

دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران
جلد ۹ شماره ۲، صفحه ۹۱-۸۱، (۱۳۹۰)

تعیین الگوی پراکنش مکانی دسته‌های تخم ابریشم‌باف ناجور (*Lymantria dispar*) و ارتباط آن با تیپ‌های جنگلی و جاده‌ها

گودرز حاجی‌زاده^{۱*}، محمدرضا کاوسی^۲، شعبان شتایی^۳ و جهانگیر محمدی^۴

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترای جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،

پست الکترونیک: Goodarzhajizadeh@gmail.com

۲- استادیار، گروه اکولوژی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴- دانشجوی دکترای علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۲/۱۱

چکیده

این پژوهش، با هدف تعیین الگوی پراکنش مکانی دسته‌های تخم ابریشم‌باف ناجور (*Lymantria dispar* (L.)) و ارتباط آن با تیپ‌های جنگلی و فاصله از جاده در پارک جنگلی دلدن انجام شد. پس از جنگل‌گردی، به وسیله دستگاه سیستم موقعیت‌یاب جهانی با پلی‌گون‌هایی به عرض ۲۰ متر و با آزمایشات مشخص، مختصات دسته‌های تخم روی درختان آلوده ثبت، و بعد نقشه پراکنش مکانی تهیه گردید. آنالیز الگوی مکانی، به روش فاصله‌ای و با استفاده از شاخص‌های T- مربع و فاصله‌ای پراکنش انجام شد. با روی هم انداختن لایه‌های تیپ و فواصل مختلف از جاده با نقشه پراکنش مکانی، میزان آلودگی در تیپ‌ها و فواصل مختلف از جاده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که الگوی پراکنش مکانی دسته‌های تخم ابریشم‌باف ناجور براساس شاخص‌های T- مربع ($C=0/781683$) و پراکنش فاصله‌ای ($I=2/429744$) ساختار خوشه‌ای داشت. با افزایش فاصله از جاده از تعداد پایه‌های درختی آلوده کاسته شد، به طوری که رابطه‌ی بین تعداد پایه‌های درختی آلوده و فاصله از جاده از همبستگی منفی بالایی ($R^2=-0/945$) برخوردار بود. بیشترین میزان آلودگی در فاصله صفر تا ۵۰ متری از جاده (۱۴۷ پایه درختی آلوده) و کمترین میزان آن در فاصله ۵۵۰ تا ۶۰۰ متری از جاده (۲ پایه درختی آلوده) بود. البته در سطح احتمال یک درصد ($p < 0/01$)، بین میزان آلودگی در تیپ‌های جنگلی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان آلودگی در تیپ انجیلی- آزاد- بلوط و کمترین میزان آن نیز در تیپ زربین بود.

واژه‌های کلیدی: ابریشم‌باف ناجور، الگوی پراکنش مکانی، دسته‌های تخم، تیپ جنگلی، فاصله از جاده، ساختار خوشه‌ای

مقدمه

درختان جنگلی و زینتی در شرق ایالات متحده آمریکا، بخش‌هایی از اروپا و آسیا می‌باشد (Sharov et al., 2002; Gray, 2004). با بررسی‌های صحرائی مشخص شد این

ابریشم‌باف ناجور (*Lymantria dispar* (L.)) یکی از مهمترین آفات (Lep.: Lymantriidae)

به صورت منظم می‌باشد و عمده آنها به شکل کپه‌ای و تصادفی پراکنش دارند (Ludwig & Reynolds, 1988).

اهمیت الگوی مکانی در جوامع، اولین بار توسط هاجسنسون مطرح شد. وی عوامل برداری (برآیند یک نیروی محیطی بیرونی مثل باد، جریان آب و شدت نور)، تکثیر و زادآوری (با توجه به نوع و حالت آن به دو دسته کلونی و غیرکلونی تفکیک می‌شود) و عوامل اجتماعی (به دلیل رفتارهای مادرزادی مانند رفتارهای تعیین قلمرو) را به عنوان مهمترین عوامل ایجادکننده الگوهای مکانی معرفی کرده است (حاجی میرزا آقایی و همکاران، ۱۳۸۹).

برخی ویژگی‌های مربوط به الگوی مکانی ابریشم‌باف ناجور بیانگر رفتار زیستی، روند تغییرات جمعیتی و تکامل آن می‌باشد (Liebhold et al., 1994). امروزه از نقشه‌های پراکنش مکانی به طور گسترده برای ارزیابی تغییرات جمعیت ابریشم‌باف ناجور در مناطق آلوده استفاده می‌شود (Ravlin, 1996; Kolodny-Hirsch, 1987; et al.).

در زمینه‌ی تهیه نقشه پراکنش مکانی ابریشم‌باف ناجور و ارتباط آن با عوامل مختلف مطالعات زیادی صورت گرفته‌است، ولی درخصوص تعیین الگوی پراکنش مکانی و شناسایی عوامل مؤثر در ایجاد این ساختارها مطالعات اندکی انجام شده‌است (Liebhold et al., 1998). برگ‌خواری^۵ ابریشم‌باف ناجور را بین سال‌های ۱۹۶۱ تا ۱۹۸۶ در ایالت ماساچوست در شبکه‌های $1/9 \times 1/9$ کیلومتر، به شکل رقومی تهیه کردند. نتایج حاصل از آنالیز الگوی پراکنش مکانی به روش فاصله‌ی نشان داد که پراکنش مکانی دسته‌های تخم ابریشم‌باف ناجور از نوع خوشه‌ای بود. در این تحقیق نقشه برگ‌خواری سالانه

آفت در تمام مناطق جنگلی شمال کشور انتشار دارد. مهمترین کانون‌های آن در جنگل‌های شمال کشور، پارک جنگلی دلند در استان گلستان، پارک‌های جنگلی شهید زارع و نور در استان مازندران و جنگل‌های لاکان، هشتپر، رضوان‌شهر و ماسال در استان گیلان می‌باشند (رضوی نعمت‌الهی، ۱۳۷۹؛ کاوسی، ۱۳۸۷؛ حاجی‌زاده، ۱۳۸۹).

الگوی مکانی، یکی از مهمترین مشخصه‌های جوامع اکولوژیک است و اولین دید از هر جامعه را به ما می‌دهد. همچنین یکی از ویژگی‌های اصلی ارگانسیم‌هایی است که به شکل گروهی زندگی می‌کنند (Ludwig & Reynolds, 1988). در این ارتباط، آگاهی از ساختار مکانی ابریشم‌باف ناجور می‌تواند در درک بهتر عوامل مؤثر در پیش‌آگاهی^۱ و مدیریت جمعیت آن مورد استفاده قرارگیرد (Taylor et al., 1978; Hughes & McKinaly, 1988). بنابراین، آگاهی از الگوی مکانی ابریشم‌باف ناجور می‌تواند درک ما را نسبت به فرایندهای طبیعی و عوامل مؤثر در ایجاد این ساختارها بهبود بخشد (Hassell & May, 1974).

Hudson و Fowler (۱۹۶۶) بیان کردند الگو، مجموعه‌ای از نقاط بدون بُعد می‌باشد که بر حسب فاصله نسبی‌شان از یکدیگر توصیف می‌شوند. الگو می‌تواند در مقیاس‌های زمانی و مکانی متفاوت و متنوع باشد (Pickett et al., 1995). در طبیعت، این الگوها به شکل لکه، گرادیان یا انواع ساختارهای مکانی (تصادفی^۲، خوشه‌ای^۳ و منظم یا یکنواخت^۴) در مقیاس منطقه‌ای تا اکوسیستم رخ می‌دهند (Gross et al., Miller et al., 1995; Jayaraman, 2000). پراکنش گونه‌های گیاهی به ندرت در طبیعت

- 1- Forecasting
- 2- Random
- 3- Clustered, Clumped or Aggregated
- 4- Uniform

پژوهش حاضر با هدف تعیین الگوی پراکنش مکانی دسته‌های تخم ابریشم‌باف ناجور و ارتباط آن با تیپ‌های جنگلی و فاصله از جاده به منظور شناسایی عوامل مؤثر در ایجاد الگوی ساختار مکانی و پیش‌آگاهی از تغییرات جمعیت و مدیریت آن در پارک جنگلی دلند انجام شد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

این بررسی در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ در پارک جنگلی دلند انجام شد (شکل ۱). منطقه‌ی مورد مطالعه در ۱/۵ کیلومتری شرق شهر دلند و ۶۷ کیلومتری شهرستان گرگان، در عرض جغرافیایی $37^{\circ} 21' 63''$ تا $37^{\circ} 41' 63''$ و طول جغرافیایی $55^{\circ} 31' 36''$ تا $55^{\circ} 51' 41''$ ، به مساحت ۶۰۸ هکتار و در دامنه ارتفاعی ۷۵ تا ۱۱۹ متری از سطح دریا واقع شده است. این منطقه، فاقد پستی و بلندی و شیب آن کمتر از ۵ درصد و دارای ۱۰ تیپ جنگلی می‌باشد که تیپ انجیلی - آزاد - بلوط با ۳۸/۳۲ درصد بیشترین سطح پوشش را به خود اختصاص داده است (بی‌نام، ۱۳۸۴).

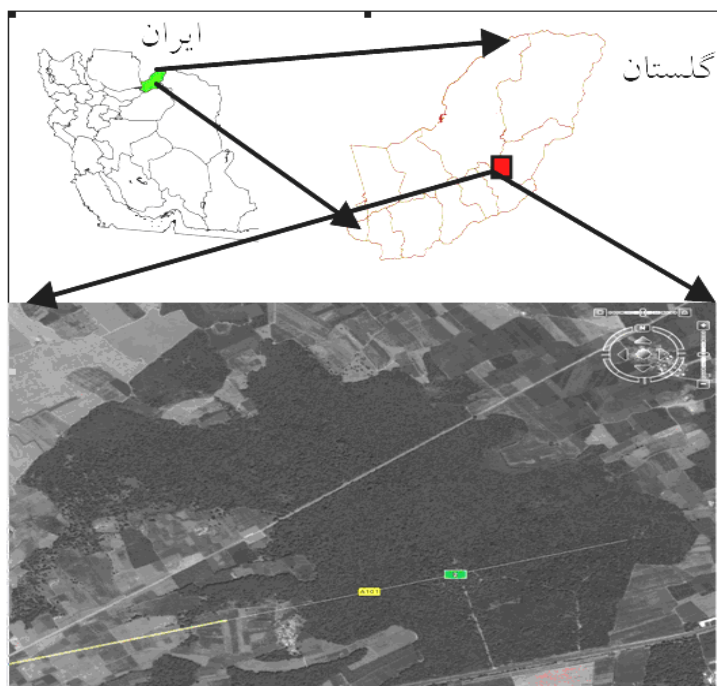
روش بررسی

این بررسی در فصل زمستان سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ انجام شد. به منظور برداشت مختصات دسته‌های تخم، به صورت زیگزآگ در بین درختان حرکت شد و به وسیله دستگاه GPS⁷ با پلی‌گون‌های به عرض ۲۰ متر و با آزیموت مشخص، مختصات تمامی دسته‌های تخم روی درختان آلوده ثبت گردید. پس از پایان عملیات صحرائی، موقعیت مکانی دسته‌های تخم به محیط نرم‌افزار Arc GIS انتقال و نقشه پراکنش مکانی ترسیم گردید.

برای ارزیابی میزان برگ‌خواری در ابتدا و انتهای دوره طغیان مورد استفاده قرار گرفت.

Liebhold و همکاران (۱۹۹۴) رابطه‌ی بین میزان برگ‌خواری ابریشم‌باف ناجور را با تیپ‌های جنگلی و ارتفاع از سطح دریا در ایالت پنسیلوانیا مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بیشترین میزان آلودگی در تیپ‌های جنگلی بلوط و شاه‌بلوط و کمترین میزان آن نیز در تیپ‌های کاج و کاج-بلوط وجود داشت. افزایش برگ‌خواری در ارتفاع ۲۰۰ تا ۴۰۰ متری از سطح دریا بیشتر از دامنه ارتفاعی صفر تا ۲۰۰ متری بود ولی در دامنه ارتفاعی ۴۰۰ متری بالاتر از سطح دریا، از میزان آلودگی کاسته شد.

Hauck و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی اثر برگ‌خواری ابریشم‌باف ناجور در نواحی جنگلی اکوتون⁶ در شمال مغولستان پرداختند. نتایج تحقیق رضوی نعمت‌الهی (۱۳۷۹) نشان داد که میزان آلودگی در درختان حاشیه جنگل به مراتب بیشتر از درختان داخل جنگل است. این محققان نتیجه‌گیری کردند که حشرات ماده، تخم‌ریزی روی تخته سنگ‌ها و درختان حاشیه جنگل را ترجیح می‌دهند، به طوری که کاهش رویش در توده جنگلی ملز (*Larix sp.*) در اثر تغذیه ابریشم‌باف ناجور بررسی شده است. نتایج این بررسی‌ها نشان داد که در سال اول وقوع طغیان این آفت، درختان حاشیه جنگل حداقل ۹۰ درصد از سوزن‌هایشان را از دست دادند و تشکیل چوب بهاره در آنها به شدت کاهش یافت. از رویش درختانی که در فاصله ۳۰ تا ۱۰۰ متری از حاشیه جنگل بودند در مقایسه با رویش درختان داخل جنگل به شدت کاسته شد (Dulamsurena et al., 2010).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (بی نام، ۱۳۸۴)

شاخص‌های زیر برای تعیین الگوی پراکنش مکانی دسته‌های تخم ابریشم باف ناجور استفاده شد.

۱- شاخص T-مربع^۹

در این روش، نقاط نمونه برداری به طور تصادفی در یک شبکه منظم در داخل جامعه مستقر شده و در هر نقطه تصادفی، دو فاصله اندازه‌گیری می‌شود. ابتدا، فاصله X از نقطه O تا نزدیکترین فرد (P) در هر جهت اندازه‌گیری می‌شود؛ سپس یک خط عمود بر خط OP در نقطه P ایجاد می‌گردد و فاصله Y، از فرد (P) تا نزدیکترین همسایه اش (Q) در بالای نیم صفحه حاصله به وسیله این عمود اندازه‌گیری می‌شود (شکل ۲) (Ludwig & Reynolds, 1988).

با استفاده از نقشه جاده، نقشه‌های بافر با فواصل ۵۰ متری از جاده تهیه شد. نمونه برداری تا فواصلی از جاده که دسته‌های تخم روی تنه درختان آلوده مشاهده گردید ادامه یافت. سپس نقشه تیپ درختان جنگلی تهیه و با روی هم انداختن لایه‌های تیپ و فواصل مختلف از جاده با نقشه پراکنش مکانی، میزان آلودگی در فواصل مختلف از جاده و تیپ‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

مقایسه فراوانی پایه‌های درختی آلوده در تیپ‌های درختی با استفاده از آزمون ناپارامتری مربع کای^۸ انجام گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد. به منظور بررسی الگوی مکانی از روش فاصله‌ای استفاده شد.

شاخص‌های مختلفی برای بررسی الگوی مکانی به روش فاصله‌ای توسعه یافته‌اند. در این مطالعه از

9- T-square

8- Chi-Square Test

مقدار شاخص الگوی مکانی (C) برای الگوهای تصادفی تقریباً برابر ۰/۵، الگوهای یکنواخت کمتر از ۰/۵ و برای الگوی خوشه‌ای بیشتر از ۰/۵ است (Ludwig & Reynolds, 1988).

۲- شاخص فاصله‌ای پراکنش^{۱۰}

Johnson و Zimmer (۱۹۸۵) یک شاخص پراکنش فاصله‌ای جدیدی را بیان کرده‌اند که فقط بر اساس فاصله نقطه تا فرد است و برای الگوی مکانی، یک آزمون قدرت‌مندی را به وجود می‌آورد. یک نمونه از N نقاط با فواصل X_i که از نقطه I تا نزدیکترین فرد است، در نظر گرفته می‌شود، آن‌گاه شاخص پراکنش فاصله (I) به‌عنوان نسبتی از مجموع مربعات فواصل تعریف می‌شود (معادله ۲).

$$I = (N + 1) \frac{\sum_{i=1}^N (X_i^2)^2}{\left[\sum_{i=1}^N (X_i^2) \right]^2} \quad (2)$$

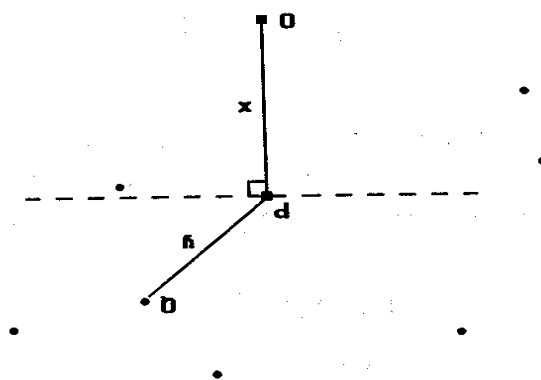
X_i : فاصله تا نزدیکترین فرد

N: تعداد کل نقاط نمونه

مقدار مورد انتظار تقریبی I برای الگوی تصادفی برابر ۲، برای الگوی یکنواخت کمتر از ۲ و برای الگوهای خوشه‌ای بیشتر از ۲ می‌باشد.

نتایج

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از دو شاخص T-مربع ($C = ۰/۷۸۱۶۸۳$) و شاخص فاصله پراکنش ($۲/۴۲۹۷۴۴$)، الگوی پراکنش مکانی دسته‌های تخم ابریشم‌باف ناجور در پارک جنگلی دلند ساختاری خوشه‌ای داشت.



شکل ۲- فواصل نمونه‌برداری T-مربع: X، بین نقطه O نزدیکترین فرد P و Y بین فرد P و نزدیکترین همسایه یعنی Q (در انتخاب Q افرادی که زیر خط‌چین قرار می‌گیرند، در نظر گرفته نمی‌شوند)

اگر الگوی افراد یک جمعیت در تمام سطح پیوسته کاملاً تصادفی باشد، در این صورت به وسیله نمونه‌برداری فاصله، مربع مورد انتظار فواصل نقطه تا فرد، تقریباً برابر نصف مربع مورد انتظار فواصل T-مربع نزدیکترین همسایه خواهد بود: $\frac{1}{2} E(x^2) = E(y^2)$ ؛ با وجود این، اگر الگوی افراد خوشه‌ای باشد، آن وقت مربع مورد انتظار فواصل نقطه تا فرد، از مربع مورد انتظار فاصله‌های نزدیکترین همسایه بیشتر خواهد شد: $\frac{1}{2} E(x^2) > E(y^2)$ و برای الگوی یکنواخت بعکس می‌باشد: $\frac{1}{2} E(x^2) < E(y^2)$ (Ludwig & Reynolds, 1988) (معادله ۱).

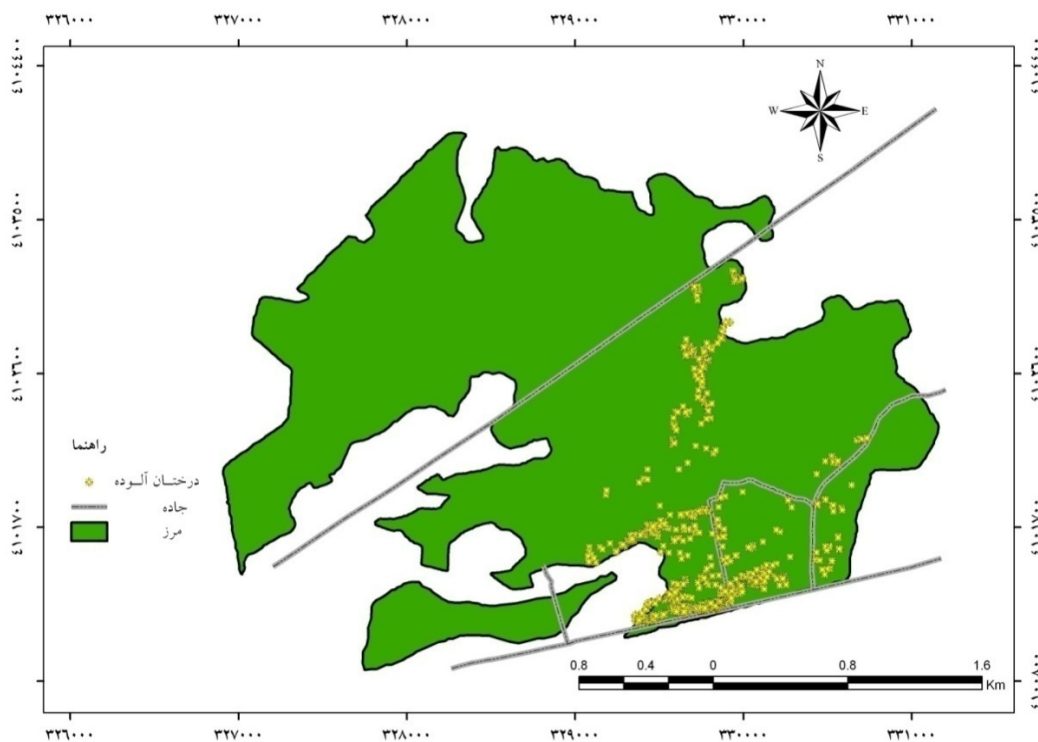
$$C = \frac{\sum_{i=1}^N \left[\frac{X_i^2}{\left(X_i^2 + \frac{1}{2} y_i^2 \right)} \right]}{N} \quad (1)$$

N: تعداد کل نقاط نمونه

X_i : فاصله تا نقطه فرد

Y_i : فاصله فرد تا نزدیکترین همسایه

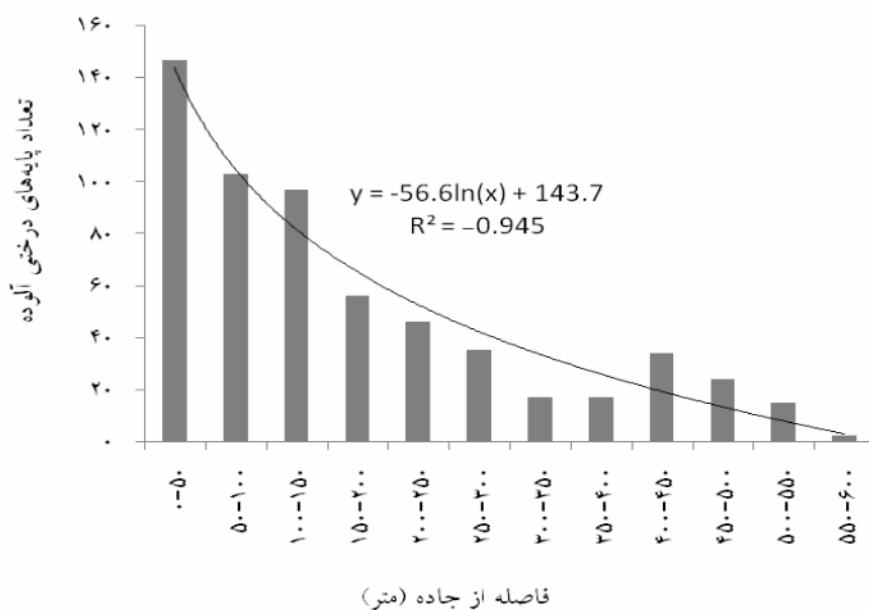
شکل ۳ محدوده‌ی منطقه مورد مطالعه و لایه جاده استخراج شده را به همراه پراکنش مکانی دسته‌های تخم ابریشم‌باف ناجور روی درختان آلوده نشان می‌دهد.



شکل ۳- محدوده‌ی پارک جنگلی دلند و لایه جاده استخراج شده به همراه پراکنش مکانی دسته‌های تخم ابریشم‌باف ناجور روی درختان آلوده

بالایی ($R^2 = -0.945$) برخوردار می‌باشد (شکل ۴). بیشترین میزان آلودگی در فاصله صفر تا ۵۰ متری از جاده (۱۴۷ پایه درختی آلوده) مشاهده می‌شود و این میزان در فاصله ۵۵۰ تا ۶۰۰ متری از جاده به حداقل (۲ پایه درختی آلوده) می‌رسد.

نتایج حاصل از روی هم‌گذاری نقشه پراکنش مکانی و لایه‌های با فواصل مختلف از جاده بیانگر این موضوع است که با افزایش فاصله از جاده، از تعداد پایه‌های درختی آلوده کاسته می‌شود، به طوری که رابطه بین تعداد پایه‌های درختی آلوده و فاصله از جاده از همبستگی منفی



شکل ۴- رابطه‌ی بین فراوانی کل تعداد پایه‌های درختی آلوده به دسته‌های تخم ابریشم‌باف ناجور با فاصله از جاده در پارک جنگلی دلند

نتایج نشان دادند که در سطح احتمال یک درصد (p < ۰/۰۱)، بین تعداد پایه‌های درختی آلوده در تیپ‌های مختلف درختی در پارک جنگلی دلند اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱).

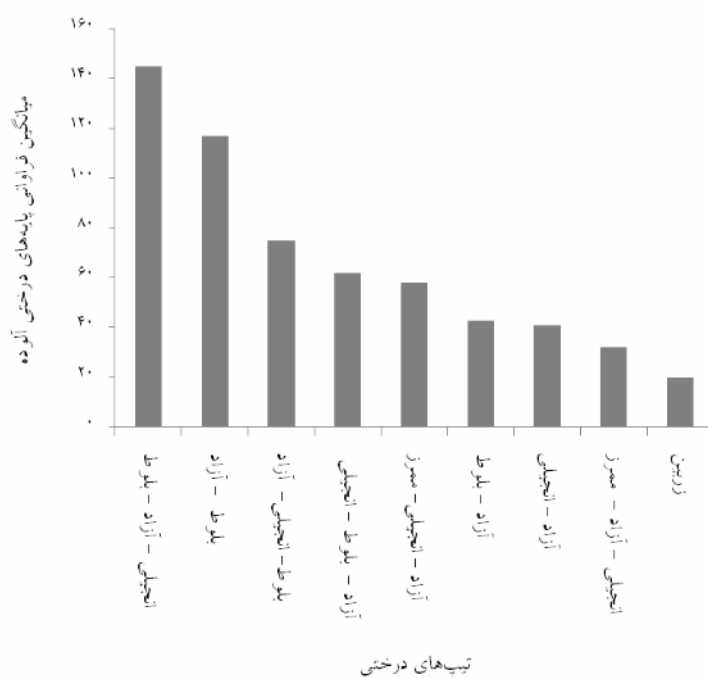
جدول ۱- نتایج آزمون کای اسکوئر، جهت بررسی میزان آلودگی تعداد پایه‌های درختی به دسته‌های تخم ابریشم‌باف ناجور در تیپ‌های مختلف درختی در پارک جنگلی دلند

منبع تغییرات	درجه آزادی	عدد کای اسکوئر	سطح معنی‌داری
تیپ درختی	۸	۲۰۳/۸۱۱	۰/۰۰۰**

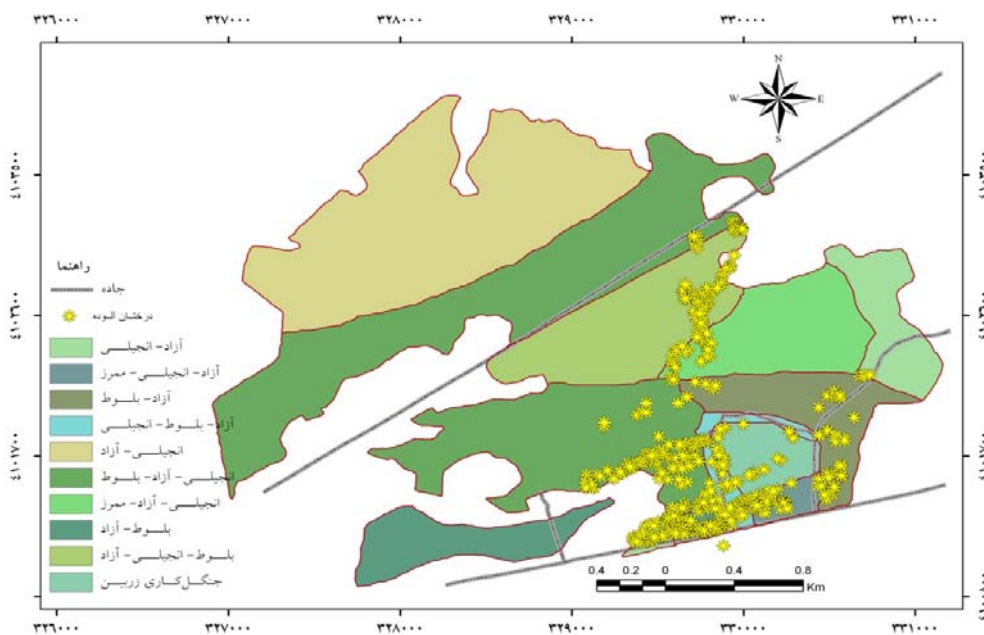
** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

ابریشم‌باف ناجور در تیپ‌های مختلف درختی را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که در تیپ انجیلی- آزاد پایه درختی آلوده‌ای مشاهده نگردید.

بررسی مقایسه میانگین تعداد پایه‌های درختی آلوده نشان داد که بیشترین میزان آلودگی در تیپ انجیلی- آزاد- بلوط و کمترین میزان آن نیز در تیپ زرین وجود داشت (شکل ۵). شکل ۶ پراکنش مکانی دسته‌های تخم



شکل ۵- مقایسه میانگین فراوانی پایه‌های درختی آلوده به دسته‌های تخم ابریشم‌باف ناجور در تپ‌های مختلف درختی پارک جنگلی دلد



شکل ۶- پراکنش مکانی دسته‌های تخم ابریشم‌باف ناجور روی درختان آلوده در تپ‌های مختلف درختی، پارک جنگلی دلد

بحث

تجزیه و تحلیل الگوی پراکنش مکانی در برنامه‌های پیش‌آگاهی آفت (Taylor *et al.*, 1978)، پیش‌بینی تراکم جمعیت آفت در مناطق نمونه‌برداری نشده (Liebhold *et al.*, 1994)، بهبود راهبردهای مدیریت آفت (Hughes & McKinaly, 1988) در درک روابط بوم‌شناختی بین عوامل زنده و غیر زنده (Hassell & May, 1974) سودمند می‌باشد. پیش‌آگاهی از تغییرات جمعیت ابریشم‌باف ناجور به سه روش عمده انجام می‌شود: تهیه نقشه از میزان برگ‌خواری تیپ‌های جنگلی، شمارش دسته‌های تخم (Kolodny-Hirsch, 1996) و به دام انداختن حشرات نر در تله‌های فرومونی (Ravlin *et al.*, 1987). در تراکم‌های بالای جمعیت ابریشم‌باف ناجور، شمارش دسته‌های تخم منطقی‌ترین روش پیش‌آگاهی می‌باشد و به طور گسترده از آن برای ارزیابی میزان برگ‌خواری و تهیه نقشه پراکنش مکانی استفاده می‌شود (Ravlin *et al.*, 1987; Liebhold *et al.*, 1994).

یکی از روش‌های مناسب برای بررسی تغییرات جمعیت ابریشم‌باف ناجور، استفاده از نقشه‌های پراکنش مکانی می‌باشد (Sharov *et al.*, 1995). تهیه نقشه پراکنش و بررسی الگوی مکانی ابریشم‌باف ناجور در درک ساختار جمعیت آن و نواحی حساس طغیانی نقش مؤثری را ایفا می‌نماید، به طوری که امروزه به شکل گسترده‌ای برای مدیریت مناطق آفت‌زده به‌کار برده می‌شود. بر این اساس می‌توان اذعان داشت که تراکم دسته‌های تخم ابریشم‌باف ناجور در واحد سطح می‌تواند معیار مناسبی برای درک عوامل مؤثر در ایجاد این ساختار و پیش‌آگاهی از جمعیت آن باشد، زیرا تعیین الگوی پراکنش مکانی، بیانگر رفتار زیستی آفت می‌باشد. کمی‌نمودن الگوی پراکنش مکانی

آفت ابریشم‌باف ناجور با تحقیق Liebhold و همکاران (۱۹۹۴) شروع شد. نتایج تحقیق نشان داد که الگوی پراکنش مکانی ابریشم‌باف ناجور در منطقه مورد تحقیق، بر اساس شاخص‌های T-مربع ($C = ۰/۷۸۱۶۸۳$) و شاخص فاصله‌ای پراکنش ($I = ۲/۴۲۹۷۴۴$) ساختاری خوشه‌ای داشت که با نتایج تحقیق (Liebhold *et al.*, 1998) مطابقت دارد.

برگ‌خواری ابریشم‌باف ناجور تحت تأثیر دیرزیستی درخت و الگوهای رشد (رویشگاه، تیپ جنگلی و تاج پوشش) قرار دارد. مطالعات انجام شده در شمال شرق ایالات متحده نشان داد که توده‌های جنگلی بلوط آمیخته که برای مدت طولانی مورد تغذیه لاروهای ابریشم‌باف ناجور قرار داشتند، از بین رفتند و توده‌های افرای سرخ و راش جایگزین آنها گردیدند (Fajvan & Wood, 1996; Oliver & Stephens, 1976).

ابریشم‌باف ناجور تیپ‌های جنگلی بلوط خالص یا مخلوط بلوط با سایر توده‌های جنگلی را ترجیح می‌دهد. به طوری که در منطقه‌ی مورد تحقیق، بیشترین میزان آلودگی در تیپ انجیلی-آزاد-بلوط و کمترین میزان آن نیز در تیپ زربین وجود داشت که با نتایج تحقیق Liebhold و همکاران (۱۹۹۴) هم‌خوانی دارد. در تیپ انجیلی-آزاد با وجود مطلوب بودن برای تغذیه، پایه درختی آلوده‌ای مشاهده نگردید و این موضوع به دلیل زیاد بودن فاصله از جاده در این تیپ می‌باشد.

نتایج وضعیت پراکنش درختان آلوده نشان داد که در فواصل نزدیک به جاده (صفر تا ۱۰۰ متری)، تعداد پایه‌های درختی آلوده بیشتری وجود داشت که این امر با نتایج تحقیقات Dulamsurena و همکاران (۲۰۱۰)، Hauck و همکاران (۲۰۰۸) و رضوی نعمت‌الهی (۱۳۷۹)

- حاجی‌میرزا آقایی، س.، جلیلونند، ح.، کوچ، ی. و پورمجیدیان، م.ر.، ۱۳۸۹. تحلیل ارزش و الگوی مکانی گونه‌های چوبی در واحدهای بوم‌شناختی (مطالعه موردی: جنگل سرد آبرود چالوس). مجله جنگل ایران، ۲(۱): ۶۰-۵۱.
- رضوی نعمت‌الهی، آ.، ۱۳۷۹. بررسی بیواکولوژی ابریشم‌باف ناجور (*Lymantria dispar* (L.)) در جنگل‌های استان گیلان، پایان‌نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، ۱۷۶ صفحه.
- کاوسی، م.ر.، ۱۳۸۷. بررسی پراکنش ابریشم‌باف ناجور (*Lymantria dispar* (L.)) در جنگل‌های شمال کشور. اولین همایش بین‌المللی تغییر اقلیم و گاه‌شناسی درختی در اکوسیستم‌های خزری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ص ۱۰.
- Dulamsurena, C., Haucka, M., Leuschnerb, H.H. and Leuschnera, C., 2010. Gypsy moth-induced growth decline of *Larix sibirica* in a forest-steppe ecotone. *Dendrochronologia*, 28: 207-213.
- Fajvan, M.A. and Wood, J.M., 1996. Stands structure and development after gypsy moth defoliation in the Appalachian Plateau. *Forest Ecology and Management*, 89: 79-88.
- Ghent, J.H. and Onken, A.H., 2004. Trip report on assistance to Mongolian Ministry for Nature and Environment for the control of forest defoliators. *FAO Project TCP/MON/2902*, Asheville, NC., 8pp.
- Gray, D.R., 2004. The gypsy moth life stage model: Landscape-wide estimates of gypsy moth establishment using a multi-generational penology model. *Ecological Modelling*, 176: 155-171.
- Gross, K.L., Pregitzer, K.S. and Burton, A.J., 1995. Spatial variation in nitrogen availability in three successional plant communities. *Journal of Ecology*, 83:357-367.
- Hassell, M.P. and May, R.M., 1974. Aggregation of predators and insect parasites and its effect on stability. *Journal of Animal Ecology*, 43: 567-594.
- Hauck, M., Dulamsuren, C. and Heimes, C., 2008. Effects of a gypsy moth invasion on the performance of *Larix sibirica* in a forest-steppe ecotone of northern Mongolia. *Environmental and Experimental Botany*, 62: 351-356.
- Hudson, J.C. and Fowler, P.M., 1966. The Concept of Pattern in Geography, Discuss. Paper Series I, Department of Geography, University of Iowa, p. 1.
- Hughes, G., and McKinaly, R.G., 1988. Spatial heterogeneity in yield pest relationship for crop loss assessment. *Ecological Modelling*, 41: 67-73.

مبنی بر بیشتر بودن میزان آلودگی در فاصله ۳۰ تا ۱۰۰ متری از حاشیه جنگل، هم‌خوانی دارد. احداث تأسیسات ساختمانی در حاشیه عرصه‌های جنگلی و تخریب جنگل در جهت تبدیل به اراضی کشاورزی و باغی سبب بازشدن تاج پوشش نقاطی از جنگل می‌شود. بازشدن تاج پوشش جنگل، بالا رفتن دما، کاهش رطوبت و روشن شدن محیط جنگل را در پی دارد. این عوامل شرایط بهتری را برای نشوونمای ابریشم‌باف ناجور در حاشیه عرصه‌های جنگلی مهیا می‌سازند. همچنین حشرات ماده تخم‌ریزی در حاشیه جنگل را ترجیح می‌دهند، و این موضوع نیز از دلایل ایجاد ساختار خوشه‌ای می‌باشد (Ghent & Onken, 2004).

پیشنهاد می‌شود که نقشه پراکنش مکانی ابریشم‌باف ناجور در سایر مناطق آفت‌زده به خصوص در جنگل‌های شمال کشور تهیه گردد تا ضمن آگاهی از میزان سطح آلودگی، خسارت وارده و میزان پراکنش در سال، بتوان از آن در برنامه‌های مدیریتی و کنترل جمعیت استفاده کرد. همچنین استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای برآورد دقیق‌تر میزان برگ‌خواری، شناسایی مناطق مستعد به آلودگی و مقایسه مناطق آفت‌زده قبل و بعد از برگ‌خواری توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- بی‌نام، ۱۳۸۴. طرح تجدید نظر پارک جنگلی دلد (جلد اول). شهرداری دلد، ۱۳۹ صفحه.
- حاجی‌زاده، گ.، ۱۳۸۹. مقایسه کنترل فرمونی و تلفیقی روی شدت آلودگی و توزیع مکانی ابریشم‌باف ناجور (*Lymantria dispar* (L.)) در جنگل‌های استان گلستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۰۴ صفحه.

- Oliver, C.D. and Stephens. E.P., 1976. Reconstruction of a mixed species forest in central New England. *Journal of Ecology*, 58: 562-572.
- Pickett, S.T.A., Cadenasso, M.L. and Traynor, M.M., 1995. Functional location of forest edges: Gradients of multiple physical factors. *Canadian Journal of Forest Research*, 27: 774-782.
- Ravlin, F.W., Bellinger, R.G. and Roberts, A.E., 1987. Gypsy moth management programs in the United States: status, evaluation and recommendations. *Bulletin of Entomological Research*, 18: 646-650.
- Sharov, A., Roberts, A., Liebhold, A.M. and Ravlin, F.W., 1995. Gypsy moth spread in the central Appalachians: three methods for species boundary estimation. *Journal of Entomology*, 24: 1529-1538.
- Sharov, A., Leonard, D., Liebhold, A.M., Roberts, E.A. and Dickerson, W., 2002. A national program to slow the spread of the gypsy moth. *Journal of Forestry Research*, 100: 30-35.
- Taylor, L.R., Woiwod, I.P. and Perry, J.N., 1978. The density dependence of spatial behavior and the variety of randomness. *Journal of Animal Ecology*, 47: 383-406.
- Jayaraman, K., 2000. A statistical manual for forestry research. FAO Press, 240 p.
- Johnson, R.B. and Zimmer, W.J., 1985. A more powerful test for dispersion using distance measurements. *Journal of Ecology*, 66: 1084-1085.
- Kolodny-Hirsch, D.M., 1996. Evaluation of methods for sampling gypsy moth egg mass populations and development of sequential sampling plans. *Environmental Entomology*, 15: 122-127.
- Liebhold, A.M., Elmes, G.A., Halverson, J.A. and Quimby, J., 1994. Landscape characterization of forest susceptibility to gypsy moth defoliation: *Forest Science*, 40: 18-29.
- Liebhold, A.M., Luzader, E., Reardon, R., Roberts, A., Ravlin, F.W., Sharov, A. and Zhou, G., 1998. Forecasting gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) defoliation with a geographic information system. *Economic Entomology*, 91: 464-472.
- Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F., 1988. *Statistical ecology*. Wiley Interscience Press, 358 p.
- Miller, R.E., Ver Hoef, J.M. and Fowler, N.L., 1995. Spatial heterogeneity in eight central Texas grasslands. *Journal of Ecology*, 83: 919-928.