مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶
ص ۸۶۷-۸۵۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۲۷
تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۱۰/۲۸

تغییرات تولید اولیه در اثر پستی و بلندی در مراتع کوهستانی شهرستان نمین

❖ **الناز حسن زاد کوهساره؛** دانشجوی ارشد مرتعداری، گروه منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

❖ **اردوان قربانی*؛** دانشیار گروه منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

❖ **مهدی معمری؛** استادیار گروه منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

❖ **کاظم هاشمی مجد؛** دانشیار گروه خاک، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

❖ **اردشیر پورنعمتی؛** دانشجوی دکترای علوم مرتع، گروه مرتعداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.

چکیده

هدف این تحقیق بررسی تأثیر ارتفاع، شیب، جهات جغرافیایی و شاخص توپوگرافی رطوبت خاک بر تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی و کل در مراتع کوهستانی در منطقهٔ فندوقلوی شهرستان نمین در استان اردبیل بوده است. تولید اولیه (تولید یا زیست‌تودهٔ گیاهان بالای سطح خاک) در پلات‌های یک مترمربعی (۱۸۰ پلات) در سه طبقهٔ ارتفاعی، شیب، شاخص توپوگرافی و چهار طبقهٔ جهت جغرافیایی به روش قطع و توزین اندازه‌گیری شد. همبستگی بین فرم‌های رویشی و تولید کل با عوامل انتخاب شده با رگرسیون چندگانه گام‌به‌گام تجزیه‌وتحلیل شد و با استفاده از روابط رگرسیونی استخراج شده، نقشه‌های تولید اولیه تهیه شد. نتایج نشان داد بین عوامل پستی و بلندی با تولید اولیهٔ گندمیان ($P<0/01$) و پهن‌برگان علفی ($P<0/01$) رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد، اما بین تولید اولیهٔ کل با این عوامل رابطهٔ معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین مقدار تولید اولیهٔ پهن‌برگان علفی (۱۵۸۴/۱ کیلوگرم در هکتار) و تولید اولیهٔ کل (۲۳۳۹/۳ کیلوگرم در هکتار) در طبقهٔ ارتفاعی ۱۵۶۴- ۱۵۲۵ متر مشاهده شد و بر تولید اولیهٔ گندمیان تأثیری نداشت. تولید اولیهٔ گندمیان با شیب رابطهٔ مستقیم داشت، اما تولید اولیهٔ پهن‌برگان علفی با افزایش شیب کاهش یافت و بر روی تولید اولیهٔ کل تأثیری نداشت. بیشترین مقدار تولید اولیهٔ گندمیان (۸۹۴/۳ کیلوگرم در هکتار) و پهن‌برگان علفی (۱۸۷۵/۵ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب در جهت جنوب و شمال غربی مشاهده شد. با توجه به تأثیر طبقات شاخص توپوگرافی، بیشترین مقدار تولید اولیهٔ گندمیان (۸۵۳/۴ کیلوگرم در هکتار) در طبقات اول و بیشترین تولید اولیهٔ پهن‌برگان علفی (۱۵۶۸/۶ کیلوگرم در هکتار) در طبقهٔ سوم مشاهده شد، که عمدتاً ناشی از شرایط رطوبتی ایجاد شده است. نقشه‌های پیش‌بینی برای تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی امکان‌پذیر بوده و از نظر صحت قابل قبول بودند ولی برای تولید کل میسر نبود. نتایج این تحقیق می‌تواند در محاسبات تولید اولیه یا زیست تودهٔ هوایی و کربن اکوسیستم مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به حضور و تولید بیشتر گندمیان در مناطق شیبدار و پهن‌برگان علفی در مناطق با شیب کم در برنامه‌های اصلاح و احیاء به این تطابق بوم‌شناختی توجه گردد.

کلید واژگان: مدل‌سازی تولید، زیست‌توده، فرم رویشی، عوامل بوم‌شناختی، مراتع کوهستانی، منطقهٔ فندوقلو، استان اردبیل.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۹۸۹۱۲۶۶۵۲۶۲۴+
Email: a_ghorbani@uma.ac.ir

۱. مقدمه

تولید گیاهی بالای سطح خاک و یا مقدار زیست‌توده در هر زمان یکی از ویژگی‌های مهم در هر اکوسیستم بوده و بخش مهمی از چرخهٔ کربن و از شاخص های کلیدی عملکرد یک اکوسیستم است [۱۱، ۱۴، ۲۹، ۴۰، ۴۴]. شناخت زیست‌توده و سرعت تولید، وضعیت گونهٔ گیاهی را در یک جامعه مشخص می‌کند. گونه‌هایی که زیست‌توده و سرعت تولید بیشتری دارند، در جامعه غالب می شوند و در وضع ظاهری و فیزیونومی پوشش گیاهی نیز مؤثرند [۷]. از این‌رو بهره‌برداری باید بر اساس تولید اولیه[1]در هر دوره از سال انجام گیرد که این مطلب باعث اهمیت رابطهٔ بین تولید اولیه و عوامل مختلف شده است [۱۴، ۲۲، ۴۲، ۴۵]. توصیف، پیش‌بینی رشد و تولید گیاهان در قالب فرم‌های رویشی در واکنش به عوامل بوم‌شناختی تأثیرگذار می‌تواند به‌عنوان راهنمایی برای مدیریت بهتر اکوسیستم‌های مرتعی باشد [۴۲، ۴۵]. پستی و بلندی یکی از واضح‌ترین علل تنوع موجود در جوامع گیاهی است که هم به‌طور مستقیم با تأثیر بر میکروارگانیسم‌ها و هم با تأثیر بر عوامل مربوط به اقلیم و خاک مانند درجه حرارت، باران‌دگی، جوانه‌زنی، تولید پنجه‌زنی و رشد گیاهان تأثیر می‌گذارد [۲۲، ۲۴، ۴۲، ۴۵]. اگرچه درک شیوهٔ تأثیر آن‌ها، به دلیل برهم‌کنش‌های عوامل مختلف پیچیده است، اما بخش مهمی از آن ناشی از دریافت نور و رژیم رطوبتی است [۲۵، ۴۵]. لازم به ذکر است، با این‌که مشخصه‌هایی مانند خصوصیات خاک و پستی و بلندی از موارد مهم در بحث تولید اولیهٔ گیاهان مرتعی به شمار می‌روند، اما نسبتاً کمتر مورد توجه قرار گرفته است [۴۲، ۴۵، ۵۰]. ازاین‌رو تعیین رابطه بین تولید اولیهٔ گیاهان مرتعی، مراتع کوهستانی و متغیرهای تأثیرگذار مانند پستی و بلندی و عوامل اقلیمی حائز اهمیت است [۳۲، ۴۲، ۴۵]. تشخیص میزان تغییرات تولید در مراتع نیاز به ارزیابی دقیق، صحیح و همچنین طولانی‌مدت دارد تا داده‌های پایه‌ای مورد نیاز تأمین و امکان تحلیل چگونگی تغییرات و نقش عوامل مختلف اعم از مدیریتی و محیطی فراهم گردد [۱۱، ۲۲، ۴۲]. از آنجایی که پراکنش جغرافیایی جوامع گیاهی در مراتع کوهستانی با تنوع پستی و بلندی و پارامترهای دیگر در ارتباط است، از این‌رو توجه به پارامترهای پستی و بلندی از قبیل ارتفاع، شیب، جهت شیب و در کل خصوصیات فیزیوگرافی به‌عنوان مشخصه‌های مؤثر در آنالیز مکانی و مدل‌سازی تولید اولیهٔ گیاهان ضروری به نظر می‌رسد [۲۲، ۴۲، ۴۵].

تحقیقات قابل توجهی در ارتباط با بررسی تولید اولیه در اکوسیستم‌های طبیعی انجام گرفته است. به‌طور مثال، یک مدل ریاضی برای نشان دادن اثر متقابل ارتفاع، جهت و شیب در تولید گونه‌های جنگلی ارائه شده است [۴۷]. در بررسی تأثیر عوامل اقلیمی و پستی و بلندی بر شبیه‌سازی تولید مراتع مدیترانه‌ای نیمه‌خشک، شیب به‌عنوان یک عامل مؤثر بر میزان تولید اولیه گزارش شده است [۳۰]. در مراتع اوراسیا با بررسی تغییرات مکانی زیست‌تودهٔ بالای سطح زمین تحت تأثیر عوامل محیطی نتیجه گرفتند که عوامل اقلیمی مانند بارش و دمای سالیانه نسبت به ارتفاع و جهات جغرافیایی از همبستگی بالایی با زیست‌تودهٔ مراتع برخوردارند [۱۳]. رابطهٔ مورفولوژی، شیب، جهت، ارتفاع و خاک با تولید، درصد پوشش و انبوهی گونه *Trifolium pratense* L. در مراتع فندوقلوی اردبیل نتیجه‌گیری کردند که بیشترین میانگین انبوهی، درصد پوشش و تولید این گونه در جهات شرقی و کمترین آن‌ها به‌ترتیب برای انبوهی در جهات جنوب شرقی و برای درصد پوشش و تولید در جهات جنوب

۱- تولید اولیه مقدار انرژی ذخیره شده در مادهٔ آلی گیاهان (زیست تودهٔ هوایی) در واحد سطح در سطح زمین که معمولاً در واحد وزن خشک بیان می‌شود (به‌طور مثال گرم در مترمربع در سال) [۴، ۱۴، ۴۵]. به عبارت دیگر مقدار انرژی تثبیت شده یا تولید ناخالص اولیه (Gross primary production) در پروسهٔ فتوسنتز منهای تنفس گیاهی یا تولید خالص اولیه (Net primary production) که در منابع از آن به‌عنوان تولید خالص اولیه یا تولید اولیه [۴، ۱۱، ۱۴] یا زیست توده هوایی [۴۵] در مطالعات همانند این مطالعه استفاده شده است.

غربی می‌باشد [۳۶]. در مطالعه‌ای [۴۸] با بررسی هر یک از عوامل پستی و بلندی بر پوشش گیاهی بیان کردند که جهت، ارتفاع و شیب بر تغییرات درصد پوشش تاجی و تراکم گونه‌های مورد مطالعه تأثیرگذارند. با بررسی [۴۹] رابطهٔ خصوصیات گیاهی با عوامل پستی و بلندی در واحدهای بهره‌برداری در مراتع ییلاقی حوزهٔ واز استان مازندران نتیجه گرفتند که ارتفاع بر مقدار تولید گیاهی مؤثر است. در همین راستا [۴۲] اثرات ارتفاع، شیب و جهات جغرافیایی بر تولید اولیهٔ علوفهٔ گروه‌های گیاهی مراتع سبلان در استان اردبیل مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی گندمیان، پهن‌برگان علفی و بوته‌ای‌ها با عوامل پستی و بلندی رابطهٔ معنی‌داری دارند، اما بین تولید اولیهٔ کل با این عوامل رابطهٔ معنی‌داری وجود نداشته است. در مراتع طالقان میانی ارتباط عوامل پستی و بلندی و خاک با تولید زیست‌توده بالای سطح زمین بررسی و نتیجه‌گیری کردند که عوامل محیطی از جمله عوامل پستی و بلندی از عوامل مؤثر در تغییر زیست‌تودهٔ فرم‌های رویشی و کل جامعه بوده است [۴۵].

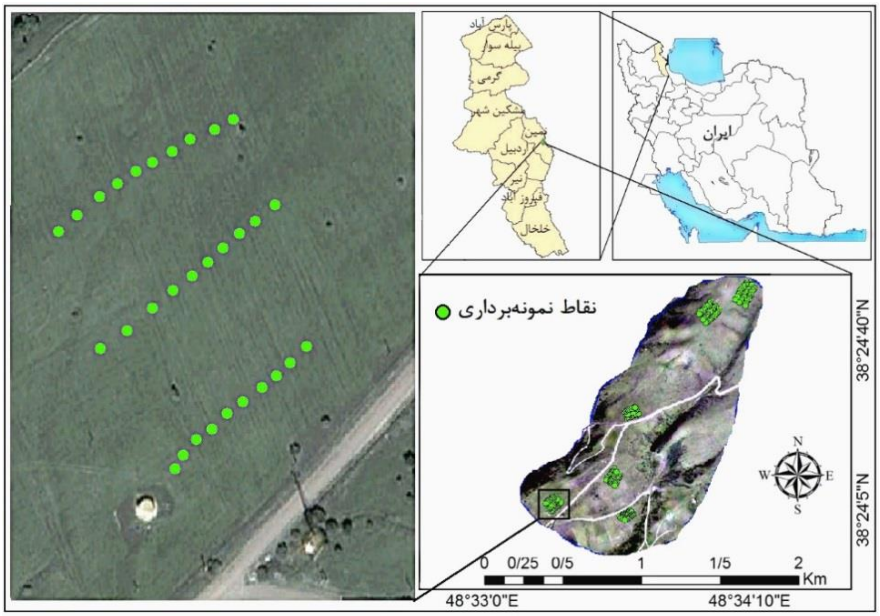
جوامع چمنزار از جمله اکوسیستم‌های پرتولید و با تنوع گونه‌ای بالا و پوشش متراکم در مناطق مرتفع و کوهستانی می‌باشند که با ویژگی‌هایی از قبیل برف زیاد و طولانی‌مدت، کوتاهی فصل رشد و گونه‌های منحصربه‌فرد از جوامع گیاهی دیگر متمایز می‌باشند [۳۹]. مراتع کوهستانی منطقهٔ فندوقلوی شهرستان نمین استان اردبیل به دلیل وجود پوشش گیاهی منحصربه‌فرد از گونه‌های علفی شبه گندمیان، گندمیان و پهن‌برگان علفی از جمله اکوسیستم‌های با ارزش بوم‌شناختی بالا در شمال‌غرب کشور محسوب می‌شوند. بخش قابل توجهی از این اکوسیستم توسط گونهٔ مهاجم *Leucanthemum vulgare* Lam. اشغال شده است. همچنین این مراتع با توجه به تولید بالا علاوه بر ارزش بوم‌شناختی، از جمله تفرجگاه های مهم در سطح منطقه‌ای و ملی محسوب می‌شود و در حال حاضر به شدت تحت تأثیر استفادهٔ گردشگری قرار دارد. به‌علاوه این مراتع نقش مهمی در معیشت دامداران محلی نیز ایفا می‌کند. با این حال تاکنون مطالعه در زمینهٔ ارزیابی تولید اولیهٔ سطح زمین و نحوهٔ پاسخ تولید گیاهان مرتعی به تغییرات عوامل پستی و بلندی در این اکوسیستم‌ها مورد توجه قرار نگرفته است. با توجه به اهمیت تولید علوفهٔ پایدار و ذخیره کربن در اکوسیستم‌های کوهستانی این منطقه، این تحقیق به بررسی اثرات عوامل پستی و بلندی و مشخص کردن نوسانات تولید در قالب مقدار تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی پهن‌برگان علفی، گندمیان و تولید کل جوامع گیاهی انتشاریافته در مراتع کوهستانی فندوقلو واقع در شهرستان نمین استان اردبیل پرداخته است. لازم به ذکر است که در ادامه می‌توان با استفاده از نتایج این تحقیق به‌عنوان اطلاعات پایه، در جهت تعیین ظرفیت چرای مراتع (تولید قابل استفاده) با استفاده از روش‌های مناسب توسعه یافته اقدام کرد و همچنین، مدیریت مناسب در جهت ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای انرژی کل اکوسیستم و توازن کربن اعمال کرد.

۲. روش‌شناسی

۲. ۱. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

در این پژوهش مراتع کوهستانی شهرستان نمین واقع در ارتفاعات هم‌مرز با گیلان در استان اردبیل که در بین عرض های جغرافیایی ″۵۵ ′۲۳ °۳۸ تا ″۵۵ ′۲۴ °۳۸ شمالی و طول‌های جغرافیایی ″۰۵ ′۳۳ °۴۸ تا ″۱۶ ′۳۴ °۴۸ شرقی قرار دارد، انتخاب شد (شکل ۱). متوسط بارندگی سالانهٔ منطقه با استفاده از اطلاعات نزدیک‌ترین ایستگاه (ایستگاه نمین با ارتفاع ۱۳۴۵ متر از سطح دریا) ۳۶۹ میلی‌متر و متوسط دمای سالانهٔ منطقه ۹/۶۳ درجهٔ سانتی‌گراد است. خاک منطقه از نوع کم‌عمق تا متوسط و قهوه‌ای جنگلی با pH نسبتاً اسیدی است [۸]. بر اساس بازدیدهای میدانی منطقه مشخص شد که پوشش گیاهی منطقه عمدتاً به صورت مراتع علفزار

کوهستانی است. این مراتع توسط گونه‌های مهاجم به‌خصوص گونهٔ *Leucanthemum vulgare* Lam. در حال تهدید و تخریب است [۳۱]. مکان‌های مورد مطالعه در سطح یک تیپ گیاهی با گونه‌های غالب *Leucanthemum vulgare* Lam.، *Trifolium pratense* L.، *Trifolium repense* L. و *Leontodon hispidus* L. انتخاب شدند. وضعیت این مراتع بر اساس روش چهار و شش عامله خوب تا خیلی خوب و گرایش بر اساس ترازوی گرایش مثبت می‌باشد.



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه در سطح کشور، استان اردبیل و شهرستان نمین و توزیع مکان‌های انتخاب‌شده با توجه به تغییرات پستی و بلندی

۲،۲. روش تحقیق

برای انجام این مطالعه، ۶ مکان انتخاب شد که در هر مکان ۳ ترانسکت با فاصلهٔ ۱۰۰ متری از هم مستقر شدند. محل ترانسکت اول تصادفی و ترانسکت‌های بعدی به صورت سیستماتیک در جهت عمود بر شیب مستقر شد. سپس در طول هر ترانسکت ۱۰ پلات با ابعاد ۱×۱ متری مستقر شد که در مجموع ۱۸۰ پلات (هر سایت ۳۰ پلات) در سطح منطقهٔ مورد مطالعه برداشت شد (شکل ۱). ابعاد پلات نمونه‌برداری با توجه به منابع [۱۵، ۲۷] که پلات‌های یک مترمربعی و کوچکتر از آن را برای مناطق با پوشش علفزار دارای کمترین اشتباه معیار میانگین و با بالاترین صحت گزارش کرده‌اند و همچنین با توجه به مطالعات قبلی [۲۳، ۳۳، ۴۶، ۵۲] تعیین شد. در هر یک از مکان‌های مورد بررسی آمار و اطلاعات زمینی مورد نیاز از جمله تولید اولیه و گونه‌های انتشار یافته برحسب فرم رویشی در طول ترانسکت‌ها جمع‌آوری شد. نمونه‌های گیاهی و نمونه‌برداری تولید اولیه در اردیبهشت و خرداد ماه ۱۳۹۵ با توجه به تطابق رشد حداکثری فنولوژیکی منطقه برداشت شد. در هر پلات مقدار تولید اولیه (زیست تودهٔ هوایی) با توجه به فرم رویشی (گندمیان و پهن‌برگان علفی) از یک سانتی‌متری سطح زمین با روش قطع و توزین برداشت شد. گونه های هر پلات در محل نمونه‌برداری تولید ثبت شد و برای شناسایی به هرباریوم دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی

منتقل شد. سپس با استفاده از منابع معتبر مانند مجموعهٔ فلور ایران [۶]، فلور رنگی ایران [۱۸] و ر ستنی‌های ایران [۳۵] توسط گیاه‌شناس شناسایی شدند. کلاس خوش‌خوراکی گونه‌ها در قالب گونه‌های کم‌شونده (I)، زیادشونده (II) و مهاجم (III) با مقایسهٔ گونه‌های شناسایی شده در منابع منتشر شده قبلی در اقصی نقاط کشور [۲۸، ۴۲] و [۱۶] و فرم رویشی هرگونه در قالب گندمیان (یکساله‌ها و چندساله‌ها) و شبه‌گندمیان (درصد بسیار ناچیز) در قالب فرم رویشی گندمیان؛ فورب‌ها یا علفی ها (تمامی گونه های علفی پهن برگ یکساله و چندساله) در قالب پهن‌برگان علفی نیز تعیین شد. نمونه‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه، در هوای آزاد خشک و سپس به مدت ۲۴ ساعت در دستگاه آون و در دمای ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس با استفاده از ترازوی دیجیتالی وزن خشک هر نمونه اندازه‌گیری و برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار $ArcGIS_{10}$ نقشهٔ مدل رقومی ارتفاع با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ رقومی سازمان نقشه‌برداری کشور با ابعاد پیکسل ۲۰ ×۲۰ متر تهیه و سپس نقشه‌های شیب و جهات شیب تهیه و سپس مقدار عددی این نقشه‌ها برای موقعیت تک تک پلات‌ها استخراج شد. داده‌های مربوط به جهت جغرافیایی با استفاده از معادلهٔ ۱ کمی شد [۹].

$$A' = \cos(45-A)+1 \qquad \text{معادلهٔ ۱}$$

که A': مقدار تبدیل شده جهت و A: مقدار آزیموت جهت است.

همچنین شاخص رطوبت توپوگرافی (بدون واحد) که مبین تمایل جریان به تجمع (a) و حرکت آن در راستای شیب پائین‌دست (β) به‌وسیلهٔ نیروی ثقل است، برای تعیین اثرات رطوبت خاک بر تغییرات تولید با استفاده از معادلهٔ ۲ محاسبه [۱۰ و ۳۷] و در نهایت اطلاعات مورد نیاز برای هر یک از موقعیت پلات‌های نمونه‌برداری استخراج شد.

معادلهٔ ۲

$$\text{(Compound Topographic Index) } CTI = \ln(a/\tan\beta)$$

که در این رابطه a: مساحت زهکشی محدودهٔ بالادست (جهت جریان + ۱ × اندازه پیکسل مدل رقومی ارتفاع) و β: شیب سطحی زمین (به درجه) را نشان می‌دهد که در ادامه به رادیانس تبدیل شده است (۹۰/ (۱/۵۷۰۷۹۶ × درجهٔ شیب)). مناطق با مقادیر کم شاخص توپوگرافی نشان‌دهندهٔ حوضه‌های کوچک و دامنه‌های شیب‌دار یا تپه (رطوبت کم) و مناطق با ارزش بالای این شاخص نشان‌دهندهٔ حوضه‌های بزرگ و شیب ملایم و یا دشت (رطوبت بالا) بوده است [۳، ۱۰، ۳۷]. بر اساس گزارش [۳۷] شاخص رطوبت توپوگرافی برای مدل‌ها و جنبه‌های هیدرولوژیکی استفاده می‌شود که به صورت معنی‌داری با رطوبت خاک در ارتباط است. در نهایت مکان های نمونه‌برداری در سه طبقهٔ ارتفاعی (۱۵۲۴-۱۴۸۵؛ ۱۵۶۴-۱۵۲۵؛ ۱۶۰۴-۱۵۶۵ متر)، سه طبقهٔ شیب (کمتر از ۱۰؛ ۲۰-۱۰ و بیشتر از ۲۰ درصد)، چهار طبقهٔ جهت جغرافیایی (جنوب؛ جنوب شرقی؛ شمال غربی؛ جنوب غربی) و سه طبقهٔ شاخص توپوگرافی (۴/۶۵-۶/۰۱؛ ۷/۰۲-۶؛ ۷/۰۱-۱۰/۴۰) بر اساس اختلاف معنی‌داری به منظور بررسی تأثیر این عوامل بر تغییرات تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی و کل طبقه‌بندی شدند. هر چند که تغییرات ارتفاعی در سطح منطقه محدود بود، ولی اثرات آن در تغییر پارامترهای تولید قابل توجه بود. همچنین از داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های سینوپتیک مجاور (نمین، اردبیل، فرودگاه، سرعین، کوثر و خلخال)، گرادیان بارندگی و دمای سال‌های ۹۴ و ۹۵ و متوسط بارندگی و دما استخراج شد. مشخصات مکان‌های نمونه‌برداری در جدول ۱ ارائه شده است.

۲.۳. تجزیه و تحلیل آماری

تأثیر طبقات ارتفاعی، شیب، جهات جغرافیایی و شاخص توپوگرافی (متغیرهای مستقل) بر تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی گندمیان، پهن‌برگان علفی و تولید اولیهٔ

کل (متغیرهای وابسته) با آزمون تجزیهٔ واریانس یک‌طرفه و مقایسهٔ میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن با استفاده از ۸۵ درصد داده‌ها بررسی شد. به‌منظور تعیین همبستگی بین تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی و تولید کل با عوامل پستی و بلندی از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. سپس ارتباط مقدار هر یک از متغیرهای وابسته با متغیرهای مستقل با استفاده از تحلیل رگرسیون چندگانه گام‌به‌گام (Stepwise) بررسی شد (از روش‌های مختلف استفاده شد، اما بهترین نتایج با حداقل اطلاعات اضافی، از این روش به‌دست آمد).

جدول ۱. مشخصات فیزیکی مکان‌های نمونه‌برداری شده

شمارهٔ مکان / عوامل	۱	۲	۳	۴	۵	۶
موقعیت	۳۸° ۲۴′ ۱۱″ ºN ۴۸° ۳۳′ ۲۸″ ºE	۳۸° ۲۴′ ۰۷″ ºN ۴۸° ۳۳′ ۱۴″ ºE	۳۸° ۲۴′ ۲۵″ ºN ۴۸° ۳۳′ ۳۶″ ºE	۳۸° ۲۴′ ۴۷″ ºN ۴۸° ۳۴′ ۰۷″ ºE	۳۸° ۲۴′ ۴۶″ ºN ۴۸° ۳۳′ ۵۹″ ºE	۳۸° ۲۴′ ۰۳″ ºN ۴۸° ۳۳′ ۳۴″ ºE
ارتفاع (m)	۱۵۱۱±۱/۹۲	۱۴۹۴±۵/۰۳	۱۵۵۲±۳/۸۳	۱۵۳۴±۲/۹۹	۱۶۰۱±۲/۰۵	۱۵۸۹±۲/۰۶
شیب (%)	۱۴/۱۴±۶/۱۱	۸/۷۶±۳/۴۳	۱۱/۷۵±۳/۱۲	۱۴/۹۱±۲/۷۱	۲۱/۳۲±۴/۳۲	۲۶/۳۱±۶/۲۱
شاخص توپوگرافی	۶/۱۴±۰/۷۹	۷/۲۱±۱/۵۷	۶/۴۳±۱/۰۴	۶/۵۲±۱/۳۱	۶/۱۴±۰/۵۵	۵/۶۱±۱/۱۲
جهت	جنوب	جنوب غربی	شمال غربی	جنوب شرقی	جنوب غربی	جنوب شرقی
متوسط بارندگی سالیانه (mm)	۳۶۶/۲۳±۰/۲۱	۳۶۴/۷۹±۰/۵۳	۳۶۵/۷۶±۰/۴۳	۳۸۱/۶۳±۰/۳۷	۳۷۷/۸۱±۰/۹۷	۳۶۱/۳۹±۱/۰۳
بارندگی سال ۱۳۹۴ (mm)	۳۵۵/۰۲±۰/۰۳	۳۵۴/۹۹±۰/۰۱	۳۵۵/۱۱±۰/۰۷	۳۵۵/۰۷±۰/۰۶	۳۵۵/۲۰±۰/۰۴	۳۵۵/۱۸±۰/۰۴
بارندگی سال ۱۳۹۵ (mm)	۳۳۳/۷۸±۰/۰۴	۳۳۴/۱۲±۰/۱۰	۳۳۲/۹۵±۰/۷۷	۳۳۳/۳۳±۰/۵۹	۳۳۱/۹۸±۰/۰۴	۳۳۲/۲۲±۰/۰۴
متوسط دمای سالیانه (ºC)	۹/۷۱±۰/۰۳	۹/۷۵±۰/۰۱	۹/۷۲±۰/۰۱	۹/۳۳±۰/۰۱	۹/۴۲±۰/۰۳	۹/۸۳±۰/۰۲
دمای سال ۱۳۹۴ (ºC)	۹/۹۶±۰/۰۷	۱۰/۰۲±۰/۲۰	۹/۷۹±۰/۰۱	۹/۸۷±۰/۰۱	۹/۵۹±۰/۰۸	۹/۶۴±۰/۰۸
دمای سال ۱۳۹۵ (ºC)	۱۰/۴۷±۰/۰۵	۱۰/۵۲±۰/۰۱	۱۰/۳۴±۰/۰۱	۱۰/۳۹±۰/۰۸	۱۰/۱۹±۰/۰۶	۱۰/۲۳±۰/۰۶
بافت خاک	لومی	لومی	لومی شنی	لومی شنی	لومی	لومی

در این روش با اهمیت‌ترین متغیرها مرحله به مرحله وارد معادلهٔ رگرسیون شد و این عمل تا هنگامی ادامه پیدا کرد که سطح خطای آزمون معنی‌داری به ۵ درصد رسید [۵۱]. فرمول عمومی معادلهٔ رگرسیون چندگانه به صورت زیر است.

معادلهٔ ۳ $\hat{Y}=a+b_1x_1+x_n+\ldots+b_nb_2x_2$

که در آن:

$\hat{Y}$ مقدار پیش‌بینی‌شده متغیّر وابسته (Y)، a: مقدار ثابت (constant)، b: ضریب رگرسیون و x: مقادیر متغیّرهای مستقل است. کلیهٔ تجزیه‌وتحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار $SPSS_{16}$ استفاده شد. درنهایت در محیط GIS با استفاده از معادله‌های استخراج شده برای هر یک از فرم‌های رویشی و کل، نقشهٔ تولید اولیهٔ سطح زمین برای منطقهٔ کاری پیش‌بینی شد. جهت ارزیابی صحت نقشه‌های تهیه‌شده با استفاده از ۱۵ درصد نمونه‌ها (که در مرحلهٔ تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار نگرفته بود) و با استفاده از محاسبهٔ مقادیر معیارهای MAE

(میانگین خطای مطلق)، MDE (خطای انحراف میانگین) و RMSE (ریشه میانگین مربع خطا)، توسط معادله‌های ۴، ۵ و ۶ [۱۷، ۲۱] بررسی شد. این شاخص‌ها هر چه به صفر نزدیک‌تر باشند، نشان‌دهندهٔ این است که مقادیر محاسبه شده با مدل به مقادیر واقعی نزدیک‌تر است.

معادلهٔ ۴ $MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n}|Esi-Eoi|}{n}$،

معادلهٔ ۵ $MDE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Esi-Eoi)}{n}$،

معادلهٔ ۶ $RMSE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(Esi-Eoi)^2}}{n-1}$

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

۳. نتایج

در محدودهٔ مورد مطالعه و در سطوح پلات های نمونه‌برداری ۸۰ گونهٔ گیاهی شناسایی شد که ۵۹ گونهٔ آن حداقل در ۲ طبقهٔ ارتفاعی با توجه به اختلاف کم آن مشترک بودند (جدول ۲). در حالت کلی درمجموع ۳۲/۵ درصد گونه‌ها در منطقهٔ مورد مطالعه کم‌شونده و خوش‌خوراک، ۱۰ درصد زیادشونده و ۵۷/۵ درصد گونه‌های مهاجم هستند که نشانگر تخریب ترکیب گیاهی است. همچنین مقدار گونه‌های کم‌شونده و خوش‌خوراک، گونه‌های زیادشونده و گونه‌های مهاجم در طبقهٔ اول ارتفاعی (۱۵۲۴-۱۴۸۵ m) به ترتیب برابر با ۳۴/۷، ۸/۱۶ و ۵۷/۱۴ درصد؛ در طبقهٔ دوم ارتفاعی (۱۵۶۴-۱۵۲۵ m) به‌ترتیب برابر با ۳۵، ۸/۳۳ و ۵۶/۶۷ درصد و در طبقهٔ سوم ارتفاعی (۱۶۰۴-۱۵۶۵ m) این گونه‌ها به‌ترتیب برابر با ۳۴/۴۳، ۱۱/۴۸ و ۵۴/۰۹ درصد بود.

نتایج تأثیر عوامل پستی و بلندی بر تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی گندمیان، پهن‌برگان علفی و کل با استفاده از آزمون دانکن در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بین طبقات مختلف ارتفاعی و تولید اولیهٔ گندمیان (یکساله و چندساله) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت درحالی‌که تولید اولیهٔ گندمیان در طبقات مختلف شیب دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P<0/01$). به‌نحوی که با افزایش شیب تولید گندمیان افزایش یافته و بیشترین تولید گندمیان در شیب بیشتر از ۲۰ درصد مشاهده شد. هم‌چنین در جهت‌های مختلف هم تولید اولیهٔ گندمیان دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P<0/01$) و بیشترین مقدار آن در جهت جنوبی و کمترین آن در جهت شمال غربی ثبت شد. نتایج مقایسهٔ میانگین تولید اولیهٔ پهن‌برگان علفی (یکساله و چندساله) با طبقات ارتفاع، شیب و جهت نشان داد که تولید آن‌ها در طبقات مختلف اختلاف معنی‌داری دارد. بیشترین مقدار تولید اولیهٔ پهن‌برگان علفی در طبقهٔ ارتفاعی دوم (۱۵۲۵-۱۵۶۴) مشاهده شد. همچنین با افزایش شیب تولید پهن‌برگان علفی کاهش یافته و کمترین مقدار آن در شیب بیشتر از ۲۰ درصد مشاهده شد. کمترین مقدار تولید اولیهٔ پهن‌برگان علفی در جهت جنوبی و بیشترین آن در جهت شمال غربی ثبت شد.

در ارتباط با تأثیر عوامل مختلف بر تولید اولیهٔ کل جامعه، فقط در طبقات مختلف ارتفاعی اختلاف معنی‌دار مشاهده و بیشترین مقدار آن در طبقهٔ ارتفاعی دوم (۱۵۲۵-۱۵۶۴) اندازه‌گیری شد؛ اما تولید اولیهٔ کل در طبقات مختلف شیب و جهت اختلاف معنی‌داری نشان نداد. نتایج مقایسهٔ میانگین تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی و کل در ارتباط با شاخص توپوگرافی نشان داد که در مقادیر مختلف این شاخص بین تولید اولیهٔ گندمیان اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، به‌نحوی‌که با افزایش این شاخص میزان تولید اولیهٔ گندمیان کاهش یافت. اما در مورد پهن‌برگان علفی این نتیجه برعکس بوده و با افزایش این شاخص، میزان تولید اولیهٔ پهن‌برگان علفی افزایش یافته است. تولید اولیهٔ کل با تغییرات این شاخص، اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

جدول ۲. فهرست گونه‌های گیاهی بر اساس طبقات ارتفاعی، کلاس خوشخوراکی و فرم رویشی

طبقهٔ ارتفاعی (m)	گونه‌های گیاهی، کلاس خوشخوراکی کم‌شونده(I)، زیادشونده (II) و مهاجم (III) و فرم رویشی گندمیان (g) و پهن‌برگان علفی (f)
۱۵۲۴-۱۴۸۵	*Leucanthemum vulgare* Lam. (f, III), *Trifolium repense* L. (f, I), *Trifolium pratens*e L. (f, I), *Trifolium micranthum* Viv. (f, I), *Cerastium glomeratum* Thuill. (f, III), *Poa pratensis* L. (g, II), *Potentilla adscharica* Sommier & Levier ex keller. (g, I), *Plantago lanceolata* L. (f, III), *Leontodon hispidus* L. (f, III), *Alchemilla caucasia*. (f, I), *Taraxacum syriacum* Boiss. (f, III), *Luzula Multiflora* (Ehrh.) Lej. (f, III), *Galium verum* L. (f, III), *Fragaria vesca* L. (f, I), *Aster alpinus* L. (f, III), *Hypericum linarioides* Bosse. (f, I), *Eryngium billardierei* F. Delaroche. (f, III), *Sanguisorba minor* Scope. (f, I), *Bromus scoparius* L. (g, I), *Bromus briziformis* Fisch. & C. A. Mey. (g, I), *Rumex tuberosa* L. (f, III), *Myosotis alpestris* (f, III), *Barbarea minor* C. Koch. (f, III), *Achillea millefolium* L. subsp *millefolium* (f, III), *Sedum lenkoranicum* Grossh. (f, III), *Stachys byzantina* K. Koch. (f, III), *Cirsium vulgare* (Savi) Ten. (f, III), *Senecio vulgaris* L. (f, III), *Carum carvi* L. (f, III), *Medicago sativa* L. (f, I), *Chenopodium foliosum* (Mench) Aschers. (f, III), *Carex divulsa* Gaudin. (f, III), *Tripleurospermun disciforme* (C.A. Mey) Schultz-Bip. (f, III), *Scariolla orientalis* (Boiss). Sojak. (f, II), *Ranunculus millefolius* Banks & Soland. (f, I), *Trifolium compestre* Schreb. (f, I), *Poa bulbosa* L. (g, II), *Trisetum flavescense* L. (g, II), *Hieracium matrense* N.P. (f, III), *Vicia cracca* L. (f, I), *Dactylis glomerata* L. (g, I), *Geranium molle* L. (f, III), *Prunella vulgaris* L. (f, III), *Equisetum arvense* L. (f, III), *Cardaria draba* L. Desv. (f, III), *Cruciata pedomontana* Bellardi. (f, III), *Hordeum bulbosum* L. (g, I), *Lolium rigidum* Gaudin. (g, I), *Carex songarica* Kar. & Kir. (f, III).
۱۵۶۴-۱۵۲۵	*Leucanthemum vulgare* Lam. (f, III), *Trifolium repense* L. (f, I), *Trifolium pratens*e L. (f, I), *Trifolium micranthum* Viv. (f, I), *Cerastium glomeratum* Thuill. (f, III), *Poa pratensis* L. (g, II), *Potentilla adscharica* Sommier & Levier ex keller. (g, I), *Plantago lanceolata* L. (f, III), *Leontodon hispidus* L. (f, III), *Alchemilla caucasia*. (f, I), *Taraxacum syriacum* Boiss. (f, III), *Luzula Multiflora* (Ehrh.) Lej. (f, III), *Galium verum* L. (f, III), *Fragaria vesca* L. (f, I), *Aster alpinus* L. (f, III), *Hypericum linarioides* Bosse. (f, I), *Eryngium billardierei* F. Delaroche. (f, III), *Sanguisorba minor* Scope. (f, I), *Bromus scoparius* L. (g, I), *Rumex tuberosa* L. (f, III), *Myosotis alpestris* (f, III), *Achillea millefolium* L. subsp. *millefolium* (f, III), *Stachys byzantina* K. Koch. (f, III), *Senecio vulgaris* L. (f, III), *Carum carvi* L. (f, III), *Carex divulsa* Gaudin. (f, III), *Scariolla orientalis* (Boiss). Sojak. (f, II), *Trifolium compestre* Schreb. (f, I), *Poa bulbosa* L. (g, II), *Trisetum flavescense* L. (g, II), *Hieracium matrense* N.P. (f, III), *Vicia cracca* L. (f, I), *Dactylis glomerata* L. (g, I), *Geranium molle* L. (f, III), *Prunella vulgaris* L. (f, III), *Cardaria draba* L. Desv. (f, III), *Cruciata pedomontana* Bellardi. (f, III), *Hordeum bulbosum* L. (g, I), *Lolium rigidum* Gaudin. (g, I), *Ranunculus constantin* opolitanus DC. (f, I), *Vulpia myuros* (L.) J. F. Gmel. (f, I), *Veronica arvensis* L. (f, III), *Hypericum perforatum* L. (f, I), *Barbarea plantaginea* DC. (f, III), *Galium aparine* L. (f, III), *Silene latifolia* Poir. Subsp. (f, III), *Primula macrocalyx* Bunge. (f, III), *Dianthus orientalis* Donn. (f, III), *Veronica gentianoides* Vahl. (f, III), *Lathyrus sativus* L. (f, I), *Anthriscus sylvestris* L. Hoffm. (f, III), *Phoupsis stylosa* (Trin). (f, III), *Plantago major* L. (f, III), *Hypericum tetrapterum* Fries. (f, I), *Hieracium pilosella* L. (f, III), *Poa trivialis* L. (g, II), *Draba nemorosa* L. (f, III), *Arenaria leptoclados* (Riechenb) Guss. (f, III), *Cirsium* sp. (f, III), *Lotus corniculatus* L. (f, I), *Cynosurus echinatus* L. (*g*, I).
۱۶۰۴-۱۵۶۵	*Leucanthemum vulgare* Lam. (f, III), *Trifolium repense* L. (f, I), *Trifolium pratens*e L. (f, I), *Trifolium micranthum* Viv. (f, I), *Cerastium glomeratum* Thuill. (f, III), *Poa pratensis* L. (g, II), *Potentilla adscharica* Sommier & Levier ex keller. (g, I), *Plantago Lanceolata* L. (f, III), *Leontodon hispidus* L. (f, III), *Alchemilla caucasia*. (f, I), *Taraxacum syriacum* Boiss. (f, III), *Luzula Multiflora* (Ehrh.) Lej. (f, III), *Galium verum* L. (f, III), *Fragaria vesca* L. (f, I), *Aster alpinus* L. (f, III), *Hypericum linarioides* Bosse. (f, I), *Eryngium billardierei* F. Delaroche. (f, III), *Sanguisorba minor* Scope. (f, I), *Bromus scoparius* L. (g, I), *Rumex tuberosa* L. (f, III), *Myosotis alpestris* (f, III), *Achillea millefolium* L. subsp. *millefolium* (f, III), *Stachys byzantina* K. Koch. (f, III), *Cirsium vulgare* (Savi) Ten. (f, III), *Senecio vulgaris* L. (f, III), *Carum carvi* L. (f, III), *Scariolla orientalis* (Boiss). Sojak. (f, II), *Ranunculus millefolius* Banks & Soland. (f, I), *Trifolium compestre* Schreb. (f, I), *Trisetum flavescense* (L). (g, II), *Hieracium matrense* N.P. (f, III), *Vicia cracca* L. (f, I), *Dactylis glomerata* L. (g, I), *Geranium molle* L. (f, III), *Prunella vulgaris* L. (f, III), *Cruciata pedomontana* Bellardi. (f, III), *Ranunculus constantin* opolitanus DC. (f, I), *Vulpia myuros* (L.) J. F. Gmel. (f, I), *Veronica arvensis* L. (f, III), *Hypericum perforatum* L. (f, I), *Primula macrocalyx* Bunge. (f, III), *Dianthus orientalis* Donn. (f, III), *Veronica gentianoides* Vahl. (f, III), *Phoupsis stylosa* (Trin). (f, III), *Hypericum tetrapterum* Fries. (f, I), *Hieracium pilosella* L. (f, III), *Poa trivialis* L. (g, II), *Draba nemorosa* L. (f, III), *Arenaria leptoclados* (Riechenb) Guss. (f, III), *Cirsium* sp. (f, III), *Lotus corniculatus* L. (f, I), *Cynosurus echinatus* L. (g, I). *Polygala anatolica* Boiss & Holder. (f, III), *Asperula setosa* Jaub. & spach. (f, III), *Erodium cicutarium* (Jusl.) L. Her. Ex Aiton. (f, II), *Vicia sativa* L. (f, I), *Convolvulus arvensis* L. (f, II), *Prunella laciniata* L. (f, III), *Potentilla argentea* L. (f, I), *Filago vulgaris* Lam. (f, III), *Avena byzantina* K. Koch. (g, II).

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین مقادیر تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی و تولید اولیهٔ کل در طبقات مختلف عوامل پستی و بلندی

عوامل پستی و بلندی	طبقات	تعداد ترانسکت	تعداد پلات	متوسط طبقات و انحراف معیار	میانگین و خطای از میانگین تولید (kg/ha)		
					گندمیان	پهن‌برگان علفی	کل
	۱۵۲۴-۱۴۸۵	۶	۶۰	۱۵۰۲/۵۳^{c}۹±/۴۳	۷۲۴/۱۰^{a}۳۱۱±/۱	۱۲۲۷/۵۰^{b}۸۹۷±/۳	۱۹۵۱/۶۰^{b}۸۰۹±
ارتفاع	۱۵۶۴-۱۵۲۵	۶	۶۰	۱۵۴۳/۱۰^{b}۱۰±/۱۴	۷۵۵/۲.^{a}۴۸۲±	۱۵۸۴/۱۰^{a}۸۲۰±/۱	۲۳۳۹/۳۰^{a}۷۲۵±/۹
(m)	۱۶۰۴-۱۵۶۵	۶	۶۰	۱۵۹۴/۹۰^{a}۶±/۴۲	۹۱۲/۳۰^{a}۷۳±/۲۶	۱۱۸۳/۶۰^{b} ۵۹۲±/۳	۲۰۹۵/۹۰^{ab}۶۴۶±/۱
	آماره F				۲/۱۱۵^{ns}	۴/۷۵۰^{ns}	۴/۲۱۷^{ns}
	کمتر از ۱۰	۵	۵۳	۶/۹۱^{c}۲±/۱۹	۵۷۲/۵۰^{c}۴۵۱±/۶	۱۴۶۹/۳۰^{a}۷۴۳±/۷	۲۰۴۱/۸۰^{a}۶۵۹±/۶
شیب	۱۰ تا ۲۰	۱۰	۹۵	۱۴/۱۵^{b}۲±/۵۹	۷۷۳ ^{b}۴۴۹±/۱	۱۴۶۳/۳^{a}۸۴۸±/۱	۲۲۳۶/۳۰^{a}۷۸۹±/۷
(٪)	بیشتر از ۲۰	۳	۳۲	۲۶/۹۳^{a}۴±/۸۸	۱۲۴۱/۱^{a}۶۶۵±/۲	۷۱۳/۴۰^{b}۲۸۰±/۱	۱۹۵۴/۵۰^{a}۷۵۳±/۳
	آماره F				۱۸/۴۷۶**	۱۳/۳۳۰**	۲/۲۱۳^{ns}
	جنوب	۷	۷۲	۱۷۷/۰۲^{d}۱۳±/۲۷	۸۹۴/۳۰^{a}۵۶۴±/۳	۱۱۳۹/۶^{c}۸۰۷±/۷	۲۰۳۳/۹^{a}۷۹۹±/۸
	جنوب شرقی	۷	۶۴	۱۳۷/۳۵^{c}۱۸±/۲۱	۷۵۸^{ab}۵۶۴±/۱	۱۲۸۳/۸^{bc}۸۸۷±/۳	۲۰۴۱/۸^{a}۷۸۴±/۶
جهت	شمال غربی	۱	۱۳	۲۱۹/۳۹^{b}۱۲۶±/۸۲	۵۵۱/۹^{b}۳۰۴±/۲	۱۸۷۵/۵^{a}۳۹۹±/۱	۲۴۲۷/۴^{a}۴۸۸±/۲
	جنوب غربی	۳	۳۱	۲۴۲/۴۴^{a}۳۰±/۳۸	۷۵۵/۴^{ab}۴۸۰±/۹	۱۶۴۹/۱۰^{ab}۴۵۰±/۴	۲۴۰۴/۵^{a}۵۶۵±/۲
	آماره F				۱/۸۶۶^{ns}	۵/۵۱۷**	۲/۸۲۲*
شاخص توپوگرافی	۴/۶-۶۵/۰۱	۸	۷۸	۵/۳۹^{c}۰±/۴۱	۸۵۳/۴^{a}۵۵۸±/۹	۱۲۴۷/۵^{b}۷۹۴±/۴	۲۱۰۰/۹^{a}۷۳۲±/۹
(CTI)	۶/۷-۰۲	۶	۵۶	۶/۳۳^{b}۰±/۳۲	۸۴۴/۳^{a}۵۷۳±/۵	۱۲۵۴/۵^{b}۷۲۸±/۹	۲۰۹۸/۸^{a}۷۲۷±/۹
	۷/۱۰-۰۱/۴۰	۴	۴۶	۷/۹۷^{a}۰±/۹۸	۶۴۴/۵^{b}۴۴۰±/۴	۱۵۶۸/۶^{a}۸۴۸±/۴	۲۲۱۳/۱^{a}۸۲۱±/۳
	آماره F				۲/۵۱^{ns}	۲/۷۹^{ns}	۰/۳۹^{ns}

a، b و c: حروف متفاوت در هر ردیف، نشانگر اختلاف معنی‌دار ab: در هر ردیف اعدادی که دو حروف دارند با اعدادی که یکی از این دو حرف را دارند، اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۴ آماره‌های مربوط به برازش مدل پیش‌بینی را نشـــان می‌دهد که در آن مقدار R بیان‌کنندهٔ میزان همبستگی بین متغیرهای مستقل و وابسته است و ضریب تعیین R^2 هم مشـــخص می‌کند که چه مقدار از واریانس متغیر وابسته به متغیرهای مستقل مربوط است؛ بنابراین می‌توان گفت که ۱۲/۲ در صد از تغییرات تولید گندمیان، ۱۰/۶ درصد از تغییرات تولید اولیهٔ پهن‌برگان علفی و ۱/۸ درصـــد از تغییرات تولید کل به عوامل پســـتی و بلندی مربوط است.

جدول ۴. ضریب تشخیص رابطهٔ رگرسیونی تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی و تولید اولیهٔ کل با پستی و بلندی

متغیر	خطای معیار برآوردی	R	R^2	R^2 تعدیل‌شده
تولید اولیهٔ گندمیان	۵۰۸/۰۴	۰/۳۴۹	۰/۱۲۲	۰/۱۱۷
تولید اولیهٔ پهن‌برگان علفی	۷۵۵/۵۸	۰/۳۲۶	۰/۱۰۶	۰/۱۰۱
تولید اولیهٔ کل	۷۵۳/۹۵	۰/۱۳۴	۰/۰۱۸	-۰/۰۰۴

جدول ۵ نتایج تجزیهٔ واریانس رابطهٔ رگرسیون چندگانه گام‌به‌گام را نشـــان می‌دهد که در آن میانگین مربعات برای منابع رگرسیون و باقیمانده ذکر شده است. تجزیهٔ واریانس رگرسیون فرض وجود رابطهٔ خطی معنی‌دار بین متغیرها را بررســـی می‌کند. نتایج نشـــان داد که رابطهٔ رگرســـیونی معنی‌دار است ($P<۰/۰۱$)، بنابراین رابطهٔ رگرسیون خطی بین تولید گندمیان و هم‌چنین تولید پهن‌برگان علفی با عوامل پســـتی و بلندی وجود دارد، ولی بین تولید کل با

عوامل پستی و بلندی رابطهٔ خطی وجود ندارد. در جدول ۵ ضرایب رابطهٔ رگرسیونی و آمارهٔ خطای معیار ضرایب رگرسیون ارائه شده است. ضرایب تأثیر رگرسیونی استاندارد شده یا ضریب بتا به ما کمک می‌کند تا سهم نسبی هر متغیر را در تبیین تغییرات متغیر وابسته مشخص کنیم؛ شیب در تولید گندمیان با ضریب ۰/۳۳ و پهن‌برگان علفی با ضریب ۰/۳۰- بیشترین میزان ضرایب بتا را به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که نقش آن‌ها در پیش‌بینی تغییرات تولید گندمیان و پهن‌برگان علفی بیشتر از سایر متغیرهای مستقل بود. با توجه به سطح معنی‌داری، در تولید گندمیان از بین عوامل پستی و بلندی شیب تأثیر معنی‌داری دارد ($P<0/01$). اثرات سایر متغیّرها معنی‌دار نیست و نقش ضعیفی در پیش‌بینی متغیّر وابسته دارند؛ بنابراین با توجه به جدول ۶ و معادلهٔ ۲ رابطهٔ رگرسیونی بین تولید گندمیان (یکساله‌ها ۴۰ درصد و چندساله‌ها ۶۰ درصد) و عوامل پستی و بلندی به‌صورت زیر بوده است:

معادلهٔ ۶ $Y_{Grass}= ۴۲۹/۴۶۴ + ۲۵/۷۳ \ Slope$

همچنین شیب بر تولید پهن‌برگان علفی هم تأثیر معنی‌داری داشت ($P<0/01$)؛ بنابراین با توجه به جدول ۵ و معادله ۲ رابطه رگرسیونی بین تولید پهن‌برگان علفی و عوامل پستی و بلندی به‌صورت زیر بوده است:

معادلهٔ ۷ $Y_{Forb}= ۱۸۳۷/۷۵ - ۳۵/۴۰ \ Slope$

ضریب بتا شیب در تولید گندمیان مثبت بوده و این بدان معناست که با افزایش مقدار متغیّر مستقل، مقدار پیش‌بینی شده متغیّر وابسته افزایش می‌یابد. ضریب بتا شیب در تولید پهن‌برگان علفی منفی بوده و ضرایب منفی به این معنی است که با کاهش این مقدار متغیّر مستقل، مقدار پیش‌بینی شده متغیّر وابسته کاهش می‌یابد.

با توجه به اینکه روش رگرسیون چندگانه گام‌به‌گام فقط اثر عوامل معنی‌دار و مؤثر را در جدول نتایج ارائه می‌دهد و عواملی که تأثیر معنی‌داری بر متغیرهای وابسته ندارند را حذف می‌کند، به همین دلیل در جداول آنالیز واریانس مدل رگرسیون فقط اطلاعات فرم رویشی گندمیان و پهن‌برگان علفی نشان داده شده و تولید اولیهٔ کل که تحت تأثیر عوامل پستی و بلندی ذکر شده، اختلاف معنی‌داری نشان نداد و از جداول حذف شده است.

نتایج پیش‌بینی نقشه‌های مقدار تولید اولیه با استفاده از معادله‌های استخراج شده بر اساس عوامل پستی و بلندی در شکل ۲ ارائه شده است. ارزیابی صحت نقشه‌های به‌دست‌آمده بر اساس جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، صحت نتایج (MAE)، انحراف نتایج (MDE) و میانگین تولید اولیه به‌دست‌آمده از نقشهٔ تولید تهیه شده و میانگین تولید اولیه اندازه‌گیری شده در جدول ۷ نشان داده شده است. با توجه به مقادیر MAE و MDE مقدار انحراف نتایج برآورد شده و نتایج اصلی در حد قابل‌قبول است. همچنین مقدار RMSE یا مقدار خطای مدل در حد قابل بوده و نشان‌دهندهٔ اعتبار مدل است.

جدول ۵. آنالیز واریانس مدل رگرسیون تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی با عوامل پستی و بلندی

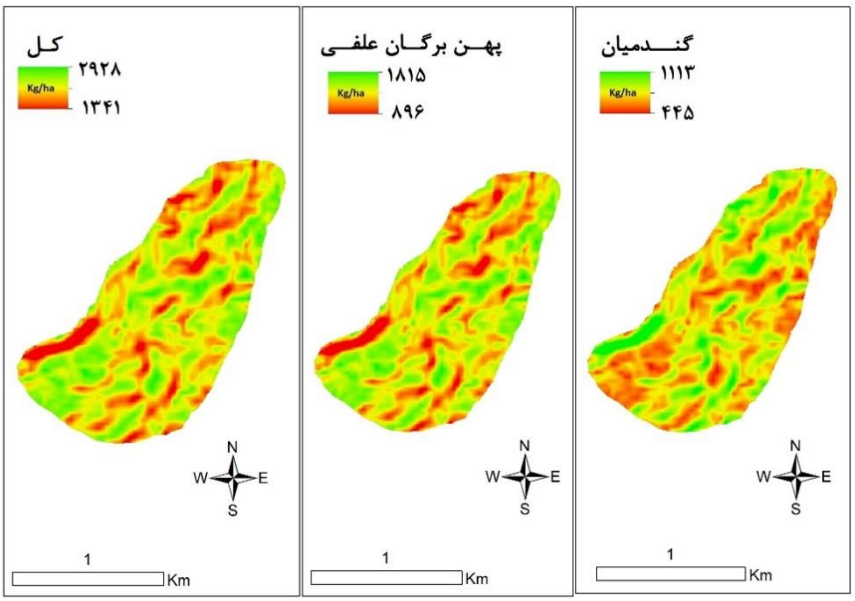
متغیر	آماره	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات	F
تولید اولیهٔ گندمیان	رگرسیون	۱	۶۳۶۸۷۳۹/۳۲	۲۴/۶۸**
	باقی‌مانده	۱۷۸	۲۵۸۱۰۷/۹۵	
	کل	۱۷۹	-	
تولید اولیهٔ پهن‌برگان علفی	رگرسیون	۱	۱۲۰۵۸۴۰۶/۱۴	۲۱/۱۲**
	باقی‌مانده	۱۷۸	۵۷۰۹۰۸/۲۸	
	کل	۱۷۹	-	

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

جدول ۶. نتایج اصلی و ضرایب مدل‌های رگرسیون میزان تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی با عوامل پستی و بلندی

فرم‌های رویشی	پارامترها	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده	t
		ß	Std. Error	Beta	
گندمیان	(constant)	۴۲۹/۴۶۴	۸۳/۱۵	-	۵/۱۷**
	شیب	۲۵/۷۳	۵/۱۸	۰/۳۴۹	۴/۹۷**
پهن‌برگان علفی	(constant)	۱۸۳۷/۷۵	۱۲۳/۶۶	-	۱۴/۸۶**
	شیب	-۳۵/۴۰	۷/۷۰۴	-۰/۳۳	-۴/۵۹۶**

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



شکل ۲. نقشه‌های تخمین و برآورد تولید اولیهٔ هر یک از فرم‌های رویشی برحسب کیلوگرم در هکتار
(تولید اولیهٔ کل با جمع گندمیان و پهن‌برگان علفی ترسیم شده است)

جدول ۷. نتایج پارامترهای پیش‌بینی صحت مدل‌های رگرسیون تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی با عوامل پستی و بلندی

تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی	RMSE	MAE	MDE
گندمیان	۰/۴۰۲	۰/۸۸۸	۰/۶۶۶
پهن برگان علفی	۰/۴۷۲	۱/۳۳۳	۰/۸۸۸

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشـــان داد که عوامل پســـتی و بلندی شـــامل طبقات ارتفاعی، جهت‌های جغرافیایی، طبقات شـــیب و شـــاخص توپوگرافی اثرات متفاوتی بر تولید اولیه (ســـطح زمین) فرم‌های رویشـــی دارند. ولی این عوامل بر روی تولید اولیهٔ کل جامعهٔ گیاهی، تفاوت قابل‌توجهی نداشـــت، به‌طوری‌که فقط در طبقات ارتفاعی مختلف با توجه به اختلاف کم آن بین تولید کل اختلاف معنی‌داری

مشاهده شد. تولید اولیهٔ گندمیان (یکساله‌ها و چندساله‌ها) در طبقات ارتفاعی مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد؛ دلیل این امر نوسانات کم ارتفاعی در منطقه است که در تولید اولیهٔ گندمیان منطقه مؤثر نبوده است. هر چند که با انتخاب کردن طیف وسیعی از تغییرات ارتفاعی پارامترهای دیگر نظیر دما، بارندگی، خاک و ترکیب و تنوع پوشش گیاهی دچار تغییر و نوسانات معنی‌داری می‌شوند ولی با توجه به شرایط منطقه در این مطالعه تقریباً تغییرات ارتفاعی منطقه در نظر گرفته شده است. بنابراین سهم اثر ارتفاع در منطقهٔ فندوقلو تقریباً همین مقدار است. اما در تحقیق انجام گرفته [۳۸] افزایش ارتفاع را عامل افزایش تولید گندمیان در علفزارهای پاکستان بیان کرده‌اند که شاید علت تفاوت در نتیجه، مربوط به تفاوت در مقیاس انجام تحقیق و تغییرات بیشتر ارتفاع در منطقهٔ مورد مطالعه آن‌ها باشد. علاوه بر آن، در تحقیق دیگر [۱] افزایش میزان چرای دام را عامل کاهش گندمیان و افزایش پوشش پهن‌برگان علفی در شکل کلی و توجه به درجهٔ خوشخوراکی آن‌ها بیان کرده‌اند. در سطح منطقهٔ فندوقلو نیز چرای دام به شدت رواج داشته ولی با توجه به اینکه سطح منطقهٔ مورد مطالعه در محدودهٔ یک سامان عرفی قرار گرفته است و تقریباً فشار چرا به یک اندازه است، بنابراین تغییر شدت چرا در سطح منطقهٔ مورد مطالعهٔ ما نمی‌تواند عامل تعیین کنندهٔ تغییر تولید فرم‌های رویشی و کل جامعه باشد. هر چند که در این زمینه نیاز به بررسی بیشتری در سطح این منطقهٔ رویشی وجود دارد. گندمیان که دارای سیستم ریشه‌ای افشان و کم‌عمق بوده و قادرند رطوبت لایه‌های سطحی خاک را جذب نمایند، اصولاً نسبت به پراکنش بارندگی که تابعی از ارتفاع است عکس‌العمل نشان می‌دهند. در تحقیق انجام گرفته [۲۶] نیز اهمیت بارش‌های سالانه در تولید مراتع استپی و بیابانی ماگنولیا را مهم دانستند ولی بیان کردند که شاید عواملی دیگری مانند شیب مانع افزایش گندمیان شده است. تولید اولیهٔ پهن‌برگان علفی هم در طبقات ارتفاعی مختلف اختلاف معنی‌دار نشان داد. به‌طوری‌که طبقات ارتفاعی میانی، بالاترین میزان تولید پهن‌برگان علفی را به خود اختصاص داده است. در تحقیق انجام گرفته [۲] در مقیاس بزرگتر از مطالعهٔ ما ارتفاعات میانی و شیب‌های متوسط را دارای شرایط مطلوب برای رشد گونه‌های علفی بیان کرده‌اند. اما در تحقیق دیگر [۴۲] در مراتع سبلان، که در مقایسه با مطالعهٔ ما این مطالعه نیز از مقیاس بزرگتر و تنوع بیشتر برخوردار بوده، به این نتیجه رسیدند که با افزایش ارتفاع مقدار تولید پهن‌برگان علفی، در شکل کلی و بدون توجه به درجهٔ خوشخوراکی و ارزش حفاظتی آن‌ها، کاهش می‌یابد و احتمال داده‌اند که این کاهش به علت کاهش دما باشد. تولید اولیهٔ کل در طبقات ارتفاعی مختلف، اختلاف معنی‌دار نشان داد. به‌طوری‌که با افزایش ارتفاع، مقدار تولید کل افزایش یافت که این نتیجه قابل پیش‌بینی بود، چرا که افزایش ارتفاع تا ۳۵۰۰ متر همراه با افزایش بارندگی و سایر تغییرات در عوامل بوم شناختی مانند شیب و عمق و بافت خاک باعث افزایش تولید اولیه می‌شود و پس از آن با افزایش ارتفاع تولید اولیه به علت کاهش دما و محدودیت عمق و بافت خاک به‌شدت کاهش می‌یابد [۳۸]. با توجه به اینکه بخش اعظم پوشش گیاهی منطقه شامل پهن‌برگان علفی است که با افزایش ارتفاع افزایش یافته‌اند و به‌تبع آن تولید کل هم افزایش پیدا کرده است. در تحقیقات دیگر [۱۹] و [۴۳] نیز گزارش کردند که بین تولید کل و افزایش ارتفاع، که از نظر مقیاس در سطح بزرگتر و با تغییرات عوامل پستی و بلندی بیشتری انجام شده‌اند، رابطهٔ مستقیم وجود دارد. بنابراین، با توجه به نتایج این بخش مقیاس مطالعه در انتخاب عوامل بوم‌شناختی در بررسی تأثیر آن‌ها در ساختار و عملکرد اکوسیستم باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

تولید اولیهٔ گندمیان در طبقات مختلف شیب تفاوت معنی‌داری نشان داد به‌گونه‌ای که بالاترین میزان تولید اولیه گندمیان در شیب ۲۰ تا ۳۴ درصد مشاهده شد. هر چند که در مناطق پرشیب به دلیل عدم استقرار خاک

مناسب با عمق کافی، میزان تولید علوفه کاهش پیدا می‌کند [۴۲]، ولی در این مراتع شیب به‌حدی زیاد نبوده که چنین محدودیتی ایجاد کند و با توجه به بازدیدهای میدانی تمامی مکان های نمونه‌برداری از خاک عمیق و حاصلخیز برخوردار بوده ولی با توجه به این شرایط با افزایش شیب، تولید گندمیان افزایش پیدا کرده است. بنابراین، افزایش شیب عامل محدودکنندهٔ این فرم رویشی در منطقهٔ فندوقلو نیست. دلیل این امر به شرایط و عوامل خاک ارتباط دا شته که در ادامهٔ این تحقیق برر سی تأثیر عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک بر تغییرات تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی و کل جامعه در حال بررسی می‌باشد. این موضوع هر چند که در تحقیقات [۵] و [۴۲] نیز مورد تأکید قرار گرفته و شدت چرای کم در شیب‌های بالاتر را عامل افزایش گندمیان بیان کرده‌اند، ولی همان‌گونه که اشاره شد در منطقهٔ مورد مطالعهٔ ما، تغییرات شیب آنچنان نبوده که چنین تأثیری داشته باشد و به‌نظر می‌رسد این تغییرات بیشتر تابع پارامتر های خاک می‌باشند. علاوه بر پارامترهای خاک با توجه به شاخص توپوگرافی محا سبه شده که به آن شاخص رطوبتی خاک هم گفته می شود در مناطق حضور بیشتر گندمیان مقدار این شاخص کمتر از مناطق با حضور کمتر گندمیان بوده است. به عبارت دیگر با توجه به نتایج محاسبهٔ شاخص توپوگرافی در مناطق شیبدار ضریب رطوبتی خاک یا همان شاخص توپوگرافی پایین بوده و برعکس در مناطق با غلبهٔ پهن‌برگان علفی مقدار شاخص بیشتر و شرایط رطوبتی بهتر بوده است که این امر نشانگر بردباری گندمیان به شرایط رطوبتی کمتر خاک در مقایسه با پهن‌برگان علفی بوده است. در تحقیق دیگر [۳۴] نیز که به‌منظور تخمین تولید علوفهٔ مراتع دماوند که بخش اعظم گیاهان شامل گندمیان یکساله بوده به نتایج مشابه رسیدند و محدود یت چرایی در شیب های بالاتر و همچنین بارندگی را عامل این افزایش بیان کردند، ولی همان‌گونه که ا شاره شد به‌نظر نمی‌ر سد که دلیل افزایش گندمیان در منطقهٔ فندوقلو در شیب‌های زیاد باشد. در منطقهٔ مورد مطالعهٔ ما تولید اولیهٔ پهن‌بر گان علفی در شیب بالاتر از ۲۰ درصد نسبت به شیب کمتر از ۱۰ درصد و شیب۱۰ تا ۲۰ درصد، حدود دو برابر کاهش نشان داد که علت آن نیز می‌تواند تحت تأثیر پارامترهای خاک، به‌خصوص رژیم رطوبتی آن با توجه به مقدار شاخص توپوگرافی باشد. تولید کل در طبقات مختلف شیب اختلاف معنی‌داری نشان نداد، یعنی تغییرات کاهشی و افزایشی گندمیان و پهن‌بر گان علفی در شیب‌های کم و زیاد به صورت همپوشان عمل کرده و باعث این عدم اختلاف شده است. هم‌چنین در جهت‌های مختلف هم تولید اولیه گندمیان دارای اختلاف معنی‌دار بود و بیشترین مقدار آن در جهت جنوبی و کمترین آن در جهت شمال غربی ثبت شد. دامنه‌های جنوبی همیشه گرم‌تر از دامنه‌های شمالی بوده و بنابراین رطوبت کمتری نسبت به دامنه‌های شمالی دارند و این امر باعث می شود گونه هایی که در دو دامنه استقرار می یابند از لحاظ ویژگی‌های بوم شناختی با هم تفاوت دا شته با شند. با این وجود دامنه‌های جنوبی همیشه نامساعد نبوده و برای استقرار گونه‌های علفی مناسب هستند [۴۱]. کمترین میزان تولید اولیهٔ پهن‌بر گان علفی در جهت جنوب و بیشترین آن در جهت شمال غربی ثبت شد. به نظر می‌رسد تابش کم نور خورشید و تبخیر و تعرق کم در جهت‌های شمالی، شرایط مناسبی را برای رشد پهن‌برگان علفی و افزایش تولید آن ها فراهم کرده است [۴۳]. همانند نتایج شیب به‌نظر می‌ر سد نقش رطوبت خاک در غالبیت گونه‌های پهن‌برگان علفی و گندمیان انکار ناپذیر است. همچنین، تولید اولیه کل در جهت‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌داری نبود، بدین صورت که تغییرات کاه شی و افزای شی گندمیان و پهن‌برگان علفی در جهات مختلف به صورت همپوشان عمل کرده و باعث این عدم اختلاف شده است. در ارتباط با شاخص توپوگرافی یا شاخص رطوبت خاک نیز نتایج نشان داد که در مقادیر مختلف این شاخص بین تولید گندمیان اختلاف معنی‌داری وجود دارد به‌نحوی‌که با افزایش این شاخص یا

رطوبت خاک مقدار تولید گندمیان کاهش یافته ا ست. اما در مورد پهن‌بر گان علفی این نتی جه برعکس بوده و با افزایش این شـــاخص یا مقدار رطوبت مقدار تولید اولیهٔ پهن‌برگان علفی افزایش یافته است. تولید اولیهٔ کل جامعه بر اثر این شاخص اختلاف معنی‌داری نشان نداد. مناطقی با شاخص توپوگرافی بالا، کم شیب بوده و در آن محدوده آب زیادی تجمع می یابد. نتایج شـــاخص توپوگرافی یا شاخص رطوبت خاک کاملاً تأیید کننده نتایج تأثیر عوامل شیب و جهت جغرافیایی بوده و به‌نظر می‌رسد سهم قابل توجهی از تغییرات تولید گندمیان و پهن‌بر گان علفی تحت تأثیر این عامل اســـت. این امر در اصـــلاح و احیاء مراتع منطقه به‌خصوص در اصلاح ترکیب گونه‌ای و پروژه تبدیل دیمزارهای شـیب‌دار [۲۰] منطقه این‌که گونه‌های گندمیان در مناطق شـــیب‌دار و گونه‌های پهن‌برگ علفی در مناطق با شـــیب پایین مد نظر قرار گیرند. در مقابل، دامنه‌های شیب‌دار موجب زهکشی آب شده و با کاهش شاخص توپوگرافی، رطوبت کاهش می‌یابد [۳]. همان‌طور که اشـــاره شـــد افزایش گندمیان در شـــیب‌های بالاتر و مناطقی با شـــاخص توپوگرافی پایین شـــاید مربوط به سیستم ریشه‌ای آن‌ها باشد. اما افزایش شاخص توپوگرافی که با مناطق کم شـــیب و رطوبت بالا در ارتباط اســـت شـــرایط مناســـبی را برای افزایش تولید اولیهٔ پهن‌برگان علفی فراهم کرده است.

در تحقیق انجام شـــده [۱۲] گزارش شـــده اســـت که عوامل پســـتی و بلندی نظیر شـــیب و ارتفاع بیش از ۵۰ درصـــد تغییرات پوشـــش گیاهی در علفزارها را توجیه می‌کند. در مطالعهٔ حا ضر نیز بر ا ساس نتایج، بیش از ۱۲ در صد تغییرات تولید اولیهٔ گندمیان و بیش از ۱۰ در صد تغییرات تولید اولیهٔ پهن‌بر گان علفی را شـــیب توجیه می‌کند. در کل، با اســـتفاده از معادلهٔ رگرســـیون به‌دســـت آمده تخمین تولید انجام و نقشـــهٔ تولید اولیه هر یک از فرم‌های رویشـــی و کل در محیط GIS تهیه و صـــحت نقشه‌ها نشان داد که مدل‌های استخراج شده برای تخمین تولید اولیه با اســـتفاده از عوامل توپوگرافی از کارایی لازم برخوردار اســـت. همچنین [۴۵] نیز گزارش کرده‌اند که بین پارامترهای پستی و بلندی و تولید فرم‌های رویشی و کل ارتباط معنی‌داری در منطقهٔ طالقان میانی وجود دارد که تأیید کنندهٔ نتایج تحقیق ما است.

درمجموع نتایج ن شان داد که هر فرم رویـ شی با توجه به خصوصیات منطقهٔ رویش، نیازهای بوم‌شناختی و دامنهٔ بردباری متفاوتی نسبت به عوامل پستی و بلندی دارند که باید در برنامه‌ریزی مورد توجه قرار گیرد. ارتفاع، شـــیب، جهت به طور مســـتقیم و شـــاخص توپوگرافی یا شـــاخص رطوبتی خاک به طور غیر مســـتقیم بر کل یا بخشـــی از تغییرات تولید اولیهٔ مراتع منطقهٔ فندوقلو تأثیرگذار ا ست. بر اســـاس نتایج خطی بین تولید اولیه و عوامل پســـتی و بلندی وجود دارد. در اســـتخراج معادلهٔ خطی عوا مل تأثیرگذار در تغییرات تولید اولیه نقش شـــیب در مقایســـه معنی‌دارتر بوده است. معادله‌های استخراج شده برای سال مطالعه و سال ما قبل آن که به‌ترتیب دارای بارندگی ۳۳۳ و ۳۵۵ میلی‌متر و دمای ۱۰/۳۶ و ۹/۸۱ درجه ســانتیگراد بوده به صورت پایدار قابل ا ستفاده ا ست، ولی در صورت تغییرات بارندگی (خ شک سالی‌ها و تر سالی‌ها) باید به این مهم توجه لازم صـــورت گیرد. با توجه به معادلهٔ خطی اســـتخراج شـــده پیش‌بینی تولید اولیهٔ فرم‌های رویشـــی منطقه با صـــحت قابل قبول امکان‌پذیر بوده اســـت، ولی پیش‌بینی تولید کل میسر نبوده این امر به‌خصوص باید در ا ستفاده از روش‌های سنجش از دوری که عمدتاً بر مبنای تخمین تولید کل توســـعه پیدا کرده‌اند، باید بیشـــتر مورد توجه قرار گیرد. در این تحقیق تنها سهم اثر عوامل پستی و بلندی در تغییرات تولید منطقهٔ فندوقلو مورد بررسی قرار گرفت و به‌نظر می‌رســـد عوامل دیگری مانند پارامترهای خاک بخشـــی از تغییرات تولید اولیه را بر عهده دارند و ضـــرورت دارد که به این عوامل نیز توجه گردد. با توجه به حضور و تولید بیشتر گندمیان در مناطق شیب‌دار منطقه و برعکس حضور و تولید بیشتر پهن‌برگان علفی در مناطق با شـیب کم توصـیه می‌گردد در عملیات اصـلاحی و احیایی مانند بذرپاشـــی و یا پروژهٔ تبدیل دیمزار در منطقه به این

مسئله توجه لازم مبذول گردد. توصیه می‌گردد تولید اولیه بر مبنای گونه‌ها و یا حداقل بر مبنای گونه‌های شاخص منطقه مانند انواع شبدر (*Trifolium repense* L., *Trifolium pratense* L., *Trifolium micranthum* Viv., *Trifolium compestre* Schreb.) به عنوان نمایندهٔ گونه‌های خوشخوراک منطقه و گونهٔ *Leucanthemum vulgare* Lam. به عنوان نمایندهٔ گونه‌های غیر خوشخوراک از لحاظ نقش آن‌ها در تولید اولیهٔ منطقه نیز در سطح گونه مورد توجه قرار گیرد.

References

[1] Aboling, S., Sternberg, M., Perevoltsky, A. and Kigelj. (2008). Effects of cattle grazing timing and intensity on soil seed banks and regeneration strategies in a Mediterranean grassland. Community Ecology, 9, 97-106.

[2] Aghaei, R., Alvaninejad, S., Basiri, R. and Zolfaghari, R. (2013). Relationship between ecological species groups and environmental factors (Case study: Vezg region in southeast of Yasouj). Iranian Journal of Applied Ecology, 1(2), 53-63.

[3] Argen, A.M., Lidberg, W., Stromgren, M., Ogilvie, J. and Arp, P.A. (2014). Evaluation digital terrain indices for soil wetness mapping (a Swedish case study). Hydrology and Earth System Sciences, 18, 3623-3634.

[4] Arzani, H. and Abedi, M. (2015). Rangeland assessment: Vegetation measurement, University of Tehran press. (In Persian)

[5] Arzani, H., Yosefi, Sh., Jafari, M. and Farahpor, M. (2005). Model range suitability determination for sheep grazing using GIS. Journal of Environmental Studies, 37, 59-68. (In Persian)

[6] Assadi, M. (1989-2012). Flora of Iran, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Vols: 1-76 (In Persian)

[7] Azarnivand, H. and Zare chahouki, M.A. (2010). Rangeland's Ecology. First Edition. University of Tehran press.

[8] Azimi Motem, F., Talai, R., Asiabzizadeh, F. and Houshyar, M. (2011). A survey on flora, life forms and geographical distribution of plant species in the protected forests of Fandoghlou (Ardabil province). Taxonomy and Biosystematics, 3(9), 75-88. (In Persian)

[9] Beers, T.W., Dress, P.E. and Wensel, L.C. (1966). Aspect transformation in productivity research. Journal of Forestry, 64, 691-692.

[10] Beven, K.J., Kirkby, M.J. (1979). A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. Hydrological Science Bulletin, 24: 43–69.

[11] Byrn, K.M., Lauenroth, W. K., Adler, P.B. and Byrn, Ch.M. (2011). Estimating aboveground net primary production in grassland: a comparison of nondestructive methods. Rangeland Ecology management, 64(5), 498-505.

[12] Chen, X.F., Chen, M.J., An, S.Q. and Ju, W. (2006). Effects of topography on simulated net primary productivity at landscape scale. Journal of Environmental Management, 85, 585-596.

[13] Cuicui, J., Guirui, Yu., Nianpeng, H., Anna, M., Jianping, Ge. and Zhongmin, Hu. (2017). Spatial pattern of grassland aboveground biomass and its environmental controls in the Eurasian steppe. Journal of Geographic Sciences, 27(1), 3-22.

[14] Fahey, T. J. and Knapp, A. K. (2007). Primary production: Guiding Principles and Standards for Measurement. In Fahey, T. J. and Knapp, A. K. (Eds) Principles and Standards for Measuring Primary Production. Oxford University Press.

[15] Fakhar Izadi, N., Naseri, K. and Mesdagi, M. (2016). The effect of plot size and shape on accuracy and precision of production at some pastures by sampling simulation. Iranian Journal of Applied Ecology, 4(14), 51-59. (In Persian)

[16] FRWO (Forests, Rangeland and Watershed Organization). (1982). Code of rangeland plant species in Iran.

[17] Gervasio Pineiroa, G., Perelman, S., Guerschman, J.P. and Paruelo, J.M. (2008). How to evaluate models: Observed vs. predicted or predicted vs. observed. Journal of Ecological Modeling, 216, 316-322.

[18] Ghahreman, A. (1975-1999). Flora's color of Iran. Research Institute of Forests and Rangeland Publication. Tehran. (In Persian)

[19] Ghasemi Aryan, Y., Arzani, H., Filekesh, E. and Yari, R. (2013). Estimating the production of *Artemisia sieberi* through the measurement of plant's dimension (Case study: southwest Sabzevar). Iranian Journal of Range and Desert Research, 20(1), 1-10. (In Persian)

[20] Ghorbani, A. (2015). Landuse mapping and ecological capability evaluation of dry farming lands based on slope for converting to pasture in Zilbar-chay watershed using remote sensing and GIS, Geographic Space, 48, 129-149. (In Persian)

[21] Ghorbani, A., Mohammadi Moghaddam, S., Hashemi Majd, K. and Dadgar, D. (2018). Spatial variation analysis of soil properties using spatial statistics: a case study in the region of Sabalan mountain, Iran. Eco mont- Journal of Protected Mountain Areas Research & Management, 10(1), 70-80.

[22] Ghorbani, A., Pournemati, A. and Panahandeh, M. (2017). Estimating and mapping Sabalan rangelands aboveground phytomass using Landsat 8 images, Iranian Journal of Range and Desert Research, 24(1), 165-180. (In Persian)

[23] Ghorbani, A., Sharifi, J., Kavianpoor, A.H., Malekpour, B. and Mirzaei Aghche Gheshlagh., F. (2013). Investigation on ecological characteristics of *Festuca ovina* L. in southeastern rangelands of Sabalan. Iranian Journal of Range and Desert Research, 20(2), 369-396. (In Persian)

[24] Godwin, R.J. and Miller P.C.H. (2003). A review of the technologies for mapping within-field variability. Biosystems Engineering, 84(4), 393-407.

[25] Griffiths, R.P., Madritch, M.D. and Swansona, A.K. (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. Forest Ecology and Management, 257, 1-7.

[26] Han., F, Zhang, Q. and Buyantuev, A. (2015). Effects of climate change on phenology and primary productivity in the desert steppe of Inner Mongolia. Journal of Arid Land, 7, 251–263.

[27] Ji., Sh, Yan Geng, Y., Defeng Li, D. and Wang, G. (2009). Plant coverage is more important than species richness in enhancing aboveground biomass in a premature grassland, northern China, Agriculture, Ecosystems and Environment, 129(4), 491-496.

[28] Keramati Jobedar, S., Mirzaei Aghchehgheshlagh, F., Ghorbani, A., Fathi Achachelooee, B. and Navidshad, B. (2014). Study the effects of altitude and slope characteristics on minerals content in rangeland soil, plants and sheep milk (Case study: north and southeast Sabalan in Ardabil province). Journal of Rangeland, 7(4), 330-343. (In Persian)

[29] Lobell, D.B., Hicke, J.A., Asner, G.P., Field, C.B., Tucker, C.J. and Los, S.O. (2002). Satellite estimates of productivity and light use efficiency in United States agriculture 1982–1998. Global Change Management Biological, 8, 722-735.

[30] Loza-Parra, J., Mneta, M.P. and Schnabel, S. (2014). Climate and topographic controls on simulated pasture production in a semiarid Mediterranean watershed with scattered tree cover. Hydrology and Earth System Sciences, 18, 1439-1456.

[31] Magharri, E., Razavi, S.M., Ghorbani, A., Nahar, L., and Sarker, S.D. (2015). Chemical composition, some allelopathic aspects, free-radical-scavenging property and antifungal activity of the volatile oil of the flowering tops of *Leucanthemum vulgare* Lam. Records of Natural Products, 9(4), 538-545.

[32] Mao, D., Wang, Z., Li, L. and Ma, W. (2014). Spatiotemporal dynamics of grassland aboveground net primary productivity and its association with climatic pattern and changes in Northern China. Ecological Indicators, 41, 40-48.

[33] Mirzaei Mossivand, A., Ghorbani, A., Zare Chahoki, M.A., Keivan Behjou, F. and Sefidi, K. (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)

[34] Mirakhorlo, Kh. and Hosseini S.Z. (2006). Estimating rangelands yield using remote sensing data (Case study: Damavand region of Iran). Iranian Journal of Range and Desert Research, 13(2), 127-138. (In Persian)

[35] Mobin, *S*. (1975-1979). Botanical of Iran, Vascular Plant Flora. Tehran University press. (In Persian)

[36] Mohebbi, A., Jafari, M., Erfanzadeh, A. and Teimurzadeh, A. (2005). Study on the relationship between morphological parameters (slope, aspect and altitude) and soil factors with cover and density of *Trifoliun pratense* in Fandoghlu rangelands, Ardebil. Forest and Rangeland, 67, 11-16. (In Persian).

[37] Moore, I.D., Gessler, P.E., Nielsen, G.A., Petersen, G.A. (1993). Terrain attributes: estimation methods and scale effects. In Jakeman, A.J., Beck, M.B., McAleer, M. Modelling Change in Environmental Systems. London: Wiley.

[38] Mueen Qamer, F., Xi, C., Abass, S., Murty, M.S.R., Ning, W. and Anming, B. (2016). An assessment of productivity patterns of grass-dominated rangeland in the Hindu Kush Karakoram Region, Pakistan. Sustainability, 8, 1-15.

[39] Noroozi, J., Akhani, H. and Breckle, S.W. (2008). Biodiversity and phytogeography of the alpine flora of Iran. Biodiversity Conservation, 17, 493–521.

[40] Paruelo, J.M., Oesterheld, M., Bella, D., Carlos, M., Arzadum, M., Lafontaine, C., Rebella, M. and César M. (2000). Estimation of primary production of sub humid rangelands from remote sensing data, Applied Vegetation Science, 3, 189-195.

[41] Piri-Sahraghard, H., Zare chahooki, M.A., Arzani, H. and Ghomi, S. (2012). Investigation of plant diversity factors in middle rangelands of Tehran. Watershed Management Research, 64(1), 1-11. (In Persian).

[42] Pournemati, A., Ghorbani, A., Sharifi, J., Mirzaei Aghche Gheshlagh, F., Amirkhani, M. and Ghodarzi, M. (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)

[43] Saeedi Gorghani, H.M., Solaimani Sardo, M., Azizi, N., Azareh, A. and Heshmati, S. (2014). Investigation of changes in rangeland vegetation regarding different slopes, elevation and geographical aspects (Case Study: Yazi rangeland, Noor county, Iran). Journal of Rangeland Science, 4(3), 246-255.

[44] Salis, S.M., Assis, M.A., Mattos, P.P. and Piaob, A.C.S. (2006). Estimating the aboveground biomass and wood volume of savanna woodlands in Brazil's Pantanal wetlands based on allometric correlations. Forest Ecology and Management, 228, 61-68.

[45] Sanaei, A., Zare Chahouki, M.A., Ali, A., Jafari, M. and Azarnivand, H. (2018). Abiotic and biotic drivers of aboveground biomass in semi-stepp rangelands. Science of the Total Environment, 615, 890-905.

[46] Sharifi, J., Fayaz, M., Azimi, F., RostamiKia, Y. and Eshvari, P. (2013). Identification of ecological region of Iran (vegetation of Ardabil province), Institute Research of Forest and Rangeland Press. Report No. 42183/37. (In Persian)

[47] Stage, R.A. and Salas, Ch. (2007). Interactions of elevation, aspect and slope in models of forest species composition and productivity. Forest Science, 53(4), 486-49.

[48] Taghipour, A. and S. Rastgar. (2010). Role of physiography on vegetation cover using GIS (Case of Hezarjarib's rangelands, Mazandaran province). Iranian Journal of Rangeland, 4(2), 168-177. (In Persian)

[49] 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)

[50] Wang, X., Li, F., Gao, R., Luo, Y. and Liu, T. (2014). Predicted NPP spatiotemporal variations in a semiarid steppe watershed for historical and trending climates. Journal of Arid Environments, 104, 67-79.

[51] Zare Chahouki, M. A. (2013). Data analysis in natural resources using SPSS software. Jahad Daneshghahi Press. (In persian)

[52] Zareh Hesari, B., Ghorbani, A., Azimi Motam, F., Hashmi Majd, K. and Asghari, A. (2014). Study the effective ecological factors on distribution of *Artemisia fragrans* in southeast faced slopes of Sabalan. Iranian Journal of Rangeland, 8(3), 238-250. (In Persian)