

ارتباط بین ویژگی‌های مورفولوژیکی و تولید درمنه کوهی (*Artemisia aucheri*) در مراتع کوهستانی

جواد معتمدی^{۱*}، اسماعیل شیدای کرکج^۲، عزیزه بابازاده^۳ و مرتضی مفیدی چلان^۲

۱- نویسنده مسئول، دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

پست الکترونیک: motamedi@rifr-ac.ir

۲- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۳- کارشناس ارشد مرتع‌داری، سازمان جهاد کشاورزی آذربایجان شرقی، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۱۵

چکیده

یکی از اهداف مهم در مدیریت مراتع، تعیین دقیق و سریع تولید علوفه برای تعیین ظرفیت چراست. در این پژوهش، ارتباط بین تولید علوفه به‌عنوان متغیر وابسته و ویژگی‌های مورفولوژیکی، به‌عنوان متغیرهای مستقل بررسی شد. بدین‌منظور دو واحد مطالعاتی قرق و غیرقرق، در مراتع کوهستانی نازلوچای ارومیه انتخاب شد. در هر یک از آنها، ویژگی‌های مورفولوژیکی گونه *Artemisia aucheri* به‌عنوان تنها گونه بوته‌ای غالب که بیش از ۵۰ درصد سهم ترکیب گیاهی مراتع منطقه را شامل می‌شود، در داخل ۶۰ پلات یک مترمربعی مستقر در امتداد شش ترانسکت ۱۰۰ متری، در تیرماه ۱۳۹۶ اندازه‌گیری شد. پس از قطع رشد سال جاری پایه‌ها، وزن خشک نمونه‌ها تعیین و رابطه رگرسیونی آن با ویژگی‌های مورفولوژیکی، با استفاده از رگرسیون سلسله مراتبی بررسی شد. نتایج نشان داد که برآورد تولید گونه *A. aucheri* در منطقه قرق که پایه‌های گیاهی چرا نشده بودند، با استفاده از مدل رگرسیونی خطی چندگانه، بر اساس قطر متوسط تاج پوشش (D_1)، قطر یقه (D_2) و ارتفاع (H) امکان‌پذیر بود و با $RMSE$ برابر ۱۵/۰۵ و ضریب تبیین ۰/۶۰، مدل اعتبارسنجی شد. در منطقه خارج قرق که پایه‌های گیاهی در پائین سال قبل چرا شده بودند، فقط قطر متوسط تاج پوشش (D_1) و ارتفاع (H) با مدل رگرسیونی خطی چندگانه، به‌عنوان بهترین مدل با $RMSE$ برابر ۳/۵۳ و ضریب تبیین ۰/۵۲ اعتبارسنجی شد. با توجه به کارایی نسبتاً خوب مدل و ارجحیت تلفیق چند ویژگی مورفولوژیکی در برآورد تولید، می‌توان بیان کرد که تفکیک مدل‌ها به داخل و خارج قرق و یا در شرایطی که پایه‌ها چرانشده و چرا نشده‌اند، می‌تواند نقش مؤثری در پایش مراتع، برآورد تولید برای محاسبه ظرفیت چرا و ارزیابی شدت بهره‌برداری از مرتع ایفا نماید.

واژه‌های کلیدی: تولید علوفه، رابطه رگرسیونی، صفات ساختاری، ظرفیت چرا.

مقدمه

ترکیبی از این دو، اندازه‌گیری می‌شود. روش مستقیم اندازه‌گیری تولید که معمولاً با عنوان روش قطع و توزین مطرح است، اگرچه از دقت بالایی برخوردار است ولی مخرب، زمان‌بر و پرهزینه می‌باشد. از این‌رو، روش‌های غیرمستقیم تولید علوفه مطرح هستند که در مجموع، سریع و کم‌هزینه می‌باشند. با توجه به گستردگی سطح مراتع و محدود بودن امکانات،

مقدار تولید علوفه گونه‌های مرتعی، شاخص مناسبی برای پایش تغییرات پوشش گیاهیست. ضمن اینکه اطلاع از مقدار تولید گونه‌های مرتعی، یکی از ملزومات اساسی برای تعیین ظرفیت چرا در طرح‌های مرتع‌داری است. تولید علوفه گونه‌های مرتعی معمولاً به سه روش مستقیم و غیرمستقیم و

پهن‌برگان علفی گزارش شده است (Whelan, 2001). پوشش تاجی، به دلیل سهولت و سرعت اندازه‌گیری، می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای برآورد تولید مورد استفاده قرار گیرد. با بررسی رابطه بین تولید علف‌ها گونه‌های بوته‌ای در پارک طبیعی مونفراگو واقع در اسپانیا، با ویژگی‌های مورفولوژیکی مانند سطح تاج پوشش، ارتفاع گیاه، قطر کوچک تاج، قطر بزرگ تاج و حجم تاج، گزارش شد که در گونه‌های مختلف، مدل‌های رگرسیونی متفاوتی برقرار می‌شود (Paton *et al.*, 2002). معمولاً از بین مدل‌های مورد بررسی، مدل‌های تک بعدی، نتیجه بهتری دارند و قطر متوسط تاج پوشش در بیشتر گونه‌ها، به‌عنوان کارآمدترین ویژگی مورفولوژیکی برای برآورد تولید ذکر می‌شود (Alilou *et al.*, 2016). تلفیق دو یا چند ویژگی در مدل‌های رگرسیونی، باعث افزایش کارایی تخمین تولید می‌شود. تخمین تولید از طریق ویژگی‌های مورفولوژیک در گونه‌هایی با ساختار قامتی راست مانند *Bromus tomentellus* امکان‌پذیر است، در صورتی که در گیاهان طوقه‌ای شکل مانند *Astragalus effusus* برآورد مناسبی در مقایسه با گروه قبلی ارائه نمی‌دهد (Tahmasebi *et al.*, 2012).

به‌طورکلی، نتیجه بررسی‌ها نشان می‌دهد که برآورد تولید گونه‌های مرتعی از طریق اندازه‌گیری ویژگی‌های مورفولوژیکی امکان‌پذیر است و تخمین تولید از طریق ویژگی‌های مورفولوژیکی، موجب افزایش سرعت، کاهش زمان و هزینه و افزایش تعداد نمونه می‌شود. اگرچه نتایج حاصل در مراتع مناطق مختلف آب و هوایی، فرم‌های رویشی و گونه‌های مختلف یکسان نیست. از سویی باید توجه داشت که روابط مذکور معمولاً برای شرایطی ارائه می‌گردد که گونه‌ها چرا نشده باشند و هدف برآورد تولید برای محاسبه ظرفیت چرا می‌باشد که ضرورت دارد قبل از ورود دام به مرتع اینکار انجام شود ولی در شرایطی که هدف برآورد شدت بهره‌برداری از مرتع می‌باشد؛ چون مشخصات مورفولوژیکی گونه بر اثر چرای دام دستخوش تغییر شده است. ازاین‌رو، روابط ارائه شده قبلی کمتر کارآمد است و ضرورت دارد که دوباره روابط آماری بین

بودجه و زمان ارزیابی، برآورد مستقیم تولید علف‌ها در تمامی عرصه‌های مرتعی، به‌طور سالانه مقدور نیست. ازاین‌رو، بکارگیری روش‌های غیرمستقیم، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین نظر به اینکه روابط ارائه شده بین تولید گونه‌های مرتعی با معیارهای کمی پوشش گیاهی، معمولاً برای منطقه مورد مطالعه و گونه‌های مورد بررسی کاربرد دارد؛ ضرورت دارد که ابتدا روابط مذکور برای گونه‌های مورد چرای دام در هر منطقه اکولوژیک مشخص و بر مبنای نتایج حاصل از دیگر مناطق، روابط آماری قابل اعتماد، برای برآورد تولید هر یک از گونه‌ها، در اقلیم‌های مختلف رویشی ارائه گردد (Motamedi *et al.*, Hasen-Yusuf *et al.*, 2013; Nafus *et al.*, 2009; 2016). در این راستا، روابط آماری مختلفی برای تخمین تولید گونه‌های مرتعی از طریق معیارهای کمی پوشش گیاهی ارائه شده است که در بین روش‌های غیرمستقیم اندازه‌گیری تولید، برآورد تولید از طریق مشخصات مورفولوژیکی گونه‌ها، از رایج‌ترین روش‌هاست. در این مورد، روابط خطی و غیرخطی و همچنین روابط درجه یک، دو و سه بین مشخصات مورفولوژیکی با مقدار تولید علف‌ها آزمون می‌شوند و با توجه به سنجش‌های آماری، رابطه کارآمد برای برآورد غیرمستقیم تولید انتخاب می‌گردد (Tahmasebi *et al.*, 2012; Alilou *et al.*, 2016).

اهمیت آگاهی از مقدار تولید در مدیریت مرتع، باعث شده که کارشناسان همواره در جست‌وجوی شیوه‌ها و رابطه‌های مناسب اندازه‌گیری این عامل باشند. همچنین صرف وقت و هزینه زیاد و مخرب بودن روش‌های مستقیم اندازه‌گیری تولید، باعث ایجاد انگیزه پژوهش بر روی روش‌های غیرمستقیم شده است. ضمن اینکه برای اندازه‌گیری تولید، باید از روش‌هایی استفاده کرد که ضمن دارا بودن دقت لازم در تعیین علف‌ها و به‌تبع آن ظرفیت چرا، امکان انجام آن سریع و با هزینه کمتر میسر باشد (Arzani *et al.*, 2011). در این ارتباط، روش‌های غیرمستقیم اندازه‌گیری تولید، ساده، عملی و مناسب معرفی شده و پوشش تاجی، شاخص مناسبی برای برآورد وزن در بسیاری از گندمیان و

گونه مذکور را راحت‌تر پایش کنند. گونه مورد بررسی، در سطح وسیعی از مراتع میان‌بند حوزه آبخیز نازلوچای ارومیه پراکنش دارد که در اواخر فصل تابستان و فصل پائیز، مورد چرای دام قرار می‌گیرد و قادر به تأمین نیاز نگهداری دام در فصل غیررشد (Motamedi *et al.*, 2014) است. ضمن اینکه از نظر ترسیب کربن، جزو یکی از گونه‌های مهم مرتعی به‌شمار می‌رود و به‌دلیل ترکیبات ثانویه (اسانس) موجود در اندام‌ها، می‌تواند با رعایت حد مجاز برداشت، در زمره یکی از مهمترین گیاهان دارویی در فصل رشد، مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

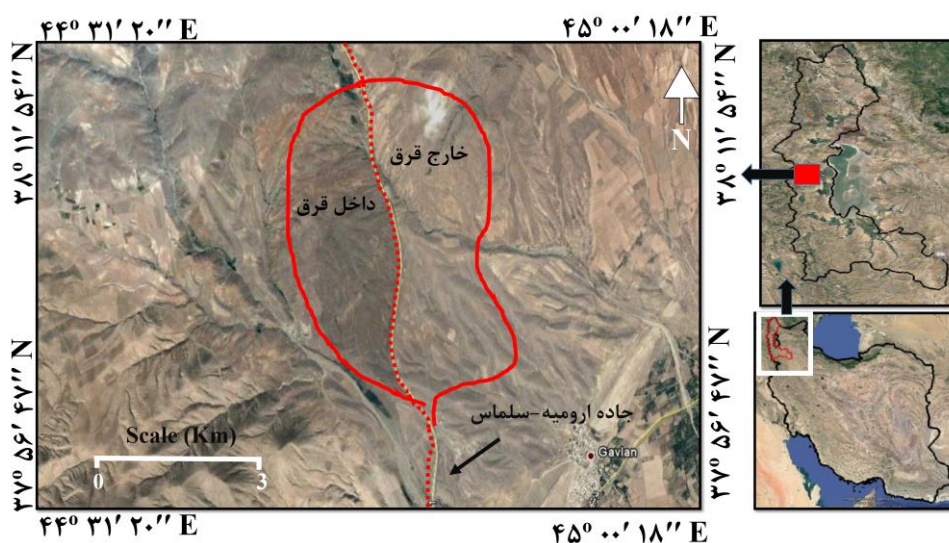
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

برای انجام پژوهش، مراتع کوهستانی که در موقعیت جغرافیایی ۴۷° و ۵۶° و ۳۷° تا ۵۴° و ۱۱° و ۳۸° عرض شمالی و ۲۰° و ۳۱° و ۴۴° تا ۱۸° و ۰۰° و ۴۵° طول شرقی و در محدوده ارتفاعی ۱۴۰۰-۱۷۰۰ متر از سطح دریا پراکنش دارند، به‌عنوان مکان معرف مراتع کوهستانی نازلوچای در شهرستان ارومیه در نظر گرفته شده است (شکل ۱).

ویژگی‌های مورفولوژیکی و مقدار تولید ارائه گردد. این موضوعی است که تاکنون کمتر به آن توجه شده است. در این مورد معمولاً سؤال مطرح می‌شود که آیا روابط آماری ارائه شده بین مشخصات مورفولوژیک گونه‌های مرتعی با مقدار تولید آنها در شرایطی که تحت چرا قرار نگرفته‌اند، برای شرایطی که ویژگی‌های مورفولوژیک آنها در اثر چرای دام تغییر کرده است، کاربرد دارد؟.

از همین‌رو، این پژوهش با هدف برآورد تولید گونه *A. aucheri* از طریق ویژگی‌های مورفولوژیکی در شرایطی که پایه‌ها چرا شده باشند و چرا نشده باشند، در دو واحد مطالعاتی قرق و غیرقرق، در مراتع کوهستانی نازلوچای ارومیه انجام شد تا با استفاده از روابط رگرسیونی، مناسب‌ترین ویژگی / ویژگی‌های مورفولوژیکی برای برآورد تولید گونه *A. aucheri* در شرایط چرا شده و نشده، معرفی گردد. روابط آماری ارائه شده، محققان و کارشناسان اجرایی و به ویژه کارشناسان صندوق بیمه محصولات کشاورزی را قادر خواهد کرد تا خسارت ناشی از خشکسالی‌های اقلیمی و مدیریتی (چرای بیش از حد بهره‌برداری مجاز رویشگاه) را بر روی مراتع محل پراکنش گونه *A. aucheri* برآورد کنند. ضمن اینکه روابط مذکور، محققان را قادر خواهد کرد تا در سال‌های بعد، بتوانند روند تغییرات مورفولوژیکی و بیوماس



شکل ۱- موقعیت مراتع کوهستانی مورد بررسی

Figure 1- Location of mountain rangelands under study

شدند. سپس در داخل هر یک از آنها، توده معرف پوشش گیاهی، مشخص و از پوشش گیاهی در تیرماه ۱۳۹۶ آماربرداری شد. نمونه برداری از پوشش گیاهی، بر مبنای دستورالعمل طرح ملی ارزیابی مراتع مناطق مختلف آب و هوایی ایران (Arzani, 1997) و توجه به کفایت آماری و ابعاد مناسب پلات و ترانسکت انجام شد. بدین منظور از تلفیق نمونه گیری تصادفی و سیستماتیک استفاده شد و از پوشش گیاهی در داخل ۶۰ پلات یک مترمربعی که با فاصله ۱۰ متر از همدیگر در امتداد شش ترانسکت ۱۰۰ متری مستقر شده بودند، آماربرداری شد. فاصله ترانسکت‌ها از همدیگر، با توجه به کوهستانی بودن منطقه، ۵۰ متر در نظر گرفته شد و برای رعایت اصل تصادفی بودن پلات‌ها، نقطه شروع هر یک از ترانسکت‌ها، با فاصله متفاوتی از خط پایه در نظر گرفته شد. مراتع مورد پژوهش، معمولاً در اواخر تابستان و فصل پائیز مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. از این رو، در موعد اندازه‌گیری پوشش گیاهی، هنوز پایه‌های گیاهی مورد چرا قرار نگرفته بودند. پس از استقرار پلاتها، در داخل آنها قطرتاج پوشش، ارتفاع و قطر یقه هر یک از پایه‌های واقع در داخل پلات‌ها اندازه‌گیری شد. در چنین شرایطی، امکان دارد که در یک پلات، تنها یک پایه از گونه *A. aucheri* واقع شود و در پلات دیگر، چندین پایه واقع گردد که بعضاً مساحتی از تاج پوشش آنها در خارج از محدوده پلات قرار گیرد.

پوشش تاجی، تصویر عمودی اندام‌های هوایی بر روی زمین است. ابعاد تاج پوشش (قطر تاج پوشش)، در سه جهت اندازه‌گیری شد. انتخاب قطرها به تجربه و مهارت کارشناس بستگی دارد. جهت‌های انتخابی به صورتی بود که میانگین آنها برابر با قطر متوسط تاج پوشش گیاه باشد. این ویژگی، توسط متر نواری و برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد (Arzani and King, 1994). قطر یقه، از قسمت یقه گیاه (چسبیده به سطح خاک)، به وسیله متر و بر حسب سانتی‌متر، در دو جهت به‌طور دقیق اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع، به‌لحاظ اینکه هدف اندازه‌گیری رشد سال جاری یا تولید علوفه سالانه است؛ پایین‌ترین حد رشد

در طی دوره آماری ۶۷ ساله (۱۳۹۶-۱۳۲۹)، متوسط بارندگی سالانه، ۳۳۰/۵ میلی‌متر است که حداقل و حداکثر آن به ترتیب در سالهای ۱۳۷۸ و ۱۳۷۳ با مقادیر ۱۸۸/۲ و ۵۷۹/۵ میلی‌متر رخ داده است. کمترین مقدار بارندگی در مردادماه و بیشترین مقدار آن در اردیبهشت‌ماه است. متوسط درجه حرارت سالانه ۱۱/۴۰ درجه سانتی‌گراد است که با میانگین حداکثر دمای ۲۴/۰۵ درجه سانتی‌گراد در تابستان تقریباً گرم و با میانگین حداقل دمای ۲/۳۷- درجه سانتی‌گراد در زمستان سرد است. منطقه از لحاظ بیوکلیماتیک در محدوده تقسیمات نیمه استیپی ایران و تورانی قرار گرفته و اقلیم منطقه نیز بر اساس سیستم طبقه‌بندی آمبرژه، خشک و سرد است.

روش بررسی

در منطقه مورد بررسی، یک قطعه قرق با سابقه بیش از دو دهه وجود دارد که نمود ظاهری آن، بوته- علفزار و با غالبیت گونه *Artemisia aucheri* و *Agropyron trichophorum* است. پوشش گیاهی در خارج از محدوده قرق، دارای نمود ظاهری بوته‌زار و با غالبیت گونه *A. aucheri* است و به‌نظر می‌رسد که بر اثر شدت چرا، گونه‌های گندمی از ترکیب گیاهی مرتع حذف و یا فرصت تجدید حیات پیدا نکرده‌اند. با وجود اینکه به‌دلیل چرا، جوانه‌های انتهایی و کناری تحریک می‌شوند و انتظار می‌رود که تعداد جست‌ها بیشتر شود و گیاه از ساختار قامتی راست به ساختار قامتی پهن تغییر شکل دهد؛ اما تعداد شاخه‌های رویشی و زایشی پایه‌های گونه *A. aucheri*، در خارج قرق به‌دلیل شدت چرا در اواخر تابستان و فصل پائیز سال قبل، به مقدار چشمگیری نسبت به داخل قرق کمتر است و پایه‌ها بعضاً تا سطح یقه مورد چرا قرار گرفته‌اند. آثار بوته‌میری هم در داخل قرق و هم در خارج قرق نیز مشاهده شد. از این رو، محدوده داخل قرق و خارج از آن، به‌عنوان دو واحد مطالعاتی مجزا در نظر گرفته شد که پایه‌های گونه *A. aucheri* واقع در خارج قرق، به‌عنوان چرا شده و پایه‌های گیاهی واقع در داخل قرق، به‌عنوان چرا نشده در نظر گرفته

به طوری که باید یک آزمون فرض F-Change برای اینکه تغییرات R^2 تفاوت معنی‌دار با صفر دارد، انجام شود. در حقیقت، هدف از انجام رگرسیون سلسله مراتبی، آزمون صحت حاکمیت شرایط سلسله مراتبی است. در این روش یک مبنای منطقی و یا نظری برای ترتیب ورود متغیرهای مستقل به مدل وجود دارد. به نحوی که اولویت ورود پارامترهای مستقل، بر اساس درجه سختی اندازه‌گیری پارامترها و وجود رابطه منطقی بین آن پارامترها برای هر دو واحد مطالعاتی در نظر گرفته شد. با استفاده از این رویه، می‌توان کیفیت مدل و اثر یک متغیر یا گروهی از متغیرها را بعد از کنترل اثر متغیر (های) وارد شده مرحله اول بررسی کرد. این رویه به تحلیل چندسطحی نیز معروف است. بنابراین با انجام رگرسیون سلسله مراتبی، متغیرهای مستقل که در مدل نهایی باقی بماند و میزان بیشتری از واریانس را توجیه نماید، شناسایی می‌شود. رابطه مدل نهایی حاصل شده، به صورت رابطه ۱ است.

$$+ \varepsilon N = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \quad (\text{رابطه ۱})$$

N: متغیر وابسته، X_i : متغیرهای مستقل، β : ضرایب پارامترها و ε : میزان خطاست.

بعد از تکمیل ساخت اولیه مدل، توانایی آن برای شبیه سازی مشخصات و رفتار سیستم واقعی، باید مورد آزمایش قرار بگیرد. هدف از آزمایش شبیه‌سازی و اعتبار مدل، سنجش توانایی مدل در شبیه‌سازی عملکرد جهان واقعی در محدوده‌های قابل قبول است که به این منظور اعتبارسنجی مدل استخراجی انجام شد.

ارزیابی و اعتبارسنجی مدل‌ها

صحت‌یابی مدل، از روش تطابق داده‌های مشاهده‌ای با خروجی آن، بررسی شد. برای آزمون اعتبارسنجی رگرسیون نهایی ارائه شده، با استفاده از ۲۰ درصد داده باقیمانده تکرارها (۲۰ پایه)، اعتبارسنجی مدل در هر واحد مطالعاتی با استفاده از روش‌هایی مانند آزمون مقایسه t جفتی، معیارهای ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین خطاها، ضریب

سال جاری در تاج پوشش تا حد بالایی آن گرفته شد و با استفاده از متر و بر حسب سانتی‌متر از سه نقطه اندازه‌گیری انجام شد. در نهایت میانگین‌های قطر تاج پوشش و قطر یقه و ارتفاع هر پایه، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها وارد آنالیز شد. پس از ثبت ویژگی‌های مورفولوژیکی پایه‌ها، رشد سال جاری آنها قطع و پس از خشک شدن نمونه‌ها در هوای آزاد، مقدار تولید هر یک از پایه‌های واقع در داخل پلات‌ها اندازه‌گیری شد.

مدل‌سازی

فرایند مدل‌سازی با حدود ۸۰ درصد تکرارها (۷۰ پایه) که به صورت تصادفی و با استفاده از روش *Randbetween* در محیط نرم‌افزار اکسل انتخاب شدند، انجام شد. بقیه پایه های گیاهی (۲۰ پایه) برای مرحله اعتبارسنجی مدل، مورد توجه قرار گرفت. در این ارتباط، مقدار تولید پایه‌های گیاهی، به عنوان متغیر وابسته و ویژگی‌های مورفولوژیکی، به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد. با آزمون روابط آماری بین متغیرها، سهم هر یک از ویژگی‌ها و همچنین مهمترین ویژگی، برای استفاده در برآورد غیرمستقیم تولید در مکان قرق و غیر قرق، در شرایطی که پایه‌های گیاهی چرا نشده و چرا شده باشند، مشخص گردید. در این رابطه، با استفاده از نرم‌افزار SPSS، عملیات پردازش داده‌ها بر روی گونه *A. aucheri* با استفاده از رگرسیون سلسله مراتبی انجام شد. ابتدا مقایسه میانگین وزن خشک نمونه‌ها تولید و سایر پارامترهای مستقل در دو مکان قرق و خارج قرق در مراحل مدل‌سازی و اعتبارسنجی، با استفاده از آزمون تی دو نمونه مستقل و همچنین آزمون همگنی واریانس گروه‌ها با استفاده از آزمون لون انجام گردید. در رگرسیون سلسله مراتبی هدف اصلی ورود یک به یک پارامترهای مستقل بر اساس میزان اهمیت و اثرگذاری آنها، به مدل و برآورد میزان افزایش در میزان ضریب تبیین مدل است، به طوری که به کمک این کار بهترین تعداد پارامتر انتخاب می‌گردد. در این روش در هر مرحله از ورود متغیرهای مستقل به مدل، میزان ضریب تبیین (R^2) مدل حاصل تغییر می‌یابد.

گرفت و سهم هر یک از ویژگی‌ها و مهمترین ویژگی برای برآورد غیرمستقیم تولید در هر یک از واحدهای مطالعاتی/مدیریتی (فرق و غیرفرق) مشخص گردید.

همبستگی و ضریب تبیین پیش‌بینی شد (Schaefli and Gupta, 2007). با توجه به ماتریس، مقدار تولید پایه‌های گیاهی به‌عنوان متغیر وابسته و ویژگی‌های مورفولوژیکی، به عنوان متغیر مستقل روابط آماری بین آنها مورد آزمون قرار

جدول ۱- مقایسه میانگین پارامترهای مستقل و وابسته با استفاده آزمون تی دو نمونه مستقل

Table 1- Comparison of the mean of independent and dependent parameters using t-test of two independent samples

متغیر Variable	میانگین و اشتباه از معیار قرق (گرم به ازای هر پایه) Mean± SE of enclosure ((g/ per base)	میانگین و اشتباه از معیار خارج قرق (گرم به ازای هر پایه) Mean± SE of out of enclosure (g/ per base)	آزمون برای واریانس ها Levene's Test for Equality of Variances		فرضیات واریانس دو گروه Hypotheses of variance of two groups	آزمون برابری میانگین‌ها t-test for Equality of Means		
			F	Sig		T	درجه آزادی Df	Sig (2- tailed)
تولید Forage production	24.71±2.81	12.87±0.74	62.699	0.000	برابری واریانس‌ها Equal variances assumed	4.64	138	0.000
					نابرابری واریانس‌ها Equal variances not assumed	6.64	78.39	0.000
ارتفاع Height	21.69±1.28	16.14±0.58	56.381	0.000	برابری واریانس‌ها Equal variances assumed	-3.65	138	0.000
					نابرابری واریانس‌ها Equal variances not assumed	-3.65	96.03	0.000
قطر متوسط تاج پوشش Medium diameter canopy	27.00±1.46	26.15±1.39	0.366	0.55	برابری واریانس‌ها Equal variances assumed	0.421	138	0.675
					نابرابری واریانس‌ها Equal variances not assumed	0.421	137.7	0.675
قطر متوسط یقه Medium collar diameter	12.58±0.55	9.99±0.72	4.926	0.028	برابری واریانس‌ها Equal variances assumed	-2.861	138	0.005
					نابرابری واریانس‌ها Equal variances not assumed	-2.861	128.51	0.005

نتایج

مقایسه میانگین پارامترهای مستقل و متغیر وابسته تولید در واحدهای مطالعاتی

نتایج مربوط به مقایسه میانگین وزن خشک نمونه‌ها/تولید و سایر پارامترهای مستقل در دو مکان قرق و خارج قرق با استفاده از آزمون تی دو نمونه مستقل و همچنین آزمون همگنی واریانس گروه‌ها با استفاده از آزمون لون در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به نتیجه حاصل و با استفاده از نتایج آزمون تی مستقل دو گروه، مشخص شد که دو گروه داده (واحدهای مطالعاتی قرق و خارج قرق) از لحاظ میانگین تولید در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند. به طوری که تولید *A. aucheri* در مکان قرق با مقدار ۲۴/۲۱ گرم به ازای هر پایه نسبت به خارج قرق با مقدار ۱۲/۴۰ گرم به ازای هر پایه، بیشتر است. در مرحله مدل‌سازی، پارامتر قطر متوسط تاج پوشش و در مرحله اعتبارسنجی، پارامترهای قطر متوسط تاج پوشش و قطر متوسط یقه معنی‌دار نشد. به عبارتی، بین دو واحد مطالعاتی تفاوتی بین پارامترهای یادشده مشاهده نمی‌شود. مقایسه میانگین وزن خشک نمونه‌ها در سطح پنج درصد، نشان داد که بین مکان‌ها اختلافی از این نظر وجود دارد (شکل ۲).

معیارهای کمی پوشش گیاهی (ویژگی‌های مورفولوژیکی) الف- واحد مطالعاتی قرق

آمار توصیفی شاخص‌های مورفولوژیکی و تولید گونه *A. aucheri* در مرحله مدل‌سازی و اعتبارسنجی بررسی شد. بر این اساس، میانگین تولید در داخل قرق در مرحله مدل‌سازی، ۲۴/۷۱ گرم به ازای هر پایه و در مرحله اعتبارسنجی، ۲۲/۴۴ گرم به ازای هر پایه است.

ماتریس همبستگی متغیرها در داخل قرق

برای مقایسه ارتباط بین متغیرهای مستقل با هم و همچنین با مقدار تولید، ابتدا جدول ماتریس همبستگی (جدول ۲) برای کلیه متغیرهای اندازه‌گیری شده با استفاده از همبستگی پیرسون تشکیل شد. سپس از این طریق، می‌توان

ضریب همبستگی و میزان ارتباط هر یک از متغیرها را بر اساس میزان همبستگی خطی (r) و همچنین سطح معنی‌داری آنها با هم مقایسه کرد. چون هدف برآورد تولید است. به طوری که در کلیه موارد همبستگی معنی‌دار بین تولید با متغیرهای مستقل برقرار است و همگی در سطح یک درصد معنی‌دار هستند و تولید به این متغیرها وابسته است. همین طور می‌توان نتیجه گرفت که در جامعه مورد مطالعه، در همه موارد بین متغیرهای مختلف نیز همبستگی وجود دارد. قوی‌ترین ارتباط، به صورت خطی بین تولید با قطر متوسط یقه و در مرحله بعد، با قطر متوسط تاج پوشش و ضعیف‌ترین ارتباط، با ارتفاع برقرار می‌باشد.

مدل آماری در داخل قرق

برای بیان یک ارتباط ریاضی- آماری به عنوان یک مدل مناسب برای برآورد متغیر وابسته تولید نسبت به سایر متغیرها، لازم است تا تأثیر متغیرهای مستقلی که با تولید رابطه معنی‌داری دارند، معلوم شود. به همین دلیل کلیه متغیرهای مستقل که با تولید رابطه معنی‌داری را نشان دادند، برای بدست آمدن مدل مناسب در نرم‌افزار SPSS وارد شدند. در این ارتباط، ابتدا پیش‌شرط‌های رگرسیون سلسله مراتبی بررسی شد. بر اساس نتایج، برازش نرمال بودن متغیر وابسته با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف انجام شد که با احتمال ۹۹ درصد، داده‌های تولید در داخل قرق نرمال بودند. پارامترهای مستقل هم در داخل و هم در خارج قرق، به ترتیب و بر اساس درجه سختی اندازه‌گیری در سه مرحله به طریق رگرسیون سلسله مراتبی با استفاده از روش Enter وارد مدل شدند. ترتیب ورود شاخص‌های سه‌گانه مستقل به مدل‌ها در واحدهای مطالعاتی، بدین صورت انجام شد که ابتدا پارامتر ارتفاع، سپس قطر متوسط تاج پوشش و در مرحله بعد، قطر متوسط یقه برای معنی‌دار شدن وارد مدل شدند (جدول ۲). نتایج رگرسیون سلسله مراتبی نشان داد که در مرحله اول ارتفاع به طور معنی‌داری وارد مدل شده است. در مرحله دوم، ارتفاع به

ارتفاع با ضریب ۰/۱۵ کمترین سهم را در تبیین تولید بر عهده دارند. با توجه به آنکه آماره VIF کمتر از ۱۰ و آماره Tolerance نزدیک یک است، از این رو در مدل نهایی پیش شرط عدم وجود هم خطی برقرار است. معنی داری رگرسیون های هر مرحله نیز توسط تجزیه واریانس رگرسیون در جدول ۳ ارائه شده است.

همراه قطر متوسط تاج پوشش، به طور معنی داری در مدل ظاهر شده است. در آخرین مرحله، رگرسیون سلسله مراتبی، ارتفاع، قطر متوسط تاج پوشش و قطر متوسط یقه پارامترهایی هستند که در مدل به طور معنی داری نمایان شدند. بر این اساس، مشاهده می شود که ویژگی های مورفولوژیکی در پیش بینی تولید نقش معنی داری دارند و قطر متوسط یقه با ضریب ۰/۵۵ بیشترین و

جدول ۲- انجام رگرسیون سلسله مراتبی در سه مرحله در داخل قرق

Table 2-Performing hierarchical regression in three stages inside the enclosure

مدل Model	ضرایب غیر استاندارد		ضرایب استاندارد		T	Sig.	بازه اطمینان ضرایب (۹۵ درصد) 95.0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
	Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero- order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	مقدار ثابت Constant	-14.51	8.62		-1.68	0.097	-31.72	2.69					
	H	2.430	0.51	0.50	4.75	0.000	1.41	3.45	0.50	0.50	0.50	1.000	1.00
2	مقدار ثابت Constant	-19.31	6.51		-2.97	0.004	-32.30	-6.32					
	H	0.44	0.90	0.09	0.93	0.375	-0.50	1.38	0.50	0.113	0.07	0.67	1.50
	D1	1.37	0.19	0.71	7.32	0.000	-0.99	1.74	0.76	0.667	0.58	0.67	.50
3	مقدار ثابت Constant	-19.75	5.82		-3.39	0.001	-31.37	-8.13					
	H	0.73	0.43	0.15	1.96	0.042	-0.12	1.58	0.50	0.21	0.12	0.65	1.54
	D1	0.42	0.28	0.22	2.51	0.005	-0.13	0.98	0.76	0.18	0.11	0.24	4.21
	D2	2.13	0.51	0.55	4.22	0.000	1.12	3.14	0.79	0.46	0.30	0.30	3.36

تناسب رگرسیون و ضریب تبیین کلی آن بهبود می یابد (جدول ۴).

انجام آزمون تجزیه واریانس رگرسیون، نشان داد که هر سه مرحله رگرسیون در سطح یک درصد معنی دار است. به طوری که در هر مرحله با رفتن به مراحل بعدی، میزان

جدول ۳- آزمون تجزیه واریانس رگرسیون برای هر یک از مراحل رگرسیون سلسله مراتبی در داخل قرق

Table 3- Regression analysis of variance test for each of the hierarchical regression steps inside the enclosure

مدل Model	منبع تغییرات Source of changes	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Average squares	F	Sig.
1	رگرسیون Regression	9555.998	1	9555.998	22.533	0.000 ^b
	باقیمانده Residual	288837.493	68	424.081		
	کل Total	38393.491	69			
2	رگرسیون Regression	22369.550	2	11184.775	46.766	0.000 ^c
	باقیمانده Residual	16023.941	67	239.163		
	کل Total	38393.491	69			
3	رگرسیون Regression	25770.550	3	8590.183	44.914	0.000 ^d
	باقیمانده Residual	12622.941	66	191.257		
	کل Total	38393.491	69			

a. Dependent Variable: production b. Predictors: (Constant), H
c. Predictors: (Constant), H, D1 d. Predictors: (Constant), H, D1, D2

جدول ۴- میزان تغییر ضریب تبیین در مراحل مختلف رگرسیون سلسله مراتبی در داخل قرق

Table 4-The rate of change of explanation coefficient in different stages of hierarchical regression inside the enclosure

مدل	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the estimate	Change Statistics				Durbin-Watson	
					R Square Change	F Change	df1	df2		Sig. F Change
1	0.499 ^a	0.249	0.238	20.59322	0.249	22.533	1	68	0.000	
2	0.763 ^b	0.583	0.570	15.46491	0.334	53.577	1	67	0.000	
3	0.819 ^c	0.671	0.656	13.82956	0.089	17.782	1	66	0.000	1.744

a. Predictors: (Constant), H b. Predictors: (Constant), H, D1
c. Predictors: (Constant), H, D1, D2 d. Dependent Variable: production

F-Change معنی‌دار است و تغییرات r^2 نیز تفاوت معنی داری با صفر دارد. در نتیجه، مدل نهایی به‌عنوان بهترین مدل انتخاب شد. آماره دوربین واتسون برای آزمون پیش‌شرط رگرسیون مبنی بر مستقل بودن مقادیر خطای رگرسیون، برابر $1/744$ است که حکایت از صفر بودن خود همبستگی

در مرحله اول رگرسیون، میزان ضریب تبیین مدل $0/238$ است که در نهایت در مرحله سوم، ضریب تبیین به $0/656$ افزایش می‌یابد. ضمن اینکه با توجه به آماره F-Change مشخص می‌شود که میزان این تغییرات تا دو مرحله افزایشی و معنی‌دار است و در مرحله سوم نیز آماره

$$\text{رابطه ۲) } Y = 0.422 + 0.729D_2 + 2.130D_1 - 19.75H$$

ارزیابی و اعتبارسنجی مدل انتخابی برای داخل قرق با استفاده از آزمون t جفتی، معیارهای ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین خطا (ME) و آماره ضریب همبستگی (r) و ضریب تشخیص (r²) و مدل رگرسیونی اولیه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمون t جفتی (جدول ۵) نشان داد که مقادیر محاسبه‌ای و مشاهده‌ای تولید در داخل قرق، در سطح معنی‌داری پنج درصد بدون اختلاف هستند.

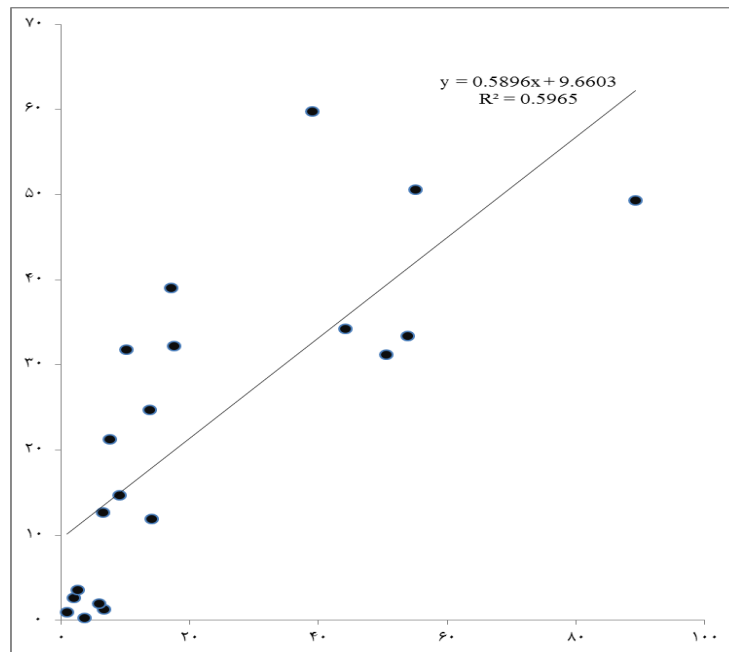
و یا به عبارتی مستقل بودن خطای رگرسیون دارد. نتایج گرافیکی سایر پیش‌شرط‌های مدل رگرسیون سلسله مراتبی در شکل ۲ ارائه شده است.

با بررسی برقراری پیش‌شرط‌های لازم برای انجام رگرسیون خطی چندگانه، مدل سوم با ضریب تشخیص (R²) برابر با ۰/۶۶ قابل اعتمادتر و مدل ساخته‌شده با آن مناسب‌تر است. بنابراین مدلی که برای هر سه متغیر در گونه *A. aucheri* در واحد مطالعاتی قرق ارائه می‌شود، به صورت رابطه ۲ است: که در آن Y متغیر تولید، D1 قطر متوسط تاج پوشش، D2 قطر متوسط بقیه و H متوسط ارتفاع گونه است.

جدول ۵- آزمون t جفتی بین مقادیر محاسبه‌ای و مشاهده‌ای تولید در داخل قرق

Table 5- Paired t-test between calculated values and observed production inside the enclosure

	میانگین ME	انحراف معیار Std. Deviation	اشتباه از معیار Std. Error	T	درجه آزادی DF	سطح معنی‌داری Sig
مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده جفتی Actual and predicted pair values	-0.45	15.43	3.45	-0.131	19	0.897



شکل ۲- نمودار پراکنش و خط رگرسیون برازش شده باقیمانده‌ها برای داخل قرق

Figure 2- Distribution diagram and fitted regression line of the residues for the enclosure

این متغیرها وابسته است. همین‌طور می‌توان نتیجه گرفت که در جامعه مورد مطالعه، در همه موارد میان متغیرهای مختلف نیز همبستگی وجود دارد. قویترین ارتباط، به‌صورت خطی بین تولید با درصد تاج‌پوشش و در مرحله بعد با قطر متوسط تاج‌پوشش و ضعیف‌ترین ارتباط با ارتفاع برقرار است.

مدل آماری متغیرها برای خارج قرق

در واحد مطالعاتی خارج قرق نیز کلیه متغیرهای مستقل که با تولید رابطه معنی‌داری را نشان دادند، برای دستیابی به مدل مناسب جهت برآورد تولید، وارد نرم‌افزار شدند. همانند منطقه قرق، پیش‌شرط‌های رگرسیون سلسه مراتبی برای خارج قرق نیز بررسی شد. در این ارتباط، برازش نرمال بودن متغیر وابسته / تولید با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای منطقه خارج قرق انجام شد که با سطح احتمال ۹۹ درصد، داده‌های تولید در منطقه خارج قرق نرمال بودند.

شاخص‌های سه‌گانه مشخص‌شده (ارتفاع، قطر متوسط تاج‌پوشش و قطر یقه) در سه مرحله وارد آنالیز رگرسیون سلسله مراتبی شدند. در مرحله اول، ارتفاع وارد مدل شد. در مرحله دوم، ارتفاع به همراه قطر متوسط تاج‌پوشش و در مرحله آخر، قطر متوسط تاج‌پوشش و قطر متوسط یقه پارامترهایی هستند که وارد مدل شدند؛ اما پارامتر قطر متوسط یقه در مدل سوم معنی‌دار نیست و در پیش‌بینی تولید نقش معنی‌داری ندارد. در نتیجه، کارایی این مدل برای برآورد تولید از بین می‌رود. با توجه به آنکه آماره VIF کمتر از ۱۰ و آماره Tolerance نزدیک یک است، از این‌رو در مدل دوم پیش شرط عدم وجود هم‌خطی برقرار است (جدول ۶). معنی‌داری رگرسیون‌های هر مرحله نیز توسط تجزیه واریانس رگرسیون در جدول ۷ ارائه شده است.

مقدار ریشه میانگین مربعات خطا برابر ۱۵/۰۵ شد که عددی مثبت و تقریباً نزدیک به صفر است و با خطای نسبتاً کمی که دارد، عملکرد نسبتاً خوب مدل را بیان می‌کند. میانگین خطا با عدد ۰/۹۰ نشان‌دهنده پیش‌بینی خوب مدل است، زیرا مقادیر پیش‌بینی را بیشتر از میزان واقعی پیش‌بینی کرده و مقدار عددی مثبتی به خود گرفته است. ضریب همبستگی برابر با ۰/۷۷ و ضریب تشخیص برابر با ۰/۶۰ شد که بیانگر قدرت بالای مدل است و با توجه به اینکه این مقدار به یک نزدیک است، مدل ساخته شده بهتر و قابل اعتمادتر می‌باشد. با توجه به برقراری معیارهای ارزیابی مدل و بررسی نمودار (شکل ۲) و خط برازش‌شده اصلی، مدل انتخابی قابلیت استفاده در برآورد تولید گونه *A. aucheri* با استفاده از هر سه متغیر (ارتفاع، قطر تاج‌پوشش و قطر یقه) در داخل قرق را داراست.

ب- واحد مطالعاتی خارج قرق

آمار توصیفی شاخص‌های مورفولوژیکی و تولید گونه *A. aucheri* در مرحله مدل‌سازی و اعتبارسنجی بررسی شد. بر این اساس، میانگین تولید در خارج قرق در مرحله مدل‌سازی و اعتبارسنجی به ترتیب ۱۲/۸۷ و ۱۰/۷۶ می‌باشد.

ماتریس همبستگی متغیرها در خارج قرق

برای بررسی ارتباط بین متغیرهای مستقل با هم و همچنین با مقدار تولید، جدول ماتریس همبستگی برای کلیه متغیرهای اندازه‌گیری شده تشکیل شد. از این طریق می‌توان ضریب همبستگی و میزان ارتباط هر یک از متغیرها را براساس میزان همبستگی خطی (r) و همچنین سطح معنی‌داری آنها با هم مقایسه کرد. نتایج نشان داد در کلیه موارد همبستگی معنی‌دار بین تولید با تمام متغیرهای مستقل برقرار بوده و همگی در سطح یک درصد معنی‌دار هستند و تولید به

جدول ۶- انجام رگرسیون سلسله مراتبی در سه مرحله در خارج قرق

Table 6- Performing hierarchical regression in three stages out of enclosure

مدل Model	ضرایب غیر استاندارد		ضرایب استاندارد		t	Sig.	بازه اطمینان ضرایب در ۹۵ درصد 95.0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
	Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients Beta	Lower Bound			Upper Bound	Zero- order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
													B
1	مقدار ثابت Constant	8.69	1.59		5.47	0.000	5.52	11.86					
	H	0.192	0.07	0.335	2.93	0.005	0.06	0.324	0.335	0.335	0.335	1.000	1.00
2	مقدار ثابت Constant	-3.711	2.03		-1.83	0.072	-7.759	0.336					
	H	0.329	0.05	0.573	6.33	0.000	0.226	0.466	0.335	0.612	0.537	0.877	1.14
	D1	0.361	0.05	0.681	7.52	0.000	0.265	0.456	0.480	0.676	0.637	0.877	1.14
3	مقدار ثابت Constant	-3.488	2.07		-1.69	0.046	-7.616	0.640					
	H	0.351	0.06	0.611	5.61	0.000	0.226	0.475	0.335	0.568	0.478	0.613	1.63
	D1	0.378	0.06	0.713	6.84	0.000	0.267	0.488	0.480	0.644	0.583	0.669	1.50
	D2	-0.090	0.14	-0.067	-0.063	0.530	-0.376	1.195	0.374	-0.08	-0.05	0.644	1.55

جدول ۷- آزمون تجزیه واریانس رگرسیون برای هر یک از مراحل رگرسیون سلسله مراتبی در خارج قرق

Table 7- Regression analysis of variance test for each of the hierarchical regression steps out of enclosure

مدل Model	منبع تغییرات Source of changes	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Average squares	F	Sig.
1	رگرسیون Regression	293.782	1	293.782	8.571	0.005 ^b
	باقیمانده Residual	2330.890	68	34.278		
	کل Total	2624.671	69			
2	رگرسیون Regression	1360.182	2	680.091	36.035	0.000 ^c
	باقیمانده Residual	1264.489	67	18.873		
	کل Total	2624.671	69			
3	رگرسیون Regression	1367.772	3	455.924	23.941	0.000 ^d
	باقیمانده Residual	125.899	66	19.044		
	کل Total	2624.671	69			

a. Dependent Variable: production b. Predictors: (Constant), H
c. Predictors: (Constant), H, D1 d. Predictors: (Constant), H, D1, D2

انجام آزمون تجزیه واریانس رگرسیون نشان داد که هر سه مرحله رگرسیون در سطح یک درصد معنی دار است. بررسی میزان ضریب تبیین در جدول ۸، انتخاب مدل مناسب را تعیین می‌کند.

جدول ۸- میزان تغییر ضریب تبیین در مراحل مختلف رگرسیون سلسله مراتبی در خارج قرق

Table 8- The rate of change of explanation coefficient in different stages of hierarchical regression out of enclosure

مدل Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of The estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df ₁	df ₂	Sig. F Change	
1	0.335 ^a	0.112	0.099	5.85472	0.112	8.571	1	68	0.005	
2	7200 ^b	0.518	0.504	4.34430	0.406	56.504	1	67	0.000	
3	7220 ^c	0.521	0.499	4.36393	0.003	0.399	1	66	0.530	2.288

a. Predictors: (Constant), H
b. Predictors: (Constant), H,
c. Predictors: (Constant), H, D1, D2
d. Dependent Variable: production

رابطه ۳ $Y = 0.361 + 0.329D_1 - 0.711H$
که در آن Y متغیر تولید، D1 قطر متوسط تاج پوشش و H متوسط ارتفاع گونه در خارج قرق است.

ارزیابی و اعتبارسنجی مدل انتخابی برای خارج قرق با استفاده از آزمون t جفتی، معیارهای ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین خطا (ME) و آماره ضریب همبستگی (r) و مدل رگرسیونی اولیه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمون t جفتی (جدول ۹) نشان داد که مقادیر محاسبه‌ای و مشاهده‌ای تولید در خارج قرق، در سطح معنی داری پنج درصد بدون اختلاف هستند.

مقدار ریشه میانگین مربعات خطا برابر ۳/۵۳ شد که نزدیک به صفر است و با خطای نسبتاً کمی که دارد، عملکرد نسبتاً بالای مدل را در خارج قرق بیان می‌کند. میانگین خطا با عدد ۱/۵۷، نشان‌دهنده پیش‌بینی خوب مدل است، زیرا مقادیر پیش‌بینی را بیشتر از میزان واقعی پیش‌بینی کرده و مقدار عددی مثبتی به خود گرفته است. ضریب همبستگی برابر با ۰/۷۴ و ضریب تشخیص برابر با ۰/۵۴ شد که بیانگر قدرت بالای مدل است و با توجه به اینکه این مقادیر به یک نزدیک است، مدل ساخته شده بهتر و قابل اعتمادتر

نتایج نشان داد که در مرحله اول رگرسیون، میزان ضریب تبیین (R^2) مدل ۰/۰۹۹ است که در مرحله دوم به ۰/۵۰۴ افزایش می‌یابد ولی در مرحله سوم با میزان ۰/۴۹۹ سیر نزولی به خود می‌گیرد و آماره F-Change نیز در این مرحله معنی دار نیست. بنابراین، مدل دوم با ضریب تبیین ۰/۵۰۴ قابل اعتمادتر و معنی دار است. به عبارتی، حدود ۵۰ درصد از تغییرات در متغیر تولید را می‌توان با متغیرهای مستقل موجود در مدل دوم شامل قطر متوسط تاج پوشش و ارتفاع بیان کرد. آماره دوربین واتسون برای آزمون پیش شرط رگرسیون مبنی بر مستقل بودن مقادیر خطای رگرسیون برابر ۲/۲۸۸ است که حکایت از کم بودن خودهمبستگی و یا به عبارتی مستقل بودن خطای رگرسیون دارد. نتایج گرافیکی سایر پیش‌شرط‌های مدل رگرسیون سلسله مراتبی در ادامه (شکل ۳) ارائه شده است. با بررسی برقراری پیش‌شرط‌های لازم برای انجام رگرسیون خطی چندگانه، مدل دوم با ضریب تشخیص (r^2) ۰/۵۰۴، قابل اعتمادتر و مدل ساخته شده با آن مناسب‌تر است. بنابراین، مدلی که برای دو متغیر ارتفاع و قطر متوسط تاج پوشش در گونه *A. aucheri* در واحد مطالعاتی خارج قرق ارائه می‌شود، به صورت رابطه ۳ است.

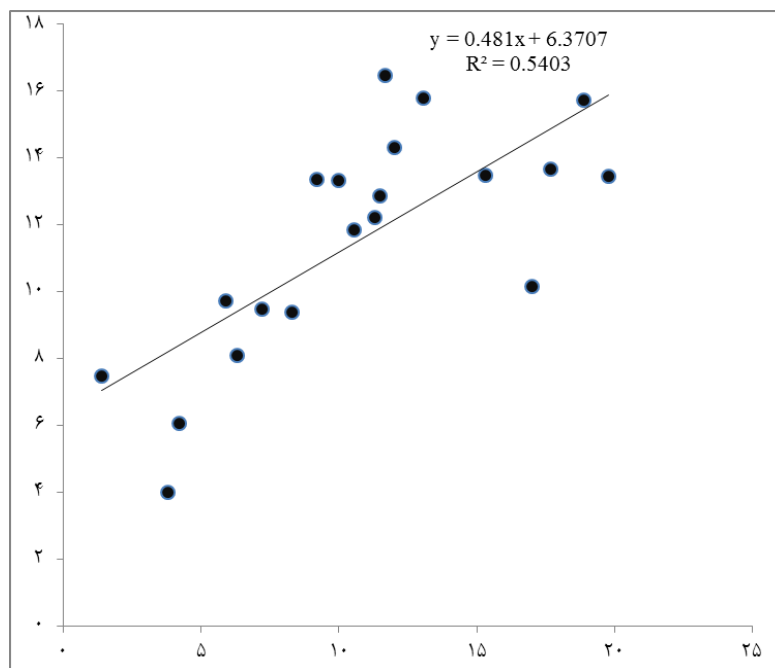
استفاده از هر دو متغیر (ارتفاع و قطر تاج پوشش) را در خارج قرق دارد.

می باشد. با توجه به برقراری معیارهای ارزیابی مدل و بررسی نمودار (شکل ۳) و خط برازش شده اصلی، مدل انتخابی قابلیت استفاده در برآورد تولید گونه *A. aucheri* با

جدول ۹- آزمون t جفتی بین مقادیر محاسبه‌ای و مشاهده‌ای تولید در خارج قرق

Table 9- Paired t-test between calculated values and observed out of enclosure production

سطح معنی داری Sig	درجه آزادی DF	T	اشتباه از معیار Std. Error	انحراف معیار Std. Diveation	میانگین ME	مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده جفتی Actual and predicted pair values
0.331	19	-0.998	0.79	3.53	-0.79	



شکل ۳- نمودار پراکنش و خط رگرسیون برازش شده باقیمانده‌ها برای خارج قرق

Figure 3- Distribution diagram and fitted regression line of the residues for the out of enclosure

یکی از روش‌های برآورد تولید از طریق عواملی که با آن در ارتباطند، می باشد. هدف این روش، دست یافتن به مدلی است که ضمن دارا بودن دقت کافی، باعث صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌های اندازه‌گیری شود. در این پژوهش نیز هدف بررسی امکان ارائه مدلی است که بتواند تولید گونه *A. aucheri* را در واحدهای مطالعاتی انتخاب شده، برآورد کند. از این‌رو، سعی شد مدلی ارائه شود که ضمن نظر

بحث

آگاهی از مقدار تولید علوفه گونه‌های مرتعی، از مسائل اساسی در تحقیقات ارزیابی مرتع به‌شمار می‌رود و اطلاعات زیادی را در ارتباط با چگونگی کارکرد اکوسیستم در اختیار مدیر مرتع قرار می‌دهد. بنابراین ضرورت دارد که بتوان با کم هزینه‌ترین، مناسبترین و پرکاربردترین روش ممکن، تولید مرتع را اندازه‌گیری کرد. روش استفاده از مدل‌های آماری،

ولی با این حال رسیدن به یک مدل که بتواند مقادیر بالاتر از نصف پیش‌بینی‌ها را درست برآورد نماید به نظر می‌رسد در گستره عظیم مراتع کشور برای کاهش هزینه‌ها، کارگشا و توجیه‌پذیر باشد. از سویی، یکی از اهداف این پژوهش بررسی تغییرات روابط بین تولید و صفات مورفولوژیک در دو نوع مدیریت چرای دام و قرق بوده است و نتایج آن نیز نشان داد که تنها حتی با تغییر نوع مدیریت و ثابت نگه داشته شدن سایر عوامل اثرگذار نوع مدل نهایی ایجاد شده برای دو نوع مدیریت نیز متفاوت می‌باشد که خود دلیل محکم بر ادعای پیچیده بودن اکوسیستم و ارزشمند بودن ضریب تبیین به دست آمده در این تحقیق است. همانطور که نتایج نشان داد، در داخل قرق قویترین ارتباط به صورت خطی بین تولید با قطر متوسط یقه به میزان همبستگی (r) ۰/۷۸۹ برقرار بود. به عبارت دیگر، از بین ویژگی‌های مورفولوژیکی مورد بحث، قطر متوسط یقه به دلیل دارا بودن ضریب همبستگی بالا، مناسب‌ترین پارامتر برای برآورد تولید است. علت این موضوع، این است که در داخل قرق به دلیل اینکه قطر یقه گیاه بر اثر چرا یا عوامل محیطی دیگر کمتر تحریک شده و نوسان کمتری دارد، به نحوی که همبستگی بین این متغیر و متغیر تولید افزایش پیدا می‌کند. در خارج قرق، قوی‌ترین ارتباط به صورت خطی، بین تولید با قطر متوسط تاج پوشش (ویژگی معمول در اندازه‌گیری‌ها) به میزان همبستگی (r) ۰/۴۸۰ برقرار بود. یکی از دلایلی که باعث می‌شود در هر دو واحد مطالعاتی ارتفاع رابطه ضعیف‌تری با تولید در این گونه داشته باشد، عدم توزیع یکنواخت وزن توده زنده با افزایش ارتفاع است (Benkobi *et al.*, 2000). همچنین به احتمال زیاد، همبستگی زیاد بین این ویژگی‌ها، موجب این موضوع شده است و این موضوع را ثابت می‌کند که در انتخاب چند ویژگی مرتبط با یکدیگر، استفاده از یکی از آنها که از نظر اندازه‌گیری راحت‌تر می‌باشد، مناسب است (Benkobi Arzani and King, 1994). کم بودن نوسانهای پوشش یقه در شرایط خشکسالی، دلیلی بر اهمیت آن ذکر شده است و عقیده بر این است که در این مورد باید

گرفتن جنبه علمی و دارا بودن دقت لازم، جنبه عملی مدل ارائه شده نیز در نظر گرفته شود. زیرا برای ارائه این مدل‌ها، نیاز به یکسری عملیات میدانی هست و باید دشواری‌های اندازه‌گیری را مد نظر قرار داد. نتایج تجزیه رگرسیون سلسه مراتبی، برای معیارهای کمی پوشش گیاهی، نشان داد که در گونه *A. aucheri* در داخل قرق، هر سه ویژگی قطر متوسط تاج پوشش (D_1)، قطر یقه (D_2) و ارتفاع (H) با تولید ارتباط معنی‌داری دارند و قطر متوسط یقه بیشترین نقش را در تبیین تولید دارد. در خارج قرق، ویژگی‌های قطر متوسط تاج پوشش (D_1) و ارتفاع (H) با تولید در ارتباطند و ویژگی قطر متوسط تاج پوشش، مؤثرترین ویژگی در تبیین تولید است. به عبارت دیگر، امکان ارائه چنین مدل‌های آماری از روی ویژگی‌های مورفولوژیکی وجود دارد، اما موردی که مطرح است، متفاوت بودن مدل‌ها در داخل و خارج قرق است. به عبارت دیگر، ویژگی‌های مورفولوژیکی مرتبط با تولید در داخل قرق با خارج قرق متفاوت می‌باشد. اما باید بتوان با در نظر گرفتن جنبه‌های علمی، دقت مدل‌های انتخابی را سنجید تا بتواند پاسخگوی تمام سئوالات و نیازهای لازم باشد. از این رو، از روی ضریب تشخیص و اشتباه برآورد، دقت مدل‌ها برای هر دو واحد مطالعاتی سنجیده شد و مدل‌ها نهایی شدند. در واحد مطالعاتی قرق، ضریب تشخیص برابر ۰/۶۰ و اشتباه برآورد دقت مدل برابر با ۱۵/۰۵ شد که راستی‌آزمایی و کارایی خوب مدل را نشان می‌دهد. ضریب تشخیص و اشتباه برآورد دقت مدل در خارج قرق نیز به ترتیب برابر با ۰/۵۴ و ۳/۵۳ شد که دقت و صحت خوب مدل انتخابی را بیان می‌کند. در مرحله اعتبارسنجی در هر دو واحد مطالعاتی، اختلافی بین تولید واقعی و تولید برآوردی در سطح معنی‌داری پنج درصد مشاهده نشد. به عبارتی، مدل‌های رگرسیونی توانایی برآورد تولیدی نزدیک به تولید واقعی *A. aucheri* را در واحدهای مطالعاتی دارند. در مورد مقادیر ضریب تبیین بدست آمده، این نکته یادآوری می‌شود که لزوماً انتظار نمی‌رود مقادیر بالایی از ضریب تبیین به دست آید؛ زیرا محیط‌های طبیعی پیچیده بوده و مدل‌سازی آن به راحتی امکان‌پذیر نمی‌باشد

مورفولوژیکی برای برآورد تولید معرفی کردند. از آنجایی که مدل ارائه شده بدون در نظر گرفتن شرایط قرق بوده، با مدل ارائه شده در این تحقیق برای منطقه خارج قرق، تطابق بیشتری دارد. به عبارتی، مهمترین ویژگی مورفولوژیکی گونه *A. aucheri* برای برآورد تولید، قطر متوسط تاج پوشش بیان شده است. همچنین گزارش شد که معادلات رگرسیونی در گونه *A. aucheri* در مراتع دیزج بطنچی و قطور با توجه به متفاوت بودن وضعیت مرتع، شدت بهره برداری و شدت چرا در این مکانها متفاوت می باشد. به عبارتی، شدت بهره برداری بر روی ویژگی های ساختاری و مورفولوژیکی گونه ها مؤثر بوده و بیوماس و تولید گونه های مرتعی خود متأثر از این ویژگی هاست. بنابراین مقادیر تولید و مدل های رگرسیونی در مکان های مختلف با شدت های چرای متفاوت، متغیر خواهد بود. این نتایج با نتایج این پژوهش نیز همخوانی دارد، زیرا مدل های رگرسیونی واحدهای مطالعاتی قرق و خارج قرق نیز با توجه به متفاوت بودن نوع مدیریت و متفاوت بودن شرایط حاکم متفاوت از هم هستند. در این زمینه، با مطالعه بیوماس اندام هوایی و زیرزمینی گونه *A. seiberi* در شدت های مختلف چرای در سمنان (Joneidi et al., 2013)، گزارش شد که کاهش بیوماس اندام های هوایی گیاهان با شدت چرا و حجم برداشت از اندام های هوایی گیاهان در ارتباط بوده و رشد و توسعه اندام های هوایی در مناطق تحت چرای سنگین در مقایسه با مناطق تحت چرای متوسط، به شدت محدود شده است. همچنین بررسی اثر شدت چرا بر بیوماس هوایی و زیرزمینی و ویژگی های ابعادی سه گونه *Stipa Festuca ovina* و *barbata* در علزارهای کوهستانی چهارباغ گلستان، نشان دهنده تفاوت معنی دار بین بیوماس هوایی و زیرزمینی و ویژگی های ساختاری سه گونه تحت شدت های چرای متفاوت بوده است (Akbarlou et al., 2012). مزیت مدل های تشریح شده در این تحقیق نسبت به سایر مدل های ارائه شده توسط سایر محققان (Whelan, 2001; Alilou et al., 2016)، امکان مقایسه روابط آماری ارائه شده بین مشخصات مورفولوژیک گونه با

بررسی با شمار نمونه لازم به عمل آید و کمینه شمار نمونه قابل قبول برای اندازه گیری یقه در شرایط مراتع کشور مشخص شود (Arzani and Abedi, 2015). به طور کلی، بین معیارهای کمی پوشش گیاهی و تولید رابطه وجود دارد و با استفاده از آنها می توان تولید را برآورد کرد، اما ضروری است تا بررسی های همانندی در جاهای دیگر با شرایط بوم شناختی دیگر انجام شود. نتایج به دست آمده از تجزیه رگرسیون سلسله مراتبی برای تعیین رابطه بین متغیرهای مستقل ارتفاع، قطر متوسط تاج پوشش و قطر متوسط یقه با متغیر تولید به عنوان متغیر وابسته، نشان داد که بین متغیرهای مستقل مربوطه با متغیر تولید، رابطه رگرسیونی خطی برقرار است. یافته های این تحقیق با توجه به تلفیق چند ویژگی در مدل های رگرسیونی برای برآورد تولید با نتایج تحقیقات (Whelan, 2001) همخوانی دارد. نتایج تحقیقات در منطقه استپی حاشیه زاینده رود، بیانگر آن است که تلفیق دو یا چند ویژگی در مدل های رگرسیونی، باعث افزایش کارایی تخمین تولید می شود. مدل های ترکیبی از تلفیق دو یا چند ویژگی شکل گرفته اند و در اغلب موارد، تقریبی از حجم گونه هستند. با توجه به اینکه اندازه گیری حجم بسیار سخت است و در بسیاری از تحقیقات ارتباط بسیار قوی حجم و تولید اثبات شده است (Ebrahimi et al., 2008)، می توان نتیجه گرفت که استفاده از این مدل ها تقریب مناسب تری از تولید ارائه می دهند. افزون بر این، تفاوت چندانی بین مدل های ترکیبی و رگرسیون چندگانه در برآورد تولید با مقایسه ضرایب تبیین و اعتبارسنجی آنها وجود ندارد و بین این دو، با توجه به ویژگی هایی که هر یک در خود لحاظ می کنند، محقق می تواند یکی را انتخاب کند. در این مورد، نتایج تحقیقات نشان داد که هر یک از ویژگی های مورد بررسی (شامل قطر متوسط تاج، قطر یقه، ارتفاع و درصد تاج پوشش در سطح گونه) با تولید رابطه معنی داری دارند (Alilou et al., 2016). در این رابطه، گزارش شد که مدل های تک بعدی نتیجه بهتری را به نمایش می گذارند و قطر متوسط تاج پوشش را در هر دو گونه *A. aucheri* و *Agropyron trichophorum* به عنوان کارآمدترین ویژگی

میسر خواهد بود.

نظر به اینکه با استناد به نتایج حاصل از این پژوهش و مطالعات انجام شده در مورد روابط آماری بین تولید گونه‌ها با ویژگی‌های مورفولوژیکی، روابط ارائه شده معمولاً در زمان و مکان مشخص صدق می‌کند؛ بنابراین ضرورت دارد که در مطالعات پایش مراتع، برای برآورد تولید سالانه گونه‌های شاخص و گونه‌هایی که سهم عمده ترکیب گیاهی را در هر منطقه به‌خود اختصاص می‌دهند تنها از رابطه آماری بین تولید گونه‌ها با ویژگی‌های مورفولوژیکی مرتبط با همان سال استفاده شود و از روابط مذکور برای سال/سال‌های بعد و رویشگاه‌های دیگر استفاده نشود؛ مگر اینکه سال‌های مورد بررسی از نظر آب و هوایی مشابه و خصوصیات فیزیکی رویشگاه‌ها نیز شبیه به هم باشد. از این رو، ابتدا باید روابط مذکور برای گونه‌های مورد چرای دام در هر منطقه اکولوژیکی، طی یک دوره آماری منطقی از نظر تکرار وقایع آب و هوایی، یعنی دوره‌ای که در آن خشکسالی، سال‌های نرمال و ترسالی اقلیمی در منطقه اتفاق افتاده است، مشخص و بر مبنای نتایج حاصل از دیگر رویشگاه‌ها، روابط آماری قابل اعتماد، برای برآورد تولید بلندمدت هر یک از گونه‌ها، در اقلیم‌های مختلف رویشی ارائه گردد. معمولاً طول این دوره برای شرایط اقلیمی کشور، ۱۰ سال توصیه می‌شود و فرض بر این است که در این دوره ۱۰ ساله، سال‌های نرمال از نظر بارندگی، خشکسالی و ترسالی اتفاق می‌افتد، در غیر اینصورت می‌توان دوره زمانی طولانی‌تری را در نظر گرفت (Arzani, 1994; Motamedi et al., 2019). پس در مجموع، باید علاوه بر ارائه روابط آماری مذکور برای برآورد تولید سالانه گونه‌ها بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی، لازم است که بر مبنای مجموع داده‌ها در طی سال‌های اندازه‌گیری، یک رابطه کلی نیز ارائه گردد. روابط مذکور به‌لحاظ اینکه مبتنی بر داده‌هایی است که دوره‌های متفاوت ترسالی، خشکسالی و سال نرمال از نظر بارندگی را تجربه کرده‌اند، قابل اعتماد بوده و بر مبنای آنها می‌توان تولید بلندمدت مرتع را بر اساس پارامترهای آب و هوایی و شاخص‌های چند طیفی پوشش گیاهی پیش‌بینی کرد.

مقدار تولید آن در شرایطی که تحت چرا قرار نگرفته است با شرایطی که ویژگی‌های مورفولوژیکی آنها در اثر چرای دام تغییر کرده است، می‌باشد. این موضوعی است که تاکنون کمتر به آن توجه شده است، همچنین روش تشریح شده در این تحقیق، دارای عدم پیچیدگی و سهولت اندازه‌گیری می‌باشد.

لازمه کاربرد این مدل‌ها در هر منطقه، این است که برای هر یک از گونه‌های گیاهی منطقه، روابط همبستگی به طریقی که در روش تحقیق تشریح شده است، تهیه شود. با توجه به تأثیر شرایط محیطی بر رشد گیاهان، نمی‌توان از روابط بدست آمده برای یک گونه در یک منطقه، برای همان گونه در منطقه‌ای دیگر استفاده کرد. به‌عبارت دیگر، مدل‌های به‌دست آمده بر اساس رابطه پوشش و تولید در گونه‌های مورد مطالعه، معمولاً در زمان و مکان مشخص صدق می‌کند. مطالعات نشان داد که رابطه پوشش و تولید هر گونه را نمی‌توان برای رویشگاه‌های دیگر به‌کار برد، از سویی در رویشگاه‌های یکسان نیز رابطه پوشش و تولید سال‌های مختلف متغیر است. بنابراین رابطه به‌دست آمده در یکسال را نمی‌توان برای سال‌های بعد به‌کار برد. البته شدت این اختلاف در برخی سال‌ها بسیار زیاد است. برای نمونه، در استان یزد روابط گونه *A. seiberi* در یکسال دارای ضریب تبیین ۷۰ درصد بود و در همین سایت در سال بعد روابط معنی‌دار نشد. بنابراین روابط به‌دست آمده در زمان و مکان مشخص کاربرد دارد (Arzani and Abedi, 2015). برای حذف تأثیر عامل زمان، نمونه‌گیری‌ها باید در زمان واحد، یعنی در مرحله گلدهی گیاه انجام شود. به‌عنوان پیشنهاد، می‌توان بیان کرد اگرچه تاکنون روابط بین تولید با صفات مورفولوژیکی برای برخی گونه‌های گیاهی و در مناطق اکولوژیکی طی تحقیقاتی بررسی و ارائه شده است ولی تاکنون مطالعات فراتحلیل بر روی این روابط بعکس اکوسیستم‌های جنگلی، در مراتع انجام نشده است. از این رو، توصیه به استفاده از چنین روابطی در همه شرایط محیطی و اقلیمی و سال‌های گوناگون نمی‌شود و انجام این موضوع با طراحی تحقیقات مختلف و فراتحلیل‌ها در مقیاس وسیعی

- University of New South Wals, Australia.
- Benkobi, L., Uresk, D. W., Schenbeck, G. and King, R.M., 2000. Protocol for monitoring standing crop in grasslands using visual obstruction. *Journal of Range Management*, 53:627-633.
 - Ebrahimi, A., Bossuyt, B. and Hoffmann, M., 2008. Effects of species aggregation, habitat and season on the accuracy of double-sampling to measure herbage mass in a lowland grassland ecosystem. *Grass Forage Science*, 63: 79-85.
 - Hasen-Yusuf, M., Treydte, A. C., Abule, E. and Sauerborn, J., 2013. Predicting aboveground biomass of woody encroacher species in semi-arid rangelands, Ethiopia. *Journal of Arid Environments*, 96: 64-72.
 - Joneidi Jafari, H., Azarnivand, H. and Zare Chahouki, M.A., 2013. Study of aboveground and below ground biomass of *Artemisia sieberi* shrublands with different grazing intensities in Semnan province-Iran. *Pajouhesh & Sazandegi*, 99: 33-41 (In Persian).
 - Motamedi, J., Arzani, H., Sheidai Karkaj, E. and Alijanpour, A., 2014. Forage quality of 25 important species from summer rangelands of Nazlo Chai Basin in Urmia. *Journal of Range and Desert Reseach*, 20 (4): 653-668 (In Persian).
 - Motamedi, J., Arzani, H., Jafari, M., Farhpour, M. and Zare chahouki, M.A., 2019. A model for estimating long-term grazing capacity. *Journal of Range and Desert Reseach*, 26(1): 241-259 (In Persian).
 - Motamedi, J., Abdul Ali Zadeh, Z. and Shidahi Karkaj, E., 2016. Field and laboratory methods in the research of grazing and animal production. Urmia University Press, Urmia (In Persian).
 - Nafus, A. M., McClaran, M. P., Archer, S. R. and Throop, H.L., 2009. Multispecies allometric models predict grass biomass in semidesert rangeland. *Rangeland Ecology & Management*, 62(1): 68-72.
 - Paton, D., Nunˆez, J., Baow, D. and Munoz, A., 2002. Forage biomass of 22 shrub species from Monfrague Natural Park (SW Spain) assessed by log-log regression Models. *Journal of Arid Environments*, 52: 223-231.
 - Schaefli, B. and Gupta, H.V., 2007. Do Nash values have value Hydrological processes. 21: 2075-2080.
 - Tahmasebi, P., Ebrahimi, A. and Faal, M., 2012. An investigation on regression models to predict range plant production. *Rangeland*, 5(2):137-145 (In Persian).
 - Whelan, C., 2001. Foliage structure influences foraging of insectivorous forest birds. An experimental study. *Ecology*, 82: 219-231.

همچنین با استناد به نتایج حاصل از اجرای طرح شناخت مناطق اکولوژیک کشور، می‌توان مناطق همگن اکولوژیک را به‌عنوان واحدهای مدیریتی و برنامه‌ریزی در سطح کلان اکولوژیک مشخص کرد و روابط آماری ارائه شده در یک منطقه اکولوژیک را به مناطق مشابه تعمیم داد. طبیعی است تا زمانی که اینگونه مناطق و به‌اصطلاح نواحی بوم‌شناختی مشخص نشده است، باید از تعمیم نتایج در یک رویشگاه یا سایت به رویشگاه‌های دیگر با احتیاط عمل نمود. اگر اینگونه عمل شود، نتایج حاصل قابلیت تعمیم به دیگر مناطق مشابه را دارد و با اطمینان خاطر بهتری می‌توان نسبت به مدل کردن داده‌ها اقدام کرد.

منابع مورد استفاده

- Akbarlou, M., Sheidai Karkaj, E. and Mohammad Esmaili, M., 2012. Estimation relationship between *Agropyron elongatum* yield and canopy cover components (Case study: Chaparghoymeh rangelands of Golestan province, Iran). *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 3(5): 656-661 (In Persian).
- Alilou, F., Keivan Behjou, F. and Moatamedi, J., 2016. Providing statistical models to estimate the production of rangeland species (Case study: Dizaj Batchi and Ghotor Rangelands of Khoy), *Journal of Range and Desert Research*, 22 (4): 625-638 (In Persian).
- Arzani, H. and Abedi, M., 2015. Rangeland assessment: Vegetation measurement. University of Tehran press, Tehran (In Persian).
- Arzani, H. and King, G.W., 1994. A double sampling method for estimating forage production from cover measurement. In proceeding of 8th biennial Australian ranglands conference, 201-202pp (In Persian).
- Arzani, H., Dehdari, S. and King, G., 2011. Models for estimating range production by cover measurement, *Journal of Range and Desert Reseach*, 18 (1): 1-16 (In Persian).
- Arzani, H., 1997. Manual of rangeland assessment plan in rangelands of Iran with various climate conditions. Research Institute of Forests and Rangelands Press, 65p (In Persian).
- Arzani, H., 1994. Some aspects of estimating short and long term rangeland carrying capacity of Western Division of New South Wales, Ph.D. thesis,

Relationship between morphological characteristics and production of *Artemisia aucheri* in mountain rangelands

J. Motamedi^{1*}, E. Sheidai Karkaj², A. Babazadeh³ and M. Mofidi Chelan²

1*-Corresponding author; Associate Professor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: motamedi@rifr-ac.ir

2- Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

3- M.Sc. in Rangeland Management, East Azarbaijan Organization of Agriculture – Jihad, Tabriz, Iran

Received: 03/22/2020

Accepted: 10/06/2020

Abstract

One of the objectives in rangeland management is the accurate and rapid determination of forage production to determine grazing capacity. The relationship between forage production and morphological characteristics was investigated in this study. For this purpose, two grazed and non-grazed units were selected in the mountainous rangelands of Nazlouchay, Urmia. In each of them, the morphological characteristics of *A. aucheri*, as the only dominant plant species that accounts for more than 50% of the plant composition, were measured within 60 one-square-meter plots located along with 100-meter transects in July 2017. After cutting off bases growth, the dry weight of the samples was determined, and its regression relationship with morphological characteristics was examined using hierarchical regression. The results showed that it was possible to estimate *A. aucheri* production in the unit where the plant bases were not grazed using multiple linear regression models based on diameter, average crown size (D1), collar diameter (D2), and height (H). In the grazed units, where plant bases were grazed in the fall of last year, only the average diameter of the crown (D1) and height (H) was validated with multiple linear regression models, as the best model with RMSE equal to 3.53 and coefficient of 0.52. Due to the relatively good performance of the model and the preference for combining several morphological features in production estimation, separating models into inside and outside the enclosure can play a role in rangeland monitoring and production estimation to calculate grazing capacity and assess the intensity of rangeland utilization.

Keywords: Forage production, regression relationship, structural traits, grazing capacity.