیت جمع‌آوری، ذخیره، تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات جغرافیایی (مکانی) را دارد. این سیستم به جمع‌آوری، تولید، نگهداری، بازیابی و تجزیه و تحلیل داده‌هایی می‌پردازد که در دنیای واقعی فضایی را اشغال نموده‌اند (Harmon & Anderson, 2003). بنابراین کلیه رشته‌هایی که بخشی از داده‌های خود را از زمین به دست می‌آورند از کاربران GIS محسوب می‌شوند (Huxhold, 1991).

هدف از کشاورزی دقیق، جمع‌آوری و پردازش داده‌ها از مراحل ابتدایی کشت و حتی قبل از آن می‌باشد. کشاورزی دقیق، چشم‌اندازی از کشاورزی آینده است که ماهواره‌ها، حسگرها، نقشه‌ها و داده‌های حاصل از دور سنجی را به یاری کشاورزان آورده و دقت عمل آنها را بالاتر می‌برد. سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی از جمله ابزارهای مورد استفاده در کشاورزی دقیق می‌باشد (Derikvand & Sadikhani, 2016). پردازش‌های سریع توسط سیستم‌های GIS و دقت موجود در داده‌های تصاویر ماهواره‌ای، به کمک اطلاعات جمع‌آوری شده از محل و اطلاعات تجربی، موجب تسهیل ارائه راهکارها شده است (Shikhani *et al*., 2016).

امید است نتایج این پژوهش برای عملی کردن پروژه‌های رهاسازی عوامل کنترل بیولوژیک در مناطق جغرافیایی در قالب مدیریت تلفیقی آفات کاربرد مناسبی داشته باشد. زیرا برای استفاده از دشمنان طبیعی در

www.SID.ir

Archive of SID

برنامه‌های کنترل بیولوژیک، پیش‌آگاهی از کارایی آن‌ها در منطقه ضروری می‌باشد. در بررسی حاضر با استفاده از GIS، مناطق مناسب برای رهاسازی کفشدوزک کروی *O. conglobata contaminata* با توجه به شرایط زیست‌محیطی مناسب آن و همچنین شته سبز انار و شرایط اقلیمی درخت انار در استان یزد بررسی شد. این روش می‌تواند در سطح وسیع برای سایر عوامل کنترل بیولوژیک و آفات گیاهی نیز بکار رود.

مواد و روش‌ها

معیارهای انتخابی برای تحلیل پهنه‌بندی مناطق مناسب رهاسازی کفشدوزک

در بین کلیه عوامل موثر بر کشاورزی، آب و هوا اولین عاملی است که تعیین کننده نوع گیاه زراعی جهت کشت در هر منطقه می‌باشد. برای رشد مطلوب محصولات کشاورزی، شرایط اقلیمی خاصی مورد نیاز می‌باشد. این شرایط بر فون حشرات و سایر جانداران منطقه تاثیر بسزایی دارد. دما مهم‌ترین عامل غیر زنده و مؤثر بر تغییرات جمعیت حشرات، کنه‌ها و دشمنان طبیعی آن‌ها است. در نتیجه می‌توان رابطه سرعت رشد و نمو و دماهای مختلف را در موجودات خونسردی نظیر انواع حشرات مورد مطالعه قرار داد (Sharpe & Demichele, 1997; Lamp, 1992). هرچند برای بررسی مناطق مناسب رهاسازی کفشدوزک معیارهای متعددی در نظر گرفته شد ولی دسترسی به کلیه اطلاعات دخیل در مباحث مکان‌یابی دشوار و گاه غیرممکن است، بنابراین موثرترین عوامل محیطی بعنوان معیارهای مناسب و ضروری در نظر گرفته شد. در این پژوهش از نظرات گروه کارشناسان خبره متشکل از متخصصین کشاورزی و حشره‌شناسی، ناظرین سازمان حفظ نباتات و متخصصین GIS استفاده شد. بر اساس نظرات گروه کارشناسان خبره، مطالعات کتابخانه‌ای، منابع علمی و اطلاعات موجود و در دسترس، عواملی نظیر دما، میزان رطوبت نسبی، میزان بارندگی، ارتفاع و فراوانی طعمه به عنوان مهم‌ترین معیارهای موثر در تعیین پهنه‌های مناسب برای رهاسازی کفشدوزک انتخاب شدند.

تشکیل پایگاه داده‌های مبتنی برGIS برای هر یک از لایه‌های اطلاعاتی مکانی

در این تحقیق از آمار و اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی اعم از سینوپتیک، کلیماتولوژی، باران سنجی در داخل استان و سه ایستگاه در خارج مرز استان، برای بالا بردن سطح دقت استفاده شد، این آمار از سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵از سازمان هواشناسی یزد دریافت شد. شناخت و تحلیل شرایط آب و هوایی هر منطقه مستلزم داشتن آمار و اطلاعات فراسنجه‌های اقلیمی ایستگاه‌های مختلف محدوده مورد نظر و عوامل تاثیرگذار بر آن در یک دوره آماری حداقل ۲۰ ساله است. همچنین عملکرد محصول انار (برحسب کیلوگرم در هکتار) در مناطق مورد کشت برای یک دوره‌ی ده ساله، از سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ از سازمان جهاد کشاورزی یزد دریافت و استفاده شد. فراسنجه‌های رطوبت، دما، بارندگی، فراوانی طعمه و ارتفاع براساس طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی در بانک اطلاعات GIS وارد شد. بازدید از تمام موقعیت‌های موجود در منطقه مورد مطالعه برای اندازه‌گیری میزان تمرکز یک پدیده معمولا سخت یا هزینه‌بر است. بجای این‌کار از اطلاعات نقاط نمونه‌برداری شده از پدیده مورد نظر استفاده شد و برای سایر موقعیت‌ها بر اساس ارزش‌های موقعیت‌های معلوم، ارزش موقعیت‌های مجهول برآورد و پیش‌بینی شد و به سلول‌های مورد نظر در لایه رسترخروجی اختصاص یافت.

www.SID.ir

Archive of SID

برای تعیین مجموعه‌ای از معیارها برای ارزیابی گزینه‌های تصمیم‌گیری و سپس وزن‌دهی لایه‌ها برای بیان کردن اهمیت هر معیار نسبت به معیارهای دیگر و برای دستیابی به اهداف مورد نظر در این پژوهش، شناخت متغیرها و تجزیه و تحلیل آن‌ها از روش توصیفی استفاده شده است، به‌طوری‌که ابتدا به شناسایی و تعریف معیارها و زیر معیارهای تأثیرگذار در مناطق مناسب رهاسازی کفشدوزک *O. conglobata* پرداخته شد، سپس با توجه به اینکه هر کدام از معیارها و زیر معیارهای مورد بررسی تأثیر متفاوتی در مناطق مناسب رهاسازی دارند، ضریب اهمیت تمامی آن‌ها مشخص شده و در نهایت امتیاز نهایی هر کدام از گزینه‌ها مشخص شد.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که اولین بار توسط توماس ال ساعتی مطرح شد (Saaty, 1997). این روش بر اساس مقایسه‌های زوجی عوامل بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به تصمیم‌گیران می‌دهد. این تکنیک یکی از جامع‌ترین الگوریتم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا امکان فرموله کردن مسائل پیچیده طبیعی به صورت سلسله مراتبی را فراهم نموده و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی در مسأله را دارد. در فرایند تحلیل سلسله مراتبی عوامل به صورت زوجی با یکدیگر مقایسه شده و بیشترین وزن به لایه‌ای تعلق می‌گیرد که حداکثر تأثیر را در تعیین هدف دارد. به عبارت دیگر، معیار وزن‌دهی به واحدهای اطلاعاتی نیز براساس بیشترین نقشی است که عوامل در داخل لایه ایفا می‌کنند (Lopez & Zink, 1991).

مهم‌ترین فاکتور در روش‌های ارزیابی چندمعیاری (MCDM) اختصاص چگونگی وزن برای یک سری معیار بر اساس اهمیت آنها است (Bennui *et al.*, 2007). بر اساس این روش به هرگزینه با توجه به امتیازهای تخصیص یافته در مقایسه با هم (مقایسه دوتایی) و نیز با توجه به امتیاز اهمیتی شاخص‌ها نسبت به هم، امتیازی داده شد، که نشان دهنده قابلیت بهتر آن گزینه با توجه به معیاره‌های تعریف شده است، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. همچنین این تکنیک میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد. که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد. بعلاوه از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و بر پایه اصول بدیهی بنا شده است (Parhizkar & Ghaffari GilanDeh, 2006).

وزن‌دهی به فاکتورهای تاثیرگذار در مکان‌یابی مناطق رهاسازی کفشدوزک

هر معیار بر اساس نتایج آزمایشگاهی پژوهش‌های مرتبط هم‌چنین نتایج حاصل از بررسی داده‌های ۲۰ ساله هواشناسی استان یزد به طبقات مختلف تقسیم‌بندی شد (Ronagh Ardakani, 2013; Fatemi, 2014). در این تحقیق پس از مشخص شدن درجه اهمیت هر یک از معیارها نسبت به یکدیگر و همچنین طبقات مختلف (گزینه‌ها)، یک معیار نسبت به هم به صورت دو دویی با بهره‌گیری از نظرات افراد خبره در این زمینه، مطالعه و مقایسه کارهای مشابه قبلی و در نظر گرفتن شرایط منطقه مطالعاتی، با استفاده از نرم افزار Expert Choice صورت گرفت، در نهایت نقشه هر یک از معیارها بر اساس وزن‌های بدست آمده در محیط نرم‌افزار ArcGIS تهیه شد. پردازش و تحلیل داده‌ها در این پژوهش با توجه به فراسنجه‌های دما، میزان رطوبت، میزان بارندگی، ارتفاع و تراکم طعمه صورت گرفته است. پس از آماده‌سازی و تهیه لایه‌های اطلاعاتی بر اساس چارت، از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP برای تعیین وزن کلاس‌های هر لایه و وزن نهایی معیارها استفاده گردید. در روشAHP ابتدا با استفاده از نظر کارشناسان و متخصصین، وزن هر کدام از زیر معیارها و معیارها مشخص شده و به نرم افزار Expert Choice وارد گردید. سپس مدل AHP روی وزن‌های ورودی اعمال گردیده و وزن هر یک از معیارهای

www.SID.ir

Archive of SID

پنج‌گانه و کلاس‌های آن‌ها از نرم افزار ذکر شده استخراج شد. استفاده از مقایسات زوجی برای تعیین اهمیت نسبی مولفه‌های هر سطح نسبت به سطح بالاتر، باعث افزایش دقت و ایجاد امکان مقایسه داده‌ها در هر سطح خواهد شد (Cimren, *et al.*, 2007).

تجزیه داده‌ها

از نرم‌افزار ArcMap10.3.1 و ArcCatalog 10.3.1 از زیرنرم‌افزارهای ArcGIS برای تشکیل پایگاه داده مکانی و تجزیه و تحلیل‌های مربوط به مناطق مناسب رهاسازی کفشدوزک *O. conglobata contaminata* استفاده شد. هم‌چنین از نرم افزار Expert Choice برای تعیین وزن فاکتورهای موثر استفاده گردید.

نتایج و بحث

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان یزد در قلمرو سلسله جبال مرکزی ایران واقع شده و از پستی و بلندی‌های متعدد تشکیل شده است. این ناهمواری‌ها عمدتا به پنج گروه کوه‌ها و تپه‌های پای‌کوه، دشت‌ها و جلگه‌ها، بیابان‌ها، مناطق شور و کویرها و تپه‌های ماسه‌ای تقسیم می‌شوند. در سطح استان یزد، دو رشته کوه متمایز از هم وجود دارد. یکی بخشی از کوه‌هایی است که در جهت شمال غربی – جنوب شرقی از مرکز ایران عبور می‌کنند و به کوه‌های مرکزی ایران معروف هستند و دومی شامل رشته‌کوه‌هایی است که در مناطق مرکزی، شمالی و شرقی استان قرار دارند. رشته‌کوه شیرکوه، مانند دیواری، قسمت‌های مرکزی استان یزد را از بخش غربی استان (چاله ابرقو) جدا می‌کند. از ارتفاعات دیگر استان یزد، به کوه خرانق در مرکز استان یزد نیز می‌توان اشاره کرد. انتخاب معیارها و استانداردها، تهیه لایه‌های دیجیتالی عوامل، تعیین وزن نسبی و نهایی، همپوشانی لایه‌ها و تهیه نقشه پهنه‌بندی از محورهای اصلی این پژوهش برای تعیین مناطق مناسب برای رهاسازی کفشدوزک بوده است.

نتایج حاصل از مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

در مدل AHP معیار وزن دهی به واحدهای اطلاعاتی براساس بیشترین نقشی است که عوامل در داخل لایه ایفا می‌کنند. نتایج بدست آمده با استفاده از این روش برای تعیین وزن لایه‌ها، نشان می‌دهد که با توجه به سادگی و انعطاف‌پذیری آن و همچنین محاسبه سازگاری در قضاوت‌ها، می‌تواند در بررسی موضوعات مربوط به مکان‌یابی کاربرد مطلوبی داشته باشد (Omkarprasad & Sushil, 2004; Hill & Braaten, 2005). مقایسه معیارها و گزینه‌ها در یک نظام سلسله مراتبی در مدل AHP با اختصاص وزنی در مقیاس ۱ تا ۹ به صورت زوجی در جدول ۱ آمده، سپس ارزش نهایی آن‌ها از طریق استاندارد سازی براساس یکی از روش‌های موجود تعیین شد.

وزن‌های نهایی استخراج شده از نرم‌افزار Expert Choice به ترتیب در جدول ۲ و شکل ۱ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که به دلیل فراوانی جداول، وزن کلاس‌های هر معیار و تشابه موضوعی این جداول از نمایش جداول مقایسه زوجی همه‌ی این معیارها خودداری به عمل آمد. دماهای مورد استفاده در جداول مطابق دماهای مورد استفاده برای انجام مراحل آزمایشگاهی در نظر گرفته شد (Ronagh Ardakani, 2013). در گام بعد وزن‌های بدست آمده از مدل AHP در محیط GIS در هر یک از پنج لایه ضرب شده و همراه با آن تلفیق لایه‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

صورت گرفت. سپس نقشه نهایی به صورت رستری حاصل گردید و نتایج در شکل ۹ نشان داده شده است. در پایان نقشه نهایی حاصل از فرآیندهای فوق نرمال شده، کلاس‌بندی گردیده و به پنج کلاس از کاملا نامناسب تا کاملا مناسب تقسیم شده و مناطق مناسب برای رهاسازی کفشدوزک کروی *O. conglobata contaminata* تعیین گردید.

جدول ۱- مقیاس کمی و کیفی مورد استفاده جهت مقایسه زوجی معیارها در روش AHP (قدسی‌پور، ۱۳۸۷)

Table 1. Qualitative and quantitative scale used to compare the test criteria in AHP method (Ghodsipor, 2008)

The importance compared two by two	The amount of Score
Extremely preferred	9
Very strongly preferred	7
Strongly preferred	5
Moderately preferred	3
Equally preferred	1
Between Preferred	2,4,6,8

پهنه‌بندی مناطق مناسب رهاسازی کفشدوزک

ناحیه‌بندی نهایی نقشه حاصل از روش AHP، به پنج طبقه مرسوم شامل بسیار مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و بسیار نامناسب طبقه‌بندی شد. در جدول ۲ مساحت پنج کلاس حاصل از مدل AHP برحسب هکتار و درصد نشان داده شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که نزدیک به ۳۲/۷٤ درصد از مناطق استان کاملا مناسب و مناسب برای رهاسازی کفشدوزک *O. conglobata* از نظر پتانسیل دما، میزان رطوبت، میزان بارندگی، ارتفاع و میزان طعمه می‌باشند. دلایل آن می‌تواند قرارگیری این بخش‌ها در حد فاصل ارتفاعات و دشت، تلقی گردد که موجب تشدید اختلاف فشار و ایجاد جریانات هوایی از کوه به دشت و برعکس می‌شود. همچنین نزدیک به ۵۹/۷۷ درصد از مناطق استان، کاملا نامناسب و نامناسب برای رهاسازی کفشدوزک شناخته شدند که از دلایل آن می‌توان به دما بسیار بالا و نبودن تغذیه کافی اشاره نمود.

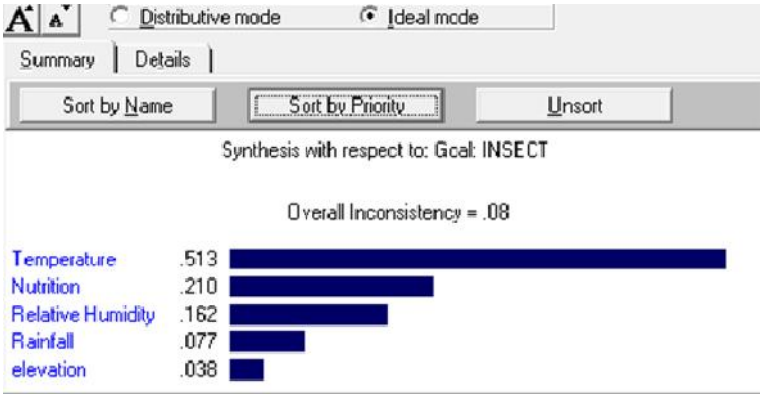
جدول ۲- مساحت کلاس‌ها بر حسب هکتار و درصد در دو مدل مورد استفاده

Table 2. Area in hectare and the percentage of classes in two models

Classes	Area (%)	Area (Hectare)
Very good	8.60	633108.8
Good	23.14	1702630.4
Average	8.47	623072.6
Unsuitable	13.98	1028672.3
Very unsuitable	45.79	3368709
Sum	100	7356193

www.SID.ir

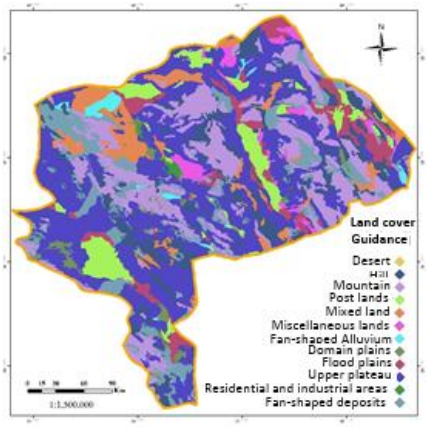
Archive of SID



شکل ۱- ارزش فاکتورها در نرم افزار Expert Choice

Fig. 1. Weighting of invoices in Expert Choice software

ابرکوه در حاشیه کویری واقع شده است. در ۲۰ کیلومتری شرق این شهرستان کویر نسبتا وسیع ابرکوه واقع شده است و مرتفع‌ترین نقطه شهرستان تپه‌ای به ارتفاع ۲۳۷۸ متر است که در شمال غربی شهرستان قرار گرفته است. در پژوهش حاضر جنوب شرق و کویری شهرستان بعنوان مناطق نامناسب و ناحیه شمال غربی شهرستان مناطق بسیار مناسب برای رهاسازی کفشدوزک برآورد شد. قسمت اعظم کویر ابرکوه را نمک‌زار با فرورفتگی‌های پراکنده فرا گرفته است (Anonymous, 2011).



شکل۲- نقشه پوششی اراضی استان یزد

Fig. 2. Land cover map of Yazd province

شکل۳- نقشه شهرستان‌های استان یزد

Fig. 3. Map of Yazd province's cities

شهر میبد در بخش میانی این دشت واقع است. به طور کلی رشته کوه‌هایی که دور تا دور فلات مرکزی را در برگرفته است سبب شده که دامنه‌های خارجی فلات، از رطوبت بیشتری برخوردار بوده و دامنه‌های داخلی آن خشک باشد. بنابراین کمبود نزولات جوی و آفتاب داغ آسمان صاف، وضعیت کشاورزی سختی را در حاشیه کویر به وجود آورده است. اراضی میبد دشت و هموار است و از سوی غرب به کوهپایه و ارتفاعات جنوبی شهر عقدا منتهی می‌گردد. در داخل شهرستان نیز به خاطر شرایط توپوگرافیکی تفاوت‌هایی در آب و هوای نواحی مختلف شهرستان محسوس است به نحوی که بخش‌هایی از شهرستان مانند روستاهای درین، هودر، مرور و غیره

www.SID.ir

Archive of SID

در نواحی کوهستانی و در داخل دره‌های با ارتفاع بالای ۲۰۰۰ متر دارای بارندگی بیشتر هوای خنک‌تر و اقلیم معتدل‌تری نسبت به سایر مناطق شهرستان هستند. این شهرستان به همراه قسمتی از شهرستان اشکذر و مهریز بعنوان یکی از مناطق بسیار مناسب برای رهاسازی کفشدوزک کروی در این پژوهش معرفی گردید.

استان یزد از نظر پستی و بلندی تنوع فراوانی دارد، به طوری که ارتفاع آن از سطح دریای آزاد در نقاط مختلف متفاوت و از حدود ۸۵۰ متر در اطراف ریگ زرین تا حدود ٤۰۰۰ متر در شیرکوه متغییر است. جهت این رشته کوه‌ها، شمال غربی – جنوب شرقی و شمالی – جنوبی است. علاوه بر این کوه‌های جدا مانده‌ای نیز در سطح استان به طور پراکنده وجود دارند. بلندترین ارتفاعات در جنوب غربی شهر یزد (ارتفاعات شیرکوه) قرار دارد که از نظر اقلیمی نیز بر منطقه تاثیر می‌گذارد (Anonymous, 2011).

وجود این ارتفاعات، موجب تنوع در پستی و بلندی شده و با وجود کویری بودن، مناطق ییلاقی فراوانی را در پهنه استان ایجاد نموده است. رشته کوه شیرکوه با راستای شمال غربی – جنوب شرقی، استان را به دو قلمرو شرقی و غربی تفکیک کرده است. در قلمرو غربی کویرهای گاوخونی، ابرکوه و مروست و در قلمرو شرقی هشت کویر کوچک و بزرگ قرار دارد. هرچند منطقه تفت در قلمرو آب و هوای معتدله گرم قرار گرفته اما وجود ارتفاعات بالای شیرکوه، بارندگی را نسبت به استان کویری یزد در وضعیت کاملا متفاوتی قرار داده است. شیرکوه و دامنه‌های آن در روستاهای کوهپایه‌ای واقع در بخش نیر از مهم‌ترین حوزه‌های باران خیز استان است و هرچه از ارتفاعات فاصله بگیریم میزان بارندگی کاهش می‌یابد به نحوی که از ارتفاعات تا دامنه‌ها و از دامنه‌ها تا کوهپایه‌ها و سرانجام دشتها، میزان بارندگی کمتر شده و در مجاورت کویر و بستر کویری ابرکوه به حداقل می‌رسد (Anonymous, 2011).

شهرستان تفت را رشته کوه‌های متعددی احاطه کرده است به گونه‌ای که می‌توان این شهرستان را ناحیه عمده کوهستانی استان یزد به شمار آورد. در پژوهش حاضر شهرستان تفت بعنوان منطقه بسیار مناسب برای رهاسازی کفشدوزک معرفی گردید. بخش عمده شهرستان خاتم زیر پوشش جنگلی قرار دارد. جنگلهای پسته وحشی و جنگل‌های بادام کوهی از جمله پوشش گیاهی این منطقه به شمار می‌روند. این شهرستان در جنوبی‌ترین نقطه استان یزد و حد فاصل استان‌های فارس و کرمان و با ارتفاع ۱٦۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. این شهرستان مهم‌ترین قطب کشاورزی استان یزد محسوب می‌شود (Anonymous, 2011). در پژوهش حاضر این شهرستان منطقه مناسب برای رهاسازی کفشدوزک کروی تعیین شد.

لشکری و همکاران مدل اکولوژیکی زیست‌خوان پسیل آسیایی مرکبات، *Diaphorina citri* Kuwayama را در ایران بررسی کردند. در این پژوهش پراکنش جغرافیایی بالقوه آفت و عوامل کلیدی تاثیرگذار در پراکنش آن، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار گرفت (Lashkari, *et al*. 2013). ابویی اشکذری و همکاران پراکنش نماتد مولد گره ریشه *Meloidogyne javanica* (TREUB) را در گلخانه‌های خیار استان یزد با استفاده از GIS و تأثیر آن بر میزان مصرف کودهای کلسیم، مورد بررسی قرار دادند (Aboi Ashkezari, *et al*,. 2013a). در استان خوزستان پراکنش کرم میوه‌خوار خرما *Batrachedra amydraula* Meryrick با استفاده از این روش مورد بررسی قرار گرفت (Soleyman Nejadian & Latifian, 2009). ابویی اشکذری و همکاران از دو روش نزدیک‌ترین همسایه و تابع K رایپلی در تعیین الگوی پراکنش کنه تارعنکبوتی *Tetranychus urticae* Koch درگلخانه‌های خیار نیز استفاده کردند (Aboi Ashkezari *et al*., 2013b). توزیع فضایی تخم‌ها و لاروهای کرم خوشه‌خوار انگور *Lobesia botrana* (Denis and Schiffermüller) (Lep., Tortricidae) در شهرستان هوراند با

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بررسی شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل نقشه‌های پراکنش و مناطق پرخطر تهیه شده برای مراحل تخم و لاروی *L. botrana* نشان دهنده معنی‌داری پراکنش زمانی و مکانی جمعیت، تاثیر پوشش گیاهی مناطق مجاور تاکستان‌ها بر تراکم جمعیت و همچنین حضور درصد بالای آلودگی در حواشی تاکستان‌ها و مخصوصا در حاشیه مراتع بود (Pahnai, 2013). فاطمی و سمیع در سال ۱۳۹۶ به بررسی امکان‌سنجی مناطق مناسب رهاسازی کفشدوزک شش نقطه‌ای *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) برای کنترل شته‌ی سبز انار *A. punicae* Pass. با استفاده از GIS در استان یزد پرداختند. در این پژوهش نزدیک به ۳۵ درصد از مناطق استان یزد کاملا مناسب برای رهاسازی کفشدوزک زیگزاگی شش‌نقطه‌ای از نظر پتانسیل دما، میزان رطوبت، میزان بارندگی، ارتفاع و تراکم میزبان معرفی شد (Fatemi & Samih, 2014). همچنین نزدیک به ۶۰ درصد از مناطق استان کاملا نامناسب برای رهاسازی کفشدوزک شناخته شدند که از دلایل آن می‌توان به دما بسیار بالا و نبودن میزبان کافی اشاره نمود. زیست‌شناسی و کارآیی کفشدوزک *O. conglobata contaminata* (Menetries) در شرایط آزمایشگاهی توسط رونق و سمیع در سال ۱۳۹۲ بررسی شد. میانگین طول دوره‌ی رشدی از تخم تا حشره کامل در دماهای ۲۲/۵، ۲۵، ۲۷/۵، ۳۰ و ۳۲/۵ درجهٔ سلسیوس با تغذیه از شته‌ی سبز انار *A. punicae* به ترتیب ۲۰/۳۷±۰/۰۷۹، ۱۸/۳۱±۰/۳۳۱، ۱۶/۳۹±۰/۲۳، ۱۴/۳۴±۱/۱۷ و ۱۱/۷۴±۱/۱۶ روز بدست آمد. نتایج نشان داد که طول دوره‌ی رشد و نمو با افزایش دما کاهش می‌یابد. در بررسی دیگری توسط همین محققین، میانگین طول دوره‌ی رشدی از تخم تا حشره کامل کفشدوزک *M. sexmaculatus* (Fabricius) در شرایط آزمایشگاهی در دماهای ۱۷/۵، ۲۰، ۲۲/۵، ۲۵، ۲۷/۵ و ۳۰ درجهٔ سلسیوس با تغذیه از شته‌ی سبز انار *A. punicae* Pass به ترتیب ۲۶/۸۳±۰/۶۱۸، ۱۹/۳۵±۰/۲۳۸، ۱۶/۰۲±۰/۱۶، ۱۱/۶۶±۰/۱۲۱، ۱۰/۴۵±۰/۲۰۱ و ۱۳/۳۵±۰/۳۳۲ بدست آمد. نتایج نشان داد که طول دوره‌ی رشد و نمو با افزایش دما کاهش می‌یابد. کم‌ترین میزان مرگ و میر در کفشدوزک *M. sexmaculatus* (Fabricius) در دمای ۲۲/۵ و ۲۵ درجه مشاهده شد و دمای ۲۵ تا ۲۷/۵ درجهٔ سلسیوس دمای بهینه برای پرورش این کفشدوزک بود (Fatemi & Samih, 2014). در بررسی مشابهی کم‌ترین میزان مرگ و میر در دمای ۲۷/۵ و ۳۲/۵ برای *O. conglobata contaminata* (Menetries) مشاهده شد. نتایج هم‌چنین نشان داد دمای فوق دمای بهینه برای پرورش این کفشدوزک می‌باشد (Ronagh, 2013). بین اثر دما بر طول هر یک از دوره‌های رشدی کفشدوزک اختلاف معنی‌داری وجود داشت و دمای ۲۵ تا ۲۷/۵ درجهٔ سلسیوس دمای بهینه برای پرورش این کفشدوزک بود. میزان بقای کفشدوزک با فاصله گرفتن از دمای بهینه، در دماهای بالاتر و پایین‌تر کاهش می‌یابد. با توجه به یکسان بودن میزبان گیاهی و شرایط آزمایشگاهی، تطبیق نتایج آزمایشگاهی با نقشه پهنه‌بندی مناطق بهینه رهاسازی کفشدوزک‌ها اهمیت فاکتور دما را به خوبی بیان می‌کند. در این پژوهش مناطق اردکان و بافق در هر دو کفشدوزک بعنوان مناطق بسیار بد برای رهاسازی و مناطق تفت، مهریز و بخشی از ابرکوه بعنوان مناطق بسیار مناسب برای رهاسازی بدست آمد. در مناطقی که همپوشانی وجود دارد می‌توان با توجه به ضرورت، هر دو یا یکی از عوامل کنترل بیولوژیک را رهاسازی کرد.

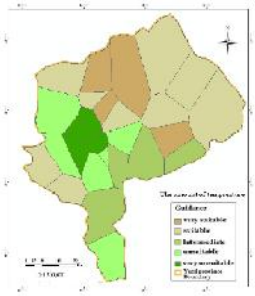
برومند، کفشدوزک *O. conglobata contaminata* (Menetries) را برای اولین بار در استان یزد از دهستان خورمیز و شهرستان مهریز گزارش کرده است که با نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر برای رهاسازی مطابقت دارد و از جمله مناطق بسیار مناسب برای رهاسازی می‌باشد (Borumand, 2000). زارع خورمیزی نیز این کفشدوزک را از منطقه خورمیز گزارش کرد (Zare Khormizi, 2011).

مفیدی نیستانک و همکاران تنوع زیستی ملخ‌های شاخک کوتاه استان اردبیل و هرمزگان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد عرض جغرافیایی باعث کاهش شاخص تنوع زیستی می‌شود در منطقه‌ای با عرض

www.SID.ir

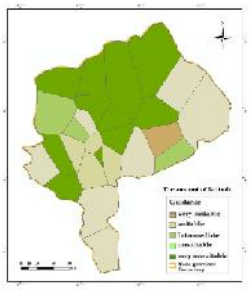
Archive of SID

جغرافیایی کمتر، متناسب با کاهش ارتفاع، غنای گونه‌ای افزایش می‌یابد درحالی که این روند در منطقه‌ای با عرض جغرافیایی بیشتر برعکس است و غنای گونه‌ای با کاهش ارتفاع کاهش می‌یابد (Mofidi-Neyestanak *et al*., 2012). با توجه به پژوهش حاضر ارتفاع نقش موثری در مناسب بودن زیستگاه برای کفشدوزک *O. conglobata contaminata* دارد. وزن نهایی ارتفاع حاصل از AHP برابر با ۰/۰۳۸ می‌باشد. مقایسه بین فاکتورهای مورد بررسی در این پژوهش نشان می‌دهد دما با وزن نهایی ۰/۵۴۱ مهم‌ترین فاکتور تاثیرگذار در رهاسازی کفشدوزک می‌باشد (شکل ٤). میزان تغذیه، رطوبت، ارتفاع و بارندگی به ترتیب در رده‌های بعدی اهمیت قرار دارد (شکل‌های ۵ الی۸).



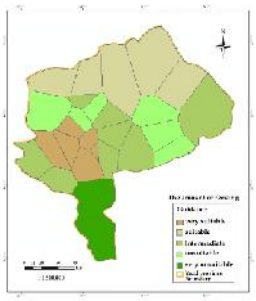
شکل٤- نقشه‌های حاصل از بررسی مناطق مناسب از نظر دما

Fig. 4. The Maps resulting from studying the areas suitable for releasing according to the temperature



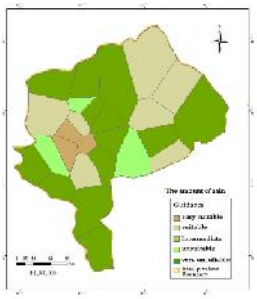
شکل۷- نقشه‌های حاصل از بررسی مناطق مناسب از نظر ارتفاع

Fig. 7. Maps of the study areas suitable for releasing according to the latitude



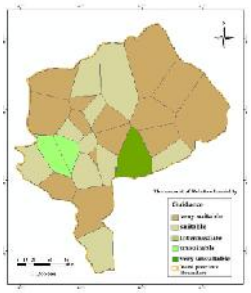
شکل۵ - نقشه‌های حاصل از بررسی مناطق مناسب ازنظرتغذیه

Fig. 5. Maps of the study areas suitable for releasing according to the host abundance



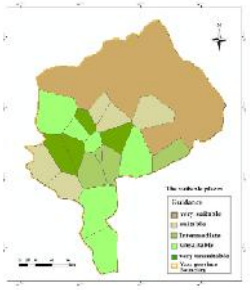
شکل۸ - نقشه‌های حاصل از بررسی مناطق مناسب ازنظر بارندگی نسبی

Fig.8. Maps of the study areas suitable for releasing according to the relative rainfall



شکل٦- نقشه‌های حاصل از بررسی مناطق مناسب از نظر رطوبت نسبی

Fig. 6. Maps of the study areas suitable for releasing according to the relative humidity



شکل۹- نقشه‌های نهایی حاصل از بررسی مناطق مناسب از نظر معیارهای مورد نظر

Fig. 9. The final maps are obtained from the study of suitable areas in terms of the desired criteria

www.SID.ir

Archive of SID

تمام فرایندها در حشرات مثل رشد و نمو یا فعالیت‌های بدنی به دمای محیط وابسته است. اگرچه برخی از حشرات مثل زنبورها یا شب‌پره‌ها می‌توانند دمای ماهیچه‌های پروازیشان را با حرکت‌های سریع قبل از پرواز افزایش دهند، اما متابولیسم پایه بدن آن‌ها تحت تأثیر دمای محیط قرار دارد. برای مثال، هر چه دما بیشتر باشد، واکنش‌های متابولیکی سریع‌تر انجام می‌گیرد (May, 1979). شته سبز انار در اوایل بهار به خصوص در نیمه دوم فروردین و نیمه اول اردیبهشت به وفور در کلنی‌های پر تراکم مشاهده می‌شود. با افزایش دما محیط و کاهش رطوبت نسبی هوا که در مناطق کویری معمولا سریع و طی چند روز اتفاق می‌افتد، از تراکم جمعیت شته‌ها به سرعت کاسته می‌شود به همین دلیل تا حدود نیمه اردیبهشت کلنی‌های بسیاری از شته انار روی اندام‌های سبز درختان انار به خصوص پاجوش‌ها دیده می‌شوند. ولی در اواخر اردیبهشت تنها آثار کلنی‌ها بر روی شاخه‌ها باقیمانده و پیدا کردن کلنی‌های فعال شته در این زمان معمولا به جستجوی زیادی نیاز دارد (Rezvani, 2004). کوتاه‌ترین دوره‌ی نسل شته‌ی انار در شرایط مساعد طبیعی و حداکثر زاد و ولد بین ٦ تا ٨ روز می‌باشد. در طول دوره‌ی گرم سال، شته انار به صورت حشره‌ی کامل بال‌دار و یا بدون بال در حالت رکود در پناهگاه‌های مختلفی مشاهده می‌شود. نتایج آزمایش‌های راج نشان داد میزان رشد این کفشدوزک با دما و رطوبت بعد از ظهر رابطه عکس دارد (Raj, 1991). وزن نهایی درجه حرارات در این پژوهش برابر با ۰/٥٤١ محاسبه شد که بیانگر اهمیت زیاد آن می‌باشد. ارتفاع در کشت و زرع مؤثر است. این قاعده کلی که با افزایش ارتفاع امکان کشاورزی با مشکل مواجه می‌شود در اینجا نیز صادق است. هم‌چنین نوع گیاهان نیز روی تراکم کفشدوزک‌ها مؤثر است (Iperti, 1978). ممکن است در یک قالب منطقه‌ای، با وجود ثابت بودن ناهمگنی، فراوانی یا ابعاد زیستگاه، تنوع گونه‌های حشرات تفاوت‌هایی نشان دهد. این گوناگونی تحت تأثیر عوامل طبیعی مانند طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع قرار می‌گیرد که مسئول ایجاد فعل و انفعالات اقلیمی‌اند. جوامع نیم‌بالپوشان بیشترین تنوع گونه‌ای را در ارتفاعات بین ۱۰۰۰–٦۰۰ متر از سطح دریا نشان می‌دهند. درخت انار از این جهت که جزو گیاهان خشکی‌رست است و آب کمتری را در مقایسه با سایر درختان نیمه گرمسیری از طریق تعرق از دست می‌دهد، قابل کشت در مناطق خشک می‌باشد (Dehdari Ebrahimi & Arjomandi, 2011). بی‌شک تفسیر علت این مشاهدات بسیار پیچیده است و به این منظور به داده‌های خرد اقلیم‌ها و مقدار رویش گیاهان نیاز داریم. شرایط آب و هوایی می‌تواند بر تنوع گونه‌های حشرات تأثیر بگذارد. در مناطق حاره‌ای استرالیا جوامع سوسک‌های برگخوار (Chrysomelidae) طی گرم‌ترین و مرطوب‌ترین دوره‌های سال (دسامبر تا مارس) بیشترین تنوع گونه‌ای را داشتند. در یک بررسی دیگر مشخص شده است که، افزایش تنوع گونه‌های زنبورهای تخم‌ریز اره‌ای (Symphyta) با افزایش عرض جغرافیایی رابطه عکس دارد (Kouki *et al*., 1994). ممکن است تأثیر باران بر بیولوژی یا جمعیت حشرات مستقیم یا غیر مستقیم باشد. باران سنگین و شدید ممکن است شته‌ها را به زیر برگ‌های گیاه میزبان براند یا سوسک‌ها و سن‌ها با توفان‌های تندری شدید از بین بروند. کمبود باران نیز موجب قحطی و مرگ می‌شود. باران بر رطوبت نیز تأثیر می‌گذارد و همراه با دما و باد شرایط اقلیمی ویژه‌ای را در منطقه به‌وجود می‌آورد. فراوانی حشره نیز به تغییرات فصلی و مقدار بارش وابسته است (Rajabi, 2003). برخی حشرات در فصل‌های خشک فراوان‌ترند، در حالی‌که برخی دیگر فقط فصول بارانی را ترجیح می‌دهند، از بارندگی‌های طولانی مدت در کنیا برای پیش‌بینی اندازه و شیوع جمعیت پروانه برگخوار چغندر *Spodoptera exempta* (Walker) استفاده می‌شود و مشاهده شده که شیوع جمعیت هر ٦ تا ٨ ماه یک‌بار همزمان با تقارن باران با آغاز فصل رشد این حشره رخ می‌دهد (Rajabi, 2003).

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌های این تحقیق، توانایی GIS در الگوسازی و کمک به مکان‌یابی محل‌های رهاسازی کفشدوزک و ترکیب معیارهای مختلف کشاورزی، محیطی، اجتماعی، اقتصادی در مدل‌های مختلف را نشان داد. با توجه به طیف وسیع کلاس‌بندی که در روش AHP مورد استفاده قرار می‌گیرد، قدرت تصمیم‌گیری بالاتر رفته و می‌توان با نتایج حاصله در جهت کاهش هزینه‌ها اعم از هزینه‌های اقتصادی و زیست محیطی، اقدامات مناسبی را اعمال نمود. از این‌رو این مطالعه می‌تواند به عنوان گامی مؤثر برای تحقیقات آتی جهت کاربرد بیشتر و استفاده عملی از سیستم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در تلفیق با GIS برای مکان‌یابی مکان‌های مناسب برای رهاسازی عوامل کنترل بیولوژیک باشد. به‌منظور استفاده از عوامل بیولوژیک در کنترل آفات و کاهش استفاده از سموم شیمیایی، شایسته است مطالعات مقایسه‌ای بر روی کفشدوزک‌های منطقه انجام شده و پس از تعیین کاراترین و با اهمیت‌ترین کفشدوزک موجود در هر منطقه به پرورش انبوه و رهاسازی آن اقدام نمود. همچنین به‌دلیل دقت، سرعت و عملیاتی بودن سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، مطالعه و پژوهش در مکان‌گزینی مناطق مناسب رهاسازی کفشدوزک در کشور بدون استفاده از این سیستم‌ها، یک بررسی هزینه‌بر، زمان‌بر و شاید غیر ممکن خواهد بود.

سپاسگزاری

از جناب آقای حامد رونق اردکانی به پاس راهنمایی‌های ارزنده تشکر و قدردانی می‌نمائیم.

References

Aboi Ashkezari, A., Fatemi, S. S., Samih, M. A. & Ramezani, I. (2013a) Distribution of greenhouse cucumber root knot nematode *Meloidogyne javanica* in Yazd using GIS and its impact on the consumption of calcium fertilizers. The sixth congress of the Agricultural Research Findings, 15-16 May, The University of Kurdistan, Iran. 172-177. [In Persian)]

Aboi Ashkezari, A., Fatemi, S. S., Samih, M. A. & Ramezani, I. (2013b). Use nearest neighbor method and the K Rayply the distribution pattern spider mite *Tetranychus urticae* in greenhouse cucumber. The sixth congress of the agricultural research findings, 15-16 May, the University of Kurdistan, Iran. 178-186 [In Persian].

Anonymous. (2006) Statistical Center of Iran. General Population and Housing Census. [In Persian].

Anonymous. (2011) Weather Report of Synoptic Station in Yazd Province. 25p. [In Persian].

Bennui, A., Pattanamanee, P., Puetpaiboon, U., Phukpattaranon, P. & Chetpattananondh, K. (2007) Site selection for large wind turbine using GIS. PSU-UNS International Conference on Engineering and Enviroment. 10-11 May, Prince of Songkla University, Faculty of EngineeringHat Yai, Songkhla, Thailand, 561-566.

Dehdari Ebrahimi, Z. & Arjomandi, R. (2011) Pomegranate Reducing Factors in Iran. National Convention on Pomegranates 13 and 14 October. Ferdows. 67-75. [In Persian].

Delplanque, A. (1998) Les insectes associes aux peupliers. Editions Memor, Bruxelles.360.

Esmaili, M. (1996) Important pests of fruit trees. 1th ed. Sepehr Publishing Center. 587 Pp. [In Persian].

Derikvand, S., & Sadikhani, M. (2016.) Remote Sensing Application (RS) and Geographic Information System (GIS) in precision. The 2nd International Conference on New Findings in Agricultural Science, Natural Resources and the Environment. 6 Pp.

www.SID.ir

Archive of SID

Fatemi, S. S. (2014) Biology and efficiency of six spotted ladybird, *Menochilus sexmaculatus* (Fabrici) (Col.: Coccinellidae) feed on *Aphis punicae* Pass. (Hem.: Aphididae) and Feasibility study of suitable regions for release with using GIS in Yazd province. Master's thesis on entomology, Faculty of Agricultural Science, Valie-asr University of Rafsanjan. 162 Pp.

Fatemi, S. S. & Samih, M. A. (2017) Feasibility study of suitable regions for release of *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) by feeding on pomegranate green aphid *Aphis punicae* Pass with using Geographic Information Systems in Yazd province. *Biological control of pests and plant diseases*. 6 (1) 1-10.

Ghodsipour, H. (2008) Hierarchical Analysis Process, 5th ed, Amir Kabir Industrial Publishing, 222 Pp.

Harmon, J. E. & Anderson, S. J. (2003) The design and implementation of Geographic Information Systems. 272 Pp**.**

Heywood, I., Cornelius, S. & Carver, S. (2011) An Introduction to Geographical Information Systems. 4th ed, Harlow, England Prentice Hall. 446 Pp.

Hill, M. J. & Braaten, R. (2005) Multi-criteria decision analysis in spatial decision support: the ASSESS analytic hierarchy process and the role of quantitative methods and spatially explicit analysis. *Environmental Modeling and Software*, 20: 955–976.

Huxhold, W. E. (1991) An Introduction to Urban Geographic Information Systems New York, Oxford University Press. 337Pp.

Iperti, G. (1978). Coincidence spatial des coccinellid et des puceron. *Annales de Zoologie Ecologie Animale*, 10, 373-75.

Iperti, G. 1974. The coccinellids Brochure section regional ouest palearctigue organization international de lute biologique contre les animoux et les plantes nuisibles, 3:111-121.

Kouki, J., Niemela, P. & Viitasaari, M. (1994) Reversed latitudinal gradient in species richness of sawflies (Hym: Symphyta). *Annali Zoologici Fennici*, 31, 83-88.

Kahramanoglu, I. & Usanmaz, S. (2016) Pomegranate Production and Marketing. CRC Press. 148 p.

Lamp, R. J. (1992) Development rate of *Acyrthosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae) at low temperatures: Implications for estimating rate parameters for insects. *Environmental Entomology*, 21, 10-19.

Lashkari, M., Sahragard, A., Manzari. S. H., Hosseini. R. & Erfanfar, D. (2013) Niche modeling of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hem.: Psyllidae). *Plant Pests Research*, 3 (1), 45-58. [In Persian].

Latifian, M. & SoleymanNejadian, E. (2009) Study of the Lesser moth *Batrachedra amydraula* (Lep.: Batrachedridae) distribution based on geostatistical models in Khuzestan province. *Journal of Entomological Research*. 1(1), 43-55.

Lopez, H. J. & Zink, J. A. (1991), GIS-assisted Modeling of Mass Movements. *ITC - Electronic journals at ITC.4*, 202-220.

May, M. L. (1979) Insects thermoregulation, Annual Review of Entomology. 24, 313-324.

Mofidi-Neyestanak M., Karimzadeh J., Taghizadeh, M. & Askari-Seyahooei M. (2012) A preliminary study on the biodiversity of Acridinae (Orthoptera) in Ardebil and Hormozgan provinces. 20th Iranian Plant Protection Congress, 25–28 August.Tehran, Iran, p 229. [In Persian].

Omkarprasad, V. & Sushil, K. (2004) Analytic hierarchy process: An overview of applications, *European Journal of Operational Research*, 169, 1–29.

Oppenheim, N. (1980) Applied models in urban and regional Analysis. 1th ed. Prentice-Hall Publishing. 356 Pp.

www.SID.ir

Archive of SID

Pahnai, L. (2013) Using Geographic Information System (GIS) to study the spatial distribution of eggs and larvae *Lobesia botrana* in the city-province of East Azerbaijan Horand. M. Sc., *Department* of plant protection, College of Agriculture, Maragheh, Iran, 115 Pp. [In Persian].

Parhizkar, A. & Ghaffari-Gilan Deh, A. (2006) Multi-criteria decision analysis and geographic information, Publication of the study, designing books, Humanities University (Samt Pub.), 597 Pp. [In Persian].

Raj, B. T. (1991) Seasonal abundance of natural enemies of aphids infesting potato crop. *Journal of Aphidology*, 3, 157-161.

Rajabi, Gh. (2003) Ecology of insects in accordance with Iranian conditions and with emphasis on practical points. Agricultural Research and Education Organization. 1th ed. 622 Pp. [In Persian].

Rasoli, A. (1993) Attitudes to Various Geographic Information Systems applications, Journal of sepehr. (Geographic Organization), No. 7.

Rezvani, A. (2004) Aphids of trees and shrubs in Iran. 1th ed. Pest and Plant Disease Research Institute . 270 PP, [In Persian].

Ronagh Ardakani, H. (2013) Biology and efficiency of *Oenopia conglobata contaminata* (Menetries) (Col.: Coccinellidae) by feeding on *Aphis punicae* under laboratory conditions. Master's thesis on entomology, Faculty of Agricultural Science, valie-asr University of Rafsanjan. 113 Pp.

Saaty, T. L. (1997) That Is Not the Analytic Hierarchy Process: What the AHP Is and What It Is Not., *Journal of Multicriteria Decision Analysis*, 6, 324-335.

Shakeri, M. & Daneshvar, M. (2004) Conference report on the achievements and problems of management Carob, *Ectomyelois ceratoniae*. Research Center for Agriculture and Natural Resources of Yazd, p. 13 [In Persian].

Sharpe, J. H. & Demichele, D. U. (1997) Reaction kinetics of poikiloterm development. *Journal of Theorical Biology*. 64, 649-660.

Talai, A. (2000) Agriculture Encyclopedia of Iran, Ministry of Agriculture publication. 1, 288-302. [In Persian].

Shirkhani, M. Pezeshkirad, GH. & Sedighi, H. (2016) Evaluation of knowledge of agricultural experts in Tehran province regarding accurate agriculture. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development.* 3, 657-672.

Zare Khormizi, M. (2011) *Study* the *faunistic* of *lady beetles* **(***Coleoptera***,** *Coccinellidae*) was *studied* in *Mehriz region* (Yazd province). M. Sc., Department of Entomology, Fars Science and Research Branch, Islamic Azad University, Fars Province. 55 Pp.

www.SID.ir