



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده منابع طبیعی  
گروه جنگلداری

رساله جهت اخذ دکترای تخصصی جنگلداری

مقایسه کارایی روشهای نمونه برداری فاصله‌ای در تاغزارهای منطقه  
سیاهکوه استان یزد

بهمن کیانی

استادان راهنما:

دکتر مسعود طبری

دکتر اصغر فلاح

آذرماه ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### تاییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

آقای بهمن کیانی رساله ۱۸ واحدی خود را با عنوان: مقایسه کارایی روشهای نمونه‌برداری فاصله‌ای در

تاغزارهای منطقه سیاهکوه استان یزد

در تاریخ ۹۰/۹/۹ ارائه کردند.

اعضای هیأت داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده است و پذیرش آن را برای

تکمیل درجه دکتری پیشنهاد می‌کنند.

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیأت داوران
	دانشیار	دکتر مسعود طبری	۱- استاد راهنمای اصلی
	دانشیار	دکتر اصغر فلاح	۲- استاد راهنمای دوم
	دانشیار	دکتر سید محسن حسینی	۳- استاد مشاور اول
	استادیار	دکتر محمد حسین ایران نژاد	۴- استاد مشاور دوم
	استادیار	دکتر رضا اخوان	۵- استاد ناظر
	دانشیار	دکتر محمدعلی زارع چاهوکی	۶- استاد ناظر
	دانشیار	دکتر مسلم اکبری نیا	۷- استاد ناظر
	دانشیار	دکتر قاسمعلی دیان‌تی تیلکی	۸- استاد ناظر
	دانشیار	دکتر سید غلامعلی جلالی	۹- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی

## باسمه تعالی

### آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی-پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً" به طور کتبی به "دفتر نشر آثار علمی" دانشگاه اطلاع دهید.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کنید:

« کتاب حاضر، حاصل پایان نامه دکتری نگارنده در رشته جنگلداری است که در سال ۱۳۹۰ در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقایان دکتر مسعود طبری و دکتر اصغر فلاح و مشاوره جناب آقایان دکتر سید محسن حسینی و دکتر محمد حسین ایران نژاد پاریزی از آن دفاع شده است. »

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به « دفتر نشر آثار علمی » دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶: اینجانب به‌همین کیانی دانشجوی رشته جنگلداری مقطع دکتری تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی : بهمن کیانی

تاریخ و امضاء : ۱۳۹۰/۹/۹

بسم

## آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی

### دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عنوان پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.


ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب و یا نرم افزار و یا آثار ویژه حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.





دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده منابع طبیعی  
گروه جنگلداری

رساله جهت اخذ دکترای تخصصی جنگلداری

## مقایسه کارایی روشهای نمونه برداری فاصله‌ای در تاغزارهای منطقه سیاهکوه استان یزد

بهمن کیانی

استادان راهنما:

دکتر مسعود طبری

دکتر اصغر فلاح

استادان مشاور:

دکتر سید محسن حسینی

دکتر محمدحسین ایران نژاد پاریزی

آذرماه ۱۳۹۰

تقدیم به

# همسر و فرزندم



## تقدیر و سپاس

حمد و سپاس خدای یکتا را که توفیق انجام این تحقیق را به من عنایت فرمود.  
به رسم ادب بر خود لازم می‌دانم که از استادان محترم راهنما، آقایان دکتر مسعود طبری و دکتر اصغر فلاح و همچنین استادان مشاور، آقایان دکتر سید محسن حسینی و دکتر محمد حسین ایران نژاد پاریزی که در مراحل مختلف انجام پایان‌نامه با راهنمایی‌های ارزنده خود مرا یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین از زحمات بی‌دریغ ریاست و پرسنل اداره کل محیط زیست استان یزد و اداره محیط زیست شهرستان اردکان بویژه جناب آقای مهندس کارگر تشکر می‌کنم.  
از آقایان شکوهی، کارگر و عزیززی که جهت دسترسی به منطقه مورد مطالعه زحمات زیادی کشیدند قدردانی می‌نمایم.

تشکر ویژه از آقایان رسول کیانی، اکبر کیانی، سعید نوری‌زاد و میثم صیادی بواسطه همکاری در برداشتهای صحرائی بعمل می‌آید.

در پایان از راهنمایی‌های ارزنده پروفسور Dieter R. Pelz که در انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل داده‌ها کمکهای شایانی نمودند تقدیر بعمل می‌آید.



## چکیده

در این تحقیق با هدف تعیین روشهای فاصله‌ای که با دقت، صحت و سرعت مناسب بتوانند برآوردهایی از تراکم و تاج پوشش تاغزارها ارائه کنند، ابتدا دو قطعه ۳۰ هکتاری در منطقه حفاظت شده سیاه کوه استان یزد که در قطعه اول تاغ (*Haloxylon ammodendron* C.A.Mey) همراه با تک پایه‌هایی از اسکنبیل و در قطعه دوم تاغ خالص بود انتخاب و موقعیت تک‌تک درختان بعلاوه قطرهای تاج برای محاسبه تاج پوشش در هکتار ثبت گردید. به کمک نرم‌افزار ArcGIS نقشه موقعیت مکانی درختان تهیه و روشهای نمونه‌برداری فاصله‌ای اصلی و روشهای فرعی آنها (در مجموع ۴۱ برآوردگر) اجرا شده و اقدام به محاسبه تراکم و تاج پوشش در هکتار برای روشهای مزبور گردید. نتایج حاصل با داده‌های واقعی حاصل آماربرداری ۱۰۰ درصد مورد مقایسه قرار گرفت. مطالعه زمانی با تهیه یکسری ضرایب در کار زمینی و لحاظ نمودن آنها در اندازه‌گیری‌های انجام شده روی نقشه اجرا شد. بر اساس نتایج در منطقه اول با الگوی پراکنش تصادفی، روش فاصله‌ای زاویه منظم برای دومین فرد در برآورد تراکم و روش پنج درختی در برآورد تاج پوشش بیشترین صحت (اریبی نسبی به ترتیب ۰/۳۴ و ۰/۰۲- درصد) را نشان دادند. در قطعه دوم با الگوی پراکنش کپه‌ای، روشهای دو همسایه و ترانسکت با مساحت متغیر برای پنجمین فرد به ترتیب در برآورد تراکم و تاج پوشش (اریبی نسبی به ترتیب ۰/۲۱ و ۰/۳۴- درصد) صحیح‌ترین روشها بودند. در هر دو منطقه روشهای مبتنی بر اندازه‌گیری فاصله تا نزدیکترین فرد سریع‌تر از سایر روشها بودند. بررسی الگوی پراکنش با استفاده از ۱۳ شاخص فاصله‌ای و کوادراتی نشان داد که الگوی پراکنش تاغ از تصادفی مایل به کپه‌ای در مناطق حاشیه کویر، تا کپه‌ای در کوهپایه‌ها متغیر است. همچنین بهترین شاخص‌ها برای تعیین الگوی پراکنش تاغ، شاخص‌های مربع تی، هولگیت، مورسیتا و تابع  $k$  رایلی بودند. مونه‌بندی تاثیر زیادی در بهبود صحت روشهای فاصله‌ای نداشت اگرچه در برآورد تاج پوشش در نزد برخی روشها صحت را افزایش قابل توجهی داد. مقایسه دقت بر اساس معیار RMSE نشان داد که روش زاویه منظم برای سومین فرد پس از روشهای پلات با مساحت ثابت و روشهای چند درختی دقیق‌ترین روش در برآورد تعداد در هکتار بود. در خصوص تاج پوشش در هکتار روش مربع با نقطه مرکزی پس از روشهای پلات و چند درختی دقت بالاتر از سایرین داشت و پس از آن روشهای نقطه مشترک و روشهای ترکیبی قرار گرفتند. از نظر معیار  $T \times (E\%)^2$  روشهای پنج درختی، ترانسکت با مساحت متغیر و زاویه منظم برای سومین فرد برای برآورد تعداد در هکتار و روشهای مربع با نقطه مرکزی و دومین همسایه نزدیک برای برآورد تاج پوشش در صدر قرار گرفتند. استفاده از الگوریتم تاپسیس نشان داد که در مجموع برای برآورد تراکم از بین روشهای فاصله‌ای، روشهای زاویه منظم برای سومین فرد و مربع تی پس از روشهای چند درختی و برای برآورد تاج پوشش روشهای مربع با نقطه مرکزی و چند درختی در این دو منطقه مناسب هستند.

**واژه‌های کلیدی:** آماربرداری، روشهای بدون پلات، مطالعه زمانی، الگوی پراکنش، مناطق بیابانی

## فهرست مطالب

صفحه	عناوین
ث	فهرست نمودارها
ج	فهرست شکل‌ها
چ	فهرست جدول‌ها
خ	فهرست رابطه‌ها
۱	<b>فصل اول: مقدمه و کلیات</b>
۲	۱-۱- مقدمه
۳	۱-۲- ضرورت تحقیق
۴	۱-۳- اهداف و سوالات تحقیق
۴	۱-۳-۱- اهداف
۴	۱-۳-۲- سوالات تحقیق
۴	۱-۴- فرضیه‌های تحقیق
۵	۱-۵- کلیات
۵	۱-۵-۱- تاغ
۵	۱-۵-۱-۱- پراکنش جغرافیایی جنس تاغ
۶	۱-۵-۱-۲- خصوصیات گیاهشناسی جنس تاغ
۷	۱-۵-۱-۳- گونه‌های مختلف جنس تاغ در ایران
۸	۱-۵-۱-۴- مشخصات اکولوژیکی جنس تاغ
۹	۱-۵-۱-۵- زادآوری و تولید مثل تاغ
۱۰	۱-۵-۱-۶- جمع آوری و کشت بذر تاغ
۱۰	۱-۵-۱-۷- جوانه زنی بذر تاغ
۱۱	۱-۵-۱-۸- دیرزیستی
۱۱	۱-۵-۲- الگوی پراکنش
۱۳	۱-۵-۳- روشهای فاصله ای
۱۵	<b>فصل دوم: مروری بر منابع</b>
۱۶	۲- مروری بر مطالعات انجام شده
۱۶	۲-۱- روشهای فاصله ای
۲۰	۲-۲- الگوی پراکنش
۲۲	<b>فصل سوم: مواد و روشها</b>
۲۳	۳-۱- مشخصات منطقه مورد مطالعه
۲۳	۳-۱-۱- موقعیت جغرافیایی

صفحه	عناوین
۲۵	۳-۱-۲- شرایط آب و هوایی
۲۶	۳-۱-۳- وضعیت زمین شناسی
۲۶	۳-۱-۴- وضعیت خاکشناسی
۲۷	۳-۱-۵- وضعیت پوشش گیاهی
۳۰	۳-۱-۶- چگونگی بهره برداری از پوشش گیاهی
۳۰	۳-۲- روش تحقیق
۳۲	۳-۲-۱- روشهای تعیین الگوی پراکنش
۳۳	۳-۲-۱-۱- شاخصهای فاصله‌ای
۳۳	۳-۲-۱-۱-۱- روش نزدیکترین همسایه (Nearest Neighbor)
۳۴	۳-۲-۱-۱-۲- روش جانسون زایمر (Johnson & Zimmer)
۳۵	۳-۲-۱-۱-۳- شاخص ابرهارت (Eberhardt)
۳۵	۳-۲-۱-۱-۴- شاخص C
۳۶	۳-۲-۱-۱-۵- شاخص هولگیت (Holgate Index)
۳۶	۳-۲-۱-۱-۶- شاخص پیلو (Pielou Index)
۳۷	۳-۲-۱-۱-۷- شاخص هاپکینز (Hopkins Index)
۳۸	۳-۲-۱-۱-۸- شاخص هاینز (Hines Index)
۳۸	۳-۲-۱-۱-۹- روش تابع رایپلی (Ripley's K Function)
۳۹	۳-۲-۱-۲- شاخصهای کوادراتی
۳۹	۳-۲-۱-۲-۱- شاخص گرین (Green Index):
۳۹	۳-۲-۱-۲-۲- شاخص موریسیتا (Morisita Index)
۴۰	۳-۲-۱-۲-۳- شاخص موریسیتا استاندارد شده (Standardized Morisita Index)
۴۰	۳-۲-۱-۲-۴- روش اندیس پراکنش (Index of Dispersion)
۴۱	۳-۲-۱-۲-۵- شاخص کپه ای لوید (Lloyd Index of patchiness)
۴۱	۳-۲-۲- روشهای نمونه‌برداری برای تعیین تعداد و تاج پوشش در هکتار
۴۱	۳-۲-۲-۱- آماربرداری صد در صد (Full Inventory)
۴۲	۳-۲-۲-۲- نمونه‌برداری به روش نزدیکترین فرد (Nearest Individual):
۴۲	۳-۲-۲-۳- نمونه‌برداری به روش اولین و دومین همسایه نزدیک (Nearest Neighbor)
۴۳	۳-۲-۲-۴- نمونه برداری به روش پایه ترکیبی (Basic Compound Method)
۴۴	۳-۲-۲-۵- نمونه‌برداری به روش فاصله منظم برای اولین، دومین و سومین فرد نزدیک
۴۵	۳-۲-۲-۶- نمونه‌برداری به روش نقطه مشترک (Joint-Point Method)
۴۶	۳-۲-۲-۷- نمونه‌برداری به روش مربع با نقطه مرکزی (Point-Centered Quarter)

۴۸	۳-۲-۸- نمونه برداری به روش مربع تی (T-square method)
۵۰	۳-۲-۹- روش ترانسکت با مساحت متغیر (Variable Area Transect method)
۵۱	۳-۲-۱۰- نمونه برداری به روش زوجهای تصادفی (Random Pairs Method)
۵۲	۳-۲-۱۱- نمونه برداری به روش پلات با مساحت ثابت (Fixed Area Plot)
۵۳	۳-۲-۱۲- نمونه برداری به روش چند درختی (N-tree method)
۵۴	۳-۲-۱۳- نمونه برداری به روش دو همسایه نزدیک (Two-Neighbors)
۵۵	۳-۲-۳- مطالعه زمانی
۵۵	۳-۲-۴- روش بوت استرپ برای استخراج حدود اطمینان
۵۷	۳-۲-۵- مونه بندی
۵۷	۳-۲-۶- ضریب کارایی
۵۸	۳-۲-۷- الگوریتم تاپسیس (TOPSIS) برای تصمیم گیری چند معیاره
۶۰	<b>فصل چهارم: نتایج</b>
۶۱	۴- نتایج
۶۱	۴-۱- الگوی پراکنش
۶۱	۴-۱-۱- منطقه اول
۶۳	۴-۱-۲- منطقه دوم
۶۴	۴-۲- برآورد تعداد در هکتار و تاج پوشش در هکتار
۶۶	۴-۳- نتایج مطالعه زمانی
۶۶	۴-۳-۱- روش پلات با شعاع ثابت:
۶۷	۴-۳-۲- روشهای مبتنی بر نزدیکترین فرد و نزدیکترین همسایه
۶۸	۴-۳-۳- روشهای پایه ترکیبی و نقطه مشترک
۶۸	۴-۳-۴- روشهای فاصله منظم
۶۸	۴-۳-۵- روش مربع با نقطه مرکزی
۶۹	۴-۳-۶- روش همسایه ربعی و روش پیشنهادی نویسنده
۷۰	۴-۳-۷- روشهای چند درختی
۷۱	۴-۳-۸- روشهای مربع تی و زوجهای تصادفی
۷۱	۴-۳-۹- روش ترانسکت با مساحت متغیر
۷۲	۴-۳-۱۰- روش دو همسایه نزدیک
۷۴	۴-۴- نتایج مقایسه روشهای نمونه برداری از نظر معیار $T \times RBIAS^2$ و $T \times (E\%)^2$
۸۲	۴-۵- نتایج بوت استرپ
۸۸	۴-۶- نتایج مونه بندی تراکم و تاج پوشش برای روشهای فاصله‌ای

صفحه	عناوین
۹۲	۴-۷- نتایج مقایسه دقت روشها
۹۶	۴-۸- نتایج ضریب کارایی
۹۹	۴-۹- نتایج بکارگیری روش تاپسیس
۱۰۶	فصل پنجم: بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۰۷	۵-۱- بحث
۱۰۷	۵-۱-۱- الگوی پراکنش
۱۱۰	۵-۱-۲- روشهای فاصله ای
۱۱۰	۵-۱-۲-۱- اریبی نسبی
۱۱۲	۵-۱-۲-۲- زمان نمونه‌برداری
۱۱۲	۵-۱-۲-۳- حاصلضرب زمان نمونه‌برداری در توان اریبی نسبی
۱۱۳	۵-۱-۲-۴- حداقل اشتباه آماربرداری
۱۱۳	۵-۱-۲-۵- حداقل جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)
۱۱۴	۵-۱-۲-۶- حاصلضرب زمان نمونه‌برداری در توان اشتباه آماربرداری
۱۱۵	۵-۱-۲-۷- ضریب کارایی (Efficiency Index)
۱۱۵	۵-۱-۲-۸- استفاده از روش تاپسیس
۱۱۵	۵-۱-۲-۹- مونه‌بندی پس از نمونه‌برداری
۱۱۶	۵-۱-۲-۱۰- بحث اجمالی در مورد عملکرد روشها
۱۱۶	۵-۱-۲-۱۰-۱- روشهای مبتنی بر نزدیکترین فرد
۱۱۶	۵-۱-۲-۱۰-۲- روشهای مبتنی بر نزدیکترین همسایه
۱۱۷	۵-۱-۲-۱۰-۳- روشهای ترکیبی
۱۱۷	۵-۱-۲-۱۰-۴- روشهای مربع با نقطه مرکزی و زاویه منظم
۱۱۸	۵-۱-۲-۱۰-۵- روش ترانسکت با مساحت متغیر
۱۱۸	۵-۱-۲-۱۰-۶- روش مربع تی
۱۱۹	۵-۱-۲-۱۰-۷- روشهای چند درختی
۱۲۰	۵-۱-۲-۱۰-۸- روش فاصله منظم
۱۲۰	۵-۱-۲-۱۰-۹- روشهای زوجهای تصادفی و نقطه مشترک
۱۲۱	۵-۲- نتیجه‌گیری کلی
۱۲۲	۵-۳- پیشنهادات
۱۲۵	منابع

---

۲۶	نمودار ۱-۳- نمودار آمبروترمیک منطقه اردکان
۶۴	نمودار ۱-۴- نمودار تابع $L(d)$ و حدود مونت کارلو در منطقه اول
۶۴	نمودار ۲-۴- نمودار تابع $L(d)$ و حدود مونت کارلو در منطقه دوم

۵	شکل ۱-۱- پراکنش گونه تاغ در جهان
۱۲	شکل ۲-۱- سه نوع الگوی پراکنش گیاهی شامل یکنواخت، تصادفی و کپه‌ای
۱۲	شکل ۳-۱- الگوی پراکنش یکنواخت (Dale, 1999)
۱۲	شکل ۴-۱- نمایی از تاغ‌زارهای طبیعی در منطقه حفاظت شده سیاه‌کوه
۱۳	شکل ۵-۱- درختچه اسکنبیل که گاه‌گاه بصورت تک پایه به همراه تاغ دیده می‌شود
۲۴	شکل ۱-۳- موقعیت قطعات انتخابی در منطقه سیاهکوه
۲۹	شکل ۲-۳- نقشه تیپهای گیاهی در منطقه حفاظت شده سیاهکوه
۳۰	شکل ۳-۳- نمایی از تاغ‌زارهای منطقه سیاهکوه
۳۱	شکل ۴-۳- نقشه موقعیت مکانی درختان در منطقه اول و دوم
۳۴	شکل ۵-۳- وضعیت لکه‌ها و فضاها خالی بین درختان
۴۲	شکل ۶-۳- نحوه اجرای روش نزدیکترین فرد
۴۳	شکل ۷-۳- نحوه اجرای روش نزدیکترین همسایه
۴۴	شکل ۸-۳- نحوه اجرای روش دومین فرد نزدیک
۴۵	شکل ۹-۳- نحوه اجرای روش نقطه مشترک
۴۶	شکل ۱۰-۳- نحوه اجرای روش مربع با نقطه مرکزی
۴۷	شکل ۱۱-۳- نحوه اجرای روش مربع با نقطه مرکزی جدید
۴۷	شکل ۱۲-۳- نحوه اجرای روش همسایه ربعی
۴۹	شکل ۱۳-۳- نحوه اجرای روش مربع تی
۵۰	شکل ۱۴-۳- نحوه اجرای روش ترانسکت با مساحت متغیر
۵۱	شکل ۱۵-۳- نحوه اجرای روش زوجهای تصادفی
۵۳	شکل ۱۶-۳- نحوه اجرای روش سه درختی
۵۴	شکل ۱۷-۳- نحوه اجرای روش دو همسایه نزدیک

۳۲	جدول ۳-۱- ترکیب و سهم گونه‌ها در تراکم و تاج پوشش در منطقه مورد مطالعه
۶۱	جدول ۴-۱- نتایج استفاده از شاخص های فاصله ای
۶۲	جدول ۴-۲- نتایج استفاده از شاخص های کوادراتی
۶۴	جدول ۴-۳: برآوردهای انجام شده بوسیله روشها در منطقه اول
۶۵	جدول ۴-۴: برآوردهای انجام شده بوسیله روشها در منطقه دوم
۶۷	جدول ۴-۵- نتایج محاسبات زمانی برای روش پلات با مساحت ثابت
۶۷	جدول ۴-۶- محاسبات زمانی برای روشهای نزدیکترین فرد و نزدیکترین همسایه
۶۸	جدول ۴-۷- نتایج محاسبات زمانی برای روشهای فاصله منظم
۶۹	جدول ۴-۸- نتایج محاسبات زمانی برای روشهای مربع با نقطه مرکزی
۷۰	جدول ۴-۹- زمانی برای روشهای نتایج محاسبات همسایه ربعی
۷۰	جدول ۴-۱۰- نتایج محاسبات زمانی برای روشهای چند درختی
۷۱	جدول ۴-۱۱- نتایج محاسبات زمانی برای روش های مربع تی و زوجهای تصادفی
۷۲	جدول ۴-۱۲- نتایج محاسبات زمانی برای روش ترانسکت با مساحت متغیر
۷۲	جدول ۴-۱۳- نتایج محاسبات زمانی برای دو همسایه
۷۲	جدول ۴-۱۴: رده‌بندی روشها بر اساس هزینه (زمان نمونه‌برداری) در دو منطقه
۷۴	جدول ۴-۱۵: مقایسه روشها از نظر معیار $T \times (RBIAS)^2$ در منطقه اول
۷۶	جدول ۴-۱۶: مقایسه روشها از نظر معیار $T \times (RBIAS)^2$ در منطقه دوم
۷۸	جدول ۴-۱۷: مقایسه روشها از نظر معیار $T \times (E\%)^2$ در منطقه اول
۸۰	جدول ۴-۱۸: مقایسه روشها از نظر معیار $T \times (E\%)^2$ در منطقه دوم
۸۲	جدول ۴-۱۹- نتایج بوت استرپ برای برآورد تعداد در هکتار در منطقه اول
۸۴	جدول ۴-۲۰: نتایج بوت استرپ برای برآورد تعداد در هکتار در منطقه دوم
۸۵	جدول ۴-۲۱: نتایج بوت استرپ برای برآورد تاج پوشش در هکتار در منطقه اول
۸۷	جدول ۴-۲۲: نتایج بوت استرپ برای برآورد تاج پوشش در هکتار در منطقه دوم
۸۸	جدول ۴-۲۳- نتایج مونه‌بندی تراکم در منطقه اول
۸۹	جدول ۴-۲۴- نتایج مونه‌بندی تراکم در منطقه دوم
۹۱	جدول ۴-۲۵- نتایج مونه‌بندی تاج پوشش در منطقه اول
۹۲	جدول ۴-۲۶- نتایج مونه‌بندی تاج پوشش در منطقه دوم
۹۳	جدول ۴-۲۷: نتایج مقایسه روشها بر اساس دقت (RMSE) در منطقه اول
۹۴	جدول ۴-۲۸: نتایج مقایسه روشها بر اساس دقت (RMSE) در منطقه دوم
۹۶	جدول ۴-۲۹- مقایسه کارایی روشها نسبت به روش پلات با مساحت ثابت در منطقه اول



---

۹۸	جدول ۴-۳۰- مقایسه کارایی روش‌ها نسبت به روش پلات با مساحت ثابت در منطقه دوم
۹۹	جدول ۴-۳۱- اولویت‌بندی روش‌های نمونه‌برداری برای برآورد تراکم در منطقه اول
۱۰۱	جدول ۴-۳۲- اولویت‌بندی روش‌های نمونه‌برداری برای برآورد تراکم در منطقه دوم
۱۰۱	جدول ۴-۳۳- اولویت‌بندی روش‌های نمونه‌برداری برای برآورد تاج پوشش در منطقه اول
۱۰۲	جدول ۴-۳۴- اولویت‌بندی روش‌های نمونه‌برداری برای برآورد تاج پوشش در منطقه دوم
۱۰۴	جدول ۴-۳۵- خلاصه نتایج بدست آمده در خصوص روش‌های برتر

۳۳	$n = (t^2 \times S_x^2) / E^2$	رابطه ۱-۳: محاسبه تعداد نمونه بر اساس دقت (زبیری، ۱۳۷۳)
۳۳	$R = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E}$	رابطه ۲-۳ - شاخص نزدیکترین همسایه (Krebs, 1999)
۳۳	$z = \frac{\bar{r}_A - \bar{r}_E}{s_r}$	رابطه ۳-۳ - آزمون Z برای شاخص نزدیکترین همسایه (Krebs, 1999)
۳۵	$I = (N + \nu) \frac{\sum_{i=1}^N (d_i^*)^\tau}{[\sum_{i=1}^N (d_i^*)]^\tau}$	رابطه ۴-۳ - شاخص جانسون زایمر (موسایی و بصیری، ۱۳۸۶)
۳۵	$Z = \frac{I - \tau}{\sqrt{\tau(N - \nu) / (N + \nu)(N + \tau)}}$	رابطه ۵-۳ - آزمون Z برای شاخص جانسون زایمر
۳۵	$I_E = \left(\frac{S}{\bar{X}}\right)^\tau + 1$	رابطه ۶-۳ - شاخص ابرهارت (موسایی و بصیری، ۱۳۸۶)
۳۶	$C = \frac{\sum_{i=1}^N [x_i^* / (x_i^* + \frac{1}{\tau} y_i^*)]}{N}$	رابطه ۷-۳ - شاخص C (موسایی و بصیری، ۱۳۸۶)
۳۶	$Z = \frac{C - 0.5}{\sqrt{1 / (1 + 2N)}}$	رابطه ۸-۳ - آزمون Z برای شاخص C
۳۶	$A = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{d_i^*}{N} - 0.5}{N}$	رابطه ۹-۳ - شاخص هولگیت (موسایی و بصیری، ۱۳۸۶)
۳۶	$t = \frac{ A }{\sqrt{n} / \sqrt{\tau}}$	رابطه ۱۰-۳ - آزمون t برای شاخص هولگیت
۳۶	$P = \pi D \left(\frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}\right)^\tau$	رابطه ۱۱-۳ - شاخص پیلو (موسایی و بصیری، ۱۳۸۶)
۳۷	$D = 2\pi\lambda \sum_{i=1}^n X_i^2$	رابطه ۱۲-۳ - آزمون برای شاخص پیلو
۳۷	$H = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i^*)}{\sum_{i=1}^N (x_i^*) + \sum_{i=1}^N (t_i^*)}$	رابطه ۱۳-۳ - شاخص هاپکینز (موسایی و بصیری، ۱۳۸۶)
۳۷	$h = \frac{\sum (x_i^*)}{\sum (t_i^*)}$	رابطه ۱۴-۳ - آزمون برای شاخص هاپکینز (موسایی و بصیری، ۱۳۸۶)

- ۳۸ رابطه ۱۵-۳ - شاخص هاینز (موسایی و بصیری، ۱۳۸۶)  

$$h_T = \frac{\ln[\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i^2) + \sum_{i=1}^N (z_i^2)}]}{[\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i) + \sum_{i=1}^N (z_i)}]}$$
- ۳۸ رابطه ۱۶-۳ - فرمول روش تابع رایپلی (اخوان و همکاران، ۱۳۸۹)  

$$L(d) = \sqrt{\frac{A \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N k_c(i, j)}{\pi^2 N(N-1)}}$$
- ۳۸ رابطه ۱۷-۳ - اصلاح اثرات حاشیه‌ای Ripley  

$$\hat{K}(t) = \hat{\lambda}^{-1} \sum_i \sum_{j \neq i} w(l_i, l_j)^{-1} \frac{I(d_{ij} < t)}{N}$$
- ۳۹ رابطه ۱۸-۳ - شاخص گرین (موسایی و بصیری، ۱۳۸۶)  

$$GI = \frac{(\frac{S^2}{\bar{X}})^{-1}}{n-1}$$
- ۳۹ رابطه ۱۹-۳ - شاخص مورسیتا (موسایی و بصیری، ۱۳۸۶)  

$$Id = n[\frac{\sum x_i^2 - N}{N(N-1)}]$$
- ۴۰ رابطه ۲۰-۳ - آزمون  $\chi^2$  برای شاخص هایپکینز  

$$\chi^2 = Id(\sum Xi - 1) + n - \sum Xi$$
- ۴۰ رابطه ۲۱-۳ - شاخص مورسیتا استاندارد شده (موسایی و بصیری، ۱۳۸۶)  

$$Mu = \frac{\chi_{.05}^2 - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$$
- $$Mc = \frac{\chi_{.05}^2 - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$$
- ۴۰ رابطه ۲۲-۳ - آزمون شاخص مورسیتا استاندارد  
 اگر  $I_p = 0/5 + 0/5(\frac{Id - Mc}{n - Mc}) \Leftarrow Id \geq Mc > 1$   
 اگر  $I_p = 0/5(\frac{Id - 1}{Mc - 1}) \Leftarrow Mc > Id \geq 1$   
 اگر  $I_p = -0/5(\frac{Id - 1}{Mu - 1}) \Leftarrow 1 > Id > Mu$   
 اگر  $I_p = -0/5 + 0/5(\frac{Id - Mu}{Mu}) \Leftarrow 1 > Mu > Id$
- ۴۰ رابطه ۲۳-۳ - شاخص اندیس پراکنش (موسایی و بصیری، ۱۳۸۶)  

$$ID = \frac{S^2}{\bar{X}}$$
- ۴۱ رابطه ۲۴-۳ - آزمون  $\chi^2$  برای شاخص اندیس پراکنش  

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{\bar{x}}$$
- ۴۱ رابطه ۲۵-۳ - شاخص کپه ای لوید (موسایی و بصیری، ۱۳۸۶)  

$$LI = \frac{\bar{x} + (\frac{S^2}{\bar{x}} - 1)}{\bar{x}}$$
- ۴۱ رابطه ۲۶-۳ - محاسبه تاج پوشش در هکتار واقعی  

$$C = \sum c_i / A$$

۴۱	$\lambda = N / A$	رابطه ۳-۲۷- محاسبه تعداد در هکتار واقعی
۴۲	NI Cottam and Curtis (1956)	$\lambda_1 = 1 / [4(\sum r_i / n)^2]$ رابطه ۳-۲۸
۴۲	NI Byth and Ripley (1980)	$\lambda_2 = n / \pi \sum r_i^2$ رابطه ۳-۲۹
۴۲	$C = \sum c_i / n \times \lambda_i$	رابطه ۳-۳۰- فرمول عمومی محاسبه تاج پوشش روشهای فاصله‌ای
۴۳	NN Cottam and Curtis (1956)	$\lambda_3 = 1 / [2.778 (\sum z_i / n)^2]$ رابطه ۳-۳۱
۴۳	NN Byth and Ripley (1980)	$\lambda_4 = n / \pi \sum z_i^2$ رابطه ۳-۳۲
۴۳	2NN Cottam and Curtis (1956)	$\lambda_5 = 1 / [2.778 (\sum m_i / n)^2]$ رابطه ۳-۳۳
۴۳	COMP1 Diggle (1975)	$\lambda_6 = (\lambda_1 + \lambda_3) / 2$ رابطه ۳-۳۴
۴۳	COMP2 Engeman (1988)	$\lambda_7 = (\lambda_1 + \lambda_3 + \lambda_5) / 3$ رابطه ۳-۳۵
۴۴	OD for g=1 (Morisita 1957)	$\lambda_8 = (n - 1) / \pi \sum r_i^2$ رابطه ۳-۳۶
۴۴	OD for g=2 (Morisita 1957)	$\lambda_9 = (2n - 1) / \pi \sum r_{i2}^2$ رابطه ۳-۳۷
۴۴	OD for g=3 (Morisita 1957)	$\lambda_{10} = (3n - 1) / \pi \sum r_{i3}^2$ رابطه ۳-۳۸
۴۴	$\text{Var} = \lambda^2 / gn - 2$	رابطه ۳-۳۹- واریانس
۴۴	$SE = \sqrt{\text{Var}}$	رابطه ۳-۴۰- اشتباه معیار
۴۴	$L.c.i = [\sqrt{(8n-1) - 1.96}] / \sqrt{4 \times 3.14 \times \sum r_{i2}^2}$	رابطه ۳-۴۱- حد پایین اطمینان
۴۴	$U.c.i = [\sqrt{(8n-1) + 1.96}] / \sqrt{4 \times 3.14 \times \sum r_{i2}^2}$	رابطه ۳-۴۲- حد بالای اطمینان
۴۵	$E_1 = u.c.i - \lambda$	رابطه ۳-۴۳- اشتباه آماربرداری
۴۵	$E_2 = \lambda - l.c.i$	رابطه ۳-۴۴-
۴۵	$E\% = E / \lambda \times 100$	رابطه ۳-۴۵- درصد اشتباه آماربرداری
۴۵	JP Batcheler (1975)	$\lambda_{11} = (d/2a) [b^{A1} + b^{A2}]$ رابطه ۳-۴۶
۴۶	$SE_\lambda = (A1 + A2) / 2$	رابطه ۳-۴۷- اشتباه معیار روش نقطه مشترک
۴۶	$E = (t \times SE_\lambda \times \lambda) / \sqrt{n}$	رابطه ۳-۴۸- اشتباه آماربرداری روش نقطه مشترک
۴۶	$E\% = E / \lambda \times 100$	رابطه ۳-۴۹- درصد اشتباه آماربرداری روش نقطه مشترک
۴۸	PCQ Pollard (1971)	$\lambda_{12} = 4(4n-1) / \pi \sum r_{ij}^2$ رابطه ۳-۵۰
۴۸	PCQ Cottam and Curtis (1954)	$\lambda_{13} = 1 / (\sum r_{ij} / 4n)$ رابطه ۳-۵۱
۴۸	PCQ Morisita (1971) for g =	$\lambda_{14} = (3-1 / \pi n) \sum \sum 1 / r_{ij}^2$ رابطه ۳-۵۲
۴۸	PCQ Morisita (1971) for g = 2	$\lambda_{15} = (2-1 / \pi n) \sum \sum 1 / r_{ij}^2$ رابطه ۳-۵۳
۴۸	PCQ Morisita (1957) for g = 3	$\lambda_{16} = (44 / \pi n) \sum 1 / \sum r_{ij}^2$ رابطه ۳-۵۴
۴۸	PCQ Morisita (1957) for g = 2	$\lambda_{17} = (28 / \pi n) \sum 1 / \sum r_{ij}^2$ رابطه ۳-۵۵
۴۸	PCQ Morisita (1957) for g=1	$\lambda_{18} = (12 / \pi n) \sum 1 / \sum r_{ij}^2$ رابطه ۳-۵۶
۴۸	QN Xunzhi and Jintun (2009)	$\lambda_{19} = 1 / [(\sum \sum q_{ij} / 4) / n]$ رابطه ۳-۵۷