بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین

پایان نامه ی کارشناسی ارشد/ رشته ی منابع طبیعی گرایش جنگلداری

مقایسه روش‌های نمونه‌برداری و تحلیل‌های آماری در تعیین الگوی پراکنش مکانی گیاهان چوبی ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق

استاد راهنما:

دکتر هرمز سهرابی

پژوهشگر:

زهرا منتظری

شهریور ماه 1392

دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین

گروه علوم جنگل

پایان نامه خانم زهرا منتظری جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته منابع طبیعی گرایش جنگلداری با عنوان: **مقایسه روش‌های نمونه‌برداری و تحلیل‌های آماری در تعیین الگوی پراکنش مکانی گیاهان چوبی ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق** در تاریخ 1392/07/30 با حضور هیأت داوران زیر بررسی و با نمره 19/35 مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

1. **استاد راهنمای پایان نامه دکتر هرمز سهرابی با مرتبه علمی استادیار** **امضاء**

2. **استادان داور پایان نامه**

دکتر عطاالله ابراهیمی با مرتبه علمی استادیار **امضاء**

دکتر علی سلطانی با مرتبه علمی استادیار **امضاء**

دکتر علی جعفری

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی

دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات

و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق به دانشگاه شهرکرد است.

و کلیدهای عالم غیب تنها نزد خداوند است و جز او هیچکس به آن ها علم ندارد. و تنها خداوند به آنچه در خشکی و دریا موجود است علم دارد؛ هیچ برگی از درخت نمی افتد مگر آنکه خداوند از آن اطلاع دارد؛ هیچ بذری در نهان زمین قرار نمی گیرد مگر آنکه خداوند از چگونگی آن باخبر است و هیچ خشک و تری، [هیچ مخلوق و موضوعی] نیست که ذکر آن در کتاب روشنگر حقایق الهی نیامده باشد.

قرآن حکیم (سوره انعام، آیه 59)

از اساتید راهنمای محترم، دکتر هرمز سهرابی که با زحمات و راهنمایی های فراوان مرا در به پایان رساندن این تحقیق یاری نمودند صمیمانه و صادقانه سپاس گزاری و قدردانی می نمایم.
از اساتید داور این تحقیق دکتر عطاالله ابراهیمی و دکتر علی سلطانی که زحمت داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند و با صرف وقت ارزشمند خود بر من منت نهادند تشکر می-نمایم.

این پایان نامه خالی از اشتباه نیست، امیدوارم کسانی که از آن استفاده می‌کنند در صورت برخورد با هر گونه اشتباه چه از لحاظ علمی و چه ویرایشی آن را به حساب بی‌سوادی این بنده حقیر گذاشته و مرا مورد بخشش خود قرار دهند.

زهرا منتظری، مهر 1392

تقدیم به:

پدر، مادر و خانواده عزیزتر از جانم

که در تمام مراحل زندگی از هیچ کمکی برایم دریغ نکردند

چکیده

در تحقیق حاضر، روش‌های نمونه‌برداری شمارش در قطعه نمونه با برآورد شاخص‌های کوادراتی نسبت واریانس به میانگین، موریسیتا و لوید، روش‌های فاصله‌ای با برآورد شاخص‌های ابرهارت، جانسون و زایمر، هینز، پیلو، هاپکینز و شاخص C، روش داده‌های نقشه‌کشی شده و تحلیل الگوهای مکانی با استفاده از تابع K رایپلی و حلقه O در تعیین الگو پراکنش مکانی درختان و درختچه‌ها در جنگل طبیعی و شبیه‌سازی شده مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق در یک محدوده 53 هکتاری از ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق واقع در استان چهارمحال و بختیاری با برداشت و ثبت موقعیت و گونه درختان و درختچه‌های جنگلی با قطر تاج بیش از 25 سانتی‌متر آغاز شد. موقعیت مکانی تمامی پایه‌ها با اندازه‌گیری فاصله و آزیموت، ثبت شد. سپس با استفاده از یک شبکه آماربرداری منظم با نقطه شروع تصادفی و با ابعاد 70×70 متر، 102 نمونه با روش‌های مختلف برداشت شد. سه جنگل با الگوی پراکنش‌های تصادفی، کپه‌ای و بسیار کپه‌ای با استفاده از نرم افزار STG 4.1 شبیه‌سازی شد. در این جنگل‌ها نیز یک شبکه آماربرداری مشابه آنچه در جنگل‌های استفاده شده بود یعنی دارای طرح منظم با شروع نقطه تصادفی و با ابعاد 70×70 متر طراحی شد و به این وسیله 104 نمونه از این جنگل‌ها برداشت شد. در مرحله بعد الگوی پراکنش درختان با استفاده از تابع K رایپلی و روش حلقه O، شاخص‌های کوادراتی نسبت واریانس به میانگین، موریسیتا، لوید و شاخص‌های فاصله‌ای جانسون و زایمر، پیلو، هاپکینز، ابرهارت، هینز و شاخص C محاسبه شدند. تحلیل‌ها نشان داد که نتایج تعیین الگوی پراکنش در جنگل‌های شبیه‌سازی شده بر اساس این دو روش یکسان است. اما در جنگل طبیعی روند و مقیاس رخ دادن الگوها در این دو روش متفاوت است. نمونه‌برداری با روش قطعه نمونه و استفاده از شاخص‌های کوادراتی نیز به درستی الگوی پراکنش را تعیین نمود. در حالی که شاخص‌های فاصله‌ای الگوهای متفاوتی را برای جنگل طبیعی و سه جنگل شبیهسازی شده نشان دادند. بر اساس این تحقیق مناسب‌ترین روش برای تعیین الگوی مکانی روش داده‌های نقشه‌کشی شده است و تابع K رایپلی و حلقه O نسبت به شاخص‌های کوادراتی و فاصله‌ای برای تعیین الگوی مکانی نتایج صحیح‌تری ارائه می‌دهند.

کلید واژه‌ها: نمونه‌برداری فاصله‌ای، شمارش در قطعه‌نمونه، روش داده‌های نقشه‌کشی شده، الگوی پراکنش مکانی، تابع K رایپلی ، حلقه O، شاخص‌های فاصله‌ای، شاخص‌های کوادراتی

فهرست مطالب

مقدمه 6
فصل دوم 9
کلیات 9
2-1 الگو پراکنش (spatial pattern) 9
2-1-1 الگو پراکنش تصادفی (Random) 10
2-1-2 الگو پراکنش کپه‌ای (Aggregate or Clustering) 10
2-1-3 الگو پراکنش یکنواخت (Regular or Uniform) 10
2-2 روش‌های نمونه‌برداری در تعیین الگو پراکنش مکانی 10
2-2-1 نمونه‌برداری فاصله‌ای 11
2-2-1-1 روش نزدیک‌ترین فرد (Nearest individual method) 11
2-2-1-2 روش نزدیکترین همسایه (Nearest neighbor method) 11
2-2-1-3 روش مربع تی (T-square method) 12
2-2-2 شاخص‌های پراکنش برای روش‌های فاصله‌ای 12
2-2-2-1 شاخص جانسون و زایمر (Johnson and Zimmer) 12
2-2-2-2 شاخص پیلو (Pielou's Index) 13
2-2-2-3 شاخص ابرهارت (Eberhardt's Index) 13
2-2-2-4 شاخص هاپکینز (Hopkines index) 13
2-2-2-5 شاخص هینز (Hines index) 14
2-2-2-6 شاخص مربع تی (T squar index) 14
2-2-3 روش شمارش در قطعه نمونه (Quadrat or plot method) 14
2-2-3-1 شاخص‌های پراکنش برای روش شمارش در قطعه نمونه 15
2-2-3-1-1 شاخص نسبت واریانس به میانگین (Index of variance /mean Ratio) 15
2-2-3-1-2 شاخص موریسیتا (Morisita ‘s Index of Dispersion) 15
2-2-3-1-3 شاخص کپه‌ای لیود (Lloyd’s Index of Patchiness) 15
2-2-4 روش داده‌های نقشه‌کشی شده (Mapped data Method) 16
2-2-4-1 تابع L بر اساس تابع K رایپلی (L-function based on Ripley’s K-function) 16
2-2-4-2 تابع زوج همبستگی (Pair-correlation function) 17
2-2-3-3 روش حلقه O (O-ring) 17
2-3 مدل صفر (Null model) 18
2-3-1 مدل طرح کاملاً تصادفی (Complete spatial randomness) 18
2-4 شبیه‌سازی مونت کارلو (Monte Carlo simulation) 18
فصل سوم 19
مرور منابع 19
فصل چهارم 26
مواد و روش 26

4-1 منطقه مورد مطالعه 26
4-2 روش اجرای تحقیق 27
4-3 روش شبیه‌سازی مکان درختان 27
4-4 روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای و شاخص‌های فاصله‌ای تعیین الگو پراکنش 27
4-5 روش شمارش در قطعه نمونه و شاخص‌های پراکنش شمارش در قطعه نمونه (کوادراتی) 27
4-6 روش داده‌های نقشه‌کشی شده 28
4-7 نرم افزارها 29
فصل پنجم 30
نتایج 30
بخش اول 30
5-1 نتایج مربوط به شاخص‌های کوادراتی و فاصله‌ای در تعیین الگو پراکنش مکانی درختان و درختچه‌ها در جنگل طبیعی و شبیه‌سازی شده 30
5-1-1 الگو پراکنش تعیین شده جنگل‌ها بر اساس شاخص‌های فاصله‌ای 30
5-1-2 الگو پراکنش تعیین شده جنگل‌ها بر اساس شاخص‌های کوادراتی 31
5-1-3 بررسی دقت شاخص‌های کوادراتی و فاصله‌ای در تعیین الگو پراکنش جنگل طبیعی و شبیه‌سازی شده 34
بخش دوم 39
5-2 نتایج مربوط به تابع K رایپلی و حلقه O در تعیین الگو پراکنش مکانی درختان و درختچه ها در جنگل طبیعی و شبیه‌سازی شده 39
5-2-1 الگو پراکنش گونه‌های درختچه‌ای جنگل طبیعی 39
5-2-1-1 الگو پراکنش گونه شیرخشت 39
5-2-1-2 الگو پراکنش گونه راناس 39
5-2-1-3 الگو پراکنش گونه شن (پلاخور) 40
5-2-2 الگو پراکنش گونه‌های درختی جنگل طبیعی 40
5-2-2-1 الگو پراکنش گونه محلب 40
5-2-2-2 الگو پراکنش گونه ارس 41
5-2-2-3 الگو پراکنش گونه زالزالک 41
5-2-2-4 الگو پراکنش درختان و درختچه‌های جنگل چهارطاق 42
5-2-3 الگو پراکنش جنگل‌های شبیه‌سازی شده 42
5-2-3-1 جنگل با الگو پراکنش تصادفی شبیه‌سازی شده 42
5-2-3-2 جنگل با الگو پراکنش کپه‌ای شبیه‌سازی شده 42
5-2-3-3 جنگل با الگو پراکنش بسیار کپه‌ای شبیه‌سازی شده 43
فصل ششم 44
بحث و نتیجه‌گیری 44
6-1 الگو پراکنش گونه‌های درختچه‌ای و درختی جنگل چهارطاق و جنگل‌های شبیه‌سازی شده براساس تابع K رایپلی و حلقه O 44
6-2 الگو پراکنش جنگل‌های شبیه‌سازی شده براساس تابع K رایپلی و حلقه O 45

3-6 مقایسه تابع K رایپلی و حلقه O در تعیین الگو پراکنش مکانی درختان و درختچه‌ها در جنگل طبیعی و شبیه‌سازی شده 45
4-6 الگو پراکنش مکانی درختان و درختچه‌ها در جنگل طبیعی و شبیه‌سازی شده بر اساس شاخص‌های کوادراتی . 47
5-6 الگو پراکنش مکانی درختان و درختچه‌ها در جنگل طبیعی و شبیه‌سازی شده بر اساس شاخص‌های فاصله‌ای . 47
6-6 مقایسه کارایی شاخص های فاصله‌ای و کوادراتی در تعیین الگو پراکنش مکانی درختان و درختچه ها در جنگل طبیعی و شبیه‌سازی شده 48
7-6 مقایسه تابع K رایپلی، حلقه O ، شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی در تعیین الگو پراکنش مکانی درختان و درختچه‌ها در جنگل طبیعی و شبیه‌سازی شده 49
نتیجه‌گیری کلی 50
پیشنهادات 51
منابع 52

فهرست شکل‌ها

شکل 5-1. نمودار شدت پراکنش کپه‌ای براساس شاخص نسبت واریانس به میانگین در جنگل طبیعی و جنگل‌های شبیه‌سازی شده 33
شکل 5-2. نمودار شدت پراکنش کپه‌ای براساس شاخص مورسیتا در جنگل طبیعی و جنگل‌های شبیه سازی شده 34
شکل 5-3. نمودار شدت پراکنش کپه‌ای براساس شاخص لوید در جنگل طبیعی و جنگل‌های شبیه‌سازی شده 34
شکل 5-4. نمودارهای ضریب تغییرات (دقت) براساس شاخص نسبت واریانس به میانگین در جنگل طبیعی و جنگل‌های شبیه‌سازی شده 35
شکل5-5. نمودارهای انحراف معیار براساس شاخص نسبت واریانس به میانگین در جنگل طبیعی و جنگل‌های شبیه‌سازی شده 36
شکل 5-6. نمودارهای ضریب تغییرات (دقت) براساس شاخص مورسیتا در جنگل طبیعی و جنگل‌های شبیه‌سازی شده 36
شکل5-7. نمودارهای انحراف معیار براساس شاخص مورسیتا در جنگل طبیعی و جنگل‌های شبیه‌سازی شده 36
شکل 5-8. نمودارهای ضریب تغییرات (دقت) براساس شاخص لوید در جنگل طبیعی و جنگل‌های شبیه‌سازی شده 37
شکل5-9. نمودارهای انحراف معیار براساس شاخص لوید در جنگل طبیعی و جنگل‌های شبیه‌سازی شده 37
شکل 5-10. نمودارهای ضریب تغییرات (دقت) براساس شاخص‌های فاصله‌ای در جنگل طبیعی و جنگل‌های شبیه‌سازی شده 38
شکل 5-11. نمودارهای تابع *K* رایپلی (چپ) و حلقه *O* (راست) در تعیین الگو پراکنش شیرخشت (*Luristanicus Cotoneaster* G.Klotz) 39
شکل5-12. نمودارهای رایپلی (چپ) و حلقه *O* (راست) در تعیین الگو پراکنش راناس (*Cerasus microcarpa*) 40
شکل5-13. نمودارهای رایپلی (چپ) و حلقه *O* (راست) در تعیین الگو پراکنش شن (*Lonicera nummularifolia*) 40
شکل5-14. نمودارهای رایپلی (چپ) و حلقه *O* (راست) در تعیین الگو پراکنش محلب (*Prunus mahaleb*) 41
شکل5-15. نمودارهای رایپلی (چپ) و حلقه *O* (راست) در تعیین الگو پراکنش ارس (*Juniperus polycarpos*) 41
شکل5-16. نمودارهای رایپلی (چپ) و حلقه *O* (راست) در تعیین الگو پراکنش زالزالک (*Crataegus Zarolus* L) .. 42
شکل5-17. نمودارهای رایپلی (چپ) و حلقه *O* (راست) در تعیین الگو پراکنش جنگل چهارطاق 42
شکل5-18. نمودارهای رایپلی (چپ) و حلقه *O* (راست) در تعیین الگو پراکنش جنگل شبیه‌سازی شده تصادفی 42
شکل5-19. نمودارهای رایپلی (چپ) و حلقه *O* (راست) در تعیین الگو پراکنش جنگل شبیه‌سازی شده کپه‌ای..... 43
شکل5-20. نمودارهای رایپلی (چپ) و حلقه *O* (راست) در تعیین الگو پراکنش جنگل شبیه سازی شده به شدت کپه‌ای 43

فهرست جدول‌ها

جدول شماره 1- الگوی پراکنش تعیین شده جنگل چهارطاق و جنگل‌های شبیه‌سازی شده بر اساس شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی محاسبه (اعداد داخل پرانتز، مقادیر شاخص‌ها است)..... 32

مقدمه

یکی از جنبه‌های مهم در اکولوژی، الگوی پراکنش گیاهان است که شناخت آن، از مقدمات و ضروریات بررسی پوشش گیاهی در هر منطقه به حساب می‌آید (Ludwing and Reynolds, 1988). الگوی پراکنش جزئی از ساختار جنگل است که اطلاع از آن درک فرآیندهای اکولوژیکی نظیر استقرار، رشد، رقابت، زادآوری و مرگ و میر را روشن‌تر می‌سازد (Legendre and Fortin, 1989; Hasse, 1995; Dale, 1999). یکی از مؤلفه‌های مهم ساختار توده جنگل نظم مکانی موقعیت درختان است (Wolf, 2005; Kint et al, 2004; Legendre and Legendre, 1998; Luduirin and Reynolds, 1998). مفهوم الگو در تیپ‌های پوشش گیاهی به طرز پراکندگی افراد گونه‌ها در جامعه گیاهی مربوط می‌شود (مقدم، 1380). الگوی مکانی را می‌توان حاصل فرآیندهایی دانست که در گذشته اتفاق افتاده است، به همین دلیل می‌توان برای بررسی برخی فرضیه‌ها درباره فرآیندهایی که حتی اطلاعات کاملی از آن‌ها در دسترس نیست از الگوی مکانی استفاده کرد. تعیین کمیت پراکنش درختان در یک توده جنگلی یک گام اساسی برای درک پویایی جوامع جنگلی است (Shimaton and Kubota, 2004). تحلیل الگوی مکانی درختان به درک ساختار جمعیت و رویش درختان و حل مسائل مربوط به درختان و بهره‌برداری از آن‌ها در جنگلداری کمک می‌کند (Lui et al, 2007). هدف از تحلیل الگوهای مکانی اندازه‌گیری وضعیت قرار گرفتن هر فرد نسبت به دیگر افراد با استفاده از مشخصه‌های کمی است (Tomppo, 1986).

به صورت خلاصه بعضی از مهم‌ترین کاربردهای شناخت الگوی پراکنش مکانی درختان عبارتند از:

1) درک روابط درون‌گونه‌ای و برون‌گونه‌ای

2) اجرای روش‌های جنگل‌شناسی براساس تقلید از طبیعت

3) برنامه‌ریزی برای طرح آماربرداری (Tomppo, 1986)

4) بهبود و اصلاح مدل دینامیک توده (Salas et al, 2006)

5) درک و مدلسازی الگوهای تنوع زیستی (Wills et al., 2006; Wright, 2002; He and Legenre, 2002; Plitkin et al., 2000; Condit et al., 2002; Hubbell, 1979)

6) شناخت مکانیسم‌های ایجادکننده الگو (He and Duncan, 2000; Connell, 1971; Janzen, 1970)

عوامل مؤثر در ایجاد الگوی پراکنش گیاهان به دو گروه عمده به این شرح طبقه‌بندی می‌شوند:

1- عوامل محیطی که خودشان براساس مکان، غیر یکنواخت هستند و عوامل مورفولوژیکی (ریخت‌شناسی)، که بر پایه اندازه و نمود الگوی گیاهان است.
2- عوامل جامعه‌شناسی گیاهی که بر نظم مکانی یک گونه که بر حضور گیاهی از گونه دیگر و تعامل بین آن‌ها اثر می‌گذارد.

تغییرپذیری عوامل محیطی اثرات مستقیمی بر رشد و الگوی پراکنش مکـانی گیاهـان دارد. از جملـه عوامـل محیطی مؤثر بر الگوی پراکنش مکانی عبارتند از: عمق خاک، توپوگرافی، مواد مغذی خاک، شرایط نـور، دمـا، رطوبت، اختلالات محیطی. الگوهای پراکنش افراد به طور کلی در سه طبقه قرار می‌گیرند:

1) الگوی تصادفی که در آن رخداد حضور افراد بدون وابستگی به یکدیگر صورت می‌گیرد، به طوری که حضور یک فرد بر حضور فرد دیگر تأثیر زیادی ندارد. در این حال شکل توزیع فراوانـی ایـن افـراد بـه توزیـع آمـاری پواسون شباهت دارد (مقدم 1380).

2) الگوی کپه‌ای که در آن رخداد یک فرد احتمال رخداد افراد دیگر را در همسایگی آن افزایش مـی‌دهـد. بـه عبارتی حضور یک فرد به حضور دیگر افراد در آن مکان وابسته است.

3) الگوی یکنواخت یا منظم که رخداد یک فرد احتمال رخداد فرد دیگر را در همسایگی آن کـاهش مـی‌دهـد (Wolf, 2005; Dale, 1999).

هر سه نوع پراکنش تصادفی، کپه‌ای و یکنواخت امکان دارد در جمعیت‌های طبیعی بر حسب مقیاس‌های مختلف مشاهده شود. پراکنش تصادفی درختان ممکن است به طور معمول در سطح جامعه بررسی شود. در طبیعت جمعیت‌ها به ندرت به طور تصادفی پراکنده شده‌اند و اغلب این امکان وجود دارد که پراکنش نمونه‌ها مطابق با توزیع پواسن و الگو پراکنش تصادفی نباشد. در یک جنگل هر دو شکل تغییرپذیری یعنی کپه‌ای و یکنواختی ممکن است در مقیاس‌های مختلف با هم وجود داشته باشند. برای مثال درختان ممکن است توزیع یکنواختی در یک مقیاس کوچک (برای درختان مسن به علت رقابت بین همسایه‌ها و درختان جوان براساس کاشت در ستون‌ها) داشته باشند. اما الگوی کپه‌ای در یک مقیاس بزرگ‌تر (به علت ناهمگنی اکولوژیکی) پراکنش دارد. نمونه‌برداری برای جمع‌آوری داده‌ها اولین قدم بررسی الگوی پراکنش درختان جنگل است. توجه به معیارهای تعیین‌کننده نحوه نمونه‌برداری در مطالعه الگوی پراکنش خیلی اهمیت دارد. روش‌های نمونه‌برداری بوسیله تعدادی از فاکتورها همچون مورفولوژی، اندازه و تراکم گیاهان مورد بررسی، وضعیت توپوگرافی، قابلیت دسترسی و مساحت منطقه مورد مطالعه، زمان، هزینه و همچنین تکنولوژی تعیین خواهد شد. بدین منظور روش‌ها و شاخص‌های زیادی در تعیین و تحلیل الگوی پراکنش مکانی توسعه یافته است (Ripley, 1977, 1979; Salas et al., 1981, 2006; Hui et al., 2007; Pielou, 1959; Morisita, 1957; Clark and Evans, 1954; Greig-Smith,1952). اهمیت الگوی مکانی در جوامع گیاهی اولین بار توسط Hutchinson در سال 1952 مطرح شد. تعیین الگوی پراکنش مکانی براساس روش‌های مورد استفاده به سه گروه عمده طبقه‌بندی می‌شوند: روش فاصله‌ای، روش شمارش در قطعه نمونه و روش داده‌های نقشه‌کشی شده.

روش‌های نمونه‌برداری فاصـــله‌ای (Distance Sampling): بـرای بـرآورد تـراکم گیاهـان توسـط کوتـام و کورتیس در سال 1956 معرفـی و بـه طـور وسـیع مـورد اسـتفاده قـرار گرفـت. اسـتفاده از ایـن روش‌هـا در جمعیت‌هایی با پراکنش غیریکنواخت مفید است (Lessard et al., 1994). در این روش‌ها اسـاس کـار یـافتن یک نقطه تصادفی و اندازه‌گیری فاصله تا نزدیکترین درخت و یا فاصـله نزدیکتـرین درخـت بـه نزدیکتـرین k امین درخت است. روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای نسبت به شـمارش در قطعـه‌نمونـه سـریع‌تـر بـوده و نیـاز

کمتری به تجهیزات و نیروی انسانی دارند اما بزرگ‌ترین مزیت ویژه روش‌های فاصله‌ای سرعت اجرای این روش‌ها است. علی‌رغم مزایای غیر قابل انکار، عیب اصلی روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای این است که این روش‌ها وابسته به الگوی پراکنش مکانی درختان هستند و به همین دلیل ممکن است برآوردها اریب شود (Sparks et al., 2002).

روش شمارش در قطعه نمونه(Fixed- Area Plot): نیازی به جمع‌آوری داده‌های دقیق مختصات نقاط ندارد. در این روش‌ها با اینکه جمع‌آوری داده‌ها ساده است ولی تجزیه و تحلیل‌های آماری با محدودیت مواجه است (Krebs, 1999). قطعات نمونه به دو صورت با مساحت ثابت و دارای مساحت متغیر برداشت می‌شوند. قطعه نمونه می‌تواند به اشکال مربع، مستطیل، لوزی و یا دایره باشد. مساحت قطعه نمونه بستگی به تعداد درخت در واحد سطح و پراکنش درختان در عرصه جنگل دارد. هر چه تعداد درخت بیشتر و پراکنش درختان همگن‌تر باشد، مساحت را می‌توان کوچکتر انتخاب نمود ولی در جنگل‌های تنک و یا با پراکنش ناهمگن مساحت قطعه نمونه باید بیشتر انتخاب شود (زبیری، 1384). این روش نمونه‌برداری برای تمام الگوهای مکانی قوی است، اما نیاز به کار زیادی دارد، بویژه وقتی که مشاهدات پراکنده هستند و توزیع غیر یکنواخت دارند (Engeman et al., 1779).

روش‌های داده‌های نقشه‌کشی شده (Mapped data Method): مختصات مکانی هر شیء در یک نقشه ثبت می‌شود و در تحلیل الگوهای مکانی کاربرد دارد. استفاده از تابع L بر اساس تابع K رایپلی، تابع زوج همبستگی، حلقه O و شاخص زاویه یکنواخت به منظور تحلیل داده‌ها از رایج‌ترین توابع مورد استفاده در روش داده‌های نقشه‌کشی شده به شمار می‌روند (Hui et al., 2007; Salas, 2006; Moeur, 1993; Hui et al., 2003; Franklin, 1987; Ripley, 1977, 1979, 1981). در کاربرد عملی این روش‌ها در علوم جنگلداری هنوز محدودیت وجود دارد. تحلیل الگوی مکانی نقطه‌ای ابتدا در اکولوژی در دهه 1950 و 1960 متداول شد (Gatrell et al., 1996). در این زمان تحلیل‌های مکانی نقطه‌ای بر اساس فاصله یا مساحت انجام می‌شد. تاکنون روش‌های فراوانی برای تحلیل الگوهای مکانی پیشنهاد شده است و جنگلداران کاربرد روش‌های سریع‌تری را ترجیح می‌دهند که اطلاعات آماری مطمئنی فراهم کند (Trifković and Yamamoto, 2008). روبرو شدن با مشکلاتی مانند جمع آوری داده‌ها در عرصه جنگل و محدودیت در نیروی کار و زمان باعث ابداع، ارایه و انتخاب ساده‌ترین و اقتصادی‌ترین روش با دقت قابل قبول شده است. از جمله این روش‌های تحلیل الگوی پراکنش می‌توان به تابع L بر اساس K رایپلی و حلقه O اشاره کرد. سابقه تحقیقاتی برای تعیین روش مناسب نمونه‌برداری الگوی پراکنش درختان در جنگل‌های زاگرس و تحلیل الگوها با استفاده از تابع L رایپلی و حلقه O در داخل کشور وجود ندارد. هدف از این تحقیق مقایسه روش‌های نمونه‌برداری در تعیین الگوی پراکنش مکانی و تعیین بهترین روش تحلیل آماری الگوی مکانی در جنگل طبیعی و جنگل‌های شبیه سازی شده است. در این تحقیق ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق به عنوان جنگل طبیعی در نظر گرفته شد.

فصل دوم

کلیات

2-1 الگو پراکنش (spatial pattern)

شناخت الگوی پراکنش مکانی گیاهان در تشخیص سازکارهای خاص آن‌ها، تشریح پایداری اکوسیستم، طراحی طرح‌های مدیریتی مناسب و اقدامات حفاظتی و احیایی مفید است (Miller et al., 2002; Maesture et al., 2005). انگیزه مطالعه الگوی مکانی در جوامع گیاهی از این دیدگاه ناشی شده است که باید جوامع گیاهی به درستی درک شوند. الگوی پراکنش جزئی از ساختار جنگل است که بینشی را درباره تاریخچه و فرآیندهای محیطی نظیر زادآوری، آب و هوا، مرگ و میر و رقابت و شکل ساختار موجود توده را معلوم می‌کند (Moeur, 1993; Pretzsch, 1997; Youngblood et al., 2004). لغت الگو در سال 1966 توسط Hudson و Fowler این گونه تعریف شد: مشخصات بدون بعد یک مجموعه نقاط، که این نقاط فواصل نسبی یک نقطه از نقطه دیگر را توصیف می‌کنند. الگو پراکنش، ساختار افقی جوامع گیاهی را توصیف می‌کند. الگو پراکنش برآمد چندین عامل از مشخصه‌های زیستی جمعیت‌ها، روابط درون گونه‌ای و برون گونه‌ای و شرایط محیطی است، بنابراین الگو پراکنش فقط مشخصه مهم مکانی از جمعیت نیست بلکه یک مشخصه کمی از جمعیت نیز است. در طبیعت موجودات بر حسب مقیاس‌های متفاوت به شکل یکی از الگو پراکنش‌های تصادفی، کپه‌ای، یکنواخت یا منظم مشاهده می‌شوند.

2-1-1 الگو پراکنش تصادفی (Random)

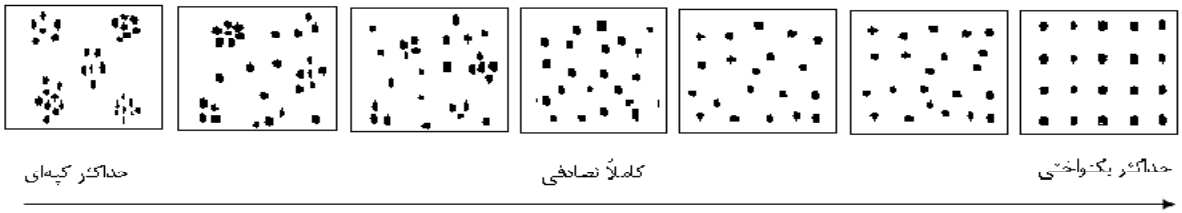
پراکنش تصادفی مانند نقطه‌ای است بر روی یک طیف که یک سر آن آرایش مکانی گروهی یـا کپـه‌ای و سـر دیگر طیف پراکنش یکنواخت است. اگر نقاط یا افراد به طور مستقل از دیگر نقـاط رخ دهنـد، بـه طـوری کـه تمام مناطق که اندازه برابری دارند به احتمال برابری شامل تعداد معینی از نقاط باشد. در واقع حضور یک فرد به حضور فرد دیگر وابسته نیست.این پراکنش معمولاً به الگوی تصادفی اشاره دارد. به عبارتی تعـداد نقـاط در یک مساحت معین از توزیع پویسون پیروی می‌کند. در طبیعت جمعیت‌ها بندرت بـه طـور تصـادفی پراکنـده شده‌اند (مقدم، 1380).

2-1-2 الگو پراکنش کپه‌ای (Aggregate or Clustering)

افرادی که پراکنش خوشه‌ای یا کپه‌ای دارند، حضور یک فرد احتمال حضـور دیگـران را در مجـاورت خـودش افزایش می‌دهد.این الگو می‌تواند نتیجه ناهمگنی محیط باشد به طوری کـه موجـودات یـک گونـه در شـرایط مطلوب در مجاورت یکدیگر یافت می‌شوند. اکثر یا تمام افراد جمعیت تمایل دارند تا در قسمت‌های بخصوصـی از محیط حضور داشته باشند. بیشتر فرآیندهای زیسـتی نظیـر زادآوری گیاهـان منجـر بـه الگـوهـای کپـه‌ای می‌شود (Dale 1999).

2-1-3 الگو پراکنش یکنواخت (Regular or Uniform)

افرادی که پراکنش یکنواخت دارند، با حضور یک فرد احتمال حضور دیگران در مجاورت آن کـاهش مـی‌یابـد. این پراکنش معمولاً زمانی بوجود می‌آید که قلمرو افراد معین بوده و این محـدوده‌هـا معـین و یکسـان باشـد. پراکنش یکنواخت ممکن است خیلی کمتر رخ دهد (Hubbell, 1979) و شاید تحت شـرایط تـراکم پـایین یـا فرآیندهای بازدارنده نظیر رقابت زیاد درون گیاهی رخ دهد (Armesto et al., 1986).



شکل2-1. دامنه الگوی پراکنش مکانی (صفری، 1389).

2-2 روش‌های نمونه‌برداری در تعیین الگو پراکنش مکانی

اولین قدم بررسی الگوی پراکنش درختان جنگل نمونه‌برداری است. معیارهای تعیین‌کننده نحوه نمونه‌بـرداری در مطالعه الگوی پراکنش اهمیت زیادی دارد. روش‌های نمونه‌برداری مناسب برای جمع‌آوری داده‌هـای مـورد نیاز برای تعیین الگو پراکنش بوسیله عواملی چون مورفولوژی، اندازه و تراکم گیاهـان مـورد بررسـی، وضـعیت توپوگرافی، قابلیت دسترسی و مساحت منطقه مورد مطالعه، زمان و هزینه تعیین خواهد شد. باید از روش‌های

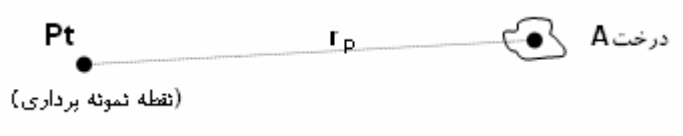
نمونه‌برداری استفاده کرد که در شرایط متغیر توده‌ها و پراکنش‌های متفاوت برآورد نا اریبی از تراکم بدست آید (Sparks et al., 2002). بدین منظور روش‌ها و شاخص‌های زیادی در تعیین و تحلیل الگوی پراکنش مکانی توسعه یافته است (Pielou, 1959; Morisita, 1957; Clark and Evans, 1954; Greig-Smith,1952؛ Hui et al., 2007; Salas et al., 2006; Ripley, 1977, 1979. 1981). تعیین الگوی پراکنش مکانی براساس روش‌های مورد استفاده به سه گروه عمده طبقه‌بندی می‌شوند: روش فاصله‌ای، روش شمارش در قطعه نمونه و روش داده‌های نقشه‌کشی شده.

2-2-1 نمونه‌برداری فاصله‌ای

نمونه‌برداری برای برآورد تراکم گیاهان توسط کوتام و کورتیس در سال 1956 معرفی و به طور وسیع استفاده شد. روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای طبق نوع متفاوت اندازه‌گیری فاصله به دو گروه طبقه‌بندی می‌شود. گروه اول روش‌های نقطه نمونه‌برداری تا درخت است که فواصل از نقطه نمونه‌برداری تا درخت هدف اندازه‌گیری می‌شود. گروه دوم روش‌های درخت تا درخت نام دارد که فواصل از مکان یک درخت تا درخت هدف اندازه‌گیری می‌شود. درختان در یک جنگل طبیعی پراکنش یکنواختی ندارند. باید در استفاده از یک روش فاصله‌ای در تعیین الگوهای پراکنش دقت زیادی کرد (Pollard, 1971). واریته‌های زیادی برای نمونه‌برداری به روش فاصله‌ای وجود دارد. از جمله واریته‌های نمونه‌برداری به روش فاصله‌ای که در محاسبه شاخص الگو پراکنش کاربرد دارند، عبارت اند از:

2-2-1-1 روش نزدیک‌ترین فرد (Nearest individual method)

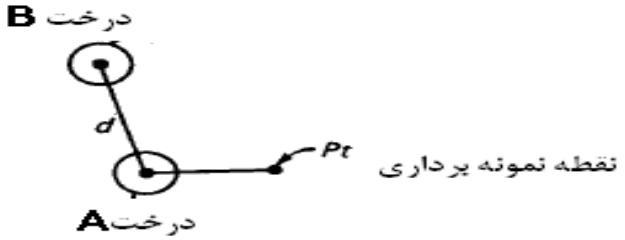
ساده‌ترین روش فاصله‌ای است که در آن فاصله نقطه تصادفی تا نزدیکترین درخت بدون توجه به جهت اندازه‌گیری می‌شود و اسم گونه‌ی مورد بررسی و مشخصات مورد نیاز نیز یادداشت می‌شود.



شکل 2-2. روش نمونه‌برداری فاصله‌ای نزدیکترین فرد.

2-2-1-2 روش نزدیکترین همسایه (Nearest neighbor method)

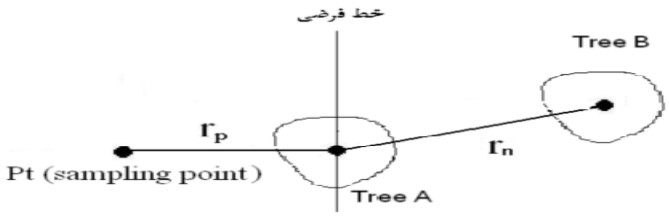
Clark و Evans (1954) اولین بار این روش را برای تحلیل الگو پراکنش پیشنهاد کردند. این روش برای تعیین الگوی پراکنش کاربرد گسترده‌ای دارد. از کاربردهای این روش تعیین شباهت گونه‌های گیاهی با پراکنش‌های یکنواخت تصادفی و کپه‌ای است (Barbour et al.,1987). نحوه اجرای این روش این گونه است که ابتدا نزدیکترین درخت به نقطه نمونه‌برداری تعیین می‌شود. سپس فاصله بین این درخت تعیین شده تا نزدیکترین درخت به آن اندازه‌گیری می‌شود و مشخصات مورد نظر این درخت ثبت می‌گردد.



شکل2-3. روش نمونه‌برداری فاصله‌ای نزدیکترین همسایه

2-2-1-3 روش مربع تی (T-square method)

روش مربع تی نخستین بار توسط (Besag and Gleaves, 1973) ارائه شد. روش اجرای این روش نیز به این صورت است که نزدیکترین درخت به نقطه نمونه‌برداری مشخص شده و فاصله بین آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود، بعد از مرکز درخت انتخاب شده خطی فرضی عمود بر امتداد فاصله درخت تا نقطه نمونه‌برداری رسم می‌شود و بعد در سمت دیگر این خط فرضی (سمت مقابل نقطه نمونه‌برداری) فاصله نزدیکترین درخت به درخت اول اندازه‌گیری می‌شود.



شکل2-4. روش نمونه‌برداری فاصله‌ای مربع تی

2-2-2 شاخص‌های پراکنش برای روش‌های فاصله‌ای

2-2-2-1 شاخص جانسون و زایمر (Johnson and Zimmer)

این شاخص بر مبنای فاصله نقطه تصادفی تا فرد استوار است. این روش در تعیین الگوی پراکنش افراد استفاده می‌شود و به شرح زیر است.

فرمول 2-1:

$$I = \left[(n+1)\left(\sum_{i=1}^{n}(r_{pi}^2)^2\right)\right]/\left[\sum_{i=1}^{n}(r_{pi}^2)\right]^2$$

در این شاخص n: تعداد نقاط نمونه‌برداری و r_{pi} فاصله بین فرد اول (نزدیکترین درخت) به نقطه نمونه‌برداری i می‌باشد. اگر مقدار شاخص I برابر 2 باشد، پراکنش مکانی درختان تصادفی، اگر کمتر از 2 باشد، آرایش یکنواخت و اگر بیشتر از 2 باشد، پراکنش کپه‌ای دارد.

2-2-2-2 شاخص پیلو (Pielou's Index)

این شاخص بر پایه اندازه‌گیری فواصل بین نقاط تصادفی تا نزدیکترین فرد است. شاخص با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

فرمول 2-2:

$$p = \pi\lambda\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} r_{pi}}{n}\right)^2$$

در این شاخص λ: تراکم واقعی درختان در متر مربع، n: تعداد نقاط نمونه‌برداری، r_{pi}: فاصله بین فرد اول (نزدیکترین درخت) به نقطه نمونه‌برداری i و π: عدد 3/14 می‌باشد. اگرمقدار شاخص p برابر 1 باشد، پراکنش مکانی درختان تصادفی، اگر کمتر از 1 باشد، پراکنش یکنواخت و اگر بیشتر از 1 باشد، پراکنش کپه‌ای را نشان می‌دهد.

2-2-2-3 شاخص ابرهارت (Eberhardt's Index)

در این روش فاصله هر یک از نقاط تصادفی تا نزدیکترین فرد اندازه‌گیری می‌شود و میانگین و انحراف معیار هر یک از فواصل اندازه‌گیری شده محاسبه می‌شود. فرمول محاسبه این شاخص به شرح زیر است.

فرمول 2-3:

$$I_E = \left(\frac{S}{\bar{x}}\right)^2 + 1$$

در این شاخص S: انحراف معیار فواصل اندازه‌گیری شده و $\overline{X}$: میانگین فواصل اندازه‌گیری شده می‌باشد. اگر مقدار شاخص I_E برابر 1/27 باشد، پراکنش مکانی درختان تصادفی، اگر کمتر از 1/27 باشد،پراکنش یکنواخت و اگر بیشتر از 1/27 باشد، پراکنش کپه‌ای را نشان می‌دهد.

2-2-2-4 شاخص هاپکینز (Hopkines index)

براساس این شاخص فاصله هر نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین گیاه و سپس فاصله این گیاه تا نزدیکترین گیاه همسایه‌اش اندازه‌گیری می‌شود. مقدار شاخص از طریق فرمول زیر تعیین می‌شود.

فرمول 2-4:

$$I_h = \frac{\sum(r_{pi})^2}{\sum(r_{pi})^2 + \sum(r_{ni})^2}$$

در این شاخص r_{pi} : فاصله بین فرد اول (نزدیکترین درخت) به نقطه نمونه‌برداری i و r_{ni}: فاصله نزدیکترین گیاه تا گیاه همسایه می‌باشد. اگرمقدار شاخص I_h برابر 0/5 باشد، پراکنش مکانی درختان تصادفی، اگر برابر 1 باشد، پراکنش کپه‌ای و اگر برابر 0 باشد، پراکنش یکتواخت را نشان می‌دهد.