محیط‌زیست طبیعی، مجلهٔ منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۶، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۲، ص ۱۱۳-۱۲۵

بررسی الگوی پراکنش مکانی درختان و ساختار در راشستان‌های طبیعی شمال ایران (مطالعهٔ موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود)

زهرا نوری[۱]، محمود زبیری [*۲]، جهانگیر فقهی[۳]، محمدرضا مروی مهاجر[۲]

۱. دانش‌آموختهٔ دکتری جنگل‌داری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۲. استاد گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۳. دانشیار گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۱۲

چکیده

راشستان‌ها، در حد ارتفاعی میان‌بند، مهم‌ترین جنگل‌های طبیعی و صنعتی رویش‌گاه‌های خزری را تشکیل می‌دهند و منبع مهم تولید چوب و سایر خدمات جنگلی‌اند. یکی از خصوصیات مهم جوامع جنگلی الگوی مکانی درختان است. فرایندهای اکولوژیک در اکوسیستم‌های جنگلی به‌طور مستقیم از الگوی مکانی درختان تأثیر می‌پذیرد. هدف از این مطالعه بررسی ساختار و الگوی مکانی درختان در راشستان‌های طبیعی راش است. به این منظور، پارسلی به مساحت ۴۸ هکتار در بخش گرازبن جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود منطقهٔ مورد مطالعه در نظر گرفته شد و گونه و قطر برابرسینهٔ تمام پایه‌های درختی با قطر برابرسینهٔ بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر ثبت شد. همچنین، به‌منظور تهیهٔ نقشهٔ موقعیت مکانی درختان، موقعیت هر یک از پایه‌های درختی با روش آزیموت و فاصله به‌دست آمد. سپس با استفاده از تابع K-Ripely الگوی مکانی گونه‌های راش، ممرز، پلت و توسکا بررسی شد و نتایج حاصل از این تابع با شاخص نزدیک‌ترین همسایه مقایسه شد که در این مطالعه در نقش شاهد مورد استفاده قرار گرفت. نتایج این تحقیق الگوی مکانی گونه‌های مذکور را کپه‌ای نشان داد. درواقع این مطالعه کاربرد آمار مکانی را در بررسی الگوی پراکنش درختان نشان می‌دهد. به‌منظور آگاهی از فرایندهای طبیعی در اکوسیستم‌های جنگلی، بررسی ساختار توده‌های جنگلی طبیعی ضروری است. درواقع، مقدار این شاخص‌ها می‌تواند برای مدیریت هماهنگ و درخور جنگل‌ها، به‌مثابهٔ مرجع، مورد استفاده قرار گیرد تا هرچه بیشتر به مدیریت پایدار و هم‌گام با طبیعت در مناطق جنگلی تحت مدیریت نزدیک شویم.

واژه‌های کلیدی: الگوی مکانی درختان، تابع K-Ripely، جنگل‌های خزری ایران، راشستان‌های طبیعی، ساختار جنگل.

[*] نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۲۶۳۲۲۲۳۰۴۴ Email: zobeiri@nrf.ut.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

بهره‌وری پایدار از منابع جنگلی، بعد از کنفرانس توسعه و محیط‌زیست سازمان ملل متحد[1] در سال ۱۹۹۲ در ریو، یکی از اساسی‌ترین مباحث جنگل‌داری در سطح دنیا شده و تغییر الگویی از تمرکز بر پایداری تولید چوب به مدیریت پایدار جنگل پدیدار شده است که دربرگیرندهٔ کلیهٔ مسائل اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی باشد (Rawat *et al.*, 2008). از دیگر هدف‌های جنگل‌داری نوین بهبود زیستگاه حیات وحش وابسته به اکوسیستم‌های جنگلی و همچنین حفظ تنوع توده‌های جنگلی است (Pommerening, 2002). اکوسیستم‌های جنگلی و به‌ویژه گونه‌های گیاهی و جانوری موجود در آن پیوسته در اثر فعالیت‌های مدیریت جنگل ازجمله بهره‌برداری و عملیات پرورشی در حال تغییرند. به همین دلیل برای رسیدن به هدف‌های جنگل‌داری نوین به ابزاری نیاز است که با استفاده از آن بتوان به تفاوت بین توده‌های گوناگون و همچنین تغییرات آن طی زمان پی برد (Alijani, 2011).

در همین راستا توصیف کمی ساختار جنگل یکی از مناسب‌ترین ابزارها در مدیریت نوین جنگل در نظر گرفته می‌شود (Kint, 2005). درحقیقت ساختار تودهٔ جنگلی مؤلفه‌ای مهم در شناخت و توصیف اکوسیستم جنگلی است (Kint *et al.*, 2004) و کمیت و پراکنش مکانی درختان و همچنین ترکیب گونه‌ای آن‌ها اغلب با پایداری کارکردهای اکوسیستم مرتبط است (Spies, 1998; Naumburg, 1999). نظم مکانی موقعیت درختان، الگوی پراکنش گونه‌های مختلف و تفاوت اندازهٔ درختان، برخی از مؤلفه‌های مهم دربارهٔ ساختار توده‌های جنگلیاند (Kint *et al.*, 2004).

یکی از آشکارترین جنبه‌های ساختاری یک تودهٔ جنگلی، الگوی مکانی یا نحوهٔ توزیع درختان در آن است. فرایندهای اکولوژیک در اکوسیستم‌های جنگلی به‌طور مستقیم از الگوی مکانی درختان و محدودیت‌های محیطی‌ای مانند توپوگرافی و اقلیم تأثیر می‌پذیرند. مطالعه در زمینهٔ روابط متقابل تراکم درختان و شرایط محیطی می‌تواند آگاهی مدیران جنگل را دربارهٔ فرایندهای تشکیل دهندهٔ این الگوها افزایش دهد و درنتیجه، درک بهتری از اینکه این اکوسیستم‌ها چگونه توسعه می‌یابند و حفظ می‌شوند فراهم کند (Hope *et al.*, 2006). درواقع، الگوی مکانی درختان در جنگل مشخصهٔ مهمی در درک پویایی اکوسیستم جنگل است (Veblen *et al.*, 1979) که بر استقرار، رویش، رقابت، تجدید حیات و مرگ و میر، استفاده از منابع، ایجاد روشنه و درنهایت توسعهٔ زیراشکوب جنگل تأثیرگذار است.

سه نوع اصلی از الگوهای مکانی در جامعه‌های گیاهی وجود دارند که عبارت‌اند از: ۱- کپه‌ای[2]، ۲- منظم[3] و ۳- تصادفی[4] (Goreaud, *et al.*, 1997) (شکل ۱).

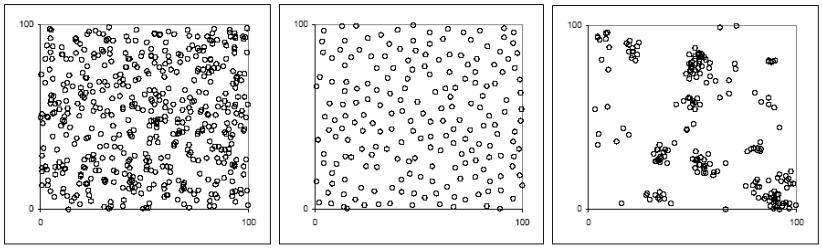
الگوهای تصادفی به همگنی محیطی یا الگوهای رفتاری گزینش‌نشده اشاره می‌کند. الگوهای غیرتصادفی (کپه‌ای و منظم) بیان‌کنندهٔ وجود برخی محدودیت‌ها در جمعیت است؛ به این صورت که الگوی کپه‌ای بیان‌کنندهٔ جمع شدن افراد در قسمت‌های مساعدتر رویش‌گاه است و الگوی منظم کنش‌های متقابل منفی مانند رقابت افراد برای غذا یا فضا را نشان می‌دهد (Jayaraman, 2000).

[1] UNCED

[2] Cluster
[3] Regular
[4] Random

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. انواع گوناگون الگوی مکانی در طبیعت (Goreaud *et al.*, 1997)

جنگل‌های شمال کشور مهم‌ترین و ارزش‌مندترین اکوسیستم جنگلی کشور (Marvie Mohadjer, 2005) و منبع مهم تولید چوب و سایر خدمات جنگلی است. در این جنگل‌ها، گونهٔ راش یکی از ارزش‌مندترین گونه‌های تولیدکنندهٔ چوب است که ۱۷/۶ درصد سطح و ۳۰ درصد حجم سرپای این جنگل‌ها را تشکیل می‌دهد و ارتفاع آن به بیش از ۴۰ متر و قطر برابرسینهٔ آن به بیش از ۱/۵ متر هم می‌رسد (Resaneh, 2001).

ازآنجاکه الگوی پراکنش و تأثیر آن در پویایی جمعیت و اکوسیستم دو موضوع اساسی در علم بوم‌شناسی است و باتوجه به وسعت پراکنش راشستان‌ها در مناطق گوناگون جنگل‌های خزری، بررسی تنوع الگوی پراکنش، ساختار و کمی کردن الگوها در راشستان‌ها مسئلهٔ مهمی است.

باتوجه به اهمیت راشستان‌های شمال ایران از یک‌سو و اهمیت مطالعهٔ الگوی مکانی به‌مثابهٔ معیاری برای مدیریت و پایش جنگل از سویی دیگر، هدف از انجام این تحقیق بررسی الگوی مکانی درختان در راشستان‌های طبیعی و کمتر دست‌خورده با استفاده از فرایندهای مکانی نقطه‌ای است.

۲. مواد و روش‌ها

۲. ۱. منطقهٔ مورد مطالعه

این بررسی در بخش گرازبن از جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود در شمال ایران انجام گرفته است. جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود در ۷ کیلومتری شرق نوشهر بین ′۳۶°۲۷ تا ′۳۶°۴۰ عرض شمالی و ′۵۱°۳۲ تا ′۵۱°۴۳ طول شرقی واقع شده است. از شمال به نوار ساحلی و روستای نجارده و از جنوب به ییلاق‌ها و روستای کلیک محدود می‌شود. گسترهٔ کل جنگل خیرود حدود ۸۰۰۰ هکتار است که رودخانهٔ خیرود، آبریز اصلی این حوزه به‌شمار می‌آید. جنگل خیرود شامل هفت بخش است که بخش گرازبن سومین بخش مدیریتی این جنگل است.

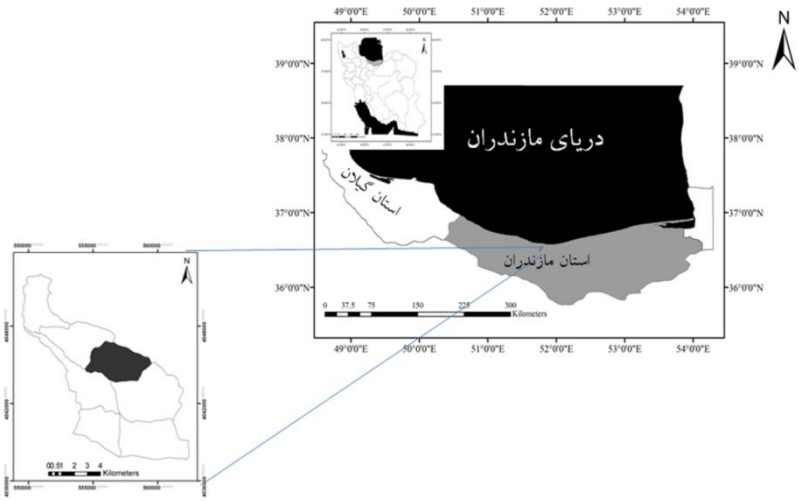
همان‌طورکه گفته شد، باتوجه به اینکه راش یکی از گونه‌های مهم جنگل‌های خزری است و تیپ‌های خالص و آمیختهٔ این گونه از رایج‌ترین تیپ‌های این جنگل‌ها هستند، پارسلی با تیپ راش و به مساحت ۴۸ هکتار در بخش گرازبن منطقهٔ مورد مطالعه در نظر گرفته شد. این منطقه دست نخورده بود؛ تا زمان آماربرداری در آن هیچ‌گونه عملیات پرورشی، تجدید حیات و بهره‌برداری برنامه‌ریزی‌شده (در قالب طرح‌های جنگل‌داری) انجام نگرفته بود و ساختار طبیعی و ناهم‌سال داشت (شکل ۲).

۲. ۲. جمع‌آوری داده

الگوی مکانی درختان را می‌توان بر پایهٔ نقشهٔ وضعیت استقرار درختان در عرصه بررسی کرد. موقعیت

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. منطقهٔ مورد مطالعه

مکانی درختان را می‌توان به دو صورت ارائه کرد: ۱- ثبت موقعیت مکانی درختان به‌صورت نقطه با طول و عرض جغرافیایی مشخص بر روی نقشه ۲- مجموعه‌ای از چندضلعی‌های نامنظم بدون پوشش مشترک (Dale, 1999). برای درختان یک جنگل می‌توان مرکز تنهٔ آن‌ها را مکان درخت در نظر گرفت و از الگوی مکانی نقطه‌ای استفاده کرد. در این بررسی از روش اول یعنی ثبت مکان درختان به‌صورت نقطه با طول و عرض جغرافیایی مشخص استفاده شد. فعالیت‌های مکان‌یابی و نقشه‌برداری درختان در گذشته با استفاده از تکنیک‌های اندازه‌گیری دستی (استفاده از قطب‌نما و متر) با درجه‌های مختلف دقت انجام می‌شده است. امروزه ابزارهای نقشه‌برداری موقعیت درختان معمولا دیجیتالی‌اند. فاصله‌یاب‌های لیزری و GPS دو نمونه از رایج‌ترین این ابزارها هستند. ازآنجاکه روش دستی کند است و استفاده از GPS مستلزم تاج‌پوشش نسبتا باز درختان به‌منظور دریافت سیگنال‌های ماهواره است، در این تحقیق از دستگاه فاصله‌یاب لیزری (TP 360) استفاده شد. به این ترتیب که در پارسل مورد نظر در بخش گرازبن با استفاده از دستگاه مذکور فاصلهٔ هر پایهٔ درختی و آزیموت آن از دستگاه ثبت شد. همچنین گونه و قطر برابرسینهٔ تمام پایه‌های درختی که دارای قطر برابرسینهٔ بیش از ۷/۵ سانتی‌متر بودند ثبت شد.

۲. ۳. تجزیه و تحلیل داده

روش‌های آماری به‌منظور کمی کردن الگوهای نقطه‌ای از سوی Greig Smith (1964)، (1981) Ripely، Diggle (1983)، Upton (1985) و & Fingleton Cressie (1993) پیشنهاد و بررسی شده‌اند. این روش‌ها را می‌توان به دو دستهٔ کلی روش‌های کوادرات و روش‌های فاصله‌ای تقسیم کرد. در روش کوادرات، پراکنش نقطه‌ها که نشان‌دهندهٔ موقعیت مکانی درختان است بر پایهٔ تغییرات تراکم در سطح ارزیابی می‌شود و نتایج با الگوی تصادفی مقایسه شده و الگوی مکانی نقاط مورد بررسی تعیین می‌شود. روش‌های فاصله‌ای درجهٔ تصادفی بودن پراکنش فاصله‌های بین درختان را کمی می‌کنند. ازجمله توابعی که بر این اساس عمل می‌کنند، آنالیزهای نزدیک‌ترین همسایه، تابع K-Ripely و تابع خودهمبستگی I است.

Archive of SID

www.SID.ir

۲. ۴. تابع K-Ripley

با آنکه روش‌های آماری گوناگونی برای هر دو روش کوادرات و فاصله‌ای معرفی شده است، در منابع گوناگون تابع K-Ripely بسیار توصیه شده، زیرا این تابع از اطلاعات زیادی (که مبتنی بر واریانس تمامی فواصل درخت تا درخت است) استفاده می‌کند و این نوع آنالیز می‌تواند مقیاس‌های گوناگون الگوی مکانی و وجود حالت تجمعی یا یکنواختی را تشخیص دهد. هدف از این نوع آنالیز این است که تعیین کند آیا توزیع درختان تصادفی است یا خیر و نیز نوع الگوی پراکنش چگونه است (Camarero *et al.*, 2000).

فرمول این تابع به‌صورت زیر است (رابطهٔ ۱):

$$L(d) = \sqrt{\frac{A\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1.j\neq i}^{N}K(i,j)}{\pi N(N-1)}} \qquad \text{(رابطهٔ ۱)}$$

در این فرمول:

A: مساحت منطقهٔ مورد مطالعه (مترمربع)

N: تعداد نقاط (درختان)

D: فاصله (متر)

K(I,J): فاکتور وزن است که اگر فاصلهٔ بین دو درخت I و J کوچک‌تر یا مساوی d باشد، برابر ۱ و اگر بیشتر باشد، برابر صفر است (Hou *et al.*, 2004).

۲. ۵. شاخص نزدیک‌ترین همسایه

Clark & Evans (1954) برای توصیف الگوی مکانی درختان در توده‌های جنگلی مقادیر عددی ارائه دادند. این شاخص با استفاده از اندازه‌گیری فاصلهٔ بین هر درخت تا نزدیک‌ترین همسایه‌اش و محاسبهٔ میانگین این فاصله‌ها عمل می‌کند (رابطهٔ ۲). فرمول شاخص نزدیک‌ترین همسایه به‌صورت زیر است:

$$CE = \frac{r_A}{r_E} = \qquad \text{(رابطهٔ ۲)}$$

$$CE \in \frac{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} r_i}{0.5\sqrt{(\frac{A}{N}+0.0514\frac{P}{N}+0.041\frac{P}{N^{3/2}})}}$$

$$(0, 2.1491)$$

در این فرمول:

r_A: میانگین فاصله‌های بین درختان تا نزدیک‌ترین همسایه‌های آن‌ها در یک تودهٔ جنگلی معین (متر)

r_E: میانگین فاصلهٔ نزدیک‌ترین همسایه در یک تودهٔ جنگلی کاملا تصادفی (متر)

r_i: فاصلهٔ بین درخت i و نزدیک‌ترین همسایه‌اش (متر)

N: تعداد کل درختان در تودهٔ جنگلی

P: محیط تودهٔ جنگلی (متر)

A: سطح تودهٔ جنگلی (مترمربع)

اگر مقدار R بزرگ‌تر، مساوی یا کوچک‌تر از یک باشد، الگوی درختان در منطقهٔ مورد مطالعه به‌ترتیب منظم، تصادفی و کپه‌ای است.

علاوه بر این روابط، برای بررسی الگوی مکانی شاخص نزدیک‌ترین همسایه، از آزمون Z نیز استفاده می‌شود (رابطهٔ ۳). فرض صفر آزمون، تصادفی بودن الگوی مکانی درختان مورد بررسی است. مقدار آمارهٔ Z به‌صورت زیر تفسیر می‌شود:

$$Z = \frac{r_A - r_E}{S_r} \qquad \text{(رابطهٔ ۳)}$$

که در آن مقادیر r_A و r_E همانند فرمول شاخص نزدیک‌ترین همسایه‌اند و S_r انحراف معیار فواصل مشاهده شده است.

تفسیر مقدار آمارهٔ Z محاسبه‌شده به شرح زیر است:

$-1.96 < Z < +1.96$: الگوی مکانی تصادفی

$Z > +1.96$: الگوی مکانی منظم

Z < -1.96 : الگوی مکانی کپه‌ای

در این مطالعه الگوی مکانی درختان با استفاده

Archive of SID

www.SID.ir

از تابع K-Ripley بررسی شد (Ripely, 1977; Diggle, 1983; Szwogrzyk, 1990). هنگام محاسبهٔ شاخص‌های ساختاری، تأثیرات حاشیه‌ای نقش مهمی ایفا می‌کنند. نادیده گرفتن این تأثیرات معمولا به برآوردهای آماری اریب منجر می‌شود. این مسئله به این علت است که بعضی از همسایه‌های درختان نزدیک مرز خارج از منطقهٔ مورد نظر قرار گرفته‌اند و بنابراین برداشت نمی‌شوند. چنین برآوردهای اریبی از شاخص‌های ساختاری ممکن است به نتیجه‌گیری و تفسیر نادرست از تنوع مکانی جنگل منجر شود. در این تحقیق برای حذف اثرات حاشیه‌ای از فرمول Ripely استفاده شد (El-Sharawi & Piegorsch, 2004). همچنین جهت تعیین حدود اطمینان از آزمون مونت‌کارلو استفاده شد و مقدار تابع رایپلی با مقدار مورد انتظار مقایسه شد. مقدار مورد انتظار حاصل توزیع تصادفی گروه‌هایی از نقاط است. اگر مقدار تابع محاسبه‌شده از مقادیر اطمینان بزرگ‌تر، مساوی یا کوچک‌تر باشد، الگوی مکانی درختان به‌ترتیب کپه‌ای، تصادفی یا یکنواخت خواهد بود (Camarero *et al.*, 2000).

در مرحلهٔ بعد، ازآنجایی‌که در شاخص نزدیک‌ترین همسایهٔ Evans و Clark، با استفاده از آزمون آماری، دست‌یابی به یک نتیجهٔ قطعی امکان‌پذیر است، نتایج به‌دست‌آمده از تابع K-Ripely با نتایج حاصل از شاخص نزدیک‌ترین همسایه، به‌مثابهٔ شاهد، مقایسه شدند. در این تحقیق برای محاسبهٔ شاخص‌های مورد نظر از نرم‌افزار ArcGIS 9.3 استفاده شد.

۳. نتایج

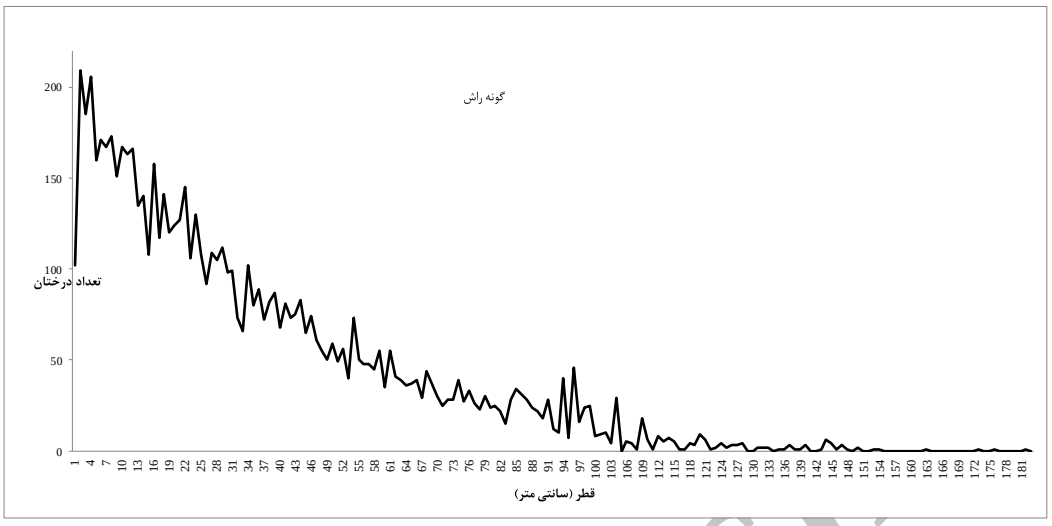
در منطقهٔ مورد مطالعه در مجموع ۱۱۳۳۲ پایه ثبت شد که شامل گونه‌های راش، پلت، بلوط، توسکای ییلاقی، خرمندی، شیردار، گیلاس وحشی، ملج، ممرز و نمدار است. چهار گونهٔ اصلی (راش، ممرز، پلت و توسکای ییلاقی) انتخاب شدند که بیش از ۹۷ درصد تراکم پایه‌ها را تشکیل می‌دادند و الگوی مکانی آن‌ها بررسی شد. مشخصات کمی این گونه‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. همان‌طورکه در شکل ۳ ملاحظه می‌شود، توزیع پراکنش قطری گونه‌های راش و ممرز در پارسل مورد مطالعه به‌صورت کم‌شونده است، درحالی‌که پراکنش قطری گونه‌های پلت و توسکای ییلاقی نامنظم است.

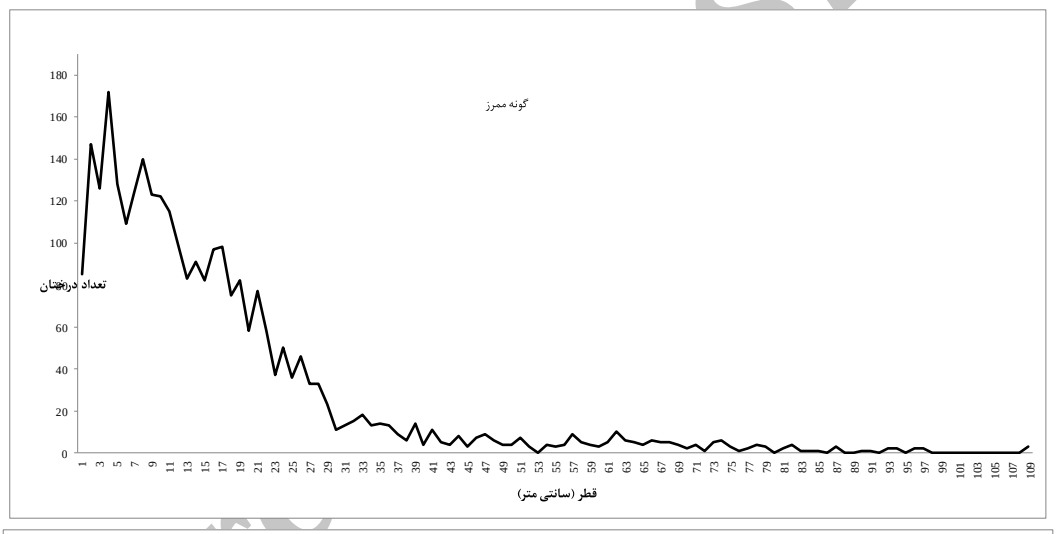
جدول ۱. خصوصیات کمی درختان منطقهٔ مورد مطالعه

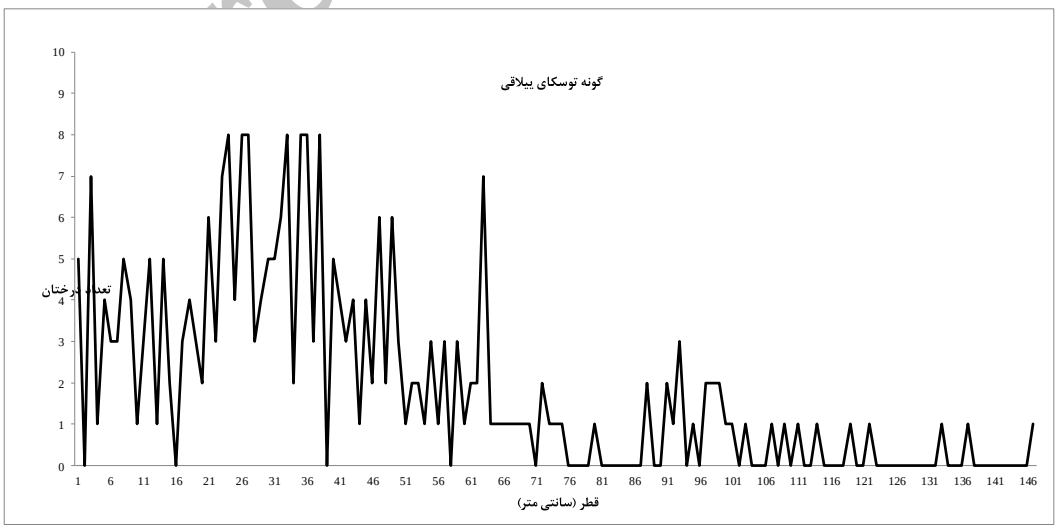
گونه	تعداد در هکتار	قطر برابرسینه (سانتی‌متر)				میانگین سطح مقطع برابرسینه (مترمربع در هکتار)
		میانگین ± اشتباه معیار	درصد ضریب تغییرات	کمینه	بیشینه	
راش	۱۵۷	۴۰/۲۲±۰/۳۳	۷۱	۷	۱۸۸	۲۹/۸
ممرز	۶۰	۲۲/۳۷±۰/۲۹	۷۰	۷	۱۱۵	۳/۵۳
توسکای ییلاقی	۶	۴۶/۷۲±۱/۶۹	۵۹	۸	۱۵۴	۱/۳۲
پلت	۸	۵۰/۴۹±۱/۵۵	۶۱	۸	۱۸۶	۲/۲۷

Archive of SID

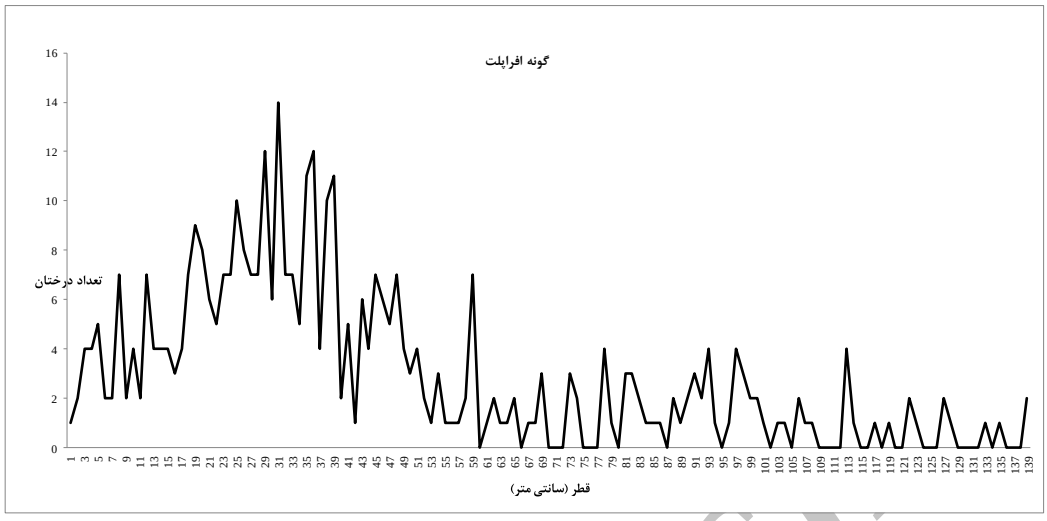
www.SID.ir


گونه راش
تعداد درختان
قطر (سانتی متر)


گونه ممرز
تعداد درختان
قطر (سانتی متر)


گونه توسکای ییلاقی
تعداد درختان
قطر (سانتی متر)

www.SID.ir



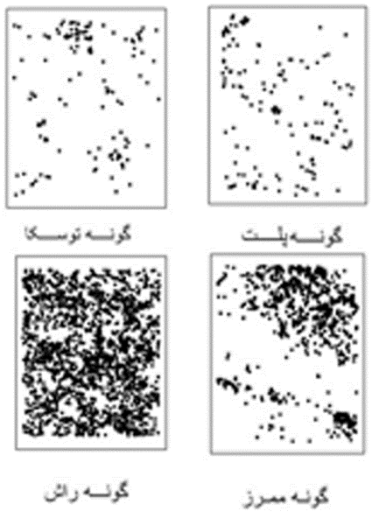
شکل ۳. پراکنش قطری گونه‌های راش، ممرز، پلت و توسکای ییلاقی در منطقهٔ مورد مطالعه

۳. ۱. الگوی مکانی پراکنش گونه‌ها

پس از تهیهٔ نقشه از موقعیت مکانی درختان، محل هر یک از پایه‌ها در پارسل مورد مطالعه معلوم شد. نمونه‌ای از موقعیت مکانی گونه‌های مورد نظر در منطقهٔ مورد مطالعه در شکل ۴ ارائه شده است.

همان‌طورکه ذکر شد موقعیت مکانی درختان ابتدا با استفاده از تابع K-Ripely تجزیه و تحلیل شد. اگر مقدار تابع محاسبه‌شده از مقادیر اطمینان مونت‌کارلو بزرگ‌تر، مساوی یا کوچک‌تر باشد، الگوی مکانی درختان به‌ترتیب کپه‌ای، تصادفی یا یکنواخت خواهد بود (Camarero *et al*., 2000).

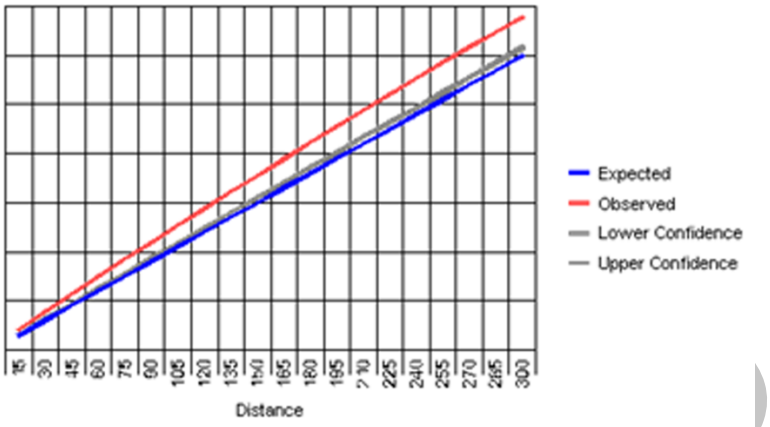
استفاده از تابع K-Ripely نشان داد درمورد گونه‌های راش، ممرز و توسکا در هر شعاعی از پایه‌ها خط مقادیر L (d) بالاتر از حدود مونت‌کارلو قرار دارد (شکل‌های ۵، ۶ و ۷) ، بنابراین می‌توان گفت که الگوی پراکنش این گونه‌ها کپه‌ای است. درمورد گونهٔ پلت، همان‌طورکه در شکل ۸ ملاحظه می‌شود، این گونه ابتدا تا شعاع حدود ۲۰۰ متر از پایه‌ها الگوی کپه‌ای را نشان می‌دهد و بعد با افزایش فاصله خط مقادیر L (d) تقریبا مماس بر حد بالای مونت‌کارلو قرار گرفته که نشان‌دهندهٔ الگوی پراکنش کپه‌ای مایل به تصادفی است (شکل ۸).



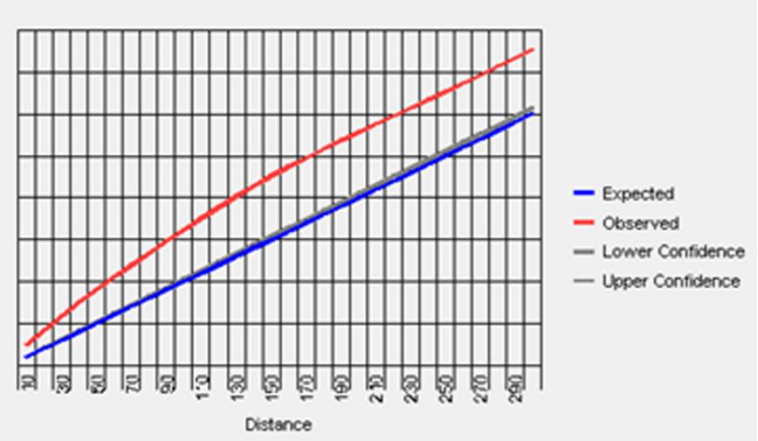
شکل ۴. موقعیت مکانی گونه‌های مورد بررسی در بخشی از منطقهٔ مورد مطالعه

همان‌طورکه در جدول ۲ مشاهده می‌شود، مقدار شاخص نزدیک‌ترین همسایه برای همهٔ گونه‌ها کوچک‌تر از یک بود که الگوی کپه‌ای را تایید می‌کند. همچنین مقدار P-value = 0.000 نیز ردکنندهٔ فرض صفر (تصادفی بودن الگوی درختان) است. همان‌طورکه

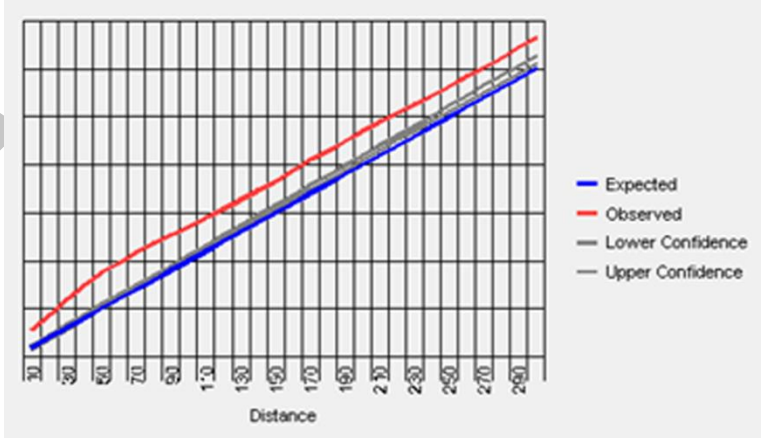
www.SID.ir



شکل ۵. مقدار تابع L (d) و حدود اطمینان مونت‌کارلو برای گونهٔ راش

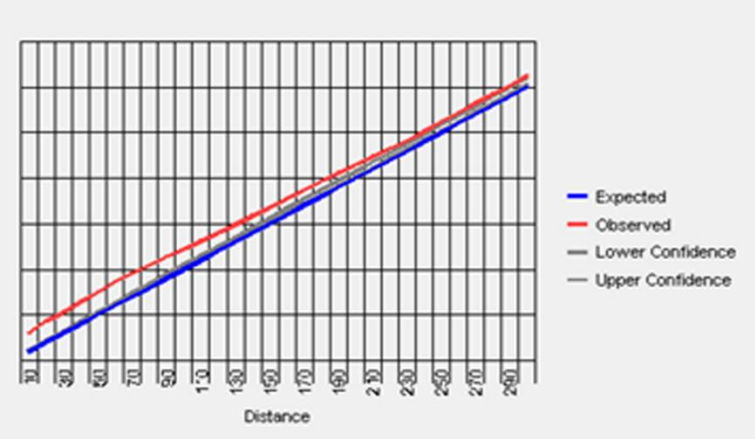


شکل ۶. مقدار تابع L (d) و حدود اطمینان مونت‌کارلو برای گونهٔ ممرز



شکل ۷. مقدار تابع L (d) و حدود اطمینان مونت‌کارلو برای گونهٔ توسکای ییلاقی

www.SID.ir



شکل ۸. مقدار تابع L (d) و حدود اطمینان مونت‌کارلو برای گونهٔ پلت

جدول ۲. نتایج حاصل از شاخص نزدیک‌ترین همسایه برای گونه‌های مورد نظر در منطقهٔ مورد مطالعه

گونه	میانگین فاصلهٔ مشاهده شده	میانگین فاصلهٔ مورد انتظار	مقدار شاخص	Z-score	P-value
راش	۱۱/۶۴	۱۹/۷۸	۰/۵۸	-۱۵/۷۸	۰/۰۰۰
ممرز	۳/۷۱	۷/۷۲	۰/۴۸	-۵۳/۳۹	۰/۰۰۰
پلت	۳/۶۳	۴/۹	۰/۷۴	-۴۳/۱۴	۰/۰۰۰
توسکا	۱۳/۶۳	۲۳/۱۷	۰/۵۹	-۱۳/۰۱	۰/۰۰۰

در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، مقدار آمارهٔ Z نیز برای همهٔ گونه‌ها کوچک‌تر از ۱/۹۶- محاسبه شد که نتیجهٔ به‌دست‌آمده را تأیید می‌کند.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق ساختار دو گونه راش و ممرز، که بالاترین تراکم را در منطقهٔ مورد مطالعه داشتند، به شکل نمودار کم‌شونده به‌دست آمد. Marvie (2005) Mohadjer و Oheimb و همکاران (2005) نیز ساختار توده‌های راش را به این صورت اعلام کردند. درواقع منحنی پراکنش توده‌های جنگلی ناهمسال تابع منحنی زنگوله‌ای‌شکل (پراکنش نرمال) نیست، بلکه حالت کم‌شونده دارد؛ به این ترتیب که تعداد درختان کم‌قطر به‌مراتب از تعداد درختان قطور بیشتر است. درحقیقت ساختار جنگل‌های طبیعی ازجمله منطقهٔ مورد مطالعه در این تحقیق در سطوح وسیع همیشه حالت ناهمسالی دارند.

Taylor و Quin (1988) و Manabe و همکاران (2000) به این نتیجه دست یافتند که الگوی پراکنش بسیاری از گونه‌ها در جوامع جنگلی به‌صورت کپه‌ای یا منظم است. همچنین، تحقیقات دیگری که در این زمینه انجام شده نشان داده است که توزیع تصادفی در جنگل به‌ندرت اتفاق می‌افتد، زیرا درختان در جنگل روابط متقابل دارند و این رابطهٔ متقابل در ساختار مکانی جنگل تأثیر می‌گذارد. به‌علاوه، عملیات مدیریتی مانند تنک کردن نیز بر توزیع درختان اثرگذار است (Kint *et al.*, 2000). نتایج آنالیز الگوی مکانی گونه‌های درختی در این تحقیق نیز نشان داد

Archive of SID

www.SID.ir

الگوی پراکنش گونه‌های راش، ممرز، توسکا به‌صورت ای است. Habashi و همکاران (2007) نیز در مطالعه‌ای الگوی پراکنش گونهٔ راش را در جنگل راش آمیختهٔ شصت کلاگرگان به‌صورت کپه‌ای گزارش کردند. تجدید حیات این گونه در طبیعت در یک جنگل دست‌نخورده به‌صورت لکه‌ای و گروهی است. به‌نظر می‌رسد این نوع الگوی تجدید حیات عامل اصلی پراکنش کپه‌ای برای این گونه باشد (Habashi *et al.*, 2007).

دربارهٔ شاخص نزدیک‌ترین همسایهٔ Clark و Evans، همان‌طورکه اشاره شد، نتیجهٔ به‌دست‌آمده باید از طریق آزمون Z نیز بررسی شود. مقدار این آماره در این بررسی برای همهٔ گونه‌ها کوچک‌تر از ۱/۹۶- به‌دست آمد که تأییدکنندهٔ الگوی کپه‌ای درختان مورد بررسی است. دربارهٔ گونهٔ پلت، تابع K-Ripely نشان داد که با افزایش فاصله مقدار تابع به سمت تصادفی بودن میل می‌کند. همان‌طورکه در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، مقدار شاخص نزدیک‌ترین همسایه برای این گونه از سایر گونه‌های مورد بررسی بیشتر است (۰/۷۴). درواقع، هرچه مقدار این شاخص به یک نزدیک‌تر باشد نشان‌دهندهٔ متمایل شدن الگو از کپه‌ای به تصادفی است. به‌نظر می‌رسد علت اینکه در مورد گونهٔ پلت، با افزایش فاصله از پایه‌ها، الگوی پراکنش به سمت تصادفی تمایل پیدا می‌کند، سبک و بالدار بودن بذر این گونه و قدرت انتقال بذر آن به نقاط دوردست است.

داده‌های آماری مطلوب و مناسب از یک جنگل باید توصیف کامل الگوی مکانی درختان و چگونگی پراکنش اندازه‌های آن‌ها را در برداشته باشند (Scheuder *et al.*, 1993). ساختار کنونی جنگل‌های مدیریت‌نشده نتیجهٔ تعامل پیچیدهٔ درختان و عوامل محیطی گوناگون ازجمله اقلیم و رویش‌گاه است. تجزیه و تحلیل الگوهای مکانی درختان با ابعاد و شرایط رقابتی متفاوت می‌تواند در بازسازی ساختار گذشتهٔ توده و تفسیر مراحل تحولی که الگوی پراکنش کنونی درختان را به‌وجود آورده‌اند، مفید باشد. همچنین مقادیر کمی حاصل از توصیف ساختار جنگل در انواع خاصی از جنگل‌ها، به‌مثابهٔ مثال توده‌های طبیعی در ذخیره‌گاه‌های جنگلی، می‌تواند مرجعی برای ارزیابی روش‌های مدیریتی در بلندمدت باشد (Kint, 2005).

الگوی مکانی درختان بر موجودی در هکتار توده و رشد تک‌درختان نیز تأثیر مستقیم دارد و بنابراین در نحوهٔ مدیریت جنگل تأثیر دارد. الگوی مکانی منظم در توده‌هایی که در تولید مدنظر است، مطلوب‌ترین مدل است، درحالی‌که برای بهبود زیستگاه حیات‌وحش، پراکنش تصادفی یا کپه‌ای مناسب و مطلوب است (Erfanifard *et al.*, 2008).

مسئلهٔ دیگری که باید به آن توجه کرد، اهمیت ساختار تودهٔ جنگلی در شناخت و توصیف اکوسیستم‌های جنگلی است. درحقیقت، در مدیریت جنگل و تحقیقات مرتبط با توسعه و تحول جنگل و همچنین در تحقیقات مربوط به تنوع زیستی مناطق جنگلی، ساختار جنگل در سطح توده مهم است، زیرا تنوع گونه‌های جانوری مانند پرندگان و حشراتی که در یک توده زندگی می‌کنند با پیچیدگی ساختاری توده مرتبط است. همچنین ساختار مکانی، طبقه‌بندی افقی و عمودی درختان و الگوی مکانی درختان خصوصیات زیست‌گاه را برای پرندگان، حشرات، پستانداران، اپی‌فیت‌های درختی و میکروارگانیسم‌های خاکی تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌طوری‌که افزایش ناهمگنی در ساختار عمودی و افقی توده به تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

بیشتر گونه‌ها و توده‌هایی با پایداری اکولوژیک بالاتر منجر می‌شود و نقش بالقوه مهمی در پایداری اکولوژیک مناطق جنگلی ایفا می‌کند (Pommerening, 2002). توجه به این موارد اهمیت مطالعات بیشتر در زمینهٔ ساختار و الگوی مکانی گونه‌های درختی در توده‌های جنگلی و دخالت دادن آن در مطالعات بوم‌شناختی مرتبط با مناطق جنگلی را بیش از پیش آشکار می‌کند.

باتوجه به این موارد، بدیهی است برای رسیدن به یک الگوی مدیریت و شیوهٔ جنگل‌شناسی مناسب برای جنگل‌های شمال تعیین ساختار و برنامه‌ریزی براساس وضع موجود آن‌ها ضروری است (Eslami & SaghebTaleb, 2008). همچنین، به‌منظور آگاهی از فرایندهای طبیعی در اکوسیستم‌های جنگلی لازم است ساختار توده‌های دست‌نخورده بررسی شود و مقادیر آن به‌مثابهٔ مرجعی برای مدیریت هماهنگ و درخور جنگل‌ها مورد استفاده قرار گیرد تا هرچه بیشتر به مدیریت پایدار و هم‌گام با طبیعت در مناطق جنگلی تحت مدیریت نزدیک شویم.

منابع

Alijani, V (2011) "Quantifying the spatial structure (case study: Gorazbon district of Kheyrud forest)," Msc. Thesis, Forestry and forest economics group. University of Tehran, Iran, Tehran. (In Persian)

Camarero, J.J., Gutierrez E. Fortin M.J (2000) "Spatial pattern of sub-alpine grassland ecotones in the Spanish central Pyrenees," *Forest Ecology and Management* 134:1-16.

Clark, P., Evans, E (1954) "Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations," *Ecology* 35(4): 445-453.

Dale, M.R.T (1999) *Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology*, Cambridge, Cambridge University Press, 326.

Diggle, P.J (1983) *Statistical Analysis of Spatial Point Patterns*, London, Academic Press, 195.

El-Sharawi, A.H., Piegorsch, W.E (2002) *Ripelys K Function*, Chichester, John Wiley & Sons, 9.

Erfanifard, Y., Feghhi, J., Zobeiri, M., Namiranian, M (2008) "Investigation on spatial pattern of trees in Zagros forest," *Journal of the Iranian Natural resourses* 60(4): 1319-1328. (In Persian)

Eslami, A., sagheb Talebi, K.H (2008) "Investigation on the spatial pattern of pure and mixed beech stands in North of Iran," *Pajouhesh and Sazandegi* 77: 39-46. (In Persian)

Goreaud, F., Courbaud, B. Collinet, F (1997) "Spatial structure analysis applied to modeling forest dynamics," *IUFRO workshop: Empirical and process based models for forest tree and stand growth simulation*, Novas Technologies, Portugal, Oerias,. 155-172.

Habashi, H., Hosseini, S.M., Mohammadi, J., Rahmani, R (2007) "Stand structure and spatial patterns of trees in mixed Hyrcanian beech forests of Iran," *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 15 (1): 55-64. (In Persian)

Humphrise, H.C., Bourgeon, P.S., Mujica-Crapanzano L.R (2008) "Tree spatial patterns and environmental relationships in the forest – alpine Tundra ecotone at Niwot Ridge, Colorado, USA," *Ecological Research* 23: 589-605.

Jayaraman, K (2000) *a Statistical Manual for Forestry Research*, Bangkok, FORSPA-FAO Publication, No.25, 242.

Kint, V., Lust, N., Ferris, R., Olsthoorn, A.F.M (2000) "Quantification of forest stand structure applied to Scote Pine (*Pinus Sylvestris L.*) Forests," *Investigation on Agricultural System* 1: 147-163.

Kint, V., Robert, D.W., Noel, L (2004) "Evaluation of sampling methods for estimation of structural indices in forest stands," *Ecological Modeling* 180: 461-476.

Manabe, T., Nishimura, N., Miura, M., Yamamoto, S (2000) "Population structure and spatial patterns for trees in temperate old-growth evergreen broad-leaved forests in Japan," *Plant Ecology* 151: 181-197.

Marvie Mohadjer, M.R (2005) *Silviculture*, Tehran, University of Tehran Press. 387. (In Persian)

Naumberg, E., Dewald, L.E (1999) "Relationship between *Pinus ponderosa* forest structure, light characteristics, and understory graminoid species presence and abundance," *Forest Ecology and Management* 124: 205 – 215.

Oheimb, G., Westphal, FC., Tempel, H., Haerdtle, W (2005) "Structural pattern of a near-natural beech forest (*Fagus sylvatica*)," *forest Ecology and Management* 212: 253-263.

Pommerening, A (2002) "Approaches to quantifying forest structures," *Forestry* 75(3): 305-324.

Archive of SID

www.SID.ir

Rawat, S., Menaria, B.L Dugaya, D.C., Kotwal, A (2008) "Sustainable forest management in India," *Current Science*: 94(8): 996 - 1002.

Resaneh, Y., Moshtagh, M.H., Salehi, P (2001) "Quantitative study of North forests," In: *National Seminar of Management and Sustainable Development of North forests*, Iran, Ramsar, Forest and Range Organization Press, 55-79.

Ripely, B. D (1977) "Modelling spatial patterns. Journal of the Royal statistical," *Society* 39(2): 172-212.

Scheuder, H.T., Gregorie, T.G. Wood, G.B (1993) *Sampling Methods for Multiresources Forest Inventory*, USA, John Wiley & Sons, 446.

Spies, T.A (1998) "Forest structure: a key to the ecosystem," *Northwest Forest Science* 72(2): 34-39.

Szwagrzyk, J., Czerwczak, M., 1993 Spatial pattern of trees in natural forests of East-Central Europe. Journal of Vegetation Science 4, 469-476.

Taylor, A.H., Quin, Z (1988) "Regeneration patterns in old-growth *Abies-Betula* forests in the Wolong natural reserve, Sichuam, China," *Journal of Ecology* 76: 1204-1218.

Veblen, T., Schlegal, T., Escobar, B (1980) "Structure and Dynamics of old growth Nothofagus forests in the Valdivian Andes," *Chilian Journal of Ecology* 68(1): 1-31.

Archive of SID

www.SID.ir