جنگل و فرآورده‌های چوب، مجلهٔ منابع طبیعی ایران
دورهٔ ۷۰، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۶
ص ۱۱۱-۱۲۵

دانشکده منابع طبیعی
دانشگاه تهران

بررسی الگوی پراکنش و رقابت درون‌گونه‌ای اُرس (*Juniperus polycarpos* C. Koch) در مراحل رویشی مختلف با استفاده از آمارهٔ او-رینگ در جنگل‌های لاین استان خراسان رضوی

رضا اخوان[1*]، تُکتم مؤمنی مقدم[2]، مسلم اکبری‌نیا[3]، سیدمحسن حسینی[4]

۱. دانشیار پژوهش، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲. دکتری جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس نور، ایران
۳. دانشیار گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس نور، ایران
۴. استاد گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس نور، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۱۰، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۹

چکیده

بررسی الگوی مکانی افراد یک گونه در مراحل رویشی مختلف و نیز اثرهای متقابل آنها به‌منظور درک پویایی مکانی و زمانی جوامع گیاهی ضروری است. این تحقیق با هدف تعیین الگوی مکانی گونهٔ اُرس در مراحل رویشی مختلف و همچنین بررسی رقابت درون‌گونه‌ای بین مراحل رویشی مختلف در جنگل‌های اُرس منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ هزارمسجد خراسان رضوی انجام شد. جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از چهار قطعه نمونهٔ یک هکتاری به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر که به‌صورت تصادفی انتخاب شدند، انجام شد. در داخل این قطعه‌ها، قطر تاج کلیهٔ درختان اُرس اندازه‌گیری و مختصات مکانی آنها به‌روش فاصله-آزیموت تعیین شد. سپس این درختان براساس اندازهٔ قطر تاج به سه طبقهٔ نهال، جوان و بالغ تقسیم شدند. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از حالت‌های تک‌متغیره و دومتغیرهٔ آمارهٔ او- رینگ به‌ترتیب به‌منظور بررسی الگوی مکانی و اجتماع‌پذیری پایه‌های اُرس انجام گرفت. نتایج نشان داد که الگوی کلی پراکنش پایه‌های اُرس در بیشتر موارد دست‌کم تا فاصلهٔ ۲۵ متری کپه‌ای است و پس از آن با بزرگ شدن مقیاس بررسی، به‌سمت الگوی تصادفی میل می‌کند. بررسی رقابت درون‌گونه‌ای و اثرهای متقابل بین مراحل رویشی مختلف اُرس نشان داد که رقابت معنی‌داری بین آنها وجود ندارد و در بیشتر موارد اثر متقابل از نوع جذب یا در نهایت خنثی است. سنگینی و محدودیت پراکنش میوهٔ اُرس، نبود رقابت درون‌گونه‌ای و شرایط سخت محیطی رویشگاه از عوامل مؤثر در شکل دادن الگوی پراکنش اغلب کپه‌ای اُرس است.

واژگان کلیدی: آمارهٔ او- رینگ، اثر متقابل، اُرس، الگوی مکانی، جنگل‌های هزارمسجد خراسان.

Archive of SID

مقدمه

جنس اُرس از معدود سوزنی‌برگان بومی ایران است که رویشگاه‌های آن در مناطق وسیعی از کشور وجود دارد. این گونه بیشتر در مناطق کوهستانی و سنگلاخی ایران پراکنش دارد. از بین گونه‌های مختلف این جنس، گونهٔ اُرس[1] از نظر وسعت انتشار از اهمیت بیشتری برخوردار است [۱]؛ اما متأسفانه در حال حاضر این جنگل‌ها به‌رغم اهمیت بسیار از جنبه‌های مختلف زیست‌محیطی و ژنتیکی روندی رو به انهدام دارند که این موضوع به‌ویژه در مناطقی که تحت کنترل و مدیریت نیست، بحرانی‌تر است،

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۳۱۹۸۰۹۲
Email: akhavan@rifr-ac.ir

1. *Juniperus polycarpos* C. Koch

www.SID.ir

به‌طوری که به‌دلیل قطع بی‌رویه و بهره‌برداری غیراصولی روزبه‌روز از وسعت این جنگل‌ها کاسته می‌شود.

توزیع مکانی گونه‌ها یکی از اجزای اصلی ساختار یک تودهٔ جنگلی است که مورد توجه بسیار است، زیرا اهمیت زیادی در کمک به درک سازوکارهای اکولوژیکی دارد. هدف اصلی تحقیقات اکولوژیکی پی بردن به این سازوکارها و فرایندهای طبیعی با بررسی توزیع مکانی گونه‌هاست [۲]. توزیع مکانی گیاهان ممکن است ناشی از ناهمگنی و یکنواخت نبودن محیط، آشفتگی‌های طبیعی و انسانی، رقابت درون و بین‌گونه‌ای، تجدیدحیات و مرگ‌ومیر باشد [۳]. به‌عنوان مثال، الگوی پراکنش کپه‌ای یا خوشه‌ای عمومی‌ترین الگوی پراکنش مشاهده‌شده در طبیعت است [۴] که ناشی از دو عامل عمده است: ناهمگنی محیطی و محدودیت پراکنش بذر [۲]. باد، جاذبهٔ زمین و جانوران، سه عامل اصلی پراکنش بذر گیاهان‌اند [۲]. توزیع مکانی زادآوری‌ها در ارتباط با درختان مادری نیز پرسشی چالش‌برانگیز در اکولوژی گیاهی است، به‌طوری که گونه‌های دارای پراکنش محدود بذر نسبت به گونه‌های دارای پراکنش بذر بهتر، الگوی کپه‌ای شدیدتری دارند.

بررسی الگوی مکانی افراد یک گونه در مراحل رویشی مختلف و نیز اثرهای متقابل آنها (اجتماع‌پذیری) به‌منظور درک پویایی مکانی و زمانی جوامع ضروری است. به‌علاوه، الگوی مکانی کنونی یک گونه، به‌ویژه اثر متقابل پایه‌های بالغ و جوان اطلاعات مفیدی دربارهٔ فرایند تجدید حیات یک گونه به‌دست خواهد داد. بنابراین، بررسی ساختار توده‌های جنگلی و اجتماع‌پذیری بین طبقات سنی و مراحل رویشی در یک جنگل ضروری است و هر گونه شناختی در این زمینه باید به‌هنگام برنامه‌ریزی برای مدیریت و حفاظت آنها مدنظر قرار گیرد. در این میان، قطر و سن افراد یک گونه در شرایط محیطی یکسان بسیار به هم وابسته است [۵]؛ بنابراین، در بررسی ساختار و پویایی (دینامیک) جوامع گیاهی از قطر به‌جای سن استفاده می‌شود [۳].

در سال‌های اخیر روش‌های زیادی به‌منظور بررسی الگوهای مکانی گیاهان توسعه یافته که یکی از جدیدترین آنها پس از تابع K رایپلی و L، آمارهٔ او-رینگ[1] است. تحقیقات زیادی با استفاده از توابع تک‌متغیره و دومتغیرهٔ K رایپلی انجام گرفته است، اما در مورد آمارهٔ او-رینگ، تحقیقات محدودتر است. از آن جمله می‌توان به تحقیق هائو (۲۰۰۷) در جنگل‌های آمیختهٔ معتدلهٔ کاج[2] در چین اشاره کرد که الگوی پراکنش مکانی درختان و رقابت بین طبقات ارتفاعی با استفاده از توابع تک‌متغیره و دومتغیرهٔ او-رینگ بررسی شد [۴]. لوئیس و همکاران (۲۰۰۸) جنگل‌های مدیترانه‌ای اسپانیا [۶] و مارتین (۲۰۱۱) یک جنگل حفاظت‌شده در شرق رشته‌کوه آلپ ایتالیا [۷] را با استفاده از آمارهٔ او- رینگ تک‌متغیره و دومتغیره بررسی کردند. چنگ و همکاران (۲۰۱۳) نیز با استفاده از این آماره، الگوی مکانی و رقابت درون‌گونه‌ای بلوط[3] را در چهار مرحلهٔ رویشی مختلف در چین بررسی کردند [۳]. تحقیق دیگر با استفاده از این روش مربوط به میاو و همکاران (۲۰۱۴) در جنگل‌های نراد- توس در ناحیهٔ سیچوان چین است که به بررسی رقابت بین طبقات مختلف قطری پرداختند [۸]. اخوان و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از تابع دومتغیرهٔ K رایپلی، توده‌های دست‌نخوردهٔ راش خالص در منطقهٔ کلاردشت را در طبقات قطری کم‌قطر، میان‌قطر، قطور و خیلی قطور بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که درختان راش از کلاسه‌های مختلف قطری، اثرهای رقابتی مثبت و منفی متفاوتی در مراحل مختلف تحولی نسبت به هم دارند [۹]. در داخل کشور تاکنون تنها تحقیق موجود با استفاده از آمارهٔ او-رینگ مربوط به کریمی و همکاران (۲۰۱۲) در تعیین کنش متقابل و الگوی مکانی درختان در جنگل‌های زاگرس است [۱۰].

1. *O*- ring statistic
2. *Pinus Koraiensis*
3. *Quercus liatungensis*

Archive of SID

www.SID.ir

بنابراین، با توجه به اینکه گونهٔ اُرس، از معدود گونه‌های بومی سوزنی‌برگ ایران است که از اهمیت زیادی نیز برخوردار است، هدف این تحقیق تعیین الگوی پراکنش مکانی این گونه در مراحل مختلف رویشی به‌منظور بررسی پویایی آنها و همچنین بررسی رقابت درون‌گونه‌ای اُرس بین مراحل رویشی مختلف است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ تحقیق

منطقهٔ تحقیق، بخشی از جنگل‌های اُرس شمال استان خراسان رضوی موسوم به درهٔ خالیان به وسعت ۷۵۸/۴ هکتار، مربوط به پارسل سه طرح مدیریت منابع جنگلی سری دو اُرس هزارمسجد واقع در حوضهٔ رودخانهٔ لاین کهنه شهرستان کلات نادری در دامنه‌های شمالی رشته‌کوه هزارمسجد است که در محدودهٔ ″۳۲ ′۱۸ °۵۹ تا ″۲۳ ′۴ °۵۹ طول شرقی و ″۲۵ ′۰۱ °۳۷ تا ″۳۲ ′۰۲ °۳۷ عرض شمالی قرار دارد. ارتفاع منطقه از ۱۶۴۰ تا ۲۶۶۰ متر بالاتر از سطح دریا متغیر است. براساس آمار هواشناسی ۳۰ سالهٔ منطقه (۱۳۵۷–۱۳۸۷)، دمای متوسط منطقه ۸/۰۱ درجهٔ سانتی‌گراد و حداکثر و حداقل دمای مطلق منطقه به‌ترتیب ۳۵/۱ و ۲۷/۲– درجهٔ سانتی‌گراد است. میانگین بارندگی سالانهٔ این منطقه ۳۷۲/۰ میلی‌متر بوده و براساس کلیماگرام آمبرژه، این منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد است که طول فصل خشک آن شش ماه (از اوایل خرداد تا اوایل آبان) است [۱۱]. گونهٔ غالب جنگل‌های این منطقهٔ اُرس است و علاوه بر آن گونه‌های دیگر مانند شیرخشت[1]، نسترن[2]، زرشک[3]، دغدغک[4] و پلاخور[5] نیز وجود دارند. این منطقه جزء مناطق حفاظت‌شدهٔ سازمان حفاظت محیط زیست است که به‌دلیل ارتفاع زیاد و حضور جانوران وحشی از قبیل پلنگ و گرگ، حضور انسان و دام در آن بسیار اندک و تقریباً دست‌نخورده است، به‌طوری که دارای پوشش جنگلی انبوه و لاشبرگ فراوان در پای درختان است.

روش پژوهش

جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از چهار قطعه نمونهٔ یک هکتاری مربع‌شکل به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر که به‌صورت تصادفی انتخاب شدند، انجام گرفت. در داخل این قطعه نمونه‌ها قطر تاج کلیهٔ درختان اُرس اندازه‌گیری و مختصات مکانی آنها تعیین شد. بدین ترتیب که پس از تعیین محدودهٔ قطعه نمونه‌ها در عرصه، مختصات گوشهٔ جنوب غربی آنها با دستگاه GPS در سیستم مختصات UTM برداشت و ثبت شد. سپس به‌منظور ثبت مختصات درختان موجود در قطعه نمونه‌های یک هکتاری از روش فاصله– آزیموت استفاده شد. به این صورت که فاصله و آزیموت درخت اول نسبت به گوشهٔ جنوب غربی قطعه نمونهٔ یک هکتاری (نقطهٔ مبنا) با دستگاه ورتکس و قطب‌نمای سونتو اندازه‌گیری شد و سپس با استفاده از روابط مثلثاتی به مختصات دکارتی (x,y) تبدیل شد. سپس این مختصات به مختصات نقطهٔ مبنا اضافه شد و در نتیجه مختصات اولین درخت به‌دست آمد. به‌همین ترتیب فاصله و آزیموت هر درخت نسبت به درخت قبلی سنجیده و به مختصات UTM تبدیل شد. پس از اتمام آماربرداری، درختان اُرس براساس قطر تاج اندازه‌گیری‌شده به سه طبقهٔ نهال (قطر تاج کمتر از نیم متر)، جوان (قطر تاج بین نیم تا دو متر) و بالغ (قطر تاج بیشتر از دو متر) تقسیم شدند.

با توجه به درصد حضور کم گونه‌های همراه اُرس (پلاخور، زرشک، نسترن، شیرخشت و دغدغک) در قطعه نمونه‌های مورد بررسی (حدود ۱۰ درصد)، فقط از داده‌های مربوط به درختان اُرس در تجزیه‌وتحلیل‌ها استفاده شد.

1. *Cotoneaster discolor*
2. *Rosa iberica*
3. *Berberis vulgaris*
4. *Colutea gifani*
5. *Lonicera nummulariifolia*

Archive of SID

www.SID.ir

آمارهٔ او-رینگ

استفاده از آمارهٔ او-رینگ در بررسی الگوی مکانی نسبت به تابع K رایپلی و شکل خطی آن یعنی تابع L مفیدتر است. جایگزینی حلقه‌ها در $O_{(r)}$ به‌جای دوایر در تابع K، این آماره را در کشف الگو در فواصل مختلف توانمندتر می‌کند [۱۲]. توابع K و L براساس تعداد نقاط (درختان) موجود در داخل دوایر با شعاع r در اطراف نقاط مرکزی محاسبه می‌شوند و ماهیت تجمعی دارند؛ به‌طوری که با افزایش شعاع دایره، الگوی مکانی شامل ترکیبی از اطلاعات مکانی نقاط در مقیاس‌های کوچک و بزرگ خواهد بود؛ اما اساس آمارهٔ $O_{(r)}$، متوسط تعداد نقاط (درختان) قرارگرفته بر روی حلقه‌ها با شعاع r از نقاط مرکزی در داخل قطعهٔ مورد بررسی است [۶].

همانند تابع K رایپلی، از آمارهٔ او-رینگ تک‌متغیره برای نشان دادن الگوی پراکنش گونه‌ها (تصادفی، کپه‌ای و منظم) و از حالت دومتغیرهٔ آن به‌منظور بررسی اثرهای متقابل درختان یا الگوی اجتماع‌پذیری آنها استفاده می‌شود که می‌توان آن را به سه دستهٔ اثر متقابل یا اجتماع‌پذیری مثبت (جذب[1])، بدون اثر متقابل (مستقل[2]) و منفی (دفع[3]) تقسیم کرد. آمارهٔ او-رینگ با تابع K رایپلی و تابع روابط جفتی $g_{(r)}$ ارتباط دارد که به‌صورت رابطهٔ ۱ محاسبه می‌شود.

$$O_{(r)} = \lambda g_{(r)} \qquad (۱)$$

در این رابطه $O_{(r)}$ آمارهٔ تک‌متغیرهٔ او- رینگ، λ تراکم (تعداد در واحد سطح) و $g_{(r)}$ مشتق تابع K رایپلی است. در الگوی کاملاً تصادفی $O_{(r)} = \lambda$ است، $O_{(r)} > \lambda$ نشان‌دهندهٔ الگوی کپه‌ای در فاصلهٔ r و $O_{(r)} < \lambda$ نشان‌دهندهٔ الگوی منظم یا یکنواخت است.

در آمارهٔ او-رینگ دومتغیره ($O_{۱۲(r)}$)، $g_{۱۲(r)}$ تعداد مورد انتظار گروه دو در فاصلهٔ r از نقطهٔ دلخواه گروه یک است (رابطهٔ ۲). اگر $O_{۱۲(r)} = \lambda_۲$ باشد، دو الگو یا دو گروه از درختان مستقل از هم هستند و بدون اثر متقابل معنی‌دارند که به‌عنوان فرض صفر در نظر گرفته می‌شود. اگر $O_{۱۲(r)} > \lambda_۲$ باشد نشان‌دهندهٔ حالت جذب است و اگر $O_{۱۲(r)} < \lambda_۲$ باشد حالت دفع بین دو گروه را نشان می‌دهد.

$$O_{۱۲(r)} = \lambda_۲ g_{۱۲(r)} \qquad (۲)$$

در این رابطه $O_{۱۲(r)}$ آمارهٔ دومتغیرهٔ او- رینگ، $\lambda_۲$ تراکم (تعداد در واحد سطح) گروه دوم و $g_{۱۲(r)}$ مشتق تابع $K_{۱۲(r)}$ است.

برای آزمون فرض صفر و بررسی اختلاف معنی‌داری، نتایج حاصل از $O_{(r)}$ و $O_{۱۲(r)}$ در سطح احتمال مشخص با شبیه‌سازی مونت‌کارلو مقایسه می‌شود. در صورتی‌که مقادیر $O_{(r)}$ و $O_{۱۲(r)}$ در داخل محدودهٔ مونت‌کارلو قرار گیرند، فرض صفر در آن فاصله تأیید و در صورتی‌که این مقادیر خارج از محدودهٔ مونت‌کارلو قرار گیرند فرض صفر رد می‌شود. در این تحقیق ۹۹ بار شبیه‌سازی الگوی تصادفی با داده‌های موجود در هر قطعه نمونه به روش مونت‌کارلو انجام گرفت تا حد بالا و پایین محدودهٔ الگوی تصادفی مشخص شود. فاصلهٔ مورد عمل برای محاسبهٔ آمارهٔ $O_{(r)}$ تک‌متغیره ۵۰ متر در نظر گرفته شد. این فاصله به‌طور معمول برابر با نصف طول ضلع کوچک قطعهٔ مورد بررسی است [۱۳]. همچنین فاصلهٔ مورد عمل در بررسی آمارهٔ دومتغیرهٔ او-رینگ نیز تا فاصلهٔ ۵۰ متری بود، به‌دلیل اینکه اثر متقابل درختان در فواصل بیش از ۵۰ متر به حداقل خود می‌رسد [۱۳]. از آنجا که درختان موجود در طبقات قطری بزرگ‌تر بر رویش درختان موجود در طبقات قطری کوچک‌تر اثرگذارند، ولی درختان طبقات قطری کوچک‌تر بر رویش درختان قطورتر تأثیر چندانی ندارند [۱۴]، در محاسبات انجام‌گرفته، مکان درختان طبقات قطری بزرگ‌تر، ثابت و مکان درختان طبقات قطری کوچک‌تر، متغیر در نظر گرفته شد [۴]. پیش از استفاده از آمارهٔ او- رینگ، توزیع آماری درختان اُرس در

1. Attraction
2. Independence
3. Repulsion

Archive of SID

www.SID.ir

قطعه نمونه‌ها ارزیابی و نیکویی برازش توزیع پواسون همگن بر توزیع آنها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بررسی شد. کلیهٔ محاسبات مربوط به تعیین مقادیر آمارهٔ او- رینگ با استفاده از نرم‌افزار *Programita* نسخهٔ ۲۰۱۰ [۱۵] انجام گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۱ فراوانی گونه‌های مختلف در قطعه نمونه‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.

در جدول ۲ فراوانی درختان اُرس در قطعه نمونه‌های مورد بررسی به‌تفکیک مراحل رویشی ارائه شده است.

نتایج آمارهٔ تک‌متغیرهٔ او-رینگ

نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که توزیع پواسون همگن با توزیع درختان اُرس در قطعه نمونه‌های مورد بررسی مطابقت دارد ($P>۰/۰۵$)؛ بنابراین در این تحقیق از روش او- رینگ همگن استفاده شد. شکل‌های ۱ تا ۴ وضعیت پراکنش درختان اُرس در مراحل رویشی مختلف به‌همراه الگوی پراکنش مکانی آنها را در قطعه‌های چهارگانهٔ بررسی‌شده به‌روش او-رینگ تک‌متغیره نشان می‌دهند.

الگوی کلی پراکنش درختان در قطعه نمونهٔ شمارهٔ ۱ با توجه به بالاتر قرار گرفتن آمارهٔ او-رینگ از حدود مونت‌کارلو تا فاصلهٔ حدود ۲۲ متر کپه‌ای و پس از آن با توجه به ورود آماره به محدودهٔ مونت‌کارلو تا فاصلهٔ ۵۰ متری تصادفی است. همین وضعیت برای درختان مرحلهٔ رویشی جوان این قطعه نمونه نیز مشاهده می‌شود (شکل ۱). اما برای درختان مرحلهٔ رویشی نهال و بالغ با توجه به اینکه از تعداد بسیار کمتری برخوردارند (به‌ترتیب ۲۷ و ۷۱ اصله؛ جدول ۲) الگوی پراکنش تصادفی است (شکل ۱). بنابراین ملاحظه می‌شود که تراکم پایه‌ها یکی از عوامل مؤثر در تشکیل الگوی کپه‌ای است.

جدول ۱. فراوانی گونه‌های مختلف در قطعه نمونه‌های مورد بررسی

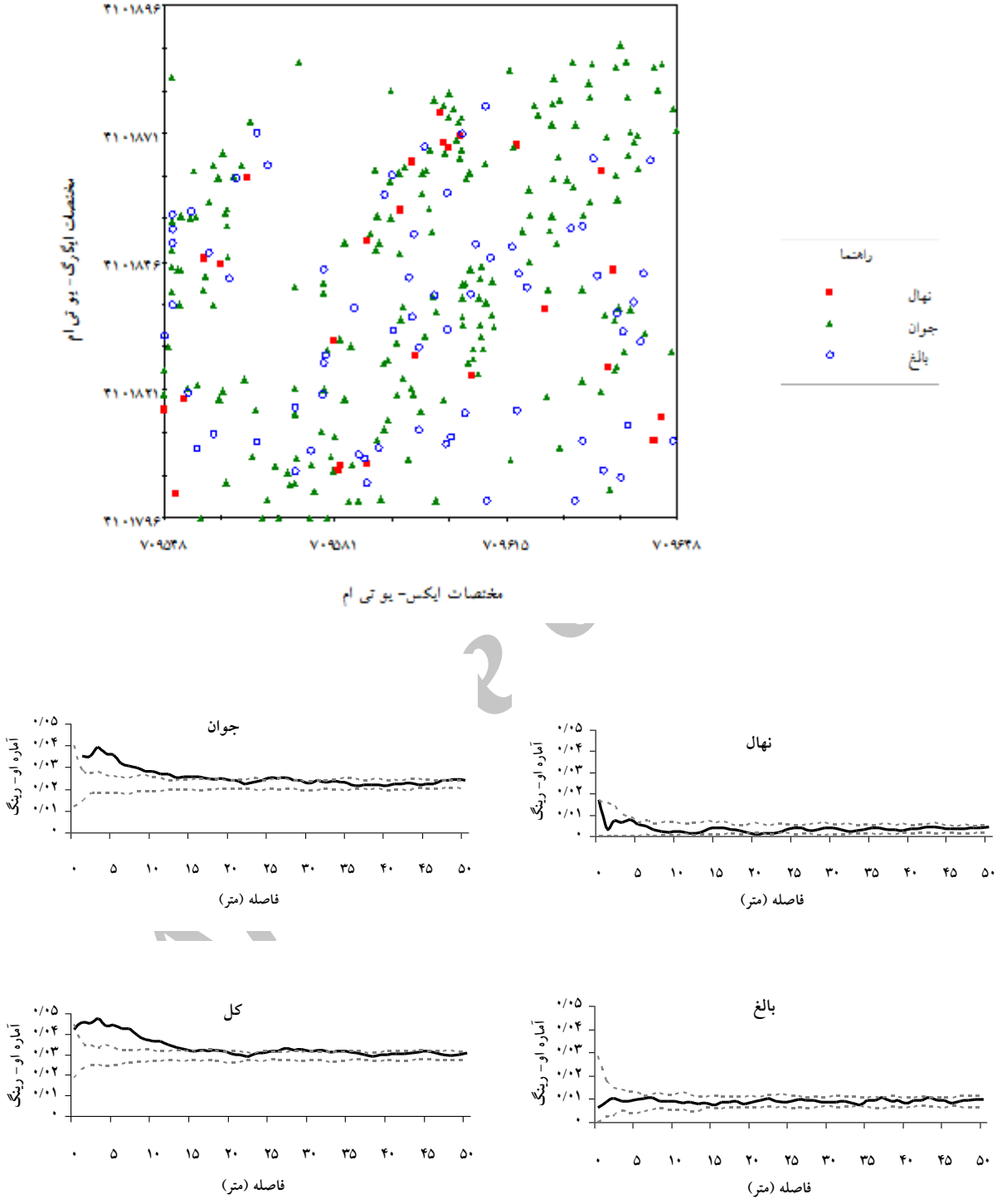
	فراوانی گونه‌ها						
	اُرس	پلاخور	زرشک	نسترن	شیرخشت	دغدغک	جمع
قطعهٔ ۱	۳۰۶	–	–	–	–	–	۳۰۶
قطعهٔ ۲	۶۴۴	۳	۴	۴	–	–	۶۵۵
قطعهٔ ۳	۶۱۵	۱۹	۳	۴۷	۵	۱۱	۷۰۰
قطعهٔ ۴	۵۸۳	۱۶	۴	۱۵	۳۸	۲	۶۵۸

جدول ۲. فراوانی درختان اُرس در قطعه نمونه‌ها به‌تفکیک مراحل رویشی

مرحلهٔ رویشی	قطعهٔ ۱	قطعهٔ ۲	قطعهٔ ۳	قطعهٔ ۴
نهال	۲۷	۳۷	۱۹۴	۱۵۰
جوان	۲۰۸	۲۰۴	۱۹۷	۱۳۸
بالغ	۷۱	۴۰۳	۲۲۴	۲۹۵
کل	۳۰۶	۶۴۴	۶۱۵	۵۸۳

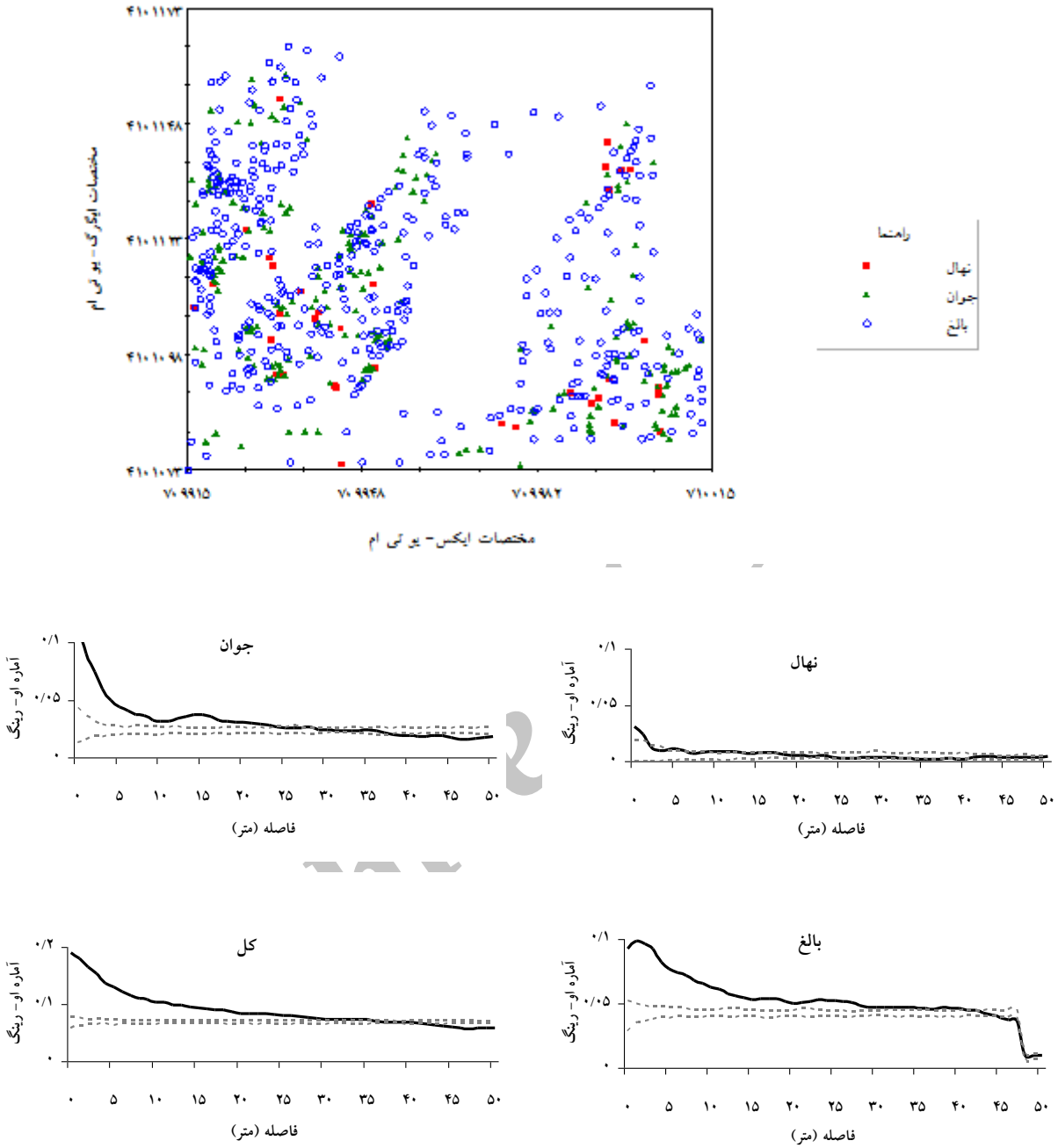
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. وضعیت پراکنش (بالا) و الگوی مکانی درختان اُرس (پایین) در قطعه نمونهٔ شمارهٔ ۱ به‌تفکیک مراحل رویشی

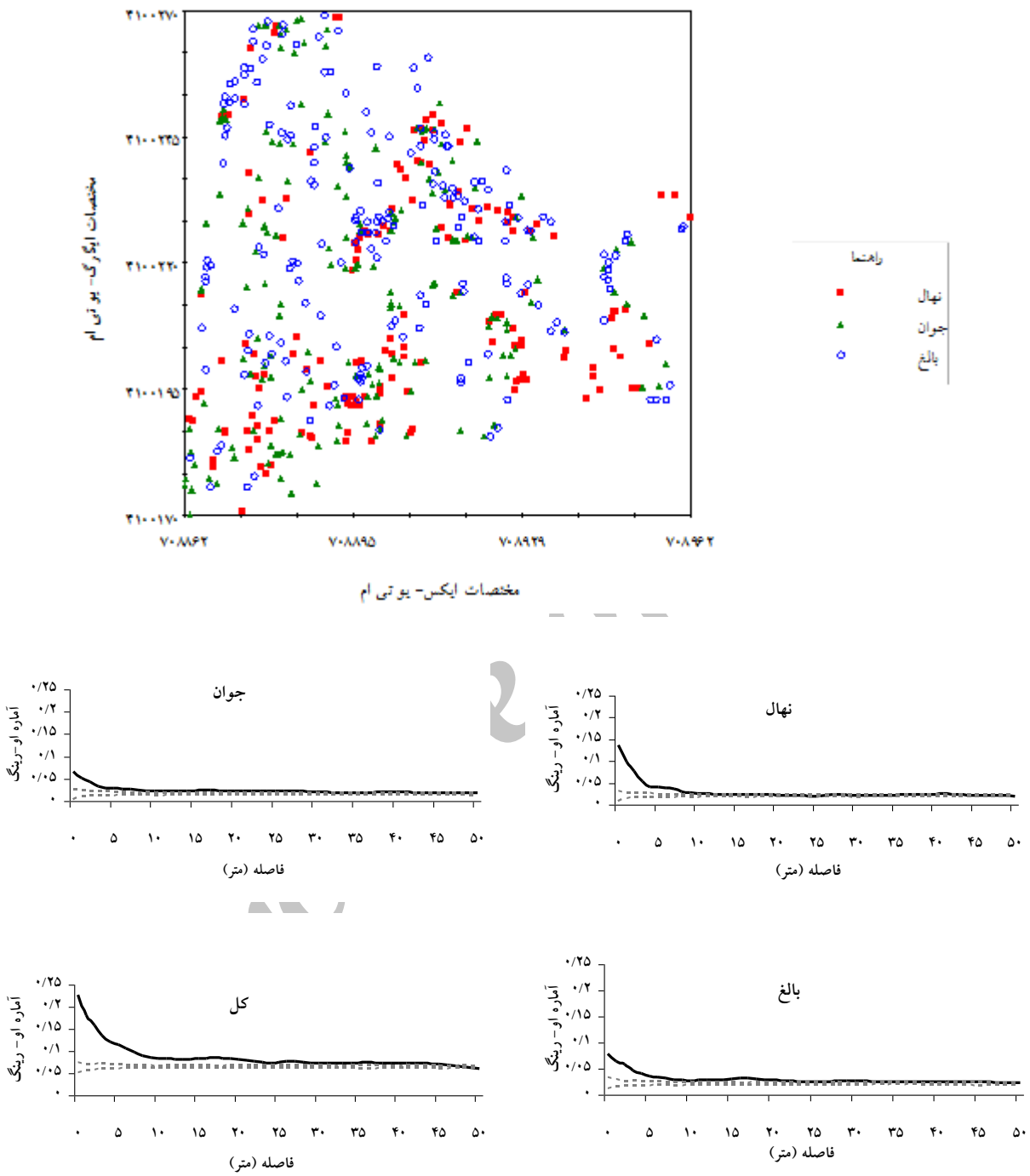
www.SID.ir



شکل ۲. وضعیت پراکنش (بالا) و الگوی مکانی درختان اُرس (پایین) در قطعه نمونهٔ شمارهٔ ۲ به‌تفکیک مراحل رویشی

الگوی کلی پراکنش درختان در قطعه نمونهٔ شمارهٔ دو تا فاصلهٔ حدود ۳۰ متری کپه‌ای و پس از آن تصادفی است که پس از ۴۵ متر به حالت یکنواخت (منظم) در می‌آید (شکل ۲). همین وضعیت برای مراحل رویشی جوان و بالغ نیز در این قطعه نمونه مشاهده می‌شود که الگوی کپه‌ای به‌ترتیب تا فواصل ۲۵ و ۳۰ متری حفظ شده و پس از آن الگوی پراکنش درختان تصادفی می‌شود. حتی در مرحلهٔ جوان پس از فاصلهٔ ۴۵ متر (همانند الگوی کل قطعه نمونه) الگو به‌سمت یکنواخت شدن پیش می‌رود؛ اما در مرحلهٔ نهال به‌دلیل تراکم کم (۳۷ اصله؛ جدول ۲) الگوی پراکنش تصادفی است (شکل ۲).

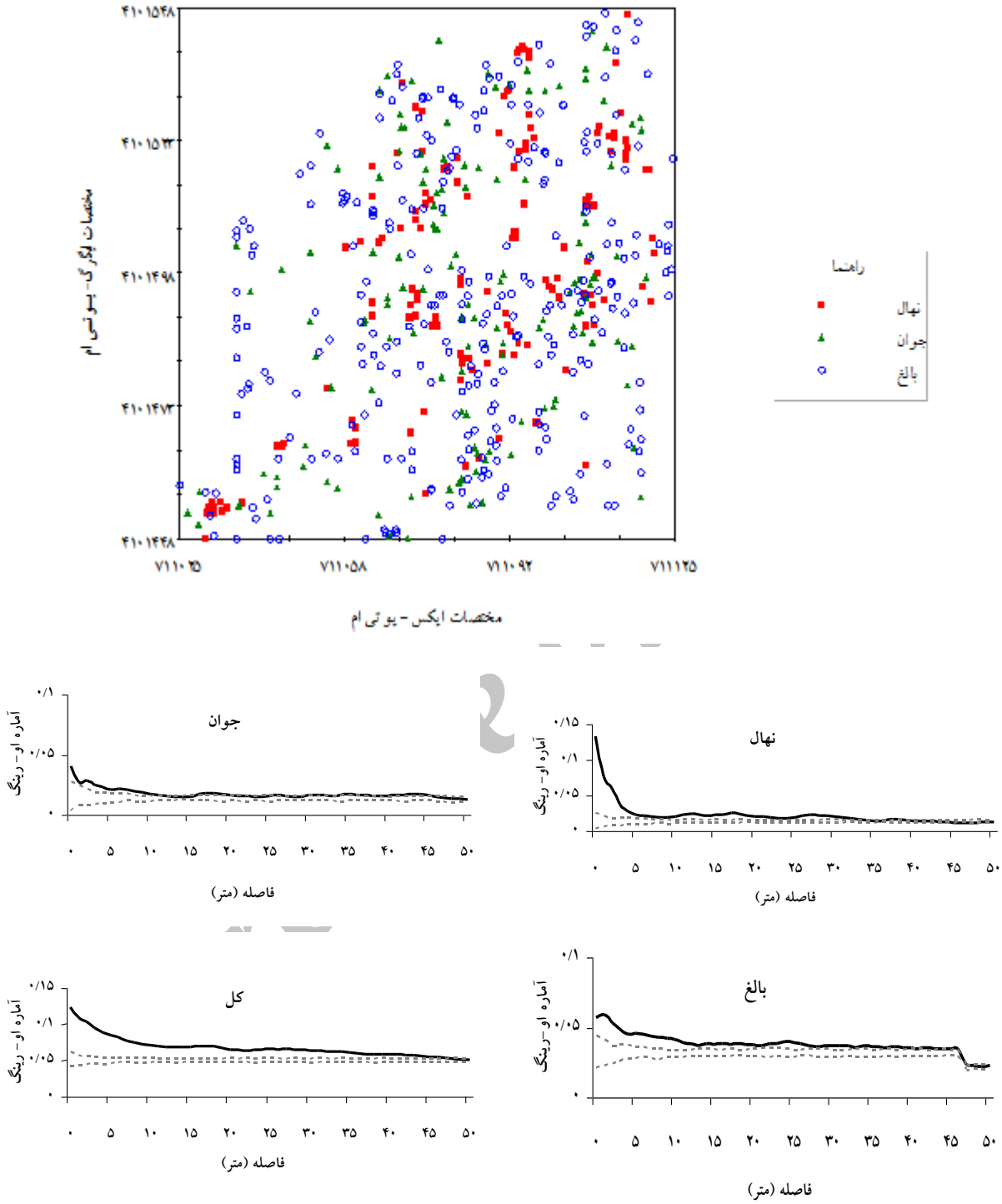
www.SID.ir



شکل ۳. وضعیت پراکنش (بالا) و الگوی مکانی درختان اُرس (پایین) در قطعه نمونهٔ شمارهٔ ۳ به‌تفکیک مراحل رویشی

الگوی کلی پراکنش درختان در قطعه نمونهٔ شمارهٔ ۳ تا فاصلهٔ حدود ۴۵ متر کپه‌ای و پس از آن تصادفی است. مشابه این وضعیت در مراحل نهال، جوان و بالغ که از تراکم زیادی برخوردارند نیز دیده می‌شود؛ با این تفاوت که شروع الگوی تصادفی در فواصل کمتر اتفاق می‌افتد (شکل ۳).

www.SID.ir



شکل ۴. وضعیت پراکنش (بالا) و الگوی مکانی درختان اُرس (پایین) در قطعه نمونهٔ شمارهٔ ۴ به‌تفکیک مراحل رویشی

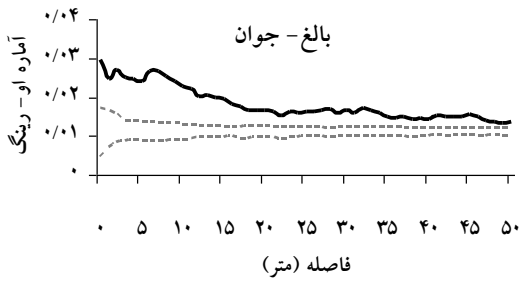
الگوی کلی پراکنش درختان در قطعه نمونهٔ شمارهٔ ۴ به‌طور کامل کپه‌ای است که تا فاصلهٔ ۵۰ متری این وضعیت حفظ شده است. در این قطعه نمونه الگوی پراکنش مراحل نهال، جوان و بالغ مشابه الگوی کل قطعه نیست، به‌طوری که الگوی کپه‌ای تا انتهای فاصلهٔ بررسی یعنی، ۵۰ متر ادامه نمی‌یابد.

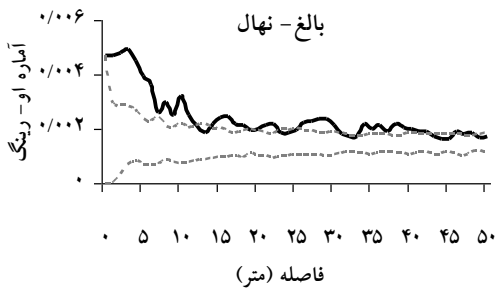
www.SID.ir

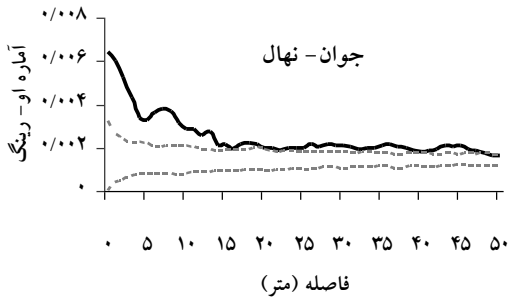
نتایج آمارهٔ دومتغیرهٔ او-رینگ

شکل‌های ۵ تا ۸ وضعیت رقابت درون‌گونه‌ای و اثرهای متقابل دوبه‌دوی درختان اُرس در مراحل رویشی مختلف را در قطعه نمونه‌های مورد بررسی به‌روش او-رینگ دومتغیره نشان می‌دهند.

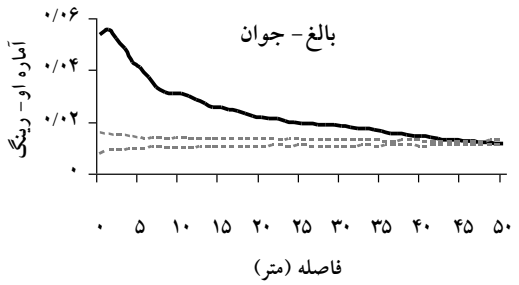
بررسی رقابت درون‌گونه‌ای و اثرهای متقابل سه مرحلهٔ رویشی مورد بررسی در قطعه نمونه‌های شمارهٔ ۱ و ۲ نشان می‌دهد که درختان اُرس از مراحل مختلف در بیشتر موارد و فواصل، اثرهای متقابل دوبه‌دوی مثبت یا جذب دارند و از نظر رقابتی مشکلی با یکدیگر ندارند (شکل‌های ۵ و ۶)؛ در مواردی که آمارهٔ او-رینگ وارد محدودهٔ مونت‌کارلو (خط‌چین) می‌شود نیز این اثر متقابل از نوع خنثی است که مشکلی در حضور و زنده‌مانی این درختان در مراحل رویشی مختلف ایجاد نمی‌کند.

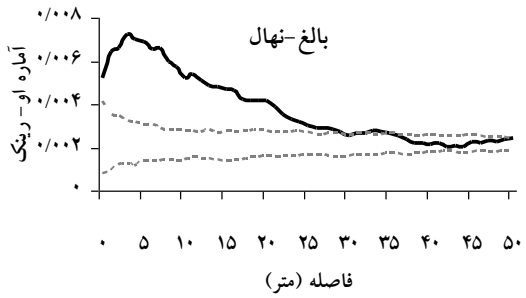


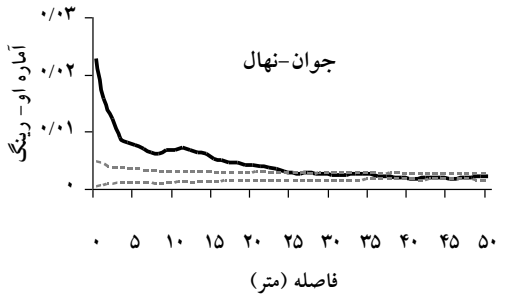




شکل ۵. رقابت درون‌گونه‌ای و اثرهای متقابل مراحل رویشی مختلف در قطعه نمونهٔ شمارهٔ ۱

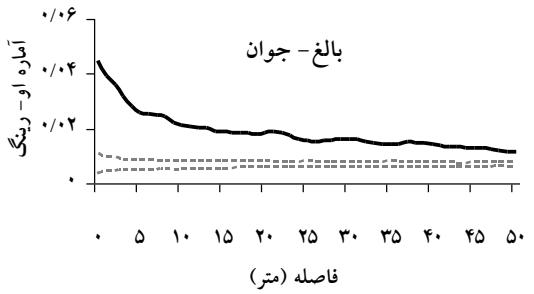


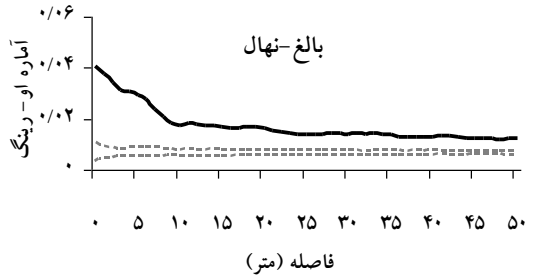


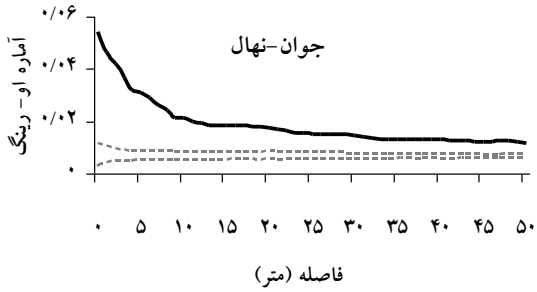


شکل ۶. رقابت درون‌گونه‌ای و اثرهای متقابل مراحل رویشی مختلف در قطعه نمونهٔ شمارهٔ ۲

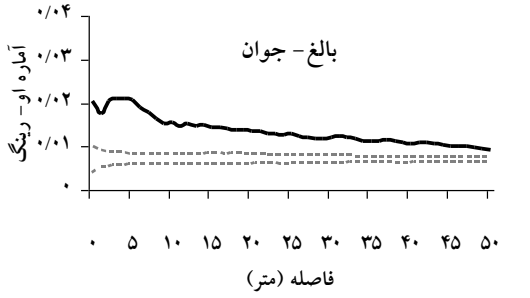
www.SID.ir

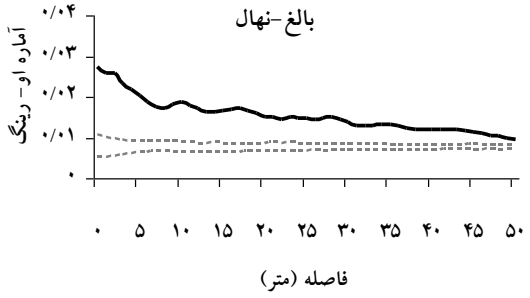


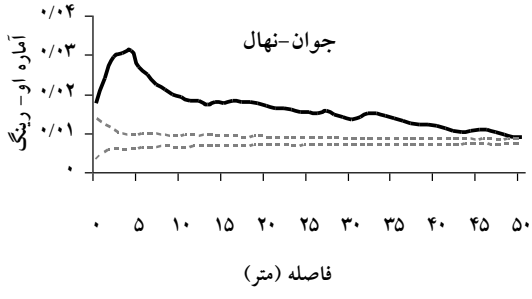




شکل ۷. رقابت درون‌گونه‌ای و اثرهای متقابل مراحل رویشی مختلف در قطعه نمونهٔ شمارهٔ ۳







شکل ۸. رقابت درون‌گونه‌ای و اثرهای متقابل مراحل رویشی مختلف در قطعه نمونهٔ شمارهٔ ۴

در قطعه نمونه‌های شمارهٔ ۳ و ۴ با توجه به اینکه در تمامی موارد نمودار آمارهٔ او-رینگ دومتغیره بالاتر از حدود مونت‌کارلو (خط‌چین) قرار گرفته (شکل‌های ۷ و ۸)، این اثر متقابل به‌طور کامل و در تمامی فواصل از نوع جذب است که بیانگر نبود رقابت درون‌گونه‌ای بین درختان اُرس در مراحل رویشی مختلف است که با الگوی کپه‌ای مشاهده‌شده در نمودارهای تک‌متغیرهٔ او-رینگ هماهنگی دارد (شکل‌های ۱ تا ۴).

جوامع ارس یکی از جوامع شاخص ارتفاعات ناحیهٔ رویشی ایران و تورانی است که به‌دلیل تخریب‌های صورت‌گرفته در سال‌های قبل بسیار شکننده و حساس شده‌اند. تمام عوامل طبیعی و غیرطبیعی دست به دست هم داده و سبب شده‌اند که در اغلب مناطق، این جنگل‌ها سیر قهقرایی را طی کنند. با توجه به روند تخریب این رویشگاه‌ها، وظیفهٔ ما برای حفظ، نگهداری و احیای رویشگاه‌های این گونهٔ باارزش، سنگین‌تر است.

در این تحقیق الگوی پراکنش مکانی و رقابت درون‌گونه‌ای اُرس در مراحل رویشی مختلف با استفاده از آمارهٔ او-رینگ بررسی شد. نتایج تجزیه‌وتحلیل‌های تک‌متغیره به‌روش او-رینگ نشان داد که الگوی پراکنش

www.SID.ir

پایه‌های اُرس به‌جز در مرحلهٔ رویشی نهال در قطعه نمونه‌های ۱ و ۲ که به‌دلیل تراکم کم درختان تصادفی شده، در بیشتر موارد دست‌کم تا فاصلهٔ ۲۵ متری کپه‌ای است و پس از آن با بزرگ شدن مقیاس بررسی به‌سمت الگوی تصادفی میل می‌کند (شکل‌های ۱ تا ۴). تأثیر مقیاس بررسی در تغییر نوع الگو قبلاً توسط محققان زیادی به اثبات رسیده است [۳، ۴، ۵]، به‌طوری که با بزرگ شدن مقیاس بررسی، الگو به‌طور معمول از کپه‌ای به تصادفی تغییر می‌یابد. تراکم (تعداد در واحد سطح) پایه‌ها نیز در شکل‌گیری الگو مؤثر است. به‌طوری که تراکم‌های کم با الگوی تصادفی و تراکم‌های زیاد با الگوی کپه‌ای ظاهر می‌شوند [۹]. در بررسی کریمی و همکاران بر روی یک تودهٔ آمیختهٔ بلوط-بنه در باینگان کرمانشاه، برای گونهٔ بنه که از تراکم کمتری برخوردار بود به الگوی تصادفی، و برای گونهٔ بلوط ایرانی در فواصل کوتاه به الگوی کپه‌ای، و در فواصل زیاد به الگوی تصادفی رسیدند [۱۰].

رقابت درون‌گونه‌ای نیز از عوامل تأثیرگذار در نوع الگو است و به‌طور معمول پایه‌های جوان‌تر نسبت به بقیه کپه‌ای‌ترند (شکل‌های ۱ تا ۴)، به‌طوری که با افزایش قطر یا سن پایه‌ها از میزان کپه‌ای بودن کاسته می‌شود [۱۳،۳]. چنگ و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی خود بر روی الگوی پراکنش بلوط در چین نیز به این نتیجه رسیدند که نهال‌ها و پایه‌های جوان بلوط در فواصل کوتاه (تا ۲۳ متری) و بلوط‌های قطور در بیشتر فواصل الگوی کپه‌ای دارند، ولی بلوط‌های خیلی قطور از الگوی تصادفی پیروی می‌کنند [۳]. یکی از عوامل اصلی ایجاد الگوی کپه‌ای در اُرس، سنگینی میوه آن است که در پای درخت مادری می‌ریزد و سبب ایجاد کپه زادآوری می‌شود. حتی در مناطق شیبدار نیز بذور سنگین اُرس بر روی شیب حرکت می‌کنند و سپس در یک منطقهٔ به‌نسبت مسطح ساکن می‌شوند که مجدداً سبب ایجاد الگوی کپه‌ای می‌شود. به تأثیر سنگینی بذر در ایجاد الگوی کپه‌ای در تحقیقات پاتریتن و همکاران (۲۰۱۴) و اخوان و همکاران (۲۰۱۲) نیز اشاره شده است [۹، ۱۶].

در این تحقیق، در جهت شمالی یال، تعداد پایه‌های ارس بیشتر از دامنهٔ شرقی بوده است (جدول‌های ۱ و ۲) که کروری و همکاران (۲۰۱۱) نیز به این مورد اشاره کرده‌اند که به‌طور معمول پراکنش طبیعی اُرسستان‌های ایران بر روی یال و دامنه‌های شمالی بیشتر است [۱]. ژانگ و همکاران (۲۰۰۹) نیز در بررسی خود در بر روی درختان ناحیهٔ آلپی ایالت یونان چین به این نتیجه رسیدند که شرایط سخت محیطی یکی از دلایل ایجاد الگوی کپه‌ای در ارتفاعات است [۱۷]. نینگ و همکاران (۲۰۱۴) نیز در بررسی خود بر روی تودهٔ نراد- توس در ناحیهٔ سیچوان چین دریافتند که درختان قطور باقی‌مانده در توده با تجدید حیات نراد که یک گونهٔ سایه‌پسند است، اثر متقابل جذب دارند، اما با تجدید حیات توس که یک گونهٔ نورپسند است اثر متقابل دفع دارند [۸]. بنابراین، درختان قطور باقی‌مانده در توده محیط مناسبی را برای تجدید حیات نراد فراهم آورده بودند. به این مطلب در تحقیق مارتینز و همکاران (۲۰۱۰) نیز اشاره شده است [۱۸]. براساس تحقیق خوشنویس (۲۰۱۰) در رویشگاه اُرس سیراچال کرج نیز زنده‌مانی نهال‌های اُرس در زیر تاج درختان مادری که نقش پرستار را ایفا می‌کنند، بیشتر از فضای باز بوده است [۱۹].

بررسی رقابت درون‌گونه‌ای و اثرهای متقابل بین مراحل رویشی مختلف اُرس نشان داد که مشکل رقابتی عمده‌ای بین آنها وجود نداشته و در بیشتر موارد اثر متقابل از نوع جذب یا در نهایت خنثی است (شکل‌های ۵ تا ۸)؛ بنابراین، رقابت معنی‌داری بین پایه‌ها وجود ندارد که این موضوع با الگوی پراکنش اغلب کپه‌ای پایه‌ها مطابقت کامل دارد.

به‌طور کلی ویژگی‌های کارکردی خود جمعیت اغلب بر الگوی پراکنش مکانی در مقیاس‌های کوچک مؤثر است، در حالی‌که ناهمگنی رویشگاه (توپوگرافی، میزان نور و خاک)

Archive of SID

www.SID.ir

بیشتر در مقیاس‌های بزرگ اثرگذار است [۲۰]. در نتیجه، سنگینی و محدودیت پراکنش میوهٔ اُرس، نبود رقابت درون‌گونه‌ای و شرایط سخت محیطی رویشگاه از عوامل مؤثر در شکل دادن الگوی پراکنش اغلب کپه‌ای اُرس است.

نتیجه‌گیری

با توجه به شرایط حاکم بر این رویشگاه می‌توان گفت استقرار درختان به‌صورت کپه‌ای نوعی راهبرد مؤثر به‌منظور تعدیل شرایط سخت رویشگاهی است. با توجه به اینکه این پژوهش در ارتفاعات فوقانی انجام گرفته می‌توان گفت سرما نیز نوعی عامل محدودکنندهٔ پراکنش درختان در این منطقه محسوب می‌شود. در چنین شرایطی تشکیل گروه‌های کوچک از درختان می‌تواند شرایط میکروکلیمایی مطلوب‌تری را برای استقرار و رویش درختان اُرس فراهم آورد که خود می‌تواند تا حدی سرمای سخت مناطق کوهستانی را تعدیل کند. در نهایت شناخت الگوی پراکنش طبیعی اُرس می‌تواند در برنامه‌ریزی به‌منظور مدیریت، احیا و حفاظت این گونهٔ باارزش سوزنی‌برگ بومی با الهام گرفتن از الگوی پراکنش طبیعی آن بسیار مفید باشد.

References

[1]. Ali Ahmad Korori, S., Khoshnevis, M., and Matinizadeh, M. (2010). Comprehensive studies of Juniperus species in Iran. Forest, Range and watershed management organization of Iran. Pooneh publication, Tehran.

[2]. Wang, X., Ye, J., Li, B., Zhang, J., Lin, F., and Hao, Z. (2010). Spatial distributions of species in an old-growth temperate forest, northeastern China. Canadian Journal of Forest Research, 40(6): 1011-1019.

[3]. Cheng, X., Han, H., Kang, F., Song, Y., and Liu, K. (2014). Point pattern analysis of different life stages of *Quercus liaotungensis* in Lingkong Mountain, Shanxi Province, China. Journal of Plant Interactions, 9(1): 233-240.

[4]. Hao, Z., Zhang, J., Song, B., Ye, J., and Li, B. (2007). Vertical structure and spatial associations of dominant tree species in an old-growth temperate forest. Forest Ecology and Management, 252(1-3): 1-11.

[5]. Wang, Z.F., Peng, S.L., Liu, S.Z., and Li, Z. (2003). Spatial pattern of *Cryptocarva chinesis* life stage in lower subtropical forest. Botanical Bulletin- Academia Sinica Taipei, 44: 159-166.

[6]. Luis, M.D., Raventos, J., Wiegand, T., and Gonzalez-Hidalgo, J.C., (2008). Temporal and spatial differentiation in seedling emergence may promote species coexistence in Mediterranean fire-prone ecosystems. Ecography, 31(5): 620-629.

[7]. Marin, A. (2011). Spatial analysis of a mixed beech, spruce and fir stand in the eastern Alps. Master thesis of forest and environmental sciences, College of Agricultural Sciences University of Padua, 71 pp.

[8]. Miao, N., Shirong, L., Yu, H., Shi, Z., Moermond, T., and Liu, Y. (2014). Spatial analysis of remnant tree effects in a secondary *Abies- Betula* forest on the eastern edge of the Qinghai-Tibetan Plateau, China. Forest Ecology and Management, 313: 104-111.

[9]. Akhavan, R., Sagheb-Talebi, Kh., Zenner, E.K., and Safavimanesh, F. (2012). Spatial patterns in different forest development stages of an intact old-growth Oriental beech forest in the Caspian region of Iran. European Journal of Forest Research, 131(5): 1355-1366.

[10]. Karimi, M., Pormajidian, M.R., Jalilvand, H., and Safari, A. (2012). Preliminary study for application of *O*-ring function in determination of small-scale spatial pattern and interaction species (Case study: Bayangan forests, Kermanshah). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(4): 608-621.

[11]. Anonymous. (2010). Recognition of suitable areas for tourism in Hezarmasjed Ors plan; basic study. Natural resources and watershed management of Khorasan Razavi province. 245 pp.

[12]. Wiegend, T., and Moloney, K.A. (2004). Rings, circles, and null-models for point pattern analysis in ecology. OIKOS, 104(2): 209-229.

Archive of SID

www.SID.ir

[13]. Salas, C., LeMay, V., Nunez, P., Pacheco, P., and Espinosa, A. (2006). Spatial patterns in an old growth *Nothofagus oblique* forest in south-central Chile. Forest Ecology and Management, 231: 38-46.

[14]. Nakashizuka, T. (2001). Species coexistence in temperate, mixed deciduous forests. Trends in Ecology and Evolution, 16(4): 205-210.

[15]. Wiegend, T., and Moloney, K.A. (2014). Handbook of Spatial Point-Pattern Analysis in Ecology. Taylor & Francis. 510 pp.

[16]. Petritan, I.C., Marzano, R., Petritan, A.M., and Lingua, E. (2014). Overstory succession in a mixed *Quercus petraea- Fagus sylvatica* old growth forest revealed through the spatial pattern of competition and mortality. Forest Ecology and Management, 326: 9-17.

[17]. Zhang, Q., Zhang, Y., Peng, S., Yirdaw, E., and Wu, N. (2009). Spatial structure of Alpine trees in mountain Baima Xueshan on the southeast Tibetan plateau. Silva Fennica, 43(2): 197-208.

[18]. Martinez, I., Wiegand, T., Gonzalez-Taboada, F., and Obesco, J.R. (2010). Spatial associations among tree species in a temperate forest community in North-western Spain. Forest Ecology and Management, 260(4): 456-465.

[19]. Khoshnevis, M. (2010). Rehabilitation of Iran Juniper forests by seedling and sowing in Alborz province. Final report of research project. Research institute of forests and rangelands, 48 pp.

[20]. Yuan, Z.L., Wang, T., Zhu, X.L., Sha, Y.Y., and Ye, Y.Z. (2011). Patterns of spatial distribution of *Quercus variabilis* in deciduous broadleaf forests in Baotianman nature reserve. Biodiversity Science, 19(2): 224-231.

Archive of SID

www.SID.ir

Spatial patterns and intra-specific competition of Juniper tree in different life stages using *O*- ring statistic in Layen Forests, Iran

R. Akhavan*; Assoc. Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran

T. Momeni Moghaddam; Ph.D. of Forestry, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. Iran

M. Akbarinia; Assoc. Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. Iran

S. M. Hoseini; Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. Iran

(Received: 01 July 2015, Accepted: 09 January 2015)

ABSTRACT

Analyzing spatial patterns of individuals within life stages and spatial associations between different life stages is essential for understanding the spatial and temporal dynamics of plant populations. This research was conducted to study the spatial patterns and spatial association of Juniper trees (*Juniperus polycarpos* C. Koch) at different life stages in Juniper forests of Layen, Northeast of Iran. Data collection was done using four one- hectare square sample plots randomly selected, which fully mapped. Spatial patterns and spatial association of different life stages (juvenile, premature and mature; based on crown diameter) were then analyzed using *O*- ring univariate and bivariate statistics, respectively. Results showed that the general spatial patterns of the trees in total and in every life stage was clumped at least up to 25 m, while after that tends to random distribution at larger scales. Spatial association analyses revealed that there was no significant intra-specific competition among life stages namely, the spatial association was positive (attraction) or independence. It is concluded that clump patterns are due to heavy fruit and dispersal limitation of Juniper trees and harsh environmental condition of the study area.

Keywords: Juniper tree, Layen forest, *O*- ring statistic, Spatial patterns, Spatial association.

Archive of SID

* Corresponding Author, Email: akhavan@rifr-ac.ir, Tel: +989123198092

www.SID.ir