



## Calculation of the number of required samples to estimate *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt phytomass, in an indirect method

Moslem Rostampour<sup>\*1</sup>

1. Corresponding author; Assistant Prof., Department of Rangeland and Watershed Management and Research Group of Drought and Climate Change, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: rostampour@birjand.ac.ir

### Article Info

**Article type:**  
Research Full Paper

**2024; Vol 17, Issue 4**

**Article history:**  
Received: 28.08.2023  
Revised: 21.01.2024  
Accepted: 28.01.2024

### Keywords:

*Atriplex*,  
Plant Dimensions,  
Sample Size,  
Power Analysis,  
Forage Production.

### Abstract

**Background and objectives:** Due to the extensive area of rangelands and constraints in time and cost, direct estimation of rangeland production through plot sampling becomes impractical. Therefore, indirect methods, such as estimating phytomass from plant dimensions, have been proposed. However, determining the optimal sample size for the clipping and weighing method poses a challenge. This study aimed to determine the minimum required sample size for this method and explore its impact on correlation and regression tests.

**Methodology:** The study was conducted in four areas within the carbon sequestration project of Hossein Abad Sarbisheh, South Khorasan Province. Sampling was carried out during the full growth period of *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt, a key plant species in the project. Initial sampling involved 10 samples to calculate the required sample size. A random individual of *Atriplex* was selected in each row, and its dimensions were measured. The entire aerial part of the plant was then clipped to estimate phytomass, which was subsequently weighed after drying. Correlation and regression tests were conducted to assess the relationship between plant dimensions and phytomass. Sample size was determined using power analysis with effect size, test power (60% and 80%), significant level of 0.05, and alternative hypothesis. The sample size was also determined through the drawing method. Subsequent samplings were conducted with increased sample sizes of 20 and 30. Coefficient of variation (CV) was used to evaluate sampling accuracy, and various model selection criteria were employed after regression analysis.

**Results:** Initial sampling of 10 samples showed no significant correlation between height and phytomass of *Atriplex* ( $R = 0.45$ ,  $t(8) = 1.42$ ,  $p > 0.05$  (2-tailed)). However, with increased sample sizes of 20 and 30, significant correlations were observed ( $R = 0.67$ ,  $t(18) = 3.84$ ,  $p < 0.01$  (2-tailed)) and ( $R = 0.62$ ,  $t(28) = 4.15$ ,  $p < 0.01$  (2-tailed)), respectively. The power of correlation and regression tests increased with larger sample sizes (correlation test power: 0.27, 0.93, and 0.99; regression test power: 0.29, 0.97, and 0.98, respectively). Harvey-Collier test indicated significant linear relationship between height and phytomass in the data of 20 samples ( $p > 0.05$ ), but not in 30 samples ( $p < 0.05$ ). A sample size of 23 to 36 was recommended to achieve 60% and 80% power. Sampling accuracy in plant

---

height measurement was higher than phytomass, and it decreased as the number of samples increased.

**Conclusion:** The power of correlation and regression tests from 10 initial samples was found to be less than 0.50%, which is generally not recommended for conducting studies. The study suggests that using 10 samples is not advisable. Additionally, increasing sample size led to higher coefficient of variation (CV) for height and phytomass, indicating reduced sampling accuracy. In rangeland research, fatigue and decreased precision in subsequent estimations and samplings were observed. The drawing method was found insufficient in determining the required sample size for estimating *Atriplex canescens*.

---

**Cite this article:** Rostampour, M., 2024. Calculation of the number of required samples to estimate *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt phytomass, in an indirect method. Journal of Rangeland, 17(4): 550-569.



© The Author(s).  
Publisher: Iranian Society for Range Management

DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9

محاسبه تعداد نمونه لازم برای برآورد فیتومس *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. به روش غیرمستقیم

مسلم رستم یور<sup>۱</sup>

۱. نویسنده مسؤول، استادیار گروه مترع و آبخیزداری و عضو گروه پژوهشی خشکسالی و تغییر اقلیم، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند،  
بیرجند، ایران. ایام: rostapour@birjand.ac.ir

اطلاعات مقاله	نوع مقاله:
سابقه و هدف: با توجه به سطح وسیع مراتع ایران و محدودیت زمان و بودجه، برآورده استقیم تولید از طریق تعداد زیاد نمونه میسر نیست. از این رو روش‌های غیرمستقیم مثل برآورد فیتموس از روی ابعاد گیاه یکی از روش‌های پیشنهادی توسط پژوهشگران علوم مرتع است. مسئله‌ای که وجود دارد این است که چه تعداد پایه می‌باشد قطع شود تا به معادله معتبری دست یابیم؟ از این رو پژوهش حاضر ضمن تعیین حداقل نمونه لازم برای روش قطع و توزین با استفاده از آنالیز توان، تاثیر اندازه نمونه را بر نتایج آزمون‌های همبستگی و رگرسیون بررسی می‌کند.	مقاله کامل – پژوهشی
مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر در مناطق چهارگانه پروژه ترسیب کربن حسین‌آباد سرپیشه، استان خراسان جنوبی انجام شد. نمونه‌برداری در زمان رشد کامل <i>Atriplex canescens</i> (Pursh) Nutt. به عنوان گیاه شاخص کاشته شده در این پروژه انجام شد. برای محاسبه تعداد پایه مورد نیاز، نمونه‌برداری اولیه (۱۰ پایه) انجام شد. بدین منظور، در هر ردیف، به صورت تصادفی، یک پایه آتریپلکس انتخاب و ابعاد آن با متر اندازه‌گیری شد. سپس برای برآورد فیتموس، کل بخش هوایی گیاه قطع شد. پس از خشک شدن در محیط سایه، فیتموس بخش هوایی به صورت کیلوگرم محاسبه شد. آزمون همبستگی جهت بررسی شدت و جهت رابطه بین ابعاد گیاه و فیتموس و آزمون رگرسیون جهت تعیین معادله انجام شد. با داشتن $4$ عامل اندازه اثر، توان مدنظر آزمایش ( $60$ درصد و $80$ درصد)، سطح معنی‌داری $0.05$ و فرضیه مقابل، اندازه نمونه لازم توسط بسته‌های R محاسبه شد. همچنین در پژوهش حاضر، تعداد نمونه لازم به روش ترسیمی نیز تعیین شد. پس از مشخص شدن تعداد نمونه مورد نیاز، نمونه‌برداری مجدد انجام شد و تعداد نمونه به $20$ و $30$ نمونه افزایش یافت. به منظور بررسی دقت نمونه‌برداری، از معیار ضریب تغییرات (CV) استفاده شد. پس از آزمون رگرسیون، برای انتخاب بهترین مدل، از معیارهای $R^2$ , AIC و BIC ... استفاده شد.	تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۰۶ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۸
نتایج: نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که در $10$ پایه اولیه، بین ارتفاع و فیتموس آتریپلکس همبستگی معنی‌داری وجود ندارد ((2-tailed)) ( $t(8) = 1.42$ , $p > 0.05$ ). با افزایش تعداد پایه به $20$ و $30$ عدد، ضریب همبستگی بین دو متغیر معنی‌دار شده است ((2-tailed)) ( $t(18) = 3.84$ , $p < 0.01$ ) و ((2-tailed)) ( $t(28) = 4.15$ , $p < 0.01$ ). نتایج نشان می‌دهد که با افزایش تعداد پایه، توان آزمون همبستگی و رگرسیون به همان میزان افزایش بیدا می‌کند (توان آزمون همبستگی ترتیب: $0/93$ , $0/90$ و $0/99$ و توان	واژه‌های کلیدی: آتریپلکس، ابعاد گیاه، اندازه نمونه، توان آزمون، تولید علوفه.

آزمون رگرسیون بهترتبیب:  $0.29 \pm 0.097$ . نتیجه آزمون هاروی-کولر نشان می‌دهد که رابطه خطی بین ارتفاع و فیتومس گیاه در داده‌های  $20 \pm 30$  پایه اولیه معنی‌دار است ( $p < 0.05$ ). اما رابطه خطی بین ارتفاع و فیتومس در کل  $30 \pm 30$  پایه معنی‌دار نیست ( $p > 0.05$ ). نتایج نشان می‌دهد که برای رسیدن به توان  $60 \pm 80$  درصد، بهترتبیب حداقل حدود  $23 \pm 36$  پایه مورد نیاز است. نتایج نشان می‌دهد که دقیق نمونه‌برداری در اندازه‌گیری ارتفاع گیاه، بیشتر از فیتومس بوده است، همچنین با افزایش تعداد دفعات نمونه‌برداری، دقیق نمونه‌برداری کاهش یافته است.

**نتیجه‌گیری:** نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که توان آزمون همبستگی و رگرسیون  $10 \pm 50$  کمتر از  $50 \pm 10$  درصد است. طبق قرارداد، مطالعات با توان کمتر از  $50 \pm 10$  درصد معمولاً نباید انجام شود. از این رو، تعداد  $10 \pm 10$  پایه تحت هیچ شرایطی توصیه نمی‌شود. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش تعداد نمونه، ضریب تغییرات ارتفاع و فیتومس گیاه افزایش و دقیق نمونه‌برداری کاهش پیدا می‌کند. در پژوهش‌های علوم مرتع، بهویژه نمونه‌برداری‌های میدانی، با افزایش تعداد نمونه، پژوهشگر خسته شده و تخمین‌ها و برداشت‌های بعدی با دقیق کمتری انجام می‌شود. نتیجه پژوهش حاضر نشان می‌دهد که با استفاده از روش ترسیمی نمی‌توان تعداد نمونه لازم برای برآورد فیتومس آتریپلکس را تعیین کرد.

استناد: رستمپور، م. ۱۴۰۲. محاسبه تعداد نمونه لازم برای برآورد فیتومس *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. به روش غیرمستقیم. مرتع، ۱۷(۴): ۵۵۰-۵۶۹.



DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9

© نویسنده‌ان

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

## مقدمه

اکوسیستم‌های مرتعی، کارکردهای متنوعی دارند و تولید علوفه یکی از مهم‌ترین کارکردهای اقتصادی اکوسیستم‌های مرتعی است و برآورد میزان دقیق تولید می‌تواند به مدیران مرتع به منظور تعیین ظرفیت چرا در تهیه طرح‌های مرتعداری کمک شایانی نماید (۲). یکی از اجزای تولید یا عملکرد گیاهان، فیتومس است. برآورد بیومس در مطالعات آت اکولوژی، یکی از اهداف از پیش تعیین شده در ارزیابی و پایش رویشگاه‌های مرتعی است (۴). بیومس اجزای مختلفی دارد، اینچنان مرتعداری (۱۹۹۸) فیتومس را مقدار کل گیاهان (شامل بخش‌های غیرزنده متصل به گیاه) در بالا و زیر زمین در یک مکان و در یک زمان معین تعریف می‌کند. اولمن و همکاران (۲۰۱۶) فیتومس هوایی را مولفه اصلی کمیت علوفه می‌داند که زی توده زنده سرپا است و جزبی از بیومس گیاهی اطلاق می‌شود. سیاه منصور و همکاران (۲۰۲۲) تولید علوفه را معادل با فیتومس اندام‌های هوایی دانستند. فیتومس بخش هوایی یکی از شاخص‌های تعیین وضعیت مرتع (۲۶) است و بخش مهمی از چرخه کربن محسوب می‌شود و یکی از شاخص‌های کلیدی عملکرد یک اکوسیستم است (۴).

برآورد مستقیم زی توده بالای سطح زمین (هر عنوانی که داشته باشد) هزینه‌بردار، وقت‌گیر و مخرب است (۲۱). همچنین با توجه به سطح وسیع مرتع ایران و محدودیت زمان و بودجه، برآورد مستقیم تولید مرتع از طریق تعداد زیاد نمونه میسر نیست (۱۱). از این رو روش‌های غیرمستقیم مثل برآورد فیتومس از روی ابعاد گیاه یکی از روش‌های پیشنهادی توسط پژوهشگران علوم مرتع است (۴). به نظر می‌رسد بین ابعاد گیاه و فیتومس، ارتباط معنی‌داری وجود داشته باشد و بتوان با استفاده از آزمون‌های همبستگی و رگرسیون، معادله‌ای مناسب تهیه و فیتومس را از روی ابعاد گیاه تخمین زد. از بین صفات گیاه، اندازه‌گیری ارتفاع، راحت‌تر و سریع‌تر از سایر صفات است و در خصوص برآورد تولید یا فیتومس از روی ارتفاع گیاهان مرتعی تاکنون پژوهشی انجام نشده است، اما در حوزه کشاورزی برخی از پژوهش‌ها نشان می‌دهد مثلاً همبستگی معنی‌داری بین ارتفاع پایه گیاهی سورگوم و وزن خشک

ساقه پایه گیاهی (ضریب همبستگی: ۰/۹۴) یا عملکرد بیولوژیک (۰/۵۷) وجود دارد (۳۲ و ۵). یا بین ارتفاع ساقه اصلی با وزن خشک ساقه و عملکرد خشک اسپرس *Onobrychis vicifolia*) همبستگی معنی‌داری وجود ندارد (ضریب همبستگی به ترتیب ۰/۳۷ و ۰/۳۲) (۱۰). در پژوهشی دیگر، عملکرد خشک علوفه اسپرس و متوسط ارتفاع گیاه همبستگی معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ داشتند (۱۸). همچنین در یونجه بین طول گیاه و وزن خشک گیاه نیز همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد (ضریب همبستگی: ۰/۰۲) (۳۷).

مسئله‌ای که در این گونه پژوهش‌ها وجود دارد این است که چه تعداد گیاه یا چه تعداد نمونه می‌باشد انتخاب و قطع شود تا به معادله معتبری دست یابیم؟ در مطالعات سیناکولوژی (به ویژه جامعه‌شناسی گیاهی)، تعیین تعداد نمونه برای ارزیابی پوشش گیاهی توسط روش‌های آماری و گرافیکی کاملاً مرسوم و شناخته شده است (۴). اما جهت ارزیابی ارتباط بین دو پدیده یا صفت، چه تعداد نمونه در مرتع برداشت شود، سوالی است که هنوز محققین علوم مرتع پاسخ مشخصی به آن نداده‌اند. اندازه نمونه (تعداد نمونه) تأثیر زیادی بر معنی‌داری آماری و تفسیر نتیجه آماری دارد (۳۱). از این رو مسئله تعیین اندازه نمونه در تحلیل‌های همبستگی و رگرسیون، مسئله تازه‌ای در علوم مختلف نیست. با صرف نظر از پژوهش‌های علوم انسانی، آمار و پژوهشی (۱، ۱۹، ۳۴، ۲۰، ۶، ۲۰ و ۷) در حوزه کشاورزی، پژوهش‌هایی در این زمینه انجام شده است. به عنوان مثال ساری و همکاران (۲۰۱۷) به منظور تعیین اندازه نمونه مورد نیاز برای تخمین ضریب همبستگی پرسون بین متغیرهای عملکردی گوجه فرنگی پژوهشی در دو گلخانه تحقیقاتی انجام دادند. ۱۰ پایه گیاهی انتخاب و توسط روش قطع و توزن، تولید اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که برای ضریب همبستگی ۰/۴ حداقل ۲۰۰ تا ۲۷۵ پایه گیاهی می‌باشد نمونه‌برداری شود. توابی و همکاران (۲۰۱۹) جهت تعیین اندازه نمونه لازم برای برآورد ضرایب همبستگی خطی پرسون مربوط به صفات غلاف گیاه کتف (*Crotalaria*) حدود ۱۰۰۰ غلاف جمع آوری کردند، نتایج نشان داد برای برآورد ضرایب همبستگی

۸۵ کیلومتری شهرستان بیرجند مرکز استان خراسان جنوبی انجام شد.

*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. گونه آتریپلکس در سال ۱۳۸۸ در منطقه عباسآباد ۲ کاشته شد. پژوهش حاضر در مناطق چهارگانه پروژه ترسیب کربن حسینآباد سربیشه، استان خراسان جنوبی انجام شد. نمونه برداری در اواخر خرداد و اوایل تیرماه سال ۱۴۰۱ که گیاه به رشد کامل رسیده بود انجام شد. سن پایه‌های گیاهی ۱۳ سال بود. همه پایه‌های کاشته شده، به روش گلدانی تهیه و در چاله‌هایی که از قبل با فواصل مساوی احداث شده بودند باز کاشت شده بودند، هیچ پایه‌ای نیز زادآوری طبیعی نداشت. بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ توسط دانشگاه بیرجند، تغییرات پوشش گیاهی آن نیز پایش شده بود و اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه (به ویژه اندازه‌گیری فیتومس هوایی) در پژوهش حاضر بر اساس شرح خدمات آن دستورالعمل انجام شد (در ادامه تشریح می‌شود).

#### مراحل تعیین تعداد نمونه مورد نیاز

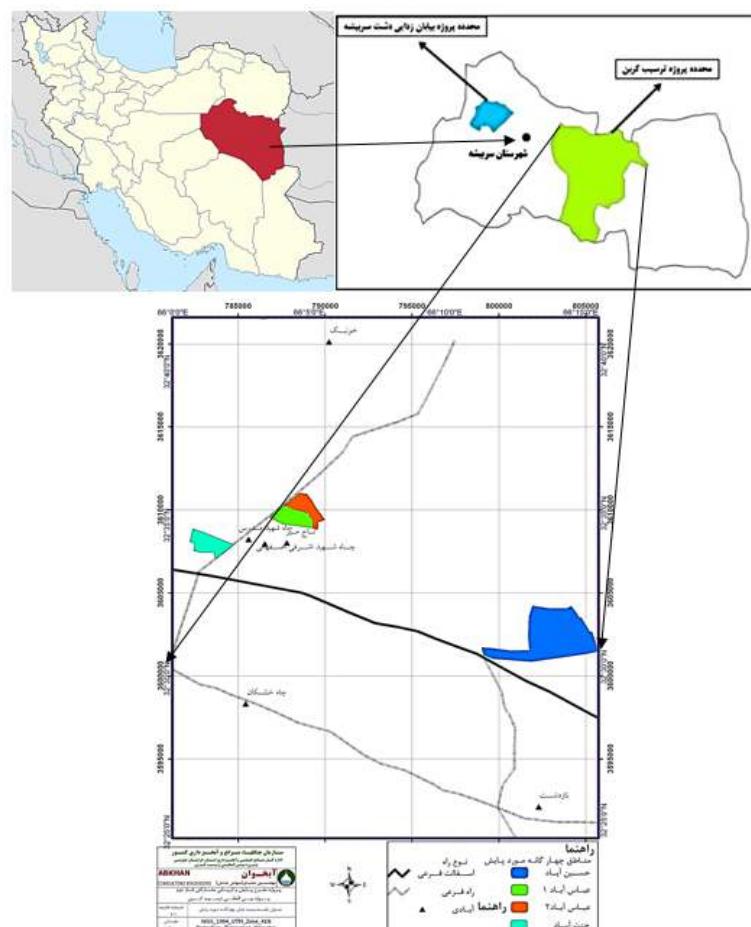
یکی از موارد شرح خدمات طرح پایش پوشش گیاهی این پروژه، تعیین بیوماس گیاهی (سطحی و زیرزمینی) در گونه‌های موجود عرصه و گونه‌های کاشت شده بود (۳۰). جهت تعیین تعداد نمونه لازم برای برآورد دقیقی از قطع و توزیع، ۹ مرحله مهم شکل (۲) در ادامه تشریح می‌شود.

(۲۰) با حدود اطمینان ۹۵ درصد) بین ۱۰ تا ۴۴۰ غلاف مورد نیاز است. کارگنلتوی و تویی (۲۰۲۰) به منظور تعیین تعداد پایه‌های گیاهی مورد نیاز برای مدل‌سازی عملکرد دانه ذرت به عنوان تابعی از طول بلال و قطر بلال با استفاده از مدل رگرسیون چندگانه، از آنالیز توان استفاده کردند. آنها نتیجه گرفتند اندازه گیری حداقل ۲۶۰ پایه گیاهی برای تنظیم مدل‌های رگرسیون چندگانه دقیق کافی است. به دلیل اهمیت برآورد تولید و فیتومس در مطالعات اندازه‌گیری و پایش مراتع، وابستگی تولید به شرایط آب و هوایی و تغییرات سال به سال تولید علوفه (۲۷) در طرح‌های پایش پوشش گیاهی مراتع ایران، تولید علوفه هرساله اندازه‌گیری می‌شود، بنابراین تعیین حداقل تعداد نمونه که کمترین تخریب و بیشترین دقت را داشته باشد ضروری به نظر می‌رسد. از این رو پژوهش حاضر ضمن تعیین حداقل تعداد نمونه لازم برای روش قطع و توزیع با استفاده از دو روش آنالیز توان و ترسیمی، تاثیر تعداد نمونه را بر نتایج آزمون‌های همبستگی و رگرسیون بررسی می‌کند.

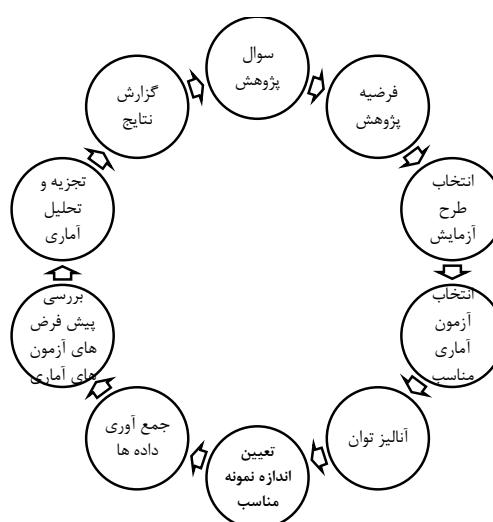
#### مواد و روش‌ها

##### مشخصات منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در چهار منطقه اجرایی پروژه ترسیب کربن شامل حسینآباد، عباسآباد ۱، عباسآباد ۲ و جنت آباد (شکل ۱) واقع در دشت حسینآباد سربیشه، در فاصله



شکل ۱: موقعیت شهرستان سرپیشه و مناطق چهارگانه مورد پایش پروژه بین المللی ترسیب کریں در استان خراسان جنوبی



## شکل ۲: مراحل انجام پژوهش حاضر

بین چهار خصوصیت درصد تاج پوشش، ارتفاع، سطح و حجم گیاه با فیتومس محاسبه شد. سپس کلیه صفات به روش حذف پسرو وارد معادله رگرسیون چندگانه شد و مقادیر عامل تورم واریانس (VIF) صفات تعیین شد. صفاتی که مقدار VIF آن بیشتر از ۵ بود از معادله حذف شد. سپس تحلیل رگرسیون ادامه پیدا کرد تا زمانی که مقادیر VIF کلیه صفات باقیمانده در معادله، کمتر از ۵ شود. در نهایت از بین صفات مورد مطالعه، موثرترین صفت براساس ضریب lm تاثیر (Beta) تعیین شد. بدین منظور از توابع cor.test و vif در بسته های stats (نسخه ۴.۱.۱) و car (نسخه ۱-۳) استفاده شد. خط و معادله رگرسیون به همراه ضریب تشخیص بر روی نمودار پراکنش توسطتابع correlation در بسته AgroReg (نسخه ۱.۲۵) رسم شد.

مرحله چهارم-آنالیز توان آزمایش: آنالیز توان، بستگی به رابطه بین ۶ متغیر زیر دارد:

۱. رابطه زیستی مدنظر بین داده‌ها ۲. تغییرات در بین داده‌ها (انحراف معیار)، ۳. سطح معنی‌داری ( $0.05 < 0.01$ ) ۴. توان مد نظر برای آزمایش ( $60$  درصد یا  $80$  درصد)
۵. اندازه نمونه ۶. فرض مقابل (یک دامنه یا دو دامنه)

دو مورد اول، جمعاً «اندازه اثر آزمایش» را نشان می‌دهد. رابطه زیستی مدنظر بین داده‌ها، حداقل ارتباط بیولوژیکی معنی‌دار را نشان می‌دهد، این میزان رابطه باید از نظر علمی تعیین شود، نه از نظر آماری و معمولاً از پژوهش‌های قبلی (داده‌های به دست آمده از فراتحلیل) یا مطالعه مقدماتی (پایلوت) به دست می‌آید. انحراف معیار براساس داده‌های موجود به دست می‌آید، ترکیب این دو مولفه، اندازه اثر آزمایش را نشان می‌دهد. هرچه اندازه اثر بزرگتر باشد، اندازه نمونه آزمایش برای تشخیص این رابطه، کوچکتر خواهد بود. از آنجایی که در این زمینه در پژوهش‌های علوم مرتع، اطلاعاتی وجود ندارد، از روش قراردادی کوهن استفاده شد (جدول ۱).

مرحله اول- تعیین فرضیه پژوهش: در این پژوهش فرض می‌شود، با افزایش تعداد نمونه، ضریب همبستگی و توان آزمون افزایش می‌یابد. همچنین هر چه تعداد نمونه افزایش پیدا می‌کند، به همان میزان دقت نمونه‌برداری نیز افزایش می‌یابد.

مرحله دوم-انتخاب طرح آزمایش: در این پژوهش، ابتدا به صورت کاملاً تصادفی، تعداد  $10 \times 5 \times 5$  متر در محل نهالکاری آتریپلکس مستقر شد. اندازه پلات براساس مطالعات قبلی تعیین شده بود ( $30$ ). برای محاسبه تعداد نمونه مورد نیاز، نمونه‌برداری اولیه انجام شد. بدین منظور، در هر ردیف، به صورت تصادفی، یک نمونه مستقر و درصد تاج پوشش آتریپلکس کاشته شده برآورد شد. سپس ارتفاع آن با متر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع، از طوقه روی سطح خاک تا بالاترین شاخه درختچه در نظر گرفته شد. جهت حصول به ارتفاع متوسط، در مواردی که قسمت فوقانی تاج پوشش گیاه نامتقارن یا غیر همسطح است، ارتفاع عمومی یعنی حدفاصل قسمت‌های بالا پایین، مطرح است. سطح و حجم گیاه آتریپلکس به ترتیب براساس حاصلضرب شعاع در  $\frac{3}{14}$  و ارتفاع در سطح تعیین شد ( $24$ ). سپس برای برآورد بیومس هوایی، کل گیاه توسط بیل از خاک خارج شد و پس از قطع ریشه، فیتومس هوایی در محیط سایه خشک شد. کل بیوماس هوایی گیاه بر حسب کیلوگرم محاسبه شد.

مرحله سوم-انتخاب آزمون آماری مناسب: از آنجایی که هدف از این پژوهش، برآورد فیتومس از روی ابعاد گیاه است، آزمون همبستگی جهت بررسی شدت و جهت رابطه بین ابعاد گیاه و فیتومس و آزمون رگرسیون جهت تعیین معادله انتخاب شد. طبقه‌بندی قراردادی شدت رابطه بین دو متغیر براساس ضریب همبستگی پیرسون بدین صورت بود: شدت خیلی کم ( $0.19 \leq r < 0.20$ )، کم ( $0.20 \leq r < 0.39$ ، متوسط  $0.39 \leq r < 0.40$ ، شدید  $0.40 \leq r < 0.59$ ) و خیلی شدید ( $0.59 \leq r < 1.00$ ). ابتدا ضریب همبستگی چندگانه پیرسون

جدول ۱: اندازه اثربارهای قراردادی در آزمون‌های همبستگی و رگرسیون

رگرسیون	همبستگی	اندازه اثر		
$f^2$	PV	d	r	
۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۲	۰/۱	کوچک
۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۵	۰/۳	متوسط
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۸	۰/۵	بزرگ

R: ضریب همبستگی، d: اختلاف میانگین استانداردشده، PV: ضریب تشخیص (واریانس توضیح داده شده یا  $f^2$ ) و  $f^2$ : نسبت واریانس توضیح داده شده به واریانس توضیح داده نشده. R به صورت  $-0/1/3$  و  $-0/5$  نیز می‌باشد. نکته: آماره d از صفر تا بی‌نهایت و ضریب r از  $-1$  تا  $+1$  تغییر می‌کند.

فرض مقابل: تیمار دارای اثرات معنی‌داری بر اندازه اثر است.

ابتدا مقدار d آزمون‌های فوق توسطتابع res در بسته compute.es (نسخه ۰.۵-۰.۲) محاسبه شد. سپس اندازه اثر توسطتابع r\_to\_d در بسته effectsize (نسخه ۰.۵) محاسبه شد (۲۸).

تعیین توان آزمون: پس از محاسبه r و  $f^2$  با استفاده از توابع pwr.f2.test و pwr.r.test در بسته pwr، توان آزمون‌های همبستگی و رگرسیون توسط بسته فوق و نرم افزار G\*Power (نسخه ۳.۱.۹.۴) تعیین شد (شکل ۳).

به منظور محاسبه اندازه اثر آزمون‌های همبستگی و رگرسیون از روابط (۱) و (۲) استفاده شد (۲۸).

رابطه (۱):

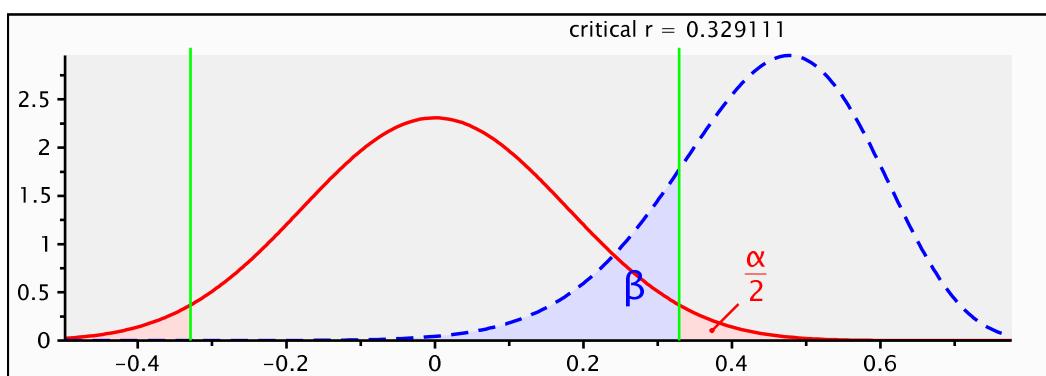
$$d = \frac{2r}{\sqrt{1-r^2}}$$

رابطه (۲):

$$f^2 = \frac{R^2}{1-R^2}$$

برای معنی‌داری ضرایب همبستگی و اندازه اثر، از آزمون z استفاده شد. در این آزمون دو فرض زیر بررسی شد:

فرض صفر: تیمار بر روی اندازه اثر تاثیر معنی‌داری ندارد.



شکل ۳: نمایش  $\beta$ ،  $\alpha$  و توان آزمون همبستگی در تعداد ۱۰ نمونه اولیه (تھیه شده توسط نرم افزار G\*Power نسخه ۳.۱.۹.۴)

رابطه (۳):

$$N = \left( \frac{Z_{\alpha} + Z_{\beta}}{C(r)} \right)^2 + 3^2$$

رابطه (۴):

$$C(r) = \frac{1}{2} \log \frac{1+r}{1-r}$$

که در آن، N: تعداد نمونه مورد نیاز، C(r): تبدیل آرک تانژانت فیشر،  $\alpha$ : احتمال خطای نوع I (سطح معنی‌داری) و  $\beta$ : احتمال خطای نوع II (توان آزمون). مقدار

مرحله پنجم-تعیین تعداد نمونه مورد نیاز: برای محاسبه تعداد نمونه مورد نیاز، با داشتن ۴ عامل اندازه اثر، توان مدنظر آزمایش (۶۰ درصد و ۸۰ درصد)، سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و فرضیه مقابل (آزمون دو دامنه)، تعداد نمونه لازم توسط توابع pwr.f2.test و pwr.r.test در بسته pwr است (نسخه ۳.۱.۹.۰)، محاسبه شد (روابط ۳ و ۴).

N خروجی توابع فوق برای همبستگی، با گرد کردن دو رقم اعشار مشخص شد، اما برای آزمون رگرسیون، تعداد نمونه از رابطه (۵) به دست آمد.

رابطه (۵):

$$N = v + u + 1$$

که در آن N : تعداد نمونه مورد نیاز، v: درجه آزادی خط، u: تعداد متغیر مستقل.

همچنین علاوه بر حداقل تعداد نمونه، تعداد نمونه بهینه برای آزمون همبستگی توسط تابع size.cor در بسته seqtest (نسخه ۰.۱۰) محاسبه شد. همچنین در پژوهش حاضر، تعداد نمونه لازم به روش ترسیمی نیز تعیین شد. در روش ترسیمی، فتیومس روزمنی و درصد تاج پوشش آتریپلکس به عنوان دو تا از شاخص‌های پوشش گیاهی تازمانی نمونه برداری ادامه داشت که حداقل ۳۰ پایه گیاهی اندازه‌گیری شود. در هر بار که پلات مستقر و شاخص‌های مورد نظر اندازه‌گیری شد، در نهایت با ترسیم منحنی تغییر فیتمس و درصد تاج پوشش در پلات‌های اندازه‌گیری شده تعداد نمونه لازم در محلی که نوسانات منحنی به حداقل می‌رسد یا تقریباً به صورت خط صاف در می‌آید تعیین شد (۲۳).

مرحله ششم- جمع‌آوری داده‌ها: پس از مشخص شدن تعداد نمونه مورد نیاز، نمونه برداری مجددأ انجام شد و تعداد نمونه به ۲۰ و ۳۰ نمونه افزایش یافت و مجددأ مراحل فوق بر روی آنها نیز انجام شد تا فرضیه پژوهش، آزمون شود.

مرحله هفتم- بررسی پیش فرض‌های آزمون‌های آماری: از آنجایی که نرمال بودن داده‌ها و باقی‌مانده‌ها و خطی بودن رابطه بین دو متغیر، از جمله پیش فرض‌های آزمون‌های همبستگی (ضریب همبستگی پیرسون) و رگرسیون خطی ساده است، این پیش فرض‌ها توسط آزمون‌های نرمالیتی شاپیرو-ولیک، آندرسون-دارلینگ و جارکو-برا بررسی شد. آزمون‌های نرمالیتی با توابع همان نام آزمون توسط بسته nortest (نسخه ۰.۱۰) انجام شد. جهت بررسی خطی بودن روابط، از آزمون Harvey-Collier (تابع harvtest) توسط بسته lmtest (نسخه ۰.۹-۳۹). استفاده شد.

## نتایج آمار توصیفی

نتایج آمار توصیفی خصوصیات اندازه گیری شده در جدول (۲) ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، کمترین اشتباه معیار، دامنه تغییرات و ضریب تغییرات که نشان‌دهنده دقت است در صفت ارتفاع است. ضرایب کجی و کشیدگی نیز نشان‌دهنده تقارن داده‌های صفات مورد

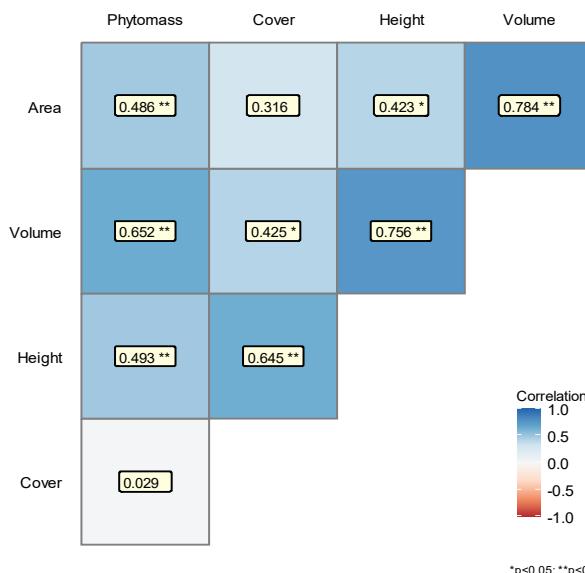
مطالعه است. بیشترین تغییرات مربوط به اندازه‌گیری درصد پوشش، سطح و فیتومس است.

جدول ۲: آماره‌های توصیفی خصوصیات مورد مطالعه

آماره‌های توصیفی	فیتومس (کیلوگرم)	درصد پوشش	ارتفاع (متر)	حجم (متر مکعب)	سطح (متر مربع)
میانگین	۴/۱۳	۱/۲۳	۱/۰۱	۲/۱۶	۲/۹۸
اشتیاه معیار از میانگین	۰/۶۰	۰/۲۲	۰/۰۳	۰/۴۰	۰/۴۴
دامنه تغییرات	۵/۵۷	۴/۱۷	۰/۷۵	۷/۲۲	۸/۸۱
انحراف معیار	۳/۳۰	۱/۱۹	۰/۱۷	۲/۱۰	۲/۴۰
کجح	۱/۰۱	۰/۸۱	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۴۵
کشیدگی	-۰/۱۳	-۰/۳۹	۰/۴۹	-۱/۱۷	۰/۶۶
ضریب تغییرات	۰/۷۹	۰/۹۷	۰/۱۶	۰/۶۲	۰/۸۰

آمار تحلیلی  
تحلیل همبستگی چندگانه  
نتایج تحلیل همبستگی چندگانه نشان می‌دهد بین  
فیتومس آتریپلکس با سطح (2-)  $r = 0.49$ ,  $p < 0.01$  (2-tailed))  
و ارتفاع (math)  $r = 0.65$ ,  $p < 0.01$  (2-tailed))، حجم (tailed)  
وجود ندارد (شکل ۴).

آمار تحلیلی  
تحلیل همبستگی چندگانه  
نتایج تحلیل همبستگی چندگانه نشان می‌دهد بین  
فیتومس آتریپلکس با سطح (2-)  $r = 0.49$ ,  $p < 0.01$  (2-tailed))  
و ارتفاع (math)  $r = 0.65$ ,  $p < 0.01$  (2-tailed))، حجم (tailed)



شکل ۴: نمودار همبستگی چندگانه (corgraph) صفات مورد مطالعه با فیتومس آتریپلکس

$R^2 = .49$ ,  $F(3, 25) = 8.15$ ,  $p \leq 0.01$ ). از بین صفات مورد مطالعه، ارتفاع گیاه با بیشترین ضریب تاثیر ( $Beta = 0.67$ ) حدود ۶۷ درصد تغییرات فیتومس گیاه آتریپلکس را توجیه می‌کند (جدول ۴).

تحلیل رگرسیون چندگانه نتایج نشان می‌دهد که مقدار عامل تورم واریانس (VIF) حجم آتریپلکس بیشتر از ۵ است و می‌بایست از معادله حذف شود (جدول ۳). معادله کلی نشان می‌دهد که رابطه خطی معنی‌داری بین فیتومس آتریپلکس با صفات

تحلیل همبستگی ارتفاع و فیتومس آتریپیلکس از آنجایی که ارتفاع گیاه بیشترین تاثیر را بر مدل رگرسیون دارد و اندازه‌گیری آن نسبت به درصد پوشش، سطح و حجم راحت‌تر و سریع‌تر انجام می‌شود، بدینه تحلیل‌های آماری بر روی ارتفاع و فیتومس آتریپیلکس ادامه پیدا کرد. نتایج نشان می‌دهد که داده‌های ارتفاع گیاه در تمامی نمونه‌های مورد مطالعه نرمال است ( $p > 0.05$ ) (2-tailed). داده‌های فیتومس گیاه تا ۲۰ نمونه اول نرمال هستند، اما نتایج آزمون شاپیرو-ویلک و آندرسون-دارلینگ نشان می‌دهد که داده‌های مجموع ۳۰ نمونه نرمال نیستند ( $p \leq 0.01$ ). اما نتایج آزمون جارکو-برا حاکی از نرمال بودن داده‌های فیتومس دارد ( $p > 0.05$ ) (2-tailed) (جدول ۵).

جدول ۳: مقادیر عامل تورم واریانس (VIF) ابعاد گیاه تریپیلکس

مدل رگرسیونی	در دو مدل رگرسیون			
	VIF	درصد پوشش	مدل اول	مدل دوم
حجم	ارتفاع	درصد پوشش		
۷/۳۶	۴/۴۰	۵/۰۰	۳/۳۳	
-	۱/۲۲	۱/۸۹	۱/۷۲	

جدول ۴: نتایج دو مدل رگرسیون برآورد فیتومس گیاه از روی ابعاد گیاه آتریپیلکس

ضرایب	برآورد	معیار	اشتباه	ضریب تاثیر	t مقدار	Pr(> t )
مقدار ثابت	-۸/۲۹	۳/۱۷	-	-۲/۶۱	-۰/۰۱	
درصد پوشش	-۱/۳۵	۰/۴۸	-۰/۰۵۲	-۲/۸۰	***/۰/۰۱	
ارتفاع سطح	۱۲/۳۵	۳/۵۷	۰/۰۶۷	۳/۴۵	***/۰/۰۱	
	۰/۴۷	۰/۲۰	۰/۰۳۶	۲/۳۲	*۰/۰۳	

جدول ۵: نتایج آزمون‌های نرمالیتی داده‌های ارتفاع و فیتومس آتریپیلکس در مراتع سریبشه

Jarque-Bera			Anderson-Darling			Shapiro-Wilk		
p.value	آماره	p.value	آماره	p.value	آماره	آماره	آرتفاع گیاه	
۰/۶۷	۰/۸۱	۰/۳۳	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۹۲	۰/۹۲	۱۰ نمونه	
۰/۴۲	۱/۷۴	۰/۱۷	۰/۵۱	۰/۱۴	۰/۹۳	۰/۹۳	۱۰ نمونه	
۰/۱۳	۴/۰۸	۰/۰۹	۰/۶۳	۰/۰۸	۰/۹۴	۰/۹۴	۱۰ نمونه	
۰/۲۱	۳/۰۸	۰/۱۲	۰/۵۵	۰/۰۹	۰/۸۷	۰/۸۷	۱۰ نمونه	
۰/۵۲	۱/۲۹	۰/۱۱	۰/۵۸	۰/۱۵	۰/۹۳	۰/۹۳	۱۰ نمونه	
۰/۱۸	۳/۴۸	۰/۰	۱/۱۷	۰/۰	۰/۸۸	۰/۸۸	۱۰ نمونه	

پیرسون در ۲۰ نمونه و ۳۰ نمونه نمونه‌برداری شده، بزرگ d و معنی‌دار است (بهترتبی:  $d = 1.81$ ,  $p < 0.01$ ) ( $t(8) = 1.42$ ,  $p > 0.05$ ). همچنین نتایج نشان می‌دهد که با افزایش تعداد نمونه، توان آزمون به همان میزان افزایش پیدا می‌کند (توان آزمون بهترتبی:  $0/۹۳$ ,  $0/۹۹$  و  $0/۹۹$ ). همچنین نتیجه آزمون هاروی-کولیر نشان می‌دهد که رابطه خطی بین ارتفاع و فیتومس گیاه در داده‌های ۲۰ نمونه اولیه معنی‌دار است ( $p < 0.05$ ). اما رابطه خطی بین ارتفاع و فیتومس در کل ۳۰ نمونه معنی‌دار نیست ( $p < 0.05$ ). (جدول ۶).

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که در ۱۰ نمونه اولیه، بین ارتفاع و فیتومس آتریپیلکس همبستگی معنی‌داری وجود ندارد ( $t(8) = 1.42$ ,  $p > 0.05$ ). با افزایش تعداد نمونه به ۲۰ عدد، ضریب همبستگی بین دو متغیر مورد اندازه‌گیری معنی‌دار شده است ( $t(18) = 3.84$ ,  $p < 0.01$ ). با ادامه نمونه‌برداری، با افزایش تعداد نمونه به ۳۰ عدد، ضریب همبستگی بین دو متغیر مورد اندازه‌گیری معنی‌دار شده است ( $t(28) = 4.15$ ,  $p < 0.01$ ). اما اندازه اثر ضریب همبستگی نتایج نشان می‌دهد که در ۱۰ نمونه اولیه، اندازه اثر ضریب همبستگی پیرسون متوسط است، اما معنی‌دار نیست ( $t(28) = 0.62$ ,  $p > 0.05$ ).

## محاسبه تعداد نمونه لازم برای برآورد فیتومس *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. / رستمپور

جدول ۶: معنی‌داری ضرایب همبستگی و اندازه اثر، به همراه توان آزمون همبستگی در سه حجم نمونه مورد مطالعه

آزمون هاروی-کولیر		توان آزمون	اندازه اثر		ضریب همبستگی		تعداد نمونه (جمعی)		
p.value	آماره		(%)	p.value	Var(d)	d	p.value	Var(r)	R
-	-	۰/۲۷	۰/۲۱	۰/۵۶	۱/۰۱	۰/۱۹	۰/۰۷	۰/۴۵	۱۰
۰/۲۸	۱/۱۲	۰/۹۳	***۰/۰۱	۰/۳۸	۱/۸۱	***۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۶۷	۲۰
۰/۰۵	۲/۰۰۶	۰/۹۹	***۰/۰۰	۰/۲۲	۱/۵۷	***۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۶۲	۳۰

۱۰ نمونه اولیه متوسط و ضریب همبستگی ۲۰ و ۳۰ نمونه، دارای اندازه اثر بزرگ است، جهت بررسی اختلاف آماری مقادیر اندازه اثر، از آزمون Z استفاده شد. نتایج نشان داد که اندازه اثر هیچکدام از ضرایب همبستگی با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌داری ندارند ( $p > 0.05$ ) (جدول ۷).

شدت همبستگی در ۱۰ نمونه، متوسط و در ۲۰ و ۳۰ نمونه، شدید است (با مراجعه به جدول ۱). جهت مقایسه آماری تفاوت بین ضرایب همبستگی از آزمون Z استفاده شد. نتایج نشان داد که هیچکدام از ضرایب همبستگی با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌داری ندارند ( $p > 0.05$ ). همچنین بر اساس جدول (۲)، اندازه اثر ضریب همبستگی

جدول ۷: مقایسه ضرایب همبستگی با تعداد نمونه مختلف (آزمون دو دامنه)

اندازه اثر		ضریب همبستگی		نوع مقایسه	
p.value	Z	p.value	Z	۱۰ نمونه و ۲۰ نمونه	۱۰ نمونه و ۳۰ نمونه
۰/۴۱	۰/۸۳	۰/۴۵	۰/۷۳	۱۰ نمونه و ۲۰ نمونه	۱۰ نمونه و ۳۰ نمونه
۰/۵۲	۰/۶۳	۰/۵۷	۰/۵۷	۱۰ نمونه و ۲۰ نمونه	۱۰ نمونه و ۳۰ نمونه
۰/۷۶	۰/۳۱	۰/۷۸	۰/۲۸	۱۰ نمونه و ۲۰ نمونه	۱۰ نمونه و ۳۰ نمونه

نمونه می‌باشد. بنابراین در پژوهش حاضر، نمونه‌برداری حداقل می‌باشد بین ۲۰ تا ۳۵ نمونه ادامه پیدا می‌کرد (جدول ۸).

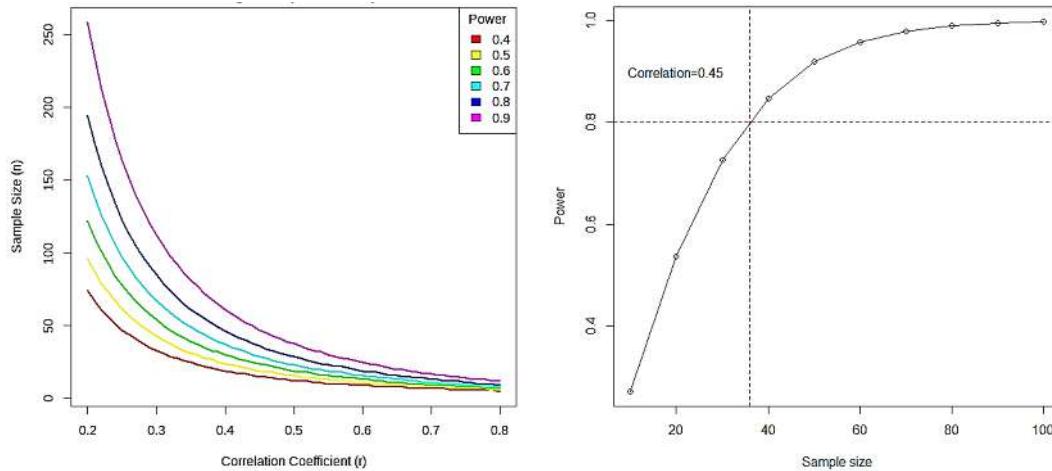
نتایج نشان می‌دهد که برای رسیدن به توان ۶۰ و ۸۰ درصد، به ترتیب حداقل حدود ۲۳ تا ۳۶ نمونه مورد نیاز است. تعداد نمونه بهینه در این سطح توان حدود ۶۲ تا ۹۶ است.

جدول ۸: حداقل و تعداد بهینه نمونه برای رسیدن به توان ۶۰ و ۸۰٪ آزمون همبستگی بین ارتفاع و فیتومس آتریپلکس

تعداد نمونه بهینه		حداقل تعداد نمونه		R	
تعداد نمونه	٪ توان	٪ توان	٪ توان	٪ توان	٪ توان
۹۶	۶۲	۳۶	۲۳	۰/۴۵	۱۰ نمونه اولیه

ارائه جزئیات بیشتر این نمودار، جدول (۱۰) تهیه شده است. از بین توان‌های ترسیم شده، معمولاً در پژوهش‌ها، دو توان ۶۰ و ۸۰ درصد در نظر گرفته می‌شود. همانطور که در جدول ۹ مشاهده می‌شود، برای ضرایب همبستگی با شدت متوسط ( $۰/۰۴$  و  $۰/۰۵$ ) در سطح توان ۶۰ درصد، از ۱۸ تا ۲۹ نمونه لازم است.

در ۱۰ نمونه اولیه، منحنی توان در برابر تعداد نمونه رسم شده است (شکل ۵). این گراف صعودی است و واضح است با افزایش تعداد نمونه، توان مطالعه نیز افزایش یافته و حداکثر برابر با یک می‌شود. برای سایر ضرایب همبستگی، نیز منحنی توان در برابر تعداد نمونه رسم شده است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش ضریب همبستگی و کاهش توان آزمون مورد نظر، تعداد نمونه کاهش می‌یابد (شکل ۶). برای



شکل ۶: تعیین ضریب همبستگی بر اساس حجم نمونه و توان آزمون مورد نظر

خواهد بود و همینطور اگر همبستگی شدید و خیلی شدید باشد به ترتیب حداقل ۹ و ۵ نمونه لازم است.

براساس جدول (۹)، در صورتی که همبستگی بین دو متغیر، خیلی کم باشد، بیشتر از ۴۹۰ نمونه لازم است، در صورتی که همبستگی کم باشد، حداقل ۵۳ نمونه لازم

جدول ۹: حداقل تعداد نمونه لازم برای آزمون همبستگی براساس توان آزمون مورد نظر (سطح معنی‌داری: ۰/۰۵)

شدت همبستگی	r	تعداد نمونه لازم	تعداد نمونه لازم	٪: توان
خیلی کم	۰/۱	۷۸۲	۴۸۹	۸۰
کم	۰/۲	۱۹۳	۱۲۲	۶۰
متوسط	۰/۳	۸۴	۵۳	
	۰/۴	۴۶	۲۹	
	۰/۵	۲۸	۱۸	
	۰/۶	۱۸	۱۲	
	۰/۷	۱۳	۹	
شدید	۰/۸	۹	۷	
خیلی شدید	۰/۹	۶	۵	

به ۷۰ درصد خطأ دارد. با افزایش تعداد نمونه، توان آزمون بین ۹۷ تا ۹۸٪ بوده و بین ۳ تا ۲ درصد خطای آزمون خواهد بود.

تحلیل رگرسیون ارتفاع و فیتوسوس آتریپلکس با مراجعه به جدول ۱، نتایج اندازه اثر تحلیل رگرسیون (جدول ۱۰) نشان می‌دهد که اندازه اثر آزمون رگرسیون هر سه شدت نمونه برداری در حد بزرگ تلقی می‌شوند. اما توان آزمون تعداد ۱۰ نمونه اولیه در حد ۲۹ درصد بوده و نزدیک

## محاسبه تعداد نمونه لازم برای برآورد فیتومس *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. / رستمپور

جدول ۱۰: نتایج اندازه اثر و توان آزمون رگرسیون در سه حجم نمونه مورد مطالعه

توان آزمون (%)	اندازه اثر		تعداد نمونه (جمعی)
	F <sup>2</sup>	PV	
۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۲۰	۱۰
۰/۹۷	۰/۸۲	۰/۴۵	۲۰
۰/۹۸	۰/۶۱	۰/۳۸	۳۰

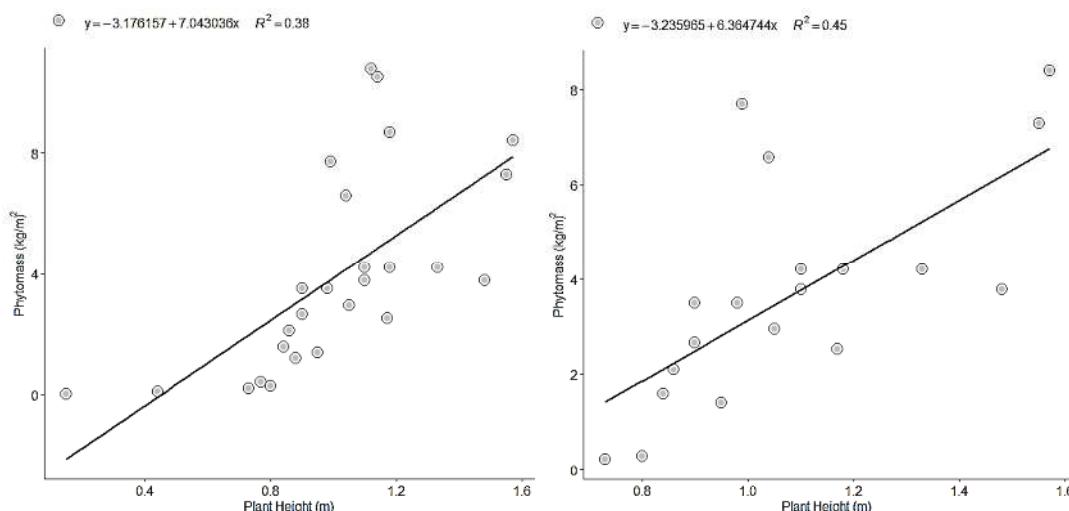
(p)<.001). همچنین در ۳۰ نمونه نیز عامل ارتفاع گیاه حدود ۳۸ درصد واریانس فیتومس را توضیح می‌دهد ( $R^2 = .38$ ,  $F(1, 28) = 17.232$ ,  $p \leq 0.01$ ) و امکان برآورد فیتومس از روی ارتفاع گیاه وجود دارد ( $\beta = 7.04$ ,  $p<.001$ ). نمودار پراکنش ارتفاع و فیتومس گیاه در دو مدل (۲۰ و ۳۰ نمونه) به همراه خط رگرسیون و معادله مربوطه در شکل ۷ نشان داده شده است.

با این وجود، به دلیل عدم معنی‌داری رابطه بین ارتفاع و فیتومس گیاه در ۱۰ نمونه اولیه، نتایج آزمون رگرسیون ۲۰ و ۳۰ نمونه گزارش شد (جدول ۱۱). نتایج تحلیل رگرسیون نشان می‌دهد که در ۲۰ نمونه، ارتفاع گیاه، حدود ۴۵ درصد واریانس فیتومس را توضیح می‌دهد ( $R^2 = .45$ ,  $F(1, 18) = 14.750$ ,  $p \leq 0.01$ ,  $F(1, 18) = 14.750$ ,  $p \leq 0.01$ )، از این رو می‌توان از روی ارتفاع گیاه، فیتومس گیاه را برآورد کرد ( $\beta = 6.36$ ,  $p<.001$ ).

جدول ۱۱: نتایج دو مدل رگرسیون برآورد فیتومس گیاه از روی ارتفاع گیاه آتریپیلس

تعداد نمونه	اجزای مدل		
	مدل ۲ (۳۰ نمونه)	مدل ۱ (۲۰ نمونه)	
۰/۰۴	۶/۳۶	۶/۳۶	ضریب رگرسیون
(۰/۶۹۷)	(۰/۶۵۷)	(۰/۶۵۷)	
-۳/۱۷۶	-۳/۲۲۶	-۳/۲۲۶	مقدار ثابت
(۱/۷۸۰)	(۱/۸۴۰)	(۱/۸۴۰)	
۰/۳۸	۰/۴۵	۰/۴۵	$R^2$
(۰/۷۲۳ *** درجه آزادی=۲۸, ۱=۱۷/۲۳)	(۰/۶۷۵ *** درجه آزادی=۱۸, ۱=۱۴/۷۵)	(۰/۶۷۵ *** درجه آزادی=۱۸, ۱=۱۴/۷۵)	F آماره

\*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01



شکل ۷: خط و معادله رگرسیون به همراه ضریب تشخیص بر روی نمودار پراکنش ارتفاع و فیتومس آتریپیلس در ۲۰ نمونه (سمت چپ) و ۳۰ نمونه (سمت راست)

جهت انتخاب بهترین مدل از بین دو مدل رگرسیونی بهدست آمده، از برخی از مهمترین معیارها استفاده شد (جدول ۱۲). مدلی بهتر است که ضریب تشخیص بالاتر،

جنبه Deviance و Sigma، RMSE، BIC، AIC کمتری داشته باشد. از این رو مدل ۱ یعنی ۲۰ نمونه بهتر از مدل ۲ یعنی ۳۰ نمونه است.

جدول ۱۲: معیارهای انتخاب مدل رگرسیون رابطه ارتفاع و فیتوسوس آتریپلکس در ۲۰ و ۳۰ نمونه

Deviance	Sigma	RMSE	BIC	AIC	R <sup>2</sup> (adj.)	R <sup>2</sup>	مدل
۵۵/۳	۱/۷۵	۱/۶۶	۸۶/۰۹	۸۳/۱۱	۰/۴۲	۰/۴۵	۲۰ نمونه
۲۰	۲/۶۷	۲/۵۸	۱۵۲/۲۱	۱۴۸/۰۱	۰/۳۶	۰/۳۸	۳۰ نمونه

دفعات نمونهبرداری، دقت نمونهبرداری کاهش یافته است (در مورد ارتفاع، افزایش CV از ۰/۱۶ به ۰/۳۹ و در مورد فیتوسوس، افزایش از ۰/۷۹ به ۰/۱۰).

در نهایت به منظور بررسی دقت نمونهبرداری، از معیار ضریب تغییرات (CV) استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که دقت نمونهبرداری در اندازه‌گیری ارتفاع گیاه، بیشتر از فیتوسوس بوده است (جدول ۱۳)، همچنین با افزایش تعداد

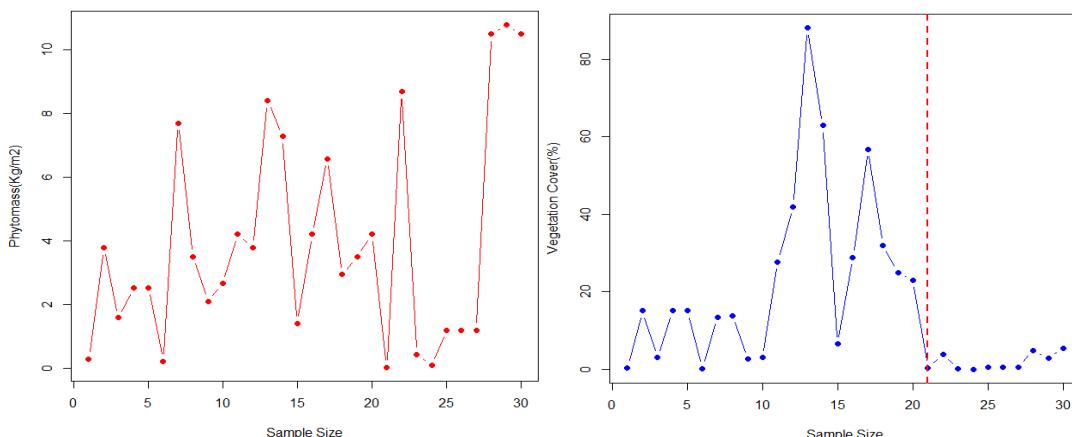
در نهایت به منظور بررسی دقت نمونهبرداری، از معیار ضریب تغییرات (CV) استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که دقت نمونهبرداری در اندازه‌گیری ارتفاع گیاه، بیشتر از فیتوسوس بوده است (جدول ۱۳)، همچنین با افزایش تعداد

جدول ۱۳: میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات ارتفاع و فیتوسوس آتریپلکس در سه حجم نمونهبرداری

۱۰ نمونه سوم				۱۰ نمونه دوم				۱۰ نمونه اول				صفت مورد مطالعه
ضریب تغییرات	انحراف معیار	میانگین	ضریب تغییرات	انحراف معیار	میانگین	ضریب تغییرات	انحراف معیار	میانگین	ضریب تغییرات	انحراف معیار	میانگین	ارتفاع گیاه
۰/۳۹	۰/۳۴	۰/۸۶	۰/۲۰	۰/۲۴	۱/۲۲	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۹۵	۰/۳۹	۰/۲۰	۰/۸۶	ارتفاع گیاه
۱/۱۰	۴/۹۲	۴/۴۶	۰/۴۶	۲/۱۳	۴/۶۵	۰/۷۹	۲/۱۲	۲/۶۸	۱/۱۰	۴/۹۲	۴/۴۶	فیتوسوس گیاه

نمونه لازم را تعیین کرد. اما بر اساس درصد تاج پوشش گیاهی از تعداد ۲۱ نمونه به بعد نوسانات منحنی به حداقل رسیده و به صورت خط صاف در می‌آید از این رو تعداد ۲۱ نمونه برای برآورد درصد تاج پوشش گونه آتریپلکس کافی است.

در پژوهش حاضر، علاوه بر آزمون توان، از روش ترسیمی نیز استفاده شد. نمودار تعیین تعداد نمونه به روش ترسیمی (شکل ۸) نشان می‌دهد که به علت نوسانات زیاد فیتوسوس آتریپلکس، در هیچ نقطه‌ای از منحنی، خط صاف نیست، از این رو نمی‌توان با استفاده از این روش، تعداد



شکل ۸: نمودار تعیین تعداد نمونه به روش ترسیمی براساس فیتوسوس (سمت چپ) و درصد تاج پوشش آتریپلکس (سمت راست)

تخمین‌های همبستگی و رگرسیون اغلب در نمونه‌های کوچک نادرست هستند (۳۳) و نمونه‌های بزرگ نیز هزینه و زمان بیشتری می‌طلبدند. در آکوسیستم‌های مرتعی، تعداد نمونه به یکنواختی یا عدم یکنواختی پراکنش پوشش گیاهی، تراکم پوشش گیاهی، دقت موردنظر، وسعت تیپ گیاهی، هزینه و زمان بستگی دارد و در پژوهش‌های علوم مرتع به دو طریق می‌توان حداقل تعداد نمونه را تعیین کرد: روش آماری و روش ترسیمی (۲۳). نتیجه پژوهش حاضر نشان داد که با استفاده از روش ترسیمی نمی‌توان تعداد نمونه لازم برای برآورد فیتومس آتریپلکس را تعیین کرد. از طرفی اندازه‌گیری تولید به روش قطع و توزین (مثل پژوهش حاضر) زمان بر و مخرب است، از این‌رو توصیه می‌شود که برای تعیین تعداد نمونه به روش ترسیمی از سایر خصوصیات مثل درصد تاج پوشش یا تراکم گونه غالب استفاده شود. پوشش به عنوان معیار سنجش ترکیب گیاهی بیشتر از تراکم مورد تأکید قرار گرفته است. درصد پوشش می‌تواند به عنوان ضریب یا معادلی از تراکم نسبی گونه‌ها برای مقایسه برداشت در زمان‌ها یا مکان‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد (۲۹). همچنین در جوامع علفی، تشخیص پایه گونه مشخص در برآورد تراکم مشکل بوده و شمارش گونه‌های علفی نیز بسیار زمان بر است.

یکی از معیارهای برآورد دقت نمونه‌برداری، استفاده از شاخص‌های آماری انحراف معیار و ضریب تغییرات (CV) است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش تعداد نمونه، انحراف معیار و ضریب تغییرات ارتفاع گیاه و فیتومس گیاه افزایش پیدا می‌کند. بنابراین با افزایش تعداد نمونه، دقت نمونه‌برداری کاهش پیدا می‌کند. در پژوهش‌های علوم مرتع، بویژه نمونه‌برداری‌های میدانی، با افزایش تعداد نمونه، پژوهشگر یا ارزیاب خسته شده و تخمین‌ها و برداشت‌های بعدی با دقت کمتری انجام می‌شود. همانطور که نتایج پژوهش حاضر نشان داد تغییرات ارتفاع گیاه در ۱۰ نمونه اولیه کم بود و با افزایش تعداد نمونه، تغییرات بیشتر می‌شود. از دلایل افزایش تغییرات یا واریانس داده‌ها، می‌توان به تغییرات ذاتی بین پایه‌های گیاهی و تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک رویشگاه دانست (۱۷). به این دلایل، خستگی پژوهشگر در برآوردها را نیز می‌توان

## بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، اگرچه به بررسی رابطه ابعاد و فیتومس آتریپلکس پرداخته شد، اما هدف اصلی، بررسی تاثیر تعداد نمونه بر این رابطه بود. با این وجود نتایج آزمون‌های همبستگی و رگرسیون نشان داد که رابطه خطی معنی‌دار و مثبتی بین ابعاد و فیتومس آتریپلکس وجود دارد. اگرچه برخی از پژوهش‌ها هم روابط معنی‌داری بین قطر و ارتفاع گیاهان بوته‌ای و درختچه‌ای با فیتومس مشاهده کرده‌اند (۲۴)، اما لزوماً پیش بینی کننده خوبی برای تولید نبوده است (معادله رگرسیونی معتبری به دست نیامده است). به عنوان نمونه، غلامی و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که اگرچه بین ارتفاع، سطح تاج پوشش و حجم پایه گیاهی درمنه کوهی با تولید، رابطه معنی‌داری وجود دارد اما استفاده از این شاخص‌ها، برآورد خوبی از تولید ارائه نمی‌کند یا گریبانث (۲۰۱۹) با مطالعه ارتباط ارتفاع، پوشش و حجم با تولید ۵۰ گونه علفی و درختچه‌ای متعلق به ۱۹ تیره گیاهی به این نتیجه رسید که پوشش و حجم پیش بینی کننده دقیق‌تری نسبت به ارتفاع هستند.

اما هدف اصلی پژوهش حاضر، تعیین تعداد نمونه و بررسی اثر آنها بر نتایج آزمون‌های آماری بود. بسیاری از پژوهش‌های انجام شده در خصوص تعیین تعداد نمونه برای آزمون‌های همبستگی و رگرسیون مربوط به علوم رفتاری و پژوهشکی است و از این‌حیث، قابل مقایسه با پژوهش حاضر نیست. به عنوان مثال چونبروو و پروگینی، (۲۰۱۳) حجم نمونه لازم برای برآوردهای پایدار آزمون همبستگی در علوم رفتاری را حدود ۲۵۰ نمونه توصیه کردند و این نتیجه اصلًاً قابل مقایسه با پژوهش حاضر نیست.

در پژوهش حاضر از آنالیز توان برای محاسبه تعداد نمونه لازم استفاده شد. توان یک آزمون، احتمال تشخیص تفاوت، اثر یا ارتباط واقعی در صورت وجود اختلاف یا رابطه واقعی را نشان می‌دهد. توجیه حجم نمونه و آنالیز توان، عناصر کلیدی یک طرح پژوهشی هستند. نگرانی‌های اخلاقی پژوهشی زمانی به وجود می‌آیند که مطالعات با برنامه‌ریزی ضعیف یا حجم نمونه ناکافی انجام شده باشد (۲۲). از این رو تعیین حجم نمونه کافی از این نظر ضروری است که

می توان با نتایج مطالعه آزمایشی، کارهای مشابه منتشر شده توسط دیگران، یا حداقل رابطه/تفاوت که توسط کارشناسان مهم تلقی می شود، تخمین زد. متناسبانه این گونه پژوهش ها هنوز در علوم مرتع شروع نشده و نیاز به تلاش بیشتر دارد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که توان آزمون همبستگی و رگرسیون ۱۰ نمونه به ترتیب ۰/۲۷ و ۰/۲۹ درصد و توان آزمون های همبستگی و رگرسیون ۲۰ و ۳۰ نمونه بالاتر از ۹۰٪ هستند. گنت و همکاران (۲۰۱۸) توصیه می کنند طبق قرارداد، توان ۰/۸۰ اغلب یک آستانه قابل قبول در نظر گرفته می شود و مطالعات با توان کمتر از ۰/۵۰ درصد معمولاً نباید انجام شود. از این رو براساس این قرارداد، تعداد ۱۰ نمونه تحت هیچ شرایطی توصیه نمی شود. اگر مقدم (۲۰۱۴) با توجه به هزینه ها و زمان لازم، جهت سهولت امر، تعداد ۱۰ نمونه را توصیه می کند، این پیشنهاد، صرفاً در حد برنامه های اجرایی مرتع است و مسلماً برای پژوهش های مرتع، این تعداد توصیه نمی شود. در نهایت، نتایج آنالیز توان و روش ترسیمی بر اساس معیار درصد تاج پوشش با یکدیگر نزدیک است و هر دو روش عدد ۲۰ نمونه را برای معنی داری آزمون های همبستگی و رگرسیون پیشنهاد می کنند.

اضافه کرد. همچنین نتایج نشان داد که دقت نمونه برداری در اندازه گیری ارتفاع، بیشتر از فیتوسوس بوده است. از آنجایی که اندازه گیری ارتفاع و فیتوسوس در هر نمونه هم زمان انجام شده است، چون زمان اندازه گیری ارتفاع با متر خیلی کوتاه تر از زمان قطع گیاه بوده است به نظر می رسد خستگی پژوهشگر تاثیر بیشتری در کاهش دقت نمونه برداری داشته است. با این وجود، از آنجایی که ضریب تغییرات فیتوسوس آترپلکس در ۱۰ نمونه دوم کوچکتر است می توان نتیجه گرفت که تعداد ۲۰ نمونه دقت بیشتری نسبت به ۱۰ نمونه و ۳۰ نمونه دارد. حسینی و همکاران (۲۰۱۲)، با تعداد ۱۶ نمونه، تفاقعی آماری معنی داری بین نتایج سه روش قطع و توزین، نمونه گیری مضاعف و مقایسه ای مشاهده نکردند. محمدی گلنگ و همکاران (۲۰۰۸) و آریاپور و همکاران (۲۰۱۶) تعداد ۳۰ نمونه را حداقل نمونه لازم برای تجزیه آماری داده های تولید علوفه به روش قطع و توزین و رابطه تولید با ابعاد گیاه دانستند. سولیوان و فین (۲۰۱۲) با تأکید بر استفاده از اندازه اثر و آنالیز توان در تعیین تعداد نمونه، توصیه می کند قبل از شروع هر گونه پژوهشی، توان پژوهش خود را با اندازه اثر تخمینی محاسبه کنید. اگر توان، خیلی کم باشد، ممکن است به نمونه یا نمونه بیشتری در مطالعه نیاز داشته باشد. همچنین به منظور محاسبه حجم نمونه معقول، اندازه اثر را

## References

- Algina, J. & S.F. Olejnik, 2003. Sample Size Tables for Correlation Analysis with Applications in Partial Correlation and Multiple Regression Analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 38: 309 - 323.
- Alimahmodi Sarab, S. & F. Tarnian, 2022. Mapping of forage Production in Poor Rangelands Haftkel Rangelands Using Sentinel-2 Images. *Journal of Rangeland*, 16(3): :495-507. (In Persian)
- Ariapour, A., H. Mehrabi & A. Dehpahlavan, 2016. Effects of range reclamation projects on forage production, condition and trend in Khezel rangelands, Nahvand region. *Journal of Rangeland*, 10(1): :1-10. (In Persian)
- Arzani, H. & M. Abedi, 2013. Rangeland Assessment Survey and Monitoring. University of Tehran Press. 305p. (In Persian)
- Azarinasrabad, A., S.M. Mousavini, M. Galavi, M. Khazaei, S. A. Beheshti & A. R. Sorousmehr, 2019. Investigation of relationship between some physiological and biochemical characteristics with yield and its components in grain sorghum genotypes under water stress conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 12(3): 725-733. (In Persian)
- Bonett, D.G., 2008. Meta-analytic interval estimation for bivariate correlations. *Psychological methods*, 13(3): 173-181.
- Bonett, D.G. & T. Wright, 2014. Sample size planning for multiple correlation: reply to Shieh (2013). *Psicothema*, 26(3): 391-4.
- Cargnelutti Filho, A. & M. Toebe, 2020. Reference sample size for multiple regression in corn. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 55:1-11.

9. Corty, E.W. & R.W. Corty, 2011. Setting sample size to ensure narrow confidence intervals for precise estimation of population values. *Nursing research*, 60(2): 148-53.
10. Davazdahemami, S., M. Alizadeh, S. Jalali & H. Zeinali, 2019. Assessment of variation of sainfoin (*Onobrychis vicifolia* Scop.) genotypes through forage yield and its components. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 27(1): 15-27. (In Persian)
11. Fakhar Izadi, N., K. Naseri & M. Mesdaghi, 2019. Investigation of Relationship between Precipitation and Temperature with Range Production of Grasslands in North and North-east of Iran. *Journal of Rangeland Science*, 9(3): 277-285.
12. Gent, D. H., P. D. Esker & A. B. Kriss, 2018. Statistical Power in Plant Pathology Research. *Phytopathology*, 108(1): 15-22.
13. Gholami, P., H. Jalilvand & Sh. Ghaderi, 2012. The estimation of forage yield in three rangeland plant species with regard to their height, canopy cover and volume plant in shrublands dry area (Case study: Sorkhdeh, Damghan shrublands, Semnan province). *Plant and Ecosystem*, 8(31-1 (supplement)): 40-51. (In Persian)
14. Ghorbani, A., A. Pournemati & M. Panahandeh, 2017. Estimating and mapping Sabalan rangelands aboveground phytomass using Landsat 8 images. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 24(1): 30-45. (In Persian)
15. Grinath, J. B., 2019. Comparing predictive measures and model functions for estimating plant biomass: lessons from a sagebrush-rabbitbrush community. *Plant Ecology*, 220: 619-632.
16. Hossaini, S.A., M. Mesdaghi & S. Pambokhchyan, 2012. Comparing 3 methods of forage estimation in summer rangelands (case study: Sar-Aliabad Rangelands of Golestan Province). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 18(4 (45)): 637-651. (In Persian)
17. Jaberlansar, Z., M. Tarkesh Esfahani, M. Basiri & S. Pourmanafi, 2017. Effects of environmental factors on forage production of Steppe and semi-Steppe rangelands in western part of Isfahan province. *Journal of Rangeland*, 10(3): 302-314. (In Persian)
18. Jafari, A.A., F. Noormand Moaied, H.A. Ansari & et al., 2013. Investigation of forage yield and agronomic traits of Native Ecotypes of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) under irrigated and dry land farming conditions. *Agricultural research education and extension organization (areeo)*. (In Persian)
19. Kelley, K., 2007. Sample size planning for the coefficient of variation from the accuracy in parameter estimation approach. *Behavior Research Methods*, 39: 755-766.
20. Kelley, K., 2008. Sample Size Planning for the Squared Multiple Correlation Coefficient: Accuracy in Parameter Estimation via Narrow Confidence Intervals. *Multivariate Behavioral Research*, 43: 524 - 555.
21. Mansouri, Z., H. Arzani, A. Moghaddamnia, J. Motamed & S. Khalighi Sigaroudi, 2022. Evaluation of Meteorological Factors in Estimating Forage Production in Steppe and Semi-steppe Rangelands of Iran. *Journal of Rangeland Science*, 12(1): 63-76.
22. Mascha, E. J. & T. R. Vetter, 2018. Significance, Errors, Power, and Sample Size: The Blocking and Tackling of Statistics. *Anesthesia and analgesia*, 126(2): 691-698.
23. Moghaddam, M. R., 2014. Range and Range Management. University of Tehran Press. 305p. (In Persian)
24. Mohammadi Golrang, B., G. A. Gazanchian, R. Ramzani moghadam, H. Falahati, H. Rouhani & M. Mashayekhi, 2008. Estimation of forage yields of some range plant species by plant height and diameter measurements. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 15(2): 158-178. (In Persian)
25. Oomen, R. J., A. Linstädter, J.C. Ruppert, K. Brüser, J. Schellberg & F. Ewert, 2016. Effect of management on rangeland phytomass, cover and condition in two biomes in South Africa. *African Journal of Range & Forage Science*, 33:185-198.
26. Palmer, A.R., A. Short & I.A. Yunusa, 2010. Biomass production and water use efficiency of grassland in KwaZulu-Natal, South Africa. *African Journal of Range and Forage Science*, 27: 163-169.
27. Poornemati, A. & A. Ghorbani, 2021, The impact of fluctuations in temperature and rainfall on aboveground net production of rangeland plants of Sabalan. *Journal of Rangeland*, 15(4): 573-588. (In Persian)
28. R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
29. Rabiei, M. 2014. Measurement and evaluation of rangelands. Payam Noor University Publications. 235 p. (In Persian)
30. Rostampour, M., 2015. The final report of monitoring and evaluation of vegetation (natural and planted) in the carbon sequestration area. University of Birjand. (In Persian)
31. Sari, B.G., A.D. Lúcio, C.S. Santana, D.K. Kryszczun, A.L. Tischler & L. Drebes, 2017. Sample size for estimation of the Pearson correlation coefficient in cherry tomato tests. *Ciencia Rural*, 47: 1-6.

32. Sarvari, S. M. & S. A. Beheshti, 2012. Relationship between grain yield and plant characteristics in grain sorghum genotypes under drought stress conditions. Iranian Journal of Crop Sciences, 14(2): 183-201. (In Persian)
  33. Schönbrodt, F. D. & M. Perugini, 2013. At what sample size do correlations stabilize? Journal of Research in Personality, 47: 609-612.
  34. Shieh, G., 2007. A Unified Approach to Power Calculation and Sample Size Determination for Random Regression Models. Psychometrika, 72: 347-360.
  35. Siahmansour, R., A. Ebrahimi, R. Chamanpira, E. Zandiesfahan & P. Ramak, 2022. Determination of Allowable Use and Grazing Tolerance of *Picris strigosa* (Case Study: Blooman rangelands, Lorestan Province, Iran). Journal of Rangeland Science, 12(3): 214-227.
  36. Society for Range Management, 1998. Glossary of terms used in range management, fourth edition. Edited by the Glossary Update Task Group, Thomas E. Bedell, Chairman. Used with permission.
  37. Soltani, A. & Z. Khodarahmpour, 2016. Evaluation of alfalfa genotypes from tolerance to salinity stress via multivariate statistical methods. Journal of Plant production Sciences, 6(1): 57-68. (In Persian)
  38. Sullivan, G. M. & R. Feinn, 2012. Using Effect Size-or Why the P Value Is Not Enough. Journal of Graduate Medical Education, 4(3): 279-282.
  39. Toebe, M., L.N. Machado, F.D. Tartaglia, J.O. Carvalho, C.T. Bandeira & A. Cargnelutti Filho, 2019. Sample size for the estimation of Pearson's linear correlation in crotalaria species. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 54, 01027. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.01027>