

بررسی تولید انرژی برق آبی در دوره‌های خشک و مرطوب (مطالعه موردی: سد دز در دوره زمانی 2006-1981)

اکرم هدایتی دزفولی¹، مریم حامدی²

1- عضو هیأت علمی، پژوهشکده هواشناسی

2- کارشناس نرم افزار، پژوهشکده هواشناسی

چکیده

عرضه و تقاضای انرژی در جوامع بشری به طور مداوم افزایش یافته است. به نظر می‌رسد استفاده از انرژی‌های نو و تجدید پذیر در برنامه‌های توسعه کشور گنجانده شده است. با وقوع خشکسالی هواشناسی و کاهش چشمگیر ذخائر آبی، کشور با تبعات اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی رو به رو شده که به راحتی حل و فصل نخواهد شد. از انواع انرژی‌های تجدید پذیر انرژی برق آبی است که در سطح کشور با توجه به وجود رودخانه‌ها با دبی آب مختلف امکان نصب نیروگاه‌های برق آبی بسیار زیاد است. هدف از این تحقیق پایش به هنگام خشکسالی‌های هواشناسی و مقایسه سهم تولید نیرو طی دوره‌های خشک و مرطوب است. با توجه به اهمیت این موضوع به منظور تعیین ارتباط بین دوره های خشک و مرطوب با تولید انرژی برق آبی در حوضه سد دز، رابطه بین وضعیت خشکسالی در منطقه با استفاده از شاخص SPI و تولید نیرو طی دوره آماری 1981-2006 مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد در صورت مدیریت صحیح سد دز در دوره های خشک، همبستگی خوبی بین تولید نیرو و دبی ورودی در دو حالت خشک و مرطوب وجود داشته که نشان دهنده اختلاف معنادار بین تولید نیرو در دوره‌های خشک و مرطوب در حوضه سد دز است.

کلمات کلیدی: خشکسالی، انرژی برق آبی، سد دز، شاخص SPI.

مقدمه

قابل ملاحظه‌ای تابع تغییرات اقلیمی است، چرا که نیاز به این منابع با افزایش تبخیر سطح آزاد آب در شرایط گرمتر، خشکتر و آفتابی‌تر بیشتر می‌شود. با وقوع خشکسالی هواشناسی و نیز کاهش چشمگیر ذخائر آبی، کشور با مشکلات زیست محیطی و اقتصادی رو به رو شده که برای جبران آن نیاز به برنامه‌ریزی‌های دراز مدت می‌باشد. از سویی نیاز روز افزون بشر به منابع انرژی در دهه‌های اخیر شکل تازه‌ای به خود گرفته است. به طوری که کشورهای توسعه یافته و صنعتی به منظور دستیابی به یک منبع پایان ناپذیر انرژی، استفاده از انرژی‌های نو را مورد توجه قرار داده‌اند (هدایتی دزفولی). آنها بر این باورند که انرژی‌های فسیلی علاوه بر افزایش آلودگی زیست محیطی، سرانجام روزی به پایان خواهند رسید. استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر که یکی از روش‌های کاهش و مهار بحران تقاضای انرژی کشور در

تغییر اقلیم یکی از مهمترین چالش‌های قرن جاری است. رخداد سیلاب با شدت زیاد، گرما و سرماهای بی‌موقع، خشکسالی‌ها، بالا آمدن سطح آب دریاها، کاهش ضخامت لایه ازن، گرم شدن جهانی هوا و ذوب شدن یخ‌های دائمی از جمله مواردی است که بحث تغییر اقلیم را در دهه جاری در جهان بیشتر مطرح کرده است. با توجه به گرمایش جهانی در تمام کشورها از جمله کشور ایران، شناخت تغییر اقلیم منطقه می‌تواند بسیار مفید باشد (صناعی). اثبات وقوع تغییر اقلیم در سطح جهان به سهولت امکان پذیر نیست و نیازمند بررسی‌های جامع و طولانی مدت است. هر چند روند گرمتر شدن دمای سطح زمین و افزایش غلظت گاز دی اکسید کربن تقریباً قطعی می‌باشد، سناریوهای تغییر اقلیمی در چرخه آب‌شناسی نمود کاملاً بارزی می‌یابند. در این راستا نوسان منابع آبی به شکل

مگاوات ساعت در سال، حوضه آبریز دز با 9 میلیون مگاوات ساعت در سال و حوضه آبریز کرخه با 6 میلیون مگاوات ساعت در سال بیشترین امکانات برق آبی را دارا می‌باشند و 5 میلیون مگاوات ساعت باقیمانده آن مربوط به سایر حوضه‌هاست. به هر حال وضعیت تولید برق موجود مناسب نبوده، روند کنونی در دهه آینده پاسخگویی نیاز رو به افزایش مصارف مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی به انرژی برق نخواهد بود.

با رخداد خشکسالی هواشناسی (کاهش بارش) و نیز خشکسالی آبشناختی و کاهش چشمگیر ذخائر آبی پشت سدها نیروگاه‌های برق آبی با کمبود تولید نیروی برق مواجه شده که برای جبران کمبود نیرو باید چاره‌ای اندیشید که در این صورت تبعات اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی فراوانی به وجود خواهد آمد که به راحتی حل و فصل نخواهد شد. رخداد خشکسالی‌های هواشناسی و آبشناختی از جمله چالش‌های نیروگاه‌های برق آبی به شمار می‌رود. از اینرو مطالعه و پایش خشکسالی‌ها در اینگونه از حوضه‌ها که سهم قابل توجه‌ای از پتانسیل برق آبی کشور را در بردارند از جمله ضروریات می‌باشد. پایش بهنگام خشکسالی می‌تواند در امر مدیریت بهره‌برداری از مخازن سدها کارآمد باشد. بنابراین هدف از تحقیق حاضر، پایش خشکسالی‌های هواشناسی، آبشناختی و مقایسه سهم تولید نیرو طی دوره‌های خشک و مرطوب است، تا براساس نتایج حاصل بتوان در مواقع خشکسالی سناریوهای مربوط به بهره‌برداری از مخازن اینگونه سدها را تدوین کرد. در این بررسی داده‌های ایستگاه‌های حوضه آبریز دز به کار گرفته شده است.

سال‌های آبی خواهد بود، در برنامه‌های توسعه کشور ایران نیز گنجانده شده است. یکی از موارد استفاده آب، تولید انرژی برق در نیروگاه‌های برق آبی می‌باشد. نیروگاه‌های برق آبی، در صورت مدیریت صحیح علمی ضمن برجا گذاشتن حداقل اثرات منفی زیست محیطی، تولید انرژی می‌کنند لذا می‌توانند سالم‌تر از سایر نیروگاه‌ها قلمداد گردند. تولید برق در نیروگاه‌های آبی به نحوی است که آب پشت سد ضمن عبور از توربین و تولید انرژی برق بدون تغییر در کیفیت آن، مجدداً جهت تولید انرژی برق مورد استفاده قرار می‌گیرد و این روند چندین بار اتفاق می‌افتد. سپس این آب جهت مصارف دیگر از جمله صنعت، شرب و کشاورزی بکار گرفته می‌شود. استفاده مجدد از آب پس از تولید انرژی برق در این نیروگاه‌ها یکی از مهم‌ترین و ارزش‌ترین ویژگی‌های جاری رودخانه‌های ایران است. بطور مثال بر روی رودخانه کارون تعداد زیادی سد و نیروگاه احداث شده و یا در حال مطالعه و اجرا است، از اینرو آب ورودی به اولین نیروگاه دوباره وارد سدهای پائین دست شده و می‌توان از آن برای نیروگاه‌های بعدی بهره جست. در برخی از موارد تنها هدف از ساخت سدهای بزرگ و کوچک بر روی رودخانه‌ها تولید انرژی برق آبی است، بدین جهت تامین نیاز آبی در مسیر رودخانه جهت تولید انرژی برق آبی با دبی‌های مناسب حیاتی است (حسن پور و همکاران).

ظرفیت بالقوه و عملی تولید انرژی برق آبی در ایران 50 میلیارد کیلو وات ساعت در سال است که می‌تواند 60 درصد برق مورد نیاز فعلی کشور را تأمین کند. براساس مطالعات انجام شده حوضه آبریز کارون با 30 میلیون

رودخانه ماربره و تیره در شهر درود تشکیل شده است. سد مخزنی دز بلندترین سد ایران از نوع بتنی و برق آبی است که قبل از انقلاب توسط ایتالیایی‌ها در کوه‌های زاگرس و در 25 کیلومتری شمال شرق دزفول بر رودخانه دز در استان خوزستان در سال 1341 ساخته و به بهره‌برداری رسید. این سد 125000 هکتار از اراضی پایین دست را آبیاری می‌کند و نیروگاه آن دارای قدرت 520 مگا وات می‌باشد. از دیگر اهداف این سد کنترل سیلاب‌های بالا دست آن است. اطلاعات بهره‌برداری روزانه این سد از سال 43-1342 به بعد موجود است (شکل 1).

با توجه به اهمیت موضوع سعی شده است رابطه بین وضعیت خشکسالی در کشور را با استفاده از شاخص SPI و ارتباط آن با تولید نیرو در طی دوره آماری 1981-2006 مورد مطالعه قرار گیرد.

منطقه تحقیق

دز رودخانه ای است که از زردکوه بختیاری سر چشمه می‌گیرد. این رود پس از گذشتن از شمال خوزستان و شهر دزفول در منطقه‌ای به نام گرگر در شرق شوشتر به رود کارون می‌پیوندد. دز از شاخه‌های رودخانه کارون و یکی از بزرگترین رودخانه‌های زیر حوضه کارون بزرگ است که در استان‌های لرستان و خوزستان جریان دارد و از بهم پیوستن دو



شکل شماره 1- موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی و وزارت نیرو در محدوده سد دز

مواد و روش‌ها

در این تحقیق به منظور تعیین رابطه بین وضعیت خشکسالی با استفاده از روش SPI^1 و ارتباط آن با تولید انرژی در طی یک دوره آماری، ابتدا آمار و اطلاعات میزان تولید انرژی ماهانه و مقادیر دبی ورودی و خروجی به سد در طی دوره آماری 1981-2006 از سازمان آب و برق استان خوزستان دریافت گردید. برای تعیین وضعیت خشکسالی شبکه ایستگاه‌های همدیدی، اقلیم‌شناسی و بارانسنجی مربوط به سد را انتخاب و بعد از کنترل کیفی داده‌ها، شاخص خشکسالی SPI برای ایستگاه‌های مورد نظر محاسبه شد. بر اساس محاسبات نمایه خشکسالی دوره‌های خشک و مرطوب مشخص و نتایج برای تعیین دوره‌های خشک و مرطوب و تولید نیرو تطبیق داده شد. جدول (1) مشخصات ایستگاه‌های منتخب دبی‌سنجی، همدیدی، اقلیم‌شناسی و باران‌سنجی را نشان می‌دهد.

1. Standardized Precipitation Index

جدول شماره 1- مشخصات ایستگاه‌های منتخب

ÈÍÁúā ÁwÈÈ/			a . fi	, wŋŋívyvŋ	f íòù
^a wÈÈv	Ø úΩ	‘ . μ	, wŋŋílv		
22/5	31° 20'	48° 40'	ÈöíoÈ%oo	ùv%b	1
1125	33° 29'	48° 22'	ÈöíoÈ%oo	ôŋ yúó	2
143	32° 24'	48° 23'	ÈöíoÈ%oo	‘ . ãò	3
2022	33° 24'	49° 41'	ÈöíoÈ%oo	ùò " Ív	4
320/5	31° 56'	49° 17'	ÈöíoÈ%oo	⟨ wÈÈ ⟩ öáŋ/	5
21	31° 29'	48° 26'	È . wŋŋílv	„ íóíÈ	6
63	32° 05'	48° 21'	È . wŋŋílv	„ ÁÇ Δ%oo	7
395	32° 41'	48° 14'	Èáft ‹ vŋŋ	„ íŋŋí	8
20	31° 41'	48° 41'	Èáft Èò	° öŋŋ	9
150	32° 24'	48° 24'	Èáft Èò	‘ . ãò	10
970	33° 13'	48° 53'	Èáft Èò	ÇöòóíÄ	11

معرفی کاربرد نمایه SPI در تحلیل خشکسالی

خشکسالی یکی از پدیده‌های آب و هوایی است که در صورت رخداد باعث خسارت‌های زیادی می‌شود. از راه‌های ارزیابی خشکسالی، محاسبه شاخص‌هایی است که بتوان براساس آن میزان شدت و تداوم خشکسالی را در یک منطقه تعیین نمود. SPI شاخصی است که براساس احتمال بارش برای هر بازه زمانی قابل محاسبه است و جهت ارائه هشدار اولیه در جهت ارزیابی شدت خشکسالی اهمیت زیادی دارد. این شاخص برای اولین بار توسط مک کی و همکاران جهت تعیین احتمال دوره خشکسالی توسعه یافته و برای کمی کردن کمبود بارش در بازه‌های زمانی چند گانه طراحی شده است.

شاخص فوق این امکان را می‌دهد که خشکسالی هم در مقیاس‌های زمانی کوتاه مدت نظیر رطوبت خاک و هم در مقیاس‌های دراز مدت نظیر آب‌های سطحی و آب‌های زیر زمینی پایش شود (فتاحی و همکاران). این شاخص

از اختلاف بین مقادیر بارش و میانگین آن برای یک بازه زمانی مشخص و سپس تقسیم این مقدار بر انحراف معیار بارش بدست می‌آید. مقادیر مثبت آن، مقادیر بیشتر از میانه بارندگی و مقادیر منفی آن، مقادیر کمتر از میانه بارش را نشان می‌دهد، رابطه (1) و جدول (2) به ترتیب نشان دهنده رابطه شاخص و مقادیر SPI است. ویژگی دیگر شاخص SPI این است که براساس این روش می‌توان آستانه خشکسالی را برای هر دوره زمانی تعیین کرد. بنابراین براساس این شاخص علاوه بر محاسبه شدت خشکسالی، مدت آن را نیز می‌توانیم تعیین نماییم. این شاخص برای کمی نمودن کمبود بارش در بازه‌های زمانی چندگانه طراحی شده است. برای محاسبه شاخص SPI می‌توان بارندگی ماهانه و یا مجموع بارندگی در هر بازه زمانی دلخواه (سه ماهه، شش ماهه و ...). را با استفاده از یک توزیع مناسب مانند توزیع گاما و یا پیرسون تیپ سه برازش داد (بوردي و همکاران). مفهوم SPI

میان مدت در ناحیه فوق در نظر گرفته شده است. شاخص SPI در بازه‌های فوق، دوره‌های خشک و مرطوب، سال‌های بسیار خشک و بسیار مرطوب، تداوم و تعداد دوره‌های خشک را در چهار بازه زمانی محاسبه و مقایسه شده است (هدایتی دزفولی). همان طور که در جدول (3) مشاهده می‌شود تعداد دوره‌های خشک، بیشینه تداوم دوره‌های خشک، میانگین دوره‌های خشک، انحراف از معیار دوره‌های خشک و تاریخ رخداد شدیدترین ماه خشک و تاریخ رخداد شدیدترین دوره خشک برای چند ایستگاه منتخب در بازه 12 ماهه در حوزه سد دز محاسبه شده است.

مقایسه داده‌های دبی مربوط به ایستگاه‌های دبی سنجی با داده‌های SPI

در این بررسی در گام اول نزدیکترین ایستگاه‌های دبی سنجی را به ایستگاه‌های مورد نظر باران‌سنجی، اقلیم شناسی و همیدی انتخاب کرده و سپس مقایسه‌ای بین داده‌های ایستگاه‌های دبی سنجی با داده‌های SPI (در بازه‌های 3 و 6 ماهه) برای ایستگاه‌های منتخب فوق‌الذکر انجام شد و سپس نمودار وایازی آن رسم و مقدار ضریب همبستگی R^2 محاسبه شده است. جدول (4) مقادیر R^2 و سطح معنا داری مربوط به آن را به تفکیک ایستگاه‌های مورد نظر نشان می‌دهد (رحیم زاده).

تهیه و استخراج داده‌های مربوط به دریاچه و سد

داده‌های مربوط به حجم دریاچه و سد که شامل 6 پارامتر آماری دبی ورودی به سد، دبی خروجی، تراز سطح دریاچه در ابتدای ماه، تراز سطح دریاچه در انتهای ماه، حجم مخزن و تولید نیرو است نیز از وزارت

مقادیر نمره Z و یا تعدادی از اعداد استاندارد بالا و پایین را نسبت به وقوع 50 درصد (نرمال) ارائه می‌دهد و چون بارش دارای چولگی است بهترین روش برازش داده‌های بارندگی ایستگاه‌ها با توزیع‌های مختلف و انتخاب مناسبترین توزیع است (حجازی زاده و فتاحی).

(1)

$$SPI = \frac{X_i - \bar{X}}{\delta}$$

 X_i = بارندگی ایستگاه \bar{X} = متوسط بارندگی در همان ایستگاه δ = انحراف معیار بارش ایستگاه

جدول شماره 2- ضرایب شاخص خشکسالی SPI

SPI	احتمال تجمعی	توصیف وضعیت
-3	0/0014	خشکسالی فرین
-2/5	0/0062	خشکسالی بسیار شدید
-2	0/0228	خشکسالی شدید
-2/5	0/0668	خشکسالی متوسط
-1	0/1587	خشکسالی ضعیف
-0/5	0/3085	نزدیک به نرمال
0	0/50	نرمال
0/5	0/6915	نزدیک به نرمال
1	0/8413	ترسالی ضعیف
1/5	0/9332	ترسالی متوسط
2	0/9772	ترسالی شدید
2/5	0/9938	ترسالی خیلی شدید
3	0/9986	ترسالی فرین

در این بررسی محاسبه شاخص بارش استاندارد شده SPI در بازه‌های 3، 6، 12 و 24 ماهه برای پایش خشکسالی‌های کوتاه و

در بازه زمانی 6 ماهه محاسبه شده مقایسه نمود. جدول (5) مقادیر ضریب همبستگی R2 مربوط به نمودار رگرسیون دبی ورودی، حجم مخزن، تراز ابتدا و انتهای ماه با تولید نیرو را برای دوره‌های خشک و مرطوب در حوضه آبریز سد دز نشان می‌دهد.

نیرواستان خوزستان دریافت شد. فرمت این داده‌ها به صورت فرمت سال، ماه، روز نوشته شد و سپس از تاریخ شمسی به میلادی تبدیل شد تا بتوان این داده‌ها را با داده‌های ایستگاه‌های همدیدی، بارانسنجی و اقلیم‌شناسی که نزدیک به سد هستند را در حالت مرطوب و خشک که قبلاً شاخص SPI

جدول شماره 3- محاسبه شاخص SPI برای چند ایستگاه منتخب در بازه 12 ماهه

ایستگاه های منتخب	تعداد دوره های خشک	بیشینه تداوم دوره های خشکسالی (ماه)	میانگین دوره های خشک (ماه)	انحراف معیار دوره های خشک	شدیدترین مقدار ماه خشک و تاریخ رخداد	شدیدترین مقدار خشکسالی و تاریخ رخداد
خرم آباد	18	29	9	6/69	دسامبر 1998 تا آوریل 2001	18/ -44
مسجد سلیمان	8	35	11	11/99	ژانویه 1989 تا نوامبر 1991	13/ -37
اهواز	12	39	12	10/06	ژانویه 1961 تا مارس 1965	37/ -56
دزفول	14	35	10	8/47	ژانویه 1966 تا نوامبر 1968	24/ -43
نظامیه	7	12	8	3/6	دسامبر 1988 تا نوامبر 1989	19/ -
پل زال	10	16	6	4/9	اکتبر 1978 تا ژانویه 1980	19/ -22
آب گنجی	12	22	9	5/71	فوریه 1979 تا ژانویه 1980	29/ -
باغ ملک	8	11	6	4	مارس 1973 تا نوامبر 1973	14/5 -
مازون	8	16	7	5/04	آگوست 1990 تا نوامبر 1991	72/ -18
هفت تپه	15	35	9	8/63	ژانویه 1966 تا نوامبر 1968	41/1 -
حمیدیه	13	18	9	4/87	دسامبر 2002 تا دسامبر 2003	23/1 -
حسینیه	8	15	7	4/22	دسامبر 1989 تا فوریه 1991	39/ -16
آهو دشت	7	20	9	6/18	مارس 1973 تا اکتبر 1974	48/ -23

جدول شماره 4- مقادیر ضریب همبستگی R² بین داده‌های دبی ایستگاه‌های دبی سنجی و ایستگاه‌های منتخب

نام ایستگاه‌ها	SPI 6 ماهه	SPI 3 ماهه	سطح معناداری 6 ماهه	سطح معناداری 3 ماهه
الیگودرز- سپید دشت	0/31	0/17	%99	%95
اهواز- بامدژ	0/11	0/05	%90	%90
خرم آباد- سپید	0/29	0/19	%99	%95

دشت			
0/15	0/08	%95	%90
0/34	0/17	%99	%95
0/2	0/15	%95	%95
0/2	0/06	%95	%90
0/07	0/13	%99	%90

نمونه n نبوده بلکه بر حسب مقسوم علیه s^2 که درجه آزادی خوانده می‌شود، جدول بندی می‌گردد.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

وقتی حجم نمونه کوچک است توزیع t به طور قابل توجهی با توزیع نرمال فرق می‌کند اما وقتی حجم نمونه افزایش می‌یابد این توزیع به نرمال نزدیک می‌شود (مشکانی).

تهیه و استخراج داده‌های نیرو در دوره‌های خشک و مرطوب و مقایسه آنها با هم

جدول (6) میانگین تولید نیرو را در دوره‌های خشک و مرطوب در ماه‌های مختلف نشان می‌دهد. تحلیل این داده‌ها توسط آزمون T انجام شد. نتیجه آزمون و معنی‌دار بودن دوره‌های خشک و مرطوب در این جدول دیده می‌شود. متغیر t -student از رابطه (2) معرفی می‌شود که در آن n تعداد نمونه، μ انحراف معیار، \bar{x} میانگین و s انحراف معیار نمونه است. توزیع t بر حسب حجم

جدول شماره 5- مقادیر ضریب همبستگی دبی ورودی، حجم مخزن، تراز ابتدا و انتهای ماه با تولید نیرو

در دوره‌های خشک و مرطوب در حوضه آبریز سد دز

ضریب R^2	تولید انرژی برق آبی		معناداری سطح	
	خشک	مرطوب	خشک	مرطوب
حجم مخزن	0/16	0/31	%95	%99
دبی ورودی	0/53	0/27	%99	%99
تراز ابتدای ماه	0/57	0/54	%99	%99
تراز انتهای ماه	0/49	0/44	%99	%99

جدول شماره 6- میانگین تولید انرژی در دوره‌های خشک نسبت به دوره‌های ترسالی

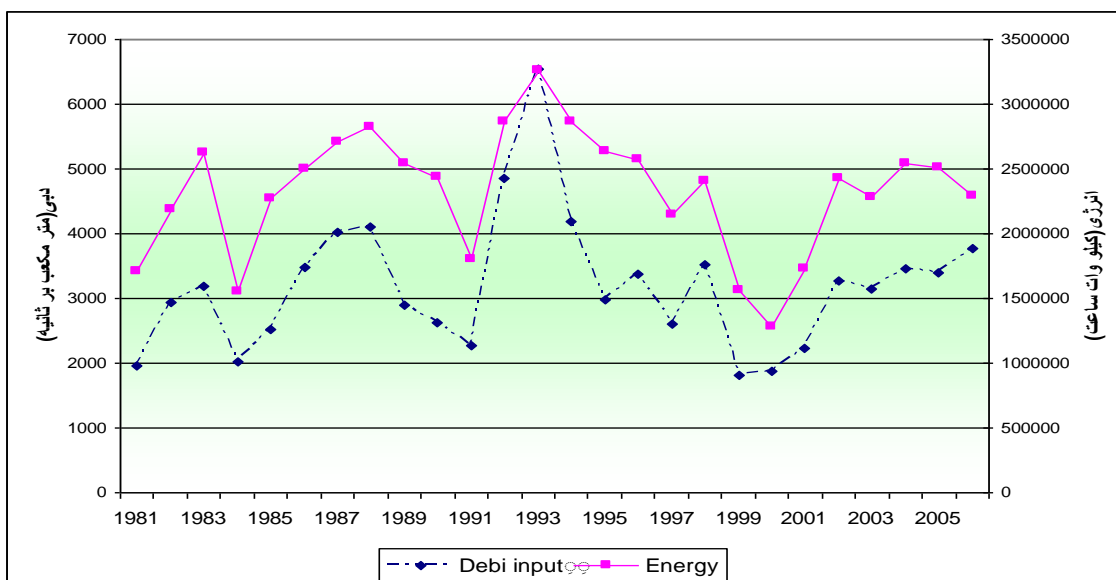
ماه	میانگین تولید نیرو دوره مرطوب	میانگین تولید نیرو دوره خشک	t	معناداری
ژانویه	152190	168563	-1/07	0/18
فوریه	164624	151397	-0/11	0/16
مارس	117661	211123	-4/38	0/89
آوریل	182364	191684	-0/39	0/36
می	234605	207258	0/93	0/09
ژوئن	252202	204754	1/15	0/84
ژولای	220319	232056	-0/96	0/96
آگوست	234758	260098	-3/66	0/24

0/91	-2/65	242650	209552	سپتامبر
0/01	-1/11	222858	190819	اکتبر
0/92	-0/44	174578	174615	نوامبر
0/89	0/33	158666	171422	دسامبر
0/03	0/8	190547	198457	سالانه

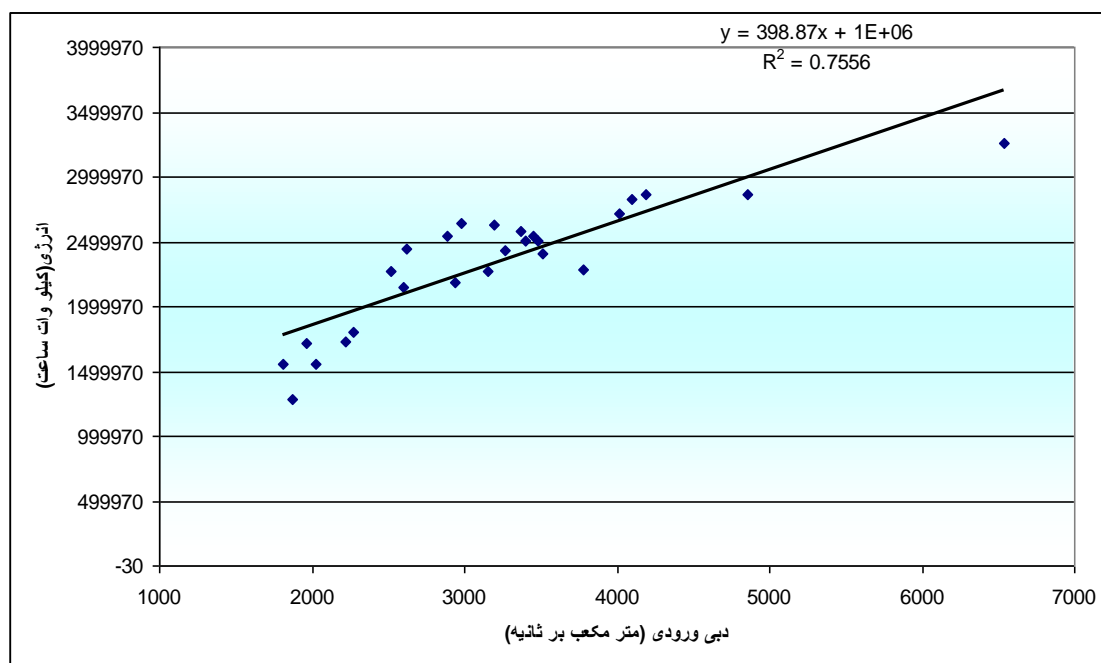
بحث و نتیجه‌گیری

تحلیل وضعیت خشکسالی در این مطالعه موردی با استفاده از شاخص SPI و ارتباط آن با تولید نیرو نشان می‌دهد که همبستگی معناداری بین داده‌های ایستگاه‌های دبی سنجی با داده‌های SPI و ایستگاه‌های منتخب وجود دارد. در جدول (4) مقادیر ضریب R^2 به تفکیک ایستگاه‌ها و نیز سطح معناداری آن نشان داده شده است. همچنین این همبستگی بین تولید انرژی برق آبی و سایر پارامترهای حوضه‌ای در سد دز مانند حجم مخزن، دبی ورودی، تراز ابتدا و انتهای ماه در دوره‌های خشک و مرطوب وجود دارد. جدول (5) مقادیر ضریب همبستگی را نشان می‌دهد. در این جدول مشاهده می‌شود مقدار ضریب R^2 بین تولید نیرو و دبی ورودی به سد در دوره خشک نسبت به دوره مرطوب خیلی بیشتر است. در این باره به نظر می‌رسد در مدیریت مربوط به سد در دوره خشک، با توجه به داده‌های تراز آب در ابتدا و انتهای ماه، به کنترل و تنظیم جریان‌ات ورودی به سد اهمیت بیشتری داده شده، از اینرو با در نظر گرفتن این مسئله که در ایام مرطوب بر اثر تکرر بارش سهم ورودی به این سد تامین می‌گردد و به لحاظ بازدهی و استفاده از سایر سدها در این حوضه، تولید انرژی در این سد در دوره خشک متعادل تر شده است. و همان طور که مشاهده می‌شود سطح معناداری 99% است. در جدول (6) میانگین تولید انرژی در دوره‌های خشک نسبت به

تولید انرژی در دوره‌های ترسالی 5% کاهش را نشان می‌دهد. شکل (2-الف) تغییرات تولید انرژی سالانه را نسبت به دبی ورودی محاسبه و نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود تغییرات دبی و تولید انرژی برق آبی در کل دوره آماری مورد مطالعه یکسو بوده، بیشینه مقدار دبی ورودی در سال 1993 و کمینه مقدار دبی ورودی در سال 1999 است که هماهنگی خوبی را با تولید انرژی در سال‌های خشک و مرطوب نشان می‌دهد. این تفاسیر صحت مطالب بالا در خصوص مدیریت خوب سد دز در سال‌های خشک و مرطوب را بارزتر می‌نمایاند. در شکل (2-ب) این تغییرات به شکل پراکندگی نقطه‌ای دیده می‌شود. ضریب همبستگی بین تولید انرژی و دبی ورودی $R^2 = 0/75$ در سطح 99% نشان دهنده همبستگی خوب در دو حالت خشک و مرطوب است. در مجموع با توجه به نتایج این بررسی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در شرایط صحیح مدیریت سد دز، سطح معناداری در دوره‌های خشک و مرطوب نزدیک به هم بوده و این بدان معناست که در دوره خشک توجه و دقت بیشتری به حفظ ارتفاع تراز آبی پشت سد می‌شود تا از یک آستانه معین کاهش پیدا نکرده که در غیر این صورت تولید نیرو و همبستگی نیز کاهش پیدا می‌نمایند. در صورتی که در دوره ترسالی با توجه به امکان جایگزینی بیشتر آب در پشت سد دز مصرف کاربری اراضی بیشتر می‌شود. بطور کلی در این بررسی تولید نیرو در حوضه سد دز در دوره‌های خشک و مرطوب اختلاف معناداری را نشان داده است.



شکل 2-الف- تغییرات تولید انرژی سالانه نسبت به دبی ورودی



شکل 2-ب- تغییرات تولید انرژی سالانه به شکل پراکندگی نقطه ای

منابع

2- پژوهشکده هواشناسی، 1386،
 پروژه "پهنه‌بندی استان اصفهان
 در راستای استفاده از
 انرژی‌های نو" ایران، تهران.

1- آمار و اطلاعات، وزارت نیرو،
 سازمان آب و برق استان
 خوزستان.

- 3- حجازی زاده، زهرا. و فتاحی، ابراهیم، 1382، "پایش خشکسالی با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده" نشریه علوم جغرافیایی دانشگاه تربیت معلم، جلد 1، شماره 1.
- 4- حسن پور، ع.، منصور کی، م.، صانعی دهکردی، خ.، 1385، صادرات آب و برق و اثرات انتقال حوضه به حوضه بر آنها، اولین همایش منطقه‌ای بهره‌برداری از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده رود، دانشگاه شهرکرد، 14 و 15 شهریور 1385.
- 5- رحیم زاده، ف.، 1390، روش‌های آماری در مطالعات هواشناسی و اقلیم‌شناسی، صفحه 423، سید باقر حسینی.
- 6- صناعی، ب.، 1389، پیشگفتار مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، 29 آذر الی 1 دی 1389، تهران، ایران.
- 7- فتاحی، ابراهیم و همکاران، 1385، "تحلیل منحنی‌های شدت، مدت و فراوانی خشکسالی"، چکیده مقالات اولین همایش منطقه‌ای بهره‌برداری بهینه از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده رود، دانشگاه شهرکرد، 14 و 15 شهریور 1385.
- 8- مشکانی، م.، 1370، آمار مقدماتی، جلد اول، صفحه 230، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
- 9- هدایتی دزفولی، ا.، فتاحی، ا.، 1385، تحلیلی بر میزان انرژی برق آبی در خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها (مطالعه موردی: سد زاینده رود)، اولین همایش منطقه‌ای بهره‌برداری از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده رود، دانشگاه شهرکرد 14 و 15 شهریور 1385.
- 10- هدایتی دزفولی، ا.، 1384، بررسی خشکسالی و روند آن در استان کهگیلویه و بویر احمد، مجله نیوار، شماره 58 و 59 ص 73-94.
11. Bordi, I., Frigio, S., Pperanza, A., Parenti, P., and Sutera. A. (2001), "The analysis of the Standardized Precipitation Index in the Mediterranean area: large scale patterns" *Annali Di Geofisicia*, Vol. 44, No. 5/6: pp.965-978.
12. McKee, T. B., N. J. Doesken, and J. Kleist, 1995. "Drought monitoring with multiple time scales". Preprints, 9th Conference on

-
14. URL2:<http://fa.wikipedia.org/wiki/> Applied Climatology, 15-20 January,
Dallas, TX, pp. 233-236.
15. URL3:<http://dams.wrm.ir/Report/publicSPC>
ForPrint.php.
16. URL5:<http://cloudysky.ir/data/data0105.php>.
13. URL1:<http://moein-omran.blogfa.com/post-227.aspx>.