

اثر دما و بارندگی بر تولید روی زمین مراتع هیر و نئور استان اردبیل

فرید دادجو^۱، اردوان قربانی^{۲*}، مهدی معمری^۳ و محمود بیدار لرد^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

پست الکترونیک: a_ghorbani@uma.ac

۳- استادیار، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۲۷

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، بررسی رابطه بین تولید روی زمین فرم‌های رویشی گندمیان، پهن‌برگان علفی، بوته‌ای‌ها و تولید کل با عوامل دما و بارندگی ۲۵ ساله، سال ماقبل نمونه‌برداری و سال نمونه‌برداری در مراتع هیر و نئور استان اردبیل بود. تولید سطح زمین در سه پروفیل ارتفاعی ۱۴۴۶ تا ۲۷۵۰ متر با استفاده از روش قطع و توزین در پلات‌های یک مترمربعی (در مجموع ۳۳۰ پلات) نمونه‌برداری شد. دما و بارندگی برای هر نقطه با استفاده از گرادبان محاسبه شد. نتایج نشان داد با گذشت زمان بارندگی کاهش، دما افزایش و میزان تولید کاهش یافت. همچنین بین دما و بارندگی با تولید فرم‌های رویشی و کل رابطه معنی‌دار ($P < 0.01$) بوده و تولید گندمیان و کل با بارندگی رابطه مستقیم داشت. به طوری که بیشترین مقدار تولید پهن‌برگان علفی در طبقه میانی و بیشترین تولید بوته‌ای‌ها در طبقات بالاتر بارندگی سالانه ثبت شد. نتایج اثرهای دما نیز نشان داد که تولید گندمیان و تولید کل با دما رابطه عکس داشته و بیشترین مقدار تولید پهن‌برگان علفی و بوته‌ای‌ها، به ترتیب در طبقات میانی و پایین دمای سالانه ثبت شد. با توجه به صحت معادلات رگرسیون نقشه‌های تولید در محیط GIS تهیه شد. نتایج نشان داد که نقشه‌های تهیه شده توسط داده‌های اقلیمی سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ نسبت به داده‌های اقلیمی ۲۵ ساله نتیجه بهتری داشت. از نتایج این مطالعه می‌توان در تعادل بین عرضه و تقاضای تولید، زیتوده و شاخص توازن کربن اکوسیستم که یک ابزار بالقوه مهم از نظر توسعه پایدار است و به‌عنوان شاخص تنش بر محیط‌زیست ناشی از افزایش مصرف زی‌توده است، استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاعات هیر و نئور، استان اردبیل، مراتع، بیوماس روی زمین، عوامل اقلیمی، فرم رویشی.

مقدمه

Arzani و Abedi (۲۰۱۴) تولید عبارت است از: کل انرژی

تثبیت شده در طول فرایند فتوسنتز که طبق این تعریف تولید تمامی گیاهان مرتعی اعم از خوشخوراک و غیرخوشخوراک

تولید منبع اصلی انرژی برای اکوسیستم‌ها است که به آنها وابسته است (Abdi et al., 2014). طبق تعریف

منطقه شد، اما این افزایش در خاک‌های مختلف متفاوت بود. Brok و همکاران (۲۰۰۱) رابطه بین تولید مراتع با بارندگی سالانه را در علفزارهای آلبرتای مرکزی مورد بررسی قرار داده و معنی‌داری رابطه بین این دو را عامل گزارش اعلام کردند. Akbarzadeh و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای در مراتع پلور بارش فصل رویش را مؤثرترین پارامتر بر مقدار پوشش تاجی و تولید گونه‌های علفی و گندمیان معرفی کرده‌اند. Munkhtsetseg و همکاران (۲۰۰۷) عامل اصلی کاهش تولید گونه‌های گیاهی مراتع مغولستان را افزایش دما به همراه کاهش بارش بیان کردند. Abdollahi و همکاران (۲۰۱۱) اثر بارندگی روی تولید کل را در منطقه ندوشن یزد مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند بارش دوره آذر تا اسفند و دمای بیشینه تیرماه تأثیر مثبتی بر روی تولید دارد. Ehsani و همکاران (۲۰۱۲) اثرهای عوامل اقلیمی را روی خصوصیات گیاهی در مناطق استپی استان مرکزی مورد بررسی قرار داده و بیان کردند که از عوامل اقلیمی می‌توان برای برآورد تولید و ظرفیت چرای مراتع استفاده کرد. Pournemati (۲۰۱۴) تأثیر نوسانهای دما و بارندگی را بر روی تولید گیاهان مرتعی در مراتع سبلان بررسی و گزارش کردند که تولید فرم‌های رویشی رابطه معنی‌داری با تغییرات عوامل اقلیمی دارد. Prince و Jackson (۲۰۱۶) نیز تولید خالص مراتع نیمه‌خشک را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که مقدار تولید در این مراتع به دنبال تخریب‌های ناشی از فعالیت انسانی کاهش می‌یابد. همچنین فخریمی و همکاران (۱۳۹۵) تولید و ظرفیت چرای مراتع استپی استان یزد را به کمک عوامل اقلیمی بررسی و گزارش کردند که بارش پیشین و بارش زمستان به خوبی توانایی برآورد تولید مرتع و ظرفیت چرا را دارد. با توجه به اینکه مراتع از گونه‌های گیاهی مختلف تشکیل شده‌اند که هر گروه از این گیاهان نیازهای مختلفی برای ادامه حیات دارند، بنابراین این گیاهان با توجه به فرم رویشی و سیستم ریشه، زمان و کیفیت بارش، واکنش و وابستگی متفاوتی را به بارندگی نشان می‌دهند (Bates *et al.*, 2006). به‌طوری‌که

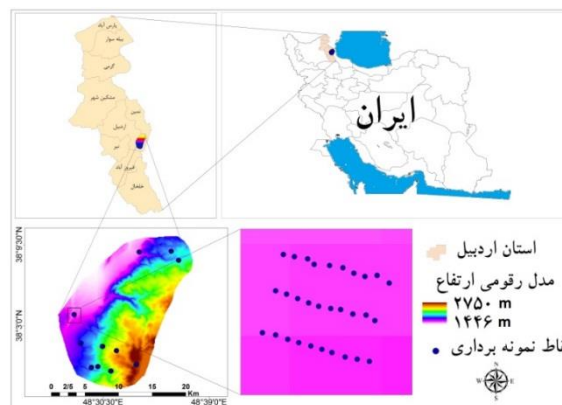
را شامل می‌شود. همچنین در تولید یا میزان جذب CO₂ از طریق فتوسنتز، ارتباط اساسی بین اتمسفر و بیوسفر وجود دارد (Reeves *et al.*, 2014). به‌طوری‌که بررسی نوسان و ارتباط مقدار تولید روی زمین مراتع با متغیرهای اقلیمی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Wang *et al.*, 2014). مطالعات نشان داده است که از بین متغیرهای اقلیمی، مقدار بارندگی دارای بیشترین تأثیر بر تغییرات پوشش و تولیدات گیاهی می‌باشد (Baghestani Maibodi & Zare, 2006). طبق گزارش Karin (۱۹۸۴) یک مرتع‌دار باید قادر باشد که از حداقل اطلاعات در دسترس سال‌های گذشته، به برآوردی قابل قبول در تولید مرتع برسد. Dyksterhius (۱۹۴۹) با توجه به درجات وضعیت مرتع و میزان بارندگی، مقدار تولید عرصه را قابل برآورد می‌داند. فراوانی و پراکنش بارندگی نقش بسیار مهمی در دسترسی به رطوبت خاک داشته و پوشش گیاهی را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Ehleringer *et al.*, 1999). با توجه به شکل رویشی، سیستم ریشه، همچنین زمان و کیفیت بارش، واکنش و رفتار گیاهان نسبت به بارندگی متفاوت خواهد بود (Moghadam, 2001). به‌طوری‌که گندمیان با سیستم ریشه‌ای سطحی و متراکم، بیشتر از منابع آب ذخیره‌شده در نزدیکی سطح زمین استفاده می‌کنند، درحالی‌که گیاهان چوبی دارای ریشه عمیق، قادرند آب موردنیاز خود را از رطوبت ذخیره‌شده در اعماق پایین‌تر خاک به دست آورند (Walter, 1979). همواره ممکن است که دوره‌هایی با نوسانهای دمایی بالا بتواند مقدار تولید و رشد گیاهان را محدود کند بدون آنکه کاهش معنی‌داری در مقدار بارش صورت گیرد؛ بنابراین بررسی همزمان دو متغیر اقلیمی بارندگی و دما ضروریست (Munkhtsetseg *et al.*, 2007). Mohammadi Moghadam و همکاران (۲۰۱۵) نیز بارندگی را یکی از عوامل بسیار مهم در تولید مراتع گزارش کردند. Newbauer و همکاران (۱۹۸۰) در بررسی اثرهای بارندگی بر تولید مراتع مونتانا شرقی اعلام کردند هرچند افزایش بارندگی سبب بالا رفتن تولید در بیشتر گیاهان

تا ۱۸۵۰ متر برابر با ۳۳۸ تا ۳۵۰ میلی‌متر و بارندگی طبقات ارتفاعی بالا یعنی ۲۱۰۰ تا ۲۶۰۰ متر برابر با ۳۶۶ تا ۳۹۰ میلی‌متر است. همچنین از لحاظ پراکنش فصلی، بیشترین بارندگی در فصل بهار و کمترین آن در فصل تابستان رخ می‌دهد. بر اساس گرادیان بارندگی استخراج شده از داده‌های ۲۵ ساله ایستگاه‌های هواشناسی اطراف منطقه مورد مطالعه، مقدار بارندگی سالانه منطقه بین ۳۳۸ تا ۳۹۰ میلی‌متر و دمای منطقه بین ۶ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. همچنین میزان بارندگی در سال ۱۳۹۴ (سال ماقبل نمونه‌برداری) برابر با ۳۵۰ تا ۳۶۰ میلی‌متر و دمای منطقه بین ۵ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد و در سال ۱۳۹۵ (سال نمونه‌برداری) بارندگی منطقه بین ۳۱۲ تا ۳۳۱ میلی‌متر و دما بین ۷ تا ۱۱ درجه سانتی‌گراد بوده است. بر اساس بازدیدهای میدانی و داده‌های ثبت شده پوشش گیاهی منطقه به صورت علف بوته‌زار است. خاک منطقه دارای بافت متوسط یا لومی‌رسی و نسبتاً حاصلخیز است. در محدوده نمونه‌برداری بیرون‌زدگی سنگی و خاک کم‌عمق نیز وجود دارد.

اندازه‌گیری تولید هر فرم رویشی در تعیین شاخص توازن کربن و تغییرات زی‌توده اکوسیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی سهم اثر پارامترهای اقلیمی بر تغییرات تولید روی زمین فرم‌های رویشی گندمیان، پهن‌برگان علفی، بوته‌ای‌ها و کل بوده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مراتع هیر و دریاچه نئور واقع در استان اردبیل در موقعیت جغرافیایی $37^{\circ}59'$ تا $38^{\circ}5'$ شمالی و $48^{\circ}26'$ تا $48^{\circ}35'$ شرقی بررسی شد (شکل ۱). از لحاظ شرایط پستی و بلندی منطقه، با توجه به نقشه مدل رقومی ارتفاع، حداقل ارتفاع از سطح دریا ۱۴۴۶ متر و حداکثر ارتفاع آن حدود ۲۷۵۰ متر، شیب دامنه بین ۱۵ تا ۶۰ درصد متغیر بوده و دامنه‌های شمالی، شمال‌غربی، غربی و جنوب‌غربی نمونه‌برداری شد. بارندگی در منطقه مورد مطالعه به صورت باران، تگرگ و برف رخ می‌دهد که از لحاظ پراکندگی مکانی، بارندگی طبقات ارتفاعی پایین یعنی ۱۶۰۰



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در سطح کشور (استان اردبیل، شهرستان اردبیل و نقاط نمونه‌برداری)

۱۰ متری از هم مستقر شدند و در مجموع از ۳۳۰ پلات نمونه‌برداری انجام شد. ابعاد و تعداد پلات‌ها نیز با توجه به ساختار و پراکنش پوشش گیاهی و تعداد نمونه مورد نیاز و همچنین با توجه به مطالعات گذشته (Ghorbani *et al.*, 2013; Sharifi *et al.*, 2013; Zare Hesari *et al.*, 2014)

با توجه به جاده دسترسی سه پروفیل ارتفاعی، در هر پروفیل به ترتیب تعداد سه، پنج و سه (در مجموع ۱۱) مکان نمونه‌برداری (رویشگاه) انتخاب شد؛ در هر مکان سه ترانسکت ۱۰۰ متری با فاصله ۵۰ متر از هم و در امتداد هر ترانسکت تعداد ۱۰ پلات (در هر مکان ۳۰ پلات) با فواصل

که Y : مقدار پیش‌بینی شده متغیر وابسته؛ a : مقدار ثابت؛
 b : ضریب رگرسیون و x : مقادیر متغیرهای مستقل می‌باشد.
 در محیط GIS با استفاده از معادله‌های استخراج شده
 برای تولید هریک از فرم‌های رویشی و تولید روی زمین
 کل، نقشه تولید برای منطقه مورد مطالعه پیش‌بینی شد.
 تجزیه و تحلیل‌های رگرسیونی با استفاده از ۸۵ درصد داده‌ها
 و صحت نقشه‌های تهیه شده با استفاده از ۱۵ درصد نمونه‌ها،
 از طریق محاسبه مقادیر معیارهای میانگین خطای مطلق
 (MAE: Mean absolute error)، خطای انحراف میانگین
 (MDE: Mean deviation error) و ریشه میانگین مربع
 خطا (RMSE: Root mean squared error) بررسی شد
 (Gervasio *et al.*, 2008; Ghorbani *et al.*, 2018)؛
 به طوری که این شاخص‌ها هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد،
 نشان‌دهنده اعتبار مدل است.

نتایج

نمونه‌های گیاهی برداشت شده از منطقه شناسایی شده و
 تعداد جنس و گونه‌های مربوط به هر تیره مشخص گردید.
 مهمترین تیره‌های گیاهی از نظر غنای گونه Asteraceae،
 Fabaceae و Lamiaceae هستند. همچنین گونه‌های
 موجود در منطقه بر اساس طبقات ارتفاعی فرم رویشی و
 کلاس خوش‌خوراکی شناسایی و مشخص شدند (جدول ۱).
 در این فهرست 1: (۱۶۰۰-۱۸۵۰m)، 2: (۱۸۵۰-۲۱۰۰m) و
 3: (۲۱۰۰-۲۶۰۰m)؛ طبقات ارتفاعی I: (گونه کم شونده)، II:
 (زیاد شونده) و III: (مهاجم) کلاس‌های خوش‌خوراکی می‌باشد.
 در مجموع ۱۰ درصد گونه‌ها، گونه‌های کم شونده یا
 خوش‌خوراک، ۲۰ درصد گونه‌های زیاد شونده و ۷۰ درصد
 گونه‌ها مهاجم هستند.

تعیین شد. نمونه‌برداری در اردیبهشت و خردادماه ۱۳۹۵
 انجام شد. به منظور بررسی پوشش گیاهی، پس از
 بررسی‌های اولیه و بازدیدهای میدانی با توجه به تنوع
 ارتفاعی و جهات جغرافیایی اقدام به جمع‌آوری نمونه‌های
 گیاهی شد. نمونه‌های گیاهی برداشت شده از عرصه، پس از
 انتقال به هرباریوم دانشگاه محقق اردبیلی با استفاده از منابع
 مختلف مانند فلور ایرانیکا (Rechinger, 1963-1998)
 شناسایی شدند. اختصار اسامی مؤلفان گونه‌ها با نمایه
 بین‌المللی نام‌های گیاهی (IPNI, 2015) یکسان‌سازی شد.
 همچنین، گونه‌ها از سطح پلات‌های نمونه‌برداری، به تفکیک
 فرم رویشی (رشد سال جاری گیاهان بوته‌ای و اندام‌های
 بالاتر از سطح یک سانتی‌متری خاک برای گندمیان و
 پهن‌برگان علفی) در پاکت‌های جداگانه برداشت و پس از
 خشک شدن توزین و تولید برحسب کیلوگرم در هکتار
 محاسبه و بر اساس نقاط GPS وارد نرم‌افزار Excel شد.
 نقشه‌های مورد نیاز با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS10 تهیه و
 اطلاعات موجود نیز برای هریک از موقعیت‌های پلات‌ها
 استخراج شد. مقادیر بارندگی و دما بر اساس تعداد
 پلات‌های نمونه‌برداری و معنی‌داری طبقات، طبقه‌بندی و
 مبنای تجزیه و تحلیل مطالعه قرار گرفت. با استفاده از آزمون
 تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون دانکن در نرم‌افزار
 SPSS16.0 اثر تغییرات عوامل اقلیمی بر تولید فرم‌های
 رویشی و تولید کل بررسی شد. سپس ارتباط هریک از
 متغیرهای وابسته با متغیرهای مستقل با استفاده از رگرسیون
 چندگانه توأم بررسی شد. معادله عمومی رابطه رگرسیون
 چندگانه برای پیش‌بینی متغیرهای وابسته (تولید) از روی
 متغیرهای مستقل (عوامل اقلیمی) به صورت رابطه ۱ بوده که
 برای هریک از فرم‌های رویشی و تولید کل، با توجه به
 معنی‌داری عوامل مستقل اعمال گردید.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n \quad \text{رابطه ۱}$$

جدول ۱- فهرست گونه‌های گسترش یافته در منطقه بر اساس طبقات ارتفاعی، فرم رویشی و کلاس خوش خوراکی

نام گونه	طبقه ارتفاعی	خوشخوراکی	نام گونه	طبقه ارتفاعی	خوشخوراکی
GRASSES			<i>Iris reticulata</i> M.Bieb.	1-2	III
<i>Bromus cappadocicus</i> Boiss. & Balansa	1	II	<i>Jurinella moschus</i> (Hablitz) Bobrov	2	III
<i>B. tectorum</i> L.	1-2	III	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	1-2-3	III
<i>B. tomentellus</i> Boiss.	1-2-3	I	<i>Lappula barbata</i> Gürke	2-3	III
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	1-2	II	<i>Lathyrus sativus</i> L.	2	I
<i>E. sp.</i>	1-2	II	<i>Medicago sativa</i> L.	1-2	I
<i>Festuca ovina</i> L.	1-2-3	I	<i>Minuartia hamata</i> Mattf.	1-2-3	III
<i>F. valesiaca</i> Schleich. ex Gaudin	1-2	I	<i>M. meyeri</i> Bornm.	1-2	III
<i>Poa bulbosa</i> L.	1-2	I	<i>Muscari caucasicum</i> Baker	1-2	III
<i>Taeniatherum caput-medusae</i> (L.) Nevski	1-2-3	III	<i>Nonea sp.</i>	1-2	III
FORBS			<i>Onopordum acanthium</i> L.	2-3	III
<i>Achillea vermicularis</i> Trin.	1-2-3	III	<i>Phlomis olivieri</i> Benth.	1-2	III
<i>Acinos graveolens</i> Link	1-2	III	<i>Pimpinella affinis</i> Ledeb.	2-3	III
<i>Adonis aestivalis</i> L.	1-2	III	<i>Pimpinella aurea</i> DC.	1-2	III
<i>Aethionema carneum</i> B.Fedtsch.	2	III	<i>Papaver dubium</i> L.	1-2	III
<i>Allium akaka</i> Regel	1-2	III	<i>Plantago lanceolata</i> Hook.	2	III
<i>A. scorodoprasum</i> L.	1-2-3	III	<i>Polygonum serpyllaceum</i> Jaub. & Spach	3	II
<i>Alyssum minus</i> (L.) Rothm.	1-2-3	III	<i>Potentilla bifurca</i> L.	2-3	II
<i>Androsace maxima</i> L.	1	III	<i>Ranunculus sp.</i>	1	III
<i>Anthemis candidissima</i> Willd. ex Spreng.	1-2	III	<i>Salvia sp.</i>	1-2	III
<i>A. triumfettii</i> (L.) DC.	1-2	III	<i>Sanguisorba minor</i> Bertol.	2	I
<i>Arenaria leptoclados</i> Guss.	1-2-3	III	<i>Scandix stellata</i> Banks & Sol.	1-2	III
<i>Asperula setosa</i> Jaub. & Spach	1-2-3	III	<i>Scariola orientalis</i> (Boiss.) Soják	1-2-3	II
<i>Astragalus taleshensi</i> Bidarlord, F.Ghahrem. & Maassoumi	3	II	<i>Senecio glaucus</i> DC.	1-2	III
<i>A. xerophiloides</i> Podlech & Ekici	1-2	I	<i>Stachys lavandulifolia</i> Vahl	1-2-3	III
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I.M.Johnst.	1	III	<i>Tanacetum chiliophyllum</i> Sch.Bip.	1-2-3	III
<i>Bungea trifida</i> (Spreng.) C.A.Mey.	2	II	<i>Teucrium pumilum</i> L.	3	III

نام گونه	طبقه ارتفاعی	خوشخوراکی	نام گونه	طبقه ارتفاعی	خوشخوراکی
<i>Camelina rumelica</i> Velen.	1	II	<i>Torilis leptophylla</i> Rchb.f.	1	III
<i>Campanula stevenii</i> M.Bieb.	3	III	<i>Trigonella monantha</i> C.A.Mey.	1-2-3	I
<i>Cerastium dichotomum</i> L.	1	III	<i>Turgenia latifolia</i> Hoffm.	2	III
<i>Ceratocephalus testiculatus</i> (Crantz) Roth	1-2-3	III	<i>Valerianella plagiostephana</i> Fisch. & C.A.Mey.	2	III
<i>Chardinia orientalis</i> (L.) Kuntze	1-2-3	III	<i>V. sclerocarpa</i> Fisch. & C.A.Mey.	2	III
<i>Cirsium haussknechtii</i> Boiss.	2-3	III	<i>Velezia rigida</i> L.	2	III
<i>C. sp.</i>	1	III	<i>Verbascum sp.</i>	1-2-3	III
<i>Callipeltis cucullaris</i> (L.) DC.	1-2	III	<i>Veronica arvensis</i> L.	1-2-3	III
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1-2-3	II	<i>V. orientalis</i> Mill.	1-2-3	II
<i>Coronilla sp.</i>	1-2-3	I	<i>Viola modesta</i> Fenzl	2	III
<i>Crepis sancta</i> (L.) Babç.	1-2-3	III	<i>Xeranthemum squarrosum</i> Boiss.	1-2	III
<i>Cryptantha intermedia</i> Greene	2	III	<i>Ziziphora persica</i> Bunge	1-2	II
<i>Eremostachys azerbaijanica</i> Rech.f.	2	III	SHRUBS		
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	1-2	III	<i>Artemisia fragrans</i> Willd.	1-2-3	II
<i>Eryngium billardiæi</i> F.Delaroche	1-2-3	III	<i>Astragalus australis</i> (L.) Lam.	2	III
<i>Erysimum collinum</i> Andrç.	1-2-3	III	<i>A. curvirostris</i> Boiss.	1	III
<i>Euphorbia seguieriana</i> Neck.	1-2-3	III	<i>A. microcephalus</i> Willd.	1-2-3	I
<i>E. szovitsii</i> Fisch. & C.A.Mey.	2	III	<i>A. paraliomenus</i> Bunge	2-3	III
<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	1-2-3	III	<i>A. tabrisianus</i> E.Sheld	1-2-3	III
<i>Filago arvensis</i> L.	1-2	III	<i>Camphorosma monspeliaca</i> L.	1	II
<i>Gagea sp.</i>	1-2-3	III	<i>Cerasus sp.</i>	1	III
<i>Galium verum</i> L.	2	III	<i>Dianthus orientalis</i> Donn	1-2	III
<i>Geranium persicum</i> Schonb.Tem.	1-2-3	III	<i>Kochia prostrata</i> (L.) scharð.	1	II
<i>Gladiolus kotschyanus</i> Boiss.	2	III	<i>Onobrychis cornuta</i> (L.) Desv.	1-2-3	II
<i>Helianthus salicifolius</i> A.Dietr.	1-2-3	III	<i>O. sp.</i>	1	I
<i>Herniaria incana</i> Boiss.	2	III	<i>Silene aucheriana</i> Boiss.	3	III
<i>Hohenackeria exscapa</i> Grande	2	III	<i>S. spergulifolia</i> M.Bieb.	1-2-3	III
<i>Inula sp.</i>	2	III	<i>Thymus kotschyanus</i> Boiss. & Hohen.	1-2-3	III

جدول ۲-مقایسه میانگین مقادیر تولید روی زمین فرم‌های رویشی و کل در طبقات مختلف (بارندگی ۲۵ ساله، فصل رویش و سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵)

متغیرهای مستقل (داده‌های بارندگی)	طبقات بارندگی (mm)	تعداد پلات	متوسط بارندگی و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار تولید (kg/ha)		
				گندمیان	پهن‌برگان علفی	بوته‌ای‌ها
				کل		
	۳۳۸-۳۵۵	۱۱۱	۳۴۴/۷۱ ^a ± ۶/۰۵	۱۲۳/۳۶ ^a ± ۷/۸۹	۱۳۲/۶۳ ^a ± ۶/۱۸	۱۹۹/۲۳ ^a ± ۲۸/۱۴
بارندگی ۲۵ ساله	۳۵۵-۳۶۶	۱۰۳	۳۵۸/۹۰ ^b ± ۱/۹۱	۱۵۲/۱۸ ^a ± ۱۰/۴۴	۲۰۶/۷۲ ^b ± ۱۱/۵۴	۹۴/۸۹ ^b ± ۶/۹۹
	۳۶۶-۳۹۰	۱۱۶	۳۷۷/۱۲ ^c ± ۱۰/۲۶	۲۰۰/۴۸ ^b ± ۹/۴۲	۱۶۸/۵۰ ^c ± ۱۱/۵۵	۲۳۹/۴۴ ^a ± ۱۸/۹۳
	۴۴-۴۶	۱۲۰	۴۴/۶۸ ^a ± ۰/۴۷	۱۶۰/۸۷ ^a ± ۹/۲۰	۱۵۹/۹۳ ^a ± ۹/۴۰	۱۹۳/۵۹ ^a ± ۲۶/۹۰
بارندگی فصل رویش ۲۵ ساله	۴۶-۴۷	۱۲۰	۴۶/۰۰ ^b ± ۰/۰۰	۱۸۲/۸۹ ^a ± ۱۱/۰۰	۲۲۷/۲۸ ^b ± ۱۱/۳۰	۱۱۸/۹۱ ^b ± ۷/۵۰
	۴۷-۵۰	۹۰	۴۸/۶۷ ^c ± ۱/۷۰	۱۲۶/۳۶ ^b ± ۵/۶۰	۱۰۱/۰۶ ^c ± ۴/۰۰	۲۴۵/۷۸ ^a ± ۲۲/۵۰
	۳۵۰-۳۵۳	۱۱۰	۳۵۲/۲۱ ^a ± ۵/۱۲	۱۱۰/۵۶ ^a ± ۹/۷۱	۱۲۲/۵۲ ^a ± ۵/۱۵	۲۱۰/۲۵ ^a ± ۲۴/۱۴
بارندگی سال ۱۳۹۴	۳۵۳-۳۵۷	۱۰۰	۳۵۵/۵۰ ^b ± ۲/۳۰	۱۶۰/۶۳ ^b ± ۶/۸۵	۲۱۵/۷۱ ^b ± ۱۰/۲۴	۱۰۱/۴۷ ^b ± ۹/۹۹
	۳۵۷-۳۶۰	۱۲۰	۳۵۸/۹۲ ^c ± ۸/۶۹	۲۰۴/۸۳ ^c ± ۸/۶۳	۱۶۹/۶۲ ^c ± ۹/۱۹	۲۲۱/۸۴ ^a ± ۱۶/۹۳
	۳۱۲-۳۱۸	۱۰۰	۳۱۵/۵۸ ^a ± ۵/۵۸	۱۰۸/۹۶ ^a ± ۸/۴۷	۱۱۱/۹۸ ^a ± ۷/۱۷	۲۰۱/۹۳ ^a ± ۲۰/۲۸
بارندگی سال ۱۳۹۵	۳۱۸-۳۲۵	۱۲۰	۳۲۱/۹۰ ^b ± ۴/۸۶	۱۶۷/۱۴ ^b ± ۷/۷۸	۲۲۱/۳۹ ^b ± ۹/۵۷	۱۱۰/۷۴ ^b ± ۸/۷۴
	۳۲۵-۳۳۱	۱۱۰	۳۲۸/۳۶ ^c ± ۷/۴۷	۱۹۹/۹۲ ^c ± ۱۰/۳۶	۱۷۴/۴۸ ^c ± ۸/۱۹	۲۲۰/۸۹ ^a ± ۱۷/۶۳

a, b و c: حروف متفاوت در هر ردیف، نشانگر اختلاف معنی‌دار است.

جدول ۳-مقایسه میانگین مقادیر تولید روی زمین فرم‌های ریشی و کل در طبقات مختلف (دمای ۲۵ ساله، فصل رویش و سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵)

متغیرهای مستقل (داده‌های دما)	طبقات دما (°C)	تعداد پلات	متوسط دما و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار تولید (kg/ha)		
				بهن‌برگان علفی	بوته‌ای‌ها	کل
دمای ۲۵ ساله	۶/۰۰-۷/۵۰	۱۰۰	۷/۱۵ ^a ± ۰/۵۵	۱۷۹/۰۵ ^a ± ۸/۱۴	۱۴۰/۷۶ ^a ± ۱۰/۵۴	۲۶۸/۱۰ ^a ± ۲۰/۸۳
	۷/۵۰-۸/۵۰	۱۳۰	۸/۲۴ ^b ± ۰/۱۸	۱۷۹/۸۴ ^a ± ۱۰/۷۸	۲۱۴/۰۱ ^b ± ۱۰/۸۹	۸۹/۲۲ ^b ± ۵/۸۴
	۸/۵۰-۱۰/۰۰	۱۰۰	۹/۱۲ ^c ± ۰/۳۱	۱۱۳/۳۸ ^b ± ۷/۲۰	۱۳۶/۶۴ ^a ± ۶/۶۵	۲۱۲/۵۴ ^a ± ۳۱/۰۲
دمای فصل رویش ۲۵ ساله	۳/۰۰-۵/۵۰	۹۰	۴/۶۶ ^a ± ۰/۶۵	۱۷۱/۹۲ ^a ± ۸/۶۰	۱۳۶/۵۴ ^a ± ۱۱/۵۰	۲۷۷/۹۸ ^a ± ۲۲/۵۰
	۵/۵۰-۶/۵۰	۱۲۰	۵/۹۸ ^b ± ۰/۳۱	۲۰۷/۶۲ ^b ± ۱۱/۴۰	۲۲۸/۴۲ ^b ± ۱۱/۲۰	۱۰۶/۲۴ ^b ± ۷/۱۰
	۶/۵۰-۸/۰۰	۱۲۰	۷/۰۴ ^c ± ۰/۴۴	۱۰۱/۹۶ ^c ± ۵/۰۰	۱۳۲/۱۸ ^a ± ۵/۷۰	۱۸۲/۴۸ ^c ± ۲۶/۳۰
دمای سال ۱۳۹۴	۵/۰۰-۶/۵۰	۱۱۰	۵/۶۵ ^a ± ۰/۴۳	۱۸۰/۰۵ ^a ± ۹/۵۲	۱۲۸/۷۴ ^a ± ۹/۳۶	۲۳۵/۱۶ ^a ± ۲۱/۷۵
	۶/۵۰-۸/۰۰	۱۲۰	۷/۲۰ ^b ± ۰/۱۹	۱۷۵/۸۴ ^a ± ۱۰/۶۳	۲۲۲/۷۱ ^b ± ۶/۲۹	۱۰۱/۸۲ ^b ± ۶/۸۳
	۸/۰۰-۱۰/۰۰	۱۰۰	۹/۲۳ ^c ± ۰/۲۴	۱۱۶/۳۸ ^b ± ۸/۱۷	۱۳۹/۹۶ ^a ± ۱۱/۲۸	۲۳۲/۸۸ ^a ± ۲۹/۰۷
دمای سال ۱۳۹۵	۷/۰۰-۸/۵۰	۱۰۰	۷/۹۸ ^a ± ۰/۳۶	۱۸۶/۱۰ ^a ± ۷/۱۱	۱۴۲/۴۴ ^a ± ۸/۷۱	۲۲۸/۰۵ ^a ± ۱۵/۹۱
	۸/۵۰-۹/۵۰	۱۱۰	۹/۰۱ ^b ± ۰/۴۷	۱۸۸/۷۹ ^a ± ۹/۱۸	۲۰۸/۶۱ ^b ± ۹/۵۸	۱۱۰/۵۸ ^b ± ۷/۰۲
	۹/۵۰-۱۱/۰۰	۱۲۰	۱۰/۱۳ ^c ± ۰/۳۹	۹۷/۳۸ ^b ± ۹/۹۸	۱۴۰/۳۶ ^a ± ۹/۹۶	۲۳۱/۲۳ ^a ± ۳۴/۱۴

a, b و c: حروف متفاوت در هر ردیف، نشانگر اختلاف معنی‌دار است.

تولید کل و گندمیان با افزایش دما رابطه معکوس داشتند. همچنین بیشترین مقدار تولید پهن برگان علفی و کمترین مقدار تولید بوته‌ای‌ها، در طبقات میانی دمایی مشاهده شد. قابل توجه است که بیشترین مقدار تولید بوته‌ای‌ها از نظر دمایی، در دماهای پایین‌تر مشاهده شد.

با توجه به نتایج جدول ۴ که نشان‌دهنده این است که آیا مدل رگرسیون می‌تواند به‌طور معنی‌داری تغییرات متغیر وابسته (تولید) را پیش‌بینی کند، با توجه به ستون معنی‌داری آماری مدل رگرسیون مشاهده گردید که بین تولید کل و فرم‌های رویشی با عوامل اقلیمی رابطه خطی و معنی‌دار وجود دارد. با توجه به اینکه با گذشت زمان از مقدار بارندگی کاسته شده و دمای منطقه افزایش یافته است و با توجه به میانگین مربعات تولید فرم‌های رویشی و کل در سال‌های مختلف (جدول ۴)، با کاهش بارندگی و افزایش دما از میزان تولید گندمیان، پهن برگان علفی و کل کاسته شده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر عوامل اقلیمی بر تولید روی زمین فرم‌های رویشی و تولید کل در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. با توجه به مقدار بارندگی در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ نسبت به متوسط ۲۵ ساله، مقدار آن کاهش یافته است (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر بارندگی بر تولید روی زمین کل و تولید فرم‌های رویشی مختلف معنی‌دار است؛ بدین صورت که تولید کل و گندمیان با بارندگی رابطه مستقیم داشته و تولید پهن برگان علفی با افزایش بارندگی تا طبقات میانی افزایش و در طبقات بالاتر بارندگی کاهش یافته است. کمترین مقدار تولید گیاهان بوته‌ای، در طبقات میانی مشاهده شد. با توجه به مقدار دما در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ نسبت به متوسط ۲۵ ساله، مقدار آن افزایش یافته است (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین بین تولید فرم‌های رویشی و تولید کل با عامل دما نیز اثر معنی‌دار در طبقات مختلف نشان داد.

جدول ۴- تجزیه واریانس مدل رگرسیون تولید سطح زمین فرم‌های رویشی و کل با بارندگی و دما

میانگین مربعات (تولید)				درجه آزادی	منابع تغییرات	متغیرهای مستقل
کل	بوته‌ای‌ها	پهن برگان علفی	گندمیان			
۱۹۲۶۲۹۴/۰۵**	۶۰۵۷۴۲/۰۳**	۱۲۳۲۴/۸۷**	۲۰۰۳۱۶/۲۰**	۲	رگرسیون	داده‌های اقلیمی ۲۵ ساله
۸۹۳۵۷/۰۸	۶۰۴۹۳/۷۵	۱۵۵۷۴/۴۳	۱۲۳۳۷/۴۶	۳۲۷	باقی‌مانده	
۱۷۹۶۵۵۷/۱۷**	۱۰۸۱۱۷۲/۷۴**	۸۱۹۱/۱۵**	۱۵۲۷۷۳/۷۸**	۱	رگرسیون	داده‌های اقلیمی سال ۱۳۹۴
۹۲۳۰۴/۲۶	۶۰۷۰۶/۶۱	۱۵۵۷۷/۱۳	۱۳۰۵۵/۵۱	۳۲۸	باقی‌مانده	
۱۷۹۶۵۵۷/۲۳**	۱۰۸۱۱۷۲/۷۰**	۸۱۹۱/۲۰**	۱۵۲۷۷۳/۶۹**	۱	رگرسیون	داده‌های اقلیمی سال ۱۳۹۵
۹۲۳۰۴/۲۱	۶۰۷۰۶/۶۵	۱۵۵۷۷/۰۸	۱۳۰۵۵/۶۰	۳۲۸	باقی‌مانده	

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

رابطه ۹

$$Y_{NPP} = 1034/07 - 65/96T_{1394}$$

رابطه ۱۰

$$Y_{Grasses} = 1405/34 - 3/84P_{1395}$$

رابطه ۱۱

$$Y_{Forbs} = 115/07 + 5/93T_{1395}$$

رابطه ۱۲

$$Y_{Shrubs} = 3495/14 - 10/23P_{1395}$$

رابطه ۱۳

$$Y_{NPP} = 4780/97 - 13/19P_{1395}$$

که در این روابط $Y_{Grasses}$: تولید گندمیان، Y_{Forbs} : تولید پهن برگان علفی، Y_{Shrubs} : تولید بوته‌ای‌ها، Y_{NPP} : تولید کل، $T_{25years}$: متوسط دمای ۲۵ ساله، T_{1394} : متوسط دمای سال ۱۳۹۴، T_{1395} : متوسط دمای سال ۱۳۹۵، $P_{25years}$: متوسط بارندگی ۲۵ ساله و P_{1394} : متوسط بارندگی سال ۱۳۹۴ و P_{1395} : متوسط بارندگی سال ۱۳۹۵ است.

نقشه‌های تولید سطح زمین فرم‌های رویشی و تولید کل که با استفاده از روابط رگرسیونی به دست آمده و نقشه‌های پایه تهیه شده، در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ ارائه شده است. شکل ۲ نقشه‌های پهنه‌بندی شده تولید توسط داده‌های اقلیمی ۲۵ ساله، شکل ۳ نقشه‌های تهیه شده توسط داده‌های اقلیمی سال ۱۳۹۴ و شکل ۴ نشانگر نقشه‌های تولید استخراج شده توسط داده‌های اقلیمی سال ۱۳۹۵ است. با مقایسه نقشه‌های تولید تهیه شده با سه گروه داده‌های اقلیمی (۲۵ ساله، سال ۱۳۹۴ و سال ۱۳۹۵) مشاهده شد که با کاهش بارندگی و افزایش دما، میزان تولید کاهش قابل توجهی داشته است.

با توجه به نتایج مدل رگرسیونی متغیرهای بارندگی و دما در ردیف تولید فرم رویشی گندمیان، پهن برگان علفی، بوته‌ای‌ها و تولید کل، مشاهده شد که هیچ‌یک از مقادیر ضرایب رگرسیون β صفر نیست؛ بنابراین همه عوامل مورد بررسی در مقدار تولید مؤثر بوده‌اند. با توجه به سطح معنی‌داری عوامل اقلیمی در پیش‌بینی تولید، معادله‌های ۲، ۳، ۴ و ۵، معادلات تبیین تولید توسط داده‌های اقلیمی ۲۵ ساله، معادله‌های ۶، ۷، ۸ و ۹، معادلات تبیین توسط داده‌های اقلیمی سال ۱۳۹۴ و در نهایت معادله‌های ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳، معادلات تبیین تولید توسط داده‌های اقلیمی سال ۱۳۹۵ بودند که از روابط رگرسیونی استخراج شد.

رابطه ۲

$$Y_{Grasses} = 26619/16 - 51/85P_{25years} - 949/31T_{25years}$$

رابطه ۳

$$Y_{Forbs} = -6908/75 - 13/39P_{25years} - 233/46T_{25years}$$

رابطه ۴

$$Y_{Shrubs} = 23054/27 - 44/10P_{25years} - 852/20T_{25years}$$

رابطه ۵

$$Y_{NPP} = 56660/29 - 109/51P_{25years} - 2037/78T_{25years}$$

رابطه ۶

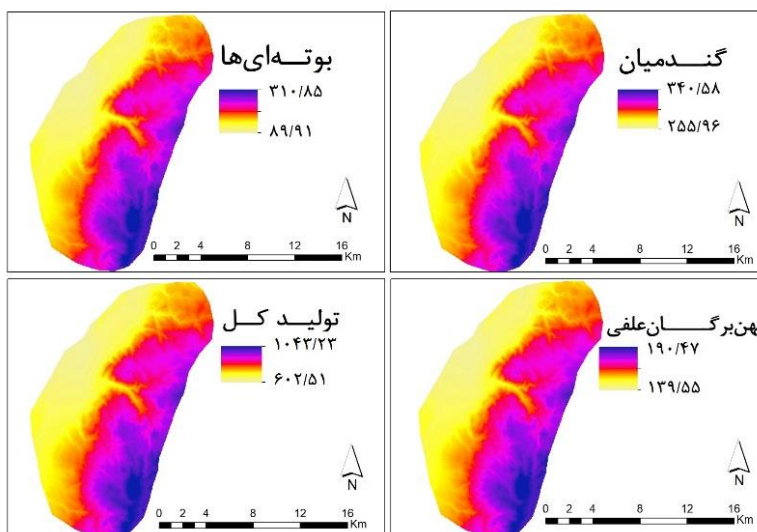
$$Y_{Grasses} = 312/70 - 19/23T_{1394}$$

رابطه ۷

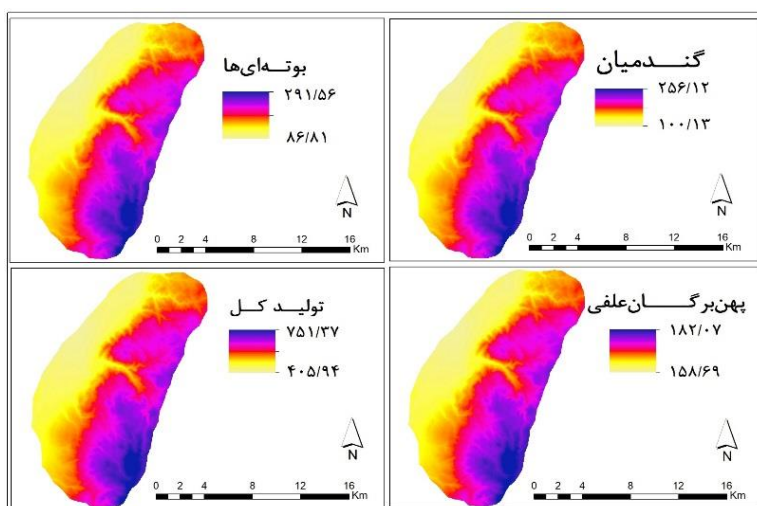
$$Y_{Forbs} = 132/88 + 4/45T_{1394}$$

رابطه ۸

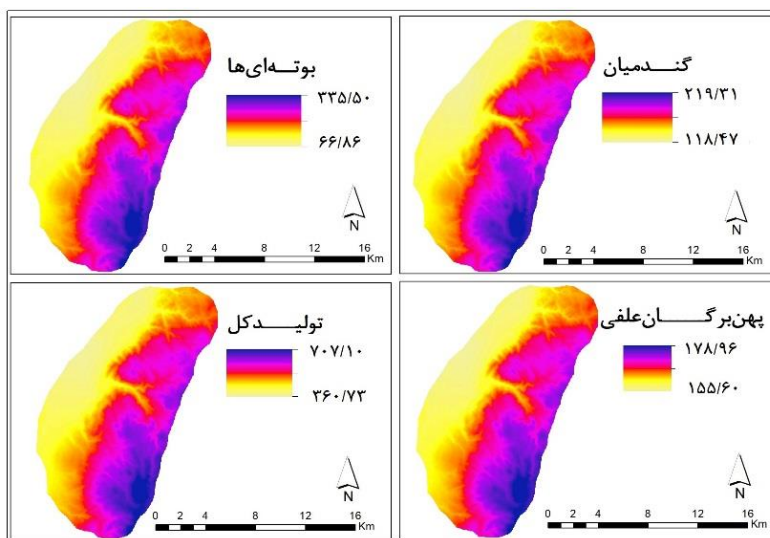
$$Y_{Shrubs} = 588/45 - 51/17T_{1394}$$



شکل ۲. نقشه‌های پیش‌بینی مقدار تولید سطح زمین هر یک از فرم‌های رویشی و کل برحسب کیلوگرم در هکتار با استفاده از داده‌های اقلیمی ۲۵ ساله



شکل ۳- نقشه‌های پیش‌بینی مقدار تولید سطح زمین هر یک از فرم‌های رویشی و کل برحسب کیلوگرم در هکتار با استفاده از داده‌های اقلیمی سال ۱۳۹۴



شکل ۴- نقشه‌های پیش‌بینی مقدار تولید سطح زمین هریک از فرم‌های رویشی و کل برحسب کیلوگرم در هکتار با استفاده از داده‌های اقلیمی سال ۱۳۹۵

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

متغیرهای مستقل	متغیرهای وابسته (تولید)	میانگین تولید / زمینی (Kg/ha)	میانگین تولید برآوردی / نقشه (Kg/ha)	RMSE	MAE	MDE
داده‌های اقلیمی ۲۵ ساله	گندمیان	۱۵۹/۴۶	۲۷۰/۶۹	۲/۸۲	۳/۷۰	۳/۷۰
	پهن برگان علفی	۱۸۶/۳۶	۱۶۴/۵۰	۰/۷۵	۰/۷۳	-۰/۷۳
	بوته‌ای‌ها	۲۸۰/۸۰	۲۱۵/۶۹	۲/۲۴	۲/۱۶	-۲/۱۶
	کل	۶۲۶/۶۲	۸۳۰/۴۱	۴/۲۷	۴/۱۳	۴/۱۳
داده‌های اقلیمی سال ۱۳۹۴	گندمیان	۱۵۹/۴۶	۱۷۹/۰۳	۰/۶۸	۰/۶۶	۰/۶۶
	پهن برگان علفی	۱۸۶/۳۶	۱۷۰/۰۵	۰/۵۵	۰/۵۳	-۰/۵۳
	بوته‌ای‌ها	۲۸۰/۸۰	۲۰۱/۵۰	۲/۷۲	۲/۶۳	-۲/۶۳
	کل	۶۲۶/۶۲	۵۷۸/۵۷	۱/۶۵	۱/۶۰	-۱/۶۰
داده‌های اقلیمی سال ۱۳۹۵	گندمیان	۱۵۹/۴۶	۱۶۹/۵۰	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۳۳
	پهن برگان علفی	۱۸۶/۳۶	۱۶۶/۱۶	۰/۶۸	۰/۶۶	-۰/۶۶
	بوته‌ای‌ها	۲۸۰/۸۰	۲۰۰/۶۱	۲/۷۵	۲/۶۶	-۲/۶۶
	کل	۶۲۶/۶۲	۵۸۶/۵۷	۱/۳۷	۱/۳۳	-۱/۳۳

به‌دست آمده از نقشه تولید سطح زمین تهیه شده و میانگین تولید اندازه‌گیری شده در جدول ۵ ارائه شده است. با توجه

ارزیابی صحت نقشه‌های تهیه شده با استفاده از معیارهای RMSE, MAE و MDE و میانگین تولید

داد. نتایج نشان داد که عوامل اقلیمی اثرهای متفاوتی بر روی تولید انواع فرم‌های رویشی دارند که این مورد در نتایج تحقیقات دیگر نیز گزارش شده است (Brok *et al.*, 2001).

نتایج ما نشان داد که بین تولید در طبقات مختلف دمایی نیز اختلاف معنی دار وجود دارد. همچنین مشاهده شد که اثرهای دمای سالیانه بعکس نتایج اثرهای بارندگی بوده، به طوری که تولید گندمیان و تولید کل با افزایش دما کاهش یافته و رابطه معکوس شده که دلیل آن می‌تواند افزایش تبخیر در دماهای بالا و عدم سازگاری این گیاهان برای رشد در چنین شرایطی باشد. همچنین مشاهده شد که تغییر پارامترهای اقلیمی دما و بارندگی و کاهش آن بر تولید تأثیرگذار است که این نتایج با گزارش Akbarzadeh و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. همچنین بیشترین مقدار تولید پهن‌برگان علفی و کمترین مقدار تولید بوته‌ای‌ها در طبقات میانی دمایی ثبت شد که این موارد نیز با نتایج تحقیقات ذکر شده هم‌خوانی داشته و اثرهای مختلفی بر روی گیاهان مرتعی می‌گذارد. همان‌طور که در نتایج نیز مشخص است، گندمیان بیشترین تأثیرپذیری را از عوامل اقلیمی دارند. بنابراین به نظر می‌رسد یکی از دلایل اصلی این موضوع، ریشه افشان و سطحی گندمیان است. در این راستا Ahmadi و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیان کردند که بوته‌ای‌ها رابطه معنی داری با عامل بارندگی نداشته، در حالی که گندمیان با بارندگی سالیانه دارای رابطه معنی داری هستند که علت این امر می‌تواند تفاوت در سیستم ریشه‌ای آنها باشد. همچنین Liu و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش کرده‌اند که فرم رویشی گندمیان بیشتر تحت تأثیر بارندگی قرار دارد و تولید آنها به بارش‌های کم نیز واکنش نشان می‌دهد.

نتایج تجزیه رگرسیونی بین عوامل اقلیمی و انواع فرم‌های رویشی و تولید کل نشان داد که رابطه بین آنها معنی دار بوده و بر اساس روابط به دست آمده می‌توان متغیر تولید را از روی متغیرهای مستقل بارندگی و دما پیش‌بینی نمود. همچنین نتایج حاصل از اثرهای متقابل دو عامل بارندگی و دما نشان داد که بیشترین تولید گندمیان و تولید کل در دماهای پایین و بارندگی‌های بالا اتفاق می‌افتد که

به مقادیر MAE و MDE مقدار انحراف نتایج برآورد شده و نتایج اصلی در حد قابل قبول می‌باشد. همچنین مقدار RMSE یا مقدار خطای مدل در حد قابل قبول و معنی دار بوده و نشان‌دهنده اعتبار مدل است. با مقایسه ارزیابی صحت داده‌های برآورد شده تولید از معادلات و نقشه‌های پهنه‌بندی شده در سه گروه داده‌های اقلیمی (۲۵ ساله، سال ۱۳۹۴ و سال ۱۳۹۵)، مشاهده شد که امکان تخمین و پهنه‌بندی نقشه تولید با استفاده از داده‌های اقلیمی سال نمونه‌برداری (سال ۱۳۹۵) و سال ماقبل نمونه‌برداری (سال ۱۳۹۴)، نسبت به داده‌های اقلیمی ۲۵ ساله نتیجه بهتری داشته، هرچند که مقادیر تولیدی برآورد شده برای سال ماقبل نمونه‌برداری و متوسط ۲۵ ساله نیز نتایج قابل قبولی داشته است (جدول ۵).

بحث

پیش‌بینی مقدار تولید گیاهان مرتعی با استفاده از پارامترهای بارندگی و دما از نکات حائز اهمیت است. نتایج این مطالعه، بیانگر ارتباط معنی دار تولید فرم‌های رویشی و تولید سطح زمین کل با متغیرهای اقلیمی بارش و دماست. Reeves و همکاران (۲۰۱۴) نیز ارتباط معنی دار عوامل اقلیمی و تولید را در مراتع ایالات متحده گزارش کرده‌اند. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد که عوامل اقلیمی تأثیر به‌سزایی در تغییرات تولید سطحی مراتع دارند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تولید گندمیان و تولید کل با عامل بارندگی سالیانه رابطه مستقیم داشته و با افزایش میزان بارندگی سالیانه، افزایش یافته است. Pournemati (۲۰۱۴) نیز در مطالعه خود بر روی تولید مراتع سبلان، نتایج یکسان را گزارش کرده است. همچنین اثرهای بارندگی بر روی تولید پهن‌برگان علفی و بوته‌ای‌ها نشان داد که بیشترین مقدار تولید پهن‌برگان علفی و کمترین مقدار تولید بوته‌ای‌ها در طبقات میانی بارندگی ثبت شد که این عامل می‌تواند ناشی از سیستم ریشه و نیازهای مختلف گیاهان برای ادامه حیات باشد که اثرهای متفاوت بارندگی را بر روی انواع گونه‌های مرتعی نشان

تحت تأثیر موارد ذکر شده است؛ از این رو نتایج این پژوهش برای رویشگاه مورد مطالعه و مناطق مشابه آن قابل استفاده خواهد بود که در مطالعات گذشته از جمله Farajzadeh و همکاران (۲۰۱۱) به آن اشاره شده است. نتایج حاصل از انجام این گونه تحقیقات، بر اساس محاسبه نوسان سالانه تولید تحت تأثیر متغیرهای محیطی تأثیرگذار و تجزیه و تحلیل چگونگی تأثیر این عوامل بر قابلیت‌های تولید منطقه و نیز رسم منحنی‌های تغییرات تولید، می‌تواند بستر مناسبی برای پیش‌بینی کمیت و کیفیت ترکیب گونه‌ای مراتع در آینده، بر اساس مدل‌های پیش‌بینی تأثیر متغیرهای محیطی فراهم نماید تا بر این اساس، راهکارهای مدیریتی و کاهش اثر خشکسالی و تغییر اقلیم جهانی ارائه شود. زیرا تصمیم‌گیری‌های مدیریتی بیش از پیامدهای تغییر اقلیم، تعیین‌کننده پوشش، تراکم و ترکیب گیاهان مهاجم در اکوسیستم‌های مرتعی بوده و می‌تواند اثرهای منفی این پیامدها را خنثی سازد (Ditomaso, 2005). بنابراین، با توجه به موارد مذکور و اهمیت موضوع تولید در کاهش گازهای گلخانه‌ای و ایجاد حالت تعادل در عرضه و تقاضای تولید و توازن زی‌توده و کرین اکوسیستم، پیشنهاد می‌شود برای ادامه این پژوهش، اثر پارامترهای مختلف دیگر بر تولید نیز مورد بررسی قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- فخمی، ا.، ارزانی، ح.، سلطانی گرد فرامرز، م. و جوادی، س.ا.، ۱۳۹۵. برآورد تولید و ظرفیت چرای دراز مدت به کمک عوامل اقلیمی در مراتع استپی علی‌آباد استان یزد. اولین همایش ملی منابع طبیعی و توسعه پایدار در زاگرس مرکزی، شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، ۱۸ص.
- Abdi, A. M., Seaquist, J., Tenenbaum, D. E., Eklunh, L. and Ardo, J., 2014. The supply and demand of net primary production in the Sahel. *Environmental Research Letters*, 9(9): 1-11.
- Abdollahi, J., Arzani, H. and Naderi, H., 2011. Effective meteorological factors for forage production of Nodoushan steppe rangelands, Yazd province. *Iranian Journal of Rangeland*, 5(1): 45-56.

احتمالاً دلیل این امر آن است که در دماهای پایین تبخیر بارندگی از سطح خاک کم بوده و رطوبت کافی در لایه‌های سطحی خاک وجود دارد که گندمیان به دلیل داشتن ریشه سطحی و جذب آب مورد نیاز خود از لایه‌های سطحی، با شرایط اقلیمی مذکور، نسبت به مناطق گرم که آب سطحی زودتر تبخیر می‌شود، سازگارتر هستند. Munkhtsetseg و همکاران (۲۰۰۷) نیز کاهش بارندگی و افزایش دما را عامل تأثیرگذار بر کاهش تولید در مراتع علفزار مغولستان معرفی کردند. Cook و Irwin (۱۹۹۲) نیز شرایط جوی مشابه منطقه مورد مطالعه ما را در شمال ایالات متحده برای رشد گونه‌های سرمدوست سه کرینه بیان کرده‌اند. با توجه به نتایج به دست آمده مشاهده شد که علاوه بر بارندگی و دمای سالانه، بارندگی و دمای فصل رویش نیز از دیگر عوامل تأثیرگذار بر تولید مرتع است که Azarakhshi و همکاران (۲۰۱۲) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. در این تحقیق اثر سه گروه داده‌های اقلیمی (۲۵ ساله، سال ۱۳۹۴ و سال ۱۳۹۵) بر روی تولید بررسی شد. با توجه به طبقات دمایی و بارندگی در سال‌های مختلف مشاهده شد که با گذشت زمان از مقدار بارندگی کاسته شده و دما افزایش یافته است که علت آن می‌تواند تغییرات و گرم شدن جهانی آب و هوای کره زمین باشد که با توجه به روابط رگرسیونی و نقشه‌های تهیه شده مشاهده شد که کاهش بارش و افزایش دما، باعث کاهش تولید شده است که این نتایج با گزارش Zhao و همکاران (۲۰۱۳) و Mirjalali و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد. همچنین با توجه به ارزیابی صحت مشاهده شد که داده‌های اقلیمی سال نمونه برداری و سال ماقبل آن نسبت به داده‌های ۲۵ ساله نقش به‌سزایی را در تعیین تولید ایفا می‌کند.

با توجه به اینکه علاوه بر پارامترهای اقلیمی، عوامل دیگری مانند نوع خاک، پستی و بلندی و وضعیت مرتع (Dyksterhius, 1949; Newbauer *et al.*, 1980; Brok *et al.*, 2001; Moghadam, 2001) نیز بر تولید اثرهای مختلفی می‌گذارند و بخش دیگری از درصد تغییرات تولید

- Ehsani, A., Arzani, H., Farahpour, M., Ahmadi, H., Jafari, M. and Akbarzadeh, M., 2012. Evapotranspiration Estimation Using Climatic Data, Plant Characteristics and Cropwat 8.0 Software (Case Study: Steppic Region of Markazi Province, Roodshore Station). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 19(1): 1-16.
- Farajzadeh, M., Fathnia, A. A., Alijani B. and Zeaiean, P., 2011. Assessment of climatic factors effect on vegetation in the zagross region using satellite images. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 18(1):107-123.
- Gervasio Pineiroa, G., Perelman, S., Guerschman, J.P. and Paruelo, J. M., 2008. How to evaluate models: Observed vs. predicted or predicted vs. observed? *Ecological Modeling*, 216: 316-322.
- 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*, 10(1): 70-80. <https://dx.doi.org/10.1553/eco.mont-10-1s70>.
- 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.
- IPNI., 2015. The International Plant Names Index. Retrieved from <http://www.ipni.org>. On: Spring of 2015.
- Jackson, H. and Prince, S.D., 2016. Degradation of net primary production in a semiarid rangeland. *Biogeoscience*, 13: 4721-4734.
- Karin, W., 1984. Estimating grazing yield from commonly available data. *Journal of Range Management*, 37(5): 471-475.
- Liu, Y., Pan, Q., Zheng, Sh., Bai, Y. and Han, X., 2012. Intra-seasonal precipitation amount and pattern differentially affect primary production of two dominant species of Inner Mongolia grassland. *Acta Oecologica*, 44:2-10.
- Mirjalali, A., 2015. The effect of climate on forage production in rangeland Tang Laybid Yazd province. *Watershed Management Research*, 105: 2-5.
- Moghadam, M. R., 2001. Range and Range Management. Tehran University Publications, 470 p.
- Mohammadi Moghadam, S., Mosaedi, A., Jankju, M. and Mesdaghi, M., 2015. Investigation on relation between rangelands production with effective climatic parameters and drought indices in Noudushan, Iran. *Iranian Journal of Natural Resources*, 68(1): 131-148.
- Ahmadi, A., Akbarzadeh, M., Yeganeh, H., Bakhshandeh, M. and Ahmadi, E., 2013. Investigation on changes in consumption and production of rangeland species in Gharebagh rangelands of Urmia. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 20(3): 613-623.
- Akbarzadeh, M., Moghadam, M. R., Jalili, A., Jafari, M. and Arzani, H., 2007. Effect of precipitation on cover and production of rangeland plants in Polour. *Iranian Journal of Natural Resource*, 60(1): 307-322.
- Arzani, H. and Abedi, M., 2014. Rangeland evaluation. Vol 2, University of Tehran press, 322 p.
- Arzani, H., Pouzesh, H., Motamedi, J., Mirakhorli, R. and Niknejad, S. A., 2012. Effects of phenological stages on forage quality of five rangeland species in semi-steppe rangeland of Jashlobar Semnan. *Iranian Journal of Range and Desert Reseach*, 19(3): 384-394.
- Azarakhshi, M., Farokhzadeh, B., Mahdavi, M., Arzani, H. and Ahmadi, H., 2012. Assesment of the standard index of annual precipitation, standardized precipitation index and palmer drought severity index in the rangelands of Qom province. *Iranian Journal of Natural Resources*, 65(2): 159-173.
- Baghestani Maibodi, N. and Zare, M. T., 2006. Investigation of relationship between annual precipitation and yield in steppic range of Poosht-kooch region of Yazd province. *Watershed Management Research*, 75: 103- 107.
- 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.
- 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.
- Cook, J. G. and Irwin, L. L., 1992. Climate-vegetation relationships between the Great Plains and Great Basin. *American Midland Naturalist*, 127: 316-326.
- Dyksterhius, E. J., 1949. Condition and management of rangeland based upon quantitative ecology. *Journal of Range Management*, 2(3): 104-115.
- Ditomaso, J., 2005. Possible effects of climate change on weed competition and invasion. John Muir Institute of the Environment. California. USA
- 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.

- of Iran (vegetation of Ardabil province). Institute Research of Forest and Rangeland Press. Report No. 42183/37.
- Walter, H., 1979. Vegetation of the earth. Second (Eds.). Springer-Verlag, New York, 274p.
 - 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.
 - 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.
 - Zhao, D., Wu, Sh. and Yin, Y., 2013. Responses of terrestrial ecosystems' net primary productivity to future regional climate change in China. *Journal of PLoS One*, 8(4): e60849. doi: 10.1371/journal.pone.0060849.
 - Munkhtsetseg, E., Kimura, R., Wang, J. and Shinoda, M., 2007. Pasture yield response to precipitation and high temperature in Mongolia. *Journal of Arid Environments*, 70: 94-110.
 - Newbauer, J. J., White, L.M., Moy, R. M. and Perry, D.A., 1980. Effects of increased rainfall on native forage production in eastern Montana. *Journal of Range Management*, 33(4): 246-250.
 - 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.
 - Rechinger, K. H., (Ed), 1963–1998. *Flora Iranica*, vols. 1-180. Akademische Druck-u. Verlagsanstalt, Graz, Austria.
 - Reeves, M. C., Moreno, A. L., Bagne, K. E. and Running, S.W., 2014. Estimating climate change effects on net primary production of rangelands in the United States. *Journal of Climate Change*, 126: 429-442.
 - Sharifi, J., Fayaz, M., Azimi, F., RostamiKia, Y. and Eshvari, P., 2013. Identification of Ecological region

Effects of temperature and rainfall on the aboveground net primary production of Hir and Neur rangelands in Ardabil province

F. Dadjou¹, A. Ghorbani^{2*}, M. Moameri³ and M. Bidar Lord³

1-M.Sc. Student in Range Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2*-Corresponding author, Associate Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: a_ghorbani@uma.ac.ir

3-Assistant Professor, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Received:6/17/2017

Accepted:2/18/2018

Abstract

The purpose of this study was to investigate the relationship between rangeland aboveground production based on total aboveground production and life forms of grasses, forbs, and shrubs with 25-year temperature and precipitation data, the year before sampling, and the year of sampling in Hir and Neur rangelands in Ardabil province. To determine the aboveground production, the amount of production was estimated using the harvesting method in one square meter plots (totally 330 plots) in three elevation classes under the range of 1446-2750 meters. Temperature and precipitation were calculated for each plot. Aboveground production maps were prepared in a GIS environment using extracted regression equations. The results showed that over the years, precipitation decreased and temperature increased, and aboveground production also decreased in relation to those climatic factors. Moreover, there is a significant relationship ($P<0.01$) between the aboveground production of life forms and total aboveground production with climatic factors, and aboveground production of grasses and total have a direct relationship with precipitation; however the maximum aboveground production of forbs was recorded in the middle ranges and maximum aboveground production of shrubs was recorded in the higher ranges of annual precipitation. Grasses and total aboveground production had an inverse relationship with temperature, and the maximum aboveground production of forbs and shrubs was recorded in the middle and lower ranges of annual temperatures, respectively. According to the accuracy of derived regression equations, the maps prepared by climatic data of 1394 and 1395 were better than 25-year climate data. The results of this study can be used for the supply-demand balance of aboveground production, biomass accounts, and ecosystem carbon balance indicator that is potentially an important tool for sustainable development.

Keywords: Ardabil province, aboveground biomass, climatic factors, Hir and Neur rangelands, life form, rangelands.