



## رابطه تولید سالانه علوفه با نوسانات بارندگی و دما در مراعات مناطق خشک

• جلال عبداللهی

عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد (نویسنده مسئول)

• حسین ارزانی

استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

• حسین نادری

دانش آموخته کارشناس ارشد مرتعداری، دانشگاه تربیت مدرس

• محمد رضا میرجلیلی

کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد

تاریخ دریافت: مهر ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۹۱

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۵۴۲۹۰۱

Email: Jaabdollahig@gmail.com

### چکیده

در جوامع گیاهی مناطق خشک، متغیرهای اقلیمی، شامل بارندگی و دما با تأثیر بر میزان رطوبت قابل دسترس درون پروفیل خاک، ترکیب و تولیدات گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این راستا، مطالعه‌ای طی نه سال و با هدف بررسی تأثیر متغیرهای اقلیمی بارش و حداکثر درجه حرارت بر تولید گونه‌های مهم گیاهی مراعات منطقه گاریز سفلی یزد انجام شد. به این منظور هر ساله تولید گیاهان عرصه با روش نمونه‌گیری مضاعف، داخل ۶۰ پلات دو متر مربعی، مستقر در طول چهار ترانسکت دائمی خطی اندازه‌گیری شد. داده‌های اقلیمی نیز از نزدیک-ترین ایستگاه کلیما تولوژی منطقه تهیه گردید. به منظور تشخیص عمده گرادبان‌های اقلیمی مؤثر بر تولید گونه‌های گیاهی منطقه از تجزیه چند متغیره افزونگی (RDA) استفاده شد. مطابق با نتایج به دست آمده تولید کل و تولید گونه‌های *Aellenia subaphylla*، *Artemisia sieberi* و *Salsola arbuscula* تحت تأثیر مثبت بارش دوره آذر تا اسفند قرار داشتند. تولید گونه‌های *Salsola tomentosa*، *Salsola rigida* و *Noaea mucronata* علاوه بر بارش دوره آذر تا دی، تحت تأثیر منفی حداکثر درجه حرارت اردیبهشت نیز بودند. تولید گونه *Lactuca orientalis* بیشتر متأثر از بارش و حداکثر درجه حرارت فروردین بود.

کلمات کلیدی: تولید علوفه، متغیرهای بارندگی و دما، تجزیه افزونگی (RDA)، مراعات استپی، منطقه گاریز سفلی.

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 103 pp: 165-174

**Range forage production response to rainfall and temperature variability in Garize-Sofla area, Yazd**

By: J. Abdollahi, Faculty member of Yazd Research Center of Agriculture and Natural Resources. (Corresponding Author; Tel: +09133542901). H. Arzani, Professor of Natural Resources Faculty, University of Tehran. H. Naderi, M.Sc. of Range management, Tarbiat Modares University. M.R. Mirjalili, B.Sc. of Yazd Research Center of Agriculture and Natural Resources.

In arid and semi-arid rangeland ecosystems, rainfall and temperature variables play a major role in the availability of water within soil profiles and strongly influencing plant productivity and composition in plant communities. In this research, the reactions of the dominant plant species yield to meteorological variables were studied at steppic range in Garize region of Yazd province for nine years. For this purpose, seven dominant Species were selected and their production was monitored every year with double sampling method along four permanent line transect in 60 plots (2m<sup>2</sup>). Meteorological data were collected from nearby climatological station. Relationships between Main meteorological gradients and annual yield analyzed by redundancy analysis (RDA). According to this result, total annual yield and annual yield of *Artemisia sieberi*, *Aellenia subaphylla* and *Salsola arbuscula* influenced by rainfall in December-March period. Yield of *Salsola regida*, *Salsola tomentosa* and *Noaea mucronata* are influenced not only by rainfall in December-January but also by variability of May high temperature. Species yield of *Lactuca orientalis* influenced by rainfall and high temperature in April.

Keywords: forage production, Meteorological Factors, redundancy analysis (RDA), steppe rangeland, Garize-Sofla area.

**مقدمه**

به منظور بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی و تولید علوفه سالانه نیاز به طراحی یک سیستم ارزیابی دراز مدت می‌باشد که برای دستیابی به این مهم لازم است اندازه‌گیری دایمی ویژگی‌های پوشش گیاهی و خاک از مکان و زمان مشابه و با روش یکسان انجام گردد (Arzani et al, 2007). در یک فرآیند اندازه‌گیری و پایش مرتع، دو عامل بسیار مهم که بیانگر ارزش‌های اکولوژیک و اقتصادی آن عرصه مرتعی است همان پوشش و تولید گیاهی آن عرصه می‌باشند. از آنجایی که در بعضی گیاهان بین تغییرات پوشش و عوامل محیطی ارتباط کاملاً مستقیم وجود ندارد. لذا بیوماس گیاهی (تولید)، بهترین پارامتر جهت تعیین اثر عوامل محیطی بر گیاه است و به عنوان شاخصی از توان اکولوژیک یک عرصه مرتعی، همواره مورد توجه می‌باشد (Ghaemi, 2001). اندازه‌گیری میزان تولید علوفه سالانه گیاهان در درازمدت و تعیین رابطه آن با متغیرهای اقلیمی، به منظور محاسبه ظرفیت چرا از جمله موارد ضروری در مدیریت مراتع محسوب می‌شود (Baghestani Maybodi and Zare, 2006). در اکوسیستم‌های مرتعی خشک و نیمه خشک از بین متغیرهای اقلیمی، میزان بارندگی بیش‌ترین همبستگی را با تولیدات گیاهی این مناطق نشان می‌دهد و مهم‌ترین شاخص در برآورد تولید علوفه به شمار می‌آید (Abdollahi, Arzani, Baghestani and Miraskarshahi, 2006; Karabulut, 2005; Khumalo and Holechek, 2002; Kindschy, 1982). مهم‌تر از مقدار بارندگی، تواتر و پراکنش فصلی آن می‌باشد که نقش مهمی را در دسترسی به رطوبت درون خاک بازی می‌کند و قادر است ترکیب و تولیدات گیاهی مناطق خشک را تحت تأثیر

قرار دهد (Ehleringer, Schwinning and Gebauer, 1999). در مناطق خشک، بارش فصل زمستان با احتمال بیش‌تری به عمق خاک نفوذ می‌کند در حالی که بارش بهار و تابستان ممکن است قبل از نفوذ، تبخیر شود (Schwinning, Starr and Ehleringer, 2003). بنابراین بسته به فرم رویشی و سیستم ریشه و همچنین زمان و کیفیت بارش، واکنش و وابستگی گیاهان به بارندگی متفاوت خواهد بود (Moghadam, 2001). گراس‌ها با سیستم ریشه‌های سطحی و متراکم بیشتر از منابع آب ذخیره شده در نزدیکی سطح خاک استفاده می‌کنند در حالی که گیاهان چوبی ریشه عمیق، قادرند آب مورد نیاز خود را از رطوبت ذخیره شده در عمق پایین‌تر پروفیل خاک به دست آورند (Walter, 1979). از این‌رو غلبه و گسترش گراس‌ها بیشتر در مناطقی با الگوی بارشی بهاره و تابستانه است که همزمان با افزایش درجه حرارت هوا، فصل بارش آغاز می‌شود. در مقابل گسترش گیاهان بوته‌ای و درختچه‌ای‌ها بیشتر در مناطقی است که دارای الگوی بارشی زمستانه می‌باشند. در این مناطق کاهش هدررفت ناشی از تبخیر اجازه ذخیره رطوبت در عمق پایین‌تر خاک را فراهم می‌کند (Paruelo & Lauenroth, 1996). همواره این امکان وجود دارد دوره‌هایی با درجه حرارت بالا بتوانند رشد گیاهان را محدود کنند بدون آنکه کاهش معنی‌داری در میزان بارش صورت گیرد لذا بررسی همزمان دو متغیر بارندگی و دما در این موارد ضروری به نظر می‌رسد (Munkhtsetseg, Kimura, Wang, and Shinoda, 2007). برای مثال یافته‌های (Ni, 2003) در مناطقی از چین نشان داد که غنای گونه‌های گراس همبستگی مثبتی با بارندگی و شاخص خشکی دومازن دارند. Munkhtsetseg et al, 2007 در

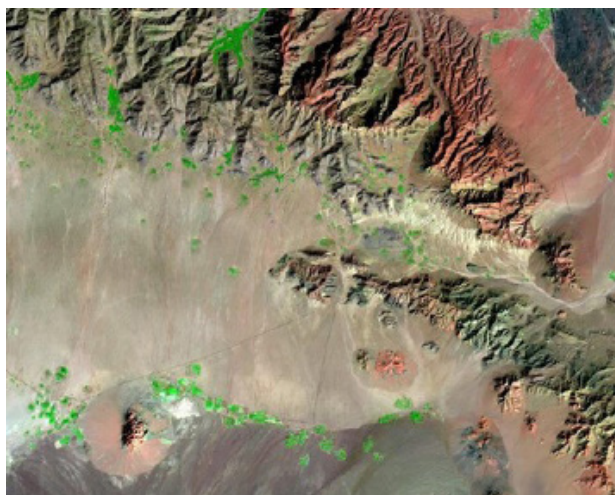
همچنین حداکثر درجه حرارت ماه‌های رویش بر میزان تولید گونه‌های مهم مرتعی منطقه گاریز سفلی بود. در این راستا و به منظور درک بهتر روابط علت و معلولی بین مجموعه وسیعی از داده‌های گیاهی و متغیرهای اقلیمی از روش ریاضی رسته‌بندی استفاده شد.

### مواد و روشها

#### الف- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه به عنوان یکی از سایت‌های طرح ملی ارزیابی مراتع در شهرستان مهریز از توابع استان یزد، در طول جغرافیایی ۱۶' ۵۴° شرقی و عرض جغرافیایی ۲۲' ۳۱° شمالی واقع شده است (شکل ۱). از دیدگاه قلمرو اقلیم حیاتی ایران عرصه مورد مطالعه در زیر منطقه استپی واقع می‌شود. ارتفاع متوسط منطقه ۲۰۸۰ متر از سطح دریا، محل نمونه‌برداری دارای شیب ۱۵-۱۰ درصد و در جهت شمال به جنوب است. بر اساس داده‌های هواشناسی، میانگین بارندگی بلند مدت منطقه برابر ۱۲۰ میلی‌متر می‌باشد (Abdollahi, ۲۰۰۹).

بررسی اثرات بارندگی و حداکثر درجه حرارت بر تولید مراتع مغولستان، افزایش درجه حرارت تیر به همراه کاهش بارش خرداد را عامل اصلی کاهش تولید گراسلندهای این منطقه معرفی کرده‌اند. امروزه افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن به همراه سایر گازهای گلخانه‌ای مهم‌ترین عامل گرمایش و تغییر اقلیم جهانی به شمار می‌آیند (Paterson and Flint, ۱۹۸۰). با توجه به پیامدهای ناشی از تغییر اقلیم جهانی از جمله عوض شدن الگوهای بارندگی و افزایش درجه حرارت، پیش‌بینی می‌شود مقدار و ترکیب تولید در اکوسیستم‌های خشک به ویژه مناطق استپی به شدت دستخوش تغییر شوند (Bates, Svejcar, Miller and Angell, ۲۰۰۶). برای نمونه تغییر الگوی بارندگی از زمستان به بهار میزان تولید درمنه‌زارهای استپی واقع در بزرگ حوزه‌های شمال آمریکا را کاهش داده (Svejcar, Bates, Angell and Miller, ۲۰۰۳) و بر تولید کنندگی و توان رقابتی گیاهان مهاجم یک ساله افزوده است (Smith et al, ۲۰۰۰). همین امر ضرورت انجام این گونه تحقیقات را در کشور ایران بیش از پیش آشکار می‌کند. هدف از تحقیق حاضر شناسایی اثرات پراکنش فصلی و دوره‌های بارندگی



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان یزد و شهرستان مهریز

نیمه عمیق با بافت سبک و سنی و میزان سنگریزه نسبتاً بالا است. میزان ماده آلی و درصد اشباع در خاک منطقه نسبتاً بالا و املاح و شوری آن پایین می‌باشد.

#### ب- روش تحقیق

در فروردین ۱۳۷۷ محدوده‌ای به وسعت ۲۰ هکتار در منطقه مورد مطالعه مجزا گردید و ۴ خط ترانسکت ۴۰۰ متری با فواصل مساوی ۱۰۰ متر در آن تعیین شد. اندازه‌گیری تولید سالیانه گیاهان عرصه با روش نمونه‌گیری مضاعف در ۶۰ پلات دو متر مربعی (۱\*۲ متری) با فواصل ۳۰

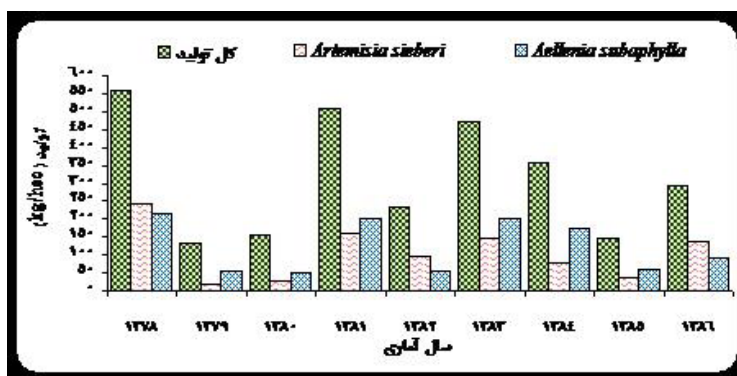
در این بررسی سه گونه شاخص رویشگاه شامل *Aellenia subaphylla* و *Artemisia sieberi* و پنج گونه گیاهی مهم همراه شامل *Lactuca orientalis*, *Noaea mucronata*, *Salsola rigida* و *arbuscula*, *Salsola tomentosa* توجه بود که به تفکیک آماربرداری شدند. بقیه گیاهان چند ساله به دلیل اهمیت ناچیز به عنوان دیگر گیاهان چند ساله در این تحقیق محاسبه شد. گونه‌های یکساله نیز تفکیک نشده و تحت عنوان گیاهان یکساله مورد ارزیابی قرار گرفتند. از نظر ویژگیهای خاک‌شناسی، این منطقه دارای خاک

زاویه بین بردارهای گونه‌ای و محیطی بیانگر ضریب همبستگی بین آنها می‌باشد که به این طریق می‌توان به نوع و میزان ارتباط بین عوامل محیطی و گونه‌های گیاهی پی‌برد (Jangman, et al, ۱۹۸۷). در این مطالعه از نرم افزار CANOCO ۴,۰ (ter Braak, and Šmilauer, ۲۰۰۱) و CanoDraw ۳,۱ (Šmilauer, ۱۹۹۷) به ترتیب برای انجام آنالیزهای رسته‌بندی و ترسیم نمودار دو پلاتی مربوطه استفاده گردید. معنی‌داری مقدار ویژه اولین محور رسته‌بندی همچنین مجموع مقادیر ویژه تمام محورها با استفاده از آزمون مونت کارلو مورد ارزیابی قرار گرفت تا معلوم شود ساختار به دست آمده در مجموعه داده‌ها شانس نبوده است. در ادامه از همبستگی‌های درون مجموعه‌ای برای ارزیابی اهمیت عوامل محیطی استفاده شد (ter Braak, and Šmilauer, ۲۰۰۱). محاسبه همبستگی گونه‌های گیاهی با محورهای رسته‌بندی نیز با استفاده از امتیاز نمونه‌ها ۳ انجام شد (Naderi, ۲۰۰۷).

### نتایج

بر اساس مقادیر تولید اندازه‌گیری شده طی نه سال، بالاترین مقدار تولید کل منطقه (۵۶۰ کیلوگرم در هکتار) در سال ۱۳۷۸ ثبت شد. در این میان کم‌ترین تولید (۱۳۲ کیلوگرم در هکتار) مربوط به سال ۱۳۷۹ بود (شکل ۲). بالاترین مقدار تولید گونه *Artemisia sieberi* در سال ۱۳۷۸ ثبت شده است. در این میان کم‌ترین تولید این گونه مربوط به سال ۱۳۷۹ بود. تولید گونه *Aellenia subaphylla* نیز در سال ۱۳۷۹ کم‌ترین و در سال ۱۳۷۸ به بالاترین مقدار خود طی این مدت رسید (شکل ۲). مجموع تولید گونه‌های همراه در سال ۱۳۸۱، بیشترین و در سال ۱۳۸۵، به کمترین مقدار خود در طی ۹ سال نمونه‌برداری رسید (شکل ۳).

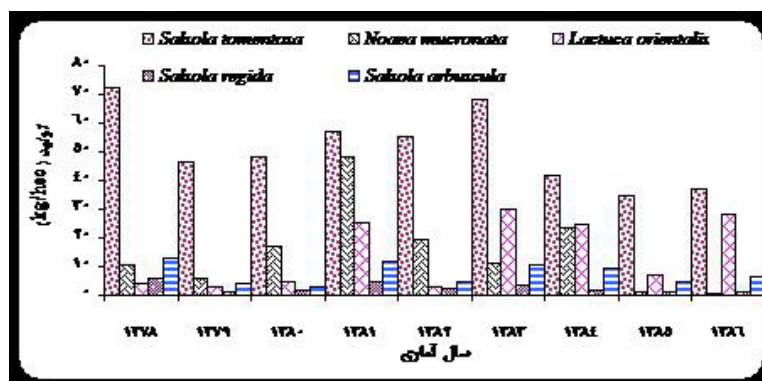
متر از یکدیگر، مستقر روی ۴ خط ترانسکت، مطابق با دستورالعمل طرح ملی ارزیابی مراتع (Arzani, ۱۹۹۸) از سال ۱۳۷۸ آغاز و به مدت ۹ سال ادامه یافت. در این روش به دلیل همگن بودن پوشش گیاهی منطقه، هر ساله یک چهارم پلات‌ها (۱۵ پلات) به صورت تصادفی انتخاب و تولید تمام گونه‌ها به تفکیک درون آنها قطع و توزین می‌شد. با داشتن میزان تاج پوشش هر گونه و تولید آن معادله رگرسیونی برآورد تولید بر اساس تاج پوشش بدست آمد و میزان تولید در بقیه پلات‌ها نیز برآورد گردید. در نهایت میزان علوفه خشک هر گونه بر اساس معادلات، بر حسب کیلوگرم در هکتار به طور جداگانه محاسبه شد. داده‌های هواشناسی شامل مقادیر تفکیک‌شده ماهیانه بارندگی و حداکثر درجه حرارت مطلق طی سال‌های مورد مطالعه (۱۳۸۶-۱۳۷۸) از ایستگاه کلیماتولوژی گاریزسغلی به عنوان نزدیک‌ترین ایستگاه گرفته شد. بر اساس داده‌های بارندگی ماهانه، مقادیر تجمعی باران در فصول مختلف سال و مجموع باران در دوره‌های مشخص زمانی، شامل آبان تا اسفند، آذر تا دی، آذر تا اسفند، دی تا فروردین، آذر تا فروردین، اسفند تا اردیبهشت و در نهایت بارش سال زراعی به تفکیک محاسبه گردید. با توجه به اهمیت ویژه درجه حرارت در طول دوره رشد گیاهان، تنها از داده‌های مربوط به ماه‌های این دوره استفاده شد. برای بررسی ارتباط تولید گونه‌های گیاهی با پراکنش فصلی و دوره‌ای بارندگی همچنین حداکثر درجه حرارت در طول ماه‌های رویش از روش تجزیه و تحلیل چند متغیره رسته‌بندی استفاده شد. با توجه به کوتاه بودن طول گرادیان محیطی ( $SD\text{-units}$ ، ۱/۲۵)، روش رسته‌بندی مستقیم تجزیه افزونگی ۱ ( $RDA$ ) برای آزمون روابط تولید گونه‌های گیاهی و عوامل اقلیمی، بکار گرفته شد (Jangman, Ter Braak, and Van, ۱۹۸۷). در دیاگرام رسته‌بندی حاصل از این آنالیز، گونه‌ها و عوامل محیطی بوسیله بردارهایی نشان داده می‌شوند. همواره کسینوس



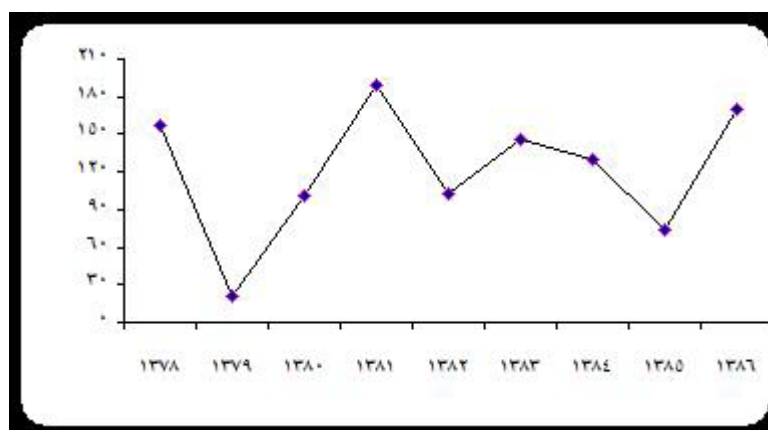
شکل ۲- تغییرات سالانه تولید کل و تولید گونه‌های شاخص مورد مطالعه

گیاهان منطقه در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به مقادیر ثبت شده طی ۹ سال، حداکثر درجه حرارت در تیر و مرداد ۱۳۸۶ مشاهده شد. در بررسی رابطه تولید گونه‌های گیاهی و عوامل اقلیمی با استفاده از تجزیه چند متغیره  $RDA$ ، آزمون معنی‌داری مونت کارلو نشان داد که مقدار ویژه محور اول  $RDA$  ( $P=0.025$ ,  $F=3.99$ ,  $eigenvalue=0.555$ ) و مجموع مقادیر ویژه تمام محورها ( $P=0.02$ ,  $F=5.15$ ,  $trace=0.1896$ ) در سطح خطای ۵ درصد معنی‌دار هستند (جدول ۲).

بر اساس داده‌های هواشناسی ایستگاه کلیماتولوژی گاریزسغلی، میزان بارندگی منطقه در سال ۱۳۸۱ بالاترین مقدار (۱۸۸ میلی‌متر) و در سال ۱۳۷۹ به پایین‌ترین مقدار خود (۲۱ میلی‌متر) طی دوره ۹ ساله تحقیق رسید (شکل ۴). بنا به تعریف خشکسالی در بین جامعه مدیریت مراتع و در نظر گرفتن معیار کاهش بارندگی تا مرز ۷۵ درصد میانگین دراز مدت یا نرمال منطقه (۱۲۰ میلی‌متر) ( $SRMI$ , ۱۹۸۹) دو خشکسالی در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۵ رخ داده است. حداکثر درجه حرارت مطلق در دوره رشد



شکل ۳- تغییرات سالانه تولید گونه‌های همراه مورد مطالعه



شکل ۴- نوسانات بارندگی سالانه طی ۹ سال آماربرداری

جدول ۱- مقادیر حداکثر درجه حرارت در ماه‌های رشد گیاهان طی ۹ سال آماربرداری

سال آماری	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد
۱۳۷۸	۱۶	۲۲/۵	۳۰/۵	۳۴	۳۶/۵	۳۶
۱۳۷۹	۱۵	۲۶	۳۱/۵	۳۴/۵	۳۵/۵	۳۴/۵
۱۳۸۰	۱۵	۳۱/۵	۳۱/۵	۳۴/۵	۳۹	۳۳/۵
۱۳۸۱	۲۲/۴	۲۵	۳۱/۲	۳۳	۳۶/۶	۳۵/۶
۱۳۸۲	۲۰	۲۷	۲۸/۶	۳۴/۶	۳۶/۶	۳۷
۱۳۸۳	۲۲/۴	۲۲/۲	۲۸/۶	۳۳	۳۴/۴	۳۷
۱۳۸۴	۲۲/۴	۲۵/۴	۲۸/۶	۳۴/۶	۳۷/۴	۳۶/۸
۱۳۸۵	۲۰/۶	۲۴/۸	۳۲/۲	۳۳/۶	۳۷/۶	۳۷/۴
۱۳۸۶	۱۸	۲۳/۸	۳۱	۳۶/۶	۳۷/۸	۳۷/۸

سه محور اول رویه‌م ۸۳ درصد از تغییرات تولید را توجیه می‌کنند. از ضریب همبستگی بین متغیرهای اقلیمی با سه محور اول رسته‌بندی نشان داده شده در جدول ۲، می‌توان بیان کرد که محور اول با حداکثر دمای اردیبهشت همبستگی مثبت معنی‌دار و با بارش دوره آذر تا اسفند و دوره آذر تا دی همبستگی معنی‌دار منفی داشت. محور دوم نیز با بارش فروردین همبستگی مثبت و با حداکثر دمای فروردین همبستگی منفی داشت. محور سوم با هیچکدام از متغیرها همبستگی معنی‌دار نشان نداد.

بر این اساس می‌توان اظهار داشت الگوهای مشاهده شده در مجموعه داده‌ها به صورت اتفاقی نیستند (Jangman et al, ۱۹۸۷). مقادیر ویژه سه محور اول به ترتیب برابر ۰/۵۵۵، ۰/۲۲۷ و ۰/۰۹۵ بود. ضریب همبستگی بین متغیرهای اقلیمی و گونه‌های گیاهی در سه محور اول رسته‌بندی بالا و به ترتیب برابر ۰/۹۸، ۰/۹۲ و ۰/۸۷ بود. این نتایج به اجرای صحیح تجزیه رسته‌بندی در توصیف روابط بین متغیرهای اقلیمی و گونه‌های گیاهی اشاره دارد ((ter Braak and Smilauer, ۲۰۰۱).

جدول ۲- مشخصات محورهای رسته‌بندی و میزان همبستگی متغیرهای اقلیمی با آنها

مشخصات محورها	محور اول	محور دوم	محور سوم
مقادیر ویژه (eigenvalue)	۰/۵۵۵	۰/۲۲۷	۰/۰۹۵
همبستگی بین عوامل محیطی-گونه‌ها	۰/۹۸	۰/۹۲	۰/۸۷
واریانس تبیین شده	٪۵۵/۵	٪۲۲/۷	٪۹/۵
ضرایب همبستگی	محور اول	محور دوم	محور سوم
بارش آذر تا اسفند	-۰/۹۵**	۰/۰۶	۰/۱۴
بارش آذر تا دی	-۰/۸۱**	-۰/۱۴	-۰/۴۴
بارش فروردین	-۰/۱۸	۰/۷۱*	-۰/۳۱
حداکثر درجه حرارت فروردین	۰/۵	-۰/۶۳*	-۰/۰۸
حداکثر درجه حرارت اردیبهشت	۰/۶۷*	۰/۱۷	-۰/۰۵

و درختچه‌های *Aellenia subaphylla* و *Salsola arbuscula* بیش‌ترین مقدار بود. گروه دو شامل سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۴ بود که از بارش دوره آذر-دی بالاتری نسبت به بقیه سال‌ها برخوردار بود. در این سالها تولید گونه‌های بوت‌های *Salsola rigida*، *Salsola tomentosa* و *Noaea mucronata* مقدار بالاتری را به خود اختصاص دادند. در سال ۱۳۸۶ علیرغم اینکه مجموع بارش سالانه بالا بود (شکل ۲) ولی قسمت اعظم بارش این سال به فروردین ماه اختصاص داشت. در این سال تنها گونه *Lactuca orientalis* از تولید بالایی برخوردار بود. گروه چهار شامل سال‌های ۱۳۸۵، ۱۳۸۰، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۲ بود که ضمن برخورداری از کم‌ترین بارش در دوره‌های پیشین رشد از جمله آذر-اسفند و آذر-دی، بیش‌ترین درجه حرارت در ماه‌های رشد، کمترین تولید گونه‌های بوت‌های و درختچه‌ای را نیز به خود اختصاص داد.

### بحث و نتیجه‌گیری

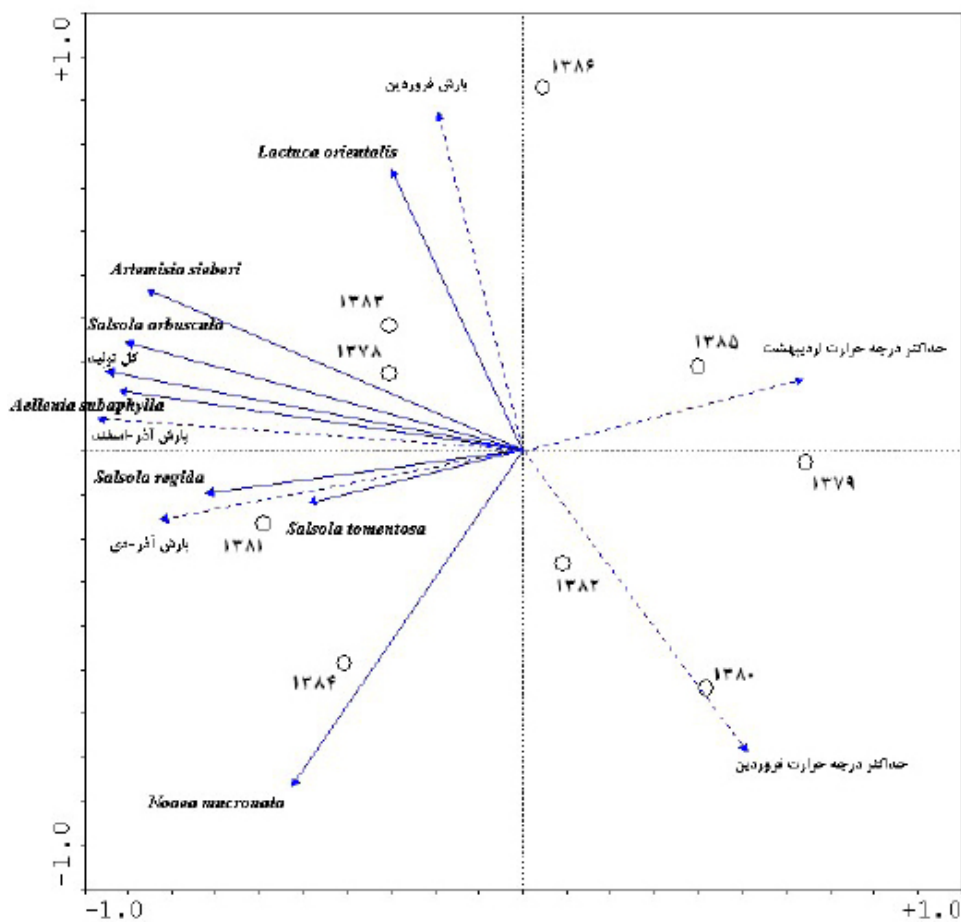
نتایج حاصل از تجزیه آماری داده‌های ۹ ساله این تحقیق، بیانگر ارتباط ویژه‌ای بین نوسانات تولید گونه‌های مختلف مرتعی و متغیرهای اقلیمی بارش و حداکثر درجه حرارت بود. با توجه به نتایج تجزیه افزونگی RDA، عوامل مربوط به محورهای اول و دوم رسته‌بندی، به ترتیب ۵۵/۵ و ۲۲/۷ درصد از تغییرات تولید گونه‌های گیاهی را توجیه کردند و از اهمیت بالاتری برخوردار بودند.

همبستگی تولید گونه‌های گیاهی با محورهای رسته‌بندی در جدول ۳ نشان داده شده است. طبق این نتایج، تولید تمام گونه‌های مورد مطالعه بجز *Lactuca orientalis* همبستگی منفی بالایی با محور اول رسته‌بندی نشان دادند. گونه‌های *Lactuca orientalis* و *Noaea mucronata* نیز به ترتیب بیشترین همبستگی مثبت و منفی را با محور دوم رسته‌بندی نشان دادند. با توجه به نتایج آماری رسته‌بندی از جمله میزان و نوع همبستگی متغیرهای محیطی و گیاهی با محورهای رسته‌بندی (جدول ۲ و ۳) می‌توان نتیجه گرفت که تولید کل و تولید گونه‌های *Artemisia sieberi*، *Aellenia subaphylla* و *Salsola arbuscula* بیشتر تحت تأثیر مثبت بارش دوره‌ی آذر تا اسفند قرار داشتند. گونه‌های *Noaea mucronata* و *Salsola rigida*، *Salsola tomentosa* علاوه بر تأثیرات مثبت بارش آذر تا دی، تحت تأثیر منفی حداکثر درجه حرارت اردیبهشت نیز بودند. تولید گونه *Lactuca orientalis* بیشترین همبستگی مثبت و منفی را به ترتیب با بارش فروردین و حداکثر درجه حرارت این ماه نشان داد. همین نتایج به صورت واضح و گرافیکی، با در نظر گرفتن زاویه بین بردارهای گیاهی و اقلیمی در دیاگرام رسته‌بندی RDA، قابل مشاهده است (شکل ۵). مطابق با دیاگرام رسته‌بندی، سال‌های نمونه‌برداری با توجه به ترکیب سالیانه تولید و نوع گردان‌های اقلیمی، به چهار گروه مجزا دسته‌بندی شدند. گروه یک شامل سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۸۳ بود که بالاترین بارش دوره آذر-اسفند را به خود اختصاص داد. در این سال‌ها تولید گونه‌های گیاهی بوت‌های *Artemisia sieberi*

جدول ۴- همبستگی تولید گونه‌های گیاهی با سه محور اول رسته بندی

محورهای رسته بندی			
گونه های گیاهی	محور اول	محور دوم	محور سوم
<i>Artemisia sieberi</i>	-۰/۷۸*	۰/۲۷	۰/۴۷
<i>Aellenia subaphylla</i>	-۰/۹۳**	۰/۱۰۵	۰/۰۶
<i>Lactuca orientalis</i>	-۰/۲۹	۰/۷۲*	-۰/۱۶
<i>Noaea mucronata</i>	-۰/۶۲	-۰/۶۴	-۰/۱۰۴
<i>Salsola arbuscula</i>	-۰/۹۱**	۰/۱۴	۰/۱۳
<i>Salsola tomentosa</i>	-۰/۶۱	-۰/۲۵	۰/۱۶
<i>Salsola rigida</i>	-۰/۷۵*	-۰/۱۷	۰/۱۵۶
کل تولید	-۰/۹۴**	۰/۰۸	۰/۲۵

\* معنی داری در سطح خطای ۵ درصد \*\* معنی داری در سطح خطای ۱ درصد



شکل ۵- نمودار رسته بندی RDA (عوامل محیطی با فلش‌های منقطع و تولید گونه‌ها با فلش‌های ممتد نشان داده شدند)

گونه‌ای آینده منطقه را پیش‌بینی نموده و بر این اساس بتوانند راه کارهای مدیریتی برای مقابله و کاهش اثرات خشکسالی و تغییر اقلیم جهانی ارائه دهند. زیرا تصمیمات مدیریتی بیش از پیامدهای تغییر اقلیم تعیین کننده پوشش، تراکم و ترکیب گیاهان مهاجم در اکوسیستم‌های مرتعی می‌باشد و قادرند اثرات منفی این پیامدها را خنثی سازند (Ditomaso, 2005). مراتع منطقه طی ۹ سال، سه سال مرطوب و دو سال کاملاً خشک را تجربه کرده‌اند. لذا به نظر می‌رسد که روابط به دست آمده از این تحقیق تا اندازه‌ای گویای شرایط حاکم بر منطقه بوده و امید که بتواند به مدیریت این منطقه و حفظ گونه‌های گیاهی کمک کند. البته لازم به توضیح است که این مطالعه در یک سایت با ویژگی‌های خاص انجام گرفته و نتایج آن تنها در منطقه مطالعه شده و در محدوده ریزش‌های جوی بروز یافته در دوره مطالعه شده معتبر خواهد بود.

### پاورقی‌ها

1. Redundancy analysis
2. Intra-set correlation
3. Sample score

### منابع

1. Abdollahi J., 2009. The inventory of rangelands in Yazd province project, Yazd Agricultural and Natural resources research center, Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR) – Iran.
2. Abdollahi J., H. Arzani, N. Baghestani and F.S.M. Askarshahi, 2006. Rainfall and ground water table changes influencing the seidlitzia rosmarinous Growth and development at the Chah-Afzal Ardakan. Iranian journal of Range and Desert Research, 81-74 : (2) 13
3. Akbarzadeh, M., M.R. Moghadam, A. Jalili, M. Jafari and H. Arzani, 2007. Effect of precipitation on cover and production of rangeland Plants in Polour, Journal of the Iranian Natural Resource, -307:(1)60 322.
4. Arzani, H., (1998). The inventory of rangeland in Iran project. 50pp
5. Arzani, H., S.M. Adnani, H. Basharir, M. Azimi, H. Bagheri, M. Akbarzadeh and S.H. Kaboli, 2007 . Assessment of vegetation covers and yield variation in rangelands of Qum province (2005-2000), Iranian Journal of Range and Desert Research, 313-296 : (4)13
6. Baghestani Maybodi, N. and M. T. Zare 2006. Investigation of relationship between annual precipitation and yield in steppic range of Poosht-kooch region of Yazd province.

با توجه به نتایج به دست آمده، بارش در دوره‌های قبل از رشد از جمله مجموع بارش آذر و دی و دوره بارشی آذر تا اسفند نقش مثبت و مؤثری بر تولید کل و تولید علوفه گونه‌های چوبی از جمله گونه‌های *Artemisia Salsola arbuscula sieberi*, *Aellenia subaphylla* در مطالعات دیگران نیز بر نقش مؤثر عملکرد بارندگی سال‌های قبل (Hanson, Wight, Smith and Smoliak, 1982)، الگوی بارشی زمستانه (Cook and Irwin, 1992) و رطوبت ذخیره شده در طول فصول سرد سال بر رشد و تولید گیاهان چوبی تاکید شده است (Ehsani et al., 2007; Jabbogy and Sala, 2000). طبق نظر Paruelo & Lauenroth, 1996 رطوبت ناشی از بارندگی دوره‌های قبل از رشد گیاه به صورت ذخیره شده در خاک باقی مانده و ریشه‌های عمیق گیاهان درختچه‌ای و بوته‌ایها آنها را قادر خواهد ساخت از این رطوبت ذخیره شده، در فصل رویش استفاده نمایند. از دیگر دوره‌های بارشی مؤثر، بارش فروردین ماه بود که همبستگی مثبت بالایی با محور دوم رسته بندی و تولید گونه *Lactuca orientalis* نشان داد. Hosseini, Mirjani, and Safari, 2001 و Akbarzadeh, Moghadam, Jalili, Jafari and Arzani, 2007 در تحقیقات خود بارش فصل رویش را به عنوان متغیر اصلی رشد گیاهان علفی معرفی کردند. همواره رطوبت ناشی از بارش‌های فصل بهار به طور موقت در سطح خاک ذخیره شده و قبل از نفوذ به عمق خاک، به سرعت تبخیر شوند. در این میان تنها سیستم ریشه‌ای کم عمق گیاهان علفی، امکان جذب سریع این رطوبت موقت را به خوبی فراهم می‌کند (Comstock and Ehleringer, 1992). همبستگی بالایی حداکثر درجه حرارت ماه‌های اردیبهشت و فروردین به ترتیب با محورهای اول و دوم رسته‌بندی و اثر منفی آنها بر تولید گونه‌های منطقه نشان از نقش مؤثر متغیر اقلیمی حداکثر درجه حرارت در منطقه مورد مطالعه داشت. Munkhtsetseg et al., 2007 در بررسی پاسخ تولید چراگاه‌های مغولستان در برابر متغیرهای اقلیمی دما و بارش، افزایش درجه حرارت تیر (*July*) به همراه کاهش بارش خردادماه (*June*) را عامل اصلی کاهش تولید گراسلندهای این منطقه معرفی کرده‌اند. نتایج تحقیق Ghaemi, 2001 نیز نشان داد که روند تغییرات تولید در مراتع قوشچی آذربایجان از بارندگی و درجه حرارت تبعیت نموده و به ترتیب ارتباط مستقیم و معکوسی با آنها دارد. به طور کلی عامل درجه حرارت با تأثیر بر میزان فتوسنتز تعیین کننده طول دوره رشد و در نهایت میزان تولید گیاه خواهد بود. با افزایش درجه حرارت در بهار گیاه شروع به فعالیت و فتوسنتز می‌کند. دمای بهینه برای فتوسنتز ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی گراد است و تا زمان فراهم بودن دمای بهینه و در دسترس بودن رطوبت مورد نیاز، جهت غذاسازی، گیاه به رشد خود ادامه می‌دهد. لیکن افزایش بیش از حد درجه حرارت از یک طرف فرآیند غذاسازی درون گیاه را مختل کرده و سبب توقف فتوسنتز می‌شود و از طرف دیگر ضمن بالا بردن تبخیر از سطح خاک و گیاه، میزان آب قابل دسترس گیاه را کاهش داده و اثرات منفی بر تولید خواهد گذاشت (Moghadam, 2001). از بین گونه‌های مورد مطالعه گونه *Noaea mucronata* کمتر تحت تأثیر اثرات منفی درجه حرارت قرار داشت. نتایج حاصل از انجام این گونه تحقیقات در گام نخست به برآورد ظرفیت چرای مراتع کمک می‌کنند و در درازمدت نیز به عنوان اطلاعات پایه‌ای به مدیران مرتع کمک می‌کند تا با توجه به داده‌های اقلیمی، ترکیب



- and range management seminar: 462-459
18. Jabbogy, E.G., and O.E., Sala, 2000. Control of grass and shrub above ground production in the Patagonian steppe, *Ecological Applications*, 2(10), pp.549-541.
  19. Jangman, R. H. G., Ter Braak, C. J. F. and Van Tangeren, O. F. R. (1987). *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*, Pudoc Wageningen, PP 300.
  20. Karabulut, M. 2002. An Examination of Relationships between Vegetation and Rainfall using Weather Variable, *Range management* 6(42) November.
  21. Khumalo, G.F., and J. Holechek, 2005. Relationship between Chihuahuan desert perennial grass production and precipitation, *Rangeland and Ecology management*, 246-239 :(33)58.
  22. Kindschy, R.R., 1982. Effects of precipitation variance on annual grow of 14 species of browse shrubs in southeastern Oregon, *Journal of range management*, 266-265:(2)35
  23. Moghadam, M.R. 2001. *Range and Range management*. Teran University Publications, pp 470.
  24. Moghadam, M.R. 2005. *Ecology of Terrestrial Plant*. Tehran University Publications, 701 pp.
  25. Munkhtsetseg, E., R. Kimura, J. Wang, M. Shinoda, 2007. Pasture yield response to precipitation and high temperature in Mongolia. *Journal of Arid Environment*, 110-70:94
  26. Naderi, H. (2007). *Analysis of Vegetation in Relation to Topography, some of Soil Physicochemical Characteristic and Grazing in Nodoushan Rangeland, Yazd Province*. M.s.c thesis, Tarbiat Modares University, 150 pp.
  27. Parnell, J. M. & Lauenroth, W. K. 1996. Relative abundance of plant functional types in grasslands and shrublands of North America. *Ecol. Appl.* -1212 (4)6 1224.
  28. Paterson, D. T. and E. P. Flint. 1980. Potential effects of global atmospheric CO<sub>2</sub>
  29. Schwinning, S., Starr, B.I., Ehleringer, J.R., 2003. Dominant cold desert plants do not partition warm season precipitation by event size. *Oecologia* -252 ,136 260.
  30. Smilauer P., 1997. *CanoDraw User Guide 3.1*. Microcomputer Power, Ithaca. USA, 887 PP.
  31. Smith, S.D., Huxman, T.E., Zitzer, S.F., Charlet, pajouhesh & Sazandegi 107-103 :75
  7. Bates, J.D., T. Svejcar, R.F. Miller, R.A. Angell, 2006. The effects of precipitation timing on sagebrush steppe vegetation *Journal of Arid Environments* :64 697-670
  8. Comstock, J.P., Ehleringer, J.R., 1992. Plant adaptation in the Great basin and Colorado Plateau. *Great Basin Naturalist*, 215-195 :52.
  9. Cook J.G., Irwin, L.L., 1992. Climate-vegetation relationships between the Great Plains and Great Basin. *American Midland Naturalist*, 326-316 :127.
  10. Ditomaso, J. 2005. Possible Effects of Climate Change on Weed Competition and Invasion. *John Muir Institute of the Environment*. California. USA
  11. Ehleringer, J.R., Cerling, T.E., Flanagan, L.B., 2001. Global changes and the linkages between physiological ecology and ecosystem ecology. In: Press, M., Huntly, N., Levin, S. (Eds.), *Ecology: Achievement and Challenge*. Blackwell, Oxford, pp. 138-115.
  12. Ehleringer, J.R., Schwinning, S., Gebauer, R., 1999. Water use in arid land ecosystems. In: Press, M.C., Scholes, J.D., Barker, M.G. (Eds.), *Physiological Plant Ecology*. Blackwell Science, Boston, USA, pp. -347 365.
  13. Ehsani, A., H. Arzani, M. Farahpour, H. Ahmadi, M. Jafari, A. Jalili, H. R. Abasi, M. S. Azimi and H. R. Mirdavoudi (2007). The effect of climatic conditions on range forage production in steppe Rangelands, Akhtarabad of Saveh. *Iranian journal of Range and Desert Reseach*, 260-249:(2) 14
  14. Enrichment on the growth and competitiveness of C3 and C4 weed and crop plants. *Weed Sci.* 75-28:71.
  15. Ghaemi, M. 2001. The effect of aridity on condition, trend and vegetation variability in rangeland of Gardane Ghoshchi, west Azarbayjan province, papers collection of second range and range management seminar: -453 458.
  16. Hanson, C.L., J.R. Wight, J.P. Smith, and S. Smoliak, 1982. Use of historical yield data to forecast range herbage production. *Journal of Range Management*, 5(35), september, pp616-614.
  17. Hosseini, S.Z, Mirjani, S.T. and Safari, A. 2001. Investigation of relationship between annual precipitation and yield of *Medicago sativa*, station of rangelands research, Hamande Absard, second range

Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Software for CanonicalCommunity Ordination (version 4.5). Centre for Biometry Wageningen (NL) and Microcomputer Power (Ithaca NY, USA).

34. ter Braak, C.J.F. (1986) Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 1179-1167 ,67.

35. Walter, H. 1979. *Vegetation of the Earth*. 2nd ed. Springer-Verlag, New York.

T.N., Housman, D.C., Coleman, J.S., Fenstermaker, L.K., Seeman, J.R., Nowak, R.S., 2000. Elevated CO2 increases productivity and invasive species success in an arid ecosystem. *Nature* 82-79 ,40.

32. Svejcar, T., Bates, J., Angell, R., Miller, R., 2003. The influence of precipitation timing on the sagebrush steppe ecosystem. In: Guy, McPherson, Jake, Weltzin (Eds.), *Changing Precipitation Regimes & Terrestrial Ecosystems*. University of Arizona Press, Tucson, AZ 237pp.

33. ter Braak, C. J. F. and P. Smilauer, 2001. *CANOCO*

