Archive of SID

مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷
ص ۱۰۷۱-۱۰۵۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۱۲
تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۰/۲۷

بررسی تأثیر عوامل محیطی بر تولید اولیهٔ سطح زمین (مطالعهٔ موردی: مراتع هیر- نئور استان اردبیل)

❖ **اردوان قربانی*؛** دانشیار دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

❖ **فرید دادجو؛** کارشناس ارشد مرتعداری، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

❖ **مهدی معمری؛** استادیار دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

❖ **محمود بیدار لرد؛** استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، گیلان، ایران.

❖ **کاظم هاشمی مجد؛** دانشیار دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

چکیده

هدف این تحقیق بررسی ارتباط بین تولید اولیهٔ سطح زمین (تولید اندام‌های هوایی تمام گیاهان مرتعی بدون توجه به خوشخوراکی) و عوامل محیطی (ارتفاع از سطح دریا، شیب دامنه، جهات دامنه، شاخص توپوگرافی، بارندگی فصلی و سالیانه و دمای فصلی و سالیانه) در مراتع هیر- نئور ا ستان اردبیل بود. ابتدا با در نظر گرفتن تیپ‌های گیاهی و عوامل محیطی، تولید اولیهٔ سطح زمین در مرحلهٔ اوج رویش گیاهان با اسـتفاده از پلات‌های یک متر مربعی (۳۳۰ پلات) به روش تصـادفی-سـیسـتماتیک و قطع و توزین برداشـت شـد. با ا ستفاده از نقشه‌های با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، مدل رقومی ارتفاع، نقشه‌های شیب، جهت، طبقات ارتفاعی و شاخص توپوگرافی ا ستخراج شد. نقشه‌های دما و بارندگی فصلی و سالیانه نیز با ا ستفاده از معادله‌های گرادیان ا ستخراج شده با ا ستفاده از ایستگاه‌های هم‌جوار (اردبیل، سرعین، خلخال و کوثر) منطقه تهیه شد. برای برر سی معنی‌داری تولید اولیهٔ سطح زمین در طبقات مختلف عوامل محیطی از تجزیه واریانس یک‌طرفه ا ستفاده شد. سپس برای تعیین مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر از تجزیه به مؤلفه‌های ا صلی ا ستفاده شد. نقشهٔ تولید اولیهٔ سطح زمین نیز با ا ستفاده از معادلهٔ رگر سیون درجه دو ا ستخراج شده، در GIS تهیه شد. نتایج نشان داد که تولید اولیهٔ سـطح زمین با عوامل ارتفاع و بارندگی رابطهٔ مسـتقیم و با دما رابطهٔ عکس دارد. همچنین بیشـترین تولید اولیهٔ سـطح زمین در جهت غربی ثبت شد. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد مؤلفه‌های اول (شامل بارندگی و دمای سالیانه، ارتفاع از سطح دریا) و مؤلفهٔ دوم (شامل شیب) با ۷۶/۱۰ در صد بی شترین تأثیر را بر روی تولید اولیهٔ سطح زمین دارند. همچنین نق شهٔ تولید اولیهٔ سطح زمین تهیه و صحت نق شه برابر با ۰/۵۴ به‌د ست آمد که ن شانگر اعتبار مدل ا ست. از یافته‌های این تحقیق می‌توان در مدیریت مراتع برای ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای تولید اولیهٔ سطح زمین و توازن کربن استفاده کرد.

کلید واژگان: مراتع، تولید اولیهٔ سطح زمین، عوامل پستی و بلندی، عوامل اقلیمی، هیر- نئور

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۰۹۸۹۱۲۶۶۵۲۶۲۴+
Email: a_ghorbani@uma.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

لازمهٔ مدیریت صحیح اکوسیستم‌های طبیعی از جمله مراتع شناخت خصوصیات تولیدی گیاهان است. به‌طوری‌که بدون شناخت این ویژگی‌ها برنامه‌ریزی و مدیریت مراتع مقدور نمی‌باشد [۴۲]. همچنین داشتن اطلاعات کافی از میزان تأثیر عوامل محیطی بر ساختار و عملکرد این اکوسیستم‌ها از ملزومات دیگر می‌باشد، بنابراین برای بهره‌برداری صحیح از آن، باید از چگونگی تعامل بین اجزاء و خصوصیات آن‌ها، شناخت کافی وجود داشته باشد که برآیند عمل و رفتار اجزاء در پوشش گیاهی و تولید گونه‌های مرتعی نمایان گردد [۴۱ و ۴۳]. تولید اولیه، زیست‌توده یا انرژی کل یک اکوسیستم در طول یک فصل یا سال [۱۲] و تولید اولیهٔ سطح زمین میزان تولید اولیهٔ اندام‌های هوایی گیاهان است [۵] که برای افزایش صحت برآورد آن نیاز به داشتن اطلاعات کافی از شرایط پستی‌وبلندی و سایر عوامل تأثیرگذار می‌باشد [۲۷ و ۴۱]. همچنین بررسی نوسان و ارتباط مقدار تولید اولیهٔ مراتع با پستی و بلندی و متغیرهای اقلیمی مانند بارندگی، دما و خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱۸، ۳۳، ۴۱، ۴۴ و ۵۲].

تولید اولیهٔ خالص سطح زمین یکی از مشخصه‌های کلیدی اکوسیستم بوده و از اهمیت بالایی برای چرخهٔ مواد و انرژی در اکوسیستم‌های مرتعی برخوردار است. پستی‌وبلندی به‌طور مستقیم از طریق تأثیر روی عوامل محیطی مانند بارندگی و دما و سایر پارامترها و به‌طور غیرمستقیم از طریق تأثیر بر تشکیل خاک، اثر عمده‌ای بر جوامع گیاهی دارد [۱۱، ۲۴ و ۳۹]. اگرچه درک چگونگی تأثیر و برهم‌کنش‌های آن‌ها پیچیده است، اما بخش مهمی از تغییرات عوامل محیطی مختلف که مقدار تولید اولیه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، متأثر از شرایط پستی‌وبلندی است [۲۲ و ۳۱]. در بیشتر مطالعات انجام شده در زمینهٔ بررسی اثرات عوامل پستی و بلندی و تولید اولیه، تنها به بررسی عوامل ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهات دامنه پرداخته شده و شاخص توپوگرافی مورد توجه قرار نگرفته است. در این تحقیق به بررسی اثرات این شاخص نیز پرداخته شد که می‌توان از آن برای بررسی عوامل هیدرولوژیکی، فیزیوگرافی، ژئوشیمیایی و همچنین برای توصیف عوامل بیولوژیکی مانند تولید اولیهٔ خالص، پارامترهای گیاهی و کیفیت جنگل استفاده کرد [۲۵]. مطالعات بر روی داده‌های اقلیمی نیز نشان داده است که مقدار بارندگی دارای بیشترین تأثیر بر تغییرات پوشش و تولیدات گیاهی بوده و مهم‌ترین شاخص در برآورد تولید به شمار می‌آید [۳۲].

در کنار مطالعاتی که در دنیا در زمینهٔ اثرات عوامل محیطی بر روی ویژگی‌های ساختاری (مانند پراکنش و تراکم) و مشخصه‌های کمی (مانند پوشش تاجی) صورت گرفته است [به‌طورمثال، ۱۸ و ۱۹] ، در ارتباط با اثرات این عوامل بر مقدار تولید نیز مطالعات زیادی صورت گرفته است. در تحقیقی [۸] رابطهٔ بین تولید مراتع با بارندگی سالیانه در علفزارهای آلبرتای مرکزی بررسی و رابطهٔ معنی‌داری را گزارش شده است. در تحقیقی دیگر [۴۷] یک مدل ریاضی برای نشان دادن اثر متقابل ارتفاع، جهت و شیب در تولید گونه‌های جنگلی ارائه داده‌اند. در این راستا در مطالعه‌ای [۳۷] عامل اصلی کاهش تولید گونه‌های گیاهی مراتع مغولستان را افزایش دمای ماه جولای به همراه کاهش بارش در ماه ژوئن بیان نمودند. در مطالعه‌ای [۹] گزارش کردند که عامل بارندگی فصلی در جنگل‌های گرمسیری تأثیر معنی‌داری بر تولید اولیهٔ سطح زمین دارند. طبق مطالعه‌ای دیگر [۵۳] که در آن تولید اولیهٔ مراتع چین بررسی و گزارش شد، بیان گردید که رابطهٔ معنی‌داری بین کاهش تولید اولیه و دماهای بالا و خشکی وجود دارد. در تحقیقی دیگر [۲] اثر بارندگی روی تولید در منطقهٔ ندوشن یزد بررسی و نتیجه گرفتند که بارش دورهٔ آذر تا اسفند و دمای بیشینهٔ تیرماه تأثیر مثبتی بر تولید دارد. در تحقیقی [۵۰] نیز رابطهٔ خصوصیات گیاهی با عوامل پستی‌وبلندی را در مراتع ییلاقی حوزهٔ واز استان مازندران بررسی و گزارش کردند که عامل ارتفاع بر میزان تولید و تاج پوشش گیاهی مؤثر

www.SID.ir

Archive of SID

ا ست. در تحقیقی دیگر [۵۶] در مراتع خ شکه رود ساوه گزارش شـده اسـت که مقدار بارندگی فصـل زمسـتان بر تولید گونه‌های چندسـاله تأثیر معنی‌داری نداشـته و بارندگی‌های بهاره نیز بر تولید علوفه متفاوت عمل کرده ا ست. طبق مطالعه‌ای [۳۰] تغییرات تولید و م صرف گونهٔ *Bromus tomentellus* Boiss. در مراتع کردان البرز در سـال‌ها و ماه‌های مختلف را مورد بررسـی قرار داده و اختلاف معنی‌دار را در م قدار تول ید و ز مان های مختلف بیان کردند و یکی از عوامل مهم در این امر را تفاوت دما و بارندگی در سـال‌ها و ماه‌های مختلف عنوان کردند. در تحقیقی دیگر [۴۱] تأثیر عوامل پسـتی و بلندی بر روی تولید اولیهٔ گیاهان مرتعی در مراتع سـبلان را بررسـی و گزارش کردند که تولید فرم‌های رویشی رابطهٔ معنی‌داری با تغییرات عوامل پسـتی و بلندی دارند. در مطالعه‌ای [۲۳] محققان به بررسـی اثرات عوامل پسـتی و بلندی بر روی تغییرات تولید اولیه در مراتع کوه ستانی شهر ستان نمین پرداخته و رابطهٔ معنی‌دار بین این عوامل را گزارش کرده‌اند. در مطالعه‌ای دیگر [۲۱] اقدام به بررسـی اثرات عوامل فیزیوگرافی بر تغییرات تولید اولیهٔ فرم‌های رویشی کرده و گزارش کردند که بیشـترین تولید اولیه در جهات غربی و طبقات ارتفاعی بالا است.

در این تحقیق مراتع هیر و در یاچهٔ نئور که یکی از مهم‌ترین مراتع اسـتان اردبیل از لحاظ دامداری سـنتی، تأمین علوفهٔ دام، ترسـیب کربن، شـاخص توازن کربن، تغییرات زی‌توده اکوسیستم و فرسایش و رسوب می‌باشد مورد توجه قرار گرفت تا اندازه‌گیری تولید اولیهٔ سـطح زمین و تغییرات آن در ارتباط با عوامل پسـتی و بلندی و اقلیمی مورد بررسی قرار گیرد، تا علاوه بر شناخت پایه از پتانسـیل تولید کل سـطح زمین، بتوان در مدیریت بهتر مقدار کربن تثبیت شـده در این مراتع مورد اسـتفاده قرار داد. همچنین با در دسـت داشـتن میزان اثرات عوامل محیطی بر تغییرات تول ید اول یهٔ مراتع می‌توان مدیر یت مناسب در جهت ایجاد حالت تعادل بین عر ضه و تقاضای انرژی کل اکوسـیسـتم و توازن کربن اعمال کرد. در ادامه این تحقیق نیز می‌توان با به‌دسـت آوردن تولید مرتع، در جهت تعیین ظرفیت چرای مراتع با اسـتفاده از روش‌های مناسب توسعه یافته استفاده کرد.

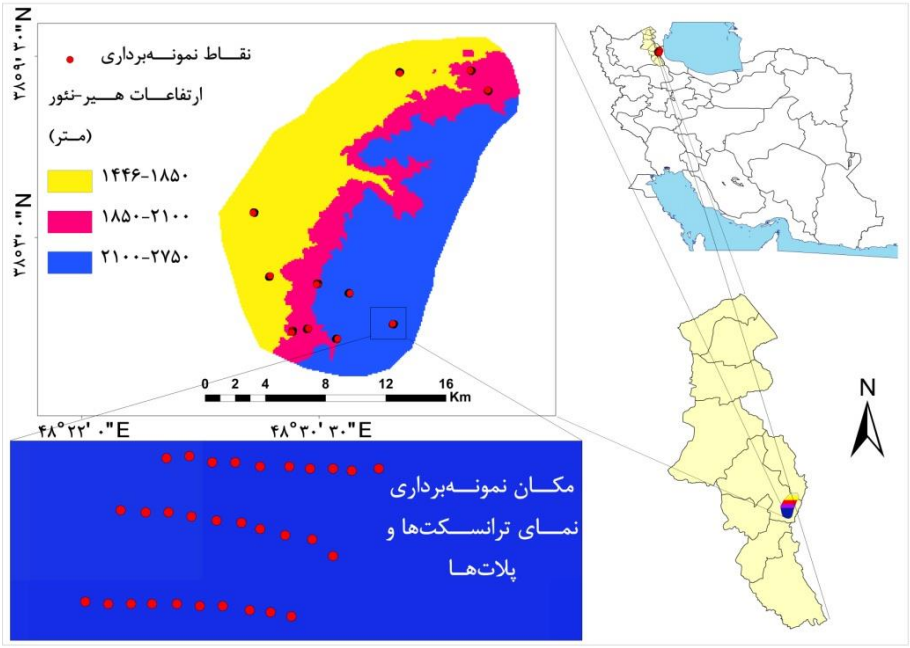
۲. روش‌شناسی

۱،۲. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

در این پژوهش مراتع دامنه های هیر - در یا چه نئور واقع در شـهرسـتان اردبیل، اسـتان اردبیل در موقعیت جغرافیایی ´۵۹ °۳۷ تا ´۵ °۳۸ شـمالی و ´۲۶ °۴۸ تا ´۴۸ °۳۵ شـرقی مورد بررسـی قرار گرفت (شـکل ۱). با توجه به نقشهٔ مدل رقومی ارتفاع، حداقل ارتفاع از سطح دریا ۱۴۴۶ متر و حداکثر ارتفاع آن ۲۷۵۰ متر از سـطح دریا اسـت. بر اسـاس گرادیان بارندگی اسـتخراج شـده از داده‌های ۲۵ سالهٔ ایستگاه‌های هواشناسی اطراف منطقهٔ مورد مطالعه (اردبیل، سـرعین، خلخال و کوثر)، بارندگی سـالیانه ۳۳۸ تا ۳۹۰ میلی‌متر و دمای سـالیانه ۶ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد است [۱۰]. با توجه به مشاهدات میدانی و نتایج این مطالعه، بافت خاک لومی رسـی و حاصـلخیز مرتعی و پوشـش گیاهی منطقه به صـورت علف - بوته‌زار اسـت. تیپ غالب گیاهی در ارتفاع ۱۴۴۶ تا ۱۹۰۰ متر *Bromus tectorum* L.، *Artemisia fragrans* Willd. و *Poa bulbosa* L.، در ارتفاع ۱۹۰۰ تا ۲۳۰۰ *Festuca ovina* L.، *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen. و *Astragalus microcephalus* Willd. و در ارتفاع ۲۳۰۰ تا ۲۷۵۰ متر *Festuca ovina* L.، *Onobrychis cornuta* (L.) Desv و *Bromus tomentellus* Boiss. اسـت. این مراتع جزء مراتع روسـتایی منطقه و عشـایری (ایل شاهسون) می‌باشد. دام بهره‌بردار عمدتاً گوسفند مغانی (بیش از ۹۵ درصـد) و سـایر احشـام کمتر از ۵ درصـد می‌باشد. مراتع توسط دام روستایی (حدود ۷ ماه) از برف تا برف و توسـط دام عشـایری در نیمه دوم فصـل بهار، تابسـتان و نیمه اول پائیز مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد [۱۰].

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه در سطح کشور، استان اردبیل و شهرستان اردبیل و توزیع رویشگاه‌های (مکان‌های) انتخاب شده با توجه به تغییرات ارتفاعی و موقعیت پلات‌های نمونه‌برداری در یکی از مکان‌ها

۲،۲. روش تحقیق

برای انجام این تحقیق، در خردادماه ۱۳۹۵ سه پروفیل ارتفاعی با توجه به جادهٔ دسترسی و در هر پروفیل به ترتیب تعداد سه، پنج و سه (جمعاً ۱۱) مکان نمونه‌برداری (رویشگاه) انتخاب شد (شکل ۱)، که میانگین عوامل محیطی برای هر یک از مکان‌ها در جدول (۱) ارائه شده است. در هر مکان سه ترانسکت با فاصلهٔ ۵۰ متری از هم مستقر شدند. محل ترانسکت اول تصادفی، سپس ترانسکت‌های بعدی به صورت سیستماتیک به صورت عمود بر شیب در سطح مناطق معرف (به دور از روستا و جاده) انتخاب شد. در امتداد هر ترانسکت تعداد ۱۰ پلات یک مترمربعی (در هر مکان ۳۰ پلات) با فواصل ۱۰ متر از هم مستقر شدند. سپس تولید اولیهٔ همه گیاهان موجود در هر پلات به روش قطع و توزین برداشت شد (۳۳۰ پلات). بدین ترتیب که گندمیان و پهن برگان علفی از حدود یک سانتی‌متری سطح خاک و در مورد بوته‌ای‌ها تولید سال جاری برداشت شد. ابعاد و تعداد پلات‌ها، با توجه به ساختار پوشش گیاهی منطقه و تعداد نمونهٔ مورد نیاز و همچنین با توجه به منابع مختلف [۱۵، ۱۹، ۲۰، ۳۴، ۳۵، ۳۸، ۴۶ و ۵۵] تعیین شد. گونه های گیاهی از رویشگاه‌های موجود در طبقات ارتفاعی مختلف به صورت نمونه‌های هرباریومی از سطح پلات‌ها برداشت شده و سپس شناسایی و در هرباریوم دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی موجود است. ابتدا تولید اولیهٔ سطح زمین گونه‌ها برداشت و پس از خشک شدن در هوای آزاد و آون، توزین و تولید اولیه برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

نقشهٔ مدل رقومی ارتفاع با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ رقومی سازمان نقشه‌برداری کشور با ابعاد پیکسل ۲۰×۲۰ متر تهیه شد. نقشه‌های ارتفاع، شیب، جهات جغرافیایی و شاخص توپوگرافی با استفاده از نرم‌افزار $ArcGIS_{10}$ تهیه و اطلاعات مورد نیاز برای هر یک از موقعیت پلات‌های نمونه‌برداری استخراج شد. شاخص توپوگرافی با استفاده از معادلهٔ ۱ (به منظور جریان‌های سطحی و انباشت رطوبتی) تهیه شد [۲۱ و ۳۶]. مناطق با مقادیر کم شاخص توپوگرافی نشان‌دهندهٔ حوضه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

کوچک و دامنه‌های شیب‌دار یا تپه (انباشت رطوبتی کم) و مناطق با ارزش بالای این شاخص نشان‌دهندهٔ حوضه‌های بزرگ و شیب ملایم و یا دشت (انباشت رطوبتی زیاد) است [۲۱ و ۳۶]. بر اساس مطالعه‌ای [۳۶] این شاخص برای مدل‌ها و جنبه‌های هیدرولوژیکی استفاده می‌شود که به‌شدت با رطوبت خاک در ارتباط است که از این اطلاعات می‌توان به‌صورت غیرمستقیم در بررسی‌های پوشش گیاهی از جمله تولید نیز استفاده کرد.

$$CTI = \ln(a/\tan\beta) \quad (۱)$$

a: مقدار انباشتگی جریان ناحیهٔ بالادست و β: شیب دامنه را نشان می‌دهد.

جدول ۱. مشخصات پستی و بلندی و اقلیمی مکان‌های نمونه‌برداری شده

شمارهٔ مکان	موقعیت (°N, °E)	ارتفاع (m)	شیب (%)	شاخص توپوگرافی	جهت	متوسط بارندگی سالیانه (mm)	متوسط بارندگی فصل بهار (mm)	متوسط دمای سالیانه (°C)	متوسط دمای فصل بهار (°C)
۱	۴۸،۵۵ – ۳۸،۱۴	۱۶۱۷	۴۰	۵/۰۰	شمال‌غربی	۳۴۰	۴۶	۹	۷/۵۰
۲	۴۸،۵۹ – ۳۸،۱۴	۱۹۵۳	۱۲	۶/۰۰	شمالی	۳۵۹	۴۷	۸	۶/۵۰
۳	۴۸،۶۰ – ۳۸،۱۳	۱۹۴۸	۲۸	۵/۵۰	غربی	۳۵۸	۴۶	۸	۶/۰۰
۴	۴۸،۴۶ – ۳۸،۰۶	۱۶۲۲	۱۲	۶/۵۰	شمالی	۳۳۸	۴۴	۹	۷/۵۰
۵	۴۸،۴۷ – ۳۸،۰۲	۱۸۰۴	۱۲	۶/۰۰	غربی	۳۴۸	۴۴	۸	۷/۰۰
۶	۴۸،۵۰ – ۳۸،۰۲	۲۱۳۴	۲۹	۵/۵۰	غربی	۳۶۶	۴۶	۷	۵/۵۰
۷	۴۸،۵۲ – ۳۸،۰۱	۲۳۶۰	۲۸	۶/۰۰	شمالی	۳۷۹	۴۸	۷	۴/۵۰
۸	۴۸،۵۵ – ۳۷،۹۹	۲۵۸۹	۱۲	۶/۰۰	شمال‌غربی	۳۹۲	۵۱	۶	۴/۰۰
۹	۴۸،۴۹ – ۳۷،۹۹	۱۹۱۹	۲۱	۵/۵۰	جنوب‌غربی	۳۵۴	۴۵	۸	۶/۵۰
۱۰	۴۸،۵۰ – ۳۷،۹۹	۱۹۸۲	۲۴	۷/۰۰	جنوب‌غربی	۳۵۸	۴۶	۸	۶/۰۰
۱۱	۴۸،۵۱ – ۳۷،۹۸	۲۱۶۱	۳۳	۵/۵۰	جنوب‌غربی	۳۶۸	۴۵	۷	۵/۵۰

داده‌های مربوط به جهت جغرافیایی با استفاده از رابطهٔ بیرز[2] [۷] کمّی شد (معادلهٔ ۲). همچنین داده‌های اقلیمی (داده‌های بارندگی و دمای سالیانه و فصلی) با استفاده از گرادیان و نقشه‌های تهیه شده برای منطقهٔ مورد مطالعه که از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی هم‌جوار منطقه اخذ شده بود [۱۰]، برای هر یک از موقعیت پلات‌ها که به وسیلهٔ GPS ثبت شده بود در محیط GIS استخراج شد.

$$A' = \cos(45-A)+1 \quad (۲)$$

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

باتوجه به هدف تحقیق که بررسی اثرات عوامل پستی و بلندی و اقلیمی بر روی تولید اولیهٔ سطح زمین بود، ابتدا عوامل محیطی به طبقات مختلف تقسیم‌بندی و سپس با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن، میانگین و معنی‌داری تولید اولیهٔ سطح زمین در هر یک از طبقات عوامل محیطی مشخص شد. سپس به‌منظور تعیین میزان توجیه‌کنندگی و اثرات مشترک عوامل مورد بررسی بین عوامل ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهات دامنه، شاخص توپوگرافی، دمای سالیانه، دمای فصلی، بارندگی سالیانه و بارندگی فصلی بر تغییرات تولید اولیهٔ سطح زمین، از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA[3]) استفاده شد. برای انتخاب مؤلفه‌ها، مقدار ویژهٔ هر مؤلفه مدنظر قرار گرفت و مؤلفه‌هایی که مقدار ویژهٔ آن‌ها بیشتر از مقدار

[1] Compound Topographic Index
[2] Beers
[3] Principle Component Analysis

www.SID.ir

Archive of SID

BSE[1] بود انتخاب شدند [۲۸]. همچنین برای بررسی میزان تبیین مقدار متغیر وابسته (تولید اولیهٔ سطح زمین) با متغیرهای مستقل (پستی‌وبلندی و اقلیم)، ابتدا آزمون هم‌خطی بین متغیرهای مستقل انجام شد و از پارامترهای با درصد هم‌بستگی بیشتر از ۰/۷، برای جلوگیری از افزایش میزان خطای مدل، صرف‌نظر شد و در نهایت با استفاده از روش رگرسیون غیرخطی (الگوی مربعی یا تابع درجه دو) بررسی شد. معادلهٔ عمومی رابطهٔ رگرسیون تابع درجه دو برای پیش‌بینی متغیر وابسته از روی متغیر مستقل به‌صورت معادلهٔ ۳ بوده است که برای تولید کل اولیه، با توجه به معنی‌داری عوامل مستقل استفاده شد.

$$Y=a+b_1x+b_2x^2 \qquad (۳)$$

در این رابطه Y مقدار پیش‌بینی‌شدهٔ متغیر وابسته (تولید اولیه)، a مقدار ثابت، b ضرایب رگرسیون، x مقدار متغیر مستقل می‌باشد.

درنهایت در محیط GIS با استفاده از معادلهٔ استخراج شده برای تولید اولیهٔ کل، نقشهٔ تولید اولیهٔ سطح زمین برای منطقهٔ مطالعاتی پیش‌بینی شد. همچنین صحت نقشهٔ تهیه‌شده با استفاده از ۱۵ درصد نمونه‌ها و با استفاده از محاسبهٔ معیار RMSE[2] (ریشهٔ میانگین مربع خطا)، توسط معادلهٔ ۴ بررسی شد [۱۶]. این شاخص هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان دهندهٔ این است که مقادیر محاسبه شده با مدل به مقادیر واقعی نزدیکتر است. تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای $SPSS_{16.0}$ و $PC\text{-}Ord_5$ و تهیهٔ نقشه و تجزیه و تحلیل مکانی با استفاده از $ArcGIS_{10}$ انجام شد.

$$RMSE= (\sqrt{\Sigma^{n}_{i=1}(Esi-Eoi)^2})/n-1 \qquad (۴)$$

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

۳. نتایج

گونه‌های غالب منطقه بر اساس تیره، نام علمی، طبقات ارتفاعی رویشگاه‌ها، فرم رویشی و خوشخوراکی آن‌ها در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج نشان داد که حدود ۸۵ درصد از کل گونه‌ها را پهن برگان علفی، ۸ درصد بوته‌ای و نیمه بوته‌ای‌ها و ۷ درصد باقی‌مانده را گندمیان تشکیل می‌دهند. در مجموع ۱۱/۳۳ درصد گونه‌ها کم شونده، ۱۵/۵۶ درصد زیاد شونده و ۷۳/۱۱ درصد گونه‌ها مهاجم می‌باشند.

نتایج تجزیه واریانس و مقایسهٔ میانگین بین طبقات مختلف عوامل محیطی و تولید اولیهٔ سطح زمین با استفاده از آزمون دانکن در جدول (۳) ارائه شده است. با توجه به معنی‌داری طبقات ارتفاع بر روی تولید اولیهٔ سطح زمین رابطهٔ مستقیم مشاهده شد. به‌طوری‌که با افزایش ارتفاع تولید اولیه نیز افزایش داشته است. با توجه به تأثیر طبقات جهت نیز مشاهده شد که بیشترین مقدار تولید اولیهٔ کل در جهت غربی است. نتایج اثرات طبقات بارندگی سالانه، دمای سالانه و دمای فصلی به‌ترتیب اثرات مستقیم، عکس و عکس را بر روی تولید اولیه نشان داد. همچنین بین طبقات شیب، شاخص توپوگرافی و بارندگی فصلی، اختلاف معنی‌داری با تولید اولیه مشاهده نشد.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در بررسی اثرات مشترک عوامل محیطی نشان داد که مقادیر ویژه مربوط به مؤلفه‌های اول و دوم بیشتر از شاخص BSE بوده (جدول ۴)، لذا برای توجیه تغییرات انتخاب شد که مؤلفهٔ اول ۵۸/۷۴ درصد تغییرات و مؤلفهٔ دوم ۱۷/۳۵ درصد تغییرات را توجیه کردند که در مجموع این دو مؤلفه ۷۶/۱۰ درصد از تغییرات را برعهده دارند.

جدول ۲. گونه‌های موجود در طبقات ارتفاعی مختلف و خوشخوراکی و فرم رویشی شناسایی شده

[1] Broken-Stick Eigenvalue
[2] Root mean squared error

www.SID.ir

Archive of SID

نام علمی تیره و گونه	فرم رویشی	طبقه‌ارتفاعی	خوشخوراکی	نام علمی تیره و گونه	فرم رویشی	طبقه‌ارتفاعی	خوشخوراکی
Alliaceae	-	-	-	*A. xerophiloides* Podlech & Ekici	F	1-2	I
Allium akaka Regel	F	1-2	III	*Coronilla sp.*	F	1-2-3	I
A. scorodoprasum L.	F	1-2-3	III	*Lathyrus sativus* L.	F	2	I
Apiaceae	-	-	-	*Medicago sativa* L.	F	1-2	I
Eryngium billardierei F.Delaroche	F	1-2-3	III	*Onobrychis cornuta* (L.) Desv.	Sh	1-2-3	II
Falcaria vulgaris Bernh.	F	1-2-3	III	*O. sp.*	Sh	1	I
Hohenackeria exscapa Grande	F	2	III	*Trigonella monantha* C.A.Mey.	F	1-2-3	I
Pimpinella affinis Ledeb.	F	2-3	III	**Geraniaceae**	-	-	-
Pimpinella aurea DC.	F	1-2	III	*Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.	F	1-2	III
Scandix stellata Banks & Sol.	F	1-2	III	*Geranium persicum* Schonb.Tem.	F	1-2-3	III
Torilis leptophylla Rchb.f.	F	1	III	**Hyacinthaceae**	-	-	-
Turgenia latifolia Hoffm.	F	2	III	*Muscari caucasicum* Baker	F	1-2	III
Asteraceae	-	-	-	**Illecebraceae**	-	-	-
Achillea vermicularis Trin.	F	1-2-3	III	*Herniaria incana* Boiss.	F	2	III
Anthemis candidissima Willd. ex Spreng.	F	1-2	III	**Iridaceae**	-	-	-
A. triumfettii (L.) DC.	F	1-2	III	*Gladiolus kotschyanus* Boiss.	F	2	III
Artemisia fragrans Willd.	Sh	1-2-3	II	*Iris reticulata* M.Bieb.	F	1-2	III
Ceratocephalus testiculatus (Crantz) Roth	F	1-2-3	III	**Lamiaceae**	-	-	-
Chardinia orientalis (L.) Kuntze	F	1-2-3	III	*Acinos graveolens* Link	F	1-2	III
Cirsium haussknechtii Boiss.	F	2-3	III	*Eremostachys azerbaijanica* Rech.f.	F	2	III
Crepis sancta (L.) Babc.	F	1-2-3	III	*Lamium amplexicaule* L.	F	1-2-3	III
Filago arvensis L.	F	1-2	III	*Phlomis olivieri* Benth.	F	1-2	III
Inula sp.	F	2	III	*Salvia sp.*	F	1-2	III
Jurinella moschus (Hablitz) Bobrov	F	2	III	*Teucrium pumilum* L.	F	3	III
Onopordum acanthium L.	F	2-3	III	*Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen.	Sh	1-2-3	III
Scariola orientalis (Boiss.) Soják	F	1-2-3	II	*Ziziphora persica* Bunge	F	1-2	II
Senecio glaucus DC.	F	1-2	III	**Liliaceae**	-	-	-
Tanacetum chiliophyllum Sch.Bip.	F	1-2-3	III	*Gagea sp.*	F	1-2-3	III
Xeranthemum squarrosum Boiss.	F	1-2	III	**Papaveraceae**	-	-	-
Boraginaceae	-	-	-	*Papaver dubium* L.	F	1-2	III
Buglossoides arvensis (L.) I.M.Johnst.	F	1	III	**Plantaginaceae**	-	-	-
Cryptantha intermedia Greene	F	2	III	*Plantago lanceolata* Hook.	F	2	III
Lappula barbata Gürke	F	2-3	III	**Poaceae**	-	-	-
Nonea sp.	F	1-2	III	*Bromus cappadocicus* Boiss. & Balansa	G	1	II
Brassicaceae	-	-	-	*B. tectorum* L.	G	1-2	III

ادامه جدول ۲

www.SID.ir

Archive of SID

نام علمی تیره و گونه	فرم رویشی	طبقه‌ارتفاعی	خوشخوراکی	نام علمی تیره و گونه	فرم رویشی	طبقه‌ارتفاعی	خوشخوراکی
Aethionema carneum B.Fedtsch.	F	2	III	*B. tomentellus* Boiss.	G	1-2-3	I
Alyssum minus (L.) Rothm.	F	1-2-3	III	*Elymus repens* (L.) Gould	G	1-2	II
Camelina rumelica Velen.	F	1	II	*E. sp.*	G	1-2	II
Erysimum collinum Andrz.	F	1-2-3	III	*Festuca ovina* L.	G	1-2-3	I
Campanulaceae	-	-	-	*F. valesiaca* Schleich. ex Gaudin	G	1-2	I
Campanula stevenii M.Bieb.	F	3	III	*Poa bulbosa* L.	G	1-2	I
Caryophyllaceae	-	-	-	*Taeniatherum caput-medusae* (L.) Nevski	G	1-2-3	III
Arenaria leptoclados Guss.	F	1-2-3	III	**Polygonaceae**	-	-	-
Cerastium dichotomum L.	F	1	III	*Polygonum serpyllaceum* Jaub. & Spach	F	3	II
Dianthus orientalis Donn	Sh	1-2	III	**Primulaceae**	-	-	-
Minuartia hamata Mattf.	F	1-2-3	III	*Androsace maxima* L.	F	1	III
M. meyeri Bornm.	F	1-2	III	**Ranunculaceae**	-	-	-
Silene aucheriana Boiss.	Sh	3	III	*Adonis aestivalis* L.	F	1-2	III
S. spergulifolia M.Bieb.	Sh	1-2-3	III	*Ranunculus sp.*	F	1	III
Velezia rigida L.	F	2	III	**Rosaceae**	-	-	-
Chenopodiaceae	-	-	-	*Cerasus sp.*	Sh	1	III
Camphorosma monspeliaca L.	Sh	1	II	*Potentilla bifurca* L.	F	2-3	II
Kochia prostrata (L.) schard.	Sh	1	II	*Sanguisorba minor* Bertol.	F	2	I
Cistaceae	-	-	-	**Rubiaceae**	-	-	-
Helianthus salicifolius A.Dietr.	F	1-2-3	III	*Asperula setosa* Jaub. & Spach	F	1-2-3	III
Convolvulaceae	-	-	-	*Callipeltis cucullaris* (L.) DC.	F	1-2	III
Convolvulus arvensis L.	F	1-2-3	II	*Galium verum* L.	F	2	III
Euphorbiaceae	-	-	-	**Scrophulariaceae**	-	-	-
Euphorbia seguieriana Neck.	F	1-2-3	III	*Bungea trifida* (Spreng.) C.A.Mey.	F	2	II
E. szovitsii Fisch. & C.A.Mey.	F	2	III	*Verbascum sp.*	F	1-2-3	III
Fabaceae	-	-	-	*Veronica arvensis* L.	F	1-2-3	III
Astragalus australis (L.) Lam.	Sh	2	III	*V. orientalis* Mill.	F	1-2-3	II
A. curvirostris Boiss.	Sh	1	III	**Valerianaceae**	-	-	-
A. microcephalus Willd.	Sh	1-2-3	I	*Valerianella plagiostephana* Fisch. & C.A.Mey.	F	2	III
A. paralipomenus Bunge	Sh	2-3	III	*V. sclerocarpa* Fisch. & C.A.Mey.	F	2	III
A. tabrisianus E.Sheld	Sh	1-2-3	III	**Violaceae**	-	-	-
A. taleshensi Bidarlord, F.Ghahrem. & Maassoumi	F	3	II	*Viola modesta* Fenzl	F	2	III

*: 1: (طبقه ارتفاعی ۱۶۰۰-۱۸۵۰m)، 2: (۱۸۵۰-۲۱۰۰m) و 3: (۲۱۰۰-۲۶۰۰m) طبقات ارتفاعی؛ I: (گونه کم شونده)، II: (زیاد شونده) و III: (مهاجم) کلاس‌های خوشخوراکی؛ G: (گندمیان)، F: (پهن‌برگان علفی) و Sh: (بوته‌ای‌ها) فرم‌های رویشی.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل محیطی بر تولید اولیهٔ سطح زمین

عوامل محیطی	طبقات	تعداد پلات	تولید اولیهٔ کل ± خطای از میانگین
ارتفاع (m)	۱۸۵۰-۱۴۴۶	۹۰	۴۷۴/۰۳^{b} ± ۳۶/۷۰
	۲۱۰۰-۱۸۵۰	۱۲۰	۴۳۴/۴۷^{b} ± ۱۹/۹۶
	۲۷۵۰-۲۱۰۰	۱۲۰	۶۰۸/۴۶^{a} ± ۲۰/۹۷
شیب (٪)	۱۵>	۱۱۰	۵۲۱/۸۷^{a} ± ۳۴/۷۳
	۳۰-۱۵	۱۲۰	۴۹۱/۹۷^{a} ± ۱۷/۷۶
	۶۰-۳۰	۱۰۰	۵۱۵/۰۸^{a} ± ۲۴/۶۳
جهت	شمالی	۹۰	۳۸۵/۵۹^{c} ± ۱۹/۴۵
	شمال غربی	۷۰	۴۸۹/۷۵^{b} ± ۳۰/۴۴
	غربی	۱۰۰	۶۲۸/۱۳^{a} ± ۳۱/۹۵
	جنوب غربی	۷۰	۵۰۱/۱۷^{b} ± ۲۸/۹۳
شاخص توپوگرافی (CTI)	۵-۴/۵	۱۱۰	۴۹۰/۱۳^{a} ± ۲۲/۷۰
	۵/۶-۵/۵	۱۲۰	۵۱۸/۱۹^{a} ± ۲۸/۶۲
	۶/۱۰-۵	۱۰۰	۵۱۷/۱۵^{a} ± ۲۴/۴۲
بارندگی سالانه (mm)	۳۵۵-۳۳۸	۱۱۱	۴۵۵/۲۴^{b} ± ۳۰/۶۵
	۳۶۶-۳۵۵	۱۰۳	۴۵۳/۶۵^{b} ± ۲۲/۱۹
	۳۹۰-۳۶۶	۱۱۶	۶۰۸/۴۳^{a} ۲۱±/۶۵
بارندگی فصلی (بهار) (mm)	۴۶-۴۴	۱۲۰	۵۱۴/۷۵^{a} ± ۳۰/۲۰
	۴۷-۴۶	۱۲۰	۵۲۹/۰۹^{a} ± ۲۰/۹۰
	۵۰-۴۷	۹۰	۴۷۳/۰۳^{a} ± ۲۴/۳۰
دمای سالانه (°C)	۶/۷-۰۰/۵۰	۱۰۰	۵۸۷/۹۲^{a} ± ۲۲/۹۳
	۷/۸-۵۰/۵۰	۱۳۰	۴۸۲/۹۶^{b} ± ۲۰/۶۰
	۸/۱۰-۵۰/۰۰	۱۰۰	۴۶۲/۵۸^{b} ± ۳۳/۶۶
دمای فصلی (بهار) (°C)	۵-۳/۵	۹۰	۵۸۶/۴۵^{a} ± ۲۴/۶۰
	۵/۶-۵/۵	۱۲۰	۵۴۲/۲۹^{a} ± ۲۰/۹۰
	۶/۸-۵	۱۲۰	۴۱۶/۴۹^{b} ± ۲۸/۷۰

a، b و c: حروف متفاوت در هر ردیف، نشانگر اختلاف معنی‌دار است؛ حروف یکسان نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین طبقات است.

جدول ۴. مقادیر ویژه و واریانس مربوط به هر یک از مؤلفه‌ها در روش PCA

مؤلفه‌ها	مقادیر ویژه	واریانس توجیه شده (درصد)	واریانس تجمعی (درصد)	BSE
۱	۴/۷۰	۵۸/۷۴	۵۸/۷۴	۲/۷۱
۲	۱/۷۱	۱۷/۳۵	۷۶/۱۰	۱/۴۸

جدول (۵) مقادیر بردار ویژه مربوط به متغیّر ها در مؤلفه‌های اول و دوم را نشـــان می‌دهد. با توجه به قدر مطلق ضرایب و معنی‌داری آن‌ها، مؤلفهٔ اول شامل عوامل بارندگی ســـالیانه، دمای ســـالیانه، ارتفاع از ســـطح دریا و مؤلفهٔ دوم شامل شیب بودند. بنابراین، این عوامل به‌ترتیب با توجه به تأثیر بالای خود به عنوان مؤثرترین عوامل در تغییر تولید اولیهٔ مراتع منطقه شناسایی شدند.

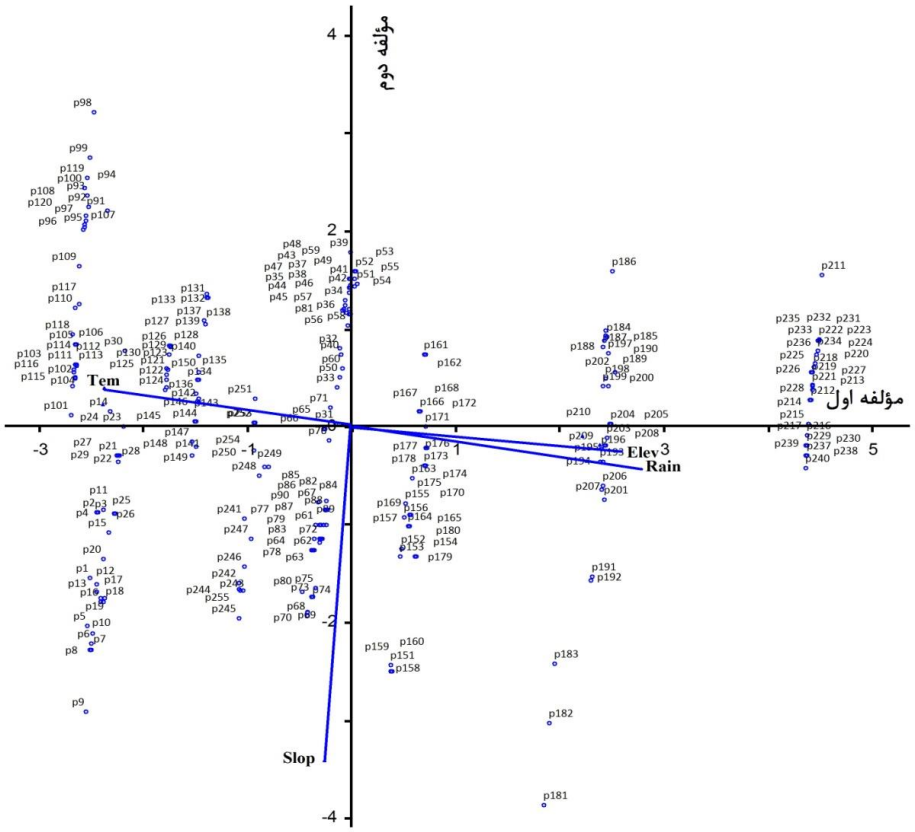
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. مقادیر بردار ویژه مربوط به متغیرهای تأثیرگذار در هر یک از مؤلفه‌ها در روش PCA

عوامل محیطی	بارندگی سالیانه	دمای سالیانه	ارتفاع از سطح دریا	شیب دامنه	جهات دامنه	شاخص توپوگرافی	بارندگی فصل بهار	دمای فصل بهار
مؤلفه ۱	**۰/۴۵۸**	**-۰/۴۵۸**	**۰/۴۵۷**	-۰/۰۲۳	۰/۰۴۵	۰/۰۲۳	۰/۴۰۱	-۰/۴۵۴
مؤلفه ۲	۰/۰۴۴	-۰/۰۴۹	۰/۰۴۶	**۰/۷۰۸**	-۰/۶۱۲	-۰/۳۰۳	-۰/۱۳۱	-۰/۰۸۷
مؤلفه ۳	-۰/۰۱۵	۰/۰۱۴	-۰/۰۱۲	-۰/۱۰۳	-۰/۹۴۷	۰/۲۹۹	-۰/۰۲۳	۰/۰۱۲
مؤلفه ۴	۰/۰۱۷	-۰/۰۲۴	۰/۰۲۷	۰/۶۹۹	۰/۱۴۰	۰/۶۸۳	-۰/۱۳۸	-۰/۰۵۳
مؤلفه ۵	۰/۱۴۶	-۰/۱۸۶	۰/۲۲۰	-۰/۱۳۱	-۰/۰۰۱	-۰/۰۸۵	-۰/۹۰۳	-۰/۲۳۳
مؤلفه ۶	-۰/۳۲۴	۰/۲۸۷	-۰/۲۷۸	-۰/۰۲۴	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۳	۰/۰۴۵	-۰/۸۵۵

شکل (۲) نمودار رسته‌بندی تولید اولیهٔ سطح زمین گیاهان مرتعی را بر اساس مؤلفه‌های مورد نظر نشان می‌دهد. در تحلیل این نمودار و توجیه عامل پراکنش مکانی واحدهای زیست‌محیطی و تغییرات تولید اولیهٔ سطح زمین نکات زیر قابل توجه بوده است. هر چه نقطهٔ معرف رویشگاه‌ها و تولید اولیه سطح زمین از مبدأ مختصات دورتر و به یک محور (مؤلفه خاص) نزدیکتر است، بیشتر تحت تأثیر آن مؤلفه بوده است.



شکل۲. نتایج حاصل از رج‌بندی تولید اولیهٔ گیاهی و عوامل محیطی بر اساس دو مؤلفهٔ اول و دوم در روش PCA در سطح پلات‌ها

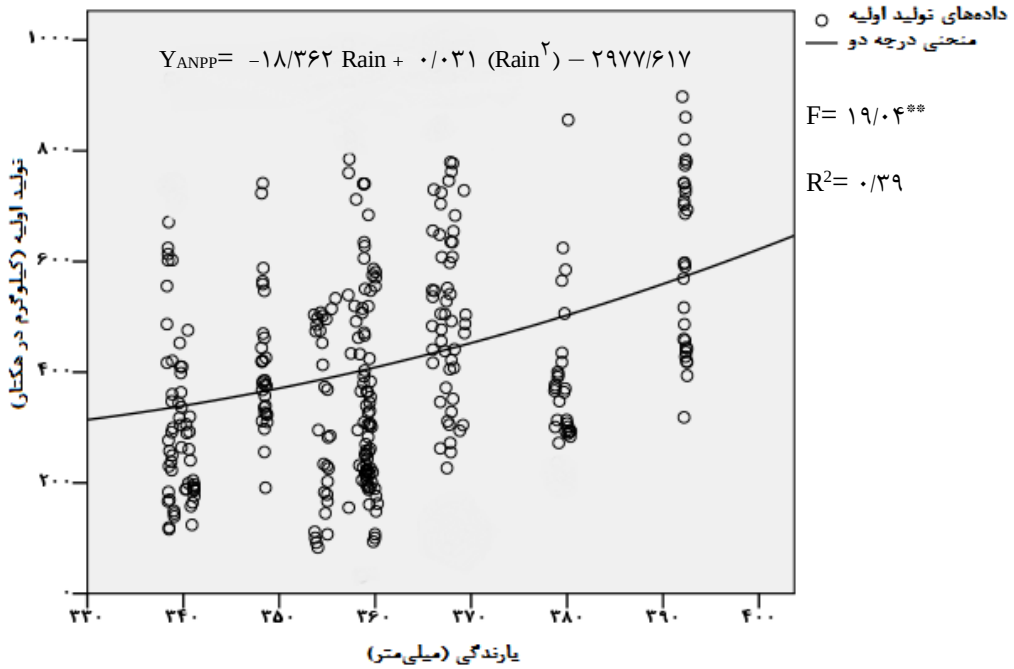
$P_1, P_2, \ldots, P_n$: شماره پلات‌ها: (۱-۳۰: مکان ۱، ۳۰-۶۰: مکان ۲، ۶۰-۹۰: مکان ۳، ۹۰-۱۲۰: مکان ۴، ۱۲۰-۱۵۰: مکان ۵، ۱۵۰-۱۸۰: مکان ۶، ۱۸۰-۲۱۰: مکان ۷، ۲۱۰-۲۴۰: مکان ۸، ۲۴۰-۲۷۰: مکان ۹، ۲۷۰-۳۰۰: مکان ۱۰، ۳۰۰-۳۳۰: مکان ۱۱)؛ Tem: دمای سالیانه؛ Rain: بارندگی سالیانه؛ Slop: شیب؛ Elev: ارتفاع

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین در تفسیر این نمودار به علامت جبری ضرایب همبستگی بین خصوصیات با مؤلفه‌ها توجه شده است. با توجه به علامت مثبت و منفی ضرایب متغیرها که در جدول (۵) ارائه شده است، در مؤلفهٔ اول از چپ به راست دمای سالیانه کاهش و بارندگی سالیانه و ارتفاع از سطح دریا افزایش داشته است. همچنین با توجه به مؤلفه دوم با حرکت از پایین محور به بالا، عامل شیب کاهش یافته است. درکل با توجه به مشخصات مکان‌های نمونه‌برداری شده (جدول ۱) و نتایج رجبندی و موقعیت پلات‌ها (شکل ۲) می‌توان عوامل مهم در تغییرات تولید اولیهٔ سطح زمین هر یک از مکان‌های را مورد بررسی قرار داد.

با توجه به نتایج رابطهٔ رگرسیونی تابع درجه دو محاسبه شده برای تولید اولیهٔ سطح زمین با عوامل پستی‌وبلندی و اقلیمی مشاهده شد که رابطهٔ معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) بین آن‌ها وجود دارد. با توجه به نتایج هم‌خطی بین عوامل مستقل و صرف‌نظر از عواملی که هم‌خطی بالا داشتند، معادلهٔ پیش‌بینی تولید اولیه به صورت شکل (۳) خواهد بود.

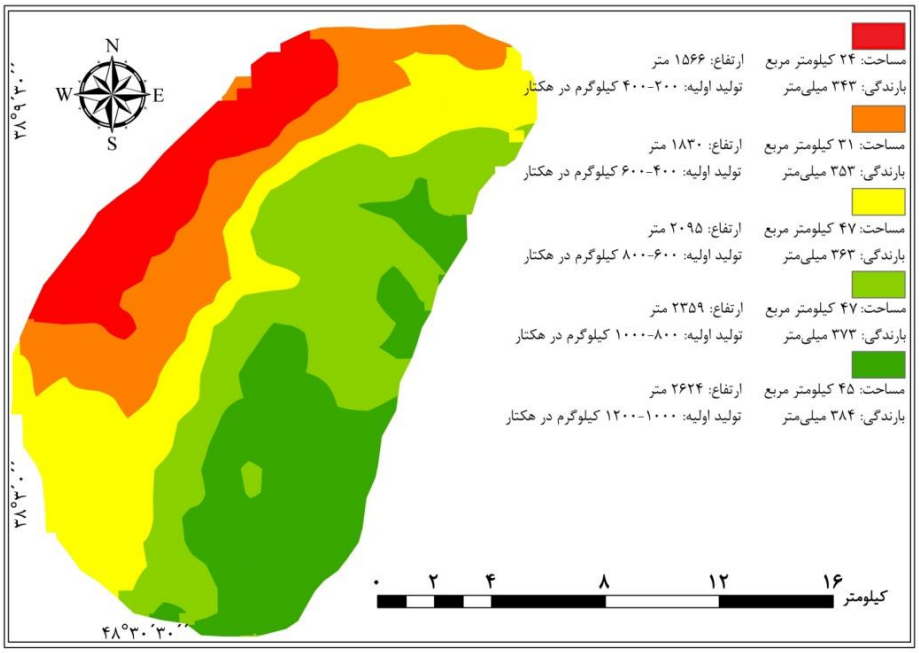


شکل ۳. منحنی و معادلهٔ پیش‌بینی میزان تولید اولیه توسط متغیر بارش سالیانه با استفاده از رگرسیون تابع درجه دو
(YNPP: تولید اولیهٔ سطح زمین، Rain: بارندگی سالیانه، **: معنی‌دار در سطح ۹۹٪)

نقشه برآورد شدهٔ مقدار تولید اولیهٔ سطح زمین با استفاده از معادلهٔ رگرسیونی غیرخطی استخراج شده در شکل (۴) ارائه شده است. ارزیابی صحت نقشهٔ به‌دست‌آمده بر اساس جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) برابر با ۰/۵۴ به‌دست آمد که با توجه به منابع در حد قابل بوده و نشان‌دهندهٔ اعتبار مدل می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. نقشهٔ تولید اولیهٔ سطح زمین استخراج شده از معادلهٔ رگرسیونی غیر خطی، به همراه مساحت، متوسط ارتفاع و متوسط بارندگی هر طبقه

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق نتایج حاصل از بررسی پوشش گیاهی نشان داد که گونه‌های مهاجم، گونه‌های غالب منطقه می‌باشند که نشانگر تخریب ترکیب گیاهی است. عوامل مختلفی در این امر می‌تواند دخالت داشته باشد. ازجمله چرای سنگین و طولانی دام، تبدیل‌های مراتع به کاربری‌های زراعی، چرای زودرس و تعداد دام مازاد که نتیجهٔ آن، تحت تأثیر قرار گرفتن عوامل پوشش گیاهی ازجمله تولید اولیهٔ سطح مراتع خواهد بود. در این راستا در مطالعه‌ای [۱۷] نیز تبدیل کاربری منابع طبیعی، افزایش تعداد دام و چرای زودرس را به ترتیب بیشترین سهم از تخریب مراتع گزارش کرده‌اند.

نتایج تجزیه واریانس، رابطهٔ معنی‌دار بین طبقات ارتفاع با تولید اولیهٔ سطح زمین را نشان داد. به‌طوری‌که با افزایش ارتفاع تولید اولیهٔ سطح زمین نیز افزایش یافت که علت آن احتمالاً تغییرات اقلیمی و مطلوب‌تر شدن شرایط برای رشد گونه‌های مختلف است که در نتیجهٔ افزایش تولید اولیه را در بر خواهد داشت. این قسمت از نتایج توسط محققان دیگر [۲۱ و ۴۱] نیز اشاره شده است. با توجه به تأثیر طبقات جهات دامنه نیز مشاهده شد که بیشترین مقدار تولید اولیهٔ کل در جهات غربی است. عوامل مختلفی در این امر می‌تواند دخیل باشد که می‌توان به مواردی از جمله: دریافت‌های مختلف نور و حرارت آفتاب (از لحاظ زمان و شدت)، وزش بادهای مرطوب از سمت دریا، تبخیر تعرق و... اشاره کرد. این بخش از نتایج توسط محققان دیگر [۴۱ و ۵۰] نیز در مناطق مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج اثرات طبقات بارندگی و دما نیز به‌ترتیب اثرات مستقیم و عکس را بر روی تولید اولیهٔ کل نشان داد. همان‌طور که در نقشهٔ تهیه شدهٔ تولید اولیهٔ سطح زمین نیز مشاهده شد، در منطقهٔ مورد مطالعه با افزایش ارتفاع بارندگی افزایش و دما کاهش یافته است که در نتیجه افزایش تولید اولیهٔ سطح زمین را در پی داشته است. بنابراین این دو نتیجه در تحقیق باهم مطابقت داشته‌اند. علت این امر می‌تواند بیانگر مطلوب‌تر شدن شرایط رشد با افزایش بارندگی و کاهش دما باشد. البته این امر در یک رنج خاص مورد

www.SID.ir

Archive of SID

تأیید خواهد بود و تغییرات بیش از حد اقلیمی به‌عنوان یک عامل محدود کننده برای رشد گیاهان است. این قسمت از نتایج را می‌توان در مطالعات محقق دیگر [۴۰] نیز مشاهده کرد که با نتایج این بخش از تحقیق مطابقت داشته و همچنین افزایش بیش از حد ارتفاع و بارندگی و کاهش بیش از حد دما را از عوامل محدود کننده برای رشد گیاهان می‌داند.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی که توسط محققان دیگر [۲۴ و ۲۹] نیز توصیه شده است، نشان داد که دو مؤلفهٔ اول با میزان اثرگذاری ۷۶/۱۰ درصد تغییرات انتخاب شدند که شامل عوامل پستی و بلندی و اقلیمی می‌باشد که در صد باقی‌ماندهٔ تغییرات احتمالاً تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند پارامترهای خاکی باشد که در تحقیقات دیگران [۵۴] نیز به آن اشاره شده است. با توجه به اثرگذاری عوامل مؤلفهٔ اول که برابر با ۵۸/۷۴ درصد است، مشاهده شد که دما و بارندگی سالیانه و ارتفاع از سطح دریا به عنوان مهم‌ترین عوامل اثرگذار در تغییرات تولید اولیهٔ منطقهٔ مورد مطالعه انتخاب شدند که نحوهٔ اثرگذاری این عوامل در نتایج تجزیه واریانس نیز مشاهده شد. اگرچه عوامل شیب، جهت و شاخص توپوگرافی با تأثیر بر روی عوامل مختلف از جمله میزان بهره‌برداری در تولید اولیهٔ مرتع اثر می‌گذارند، ولی در این تحقیق از میان عوامل پستی و بلندی (ارتفاع، شیب، جهت و شاخص توپوگرافی)، تنها عامل ارتفاع از سطح دریا به عنوان عامل موثر در تغییرات تولید اولیهٔ مورد مطالعه در مؤلفهٔ اول انتخاب شد که احتمالاً علت آن ارتباط تغییرات اقلیمی با تغییرات ارتفاع از سطح دریا می‌باشد که با نتایج مطالعه‌ای [۵۰] که از بین عوامل ارتفاع، شیب و جهت، عامل ارتفاع از سطح دریا را به عنوان مهم‌ترین عامل اثرگذار در تغییرات تولید و تاج پوشش می‌دانند، همخوانی دارد. در تحقیقی دیگر [۴۵] جهت را در مقیاس کوچک عامل تأثیرگذاری بر تغییرات پوشش گیاهی ندانسته است. با توجه به نتایج رگرسیون و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و با توجه به اینکه منطقهٔ مورد مطالعه، از مراتع کوهستانی به‌شمار می‌آید، عوامل اقلیمی و ارتفاع از سطح دریا به عنوان مهم‌ترین عوامل اثرگذار در تغییرات تولید اولیه انتخاب شدند، در این راستا در مطالعه‌ای [۳] ارتفاع و عوامل آب و هوایی را مؤثرترین عوامل بر تغییرات پوشش گیاهی در مناطق مرتفع کوهستانی می‌دانند. نتایج این تحقیق با تحقیقات سایر محققان مانند [۱۳ و ۴۸] نیز همخوانی دارد که به همبستگی بین تولید گیاهان مرتعی و عوامل اقلیمی تأکید شده است. عوامل پستی و بلندی نیز از دیگر عوامل تأثیرگذار و مهم در این امر است که با تغییرات خود می‌تواند عوامل اقلیمی را نیز تحت تأثیر قرار دهد که علت آن می‌تواند کاهش دما و میزان تبخیر و افزایش میزان بارندگی با افزایش ارتفاع باشد. بنابراین، به نظر می‌رسد که ارتفاع از سطح دریا با تأثیر بر دو عامل دما و بارندگی، تولید اولیهٔ گیاهی یک منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. البته در ارتفاعات بالاتر، کاهش دمای بیشتر به معنی یک عامل محدودکننده برای بسیاری از گونه‌ها می‌باشد.

با توجه به اینکه نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد عامل بارندگی سالیانه یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در تغییرات تولید اولیه می‌باشد، علت آن می‌تواند مقدار آب مورد نیاز و در دسترس گیاهان در فصل رویش باشد. با توجه به اینکه مراتع از گونه‌های گیاهی مختلف تشکیل شده‌اند که هر گروه از این گیاهان نیازهای مختلفی برای ادامه حیات دارند، بنابراین گیاهان بسته به فرم رویشی و سیستم ریشه، زمان و کیفیت بارش، واکنش و وابستگی متفاوتی را به بارندگی نشان می‌دهند [۶] که در نتیجه باعث تغییرات تولید اولیهٔ سطح زمین خواهد شد. محققی دیگر [۲۶] نیز مقدار بارندگی را یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کنندهٔ نوع جوامع گیاهی معرفی می‌کند. همچنین فراوانی و پراکنش بارندگی نقش بسیار مهمی در دسترسی به رطوبت خاک داشته و پوشش گیاهی مناطق خشک را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۴]. این نتایج با تحقیقات سایر محققان مانند [۴ و ۴۹] همخوانی داشته و بارندگی را از

www.SID.ir

Archive of SID

مؤثرترین عوامل در تولید گونه های علفی و گندمیان عنوان کرده‌اند. همچنین با توجه به نتایج، دمای سالیانه نیز از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در تغییرات تولید اولیه است که علت آن احتمالاً نیازهای دمایی مختلف گیاهان برای رویش و حیات است. به طور مثال مشاهده شد که با کاهش دما تولید اولیهٔ گندمیان افزایش یافت. البته لازم به ذکر است کاهش دمای بیش از حد باعث عدم رشد گیاهان و به‌عنوان یک عامل محدودکننده خواهد بود. از این رو یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در تغییرات تولید اولیهٔ مرتع شناخته شد. نتایج این بخش از تحقیق با نتایج [۳۷ و ۵۱] همخوانی دارد که دمای سالیانه را از عوامل مهم و اثرگذار در تولید اولیهٔ مراتع معرفی کرده‌اند. همچنین نتایج نشان داد که از میان عوامل پستی و بلندی، عامل ارتفاع از سطح دریا نیز در تغییرات میزان تولید اولیهٔ مراتع نقش مهمی دارد که علت آن احتمالاً به دلیل تفاوت اقلیم در ارتفاعات مختلف و مقدار رطوبت خاک است و با توجه به نمودار رج‌بندی مشاهده می شود که با افزایش ارتفاع، عامل بارندگی سالیانه افزایش و دمای سالیانه کاهش یافته یا به عبارت دیگر عوامل اقلیمی و همچنین عوامل خاکی تحت تأثیر اثرات مستقیم و غیرمستقیم تغییرات ارتفاع از سطح دریا هستند. محققی دیگر [۱] نیز بر این عقیده بوده و بیش از ۵۰ درصد تغییرات پوشش گیاهی را تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا معرفی کرده‌اند.

با توجه به عامل محیطی مؤلفهٔ دوم که شامل شیب است، مشاهده شد که این عامل ۱۷/۳۵ درصد از تغییرات تولید اولیهٔ مرتع را بر عهده دارد که علت آن احتمالاً تأثیر بر قابلیت میزان بهره‌برداری و همچنین متغیر بودن میزان جذب آب و رطوبت خاک در شیب‌های مختلف است که می‌تواند تولید اولیهٔ مرتع را تحت تأثیر قرار دهد. در تحقیقی [۴۱] نیز شیب را از عوامل مؤثر در تغییرات تولید اولیه در مراتع سبلان گزارش کرده‌اند. عامل شاخص توپوگرافی نیز با اینکه با تغییرات مساحت، شیب و رطوبت خاک در حوضه های مختلف به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار است ولی در این تحقیق به‌عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر در تغییرات تولید اولیهٔ سطح زمین انتخاب نشد که احتمالاً در مراتعی که ویژگی های شاخص توپوگرافی در مناطق مختلف مرتع متغیر باشد، معنی‌دار خواهد بود.

در مجموع عوامل بارندگی سالیانه، دمای سالیانه، ارتفاع از سطح دریا به‌ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در مؤلفهٔ اول و عامل شیب به‌عنوان مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در مؤلفهٔ دوم بر تولید اولیهٔ مراتع هیر و نئور انتخاب شدند که نتایج کلی تحقیق مشابه نتایج مطالعهٔ [۴۰] می‌باشد. یافته‌های این مطالعه به درک پاسخ‌های تولید اولیهٔ سطح زمین مرتع به عوامل پستی و بلندی و اقلیمی کمک می‌کند و اطلاعات پایه‌ای برای حفاظت و مدیریت مراتع در راستای ایجاد تعادل در مقدار زی‌توده و توازن کربن و همچنین برقراری تعادل بین عرضه و تقاضای میزان انرژی اکوسیستم فراهم می‌کند. همچنین در ادامه با انجام مطالعات بیشتر می‌توان مقدار تولید گیاهان قابل چرای دام را برآورد کرد و برای تعیین ظرفیت چرای مراتع با استفاده از روش‌های توسعه یافته استفاده کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

References

[1] Abd El-Ghani, M., Soliman, A. and Abd El-Fattahr, R. (2014). Spatial distribution and soil characteristics of the vegetation associated with common succulent plants in Egypt. *Turkish Journal of Botany*, 38, 550-565.

[2] Abdollahi, J., Arzani, H. and Naderi, H. (2011). Effective meteoroidal factors for forage production of Nodoushan steppe rangelands in Yazd province. *Iranian Journal of Rangeland*, 5(1), 45-56.

[3] Ahmadi, H., Javanshir, K., Ghanbarian, Gh. A. and Habibian, S. H. (2002). An investigation ecological characteristic of plant communities in relation to geomorphological units, Case study: Chenar Rahdar region of Fars province. *Iranian Journal of Natural Resource*, 55 (1), 81-94.

[4] Akbarzadeh, M., Moghadam, M.R., Jalili, A., Jafari, M. and Arzani, H. (2006). Effect of precipitation on cover and production of rangeland plants in Polour. *Iranian Journal of Natural Resource*, 60(1), 307-322.

[5] Arzani, H. and Abedi, M. (2014). Rangeland evaluation. Vol 2, University of Tehran press.

[6] Bates, J. D., Svejcar, T., Miller, R. F. and Angell, R. A. (2006). The effects of precipitation timing on sagebrush steppe vegetation. *Journal of Arid Environments*, 64, 670-697.

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

[8] Bork, E. W., Thomas T. and Mcdougall, B. (2001). Herbage response to precipitation in central Alberta boreal grasslands. *Journal of Range Management*. 54, 243-248.

[9] Cao, S., Sanchez-Azofeifa, G. A., Duran, S. M. and Calvo-Rodriguez, S. (2016). Estimation of aboveground net primary productivity in secondary tropical dry forests using the Carnegie–Ames–Stanford approach (CASA) model. *Environmental Research Letters*, 11(7), 075004.

[10] Dadjou, F., Ghorbani, A., Moameri, M., and Bidarlord, M. (2018). Effect of temperature and rainfall on Aboveground Net Primary Production of Hir and Neur rangelands in Ardabil province. Iranian Journal of Rangeland and Desert Research, 25(3): 566-575.

[11] Dessalegn, D., Beyene, S., Ram, N., Walley, F. and Gala, T. (2014). Effects of topography and land use on soil characteristics along the toposequence of Ele watershed in southern Ethiopia, *Journal of Catena*, 115, 47-54.

[12] Ebrahimi, A., Bossuyi, B. and Hoffimann, M. (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, 900-910.

[13] Edward, W., Bork, T. and Brent, D. (2001). Herbage response to precipitation in central Alberta boreal grassland. *Journal of Range Management*, 54, 243-248.

[14] Ehleringer, J. R., Schwinning, S. and Gebauer, R. (1999). Water use in arid land ecosystems. In: Press, M. C., Scholes, J. D. and Barker, M. G. (Eds.), Physiological Plant Ecology. Blackwell Science, Boston, USA, 347-365.

[15] Fakhar Izadi, N., Naseri, K. and Mesdaghi, M. (2016). The Effects of Plot Size and Shape on Accuracy and Precision of Estimation of Production at Some Pastures by Sampling Simulation. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 14(4), 51-60.

[16] 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.

[17] Ggeitury, M., Ansari, N. and Heshmati, M. (2007). The effective factors of destruction in Kermanshah rangelands. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 13(4), 314-323.

[18] Gholinezhad, B. (2015). Determining the appropriate transect length for measuring the vegetation cover of some rangeland species in the Ariz rangelands of Sanandaj, MSc thesis. Department of Range and Watershed Management, The University of Kurdistan.

[19] 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.

www.SID.ir

Archive of SID

[20] Ghorbani, A. and Asghari, A. (2014). Ecological factors affecting the distribution of *Festuca ovina* in Southeastern rangelands of Sabalan. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 21(2), 368-381.

[21] Ghorbani, A., Dadjou, F., Moameri, M., Bidar Lord, M. and Hashemi Majd, K. (2018). Investigating the relationship between net primary production with physiographic factors in Hir and Neur rangelands in Ardabil province. *Iranian Journal of Rangeland*, 12(1), 73-88.

[22] 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. *Journal of Forest Ecology and Management*, 257, 1-7.

[23] Hassanzadeh Kuhsareh, E., Ghorbani, A., Moameri, M., Hashemi Majd, K. and Pournemati, A. (2018). Net primary production variations under the effect of topographic factors in mountain rangelands of Namin county. *Iranian Journal of Natural Resource*, 70(4), 851-867.

[24] 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.

[25] Hjerdt, K. N., McDonnell, J. J., Seibert, J. and Rodhe, A. (2004). A new topographic index to quantify downslope controls on local drainage. *Journal of Water Resources Research*, 40, 1-6.

[26] Humphrey, R. R. (1962). Range ecology. Ronald company press. New York.

[27] Ivanov, V.Y., Bras, R. L. E. and Vivon. R. (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.

[28] Jackson, D.A. (1993). Stopping in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Journal of Ecology*, 74, 2204-2214.

[29] Jafari, M., Zare Chahouki, M. A. and Azarnivand, H. (2002). Relationships between Poshtkouh rangeland vegetative of Yazd province and soil physical and chemical characteristics using multivariate analysis methods. *Iranian Journal of Natural Resource*, 55(3), 419-434.

[30] Karimi, Gh., Yeghaneh, H., Abassi Khalaki, M., Moameri, M. and Afra, H. (2015). Investigation of production and utilization of *Bromus tomentellus* Boiss. in Kordan rangeland of Alborz province. *Iranian Journal of Natural Resource*, 68(2), 359-370.

[31] Kaufman, D., Schneider, D., McKay, N., Ammann, C., Bradley, R., Briffa, K., Miller, G., Otto-Bliesner, L., Overpack, J. and Vinther, B. (2009). Recent warming reverses long-term artic cooling. *Journal of Paleolimnology Special issue*, 325(5945), 1236-1239.

[32] Khumalo, G. F. and Holechek, J. (2005). Relationship between Chihuahuan desert perennial grass production and precipitation. Journal of Rangeland and Ecology Management, 58(33), 239-246.

[33] 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. *Journal of Ecological Indicators*, 41, 40-48.

[34] Mesdaghi, M. (2015). Range Management in Iran. Seventh ed. Sadjad University of Technology, Mashhad.

[35] 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.

[36] Moore, I. D., Grayson R.B. and Ladson A.R. (1991). Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications. *Journal of Hydrological Processes*, 5, 3-30.

[37] Munkhtsetseg, E., Kimura, R., Wang, J. and Shinoda, M. (2007). Pasture yield response to precipitation and high temperature in Mongolia. *Journal of Arid Environment*, 70, 94-110.

[38] Parker, V. T., Schile, L. M., Vasey, M. C. and Callaway, J.C. (2011). Efficiency in assessment and monitoring methods: scaling down gradient-directed transects. *Journal of Ecosphere*, 2(9), 99.

[39] Pauli, H. (2016). Climate change impacts on high-altitude ecosystem, *Journal of Mountain Research and Development*, 36(1), 125-126.

www.SID.ir

Archive of SID

[40] Pournemati, A. (2014). Estimation primary production using remote sensing in Sabalan rangelands. M.Sc. thesis, Department of Range management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, 100p.

[41] Pornemati, 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.

[42] Reshvand, S., Safari H. and Ashouri Sanjabi, P. (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.

[43] Reshvand, S., Yeganeh, H. and Moameri, M. (2016). Investigating the production consumption vegetation of two species from *Agropyron* genus (Case study: Almout mountain rangelands-Ghazvin). *Iranian Journal of Rangeland*, 10(1), 124-134.

[44] Ruppert, J. and Lindstadter, Ch. A. (2014). Convergence between ANPP estimation methods in grassland – A practical solution to the comparability dilemma. *Journal of Ecological Indicators*, 36, 524-531.

[45] Saberian, Gh. (2002). Investigating the correlation of vegetation cover with topographical factors in the sub-basin of the Sefid Dasht - Margsar of Semnan. University of Mazandaran, Mazandaran, 112p.

[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.

[47] Stage, R. A. and Salas, Ch. (2007). Interactions of elevation, aspect and slope in models of forest species composition and productivity. *Journal of Forest Science*, 53(4), 486-492.

[48] Sun, J. and Du, W. (2017). Effects of precipitation and temperature on net primary productivity and precipitation use efficiency across China's grasslands. *Journal of GIScience and Remote Sensing*, 54, 1-17.

[49] Svenja, B., Bertrand, G., Christophe, B., Juliette, L., Jean-Yves, P., Annemiek, S., Ilja-M, R., Thierry, G., Virginie, B. and Catherine, F. (2016). Impact of annual and seasonal precipitation and air temperature on gross primary production in Mediterranean ecosystems in Europe. Journal of Biogeosciences, 13(19), 5541-5555.

[50] 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.

[51] Wang, H., Liu, G., Li, Z., Ye, X., Wang, M. and Gong, L. (2016). Impacts of climate change on net primary productivity in arid and semiarid regions of China. *Journal of Chinese Geographical Science*, 26(1), 35-47.

[52] 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.

[53] Wang, J., Dong, J., Yi, Y., Lu, G., Oyler, J., Smith, W. K., Zhao, M., Liu, J. and Running, S. (2017). Decreasing net primary production due to drought and slight decreases in solar radiation in China from 2000 to 2012. *Journal of Geophysical Research*, 122 (1), 261-278.

[54] Yu, B. and Chen, F. (2016). The global impact factors of net primary production in different land cover types from 2005 to 2011. *Journal of SpringerPlus*, 5(1), 1235.

[55] 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.

[56] Zarekia, S., Niloofar, Z., Ehsani, A., Jafari, F. and Yeganeh, H. (2013). Relationship between rainfall and annual forage production of important range species (Case study: Khoshkerood – Saveh). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 19 (4), 614-623.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir