

بررسی توزیع مکانی و زمانی خشکسالی‌های رخ داده در

استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

علی اکبرسیزی پرور

دکترای هواشناسی سینوبیتیک

زهره مریانچی

کارشناس ارشداقلیم‌شناسی

عباس کرمی

کارشناس ارشدجغرافیا

پیروی نمی‌کند. زمانی که این عنصر اقلیمی از حدمتعارف خویش پایین‌تر

آید یک بحران اقلیمی به نام خشکسالی رخ می‌دهد که این بحران اثر نامطلوب و در پاره‌ای موقع غیر قابل جبرانی بر اقتصاد یک سرزمین وارد می‌کند.

همانطورکه اشاره شد خشکی یک ویژگی ثابت و دائمی است که تمامی جانداران در یک منطقه خشک خود را با آن سازگار نموده‌اند اما خشکسالی یک بلای طبیعی محسوب می‌شود که به صورت ناگهانی و بی‌سروضدار خیلی دارد، زمانی که بارش در یک دوره کاهش یابد به طوری که اثرات آن در رطوبت خاک و آبهای جاری و بدین طریق فعلیتهای انسان و حیات کیاًی و جانوری مشهود باشد خشکسالی رخ می‌دهد. به طور کلی خشکسالی سه نوع تقسیم می‌شود خشکسالی هواشناسی، خشکسالی هیدرولوژیکی، خشکسالی کشاورزی.

خشکسالی هواشناسی اگر بارش در یک دوره معین کمتر از میانگین در همان دوره باشد رخ می‌دهد. خشکسالی هیدرولوژیکی زمانی حادث می‌شود که میزان جریان آبهای سطحی و زیرزمینی برای یک دوره کمتر از حد نرمال شود و خشکسالی کشاورزی هنگامی است که میزان آب موردنیاز گیاه و رطوبت خاک کمتر از حد معمول باشد.

وقوع خشکسالی از نظر توزیع مکانی و زمانی از نظم خاصی پیروی نمی‌کند در این نوشان با استفاده از آمار ۲۷ ساله ۱۱ استگاه در سطح استان همدان به توزیع مکانی و زمانی خشکسالی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌پردازد.

بررسی خشکسالی‌های رخ داده در استان همدان

خشکسالی یک پدیده ناخجار اقلیمی است و تعریف دقیق جهانی از آن وجود ندارد و همین امر منجر به تعریف شاخصهای مختلفی شده است تعیین زمان شروع و پایان آن مشکل است و نمی‌توان تمهیدات جامع و کاملی برای کاهش وسعت اثرات تخریبی آن در نظر گرفت و بالاخره اینکه

به منظور مطالعه توزیع زمانی و مکانی خشکسالی در استان همدان از آمار ۲۷ ساله ۱۱ استگاه استن اسناده شده و پس از انجام آزمونهای صحت و همگنی داده‌ها نرمال سازی آنها با مطالعه خشکسالی به روشن گیس و موهر و شاخص (SPI) سالهایی که در سطح استان خشکسالی رخ داده مشخص گردیده بر این اساس در سالهای ۱۳۷۵ و ۱۳۷۸ شدیدترین خشکسالی اتفاق افتاده که پس از مشخص شدن سالهای خشک برآساس شاخص گیس و موهر نشانه‌های آن ترسیم شده تا پراکنده‌ی آن در سطح استان مشخص گردد و درنهایت با استفاده از رتبه پندی این شاخص نهایی ترسیم گردیده که طبق این نشانه شدتهاي خشکسالی از شرق به غرب کاسته می‌شود یعنی مناطق شرقی و مرکزی نسبت به مناطق دیگر استان بیشتر در معرض خشکسالی بوده است.

چکیده

به منظور مطالعه توزیع زمانی و مکانی خشکسالی در استان همدان از آمار ۲۷ ساله ۱۱ استگاه استن اسناده شده و پس از انجام آزمونهای صحت و همگنی داده‌ها نرمال سازی آنها با مطالعه خشکسالی به روشن گیس و موهر و شاخص (SPI) سالهایی که در سطح استان خشکسالی شدیدترین خشکسالی اتفاق افتاده که پس از مشخص شدن سالهای خشک برآسان شاخص گیس و موهر نشانه‌های آن ترسیم شده تا پراکنده‌ی آن در سطح استان مشخص گردد و درنهایت با استفاده از رتبه پندی این شاخص نهایی ترسیم گردیده که طبق این نشانه شدتهاي خشکسالی از شرق به غرب کاسته می‌شود یعنی مناطق شرقی و مرکزی نسبت به مناطق دیگر استان بیشتر در معرض خشکسالی بوده است.

کلید واژه

خشکسالی، گیس و موهر، شاخص (SPI)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

مقدمه

سرزمین ایران با مساحت ۱/۶۴۸۰۰۰ کیلومترمربع از نظر ویژگیهای اقلیمی جزو کشورهای خشک و نیمه خشک جهان محسوب می‌شود همچنین کمرنگ‌بیانی از این کشور می‌گذرد. لذا خشکی در این سرزمین به عنوان یک خصیصه و ویژگی دائمی می‌باشد. میزان نزولات این کشور به طور متوسط ۲۲۵ میلیمتر است که کمتر از ۳۳٪/ متوسط جهانی (۸۶۰ میلیمتر) می‌باشد. یکی از ویژگیهای اقلیمی این سرزمین نوع آب و هوایی و ناهمگونی اقلیمی است که توزیع ناعادلانه بارندگی را در این سرزمین سبب شده است. همین ویژگی علاوه بر توزیع نامناسب مکانی توزیع نامناسب زمانی را نیز ناشی شده است و بارش در این منطقه از نظم خاصی

روش شاخص بارندگی (SPI)

به منظور نشان دادن سالهای خشک و مرطوب و نیز بررسی اتفاقات این شاخص با روش گیبس و موهر اقدام به تعیین شاخص بارندگی در استگاههای نامبرده در طی دوره آماری ۲۷ ساله گردید که در سالهایی که خشکسالی شدید بوده این روش با یکدیگر اتفاق دارد. این شاخص بر مبنای فرمول زیر تعیین می‌گردد و مقادیر آن در نواحی خشک و نیمه خشک شدیدتر است. جدول (۲) مقادیر شاخص بارندگی (SPI) را نشان می‌دهد.

$$SPI = (PI - P) / SD$$

در این فرمول (PI) میزان بارندگی در هر سال و (P) میانگین دراز مدت بارندگی و (SD) انحراف معیار می‌باشد.

توزيع زمانی و شدت خشکسالی‌های رخداده در استان همدان
با استفاده از روش گیبس و موهر و شاخص (SPI) توزیع زمانی و شدت‌های خشکسالی‌های رخداده در استان همدان به قرار زیر است:
 ۱- در این دو روش سالهای فرق العاده خشک ۱۳۷۵ و ۱۳۷۸ می‌باشد.
 ۲- در این روش‌ها سالهایی که خشکسالی اتفاق افتاده عبارتند از ۱۳۴۵، ۱۳۶۲، ۱۳۶۴، ۱۳۶۹، ۱۳۷۵، ۱۳۷۸ و ۱۳۷۸ خشکسالی (SPI) هر گاه مقدار شاخص ۲- و کمتر باشد خشکسالی بسیار شدید (۱) بین ۱/۵ و ۱/۹ و خشکسالی شدید (۲) بین ۱-۱/۴۹ و ۱-۱/۴۹ خشکسالی متوسط (۳) رخداده است. و طبق روش گیبس و موهر هرگاه مقدار بارندگی از دهک اول کمتر باشد خشکسالی شدید (۱) است و اگر بین دهک اول و دوم باشد خشکسالی متوسط (۲) و اگر بین دهک دوم و سوم باشد خشکسالی ضعیف (۳) حادث شده است. نتایج این دو بررسی در جدولهای (۱) و (۲) آمده است.

توزیع مکانی خشکسالی‌های رخداده در استان همدان

به منظور بررسی توزیع مکانی خشکسالی‌ها در سطح استان همدان با استفاده از اطلاعات به دست آمده به روش گیبس و موهر و با استفاده از (GIS) (اقدام به ناحیه‌بندی خشکسالی‌های رخداده شده است نقشه‌های ۱۱ تا ۸ توزیع مکانی خشکسالی‌ها را به روش گیبس و موهر نشان می‌دهد. این نقشه‌ها مربوط به سالهایی است که در سطح استان خشکسالی اتفاق افتاده است. طبق این نقشه‌ها در سال ۱۳۵۷ خشکسالی در سطح استان پراکنده و فقط شمال غرب استان خشکسالی ضعیف است در نقشه سال ۱۳۶۴ و ۱۳۶۶ شرق استان خشکسالی ضعیف و هرچه به طرف غرب می‌رویم به شدت آن اضافه می‌شود. طبق نقشه سال ۱۳۶۸ مناطق شرقی و جنوب شرقی استان خشکسالی شدید بیشتری نسبت به مناطق غربی دارد در سال ۱۳۶۹ خشکسالی در سراسر استان پراکنده فقط در مناطق مرکزی شدید آن کمتر است.

بدینه است با محدوده جغرافیایی گستره و استمرارش افزایش تصاعدی شدت خشکسالی را به همراه دارد.

آستانه خشکسالی با توجه به شرایط مکانی متفاوت است ولی میانگین دراز مدت آن می‌تواند در شاخصهای مختلف ارائه شده برای خشکسالی به کارگرفته شود در این نوشتار از روش گیبس و موهر و شاخص بارندگی (SPI) استفاده شده است.

مواد و روشها

جهت بررسی روند خشکسالی از آمار ۱۱ استگاه (اکباتان، نوزده، ملایر، درگزین، کیتو، بهادریگ، سد اکباتان، عمرآباد، کنگاور و وراینه) استفاده شده است.

برای این مسحه بر این مسحه استگاه ایستاد سالهایی که خلاه آماری داشته‌اند با نرم‌افزار (SPSS) و با روش ضریب همبستگی افتاده به بازسازی داده براساس استگاههای مینا (اکباتان و نوزده) شده است که صحبت و همگنی داده‌ها به روش ران تست (Run test) (انجام گرفته و سپس توزیع نرمال آن مورد بررسی قرار گرفته است).

به منظور انجام مطالعات خشکسالی ابتدادهای استگاه که از سال ۱۳۵۴ تا ۱۳۵۵ می‌باشد به روش لگاریتمی نرمال سازی شده و سپس با استفاده از روش گیبس-موهر و شاخص (SPI) (شدت‌های خشکسالی موردمطالعه قرار گرفته که در زیر به آنها اشاره شده است.

روش گیبس و موهر

این روش که روش دکھانها می‌باشد با استفاده از سری زیبایی بارش در استگاههای منتخب در دوره ۲۷ ساله دهک اول و دوم و سوم آن حساب شده که با حساب این سه دهک که بیانگر خشکسالی است دوره‌های خشک مشخص شده است. جدول (۱) دهکهای استگاههای مورد بررسی را نشان می‌دهد.

جدول (۱): دهکهای استگاههای موردمطالعه (روش گیبس و موهر)

ردیف	استگاه	دهک اول	دهک دوم	دهک سوم	میانگین
۱	اکباتان	۲۱۹/۳۸	۲۳۰/۸۶	۲۴۶/۵۲	۳۰۰/۱۶
۲	بهادریگ	۲۱۲/۲	۲۲۱/۴	۲۴۹/۲	۳۱۴/۳۹
۳	درگزین	۲۲۴/۳	۲۲۱/۴۴	۲۵۸/۷۴	۳۰۵/۱۸
۴	سد اکباتان	۲۳۵/۹۸	۲۴۸/۶	۲۷۱/۱۵	۳۲۷/۹۱
۵	عمرآباد	۱۷۹/۹	۱۹۸/۷	۲۱۳/۱	۲۸۷/۶۳
۶	کنگاور	۲۵۱/۴۴	۲۷۹/۷۲	۳۳۱/۵۴	۳۹۳/۹۱
۷	ملایر	۲۱۵/۸۲	۲۲۱/۶	۲۵۵/۶۴	۳۰۵/۴۸
۸	نوزده	۲۲۳/۶۲	۲۶۹/۲۴	۲۸۶/۱۲	۳۲۸/۷۴
۹	نهادن	۲۸۷/۹۲	۳۳۱/۷۶	۳۵۸/۶۶	۴۱۶/۱۴
۱۰	وراینه	۳۶۳	۴۴۵/۷	۴۶۹/۳	۵۳۵
۱۱	کیتو	۲۵۰/۱۴	۲۶۵/۶	۲۷۹/۹۴	۳۵۱
۱۲	استان	۲۴۳/۹۷	۲۷۱/۳۲	۲۹۲/۷۴	۳۵۱/۲۶



جدول(۲): مقادیر شاخص (SPI) استگاههای مورد مطالعه بر مبنای دوره ۱۲ ماهه

سال	استان	وراینه	نهادنده	نوعه	ملاپر	کنگاور	عمرآباد	سد اکباتان	درگزین	بهادریگ	اکباتان
۱۳۵۴	-۰/۹۵	-۰/۳۱	-۰/۶۱	-۰/۰۲	-۰/۵۷	۱/۱۶	۱/۶۹	-۰/۴۶	-۰/۹۷	-۰/۴۴	-۰/۲۳
۱۳۵۵	-۰/۴۰	-۰/۶۴	-۰/۱۹	-۰/۳۳	-۰/۸۳	-۰/۰۸	-۰/۹۰	-۰/۵۴	-۱/۱۴	-۰/۰۲	-۰/۲۳
۱۳۵۶	۱/۴۳	۱/۰۳	۰/۸۶	-۰/۶۷	۲/۰۸	۰/۱۸	-۰/۶۸	-۰/۰۲	-۰/۴۳	۱/۴۴	۰/۹۱
۱۳۵۷	-۱/۴۹	-۰/۹۰	-۰/۵۱	-۱/۱۱	-۰/۱۹	-۰/۰۲	-۱/۳۲	-۰/۱۲	-۱/۱۱	-۰/۱۷	-۰/۹۴
۱۳۵۸	-۰/۱۶	-۰/۲۰	-۰/۷۲	-۰/۷۸	۱/۱۳	-۱/۸۸	۱/۱۸	-۰/۰۷	-۰/۰۹	۱/۲۳	-۰/۰۱
۱۳۵۹	-۰/۶۴	-۰/۳۰	-۰/۳۴	-۱/۰۹	-۰/۱۷	-۰/۰۴	-۰/۰۱	-۰/۸۰	-۰/۰۰	-۰/۰۴	-۰/۰۸
۱۳۶۰	-۰/۱۹	-۰/۱۰	-۰/۰۷	-۰/۰۸	-۰/۹۹	-۰/۰۰	-۰/۰۱	-۰/۱۶	-۰/۱۵	-۰/۰۹	-۰/۱۶
۱۳۶۱	۱/۲۸	۱/۰۸	۱/۳۵	۱/۹۰	-۰/۰۹	-۰/۰۸	۱/۰۶	-۰/۰۷	-۰/۰۰	۱/۷۰	-۰/۰۳
۱۳۶۲	-۰/۶۱	-۱/۴۱	-۰/۷۶	-۰/۹۰	-۰/۰۷	-۱/۰۸	-۰/۰۹۸	-۰/۰۲	-۰/۰۴۸	-۰/۰۵	-۰/۰۳
۱۳۶۳	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۱۴	۱/۹۱	-۰/۰۷	-۰/۰۲	۱/۷۶	-۰/۰۷۰	-۰/۰۱۷	-۰/۰۷۷
۱۳۶۴	-۰/۰۷	-۰/۹۰	-۰/۰۹۰	-۱/۲۷	-۰/۰۹۳	-۰/۰۱۶	-۰/۰۷۳	-۰/۰۴۲	-۰/۰۸۰	-۰/۰۴۹	-۰/۰۹۰
۱۳۶۵	۱/۰۸	-۰/۰۷۹	۱/۱۲	۱/۳۸	-۰/۰۹	-۰/۰۸	۱/۰۵	۱/۰۹	۱/۱۰	۱/۰۴۱	۱/۰۳
۱۳۶۶	-۰/۰۷	۱/۰۲	-۰/۰۸	۱/۰۰	-۰/۰۰۴	۱/۰۵	۱/۰۱	۱/۰۹۳	-۰/۰۹۶	۱/۰۰	۱/۰۳۰
۱۳۶۷	-۰/۰۳	-۰/۰۱۳	-۰/۰۲۹	-۰/۰۲	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۴	-۰/۰۲۷	-۰/۰۴۴	-۰/۰۲۰	-۰/۰۳۹	-۰/۰۱۴
۱۳۶۸	-۰/۰۷۷	-۰/۰۸۴	-۰/۰۹۴	-۰/۰۰۷	-۰/۰۷۴	-۰/۰۸۸	-۰/۰۹۴	-۰/۰۶۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۷۹	-۰/۰۹۹
۱۳۶۹	-۱/۱۲	-۰/۰۵۲	-۱/۰۳۳	-۱/۱۰	-۱/۰۳	-۱/۰۱۳	-۱/۰۰۹	-۰/۰۸۲	-۰/۰۳۷	-۱/۰۴۶	-۱/۰۱۹
۱۳۷۰	-۰/۰۵۹	-۰/۰۸۰	-۰/۰۷۴	-۰/۰۹۸	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۸	-۰/۰۰۲	-۰/۰۷۷	-۰/۰۱۱	-۰/۰۴۵	-۰/۰۳۶
۱۳۷۱	۱/۰۸	-۰/۰۲	۱/۰۰	۱/۰۲	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۷	۱/۰۰	۱/۰۰
۱۳۷۲	-۰/۰۳	-۰/۰۳۰	-۰/۰۴۵	-۰/۰۷	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۴	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۷	-۰/۰۳۲	-۰/۰۰۳
۱۳۷۳	۱/۰۵	۲/۰۰	۱/۰۰	۰/۰۳	-۰/۰۰۲	۲/۰۳۶	۰/۰۰	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۵	-۰/۰۰	۱/۰۰
۱۳۷۴	-۰/۰۸	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰
۱۳۷۵	-۱/۰۹	-۱/۰۰	-۱/۰۰	-۱/۰۰	-۱/۰۰	-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۶	-۱/۰۱۲	-۱/۰۰۸
۱۳۷۶	-۰/۰۲	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰
۱۳۷۷	-۱/۰۳۶	-۰/۰۰۰	-۱/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰
۱۳۷۸	-۰/۰۰۶	-۱/۰۰	-۱/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰
۱۳۷۹	-۰/۰۱	۱/۰۰	۱/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰
۱۳۸۰	-۱/۰۰	-۱/۰۰	-۱/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰

جدول(۳): شدت خشکسالیهای رخداده در طی دوره آماری براساس روش گیبس و موهر

سال	استان	وراینه	کیتو	نهادنده	نوعه	ملاپر	کنگاور	عمرآباد	سد اکباتان	درگزین	بهادریگ	اکباتان
۱۳۵۷	۱	۳	۲	۲	۲	۱						۳
۱۳۶۲		۱	۳	۳		۳	۳	۲			۲	۳
۱۳۶۴	۳	۲	۳	۲	۲		۳					۳
۱۳۶۸	۳	۳			۳	۳	۲	۳			۳	۲
۱۳۶۹	۲		۱	۲	۱	۲	۲	۲			۱	۲
۱۳۷۵	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۱	۱		۲	۳
۱۳۷۷	۱	۳		۱	۱	۱		۲	۳		۲	۲
۱۳۷۸	۳	۱	۲		۳	۲	۱	۱	۱	۲	۱	۱

جدول(۴): شدت خشکسالیهای رخ داده در طی دوره آماری براساس شاخص(SPI)

سال	استان	ورایته	نهادن	نوژه	ملایر	کنگاور	عمرآباد	سد اکباتان	بهادریگ	درگزین	اکباتان
۱۳۶۹	۳	۳			۳	۳	۳	۳			
۱۳۷۵	۲	۲	۳	۲			۳		۳	۳	۳
۱۳۷۷	۳			۲		۲	۳				۳
۱۳۷۸	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۲

جدول(۵): رتبه‌های شدت‌های خشکسالی در سطح استان

سال/استگاه	ورایته	کیتو	نهادن	نوژه	ملایر	کنگاور	عمرآباد	سد اکباتان	بهادریگ	درگزین	اکباتان
۱۳۵۷	۲	۲	۲	۳				۲		۱	۳
۱۳۶۲	۱	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳
۱۳۶۴	۱	۲	۲	۱	۲	۲	۱	۲	۱	۱	۱
۱۳۶۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۳۶۹	۳	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۲	۲
۱۳۷۵	۲	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۱۳۷۷	۲	۱	۱	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۱۳۷۸	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
جمع رتبه	۱۲	۱۲	۱۳	۱۳	۱۳	۱۲	۱۲	۱۱	۱۲	۱۲	۱۰



نقشه شماره ۳: پراکندگی شاخص خشکی گیبس و موهر در سال ۱۳۶۴
در استان همدان



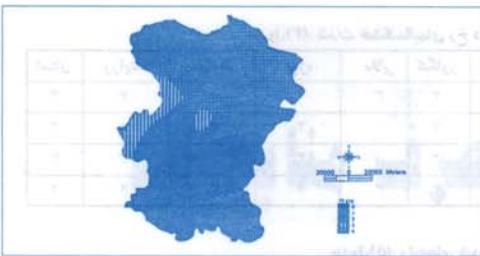
نقشه شماره ۱: پراکندگی شاخص خشکی گیبس و موهر در سال ۱۳۵۷
در استان همدان



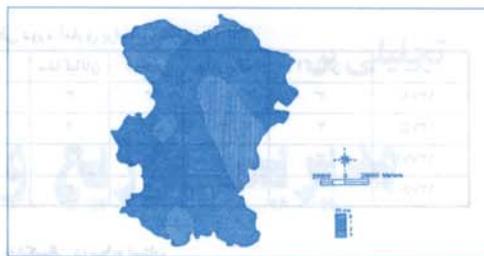
نقشه شماره ۴: پراکندگی شاخص خشکی گیبس و موهر در سال ۱۳۶۸
در استان همدان



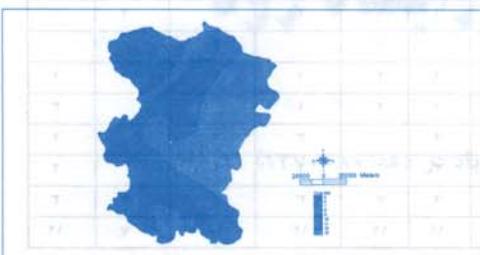
نقشه شماره ۲: پراکندگی شاخص خشکی گیبس و موهر در سال ۱۳۶۲
در استان همدان



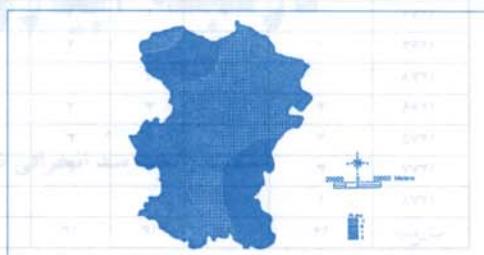
نقشه شماره ۵: پراکندگی شاخص خشکی گیبس و موهر در سال ۱۳۷۸
در استان همدان



نقشه شماره ۶: پراکندگی شاخص خشکی گیبس و موهر در سال ۱۳۶۹
در استان همدان



نقشه شماره ۷: پراکندگی شاخص خشکی گیبس و موهر
در طی دوره آماری استان همدان



نقشه شماره ۸: پراکندگی شاخص خشکی گیبس و موهر در سال ۱۳۷۵
در استان همدان

با توجه به نقشه نهایی از پلیگونهای بدست آمده چنین استنباط می شود که مناطق شرقی و مرکزی استان از خشکسالی بیشتر آسیب دیده اند و هر چه به طرف غرب می روید شدت خشکسالی کمتر می شود ایستگاههای منتخب در این مناطق (آکباتان، درگزین، ملابر و بهادریگ) است که نسبت به سایر ایستگاهها از رتبه بیشتری برخوردار است.

منابع

- ۱- طرح مطالعه خشکسالی در استان همدان، علی اکبر سبزی پرور.
- ۲- هیدرولوژی کاربردی، امین علیزاداد، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۳- آمار و احتمالات، کاوی، یحیی زاده.
- ۴- بزرگی، گستره و فراوانی خشکسالی در ایران، دکتر حسنعلی غیور، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۵، تابستان ۱۳۷۶.
- ۵- بررسی روند خشکسالی از دیدگاه کشاورزی، فخری مقدسی، نیوار شماره ۲۹.
- ۶- تحلیل خشکسالی اخیر مسهداباده کارگیری برخی از شاخصهای خشکسالی، دکتر غلامعلی کمالی، لیلی خزانه داری، نیوار شماره ۴۴ و ۴۵.
- ۷- بررسی شاخصهای خشکسالی غرب کشور، حمیدزاده ایانه، علی اکبر مسحوبی، مجید حیدری.



نقشه شماره ۹: پراکندگی شاخص خشکی گیبس و موهر در سال ۱۳۷۷
در استان همدان

بحث و نتیجه گیری

در نهایت برای اینکه مشخص شود در طول این سالها کدام ناحیه از استان همدان بیشتر در معرض این بلای طبیعی بوده و برای بدست آوردن میزان پراکندگی شاخصهای خشکسالی در طول این سالها با استفاده از (GIS) به هر کدام از این شدتها رتبه های داده شده است و با جمع رتبه ها ایستگاهی که رتبه ای بیشتری کسب کند از خشکسالی بیشتری آسیب دیده است طبق این روش خشکسالی شدید رتبه ۳، خشکسالی متوسط رتبه ۲ و خشکسالی ضعیف رتبه ۱ داده شده است (جدول (۵)).