Hakim Sabzevari University

Arid Regions Geographic Studies

Homepage: jargs.hsu.ac.ir

P- ISSN: 2228-7167
E- ISSN: 2981-1910

Modeling the Canopy Cover and Aboveground Net Primary Production of Plant Life forms in Rangelands of Ardabil Province

Farid Dadjou[1] | Ardavan Ghorbani[2]✉ | Mehdi Moameri[3] | Hossein Arzani[4] | Raoof Mostafazadeh[5] | Zeinab Hazbavi[6]

1. Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, f.dadjou@uma.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, a_ghorbani@uma.ac.ir
3. Department of Plant Sciences and Medicinal Plants, Meshgin Shahr Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, moameri@uma.ac.ir
4. Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, harzani@ut.ac.ir
5. Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, raoofmostafazadeh@uma.ac.ir
6. Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, z.hazbavi@uma.ac.ir

Article Information

Research Paper

Vol: 14
No: 54
P: 1-14
Received: 2022-07-22
Revised: 2023-03-06
Accepted: 2023-03-16
Published: 2024-02-01

Keywords:

- *Simulation*
- *Physiography*
- *Prediction equation*
- *Grasses*
- *Forbs*
- *Shrubs*

Cite this Article:

Dadjou, F., Ghorbani, A., Moameri, M., Arzani, H., Mostafazadeh, R., Hazbavi, Z. (2023). Modeling the Canopy cover and Aboveground Net Primary Production of plant Life Forms in Rangelands of Ardabil Province. *Journal of Arid Regions Geographic Studies* 14(54): 1-14.
doi: 10.22034/JARGS.2023.373966.0

Publisher: Hakim Sabzevari University

© The Author(s)

10.22034/JARGS.2023.373966.0

Abstract

Aim: The main purpose of this study was to map the canopy cover (CC) and the aboveground net primary production (ANPP) of plant life forms by the independent factor of physiographic in the rangelands of Ardabil province.

Materials & Methods: First, according to plant types and environmental factors, sampling was taken at the peak stage of plant growth from 2016 to 2020 using one square meter plots. The correlation between dependent and independent variables was used to determine the most effective environmental factor in the changes in plant parameters. A linear regression equation was used for modeling by the most effective factor, and the maps were simulated. RMSE also calculated the accuracy of the equations. Then, the correlation between CC and ANPP of life forms and the total was obtained.

Finding: The results showed that the elevation factor had the highest correlation with the dependent variables. The difference between the estimated average of the model with the measured values for CC of grasses equal to +1%, forbs –1%, shrubs -1%, and total CC +2%; and these values for the ANPP of grasses equal to +21 kg/ha, forbs was equal to zero, shrubs were -13, and the total ANPP was +274 kg/ha.

Conclusion: Predicting the studied parameters will be necessary to manage the balance between the supply and demand of rangeland products.

Innovation: This study uses physiographic factors as independent variables to map the rangeland canopy cover (CC) and aboveground net primary production (ANPP) of plant life forms. The generated maps and models can be used to predict and manage the balance between the supply and demand of rangeland products, aiding in the sustainable utilization of these resources.

Extended Abstract

1. Introduction

Rangelands play a vital role in global carbon, water, and nutrient cycles, providing environmental benefits and supporting the livelihoods of over 1.3 billion people, particularly those with low incomes. Models have been developed to address the challenge of modeling ecosystem changes in rangelands, enabling predictions of aboveground cover and long-term plant production. These predictions guide improvements in arid areas based on future climate conditions. This study's main aim was to map the canopy cover (CC) and the aboveground net primary production (ANPP) of plant life forms by the independent factor of physiographic in the rangelands of Ardabil province. In this regard, in addition to the benefits of the model, such as saving time, cost, and labor and being non-destructive, it is possible to predict and implement appropriate management for rangelands. Therefore, because rangelands will be affected by environmental factors, it will be necessary to predict the canopy cover and primary production of the aboveground to face the tensions and manage the carbon balance state and the balance between the supply and demand of rangeland products. Also, the practical goal of the study was to obtain a model for predicting the primary production of the canopy cover of vegetation and total forms by the canopy cover so that by measuring the canopy cover, an accurate estimate of the primary production of the aboveground can be obtained and can be used an alternative way to destructive, expensive and time-consuming method of cutting and weighing.

2. Materials and Methods

First, according to plant types and environmental factors, sampling was taken at the peak stage of plant growth from 2016 to 2020 using 1-sqm plots. According to the access road, sampling sites were determined throughout the rangelands of Ardabil province. In each sampling site, three transects with a distance of 50 meters from each other, where the location of the first transect was random, then the subsequent transects were systematically placed in the direction perpendicular to the slope of the domain at the level of representative areas. Along each transect, 10 plots of 1 sqm (30 plots in each site) were established with 10-meter spatial intervals, and the percentage of canopy cover of vegetative forms (grass, broadleaf grasses, and shrubs) was estimated using the plot and the primary production of the aboveground through the cutting and weighing method. Maps of elevation, slope, geographical directions, and topographic wetness index were prepared, and the required information was extracted for each of the locations of the sampling plots. The topography wetness index was prepared. Areas with low topographic wetness index values indicate small basins and steep slopes or hills (low moisture accumulation), and areas with high values of this index indicate large basins and gentle slopes or plains. The correlation between dependent and independent variables was used to determine the most effective environmental factor in the changes in plant parameters. A linear regression equation was used for modeling by the most effective factor, and the maps were simulated. RMSE also calculated the accuracy of the equations. Then, the correlation between CC and ANPP of life forms and the total was obtained.

3. Results and Discussion

The results of the correlation between each of the low and high parameters (elevation, slope, direction, topographic wetness index) with canopy cover and the primary production of the above-ground vegetation and total vegetation forms showed that the elevation factor had the highest correlation between independent parameters. Therefore, this factor was used for modeling in the linear regression equation. The modeling results of the equations show that the canopy cover of grass for the rangelands of Ardabil province ranges from 5 to 27%, for broadleaf grasses from 12 to 28%, for shrubs from 2 to 15%, and for the total canopy cover from 18 to 85%. Also, the range of changes for the primary production of grasslands is between 14 and 930 kg per hectare; for grasses is between 88 and 875 kg per hectare; for shrubs is between 12 and 345 kg per hectare; and for the primary production of the total above-ground is between 130 and 2787 kg per hectare.

4. Conclusions

According to the modeled maps, it was observed that the most canopy cover and the primary production of the above ground, each vegetative form and total forms, were located in high altitude areas. For example, the highest value of the mentioned parameters was found in the rangelands of Sablan with an altitude of more than 2500 (east of the province) and the lowest in the rangelands of Parsabad and

Bilesvar (north of the province). Finally, the prediction equations of the primary production of the above-ground cover were prepared by the canopy cover data. This means that in the coming years, by measuring and having only the canopy cover factor and the equations presented in this study, it is possible to obtain the most accurate estimate of the primary production of each vegetative and total forms, which saves time and money and prevents using destructive cutting and weighing methods. In the present study, modeling the canopy cover and the primary production of the above-ground cover of each vegetative form and total vegetative forms by the elevation factor was done only for one year, and the results had an acceptable accuracy. However, to achieve better management, the prediction of the parameters mentioned for the coming years will also be needed, which will be addressed by climatic factors in the next studies. Also, modeling was done for the entire rangelands of the province with only one model for each parameter. In the next studies, the modeling will be done in the form of ecological zoning of the rangelands of the province. It will be compared with the results of the present study to introduce the best method for modeling. Predicting the studied parameters will be necessary to manage the balance between the supply and demand of rangeland products.

5. Acknowledgment & Funding

We would like to sincerely express our gratitude to the University of Mohaghegh Ardabili for the financial and logistical support.

6. Conflict of Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

مطالعات جغرافیایی مناطق خشک

دانشگاه حکیم سبزواری

مدل‌سازی پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین درسطح فرم‌های رویشی گیاهی در مراتع استان اردبیل

فرید دادجو[۱]، اردوان قربانی[۲]✉، مهدی معمری[۳]، حسین ارزانی[۴]، رئوف مصطفی‌زاده[۵]، زینب حزباوی[۶]

۱- گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایـران. f.dadjou@uma.ac.ir

۲- نویسنده مسئول، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایـران. a_ghorbani@uma.ac.ir

۳- گروه علوم گیاهی و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی مشگین‌شهر، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. moameri@uma.ac.ir

۴- گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایـران. harzani@ut.ac.ir

۵- گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایـران. raoofmostafazadeh@uma.ac.ir

۶- گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایـران. z.hazbavi@uma.ac.ir

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی

دوره:	۱۴
شماره:	۵۴
صفحه:	۱-۱۴
تاریخ دریافت:	۱۴۰۱/۰۴/۳۱
تاریخ ویرایش:	۱۴۰۱/۱۲/۱۵
تاریخ پذیرش:	۱۴۰۱/۱۲/۲۵
تاریخ انتشار:	۱۴۰۲/۱۱/۱۲

کلیدواژه‌ها:

- *شبیه‌سازی*
- *پستی و بلندی*
- *معادله پیش‌بینی*
- *گندمیان*
- *پهن‌برگان علفی*
- *بوته‌ای‌ها*

نحوه ارجاع به این مقاله:

دادجو، فرید.، معمری، مهدی.، ارزانی، حسین.، مصطفی‌زاده، رئوف و حزباوی، زینب. (۱۴۰۲). مدل‌سازی پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین در سطح فرم‌های رویشی گیاهی در مراتع استان اردبیل. *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۱۴(۵۴): ۱-۱۴.

doi: 10.22034/JARGS.2023.397791.1032

ناشر: دانشگاه حکیم سبزواری

© نویسنده(گان).

10.22034/JARGS.2023.397791.1032

چکیده:

هدف: با توجه به این‌که مراتع تحت تأثیرات عوامل محیطی قرار خواهند گرفت، از این رو پیش‌بینی پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین برای رویارویی با تنش‌ها و مدیریت حالت توازن کربن و همچنین تعادل بین عرضه و تقاضای محصولات مرتعی ضروری خواهد بود. هدف اصلی این مطالعه، تهیه نقشه پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی گیاهی با استفاده از متغیر مستقل پستی و بلندی بود در مراتع استان اردبیل بود.

روش و داده: ابتدا با در نظر گرفتن تیپ‌های گیاهی و عوامل محیطی، نمونه‌برداری در مرحله اوج رویش گیاهان از سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ با استفاده از پلات‌های یک مترمربعی برداشت شد. برای تعیین مؤثرترین عامل محیطی در تغییرات پارامترهای گیاهی ذکر شده، از هم‌بستگی بین متغیرهای وابسته و مستقل استفاده شد. برای مدل‌سازی توسط مؤثرترین عامل نیز از معادله رگرسیونی خطی استفاده شد و نقشه‌ها شبیه‌سازی شد. صحت معادلات نیز با خطای جذر میانگین مربعات (RMSE) محاسبه شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد عامل ارتفاع بیش‌ترین هم‌بستگی با متغیرهای وابسته را داشت. اختلاف میانگین برآورد شده از مدل با مقادیر اندازه‌گیری شده برای پوشش تاجی گندمیان برابر با ۱+٪، پهن‌برگان علفی ۱-٪، بوته‌ای‌ها ۱-٪، و کل ۲+٪ و این مقادیر برای تولید اولیه سطح زمین گندمیان ۱۱+ کیلوگرم در هکتار، پهن‌برگان علفی برابر با صفر، بوته‌ای‌ها ۱۳- و کل برابر با ۱۵۰+ کیلوگرم در هکتار بود.

نتیجه‌گیری: پیش‌بینی پارامترهای مورد مطالعه برای مدیریت تعادل بین عرضه و تقاضای محصولات مرتعی دارای اهمیت است. می‌توان با در درست داشتن این معادلات برای مراتع استان اردبیل، در سال‌های آتی بدون تخریب مرتع (قطع و توزین) و تنها با اندازه‌گیری پوشش تاجی از عرصه، به پیش‌بینی دقیقی از تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل دست یافت.

نوآوری، کاربرد نتایج: در این مطالعه با استفاده از عوامل فیزیوگرافیک به عنوان متغیرهای مستقل، پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین مربوط به فرم‌های مختلف رویشی گیاهان مدل‌سازی شده است. نقشه‌ها و مدل‌های ارائه شده می‌تواند برای پیش‌بینی و مدیریت تعادل بین عرضه و تقاضای تولید علوفه استفاده شود و در مدیریت پایدار پوشش گیاهی کمک نماید.

۱- مقدمه

مراتع، اراضی وسیع با پوشش گیاهی طبیعی یا نیمه‌طبیعی، بزرگ‌ترین کاربری سطح خشکی (تقریباً ۴۰ درصد) بیش‌تر در مناطق خشک گسترش دارد (White et al., 2002). این اکوسیستم بخش قابل‌توجهی از چرخه کربن، آب و مواد مغذی جهان را به خود اختصاص داده و مزایای محیط‌زیستی در مقیاس محلی تا جهانی را در قالب تنظیم هیدرولوژیکی و ذخیره‌سازی کربن ارائه می‌دهد. مراتع بخش عمده علوفه برای دام‌ها را تأمین می‌کند که باعث حمایت از معیشت ۱/۳ میلیارد نفر در سطح جهان می‌شود که بیش از ۷۵ درصد آن از لحاظ درآمدی در طبقه فقیر قرار داشته (GASAL, 2014)، و تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی تغییرپذیر هستند (Mohammadi Moghaddam et al., 2022). تولید گیاهان در بسیاری از سیستم‌های مراتع و مناطق خشک با تنش‌های متعددی روبه‌رو است که تغییرات عوامل محیطی اثر سایر سویه‌ها مانند خشک‌سالی، تکه‌تکه شدن مرتع، افزایش جمعیت انسانی، تراکم دام و تخریب اراضی را تشدید می‌کند (Reid et al., 2014). تفکیک اثرات مختلف عوامل محیطی تغییریافته بر ساختار، ترکیب و عملکرد پوشش گیاهی مراتع، دشوار است (D'Odrico et al., 2013)، همچنین این پدیده اثرات تنش‌زایی بر خدمات اکوسیستم، رفاه انسان و آسیب‌پذیری اجزای این اکوسیستم دارد. پیش‌بینی وضعیت تنشی آینده در پاسخ اکوسیستم‌های مراتع به‌تغییرات جهانی می‌تواند از راهبردهای کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن جهانی و سازگاری جوی در سیستم‌های خشک در رابطه با تولید گیاهی را پشتیبانی کند. ابزارهای شبیه‌سازی به‌خوبی برای پایش پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین مراتع در چنین شرایط غیرقابل پیش‌بینی مناسب هستند؛ با وجود این، ابزارهای عملی چندانی برای بررسی چگونگی تغییرات عوامل محیطی و سایر محرک‌های تغییر جهانی در تغییر ساختار و عملکرد مراتع وجود ندارد (Derner et al., 2012). اکثر مدل‌های جهانی قادر به شبیه‌سازی عوامل بیوژئوشیمیایی در کنار پویایی پوشش گیاهی هستند که در مراتع مضرات خاصی دارند (Jiao et al., 2018).

در این راستا، برای پرداختن به چالش مدل‌سازی تغییرات اکوسیستم در مراتع در سطح جهان مدل‌هایی ارائه شده است که چنین پیش‌بینی‌هایی می‌تواند به سنجش پتانسیل پوشش تاجی و تولید گیاهی بلندمدت در سیستم‌های مرتعی موجود، با توجه به شرایط اقلیمی و جوی در آینده کمک کند و راهنمایی‌هایی را در زمینه بهبود مناطق خشک فراهم می‌کند (Sircely et al., 2019; Abdolalizadeh et al., 2020). از جمله مطالعات انجام شده می‌توان به جی و همکاران اشاره نمود که به ارزیابی تغییرات و عوامل مؤثر بر تولید اولیه خالص گیاهی در چین از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ پرداخته و گزارش کردند که از بین عوامل محیطی، دو عامل اقلیمی بارندگی و دما بیش‌ترین تأثیر بر تغییرات تولید اولیه گیاهی را در بازه زمانی ذکر شده داشته است (Ji et al., 2020). یوان و همکاران اثرات عوامل اقلیمی بر تولید اولیه خالص در منطقه کنار رودخانه تسه‌یانگ چین و سری‌های مکانی – زمانی را مورد ارزیابی قرار داده و افزایش نسبی روند تولید از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ را در مدل خود گزارش دادند (Yuan et al., 2021). ارزانی و همکاران انواع مدل‌ها را برای پیش‌بینی و شبیه‌سازی تولید گیاهی مراتع مورد ارزیابی قرار داده و گزارش کردند که تخمین تولید توسط مدل‌های مختلف و از طریق اندازه‌گیری پوشش گیاهی قابل انجام است که باعث جلوگیری از صرف هزینه، نیرو و زمان زیاد می‌شود (Arzani et al., 2009). قربانی و همکاران با استفاده از عوامل محیطی (پارامترهای خاک، عوامل توپوگرافی و اقلیمی) به بررسی تهیه بهترین مدل برای مدل‌سازی تولید اولیه سطح زمین مراتع قزل‌اوزن کوثر در استان اردبیل توسط رگرسیون غیرخطی (تابع درجه دو) پرداخته و با توجه به صحت مدل نتیجه گرفتند بهترین مدل هنگام استفاده از عامل میانگین بارندگی ۲۵ساله به دست می‌آید (Ghorbani et al., 2020b). جعفریان و همکاران در مراتع پلور مازندران به بررسی تغییرات تنوع زیستی در طبقات ارتفاعی مختلف پرداخته و گزارش کردند که کم‌ترین تنوع در ارتفاع بالای ۳۲۰۰ متر ثبت شد و عامل ارتفاع از سطح دریا نقش مهمی در تغییرات تنوع زیستی گیاهی را برعهده داشت (Jafarian et al., 2021). محمدی مقدم و همکاران به مدل‌سازی تولید خالص اولیه سطح زمین مراتع سبلان با استفاده از شاخص‌های گیاهی و رگرسیون غیرخطی پرداخته و صحت بالای مدل به دست آمده را گزارش کردند (Mohammadi Moghaddam et al., 2021). با توجه به پیشینه تحقیق، مواردی که در مطالعات انجام شده نادیده گرفته شده است، عبارت است از عدم توجه به پوشش تاجی و تولید فرم‌های رویشی گیاهی و مطالعه در محدوده‌های مطالعاتی با مقیاس کوچک. تصمیم نویسندگان این مطالعه بر این شد که به هر دو پارامتر پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین در سطح فرم‌های رویشی و کل توجه داشته و همچنین مدل‌سازی را در سطح کل استان انجام دهد.

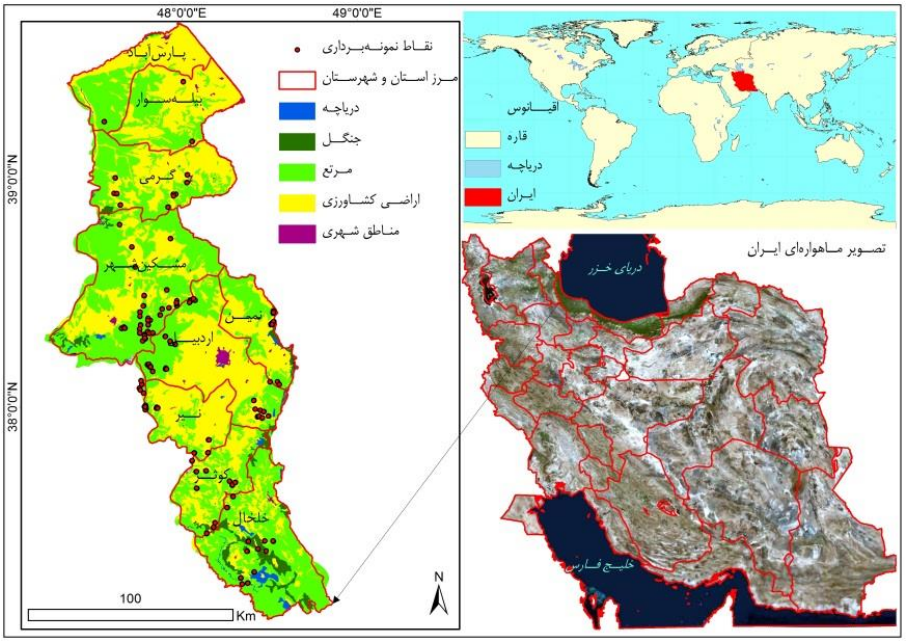
هدف اصلی این مطالعه، تهیه نقشه پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین در سطح فرم‌های رویشی گیاهی و کل توسط عوامل پستی و بلندی در مراتع استان اردبیل بود که بدین ترتیب علاوه بر مزایای مدل مانند صرفه‌جویی در زمان، هزینه، نیروی کار و غیرمخرب بودن،

می‌توان مدیریت مناسب برای مراتع را پیش‌بینی و اجرا کرد؛ بنابراین با توجه به این‌که مراتع تحت تأثیرات عوامل محیطی قرار خواهند گرفت، از این رو پیش‌بینی پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین برای رویارویی با تنش‌ها و مدیریت حالت توازن کربن و همچنین تعادل بین عرضه و تقاضای محصولات مرتعی ضروری خواهد بود. همچنین هدف کاربردی مطالعه نیز عبارت بود از رسیدن به مدل پیش‌بینی تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل توسط پوشش تاجی که در سال‌های آینده بتوان با اندازه‌گیری پوشش تاجی، به برآورد دقیقی از تولید اولیه سطح زمین رسید که در این صورت از این به بعد در مراتع استان اردبیل نیازی به استفاده از روش مخرب، پر هزینه و زمان‌بر قطع و توزین نخواهد بود.

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه واقع در شمال غرب ایران (´۳۷°۴۵ تا ´۳۹°۴۲ شمالی و ´۴۷°۲۰ تا ´۴۸°۵۵ شرقی) تحت عنوان استان اردبیل واقع شده است (شکل ۱). مساحت منطقه ۱،۷۹۵،۳۰۰ هکتار است. با توجه به نقشه مدل رقومی ارتفاع، حداقل ارتفاع از سطح دریا ۱۴ متر و حداکثر ارتفاع آن ۴۸۱۱ متر از سطح دریا است. منشأ اصلی بارندگی‌های منطقه، جریان‌های مرطوبی است که در مدتی بین ۴ تا ۸ ماه از اوایل مهرماه لغایت اردیبهشت‌ماه به همراه مراکز کم‌فشار مستقیم از سمت غرب پس از عبور از دریای مدیترانه و غنی‌شدن از بخار آب وارد کشور می‌شود. فصل زمستان با ۳۷ درصد بارندگی سالیانه پرباران‌ترین فصل و فصل تابستان با ۲/۷ درصد بارندگی سالیانه خشک‌ترین فصل سال است. بر اساس گرادیان بارندگی استخراج شده از داده‌های ۲۵ساله ایستگاه‌های هواشناسی منطقه مورد مطالعه، میانگین بارندگی سالیانه ۲۴۵ تا ۵۲۷ میلی‌متر و دمای سالیانه ۱/۳۴- تا ۱۵/۸۸ درجه سانتی‌گراد است (Dadjou et al., 2018). مراتع مهم‌ترین کاربری اراضی از لحاظ استفاده‌های مختلف از جمله چرای دام‌ها و استفاده بهره‌برداران در استان به شمار می‌رود؛ اما با این حال تحت چرای سنگین، بهره‌برداری بیش از حد و تغییر کاربری به اراضی کشاورزی قرار گرفته است (Ghorbani et al., 2018; Ghorbani et al., 2020a, b). در جدول ۱ مساحت کاربری‌های اراضی استان ارائه شده است (Kakehmami et al., 2020). در حالت کلی ۶۲ درصد گونه‌های گیاهی متعلق به فرم رویشی پهن‌برگان علفی، ۱۸ درصد گندمیان، ۱۴ درصد بوته‌ای‌ها و ۶ درصد به‌صورت درختی هستند. با توجه به آمارگیری میدانی، بیش از ۹۵ درصد دام منطقه گوسفند نژاد مغانی و کم‌تر از ۵ درصد سایر احشام هستند (Ghorbani et al., 2018; Dadjou et al., 2021; Ghorbani et al., 2020a, b).



شکل ۱. نقشه موقعیت و کاربری اراضی استان اردبیل و نقاط نمونه‌برداری

جدول ۱. مساحت انواع کاربری اراضی استان اردبیل

کاربری	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
زراعت دیم	۵۶۵۹۵۲/۴	۳۲/۲۰
جنگل و بیشه‌زار	۷۸۴۵/۳	۰/۴۵
زراعت آبی	۲۰۴۱۱۹/۴	۱۱/۶۱
مرتع	۹۴۷۲۵۹/۰	۵۳/۸۹
مناطق شهری، روستایی و صنعتی	۳۰۳۲۰/۲	۱/۷۲
پهنه‌های آبی	۲۳۲۲/۰	۰/۱۳

۲-۲- روش پژوهش

با توجه به جاده دسترسی، مکان‌های نمونه‌برداری در سرتاسر مراتع استان اردبیل تعیین شد (شکل ۱). در هر مکان سه ترانسکت با فاصله ۵۰ متری از هم که محل ترانسکت اول تصادفی، سپس ترانسکت‌های بعدی به‌صورت سیستماتیک در جهت عمود بر شیب دامنه در سطح مناطق معرف مستقر شدند. در امتداد هر ترانسکت تعداد ۱۰ پلات یک مترمربعی (در هر مکان ۳۰ پلات) با فواصل ۱۰ متری از هم مستقر شد و برآورد درصد پوشش تاجی فرم‌های رویشی (گندمیان، پهن‌برگان علفی و بوته‌ای‌ها) با استفاده از پلات و تولید اولیه سطح زمین نیز با روش قطع و توزین انجام شد. ابعاد و تعداد پلات‌ها، با توجه به ساختار پوشش گیاهی و تعداد نمونه مورد نیاز و همچنین مطالعات قبلی تعیین شد (Zare Hesari et al., 2014; Dadjou et al., 2021). عملیات صحرایی به دلیل وسیع بودن منطقه مورد مطالعه، در فصل رویش گیاهان در سال‌های مختلف از ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ در قالب شش پایان‌نامه کارشناسی ارشد (Pournamati, 2013; Movlaie Sham Asbi, 2014; Dadjou, 2016; Seiedi Kleiber, 2017; Varasteh, 2017; Mohammadi, 2019) و دو رساله دکترا (Ghafari, 2018; Mohammadi Moghaddam, 2021) در مراتع مناطق اکولوژیک استان اردبیل انجام شده بود که برای همسان‌سازی داده‌ها برای یک سال واحد، از مدل‌سازی توسط عوامل اقلیمی و رگرسیون خطی استفاده شد. به‌طوری که داده‌های پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین هر یک از مراتع توسط عوامل اقلیمی در همان سال مدل‌سازی شد و داده‌های عوامل اقلیمی سال ۱۳۹۹ در مدل‌ها جای‌گذاری شدند؛ بنابراین در مطالعه حاضر تعیین پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل برای سال ۱۳۹۹ ارائه شده است. موقعیت تک تک پلات‌ها نیز برای تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی توسط پارامترهای مختلف با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی GPS (Global position system) ثبت شد.

نقشه‌های ارتفاع، شیب، جهات جغرافیایی و شاخص توپوگرافی تهیه و اطلاعات مورد نیاز برای هر یک از موقعیت پلات‌های نمونه‌برداری استخراج شد. شاخص توپوگرافی با استفاده از معادله ۱ (به‌منظور جریان‌های سطحی و انباشت رطوبتی) تهیه شد. مناطق با مقادیر کم شاخص توپوگرافی نشان‌دهنده حوضه‌های کوچک و دامنه‌های شیب‌دار یا تپه (انباشت رطوبتی کم) و مناطق با ارزش بالای این شاخص نشان‌دهنده حوضه‌های بزرگ و شیب ملایم و یا دشت (انباشت رطوبتی زیاد) است (قربانی و همکاران، ۱۳۹۷). بر اساس مطالعه مور و همکاران 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 پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین استفاده کرد (Moore et al., 1991). داده‌های مربوط به جهت جغرافیایی با استفاده از رابطه بیرز و همکاران کمّی شد (Beers et al., 1966) (معادله ۲).

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

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

$$A' = \cos(45-A)+1 \quad (۲)$$

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

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا تست نرمال بودن با استفاده از آزمون کلوموگرو – اسمیرنوف (Kolmogorov Smirnov) انجام شد که داده‌های متغیر مستقل و وابسته دارای توزیع نرمال بودند. سپس با توجه به هدف تحقیق، برای مدل‌سازی پوشش

تاجی و تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل، ابتدا میان پارامترهای مستقل با پارامترهای وابسته آزمون هم‌بستگی اجرا شد و پارامتر مستقلی که بیش‌ترین هم‌بستگی را با متغیرهای وابسته داشت در معادله رگرسیون (معادله ۳) برای تهیه مدل پیش‌بینی استفاده شد (روش‌های مختلف مورد توجه بوده، بهترین نتایج از این روش حاصل شد).

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i \quad (۳)$$

در معادلهٔ فوق β_0 ضریب ثابت، β_1 ضریب رگرسیون، x_i متغیر مستقل و y_i متغیر وابسته است.

در نهایت در محیط ArcMap10 با استفاده از معادلات استخراج شده، نقشه پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل برای منطقه مطالعاتی شبیه‌سازی شد. سپس صحت نقشه‌های تهیه‌شده با استفاده از ۲۰ درصد نمونه‌ها و توسط معیار خطای جذر میانگین مربعات Root mean squared error (RMSE) که در معادله ۴ ارائه شده است، بررسی شد (Piñeiro et al., 2008). این شاخص هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده صحت بالای مدل است. در نهایت هم‌بستگی بین داده‌های پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین برآورد شده بین فرم‌های رویشی یکسان و کل اجرا شد و معادله پیش‌بینی تولید اولیه سطح زمین توسط پوشش تاجی به دست آمد. تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 و شبیه‌سازی نقشه‌ها و تجزیه و تحلیل مکانی با استفاده از ArcGIS10 انجام شد.

$$RMSE = (\sqrt{\Sigma ni=1(Esi-Eoi)2)/n-1} \quad (۴)$$

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

۳- یافته‌ها

نتایج هم‌بستگی بین هر یک از پارامترهای پستی و بلندی (ارتفاع، شیب، جهت، شاخص توپوگرافی) با پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل نشان داد که عامل ارتفاع از بالاترین هم‌بستگی بین پارامترهای مستقل برخوردار بود؛ بنابراین این عامل برای مدل‌سازی در معادله رگرسیون خطی استفاده شد که معادلات در زیر ارائه شده است (معادله ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲).

$$CC_G = 0.0049(Elv) + 5.43 \quad R^2 = 0.63 \quad (۵)$$

$$CC_F = 0.0037(Elv) + 12.04 \quad R^2 = 0.51 \quad (۶)$$

$$CC_{Sh} = 0.0031(Elv) + 2.07 \quad R^2 = 0.53 \quad (۷)$$

$$CC_T = 0.0152(Elv) + 17.59 \quad R^2 = 0.59 \quad (۸)$$

$$ANPP_G = 0.2069(Elv) + 4.27 \quad R^2 = 0.57 \quad (۹)$$

$$ANPP_F = 0.1777(Elv) + 79.55 \quad R^2 = 0.66 \quad (۱۰)$$

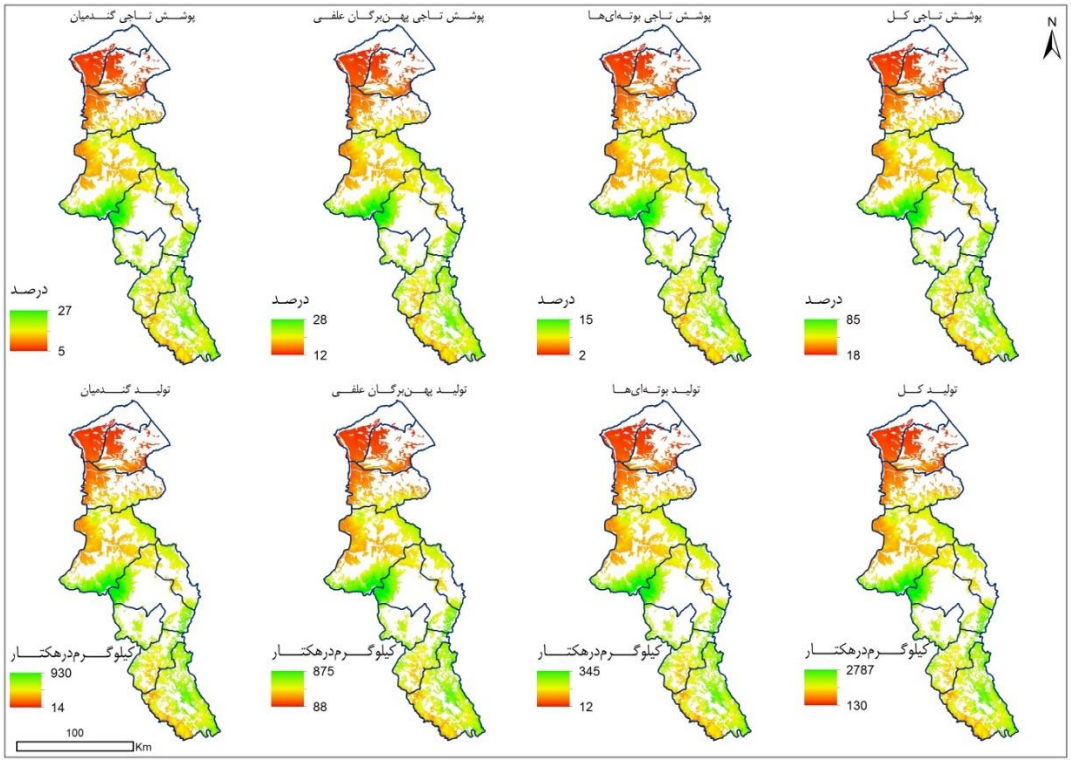
$$ANPP_{Sh} = 0.0754(Elv) + 8.28 \quad R^2 = 0.54 \quad (۱۱)$$

$$ANPP_T = 0.6000(Elv) + 100 \quad R^2 = 0.50 \quad (۱۲)$$

در این معادلات، CC: پوشش تاجی، ANPP: تولید اولیه سطح زمین، G: گندمیان، F: پهن‌برگان علفی، Sh: بوته‌ای‌ها، T: کل و Elv: ارتفاع از سطح دریا است.

شکل ۲ معادلات به‌دست آمده را به‌صورت نقشه شبیه‌سازی شده نشان می‌دهد. نتایج شبیه‌سازی معادلات نشان می‌دهد که پوشش تاجی گندمیان برای مراتع استان اردبیل در محدوده ۵ تا ۲۷ درصد، برای پهن‌برگان علفی بین ۱۲ تا ۲۸ درصد، برای بوته‌ای‌ها بین ۲ تا ۱۵ درصد و برای پوشش تاجی کل بین ۱۸ تا ۸۵ درصد متغیر است. همچنین محدوده تغییرات برای تولید اولیه

سطح زمین گندمیان بین ۱۴ تا ۹۳۰ کیلوگرم در هکتار، برای پهن‌برگان علفی بین ۸۸ تا ۸۷۵ کیلوگرم در هکتار، برای بوته‌ای‌ها بین ۱۲ تا ۳۴۵ کیلوگرم در هکتار و برای تولید اولیه سطح زمین کل بین ۱۳۰ تا ۲۷۸۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد.



شکل ۲. نقشه پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل مدل‌سازی شده توسط عامل ارتفاع برای مراتع استان اردبیل

جدول ۲ بیان‌گر نتایج ارزیابی صحت نقشه‌های تهیه شده، میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده و مقادیر برآورد شده از مدل‌ها برای پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل است که اختلاف میانگین مقادیر برآورد شده با داده‌های واقعیت زمینی نیز ارائه شده است.

جدول ۲. میانگین و ارزیابی صحت داده‌های اندازه‌گیری شده و برآورد شده از مدل‌ها

عوامل	فرم‌های رویشی	میانگین مقدار اندازه‌گیری شده	میانگین مقدار برآورد شده از مدل	اختلاف میانگین برآورد شده با میانگین اندازه‌گیری شده	RMSE
پوشش تاجی (%)	**گندمیان**	۱۴	۱۵	+۱	۰/۴۳
	پهن‌برگان علفی	۲۰	۱۹	−۱	۰/۴۸
	بوته‌ای‌ها	۹	۸	−۱	۰/۷۳
	کل	۴۴	۴۶	+۲	۰/۸۴
تولید اولیه سطح زمین (Kg/ha)	**گندمیان**	۳۹۰	۴۰۱	+۱۱	۰/۹۶
	پهن‌برگان علفی	۴۲۰	۴۲۰	۰	۰/۸۷
	بوته‌ای‌ها	۱۷۶	۱۶۳	−۱۳	۱/۱۱
	کل	۱۱۰۱	۱۲۵۱	+۱۵۰	۱/۹۹

+ : نشانگر مقدار بیش‌تر از حد واقعی و − : نشانگر مقدار کم‌تر از حد واقعی

در نهایت کاربردی‌ترین نتایج این مطالعه معادلات پیش‌بینی تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی توسط پوشش تاجی بود که مطابق معادلات ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ تهیه شد که شاخص RMSE در هر ۴ معادله برابر صفر بود.

$$ANPP_G=0.0237(CC_G)+5.33 \quad R^2=0.99 \quad (۱۳)$$

$$ANPP_F=0.0208(CC_F)+10.38 \quad R^2=0.99 \quad (۱۴)$$

$$ANPP_{Sh}=0.0411(CC_{Sh})+1.73 \quad R^2=0.99 \quad (۱۵)$$

$$ANPP_T=0.0253(CC_T)+15.05 \quad R^2=0.99 \quad (۱۶)$$

در این معادلات، CC: پوشش تاجی، ANPP: تولید اولیه سطح زمین، G: گندمیان، F: پهن‌برگان علفی، Sh: بوته‌ای‌ها و T: کل است.

٤- بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه از عامل ارتفاع از سطح دریا برای مدل‌سازی‌ها استفاده شد؛ لازم به ذکر است که در این مطالعه نقش عواملی نظیر پارامترهای اقلیمی، خاک، بهره‌برداری و شدت چرا نادیده گرفته شد و تنها عوامل پستی و بلندی بررسی شد. در این راستا یکی از عوامل مهم که در ادامه باید بررسی شود، شدت چرای دام است. این امر با نتایج ونگ و همکاران مطابقت داشت که اطلاع از شدت چرا را از عوامل مهم در مدیریت مراتع و افزایش صحت برآورد پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین گزارش کرده‌اند (Wang et al., 2014). همان‌طور که اشاره شد عامل ارتفاع بیش‌ترین هم‌بستگی با متغیرهای وابسته را داشت و این بدان معناست که از مؤثرترین عوامل در تغییرات پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین است که علت این امر می‌تواند بسته به تغییرات اقلیمی باشد؛ به‌طوری‌که ارتفاع با بارندگی رابطه مستقیم و با دمای هوا رابطه عکس دارد. در این راستا نتایج تحقیق حاضر با نتایج پورنعمتی و همکاران مطابقت داشت که از بین عوامل محیطی، عامل ارتفاع را مهم‌ترین عامل در تغییرات و همچنین مدل‌سازی پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین معرفی کردند (Pounrnemati et al., 2017). همچنین با توجه به نقشه‌های شبیه‌سازی شده مشاهده شد که بیش‌ترین پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل در مناطق با ارتفاع زیاد قرار داشت. به عنوان مثال بیش‌ترین مقدار پارامترهای ذکر شده در مراتع سبلان با ارتفاع بیش از ۲۵۰۰ (شرق استان) و کم‌ترین آن در مراتع پارس‌آباد و بیله‌سوار (شمال استان) قرار داشت. در این راستا قربانی و همکاران نیز رابطه مستقیم بین ارتفاع و تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل را گزارش و عامل ارتفاع را مؤثرترین عامل پستی و بلندی در تغییرات پارامترهای گیاهی یاد شده برای مدل‌سازی با صحت بالا معرفی کردند (Ghorbani et al., 2018). از این رو می‌توان با در درست داشتن این معادلات برای مراتع استان اردبیل، در سال‌های آتی بدون تخریب مرتع (قطع و توزین) و تنها با اندازه‌گیری پوشش تاجی از عرصه، به پیش‌بینی دقیقی از تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل دست یافت. این قسمت از مطالعه با نتایج ارزانی و همکاران مطابقت داشت که با بررسی مدل‌های مختلف گزارش دادند با در دست داشتن اطلاعات پوشش گیاهی می‌توان به برآورد دقیقی از تولید گیاهی مراتع رسید (Arzani et al., 2009). در نهایت معادلات پیش‌بینی تولید اولیه سطح زمین توسط داده‌های پوشش تاجی تهیه شد؛ این بدین معناست که در سال‌های آینده با اندازه‌گیری و در دست داشتن تنها عامل پوشش تاجی و با در دست داشتن معادلات ارائه شده در این مطالعه، می‌توان به دقیق‌ترین برآورد از تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل رسید که این باعث صرفه‌جویی در زمان و جلوگیری از آثار مخرب قطع و توزین در سطح مراتع خواهد شد.

در مطالعه حاضر مدل‌سازی پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل توسط عامل ارتفاع تنها برای یک سال انجام شد که نتایج از صحت قابل قبولی برخوردار بود؛ اما برای رسیدن به مدیریت بهتر، پیش‌بینی پارامترهای ذکر شده برای سال‌های آینده نیز مورد نیاز خواهد بود که در مطالعات بعدی توسط عوامل اقلیمی به این امر پرداخته خواهد شد. همچنین مدل‌سازی برای کل مراتع استان تنها با یک مدل برای هر پارامتر انجام شد که در مطالعات بعدی، مدل‌سازی به‌صورت منطقه‌بندی اکولوژیکی مراتع استان (هر منطقه اکولوژیک با یک مدل جداگانه) انجام و با نتایج مطالعه حاضر مقایسه خواهد شد تا بهترین روش برای مدل‌سازی معرفی و ارائه شود. با توجه به این‌که مراتع تحت تأثیرات عوامل محیطی قرار خواهند گرفت، از این رو پیش‌بینی پوشش تاجی و تولید اولیه سطح زمین برای رویارویی با تنش‌ها و مدیریت حالت توازن کربن و همچنین تعادل بین عرضه و تقاضای محصولات مرتعی ضروری خواهد بود. این مطالعه به‌عنوان اولین پیش‌مطالعه برای اطلاع از وضعیت پوشش

تاجی و تولید اولیه سطح زمین مراتع استان اردبیل انجام شد که در ادامه به پیش‌بینی‌های دقیق‌تر برای سال‌های آینده توسط عوامل اقلیمی پرداخته خواهد شد. همچنین لازم به ذکر است که با رسیدن به مدل‌های پیش‌بینی تولید اولیه سطح زمین فرم‌های رویشی و کل توسط پوشش تاجی، پیشنهاد می‌شود معادلات انتهایی مطالعه حاضر (۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶) جایگزین روش مخرب قطع و توزین در مراتع استان اردبیل شود.

۵- سپاس‌گزاری

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری آقای فرید دادجو است که با حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شده است.

٦- فهرست منابع

ارزانی، حسین؛ نوری، سهیلا؛ کابلی، سید حسن؛ مرادی، حمیدرضا؛ قلیچ نیا، حسن (۱۳۸۷). معرفی شاخص های مناسب ارزیابی پوشش و تولید گیاهی در مراتع ییلاقی جنوب استان مازندران. منابع طبیعی ایران، ۶۱ (۴)، ۱۰۱۶-۹۹۷.

پورنعمتی، اردشیر (۱۳۹۳). برآورد تولید اولیه با استفاده از داده‌های سنجش از دور در مراتع سبلان. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

پورنعمتی، اردشیر؛ قربانی، اردوان؛ شریفی نیارق، جابر؛ میرزایی آقچه قشلاق، فرزاد؛ امیرخانی، معصومه؛ گودرزی، محمود (۱۳۹۶). بررسی اثرات ارتفاع، شیب و جهات جغرافیایی بر تولید علوفه گروه‌های گیاهی مراتع سبلان در استان اردبیل. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱ (۲۴)، ۱۲۵-۱۱۰.

جعفریان، زینب؛ امیدی‌پور، رضا؛ زندی، لیلا (۱۴۰۰). تأثیر ارتفاع از سطح دریا و خصوصیات خاک بر تنوع آلفا و بتای مراتع پلور مازندران. بوم‌شناسی کاربردی، ۱۰ (۱)، ۹۲-۷۹.

دادجو، فرید. (۱۳۹۶). بررسی اثر عوامل مؤثر بر میزان تولید در ارتفاعات هیر و نئور با استفاده از روش‌های زمینی و سنجش از دوری. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

دادجو، فرید؛ قربانی، اردوان؛ معمری، م؛ مصطفی‌زاده، رئوف؛ حزباوی، زینب (۱۴۰۰). مدل‌سازی پارامترهای تولید و پوشش تاجی به منظور معرفی مؤثرترین عامل محیطی در مراتع نیمه‌استپی باغرو، استان اردبیل ایران. بوم‌شناسی کاربردی، ۱۰(۳)، ۱۵-۱.

دادجو، فرید؛ قربانی، اردوان؛ معمری، مهدی؛ بیدارلرد، محمود (۱۳۹۷). اثر دما و بارندگی بر تولید روی زمین مراتع هیر و نئور استان اردبیل. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۵ (۳)، ۵۹۳-۵۷۷.

زارع حصاری، بهارک؛ قربانی، اردوان؛ عظیمی مطعم، فرزانه؛ هاشمی مجد، کاظم؛ اصغری، علی (۱۳۹۳). عوامل بوم‌شناختی مؤثر بر پراکنش گونه .Artemisia fragrans Willd در دامنه‌های جنوب شرقی سبلان. مرتع، ۸(۳)، ۲۵۰-۲۳۸.

سیدی کلیبر، سید ابوالفضل (۱۳۹۷). ارزیابی تغییرات تولید اولیه سطح زمین مراتع در گرادیان ارتفاعی قزل اوزن – ارتفاعات شهرستان کوثر. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

غفاری، سحر. (۱۳۹۸). ترکیب، تنوع و غنای گونه‌ای در مراتع گرادیان ارتفاعی مغان. پایان‌نامهٔ دکتری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

قربانی، اردوان؛ دادجو، فرید؛ معمری، مهدی؛ بیدارلرد، محمود؛ هاشمی‌مجد، کاظم (۱۳۹۷). بررسی رابطه بین تولید اولیه مرتع با خصوصیات فیزیوگرافیکی در مراتع هیر و نئور استان اردبیل. مرتع، ۱۲(۱)، ۸۷-۷۳.

کاکه ممی، آزاد؛ معمری، مهدی؛ قربانی، اردوان؛ غفاری، سحر؛ (۱۳۹۹). تحلیل تغییرات کاربری/پوشش اراضی استان اردبیل با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۱ (۳)، ۸۶-۶۶.

محمدی مقدم، سمانه. (۱۴۰۰). مدل‌سازی و تخمین تولید خالص اولیه سطح زمین مراتع شمال استان اردبیل. پایان‌نامهٔ دکتری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

محمدی مقدم، سمانه؛ قربانی، اردوان؛ ارزانی، حسین؛ عزیزی مبصر، جوانشیر؛ مصطفی‌زاده، رئوف (۱۴۰۱) مدل‌سازی تولید خالص اولیه سطح زمین مراتع سبلان با استفاده از شاخص‌های گیاهی و رگرسیون غیرخطی. مرتع، ۱۶(۱)، ۵۱-۳۳.

محمدی، ودود (۱۳۹۹). بررسی تولید اولیه سطح زمین در مراتع سیاهپوش و گنجگاه استان اردبیل. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

مولائی شام اسبی، م. (۱۳۹۴). بررسی برخی از عوامل اکولوژیکی مؤثر در تغییرات مکانی، تراکم، تولید و پوشش تاجی گونه Artemisia aucheri و Artemisia melanolepis در دامنه‌های جنوب‌شرقی سبلان. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

References

Abdolalizadeh, Z., Ghorbani, A., Mostafazadeh, R., & Moameri, M. (2020). Rangeland canopy cover estimation using Landsat OLI data and vegetation indices in Sabalan rangelands, Iran. Arabian Journal of Geosciences, 13, 1-13. https://doi.org/10.1007/s12517-020-5150-1

Arzani, H., Noori, S., Kaboli, S.H., Moradi, H.R., Ghelichnia, H. (2009). Determination of suitable indices for vegetation cover assessment in summer rangelands in south of Mazandaran. Journal of the Iranian Natural Resources, 61(4): 997-1016. https://journals.ut.ac.ir/article_27935.html?lang=en **[in Persian]**

Beers, T.W., Dress, P.E., & Wensel, L.C. (1966). Aspect transformation in productivity research. Journal of Forestry, 64, 691-692. https://doi.org/10.1093/jof/64.10.691

D'Odorico, P., Bhattachan, A., Davis, K.F., Ravi, S., & Runyan, C.W. (2013). Global desertification: drivers and feedbacks. Advances in Water Resources, 51, 326–344. https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.01.013

Dadjou, F. (2016). Investigating the effect of effective factors on the amount of production in Hir and Neor heights using ground and remote sensing methods. M.Sc thesis in Rangeland Management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil. **[in Persian]**

Dadjou, F., Ghorbani, A., Moameri, M., & Bidarlord, M. (2018). Effects of temperature and rainfall on the aboveground net primary production of Hir and Neur rangelands in Ardabil province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 25(3), 577-593. https://doi.org/10.22092/ijrdr.2018.117811 **[in Persian]**

Dadjou, F., Ghorbani, A., Moameri, M., Mostafazadeh, R., & Hazbavi, Z. (2021). Modeling production and canopy cover parameters to identify the most effective environmental factors in Baghrou Semi-Steppe rangelands of Ardabil province, Iran. Iranian Journal of Applied Ecology, 10(3), 1-15. http://dx.doi.org/10.47176/ijae.10.3.5032 **[in Persian]**

Derner, J.D., Augustine, D.J., Ascough, J.C., Ahuja, L.R., Derner, J.D., Augustine, D.J., Ii, J.C.A., & Ahuja, L.R. (2012). Opportunities for increasing utility of models for rangeland management. Rangeland Ecology and Management, 65, 623–631. https://doi.org/10.2111/REM-D-11-00122.1

GASL, (2014). Towards sustainable livestock-global agenda for sustainable livestock. GASL, Rome, Italy, p 14. https://www.livestockdialogue.org/en/

Ghafari, S. (2018). Composition, diversity and richness of species in the rangelands of the altitudinal gradient of Moghan. Ph.D thesis in Rangeland Management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil. **[in Persian]**

Ghorbani, A., Arzani, H., Azizi Mobser, J., & Mostafazadeh, R. (2022). Modelling Above ground net primary production of Sabalan rangelands using vegetation index and non-linear regression. Rangeland, 16(1), 33-51. http://dorl.net/dor/20.1001.1.20080891.1401.16.1.1.3 **[in Persian]**

Ghorbani, A., Dadjoo, F., Moameri, M., Bidar Lord, M., & Hashemi Majd, K. (2018). Investigating the relationships between net primary production with physiographic factors in Hir and Neur rangelands in Ardabil province. Rangeland, 12(1), 73-88. http://dorl.net/dor/20.1001.1.20080891.1397.12.1.7.1 **[in Persian]**

Ghorbani, A., Dadjou, F., Moameri, M., & Biswas, A. (2020a). Estimating aboveground net primary production (ANPP) using landsat 8-based indices: a case study from Hir_Neur rangelands, Iran. Rangeland Ecology & Management, 73(5), 649-657. https://doi.org/10.1016/j.rama.2020.06.006

Ghorbani, A., Keyvan Behjoo, F., & Sefidi, K. (2016). Effects of some environmental factors on the distribution of Prangos ferulacea Lindl in rangelands of Ardabil province. Rangeland, 10(2), 191-203. http://dorl.net/dor/20.1001.1.20080891.1401.16.1.1.3 **[in Persian]**

Ghorbani, A., Moameri, M., Dadjou, F., Seyedi Kaleybar, S.A., Pournemati, A., & Asghari, Sh. (2020b). Determinization of Environmental Factors Effects on Plants Production in QezelOzan-Kosar Rangelands, Ardabil Province. ECOPERSIA, 8(1), 47-56. http://dorl.net/dor/20.1001.1.23222700.2020.8.1.7.6

Jafarian, Z., Omidipour, R., & Zandi, L. (2021). Effects of altitude and soil properties on alpha and beta diversity in plour rangelands of Mazandaran. Iranian Journal of Applied Ecology, 10(1), 79-92. http://dx.doi.org/10.47176/ijae.10.1.2022 **[in Persian]**

Ji, Y., Zhou, G., Luo, T., Dan, Y., Zhou, L., & Lv, X. (2020). Variation of net primary productivity and its drivers in China's forests during 2000–2018. Journal of Forest Ecosystem, 7(15), https://doi.org/10.1186/s40663-020-00229-0

Jiao, W., Chen, Y., Li, W., Zhu, Ch., & Li, Z. (2018). Estimation of net primary productivity and its driving factors in the Ili River Valley, China. Journal of Arid Land, 10(5), 781-793. https://doi.org/10.1007/s40333-018-0022-1

Kakehmami, A., Moameri, M., Ghorbani, A., & Ghafari, S. (2020). Analysis of land use/ cover changes in Ardabil province using landscape metrics. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 11(3), 68-86. https://doi.org/10.30495/GIRS.2020.674952 **[in Persian]**

Mohammadi Moghadam, S. (2021). Modeling and estimating the primary net production of the land surface of pastures in the north of Ardabil province. Ph.D thesis in Rangeland Management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil. **[in Persian]**

Mohammadi Moghaddam, S., Gordon Lamb, E., Ghorbani, A., Arzani, H., Azizi Mobaser, J., & Mostafazadeh, R. (2022) Interactions among climate, topography, soil structure and rangeland aboveground net primary production. The Rangeland Journal, https://doi.org/10.1071/RJ21013

Mohammadi, V (2019). Investigating the primary production of land surface in Siahpoosh and Ganjgah pastures of Ardabil province. M.Sc thesis in Rangeland Management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil. **[in Persian]**

Moore, I.D., Grayson, R.B., & Ladson, A.R. (1991). Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications. Journal of *Hydrological Processes,* **5**, 3-30. https://doi.org/10.1002/hyp.3360050103

Movlaie Sham Asbi, M. (2014). Investigating some effective ecological factors in spatial changes, density, production and crown cover of Artemisia aucheri and Artemisia melanolepis species in the southeastern slopes of Sablan. M.Sc thesis in Rangeland Management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil. **[in Persian]**

Piñeiro, G., Perelman, S., Guerschman, J. P., & Paruelo, J. M. (2008). How to evaluate models: observed vs. predicted or predicted vs. observed?. Ecological modelling, 216(3-4), 316-322. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.05.006

Pounrnemati, A., Ghorbani, A., Sharifi, J., Mirzaie, F., Amirkhani, M., & Goudarzi, 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), 110-125. https://doi.org/10.22092/ijrdr.2017.109854 **[in Persian]**

Pournamati, A. (2013). Estimation of primary production using remote sensing data in Sablan pastures. M.Sc thesis in Rangeland Management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil. https://www.virascience.com/thesis/792500/ **[in Persian]**

Reid, R.S., Fernández-Giménez, M.E., & Galvin, K.A. (2014). Dynamics and resilience of rangelands and pastoral peoples around the globe. Annual Review in Environmental Resources, 39, 217–242. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-020713-163329

Seiedi Kleiber, S.A. (2017). Evaluation of changes in the primary production of pasture land in the altitude gradient of Qezal Ozen-Highlands of Kausar city. M.Sc thesis in Rangeland Management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil. **[in Persian]**

Sircely, J., Conant, R.T., & Boone, R.B. (2019). Simulating rangeland ecosystems with G-Range: model description and evaluation at global and site scale. Rangeland Ecology and Management, 72, 846-857. https://doi.org/10.1016/j.rama.2019.03.002

Varasteh, F. (2017). Evaluation of changes in the composition and diversity of plants and soil parameters inside and outside of Shoghal Dareh exclosure Namin. M.Sc thesis in Rangeland Management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil. **[in Persian]**

Wang, X., Li, F., Gao, R., Luo, Y., & Liu, T. (2014). Predicted NPP spatiotemporal variations in a semiarid steppe watershed for historical and trending climates. Journal of Arid Environments, 104, 67-79. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.02.003

White, R.P., Tunstall, D., & Henninger, N. (2002). An ecosystem approach to dry lands: building support for new development policies. World Resources Institute (WRI), Washington, DC, USA, p 14. http://pdf.wri.org/drylands_ecosystem_approach_old.pdf

Yuan, Z., Wang, Y., & Xu, J. (2021). Effects of climatic factors on the net primary productivity in the source region of Yangtze River, China. Scientific Reports, 11, 1376. https://doi.org/10.1038/s41598-020-80494-9

Zare Hesari, B., Ghorbani, A., Azimi Motem, F., & Asghari, A. (2014). Study the effects of ecological factors on Artemisia fragrans Willd. distribution in southeast faced slopes of Sabalan. Rangeland, 8(3), 238-250. http://dorl.net/dor/20.1001.1.20080891.1393.8.3.3.3 **[in Persian]**