بررسی تغییرات تولید مراتع استپی استان اصفهان با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده

زهرا جابرالانصار[1]، کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
مرتضی خداقلی، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
مسعود برهانی، مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
حسین ارزانی، استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۸/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۲/۱۲

چکیده

اکوسیستم‌های مرتعی در مناطق خشک، زیست‌بوم‌های حساس و شکننده‌ای هستند که در برابر عوامل مختلف از جمله تغییرات اقلیمی به‌ویژه بارندگی، به‌سادگی در معرض تخریب قرار می‌گیرند. در چنین شرایطی وقوع خشک‌سالی‌ها در عرصه‌های منابع طبیعی همواره قابل انتظار می‌باشد. در این پژوهش ارتباط بین تولید گونه‌های مرتعی و تغییرات زمانی و کمی بارش مورد بررسی قرار گرفت. به‌طوری که تولید مراتع در یک دوره آماری ۱۰ساله (۱۳۸۷- ۱۳۷۷) در اقلیم رویشی استپی استان اصفهان (علویجه، موته، کلهرود و گردنه شادیان) با استفاده از نمایه استاندارد بارش (*SPI*) و ارتباط شاخص خشک‌سالی در مقیاس‌های زمانی سه، پنج و هشت‌ماهه با تولید ۱۰ساله مراتع استپی اصفهان مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس جدول تجزیه واریانس و ماتریس هم‌بستگی بین عوامل تولید و شاخص *SPI* تشکیل شد. نتایج نشان داد که شدیدترین خشک‌سالی در سال ۱۳۸۷ و تقریباً هم‌زمان با کم‌ترین تولید در مراتع استپی اتفاق افتاده است. هماهنگی و مطابقت بین منحنی‌های میزان تولید و شاخص *SPI* در مراتع مورد مطالعه مشاهده شد، به‌طوری که در بیش‌تر موارد حداکثر و حداقل تولید هم‌زمان با بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار شاخص *SPI* اتفاق افتاده بود. هم‌چنین، نتایج حاصل از ماتریس هم‌بستگی بین عوامل مذکور حاکی از آن است که تولید مراتع با شاخص استاندارد بارش در سه مقیاس زمانی با ضرایب بیش از ۶۳ درصد و در سطح احتمال یک و پنج درصد هم‌بستگی دارد. با توجه به تأثیرپذیری تولید مراتع مورد بررسی از بارش بهاره و هم‌چنین، عمق خاک کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر، شاخص *SPI* با بازه زمانی سه‌ماهه به‌منظور ارزیابی خشک‌سالی در مراتع توصیه شد.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، تولید علوفه، خشک‌سالی، مناطق خشک، *SPI*

مقدمه

قرارگیری ایران در مجاورت کمربند پرفشار جنب حاره علاوه بر کاهش بارش نسبت به‌سایر مناطق کره زمین باعث تغییرات بسیار زیاد بارش طی سال‌های مختلف شده است. در چنین شرایطی وقوع خشک‌سالی‌ها در این مناطق همواره قابل انتظار می‌باشد. اقلیم رویشی استپی حدود ۳۶ درصد از سطح استان را پوشش می‌دهد و در مناطق مرکزی با بارندگی سالیانه ۱۰۰ تا ۲۳۰ میلی‌متر گسترش دارد و گونه غالب آن درمنه دشتی است (شفقی، ۱۳۸۱). یکی از

[1] نویسنده مسئول zahra_j57@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مهم‌ترین مشکلات کارشناسان اجرا و بهره‌برداران این عرصه وسیع، تغییرات شدید تولید ناشی از تغییرات بارش سالانه و نیز نامشخص بودن تولید مراتع قبل از شروع فصل چرا می‌باشد. با توجه به در دست‌رس بودن اطلاعات هواشناسی (بارش) ایستگاه‌های سینوپتیک و حتی بسیاری از شاخص‌های تعیین خشک‌سالی اگر به طریقی بتوان تاثیر سال‌های با خشکی غیر متعارف (خشک‌سالی‌های شدید و بسیار شدید) را بر تولید مراتع مورد ارزیابی و پیش‌بینی قرار داد، مقابله با خشک‌سالی و کاهش اثرات مخرب آن بر تولید مراتع و جوامع محلی بهره‌بردار امکان‌پذیر می‌شود.

ایران در طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۷ با شدیدترین خشک‌سالی‌ها در ۴۰ سال اخیر مواجه بوده است، در نتیجه میزان تولید مراتع به‌طور چشم‌گیری در بسیاری از مناطق کاهش یافته است. در خشک‌سالی‌های شدید و طولانی، چرای سنگین مراتع منجر به تغییر گونه‌های گیاهی خوب به‌سمت گونه‌های گیاهی مهاجم و غیرعلوفه‌ای با عمق ریشه کم می‌شود (Thomas و Taylor، ۱۹۹۹). احسانی (۱۳۸۶) ارتباط و هم‌بستگی مهم‌ترین شاخص‌های اقلیمی اثرگذار بر تولید مرتع را جهت ارائه مدلی برای تخمین تولید مرتع با استفاده از اطلاعات آب و هوایی در مراتع استپی استان مرکزی مطالعه نموده و اعلام نموده که تولید گونه‌های درمنه، یال اسبی، خارگونی و علف شور با بارندگی فصل رویش به‌علاوه دو ماه قبل از آن هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار دارد.

تغییرات میزان تولید علوفه در مراتع به‌دلیل نوسانات بارندگی اجتناب ناپذیر است. علیزاده و مهدوی (۱۳۸۳) در بررسی تأثیر نوسان بارندگی بر وضعیت و ظرفیت مراتع در استان‌های یزد و سیستان و بلوچستان به این نتیجه رسیدند که در این مناطق تولید و ظرفیت مرتع در حداکثر بارندگی تا سه برابر میانگین و در حداقل بارندگی تا یک سوم میانگین نوسان داشته است. Rauzi (۱۹۶۴) و Shiflet و Harland (۱۹۷۴) بر هم‌بستگی بین تولید کل گونه‌های گراس مورد مطالعه با بارش فصول بهار و تابستان تاکید نمودند. Hart و Samuel (۱۹۸۵) نشان دادند که بین تولید گراس‌ها و بارش نزدیک به فصل رویش در خاک‌های شنی هم‌بستگی خوبی وجود دارد. به‌طوری که ضریب هم‌بستگی بین تولید گراس‌ها و بارندگی ماه‌های مارس تا آوریل برابر با ۰/۸۶ و ضریب هم‌بستگی بین تولید با بارندگی ماه‌های مارس تا آوریل به‌اضافه می تا آگوست برابر با ۰/۹۵ است که در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. این در حالی است که در خاک‌های دارای بافت لومی بارش‌های نزدیک به فصل رویش دارای اهمیت کم‌تری است و بخش عمده تغییرات تولید گیاهان از تفاوت در ظرفیت نگه‌داری آب می‌باشد که خود از نوع بافت خاک و عمق افق‌های آن هم‌چنین، تفاوت در جوامع گیاهی منطقه ناشی می‌شود (Hart و Samuel، ۱۹۸۵). Ned و Trlica (۱۹۸۰) در بررسی تأثیر اقلیم بر روی تولید سالانه تعدادی از گیاهان بوته‌ای بر وجود ارتباط معنی‌داری در سطح اطمینان پنج درصد بین تولید گیاهان بوته‌ای با بارش فصل بهار تاکید نمودند (Ned و Trlica، ۱۹۸۰).

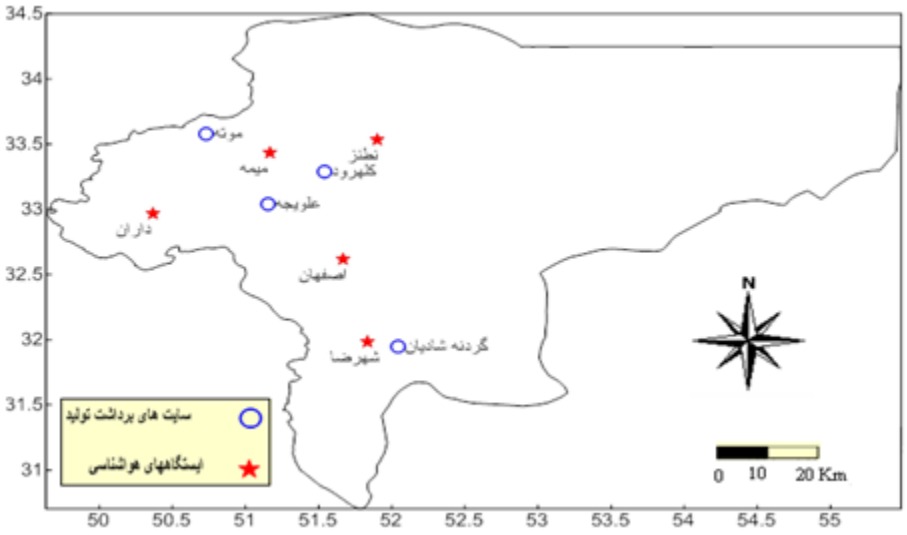
Sala و همکاران (۱۹۸۸) در بررسی تأثیر بارش بر تولید در ارتباط با خاک نشان دادند که در مناطق دارای بارش کم‌تر از ۳۷۰ میلی‌متر، خاک‌های شنی دارای تولید بیش‌تری از خاک‌های لومی بودند. یکی از راه‌کارهای پیش از وقوع بحران خشک‌سالی، سیاست‌گذاری استراتژیک در پیش‌بینی خشک‌سالی می‌باشد. پایش خشک‌سالی یکی از کارهای ضروری برای مدیریت ریسک خشک‌سالی است. این امر معمولاً با استفاده از شاخص‌های مختلف اقلیمی که عمدتا تابعی از بارش یا سایر متغیرهای هیدرومتئورولوژیکی است، محقق می‌شود (Illius و همکاران، ۱۹۹۸؛ Sommer، ۱۹۹۸). مطالعات زیادی در زمینه استفاده از شاخص *SPI* برای ارزیابی خشک‌سالی در دنیا و نیز در کشور ایران انجام شده است. Mckee و همکاران (۱۹۹۳) برای اولین بار نمایه بارش استاندارد را در ایالت کلرادو آمریکا به‌کار بردند و دریافتند که توزیع گاما، مناسب‌ترین توزیع می‌باشد. Komuscu (۱۹۹۹) با محاسبه مقادیر *SPI* در بازه‌های زمانی سه، شش، ۱۲ و ۲۴ماهه نشان داد که در مقیاس‌های زمانی طولانی‌تر، دوره‌های خشک تکرار کم‌تری داشته و زمان بیش‌تری پایدار می‌مانند (Komuscu، ۱۹۹۹).

www.SID.ir

آذرخشی (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای در استان‌های قم و مرکزی برای ارزیابی خشک‌سالی در مراتع، شاخص‌های پالمر، بارش موثر روزانه و شاخص *SPI* با پایه زمانی سه‌ماهه را توصیه نموده است. خداقلی (۱۳۸۷) در گزارش بررسی و پهنه‌بندی خشک‌سالی‌های استان اصفهان با شاخص بارش استاندارد بازه سه‌ماهه مختوم به ماه اردیبهشت را برای ارزیابی خشک‌سالی مرتعی معرفی نموده است. از آن‌جایی که ارتباط بین تولید مراتع و شاخص‌های اقلیمی در استان اصفهان انجام نشده و پیش‌بینی خشک‌سالی با استفاده از شاخص استاندارد بارش ضروری به‌نظر می‌رسد، هدف از انجام این پژوهش بررسی تغییرات تولید مراتع استپی استان اصفهان با استفاده از شاخص استاندارد بارش و تعیین مناسب‌ترین بازه به‌منظور پیش‌بینی خشک‌سالی در مناطق مورد بررسی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد تحقیق: تحقیق حاضر در چهار منطقه علویجه، موته، کلهرود و گردنه شادیان واقع در مراتع استپی استان اصفهان جهت ارزیابی دقیق تولید و ارتباط آن با خشک‌سالی از طریق شاخص *SPI* انجام شد. موقعیت جغرافیایی و تیپ‌های گیاهی هر منطقه به‌ترتیب در شکل ۱ و جدول ۱ مشاهده می‌شود.



شکل ۱- موقعیت مکان‌های برداشت تولید و ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه

جدول ۱- مناطق انتخاب شده و تیپ‌های گیاهی موجود در آن‌ها در مراتع استپی استان اصفهان

ردیف	نام منطقه	مختصات منطقه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	تیپ گیاهی
۱	علویجه	۵۱° ۹' ۱۴"E ۳۳°۰۲' ۲۴"N	۱۶۰۰	Artemisia sieberi- Anabasis aphylla
۲	موته	۵۰° ۴۳' ۴۹"E ۳۳ °۳۴' ۴۲"N	۱۷۴۰	Artemisia sieberi
۳	کلهرود	۵۱° ۳۲' ۲۵"E ۳۳°۱۷' ۹"N	۱۸۹۵	Artemisia sieberi
۴	گردنه شادیان	۵۲° ۲' ۳۴"E ۳۱°۰۵۶' ۵۱"N	۱۸۷۰	Artemisia sieberi

www.SID.ir

روش تحقیق: داده‌برداری در مکان‌های مورد مطالعه در طول ۱۰ سال بین سال‌های ۱۳۷۷ تـا ۱۳۸۷ در قالـب طـرح تحقیقاتی ارزیابی مراتع مناطق مختلف آب و هوایی استان اصفهان انجام گرفت. جهت برآورد تولید، داده‌برداری در هـر مکان در چهار ترانسکت موازی به طول ۴۰۰ متر و به‌فواصل ۱۰۰ متر از یک‌دیگر انجام شد. در طول هر ترانسـکت ۱۵ پلات ۱×۲ متر و در مجموع در هر مکان ۶۰ پلات مستقر شد. در هر مکان هر ساله تولید به‌روش نمونه‌گیـری مضـاعف در زمان آمادگی مرتع اندازه‌گیری شد (برهانی و همکاران، ۱۳۸۸).

محاسبه شاخص بارش استاندارد: شاخص بارش استاندارد به‌وسیله Mckee و همکاران (۱۹۹۳) بـه‌منظـور تعیـین و پایش خشک‌سالی ارائه شد. این شاخص از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$SPI = \frac{Pi - \bar{P}}{S} \qquad (۱)$$

که در آن، SPI شاخص بارش استاندارد، Pi مقدار بارش در دوره مورد نظر، $\bar{p}$ میانگین دراز مدت بارش برای دوره آماری مورد نظر و S انحراف معیار مقادیر بارش است.

برخی از متخصصین مانند لشنی‌زند و تلوری (۱۳۸۳) معتقدند که چون طبقه‌بندی Mckee و همکاران برای تعیین و پایش خشک‌سالی در منطقه کلرادو انجام شده است، بنابراین باید متناسب با ویژگی‌های اقلیمی و رژیم بارش برای هر منطقه طبقه‌بندی خاصی انتخاب کرد. با توجه به موقعیت خشک و نیمه‌خشک استان، طبقه‌بندی موجود در جدول ۲ که تغییرات بارش را در محدوده ۱ تا ۱- با دقت بیش‌تری نشان می‌دهد و یک طبقه نسبت به طبقه‌بندی Mckee اضافه شده است، انتخاب شد.

جدول ۲- طبقه‌بندی خشک‌سالی برای مقادیر SPI

طبقه	ترسالی خیلی شدید	ترسالی شدید	ترسالی متوسط	ترسالی خفیف	نرمال	خشک‌سالی خفیف	خشک‌سالی متوسط	خشک‌سالی شدید	خشک‌سالی خیلی شدید
مقادیر SPI	>۲	۱/۵ تا ۱/۹۹	۱ تا ۱/۴۹	۰/۵ تا ۰/۹۹	-۰/۴۹ تا ۰/۴۹	-۰/۵ تا -۰/۹۹	-۱ تا -۱/۴۹	-۱/۵ تا -۱/۹۹	<-۲

در این پژوهش برای مناطق علویجه و گردنه شادیان به‌ترتیـب از آمـار بارنـدگی ماهانـه ایسـتگاه‌هـای سـینوپتیک اصفهان و کلیماتولوژی ورزنه و برای مناطق موته و کلهرود از داده‌های بارش ماهانه ایستگاه سینوپتیک میمـه اسـتفاده شد. سپس مقادیر SPI برای هر ایستگاه طی دوره آماری ۱۹۷۰ تـا ۲۰۰۸ مـیلادی (۱۳۸۷-۱۳۴۹) و در سـه مقیـاس زمانی سه، پنج و هشت‌ماهه مختوم به ماه می محاسبه شد. بازه‌های زمانی به‌ترتیب عبارت از ماه‌هـای مـارس، آوریـل و می (بهار)، سه ماه مذکور به‌علاوه ژانویه و فوریه (زمستان) و پنج ماه قبلی به‌علاوه سپتامبر، اکتبر و نوامبر (پائیز) بودند. پس از محاسبه مقادیر SPI، براساس جدول ۲ وضعیت‌های خشک‌سالی و ترسالی با شدت‌های مختلف از بسـیار شـدید تا خفیف استخراج شد. سپس فراوانی نسبی خشک‌سالی نیز مورد بررسی قرار گرفت و نه وضعیت SPI در بازه‌های سـه، پنج و هشت‌ماهه براساس جدول ۲ تعیین شد.

تجزیه و تحلیل‌های آماری: پس از تعیین داده‌های مربوط به تولید و هم‌چنین، محاسبه مقـادیر SPI در مقیـاس‌هـای سه، پنج و هشت‌ماهه تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و جدول تجزیه واریانس شامل عوامل تولید و مقادیر SPI تشکیل و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن در مکان‌های مورد مطالعـه انجـام شـد. هم‌چنین، ماتریس هم‌بستگی بین عوامل تولید و SPI تشکیل شد.

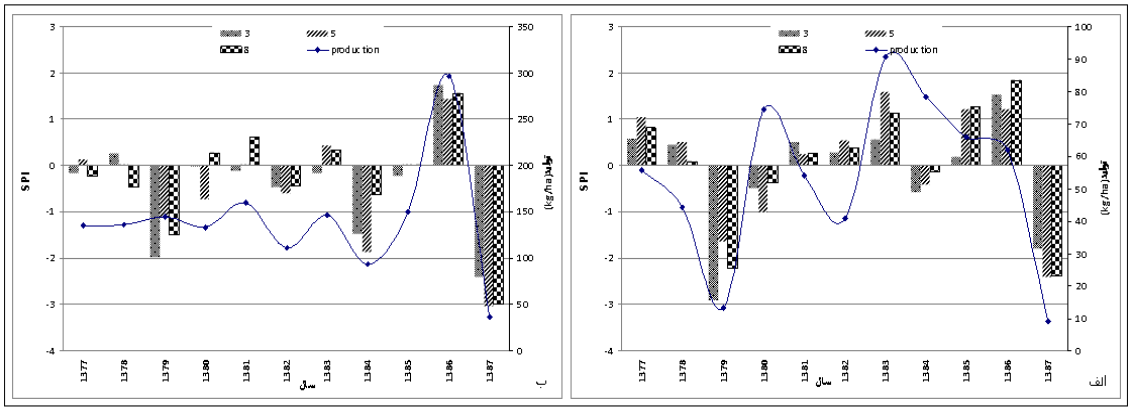
www.SID.ir

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تعیین تولید مراتع استپی استان اصفهان در طول دوره آماری ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۷ و ارتباط آن با نتایج به‌دست آمده از شاخص استاندارد بارش به‌تفکیک مکان‌های مختلف به قرار زیر می‌باشد.

مراتع علویجه: بررسی تولید مراتع علویجه در طی ۱۰ سال (۱۳۸۷-۱۳۷۷) و مقایسه با تغییرات *SPI* مطابق با شکل ۲ مبین آن است که در مقیاس سه‌ماهه شدیدترین خشک‌سالی با *SPI* برابر با ۲/۹۲- در سال ۱۳۷۹ و شدیدترین ترسالی مربوط به سال ۱۳۸۶ با *SPI* برابر با ۱/۵۳ بوده است. در طول این دوره آماری، کم‌ترین تولید مربوط به سال ۱۳۸۷ به‌میزان ۸/۹۸ کیلوگرم در هکتار و بیش‌ترین تولید در سال ۱۳۸۳ به‌میزان ۹۰/۷۳ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است. براساس *SPI* با بازه سه‌ماهه در سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۳ به‌ترتیب خشک‌سالی شدید و ترسالی خفیف اتفاق افتاده است. در مقیاس پنج‌ماهه شدیدترین خشک‌سالی با *SPI* برابر با ۲/۴۲- در سال ۱۳۸۷ هم‌زمان با کم‌ترین تولید (۸/۹۸ کیلوگرم در هکتار) و شدیدترین ترسالی مربوط به سال ۱۳۸۳ با *SPI* برابر با ۱/۵۹ هم‌زمان با بیش‌ترین تولید مرتع (۹۰/۷۳ کیلوگرم در هکتار) اتفاق افتاده است. در مقیاس هشت‌ماهه شدیدترین خشک‌سالی مربوط به سال ۱۳۸۷ و با *SPI* برابر با ۲/۳۸- بوده و کم‌ترین تولید مرتع نیز در همین سال برآورد شده است. بیش‌ترین تولید مرتع در سال ۱۳۸۳ برآورد شده است که براساس شاخص مذکور ترسالی متوسط رخ داده است (شکل ۲- الف).

مراتع گردنه شادیان: تولید گردنه شادیان در طی ۱۰ سال (۱۳۸۷-۱۳۷۷) اندازه‌گیری شد. در طول این دوره آماری کم‌ترین تولید مربوط به سال ۱۳۸۷ و برابر با ۳۶/۳۵ کیلوگرم در هکتار بود. براساس مقدار *SPI* در مقیاس‌های زمانی سه، پنج و هشت‌ماهه در سال ۱۳۸۷ خشک‌سالی خیلی شدید رخ داده است. بیش‌ترین تولید مرتع مربوط به سال ۱۳۸۶ و برابر با ۲۹۶/۸۳ کیلوگرم در هکتار برآورد شد که در بازه‌های زمانی سه و هشت‌ماهه *SPI* نشان‌دهنده ترسالی شدید و در بازه پنج‌ماهه نشان‌دهنده ترسالی متوسط بوده است. نتایج حاصل از تولید در دوره آماری با نتایج حاصل از تغییرات *SPI* در تمام بازه‌ها هماهنگی و مطابقت داشته است (شکل ۲- ب).



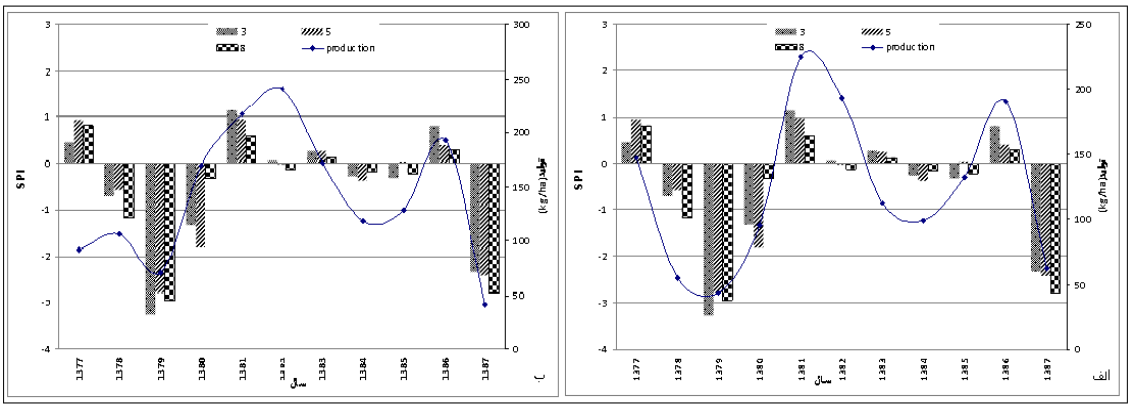
شکل ۲- تغییرات تولید و مقادیر *SPI* (سه، پنج و هشت‌ماهه) طی سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۷۷، الف- مراتع علویجه، ب- مراتع گردنه شادیان

مراتع موته: تغییرات تولید مراتع موته در طی ۱۰ سال (۱۳۸۷-۱۳۷۷) و نیز نوسانات *SPI* در شکل ۳- الف نمایش داده شده است. مطابق این شکل، در طول این دوره آماری کم‌ترین تولید مربوط به سال ۱۳۷۹ و برابر با ۴۳/۲۹ کیلوگرم در هکتار بوده است. براساس مقدار *SPI* در مقیاس‌های زمانی سه، پنج و هشت‌ماهه در سال ۱۳۷۹ خشک‌سالی خیلی شدید رخ داده است. بیش‌ترین تولید مرتع مربوط به سال ۱۳۸۱ با ۲۲۴/۵۷ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است که در هر سه بازه زمانی سه، پنج و هشت‌ماهه مقدار *SPI* به‌ترتیب نشان‌دهنده ترسالی متوسط،

www.SID.ir

خفیف و خفیف بوده است. در طول دوره آماری ۱۰ ساله برآورد تولید، بیش‌ترین تولید مرتع در مقیاس‌های زمانی سه و پنج‌ماهه هم‌زمان با بیش‌ترین مقدار شاخص *SPI* اتفاق افتاده است (شکل ۳- الف).

مراتع کلهرود: تولید مراتع کلهرود در طی ۱۰ سال (۱۳۸۷-۱۳۷۷) اندازه‌گیری شد. در طول این دوره آماری کم‌ترین تولید مربوط به سال ۱۳۸۷ با ۴۰/۷۵ کیلوگرم در هکتار بود. براساس مقدار *SPI* در مقیاس‌های زمانی سه، پنج و هشت‌ماهه در سال ۱۳۸۷ خشک‌سالی خیلی شدید رخ داده است. اما کم‌ترین مقدار *SPI* (۳/۲۷-) متعلق به سال ۱۳۷۹ بوده است. این در حالی است که تولید مرتع در سال ۱۳۷۹ پس از سال ۱۳۸۷ به‌عنوان کم‌ترین تولید در طول دوره آماری خودنمایی می‌کند. بیش‌ترین تولید مرتع مربوط به سال ۱۳۸۲ با ۲۴۱/۱۷ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است که در هر سه بازه زمانی سه، پنج و هشت‌ماهه مقدار *SPI* نشان‌دهنده وضعیت نرمال است. البته شایان ذکر است که بیش‌ترین مقدار *SPI* در بازه زمانی سه و پنج‌ماهه در سال ۱۳۸۱ رخ داده که تولید در این سال با تفاوت اندکی از تولید حداکثر در مرتبه دوم قرار گرفته است (شکل ۳- ب).



شکل ۳- تغییرات تولید و مقدار *SPI* (سه، پنج و هشت‌ماهه) طی سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۷۷، الف- مراتع موته، ب- مراتع کلهرود

تجزیه واریانس مکان‌های مورد مطالعه براساس عوامل تولید و شاخص استاندارد بارش در سه بازه زمانی نشان داد که تفاوت بین مکان‌ها از نظر تولید در سطح احتمال یک درصد و از نظر شاخص استاندارد بارش در دو مقیاس پنج و هشت‌ماهه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بوده است هم‌چنین، تفاوت بین سال‌های مورد مطالعه از لحاظ این عوامل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است (جدول ۳). معنی‌دار بودن عوامل تولید و مقادیر *SPI* در بین مکان‌ها امکان مقایسه میانگین‌ها به‌روش دانکن را میسر ساخت (جدول ۴).

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس مقدار *SPI* با بازه‌های زمانی سه، پنج و هشت‌ماهه و تولید بین سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۷۷

منابع تغییر	میانگین مربعات (مکان)	میانگین مربعات (سال)
SPI سه‌ماهه	۰/۳۱$^{n.s}$	۵/۷۹**
SPI پنج‌ماهه	۰/۸۸*	۵/۶۵**
SPI هشت‌ماهه	۰/۸۸*	۵/۷۹**
تولید	۱۸۹۲۲/۶۳**	۷۲۳۶/۸۳**

* اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد، ** اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد، ^{ns} عدم وجود اختلاف معنی‌دار

www.SID.ir

جدول ۴- مقایسه میانگین مراتع مورد مطالعه براساس عوامل تولید و مقادیر *SPI* با مقیاس‌های زمانی مختلف

مکان	*SPI* سه‌ماهه	*SPI* پنج‌ماهه	*SPI* هشت‌ماهه	تولید
علویجه	-۰/۱۶^{a}	۰/۰۷^{a}	۰/۰۶^{a}	۵۳/۵۲^{b}
	±۰/۳۸	±۰/۳۹	±۰/۴۰	±۷/۶۹
موته	-۰/۵۰^{a}	-۰/۴۹^{b}	-۰/۵۴^{b}	۱۲۳/۱۴^{a}
	±۰/۴۰	±۰/۳۹	±۰/۳۸	±۱۸/۲۶
کلهرود	-۰/۵۰^{a}	-۰/۴۹^{b}	-۰/۵۴^{b}	۱۴۰/۸۸^{a}
	±۰/۴۰	±۰/۳۹	±۰/۳۸	±۱۸/۹۰
گردنه شادیان	-۰/۴۶^{a}	-۰/۴۸^{b}	-۰/۳۱^{ab}	۱۴۰/۴۲^{a}
	±۰/۳۴	±۰/۳۶	±۰/۳۶	±۱۸/۸۲

اعداد دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح خطای پنج درصد می‌باشند

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، مکان‌های مورد مطالعه از نظر عامل *SPI* با مقیاس زمانی سه‌ماهه با یک‌دیگر تفاوت معنی‌داری ندارند. مرتع علویجه از نظر *SPI* در مقیاس زمانی پنج‌ماهه با موته و کلهرود و در مقیاس زمانی هشت‌ماهه و نیز عامل تولید با سه مرتع موته، کلهرود و گردنه شادیان تفاوت معنی‌دار نشان داده است. این در حالی است که سه مرتع موته، کلهرود و گردنه شادیان از نظر عوامل مورد بررسی با یک‌دیگر تفاوت معنی‌دار نشان ندادند. نتایج حاصل از ماتریس هم‌بستگی بین تولید و شاخص استاندارد بارش حاکی از آن است که هم‌بستگی معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین تولید مکان‌های مورد مطالعه و *SPI* با مقیاس‌های زمانی سه، پنج و هشت‌ماهه در طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۷ وجود دارد (جدول ۵).

جدول ۵- ماتریس هم‌بستگی بین عوامل تولید و *SPI* در مکان‌های استپی استان اصفهان

	SPI سه‌ماهه	*SPI* پنج‌ماهه	*SPI* هشت‌ماهه
SPI سه‌ماهه	۱		
SPI پنج‌ماهه	۰/۹۳	۱	
SPI هشت‌ماهه	۰/۹۲	۰/۹۲	۱
تولید	۰/۵۳	۰/۴۵	۰/۴۸

اعداد بزرگ‌تر یا مساوی ۰/۴۵ در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشند.

همان‌گونه که در جدول ۶ ملاحظه می‌شود در علویجه هم‌بستگی بین تولید و مقادیر *SPI* با مقیاس‌های زمانی سه و پنج‌ماهه در سطح احتمال پنج درصد و با مقیاس هشت‌ماهه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده است. در موته و گردنه شادیان هم‌بستگی بین تولید و مقدار *SPI* در هر سه بازه زمانی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است. این در حالی است که در کلهرود هم‌بستگی بین تولید و *SPI* با بازه‌های زمانی سه و هشت‌ماهه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شده است و هم‌بستگی بین تولید و *SPI* با مقیاس زمانی پنج‌ماهه معنی‌دار نشده است.

یکی از مهم‌ترین مشکلات مرتع‌داران و بهره‌برداران مراتع اقلیم رویشی استپی که بالغ بر ۳۵ درصد مساحت استان را تشکیل می‌دهند، تغییرات قابل توجه تولید از سالی به سال دیگر است. چنان‌چه بتوان قبل از فصل بهره‌برداری و یا در پایان فصل سرد میزان علوفه مراتع را برآورد کرد و در عمل مدیریت ریسک را جای‌گزین مدیریت بحران نمود، دام‌دار با آگاهی بیش‌تری با کم‌بودهای احتمالی مواجه شده و میزان خسارت به مرتع و دام‌ها نیز کاهش می‌یابد. همان‌گونه که از نمودارهای تغییرات تولید و شاخص استاندارد بارش مشخص می‌شود، هماهنگی مناسبی بین *SPI* و تولید مراتع وجود دارد و در هر سه بازه شدیدترین کاهش تولید با شدیدترین خشک‌سالی (کم‌ترین *SPI*) مطابقت دارد.

www.SID.ir

از طرفی، در مورد گیاهان بوته‌ای که دارای ریشه‌های عمیق می‌باشند، تأثیرپذیری تولید از تغییرات بارش کم‌تر از گراس‌ها و یک‌ساله‌ها است.

جدول ۶- ضرائب هم‌بستگی بین تولید و مقادیر *SPI* با بازه‌های سه، پنج و هشت‌ماهه در مکان‌های مورد مطالعه سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۷۷

مکان / عامل	*SPI* سه‌ماهه	*SPI* پنج‌ماهه	*SPI* هشت‌ماهه
علویجه	۰/۶۳ *	۰/۶۶*	۰/۷۴ **
موته	۰/۸۳ **	۰/۷۸**	۰/۷۷ **
کلهرود	۰/۶۹ *	۰/۵۷ns	۰/۶۷*
گردنه شادیان	۰/۸۳ **	۰/۸۶ **	۰/۸۲ **

* اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد، ** اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد، ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

در مکان‌های مورد مطالعه این نکته لازم به‌ذکر است که عمق کم لایه فوقانی خاک و وجود لایه محدود کننده در عمق کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متری سطح خاک، موجب عدم نفوذ ریشه‌های گیاهان بوته‌ای به اعماق می‌شود. این امر موجب محدودیت در ذخیره رطوبتی خاک می‌شود و ریشه این گیاهان در زیر سطح خاک به‌صورت افقی گسترش می‌یابند. این امر توجیه کننده رفتار جوامع مورد بررسی در مقابل تغییرات شاخص بارش استاندارد با بازه سه‌ماهه است. Ned و Trlica (۱۹۸۰) نیز بر تاثیرپذیری گونه‌های بوته‌ای از بارش بهاره تاکید نموده‌اند. تاثیر زیاد بارش‌های بهاره در تولید مراتع به‌وسیله Rauzi (۱۹۶۴)، Shiflet و Harland (۱۹۷۴) و Hart و Samuel (۱۹۸۵) اثبات شده است.

براساس جدول ۷، مرتع علویجه دارای بافت خاک سبک، موته و کلهرود دارای بافتی متوسط و گردنه شادیان دارای بافت خاک نسبتا سنگین می باشد. بنابراین مرتع علویجه از نظر عوامل شاخص استاندارد بارش و تولید با سایر مکان‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌دار نشان داده است. در مکان‌های مورد مطالعه هم‌بستگی مناسب و معنی‌داری بین شاخص استاندارد بارش در مقیاس زمانی سه‌ماهه و تولید مشاهده شد که نشان‌دهنده تاثیرپذیری تولید مراتع از بارش‌های بهاره می‌باشد. بنابراین به‌منظور پایش خشک‌سالی در مراتع و نیز ارتباط آن با تولید استفاده از شاخص استاندارد بارش با بازه سه‌ماهه پیشنهاد می‌شود.

جدول ۷- مشخصات فیزیکی و شیمیایی افق‌های خاک در مکان‌های مورد مطالعه منطقه استپی اصفهان (برهانی و همکاران، ۱۳۸۸)

ردیف	نام مکان	افق خاک	عمق (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی ($EC\times10^3$)	کربن آلی (درصد)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
		A	۰-۸	۰/۹۱	<۰/۰۱	۶۰	۲۴/۵	۱۵/۵
۱	علویجه	B	۸-۲۵	۱/۳۸	۰/۱۱	۷۰	۲۰/۵	۹/۵
		C	۲۵-۷۰	۱/۱۶	۰/۰۶	۷۲	۸/۵	۱۹/۵
		A	۰-۱۰	۱/۵۲	۰/۲۷	۳۶/۵	۴۱	۲۲/۵
۴	موته	B	۱۰-۲۵	۱/۱۶	۰/۳۰	۵۸	۲۸/۵	۱۳/۵
		C	۲۵-۴۵	۱/۷۸	۰/۱۸	۷۴	۱۴/۵	۱۱/۵
		A	۰-۸	۰/۷۹	۰/۳۲	۵۰	۳۲/۵	۱۷/۵
۵	کلهرود	B	۸-۲۵	۰/۵۷	۰/۱۳	۵۴	۱۸/۵	۲۷/۵
		C	۲۵-۵۰	۰/۷۸	۰/۰۳	۷۶	۱۰/۵	۱۳/۵
		A	۰-۱۰	۰/۷۵	۰/۲۲	۲۸/۵	۵۱/۵	۲۰
۶	گردنه شادیان	B	۱۰-۳۵	۰/۵۳	۰/۵۲	۴۲/۵	۳۷/۵	۲۰
		C	۳۵-۵۰	۰/۵۷	۰/۳۵	۵۰/۵	۲۷/۵	۲۲

www.SID.ir
Archive of SID

خداقلی (۱۳۸۷) و آذرخشی (۱۳۸۷) نیز شاخص استاندارد بارش با بازه سه‌ماهه را به‌عنوان بازه تعیین‌کننده خشک‌سالی مرتعی معرفی نمودند. Arzani (۱۹۹۴) تعادل دام و مرتع را در سه حالت بیان نموده است. هنگامی که تعداد دام متناسب با ظرفیت چرایی مرتع باشد، که حالت ایده‌آل است و زمانی که تعداد دام کم‌تر و یا بیش‌تر از ظرفیت چرا باشد. در سال‌های ترسالی دام‌دار با رغبت تعداد دام را افزایش می‌دهد، اما در شرایط خشک‌سالی زمانی تصمیم به کاهش تعداد دام می‌گیرد که هم مرتع تخریب شده و هم دام‌ها به‌دلیل بدی تغذیه دچار کاهش وزن شده‌اند. به‌منظور برآورد ظرفیت چرایی مناسب، در یک دوره ۱۰ساله تولید مرتع را اندازه‌گیری و بر پایه متوسط تولید، ظرفیت چرا محاسبه می‌شود (Arzani، ۱۹۹۴). با برآورد و محاسبه شاخص استاندارد بارش در مقیاس زمانی سه‌ماهه و نیز ظرفیت چرایی مرتع می‌توان از اثرات نامناسب خشک‌سالی در مراتع کاست.

منابع مورد استفاده

۱. احسانی، ع. ۱۳۸۶. تعیین شاخص رویشگاهی به‌منظور برآورد تولید بلند مدت مرتع در مناطق استپی ایران، مطالعه موردی: استان مرکزی. رساله دکترای رشته مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۳۰۲ صفحه.

۲. آذرخشی، م. ۱۳۸۷. تعیین مناسب‌ترین شاخص خشک‌سالی در مناطق خشک و نیمه‌خشک از دید تولید گیاهان مرتعی، مطالعه موردی: استان‌های قم، مرکزی و ایلام. رساله دکتری رشته آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۲۰۳ صفحه.

۳. برهانی، م.، ح. ارزانی، م. سعیدفر، م. خداقلی و ا. قائدی. ۱۳۸۸. ارزیابی مراتع مناطق مختلف آب و هوایی استان اصفهان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۷۴ صفحه.

۴. خداقلی، م. ۱۳۸۷. بررسی و پهنه‌بندی خشک‌سالی‌های استان اصفهان با شاخص بارش استاندارد. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان اصفهان، ۱۶۵ صفحه.

۵. شفقی، س. ۱۳۸۱. جغرافیای اصفهان. انتشارات دانشگاه اصفهان، ۶۳۳ صفحه.

۶. علیزاده، ع. و ف. مهدوی. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر نوسان بارندگی بر وضعیت و ظرفیت مراتع در مناطق خشک، مطالعه موردی: استان‌های یزد و سیستان و بلوچستان. مجموعه مقالات سومین همایش ملی مرتع و مرتع‌داری ایران، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۴۰۲-۳۸۱.

7. Arzani, H. 1994. Some aspects of estimating short and long term rangeland caring capacity. Ph.D. thesis, University of New South Wales, Australia.
8. Hart, R.H. and M.J. Samuel. 1985. Precipitation, soils and herbage production on southeast Wyoming range sites. Journal of range management, 38: 522–525.
9. Illius, A., J.F. Derry and I.J. Gordon. 1998. Evaluation of strategies for tracking climatic variation in semiarid grazing systems. Agricultural Systems, 57: 381-398.
10. Komuscu, A.U. 1999. Using the SPI to analyze spatial and temporal patterns of drought in Turkey. Issue of Drought, Network News, 11: 7-13.
11. Mckee, T.B., N.J. Doesken and J. Kleits. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, 176-184.
12. Ned F. and M.J. Trlica. 1980. Influence of climate on annual production of seven cold desert forage species. Journal of Range Management, 33(1): 35-37.
13. Rauzi, F. 1964. Late soring herbage production on short grass rangeland. Journal of Range Management, 17: 210-212.
14. Sala, O.E., W.J. Parton, L.A. Joyce and W.K. Lauenroth. 1988. Primary production of the central grassland region of the United States. Ecology, 69(1): 40-45.
15. Shiflet, T. and D. Harland. 1974. Relationship between precipitation and annual raneland herbage production in southeastern Kansas. Journal of Range Management, 27(4): 272-276.
16. Sommer, F. 1998. Pastoralism, drought early warning and response. Paper submitted to FAO electronic conference: Livestock-Coping with Drought. 43 pages.

Archive of SID

www.SID.ir