مقايسه و ارزيابي روش‌هاي مختلف اندازه‌گيري تراكم در درمنه زارهاي استان يزد

محمد موسايي‌سنجره‌اي*[۱] و مهدي بصيري[۲]
[۱] كارشناس ارشد مرتعداري، دانشگاه صنعتي اصفهان، ايران
[۲] استاديار دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه صنعتي اصفهان، ايران
(تاريخ دريافت: ۸۴/۱۰/۱۸، تاريخ تصويب: ۸۶/۱۱/۱۵)

چكيده

گزينش روش‌هايي مناسب براي اندازه‌گيري دقيق تراكم در بوته‌زارهاي مختلف كه از نظر ميزان تراكم و الگوي پراكنش گياهان متفاوت مي‌باشند داراى اهميت بالايي مي‌باشد. روش‌هاي مختلف اندازه‌گيري تراكم از نظر صحت و اندازه نمونه در سه تيپ گياهي در منطقه ندوشن يزد مقايسه شدند. نمونه برداري به‌صورت سازگانه تصادفي اجرا شد، به‌طوري‌كه در هر تيپ گياهي محدوده‌اي به ابعاد۱۰۰ × ۵۰ متر براي نمونه برداري گزينش و تراكم با بهره‌گيرى از روش‌هاي مختلف با توجه به اندازه نمونه لازم در هر روش برآورد شد و تراكم برآورد شده با روش‌هاي مختلف با بهره‌گيرى از طرح كاملا تصادفي در سطح احتمال ۱ و ۵٪ با تراكم واقعي كه از راه شمارش دقيق بوته‌ها محاسبه شده بود مقايسه شد. روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم عبارت بودند از پلات ۱و ۲ متر مربعي، غيرمستقيم فراوانى، نزديكترين فرد، نزديكترين همسايه، زوج‌هاي تصادفي، يك چهارم نقطه مركزي، يك چهارم سرگردان، زاويه سرگردان، مربع T بايت، نقطه فاصله ديگل، زاويه‌اي ۶ بخش، ترتيبي پلارد (دومين و سومين و چهارمين فرد نزديک)، زاويه منظم، غيرمستقيم پوشش و ماكزى‌مم قطرتاج. الگوي پراكنش گياهان در هر منطقه با بهره‌گيرى از شاخص‌هاي پراكنش تعيين شد. نتايج نشان داد در بوته‌زارهاي تنک باپوشش كمتر از ۵ درصد و پراكنش كپه‌اي خفيف و كوچک مقياس گياهان روش‌هاي مربع T بايت و دومين فرد نزديک، در بوته‌زارهاي با تراكم متوسط با پوشش بين ۵ تا ۱۰ درصد كه پراكنش گياهان تصادفي بوده و يا انحراف كم و غير معني داري از الگوي تصادفي داشته روش‌هاي چهارمين فرد و سومين فرد نزديک، در بوته‌زارهاي پر تراكم با پوشش بيش از ده درصد كه الگوي پراكنش بوته‌ها گرايش خفيفي به سمت يكنواختي دارد روش‌هاي نزديكترين فرد و نقطه فاصله ديگل و در بوته‌زارهاي پر تراكم با پوشش بيش از ده درصد وگرايش زياد به سمت يكنواختي روش زوج‌هاي تصادفي نزديكترين برآورد تراكم به مقدار واقعي را ارائه مي‌نمايند. در بين روش‌هاي فاصله‌اي بزرگترين اندازه نمونه مربوط به روش يك چهارم سرگردان وكوچكترين اندازه نمونه مربوط به روش زاويه منظم بوده و در بين كليه روش‌ها بزرگترين اندازه نمونه مربوط به روش پلات بوده است.

واژه‌هاي كليدي: اندازه نمونه، بوته‌زار، تراكم، شاخص‌هاي پراكنش، صحت، ندوشن يزد

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۳۵۱-۸۲۱۲۷۹۸ فاكس: ۰۳۵۱-۸۲۱۲۷۹۸ Email: mmusaei@yahoo.com

مقدمه

تراكم به عنوان يكي از مشخصه‌هاي مهم جهت ارزيابي تغيير جامعه‌های گياهي در دوره‌هاي مختلف، اندازه‌گيري پوشش و برآورد توليد و زيست‌توده بايد به‌طور دقيقي اندازه‌گيري شود. تراكم[1] به معناي تعداد افراد يك گونه در واحد سطح معين مي‌باشد كه مي‌توان با شمارش تعداد افراد يك گونه در پلات، در امتداد ترانسكت و با بهره‌گيری از روش‌هاي فاصله‌اي و روش‌هاي غيرمستقيم تعيين‌شود (۸). نتايج بدست‌آمده از بررسی‌های مختلف نشان مي‌دهد كه صحت تراكم برآورد شده با بهره‌گيری از روش‌هاي مختلف تحت تاثير درجه پراكنش گياهان مي‌باشد (استرينز و استريكلر[2] ۱۹۶۲، بكر و كروكت[3] ۱۹۷۳، ليكوک و باچلر[4] ۱۹۷۵ و هوتچينز و موريس[5] ۱۹۵۹). بررسيها نشان داده است كه روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم در جامعه‌های بسيار تنک و يا بسيار متراكم نتايج غير دقيق و اريبي ارائه مي‌نمايند (بنهام[6] ۱۸۹۸ و كوتام[7] ۱۹۵۳). كانتويز و همكاران[8] (۲۰۰۴) روش‌هاي ترتيبي (اولين، دومين وسومين فرد نزديک)، زاويه منظم، ترانسكت نواری و پلات يک متر مربعي را از نظر صحت و مدت زمان لازم، براي اندازه‌گيري تراكم گونه *Corn lily (Veratum californium)* در چمنزارهاي آلپي كوههاي نوادا مقايسه نمودند و نتيجه گرفتند روش پلات كارايي بيشتري در مقايسه با روش‌هاي فاصله‌اي، از نظر صحت و زمان صرف شده براي اندازه‌گيري تراكم در جامعه‌هايی كه الگوي پراكنش گياهان كپه‌اي است دارد (۱۳). برايانت و همكاران[9] (۲۰۰۴) روش‌هاي پلات و يک چهارم نقطه مركزي را براي اندازه‌گيري تراكم در چهارده رويشگاه متفاوت در جامعه‌های جنگلي مقايسه نمودند. نتايج نشان داد زماني كه الگوي پراكنش گياهان كپه‌اي باشد، تراكم بدست آمده از روش يک چهارم نقطه مركزي كمتر از تراكم برآورد شده از روش پلات و زماني كه الگوي پراكنش گياهان يكنواخت باشد تراكم بدست آمده از روش يک چهارم نقطه مركزي بيش از روش پلات برآورد مي‌شود(۹). برهاني(۱۳۸۰) روش‌هاي نزديكترين فرد، نزديكترين همسايه، زوج‌هاي تصادفي، يک چهارم نقطه مركزي، زاويه منظم و پلات را در درمنه زارهاي اصفهان مقايسه نمود و نتيجه گرفت كه روش يک چهارم نقطه مركزي در يک جامعه تصادفي مي‌تواند تراكم را با صحت بسيار خوبي نسبت به ساير روش‌ها برآورد نمايد (۲). سندگل(۱۳۷۳) روش‌هاي زوج‌هاي تصادفي، يک چهارم نقطه مركزي، نزديكترين فرد، نزديكترين همسايه، يک چهارم سرگردان، زاويه منظم، پلات و روش باچلر را براي اندازه‌گيري تراكم مقايسه نمود و نتيجه گرفت كه روش‌هاي يک چهارم نقطه مركزي، نزديكترين فرد،پلات و باچلر در جامعه‌هاي تصادفي نتايج بهتري از ساير روش‌ها ارائه مي‌كنند (۴).

مواد و روش‌ها

براي مقايسه روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم از نظر صحت و اندازه نمونه، سه تيپ گياهي در منطقة ندوشن يزد به شرح زير گزينش شد. ۱- منطقه فولاد ميبد: اين منطقه با گونه غالب *Artemisia sieberi* با پوشش حدود ۳ درصد وگونه *Fortuynia bungei* با پوشش كمتر از ۰/۵ درصد پوشيده شده است. تيپ گياهي اين منطقه *Ar.Fo* بوده و ميانگين بارندگي سالانه ۷۰ ميلي متر مي‌باشد و در ارتفاع حدود ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر قرار دارد(۱). ۲- منطقه حسن آباد: در اين منطقه گونه *Artemisia sieberi* با پوشش حدود ۹% وگونه‌هاي همراه آن *Salsola arbusculiformis* و *Scariola orientalis* با پوشش كمتر از يک درصد را شامل مي‌شوند. تيپ گياهي اين منطقه *Ar. Sa* بوده و در ارتفاع حدود ۱۹۶۰ تا ۲۱۴۰ متر قرار دارد و ميانگين بارندگي در حدود ۱۷۰ ميلي متر

۱- Density
۲- Strickler and Streans
۳- Becker and Crockett
۴- Laycock and Batcheler
۵- Hutchings and Morris
۶- Bonham
۷- Cottam
۸- Contois et al
۹- Bryant et al

مي‌باشد (۱). ۳- منطقه صدرآباد: پوشش گیاهي در این منطقه شامل *Artemisia sieberi* با پوشش حدود ۱۳درصد و *Astragalus glaucacanthus* با پوشش کمتر از ۱ درصد مي‌باشد. تیپ گیاهي این منطقه *As Ar.* بوده و در ارتفاع حدود ۲۱۰۰ تا ۲۴۰۰ متر قرار دارد و میانگین بارندگي در حدود ۲۰۰ میلي متر مي‌باشد (۱). در هر تیپ محدوده‌اي به ابعاد (۵۰×۱۰۰متر) براي نمونه برداري گزینش و تراکم واقعي بوته‌ها با شمارش همه بوته‌هاي درمنه درهر محدوده نمونه برداري با بهره‌گیری ازترانسکت نواري (۱۰۰× ۳ متر) محاسبه شد. تراکم برآورد شده با بهره‌گیری ازسایر روش‌ها با بهره‌گیری از طرح کاملاً تصادفي و آزمون دانکن در سطح احتمال ۵% و ۱% با تراکم واقعي مقایسه شد (۳). نمونه برداري به صورت سازگانی تصادفي اجرا شد و هر یک از روش‌هاي اندازه‌گیري تراکم در هر تیپ گیاهي با ٤ تکرار انجام شد، بدین ترتیب که در هر تکرار ٤ ترانسکت ۱۰۰ متري به صورت تصادفي در داخل هر محدودة ۵۰۰۰ متر مربعي قرار داده شد و با توجه به اندازه نمونه لازم که با بهره‌گیری از ۳۰ اندازه‌گیري اولیه محاسبه شده بود تعداد پلات و نقاط لازم در هر روش به‌صورت تصادفي در امتداد ۴ ترانسکت در هر تکرار قرار داده شد وروش‌هاي مورد نظر اجرا شد. براي تعیین اندازه نمونه لازم در روش‌هاي فاصله‌اي و پلات از فرمول آماري زیر بهره‌گیری شد(بنهام ۱۹۸۲و هافمن و ریس[1] ۱۹۹۰).

$$N = \frac{t^2 s^2}{k^2 \bar{x}^2}$$

t : از جدول t استودنت بادرجه آزادي ۲۹= *(N-1)* و سطح احتمال ۱۰درصد، K : حدود خطا (۱۰٪). براي محاسبه اندازه نمونه در روش پلات، $\bar{X}$ و S^2 میانگین و واریانس تعداد افراد شمارش شده در ۳۰ پلات تصادفي۱و۲ مترمربعي و در روش‌هاي فاصله‌ای، $\bar{X}$ و S^2 میانگین و واریانس فاصله‌های اندازه‌گیري شده در هر روش در ۳۰ نقطه تصادفي در داخل هر محدوده نمونه برداري بود. در روش غیرمستقیم فراوانی از دو روش ترسیمي‌و آماري براي بدست آوردن اندازه نمونه بهره‌گیری شد. روش ترسیمي‌شامل رسم منحني میانگین تجمعي فرکانس و روش آماري بهره‌گیری شده $N=\frac{t^2 pq}{(kp)^2}$ بود (ککران ۱۹۷۷) به‌طوري که N: تعداد پلات مورد نیاز، P: فراوانی محاسبه شده اولیه در ۳۰ پلات تصادفي در هر محدوده نمونه برداري، $q=(1-p)$ مکمل فراوانی و K: خطاي مورد نظر (۲۰%) و t:از جدول t استودنت بادرجه آزادي ۲۹= *(N-1)* و سطح احتمال ۱۰ درصد (هافمن و ریس ۱۹۹۰). رسم منحني میانگین تجمعي فراوانی بر پایه افزایش تعداد پلات و محاسبه میانگین تجمعي فراوانی در پلاتهای استقرار یافته بود. نقطه‌اي که منحني شروع به افقي شدن نماید تعداد پلات مورد نیاز را نشان مي‌دهد (کرشاو ۱۹۶۴). به منظور بررسي صحت تراکم به دست آمده، اختلاف بین میانگین ۴ تکرار تراکم برآورده شده در هر روش با تراکم واقعي(به صورت درصد) محاسبه شد. بدین صورت که هر چه درصد اختلاف بین میانگین ۴ تکرار تراکم برآورد شده در هر روش با مقدار واقعي کمتر باشد روش مورد نظر از صحت بالاتري برخوردار است (۳). روش‌هاي اندازه‌گیري تراکم در این بررسی در جدول ۱ آورده شده است.

اختلاف تراکم برآورد شده در هر روش با تراکم واقعي = (تراکم واقعي – تراکم برآورد شده با روش موردنظر) ÷ تراکم واقعي * ۱۰۰

۱- Hofmann and Ries

جدول ۱ - روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم در اين بررسي

روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	فرمول (تراكم در متر مربع)
۱- نزديكترين فرد[۱]: فاصله نزديكترين بوته درمنه به هر يك از نقاط تصادفي مشخص شده اندازه‌گيري مي‌شود. $\bar{r}$: ميانگين فاصله‌هاي اندازه‌گيري شده (بر حسب متر)، n : تعداد فاصله‌هاي اندازه‌گيري شده، MA سطح متوسط اشغال شده توسط يک پايه (كوتام ۱۹۵۳).	$Density = \frac{1}{(2\bar{r})^2}$ $MA = (2\bar{r})^2$ $\bar{r} = \frac{\sum r_i}{n}$
۲- نزديكترين فرد پلارد[۲]: هرفاصله اندازه‌گيري شده نقطه تا نزديكترين فرد به‌عنوان شعاع دايره‌اي در نظر گرفته شده كه دربردارنده يک گياه مي‌باشد. n: تعداد نقطه‌هاي تصادفي وr: فاصله‌هاي اندازه‌گيري شده (بر حسب متر) (پلارد ۱۹۷۱).	$Density = \frac{n-1}{\pi\sum_{j=1}^{n} r_j^{\,2}}$
۳- نزديكترين همسايه[۳]: ابتدا نزديكترين گياه به هر يك از نقطه‌هاي تصادفي گزينش و سپس فاصله نزديكترين گياه به گياه اول اندازه‌گيري مي‌شود. در اين روش فاصله متوسط ($\bar{r}$) در ضريب ۱/۶۷ ضرب مي‌شود. اين بدان معناست كه حدود ۶۰٪ از افراد به‌صورت جفتي در كنار هم قرار گرفته اند (كوتام و كورتيس[۴] ۱۹۵۶)، به‌طوري‌كه سطح متوسط اشغال شده توسط يک پايه برابر است با: $MA = (1.67\bar{r})^2$. n : تعداد فاصله‌هاي اندازه‌گيري شده و $\bar{r}$: ميانگين فاصله‌هاي اندازه‌گيري شده فرد تا نزديكترين همسايه اش (برحسب متر) (كوتام و كورتيس ۱۹۵۳).	$Density = \frac{1}{(1.67\bar{r})^2}$ $\bar{r} = \frac{\sum r_i}{n}$
۴- زوج‌هاي تصادفي[۵]: در هر يك از نقاط تصادفي مشخص شده رو به نزديكترين گياه ايستاده و سپس فاصله نزديكترين گياه در روبروي خود را تا نزديك ترين گياه در پشت سرخود (در هر طرف ترانسكت كه باشد) اندازه مي‌گيريم (كوتام و كورتيس ۱۹۵۶). $\bar{r}$: ميانگين فاصله‌هاي اندازه‌گيري شده نزديكترين گياه در روبروي شخص تا نزديكترين گياه در پشت سر شخص (بر حسب متر). سطح متوسط اشغال شده با يک پايه برابر است با $MA = (0.87\bar{r})^2$.	$Density = \frac{1}{(0.87\bar{r})^2}$
۵- يک چهارم نقطه مركزي[۶]: اطراف هر نقطه تصادفي ٤ ربع ۹۰ درجه تشكيل شده و سپس در هر ربع فاصله نزديكترين گياه را به نقطه تصادفي اندازه مي‌گيريم. براي محاسبه تراكم ميانگين ٤ فاصله در هر نقطه محاسبه مي‌شود. $\bar{r}$: ميانگين ٤ فاصله در هر نقطه، $\bar{m}$: ميانگين فاصله‌ها درهمه نقطه‌هاي تصادفي (بر حسب متر)، $\bar{m}^2$: سطح متوسط اشغال شده توسط يک پايه (كوتام و كورتيس ۱۹۵۶).	$Density = \frac{1}{\bar{m}^2}$ $\bar{r} = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{4}$ $\bar{m} = \frac{\sum \bar{r}_i}{n}$

۱- Closest Individual

۲- Pollard’s Closest Individual

۳- Nearest Neighbour

۴- Cottam and Curtis

۵- Random Pairs

۶- Center Quarter

ادامه جدول ۱ - روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم در اين بررسی

روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	فرمول (تراكم در متر مربع)
۶- يک چهارم نقطه مركزي پلارد : اندازه‌گيري ها همانند روش يک چهارم نقطه مركزي انجام شده، ولي هر فاصله اندازه‌گيري شده نقطه تا نزديكترين گياه در هر ربع به‌عنوان شعاع ربع دايره‌اي در نظر گرفته شده كه در بردارنده يك گياه است. n :تعداد نقطه‌های تصادفي و r : فاصله‌های اندازه‌گيري شده (متر) (پلارد ۱۹۷۱).	$Density = \frac{4(4n-1)}{\pi \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{4} r_{ij}^{\ 2}}$
۷- روش زاويه‌اي ٦ بخش[1]: پيرامون هر يك از نقطه‌های تصادفي به ٦ بخش با زاويه برابر تقسيم شده و در هر بخش فاصله نزديكترين گياه تا نقطه تصادفي اندازه‌گيري مي‌شود. سپس ميانگين ٦ فاصله در هر نقطه محاسبه مي‌شود (موريسيتا[2] ۱۹۵۷). $\bar{r}$: ميانگين ٦ فاصله در هر نقطه، $\bar{m}$: متوسط فاصله‌های اندازه‌گيري شده در تمام نقطه‌های اندازه‌گيري (بر حسب متر)، $\bar{m}^2$: سطح متوسط اشغال شده با يک پايه و n: تعداد نقاط تصادفي .	$Density = \frac{1}{(\bar{m})^2}$ $\bar{r} = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6}{6}$ $\bar{m} = \frac{\sum \bar{r}_i}{n}$
۸- زاويه‌اي ٦ بخش موريسيتا: همانند روش زاويه‌اي ٦ بخش پيرامون هر نقطه تصادفي به ۶ بخش با زاويه برابر تقسيم شده و هر فاصله اندازه‌گيري شده (r_i) نزديكترين فرد تا نقطه تصادفي در هر قطاع ۶۰ درجه به‌عنوان شعاع يک ششم از سطح دايره در نظر گرفته شده كه در بردارنده يك گياه مي‌باشد (موريسيتا ۱۹۵۷). n : تعداد نقطه‌های تصادفي.	$Density = 6\frac{6n-1}{\pi \sum_{i=1}^{KN} r_i^{\ 2}}$
۹- روش ترتيبي پلارد[3] (دومين و سومين و چهارمين فرد نزديک): فاصله(r) هر يك از نقطه‌های تصادفي تا دومين، سومين و چهارمين فرد نزديك‌آن اندازه‌گيري مي‌شود (پلارد ۱۹۷۱). براي محاسبه تراكم با روش دومين فرد نزديک، فاصله هر نقطه تا دومين فرد نزديک اندازه‌گيري شده (K=۲)، براي محاسبه تراكم با روش سومين فرد نزديک فاصله هر نقطه تا سومين فرد نزديک اندازه‌گيري شده (K=۳) و براي محاسبه تراكم با روش چهارمين فرد نزديک فاصله هر نقطه تا چهارمين فرد نزديک اندازه‌گيري مي‌شود (K=۴). n : تعداد نقطه‌های تصادفي	$Density = \frac{nK-1}{\pi \sum_{i=1}^{N} r_i^{\ 2}}$
۱۰- روش زاويه منظم[4]: پيرامون هر يك از نقطه‌های تصادفي به ٤ ربع با زاويه ۹۰ ° تقسيم شده و در هر ربع فاصله سومين فرد نزديك به نقطه تصادفي اندازه‌گيري مي‌شود (موريسيتا ۱۹۵۷). ميانگين فاصله در هر نقطه از تقسيم مجموع ۴ فاصله اندازه‌گيري شده بر ۱۲ بدست مي‌آيد. (عدد ۱۲ حاصل ضرب (تعداد بخشها =۴) در هر نقطه در ترتيب گياه اندازه‌گيري شده (۳ = سومين گياه نزديک) است. $\bar{r}$: ميانگين ٤ فاصله در هر نقطه، $\bar{m}$: متوسط فاصله‌های اندازه‌گيري شده در همه نقطه‌های نمونه برداري (بر حسب متر)، $\bar{m}^2$: سطح متوسط اشغال شده با يک پايه و n: تعداد نقطه‌های تصادفي.	$Density = \frac{1}{(\bar{m})^2}$ $\bar{m} = \frac{\sum \bar{r}_i}{n}$ $\bar{r} = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{12},$

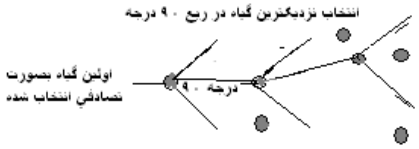
۱- Six Sector Angle Method

۲- Morisita

۳- Pollard’s Order Mehod

۴- Angle Order Method

ادامه جدول ۱ - روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم در اين بررسی

روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	فرمول (تراكم در متر مربع)
۱۱- زاويه منظم موريسيتا همانند روش زاويه منظم، فاصله سومين فرد نزديك به نقطه تصادفي در هر ربع اندازه‌گيري مي‌شود.n : ۳ (سومين گياه نزديك)، N : تعداد نقاط تصادفي، r : فاصله اندازه‌گيري شده نقطه تا سومين فرد نزديک در هر ربع (بر حسب متر) و K =٤ (شمار بخشها) مي‌باشد. اگر تراكم بدست آمده با فرمول شماره ۱ بيش از تراكم بدست آمده با فرمول شماره ۲ باشد، تراكم با بهره‌گيری از فرمول شماره ۱ محاسبه مي‌شود و اگر تراكم بدست آمده با فرمول شماره ۱ كمتر از تراكم بدست آمده با فرمول شماره ۲ باشد، تراكم برابر با ميانگين تراكم بدست آمده از هر دو فرمول مي‌باشد (موريسيتا ۱۹۵۷).	$Density(1) = \frac{n-1}{N}\sum_{j=1}^{KN}\frac{1}{r_j^{\,2}}$ $Density(2) = \frac{nK-1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{K}{r_{ij}^{\,2}}$
۱۲- يک چهارم سرگردان[۱]: ابتدا در امتداد ترانسكت استقرار يك گياه به صورت تصادفي گزينش و سپس در محل اين گياه دو خط كه هر يك با ترانسكت ا صلي زاويه ° ٤٥ مي‌سازند ايجاد شده و سپس فاصله نزديكترين گياه به گياه اول در اين ربع ° ۹۰ اندازه‌گيري مي‌شود. سپس در محل اين گياه همانند گياه اول يک ربع ۹۰ درجه‌ايجاد كرده و در اين ربع نزديكترين گياه را به آن اندازه مي‌گيريم (كاتانا ۱۹۶۳). اين عمل به اندازه نمونه لازم تكرار مي‌شود (شكل ۱). $\bar{r}$: فاصله متوسط بين افراد (بر حسب متر)، r : فاصله‌های اندازه‌گيري شده $\bar{r}^2$: سطح با(كلمه با حذف شود) اشغال شده با يک پايه و N تعداد فاصله‌های اندازه‌گيري شده.	$\bar{r} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{n} r_j$ $Density = \frac{1}{\bar{r}^2}$
 شكل ۱- اندازه‌گيري تراكم به روش يک چهارم سرگردان و زاويه سرگردان (كاتانا ۱۹۶۳)	
۱۳- روش زاويه سرگردان[۲]: پايه اندازه‌گيري در اين روش مانند روش يک چهارم سرگردان بوده با اين تفاوت كه هر فاصله اندازه‌گيري شده گياه تا گياه به عنوان شعاع ربع دايره‌اي در نظر گرفته شده كه در بردارنده يك گياه است (كاتانا ۱۹۶۳) (شكل ۱). N: تعداد فاصله‌های اندازه‌گيري شده و r : فاصله‌های اندازه‌گيري شده (بر حسب متر).	$Density = \frac{N}{\frac{\pi}{4}\sum r_i^2}$
۱۴- نقطه فاصله ديگل[۳]: در اين روش فاصله نزديكترين گياه به هر نقطه تصادفي اندازه‌گيري شده (x_i) و سپس فاصله نزديكترين گياه به گياه اول (r_i) نيز اندازه‌گيري مي‌شود(ديگل ۱۹۷۵). اين فرمول تركيبي از فرمول $N_1 = \frac{n}{\pi\sum X_i^2}$ و $N_2 = \frac{n}{\pi\sum r_i^2}$ مي‌باشد. n : تعداد نقطه‌های تصادفي.	$Density = \sqrt{\frac{n^2}{\pi^2\sum r_i^{\,2}\sum x_i^{\,2}}}$

۱- Wandering Quarter Method

۲- Wandering Angle

۳- Diggle's Distance Point

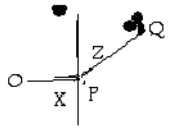
ادامه جدول ۱ - روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم در اين بررسی

روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	فرمول (تراكم در متر مربع)

۱۵- مربع **T**بایت[۱]:

فاصله *(Xi)* از نقطه تصادفي *(O)* تا نزديكترين گياه *(P)* اندازه‌گيري شده و سپس فاصله *(Zi)* اين گياه تا نزديكترين همسايه اش*(Q)* اندازه‌گيري مي‌شود به‌طوري كه زاويه OPQ بايد بيش از ۹۰ درجه باشد، بدين معنا كه گياه دوم بايد در پشت خط عمود بر فاصله*(op)* نقطه تا نزديكترين گياه باشد (شكل ۲) (بايت ۱۹۸۲). n :تعداد نقطه‌های تصادفي . (فرمول روبرو تصحیح گردد)

$$Density=\frac{n^2}{2\sum(x_i)\sqrt{2}\sum(z_i)}$$



شکل ۲- اندازه‌گيري تراكم با روش مربع T بايت (بايت ۱۹۸۲).

۱۶-اندازه‌گيري تراكم با بهره‌گيری از پلات:

تراكم با روش پلات با بهره‌گيری از شمارش تعداد افراد در پلاتهای ۱ و ۲ متر مربعي كه به صورت تصادفي در امتداد ٤ ترانسكت در هر تكرار قرار داده شده و محاسبه ميانگين تعداد افراد در واحد سطح تعيين شد.

۱۷-روش غير مستقيم فراوانی[۲]:

$$Density=\frac{\log e(1-f)}{A\log e[1-(\frac{1}{n})]}$$

در اين روش حضور و غياب بوته‌ها در پلات‌هاي ۱ و ۲ متر مربعي استقرار يافته در هر تكرار، در امتداد ٤ ترانسكت يادداشت شد (مک گينز[۳] ۱۹۳۴). f : فراوانی در پلاتهای استقرار يافته، n : تعداد پلات وA : سطح كل پلاتهای استقرار يافته. و فراوانی با فرمول زير محاسبه شد: تعداد همه پلات‌هاي استقرار يافته / تعداد پلات‌های شامل گونه مورد نظر = فراوانی

۱۸- روش ترانسكت خطي(غير مستقيم پوشش):

$$Density=\frac{\sum C_i}{nl}\times\frac{N}{\frac{\pi}{4}\sum D_i^{\,2}}$$

تراكم از نسبت درصد پوشش گونه مورد نظر به سطح ميانگين آن محاسبه شد، به‌طوري كه سطح ميانگين گونه مورد نظر با ميانگين گيري از دو قطر عمود بر هم هر بوته‌اي كه با ترانسكت برخورد كرده و محاسبه سطح تاج پوشش آن بدست آمد (بنهام ۱۹۸۸).

l : طول ترانسكت (متر)، n : تعداد ترانسكت، C_i : طول تماس هر بوته با ترانسكت (بر حسب متر)، Di: ميانگين دو قطر عمود هر بوته و N: تعداد بوته اندازه‌گيري شده.

۱۹-روش ترانسكت خطي با بهره‌گيری ازماكزی‌مم قطر عمود هر گياه با ترانسكت[٤]:

$$Density=\frac{\sum_{i=1}^{K}(\frac{1}{D_i})}{nl}$$

ماكزی‌مم قطر عمود بوته‌هايي كه در تماس با ترانسكت هستند اندازه‌گيري مي‌شود (لوكاس و سبر[۵] ۱۹۷۷). l : طول ترانسكت (برحسب متر)، n : تعداد ترانسكت و Di ماكزی‌مم قطر هر گياه كه عمود بر ترانسكت مي‌باشد (بر حسب متر).

۱- Byth T Square

۲- Indirect Frequency

۳- McGinnies

۴- Maximum Perpendicular Diameter of Plants

۵- Lucas And Seber

براي بررسي تاثير الگوي پراكنش بوته‌ها بر روي تراكم برآورد شده و اندازه نمونه لازم در هر روش، شاخص‌هاي فاصله‌اي و كوادراتی پراكنش با بهره‌گيری از فاصله‌های اندازه‌گيری شده و تعداد افراد شمارش شده در كوادرات‌های يک و دو مترمربعي محاسبه شدند. شاخص‌هاي كوادراتی شامل شاخص پراكنش (نسبت واريانس به ميانگين)، گرين، كپه‌اي لويد، موريسيتا، موريسيتاي استاندارد و شاخص‌هاي فاصله‌اي شامل شاخص پيلو، هاپكينز، مربعT، جانسون زيمر، ابرهارت، هاپكينز و هولگيت بودند.

نتايج

در منطقه اول (فولاد ميبد)، دوم (حسن آباد) و سوم (صدر آباد)، تراكم واقعي درمنه به ترتيب ۰/۲۵، ۰/۶۶ و ۰/۹۵ در متر مربع، ميانگين پوشش درمنه ۳/۲، ۹/۰۴ و ۱۲/۷ درصد وسطح متوسط بوته‌هاي درمنه ۰/۱۷۷ m^2، ۰/۱٤ m^2 و ۰/۱۵۳ m^2 برآورد شد. نتايج نشان داد در منطقه اول تراكم بدست آمده از روش مربع T بايت به مقدار واقعي تراكم نزديكتر بوده (بالا ترين صحت را داشته) و پس از آن روش‌هاي دومين فرد نزديك و نزديكترين همسايه قرار دارند. (جدول ۲). در منطقه دوم نزديكترين برآورد تراكم به مقدار واقعي مربوط به روش چهارمين فرد نزديك بوده و پس از آن روش‌هاي غير مستقيم پوشش و سومين فرد نزديك قرار دارند (جدول۲). در منطقه سوم نزديكترين برآورد تراكم به مقدار واقعي مربوط به روش نزديكترين فرد بوده و پس از آن روش‌هاي نقطه فاصله ديگل و زوج‌هاي تصادفي قرار داشته اند (جدول۲). تراكم برآورد شده با روش زاويه منظم و زاويه منظم موريسيتا در منطقه اول و دوم وتراكم برآورد شده با روش‌هاي زاويه منظم، زاوية منظم موريسيتا و زاويه‌اي ۶ بخش موريسيتا در منطقه سوم در سطح احتمال ۵٪ داراي اختلاف معني دار با مقدار واقعي بوده اند .در هر سه منطقه در بين روش‌هاي فاصله‌اي كوچكترين اندازه نمونه مربوط به روش زاويه منظم و بزرگترين اندازة نمونه مربوط به روش يک چهارم سرگردان بوده و از بين كليه روش‌ها، روش پلات بيشترين اندازه نمونه را به خود اختصاص داده است (جدول۲).

بحث

پرسون[1] (۱۹۷۱) عنوان كرد كه انحراف از پراكنش تصادفي بسمت پراكنش يكنواخت و كپه‌اي خطاي برآورد تراكم را افزايش مي‌دهد. شاخص‌هاي محاسبه شده در منطقه‌های موردبررسی نشان دادند كه الگوي پراكنش درمنه در منطقه اول (كم تراكم) گرايش بسمت كپه‌اي خفيف و متراكم داشته كه‌اين كپه‌هاي خفيف و كوچک بهمراه تک بوته‌ها به‌صورت يكنواخت توزيع شده اند. الگوي پراكنش بوته‌هاي درمنه در منطقه دوم تصادفي بوده ولي گرايش كم و غير معني داري از حالت تصادفي به سمت يكنواختي داشته و در منطقه سوم (پرتراكم) بوته‌هاگرايش زياد ومعني داري از پراكنش تصادفي به سمت پراكنش يكنواخت داشته اند. نتايج بررسيها بر روي روش‌هاي فاصله‌اي نشان داد كه گرايش به سمت الگوي پراكنش يكنواخت باعث شده اختلاف بين تراكم برآورد شده با مقدار واقعي افزايش يافته و تراكم بيش از مقدار واقعي برآورد گردد. درجامعه‌های با پراكنش يكنواخت در هنگام انتخاب نقطه‌های تصادفي، اين نقطه‌ها معمولا نزديک به گياهان قرار گرفته و در نتيجه فاصله‌های اندازه‌گيري شده بين نقطه تا نزديكترين‌گياه كمتر ازميانگين واقعي فاصله‌ها بوده واز طرفي با گرايش به سمت يكنواختي (درمنطقه‌های پر تراكم) فاصله بين كپه‌هاي خفيف به فاصله‌های بين گياهان در داخل كپه‌ها نزديک شده و در نتيجه سطح متوسط اشغال شده با گياه كمتر از حد برآورد شده و تراكم بيش از حد برآورد زده مي‌شود.

۱- Persson

جدول ۲- ميانگين تراكم برآورد شده از ۴ تكرار بابهره‌گيری از روش‌هاي مختلف اندازه‌گيري تراكم در واحد سطح (متر مربع) و اندازة نمونة لازم در روش هاي اندازه‌گيري تراكم به ترتيب صعودي در منطقه‌های مورد بررسی

منطقه اول (فولاد ميبد)				منطقه دوم (حسن آباد)				منطقه سوم (صدر آباد)			
روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	ميانگين تراكم برآورد شده در (m^2)	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	اندازة نمونة لازم به ترتيب صعودي	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	ميانگين تراكم برآورد شده در (m^2)	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	اندازة نمونة لازم به ترتيب صعودي	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	ميانگين تراكم برآورد شده در (m^2)	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	اندازة نمونة لازم به ترتيب صعودي
نزديكترين فرد	۰/۱۷	غير مستقيم پوشش	٦	نزديكترين فرد	۰/۵۳	ماكزيمم قطر تاج	۳	غير مستقيم پوشش	۰/۸۳	ماكزيمم قطر عمود گياه	۲
غير مستقيم پوشش	۰/۱۸	ماكزيمم قطر تاج	۸	نزديكترين فرد پلارد	۰/۵۵	غير مستقيم پوشش	٤	ماكزيمم قطر تاج	۰/۸۸	غير مستقيم پوشش	۳
نزديكترين فرد پلارد	۰/۱۸	زاويه منظم	١٤	نقطة فاصلة ديگل	۰/۵۵	زاويه منظم	۱۰	زوج‌هاي تصادفي	۰/۹۱	زاويه منظم	۸
زوج‌هاي تصادفي	۰/۱۹	زاويه منظم موريسيتا	١٤	زوج‌هاي تصادفي	/۵٦.	زاويه منظم موريسيتا	۱۰	تراكم واقعي	۰/۹۵	زاويه منظم موريسيتا	۸
نقطة فاصلة ديگل	۰/۲	ترتيبي: چهارمين فرد نزديک	۱۹	زاويه‌اي (٦ بخش)	۰/٦۱	زاويه‌اي (٦ بخش)	۱۷	نزديكترين فرد	۰/۹٦	زاويه‌اي	١٦
يک چهارم نقطه مركزي پلارد	۰/۲۳	زاويه‌اي	۲۰	ترتيبي: دومين فرد نزديک	۰/٦۱	زاويه‌اي (٦ بخش) موريسيتا	۱۷	نقطة فاصلة ديگل	۰/۹۸	زاويه‌اي ۶ بخش موريسيتا	١٦
يک چهارم نقطة مركزي	۰/۲٤	زاويه‌اي ۶ بخش موريسيتا	۲۰	يک چهارم نقطه مركزي پلارد	۰/٦۲	ترتيبي: چهارمين فرد نزديک	۱۸	ترتيبي: دومين فرد نزديک	۱/۰۲	مربع T بايت	١٦

ادامه جدول ۲- ميانگين تراكم برآورد شده از ۴ تكراربا بهره‌گيری از روش‌هاي مختلف اندازه‌گيري تراكم در واحد سطح (متر مربع) و اندازة نمونة لازم در روش هاي اندازه‌گيري تراكم به ترتيب صعودي در منطقه‌های مورد بررسی

منطقه اول(فولاد ميبد)				منطقه دوم(حسن آباد)				منطقه سوم(صدر آباد)			
روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	ميانگين تراكم برآورد شده در (m^2)	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	اندازة نمونة لازم به ترتيب صعودي	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	ميانگين تراكم برآورد شده در (m^2)	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	اندازة نمونة لازم به ترتيب صعودي	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	ميانگين تراكم برآورد شده در (m^2)	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	اندازة نمونة لازم به ترتيب صعودي
زاويه‌اي (٦ بخش)	۰/۲٤	ترتيبي: سومين فرد نزديک	۲۲	يک چهارم نقطة مركزي	۰/٦۲	يک چهارم نقطة مركزي	۲۲	زاويه‌اي (٦ بخش)	۱/۰٤	ترتيبي: چهارمين فرد نزديک	۱۷
ترتيبي: دومين فرد نزديک	۰/۲٤٥	نقطة فاصلة ديگل	۲۵	ترتيبي: سومين فرد نزديک	۰/٦٤	يک چهارم نقطة مركزي پلارد	۲۲	ترتيبي: سومين فرد نزديک	۱/۰۵	ترتيبي: سومين فرد نزديک	۱۸
مربع T بايت	۰/۲۴۷	مربع T بايت	۲٦	غير مستقيم پوشش	۰/٦٤	ترتيبي: سومين فرد نزديک	۲٦	پلات (۲×۱)	۱/۰۷	يک چهارم نقطة مركزي	۱۸
تراكم واقعي	۰/۲۵	يک چهارم نقطة مركزي	۲۷	تراكم واقعي	۰/٦٦	نقطة فاصلة ديگل	۲۸	نزديكترين همسايه	۱/۰۸	يک چهارم نقطة مركزي پلارد	۱۸
نزديكترين همسايه	۰/۲۵۸	يک چهارم نقطة مركزي پلارد	۲۷	ترتيبي: چهارمين فرد نزديک	۰/٦۷	مربع T بايت	۳۰	مربع T بايت	۱/۱	نقطة فاصلة ديگل	۲۱
ترتيبي: سومين فرد نزديک	۰/۲٦	ترتيبي: دومين فرد نزديک	۳۲	مربع T بايت	۰/۷۱	غير مستقيم فراوانی با پلات (۲×۱)	۳۱	ترتيبي: چهارمين فرد نزديک	۱/۱۲	ترتيبي: دومين فرد نزديک	۲۳

ادامه جدول ۲- میانگین تراکم برآورد شده از ۴ تکرار با بهره‌گیری از روش‌هاي مختلف اندازه‌گیري تراکم در واحد سطح (متر مربع) و اندازة نمونة لازم در روش هاي اندازه‌گیري تراکم به ترتیب صعودي در منطقه‌های مورد بررسی

منطقه اول (فولاد میبد)				منطقه دوم (حسن آباد)				منطقه سوم (صدر آباد)			
روش‌هاي اندازه‌گیري تراکم	میانگین تراکم برآورد شده در (m^2)	روش‌هاي اندازه‌گیري تراکم	اندازة نمونة لازم به ترتیب صعودي	روش‌هاي اندازه‌گیري تراکم	میانگین تراکم برآورد شده در (m^2)	روش‌هاي اندازه‌گیري تراکم	اندازة نمونة لازم به ترتیب صعودي	روش‌هاي اندازه‌گیري تراکم	میانگین تراکم برآورد شده در (m^2)	روش‌هاي اندازه‌گیري تراکم	اندازة نمونة لازم به ترتیب صعودي
ماکزیمم قطر تاج	۰/۲۷	نزدیکترین فرد	۳۳	نزدیکترین همسایه	۰/۷۲	ترتیبي: دومین فرد نزدیک	۳۸	پلات (۱×۱)	۱/۱۳	غیر مستقیم فراوانی با پلات (۲×۱)	۲٤
ترتیبي: چهارمین فرد نزدیک	۰/۲۷	نزدیکترین فرد پلارد	۳۳	پلات (۲×۱)	۰/۷۳	نزدیکترین همسایه	٤٥	نزدیکترین فرد پلارد	۱/۱۵	زوج‌هاي تصادفي	۳٤
یک چهارم سرگردان	۰/۳	زوج‌هاي تصادفي	٤۳	پلات (۱×۱)	۰/۷٦	غیر مستقیم فراوانی با پلات (۱×۱)	٥۳	یک چهارم سرگردان	۱/۱۸	نزدیکترین فرد	۳٦
زاویة سرگردان	۰/۳۱	نزدیکترین همسایه	٥٤	زاویة سرگردان	۰/۷۷	نزدیکترین فرد	٥٦	یک چهارم نقطة مرکزي	۱/۱۸	نزدیکترین فرد پلارد	۳٦
پلات (۲×۱)	۰/۳۱	یک چهارم سرگردان	٦٦	یک چهارم سرگردان	۰/۸۱	نزدیکترین فرد پلارد	٥٦	یک چهارم نقطه مرکزي پلارد	۱/۲	غیر مستقیم فراوانی با پلات (۱×۱)	٤۳
پلات (۱×۱)	۰/۳۲	زاویه سرگردان	٦٦	ماکزیمم قطر تاج	۰/۸۲	زوج‌هاي تصادفي	٥۷	زاویة سرگردان	۱/۲۳	نزدیکترین همسایه	٤٤

ادامه جدول ۲- ميانگين تراكم برآورد شده از ۴ تكرار با بهره‌گيری از روش‌هاي مختلف اندازه‌گيري تراكم در واحد سطح (متر مربع) و اندازة نمونة لازم در روش هاي اندازه‌گيري تراكم به ترتيب صعودي در منطقه‌های مورد بررسی

منطقه اول (فولاد ميبد)				منطقه دوم (حسن آباد)				منطقه سوم (صدر آباد)			
روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	ميانگين تراكم برآورد شده در (m^2)	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	اندازة نمونة لازم به ترتيب صعودي	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	ميانگين تراكم برآورد شده در (m^2)	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	اندازة نمونة لازم به ترتيب صعودي	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	ميانگين تراكم برآورد شده در (m^2)	روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم	اندازة نمونة لازم به ترتيب صعودي
غير مستقيم فراوانی با پلات (۱×۱)	۰/۳٤	غير مستقيم فراوانی با پلات (۲×۱)	۷۵	غير مستقيم فراوانی با پلات (۱×۱)	۰/۸٤	يک چهارم سرگردان	۸۲	غير مستقيم فراوانی با پلات (۱×۱)	۱/۲٤	يک چهارم سرگردان	٤۵
*غير مستقيم فراوانی با پلات (۲×۱)	۰/۳۵	غير مستقيم فراوانی با پلات (۱×۱)	۱۸۲	*غير مستقيم فراوانی با پلات (۲×۱)	۰/۸۸	زاويه سرگردان	۸۲	*غير مستقيم فراوانی با پلات (۲×۱)	۱/۲۹	زاويه سرگردان	٤۵
*زاويه‌اي ۶ بخش موريسيتا	۰/۳۵	پلات (۲×۱)	۳۸۸	*زاويه‌اي ۶ بخش موريسيتا	۰/۹۳	پلات (۲×۱)	۱۲۰	**زاويه‌اي ۶ بخش موريسيتا	۱/٦٦	پلات (۲×۱)	۷۷
**زاوية منظم	۰/٦۸	پلات (۱×۱)	۷٤٦	**زاوية منظم	۱/۹۳	پلات (۱×۱)	۳۰۰	**زاوية منظم	۳/۲۵	پلات (۱×۱)	۱۸۵
**زاوية منظم موريسيتا	۰/۹			**زاوية منظم موريسيتا	۲/۳۲			**زاوية منظم موريسيتا	۳/۷۷		

*: تراكم براورد شده داراي اختلاف معني دار با مقدار واقعي در سطح احتمال ۱% مي‌باشد

** : تراكم براورد شده داراي اختلاف معني دار با مقدار واقعي در سطح احتمال ۵% مي‌باشد.

در جامعه‌های کپه‌اي گياهان به‌صورت گروهي در کنار يکديگر قرار گرفته و فاصله‌های خالي بين کپه‌ها زياد مي‌باشد. در اين حالت در هنگام انتخاب نقطه‌های تصادفي، اين نقطه‌ها بيشتر در بين کپه‌ها (فضاهاي خالي) قرار گرفته تا در درون کپه‌ها. در اين صورت فاصله اندازه‌گيري شده، فاصله بين نقطه تا نزديکترين گياه در حاشيه کپه خواهد بود، که‌اين فاصله بزرگ و بيش از ميانگين واقعي فاصله‌ها خواهد بود و در نتيجه سطح متوسط اشغال شده با گياه بيش از حد برآورد شده و تراکم برآورد شده با روش‌هاي فاصله‌اي کمتر از حد برآورد زده مي‌شود که‌اين امر تاکيدي بر نظريه برخي محققان مانند ريزر و زدلر [1] (۱۹۶۸) و بريانت و همکاران (۲۰۰۴) مي‌باشد.

نتايج نشان داد با گرايش کم به سمت يکنواختي، تراکم برآورد شده با روش نزديکترين فرد به مقدار واقعي نزديک شده و با گرايش زياد بسمت يکنواختي (در مناطق پر تراکم) تراکم بيش از مقدار واقعي برآورد مي‌شود. روش‌هاي ترتيبي دومين، سومين و چهارمين فرد نزديک‌درجامعه‌های کم تراکم و جامعه‌هايی که الگوي پراکنش گياهان تصادفي است تراکم را نزديک به مقدار واقعي برآورد مي‌سازند. نتايج نشان داد در جامعه‌های کم تراکم با پراکنش کپه‌اي خفيف و کوچک مقياس گياهان تراکم برآورد شده با روش نزديکترين همسايه و مربع**T** بايت به مقدار واقعي نزديک مي‌شود، زيرا فاصله‌های اندازه‌گيري شده بين تک بوته‌ها و کپه‌هاي متراکم بزرگ‌تر از ميانگين واقعي فاصله‌ها بوده و فاصله‌های اندازه‌گيري شده بين بوته‌ها در دا خل کپه‌ها کوچکتر از ميانگين واقعي فاصله‌ها بوده و بدين ترتيب فاصله متوسط اندازه‌گيري شده و در نتيجه سطح متوسط تعديل شده و تراکم به مقدار واقعي نزديک مي‌شود.

در روش زوج‌هاي تصادفي، در جامعه‌های کم تراکم با الگوي پراکنش کپه‌اي خفيف و کوچک مقياس گياهان، فاصله اندازه‌گيري شده بين نزديکترين گياه در روبروي شخص تا نزديکترين گياه در پشت سر شخص فاصله بين دو کپه و يا دو تك بوته بوده تا اينکه فاصله بين دو گياه در داخل کپه، که‌اين فاصله بزرگتر از ميانگين واقعي فاصله‌ها بوده و در نتيجه، تراکم بسيار کمتر از حد برآوردشده مي‌شود و باگرايش به سمت پراکنش يکنواخت‌درجامعه‌های پر تراکم فاصله اندازه‌گيري شده به مقدار واقعي نزديک تر شده و تراکم برآورد شده به مقدار واقعي نزديک تر مي‌شود.

در روش‌هاي يک چهارم نقطة مرکزي و زاويه‌اي ۶ بخش با توجه به اندازه‌گيري چند فاصله در هر نقطه سطح متوسط به دست‌آمده تعديل شده، به‌طوري‌که درجامعه‌های تصادفي تراکم نزديك به مقدار واقعي آن برآورد مي‌شود که‌اين نتيجه تاکيدي بر بررسی انجام شده توسط برهاني (۱۳۸۰) بوده و مقايسه نتايج بررسی حاضر با بررسی‌های انجام شده توسط ريزر و زدلر (۱۹۶۸) اين مطلب را به روشني مشخص مي‌نمايدکه‌اين دو روش در جامعه‌های کپه‌اي شديد تراکم راکمتر از حد و در جامعه‌های با يکنواختي زياد تراکم را بيش از حد برآورد مي‌سازند. نتايج نشان داد تراکم برآورد شده با بهره‌گيری از روش پلات و غير مستقيم فراوانی در جامعه‌های تصادفي نزديک به مقدار واقعي اما بی‌ش از آن براورد می گردد. در روش پلات افزايش سطح پلات باعث شده تراکم برآورد شده به مقدار واقعي نزديکتر شود که‌اين امر نظريه برخي محققان مانند ادلمن [2] (۱۹۶۴) را تاييد مي‌نمايد، ولي در روش غير مستقيم فراوانی با افزايش سطح پلات تراکم بيش از مقدار واقعي برآورد مي‌شود. در روش بهره‌گيری از پلات،پلات‌هاي مستطيلي در مقايسه با پلات‌هاي مربعي تراکم را نزديکتر به مقدار واقعي برآورد ساخته، اما در روش فراوانی غير مستقيم تراکم برآوردشده با پلات‌هاي مربعي دقيق‌تر از پلات‌هاي مستطيلي بوده است.

نتايج نشان داد در روش پوشش غير مستقيم با افزايش ضريب تغييرات اندازه بوته‌ها، تراکم برآورد شده به مقدار واقعي نزديك مي‌شود، اما در روش ماکزيمم، قطر عمود گياه با کاهش ضريب تغييرات اندازة بوته‌ها، تراکم برآورد شده به مقدار واقعي نزديک مي‌شود. براي گزينش روش مناسب بهتر است درآغاز الگوي دقيق پراکنش گياهان در

۱- Risser and Zedler

۲- Eddleman

منطقه تعيين شده و سپس روش مورد نظرگزينش شود. پيشنهاد مي‌شود براي تعيين الگوي پراكنش كپه‌اي گياهان و شدت كپه‌اي بودن گياهان از شاخص‌هاي مربع ***T*** و هولگيت و براي تعيين پراكنش خود كپه‌ها و تک بوته‌ها از شاخص جانسون و زيمر و يا موريسيتاي استاندارد(در جامعه‌های با پوشش بيش از ۵%) بهره‌گيری شود (۵). در بوته‌زارهاي تنک با پوشش كمتر از ۵ درصد كه الگوي پراكنش گياهان گرايش به سمت حالت كپه‌اي خفيف دارد پيشنهاد مي‌شود براي اندازه‌گيري تراكم از روش‌هاي مربع ***T*** بايت و دومين فرد نزديك، در بوته‌زارهاي با تراكم متوسط با پوشش بين۵ تا ۱۰ درصد كه الگوي پراكنش گياهان تصادفي بوده و يا انحراف كم و غير معني داري از پراكنش تصادفي داشته باشد از روش‌هاي چهارمين و سومين فرد نزديك، در بوته‌زارهاي پر تراكم با پوشش بيش از ده درصد كه الگوي پراكنش بوته‌ها گرايش خفيف و غير معني داري به سمت يكنواختي دارد از روش‌هاي نزديكترين فرد و نقطه فاصله ديگل و در بوته‌زارهاي پر تراكم با پوشش بيش از ده درصدكه الگوي پراكنش بوته‌ها گرايش زياد و معني داري به سمت يكنواختي دارد از روش زوج‌هاي تصادفي بهره‌گيری شود.

منابع

۱- باغستاني ميبدي، ناصر،۱۳۷۲. بررسي اكولوژيكي جوامع گياهي با توجه به واحد هاي ژئومورفولوژيكي خاک در حوزه ندوشن استان يزد، پايان نامه كارشناسي ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران،۲۳۰ صفحه

۲- برهاني، مسعود،۱۳۸۰. مقايسه كارايي روش‌هاي برآورد پوشش و تراكم در درمنه زارهاي استپي استان اصفهان، پايان نامه كارشناسي ارشد مرتعداري، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه صنعتي اصفهان، ۱۵۸ صفحه

۳ -رضايي، عبدالمجيد، بهمن يزدي صمدي و مصطفي ولي زاده، ۱۳۷۹. طرحهاي آماري در پژوهشهاي كشاورزي، چاپ سوم،۷۶۴ صفحه

۴- سندگل، عباسعلي، ۱۳۷۲. مقايسه كارايي روش‌هاي مختلف اندازه‌گيري تراكم گياهي در تيپهاي رويشي مختلف منطقه‌ايران و توراني، پايان نامه كارشناسي ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ۹۶ صفحه

۵- موسايي، محمد، ۱۳۸۳. مقايسه و تحليل روش‌هاي اندازه‌گيري تراكم و شاخص‌هاي تعيين الگوي پراكنش در درمنه زارهاي استان يزد، پايان نامه كارشناسي ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه صنعتي اصفهان، ۱۶۹ صفحه

6- Becker, D. A., and A. J. Crocket. 1973. Evaluation of sampling techniques on tall-grass prairie. Journal of Range Management 26:61-65

7- Bonham, C. D. 1982. Approach to sample adequacy. p.8-10. In: E. F. Aldon and W. R. Oaks(ed.). Reclamation of mined lands in the southwest. Proc. Symp. SCS, USDA Forest Serv.,and WRCC-21, Albuquerque, New Mexico. 20-22 Oct. 1982.

8- Bonham, C. D. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. John Wiley and Sons. New York, NY. 352 p

9- Bryant, D. M., M. J. Ducey, J. C. Innes, T. D. Lee, R.T. Eckert, and D. J. Zarin. 2005.Forest community analysis and the point-centered quarter method. Plant Ecology 175:193-203

10- Byth, K. 1982. On robust distance-based intensity estimators. Biometrics 38:127-135

11- Catana, A. J. 1963. The wandering quarter method of estimating population density. Ecology
44:349-360

12- Cochran, W. G. 1977. Sampling techniques. Third ed. John Wiley and Sons, New York, NY. 428p.

13-Contois, M., and J, Cahill, and N. Chavez, and C. Cacace, and G. Wechsler, and M. Pauli, and E. Kosman. 2004. Estimating Corn Lily abundance in bear trap meadow**.** Ecology 75: 1769–1779.

14-Cottam, G., and J. T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology 37:451-460

15- Cottam, G., J. T. Curtis and B. W. Hale. 1953. some sampling characteristics of a population of randomly dispersed individuals. Ecology 34:741-757.

16- Diggle, P.J. 1975. Robust density estimation using distance methods. Biometrika 62: 39-48

17- Eddleman, L. E., E. E. Remmenga, and R. T. Ward. 1964. An evaluation of plot methods for alpine vegetation. Bulletin of the Torrey Botanical Club, Vol. 91, No. 6 (Nov. - Dec., 1964), pp. 439-450

18-Goodall, D. & West, N. 1979**.** A Comparison of techniques for assessing dispersion patterns. Vegetatio, 40:15-27.

19- Greig-smith, P. 1964. Quantitative plant ecology, 2th ed. Butterworths, London, 256 p.

20- Hofmann, L, and R. E. Ries. 1990. An evaluation of sample adequacy for point analysis of ground cover. Journal of Range Management. 43:545-549

21- Hutchings, S. S., and M. J. Morris. 1959. Use of distance measurements for determining plant density in semidesert vegetation. (abstract) Ninth International Botanical Congress, Montreal, Proceedings, vol. 2, p. 174.

22- Kershaw, K. A. 1964. Quantitative and dynamic plant ecology. Edward Arnold, London. 183p.

23- Krebs, Ch. 1989. Ecological methodology, Harper and Row pub. 653p.

24- Laycock, W. A., and C. L. Batcheler. 1975. Comparison of distance measurement techniques for sampling Tussock grassland species in New Zealand. Journal of Range Management 28:235-239

25- Ludwig, J. A., and J. F. Reynolds. 1988. Statistical ecology .A Wiely-Interscience pub. 337p.

26- Lucas, H. A., and G. A. F. Seber. 1977. Estimating coverage and particle density using the line intercept method. Biometrica 64: 618-622

27- Lyon .L. J., 1975. An evolution of density sampling methods in shrub community. Journal of Range Mangement 21:16-20

28- McGinnies, W. G. 1934. The relation between frequency index and abundance as applied to plant population in a semiarid region. Ecology 15:263-282

29- Morisita, M. 1954. Estimation of population of density by spacing method. Kyushu Univ. Fac. Sci. Mem. Ser. E 1:187-197

30- Morisita, M. 1957. A new method for the estimation of density by the spacing method applicable to non-randomly distributed population (translation by USDA, Forest Service. 1960). Phisiology and Ecology 7(2):134-144

31- Persson, O. 1971. The robustness of estimating density by distance measurements, pp. 175-187. In statistical Ecology, vol. 2, Sampling and Modeling Biological Population and Population Dynamics, G. P. Patil, E. C. Pielou, and W. E. Waters (eds.) Pennsylvania State University Press, University Park, PA.

32- Pielou, E. C. 1959. The use of point-to-plant distances in the study of the pattern of plant population. Journal of Ecology. 47:607-613

33- Pollard, j. H. 1971. One distance estimators of density in randomly distributed forests. Biometrics 27:991-1002

34- Risser, p. G., and P. H. Zedler. 1968. An evaluation of the grasslands quarter method. Ecology 49:1006-1009

35- Strickler, G. S., and F. W. Stearns. 1962. The determination of plant density, pp.30-40. In Range Research Methods. A Symposium. (Denver, CO.) USDA Forest Service Miscellaneous publication No. 940, 172 pp.

Comparison and evaluation of density measurement methods on *Artemisia Sieberi* shrublands in Yazd province

M. Musaei Sanjarei[*1] and M.Basiri[2]
[1] M.Sc. Graduate in Range Management, Isfahan University of Technology, I. R. Iran
[2] Professor, College of Natural Resources, Isfahan University of Technology, I. R. Iran
(Received 08 January 2006, Accepted 04 February 2008)

Abstract

It is important to select appropriate sampling techniques that provide an unbiased and accurate estimate of density in sparse and dense shrub populations with different dispersion patterns of plants. Methods of measuring density were compared on the basis of accuracy and sample size. Sampling was conducted on three shrubland stands in Yazd Nodushan. A (50*100-m) area was selected for sampling within each stand. Estimates of density were obtained from different methods and compared with actual density at 1 and 5% probability levels in a randomized complete design and Duncan's test. The methods include: quadrat, indirect frequency, closest individual, nearest neighbor, random pairs, point center quarter, wandering quarter, wandering angle, Byth T square, Diggle's distance point, six sector angle, Pollard's order, angle order, indirect cover and maximum diameter of plant. Degree of spatial patterning of plants was determined by indices of dispersion. The Byth T square and the second closest individual methods provided reliable estimates of density in sparse shrublands with cover $\leq 5\%$ and a slightly clumped pattern, The fourth and third closest individual methods provided unbiased estimates of density in shrublands with cover between 5 to 10% and a random distribution. The closest individual and the Diggle's distance point methods provided reliable estimates in dense shrublands with cover $\geq 10\%$ and a slight tendency toward uniformity. The random pairs method provided reliable results in dense shrublands with cover $\geq 10\%$ and a strongly uniform distribution. Largest and smallest sample size were related to wandering quarter and angle order methods respectively compared to the other distance methods while quadrat method required the largest sample size.

Keywords: Accuracy, Density, Indices of dispersion, Sample size, Shrubland, Nodushan, Yazd

* Corresponding author: Tel: +98 351 8212798 , Fax: +98 351 8212798 , E-mail: mmusaei@yahoo.com