بررسی رابطه بین تولید اولیه مرتع با خصوصیات فیزیوگرافیکی در مراتع هیر و نئور استان اردبیل

اردوان قربانی[۱]، فرید دادجو[۲]، مهدی معمری*[۳]، محمود بیدار لرد[۴] و کاظم هاشمی مجد[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۰۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۱۱/۲۰

چکیده

هدف تحقیق بررسی ارتباط بین تولید اولیه فرم‌های رویشی و کل مرتع با عوامل ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت و شاخص توپوگرافی در مراتع هیر و نئور در استان اردبیل بوده است. نمونه‌برداری تولید اولیه در سه پروفیل ارتفاعی و با استفاده از روش قطع و توزین در سطح پلات‌های یک مترمربعی (جمعاً ۳۳۰ پلات) انجام شد. با استفاده از رگرسیون چندگانه توأم ارتباط بین عوامل پستی‌وبلندی و تولید اولیه مراتع بررسی شد. با استفاده از روابط رگرسیونی استخراج‌شده، نقشه‌های تولید اولیه در محیط GIS تهیه شد. نتایج نشان داد بین عوامل پستی‌وبلندی با تولید اولیه رابطه معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) وجود دارد. تولید گندمیان و پهن‌برگان علفی با ارتفاع رابطه مستقیم دارد. تولید بوته‌ای‌ها و تولید کل با افزایش ارتفاع در طبقات میانی (۱۸۵۰-۲۱۰۰ متر) کاهش و در طبقات بالاتر (۲۶۰۰-۲۱۰۰ متر) افزایش می‌یابد. تولید اولیه گندمیان و پهن‌برگان علفی با شیب رابطه مستقیم دارند، اما تولید بوته‌ای‌ها با افزایش شیب کاهش پیدا می‌کند و بر روی تولید کل تأثیری ندارد. گندمیان، پهن‌برگان علفی و تولید کل در جهت غربی و بوته‌ای‌ها در جهت شمال غربی بیشترین مقدار تولید را دارند. با توجه به تأثیر طبقات شاخص توپوگرافی، بیشترین مقدار تولید بوته‌ای‌ها در طبقات میانی و بیشترین تولید پهن‌برگان علفی در طبقات اول مشاهده شد. نقشه‌های مدل‌سازی شده نیز از نظر صحت قابل قبول بوده‌اند. نتایج تحقیق به عنوان اطلاعات پایه برای مطالعات آینده و همچنین در مطالعاتی مانند ترسیب کربن در مقطع فعلی قابل‌استفاده است.

واژه‌های کلیدی: تولید اولیه، پستی‌وبلندی، فرم رویشی، مدل‌سازی، مراتع هیر و نئور، استان اردبیل.

[۱]- دانشیار دانشگاه محقق اردبیلی
[۲]- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه محقق اردبیلی
[۳]- استادیار دانشگاه محقق اردبیلی
*: نویسنده مسئول: moameri@uma.ac.ir
[۴]- استادیار همکار دانشگاه محقق اردبیلی
[۵]- دانشیار دانشگاه محقق اردبیلی

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

مقدمه

اکوسیستم‌های مرتعی ایران از وسیع‌ترین اکوسیستم‌های کره زمین بوده و برای بهره‌برداری صحیح از آن‌ها باید از چگونگی تعامل بین اجزاء و خصوصیات آن‌ها، شناخت کافی وجود داشته باشد تا برآیند عمل و رفتار اجزاء در پوشش گیاهی و تولید گونه‌های مرتعی نمایان گردد (۳۵). تولید یکی از ویژگی‌های اصلی عملکرد مراتع و برای افزایش صحت برآورد آن نیاز به اطلاعات کافی از شرایط پستی‌وبلندی و سایر عوامل تأثیرگذار است (۲۰). تولید اولیه خالص عبارت است از کل انرژی تثبیت شده در طول فرآیند فتوسنتز، منهای هدر رفت ناشی از تنفس که این انرژی به صورت بافت گیاهی در گیاه تبدیل شده است (۵). از طرفی دیگر می‌توان تولید را، زیست‌توده یا انرژی کل اکوسیستم در طول یک فصل رویشی یا سال نام برد (۹). اندازه‌گیری مقدار تولید مراتع معمولاً در موقع گلدهی گونه‌های غالب صورت می‌گیرد (۲۷). تولید اولیه خالص سطح زمین یکی از مشخصه‌های کلیدی اکوسیستم بوده و در تمام جهات از اهمیت اساسی برای چرخه مواد و انرژی در اکوسیستم‌های مرتعی برخوردار است. برای اندازه‌گیری تغییرات و تولید اولیه گیاهان روش‌های زیادی توسعه پیدا کرده است که در کل به دو گروه شامل: روش‌های زمینی و سنجش‌ازدوری قابل‌تفکیک می‌باشند (۳۲، ۱۷، ۴۶ و ۱۴). از آنجایی‌که روش‌های زمینی برای اندازه‌گیری تولید مخرب، زمان‌بر، پرهزینه و نیاز به نیروی انسانی زیاد دارند (۴۶)، بنابراین تلاش شده است با انجام مدل‌سازی رابطه بین عوامل مختلف پوشش سطحی مانند تاج پوشش یا ارتفاع گیاه با تولید بر مشکلات زمینی فائق آیند (۱۴). پستی‌وبلندی به‌طور مستقیم از طریق تأثیر بر روی عوامل محیطی مانند بارندگی، درجه حرارت و به‌طور غیرمستقیم از طریق تأثیر بر تشکیل خاک، اثر عمده‌ای بر جوامع گیاهی و بالتبع بر تولید دارد (۱۹). اگرچه درک شیوه تأثیر برهم‌کنش‌های عوامل مختلف پیچیده است، اما بخش مهمی از آن‌ها ناشی از دریافت نور و رژیم رطوبتی است (۲۰). همچنین مقدار نیتروژن در دسترس خاک برای گیاهان که خود مقدار تولید اولیه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، نیز متأثر از شرایط پستی‌وبلندی است (۴۴ و ۱۶). در بین خصوصیات توپوگرافی، شاخص توپوگرافی ابزار مفیدی برای تعیین وضعیت رطوبت خاک می‌باشد (۶). بیشتر مطالعات صورت گرفته در دنیا در زمینه اثرات عوامل پستی‌وبلندی در ارتباط با ویژگی‌های ساختاری (مانند پراکنش و تراکم) و مشخصه‌های کمی (مانند پوشش تاجی) صورت گرفته، اما در ارتباط با اثرات این عوامل بر مقدار تولید مطالعات زیادی صورت نگرفته است (۴۵ و ۳۳). به‌طور مثال، استیج و سالاس[1] (۲۰۰۷) یک مدل ریاضی برای نشان دادن اثر متقابل ارتفاع، جهت و شیب در تولید گونه‌های جنگلی ارائه دادند. لوکا[2] و همکاران (۲۰۰۷) اثبات کردند که خصوصیات و شاخص توپوگرافی کنترل‌کننده خصوصیات پوشش گیاهی و خاکی است. رن[3] و همکاران (۲۰۱۶) اثرات عوامل پستی‌وبلندی را در مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک چین بر مقدار و تغییرات ترسیب کربن گیاهان مورد بررسی قرار دادند. تقی پور و رستگار (۲۰۱۰) با بررسی هر یک از عوامل پستی‌وبلندی بر پوشش گیاهی مشخص کردند که جهت، ارتفاع و شیب بر تغییرات درصد پوشش تاجی و تراکم گونه‌ها تأثیر گذارند. شکرالهی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثرات خاک و پستی‌وبلندی بر پوشش گیاهی گزارش کردند که درصد پوشش تاجی و تراکم گونه‌های گیاهی متفاوت و متأثر از عوامل پستی‌وبلندی و عامل خاک است. به‌طوری‌که از بین عوامل پستی‌وبلندی جهت دامنه و شیب با پوشش تاجی و تراکم پوشش گیاهی رابطه معنی‌دار داشته است. تمرتاش (۲۰۱۲) گزارش کردند که بین عوامل پستی‌وبلندی، شیب و جهت بیشترین همبستگی با مقدار بهره‌برداری دام داشته و عامل ارتفاع رابطه معنی‌داری با مقدار بهره‌برداری نشان نداده ولی ارتفاع بر مقدار تولید و پوشش تاجی گیاهی مؤثر بوده است؛ بنابراین، با توجه به ارتباط بین جوامع گیاهی، تراکم و پوشش تاجی با ارتفاع، ابهام اینکه رابطه تولید اولیه مراتع با پستی‌وبلندی چگونه است، نقطه عطف شروع این تحقیق بوده است. همچنین این ایده که آیا اندازه‌گیری پارامترهایی مانند ارتفاع، شیب، جهات جغرافیایی و یا شاخص‌های پستی‌وبلندی و به دنبال آن عوامل اقلیمی که اندازه‌گیری آن‌ها در مقایسه با تولید

[1]- Stage & Salas
[2]- Luca
[3]- Ren

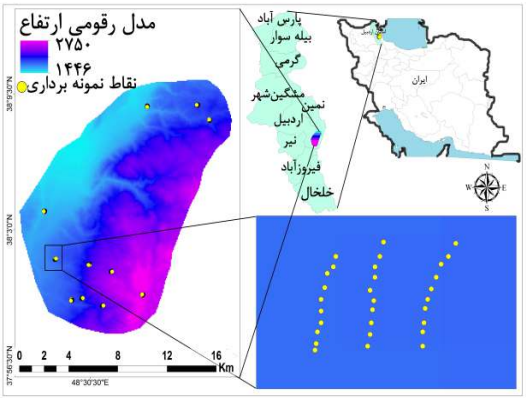
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

مراتع به‌آسانی امکان‌پذیر است، می‌تواند جایگزین مناسبی در تخمین و برآورد تولید (با اندازه‌گیری‌های محدود تولید) در قالب نقشه تولید مراتع با شرایط مشابه منطقه مورد مطالعه در سال‌های مختلف با شرایط اقلیمی یکسان کمک نماید. لذا این تحقیق با هدف بررسی رابطه تولید اولیه مراتع در قالب فرم‌های رویشی و تولید اولیه کل مراتع هیر- نئور استان اردبیل با پارامترهای پستی‌وبلندی انجام شده است تا امکان‌سنجی استخراج نقشه‌های تولید اولیه با استفاده از روابط استخراج‌شده آزمون گردد. همچنین با انجام این تحقیق امکان داده‌های مبنایی از تولید اولیه فرم‌های رویشی و کل برای بررسی‌های آینده منطقه مهیا شده است. لازم به ذکر است که در ادامه باید با استفاده از یافته‌های این تحقیق به‌عنوان داده‌های پایه، مطالعات بعدی جهت تعیین تولید مورد استفاده و ظرفیت چرای مرتع با بررسی ارتباط بین فرم‌های رویشی و تولید کل اولیه مورد توجه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی و مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق مراتع کوهستانی هیر - دریاچه نئور واقع در شهرستان اردبیل، استان اردبیل در موقعیت جغرافیایی ´۵۹ °۳۷ تا ´۵ °۳۸ شمالی و ´۲۶ °۴۸ تا ´۳۵ °۴۸ شرقی مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۱). که این منطقه از مهم‌ترین مراتع استان اردبیل محسوب می‌شوند. با توجه به نقشه مدل رقومی ارتفاع، حداقل ارتفاع از سطح دریا ۱۴۴۶ متر و حداکثر ارتفاع آن ۲۷۵۰ متر از سطح دریا است. بر اساس گرادیان بارندگی استخراج‌شده از داده‌های ۲۵ ساله ایستگاه‌های هواشناسی اطراف منطقه مورد مطالعه متوسط بارندگی سالیانه ۳۳۸ تا ۳۹۰ میلی‌متر و دمای متوسط ۶ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. بر اساس آزمایش‌های انجام گرفته در این مطالعه، بافت خاک لومی رسی بوده و منطقه عمدتاً متشکل از خاک حاصلخیز است. سیمای پوشش گیاهی منطقه به‌صورت علف – بوته‌زار است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در سطح کشور، استان اردبیل و شهرستان اردبیل و توزیع رویشگاه‌های انتخاب‌شده با توجه به تغییرات ارتفاعی و موقعیت پلات‌های نمونه‌برداری در هر مکان نمونه‌برداری

روش تحقیق

برای انجام این تحقیق، با توجه به جاده دسترسی سه پروفیل ارتفاعی انتخاب شد که در هر پروفیل به‌ترتیب تعداد سه، پنج و سه (جمعاً ۱۱) مکان نمونه‌برداری (رویشگاه) تعیین شد (شکل ۱). در هر مکان سه ترانسکت با فاصله ۵۰ متری از هم که محل ترانسکت اول تصادفی، سپس به‌صورت سیستماتیک ترانسکت‌های بعدی در جهت عمود بر شیب در سطح مناطق کلید انتخاب شد. در هر ترانسکت تعداد ۱۰ پلات یک متر مربعی (در هر سایت ۳۰ پلات) با فواصل ۱۰ متری از هم به‌روش قطع و توزین برداشت گردید (۳۳۰ پلات). ابعاد و تعداد پلات‌ها، با توجه به ساختار پوشش گیاهی و تعداد نمونه موردنیاز و همچنین مطالعات قبلی صورت گرفته در منطقه و اطراف تعیین شد (۱۳، ۳۸، ۴۷، ۲۸). عملیات صحرایی در خردادماه ۱۳۹۵ انجام شد. موقعیت تک تک پلات‌ها با استفاده از GPS ثبت شد. ابتدا تولید گونه‌ها بر اساس فرم رویشی برداشت و پس از خشک شدن توزین و تولید برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. نقشه مدل رقومی ارتفاع با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ رقومی سازمان نقشه‌برداری کشور با ابعاد پیکسل ۲۰ ×۲۰ متر تهیه شد. نقشه‌های ارتفاع، شیب و جهات جغرافیایی با استفاده از GIS و شاخص توپوگرافی از معادله ۱ که به‌منظور تعیین جریان‌های سطحی و انباشت رطوبتی استفاده گردید و اطلاعات موردنیاز برای هر یک از موقعیت پلات‌های نمونه‌برداری استخراج شد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

معادله ۱ $CTI = \ln(a/\tan\beta)$ (Compound Topographic Index)

در این رابطه a: مقدار انباشتگی جریان ناحیه بالادست و β: شیب دامنه را نشان می‌دهد.

با توجه به شرایط منطقه انتخاب شده که از لحاظ تنوع دارای تغییرات ارتفاعی، شیب و جهت متنوع است، به‌منظور بررسی تأثیر تغییرات ارتفاعی مختلف بر روی تولید اولیه گیاهی، در دامنه ارتفاعی ۱۶۰۰ تا ۲۶۰۰ متر از سطح دریا، سه‌طبقه ارتفاعی: الف) ۱۶۰۰ تا ۱۸۵۰ متر، ب) ۱۸۵۰ تا ۲۱۰۰ متر و ج) ۲۱۰۰ تا ۲۶۰۰ متر (بر اساس اختلاف معنی‌داری طبقات) طبقه‌بندی و مبنای تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. همچنین شیب و جهت به‌ترتیب در سه‌طبقه: الف) کمتر از ۱۵ درصد، ب) ۱۵ تا ۳۰ درصد و ج) ۳۰ تا ۶۰ درصد (بر اساس اختلاف معنی‌داری) و چهار طبقه: الف) شمالی، ب) شمال غربی، ج) غربی و د) جنوب غربی، و سه‌طبقه شاخص توپوگرافی: الف) ۵/۵-۴، ب) ۶/۵-۵/۵ و ج) ۱۰-۶/۵ (بر اساس اختلاف معنی‌داری) طبقه‌بندی شد. مناطق با مقادیر کم شاخص توپوگرافی نشان‌دهنده حوضه‌های کوچک و دامنه‌های شیب‌دار یا تپه (انباشت رطوبتی کم) و مناطق با ارزش بالای این شاخص نشان‌دهنده حوضه‌های بزرگ و شیب ملایم و یا دشت (انباشت رطوبتی زیاد) بوده است. بر اساس مطالعات مور[1] و همکاران (۱۹۹۱) شاخص توپوگرافی برای مدل‌ها و جنبه‌های هیدرولوژیکی استفاده می‌شود که به‌شدت با رطوبت خاک در ارتباط است. از این شاخص می‌توان به‌صورت غیرمستقیم در بررسی‌های پوشش گیاهی نیز استفاده کرد. با انتخاب طیف وسیع این عوامل پارامترهای دیگر مانند بارندگی، دما، خاک، ترکیب و تنوع پوشش گیاهی نیز دچار تغییر و در روش تحقیق ایجاد مشکل می‌نمایند. چراکه با تغییر ارتفاع، شیب و جهت جغرافیایی تراکم، ترکیب و تنوع گیاهی نیز تغییر و در نتیجه تغییرات تولید را به دنبال خواهد داشت. همچنین در کنار موارد پایه ذکر شده، مدیریت و نحوه بهره‌برداری و شدت بهره‌برداری نیز تأثیرگذار می‌باشند. بیش از ۹۵ درصد ترکیب دام را گوسفند و کمتر ۳ درصد بز و سایر احشام حدود ۲ درصد بوده که فصل چرای از برف تا برف در سطح منطقه صورت می‌گیرد. با توجه به چرای مستمر که یکی از مشکلات اصلی در بررسی تولید مراتع می‌باشد، تلاش شد در سطح منطقه با توجه به گسترش دیمزار و عدم ورود دام به این عرصه‌ها تا برداشت محصول، نمونه‌برداری عمدتاً در مراتع مابین این عرصه‌ها برداشت شد. در عرصه‌های مرتفع که چرام دام تقریباً همگام با نمونه‌برداری وجود داشت، علوفه برداشت شده با اعمال ضرایبی بین ۱۰ تا ۱۵ درصد تعدیل شد. برای انجام این امر، در مکان‌هایی که تحت چرای دام قرار گرفته بودند، در نواحی مشابه از دو قسمت چراشده و چرانشده نمونه‌برداری انجام شد و پس از توزین و مقایسه، این ضرایب حاصل شد. گونه‌های غالب منطقه بر اساس طبقات ارتفاعی انتخاب شده و در محل نمونه‌برداری تولید ثبت و شناسایی شد. نمونه‌های هرباریومی گونه‌های شناسایی شده در هرباریوم دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی موجود است. در جدول ۱ گونه‌های با فرم رویشی بوته‌ای با (b)، گونه‌های پهن‌برگان علفی با (f) و گونه‌های گندمیان با (g) مشخص‌شده است. همچنین کلاس خوشخوراکی آن‌ها نیز با علائم I (گونه‌های کم‌شونده)، II (گونه‌های زیاد شونده) و III (گونه‌های مهاجم) مشخص‌شده است.

[1]- Moore

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

جدول ۱- گونه‌های موجود در طبقات ارتفاعی در منطقه مورد مطالعه

ارتفاع (m)	اسامی گونه‌ها
۱۸۵۰-۱۶۰۰	*Achillea vermicularis* Trin. (b, III), *Acinos graveolens* Link (f, III), *Adonis aestivalis* L. (f, III), *Allium akaka* Regel (f, III), *A. scorodoprasum* L. (f, III), *Alyssum minus* (L.) Rothm. (f, III), *Androsace maxima* L. (f, III), *Anthemis candidissima* Willd. ex Spreng. (f, III), *A. triumfettii* (L.) DC. (f, III), *Arenaria leptoclados* Guss. (f, III), *Artemisia sp.* (b, II), *Asperula setosa* Jaub. & Spach (f, III), *Astragalus curvirostris* Boiss. (b,III), *A. microcephalus* Willd. (b, I), *A. tabrisianus* E.Sheld (b, III), *A. xerophiloides* Podlech & Ekici (f, I), *Bromus cappadocicus* Boiss. & Balansa (g, II), *B. tectorum* L. (g, III), *B. tomentellus* Boiss. (g, I), *Buglossoides arvensis* (L.) I.M.Johnst. (f, III), *Camelina rumelica* Velen. (f, II), *Camphorosma monspeliaca* L. (b, II), *Cerastium dichotomum* L. (f, III), *Cerasus sp.* (b, III), *Ceratocephalus testiculatus* (Crantz) Roth (f, III), *Chardinia orientalis* (L.) Kuntze (b, III), *Cirsium sp.* (f, III), *Callipeltis cucullaris* (L.) DC. (f, III), *Convolvulus arvensis* L. (f, II), *Coronilla sp.* (f, I), *Crepis sancta* (L.) Babc. (f, III), *Dianthus orientalis* Donn (b, III), *Elymus repens* (L.) Gould (g, II), *E. sp.* (g, II), *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. (f, III), *Eryngium billardierei* F.Delaroche (f, III), *Erysimum collinum* Andrz. (f, III), *Euphorbia seguieriana* Neck. (f, III), *Falcaria vulgaris* Bernh. (f, III), *Festuca ovina* L. (g, I), *F. valesiaca* Schleich. ex Gaudin (g, I), *Filago arvensis* L. (f, III), *Gagea sp.* (f, III), *Geranium persicum* Schonb.-Tem. (f, III), *Helianthus salicifolius* A.Dietr. (f, III), *Iris reticulata* M.Bieb. (f, III), *Kochia prostrata* (L.) schard. (b, II), *Lamium amplexicaule* L. (f, III), *Medicago sativa* L. (f, I), *Minuartia hamata* Mattf. (f, III), *M. meyeri* Bornm. (f, III), *Muscari caucasicum* Baker (f, III), *Nonea sp.* (f, III), *Onobrychis cornuta* (L.) Desv. (b, II), *O. sp.* (b, I), *Papaver dubium* L. (f, III), *Phlomis olivieri* Benth. (b, III), *Pimpinella aurea* DC. (b, III), *Poa bulbosa* L. (g, II), *Ranunculus sp*. (f, III), *Salvia sp.* (f, III), *Scandix stellata* Banks & Sol. (f, III), *Scariola orientalis* (Boiss.) Soják (b, II), *Senecio glaucus* DC. (f, III), *Silene spergulifolia* M.Bieb. (b, III), *Stachys lavandulifolia* Vahl (f, III), *Taeniatherum caput-medusae* (L.) Nevski (g, III), *Tanacetum chiliophyllum* Sch.Bip. (b, III), *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen. (b, III), *Torilis leptophylla* Rchb.f. (f, III), *Trigonella monantha* C.A.Mey. (f, I), *Verbascum sp.* (f, III), *Veronica arvensis* L. (f, III), *V. orientalis* Mill. (b, II), *Xeranthemum squarrosum* Boiss. (f, III), *Ziziphora persica* Bunge (f, II).
۲۱۰۰-۱۸۵۰	*Achillea vermicularis* Trin. (b, III), *Acinos graveolens* Link (f, III), *Adonis aestivalis* L. (f, III), *Aethionema carneum* B.Fedtsch. (f, III), *Allium akaka* Regel (f, III), *A. scorodoprasum* L. (f, III), *Alyssum minus* (L.) Rothm. (f, III), *Anthemis candidissima* Willd. ex Spreng. (f, III), *A. triumfettii* (L.) DC. (f, III), *Arenaria leptoclados* Guss. (f, III), *Artemisia sp.* (b, II), *Asperula setosa* Jaub. & Spach (f, III), *Astragalus australis* (L.) Lam. (f, III), *A. microcephalus* Willd. (b, I), *A. paralipomenus* Bunge (b, III), *A. tabrisianus* E.Sheld (b, III), *A. xerophiloides* Podlech & Ekici (f, I), *Bromus tectorum* L. (g, III), *B. tomentellus* Boiss. (g, I), *Bungea trifida* (Spreng.) C.A.Mey. (f, II), *Ceratocephalus testiculatus* (Crantz) Roth (f, III), *Chardinia orientalis* (L.) Kuntze (b, III), *Cirsium haussknechtii* Boiss. (f, III), *Callipeltis cucullaris* (L.) DC. (f, III), *Convolvulus arvensis* L. (f, II), *Coronilla sp.* (f, I), *Crepis sancta* (L.) Babc. (f, II), *Cryptantha intermedia* Greene (f, III), *Dianthus orientalis* Donn (b, III), *Elymus repens* (L.) Gould (g, III), *E. sp.* (g, III), *Eremostachys azerbaijanica* Rech.f. (b, III), *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. (f, III), *Eryngium billardierei* F.Delaroche (f, III), *Erysimum collinum* Andrz. (f, III), *Euphorbia seguieriana* Neck. (f, III), *E. szovitsii* Fisch. & C.A.Mey. (f, III), *Falcaria vulgaris* Bernh. (f, III), *Festuca ovina* L. (g, I), *F. valesiaca* Schleich. ex Gaudin (g, I), *Filago arvensis* L. (f, III), *Gagea sp.* (f, III), *Galium verum* L. (f, III), *Geranium persicum* Schonb.-Tem. (f, III), *Gladiolus kotschyanus* Boiss. (f, III), *Helianthus salicifolius* A.Dietr. (f, III), *Herniaria incana* Boiss. (b, III), *Hohenackeria exscapa* Grande (f, III), *Inula sp.* (f, III), *Iris reticulata* M.Bieb. (f, III), *Jurinella moschus* (Hablitz) Bobrov (f, III), *Kochia prostrata* (L.) schard. (b, II), *Lamium amplexicaule* L. (f, III), *Lappula barbata* Gürke (f, III), *Lathyrus sativus* L. (f, I), *Medicago sativa* L. (f, I), *Minuartia hamata* Mattf. (f, III), *M. meyeri* Bornm. (f, III), *Muscari caucasicum* Baker (f, III), *Nonea sp.* (f, III), *Onobrychis cornuta* (L.) Desv. (b, II), *Onopordum acanthium* L. (f, III), *Papaver dubium* L. (f, III), *Phlomis olivieri* Benth. (b, III), *Pimpinella affinis* Ledeb. (f, III), *P. aurea* DC. (b, III), *Plantago lanceolata* Hook. (f, III), *Poa bulbosa* L. (g, II), *Potentilla bifurca* L. (f, II), *Salvia sp.* (f, III), *Sanguisorba minor* Bertol. (f, I), *Scandix stellata* Banks & Sol. (f, III), *Scariola orientalis* (Boiss.) Soják (b, II), *Senecio glaucus* DC. (f, III), *Silene spergulifolia* M.Bieb. (b, III), *Stachys lavandulifolia* Vahl (f, III), *Taeniatherum caput-medusae* (L.) Nevski (g, III), *Tanacetum chiliophyllum* Sch.Bip. (b, III), *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen. (b, III), *Trigonella monantha* C.A.Mey. (f, I), *Turgenia latifolia* Hoffm. (f, III), *Valerianella plagiostephana* Fisch. & C.A.Mey. (f, III), *V. sclerocarpa* Fisch. & C.A.Mey. (f, III), *Velezia rigida* L. (f, III), *Verbascum sp.* (f, III), *Veronica arvensis* L. (f, III), *V. orientalis* Mill. (b, II), *Viola modesta* Fenzl (f, III), *Xeranthemum squarrosum* Boiss. (f, III), *Ziziphora persica* Bunge (f, II).
۲۶۰۰-۲۱۰۰	*Achillea vermicularis* Trin. (b, III), *Allium scorodoprasum* L. (f, III), *Alyssum minus* (L.) Rothm. (f, III), *Arenaria leptoclados* Guss. (f, III), *Artemisia sp.* (b, II), *Asperula setosa* Jaub. & Spach (f, III), *Astragalus microcephalus* Willd. (b, I), *A. paralipomenus* Bunge (b, III), *A. tabrisianus* E.Sheld (b, III), *A. taleshensis* Bidarlord, F.Ghahrem. & Maassoumi (f, II), *Bromus tomentellus* Boiss. (g, I), *Campanula stevenii* M.Bieb. (f, III), *Ceratocephalus testiculatus* (Crantz) Roth (f, III), *Chardinia orientalis* (L.) Kuntze (b, III), *Cirsium haussknechtii* Boiss. (f, III), *Convolvulus arvensis* L. (f, II), *Coronilla sp.* (f, I), *Crepis sancta* (L.) Babc. (f, III), *Eryngium billardierei* F.Delaroche (f, III), *Euphorbia seguieriana* Neck. (f, III), *Falcaria vulgaris* Bernh. (f, III), *Festuca ovina* L. (g, I), *Gagea sp.* (f, III), *Geranium persicum* Schonb.-Tem. (f, III), *Helianthus salicifolius* A.Dietr. (f, III), *Kochia prostrata* (L.) schard. (b, II), *Lamium amplexicaule* L. (f, III), *Lappula barbata* Gürke (f, III), *Minuartia hamata* Mattf. (f, III), *Onobrychis cornuta* (L.) Desv. (b, II), *Onopordum acanthium* L. (f, III), *Pimpinella affinis* Ledeb. (f, III), *Poa bulbosa* L. (g, II), *Polygonum serpyllaceum* Jaub. & Spach (f, II), *Potentilla bifurca* L. (f, II), *Scariola orientalis* (Boiss.) Soják (b, II), *Silene aucheriana* Boiss. (f, III), *S. spergulifolia* M.Bieb. (b, III), *Stachys lavandulifolia* Vahl (f, III), *Taeniatherum caput-medusae* (L.) Nevski (g, III), *Tanacetum chiliophyllum* Sch.Bip. (b, III), *Teucrium pumilum* L. (b, III), *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen. (b, III), *Trigonella monantha* C.A.Mey. (f, I), *Verbascum sp.* (f, III), *Veronica arvensis* L. (f, III), *V. orientalis* Mill. (b, II).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

در حالت کلی درمجموع ۱۱/۳۳ درصد گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه کم شونده و خوش‌خوراک، ۱۵/۵۶ درصد زیاد شونده و ۷۳/۱۱ درصد گونه‌ها مهاجم می‌باشند که نشانگر تخریب ترکیب گیاهی می‌باشد. همچنین میزان گونه‌های کم شونده و خوش‌خوراک، گونه‌های زیاد شونده و گونه‌های مهاجم در طبقه اول ارتفاعی (m ۱۶۰۰-۱۸۵۰) به ترتیب برابر با ۱۲/۰۱، ۱۷/۳۳ و ۷۰/۶۶ درصد؛ در طبقه دوم ارتفاعی (m ۱۸۵۰-۲۱۰۰) به‌ترتیب برابر با ۱۱/۱۱، ۱۱/۱۲ و ۷۷/۷۷ درصد و در طبقه سوم ارتفاعی (m ۲۶۰۰- ۲۱۰۰) این گونه‌ها به‌ترتیب برابر با ۱۰/۶۴، ۲۱/۲۸ و ۶۸/۰۸ درصد است.

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها ، ابتدا جهت اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، آزمون کلموگروف-اسمیرنوف[2]انجام شد و در صورت غیرنرمال بودن داده‌ها، با استفاده از Ln نرمال‌سازی انجام شد. همچنین بین متغیرهای مستقل (ارتفاع، شیب، جهت و شاخص توپوگرافی) آزمون همخطی انجام و چون همبستگی بالای ۰/۸ مشاهده نشد، همه متغیرها در معادله رگرسیون مورد استفاه قرار گرفتند. سپس مقایسه میانگین تولید فرم‌های رویشی و کل (متغیرهای وابسته) با استفاده از آزمون دانکن در طبقات ارتفاع، شیب، جهات شیب و شاخص توپوگرافی (متغیرهای مستقل) با استفاده از ۸۵ درصد داده‌ها انجام و سپس ارتباط مقدار هر یک از متغیرهای وابسته با متغیرهای مستقل با استفاده از روش رگرسیون چندگانه توأم بررسی شد (روش‌های مختلف مورد توجه بوده، بهترین نتایج از این روش حاصل شد). معادله عمومی رابطه رگرسیون چندگانه توأم جهت پیش‌بینی متغیرهای وابسته (تولید) از روی متغیرهای مستقل (پستی‌وبلندی) به‌صورت معادله ۲ بوده است که برای هر یک از فرم‌های رویشی و تولید کل اولیه، با توجه به معنی‌داری عوامل مستقل استفاده شد.

$$Y=a+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+\ldots+b_nx_n$$ معادله ۲

در این رابطه Y مقدار پیش‌بینی‌شده متغیر وابسته (تولید اولیه)، a مقدار ثابت، b ضریب رگرسیون، x مقادیر متغیرهای مستقل می‌باشد.

درنهایت در محیط GIS با استفاده از معادله‌های استخراج شده برای هر یک از فرم‌های رویشی و تولید اولیه کل، نقشه تولید اولیه برای منطقه مطالعاتی پیش‌بینی شد. در نهایت صحت نقشه‌های تهیه‌شده با استفاده از ۱۵ درصد نمونه‌ها و با استفاده از محاسبه مقادیر معیارهای MAE[3] (میانگین خطای مطلق)، MDE[4](خطای انحراف میانگین) و RMSE[5](ریشه میانگین مربع خطا)، توسط معادله‌های ۳، ۴ و ۵ بررسی شد (۱۱). این شاخص‌ها هر چه به صفر نزدیک‌تر باشند، نشان دهنده این است که مقادیر محاسبه شده با مدل به مقادیر واقعی نزدیکتر است. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار $SPSS_{16.0}$ و تهیه نقشه‌ها و تجزیه وتحلیل مکانی با استفاده از $ArcGIS_{10}$انجام شد.

$$MAE= (\Sigma^{n}_{i=1} IEsi-EoiI)/n$$ معادله ۳

$$MAE= (\Sigma^{n}_{i=1} (Esi-Eoi))/n$$ معادله ۴

$$RMSE= (\sqrt{\Sigma^{n}_{i=1}(Esi-Eoi)^2})/n-1$$ معادله ۵

که در این روابط Esi مقدار برآورد شده نقطه i از طریق نقشه، Eoi مقدار اندازه‌گیری شده نقطه (زمینی) و i و n تعداد داده‌ها می‌باشد.

Mean deviation error

- Root mean squared error[1]

Mean absolute error

نتایج

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تولید اولیه فرم‌های رویشی و تولید اولیه کل بر اساس طبقات ارتفاع، شیب، جهات و شاخص توپوگرافی با استفاده از آزمون دانکن در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج مقایسه میانگین تولید گندمیان در طبقات مختلف ارتفاعی معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بوده و با افزایش ارتفاع، تولید گندمیان نیز افزایش می‌یابد. بین طبقات شیب با تولید گندمیان نیز اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) وجود دارد و با افزایش شیب تولید گندمیان افزایش می‌یابد. همچنین در رابطه با تأثیر جهت دامنه با تولید گندمیان مشاهده شد که مقدار تولید در طبقات مختف جهت معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) است و در جهات شمالی و شمال غربی تقریباً یکسان و در دو جهت غربی و جنوب غربی نیز مقدار تولید تقریباً یکسان است و بیشترین تولید

[2]- Kolmogorov- Smirnov
[3]- Mean absolute error
[4]- Mean deviation error
[5]- Root mean squared error

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

گندمیان مربوط به جهت غربی می‌باشد. بین طبقات مختلف شاخص توپوگرافی و گندمیان اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج تأثیر عوامل پستی‌وبلندی بر روی فرم رویشی پهن‌برگان علفی نشان داد که با افزایش ارتفاع تا ۲۱۰۰ متر، تولید افزایش یافته و از ۲۱۰۰ متر به بالاتر تولید کاهش می‌یابد ($p<۰/۰۱$). اثر شیب بر روی تولید پهن‌برگان علفی معنی‌دار بوده ($p<۰/۰۱$) و رابطه مستقیم دارد (با افزایش شیب، تولید افزایش می‌یابد. که دلیل آن نیز می‌تواند چرای کمتر دام در مناطق با درصد شیب بالا باشد). در رابطه با اثر جهات شیب نیز مشاهده شد که ارتباط معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بوده و بیشترین مقدار تولید پهن‌برگان علفی در جهت غربی می‌باشد. تولید پهن‌برگان علفی در طبقات مختلف شاخص توپوگرافی نیز اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) نشان داد. بررسی‌ها بر روی فرم رویشی بوته‌ای‌ها نشان داد که با افزایش ارتفاع تا ۲۱۰۰ متر، تولید این گیاهان کاهش و با افزایشی ارتفاع از ۲۱۰۰ متر به بعد، تولید آن‌ها افزایش می‌یابد ($p<۰/۰۱$). همچنین ارتباط معکوس بین شیب و بوته‌ای‌ها دیده شد ($p<۰/۰۱$) و بیشترین مقدار تولید با توجه به جهات، در جهت شمال غربی مشاهده گردید ($p<۰/۰۱$). تولید بوته‌ای‌ها در طبقات مختلف شاخص توپوگرافی نیز معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بوده و در طبقات میانی این شاخص بیشترین تولید بوته‌ای‌ها مشاهده شد. در نهایت با توجه به اثر عوامل پستی‌وبلندی بر روی تولید کل اولیه مشاهده شد، بین عوامل پستی‌وبلندی و تولید کل رابطه معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) وجود دارد و بیشترین مقدار آن در ارتفاع ۲۱۰۰ تا ۲۶۰۰ متر است. شیب و شاخص توپوگرافی تأثیر معنی‌داری بر روی تولید کل نشان نداد. با توجه به جهت نیز رابطه معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) و بیشترین مقدار تولید کل در جهت غربی مشاهده شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین مقادیر تولید فرم‌های رویشی و تولید کل در طبقات مختلف پستی‌وبلندی

عوامل	طبقات	تراکنسکت تعداد	تعداد پلات	متوسط طبقات و انحراف معیار	میانگین و خطای از میانگین تولید (kg/ha)			
					گندمیان	پهن‌برگان علفی	بوته‌ای‌ها	کل
ارتفاع (m)	۱۸۵۰-۱۶۰۰	۹	۹۰	۱۶۸۱/۴۳^{a} ± ۸۷/۶۷	۱۰۵/۳۴^{a} ± ۶/۵۲	۱۴۱/۱۰^{a} ± ۷/۱۸	۲۲۷/۴۷^{a} ± ۳۴/۱۶	۴۷۴/۰۳^{a} ± ۳۶/۷۰
	۲۱۰۰-۱۸۵۰	۱۲	۱۲۰	۱۹۵۰/۹۵^{b} ± ۲۴/۹۱	۱۵۰/۱۹^{b} ± ۹/۰۴	۱۸۹/۱۷^{b} ± ۱۰/۵۲	۹۴/۹۹^{b} ± ۶/۰۸	۴۳۴/۴۷^{a} ± ۱۹/۹۶
	۲۶۰۰-۲۱۰۰	۱۲	۱۲۰	۲۳۱۱/۴۳^{c} ± ۱۸۳/۵۲	۲۰۹/۰۷^{c} ± ۹/۹۴	۱۶۷/۷۸^{ab} ± ۱۱/۱۷	۲۳۱/۳۸^{a} ± ۱۸/۶۱	۶۰۸/۴۶^{b} ± ۲۰/۹۷
شیب (%)	۱۵>	۱۱	۱۰۶	۱۰/۰۷^{a} ± ۲/۸۹	۱۱۹/۲۵^{a} ± ۵/۶۶	۱۴۱/۶۸^{a} ± ۷/۳۵	۲۶۰/۷۰^{a} ± ۳۲/۴۷	۵۲۱/۸۷^{a} ± ۳۴/۷۳
	۳۰-۱۵	۱۲	۱۲۵	۲۲/۷۹^{b} ± ۴/۰۸	۱۶۵/۱۴^{b} ± ۹/۱۳	۱۷۶/۴۱^{b} ± ۹/۲۳	۱۵۰/۴۲^{b} ± ۱۰/۱۹	۴۹۱/۹۷^{a} ± ۱۷/۷۶
	۶۰-۳۰	۱۰	۹۹	۳۷/۱۷^{c} ± ۶/۵۹	۱۹۵/۱۵^{b} ± ۱۲/۳۲	۱۸۶/۵۳^{b} ± ۱۳/۸۳	۱۳۳/۴۰^{b} ± ۱۳/۴۷	۵۱۵/۰۸^{a} ± ۲۴/۶۳
جهت	شمالی	۹	۸۴	۱۰۳/۳۸^{a} ± ۱۴۱/۹۷	۱۳۰/۰۶^{a} ± ۶/۸۵	۱۲۷/۵۳^{a} ± ۷/۷۹	۱۲۷/۹۹^{a} ± ۱۳/۴۶	۳۸۵/۵۹^{a} ± ۱۹/۴۵
	شمال غربی	۷	۷۱	۳۲۳/۵۲^{b} ± ۱۶/۳۴	۱۱۸/۶۸^{a} ± ۶/۸۷	۹۴/۴۱^{a} ± ۵/۲۷	۲۷۶/۴۶^{b} ± ۲۶/۶۷	۴۸۹/۷۵^{b} ± ۳۰/۴۴
	غربی	۱۰	۱۰۲	۲۷۴/۰۷^{c} ± ۱۳/۷۸	۱۹۸/۹۵^{b} ± ۱۲/۷۳	۲۳۶/۳۲^{b} ± ۱۱/۹۷	۱۹۲/۷۴^{a} ± ۲۹/۹۳	۶۲۸/۱۳^{c} ± ۳۱/۹۵
	جنوب غربی	۷	۷۳	۲۲۱/۸۲^{d} ± ۹/۲۳	۱۷۷/۵۶^{b} ± ۱۲/۶۲	۱۹۲/۰۵^{c} ± ۱۴/۰۹	۱۳۱/۵۳^{a} ± ۱۴/۰۰	۵۰۱/۱۷^{b} ± ۲۸/۹۳
شاخص توپوگرافی (CTI)	۵-۴/۵	۱۱	۱۱۰	۴/۹۹^{a} ± ۰/۳۶	۱۶۹/۹۷^{a} ± ۱۰/۹۰	۱۹۱/۰۱^{a} ± ۱۳/۴۴	۱۲۹/۰۳^{a} ± ۱۱/۷۸	۴۹۰/۱۳^{a} ± ۲۲/۷۰
	۵/۶-۵/۵	۱۲	۱۲۵	۵/۹۵^{b} ± ۰/۲۴	۱۴۸/۱۲^{a} ± ۸/۴۸	۱۴۴/۲۱^{b} ± ۷/۰۹	۲۲۵/۸۶^{b} ± ۲۶/۶۳	۵۱۸/۱۹^{a} ± ۲۸/۶۲
	۶/۱۰-۵	۱۰	۹۵	۷/۰۴^{c} ± ۰/۷۲	۱۶۲/۱۵^{a} ± ۹/۳۹	۱۷۳/۷۶^{ab} ± ۹/۵۹	۱۸۱/۲۴^{ab} ± ۱۷/۷۱	۵۱۷/۱۵^{a} ± ۲۴/۴۲

a، b و c: حروف متفاوت در هر ردیف، نشانگر اختلاف معنی‌دار است. ab: هر ردیفی که یکی از این حروف را داشته باشد، با طبقه‌ای که این حروف را دارد، اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتایج روابط رگرسیونی محاسبه شده برای هریک از فرم‌های رویشی با عوامل پستی‌وبلندی (ارتفاع، شیب، جهت و شاخص توپوگرافی) به صورت خلاصه مدل‌های رگرسیونی در جدول ۳ ارایه شده است که در آن مقدار R به همبستگی ساده بین دو متغیر اشاره دارد و به عبارتی شدت همبستگی بین دو متغیر را نشان می‌دهد. برای مثال از مقدار R (همبستگی پیرسون بین دو متغیر) مشخص است که گندمیان، پهن‌برگان علفی، بوته‌ای‌ها و تولید کل به ترتیب ۳۳، ۱۸، ۳۲ و ۲۹ درصد با عوامل پستی‌وبلندی رابطه همبستگی دارند. مقدار R^2 نیز نشان می‌دهد که چه مقدار از متغیر وابسته یعنی تولید، می‌تواند توسط متغیر مستقل یعنی عوامل پستی‌وبلندی، تبیین شود.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

جدول ۳- خلاصه مدل‌های رگرسیونی تولید اولیه فرم‌های رویشی و کل با پستی‌وبلندی

متغیر	خطای معیار برآوردی	R	R^2	R^2 تعدیل‌شده
تولید گندمیان	۱۱۰/۲۷	۰/۳۳	۰/۱۱	۰/۱۰
تولید پهن‌برگان علفی	۱۲۳/۶۴	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۰۲
تولید بوته‌ای‌ها	۲۴۰/۹۶	۰/۳۲	۰/۱۱	۰/۱۰
تولید کل	۳۰۰/۷۵	۰/۲۹	۰/۹	۰/۸

با توجه به جدول ۴ که نشان‌دهنده این است که آیا مدل رگرسیون می‌تواند به‌طور معنی‌داری تغییرات متغیر وابسته (تولید) را پیش‌بینی کند، با توجه به ستون معنی‌داری آماری مدل رگرسیون مشاهده شد که بین تولید کل و فرم‌های رویشی با عوامل پستی‌وبلندی رابطه خطی و معنی‌دار وجود دارد که در نتیجه مدل به‌کار رفته پیش‌بینی کننده خوبی برای متغیر تولید است. در کل عوامل تولید در دو بخش: الف) بخشی که توسط مدل خطی رگرسیون توجیه می‌شود (رگرسیون) و ب) بخشی که توسط مدل خطی رگرسیون خطی توجیه نمی‌شود (باقی‌مانده) قابل‌توجه است.

جدول ۴- آنالیز واریانس مدل رگرسیون تولید اولیه فرم‌های رویشی و کل با عوامل پستی‌وبلندی

تولید اولیه	آماره	مجموع مربعات	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات	F
گندمیان	رگرسیون	۴۸۲۹۹۹/۳۴	۴	۱۲۰۷۴۹/۸۳	۹/۹۳**
	باقی‌مانده	۳۹۵۱۹۸۳/۰۹	۳۲۵	۱۲۱۵۹/۹۴	-
	کل	۴۴۳۴۹۸۲/۴۴	۳۲۹	-	-
پهن‌برگان علفی	رگرسیون	۱۴۸۵۳۱/۴۷	۴	۳۷۱۳۲/۸۶	۲/۴۲*
	باقی‌مانده	۴۹۶۸۹۵۹/۵۳	۳۲۵	۱۵۲۸۹/۱۰	-
	کل	۵۱۱۷۴۹۱/۰۱	۳۲۹	-	-
بوته‌ای‌ها	رگرسیون	۲۱۲۲۳۲۶/۲۴	۴	۵۳۰۵۸۱/۵۶	۹/۱۳**
	باقی‌مانده	۱۸۸۷۰۶۱۷/۰۷	۳۲۵	۵۸۰۶۳/۴۳	-
	کل	۲۰۹۹۲۹۴۳/۳۲	۳۲۹	-	-
کل	رگرسیون	۲۶۷۳۹۸۱/۹۰	۴	۶۶۸۴۹۵/۴۷	۷/۳۹**
	باقی‌مانده	۲۹۳۹۸۳۷۴/۴۶	۳۲۵	۹۰۴۵۶/۵۳	-
	کل	۳۲۰۷۲۳۵۶/۳۷	۳۲۹	-	-

**: اختلاف (اثر) معنی‌دار در سطح ۱ درصد *: اختلاف (اثر) معنی‌دار در سطح ۵ درصد ns: فاقد اختلاف (اثر) معنی‌دار

جدول ۵ اطلاعات متغیرهای پیش‌بین و نتایج مدل رگرسیونی تولید کل و فرم‌های رویشی با عوامل پستی‌وبلندی را نشان می‌دهد. با توجه به ستون معنی‌داری، معنی‌دار بودن یا نبودن مقدار ثابت (constant) و متغیرهای پستی‌وبلندی را تعیین کرده و سپس با توجه به مقدار Beta به‌عنوان ضریب استاندارد شده، می‌توان تأثیر متغیرهای مستقل (پستی‌وبلندی) بر متغیرهای وابسته (تولید) را مشخص کرد. در قسمت ضرایب استانداردشده، علامت مثبت مقادیر ß نشانگر افزایش مقدار پیش‌بینی‌شده متغیر وابسته، با افزایش مقدار متغیر مستقل است و ضرایب منفی کاهش مقدار پیش‌بینی‌شده متغیر وابسته، با کاهش متغیر مستقل را نشان می‌دهد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

جدول ۵- نتایج اصلی و ضرایب مدل‌های رگرسیون میزان تولید اولیه کل و فرم‌های رویشی با عوامل پستی‌وبلندی

فرم‌های رویشی	پارامترها	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استانداردشده	t
		ß	Std. Error	Beta	
گندمیان	(constant)	-۳۰/۸۶	۶۲/۶۱	-	-۰/۴۹۳*
	ارتفاع	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۱۹	۴/۸۷۳**
	شیب	۲/۵۸	۰/۵۳	۰/۲۶	۴/۸۱**
	جهت	۰/۵۱	۹/۶۱	۰/۰۳	۰/۰۵ns
	شاخص توپوگرافی	-۵/۴۷	۶/۷۰	-۰/۰۴	-۰/۸۱ns
پهن‌برگان علفی	(constant)	۱۷۲/۳۴	۷۰/۲۰	-	۲/۴۵**
	ارتفاع	-۰/۰۱	۰/۰۲	-۰/۰۳	-۰/۵۴ns
	شیب	۱/۲۰	۰/۶۰	۰/۱۱	۲/۰۰*
	جهت	۲۲/۹۴	۱۰/۷۷	۰/۱۱	۲/۱۲**
	شاخص توپوگرافی	-۴/۹۹	۷/۵۱	-۰/۰۳	-۰/۶۶ns
بوته‌ای‌ها	(constant)	-۲۵۵/۹۶	۱۳۶/۸۱	-	-۱/۸۷**
	ارتفاع	۰/۲۰	۰/۰۴	۰/۲۲	۴/۳۱**
	شیب	-۳/۲۷	۱/۱۷	-۰/۱۵	-۲/۷۹**
	جهت	۵۷/۸۴	۲۱/۰۰	۰/۱۴	۲/۷۵**
	شاخص توپوگرافی	۶/۳۷	۱۴/۶۴	۰/۰۲	۰/۴۳ns
کل	(constant)	-۱۱۴/۶۷	۱۷۰/۷۷	-	-۰/۶۷*
	ارتفاع	۰/۲۷	۰/۰۵	۰/۲۴	۴/۶۰**
	شیب	۰/۵۱	۱/۴۶	۰/۰۱	۰/۳۴ns
	جهت	۸۱/۳۸	۲۶/۲۱	۰/۱۶	۳/۱۰**
	شاخص توپوگرافی	-۴/۰۹	۱۸/۲۸	-۰/۰۱	-۰/۲۲ns

**: اختلاف (اثر) معنی‌دار در سطح ۱٪ *: اختلاف (اثر) معنی‌دار در سطح ۵٪ ns: فاقد اختلاف (اثر) معنی‌دار

با توجه به متغیرهای پستی‌وبلندی در ردیف فرم‌های رویشی گندمیان، پهن‌برگان علفی، بوته‌ای‌ها و کل در جدول ۵، هیچ‌یک از مقادیر ß صفر نیست، بنابراین همه‌ی عوامل مورد بررسی در میزان تولید آن‌ها مؤثر هستند. با توجه به سطح معنی‌داری عوامل پستی‌وبلندی، ارتفاع و شیب اثر معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) بر روی تولید گندمیان داشته و سایر عوامل نقش ضعیفی بر روی پیش‌بینی متغیر وابسته دارند. بنابراین، با توجه به معادله ۲ تولید گندمیان با عوامل پستی‌وبلندی بر اساس معادله ۶ قابل محاسبه است. همچنین با توجه به سطح معنی‌داری مشاهده شده که عامل جهت ($p<۰/۰۱$) و شیب($p<۰/۰۵$) تأثیر معنی‌داری در پیش‌بینی تولید پهن‌برگان علفی داشته و بقیه عوامل نقش ضعیف‌تری دارند (معادله ۷). بعلاوه با توجه به سطح معنی‌داری مشاهده شده که عامل شیب، جهت و ارتفاع تأثیر معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) در پیش‌بینی تولید بوته‌ای‌ها داشته و بقیه عوامل نقش ضعیف‌تری دارند (معادله ۸). در نهایت با توجه به سطح معنی‌داری مشاهده شده که عوامل ارتفاع و جهت تأثیر معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) در پیش‌بینی تولید کل داشته و نقش عامل شیب و شاخص توپوگرافی ضعیف‌تر است (معادله ۹).

معادله ۶ $R^2= ۰/۱۱$

$$Y_{Grass}= -۳۰/۸۶ + ۰/۰۸Elevation + ۲/۵۸Slope$$

معادله ۷ $R^2= ۰/۰۳$

$$Y_{Forb}= ۱۷۲/۳۴ + ۲۲/۹۴Aspect + ۱/۲۰Slope$$

معادله ۸ $R^2= ۰/۱۱$

$$Y_{Shrub}= -۲۵۵/۹۶ + ۰/۲۰Elevation - ۳/۲۷Slope + ۵۷/۸۴Aspect$$

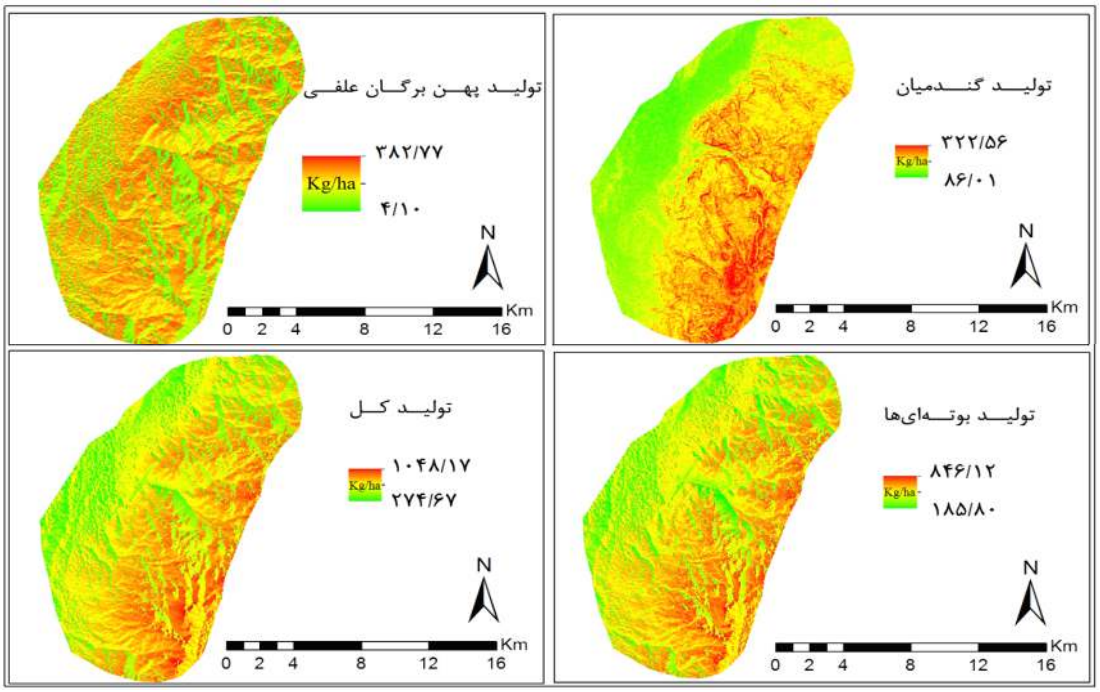
معادله ۹ $R^2= ۰/۹$

$$Y_{Net\ Primary\ Production}= -۱۱۴/۶۷ + ۰/۲۷Elevation + ۸۱/۳۸Aspect$$

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

نتایج پیش‌بینی نقشه‌های مقدار تولید با استفاده از معادله‌های استخراج شده بر اساس ارتفاع، جهت، شیب و شاخص توپوگرافی از سطح دریا و در شکل ۲ ارایه شده است. ارزیابی صحت نقشه‌های به‌دست‌آمده بر اساس جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، دقت نتایج (MAE)، انحراف نتایج (MDE) و میانگین تولید به‌دست‌آمده از نقشه تولید تهیه شده و میانگین تولید اندازه‌گیری شده در جدول ۶ نشان داده شده است. با توجه به مقادیر MAE و MDE مقدار انحراف نتایج برآورد شده و نتایج اصلی در حد قابل قبول می‌باشد. همچنین مقدار RMSE یا مقدار خطای مدل در حد قابل بوده و نشان‌دهنده اعتبار مدل می‌باشد.



شکل ۲- نقشه مقدار تولید اولیه هر یک از فرم‌های رویشی و کل برحسب کیلوگرم در هکتار

جدول ۶- نتایج اصلی و ضرایب مدل‌های رگرسیون میزان تولید اولیه کل و فرم‌های رویشی با عوامل پستی‌وبلندی

تولید اولیه	میانگین تولید اولیه اندازه‌گیری شده (Kg/ha)	میانگین تولید اولیه برآوردی نقشه (Kg/ha)	RMSE	MAE	MDE
گندمیان	۱۵۹/۴۶	۱۶۲/۵۲	۰/۶۲۴	۲/۶۴۷	-۱/۰۴۷
پهن‌برگان علفی	۱۸۶/۳۶	۲۲۹/۹۱	۰/۹۲۹	۴/۴۶۶	-۱/۶۶۶
بوته‌ای‌ها	۲۸۰/۸۰	۳۲۱/۴۵	۰/۷۶۰	۳/۴۶۶	۱/۴۰۰
کل	۶۲۶/۶۲	۷۱۳/۸۸	۰/۷۰۷	۳/۰۳۳	۰/۷۶۶

بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایج، عوامل پستی‌وبلندی (طبقات ارتفاعی، جهات جغرافیایی، طبقات شیب و شاخص توپوگرافی) به‌طور معنی‌دار، اثرات متفاوتی بر تولید فرم‌های رویشی و کل دارند. این عوامل علاوه بر اثرات مستقیم، اثرات غیرمستقیم نیز با تأثیر بر پارامترهای دما، بارندگی و رطوبت و ویژگی‌های خاک می‌گذارند. پایداری رطوبت با تغییرات ارتفاع و شیب دامنه در ارتباط است و علاوه بر پایداری رطوبت، نحوه تأمین آن نیز متفاوت است. بنابراین، نحوه تأمین آن و به‌تبع آن توزیع مواد غذایی عامل پویایی گروه‌های گیاهی است (۳۷). بنابراین تغییرات تولید علاوه بر عوامل پستی‌وبلندی، تحت تأثیر دما، بارندگی، عوامل خاکی شدت و نوع بهره‌برداری و غیره است که در این مطالعه موردتوجه قرار نگرفته است و در مطالعات آینده این

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

پارامترها نیز مورد توجه قرار خواهد گرفت. با افزایش ارتفاع و شیب تولید گندمیان افزایش‌یافته که با نتایج مطالعه تمرتاش، (۲۰۱۲)؛ پور نعمتی و همکاران (۲۰۱۷) و سعیدی و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد. علت آن می‌تواند برآیند تخریب کمتر این گروه در ارتفاعات بالاتر و امکان پایداری آن‌ها در این محدوده در مقایسه با ارتفاعات پایین و همچنین رشد آن‌ها در ارتفاع نسبی بالاتر نسبت به بقیه فرم‌های رویشی باشد. همچنین بیشترین تولید این گروه در جهت غربی ثبت شد که علت ناشی از تفاوت جهات مختلف در جذب نور خورشید و رطوبت دریافتی از دریا است. همچنین به‌رغم وجود واحدهای بهره‌برداری مختلف، عوامل توپوگرافی اثرات تقریباً مشابهی بر خصوصیات گیاهی داشته، به‌طوری‌که میزان بهره‌برداری در همه واحدها کاملاً در ارتباط با عامل شیب بوده و نقش شیب به‌گونه‌ای است که در اثر متقابل با عوامل ارتفاع و جهت بر تاج پوشش و تولید گیاهی نیز اثر خود را نشان داده است. افزایش میزان شیب و کاهش بهره‌برداری، تحت تأثیر تحرک کم گله‌ها در شیب‌های تند می‌باشد که قدرت چرای طبیعی دام را در این نقاط کاهش می‌دهد. عدم تأثیر عامل شیب به‌طور مجزا بر تغییرات تاج پوشش و تولید گیاهی در واحدهای بهره‌برداری و اثر گذاری متقابل آن با عوامل شیب و جهت می‌تواند نشان‌دهنده این موضوع باشد که در مناطق پرشیب، عوامل توپوگرافی اثر خود را بیشتر نمایان ساخته و میزان تولید و تاج پوشش گیاهی را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهند، ولی در مناطق کم شیب اثر بهره‌برداری دام به‌گونه‌ای است که اثر جهت و ارتفاع در ارتباط با پوشش گیاهی کمتر مشخص شده است (۴۲). گیلن[6] و همکاران (۱۹۸۴) بیان داشتند که در مراتع کوهستانی ایالت اورگان، تندی شیب تنها عامل توپوگرافی است که به‌طور مداوم با توزیع چرای گله‌ها و میزان بهره‌برداری آن‌ها در ارتباط می‌باشد. مطالعات کیت[7] (۲۰۰۰) و ارزانی و همکاران (۲۰۰۵) نیز بر عدم توانایی دام در چرای مناطق پرشیب تأکید می‌نمایند که این امر ناشی از شیب زیاد مسیر حرکت دام تا منابع آب، سبب ایجاد طبقهٔ عدم شایستگی برای دام‌ها و درنتیجه عدم توانایی چرای دام می‌شود. همچنین نوحی و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که در مناطق پرشیب کوهستانی، به علت عدم قدرت دسترسی دام، شدت بهره‌برداری کاهش یافته و جهت و ارتفاع تأثیری بر شاخص‌های تولید و بهره‌برداری در این مناطق نداشته است. درحالی‌که قلیچ نیا (۱۹۹۹) در مطالعه خود در منطقه نردین عامل شیب را به دلیل تأثیر بر گرادیان رطوبتی خاک بر کلیه شاخص‌های گیاهی مؤثر دانسته است و همچنین خواجه (۱۹۹۸) به تأثیرپذیری انبوهی گونه‌های علفی از عامل شیب اشاره دارد. در مورد عامل ارتفاع نیز مانتسج[8] و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه خود در قسمت جنوبی مغولستان افزایش بارندگی و کاهش دما که عوامل متأثر از ارتفاع هستند را عامل تأثیرگذار بر افزایش تولید در مراتع علفزار مغولستان معرفی کرده است. احسانی و همکاران (۲۰۰۷) نیز در مطالعه خود در منطقه استپی اختر آباد ساوه گزارش کردند که گیاهان مرتعی یک‌ساله و چندساله دارای سیستم ریشه‌سطحی هستند. به مقدار پراکنش بارندگی که تابعی از ارتفاع است عکس‌العمل نشان می‌دهند. بدین‌صورت که این گروه از گیاهان دارای ریشه افشان سطحی بوده و با افزایش شیب و کاهش عمق خاک شرایط بهینه‌تری را برای گسترش و تولید این گروه از گیاهان مهیا می‌کند. آذرخشی و همکاران (۲۰۱۴) نیز اهمیت بارش فصل رشد در میزان تولید گیاهان مراتع استان‌های ایلام، قم و مرکزی بیان می‌کنند. ارزانی و همکاران (۲۰۱۱) در ارزیابی مراتع مناطق مختلف آب و هوایی ایران گزارش کردند عوامل موثر بر تغییرات گیاهان نشان داد که خصوصیات گیاهان مانند سیستم ریشه‌ای همچنین خصوصیات خاک و نهایتا عامل چرا، عوامل تعیین کننده بر رفتار پارامترهای اصلی پوشش گیاهی در مقابل بارش بوده است. همچنین داده های این طرح را در تهیه مدل‌های آماری جهت برآورد تولید با استفاده از داده‌های پوشش، بارش و خاک با دقت نسبتا بالا استفاده کردند.

تولید پهن‌برگان علفی نیز با طبقات مختلف پستی‌وبلندی اختلاف معنی‌دار ($p<0/01$) دارد. به‌طوری‌که با افزایش ارتفاع، تولید این فرم رویشی نیز افزایش می‌یابد و بیشترین تولید پهن‌برگان علفی تا ارتفاع ۲۱۰۰ متری

6- Gillen

7- Kiet

8 -Munkhtsetseg

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

مشاهده می‌شود و در ارتفاعات بیشتر از ۲۱۰۰ متری تولید این فرم رویشی کاهش می‌یابد که علت می‌تواند تغییرات اقلیمی در ارتفاعات مختلف، عوامل مربوط به بافت و نوع خاک و همچنین وجود زندگی عشایری و تخریب مراتع تحت چرای بیش‌ازحد دام‌ها در این ارتفاعات باشد. همچنین بیشترین تولید این فرم رویشی در شیب بیشتر از ۳۰ درصد مشاهده شد که ازلحاظ ارتفاع و شیب با نتایج مطالعه پور نعمتی و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. همچنین بیشترین تولید پهن‌برگان علفی ازلحاظ جهت، در جهت غربی دامنه می‌باشد. در این راستا آقایی و همکاران (۲۰۱۲) ارتفاعات میانی و شیب‌های متوسط را دارای شرایط مطلوب برای رشد گونه‌های علفی بیان کرده‌اند که نتایج مشابه با نتایج مطالعه حاضر است. طبق مطالعه پورنعمتی و همکاران (۲۰۱۷) بر روی تولید گروه‌های گیاهی در مراتع سبلان استان اردبیل، گزارش کرده که بیشترین تولید بوته‌ای‌ها در طبقه ارتفاعی ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر و شیب کمتر از ۱۰ درصد است. در مطالعه حاضر نیز با افزایش ارتفاع تا ۲۱۰۰ متر، مقدار تولید کاهش قابل‌توجهی داشته که عوامل مختلفی از جمله شیب زیاد این مناطق، عوامل اقلیمی، وجود زندگی روستایی در این قسمت‌ها و بهره‌برداری بیش از حد و لگدکوب شدن خاک توسط دام‌ها و در نتیجه تخریب پوشش گیاهی و درنهایت عدم سازگاری بوته‌ای‌ها با شرایط منطقه باشد. همچنین بیشترین تولید بوته‌ای‌ها در ارتفاع ۲۱۰۰ تا ۲۶۰۰ متر مشاهده شد. همچنین در شیب کمتر از ۱۵ درصد و جهت شمال غربی بیشترین تولید بوته‌ای‌ها مشاهده گردید که علت فراوانی این فرم رویشی در شیب کم می‌تواند به دلیل سیستم ریشه‌ای عمیق آن باشد که در شیب‌های بالاتر عمدتاً عمق خاک کمتر از مناطق کم شیب بوده و توانایی استقرار این گیاهان با سیستم ریشه‌ای عمیق کمتر است. همچنین عامل دیگری که در این مورد می‌تواند تأثیرگذار باشد توانایی چرای دام‌ها در شیب‌های کم از گونه‌های خوش‌خوراک علفی و درنتیجه تکثیر و جایگزین شدن گونه‌های بوته‌ای باشد. تاتین[1] و همکاران (۲۰۰۸) نیز بامطالعه روی فرم رویشی بوته‌ای گزارش کردند که این گیاهان در محدوده متوسطی از بارندگی و دما سازگاری بهتری دارند. همچنین حیدریان و همکاران (۲۰۱۲) نیز شدت چرا را باعث افزایش گونه‌های بوته‌ای گزارش کردند. در اثر چرای بیش از حد دام از گونه‌های خوشخوراک علفی و مورد چرا قرار نگرفتن گونه‌های بوته‌ای و غیرخوشخوراک، منجر به افزایش این گونه‌ها می‌شود. در مورد تولید کل مشاهده شد که با طبقات ارتفاعی تأثیر معنی‌دار داشته و در طبقه ارتفاعی ۲۱۰۰ تا ۲۶۰۰ متر بیشترین مقدار آن ثبت شد که این نتیجه با نتایج خارکال[2] (۲۰۰۵)، تمرتاش[3] (۲۰۱۲) و پور نعمتی و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. در نهایت چن[4] و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند عوامل پستی‌وبلندی نظیر شیب و ارتفاع بیش از ۵۰ درصد تغییرات پوشش گیاهی در علفزارها را توجیه می‌کند. در این مطالعه نیز بر اساس تجزیه‌وتحلیل آماری مقادیر R بیانگر اطمینان ۳۳ درصدی از قدرت مدل رگرسیون خطی برای پیش‌بینی تولید گندمیان، ۱۸ درصد پهن‌برگان علفی، ۳۲ درصدی بوته‌ای‌ها و ۲۹ درصدی تولید کل توسط عوامل پستی‌وبلندی است. بر اساس مقادیر β پارامترهای پستی‌وبلندی در مقدار تولید فرم‌های رویشی مؤثر هستند. با استفاده از آزمون رگرسیون معادله مناسب جهت تخمین تولید استخراج که با استفاده از این معادله، برای تولید هر یک از فرم‌های رویشی و تولید کل اولیه در محیط GIS نقشه تولید اولیه تهیه و صحت نقشه‌ها مورد آزمون قرار گرفت که حکایت از کارایی مدل‌های استخراج شده برای تخمین تولید با استفاده از عوامل توپوگرافی دارد.

شناخت عوامل تأثیرگذار به‌ویژه پستی‌وبلندی بر پارامترهای پوشش گیاهی ازجمله تولید اولیه علوفه مرتعی حائز اهمیت است (۸، ۲۰ و ۴۵). با توجه به روابط رگرسیونی به‌دست‌آمده می‌توان عنوان کرد که پارامترهای شیب، جهت، ارتفاع و شاخص توپوگرافی در تولید مراتع هیر و نئور استان اردبیل نقش معنی‌داری دارند اما برای به دست آوردن روابط مناسب‌تر نیاز به بررسی پارامترهای مختلف خاکی، اقلیمی و غیره است و با در نظر گرفتن پارامترهای مدیریتی مانند شدت چرا می‌توان برآورد تولید را با صحت بیشتری انجام داد (۴۴، ۲۰ و ۴۵). احمدی و همکاران

[1]- Tatian
[2]- Kharkwal
[3]- Tamartash
[4]- Chen

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

(۲۰۰۲) بیان داشتند که در مناطق مرتفع کوهستانی، در نقاطی که اثر تخریبی بهره‌برداری وجود ندارد، ارتفاع و عوامل آب‌وهوایی بیشترین تأثیر بر پوشش گیاهی دارند. مراتع هیر و نئور با توجه به داشتن پستی‌وبلندی مختلف، باعث متفاوت بودن شرایط برای رشد و تولید گیاهان بوده که این شرایط باعث بهره‌برداری غیریکنواخت از مراتع می‌شود. نتایج ما نشان داد که هر فرم رویشی با توجه به خصوصیات منطقه رویشی، نیازهای اکولوژیک و دامنه بردباری با بعضی از خصوصیات عوامل پستی‌وبلندی رابطه داشته و تولید متفاوتی دارند که باید در زمان و مقدار بهره‌برداری از مرتع مورد توجه قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود که این مطالعه در سطح تولید گونه، بخصوص گونه‌های خوش‌خوراک در سطح کوچک‌تر انجام گیرد تا عوامل مؤثر بر رشد و تولید آن‌ها مانند نوع خاک که در این مطالعه موردتوجه قرار نگرفته است، با صحت و دقت بیشتری تعیین شود. با توجه به نبود اطلاعات کافی در ارتباط تولید در منطقه این مطالعه فقط در سطح تولید فرم‌های رویشی انجام شده که این مطالعه می‌تواند به‌عنوان یک گام پایه برای پژوهش‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

References

1. Aghaei, R., S. Alvaninejad., R. Basiri & R. Zolfaghari, 2013. Relationship between ecological species groups and environmental factors (Case study: Vezg region in southeast of Yasouj), Iranian Journal of Applied Ecology, 1(2):53-64. (In Persian)
2. Ahmadi, H., K. Javanshir., Gh.A. Ghanbarian & S.H. Habibian, 2002. An investigation on ecological characteristics of plant communities in relation to geomorphological units (Case study: Chenar Rahdar region of Fars provience). Iranian Journal of Natural Resources, 55(1): 81-94. (In Persian)
3. Arzani, H., Sh. Yosefi & M. Farahpor, 2005. Model Range suitability determination for sheep grazing using GIS. Journal of Ecology, 37: 59-68. (In Persian)
4. Arzani, H., M. Sadatazimi., M. Bayat., H. Kaboli., M.H. Osareh., M. Farahpor., M. Moalemi., M. Akbarzadeh., N. Ansari., A.A. Sandgol & V, Mozafariyan, 2011. Rangelans assessment in different climate areas in Iran. Research of Forest and Rangeland Press. Report No. 18782600. (In Persian)
5. Arzani, H. & M. Abedi., 2014. Rangeland evaluation. 2, University of Tehran, Tehran. 322 p. (In Persian)
6. Atkinson PM., 1997. Sub-pixel target mapping from soft-classified, remotely sensed imagery Photogram. Journal Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 71(7): 839–846.
7. Azarakhshi, M., M. Mahdavi., H. Ahmadi., H. Arzani & J. Farzadmehr, 2014. The Role of event of rain in the production of forage rangeland, Iranian Journal of Natural Resources, 68(4): 885-899.
8. Chen, X.F., M.J. Chen., S.Q. An & W.M Ju, 2006. Effects of topography on simulated net primary productivity at landscape scale. Journal of Environmental Management, 85: 585-596.
9. Ebrahimi, A., B. Bossuyi & M. Hoffimann, 2010. A herbivore specific grazing capacity model accounting for spatio-temporal environmental variation: A tool for a more sustainable nature conservation and rangeland management, Journal of Ecological Modeling, 221(6): 900-910.
10. Ehsani. A., M. Farahpour., A. Jalili., H.R. Mir Davoudi., H.R. Abbasi., M.A.S. Azimi., H. Arzani., H. Ahmadi & M. Jafari, 2007. The effect of climatic condition on range forage production in steppe rangelands, Akhtarabad of Saveh, Journal of Range and Desert Research, 14(2): 249-260. (In Persian)
11. Gervasio Pineiroa, G., S. Perelman., J.P. Guerschman & J.M. Paruelo, 2008. How to evaluate models: Observed vs. predicted or predicted vs. observed? Journal of Ecological Modeling, 216: 316-322.
12. Ghelichnia, H., 1999. Investigate the degree of correlation between plant communities with topographic factors in Nrdyn region. Journal of Research and Development, 43: 33-41. (In Persian)
13. Ghorbani, A., J. Sharifi/, A.H. Kavianpoor/, B. Malekpour & F. Mirzaei Aghche Gheshlagh, 2013. Investigation on ecological characteristics of *Festuca ovina* L. in southeastern rangelands of Sabalan, Iranian Journal of Range and Desert Research, 20 (2):379-396. (In Persian)
14. Ghorbani, A., A. Pornemati & M. Panahandeh, 2017. Estimating and mapping Sabalan rangelands aboveground phytomass using Landsat 8 images, Iranian Journal of Range and Desert Research, 24(1): 131-140. (In Persian)
15. Gillen, R.L., W.C. Krueger & R.F. Miller, 1984. Cattle distribution on mountain rangeland in northeastern Oregon. Journal of Range Management, 37(6): 549-553.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

16. Griffiths, R. P., M.D. Madritch & A. K. Swansona, 2009. The effects of topography on forest soil characteristics in the Oregon Casade Mountains (USA): Implications for the effects of climate change on soil properties. Journal of Forest Ecology and Management, 257: 1-7.
17. Hazarika, M.K., Y. Yasuoka., A. Ito & D. Dye, 2004. Estimation of net primary productivity by integrating remote sensing data with an ecosystem model, Journal of Remote Sensing of Environment, 94: 289-310.
18. Heidarian Aghakhani, M., A.A. Naghipour Borj & H. Tavakoli, 2010. The effects of grazing intensity on vegetation and soil in Sisab rangelands ,Bojnord, Iran, Iranian Journal of Range and Desert Research, 17(2): 243-255. (In Persian)
19. Heshmati, Gh.A., 2003. Multivariate analysis of environmental factors effect on establishment and expansion of rangeland plants. Iranian Journal of Natural Resource, 56(3): 309-320. (In Persian)
20. Ivanov, V.Y., R.L.E. Bras & R. Vivon, 2008. Vegetation-hydrology dynamics in complex terrain of semiarid areas: Energy-water controls of vegetation spatiotemporal dynamics and topographic niches of favorability, Journal of Water Resources Research, 44(3): 1-34.
21. Kaufman, D., D. Schneider,. N. McKay., C. Ammann., R. Bradley., K. Briffa., G. Miller., L. Otto-Bliesner., J. Overpack & B. Vinther, 2009. Recent warming reverses long-term artic cooling, Journal of Paleolimnology, 325: 1236-1239.
22. Khaje, A., 1998. The effects of topography on density of understory species in Golestan National Park. Range management master's thesis in university of Gorgan. (In Persian)
23. Kharkwal, G., P. Mehrotra., Y.S. Rawat & Y.P.S. Pangtey, 2005. Phytodiversity and growth from in relation to altitudinal gradient in the Central Himalayan (Kumaun) region of India. Current Science Journal, 89(5): 873-878.
24. Kiet, S., 2000. Expected use GIS map. Journal of Rangeland, 22(2):18-20.
25. Luca C., B.C. Si & RE. Farrell, 2007. Upslope length improves spatial estimation of soil organic carbon content. Canada Journal of Soil Science. (87) 1: 291-300.
26. Mahmodi, J., S.Kh. Mahdavi & B. Mansouri, 2015. Examination of effect of topography (elevation and aspect) on distribution of medicinal plant *Ferula gummosa,* case study: rangelands of Khombi and Saraii Germech city in Khorasan Shomali province, Journal of Pharmacology and Life. 4(2): 108-113.
27. Mesdaghi, M., 2007. Rage management in Iran. Imam Reza university press, Fifth edition, 333 p. (In Persian)
28. Mirzaei Mossivand, A., A. Ghorbani., M.A. Zare Chahoki., F. Keivan Behjou & K. Sefidi, 2016. Environment factors affecting the distribution of species *Prangos ferulacea* Lindl. in rangelands of Ardabil Province, Iranian Journal of Rangeland, 10(2): 191-203. (In Persian)
29. Moore, I.D., R.B. Grayson & A.R. Ladson, 1991. Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications. Journal of Hydrological Processes, 5:3-30.
30. Munkhtsetseg, E., R. Kimura., J. Wang & M. Shinoda, 2007. Pasture yield response to precipitation and high temperature in Mongolia. Journal of Arid Environment, 70: 94-110.
31. Nohi, S.N., M. Mesdaghi & Gh. Heshmati, 2000. The effect of topography on the cover of pasture and production plants in the Jahan Nama of Gorgan, Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 4: 27-35. (In Persian)
32. Paruelo, J.M., M. Oesterheld., D. Bella., M. Carlos., M. Arzadum., C. Lafontaine., M. Rebella & M. César, 2000. Estimation of primary production of sub humid rangelands from remote sensing data, Journal of Applied Vegetation Science, 3: 189-195.
33. Pornemati, A., A. Ghorbani., J. Sharifi., F. Mirzaei Aghche Gheshlagh., M. Amirkhani & M. Ghodarzi, 2017. Study the effects of elevation, slope and aspect on life form forage production in Sabalan rangelands in Ardabil province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 24(1): 91-100. (In Persian)
34. Ren, Z., H. Zhu., H. Shi & Liu. 2016. Climatic and topographic factors affecting the vegetation carbon stock of rangelands in arid and semiarid regions of China, Journal of Resources and Ecology, 7(6): 418-429.
35. Reshvand, S., H. Safari & P. Ashouri Sanjabi, 2012. Sustainability of forage production of some rangeland species using univariate method in mountainous rangelands of Middle Alborz, Qazvin province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 19(2): 355-369. (In Persian)
36. Saeedi Gorghani, H.M., M. Solaimani Sardo., N. Azizi., A. Azareh & S. Heshmati, 2014. Investigation of changes in rangeland vegetation regarding different slopes, elevation and geographical aspects (Case Study: Yazi rangeland, Noor County, Iran), Journal of Rangeland, 4(3): 246-255.
37. Sharifi, J., A. Jalili., Sh. Ghasemof., A. Naghinejad & A.A. Imani, 2012. Ordination of ecological species given environmental variables in northern and eastern slopes of Sabalan Mountain, Iranian Journal of Natural Resource, 66(1): 37-48. (In Persian)
38. Sharifi, J., M. Fayaz., F. Azimi., Y. Rostami Kia & P. Eshvari, 2013. Identification of ecological region of Iran (vegetation of Ardabil province), Institute Research of Forest and Rangeland Press. Report No. 42183/37. (In Persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]

39. Shokrollahi, Sh., H.R. Moradi & Gh.A. Dianati Tailaki, 2012. Effects of soil properties and physiographic factors on vegetation cover (Case study: Polur Summer Rangelands). Iranian Journal of Range and Desert Research, 19(4): 655-668. (In Persian)
40. Stage, R. A. & Ch. Salas., 2007. Interactions of elevation, aspect and slope in models of forest species composition and productivity, Journal of Forest Science, 53(4): 486-492.
41. Taghipour, A. & S. Rastgar., 2010. Role of physiography on vegetation cover using GIS (Case of Hezarjarib's Rangelands, Mazandaran province). Journal of Rangeland, 4(2): 168-177. (In Persian)
42. Tamartash, R., 2012. Investigation on the relationship between vegetation characteristics and topographic factors in utilization units of mountainous rangelands of Vaz, Mazandaran. Iranian Journal of Range and Desert Research, 19(3): 469-481. (In Persian)
43. Tataian, M.R., M.A. Bahmanyar & R. Tamartash, 2008. Determining plant ecological group based on climatic factors in Behshahr rangelands, Journal of Rangeland, 2(1): 35-45.
44. Tateno, R. & H. Takeda., 2003. Forest Structure and tree Species distribution in relation to topography mediated heterogeneity of soil nitrogen and light at the forest floor, Journal of Ecological Research, 18: 559-571.
45. Wang, X., F. Li, R. Gao., Y. Luo & T. Liu, 2014. Predicted NPP spatiotemporal variations in a semiarid steppe watershed for historical and trending climates. Journal of Arid Environments, 104: 67-79.
46. Xie, Y., Z. Sha., M. Yu., Y. Bai & L. Zhang, 2009. A comparison of two models with Landsat data for estimating aboveground grassland biomass in Inner Mongolia, China, Journal of Ecological Modelling, 220: 1810-1818.
47. Zareh Hesari, B., A. Ghorbani., F. Azimi Motam., K. Hashmi Majd & A. Asghari, 2014. Study the effective ecological factors on distribution of *Artemisia fragrans* in southeast faced slopes of Sabalan, Journal of Rangeland, 8(3): 238-250.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1]