

بررسی میزان آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار و ارتباط آن با شرایط رویشگاهی در جنگل‌های بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) در استان ایلام

احمد حسینی^۱

۱- مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ایلام، پست الکترونیک: Ah.hosseini977@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۶/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۰۸

چکیده

تنش‌های ناشی از خشکسالی در سال‌های اخیر و به دنبال آن ضعف فیزیولوژیک درختان، افزایش جمعیت سوسک‌های چوبخوار را در جنگل‌های زاگرس به دنبال داشته است. به منظور ارزیابی میزان آلودگی درختان جنگلی به سوسک چوبخوار در شرایط متنوع رویشگاهی و خصوصیات مختلف ساختار توده، جنگل‌های بلوط شلم واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرق شهر ایلام انتخاب گردید. با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی ۲۰ واحد همگن از نظر توپوگرافیک در منطقه مورد مطالعه تعیین شد و در هر کدام ۳ پلات ۱۰۰۰ مترمربعی دایره‌ای شکل به صورت تصادفی سیستماتیک به فواصل ۱۰۰ متر از یکدیگر پیاده گردید. متغیرها شامل قطر برابر سینه، قطر متوسط تاج درختان، فرم درختان، نوع گونه، درصد خشکیدگی تاج، آلودگی درختان به سوسک چوبخوار و موقعیت رویشگاه مورد ارزیابی و اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که عوامل توپوگرافیک و خصوصیات توده بر میزان آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار تأثیر دارند. به طوری که بیشترین میزان آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار در طبقه ارتفاعی ۱۷۰۰-۲۰۰۰ متر از سطح دریا و جهت جغرافیایی جنوب مشاهده گردید. ارتفاع از سطح دریا با میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار همبستگی مثبت معنی‌دار داشت، ولی جهت جغرافیایی همبستگی منفی معنی‌دار نشان داد. شیب با میزان و شدت آلودگی ارتباطی نشان نداد. میزان آلودگی در فرم شاخه‌زاد بیشتر از دانه‌زاد بود. میزان آلودگی با افزایش انبوهی توده و عرض تاج درختان رابطه مستقیم نشان داد. شدت آلودگی در طبقات قطری کوچکتر و در کلاسه‌های خشکیدگی تاجی بالاتر بیشتر بود. نتایج تأکید دارد که درختان پس از تنش خشکی و خشک شدن آلودگی شدید به حشرات چوبخوار پیدا می‌کنند و خسارت حشرات چوبخوار به عنوان عوامل ثانوی در مرگ درختان محسوب می‌شوند. بطور کلی نتایج نشان داد که تنوع در شرایط رویشگاه و ساختار توده موجب تنوع در شدت آلودگی درختان به سوسک چوبخوار شد. بر این اساس می‌توان کانون‌های آلودگی را شناسایی کرده و در حمایت جنگل استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: میزان آلودگی درختان جنگلی، سوسک چوبخوار، شرایط رویشگاه، ساختار توده، بلوط ایرانی، ایلام

مقدمه

خشکیدگی و مرگ و میر درختان از پدیده‌های چندعامله هستند که در قرن اخیر در بسیاری از جنگل‌های دنیا به وقوع پیوسته است. در سال‌های اخیر پدیده خشکیدگی و مرگ و میر درختان در سطوح وسیعی از جنگل‌های زاگرس روی داده است، به طوری که درختان زیادی به ویژه گونه بلوط را از بین برده است. گرچه این پدیده در سطح منطقه‌ای^۱ روی داده است، اما در سطوح کوچکتر و محلی^۲ با شدت‌های متفاوتی ظاهر شده است. تحقیقات انجام شده در سایر نقاط دنیا نشان داد که مرگ و میر درختان در سطح جنگل‌ها بطور یکسان و یکنواخت اتفاق نمی‌افتد و در موقعیت‌های مختلف توپوگرافیک با هم فرق دارد (Guarin & Taylor, 2005; Stephenson, 1990). یکی از عواملی که در ترکیب عوامل چندگانه بر پدیده خشکیدگی و مرگ و میر درختان دخالت دارند، طغیان سوسک‌های چوبخوار می‌باشد. این عوامل زنده در برخی از جنگل‌های دنیا به عنوان عوامل ثانویه در مرگ و میر درختان شناخته شده‌اند، چون در صورت تنش‌های محیطی از قبیل خشکسالی به درختان حمله می‌کنند (Mattson & Haack, 1987). در جنگل‌های زاگرس سوسک‌های چوبخوار بعد از ظهور خشکسالی‌های اخیر و به دنبال تنش‌های خشکی و ضعف فیزیولوژیک درختان طغیان کرده و روند مرگ و میر درختان سرخشکیده حساس به خشکی را تسریع کرده‌اند. نتایج جوزیان و عبایی در سال ۱۳۹۰ در دامنه‌های کوه شلم و مناطق همجوار نشان داد که

گونه‌هایی از سوسک‌های چوبخوار خانواده Buprestidae روی درختان جنگلی به ویژه گونه بلوط آلودگی ایجاد کرده‌اند که از میان آنها گونه *Agilus hastulifer* Ratzeburg در مقایسه با دیگر گونه‌ها غالب بوده و آثار آلودگی آن روی بیشتر درختان جنگلی مشاهده گردیده است (شکل ۱ و ۲). براساس نتایج تحقیقات برخی محققان از جمله Fettig et al., 2007 و نیز جنگل‌گردشی‌های انجام شده در برخی از مناطق جنگلی زاگرس میانی مشاهده گردید که در نقاط مختلف جنگل میزان آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار فرق می‌کند. Nelson و همکاران در سال ۲۰۰۷ طی تحقیقی در جنگل‌های کاج بریتیش کلمبیا نشان دادند که کانون‌های آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار در محدوده ارتفاعی ۸۰۰-۱۰۰۰ متر از سطح دریا و جهت‌های جغرافیایی جنوبی و غربی بیشتر بوده است. همچنین آنها عنوان نمودند که میزان آلودگی در درختان مسن‌تر و در تاج پوشش ۸۰-۳۰ درصد بیشتر مشاهده گردید. همچنین Negron و همکاران (۲۰۰۹) طی تحقیقی نتیجه گرفتند که ارتفاع از سطح دریا و تراکم توده بر الگوهای مرگ و میر درختان و پراکنش سوسک‌های چوبخوار تأثیر معنی‌داری دارند. Fan و همکاران در سال ۲۰۰۸ عنوان نمودند که تراکم درختان، عرض تاج درخت، نوع گونه و درصد خشکیدگی تاج درختان با میزان مرگ و میر و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار ارتباط معنی‌دار دارند. Greenwood & Weisberg در سال ۲۰۰۸ در نتایج تحقیقی ابراز داشتند که خصوصیات ساختاری توده، به ویژه تراکم درختان با ظهور آفت رابطه مثبت دارد. همچنین محققان دیگری در نتایج تحقیقات خود عنوان کردند که شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار با

1- Regional

2- Local

چوبخوار در شرایط متنوع رویشگاهی و خصوصیات مختلف ساختار توده در جنگل‌های بلوط ایرانی در استان ایلام بوده است.

فاکنورهای رویشگاهی و ساختاری توده ارتباط معنی‌دار داشته و تأثیری پذیرند (Sartwell, 1996; Steele *et al.*, 1971; Amman, 1973; Sartwell and Stevens, 1975; Hedden, 1981; Fettig *et al.*, 2007). هدف این تحقیق ارزیابی میزان آلودگی درختان جنگلی به سوسک‌های



شکل ۱- آثار فعالیت سوسک‌های چوبخوار روی درخت بلوط ایرانی (عکس سمت راست) لارو سوسک گونه *Agrilus hastulifer* (عکس سمت چپ)



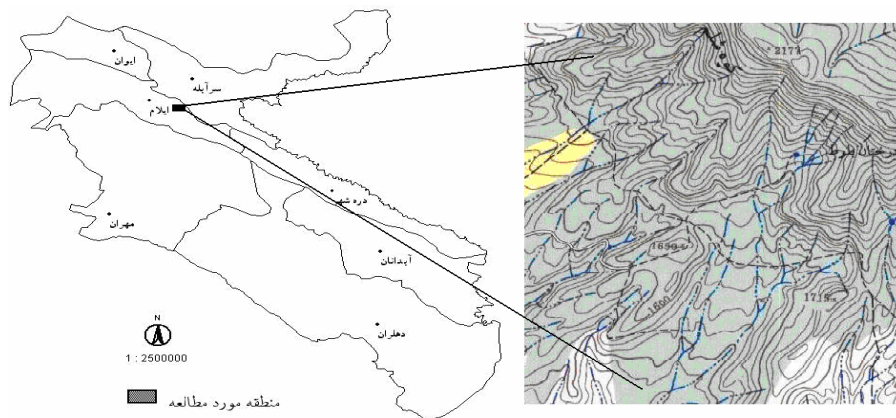
شکل ۲- درخت بلوط کاملاً خشک شده در نتیجه خسارت آفت

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه:

بیشتری برخوردار بود. گونه درختی غالب آن بلوط می‌باشد. این منطقه در محدوده ارتفاعی ۱۵۰۰ متر تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا، با چهار جهت جغرافیایی قرار داشته، و از شیب‌های متنوع برخوردار است.

منطقه مورد مطالعه بخشی از کوه شلم بوده و در ۱۰ کیلومتری جنوب شرق شهر ایلام قرار دارد. درختان این منطقه نسبت به جنگل‌های اطراف از شدت خشکیدگی



شکل ۳- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان ایلام

توپوگرافیک بدست آمد. در هر واحد همگن ۳ پلات دایره‌ای ۱۰۰۰ مترمربعی به صورت تصادفی سیستماتیک پیاده شد و متغیرهای قطر برابر سینه تمام درختان و جست‌ها (قطر بالای ۵ سانتیمتر)، قطر بزرگ و کوچک تاج درختان (متر)، فرم درختان، نوع گونه، خشکیدگی تاج درختان (درصد) و نیز مشخصات رویشگاهی (درصد شیب، جهت جغرافیایی (درجه)، ارتفاع از سطح دریا (متر)) اندازه‌گیری و ثبت گردید. همچنین کلاسه‌بندی خشکیدگی تاج هر یک از درختان براساس کلاسه‌بندی Kabrick و همکاران (۲۰۰۸) انجام شد (سالم = کمتر از ۰.۵٪ خشکیدگی تاجی، ضعیف = ۰.۵-۳۳٪ خشکیدگی تاجی، ملایم = ۳۳-۶۶٪ خشکیدگی تاجی، شدید = بیش از ۶۶٪ خشکیدگی تاجی) و تعداد درختان متعلق به هر گروه شمارش گردید.

روش تحقیق

ابتدا محدوده منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰۰ تعیین گردید. سپس به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) لایه‌های شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا تهیه شد. جهت جغرافیایی به چهار جهت اصلی، شیب بر حسب درصد به سه طبقه (۰-۳۰، ۳۰-۶۰، ۶۰ >) و ارتفاع از سطح دریا به دو طبقه (۱۷۰۰-۱۵۰۰ و ۲۰۰۰-۱۷۰۰ متر) تقسیم شد. براساس روی هم‌گذاری لایه‌های طبقه‌بندی شده فوق، سطح منطقه مورد مطالعه مونه‌بندی^۳ شد و تعداد ۲۰ واحد همگن از نظر

3- stratification

کولموگروف اسمیرنوف و برای همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده گردید. به منظور بررسی وجود تغییرات میزان (تعداد در هکتار درختان آلوده به سوسک در هر پلات) و شدت (درصد درختان آلوده به سوسک در هر پلات) آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار در سطح واحدهای همگن از تجزیه واریانس یکطرفه استفاده شد. همچنین برای بررسی ارتباط بین میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار و متغیرهایی از قبیل فاکتورهای توپوگرافی، خصوصیات توده و متغیرهای خشکیدگی درختان از همبستگی پیرسون و نیز آنالیز DCA استفاده گردید. لازم به ذکر است که به منظور استفاده منطقی از داده‌های جهت جغرافیایی در روابط همبستگی، این داده‌ها از طریق فرمول زیر کمی گردیدند.

$$(1 + \text{جهت جغرافیایی (درجه) } - ۴۵^\circ) \cos = \text{جهت جغرافیایی (تغییر یافته)}$$

گونه بلوط ایرانی می‌باشد (جدول ۳). براساس نتایج آماربرداری‌ها تمامی گونه‌های درختی آلوده به سوسک‌های چوبخوار بودند که میزان آلودگی به سوسک‌های چوبخوار در گونه بلوط بیشتر از سایر گونه‌ها بود. به طوری که درصد آلودگی در گونه بلوط (۶۷/۵۳ درصد) بیشتر از درصد آلودگی در کل گونه‌ها بود. همچنین نتایج درصد آلودگی درختان مرده را بیشتر از درختان زنده نشان می‌دهد (جدول ۴).

همچنین تمام درختان واقع در پلات‌ها از نظر وجود علائم و آثار سوسک‌های چوبخوار مورد بررسی قرار گرفتند که تعداد درختان آلوده به سوسک چوبخوار در هر پلات به‌عنوان میزان آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار و نیز درصد درختان آلوده در هر پلات به‌عنوان شدت آلودگی درختان، به سوسک‌های چوبخوار قلمداد گردید. لازم به ذکر است که در ارزیابی وضعیت آلودگی درختان گونه خاصی از سوسک‌های چوبخوار مدنظر نبوده است بلکه بطور کلی هر درخت از نظر وجود یا عدم وجود علائم آلودگی سوسک‌های چوبخوار بدون توجه به نوع گونه سوسک ارزیابی شده است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها:

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون

نتایج

بررسی وضعیت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار در منطقه مورد مطالعه:

به‌طور کلی در منطقه مورد مطالعه ۶ گونه درختی و درختچه‌ای وجود دارد که ۹۵/۲۶ درصد فراوانی درختی متعلق به گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) است (جدول ۱). تمامی گونه‌های درختی با شدت‌های متفاوتی دچار سرخشکیدگی و مرگ و میر شده‌اند. به‌طور کلی بیشترین میزان خشکیدگی و مرگ و میر درختی متعلق به

جدول ۱- گونه‌های درختی و درختچه‌ای موجود در منطقه مورد مطالعه

فرم رویشی درختچه‌ای		فرم رویشی درختی	
اسم علمی	اسم فارسی	اسم علمی	اسم فارسی
<i>Cerasus microcarpa</i> (C. A. Mey.)Boiss.	راناس	<i>Quercus brantii</i> Lindl. var. <i>persica</i> (Jaup.&Spach)	بلوط ایرانی
<i>Crataegus punitica</i> C. Koch.	زالزالک	<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	بنه
<i>Amygdalus orientalis</i> Duh.	بخورک	<i>Acer monspessulanum</i> L.	کیکم

جدول ۲- آزمون نرمال بودن داده‌های آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار

کولموگروف-اسمیرنوف			
Sig	df	آمار	
۰/۵۱۰	۶۰	۰/۲۴۹	تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار
۰/۰۵۹	۶۰	۰/۱۵۲	درصد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار
۰/۰۷۶	۶۰	۰/۱۹۶	تعداد درختان مرده در هکتار
۰/۰۹	۶۰	۰/۱۰۶	درصد درختان مرده

جدول ۳- خلاصه آماری متغیرهای خشکیدگی و مرگ و میر درختی در منطقه مورد مطالعه

بلوط	کل گونه‌ها	متغیرهای خشکیدگی
۳۴/۵۰	۳۵/۳۳	تعداد درختان مرده در هکتار
۱۵/۲۴	۱۴/۸۰	درصد درختان مرده
۱۴/۵۵	۱۳/۸۰	درصد درختان مرده شاخه‌زاد
۲۰/۹۷	۱۷/۹۹	درصد درختان مرده دانه‌زاد
۱۹/۹۳	۲۰/۳۷	درصد درختان با تاج سالم
۱۴/۹۱	۴۱/۸۸	درصد درختان با خشکیدگی تاجی ضعیف
۱۹/۵۷	۱۹/۵۰	درصد درختان با خشکیدگی تاجی متوسط
۱۸/۶۰	۱۸/۲۵	درصد درختان با خشکیدگی تاجی شدید

جدول ۴- خلاصه آماری متغیرهای آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار در منطقه مورد مطالعه

متغیرهای آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار	میانگین
درصد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار	۶۶/۲۷
درصد درختان بلوط آلوده به سوسک‌های چوبخوار	۶۷/۵۳
درصد درختان زنده آلوده به سوسک‌های چوبخوار	۶۱/۱۴
درصد درختان مرده آلوده به سوسک‌های چوبخوار	۶۴/۸۰

تأثیر عوامل توپوگرافی بر میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار:

نتایج تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد که عوامل توپوگرافی بر میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار تأثیر معنی دار داشتند، به طوری که میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار در سطح واحدهای همگن توپوگرافیک مختلف یکنواخت نبوده و فرق می‌کند (جدول ۶). همچنین نتایج همبستگی عوامل توپوگرافی با متغیرهای آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار نشان داد که ارتفاع از سطح دریا همبستگی مثبت و معنی داری با میزان و شدت آلودگی دارد. به طوری که جهت جغرافیایی فقط با شدت آلودگی

درختان به سوسک‌های چوبخوار همبستگی معنی دار و منفی داشت. شیب با میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار ارتباطی نشان نداد (جدول ۷). همچنین نتایج رسته‌بندی آنالیز تطبیقی قوس‌گیری شده^۱ نیز نشان داد که از بین عوامل توپوگرافیک فقط عامل ارتفاع از سطح دریا هم‌جهت و همسو با متغیرهای آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار و به موازات مؤلفه اول تغییر می‌کند. به عبارت دیگر فقط عامل ارتفاع از سطح دریا با میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار ارتباط معنی دار و مستقیم دارد (شکل ۴ و ۵).

جدول ۵- نتایج آزمون همگنی واریانس‌ها

آماره لون	df1	df2	Sig.
۲/۱۲	۱۹	۴۰	۰/۰۲۲
۳/۳۶	۱۹	۴۰	۰/۰۰۱

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس متغیرهای آلودگی سوسک در سطح واحدهای همگن در منطقه مورد مطالعه

Sig	F	میانگین مربعات	df	مجموع مربعات		
۰/۰۰۰	۲۸/۳۵	۶۴۹/۶۴	۱۹	۱۲۳۴۳/۰۷	بین گروهی	تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار
		۲۲/۹۲	۴۰	۹۱۶/۶۷	درون گروهی	
			۵۹	۱۳۲۵۹/۷۳	کل	
۰/۰۰۰	۵/۶۲	۱۳۷۴/۸۶	۱۹	۲۶۱۲۲/۴۲	بین گروهی	درصد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار
		۲۴۴/۷۹	۴۰	۹۷۹۱/۶۹	درون گروهی	
			۵۹	۳۵۹۱۴/۱۱	کل	

جدول ۷- نتایج همبستگی پیرسون عوامل توپوگرافی با متغیرهای آلودگی درختان به

سوسک‌های چوبخوار در منطقه مورد مطالعه

جهت	شیب	ارتفاع از سطح دریا	
-۰/۱۱۵ ^{ns}	-۰/۱۵۱ ^{ns}	۰/۸۰۲ ^{**}	تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار
-۰/۳۷۰ ^{**}	۰/۰۹۵ ^{ns}	۰/۶۴۷ ^{**}	درصد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ns عدم معنی‌دار بودن

ارتباط خصوصیات توده با شدت آلودگی درختان به
سوسک‌های چوبخوار:

نتایج نشان داد که بین تراکم، رویه‌زمینی و انبوهی تاج پوشش توده با میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد، اما قطر برابر سینه، درصد آمیختگی بلوط (ترکیب گونه‌ای) و درصد دانه‌زاد بودن توده با میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار همبستگی معنی‌دار و منفی داشتند (جدول ۸).

به نحوی که نتایج رسته‌بندی DCA هم نشان داد که تراکم، رویه‌زمینی و انبوهی تاج پوشش توده با میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار هم‌جهت و هم‌سو بوده و ارتباط معنی‌دار و مستقیم دارند ولی قطر برابر سینه و درصد دانه‌زادی (فرم توده) با میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار هم‌جهت و هم‌سو نبوده و ارتباط معنی‌دار و غیرمستقیم را نشان دادند (شکل ۴ و ۵).

جدول ۸- نتایج همبستگی پیرسون متغیرهای ساختاری توده با آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار در منطقه مورد مطالعه

تراکم	قطر برابر سینه	شاخص تراکم توده	رویه زمینی	انبوهی تاج پوشش	درصد آمیختگی بلوط	درصد دانه زاد
۰/۹۶۲**	-۰/۵۷۸**	۰/۸۰۴**	۰/۶۷۲**	۰/۸۴۰**	-۰/۰۹۳ ^{ns}	-۰/۴۷۵**
۰/۴۹۴**	-۰/۳۹۸**	۰/۴۱۶**	۰/۳۶۲**	۰/۳۶۳**	-۰/۲۹۸*	-۰/۰۸۰ ^{ns}

** معنی دار در سطح ۱ درصد، ns عدم معنی دار بودن، * معنی دار بودن در سطح ۵ درصد

ارتباط خشکیدگی درختان با میزان و شدت آلودگی به سوسک‌های چوبخوار:

نتایج نشان داد که بین میزان و شدت خشکیدگی درختان و فراوانی درختان در کلاسه‌های خشکیدگی تاجی ملایم، متوسط و شدید با میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد، اما فراوانی درختان در کلاسه بدون خشکیدگی تاجی (سالم و شاداب) با میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار همبستگی معنی دار و منفی داشتند (جدول ۹). نتایج رسته‌بندی DCA نیز صحت نتایج همبستگی را تأیید نمود (شکل ۳). در

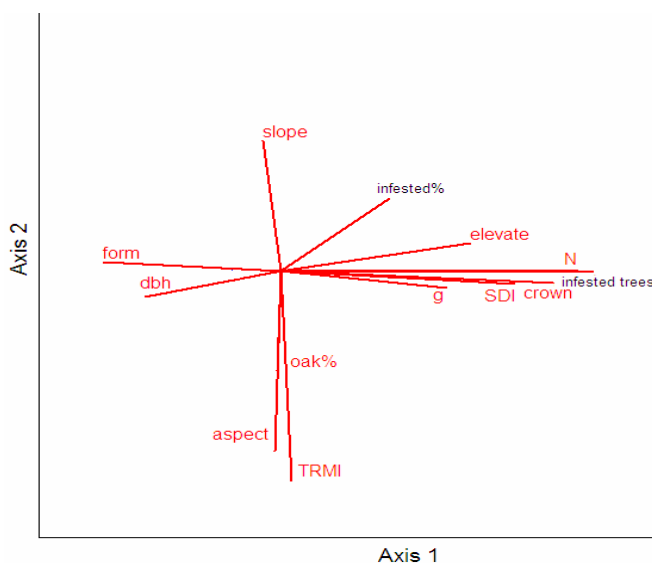
آنالیز DCA متغیرهای خشکیدگی درختان ضمن اینکه در راستای مؤلفه اول یا افقی (مولفه معرف بیشترین تغییرات متغیرها) تغییر کرده‌اند، بلکه در ارتباط با متغیرهای آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار تفاوت‌هایی را نشان دادند. بدین صورت که میزان خشکیدگی در کلاسه‌های ملایم، متوسط و شدید با میزان و شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار همسو بوده و ارتباط مستقیم داشتند، اما فراوانی درختان سالم در کلاسه بدون خشکیدگی تاجی ارتباط غیرمستقیم نشان دادند (شکل ۴ و ۵).

جدول ۹- نتایج همبستگی پیرسون بین خشکیدگی درختان و میزان آلودگی درختان

به سوسک‌های چوبخوار در منطقه مورد مطالعه

خشکیدگی ملایم + متوسط + شدید	خشکیدگی ملایم + متوسط + شدید	خشکیدگی ملایم + متوسط + شدید	خشکیدگی شدید	خشکیدگی متوسط	خشکیدگی ملایم	تاج سالم و شاداب	درصد مرگ	تعداد درخت مرده
تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار	تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار	تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار	تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار	تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار	تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار	تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار	تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار	تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار
۰/۹۸۸**	۰/۸۹۳**	۰/۷۵۵**	۰/۱۸۵ ^{ns}	۰/۷۸۶**	۰/۸۸۵**	۰/۸۴۶**	-۰/۲۷۲*	۰/۱۳۳ ^{ns}
۰/۵۸۹**	۰/۵۸۷**	۰/۲۶۴*	۰/۳۹۴**	۰/۵۰۶**	۰/۵۹۰**	۰/۴۵۶**	-۰/۵۹۶**	۰/۲۶۳*

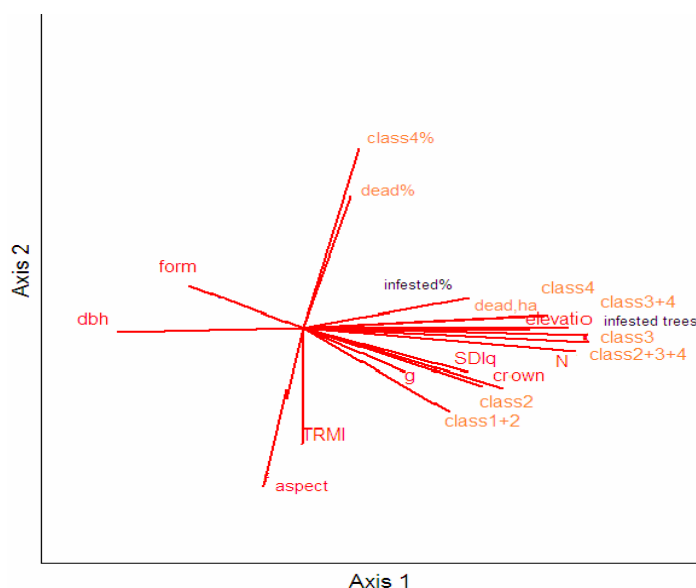
• معنی دار بودن در سطح ۵ درصد ** معنی دار در سطح ۱ درصد، ns عدم معنی دار بودن



شکل ۴- رسته‌بندی (DCA) متغیرهای توپوگرافی و ساختاری توده با میزان آلودگی درختان

به سوسک‌های چوبخوار در منطقه مورد مطالعه

(form = فرم توده، dbh = قطر برابر سینه درخت، elevate = ارتفاع از سطح دریا، infested% = درصد آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار، infested trees = تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار، N = تعداد درخت در هکتار، G = رویه زمینی، SDI = شاخص تراکم توده crown = انبوهی تاج پوشش توده، slope = شیب، trim = شاخص رطوبت نسبی توپوگرافیک، aspect = جهت جغرافیایی، oak% = درصد آمیختگی گونه بلوط در توده)



شکل ۵- رسته بندی DCA متغیرهای توپوگرافی، خصوصیات ساختار توده و متغیرهای خشکیدگی درختان با میزان آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار در منطقه مورد مطالعه

(form = فرم توده، dbh = قطر برابر سینه درخت، elevate = ارتفاع از سطح دریا، infested% = درصد آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار، infested trees = تعداد درختان آلوده به سوسک‌های چوبخوار، N = تعداد درخت در هکتار، G = رویه زمینی، SDI = شاخص تراکم توده، crown = انبوهی تاج پوشش توده، slope = شیب، trim = شاخص رطوبت نسبی توپوگرافیک، aspect = جهت جغرافیایی، oak% = درصد آمیختگی گونه بلوط در توده، dead% = درصد درختان مرده، dead/ha = تعداد درختان مرده در هکتار، class2 = تعداد درختان با خشکیدگی تاجی ضعیف، class3 = تعداد درختان با خشکیدگی تاجی متوسط، class4 = تعداد درختان با خشکیدگی تاجی شدید، class4% = درصد درختان با خشکیدگی تاجی شدید، class1+2 = مجموع تعداد درختان با تاج سالم و درختان با خشکیدگی تاجی ضعیف، class 3+4 = مجموع تعداد درختان با خشکیدگی تاجی متوسط و شدید، class2+3+4 = مجموع تعداد درختان با خشکیدگی تاجی ضعیف، متوسط و شدید).

بحث

جابجایی از درختی به درخت دیگر هستند، اما شدت و ضعف انتشار آنها در بین درختان توده بطور مستقیم و غیرمستقیم متأثر از شرایط مختلف رویشگاهی و تنوع توپوگرافیک است. همچنین خصوصیات متنوع ساختار توده در نقاط مختلف جنگل به دلیل ایجاد شرایط میکروکلیمایی مختلف نقش متفاوتی در انتشار جمعیت سوسک‌های چوبخوار دارد.

براساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که ارتفاع از سطح دریا بر توسعه میزان آلودگی درختان به سوسک‌های

براساس نتایج بدست آمده می‌توان گفت که فاکتورهای رویشگاهی و ساختاری توده از عوامل مهمی هستند که نقش کنترل‌کننده‌ای در وقوع پدیده‌هایی مانند مرگ و میر درختان و درصد آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار دارند. سوسک‌های چوبخوار گرچه از عوامل ثانویه در فرایند زوال درختان هستند، اما زمانی که درختان تحت تنش و ضعف قراردارند، مرگ و میر آنها را تسریع می‌کنند. این عوامل گرچه زنده هستند و به راحتی قادر به

همچنین درختان در این نقاط بیشتر و زودتر دچار تنش خشکی شده و آسیب پذیرترند. Nelson و همکاران (۲۰۰۷) هم در نتایج خود به این نکته اذعان نموده‌اند. در جنگل‌های منطقه مورد مطالعه، گونه بلوط بیشترین میزان آلودگی به سوسک‌های چوبخوار را داشت. گونه‌های درختی و درختچه‌ای با وجود فراوانی کم در مقایسه با درختان بلوط آلوده به سوسک‌های چوبخوار بودند، ولی درصد آلودگی آنها کمتر از بلوط بود. نتایج حاضر با نتایج Fan و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت. در جنگل‌گردشی‌های به عمل آمده مشخص شد که بیشتر مرگ و میرهای درختان به صورت لکه‌ای و کپه‌ای بوده‌است و در جاهایی که درختان نزدیکتر به هم بودند، خشکیدگی و آلودگی بیشتری اتفاق افتاده‌است. نتایج آماربرداری‌ها هم صحت مشاهدات انجام‌شده را تأیید نمود. نتایج نشان داد که انبوهی توده، نوع گونه، قطر برابر سینه و قطر تاج درختان بر شدت آلودگی سوسک تأثیر معنی‌دار دارد. با افزایش تراکم توده فاصله درختان نسبت به هم کم می‌شود و فشار رقابتی ریشه‌ای و تاجی آنها بر یکدیگر افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش تراکم توده بالطبع انبوهی تاج پوشش بالا می‌رود. با افزایش تاج پوشش درختی از طرفی زیست‌توده زنده توده جنگلی افزایش یافته و نیاز آبی آن بیشتر می‌شود و از طرف دیگر رقابت بین درختان شدیدتر می‌شود. در نتیجه در اثر تنش‌های خشکی بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته و ضعف فیزیولوژیک پیدا می‌کند که به صورت سرخشیدگی‌های تاجی دیده می‌شود. در چنین شرایطی حضور سوسک‌های

چوبخوار تأثیر دارد. در منطقه مورد مطالعه آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار در طبقه ارتفاعی ۲۰۰۰-۱۷۰۰ متر از سطح دریا بیشتر از طبقه ارتفاعی پایین‌تر بوده‌است. دلیل احتمالی آن می‌تواند بدلیل فراوانی بیشتر پایه‌های شاخه‌زاد در ارتفاعات بالا باشد. جست‌گروه‌ها از طرفی بدلیل داشتن جست‌های زیاد و رقابت بین جستی و حساسیت بیشتر به تنش خشکی نسبت به پایه‌های دانه‌زاد و از طرفی بدلیل کم‌قطر بودن بیشتر جست‌ها که سازگارتر با سرشت آلودگی سوسک‌های چوبخوار هستند، بیشتر مورد هجوم سوسک‌های چوبخوار قرار می‌گیرند و چون فراوانی پایه‌های شاخه‌زاد نسبت به پایه‌های دانه‌زاد در ارتفاعات بالاتر بیشتر است، بنابراین درصد پایه‌های سرخشیده و آلوده به سوسک‌های چوبخوار بیشتر است. همچنین علاوه بر زیاد بودن تعداد جست‌ها در هر جست‌گروه، تعداد جست‌گروه‌ها بیشتر از پایه‌های دانه‌زاد است و تحت فشار رقابتی بیشتری برای کسب رطوبت خاک قرار گرفته و دچار تنش خشکی شدیدتری می‌شوند. این یافته‌ها با نتایج Fan *et al.*, 2008; Greenwood & Weisberg, 2008 and Nelson *et al.*, 2007 همخوانی داشت. اما با نتایج Negron *et al.*, 2009 از نظر توزیع ارتفاعی انتشار سوسک‌ها همخوانی نداشت. البته نامبرده دلایلی از قبیل تراکم بیشتر توده در طبقات ارتفاعی بالا را اشاره نموده که با شرایط جنگل مورد مطالعه از نظر توزیع ارتفاعی تراکم توده مشابهت دارد. همچنین در ارتفاعات بالا، اغلب خاک مناسب حفظ رطوبت نبوده و به صورت سنگلاخی است. همچنین نتایج نشان داد که در جهت‌های جغرافیایی جنوبی و غربی درصد آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار بیشتر است. در این جهت‌ها هوا گرم‌تر و خشک‌تر است و با وقوع خشکسالی بر میزان خشکی آن افزوده می‌شود.

منابع مورد استفاده

- جوزیان، ع و عبائی، م. ۱۳۹۰، طغیان چوبخوار بلوط خشکسالی سالهای اخیر در جنگل‌های استان ایلام. همایش ملی جنگل‌های زاگرس مرکزی، قابلیت‌ها و تنگناها، ۸ص.
- Amman, G.D., 1973. Population changes of the mountain pine beetle in relation to elevation. *Environmental Entomology*, 2: 541-547.
- Fan, Z., Kabrick, J. M., Spetich, M. A., Shifley, S. R., Jensen, R. G., 2008. Oak mortality associated with crown dieback and oak borer attack in the Ozark Highlands. *Forest ecology and management*, 255: 2297-2305.
- Fettig, C.J., Klepzig, K.D., Billings, R.F., Munson, A.S., Nebeker, T.E., Negroń, J.F., Nowak, J.T., 2007. The effectiveness of vegetation management practices for prevention and control of bark beetle infestations in coniferous forests of the western and southern United States. *Forest ecology and management*, 238: 24-53.
- Greenwood D. L. and Weisberg P. J., 2008. Density-dependent tree mortality in pinyon-juniper woodlands, *Forest Ecology and Management*, 255: 2129-2137.
- Guarin, A., Taylor, A.H., 2005. Drought triggered tree mortality in mixed conifer forests in Yosemite National Park, California, USA. *Forest ecology and management*, 218: 229-244.
- Hedden, R. L., 1981. Hazard-rating system development and validation: an overview 9-12. In: Hedden, R. L., Barras, S. J., Coster, J. E. (Eds.), *Symposium Proceedings: Hazard Rating Systems in Forest Pest Management. GTR-WO-27*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC.
- Kimoto, T. and Duthie-Holt, M., 2006. Exotic forest insect guidebook, Canadian Food Inspection Agency, PP.113.
- Mattson W.J. and Haack R. A., 1987. The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. *Bioscience*, 37: 110-118.
- Negroń J. F., McMillin J. D., Anhold J. A. and Coulson D., 2009. Bark beetle-caused mortality in a drought-affected ponderosa pine landscape in Arizona, USA., *Forest Ecology and Management*, 257: 1353-1362.
- Nelson, T. A., Boots B., Wulder, M. A. & Carroll, A. L., 2007. Environmental characteristics of mountain pine beetle infestation hot spots, *BC Journal of Ecosystems and Management*, 8(1): 91-108.
- Sartwell, C., 1971. Thinning ponderosa pine to prevent outbreaks of mountain pine beetle 41-52. In:

چوبخوار بیشتر شده و درختان تحت تنش را بیشتر مورد حمله قرار داده و روند خشکیدن و مرگ آنها را تسریع می‌بخشد. نتایج نشان داد که میزان آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار در درختان با قطر کمتر بیشتر می‌باشد. از طرفی میزان خشکیدگی و مرگ و میر درختی در درختان کم قطرتر بیشتر بود. این نتایج بیان می‌کند که الگوی آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار با الگوی مرگ و میر درختان همخوانی دارد. بنابراین می‌توان گفت که سوسک‌های چوبخوار بیشتر بر روی درختان کم قطرتر و نیز درختان ضعیف‌تر منتشر شده و آنها را راحت‌تر از بین می‌برند. یافته‌های فوق در خصوص تأثیر متغیرهای توده بر انتشار سوسک‌های چوبخوار و میزان آلودگی درختان به این سوسک‌ها با نتایج سایر محققان همخوانی دارد. Nelson *et al.*, 2007; Fan *et al.*, 2008; Greenwood & Weisberg, 2008; Negroń *et al.*, 2009; Steele *et al.*, 1996; Sartwell, 1971; Amman, 1973; Sartwell and Stevens, 1975; Hedden, 1981; Fettig *et al.*, 2007

به‌طور کلی می‌توان گفت که ناهمگنی شرایط توپوگرافیک رویشگاه و تنوع خصوصیات ساختار توده از جمله عوامل مهمی هستند که در ناهمگنی شدت آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار تأثیر دارند، اما استقرار توده‌هایی با خصوصیات مختلف روی رویشگاه تأثیر اکولوژیک گذاشته و موجب تعدیل یا تشدید شرایط آن می‌شود. بنابراین در مدیریت کنترل سوسک‌های چوبخوار باید اثرهای رویشگاه و توده را به‌صورت همزمان در نظر گرفت (رجوع شود به شکل‌های ۴ و ۵) و از نتایج کلی آنها در شناسایی کانون‌های آلودگی درختان به سوسک‌های چوبخوار و انتشار آنها و تدوین راهکارهای مدیریتی استفاده نمود.

- Steele R., Williams, R.E., Weatherby, J.C., Reinhardt, E.D., Hoffman, J.T. and Their, R.W., 1996. Stand Hazard Rating for Central Idaho Forests. GTR-INT-332. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, Ogden, UT, 29 pp.
- Stephenson, N.L., 1990. Climatic control of vegetation distribution: the role of water balance. *American Naturalist*. 135: 649-670.
- Baumgartner, D. M. (Ed.), Proceedings, Precommercial Thinnings of Coastal and Intermountain Forests in the Pacific Northwest, Cooperative Extension Service and Department of Forestry and Range Management. Washington State University, Pullman, WA.
- Sartwell, C., Stevens R. E., 1975. Mountain pine beetle in ponderosa pine: prospects for silvicultural control in second growth stands. *Journal of Forestry*. 73: 136-140.