

## بررسی ویژگی‌های خشکسالی و ترسالی در ایران (مطالعه‌ی موردی: شهرستان ایذه)

ابراهیم عالی‌پور<sup>۱</sup>، حاصل صفری‌خواه<sup>۲</sup>، فروغ احمدی<sup>۳</sup>، هانیه زیدآبادی‌نژاد<sup>۴</sup>

### چکیده

برنامه‌ریزی محیطی و آمایش سرزمین برای هر منطقه نیازمند بررسی و شناسایی ویژگی‌های طبیعی و آب‌وهوایی در آن منطقه است. خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها با نوسان بارش حول میانگین ظاهر شده و اقلیم و کشاورزی منطقه را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. در این نوشتار به بررسی ویژگی‌های خشکسالی و ترسالی در شهرستان ایذه پرداخته می‌شود که برای این کار از داده‌های بارش ایستگاه سینوپتیک شهرستان ایذه استفاده شده و همچنین برای محاسبه شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها، شاخص استاندارد Z به کار گرفته شد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که شدت ترسالی‌ها در مقایسه با خشکسالی‌ها بیشتر بوده ولی فراوانی وقوع و دوره‌ی تداوم خشکسالی‌ها به مراتب بیشتر است. بیشترین و کمترین احتمال رخداد خشکسالی‌ها به ترتیب مربوط به فصل زمستان با ۵۰ درصد احتمال و پاییز با ۴۰/۹ درصد احتمال و بیشترین و کمترین احتمال رخداد ترسالی مربوط به فصل پاییز و زمستان به ترتیب با ۴۵/۴ و ۳۱/۸ درصد است. کمترین دوره‌ی برگشت این پدیده‌های آب‌وهوایی در فصول زمستان و بهار ۳/۶ سال و در مقیاس خشکسالی متوسط بوده و در فصل پاییز ۴/۴ سال و در مقیاس خشکسالی متوسط و ترسالی شدید است. در همه‌ی فصول بیشترین فراوانی متعلق به خشکسالی متوسط با فراوانی ۶ می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** خشکسالی، ترسالی، شاخص استاندارد Z، شهرستان ایذه

<sup>۱</sup>. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته‌ی آب‌وهواشناسی دانشگاه تربیت مدرس تهران

<sup>۲</sup>. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته آب‌وهواشناسی دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>۳</sup>. دانشجوی کارشناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

<sup>۴</sup>. دانشجوی کارشناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

## مقدمه

بهره‌برداری مناسب و مداوم از محیط در قالب مفهوم توسعه‌ی پایدار در گرو مطالعه و شناخت ویژگی‌های جغرافیایی منطقه است. مطالعه‌ی شرایط آب‌وهوایی و ویژگی‌های بارش به عنوان مهمترین عنصر آب‌وهوایی که زندگی انسان، گیاهان و جانوران به آن وابسته است، پایه و اساس برنامه‌ریزی‌های محیطی و آمایش سرزمین می‌باشد. شناخت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها از نظر شدت، مدت، دوره‌ی برگشت و فراوانی وقوع زمینه‌ساز آمادگی بیشتر انسانها در نحوه‌ی مدیریت و مصرف آب و اتخاذ روش‌های نوین ذخیره و صرفه‌جویی خواهد شد (مشیری، ۱۳۹۳). نوسان بارش حول میانگین در یک دوره‌ی آماری، خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها را به وجود می‌آورد. تغییرات ۱۵ تا ۲۵ درصدی مقدار بارش حول میانگین، مرز وقوع و هشدار خشکسالی و ترسالی است. خشکسالی و ترسالی از جمله پدیده‌های آب‌وهوایی هستند که در تمام انواع آب و هواها اعم از آب و هوای خشک، مرطوب و معتدل به وقوع می‌پیوندند. از ویژگی‌های این پدیده‌های آب‌وهوایی این است که به آهستگی و در طول زمان رخ می‌دهند و پیامدهای آنها (به ویژه پدیده‌ی خشکسالی) مدتها بعد از وقوع پدیده همچنان ادامه دارد. این ویژگی‌ها سبب شده که مطالعه خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها به صورت جداگانه و متمایز از سایر پدیده‌های آب‌وهوایی انجام شود. خشکسالی‌ها معمولا به چهار دسته‌ی خشکسالی هواشناسی، خشکسالی هیدرولوژی، خشکسالی کشاورزی و خشکسالی اجتماعی-اقتصادی تقسیم‌بندی می‌شوند (منوچهر فرج‌زاده، خشکسالی از مفهوم تا راهکار، ۸۴) که خشکسالی هواشناسی منشا خشکسالی‌های دیگر است.

متغیرهای تاثیرگذار در پدیده‌ی خشکسالی از دیدگاه سازمان هواشناسی جهانی (منوچهر فرج‌زاده، خشکسالی از مفهوم تا راهکار، ۸۴).

۱- بارش

۲- بارش و میانگین دما

۳- رطوبت خاک و میزان محصول

۴- شاخص‌های آب‌وهوایی و برآوردهای تبخیر و تعرق

تعاریف و اظهارات کلی

با توجه اینکه متغیرها و عناصر زیادی در وقوع خشکسالی و ترسالی دخالت دارند، تعریف واحدی که مورد قبول همه‌ی پژوهشگران باشد در این زمینه ارائه نشده است و هر پژوهشگر با توجه به اهداف و راهبرد پژوهش خود این پدیده‌های اقلیمی را تعریف کرده‌اند. در این نوشتار نیز با توجه به اهداف پژوهش، خشکسالی و ترسالی در رابطه با میزان بارش تعریف می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که اگر مقدار بارش ۱۵ تا ۲۵ درصد کمتر یا بیشتر از میانگین بلند مدت باشد به ترتیب منطقه با خشکسالی یا ترسالی مواجه است.

شهرستان ایذه در منطقه‌ی کوهستانی شمال شرق استان خوزستان واقع شده است و ویژگی‌های آب‌وهوایی آن در مقایسه با سایر مناطق استان بسیار متفاوت می‌باشد. گندم و جو از محصولات اصلی کشاورزی منطقه می‌باشد که بیشتر به صورت دیم کشت می‌شود و به شدت به مقدار و پراکندگی زمانی بارش وابسته است. مطالعه خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها و بررسی ویژگی‌های آنها این امکان را به ما می‌دهد که با به کارگیری تدابیری همانند استفاده بهینه از منابع آب در دسترس، کشت محصولاتی که نیاز آبی کمتری دارند و مهمتر از همه پیش‌بینی وقوع خشکسالی و ترسالی جهت

انجام برنامه ریزی های بهتر، خسارات ناشی از خشکسالی را کاهش داد و در سال های ترسالی سطح زیر کشت را افزایش داد و با استفاده از روش های آبخیزداری و مدیریت آبهای سطحی اقداماتی برای تغذیه ی سفره های آب زیر زمینی انجام داد. جدول ۱ ویژگی های آب و هوایی و طبیعی شهرستان ایذه را نشان می دهد.

جدول ۱: ویژگی های آب و هوایی و طبیعی شهرستان ایذه

ارتفاع	۸۳۵ متر
میانگین بارش سالانه	۶۱۷ میلی متر
میانگین دمای سالانه	۲۳/۳
محصولات کشاورزی	گندم، جو، کلزا
نوع کشت	دیم

ماخذ: یافته های تحقیق

## داده ها و روش ها

با توجه به عنوان نوشتار، در این مقاله به بحث و بررسی پیرامون ویژگی خشکسالی ها و ترسالی ها پرداخته می شود. در فصل تابستان که کمتر از یک درصد بارش سالانه را دریافت می کند از بررسی خشکسالی ها و ترسالی ها صرف نظر می شود.<sup>۵</sup> در فصول پاییز، زمستان و بهار که بیش از ۹۹ درصد بارش سالانه را دریافت می کنند ویژگی خشکسالی ها و ترسالی ها از نظر شدت، تداوم و فراوانی بررسی می شود. برای بررسی ویژگی های این دو پدیده ی اقلیمی ابتدا داده های بارش ماهانه ی ایستگاه هواشناسی شهرستان ایذه از وب سایت جامع هوا و اقلیم شناسی دریافت شده و در محیط نرم افزار با استفاده از شاخص Z نرمال<sup>۶</sup> تحلیل های آماری روی آنها انجام شده است پس از بررسی های آماری به هر کدام از فصول سال در دوره ی آماری یک ضریب تعلق گرفته که این ضریب نشان دهنده ی وقوع خشکسالی یا ترسالی در سال مورد نظر است. اگر مقدار Z در این فرمول منفی باشد منطقه در خشکسالی به سر می برد و به خشکسالی نرمال، ملایم، متوسط، شدید، خیلی شدید و مصیبت بار تقسیم می شود (جدول ۲) و چنانچه مقدار Z مثبت باشد ترسالی به وقوع

<sup>۵</sup> - با توجه به این که در این مقاله از شاخص Z نرمال برای بررسی ویژگی خشکسالی ها و ترسالی ها استفاده شده است و این شاخص در محاسبات خود تنها از پارامتر بارش استفاده می کند لذا در فصل تابستان که کمتر از یک درصد مقدار بارش سالانه را دریافت می کند، وقوع خشکسالی و ترسالی محسوس نیست. اگر در بررسی خشکسالی ها ترسالی ها از شاخص دیگری استفاده می شد که علاوه بر بارش پارامترهای دیگر نیز در وقوع خشکسالی و ترسالی تاثیر داشتند، بررسی این پدیده های آب و هوایی در فصل تابستان نیز ضروری می شد.

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{SD} \quad ; \quad Z: \text{فرمول شاخص}$$

# چهارمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ پیشرفت ایران؛ گذشته، حال، آینده؛ سی ام و سی و یکم اردیبهشت ماه ۱۳۹۴

پیوسته است که به ترتیب و با توجه به افزایش مقدار  $Z$  به ترسالی نرمال، ملایم، متوسط، شدید، خیلی شدید و بسیار شدید دسته بندی می شود (جدول ۳).

جدول ۲: نحوه ی طبقه بندی شدت ترسالی ها بر اساس شاخص آماری  $Z$  نرمال

شاخص	شدت
$-0.25 < Z < 0$	نرمال
$-0.50 < Z < -0.25$	ملایم
$-1 < Z < -0.50$	متوسط
$-1.5 < Z < -1$	شدید
$-2 < Z < -1.5$	خیلی شدید
$-2 > Z$	مصیبت بار

جدول ۳: نحوه ی طبقه بندی شدت ترسالی ها بر اساس شاخص آماری  $Z$  نرمال

شاخص	شدت
$0.25 < Z < 0$	نرمال
$0.50 < Z < 0.25$	ملایم
$1 < Z < 0.50$	متوسط
$1.5 < Z < 1$	شدید
$2 < Z < 1.5$	خیلی شدید
$2 < Z$	بسیار شدید

## پیشینه ی پژوهش

به دنبال گرمایش جهانی و تغییراتی که در دستگاه اقلیم به وجود آمده و با توجه به اهمیت مسئله ی مدیریت آب که آینده ی هر کشور به آن وابسته است، پژوهش ها در زمینه ی ویژگی های خشکسالی ها و ترسالی ها، شدت، تداوم، فراوانی و دوره ی برگشت آنها نیز افزایش یافته است. از جمله پژوهش های صورت گرفته در این زمینه می توان به موارد زیر اشاره کرد.

# چهارمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ پیشرفت ایران؛ گذشته، حال، آینده؛ سی‌ام و سی‌ویکم اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۴

مسعودیان (۱۳۷۵) تغییرات زمانی و مکانی بارش ایران را مطالعه کرده و نتیجه گرفته است که تغییرات سالانه بارش در همه مناطق ایران مشهود می‌باشد. این تغییرات هم در زمان و هم در مکان به چشم می‌خورد و ایران بین سال‌های ۱۳۵۹ تا ۱۳۷۱ یک دوره‌ی خشک را پشت سر گذاشته در حالی که در سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۸ ترسالی بر کشور حاکم بوده است. خوش اخلاق (۱۳۷۶) با بررسی الگوهای ماهانه‌ی خشکسالی و ترسالی در ایران به روش سینوپتیکی با استفاده از با استفاده از شاخص استاندارد Z، به شناسایی دوره‌های خشک و تر پرداخته است. تحلیل و پیش‌بینی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در استان مازنداران، بر اساس کاهش یا افزایش بارندگی نسبت به میانگین بلند مدت، توسط رمضانی (۱۳۸۰) انجام شده و نتیجه گرفته است که وقوع خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها اغلب با شدت‌ها متوسط و یا تقریباً نرمال بوده و بروز این پدیده‌ها در سطح استان از هم‌زمانی و نظم خاصی برخوردار نیست. عزیزی (۱۳۷۹) با بررسی تاثیر النینو بر دوره‌های خشکسالی و ترسالی ایران به این نتیجه رسید که ارتباط نسبتاً قوی‌ای بین بارش ایران و شاخص نوسان جنوبی (SOI) وجود دارد. پیش‌بینی خشکسالی‌ها و ترسالی‌های استان مازنداران با استفاده از مدل باکس-جنکینز کاری است که علیجانی (۱۳۸۱) انجام داده و نتیجه گرفته است که در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ ایستگاه‌های قائم‌شهر و بابل‌سر دوره‌ی ترسالی و رامسر و نوشهر دوره‌ی خشکسالی را تجربه کرده‌اند. بررسی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها و امکان پیش‌بینی آنها با استفاده از مدل سری زمانی هالت وینترز در استان هرمزگان توسط عزیزی (۱۳۸۴) این نتیجه را نشان داد که سه دوره خشکسالی و دو دوره ترسالی در منطقه رخ داده است به طوری که خشکسالی‌ها ضعیف و متوسط اما با تداوم زیاد بوده در حالی که ترسالی‌ها شدید و بسیار شدید اما با تداوم کم ظاهر شده‌اند. مطالعه‌ای که در جهت پایش و پیش‌بینی خشکسالی‌ها در استان خوزستان توسط شکری کوچک (۱۳۹۲) انجام گرفت نشان داد که احتمال گذر از یک حالت معین به همان حالت در زمان‌های متوالی بسیار بالاست و در عوض احتمال گذر از حالت خشک به حالت تر و یا برعکس بسیار پایین است و همچنین احتمال تعادل دوره‌های خشک، نرمال و تر در ایستگاه‌های منطقه به ترتیب ۳۰/۸، ۳۶/۵ و ۳۲/۷ درصد می‌باشد.

## ارزیابی خشکسالی در فصل زمستان

بیشترین میزان بارش دریافتی سالانه در شهرستان ایذه مربوط به فصل زمستان با میانگین بارش ۱۱۰ میلیمتر است. همچنین ماه ژانویه با میانگین بارش ۱۳۸ میلیمتر پر بارش‌ترین ماه سال می‌باشد. دمای پایین هوا در این فصل باعث می‌شود که آب ناشی از بارش کمتر در معرض تبخیر قرار گیرد و بیشتر به صورت برف در ارتفاعات ذخیره شده و سفره‌های آب زیرزمینی و رواناب سطحی را تغذیه کند. جدول ۴ شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها را در فصل زمستان نشان می‌دهد. شدیدترین ترسالی مربوط به سال ۱۹۹۶ با میانگین بارش ۲۵۷ میلیمتر می‌باشد که مقدار شاخص Z در این سال ۲/۸ است و شدیدترین خشکسالی در سال ۲۰۰۸ مشاهده می‌شود که میانگین بارش و مقدار شاخص Z در این سال به ترتیب ۴۸ میلیمتر و ۱/۲- می‌باشد. نکته‌ی قابل توجهی که می‌توان از جدول ۴ برداشت کرد این است که در طول دوره‌ی آماری تنها ۴ سال وضعیت به صورت نرمال بوده و در بقیه‌ی سال‌ها منطقه با وقوع خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در شدت‌های مختلف روبه‌رو بوده است.

# چهارمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ پیشرفت ایران؛ گذشته، حال، آینده؛ سی ام و سی و یکم اردیبهشت ماه ۱۳۹۴

جدول ۴: محاسبه‌ی شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها با استفاده از شاخص Z نرمال در فصل زمستان

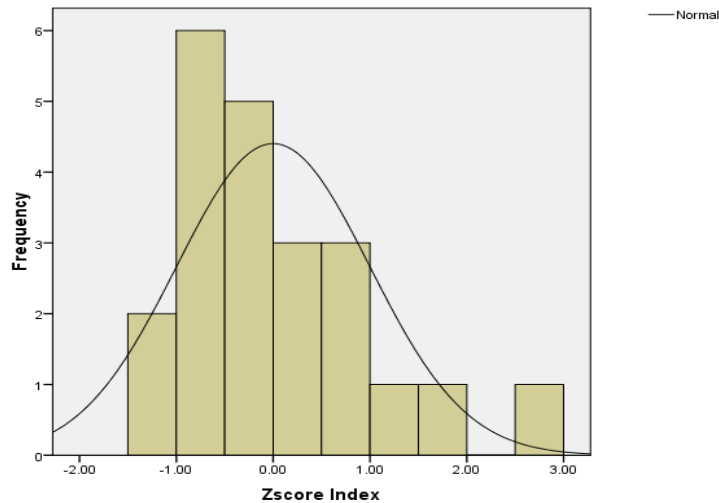
سال	میانگین بارش	شاخص Z	شدت
۱۹۹۳	۱۹۶/۶	۱/۷	ترسالی خیلی شدید
۱۹۹۴	۷۲/۶	- ۰/۷	خشکسالی متوسط
۱۹۹۵	۱۰۰/۲	- ۰/۲	وضع نرمال
۱۹۹۶	۲۵۷/۵	۲/۸	ترسالی بسیار شدید
۱۹۹۷	۱۳۹/۵	۰/۶	ترسالی متوسط
۱۹۹۸	۱۷۴/۴	۱/۲	ترسالی شدید
۱۹۹۹	۱۵۱/۷	۰/۸	ترسالی متوسط
۲۰۰۰	۹۴/۴	- ۰/۳	خشکسالی ملایم
۲۰۰۱	۶۱/۱	- ۰/۹	خشکسالی متوسط
۲۰۰۲	۱۱۱/۴	۰/۰	وضع نرمال
۲۰۰۳	۷۸/۴	- ۰/۶	خشکسالی متوسط
۲۰۰۴	۹۶	- ۰/۳	خشکسالی ملایم
۲۰۰۵	۱۲۳/۲	۰/۳	ترسالی ملایم
۲۰۰۶	۱۵۵/۹	۰/۹	ترسالی متوسط
۲۰۰۷	۹۰/۹	- ۰/۴	خشکسالی ملایم
۲۰۰۸	۴۸/۷	- ۱/۲	خشکسالی شدید
۲۰۰۹	۶۴/۶	- ۰/۹	خشکسالی متوسط
۲۰۱۰	۶۹/۷	- ۰/۸	خشکسالی متوسط
۲۰۱۱	۱۰۴/۱	- ۰/۱	وضع نرمال
۲۰۱۲	۶۹/۱	- ۰/۸	خشکسالی متوسط
۲۰۱۳	۵۳/۴	- ۱/۱	خشکسالی شدید
۲۰۱۴	۱۰۹	۰/۰	وضع نرمال

ماخذ: یافته‌های تحقیق

فراوانی

همانطور که از شکل ۱ برمی‌آید در طول دوره‌ی آماری در فصل زمستان تنها ۴ سال وضع نرمال بر منطقه حاکم بوده و ۳ سال خشکسالی ملایم و ۱ سال ترسالی ملایم در منطقه دیده می‌شود. خشکسالی و ترسالی متوسط به ترتیب ۶ و ۳

سال و خشکسالی و ترسالی شدید به ترتیب ۲ و ۱ سال منطقه را تحت تاثیر خود قرار داده‌اند. وضع خیلی شدید و بسیار شدید هرکدام دارای یک فراوانی بوده و به صورت ترسالی ظاهر شده‌اند.



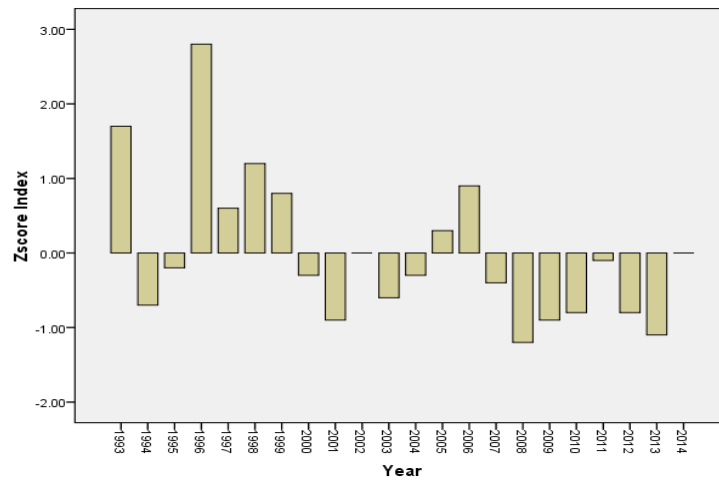
شکل ۱: هیستوگرام شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در فصل زمستان

ماخذ: یافته‌های تحقیق

#### شدت و مدت

شدت و مدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها دو ویژگی مهم این پدیده‌های آب‌وهوایی هستند که پیامدهای آنها را تا چند برابر تشدید می‌کنند. در طول دوره‌ی آماری ۲۲ ساله، ۷ سال منطقه با ترسالی روبه‌رو بوده و ۱۱ سال خشکسالی را تجربه کرده است. با وجود اینکه فراوانی وقوع خشکسالی‌ها حدود دو برابر ترسالی‌ها است ولی شدت ترسالی‌ها بسیار بیشتر است. همچنین تداوم خشکسالی از جمله ویژگی‌هایی است که می‌تواند پیامدهای مخرب این پدیده را تا چند برابر افزایش دهد که این ویژگی طی سالهای ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۳ مشاهده شده است و می‌توان از آن به عنوان بحران یاد کرد (شکل ۲).

# چهارمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ پیشرفت ایران؛ گذشته، حال، آینده؛ سی ام و سی و یکم اردیبهشت ماه ۱۳۹۴



شکل ۲: شدت، مدت و فراوانی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها

ماخذ: یافته‌های تحقیق

## دوره‌ی برگشت

دوره‌ی برگشت هر پدیده‌ی آب‌وهوایی عبارت از نسبت تعداد سال‌های دوره‌ی آماری مورد مطالعه به فراوانی رخداد آن پدیده است. برای مثال اگر در یک دوره‌ی آماری ۳۰ ساله، فراوانی رخداد خشکسالی متوسط ۵ باشد، دوره‌ی برگشت این پدیده ۶ سال خواهد بود. دوره‌ی برگشت ۶ ساله به این معنی است که این پدیده در طول ۳۰ سال، ۶ بار اتفاق خواهد افتاد ولی نمی‌توان به طور قطع گفت که در کدام سال اتفاق می‌افتد. جدول ۵ دوره‌ی برگشت خشکسالی‌ها و ترسالی‌های فصل زمستان را در شدت‌های مختلف نشان می‌دهد.



# چهارمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ پیشرفت ایران؛ گذشته، حال، آینده؛ سی ام و سی و یکم اردیبهشت ماه ۱۳۹۴

جدول ۵: دوره‌ی برگشت شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در فصل زمستان

دوره‌ی برگشت	وضع حاکم	شدت
۵/۵	وضع نرمال	وضع نرمال
۷/۳	خشکسالی	ملازم
	ترسالی	
۳/۶	خشکسالی	متوسط
	ترسالی	
۱۱	خشکسالی	شدید
	ترسالی	
-	خشکسالی	خیلی شدید
	ترسالی	
۲۲	خشکسالی	بسیار شدید
	ترسالی	

ماخذ: یافته‌های تحقیق

## ارزیابی خشکسالی در فصل بهار

بارش بهاره بیشترین تاثیر را بر کشاورزی دیم در شهرستان ایذه دارد و هرگونه نوسان در مقدار و پراکندگی زمانی بارش در این فصل به شدت میزان محصول برداشتی منطقه را دستخوش تغییر می‌کند. جدول ۶ شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها را در فصل بهار نشان می‌دهد. شدیدترین ترسالی‌ها مربوط به سالهای ۱۹۹۳ و ۲۰۰۲ می‌باشد و در سه سال پیاپی از ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۱ نیز شاهد شدیدترین خشکسالی‌ها در دوره‌ی آماری هستیم. فراوانی وضع نرمال در دوره‌ی آماری تنها ۴ سال می‌باشد و یک سال نیز ترسالی ملازم اتفاق افتاده است. این ویژگی سبب شده که احتمال رخداد خشکسالی یا ترسالی متوسط رو به بالا، بیشتر و در حدود ۶۸ درصد باشد که برنامه‌ریزی و مدیریت هر چه بهتر منابع آب را می‌طلبد.

# چهارمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ پیشرفت ایران؛ گذشته، حال، آینده؛ سی ام و سی و یکم اردیبهشت ماه ۱۳۹۴

جدول ۶: محاسبه‌ی شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها با استفاده از شاخص Z نرمال در فصل بهار

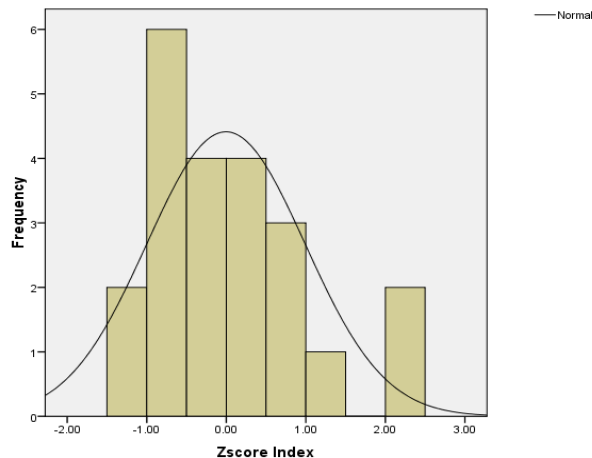
سال	میانگین بارش	شاخص Z	شدت
۱۹۹۳	۶۴/۴	۲	ترسالی بسیار شدید
۱۹۹۴	۲۱/۱	- ۰/۲	وضع نرمال
۱۹۹۵	۳۱/۹	۰/۳	ترسالی متوسط
۱۹۹۶	۴۳/۸	۰/۹	ترسالی متوسط
۱۹۹۷	۱۵/۶	- ۰/۵	خشکسالی متوسط
۱۹۹۸	۷/۱	- ۰/۹	خشکسالی متوسط
۱۹۹۹	۴/۸	- ۱	خشکسالی شدید
۲۰۰۰	۰/۰	- ۱/۳	خشکسالی شدید
۲۰۰۱	۲	- ۱/۲	خشکسالی شدید
۲۰۰۲	۷۱/۷	۲/۴	ترسالی بسیار شدید
۲۰۰۳	۲۴/۶	۰/۰	وضع نرمال
۲۰۰۴	۲۹/۸	۰/۲	وضع نرمال
۲۰۰۵	۱۱/۶	- ۰/۷	خشکسالی متوسط
۲۰۰۶	۴۰/۶	۰/۸	ترسالی متوسط
۲۰۰۷	۴۷/۴	۱/۱	ترسالی شدید
۲۰۰۸	۱۱/۲	- ۰/۷	خشکسالی متوسط
۲۰۰۹	۲۳/۵	- ۰/۱	وضع نرمال
۲۰۱۰	۴۰/۲	۰/۸	ترسالی متوسط
۲۰۱۱	۱۵	- ۰/۵	خشکسالی متوسط
۲۰۱۲	۵/۶	- ۱	خشکسالی شدید
۲۰۱۳	۳۰/۵	۰/۳	ترسالی ملایم
۲۰۱۴	۱۰/۷	- ۰/۷	خشکسالی متوسط

ماخذ: یافته‌های تحقیق

# چهارمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ پیشرفت ایران؛ گذشته، حال، آینده؛ سی ام و سی و یکم اردیبهشت ماه ۱۳۹۴

## فراوانی

فراوانی وقوع خشکسالی و ترسالی متوسط به ترتیب ۶ و ۴ سال و خشکسالی و ترسالی شدید ۴ و ۱ سال می‌باشد. وضع بسیار شدید نیز دارای دو فراوانی بوده که هر دو به صورت ترسالی نمایان شده‌اند (شکل ۳).



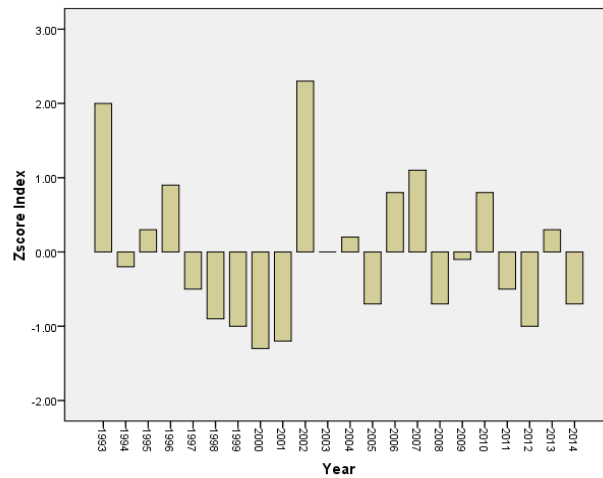
شکل ۳: هیستوگرام شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در فصل بهار

ماخذ: یافته‌های تحقیق

## شدت و مدت

همانطور که از شکل ۴ بر می‌آید در فصل بهار شدت ترسالی‌ها به مراتب بیشتر از خشکسالی‌ها است ولی دوره‌ی تداوم خشکسالی‌ها نسبت به ترسالی‌ها بسیار بیشتر است به طوری که تنها در یک مورد مشاهده می‌شود که در دو سال پیاپی (۲۰۰۶ و ۲۰۰۷) ترسالی اتفاق افتاده است. همچنین فراوانی وقوع خشکسالی بیشتر و در حدود ۱۰ سال است و ترسالی‌ها نیز در دوره‌ی آماری ۲۲ ساله دارای ۸ فراوانی هستند. این ویژگی‌ها با عث شده که با اینکه شدت ترسالی‌ها در منطقه بسیار بیشتر است ولی پیامدهای ناشی از خشکسالی محسوس تر شود.

# چهارمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ پیشرفت ایران؛ گذشته، حال، آینده؛ سی‌ام و سی‌ویکم اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۴



شکل ۴: شدت، مدت و فراوانی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در فصل بهار

ماخذ: یافته‌های تحقیق

دوره‌ی برگشت

جدول ۷ نشان دهنده‌ی دوره‌ی برگشت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در فصل بهار است. کمترین دوره‌ی برگشت مربوط به خشکسالی متوسط و بیشترین دوره‌ی برگشت نیز متعلق به ترسالی ملایم و ترسالی شدید است.

# چهارمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ پیشرفت ایران؛ گذشته، حال، آینده؛ سی ام و سی و یکم اردیبهشت ماه ۱۳۹۴

جدول ۷: دوره‌ی برگشت شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در فصل بهار

دوره‌ی برگشت	وضع حاکم	شدت
۵/۵	وضع نرمال	وضع نرمال
-	خشکسالی	ملازم
۲۲	ترسالی	
۳/۶	خشکسالی	متوسط
۵/۵	ترسالی	
۵/۵	خشکسالی	شدید
۲۲	ترسالی	
-	خشکسالی	خیلی شدید
-	ترسالی	
-	خشکسالی	بسیار شدید
۱۱	ترسالی	

## ارزیابی خشکسالی در فصل پاییز

بارش باران در فصل پاییز از آنجا که زمان کشت محصولات کشاورزی را در منطقه تعیین می‌کند بسیار حائز اهمیت است و وقوع خشکسالی و ترسالی در این فصل می‌تواند تا بیست روز کشت محصولات کشاورزی را به عقب یا جلو بیاندازد. خشکسالی در مقیاس خیلی شدید تنها در فصل پاییز مشاهده می‌شود و در فصول زمستان و بهار، شدت خشکسالی‌ها از مقیاس شدید بالاتر نمی‌رفت. شدیدترین خشکسالی‌ها مربوط به سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۰ و شدیدترین ترسالی نیز در سال ۲۰۱۲ اتفاق افتاده است. تنها ۳ سال شرایط نرمال در دوره‌ی آماری ۲۲ ساله، بیان‌گر احتمال رخداد بالا و اهمیت مسئله‌ی خشکسالی و ترسالی در منطقه است (جدول ۷).

# چهارمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ پیشرفت ایران؛ گذشته، حال، آینده؛ سی ام و سی و یکم اردیبهشت ماه ۱۳۹۴

جدول ۸: محاسبه‌ی شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها با استفاده از شاخص Z نرمال در فصل بهار

سال	میانگین بارش	شاخص Z	شدت
۱۹۹۳	۶۲/۲	- ۰/۳	خشکسالی ملایم
۱۹۹۴	۱۳۶/۶	۱/۴	ترسالی شدید
۱۹۹۵	۳۲/۶	-۱	خشکسالی شدید
۱۹۹۶	۴۷/۹	- ۰/۶	خشکسالی متوسط
۱۹۹۷	۹۴/۵	۰/۵	ترسالی متوسط
۱۹۹۸	۷/۹	- ۱/۶	خشکسالی خیلی شدید
۱۹۹۹	۳۳	-۱	خشکسالی شدید
۲۰۰۰	۱۰۵/۱	۰/۷	ترسالی متوسط
۲۰۰۱	۱۳۵/۸	۱/۴	ترسالی شدید
۲۰۰۲	۶۸/۹	- ۰/۱	وضع نرمال
۲۰۰۳	۶۴/۶	- ۰/۲	وضع نرمال
۲۰۰۴	۹۶/۲	۰/۵	ترسالی متوسط
۲۰۰۵	۱۲۹	۱/۳	ترسالی شدید
۲۰۰۶	۹۲	۰/۴	ترسالی ملایم
۲۰۰۷	۴۹/۳	- ۰/۶	خشکسالی متوسط
۲۰۰۸	۴۲/۶	- ۰/۸	خشکسالی متوسط
۲۰۰۹	۱۲۱	۱/۱	ترسالی شدید
۲۰۱۰	۱۰/۵	- ۱/۵	خشکسالی خیلی شدید
۲۰۱۱	۴۲/۷	- ۰/۸	خشکسالی متوسط
۲۰۱۲	۱۵۹/۲	۲	ترسالی بسیار شدید
۲۰۱۳	۵۵/۱	- ۰/۵	خشکسالی متوسط
۲۰۱۴	۶۷/۸	- ۰/۲	وضع نرمال

ماخذ: یافته‌های تحقیق

## فراوانی

همانگونه که شکل ۵ نشان می‌دهد بیشترین فراوانی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها به ترتیب مربوط به خشکسالی متوسط با فراوانی ۶ و ترسالی شدید با فراوانی ۴ می‌باشد. به طور کلی فراوانی وقوع خشکسالی‌ها ۱۰ سال و فراوانی وقوع ترسالی‌ها ۹ سال در دوره‌ی آماری ۲۲ ساله است (شکل ۵).



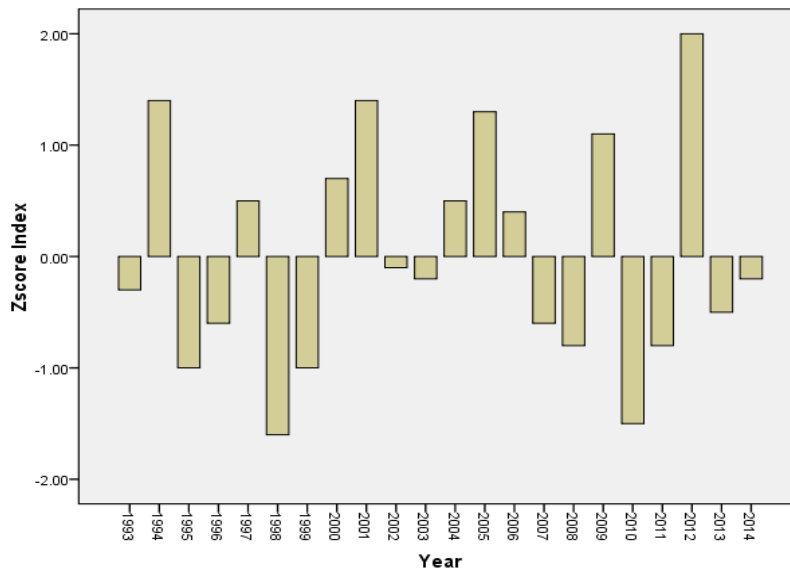
شکل ۵: هیستوگرام شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در فصل بهار

ماخذ: یافته‌های تحقیق

#### شدت و مدت

شدت و دوره‌ی تداوم خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در فصل پاییز - برخلاف فصول زمستان و بهار - اختلاف زیادی با هم ندارند. اما با این وجود باز هم شدت ترسالی‌ها به مراتب بیشتر است. به طور کلی می‌توان گفت که ویژگی این پدیده‌های آب‌وهوایی در این فصل با فصول دیگر متفاوت است (شکل ۶).

# چهارمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ پیشرفت ایران؛ گذشته، حال، آینده؛ سی ام و سی و یکم اردیبهشت ماه ۱۳۹۴



شکل ۴: شدت، مدت و فراوانی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در فصل پاییز

ماخذ: یافته‌های تحقیق

دوره‌ی برگشت

همانگونه که در جدول ۹ مشاهده می‌شود کمترین دوره‌ی برگشت متعلق به خشکسالی متوسط و بیشترین آن مربوط به خشکسالی و ترسالی ملایم و ترسالی بسیار شدید است.



# چهارمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ پیشرفت ایران؛ گذشته، حال، آینده؛ سی ام و سی و یکم اردیبهشت ماه ۱۳۹۴

## جدول ۹: دوره‌ی برگشت شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در فصل پاییز

دوره‌ی برگشت	وضع حاکم	شدت
۷/۳	وضع نرمال	وضع نرمال
۲۲	خشکسالی	ملازم
۲۲	ترسالی	
۴/۴	خشکسالی	متوسط
۷/۳	ترسالی	
۱۱	خشکسالی	شدید
۴/۴	ترسالی	
-	خشکسالی	خیلی شدید
۱۱	ترسالی	
-	خشکسالی	بسیار شدید
۲۲	ترسالی	

ماخذ: یافته‌های تحقیق

### نتیجه‌گیری

ویژگی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در فصول زمستان و بهار نسبت به فصل پاییز باهم متفاوت است. شدت ترسالی‌ها در دو فصل زمستان و بهار نسبت به خشکسالی‌ها بیشتر ولی فراوانی و به ویژه دوره‌ی تداوم آنها کمتر است اما در فصل پاییز هم‌ویژگی‌های خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها دارای نظم خاصی بوده و تفاوت زیادی باهم ندارند. احتمال وقوع شرایط نرمال در فصول زمستان و بهار باهم برابر بوده و در حدود ۱۸ درصد می‌باشد که نسبت به فصل پاییز با احتمال حدود ۱۳ درصد، بیشتر است. دوره‌ی برگشت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در هر فصل متفاوت است به گونه‌ای که در فصل زمستان کمترین دوره‌ی برگشت مربوط به خشکسالی متوسط با ۳/۶ سال و بیشترین دوره‌ی برگشت متعلق به ترسالی ملازم و بسیار شدید با ۲۲ سال است. در فصل بهار نیز کمترین و بیشترین دوره‌ی برگشت به ترتیب مربوط به خشکسالی متوسط (۳/۶ سال) و ترسالی ملازم و شدید (۲۲ سال) می‌باشد. همچنین فصل پاییز در مقیاس خشکسالی متوسط و ترسالی شدید کمترین دوره‌ی برگشت (۴/۴ سال) و در مقیاس ترسالی بسیار شدید و خشکسالی ملازم بیشترین دوره‌ی برگشت را دارا می‌باشد. در همه‌ی فصول بیشترین فراوانی متعلق به خشکسالی متوسط با فراوانی ۶ می‌باشد و کمترین فراوانی‌ها نیز در فصل زمستان مربوط به ترسالی خیلی شدید و خشکسالی خیلی شدید و بسیار شدید و در فصل بهار در مقیاس ترسالی خیلی شدید و خشکسالی خیلی شدید و بسیار شدید و در فصل پاییز متعلق به ترسالی خیلی شدید و خشکسالی بسیار شدید با فراوانی صفر است. به طور کلی احتمال رخداد خشکسالی و

# چهارمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ پیشرفت ایران؛ گذشته، حال، آینده؛ سی‌ام و سی‌ویکم اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۴

ترسالی در فصل زمستان به ترتیب برابر با ۵۰ و ۳۱/۸ درصد، در فصل بهار ۴۵/۴ و ۳۶/۳ درصد و در فصل پاییز ۴۰/۹ و ۴۵/۴ درصد می‌باشد.

## منابع

- ۱- فرج‌زاده منوچهر ، خشکسالی از مفهوم تا راهکار، ۱۳۸۴.
- ۲- عزیزی قاسم، النینو و دوره‌های خشکسالی و ترسالی ایران، پژوهش‌های جغرافیایی، ۱۳۷۹.
- ۳- عزیزی قاسم، بررسی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها و امکان پیش‌بینی آنها با استفاده از مدل سری زمانی حالت وینترز در استان هرمزگان، تحقیقات جغرافیایی، ۱۳۸۴.
- ۵- عزیزی قاسم، ارزیابی خشکسالی و تاثیر آن بر گندم دیم در استان ایلام با تاکید بر خشکسالی‌های اخیر، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۱۳۸۱.