

## تأثیر متغیرهای بارندگی و دما بر تولید علوفه گونه‌های گیاهی مهم منطقه حفاظت شده کالمند در استان یزد

• 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

دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: دی ماه ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۹۳

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۵۴۲۹۰۱

Email: Jaabdollahig@gmail.com

### چکیده

منطقه حفاظت شده کالمند یکی از زیستگاه‌های مهم گونه آهوی ایرانی، در کشور ایران محسوب شده و تأمین علوفه این حیوان از دغدغه‌های اصلی مسئولین منطقه به شمار می‌آید. این مطالعه طی سال‌های زراعی ۱۳۷۸ لغایت ۱۳۸۶ و با هدف بررسی تأثیر نوسانات بارش و دما بر تولید گونه‌های مهم گیاهی این منطقه انجام شد. به این منظور هر ساله تولید گیاهان به روش نمونه‌گیری مضاعف و با استفاده از پلات‌های ثابت و تصادفی اندازه‌گیری شد. آمار بارندگی و دما نیز از ایستگاه کلیماتولوژی ابراهیم‌آباد مهریز تهیه گردید. رابطه بین مقادیر تولید و متغیرهای اقلیمی بوسیله تجزیه همبستگی و رگرسیون گام به گام مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد میزان بارندگی فصل زمستان، بازه‌های زمانی آذر تا اسفند و دی تا فروردین سال بعد به ترتیب بیش‌ترین تأثیر را بر تولید گونه‌های *orientalis Scariola* و *Artemisia sieberi*، *Noaea mucronata* در منطقه مورد مطالعه داشتند. در حالی که میانگین دمای خرداد ماه تنها متغیر مؤثر بر تولید گونه *Stachys inflata* شناخته شد. تولید گونه‌های *orientalis Scariola* و *Artemisia sieberi* علاوه بر متغیر بارش تحت تأثیر حداکثر دمای خرداد ماه نیز قرار داشتند. در نهایت نتایج نشان داد از بین متغیرهای اقلیمی بارش دی تا فروردین به همراه حداکثر درجه حرارت خرداد ماه بیش‌ترین تأثیر را بر تولید کل منطقه دارند لذا می‌توان برای پیش‌بینی ظرفیت چرای منطقه از آنها بهره برد.

کلمات کلیدی: تولید علوفه، متغیرهای بارندگی و دما، مراتع خشک، منطقه حفاظت شده کالمند.

Watershed Management Research (Pajouhesh &amp; Sazandegi) No 104 pp: 13-21

**The effect of rainfall and temperature variables on forage production of dominant plant species in protected area of Kalmand (Yazd province)**

By: *J. Abdollahi*: Faculty member of Yazd Research Center of Agriculture and Natural Resources. (*Corresponding Author*; Tel: +989133542901). *H. Arzani*: Professor of Natural Resources Faculty, University of Tehran. *H. Naderi*: Ph.D Student of Range Sciences, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources

Protected area of Kalmand is one of main *Gazella subgutturosa* refugia in Iran. This study was conducted on rangelands of this area for nine years (1378- 1386). The aim was examining the effect of rainfall and temperature on production of plant species. For this purpose four dominant Species were selected and their canopy cover and production were monitored every year in permanent and random plots, respectively. Figures on rainfall and temperature were collected from nearby stations. Relationships between annual yield and Meteorological variables analyzed by correlation and stepwise regression analysis. The Results show that Species of *Scariola orientalis*, *Artemisia sieberi* and *Noaea mucronata* have high significant correlation with rainfall in January-April, winter and December-March, respectively. Whereas, temperature in June appears to intensely influence annual yield of *Stachys inflata*. Yield of *Scariola orientalis* and *Artemisia sieberi* is influenced not only by rainfall but also by variability of June high temperature. In the final, total yield can be estimated by January-April rainfall and June high temperature.

Keywords: forage production, rainfall and temperature variables, arid rangeland, protected area of Kalmand

،Abdollahi, Arzani, Baghestani and Miraskarshahi, Karabulut ;2005, Khumalo and Holechek ;2006, Kindschy ;2002, 1982). علاوه بر مقدار بارندگی، فرانکس و پراکنش فصلی آن نیز با تأثیر بر میزان رطوبت قابل دسترس درون پروفیل خاک، به شدت ترکیب و تولیدات گیاهی مناطق خشک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بارش 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). برای مثال یافته‌های Cook and Irwin, 1992 در شمال دشت‌های بزرگ ایالات متحده نشان داد که الگوی بارشی زمستانه این منطقه مناسب برای رشد و توسعه بوته‌های ریشه عمیق و گیاهان سرما دوست است که از روش C3 فتوسنتز می‌کنند. در بررسی تأثیر شرایط اقلیمی بر تولید علوفه مراتع استپی استان مرکزی، از بین شاخص‌های مهم اقلیمی، شاخص بارندگی فصل رویش به اضافه بارش فصول پیشین رشد به عنوان مؤثرترین شاخص اثرگذار بر تولید گیاهان بوته‌ای معرفی شد (Ehsani et al., 2007). در مقابل نتایج تحقیقی نشان داد غالبیت بارش تابستان و بهار در فلات کلرادو به غلبه گونه‌هایی تابستان فعال C4 با ریشه‌های سطحی منتج می‌شود (Comstock and Ehleringer, 1992). Akbarzadeh, Moghadam, Jalili, Jafari and Arzani, 2007 در مطالعه‌ای در مراتع پلور، بارش فصل رویش (بهار) را به عنوان مؤثرترین دوره بر میزان تاج پوشش و تولید گونه‌های علفی و گراس معرفی کردند. همواره این امکان وجود دارد دوره‌هایی با

**مقدمه**

منطقه حفاظت شده کالمند با مساحتی حدود ۲۵۵۰۰۰ هکتار در ۴۰ کیلومتری جنوب شرقی یزد و در شهرستان مهریز قرار گرفته است. این منطقه به عنوان یکی از پناهگاه‌های مهم حیات وحش در سطح کشور مطرح بوده است و زیستگاه طبیعی گونه ارزشمند آهوی ایرانی ۱ به شمار می‌آید که تقریباً در بیشتر قسمت‌های دشتی منطقه پراکنش دارد (Akbari Haruni, Behruzie Rad and Hasanzade Kiabi, 2008). در مناطق خشک از جمله منطقه کالمند، گیاهان مرتعی علاوه بر تأمین علوفه مورد نیاز آهوی ایرانی قادرند قسمت اعظم آب مورد نیاز این حیوان را نیز از طریق سرشاخه‌های جوان و آبدار خود تأمین کنند (Hazeri, Hemami and Khajeddin, 2009). با بروز خشکسالی و کمبود آب و علوفه، این حیوان به سمت مزارع کشاورزی اطراف منطقه سرازیر شده و ضمن تخریب مزارع، توسط افراد سودجو شکار می‌شود (Akbari Haruni et al., 2008). لذا با آگاهی از نحوه تأثیر متغیرهای اقلیمی بر نوسانات تولید در یک دوره طولانی، می‌توان علاوه بر شناخت توانمندی مراتع منطقه در تأمین علوفه مورد نیاز علف‌خواران، امکان برنامه‌ریزی شایسته و مطلوب جهت جبران کمبود علوفه در مواقع خشکسالی را برای مدیران منطقه فراهم نمود. در جوامع گیاهی مراتع خشک و نیمه خشک از بین عوامل مختلف مؤثر در رشد و تولید گیاهان مرتعی، بارندگی ضروری‌ترین و مهم‌ترین شاخص اقلیمی به شمار می‌آید (Munkhtsetseg, Kimura, Wang and Shinoda, 2007). بر این اساس بسیاری از محققان تلاش کرده‌اند که متوسط توان تولید مرتع را از طریق داده‌های بارندگی برآورد کنند (Baghestani Maybodi and Zare, 2006).

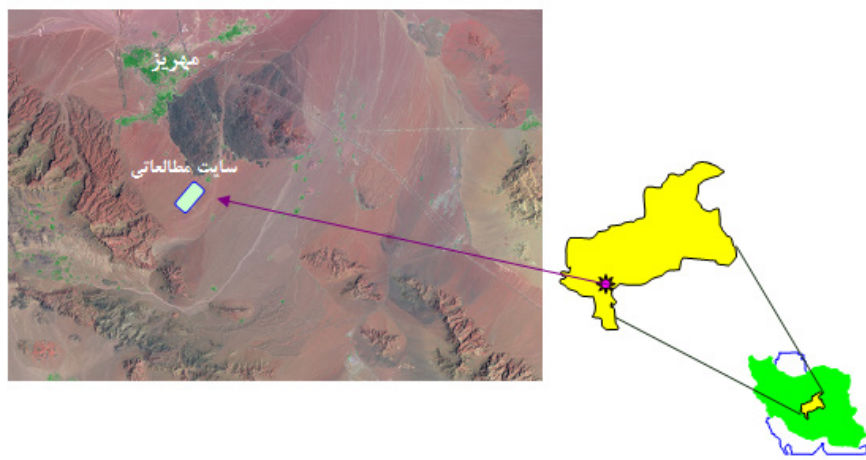
### موقعیت محل اجرا

این مطالعه در منطقه حفاظت شده کالمند از توابع شهرستان مهریز استان یزد به طول جغرافیایی  $30^{\circ} 54'$  و عرض جغرافیایی  $26^{\circ} 31'$  انجام شد (شکل ۱). از دیدگاه قلمرو اقلیم حیاتی ایران عرصه مورد مطالعه در زیر منطقه استپی واقع می‌شود. ارتفاع متوسط منطقه  $1620$  متر از سطح دریا، محل نمونه برداری دارای شیب  $20-15$  درصد و در جهت غرب به شرق است. بر اساس داده‌های هواشناسی ایستگاه ابراهیم‌آباد مهریز، میانگین بارندگی در یک دوره  $14$  ساله منتهی به سال  $1386$  برابر  $63/2$  میلیمتر بود که حداکثر و حداقل آن‌ها به ترتیب در سال‌های زراعی  $1378$  و  $1379$  با مقادیر  $118$  و  $15$  میلی‌متر رخ داده است. بنا به تعریف خشکسالی در بین جامعه مدیریت مراتع و در نظر گرفتن معیار کاهش بارندگی تا مرز  $75$  درصد میانگین دراز مدت یا نرمال منطقه (SRM1, 1989) سه خشکسالی در سال‌های زراعی  $1379$ ،  $1380$  و  $1385$  رخ داده است. نوسانات دمایی طی این دوره نشان داد سال‌های زراعی  $1382$  و  $1379$  با میانگین دمای سالانه  $18/7$  و  $17/4$  درجه سانتیگراد، بیشترین اختلاف دمایی را با یکدیگر داشتند (جدول ۱) از نظر ویژگی‌های خاک‌شناسی منطقه کالمند دارای خاک کم عمق تا نیمه عمیق با سنگریزه زیاد و مقدار نسبتاً زیادی کریستال‌های گچ در طبقات زیرین است. مقدار آهک موجود در خاک بالا و میزان شوری آن کم تا متوسط می‌باشد (Dashtkian and Baghestani, 2002).

درجه حرارت بالا بتواند رشد گیاهان را محدود کنند بدون آنکه کاهش معنی‌داری در میزان بارش صورت گیرد (Munkhtsetseg et al., 2007). امروزه با تغییرات شرایط اقلیمی و افزایش دمای هوای کره زمین، فرکانس وقوع چنین دوره‌های خشک و سوزانی نیز افزایش یافته و اکوسیستم‌های جهانی را در معرض تحولات اساسی قرار داده است (Easterling et al., 2000). از اینرو بوم‌شناسان بیش از گذشته به مقوله تأثیرات افزایش درجه حرارت پرداخته و همواره در مطالعات خود از آن به عنوان یک متغیر اثر گذار بر پوشش گیاهی یاد کرده‌اند. در این زمینه Ni (2003) گزارش داده است که غنای گونه‌های گراس همبستگی مثبتی با بارندگی و شاخص خشکی (میانگین بارندگی سالانه تقسیم بر میانگین دمای هوا به اضافه  $10$ ) دارند. Munkhtsetseg et al., 2007 در بررسی اثرات بارندگی و دمای بالا بر تولید مراتع مغولستان، افزایش درجه حرارت July به همراه کاهش بارش June را عامل اصلی کاهش تولید مراتع این منطقه معرفی کرده‌اند.

هدف از این تحقیق، بررسی رابطه نوسانات دوره‌ای بارندگی و ماهانه دما (میانگین و حداکثر) با تولید گونه‌های مهم و با ارزش ریحانی بالا برای آهوی ایرانی در منطقه حفاظت شده کالمند به منظور ارائه معادلاتی است که با اطمینان کافی و زمان مناسب، قادر به برآورد مقدار تولید علوفه و ظرفیت چرای منطقه باشند.

### مواد و روش‌ها



شکل ۱- موقعیت سایت مورد مطالعه در شهرستان مهریز و منطقه حفاظت

جدول ۱- میانگین سالانه متغیرهای بارندگی و دما، طی دوره ۹ ساله تحقیق

| ۸۵-۸۶ | ۸۴-۸۵ | ۸۳-۸۴ | ۸۲-۸۳ | ۸۱-۸۲ | ۸۰-۸۱ | ۷۹-۸۰ | ۷۸-۷۹ | ۷۷-۷۸ |                          |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| ۱۰۹/۳ | ۳۰/۵  | ۶۶    | ۸۹/۱  | ۷۳/۵  | ۹۰/۵  | ۳۹/۸  | ۱۵    | ۱۱۸   | میانگین بارش سالانه (mm) |
| ۱۷/۵  | ۱۸/۲  | ۱۷/۶  | ۱۸/۲  | ۱۸/۷  | ۱۸/۴  | ۱۸/۲  | ۱۷/۴  | ۱۷/۸  | میانگین دمای سالانه (C°) |

### روش بررسی

بر اساس متغیرهای اقلیمی، به دست آوردن میزان همبستگی بین متغیرها و مشخص نمودن معنی‌داری ارتباط بین آنها می‌باشد. لذا ابتدا شرط‌های استفاده از روش همبستگی پیرسون شامل وجود روابط خطی بین متغیرها، پارامتریک بودن داده‌ها و عدم وجود داده‌های پرت بررسی شد. برای بررسی شرط اول، مشاهده نمودار پراکندگی داده‌ها ساده‌ترین روشی است که می‌توان از طریق آن خطی یا غیرخطی بودن رابطه بین متغیرها را تعیین کرد. بررسی‌ها نشان داد در اکثر نمودارها، نقاط تعیین شده در حول و حوش یک خط قرار می‌گیرند، لذا فرض رابطه خطی بین متغیرها رعایت شده و برای محاسبه ضریب همبستگی از روش پیرسون استفاده گردید.

### تعیین روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته

جهت کمی نمودن ارتباط بین یک متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل از تجزیه رگرسیون چندگانه استفاده گردید. در این مرحله به منظور تثبیت فرض اولیه نرمال بودن پارامترهای مورد استفاده در بررسی‌های رگرسیونی، ابتدا تمامی پارامترهای اقلیمی و تولید با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفتند (El-kassaby and Park, 1993). در ادامه به منظور جلوگیری از وقوع مشکلات هم‌خطی در رگرسیون چندگانه، اثر هم‌راستایی متغیرها نیز بر هم با ضریب همبستگی پیرسون و مقدار P (به منظور تعیین معنی‌دار بودن یا نبودن ضریب پیرسون) بررسی شد تا این که از تشدید اثر برخی متغیرها بر هم و بالا بردن مصنوعی ضریب تبیین جلوگیری شود (Mesdaghi, 2004). بعد از تأیید موارد فوق جهت تعیین ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته از تجزیه رگرسیون خطی چندگانه استفاده شد. متغیرهای وابسته در این تحقیق میزان تولید گونه‌های مورد مطالعه بودند که ارتباط تک تک آنها با متغیرهای مستقل اقلیمی مورد بررسی قرار گرفت. در همین راستا و به منظور انتخاب مدل مناسب و تعیین مؤثرترین متغیرهای مستقل مرتبط از تکنیک رگرسیونی گام به گام استفاده شد. در روش گام به گام گروهی از مدل‌های رگرسیونی توسعه می‌یابند و در هر مرحله یک متغیر حذف یا اضافه می‌گردد. در این روش به منظور حصول بهترین مدل، روابط رگرسیونی متفاوتی حتی‌الامکان با دخالت کمترین متغیر ارائه شده و سپس مدلی که دارای بیشترین ضریب تبیین است از نظر ریاضی به عنوان بهترین مدل انتخاب شود. در عمل ممکن است مدلی که دارای ضریب تبیین کمتری بوده ولی از نظر واقعیت‌های عملی واقعی‌تر باشد به عنوان مدل بهینه انتخاب شود (Mesdaghi, 2004). انتخاب نهایی یک مدل از میان مدل‌های به دست آمده، در صورتی انجام -گرفت که مدل مورد نظر دارای اعتبار لازم باشد. برای مقایسه مدل‌ها، معیارها و روش‌های متعددی ارائه شده است. از جمله معیارهای مناسب برای مقایسه مدل‌ها، خطای نسبی (RE) و مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) هستند. شرط تعیین اعتبار مدل هنگامی که از دو معیار مذکور استفاده می‌شود، این است که خطای نسبی کمتر از ۴۰ درصد (Das, 2000) و مجذور میانگین مربعات خطا به صفر میل کند (Green and Stephenson, 1986). جهت انجام تجزیه آماری

در فروردین ۱۳۷۷ محدوده‌ای به وسعت ۲۰ هکتار در منطقه حفاظت شده کالمنند مجزا گردید و ۴ خط ترانسکت ۴۰۰ متری با فواصل مساوی ۱۰۰ متر در آن استقرار یافت. اندازه‌گیری تولید سالیانه گیاهان عرصه با روش قطع و توزین از سال ۱۳۷۸ آغاز و به مدت ۹ سال ادامه یافت. در این بررسی تنها تولید چهار گونه اصلی که سهم بالایی را در ترکیب گیاهی منطقه داشتند و در جیره غذایی آهوی ایرانی از مقبولیت بالایی برخوردار بودند (Eftekhari, Farahpoor, Arzani, And Abdollahi, 2009) مورد توجه قرار گرفت. گونه‌های مورد بررسی شامل دو گونه شاخص *Scariola orientalis* و *Artemisia sieberi* همچنین دو گونه همراه *Noaea mucronata* و *Stachys infelata* بودند که به ترتیب ۳۱/۶۱، ۱۷/۰۲، ۱۴/۴ و ۰/۶۹ درصد از کل پوشش منطقه را به خود اختصاص می‌دادند. به منظور دست یابی به ابعاد و تعداد بهینه پلات جهت برآورد تولید، به ترتیب از دو روش منحنی سطح گونه (Cain, 1938) و آماری استفاده گردید (Mueller-Dombois, 1974, and Ellenberg). لذا اندازه‌گیری تولید با برداشت رویش جاری گیاهان در ۴۰ پلات تصادفی حفاظت شده دو متر مربعی (۱\*۲ متری) مستقر روی ۴ خط ترانسکت انجام گرفت. علوفه تولیدی پس از خشک شدن در هوای آزاد توزین و میزان علوفه خشک بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. روش انتخاب پلات‌های تصادفی بدین صورت بود که هر ساله در اواخر اسفند ماه، روی هر خط ترانسکت ۱۰ پلات به صورت تصادفی انتخاب و بوسیله قفس‌هایی محصور می‌گردیدند. برای سال بعد پلات‌های انتخاب شده کنار گذاشته شده و ۴۰ پلات دیگر به صورت تصادفی انتخاب می‌گردید. میزان کل بارندگی، میانگین و حداکثر دما در هر سال زراعی و مقادیر تفکیک شده ماهیانه آن‌ها از مهر تا پایان شهریور سال بعد طی سال‌های مورد مطالعه (۱۳۸۶-۱۳۷۸) از ایستگاه کلیماتولوژی ابراهیم‌آباد مهریز با ارتفاع ۱۶۳۰ از سطح دریا، به عنوان نزدیک‌ترین ایستگاه گرفته شد. بر اساس داده‌های بارندگی ماهانه، مقادیر تجمعی باران در فصول مختلف سال (Baghestani Maybodi, 2006, and Zare, Akbarzadeh and Mirhaji, 2006, Akbarzadeh et al; 2007; Abdollahi, Arzani and Naderi, 2011)، شامل آبان تا اسفند، آذر تا اسفند (دوره پیشین رشد)، اسفند تا اردیبهشت (دوره رشد)، دی تا فروردین، آذر تا فروردین و در نهایت بارش سال زراعی به تفکیک محاسبه گردیدند. میزان بارندگی‌های محاسبه شده و میانگین و حداکثر دما در طی ماه‌های رویش سالیان تحقیق به عنوان متغیرهای مستقل و مقدار تولید کل، همچنین مقادیر تولید خشک گونه‌های مورد مطالعه در هر سال به عنوان متغیرهای وابسته منظور گردیدند.

### روش تجزیه و تحلیل

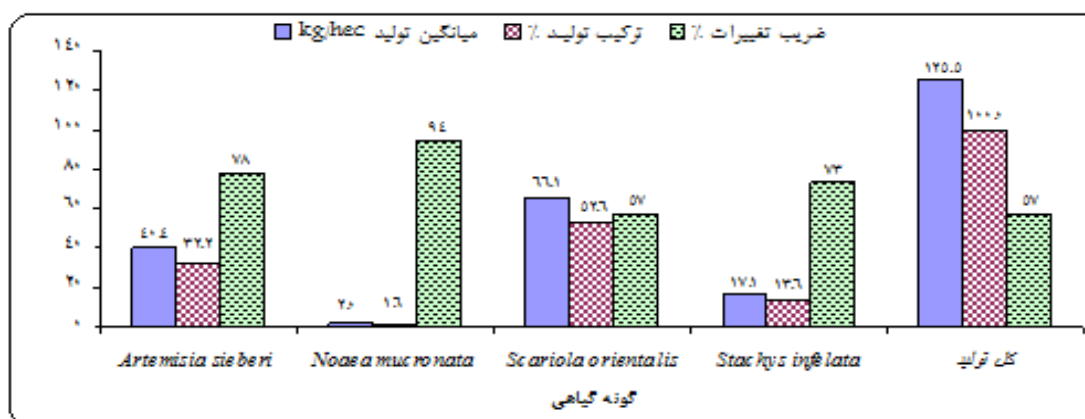
تعیین همبستگی بین متغیرهای مستقل و وابسته اولین مرحله جهت تعیین مدل‌های برآورد تولید گونه‌های گیاهی

این گونه در سال زراعی ۱۳۷۸ بالاترین مقدار و در سال ۱۳۷۹ به پایین‌ترین مقدار خود طی این دوره رسید. میزان عملکرد تولید علوفه گیاه *Artemisia sieberi* نیز از کمترین مقدار در سال زراعی ۱۳۷۹ و بیشترین مقدار در سال ۱۳۷۸ متغیر بوده است. در مورد گونه‌های همراه، تولید گونه *Stachys infelata* در سال زراعی ۱۳۸۴ به بالاترین مقدار رسید و کمترین تولید این گونه در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ مشاهده گردید. نوسانات تولید در گونه *Noaea mucronata* بالا بود و حداقل مقدار تولید این گونه در سال زراعی ۱۳۸۶ مشاهده شد. در نهایت حداکثر و حداقل تولید منطقه با مقادیر ۲۴۹ و ۲۲ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در سال‌های زراعی ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ مشاهده گردید (جدول ۲).

داده‌ها از جمله بررسی همبستگی و تحلیل‌های رگرسیونی از نرم افزار SPSS نسخه سیزده استفاده شد.

### نتایج

از بین گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق بیش‌ترین میانگین و درصد از ترکیب تولید متعلق به گونه *Scariola orientalis* بود. گونه *Noaea mucronata* نیز بالاترین ضریب تغییرات تولید را به خود اختصاص داد. میانگین کل تولید طی ۹ سال برابر ۱۲۵/۵ کیلوگرم در هکتار و ضریب تغییرات آن برابر ۵۷ درصد بود (شکل ۲). بررسی مقادیر عملکرد تولید گونه‌های شاخص از جمله گیاه *Scariola orientalis* طی دوره ۹ ساله نشان داد میزان تولید



شکل ۲- میانگین، ترکیب و ضریب تغییرات تولید گونه‌های مورد بررسی طی ۹ سال شده کالمند

جدول ۲- نوسانات تولید گونه‌های گیاهی مورد مطالعه طی ۹ سال زراعی بر حسب کیلوگرم در هکتار

| ۸۵-۸۶ | ۸۴-۸۵ | ۸۳-۸۴ | ۸۲-۸۳ | ۸۱-۸۲ | ۸۰-۸۱ | ۷۹-۸۰ | ۷۸-۷۹ | ۷۷-۷۸  |                            |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------------------------|
| ۵۹/۷۸ | ۷۲/۲۱ | ۳۵/۴۴ | ۱۰۹/۱ | ۵۰/۷۲ | ۹۹/۹۱ | ۲۸/۳۹ | ۱۶/۳۶ | ۱۲۲/۶۱ | <i>Scariola orientalis</i> |
| ۳۱/۳۳ | ۳۰    | ۲۶    | ۶۰    | ۳۷/۶۷ | ۵۱/۶۷ | ۱۴/۶۷ | ۱/۶۷  | ۱۱۰/۶۷ | <i>Artemisia sieber</i>    |
| ۶/۶۷  | ۲۹/۶۷ | ۴۰    | ۲۰/۶۷ | ۲۰/۳۳ | ۱۹/۶۷ | ۳     | ۳     | ۱۰/۶۷  | <i>Stachys infelata</i>    |
| ۰/۳۵  | ۰/۶۷  | ۲     | ۲/۶۷  | ۰/۵   | ۵     | ۰/۶۷  | ۱     | ۵      | <i>Noaea mucronata</i>     |
| ۹۸/۱  | ۱۳۲/۶ | ۱۰۳/۴ | ۱۹۲/۴ | ۱۰۹/۲ | ۱۷۶/۳ | ۴۶/۷  | ۲۲    | ۲۴۹    | تولید کل                   |

را با گونه *Scariola orientalis* داشتند. در مورد گونه درمنه *Artemisia sieberi* بیشترین همبستگی مثبت این گونه با میزان بارش زمستان بود. حداکثر درجه حرارت خرداد نیز بیشترین همبستگی منفی را با تولید گونه مذکور نشان داد. گونه‌های همراه *Stachys inflata* و *Noaea mucronata* به ترتیب بیش‌ترین همبستگی معنی‌دار را با میانگین دمای خرداد ماه و بارش آذر تا اسفند داشتند. نتایج همبستگی در مورد تولید کل منطقه، به نتایج

نتایج همبستگی بین تولید گونه‌های گیاهی با متغیرهای اقلیمی در جدول ۳ ارائه شده است. در این جدول تنها به نتایج مربوط متغیرهایی اقلیمی مهم، که همبستگی نسبتاً بالایی با تولید گونه-های گیاهی منطقه داشتند، اشاره شده است. طبق این نتایج از بین متغیرهای مورد بررسی، میزان بارش دوره دی- فروردین و حداکثر درجه حرارت خرداد به ترتیب بیشترین همبستگی مثبت و منفی

جدول ۳- میزان همبستگی متغیرهای دما و بارش با تولید گونه‌های گیاهی

| گونه گیاهی                 | بارش (mm) |        |           | میانگین دما (C°) |          | حداکثر دما (C°) |         |
|----------------------------|-----------|--------|-----------|------------------|----------|-----------------|---------|
|                            | سالانه    | زمستان | آذر-اسفند | دی-فروردین       | اردیبهشت | خرداد           | فروردین |
| <i>Scariola orientalis</i> | ۰/۶۳*     | ۰/۷۶*  | ۰/۷۵*     | ۰/۸۱**           | -۰/۳۹    | -۰/۴۶           | -۰/۶۰   |
| <i>Artemisia sieberi</i>   | ۰/۷۷*     | ۰/۹۴** | ۰/۸۴**    | ۰/۹۱**           | -۰/۴۴    | -۰/۵۸           | -۰/۷۶*  |
| <i>Stachys infelata</i>    | ۰/۱۲      | ۰/۰۱   | ۰/۱       | -۰/۰۵            | -۰/۳۶    | -۰/۸**          | -۰/۵۷   |
| <i>Noaea mucronata</i>     | ۰/۳۶      | ۰/۶۲   | ۰/۷۶*     | ۰/۶۲             | -۰/۲۶    | -۰/۰۴           | -۰/۵۲   |
| تولید کل                   | ۰/۶۷*     | ۰/۸۳** | ۰/۸**     | ۰/۸۷**           | -۰/۵۱    | -۰/۵۹           | -۰/۷۴*  |

\* معنی‌داری در سطح خطای ۵ درصد \*\* معنی‌داری در سطح خطای ۱ درصد

دمای خرداد میزان ضریب تبیین افزایش نشان داد و از ۸۹ درصد به ۹۵ درصد تغییر یافت. نتایج آزمون تعیین اعتبار نشان داد که مدل حاضر با برخورداری از ضریب تبیین ۹۵ درصد، مجذور میانگین مربعات خطای ۶/۳۹ و خطای نسبی ۳۴/۸۸ درصد، تمامی شرایط پذیرش یک مدل را دارد. برای تعیین مدل تولید دو گونه همراه گام استفاده شد. متغیرهای میانگین دمای خرداد ماه و بارش آذر تا اسفند ضمن ورود به مدل‌های مربوطه قادر بودند به ترتیب ۶۴ و ۶۷ درصد از نوسانات تولید را در دو گونه مذکور توجیه کنند. در نهایت مدل‌های به دست آمده به دلیل برخورداری از تمامی شرایط پذیرش یک مدل، مورد تأیید قرار گرفتند. در مورد تولید کل نتایج شبیه به گونه *Scariola orientalis* بود و متغیرهای بارش دی-فروردین و حداکثر دمای خرداد به عنوان متغیرهای انتخابی قادر بودند ۹۳ درصد از تغییرات تولید کل را توجیه کنند.

تولید گونه *Scariola orientalis* شبیه بود (جدول ۳). می‌باشند. با انجام آزمون رگرسیون خطی چند متغیره (گام به گام) برای هر متغیر وابسته بر اساس متغیرهای مستقل، مؤثرترین متغیرهای اقلیمی برای هر گونه تعیین و تعدادی رابطه به دست آمد که همگی از شرایط تأیید یک مدل مناسب برخوردار بودند (جدول ۴). بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام برای گونه *Scariola orientalis* در مرحله اول بارش دوره دی تا فروردین وارد مدل شد در مرحله دوم با اضافه شدن حداکثر دمای خرداد میزان ضریب تبیین از ۶۶ به ۸۶ درصد افزایش یافت. نتایج آزمون تعیین اعتبار نشان داد که مدل حاضر دارای ضریب تبیین ۸۶ درصد، مجذور میانگین مربعات ۱۲/۹۱ و خطای نسبی ۲۷/۰۴ درصد می‌باشد. بنابراین در نهایت مدل به دست آمده با توجه به دلیل برخورداری از تمامی شرایط پذیرش یک مدل، مورد تأیید قرار گرفت. با انجام رگرسیون گام به گام برای داده‌های تولید *Artemisia sieberi* نیز در مرحله اول میزان بارش زمستان وارد مدل تولید گردید در ادامه با اضافه شدن حداکثر

جدول ۴- مدل‌های برآورد تولید، حاصل از رگرسیون گام به گام

| گونه‌ها                    | معادله                            | R <sup>2</sup> | RE    | RMSE  |
|----------------------------|-----------------------------------|----------------|-------|-------|
| <i>Scariola orientalis</i> | $Y = 0/977X_1 + 14/65$            | ۰/۶۶**         | ۳۵/۵  | ۲۰/۴۸ |
| <i>Artemisia sieberi</i>   | $Y = 0/86X_1 - 13/76X_2 + 552/39$ | ۰/۸۶**         | ۲۷/۰۴ | ۱۲/۹۱ |
| <i>Stachys infelata</i>    | $Y = 1/03X_3 - 3/82$              | ۰/۸۹**         | ۳۳/۲۳ | ۹/۶۳  |
| <i>Noaea mucronata</i>     | $Y = 0/94X_3 - 6/4X_2 + 247/31$   | ۰/۹۵**         | ۳۴/۸۸ | ۶/۳۹  |
| تولید کل                   | $Y = -7/5 X_4 + 216/11$           | ۰/۶۴**         | ۳۸/۶  | ۷/۰۵  |
|                            | $Y = 0/038X_5 - 0/138$            | ۰/۶۷**         | ۳۶/۷  | ۰/۹۹  |
|                            | $Y = 1/92X_1 + 21/33$             | ۰/۷۶**         | ۳۴/۱۸ | ۳۱/۳۶ |
|                            | $Y = 1/73X_1 - 22/81X_2 + 912/51$ | ۰/۹۳**         | ۲۴/۰۸ | ۱۷/۰۲ |

X<sub>۱</sub>- بارش دی فروردین، X<sub>۲</sub>- حداکثر دمای خرداد، X<sub>۳</sub> بارش زمستان، X<sub>۴</sub>- میانگین دمای خرداد و X<sub>۵</sub>- بارش آذر- اسفند  
\* معنی‌داری در سطح خطای ۵ درصد \*\* معنی‌داری در سطح خطای ۱ درصد

### بحث و نتیجه گیری

طبق این نتایج کاهش بارندگی در فصول پیشین رشد به همراه افزایش درجه حرارت محیط در فصل رویش به کاهش تولید مرتع منطقه منتج خواهد شد. 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. Munkhtsetseg et al., 2007 کاهش بارش و افزایش درجه حرارت فصل رویش را عامل اصلی کاهش تولید گراسلندهای مغولستان معرفی کرده‌اند. 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 (Moghadam, 2005) و تا زمان فراهم بودن دمای بهینه و دسترس بودن رطوبت مورد نیاز جهت غذا سازی، گیاه به رشد خود ادامه می‌دهد. لیکن افزایش بیش از حد درجه حرارت از یک طرف فرآیند غذا سازی درون گیاه را مختل کرده و سبب توقف فتوسنتز می‌شود و از طرف دیگر در ضمن با 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). در نهایت و با توجه به نتایج بدست آمده، مشخص گردید در بین دوره‌های بارشی اثر گذار بر تولید گونه‌های گیاهی منطقه، مجموع بارش دی تا فروردین به همراه حداکثر درجه حرارت خرداد با اطمینان ۹۳ درصد، پیش‌بینی قابل قبولی را از تولید مراتع منطقه فراهم نمودند. لذا این دو پارامتر اقلیمی در پیش‌بینی ظرفیت چرای دراز مدت منطقه نقش مؤثری خواهند داشت.

با مرور بر داده‌های بارندگی در دوره ۱۴ ساله گذشته منطقه از یک سو مشاهده گردید که حداقل و حداکثر ریزش‌های جوی با مقادیر ۱۵ و ۱۱۸ میلی‌متر به ترتیب متعلق به سال‌های زراعی ۱۳۷۹ و ۱۳۷۸ بوده که طی دوره ۹ ساله تحقیق به وقوع پیوسته است. از سوی دیگر مراتع منطقه چهار سال زراعی مرطوب و سه سال کاملاً خشک را طی این مدت 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 حفاظت شده و حفظ گونه‌های گیاهی مورد استفاده آهوی ایرانی 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- *Gazella subgutturosa*

#### منابع مورد استفاده

1. Abdollahi, J., H. Arzani and H. Naderi, 2011. Effective meteorological factors for forage production of Nodoushan steppe rangelands in Yazd province. *Rangeland*, 56-45:(1)5

رابطه بین تولید گونه‌های مهم منطقه با نوسانات دوره‌ای بارندگی و ماهانه دما (میانگین و حداکثر) طی این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد از بین دوره‌های بارشی، بارش دوره‌های پیشین زمستان و آذر تا اسفند بیشترین تأثیر مثبت را بر تولید گونه‌های بوته‌ای *Artemisia sieberi* و *Noaea mucronata* دارند. همراستا با نتایج این تحقیق در مطالعات دیگران نیز به اثر بارش دوره‌های پیشین بر تولید چندین گونه از جنس (*Artemisia Kindschy*, 1982) و گونه‌های بوته‌ای مناطق استپی (*Jabgoby and Sala*, 2000) اشاره شده است. علت اثر گذاری بارندگی‌های فصول پیشین رشد بر تولید گیاهان بوته‌ای، قبلاً در مطالعات محققان مورد توجه بوده است. در این ارتباط و بر اساس نتایج تحقیق Hanson, Wight, Smith and Smoliak, 1982 و *Jabgoby and sala*, 2000 رطوبت ناشی از بارندگی فصول پیشین و ابتدای فصل رشد به صورت رطوبت ذخیره شده در خاک باقی مانده و ریشه‌های عمیق گیاهان دائمی و بوته‌ای‌ها آنها را قادر خواهد ساخت از رطوبت ذخیره شده، در فصل رویش استفاده نمایند. لذا میزان بالاتر بارندگی در خارج از فصل رشد این گیاهان، تأثیری به سزایی بر میزان رشد آنها دارد. گونه *Scariola orientalis* علیرغم اینکه همبستگی مثبت و بالایی با بارش زمستان داشت لیکن اضافه شدن بارش فروردین به عنوان ماه اصلی رویش به بارش زمستان سبب گردید مجموع بارش این دو دوره به عنوان دوره بارشی مؤثر در مدل نهایی برآورد تولید این گونه لحاظ گردد. خاک‌های آهکی منطقه با نفوذ پذیری پایین و آبدوی بالا (*Dashtakian and Baghestani*, 2002) باعث می‌شوند بارش‌های بهاره قبل از نفوذ درون خاک تبخیر شده و یا به صورت رواناب از دسترس خارج گردند. در این میان تنها امکان استفاده از رطوبت سطحی برای یکساله‌ها و گیاهانی با ریشه سطحی فراهم خواهد بود. احتمالاً ریشه‌های سطحی تر *Scariola orientalis* نسبت به دیگر گونه‌ها امکان جذب رطوبت سطحی فروردین را برای این گونه فراهم نموده است. بنابراین در گام نخست تولید این گونه تحت تأثیر بارش دوره‌های قبل رشد قرار دارد ولی افزایش بارش فروردین ماه در کنار بارش خوب پیشین سبب افزایش چشمگیر تولید در این گونه خواهد شد. در تأیید این نتایج، *Ehsani et al.*, 2007 در بررسی تأثیر شرایط اقلیمی بر تولید علوفه مراتع ساوه، مجموع بارندگی فصل رویش و فصول پیشین رشد را به عنوان مؤثرترین شاخص بر تولید علوفه دو گونه *Salsola rigida* و *Artemisia sieberi* معرفی کردند. گونه‌های شاخص منطقه نه تنها تحت تأثیر متغیر بارش قرار داشتند بلکه تأثیرات منفی حداکثر درجه حرارت خرداد ماه نیز در مورد آنها قابل ملاحظه بود. در ادامه استفاده از روابط رگرسیونی نشان دادند که اثرات ترکیبی دو متغیر بارش و حداکثر درجه حرارت نسبت به اثر جداگانه هر کدام از آنها به مراتب بیشتر خواهد بود. تولید گونه *Stachys infelata* تحت تأثیر دوره‌های بارشی مورد بررسی در این تحقیق قرار نداشت و تنها اثرات میانگین درجه حرارت خرداد ماه در مورد آن به اثبات رسید.

- Abdollahi, J. 2009. Assessing the Species Grazed by Wildlife (Gazelle) and Livestock (Sheep & Goat) in Steppe Rangelands of Poshtkoh Region of Yazd Province Journal of Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour, 379-367:(47) 13
14. 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 Ranglands, Akhtarabad of Saveh. Iranian journal of Range and Desert Reseach, -249:(2) 14 260
15. El-kassaby, Y. A., and Park, Y.S. 1993. Genetic variation and correlation in growth, biomass and phenology of Douglas-fir diallel progeny at different spacings. *Silvae Genetica*, No 42. pp: 296-289
16. 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, pp: 458-453.
17. Green, R. A., and D. Stephonson. 1986. Criteria of comparison of single event models. *Hydrol. Sci. J.* 411-365 :31
18. 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, pp: -614 616.
19. Hazeri, F., Hemami, M.R. and Khajeddin, J. 2009. Vegetation community use by Persian gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Mouteh Wildlife Refuge, *Journal of Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour.*, 436-427 :(48)13
20. 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.
21. Karabulut, M. 2002. An Examination of Relationships between Vegetation and Rainfall using Weather Variable, *Range management* 6)42) November.
22. Khumalo, G.F., and J. Holechek, 2005. Relationship between Chihuahuan desert perennial
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. Akbari Haruni, H., B. Behruzie Rad and B. Hasanzade Kiabi 2008. Investigation of Gazal habitat Suitibility in protected area of Kalmand-Bahadoran, *Jornal of invironment science*, 118-113:(46)34
4. 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 Res.*, 322-307:(1)60.
5. Akbarzadeh, M. and T. Mirhaji, 2006. Vegetation changes under precipitation in Steppic rangelands of Rudshur. *Journal of Range and Desert Research*, 235-222 :(3) 13.
6. Baghestani Maybodi, N. and M. T. Zare 2006. Investigation of relationship between annual precipitation and yield in steppic range of Pooshtkooch region of Yazd province. *pajouhesh & Sazandegi* 107-103 :75
7. Cain, S. A. 1938. The species-area curve. *American Midland Naturalist*, 580-573 :19.
8. Comstock, J.P., Ehleringer, J.R., 1992. Plant adaptation in the Great basin and Colorado Plateau. *Great Basin Naturalist*, 215-52:195.
9. Cook J.G. and Irwin, L.L. 1992. Climate-vegetation relationships between the Great Plains and Great Basin, *American Midland Naturalist*, 326-316 :127.
10. Das, G. 2000. *Hydrology and Soil Conservation Engineering*. Asok. Ghosh, Prentice - Han of India, 489 pp.
11. Dashtakian, k. And N. Baghestani, 2002. *Vegetation type of Yazd area*, Publication of Research Institute of Forests and Rangeland, 125 PP
12. Easterling, D.R., Meehl, G.A., Parmesan, C., Changnon, S.A., Karl, T.R., Mearns, L.O., 2000. *Climate Extremes: Observations, Modeling, and Impacts*. *Science* 2074-2068 :289.
13. Eftekhari, A., Farahpoor, M., Arzani, H. And



28. 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
29. Ni, J., 2003. Plant functional types and climate along a precipitation gradient in temperate grasslands, north-east China and south-east Mongolia. *Journal of Arid Environments* -501 :53 516.
30. Schwinning, S., Starr, B.I., Ehleringer, J.R., 2003. Dominant cold desert plants do not partition warm season precipitation by event size. *Oecologia* 260-252 ,136.
31. Society for Range Management (SRM), 1989; A Glossary of Terms Used in Range Management. Third ed. Society for Range Management, Denver, Colo, USA
- grass production and precipitation, *Rangeland and Ecology management*, 246-239 :(33)58.
- 23.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
24. Mesdaghi, M. 2004. Regression methods for research in agriculture and natural resources, Publication of Emam Reza University, Mashhad, 290 pp.
25. Moghadam, M.R. (2001). Range and Range management. Teran University Publications, pp 470.
26. Moghadam, M.R. 2005. Ecology of Terrestrial Plant. Teran University Publications, 701 pp
27. Mueller- Dombois, D., and Ellenberg, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*, 531 pp.

