Archive of SID

عوامل اقلیمی مؤثر بر تولید علوفهٔ مراتع استپی ندوشن در استان یزد

جلال عبداللهی[۱*]، حسین ارزانی[۲] و حسین نادری[۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۴ – تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۱۵

چکیده

تداوم بهره‌برداری از مراتع خشک مستلزم شناخت روند تغییرات پوشش گیاهی و عوامل مؤثر بر آن است. در جوامع گیاهی این مناطق از بین عوامل مختلف مؤثر در رشد و تولید گیاهان مرتعی، بارندگی ضروری‌ترین و مهم‌ترین شاخص اقلیمی به‌شمار می‌آید. این مطالعه طی ۹ سال (۱۳۸۶- ۱۳۷۸) و با هدف بررسی تأثیر نوسان بارش، دما و سرعت باد بر تولید گونه‌های مهم گیاهی، در مراتع استپی یزد واقع در منطقهٔ ندوشن 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، دما و سرعت باد نیز از ایستگاه کلیماتولوژی موجود در منطقه تهیه شد. رابطهٔ بین مقادیر تولید و متغیرهای اقلیمی اندازه‌گیری‌شده به‌وسیله تجزیهٔ چندمتغیره افزونگی (RDA) در نرم‌افزار CANOCO 4.0 تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد محور اول RDA همبستگی معنی‌داری با دمای اردیبهشت، بارش دی‌ماه و دورهٔ آذر تا اسفند دارد. گونه‌های *Artemisia sieberi* و *Iris songarica* با این محور همبستگی نشان دادند. در حالی‌که محور دوم RDA نیز با دمای تیرماه و بارش پاییز و بهار همچنین تولید گونه‌های *Eurotia ceratoides*، *Stipa arabica* و *Stachys inflata* همبستگی معنی‌داری داشت. از بین متغیرهای اقلیمی، میزان سرعت باد با هیچ یک از محورها همبستگی نشان نداد.

واژه‌های کلیدی: رشد نامناسب، عوامل محیطی، شادابی، آتریپلکس کانسنس، حسین‌آباد حپشلو.

۱- مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد
*: نویسندهٔ مسئول: jaabdollahig@gmail.com
۲- استاد دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد
www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تداوم بهره‌برداری از مراتع خشک مستلزم شناخت روند تغییرات پوشش گیاهی و عوامل مؤثر بر آن است. در جوامع گیاهی این مناطق به‌دلیل میزان پایین رطوبت و مقدار بالای تبخیر، از بین عوامل مختلف مؤثر در رشد و تولید گیاهان مرتعی، بارندگی ضروری‌ترین و مهم‌ترین شاخص اقلیمی به‌شمار می‌آید (۳۰). بر این اساس بسیاری از محققان ضمن بررسی تأثیرات این متغیر مهم اقلیمی، تلاش کرده‌اند که متوسط توان تولید مرتع را نیز از طریق داده‌های بارندگی سالانه به‌صورت غیرمستقیم برآورد کنند. در این زمینه می‌توان به مطالعات اسنوا و هیدر[1] (۱۹۶۲)، هارت و کارلسون[2] (۱۹۷۵)، قائمی (۲۰۰۱) و عبداللهی و همکاران (۲۰۰۵) اشاره کرد. آنها تولید دراز مدت را از طریق بارندگی سالانه پیش‌بینی کرده و نشان دادند رابطهٔ مستقیمی بین تولید علوفه و بارندگی وجود دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد استفاده از میزان بارش سالانه به‌منظور برآورد ظرفیت چرایی همواره با معایبی همراه است زیرا در به‌کارگیری این روش به‌نحوهٔ توزیع بارش سالانه در ماه و فصول مختلف توجه نمی‌شود، ازاین رو خطای مدل‌های برآورد تولید بالا می‌رود (۲۷). وجود گیاه در مراتع خشک و نیمه‌خشک بازتابی است از تعادل بلندمدت بین نفوذ باران و میزان تبخیر تحمیلی از سوی محیط، بنابراین تعیین‌کنندهٔ اصلی میزان رشد گیاه، مقدار ذخیرهٔ رطوبتی قابل‌دسترس درون پرفیل خاک است (۲۱) و میزان این رطوبت نیز به‌طور مستقیم تحت تأثیر فرکانس و پراکنش فصلی بارندگی این مناطق قرار دارد (۸). بارش فصل زمستان با احتمال بالاتری به عمق خاک نفوذ کرده و ذخیره می‌شود در حالی‌که قسمت اعظم بارش بهار و تابستان ممکن است قبل از نفوذ تبخیر شود (۳۳). گیاهان نیز بسته به فرم رویشی و سیستم ریشه و زمان و کیفیت بارش، واکنش و وابستگی متفاوتی به بارندگی نشان می‌دهند (۸). در مناطقی مانند شمال دشت‌های بزرگ ایالات متحده، الگوی بارندگی به گونه‌ای است که قسمت اعظم بارش سالانه در طول زمستان و اوایل بهار دریافت می‌شود. این رژیم اقلیمی مناسب برای رشد و توسعهٔ بوته‌های ریشه‌عمیق و گیاهان سرمادوست است که از روش C_3 فتوسنتز می‌کنند (۱۰). در بررسی تأثیر شرایط اقلیمی بر تولید علوفهٔ مراتع استپی استان مرکزی، از بین شاخص‌های مهم اقلیمی، شاخص بارندگی فصل رویش به‌اضافهٔ بارش فصول پیشین به‌عنوان مؤثرترین شاخص اثرگذار بر تولید گیاهان بوته‌ای معرفی شدند (۱۴). در مقابل، نتایج تحقیقی نشان داد، غالبیت بارش تابستان و بهار در فلات کلرادو به غلبهٔ گونه‌های تابستانی فعال C_4 با ریشه‌های سطحی است (۹). اکبرزاده و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای در مراتع پلور، بارش فصل رویش را به‌عنوان مؤثرترین دوره بر میزان تاج پوشش و تولید گونه‌های علفی و گراس معرفی کردند. حسینی و همکاران (۲۰۰۱) نیز در مطالعهٔ اثر دوره‌های بارشی بر میزان تولید یونجهٔ دیم، بارش ماه‌های اسفند و اردیبهشت را به‌عنوان مؤثرترین دوره جهت برآورد تولید معرفی کردند. همواره این امکان وجود دارد دوره‌هایی با درجهٔ حرارت بالا بتوانند رشد گیاهان را محدود کنند بدون آنکه کاهش معنی‌داری در میزان بارش انجام شود (۳۰). امروزه با تغییرات شرایط اقلیمی و افزایش دمای هوای کرهٔ زمین، فرکانس وقوع چنین دوره‌های خشک و سوزانی نیز افزایش یافته و اکوسیستم‌های جهانی را در معرض تحولات اساسی قرار داده است (۱۲). از این‌رو بوم‌شناسان بیش از گذشته به مقولهٔ تأثیرات افزایش درجهٔ حرارت پرداخته و همواره در مطالعات خود از آن به‌عنوان یک متغیر اثرگذار بر پوشش گیاهی یاد کرده‌اند. در این زمینه نی[3] (۲۰۰۳) گزارش داده است که غنای گونه‌های گراس همبستگی مثبتی با بارندگی و شاخص خشکی (میانگین بارندگی سالانه تقسیم بر میانگین دمای هوا به اضافهٔ ۱۰) دارند. بارون[4] و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای در شرق آفریقا به اثرات منفی وقوع یک یا چندین دورهٔ خشک به‌همراه دمای بالا بر رشد گیاه ذرت اشاره کردند. مونخ ستسگ[5] و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی اثرات بارندگی و دمای بالا بر تولید مراتع مغولستان، افزایش درجهٔ حرارت جولای به‌همراه کاهش بارش ژوئن را عامل

1- Sneva & Hyder
2- Hart & Carlson
3- Ni
4- Barron
5- Munkhtsetseg

www.SID.ir

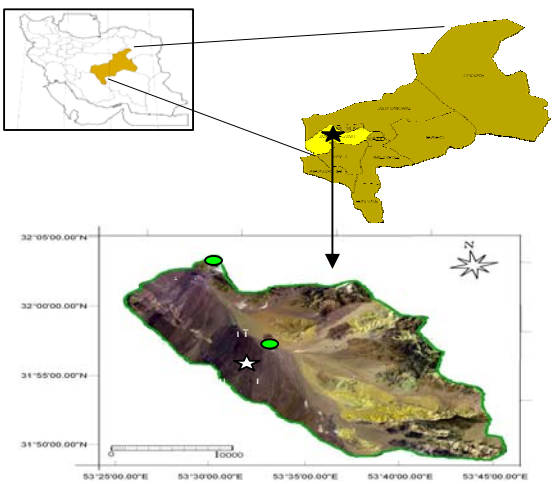
Archive of SID

اصلی کاهش تولید مراتع این منطقه معرفی کرده‌اند. نتایج تحقیق قائمی (۲۰۰۱) نشان داد که روند تغییرات تولید مراتع گردنهٔ قوشچی از بارندگی و درجهٔ حرارت تبعیت کرده و به‌ترتیب ارتباط مستقیم و معکوسی با آنها دارد. در کنار درجهٔ حرارت، عامل باد نیز با جابجایی گرما و هوای اشباع در سطح زمین و گیاه، بر میزان تبخیر و تعرق و در نهایت تولید گیاه مؤثر خواهد بود. ازاین‌رو در این تحقیق به‌منظور درک بهتر روابط علت و معلولی بین مجموعهٔ وسیعی از داده‌های گیاهی و متغیرهای اقلیمی از جمله امکان شناسایی ویژگی‌های عمدهٔ توزیع گونه‌ها در طول گرادیان‌های مهم اقلیمی همچنین مشخص نمودن نوع پاسخ گونه‌ها و درک شباهت‌های بوم‌شناسی میان آنها از روش ریاضی رسته‌بندی استفاده شد (۳۷).

مواد و روش‌ها

خصوصیات منطقهٔ مورد مطالعه

این مطالعه در یکی از سایت‌های طرح ملی ارزیابی مراتع واقع در شهرستان صدوق از توابع استان یزد و به طول جغرافیایی ´۳۳ °۵۳ و عرض جغرافیایی ´۵۵ °۳۱ انجام شد (شکل ۱). از دیدگاه قلمرو اقلیم‌های حیاتی ایران، عرصهٔ مورد مطالعه در زیرمنطقهٔ استپی واقع شده است. ارتفاع متوسط منطقه ۲۲۰۰ متر از سطح دریا، محل نمونه‌برداری دارای شیب ۲۰-۱۵ درصد و در جهت جنوب به شمال‌شرق است. میانگین بارندگی در یک دورهٔ ۱۰ ساله منتهی به سال ۱۳۸۶ برابر ۱۶۰ میلی‌متر است که حداکثر و حداقل آنها به‌ترتیب در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۷۹ با مقادیر ۳۱۲ و ۳۸ میلی‌متر رخ داده است (۲۶).



شکل ۱- سایت مورد مطالعه در استان یزد و حوزهٔ آبخیز ندوشن

در سایت مورد نظر ۱۹ گونهٔ گیاهی یکساله و چندساله طی ۹ سال مطالعه، مشاهده شد. اسامی گونه‌ها، میانگین تاج پوشش و سهم آنها در ترکیب تاج پوشش ۹ سالهٔ منطقه به‌همراه ضریب تغییرات تاج پوشش در جدول ۱ ارائه شده است. از بین گونه‌های مشاهده‌شده، گونهٔ بوته‌ای *A. sieberi* از نظر پوشش، گیاه غالب منطقه است که سهم اصلی را در ترکیب پوشش گیاهی به‌خود اختصاص داده است. گیاه *E. ceratoides* به‌عنوان گونهٔ دوم ۳/۱۴ درصد از کل پوشش را در بر می‌گیرد. این گیاه ضمن خوشخوراکی مناسب از مقاومت چرایی بالایی نیز برخوردار است. از دیگر گونه‌های مهم منطقه می‌توان گونهٔ *I. songarica* را نام برد. علوفهٔ حاصل از این گیاه در زمان رویش به‌دلیل دارا بودن مواد آلکالوئیدی برای دام ناخوشایند بوده ولی با زرد شدن برگ‌های گیاه و کاهش میزان این مواد، برای دام قابل استفاده است (۳۱).

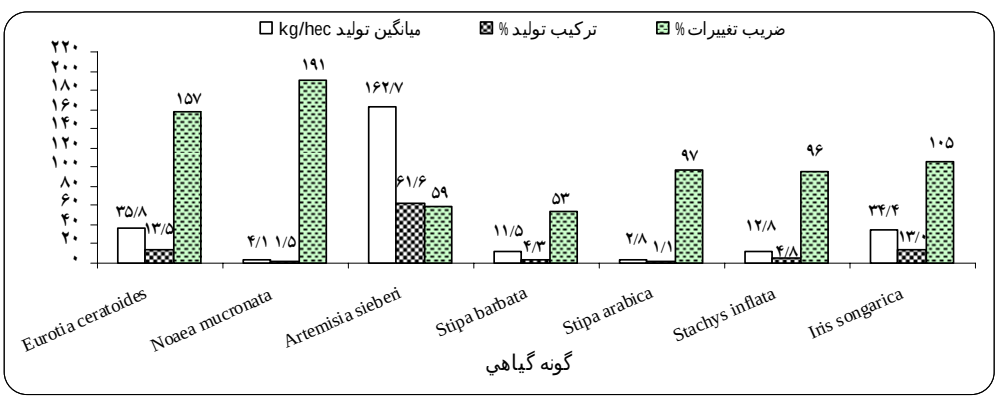
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- گونه‌های گیاهی ثبت‌شده منطقه طی ۹ سال، به‌همراه ترکیب گیاهی و ضریب تغییرات آنها

گونهٔ گیاهی	شکل زیستی	میانگین نه ساله درصدتاج پوشش	درصد ترکیب پوشش نه ساله	ضریب تغییرات تاج پوشش طی نه سال
Artemisia sieberi	بوته	۱۴/۱۴	۵۷/۹۳	۱۲/۱۶
Eurotia ceratoides	بوته	۳/۱۴	۱۲/۸۹	۳۴/۸۸
Iris songarica	فورب چندساله	۱/۸۳	۷/۵	۲۲/۵
Stipa barbata	گراس چندساله	۱/۴۶	۶	۲۷/۴۹
Stachys inflata	بوته	۰/۹۷	۳/۹۷	۳۳/۰۴
Astragalus glacucanthus	بوته	۰/۷۵	۳/۰۷	۴۲/۲۶
Cousinia piptocephala	فورب چندساله	۰/۷۱	۲/۹۳	۴۰/۲۷
Noaea mucronata	بوته	۰/۴۸	۱/۹۸	۵۹/۳۴
Stipa arabica	گراس چندساله	۰/۳۹	۱/۶۲	۸۵/۰۸
Astragalus sp	فورب یکساله	۰/۲۴	۱	۱۹۸/۴۴
Lactuca orientalis	بوته	۰/۱۳	۰/۵۳	۱۰۰/۱۷
Bromus tectorum	گراس یکساله	۰/۰۴	۰/۱۸	۱۸۲/۷۵
Holostium sp	فورب یکساله	۰/۰۴	۰/۱۵	۳۰۰
Acantholimon scorpiorus	بوته	۰/۰۲	۰/۰۷	۱۵۰
Poa cinaica	گراس چندساله	۰/۰۱	۰/۰۵	۳۰۰
Spirogolaria maria	فورب یکساله	۰/۰۱	۰/۰۵	۳۰۰
Papaver tenuifolium	فورب یکساله	۰/۰۱	۰/۰۴	۳۰۰
Boissera squarrosa	گراس یکساله	۰/۰۱	۰/۰۲	۲۱۲/۱۳
Cousinia deserti	بوته	۰/۰۱	۰/۰۲	۳۰۰

در این تحقیق به‌دلیل ناچیز بودن تولید گیاهان یک ساله تنها تولید هفت گونهٔ اصلی که سهم بالایی را در ترکیب تاج پوشش و تولید منطقه داشتند، مورد توجه قرار گرفت. گونه‌های مورد بررسی در این تحقیق شامل سه گونهٔ شاخص *A. sieberi*، *E. ceratoides* و *I. songarica* و چهار گونهٔ همراه *S. arabica*، *N. mucronata*، *Stachys inflate* و *Stipa barbata* بودند. میانگین تولید، درصد از ترکیب کل تولید و ضریب تغییرات تولید گیاهان ذکرشده طی نه سال در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل۲- میانگین، ترکیب و ضریب تغییرات تولید گونه‌ها

بر اساس شکل ۲، گونهٔ شاخص *A. sieberi* با میانگین تولید ۱۶۲/۷ کیلوگرم در هکتار و اختصاص ۶۱/۶ درصد از میانگین تولید کل منطقه، بالاترین سهم را در ترکیب تولید منطقه داشت. از نظر ویژگی‌های

www.SID.ir

Archive of SID

خاکشناسی این منطقه دارای خاک نیمه‌عمیق با بافت متوسط تا سبک و میزان سنگریزه به‌نسبت بالا است که بر روی تشکیلات آتشفشانی قرار گرفته و در بعضی قسمت‌ها همراه با تشکیلات گچی و مارنی است (۱۱).

روش تحقیق

پس از انتخاب منطقهٔ معرف در سایت مورد نظر، هر ساله در آن ویژگی‌های پوشش و خاک از قبیل: پوشش تاجی و پوشش سطح خاک در زمان آمادگی مرتع در طول چهار ترانسکت ثابت ۴۰۰ متری با فواصل ۱۰۰ متر و ۶۰ پلات دو متر مربعی اندازه‌گیری شد (۵). برآورد تولید به روش نمونه‌گیری مضاعف انجام شد (۴). روش کار به این صورت بود که هر ساله یک سوم پلات‌ها به‌صورت تصادفی انتخاب و تولید تمام گونه‌ها به تفکیک درون آنها قطع و توزین شد. با داشتن میزان تاج پوشش هر گونه و تولید آن معادلهٔ رگرسیونی برآورد تولید بر اساس تاج پوشش به‌دست آمد (جدول ۲) و میزان تولید در بقیه پلات‌ها نیز برآورد شد.

جدول ۲- معادلات برآورد تولید بر اساس تاج پوشش و تولید پلات‌های قطع شده

سال	معادلهٔ برآورد تولید	خطای تخمین٪	ضریب رگرسیون*۱۰۰
۱۳۷۸	y = 2.255x + 7.1884	۳۸	۶۲
۱۳۷۹	y = 0.115x^(0.6171)	۳۰	۸۰
۱۳۸۰	y = 1.521x^(0.9645)	۲۶	۸۱
۱۳۸۱	y = 4.493x^(0.8756)	۳۲/۵	۶۸
۱۳۸۲	y = 4.439x^(0.8839)	۳۲/۲	۶۵
۱۳۸۳	y = 2.476x^(1.1224)	۲۳/۸	۶۵
۱۳۸۴	y = 19.19e^(0.0431x)	۳۸/۶	۶۱
۱۳۸۵	y = 1.71x^(0.9832)	۱۳/۲۶	۹۶
۱۳۸۶	y = 4.824x^(0.8042)	۲۶/۱۴	۸۰

Y= مقدار تولید برآوردی و X = درصد تاج پوشش

در نهایت میزان علوفهٔ خشک هر گونه بر اساس معادلات، بر حسب کیلوگرم در هکتار به‌طور جداگانه محاسبه شد. میزان کل بارندگی، دما و سرعت باد در هر سال زراعی و مقادیر تفکیک‌شدهٔ ماهانه آنها از مهر تا پایان شهریور سال بعد طی سال‌های مورد مطالعه (۱۳۸۶-۱۳۷۸) از ایستگاه کلیماتولوژی مستقر در منطقه گرفته شد. برای بررسی ارتباط داده‌های تولید گونه‌های گیاهی با متغیرهای اقلیمی بارش، دما و سرعت باد از روش‌های تجزیه و تحلیل چندمتغیرهٔ رسته‌بندی استفاده شد. به منظور تهیه ماتریس‌های پوشش گیاهی و داده‌های محیطی، هر یک از سال‌های این مطالعه به‌عنوان واحد نمونه‌گیری[1] و تولید خشک سالانه گونه‌های گیاهی و داده‌های اقلیمی دوره ۹ ساله به‌عنوان متغیر[2] در نظر گرفته شد. ابتدا از تجزیهٔ تطبیقی قوس‌شکن[3] برای تعیین طول گرادیان عوامل محیطی استفاده شد (۱۷). برای این منظور از ماتریس داده‌های پوشش گیاهی شامل تولید گونه‌ها در سال‌های نمونه‌برداری استفاده شد. با توجه به کوتاه بودن طول گرادیان محیطی (SD-units ۱/۵)، روش رسته‌بندی مستقیم تجزیهٔ افزونگی[4] برای آزمون روابط تولید گونه‌های گیاهی و عوامل اقلیمی، به‌کار گرفته شد (۲۰ و ۳۸). این روش به‌عنوان گزینه‌ای از تجزیهٔ همبستگی متعارفی توسط ولنبرگ[5] (۱۹۷۷) توسعه داده شده است.

روش ذکرشده از جمله روش‌های خطی است و باوجود شباهت زیاد به تجزیهٔ تطبیقی متعارفی[6]، محورهای رسته-بندی از (PCA) مشتق می‌شود (۲۳). در این تجزیه ضمن اینکه گونه‌ها و عوامل محیطی توسط فلش‌هایی نشان داده می‌شوند، رسته‌بندی گونه‌ها در فضای رسته‌بندی عوامل محیطی قرار می‌گیرد و به این طریق می‌توان ارتباط عوامل محیطی را با گونه‌ها تفسیر کرد. به‌منظور جلوگیری

1- Sample
2- Variable
3- Detrended Correspondence Analysis
4- Redundancy Analysis
5- Wollenberg
6- Canonical Correspondence Analysis

www.SID.ir

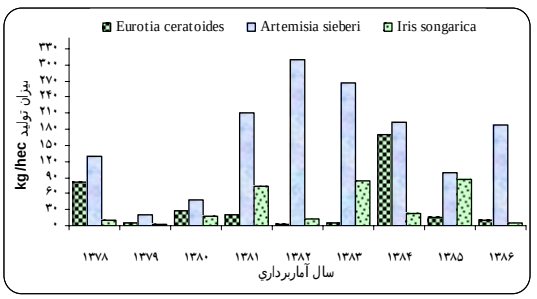
Archive of SID

از ورود متغیرهای کم تأثیر در آنالیز از روش انتخاب پیشرو[1] برای گزینش متغیرها استفاده شد (۳۱).

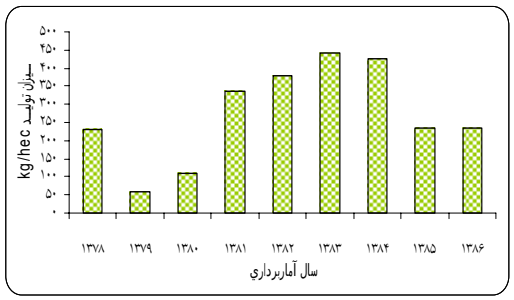
در این مطالعه از نرم‌افزار CANOCO ۴.۰ (۳۶) و CanoDraw ۳.۱ (۳۴) به‌ترتیب برای انجام تجزیهٔ رسته-بندی و ترسیم نمودار دو پلاتی مربوطه استفاده شد. معنی‌داری مقادیر ویژهٔ اولین محور رسته‌بندی همچنین مجموع مقادیر ویژهٔ تمام محورها با استفاده از آزمون مونت کارلو (۳۶) مورد ارزیابی قرار گرفت تا معلوم شود ساختار به‌دست آمده در مجموعهٔ داده‌ها شانسی نبوده است. در ادامه از همبستگی‌های درون مجموعه‌ای برای ارزیابی اهمیت عوامل محیطی استفاده شد (۳۶). برای محاسبهٔ همبستگی گونه‌های گیاهی با محورهای رسته‌بندی از امتیار نمونه‌ها[2] استفاده شد (۳۱).

نتایج

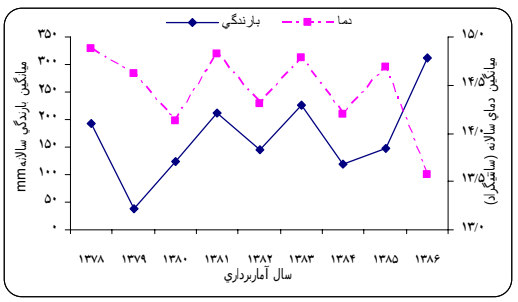
بر اساس مقادیر تولید اندازه‌گیری شده طی نه سال میزان کل تولید علوفهٔ منطقه نیز از کمترین مقدار (۵۷/۷ کیلوگرم در هکتار) در سال ۱۳۷۹ و بیشترین مقدار (۴۴۲/۸ کیلوگرم در هکتار) در سال ۱۳۸۳ متغیر بوده است (شکل ۴). بر اساس داده‌های هواشناسی ایستگاه کلیماتولوژی موجود در منطقه، میزان بارندگی در سال ۱۳۸۶ بالاترین مقدار (۳۱۲ میلی‌متر) و در سال ۱۳۷۹ به پایین‌ترین مقدار خود (۳۸ میلی‌متر) طی این دوره رسیده بود. نوسانات دمایی طی این دوره نشان داد سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۸۶ با میانگین دمای سالانه ۱۴/۹ و ۱۳/۶ درجهٔ سانتی‌گراد به‌ترتیب گرم‌ترین و سردترین سال‌های این دوره را تشکیل دادند (شکل ۵). از بین سال‌های مختلف سال ۱۳۷۸ بیشترین و سال ۱۳۷۹ کمترین میانگین سرعت باد را دارا بودند (شکل ۶).



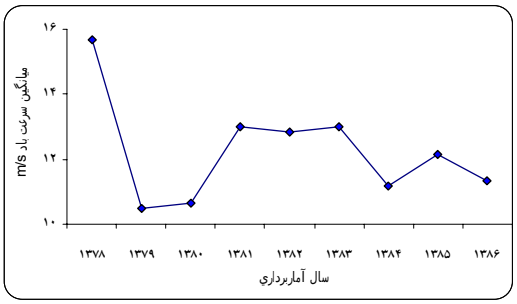
شکل ۳- تغییرات سالانه تولید گونه‌های شاخص



شکل ۴- تغییرات سالانه تولید کل



شکل ۵- تغییرات میانگین بارندگی و دمای سالانه



شکل ۶- تغییرات میانگین سالانه سرعت باد

7- Forward selection
8- Sample score

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی رابطهٔ گونه‌های گیاهی و عوامل اقلیمی با استفاده از تجزیهٔ چندمتغیره RDA، آزمون معنی‌داری مونت‌کارلو نشان داد که مقادیر ویژهٔ محور اول RDA و مجموع مقادیر ویژهٔ تمام محورها در سطح خطای ۵ درصد معنی‌دار هستند (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج آزمون مونت‌کارلو (۹۹ تکرار)

متغیر اقلیمی	مقدار ویژه	F-ratio	P-value
محور اول	۰/۷۲	۹/۸۴	۰/۰۲
همهٔ محورها	۱/۲۷	۵/۵۷	۰/۰۴

بر این اساس می‌توان اظهار کرد که الگوهای مشاهده شده در مجموعهٔ داده‌ها به‌صورت اتفاقی نیستند. مقادیر ویژهٔ سه محور اول به‌ترتیب برابر ۰/۷۲، ۰/۴۵ و ۰/۱۰ بود. همبستگی بین عوامل محیطی و متغیرهای اقلیمی نیز در سه محور اول رسته‌بندی بالا و به‌ترتیب برابر ۰/۹۴، ۰/۹۱ و ۰/۷۴ بود. این نتایج به اجرای صحیح تجزیهٔ رسته‌بندی در توصیف روابط بین متغیرهای اقلیمی و گونه‌های گیاهی اشاره دارد (۳۶). از همبستگی بین متغیرهای اقلیمی با دو محور اول رسته‌بندی نشان داده شده در جدول ۴، می‌توان بیان کرد که محور اول تنها با دمای اردیبهشت همبستگی مثبت دارد. متغیرهای بارش دی‌ماه و دورهٔ آذر تا اسفند با این محور همبستگی منفی معنی‌داری داشتند. محور دوم نیز با بارش پاییز و بهار همبستگی منفی و با دمای تیرماه همبستگی مثبت داشت. از بین متغیرهای اقلیمی، میزان سرعت باد با هیچ یک از محورها همبستگی نشان نداد.

جدول۴- مشخصات محورهای رسته‌بندی و میزان همبستگی عوامل محیطی با آنها

مشخصات محورها	محور اول	محور دوم	محور سوم
مقادیر ویژه	۰/۷۲	۰/۴۵	۰/۱۰
همبستگی محیط-گونه	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۷۴
واریانس تبیین‌شده	٪۷۰	٪۱۵	٪۴
محور سوم	محور دوم	محور اول	ضریب همبستگی
بارش دی	-۰/۶۵*	۰/۳۵	۵۲*
بارش آذر تا اسفند	-۰/۶۸*	۰/۰۲	۰/۳۱*
بارش سالانه	۱۶/۰-	۳۷/۰	۴۵/۰-
بارش پاییز	۱۰/۰-	*۵۸/۰-	۱۱/۰-
بارش بهار	۰	-۰/۵۰*	۰/۱۴
دمای اردیبهشت	۰/۸۲**	۰/۲۳	۰/۳۷
دمای تیر	۰۶/۰	۰/۷۴**	۰
دمای اسفند	۲۶/۰-	۰۶/۰	۴۵/۰-

* و **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطوح ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند

همبستگی تولید گونه‌های گیاهی با محورهای رسته بندی در جدول ۵ ارایه شده است. طبق این نتایج، گونه‌های *A. sieberi* به‌همراه گونهٔ *I. songarica* و تولید کل با محور یک همبستگی منفی دارند. گونهٔ *E. ceratoides* با محور دوم همبستگی مثبت داشت و همبستگی این محور با گونه‌های *Stachys inflata* و *Stipa arabica* منفی بود. گونه‌های *Stipa barbata* و *N. mucronata* با هر دو محور اول رسته‌بندی همبستگی ضعیفی داشتند. این نتایج در نمودار رسته‌بندی RDA نشان داده شده است (شکل ۷).

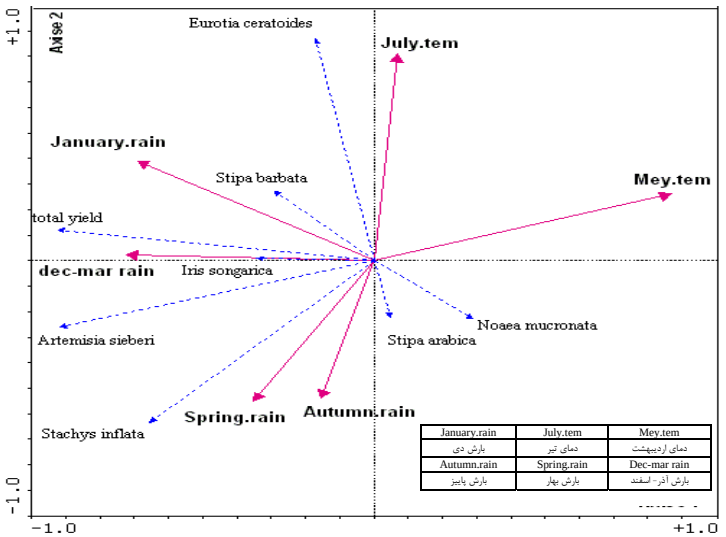
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- همبستگی تولید گونه‌های گیاهی با سه محور اول رسته‌بندی

گونه‌های گیاهی	محورهای رسته‌بندی		
	اول	دوم	سوم
Artemisia sieberi	-۰/۶۲*	۰	-۰/۵۲*
Eurotia ceratoides	۰	۰/۷۹**	۰
Noaea mucronata	۰/۴۱	-۰/۵۰	۰/۳۶
Stachys inflata	-۰/۳۱	-۰/۷۲*	-۰/۲۱
Stipa arabica	۰/۳۳	-۰/۵۸*	۰
Stipa barbata	۰	۰/۴۸	۰
Iris songarica	-۰/۵۶*	۰/۰۵	۰
کل تولید	۰/۷۵**	-۰/۶	-۰/۶۱*

* و **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهند.



شکل ۷- نمودار رسته‌بندی RDA (گونه‌ها با فلش‌های منقطع و عوامل محیطی با فلش‌های ممتد نشان داده شده است)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تجزیهٔ آماری داده‌های ۹ سالهٔ این تحقیق، بیانگر ارتباط ویژه‌ای بین نوسانات تولید گونه‌های مختلف مرتعی و متغیرهای اقلیمی بارش و دما بود. در این میان متغیر سرعت باد در نوسانات تولید تأثیر معنی‌داری نداشت. با توجه به نتایج تجزیهٔ افزونگی RDA، عوامل مربوط به محورهای اول و دوم رسته‌بندی، به‌ترتیب ۷۰ و ۱۵ درصد از تغییرات تولید گونه‌های گیاهی را نشان دادند. با توجه به اهمیت زیاد متغیرهای همبسته با محور اول رسته‌بندی (۳۷) می‌توان این طور اظهار داشت که از بین دوره‌های بارش مورد بررسی، بارش‌های پیشین دی‌ماه و دورهٔ آذر تا اسفند نقش مؤثرتری بر تولید علوفهٔ منطقه دارند. اثر عمدهٔ آنها بر تولید گونه‌های شاخص *A. sieberi* و *I. songarica* و در نهایت کل تولید منطقه این موضوع را تأیید می‌کنند. منطبق با نتایج این تحقیق در مطالعات دیگران نیز به نقش مؤثر بارش دوره‌های پیشین بر تولید گونهٔ بوته‌ای *A. sieberi* (۱۴) و چندین گونه از جنس Artemisia (۲۴) اشاره شده است. دلیل تأثیر بارندگی‌های فصول پیشین بر تولید گیاهان بوته‌ای، اینطور قابل توجیه است که رطوبت ناشی از بارندگی فصول پیشین و ابتدای فصل رشد به‌صورت رطوبت ذخیره شده در خاک باقی‌مانده و ریشه‌های عمیق گیاهان دائمی و بوته‌ایها آنها را قادر خواهد ساخت تا از رطوبت ذخیره شده در فصل رویش استفاده کنند (۱۹). بارش‌های بهار و پاییز از دیگر دوره‌های بارشی مؤثر بر گونه‌های منطقه هستند. با توجه به همبستگی آنها با محور دوم، از اهمیت پایین‌تری برخوردار بوده و تنها دو گونهٔ همراه *Stipa arabica* و

www.SID.ir

Archive of SID

Stachys inflata تحت‌تأثیر آنها قرار داشتند. منطبق با نتایج این تحقیق حسینی و همکاران (۲۰۰۱) و اکبرزاده و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقات خود بارش فصل رویش را به‌عنوان متغیر اصلی رشد گیاهان علفی معرفی کردند. همواره رطوبت ناشی از بارش‌های فصل بهار به‌طور موقت در سطح خاک ذخیره شده و قبل از نفوذ به عمق خاک، به‌سرعت تبخیر می شوند. در این میان تنها سیستم ریشه‌ای کم‌عمق گیاهان علفی، امکان جذب سریع این رطوبت موقت را به‌خوبی فراهم می‌کند. ازاین-رو بارش‌های بهاری به‌عنوان منبع اصلی تغذیه رطوبت سطحی، نقش مؤثری در تولیدات آنها خواهند داشت. باغستانی‌میبدی و زارع (۲۰۰۶) در تحقیقی در مراتع پشتکوه استان یزد ضمن اشاره به همبستگی بالای گونهٔ *Stipa barbata* با بارش پاییز، دلیل آن را فراهم شدن امکان غذاسازی مجدد این گیاه در شرایط مساعد رطوبتی پاییز ذکر کردند. در این شرایط مواد غذایی ضمن ذخیره در ریشه، رشد گیاه را در فصل رویش بعد تقویت می‌کند. همبستگی بالای دمای ماه‌های اردیبهشت و تیرماه به ترتیب با محورهای اول و دوم رسته‌بندی و اثر منفی آنها بر تولید گونه‌های منطقه نشان از نقش مؤثر متغیر اقلیمی دما در منطقهٔ مورد مطالعه داشت. در این میان نقش سازند آتشفشانی منطقه در تشدید اثرات افزایش دما را نمی‌توان نادیده گرفت. زیرا پس‌زمینهٔ تیرهٔ این سنگ‌ها سبب افزایش ظرفیت حرارتی آنها شده و در فصول گرم سال با به-وجود آوردن یک میکروکلیمای سوزان، گیاهان جوان را نابود ساخته و سبب کاهش تولید در گیاهان بالغ می-شود (۲۷). مونخ‌ستسگ و همکاران (۲۰۰۷) نیز در بررسی پاسخ تولید چراگاه‌های مغولستان در برابر متغیرهای اقلیمی دما و بارش، افزایش درجهٔ حرارت تیر (جولای) به‌همراه کاهش بارش خردادماه (ژوئن) را عامل اصلی کاهش تولید گراسلندهای این منطقه معرفی کرده اند. نتایج تحقیق قائمی (۲۰۰۱) نیز نشان داد که روند تغییرات تولید در مراتع قوشچی آذربایجان از بارندگی و درجهٔ حرارت تبعیت کرده و به‌ترتیب ارتباط مستقیم و معکوسی با آنها دارد. به‌طورکلی عامل درجهٔ حرارت با تأثیر بر میزان فتوسنتز، تعیین‌کنندهٔ طول دورهٔ رشد و در نهایت میزان تولید گیاه خواهد بود. با افزایش درجهٔ حرارت در بهار گیاه شروع به فعالیت و فتوسنتز می‌کند. دمای بهینه برای فتوسنتز ۱۵ تا ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد است (۲۸) و تا زمان فراهم بودن دمای بهینه و دسترس بودن رطوبت مورد نیاز جهت غذاسازی، گیاه به رشد خود ادامه می‌دهد. اما افزایش بیش از حد درجهٔ حرارت از یک طرف فرآیند غذاسازی درون گیاه را مختل کرده و سبب توقف فتوسنتز می‌شود و از طرف دیگر در ضمن بالا بردن تبخیر از سطح خاک و گیاه، میزان آب قابل‌دسترس گیاه را کاهش داده و اثرات منفی بر تولید خواهد گذاشت (۲۷). در این میان مکانیسم‌های سازگاری همچون وجود پوشش‌های حفاظتی کوتیکول و کرک بر روی برگ‌های گیاه، کاهش در اندازه و زاویهٔ برگ و افزایش انعکاس نور از سطح برگ از جمله عواملی هستند که موجب کاهش میزان دما و افزایش ظرفیت گیاه برای فعالیت‌های فتوسنتزی در طول گرم‌ترین ماه‌های تابستان می‌شوند. بهره‌گیری از این مکانیسم‌ها در میان گیاهان خانوادهٔ اسفناجیان به‌وفور دیده شده است (۲۸). در این تحقیق نیز تمام گونه‌های مورد مطالعه به استثنای گونهٔ *E. ceratoides* که متعلق به‌همین خانواده است، همبستگی منفی با دما نشان دادند. به‌نظر می‌رسد نوع برگ‌های این گیاه که از کرک‌های ستاره‌ای شکل خوابیده بر روی هم پوشیده شده‌اند (۲۹) در افزایش مقاومت این گیاه به درجهٔ حرارت بالا مؤثر باشند. از دیگر دلایل می‌توان به ارتفاع نسبی بالاتر این گونه نسبت به بقیه گونه‌ها اشاره کرد. دمای روزانهٔ خاک‌های بیابانی و هوای مجاور آنها اغلب از دمای هوا در فاصله ۱/۵ متر از سطح زمین بیشتر است. این میزان اختلاف ممکن است تا ۱۲ درجهٔ سانتی گراد در خاک‌های تیره‌رنگ در فصل تابستان برسد (۲۸). لطفی (۱۹۹۶) نیز ضمن اشاره به مقاومت به خشکی بالای این گیاه، درجه حرارت را یکی از عوامل مهم برای حضور این گونه در دامنه‌های جنوبی و غربی در منطقهٔ چهار باغ گرگان ذکر کرد. نتایج حاصل از انجام این‌گونه تحقیقات در گام نخست به برآورد ظرفیت چرایی مراتع کمک می‌کنند و در درازمدت نیز از دیدگاه مدیریتی جایگاه ویژه‌ای خواهند داشت. زیرا شناسایی حساسیت گونه‌های شاخص گیاهی هر منطقه به متغیرهای اقلیمی

www.SID.ir

Archive of SID

مهم، به‌عنوان اطلاعات پایه‌ای به مدیران مرتع کمک می‌کند تا با توجه به داده های اقلیمی، ترکیب گونه‌ای آینده منطقه را پیش‌بینی کرده و بر این اساس بتوانند راه‌کارهای مدیریتی برای مقابله و کاهش اثرات خشکسالی ارایه دهند. با توجه به روند گرم شدن کرهٔ زمین و تغییر الگوی بارندگی از زمستان به‌سمت بارش‌های بهار و تابستانه، بروز تغییرات اساسی در پوشش گیاهی، خاک و تنوع زیستی همچنین فرآیندهای بوم‌شناسی اکوسیستم‌های خشک، قابل پیش‌بینی است (۱۳). مطابق با نتایج این تحقیق، تولید گیاهان شاخص منطقه وابستگی بالایی به الگوی بارش زمستانه نشان دادند. در این میان افزایش درجهٔ حرارت اردیبهشت نیز تأثیرات منفی قابل توجهی را بر تولید آنها اعمال کرد. ازاین‌رو پیش‌بینی می‌شود در اثر تغییرات اقلیم جهانی به تدریج از توان تولید گونه‌های شاخص منطقه کاسته شده و بر تولید و برتری رقابتی گونه‌های مهاجم یکساله افزوده شود. از بین گونه‌های مورد بررسی گونهٔ *E. ceratoides* نه تنها وابستگی بالایی به بارش‌های زمستانه نشان نداد، بلکه بر خلاف سایر گونه‌ها، تحت تأثیرات منفی افزایش درجهٔ حرارت نیز قرار نگرفت. بنابراین مقاومت به خشکی، خوشخوراکی و مقاوت چرایی بالای گونهٔ *E. ceratoides* ممکن است بتواند به حفظ توان تولید منطقه در آینده کمک کند. ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود برای مقابله و کاهش اثرات سوء تغییرات اقلیمی، ضمن استفاده از راه‌کارهای مدیریتی از جمله مدیریت چرا و لزوم کاهش فشارهای چرایی بر گونه‌های منطقه، اقدامات لازم از جمله بوته‌کاری و بذرپاشی به‌منظور حفظ و گسترش گونهٔ ذکرشده در مراتع منطقه صورت گیرد. استفاده از خصوصیات منحصر به فرد این گونه برای دیگر مناطق کشور که دارای شرایط مشابهی با منطقهٔ مورد مطالعه هستند، نیز پیشنهاد می‌شود.

منابع

1. Abdollahi, J., H. Arzani, N. Baghestani & F.S. M. Askarshahi, 2006. Rainfall and ground water table changes influencing the seidlitzia rosmarinous Growth and development at the Chah-Afzal Ardakan. J. of Range and Desert Reseach, 13 (2): 74-81. (In Persian)
2. Akbarzadeh, M. & T. Mirhaji, 2006. Vegetation changes under precipitation in Steppic rangelands of Rudshur. J. of Range and Desert Research, 13 (3): 222-235. (In Persian)
3. Akbarzadeh, M., M.R. Moghadam, A. Jalili, M. Jafari & H. Arzani, 2007. Effect of precipitation on cover and production of rangeland Plants in Polour, J. of the Natural Resources., 60(1):307-322. (In Persian)
4. Arzani, H, 1994. Some aspects of estimation short-term and long-term range carrying capacity in the western Division New South Wales, PHD thesis, University of N. S. W. Australia, 308p.
5. Arzani, H., 1998. The inventory of rangeland in Iran Project, 50p.
6. Baghestani Maybodi, N. & M.T. Zare, 2006. Investigation of relationship between annual precipitation and yield in steppic range of Poosht-kooh region of Yazd province. J. of Pajouhesh & Sazandegi 75: 103-107. (In Persian)
7. Barron, J., M.J. Rockstro F. Gichuki, & N. Hatibu, 2003. Dry spell analysis and maize yields for two semi-arid locations in east Africa. J. of Agricultural and Forest Meteorology 117: 23–37.
8. Bates, J.D., T. Svejcar, R.F. Miller, & R.A. Angell, 2006. The effects of precipitation timing on sagebrush steppe vegetation J. of Arid Environments 64: 670–697.
9. Comstock, J.P., & J.R. Ehleringer, 1992. Plant adaptation in the Great basin and Colorado Plateau. Great Basin Naturalist 52, 195–215.
10. Cook J.G., & L.L. Irwin, 1992. Climate–vegetation relationships between the Great Plains and Great Basin. American Midland Naturalist 127: 316–326.
11. Dashtakian, k. & N. Baghestani, 2002.Vegetation type of Yazd area. Publication of Research Institute of Forests and Rangeland. 125p. (In Persian)
12. Easterling, D.R., & G.A. Meehl, C. Parmesan, S.A. Changnon, T.R. Karl, & L.O. Mearns, 2000. Climate Extremes: Observations, Modeling, and Impacts. Science 289: 2068–2074.
13. Ehleringer, J.R., T.E. Cerling, & L.B. Flanagan, 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, 115-138pp.

www.SID.ir

Archive of SID
14. Ehsani, A., H. Arzani, M. Farahpour, H. Ahmadi, M. Jafari, A. Jalili, H.R. Abasi, M.S. Azimi & H.R. Mirdavoudi, 2007. The effect of climatic conditions on range forage production in steppe Ranglands, Akhtarabad of Saveh. J. of Range and Desert Reseach, 14 (2):249-260, (In Persian).
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. (In Persian)
16. Hart, R.H. & Carlson, G.E., 1975. gricultural implications of climatic change-Agronomic implications-Forages. p. 4-163 to 4-173, 4-237 to 4-246 In: Impacts of Climatic Change on the Biosphere: Part 2-Climatic Effects. Dep. of Transportation, Climatic Impact Assessment Program, Washington, D.C.
17. Hill, M.O. & H.G. Gauch. 1980. Detrended correspondence analysis£¬an improved ordination technique. Vegetatio, 42: 47-58.
18. Hosseini, S.Z, S.T. Mirjani, & A. Safari, 2001. Investigation of relationship between annual precipitation and yield of Medicago sativa, station of rangelands research, Hamande Absard, second range and range management seminar: 459-462. (In Persian)
19. Jabbogy, E.G., & O.E., Sala, 2000. Control of grass and shrub above ground production in the Patagonian steppe, Ecological Applications, 10(2): 541-549.
20. Jangman, R.H. G., C.J.F. Ter Braak, & O.F.R. Van Tangeren, (1987). Data Analysis in Community and Landscape Ecology, Pudoc Wageningen, 300p.
21. Johns, G.G., D.J. Tongway & G.Pickup, 1983. Land and water Processes, chapter 3:.25-40.
22. Kent, M., 2006, Numerical classification and ordination methods in biogeography, J. of Progress in Physical Geography, 30(3): 399-408.
23. Kindschy, R.R., 1982, Effects of precipitation variance on annual grows of 14 species of browse shrubs in southeastern Oregon, J. of range management, 35(2): 265-266
24. Lotfi, M. 1996. Autecology of Eurotia ceratoides in Gorgan Charbagh area. MS. thesis, Gorgan University, 92p. (In Persian)
25. Meteorological organization of Yazd province, 2007. Annual and monthy data of Nodoushan meteorological station. (In Persian)
26. Moghadam, M.R. 1998. Range and Range management. Tehran University Publications, 470p. (In Persian)
27. Moghadam, M.R. 2005. Ecology of Terrestrial Plant. Tehran University Publications, 701p. (In Persian)
28. Mozaffarian, V. 2000. Flora of Yazd. Yazd Publishers. (In Persian)
29. Munkhtsetseg, E., R. Kimura, J. Wang, & M. Shinoda, 2007. Pasture yield response to precipitation and high temperature in Mongolia. J. of Arid environment, 70: 94-110.
30. Naderi, H. 2007. Analysis of Vegetation in Relation to Topography, some of Soil Physicochemical Characteristic and Grazing in Nodoushan Rangeland, Yazd Province. MS thesis, Tarbiat Modares University, 150p. (In Persian)
31. Ni, J., 2003. Plant functional types and climate along a precipitation gradient in temperate grasslands, north-east China and south-east Mongolia. J. of Arid Environments 53: 501-516.
32. Schwinning, S., B.I. Starr, & J.R. Ehleringer, 2003. Dominant cold desert plants do not partition warm season precipitation by event size. Oecologia 136: 252–260.
33. Šmilauer P., 1997. CanoDraw User Guide 3.1. Microcomputer Power, Ithaca. USA, 887p.
34. Sneva, F.A. & D.N. Hyder, 1962. Estimating herbage production on semiarid ranges in the intermountain reigion, J. of Range Management, 30:270-275.
35. Ter Braak, C.J.F., & P. Šmilauer, 2001. Canoco reference manual and user's guide to Canoco for windows. Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Centre for Biometry Wageningen (NL) and Microcomputer Power (Ithaca NY, USA), 352 p.
36. Ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. Ecology, 67: 1167–1179.
37. Wagner H.H., 2004. Direct multi-scale ordination with canonical correspondence analysis, J. of Ecology, 85: 342-351.
38. Wollenberg, A.L., 1977. Redundacy analysis. An alternative for canonical correlation analysis, J. of Psychometrika, 42: 207-219.
www.SID.ir