Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891

Online ISSN: 2676-5039

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

Moslem Rostampour[*1]

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

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

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 phytomass.

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).
DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

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

مسلم رستم‌پور[1*]

۱. نویسنده مسئول، استادیار گروه مرتع و آبخیزداری و عضو گروه پژوهشی خشکسالی و تغییر اقلیم، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. رایان نامه: rostampour@birjand.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

۱۴۰۲؛ جلد ۱۷، شماره ۴

تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۰۱/۰۶
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۸

واژه‌های کلیدی:
آتریپلکس،
ابعاد گیاه،
اندازه نمونه،
توان آزمون،
تولید علوفه.

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به سطح وسیع مراتع ایران و محدودیت زمان و بودجه، برآورد مستقیم تولید از طریق تعداد زیاد نمونه میسر نیست. از این رو روش‌های غیرمستقیم مثل برآورد فیتومس از روی ابعاد گیاه یکی از روش‌های پیشنهادی توسط پژوهشگران علوم مرتع است. مسئله‌ای که وجود دارد این است که چه تعداد پایه می‌بایست 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.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر در مناطق چهارگانه پروژه ترسیب کربن حسین‌آباد سربیشه، استان خراسان جنوبی انجام شد. نمونه‌برداری در زمان رشد کامل *Atriplex canescens* (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 فیتومس، کل بخش هوایی گیاه قطع شد. پس از خشک شدن در محیط سایه، فیتومس بخش هوایی به صورت کیلوگرم محاسبه شد. آزمون همبستگی جهت بررسی شدت و جهت رابطه بین ابعاد گیاه و فیتومس و آزمون رگرسیون جهت تعیین معادله انجام شد. با داشتن ۴ عامل اندازه اثر، توان مدنظر آزمایش (۶۰ درصد و ۸۰ درصد)، سطح معنی‌داری ۰/۰۵ 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 مجدداً انجام شد و تعداد نمونه به ۲۰ و ۳۰ 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، BIC و.... استفاده شد.

نتایج: نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که در ۱۰ پایه اولیه، بین ارتفاع و فیتومس آتریپلکس همبستگی معنی‌داری وجود ندارد ($r = 0.45, t(8) = 1.42, p > 0.05$ (2-tailed)). با افزایش تعداد پایه به ۲۰ و ۳۰ عدد، ضریب همبستگی بین دو متغیر معنی‌دار شده است ($r = 0.67, t(18) = 3.84, p < 0.01$ (2-tailed)) و ($r = 0.62, t(28) = 4.15, p < 0.01$ (2-tailed)). نتایج نشان می‌دهد که با افزایش تعداد پایه، توان آزمون همبستگی و رگرسیون به همان میزان افزایش پیدا می‌کند (توان آزمون همبستگی ترتیب: ۰/۲۷، ۰/۹۳ و ۰/۹۹ و توان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

آزمون رگرسیون به‌ترتیب: ۰/۲۹، ۰/۹۷ و ۰/۹۸). نتیجه آزمون هاروی-کولیر نشان می‌دهد که رابطه خطی بین ارتفاع و فیتومس گیاه در داده‌های ۲۰ پایه اولیه معنی‌دار است ($p > 0.05$). اما رابطه خطی بین ارتفاع و فیتومس در کل ۳۰ پایه معنی‌دار نیست ($p < 0.05$). نتایج نشان می‌دهد که برای رسیدن به توان ۶۰ درصد و ۸۰ درصد، به‌ترتیب حداقل حدود ۲۳ تا ۳۶ پایه مورد نیاز است. نتایج نشان می‌دهد که دقت نمونه‌برداری در اندازه‌گیری ارتفاع گیاه، بیشتر از فیتومس بوده است، همچنین با افزایش تعداد دفعات نمونه‌برداری، دقت نمونه‌برداری کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که توان آزمون همبستگی و رگرسیون ۱۰ پایه کمتر از ۵۰ درصد است. طبق قرارداد، مطالعات با توان کمتر از ۰/۵۰ درصد معمولاً نباید انجام شود. از این رو، تعداد ۱۰ پایه تحت هیچ شرایطی توصیه نمی‌شود. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش تعداد نمونه، ضریب تغییرات ارتفاع و فیتومس گیاه افزایش و دقت نمونه‌برداری کاهش پیدا می‌کند. در پژوهش‌های علوم مرتع، به‌ویژه نمونه‌برداری‌های میدانی، با افزایش تعداد نمونه، پژوهشگر خسته شده و تخمین‌ها و برداشت‌های بعدی با دقت 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

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

© نویسندگان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

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 مراتع 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، انجمن 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. اومن و همکاران (۲۰۱۶) فیتومس هوایی را مولفه اصلی کمیت علوفه می‌داند که زی‌توده زنده سرپا است و جزیی 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 (۱۴).

برآورد مستقیم زی‌توده بالای سطح زمین (هر عنوانی که داشته باشد) هزینه‌بردار، وقت‌گیر و مخرب است (۲۱). همچنین با توجه به سطح وسیع مراتع ایران و محدودیت زمان و بودجه، برآورد مستقیم تولید مراتع 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 مثلا 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 به‌ترتیب 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 معنی داری 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 می‌بایست 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 کاملا 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 پزشکی (۱، ۳۴، ۱۹، ۲۰، ۶، ۳۳ 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 پیرسون بین متغیرهای عملکردی گوجه فرنگی پژوهشی در دو گلخانه تحقیقاتی انجام دادند. ۱۰ پایه گیاهی انتخاب و توسط روش قطع و توزین، تولید اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که برای ضریب همبستگی ۰/۴ حداقل ۲۰۰ تا ۲۷۵ پایه گیاهی می‌بایست نمونه‌برداری شود. توبی و همکاران (۲۰۱۹) جهت تعیین اندازه نمونه لازم برای برآورد ضرایب همبستگی خطی پیرسون مربوط به صفات غلاف گیاه کنف (Crotalaria) حدود ۱۰۰۰ غلاف جمع آوری کردند، نتایج نشان داد برای برآورد ضرایب همبستگی

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

(۰/۲۰ با حدود اطمینان ۹۵ درصد) بین ۱۰ تا ۴۴۰ غلاف مورد نیاز است. کارگنلوتی و توبی (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.

به‌دلیل 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 توزین 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، عباس آباد ۱ ، عباس آباد ۲ و جنت آباد (شکل ۱) واقع در دشت حسین‌آباد سربیشه، در در فاصله ۸۵ کیلومتری شهرستان بیرجند مرکز استان خراسان جنوبی انجام شد.

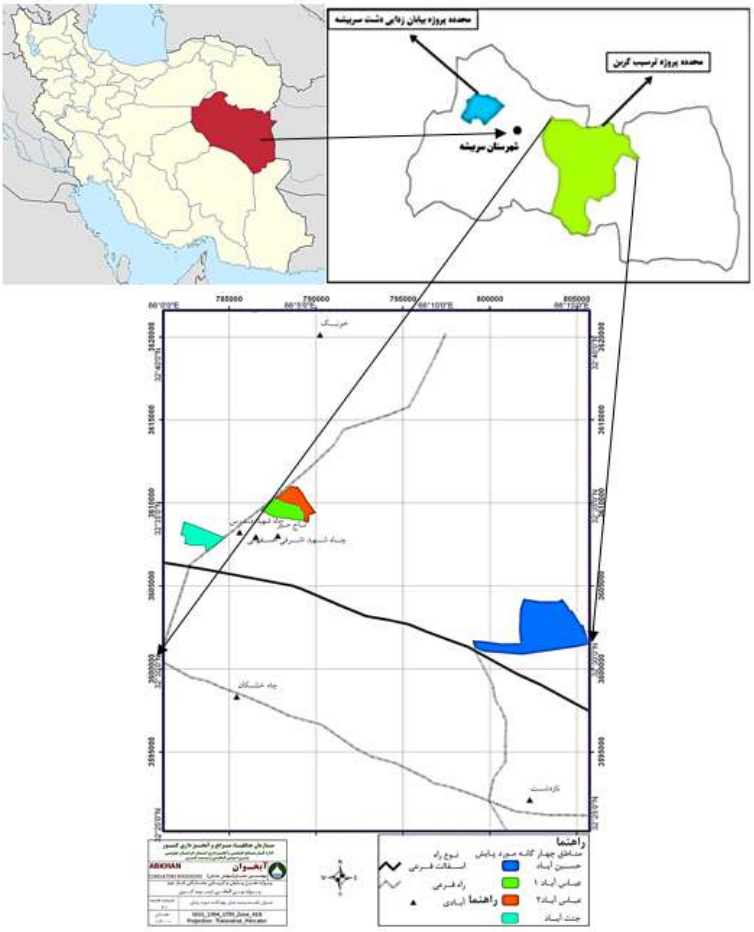
گونه آتریپلکس *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. در سال ۱۳۸۸ در منطقه عباس‌آباد ۲ کاشته شد. پژوهش حاضر در مناطق چهارگانه پروژه ترسیب کربن حسین‌آباد سربیشه، استان خراسان جنوبی انجام شد. نمونه‌برداری در اواخر خرداد و اوایل تیرماه سال ۱۴۰۱ که گیاه به رشد کامل رسیده بود انجام شد. سن پایه‌های گیاهی ۱۳ سال بود. همه پایه‌های کاشته شده، به روش گلدانی تهیه و در چاله‌هایی که از قبل با فواصل مساوی احداث شده بودند بازکاشت 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

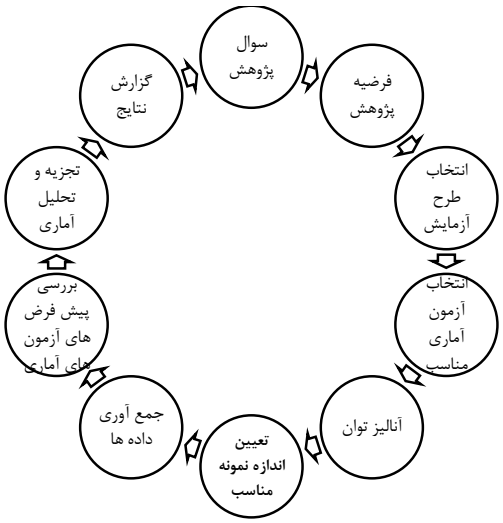
یکی از موارد شرح خدمات طرح پایش پوشش گیاهی این پروژه، تعیین بیوماس گیاهی (سطحی و زیرزمینی) در گونه‌های موجود عرصه و گونه‌های کاشت شده بود (۳۰). جهت تعیین تعداد نمونه لازم برای برآورد دقیقی از قطع و توزین، ۹ مرحله مهم شکل (۲) در ادامه تشریح می‌شود.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]



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



شکل ۲: مراحل انجام پژوهش حاضر

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

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 کاملا تصادفی، تعداد ۱۰ پلات ۵×۵ متر در محل نهالکاری آتریپلکس مستقر شد. اندازه پلات براساس مطالعات قبلی تعیین شده بود (۳۰). 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 به‌ترتیب براساس حاصلضرب شعاع در ۳/۱۴ و ارتفاع در سطح تعیین شد (۲۴). 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 قراردای شدت رابطه بین دو متغیر براساس ضریب همبستگی پیرسون بدین صورت بود: شدت خیلی کم ($0<r\leq0/19$)، کم ($0/2\leq r\leq0/39$)، متوسط ($0/4<r\leq0/59$)، شدید ($0/6<r\leq0/79$) و خیلی شدید ($0/8<r\leq1/0$). ابتدا ضریب همبستگی چندگانه پیرسون 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 تاثیر (Beta) تعیین شد. بدین منظور از توابع cor.test، lm و vif در بسته های stats (نسخه ۴.۱.۱) و car (نسخه ۱-۱. ۳) استفاده شد. خط و معادله رگرسیون به همراه ضریب تشخیص بر روی نمودار پراکنش توسط تابع 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 (۰/۰۵ یا ۰/۰۱) ۴. توان مد نظر برای آزمایش (۶۰ درصد یا ۸۰ درصد) ۵. اندازه نمونه ۶. فرض مقابل (یک دامنه یا دو دامنه)

دو مورد اول، جمعا «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 معمولا از پژوهش‌های قبلی (داده‌های به‌دست آمده از فراتحلیل) یا مطالعه مقدماتی (پایلوت) به‌دست می‌آید. انحراف معیار براساس داده‌های موجود به‌دست 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).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

جدول ۱: اندازه اثرهای قراردادی در آزمون‌های همبستگی و رگرسیون

اندازه اثر	همبستگی		رگرسیون	
	r	d	PV	f^2
کوچک	۰/۱	۰/۲	۰/۰۱	۰/۰۲
متوسط	۰/۳	۰/۵	۰/۱۰	۰/۱۵
بزرگ	۰/۵	۰/۸	۰/۲۵	۰/۳۵

R : ضریب همبستگی،d: اختلاف میانگین استانداردشده، PV: ضریب تشخیص (واریانس توضیح داده شده یا r^2) و f^2: نسبت واریانس توضیح داده شده به واریانس توضیح داده نشده. R به صورت ۰/۱-، ۰/۳- و ۰/۵- نیز می‌باشد. نکته: آماره d از صفر تا بی نهایت و ضریب r از ۱- تا ۱+ تغییر می‌کند.

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

رابطه (۱):

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

رابطه (۲):

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

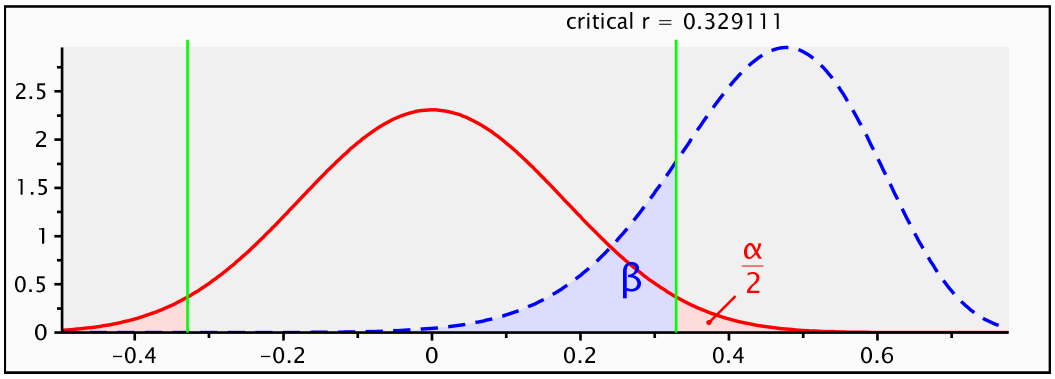
برای معنی‌داری ضرایب همبستگی و اندازه اثر، از آزمون z استفاده شد. در این آزمون دو فرض زیر بررسی شد:

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

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

ابتدا مقدار d آزمون‌های فوق تواسط تابع res در بسته compute.es (نسخه ۰.۲-۵) محاسبه شد. سپس اندازه اثر توسط تابع 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.r.test و pwr.f2.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).



شکل ۳: نمایش β ،α و توان آزمون همبستگی در تعداد ۱۰ نمونه اولیه (تهیه شده توسط نرم افزار G*Power نسخه ۳.۱.۹.۴)

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 معنی-داری ۰/۰۵ و فرضیه مقابل (آزمون دو دامنه)، تعداد نمونه لازم توسط توابع pwr.r.test و pwr.f2.test در بسته pwr (نسخه ۱.۳-۰)، محاسبه شد (روابط ۳ و ۴).

رابطه (۳):

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

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، α: احتمال خطای نوع I (سطح معنی-داری) و β: احتمال خطای نوع II (۱-توان آزمون). مقدار

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

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

رابطه (۵):

$$N = v + u + 1$$

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

همچنین علاوه بر حداقل تعداد نمونه، تعداد نمونه بهینه برای آزمون همبستگی توسط تابع size.cor در بسته seqtest (نسخه ۰-۰.۱) محاسبه شد. همچنین در پژوهش حاضر، تعداد نمونه لازم به روش ترسیمی نیز تعیین شد. در روش ترسیمی، فتیومس روزمینی و درصد تاج پوشش آتریپلکس به عنوان دو تا از شاخص‌های پوشش گیاهی تا زمانی نمونه‌برداری 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 فیتومس 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، نمونه‌برداری مجدداً انجام شد و تعداد نمونه به ۲۰ و ۳۰ نمونه افزایش یافت و مجدداً 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-ویلک، آندرسون-دارلینگ و جارکو-برا بررسی شد. آزمون‌های نرمالیتی با توابع همان نام آزمون توسط بسته nortest (نسخه ۱.۰-۴) انجام شد.جهت بررسی خطی بودن روابط، از آزمون Harvey-Collier (تابع harvtest) توسط بسته lmtest (نسخه ۳۹-۰.۹). استفاده شد.

مرحله هشتم- تجزیه و تحلیل آماری: جهت مقایسه اندازه اثر و ضرایب همبستگی پیرسون، در ۱۰، ۲۰ و ۳۰ نمونه اندازه‌گیری، از آزمون z استفاده شد. معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ بررسی شد. بدین منظور از توابع compare_independent_rs و compare_effect_sizes در بسته kim (نسخه ۰.۵.۵۵)استفاده شد. جهت بازبینی نتایج، مجددا از تابع cor_diff در بسته bruceR (نسخه ۴.۱.۳) استفاده شد. حداقل سطح معنی‌داری برای ضرایب همبستگی ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ... مشخص شد. توان کلیه ضراب همبستگی توسط تابع wp.correlation در بسته WebPower (نسخه ۰.۸.۷) محاسبه شد. منحنی‌های توان در برابر تعداد نمونه توسط بسته‌های WebPower و ggplot2 (نسخه ۳.۳.۵) ترسیم شد. پس از آزمون رگرسیون، برای انتخاب بهترین مدل، از معیارهای ضریب تشخیص، AIC، BIC و.... استفاده شد. بدین منظوراز تابع model_performance در بسته performance (نسخه ۰.۱۰.۱) انجام شد. به منظور بررسی دقت نمونه‌برداری، مقادیر میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات (CV) دو صفت مورد مطالعه در ۱۰ نمونه اول، دوم و سوم محاسبه شد. کلیه محاسبات و آزمون‌ها در محیط R (نسخه ۴.۲.۲) و نرم افزار G*Power (نسخه ۳.۱.۹.۴) چندین مرتبه اجرا و بازبینی شده است.

مرحله نهم- گزارش نتایج: نتایج کلیه آزمون‌های آماری توسط تابع apa در بسته yarrr (نسخه ۰.۱.۵) و توابع apa.cor.table و apa.reg.table در بسته apaTables (نسخه ۲.۰.۸) و به فرمت APA گزارش شد (۲۸).

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

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

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

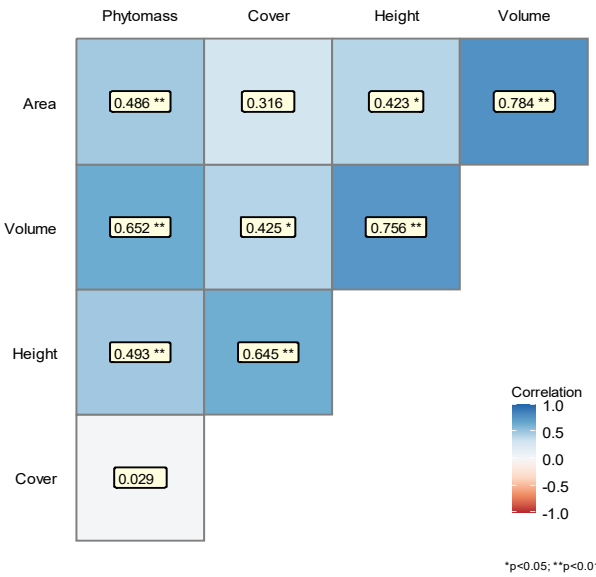
جدول ۲: آماره‌های توصیفی خصوصیات مورد مطالعه

آماره‌های توصیفی	فیتومس (کیلوگرم)	درصد پوشش	ارتفاع (متر)	حجم (متر مکعب)	سطح (متر مربع)
میانگین	۴/۱۳	۱/۲۳	۱/۰۱	۳/۱۶	۲/۹۸
اشتباه معیار از میانگین	۰/۶۰	۰/۲۲	۰/۰۳	۰/۴۰	۰/۴۴
دامنه تغییرات	۵/۵۷	۴/۱۷	۰/۷۵	۷/۳۲	۸/۸۱
انحراف معیار	۳/۳۰	۱/۱۹	۰/۱۷	۲/۲۰	۲/۴۰
کجی	۱/۰۱	۰/۸۱	۰/۵۹	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 ($r = 0.49, p < 0.01$ (2-tailed))، حجم ($r = 0.65, p < 0.01$ (2-tailed)) و ارتفاع ($r = 0.49, p < 0.01$ (2-tailed)) همبستگی معنی‌داری وجود دارد. اما بین فیتومس آتریپلکس با درصد تاج پوشش ($r = 0.49, p > 0.05$ (2-tailed)) همبستگی معنی‌داری وجود ندارد (شکل ۴).



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

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 مورد مطالعه وجود دارد($R^2 = .49, F(3, 25) = 8.15, p \leq 0.01$). از بین صفات مورد مطالعه، ارتفاع گیاه با بیشترین ضریب تاثیر (Beta=۰/۶۷) حدود ۶۷ درصد تغییرات فیتومس گیاه آتریپلکس را توجیه می‌کند (جدول ۴).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

جدول ۳: مقادیر عامل تورم واریانس (VIF) ابعاد گیاه تریپلکس در دو مدل رگرسیون

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

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

ضرایب	برآورد	اشتباه معیار	ضریب تاثیر	مقدار t	Pr(>|t|)
مقدار ثابت	-۸/۲۹	۳/۱۷	-	-۲/۶۱	*۰/۰۱
درصد پوشش	-۱/۳۵	۰/۴۸	-۰/۵۲	-۲/۸۰	**۰/۰۰۱
ارتفاع	۱۲/۳۵	۳/۵۷	۰/۶۷	۳/۴۵	**۰/۰۰۱
سطح	۰/۴۷	۰/۲۰	۰/۳۶	۲/۳۲	*۰/۰۳

تحلیل همبستگی ارتفاع و فیتومس آتریپلکس

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، بقیه تحلیل‌های آماری بر روی ارتفاع و فیتومس آتریپلکس 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 ($p \leq 0.01$ (2-tailed)). اما نتایج آزمون جارکو-برا حاکی از نرمال بودن داده‌های فیتومس دارد ($p > 0.05$ (2-tailed)) (جدول ۵).

جدول ۵: نتایج آزمون‌های نرمالیتی داده‌های ارتفاع و فیتومس آتریپلکس در مراتع سربیشه

ارتفاع گیاه	Shapiro-Wilk		Anderson-Darling		Jarque-Bera	
	آماره	p.value	آماره	p.value	آماره	p.value
۱۰ نمونه	۰/۹۲	۰/۳۳	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۸۱	۰/۶۷
۲۰ نمونه	۰/۹۳	۰/۱۴	۰/۵۱	۰/۱۷	۱/۷۴	۰/۴۲
۳۰ نمونه	۰/۹۴	۰/۰۸	۰/۶۳	۰/۰۹	۴/۰۸	۰/۱۳
فیتومس						
۱۰ نمونه	۰/۸۷	۰/۰۹	۰/۵۵	۰/۱۲	۳/۰۸	۰/۲۱
۲۰ نمونه	۰/۹۳	۰/۱۵	۰/۵۸	۰/۱۱	۱/۲۹	۰/۵۲
۳۰ نمونه	۰/۸۸	۰/۰۰	۱/۱۷	۰/۰۰	۳/۴۸	۰/۱۸

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که در ۱۰ نمونه اولیه، بین ارتفاع و فیتومس آتریپلکس همبستگی معنی‌داری وجود ندارد ($r = 0.45, t(8) = 1.42, p > 0.05$ (2-tailed)). با افزایش تعداد نمونه به ۲۰ عدد، ضریب همبستگی بین دو متغیر مورد اندازه‌گیری معنی‌دار شده است ($r = 0.67, t(18) = 3.84, p < 0.01$ (2-tailed)). با ادامه نمونه‌برداری، با افزایش تعداد نمونه به ۳۰ عدد، ضریب همبستگی بین دو متغیر مورد اندازه‌گیری معنی‌دار شده است ($r = 0.62, t(28) = 4.15, p < 0.01$ (2-tailed)).

نتایج نشان می‌دهد که در ۱۰ نمونه اولیه، اندازه اثر ضریب همبستگی پیرسون متوسط است، اما معنی‌دار نیست ($d = 1.01, p > 0.05$). اما اندازه اثر ضریب همبستگی پیرسون در ۲۰ نمونه و ۳۰ نمونه نمونه‌برداری شده، بزرگ و معنی‌دار است (به‌ترتیب: $d = 1.81, p < 0.01$ و $d = 1.57, p < 0.01$). همچنین نتایج نشان می‌دهد که با افزایش تعداد نمونه، توان آزمون به همان میزان افزایش پیدا می‌کند (توان آزمون به‌ترتیب: ۰/۲۷، ۰/۹۳ و ۰/۹۹). 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).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

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

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

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 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).

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

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

نتایج نشان می‌دهد که برای رسیدن به توان ۶۰ و ۸۰ درصد، به‌ترتیب حداقل حدود ۲۳ تا ۳۶ نمونه مورد نیاز است. تعداد نمونه بهینه در این سطح توان حدود ۶۲ تا ۹۶ نمونه می‌باشد. بنابراین در پژوهش حاضر، نمونه‌برداری حداقل می‌بایست بین ۲۰ تا ۳۵ نمونه ادامه پیدا می‌کرد (جدول ۸).

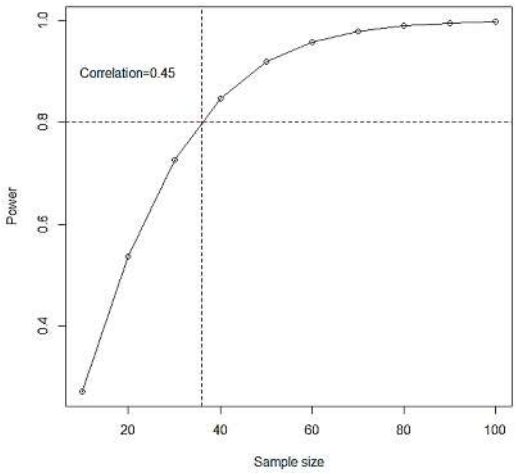
جدول ۸: حداقل و تعداد بهینه نمونه برای رسیدن به توان ۶۰٪ و ۸۰٪ آزمون همبستگی بین ارتفاع و فیتومس آتریپلکس

	R	حداقل تعداد نمونه		تعداد نمونه بهینه	
		۶۰ ٪: توان	۸۰ ٪: توان	۶۰ ٪: توان	۸۰ ٪: توان
۱۰ نمونه اولیه	۰/۴۵	۲۳	۳۶	۶۲	۹۶

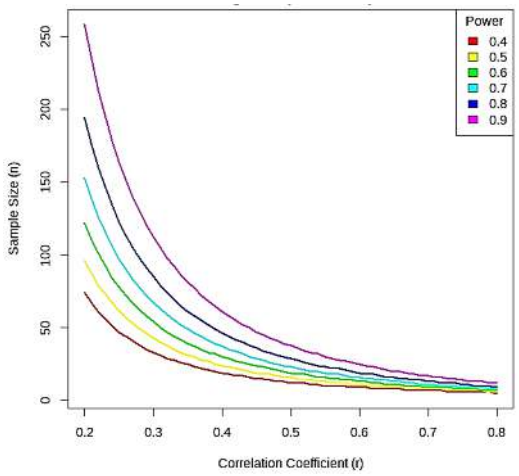
در ۱۰ نمونه اولیه، منحنی توان در برابر تعداد نمونه رسم شده است (شکل ۵). این گراف صعودی است و واضح است با افزایش تعداد نمونه، توان مطالعه نیز افزایش یافته و حداکثر برابر با یک می‌شود. برای سایر ضرایب همبستگی، نیز منحنی توان در برابر تعداد نمونه رسم شده است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش ضریب همبستگی و کاهش توان آزمون مورد نظر، تعداد نمونه کاهش می‌یابد (شکل ۶). برای 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 می شود. همانطور که در جدول ۹ مشاهده می‌شود، برای ضرایب همبستگی با شدت متوسط (۰/۴ و ۰/۵) در سطح توان ۶۰ درصد، از ۱۸ تا ۲۹ نمونه لازم است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]



شکل ۵: منحنی توان در برابر تعداد نمونه (۱۰ نمونه اولیه)



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

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

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

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

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

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

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

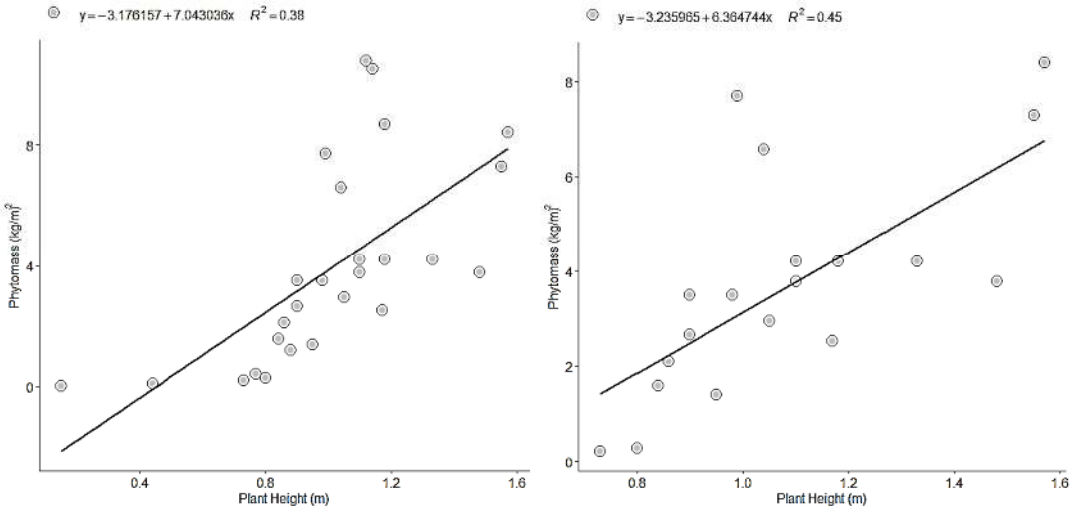
تعداد نمونه (تجمعی)	اندازه اثر		توان آزمون (٪)
	PV	f^2	
۱۰	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۹
۲۰	۰/۴۵	۰/۸۲	۰/۹۷
۳۰	۰/۳۸	۰/۶۱	۰/۹۸

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 ($R^2 = .45$, $F(1, 18) = 14.750$, $p \leq 0.01$)، از این رو می‌توان از روی ارتفاع گیاه، فیتومس گیاه را برآورد کرد ($\beta = 6.36$, $p<.001$). 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.

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

اجزای مدل	تعداد نمونه	
	مدل ۱ (۲۰ نمونه)	مدل ۲ (۳۰ نمونه)
ضریب رگرسیون	۶/۳۶	۷/۰۴
	(۱/۶۵۷)	(۱/۶۹۷)
مقدار ثابت	-۳/۲۳۶	-۳/۱۷۶
	(۱/۸۴۰)	(۱/۷۸۰)
R^2	۰/۴۵	۰/۳۸
آماره F	۱۴/۷۵ *** (درجه آزادی=۱، ۱۸)	۱۷/۲۳ *** (درجه آزادی=۱، ۲۸)

*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 آتریپلکس در ۲۰ نمونه (سمت چپ) و ۳۰ نمونه (سمت راست)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

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، AIC، BIC، RMSE، Sigma و Deviance 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 فیتومس آتریپلکس در ۲۰ و ۳۰ نمونه

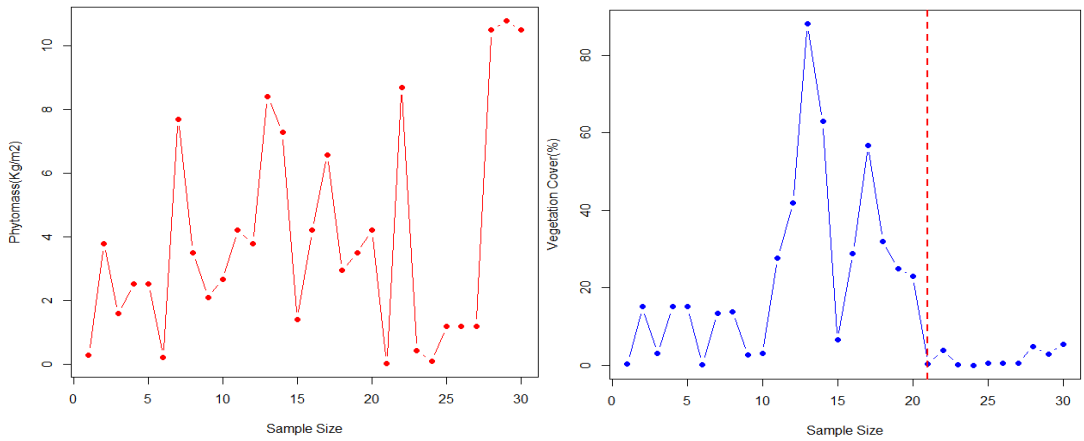
مدل	R^2	R^2 (adj.)	AIC	BIC	RMSE	Sigma	Deviance
۲۰ نمونه	۰/۴۵	۰/۴۲	۸۳/۱۱	۸۶/۰۹	۱/۶۶	۱/۷۵	۵۵/۳
۳۰ نمونه	۰/۳۸	۰/۳۶	۱۴۸/۰۱	۱۵۲/۲۱	۲/۵۸	۲/۶۷	۲۰۰

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 فیتومس بوده است (جدول ۱۳)، همچنین با افزایش تعداد دفعات نمونه‌برداری، دقت نمونه‌برداری کاهش یافته است (در مورد ارتفاع، افزایش CV از ۰/۱۶ به ۰/۳۹ و در مورد فیتومس، افزایش از ۰/۷۹ به ۱/۱۰).

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

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

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 فیتومس آتریپلکس، در هیچ نقطه‌ای از منحنی، خط صاف نیست، از این رو نمی‌توان با استفاده از این روش، تعداد 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.



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

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

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 بینی‌کننده خوبی برای تولید نبوده است (معادله رگرسیونی معتبری به‌دست 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 گریانث (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 پزشکی است و از این حیث، قابل مقایسه با پژوهش حاضر نیست. به عنوان مثال چونبروت و پروگینی، (۲۰۱۳) حجم نمونه لازم برای برآوردهای پایدار آزمون همبستگی در علوم رفتاری را حدود ۲۵۰ نمونه توصیه کردند و این نتیجه اصلاً 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 اخلاق 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 تخمین‌های همبستگی و رگرسیون اغلب در نمونه‌های کوچک نادرست هستند (۳۳) و نمونه‌های بزرگ نیز هزینه و زمان بیشتری می‌طلبند. در اکوسیستم‌های 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) زمان‌بر 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 به‌عنوان 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 زمان‌بر 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

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

اضافه کرد. همچنین نتایج نشان داد که دقت نمونه‌برداری در اندازه‌گیری ارتفاع، بیشتر از فیتومس بوده است. از آنجایی که اندازه‌گیری ارتفاع و فیتومس در هر نمونه هم زمان انجام شده است، چون زمان اندازه‌گیری ارتفاع با متر خیلی کوتاه‌تر از زمان قطع گیاه بوده است به نظر می‌رسد خستگی پژوهشگر تاثیر بیشتری در کاهش دقت نمونه‌برداری داشته است. با این وجود، از آنجایی که ضریب تغییرات فیتومس آتریپلکس در ۱۰ نمونه دوم کوچکتر است می‌توان نتیجه گرفت که تعداد ۲۰ نمونه دقت بیشتری نسبت به ۱۰ نمونه و ۳۰ نمونه دارد. حسینی و همکاران (۲۰۱۲)، با تعداد ۱۶ نمونه، تفاوتی آماری معنی‌داری بین نتایج سه روش قطع و توزین، نمونه‌گیری مضاعف و مقایسه‌ای مشاهده نکردند. محمدی گلرنگ و همکاران (۲۰۰۸) و آریاپور و همکاران (۲۰۱۶) تعداد ۳۰ نمونه را حداقل نمونه لازم برای تجزیه آماری داده‌های تولید علوفه به روش قطع و توزین و رابطه تولید با ابعاد گیاه دانستند.

سولیوان و فین (۲۰۱۲) با تاکید بر استفاده از اندازه اثر و آنالیز توان در تعیین تعداد نمونه، توصیه می‌کند 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 باشید. همچنین به منظور محاسبه حجم نمونه معقول، اندازه اثر را می‌توان با نتایج مطالعه آزمایشی، کارهای مشابه منتشر شده توسط دیگران، یا حداقل رابطه/تفاوت که توسط کارشناسان مهم تلقی می‌شود، تخمین زد. متاسفانه این گونه پژوهش‌ها 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 به‌ترتیب ۰/۲۷ و ۰/۲۹ درصد و توان آزمون‌های همبستگی و رگرسیون ۲۰ و ۳۰ نمونه بالاتر از ۹۰ ٪ هستند. گنت و همکاران (۲۰۱۸) توصیه می‌کنند طبق قرارداد، توان ۰/۸۰ اغلب یک آستانه قابل قبول در نظر گرفته می‌شود 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 نمی‌شود. اگر مقدم (۲۰۱۴) با توجه به هزینه‌ها و زمان لازم، جهت سهولت امر، تعداد ۱۰ نمونه را توصیه می‌کند، این پیشنهاد، صرفاً در حد برنامه‌های اجرایی مرتع است و مسلماً برای پژوهش‌های مرتع، این تعداد توصیه نمی‌شود.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 معنی‌داری آزمون‌های همبستگی و رگرسیون پیشنهاد می‌کنند.

References

1. 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.
2. Alimahmodi Sarab, S. & F. Tarnian, 2022. Mapping of forage Production in Poor Rangelands Haftkel Rangelands Using Sentile-2 Images. Journal of Rangeland, 16(3): :495-507. (In Persian)
3. Ariapour, A., H. Mehrabi & A. Dehpahlavan, 2016. Effects of range reclamation projects on forage production, condition and trend in Khezel rangeladns, Nahvand region. Journal of Rangeland, 10(1): :1-10. (In Persian)
4. Arzani, H. & M. Abedi, 2013. Rangeland Assessment Survey and Monitoring. University of Tehran Press. 305p. (In Persian)
5. Azarinasrabad, A., S.M. Mousavinik, M. Galavi, M. Khazaei, S. A. Beheshti & A. R. Sirousmehr, 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)
6. Bonett, D.G., 2008. Meta-analytic interval estimation for bivariate correlations. Psychological methods, 13(3): 173–181.
7. Bonett, D.G. & T. Wright, 2014. Sample size planning for multiple correlation: reply to Shieh (2013). Psicothema, 26(3): 391-4.
8. Cargnelutti Filho, A. & M. Toebe, 2020. Reference sample size for multiple regression in corn. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 55:1-11.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

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. Jaberalansar, Z., M. Tarkesh Esfahani, M. Basiri & S. Pourmanafi, 2017. Effects of environmental factors on forage production of Steppe and semi-Steppe rangelads 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. Motamedi & 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. Krysczun, A.L. Tischler & L. Drebes, 2017. Sample size for estimation of the Pearson correlation coefficient in cherry tomato tests. Ciencia Rural, 47: 1-6.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]

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 multivative 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

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.4.9]