

بررسی و تحلیل تولید درمنه‌زارها بر اساس شاخص‌های خشکسالی هواشناسی، مطالعه موردی: استان اصفهان

بهاره شیرانی^۱، مرتضی خدافل^{۲*} و مجید منتظری^۳

^۱ کارشناس ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، ^۲ دانشیار، بخش تحقیقات آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران و ^۳ استادیار، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۱۶

چکیده

در میان مطالعات گسترده‌ای که در زمینه خشکسالی صورت گرفته، سهم خشکسالی مراتع بسیار ناچیز است. لذا در این تحقیق به بررسی اثرات خشکسالی بر روی درمنه‌زارهای استان اصفهان پرداخته شده است. بدین منظور از داده‌های بارش ماهانه سه ایستگاه اصفهان، میمه و شهرضا و داده‌های تولید سه سایت مرتعی چرمشهر، موته و گردنه شادیان در طی دوره آماری ۱۳۷۷-۱۳۸۶ استفاده شد. روش‌های به‌کار گرفته شامل شاخص‌های بارش استاندارد (SPI)، ناهنجاری بارش (RAI)، درصد تفاضل بارش و معیار بارش سالانه (SIAP) در بازه‌های زمانی مختلف می‌باشد. برای بررسی ارتباط بین شاخص‌ها و تولید در این مراتع نیز، از روش همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج حاکی از این بود که تنها در مرتع موته، ارتباط تولید و شاخص‌ها معنادار بود و در دو مرتع دیگر به دلیل شرایط خاص موجود در آن‌ها، بین این دو متغیر، همبستگی وجود نداشت. همچنین، مشاهده شد که تاثیر بازه‌های زمانی بیشتر از نوع شاخص‌ها می‌باشد و بارش‌های بهاره بیشترین تاثیر را بر روی تولید درمنه‌زارهای استان اصفهان داشته است. در نهایت شاخص‌های درصد تفاضل بارش در بازه سه‌ماهه با مقدار همبستگی ۰/۸۶۷ و پس از آن RAI3 با مقدار ۰/۸۶۳ و SPI3 با مقدار ۰/۸۰۲ به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های خشکسالی تعیین شدند.

واژه‌های کلیدی: بارش، تولید علوفه، درمنه دشتی، مرتع، SPI

مقدمه

ضرورت انجام تحقیقات گسترده و اقدامات موثر و کارشناسانه را برای مدیریت و برنامه‌ریزی در زمینه خشکسالی، مشخص می‌کند. در این زمینه در بخش کشاورزی، تحقیقات تقریباً به‌طور وسیع صورت گرفته و هنوز هم ادامه دارد. اما نکته قابل توجه در مطالعات مربوطه این است که در بررسی خشکسالی با استفاده از شاخص‌ها و بازه‌های زمانی، عمدتاً حجم بارش در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی (سال زراعی)، در نظر

کشور ایران در کمربند خشکی جهان واقع شده و همواره با مشکل کم آبی مواجه بوده است. اما امروزه با توجه به رشد جمعیت و افزایش نیاز به محصولات کشاورزی و دامی، این مسئله از وضوح بیشتری برخوردار شده است. آمار حاکی از آن است که میزان آب کشور در سال‌های اخیر کمتر شده و به دنبال آن سرانه سالانه آب نیز کاهش یافته است. این امر،

بارش و دهک‌ها در منطقه‌ی ساکسون آلمان که توسط Hänsel و Matschullat (۲۰۰۳) انجام شد، نشان داد که شاخص ناهنجاری بارش، شدت خشکسالی‌ها را به خصوص در فصل تابستان در آن منطقه، بیشتر مشخص می‌نماید. Alatis و Bimpe (۲۰۰۷) وقوع خشکسالی‌ها را در ناحیه لوکوجا در نیجریه به وسیله شاخص ناهنجاری بارش، بارندگی تجمعی و برخی دیگر از روش‌ها که در همه آن‌ها پارامتر مورد نیاز بارندگی بود، بررسی کردند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که شاخص ناهنجاری بارندگی در میان روش‌های انتخابی آن‌ها مناسب‌ترین بود.

Prasad و همکاران (۲۰۰۷) تغییرات پوشش گیاهی و بارش را در بین سال‌های مختلف در هند بررسی کردند. برای این کار از شاخص اختلاف نرمال شده پوشش گیاهی استفاده کردند. نتایج نشان داد که تغییرات شدید پوشش گیاهی تا حد زیادی تحت کنترل بارش‌های موسمی و افزایش آلودگی‌های سال-های اخیر می‌باشد. Cipriotti و همکاران (۲۰۰۸)، به بررسی خشکسالی کشاورزی بر روی جوانه‌زنی بذر گراس‌ها در مراتع نیمه‌خشک پاتاگونیا در آرژانتین پرداختند. در این تحقیق مشاهده شد که جوانه‌زنی بذر با بروز تنش آبی در مراتع مورد مطالعه در پاتاگونیا تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد. Sun و همکاران (۲۰۱۲)، با استفاده از مدل MID^۲ به بررسی خشکسالی در علف‌زارهای کانادا پرداختند. آن‌ها مشاهده کردند که این مدل در مناطق خشک جنوبی که بارندگی متغیر داشتند، نتایج بهتری نشان داد.

Yu و همکاران (۲۰۱۳)، خشکسالی‌های کشور چین را در طی دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۵۱ بر اساس شاخص SPEI^۳ مطالعه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که تعداد و شدت خشکسالی‌ها از دهه ۱۹۹۰ به بعد در تمام مناطق این کشور بیشتر شده است. Ensafi و Moghaddam (۲۰۰۷)، به ارزیابی شاخص‌های اقلیمی درصد نرمال، دهک، SPI و نیز شاخص Z^۴ در حوضه دریاچه نمک پرداخت. در پایان شاخص SPI را

گرفته شده و به بازه‌های کوتاه‌مدت توجه زیادی نشده است. در مورد اثرات خشکسالی در مراتع کشور نیز کمتر تحقیق صورت گرفته است. این در حالی است که مراتع سرمایه ملی کشور به حساب می‌آیند و زندگی بخشی از مردم این سرزمین به‌طور مستقیم در ارتباط با آن‌ها است. مهمترین اثر آن‌ها در تامین علوفه دام‌های کشور می‌باشد.

یکی از اقداماتی که برای مدیریت مراتع می‌توان انجام داد، مدیریت خشکسالی می‌باشد، زیرا با بروز سال‌های خشک و مرطوب میزان تولید گیاهی نیز تغییر می‌کند. کاهش تولید گیاهی در مراتع، یکی از صدمات ناشی از بروز دوره خشک در آن‌ها است. با توجه به اهمیت این موضوع، در این تحقیق اثرات خشکسالی مراتع از نظر تولید علوفه گیاه درمنه مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور چهار شاخص خشکسالی هواشناسی که تنها عامل موثر در آن‌ها بارندگی بود، با در نظر گرفتن بازه‌های زمانی مختلف، بررسی شدند. درمنه دشتی از جمله بوته‌های بسیار سازگار به شرایط سخت بیابان می‌باشد که علاوه بر اهمیت آن از نظر علوفه مرتعی، بوته‌ای بسیار مقاوم در مقابل فرسایش‌های بادی است و نقش مهمی را در حفاظت خاک این مناطق بر عهده دارد. اهمیت درمنه‌زارها در استان اصفهان نیز به وسعت گسترش این گونه باز می‌گردد.

بر اساس مطالعات Khodagholi (۲۰۰۸) از سطح ۶۲۳۰۰۰۰ هکتار مراتع استان اصفهان، بالغ بر ۳۳۹۰۰۰۰ هکتار به درمنه‌زارها با غلبه گونه درمنه دشتی، اختصاص دارد که تقریباً بیش از ۵۰ درصد سطح مراتع این استان را شامل می‌شود و گیاهی شاخص می‌باشد. در زمینه بررسی شاخص‌های خشکسالی پیش از این مطالعات دیگری نیز در ایران و هم در سایر کشورها صورت گرفته است. Hayes و همکاران (۱۹۹۹) به مقایسه دو شاخص کشاورزی پالم و هواشناسی SPI^۱ در خشکسالی سال ۱۹۹۶ در مناطق جنوبی و جنوب غربی آمریکا پرداختند. نتایج نشان داد که شاخص SPI نسبت به پالم مناسب‌تر است. مطالعه انجام شده بر روی دو شاخص ناهنجاری

^۲ Multi Index Drought

^۳ Standardized Precipitation Evapotranspiration Index

^۴ این شاخص معادل فارسی ندارد.

^۱ Standardized Precipitation Index

به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص معرفی نمود. Azarakhshi (۲۰۰۸)، به بررسی چند شاخص خشکسالی از جمله، SPI، RAI، درصد نرمال و پالم بر روی مراتع سه استان قم، ایلام و مرکزی پرداخت. از نظر او مناسب‌ترین پایه زمانی برای برآورد تولید با استفاده از شاخص‌های مورد مطالعه‌ی او، فصل رویش و ابتدای فصل رویش گیاهان بود و مناسب‌ترین شاخص، پالم معین شد. Montazeri (۲۰۰۸) روند خشکسالی‌ها در حوضه زاینده‌رود را با استفاده از شاخص SPI مورد بررسی قرار داد. نتایج حاکی از این بود که در این حوضه فراوانی خشکسالی‌ها بیشتر از ترسالی‌ها بوده، اما از شدت کمتری برخوردار بوده‌اند.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی ارتباط بین شاخص‌های خشکسالی هواشناسی و تولید درمنه‌زارها، در این تحقیق سه مرتع چرمشهر، موته و گردنه‌شادپان که هر سه جزئی از مراتع استپی استان اصفهان هستند، انتخاب شدند. همچنین، سه ایستگاه هواشناسی اصفهان، میمه و شهرضا، برای مطالعه این سه مرتع در نظر گرفته شدند. نقشه موقعیت قرار گرفتن این مراتع و ایستگاه‌ها در شکل ۱ و نیز مشخصات مراتع انتخابی در جدول ۱ آمده است.

جهت بررسی ارتباط بین شاخص‌های خشکسالی هواشناسی و تولید درمنه‌زارها، در این تحقیق سه مرتع چرمشهر، موته و گردنه‌شادپان که هر سه جزئی از مراتع استپی استان اصفهان هستند، انتخاب شدند. همچنین، سه ایستگاه هواشناسی اصفهان، میمه و شهرضا، برای مطالعه این سه مرتع در نظر گرفته شدند. نقشه موقعیت قرار گرفتن این مراتع و ایستگاه‌ها در شکل ۱ و نیز مشخصات مراتع انتخابی در جدول ۱ آمده است.

با توجه به این‌که در تمام شاخص‌های مورد مطالعه در این تحقیق، پارامتر مورد نیاز، بارندگی بود، لذا اعداد این پارامتر به‌صورت ماهانه در ایستگاه‌های انتخابی استخراج و سپس عملیات بررسی و رفع نواقص آماری بر روی آن‌ها، انجام شد. به‌منظور انجام این کار، از روش میان‌یابی با ایستگاه‌های مجاور استفاده شد. در نهایت داده‌های بارندگی ماهانه طی دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۵۰ (۲۰۰۹-۱۹۷۰) جمع‌آوری شد.

آمار تولید مراتع نیز در طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۷۷ بر اساس مطالعات Borhani (۲۰۱۲) به‌دست آمد که در این مطالعه داده‌برداری در طول ۱۰ سال در قالب طرح تحقیقاتی ارزیابی مراتع مناطق مختلف آب و هوایی استان اصفهان انجام گرفته است. جهت برآورد تولید، داده‌برداری در هر مکان در چهار ترانسکت موازی به طول ۴۰۰ متر و به فواصل ۱۰۰ متر از یکدیگر انجام شد. در طول هر ترانسکت ۱۵

به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص معرفی نمود. Azarakhshi (۲۰۰۸)، به بررسی چند شاخص خشکسالی از جمله، SPI، RAI، درصد نرمال و پالم بر روی مراتع سه استان قم، ایلام و مرکزی پرداخت. از نظر او مناسب‌ترین پایه زمانی برای برآورد تولید با استفاده از شاخص‌های مورد مطالعه‌ی او، فصل رویش و ابتدای فصل رویش گیاهان بود و مناسب‌ترین شاخص، پالم معین شد. Montazeri (۲۰۰۸) روند خشکسالی‌ها در حوضه زاینده‌رود را با استفاده از شاخص SPI مورد بررسی قرار داد. نتایج حاکی از این بود که در این حوضه فراوانی خشکسالی‌ها بیشتر از ترسالی‌ها بوده، اما از شدت کمتری برخوردار بوده‌اند.

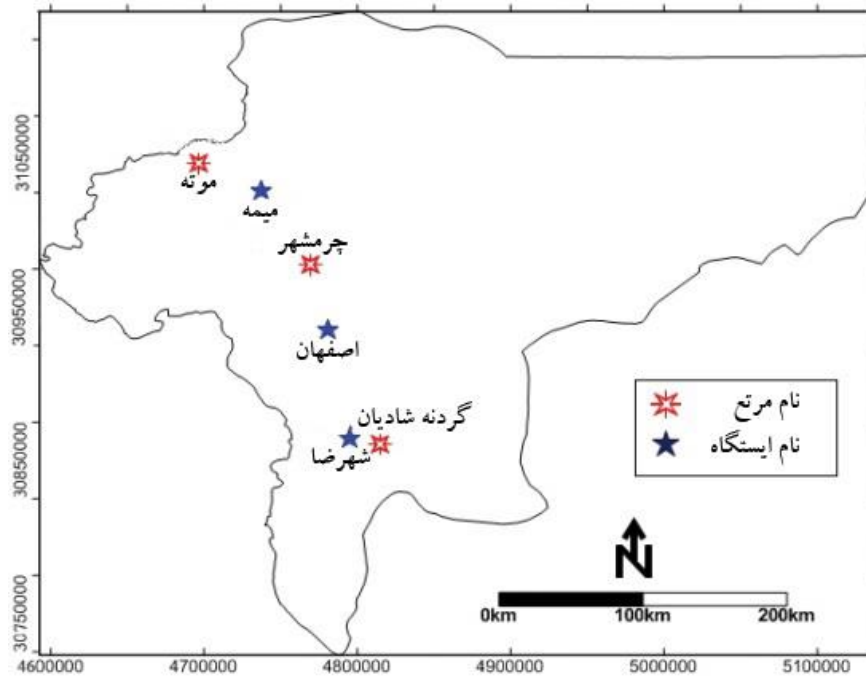
Khodagholi و همکاران (۲۰۰۹)، وضعیت خشکسالی استان اصفهان را با استفاده از شاخص SPI طی بازه‌های زمانی سه، پنج و هشت ماهه در سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۴۹ و با تاکید بر سال آبی ۸۷-۸۶ ارزیابی نمودند و نشان دادند که در سال مذکور، خشکسالی بهاره (بازه سه ماهه) شدت و وسعت بیشتری نسبت به دو بازه دیگر دارد. Borna و همکاران (۲۰۱۰) به ارزیابی شاخص‌های هواشناسی معیار بارش سالانه، درصد نرمال بارش و ناهنجاری بارش در استان خوزستان با تاکید بر دو ایستگاه دزفول و آبادان پرداختند. نتایج نشان داد که فراوانی و توالی خشکسالی‌ها با درجات مختلف در ایستگاه آبادان بیشتر از دزفول بوده است. Karimi و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی چند شاخص خشکسالی هواشناسی از جمله شاخص بارش استاندارد، دهک‌ها و درصد از نرمال در ایستگاه‌های سینوپتیک مازندران پرداختند. نتایج حاکی از این بود که دو شاخص درصد از نرمال و دهک‌ها در تمام ایستگاه‌ها روند مشابهی داشته‌اند.

Noori و همکاران (۲۰۱۰) وضعیت خشکسالی مراتع شهرستان ایرانشهر در استان سیستان و بلوچستان را با استفاده از شاخص درصد نرمال بارندگی و در دوره زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۶ بررسی کرده و مشاهده نمودند که بین میزان تولید مرتع با میزان بارش و خشکسالی در برخی از سال‌ها رابطه معناداری وجود دارد.

¹ Soil Moisture Deficit Index

مراعات، برای بررسی ارتباط بین تولید و شاخص‌ها، همبستگی بین این دو متغیر تنها در طی دوره آماری ۱۳۷۷-۱۳۸۶ و با استفاده از روش همبستگی پیرسون در نرم‌افزار SPSS به دست آمد.

پلات ۲×۱ و در مجموع در هر مکان ۶۰ پلات مستقر شد و در هر مکان تولید به روش نمونه‌گیری مضاعف در زمان آمادگی مرتع اندازه‌گیری شد. نتایج آن در جدول ۲ آمده است. با توجه به کمبود آمار تولید



شکل ۱- موقعیت مکانی مراعات برداشت تولید و ایستگاه‌های هواشناسی

جدول ۱- مشخصات مراعات انتخابی (Borhani, ۲۰۱۲)

نام مرتع	طول و عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	نوع تیپ
چرمشهر	۵۱° ۳۲' ۰۴" E ۳۳° ۰' ۱۲" N	۱۴۹۵	<i>Artemisi sieberi - Noa mucronata.</i>
موته	۵۰° ۴۳' ۴۹" E ۳۳° ۳۴' ۴۲" N	۱۷۴۰	<i>Artemisia sieberi</i>
گردنه شادیدان	۵۲° ۰۲' ۳۴" E ۳۱° ۵۶' ۵۱" N	۱۸۷۰	<i>Artemisia sieberi</i>

جدول ۲- مقادیر تولید در مراعات انتخابی (Borhani, ۲۰۱۲)

سال	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	تولید (kg ha ⁻¹)	موتنه
سال	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶		
تولید (kg ha ⁻¹)	۱۴۷/۵۳	۵۴/۶	۴۳/۲۹	۹۵/۷۳	۲۲۴/۵۷	۱۹۳/۰۶	۱۱۲/۱	۹۸/۷	۱۳۲/۲۴	۱۹۰/۵۹		
سال	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶		
تولید (kg ha ⁻¹)	۱۳۵/۷۳	۱۳۵/۹۲	۱۴۵/۰۵	۱۳۳/۳۸	۱۵۹/۴۹	۱۱۱/۰۳	۱۴۶/۶۳	۹۳/۵۵	۱۵۰/۶۴	۲۹۶/۸۳		
سال	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶		
تولید (kg ha ⁻¹)	۷۰/۵۹	۷۲/۰۹	۶۹/۲۹	۵۲/۱۶	۸۲/۸۸	۱۰۱/۴۳	-	-	-	۱۰۴/۷۲		چرمشهر

علامت مثبت و اگر $p \leq \bar{p}$ یا ناهنجاری منفی باشد، از فرمول با علامت منفی استفاده می‌شود.

۳- شاخص درصد تفاضل بارش

$$\% \Delta p = \frac{P_i - \bar{P}}{\bar{P}} \times 100 \quad (4)$$

که در آن، P_i متوسط بارش یک دوره معین و \bar{P} متوسط درازمدت بارش می‌باشد (Khodagholi, ۲۰۰۸).

۴- شاخص معیار بارندگی سالانه (SIAP)

$$SIAP = \frac{P_i - \bar{P}}{SD} \quad (5)$$

که در آن، P_i بارندگی سال آبی، \bar{P} میانگین بارش و SD انحراف استاندارد می‌باشد. جدول طبقه‌بندی مربوط به این شاخص‌ها در جدول ۳ آمده است.

نتایج و بحث

نمودارهایی که از ارتباط بین تولید سه مرتع دارای تیپ درمنه دشتی در استان اصفهان و شاخص‌های خشکسالی انتخابی به‌دست آمد، نشان داد که تنها در مرتع موته ارتباط بین تولید و شاخص‌ها از هماهنگی بالایی برخوردار بود و تقریباً همزمان با بروز سال‌های خشک، تولید این مرتع کاهش و همزمان با سال‌های مرطوب تولید مرتع نیز افزایش یافته است. همچنین بر اساس نتایج به‌دست آمده از محاسبات همبستگی به روش پیرسون ارتباط بین این دو متغیر تنها در مرتع موته دارای همبستگی معنی‌داری بود. در ادامه نمودارهای مربوط به مرتع موته در شکل‌های ۲ تا ۵، آمده است.

کمترین مقدار تولید در این مرتع در سال ۱۳۷۹ و با مقدار ۴۳/۲۹ کیلوگرم در هکتار بوده است. بر اساس شاخص SPI در این سال در هر چهار بازه خشکسالی بسیار شدید رخ داده که در بازه سه ماهه از شدت بیشتری برخوردار بوده است. شاخص RAI نیز در بازه‌های سه و پنج ماهه وضعیت خشکسالی بسیار شدید و در دو بازه دیگر وضعیت خشکسالی شدید را نشان می‌دهد. بر اساس این شاخص در سال ۱۳۷۹ در بازه سه ماهه، شدت خشکسالی بالاتر بوده و دارای مقدار ۵/۲۸- است. بر اساس شاخص درصد

برای انجام این تحقیق از چهار شاخص بارندگی استاندارد، ناهنجاری بارش^۱، درصد تفاضل بارش و معیار بارندگی سالانه^۲ استفاده شد که به غیر از شاخص معیار بارندگی سالانه برای سه شاخص دیگر بازه زمانی در نظر گرفته شد. مقیاس‌های زمانی در نظر گرفته شده، شامل بازه‌های سه، پنج، هشت و ۱۲ ماهه می‌باشد. این بازه‌ها همگی مختوم به ماه می میلادی (اوایل خرداد) می‌باشند. علت این انتخاب آن است که زمان ورود دام به مراتع اوایل خرداد می‌باشد و نیز بعد از این زمان، بارندگی قابل توجهی در تابستان نخواهد بود. علاوه بر این، بازه‌ها تقریباً منطبق با بارندگی فصول مختلف سال می‌باشند. به‌طوری که بازه زمانی سه ماهه شامل ماه‌های مارس، آوریل و می (بهار)، بازه پنج ماهه شامل سه ماه مذکور به علاوه ماه‌های ژانویه و فوریه (زمستان) و بازه هشت ماهه شامل پنج ماه قبلی به علاوه سپتامبر، اکتبر و نوامبر می‌باشد (پاییز) و بازه ۱۲ ماهه بارندگی تمام ماه‌های سال (بارندگی سالانه)، را در بر دارد.

۱- شاخص بارش استاندارد (SPI)

$$SPI = \frac{P_i - \bar{P}}{S} \quad (1)$$

که در آن، P_i مقدار بارش در دوره مورد نظر، \bar{P} میانگین درازمدت بارش در دوره مورد نظر و S انحراف معیار مقادیر بارندگی است. این شاخص تبدیل توزیع گاما به نرمال را در فرایند خود دارد.

۲- شاخص ناهنجاری بارش (RAI)

$$RAI = +3 \left[\frac{p - \bar{p}}{m - \bar{p}} \right] \quad (2)$$

$$RAI = -3 \left[\frac{p - \bar{p}}{x - \bar{p}} \right] \quad (3)$$

که در آن‌ها، \bar{p} میانگین درازمدت بارندگی در ایستگاه‌های مورد نظر، m میانگین ۱۰ مورد از بزرگ‌ترین مقادیر بارندگی اتفاق افتاده در دوره‌های مطالعاتی و x میانگین ۱۰ مورد از کمترین مقادیر بارندگی اتفاق افتاده در دوره‌های مطالعاتی می‌باشد. چنانکه $p \geq \bar{p}$ یا ناهنجاری مثبت باشد، از فرمول با

¹ Rainfall Anomaly Index

² Statistical Index Annual Precipitation

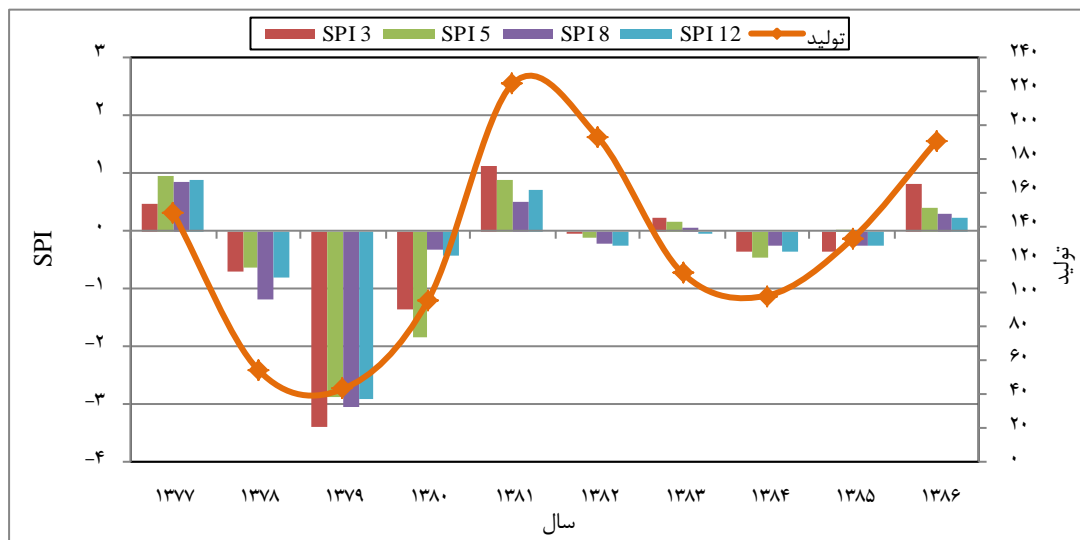
شاخص SPI در سال ۱۳۸۱ در بازه سه ماهه وضعیت ترسالی متوسط و در سه بازه دیگر وضعیت ترسالی خفیف را نشان می‌دهد. مقدار این شاخص در بازه سه ماهه، ۱/۱۲ است. بر اساس شاخص RAI نیز در سال ۱۳۸۱ در بازه سه ماهه، وضعیت ترسالی شدید و با مقدار ۲/۸۳ و در سه بازه دیگر وضعیت ترسالی متوسط حاکم بوده است. شاخص درصد تفاضل بارش نیز در این سال در بازه سه ماهه، وضعیت ترسالی بسیار شدید با مقدار ۵۷/۷۱ و در سه بازه دیگر، وضعیت ترسالی متوسط را نشان داده است. شاخص SIAP نیز بالاترین مقدار خود را در سال ۱۳۸۱ و با وضعیت ترسالی متوسط نمایش داده است.

تفاضل بارش نیز در سال ۱۳۷۹ در دو بازه سه و پنج ماهه، خشکسالی بسیار شدید صورت گرفته است. به طوری که این شاخص در بازه سه ماهه مقدار ۹۳/۱۶- را داشته است.

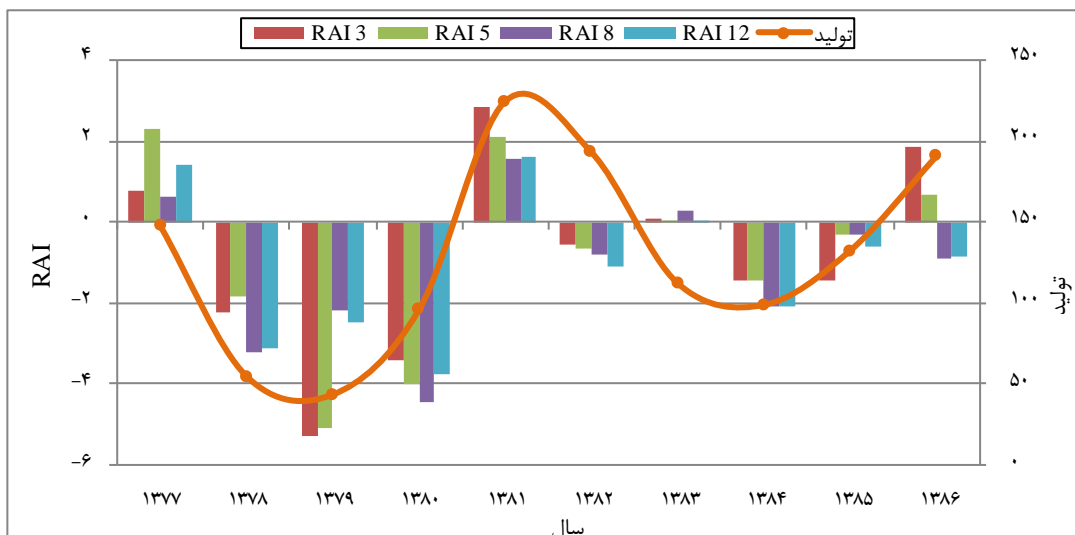
اما شاخص SIAP شدیدترین خشکسالی را در سال ۱۳۸۰ نشان داده است. به طوری که در این سال مقدار شاخص ۱/۴۹- بوده که بیانگر وضعیت خشکسالی بسیار شدید می‌باشد. همچنین بیشترین تولید این مرتع مربوط به سال ۱۳۸۱ و با مقدار ۲۲۴/۵۷ کیلوگرم در هکتار بوده است. هر چهار شاخص نیز در این سال بالاترین مقدار خود را در طول ده سال مطالعه شده در این مرتع داشته‌اند.

جدول ۳- طبقه‌بندی خشکسالی بر اساس شاخص‌های مورد مطالعه

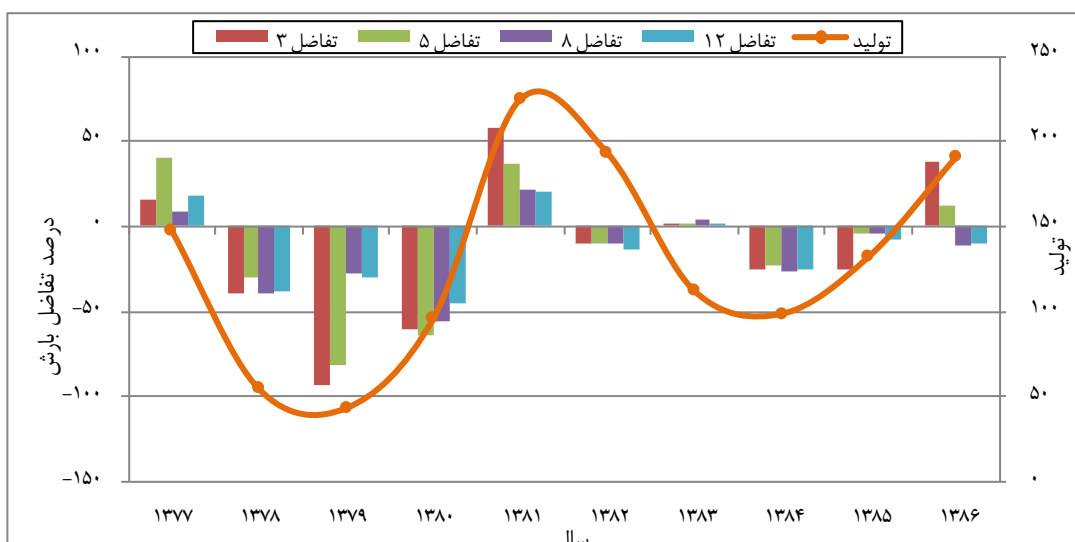
طبقه	مقادیر SPI	مقادیر RAI	مقادیر درصد تفاضل بارش	مقادیر SIAP
نرمال	۰/۴۹ تا ۰/۴۹	۰/۳ تا ۰/۳	—	۰/۲۵ تا ۰/۲۵
خشکسالی خفیف	۰/۹۹ تا ۰/۵	۱/۲ تا ۰/۳	>(-۲۰)	۰/۲۵ تا ۰/۵۲
خشکسالی متوسط	۱ تا ۱/۴۹	۲/۱ تا ۱/۲	(-۴۵) تا (-۲۰)	۰/۵۲ تا ۰/۸۴
خشکسالی شدید	۱/۹۹ تا ۱/۵	۳ تا ۲/۱	(-۶۰) تا (-۴۵)	۰/۸۴ تا ۱/۲۸
خشکسالی بسیار شدید	< -۲	≤ -۳	> -۶۰	≥ -۱/۲۸



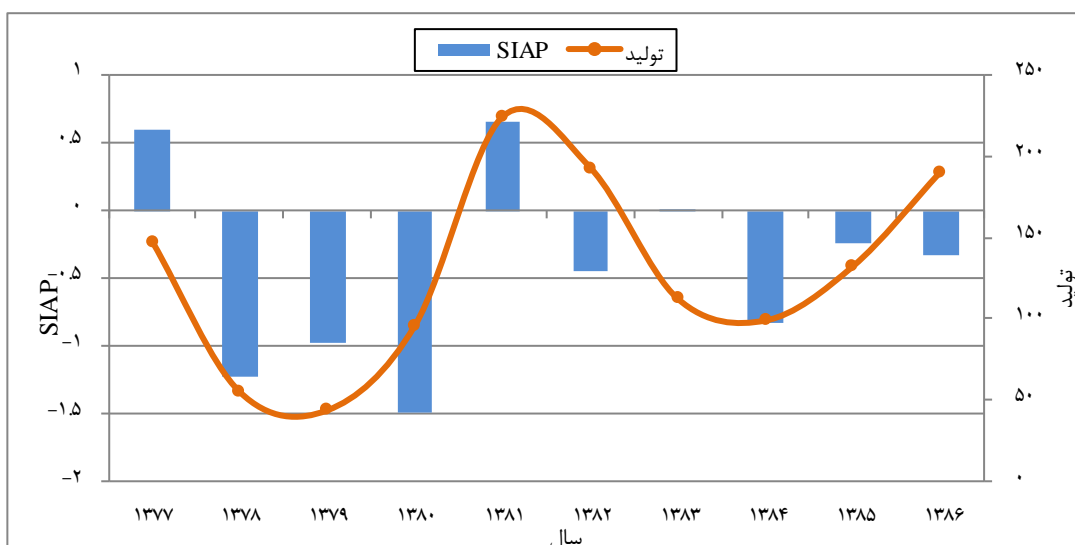
شکل ۲- نمودار تغییرات تولید و شاخص SPI در بازه‌های زمانی مختلف در مرتع موده در سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۸۶



شکل ۳- نمودار تغییرات تولید و شاخص RAI در بازه‌های زمانی مختلف در مرتع موته در سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۸۶



شکل ۴- نمودار تغییرات تولید و شاخص درصد تفاضل بارش در بازه‌های زمانی مختلف در مرتع موته در سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۸۶



شکل ۵- نمودار تغییرات تولید و شاخص SIAP در بازه‌های زمانی مختلف در مرتع موته در سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۸۶

مرتع موته در بازه‌ی ۳ ماهه بیشترین مقدار همبستگی وجود دارد و شاخص‌های درصد تفاضل بارش در این بازه با مقدار ۰/۸۶۷، ناهنجاری بارش با مقدار ۰/۸۶۳ و بارش استاندارد با مقدار ۰/۸۰۲ به ترتیب بیشترین مقدار همبستگی را داشتند. نتایج در جداول ۴ تا ۷ آمده است.

نتایج به دست آمده از محاسبات ضریب همبستگی پیرسون نیز نشان می‌دهد که بین هر چهار شاخص و تولید مرتع موته رابطه‌ی ای معنادار وجود دارد. به طوری که این دو متغیر در بازه‌های مختلف، همبستگی بالایی ۰/۷ داشته اند ولی در دو مرتع دیگر رابطه‌ی معنادار موجود نبود. همچنین نتایج نشان داد که در

جدول ۴- نتایج همبستگی پیرسون شاخص SPI با تولید مراتع در دوره آماری ۱۳۸۶-۱۳۷۷

نام مرتع	نتایج همبستگی	SPI 3	SPI 5	SPI 8	SPI 12
موته	مقدار همبستگی پیرسون	۰/۸۰۲**	۰/۷۴۸*	۰/۷۳۷*	۰/۷۳۸*
	ضریب معنی‌داری (دو دامنه)	۰/۰۰۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵
	تعداد	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
گردنه شادیان	مقدار همبستگی پیرسون	۰/۳۶۷	۰/۳۳۳	۰/۵۰۳	۰/۴۹۱
	ضریب معنی‌داری (دو دامنه)	۰/۲۹۶	۰/۳۴۷	۰/۱۳۸	۰/۱۵۰
	تعداد	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
چرمشهر	مقدار همبستگی پیرسون	۰/۴۹۴	۰/۶۳۵	۰/۵۹۲	۰/۵۷۸
	ضریب معنی‌داری (دو دامنه)	۰/۲۶۰	۰/۱۲۵	۰/۱۶۱	۰/۱۷۴
	تعداد	۷	۷	۷	۷

** همبستگی در سطح یک درصد معنی‌داری است و * همبستگی در سطح پنج درصد معنی‌داری است.

جدول ۵- نتایج همبستگی پیرسون شاخص RAI با تولید مراتع در دوره آماری ۱۳۸۶-۱۳۷۷

نام مرتع	نتایج همبستگی	RAI 3	RAI 5	RAI 8	RAI 12
موته	مقدار همبستگی پیرسون	۰/۸۶۳**	۰/۷۷۰**	۰/۶۸۸*	۰/۷۰۴*
	ضریب معنی‌داری (دو دامنه)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۲۸	۰/۰۲۳
	تعداد	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
گردنه شادیان	مقدار همبستگی پیرسون	۰/۴۷۳	۰/۲۸۶	۰/۱۱۷	۰/۱۱۵
	ضریب معنی‌داری (دو دامنه)	۰/۱۶۸	۰/۴۲۳	۰/۷۴۷	۰/۷۵۲
	تعداد	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
چرمشهر	مقدار همبستگی پیرسون	۰/۶۴۸	۰/۶۴۹	۰/۶۷۲	۰/۶۶۰
	ضریب معنی‌داری (دو دامنه)	۰/۱۱۶	۰/۱۱۵	۰/۰۹۸	۰/۱۰۷
	تعداد	۷	۷	۷	۷

** همبستگی در سطح یک درصد معنی‌داری است و * همبستگی در سطح پنج درصد معنی‌داری است.

تغییر می‌دهد (Khodagholi, ۲۰۰۸). البته با توجه به این که بارندگی مهمترین عاملی است که تغییرات آن به طور مستقیم در رطوبت خاک منعکس می‌شود، اولین موردی است که می‌تواند در مطالعه هر حالتی از خشکسالی مورد توجه قرار گیرد و با استفاده از داده‌های بارندگی که در ایستگاه‌های هواشناسی موجود است، می‌توان به پایش خشکسالی پرداخت. زیرا با وجود یک سیستم پایش، می‌توان شروع خزنده

مراتع یکی از بخش‌های کشاورزی است که بر اثر خشکسالی دچار آسیب می‌شوند و کاهش تولید گیاهی در این مناطق یکی از صدمات ناشی از بروز دوره خشک در آن‌ها است. درمنه‌زارهای استان اصفهان با بیش از ۳۳۹۰۰۰۰ هکتار بیش از ۵۰ درصد سطح مراتع این استان را تشکیل داده‌اند که نوسانات بارش در سال‌های مختلف و بروز سال‌های خشک و مرطوب مقدار تولید گیاهان مختلف را در این مراتع

یک خشکسالی را تشخیص داد. لذا با محاسبه شاخص‌های خشکسالی و ارتباط آن‌ها با تولید مراتع، پیش‌بینی و ارزیابی اثرات خشکسالی بر مراتع امکان‌پذیر می‌باشد که این امر به مدیریت بهتر در زمینه کاهش خسارات ناشی از این پدیده‌ی طبیعی کمک می‌کند.

جدول ۶- نتایج همبستگی پیرسون شاخص درصد تفاضل بارش با تولید مراتع در دوره آماری ۱۳۸۶-۱۳۷۷

نام مرتع	نتایج همبستگی	تفاضل بارش ۳	تفاضل بارش ۵	تفاضل بارش ۸	تفاضل بارش ۱۲
مقدار همبستگی پیرسون	۰/۸۶۷**	۰/۷۷۰**	۰/۶۹۱*	۰/۷۰۳*	
ضریب معنی‌داری (دو دامنه)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۲۷	۰/۰۲۳	
تعداد	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	
مقدار همبستگی پیرسون	۰/۴۷۸	۰/۲۸۳	۰/۱۱۵	۰/۱۱۳	
ضریب معنی‌داری (دو دامنه)	۰/۱۶۲	۰/۴۲۹	۰/۷۵۳	۰/۷۵۶	
تعداد	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	
مقدار همبستگی پیرسون	۰/۶۵۱	۰/۶۴۸	۰/۶۷۶	۰/۶۶۸	
ضریب معنی‌داری (دو دامنه)	۰/۱۱۳	۰/۱۱۵	۰/۰۹۶	۰/۱۰۱	
تعداد	۷	۷	۷	۷	

** همبستگی در سطح یک درصد معنی‌داری است و * همبستگی در سطح پنج درصد معنی‌داری است.

جدول ۷- نتایج همبستگی پیرسون شاخص SIAP با تولید مراتع در دوره‌ی آماری ۱۳۸۶-۱۳۷۷

نام مرتع	نتایج همبستگی	SIAP
مقدار همبستگی پیرسون	۰/۷۰۳*	
ضریب معنی‌داری (دو دامنه)	۰/۰۲۳	
تعداد	۱۰	
مقدار همبستگی پیرسون	۰/۱۱۳	
ضریب معنی‌داری (دو دامنه)	۰/۷۵۶	
تعداد	۱۰	
مقدار همبستگی پیرسون	۰/۶۷۵	
ضریب معنی‌داری (دو دامنه)	۰/۰۹۶	
تعداد	۷	

* همبستگی در سطح پنج درصد معنی‌داری است.

پرداخته شد. در حالت کلی تولید گیاهان مرتعی یک‌ساله و نیز فرم رویشی گراس نسبت به فرم رویشی بوته‌ای بیشتر تحت تاثیر تغییرات بارش است. زیرا بوته‌ای‌ها بر خلاف گیاهان یک‌ساله و گراس‌ها دارای سیستم ریشه‌ای عمیق‌اند و می‌توانند آب را از اعماق خاک جذب نمایند (Mesdaghi, ۲۰۰۳).

اما مشخصات فیزیکی خاک در مراتع مورد مطالعه نشان می‌دهد که عمق خاک کم است و لایه محدود کننده در عمق کمی از سطح زمین قرار دارد. همین امر سبب شده که در مرتع موته با وجود آن که ۹۶ درصد از پوشش گیاهی آن را بوته‌ای‌ها تشکیل داده‌اند، تولید با تغییرات بارش-به‌ویژه بارش بهاره

در این مطالعه نیز با توجه به فصل بهره‌برداری از مراتع که ابتدای خرداد ماه می‌باشد، بازه‌های زمانی به گونه‌ای انتخاب شدند که میزان تولید مراتع را به خوبی بیان نمایند که این برآورد، به مدیریت بهینه در زمینه علوفه تولیدی مراتع کمک نموده و می‌تواند به‌عنوان ابزاری موثر در اختیار مدیران اجرایی منابع طبیعی قرار گیرد. در بررسی ارتباط شاخص‌های مختلف و تولید سه سایت مرتعی با تیپ درمنه دشتی در استان اصفهان که در این تحقیق به آن پرداخته شد، مشاهده شد که تنها در مرتع موته بین این دو متغیر همبستگی وجود داشت. برای بررسی علت این امر به مطالعه شرایط موجود در سه مرتع مورد مطالعه

گیاهان و تولید آن‌ها در این مرتع دچار مشکل است. از طرفی نتایج به‌دست آمده از مطالعه خاک مرتع گردنه شادیان نیز نشان می‌دهد که بافت خاک سنگین می‌باشد که برای رویش گیاه درمنه دشتی، زیاد مناسب نیست. برای تعیین مناسب‌ترین شاخص نیز از دید تولید گیاه درمنه دشتی در استان اصفهان، به بررسی نتایج به‌دست آمده از مقادیر همبستگی پرداخته شد. در نهایت شاخص‌های درصد تفاضل بارش در بازه سه ماهه با مقدار $0.867/RAI3$ با مقدار $0.863/SPI3$ و 0.802 به ترتیب به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها شناخته شدند و بازه سه ماهه یا همان بارندگی در فصل رویش گیاهان مراتع، موثرترین بازه زمانی تعیین شد.

لازم به ذکر است که شاخص درصد تفاضل بارش، پیش از این چندان مورد توجه قرار نگرفته بود. همچنین در بازه ۱۲ ماهه (سالانه) شاخص SPI نسبت به سه شاخص دیگر دارای همبستگی بالاتری می‌باشد. اما با توجه به اختلاف کم با شاخص معیار بارندگی سالانه و ساده‌تر بودن محاسبه آن شاخص، به نظر می‌رسد که برای مطالعه تولید مرتع در بازه زمانی طولانی‌تر، شاخص SIAP مناسب‌تر است. لازم به ذکر است که در این تحقیق به‌دلیل محدودیت‌های آماری، تنها به بررسی ارتباط شاخص‌های خشکسالی و تولید در یک تیپ مرتعی پرداخته شد. لذا پیشنهاد می‌شود که ارتباط شاخص‌ها بر روی تولید گونه‌ای بررسی شود. همچنین، می‌توان به مطالعه تعداد شاخص‌های بیشتر و با پارامترهای مورد نیاز متنوع‌تری پرداخت و در نهایت با بررسی‌های بیشتر بر روی انواع گونه‌های مرتعی و در نظر گرفتن اثر عوامل اقلیمی مختلف، شاخص‌های جدیدی برای مناطق مختلف آب و هوایی ارائه نمود.

(بازه سه ماهه) - مرتبط باشد. همچنین، نتایج تحلیل عاملی عوامل اقلیمی موثر بر روی پراکنش گیاه درمنه بر اساس مطالعات Yaghmaei (۲۰۰۸)، نشان داد که عامل بارش در تیپ مرتعی درمنه دشتی، تاثیرگذارترین عامل می‌باشد و چون پارامتر مورد نیاز در شاخص‌های مورد استفاده در این تحقیق نیز بارندگی است، تغییرات تولید و شاخص‌های خشکسالی هواشناسی مورد مطالعه از هماهنگی خوبی برخوردار هستند.

از طرفی مطالعه Borhani (۲۰۱۲)، بر روی اثر بافت خاک بر تولید گونه درمنه دشتی نشان داده که تولید این گیاه در مناطق با بافت سنگین خاک، کمتر از تولید در مراتع با بافت سبک‌تر می‌باشد. در مرتع موته ۹۰ درصد پوشش گیاهی را درمنه دشتی تشکیل داده است و مشخصات فیزیکی خاک آن نیز نشان می‌دهد که این مرتع دارای بافت خاک سبک است. این عوامل می‌توانند توجیهی برای وجود همبستگی بین تولید و شاخص‌های خشکسالی هواشناسی در این مرتع باشند. علت عدم وجود همبستگی میان تولید و شاخص‌ها در مرتع چرمشهر و گردنه شادیان را می‌توان در نتایج مطالعه خاک این مراتع جست و جو نمود. به‌طور کلی در مراتع با خاک حاصلخیز تاثیر بارش به‌دلیل نفوذ بهتر در خاک و حفظ رطوبت آن، بر روی پوشش گیاهی کاملاً محسوس می‌باشد. در حالی که در مراتع ضعیف سهم قابل توجهی از نزولات آسمانی به هرزآب تبدیل شده و عملاً نقش زیادی بر روی تولید مراتع ندارد.

بر اساس نتایج مطالعه Borhani (۲۰۱۲) نیز، بافت خاک مرتع چرمشهر از نظر مقدار کربن آلی و ازت فقیر است و با وجود فرسایش‌های بادی و آبی، خاک مرتع در وضعیت ضعیف قرار دارد. بنابراین رشد

منابع مورد استفاده

1. Alatis, M.O. and O. Bimpe. 2007. Evaluation of drought from rainfall data for Lokoja. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, 10(1)#05. Available Online: <http://www.ejpau.media.pl/volume10/issue1/art-05.html>.
2. Azarakhshi, M. 2008. Determination of the best drought index in arid and semiarid regions considering forage production; in Ghom, Markazi and Ilam Provinces. The PhD Thesis, Natural Resources Faculty, Tehran University, 165 pages (in Persian).
3. Borhani, M. 2012. The report on research project to evaluate rang lands in different climatic regions in Esfahan province. Isfahan Research Center for Agriculture and Natural Resources (in Persian).
4. Borna, R., F. Azimi and N. Saeedi. 2010. The study of PN, SIAP and RAI drought indexes in Khuzestan Province (in Abadan and Dezful Station). Journal of Natural Geography, 9: 77-88.

5. Cipriotti, P.A., P. Flambaum, O.E. Sala and M.R. Aguiar. 2008. Does drought control emergence and survival of grass seedling in semi-arid rangeland? An example white a Patagonian species. *Journal of Arid Environments*, 72: 162-174.
6. Ensafi Moghaddam, T. 2007. Evaluation of some climatic drought indexes and determine the best index in the Salt Lake basin. *Research of Range and Desert*, 2: 271-288 (in Persian).
7. Hänsel. S. and J. Matschullat. 2003. Drought in a changing climate: Saxon dry periods. *Interdisciplinary Environmental Research Centre, Brennhausgass, Germany*.
8. Hayes, M.J., M.D. Svoboda, D.A. Wilhite and O.V. Vanyarkho. 1999. Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80: 429-438.
9. Karimi, V., M. Habibnejad and A. Janabkar. 2010. Assessment of the meteorological drought indices in Mazandaran Stations. *The Journal of Irrigation and Water Engineering*, 5: 15-95.
10. Khodagholi, M. 2008. The study and classification of droughts in Esfahan province by standardized precipitation index. Final Report of Department of Natural Resources and Water Engineering, Isfahan Province (in Persian).
11. Khodagholi, M., S. Soltani, A.R. Mirsaidi, A.H. Mahmudzade, F. Shirvani and N. Ghazanfarfur. 2009. The study of drought in Esfahan province in 3, 5 and 8 month period of time with SPI Index (the year 2007-2008). The 2nd National Conference on Drought Management Strategies, Agricultural and Natural Resources Center and Research Center of Disaster Task Force in Esfahan Province (in Persian).
12. Mesdaghi, M. 2003. Range management in Iran. *Astane Ghodse Razavi Publication*, 326 pages (in Persian)
13. Yu, M., Q. Li, M. Hayes, M. Svoboda and R. Heim. 2013. Are droughts becoming more frequent of severe in China based on the standardized precipitation evapotranspiration index: 1951-2010? *International Journal of Climatology*, online version of record published before inclusion in an issue.
14. Montazeri, M. 2008. Identification of drought routing in Zayanderood Basin. *Journal of Geographical Research*, 87: 125-144 (in Persian).
15. Noori, Gh.R., M. Khosravi, R. Javdani and S. Karimi. 2010. Determine the relationship between drought and forage production in Sistan and Baluchestan Province during 1991-2007 years, case study: Iranshahr city. 4th International Congress of the Islamic World Geographers, Zahedan (in Persian).
16. Piri, H. and H. Ansari. 2013. The evaluation of Sistan plains drought and its effect on Hamun wetland. *Journal of Wetland*, 15: 63-74 (in Persian).
17. Prasad, A.K., S. Sarker, R.P. Singh and M. Kafatos. 2007. Inter-annual variability of vegetation cover and rainfall over India. *Advances in Space Research*, 39(1): 79-87.
18. Ramezani Etedali, H., M. Liyaghat, M. Parsinejad and Mojtaba Ramezani Etedali. 2012. Drought assessment based on soil moisture in Ghazvin Station. *Water Research in Agricultural*, 26: 83-93.
19. Sun, L., S. Mitchell and A. Davidson. 2012. Multiple drought indices for agricultural drought risk assessment on the Canada prairies. *International Journal of Climatology*, 11: 1628-1639.
20. Yaghmaii, L., S. Soltani and M. Khodagholi. 2008. Effect of climatic factors on the development of *Artemisia sieberi* and *Artemisia aucheri* in Isfahan Province using multivariate statistical methods. *Water and Soil Sciences Journal*, 44: 359-371 (in Persian).

Investigation and analyzing the production of *Artemisia* rangelands base on meteorological drought index, case study: Isfahan Province

Bahare Shirani¹, Morteza Khodagholi^{*2} and Majid Montazeri³

¹ MSc, Faculty of Human Science, Najafabad Unit, Islamic Azad University, Iran, ² Associate Professor, Watershed Management Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran and ³ Assistant Professor, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Iran

Received: 06 May 2015

Accepted: 02 November 2015

Abstract

Among the widespread studies have made on drought, rangelands drought has just received little attention. This study investigates the effect of drought on rangelands of Isfahan province. For this, Standardized Precipitation Index (SPI), Rainfall Anomaly Index (RAI), Percentage of difference between the measured rainfall and Statistical Index Annual Precipitation (SIAP) were assessed in different time periods and their relation with these type of rangelands production in Isfahan province were studied. In this study, the monthly precipitation data in Esfahan, Meyme and Shahreza stations and forage production data in Charmshahr, Moote, Gardaneshadian rangelands in the period 1998-2007 were used. To investigate the relationship between indices and pastures production, the Pearson correlation was used. The results showed that only in Moote pasture, there were significant relationship and in the other pastures due to the special conditions, there was no correlation between these two variables. The results indicate that effect of time periods were more than effect of indexes and spring rains have the greatest effect on the production of rangelands with *Artemisia sieberi* type in Isfahan province. Finally, the percentage of difference between rainfall in the range 3 month with 0.867 and then RAI 3 with 0.863 and SPI 3 with 0.802 were determined as the most appropriate index of drought.

Keywords: *Artemisia sieberi*, Forage production, Pasture, Rain fall, SPI

* Corresponding author: m_khodagholi@yahoo.com