

## تأثیر خشکسالی‌های اخیر در افت منابع آب زیرزمینی دشتهای شمال همدان

دکتر حسین‌مواد محمدی - استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران  
علی اکبر شمسی پور - دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۸۱/۱۲/۲۱

### چکیده

طی سالهای اخیر در ایران، و به طور منطقه‌ای در شمال همدان، خشکسالی‌های مستمر و شدیدی رخ داده که در نتیجه آن، منابع آبهای سطحی منطقه خشک یا بسیار کم شده و سفره‌های زیرزمینی با افت سطح ایستابی شدیدی روبرو شده است. در این تحقیق با استفاده از روش شاخص Z استاندارد خشکسالی‌ها و شدت آنها مشخص شد و دو سال آبی ۷۷-۷۹ به عنوان سالهای شاخص خشکسالی تعیین گردید. در بررسی توزیع مکانی شدت خشکسالی و افت سطح سفره‌های آب زیرزمینی دشتهای شمال همدان از قابلیت GIS و نرم‌افزار Arcinfo و Arcview و از رابطه «یتزولد» در تعیین شدت کمبود بارش و خشکی، و از هیدروگراف‌های معرف سطح آبهای زیرزمینی جهت تعیین میزان و شدت افت ماهیانه و سالانه سطح ایستابی استفاده گردید. منابع آبهای زیرزمینی با توجه به عمق سفره، نوع آن، ویژگیهای زمین‌شناسی، خصوصیات ژئوهیدرولوژیکی و شبکه آبهای سطحی روی آن، نسبت به خشکسالی واکنش نشان می‌دهد؛ در نتیجه خشکسالی بر منابع آبهای سطحی منطقه اثرات تخریبی مستقیم داشته، ولی در آبهای زیرزمینی بین کاهش بارش و افت سطح ایستابی ضریب همبستگی معناداری وجود ندارد و خشکسالی به صورت غیر مستقیم از طریق کاهش تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی از منابع آب سطحی، افزایش برداشت از طریق چاههای عمیق جهت مصارف کشاورزی، افزایش دما و تبخیر و تعرق و تغییر نوع بارش در نتیجه کاهش میزان تغذیه از بارشهای جوی و ... بر منابع آبهای زیرزمینی مؤثر می‌باشد. بنابراین اثرات خشکسالی با تأخیر زمانی بیشتری در آبهای زیرزمینی (با تأخیر ۹ ماهه) رخ می‌دهد.

واژگان کلیدی: تبخیر و تعرق، آبهای زیرزمینی، خشکسالی، یتزولد، GIS، سطح ایستابی، هیدروگراف

### مقدمه

امروزه آب مهمترین مسئله چالش بین ملل در اکثر کشورهای جهان می باشد، به طوری که در سال ۲۰۰۰ میلادی ۲۶ کشور جهان با ۳۰۰ میلیون نفر جمعیت با کمبود آب درگیر بوده و تا سال ۲۰۵۰ میلادی نیز بیش از ۶۶ کشور با داشتن حدود  $\frac{2}{3}$  جمعیت کره زمین با مشکل کم آبی مواجه خواهند بود (همشهری، مرداد ۱۳۸۰). شاخص بحران آب در کشور ما به علت قرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه خشک به مراتب نامطلوبتر از متوسط دنیاست؛ در حالی که تقریباً یک درصد از جمعیت جهان در ایران زندگی می‌کنند و سهم آن از کل منابع آب شیرین تجدید شونده دنیا تنها ۰/۳۶ درصد است. این در حالی است که جهان تنها از ۴۵ درصد از منابع مطلوب

خود استفاده کرده و کشور ما حدود ۶۶ درصد از ذخایر آب شیرین خود را مصرف نموده است (قدس، مرداد ۱۳۸۰). وقوع خشکسالی‌های متناوب و طولانی و نوسانات بالای آب و هوا از عوامل اصلی کمبود آب بویژه منابع آب سطحی است که فشار مضاعفی را بر منابع آبهای زیرزمینی وارد می‌کند. ارتباط بین خشکسالی هواشناسی با تأخیر زمانی در یک مکان به خشکسالی هیدرولوژی منجر می‌شود که در هیدرولوژی آبهای زیرزمینی، این تأخیر زمانی بیشتر می‌باشد.

### پیشینه تحقیق

در زمینه خشکی و خشکسالی، سازمانهای متعددی نظیر سازمان خواروبار و کشاورزی جهان (FAO)، سازمان هواشناسی جهانی (WMO)، مرکز مطالعات مناطق خشک وابسته به یونسکو و دهها مرکز دیگر مطالعات ارزنده‌ای صورت داده‌اند، مطالعات خشکسالی و اثرات مخرب آن بعد از خشکسالی‌های وسیع دهه ۱۹۷۰ ساحل، جدی‌تری به خود گرفته و مطالعات عمیقی در عوامل بروز پدیده خشکسالی به خصوص در بین دانشمندان و محققان اروپایی صورت گرفت (غیور، ۱۳۷۶).

از زمانی که در سده هفدهم میلادی پیر پرالت (۱۶۸۰-۱۶۰۸) دانشمند فرانسوی منشأ آبهای زیرزمینی را به بارندگی‌ها ثابت نمود، ارتباط بین بارش و سطح سفره‌های زیر زمینی مورد مطالعه دقیق‌تر قرار گرفت (کردوانی، ۱۳۷۴). گرچه آب زیرزمینی منبعی با اهمیت است ولی در مطالعات خشکسالی تقریباً از آن صرف‌نظر می‌شود.

در مروری بر تعاریف پدیده خشکسالی از ویلهیت و گلاتس (۱۹۸۵) به آب زیرزمینی تنها به عنوان یکی از پارامترهایی که باید در آگاهی از خشکسالی در نظر گرفته شود، اشاره شده است. در بررسی تعاریف خشکسالی از تات و گوستارد (۲۰۰۰) فقط بخش کوچکی به خشکسالی آب زیرزمینی اختصاص دارد. در مطالعه‌ای که مارش در سال ۱۹۹۴ در مورد اثر خشکسالی بر سطوح آب زیرزمینی صورت داد، هیچ تعریفی از خشکسالی آب زیرزمینی ارائه نگردید. در ادبیات، تعاریف وقوع خشکسالی آب زیرزمینی کمیاب است. تنها تعریف جامعی توسط وان لنین و پیترز (۲۰۰۰) ارائه شده است.

اگر در یک دوره معین سطح آب زیرزمینی به زیر سطح بحرانی پایین رود - که منجر به نتایج مخرب شود - خشکسالی آب زیرزمینی گویند (هیسدال و تالاکسن، ۲۰۰۰) در ایران مطالعات بسیار کمی در مورد اثر خشکسالی بر آب زیرزمینی صورت گرفته و غالب مطالعات در زمینه خشکسالی به صورت بنیادی و تنها جنبه‌های اقلیمی بوجود آورنده آن مورد توجه قرار گرفته است (مالکی ۱۳۷۵، خوش اخلاق ۱۳۷۶، فرج زاده ۱۳۷۸، علیجانی ۱۳۷۸). تحقیق حاضر از جنبه کاربردی و در ارتباط با مسائل اجتماعی و مهمترین نیاز انسان یعنی آب، انجام شده و هدف آن بررسی میزان و جنبه‌های مختلف تأثیر خشکسالی هواشناختی بر منابع آب زیرزمینی می‌باشد. منابع آب زیرزمینی به دلیل آنکه کمتر تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی بویژه نوسانات بارندگی قرار می‌گیرد، منبع قابل اعتمادی در تأمین آب در جهان به خصوص مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. در دشتهای شمال همدان طی سالهای اخیر خشکسالی‌های شدیدی به طور مستمر رخ داده (نقشه‌های شماره ۱ و ۲) که در نتیجه آن، علاوه بر خشکی یا کاهش آبهای سطحی محدوده منطقه، باعث افت مستمر سطح آبهای زیرزمینی و در نتیجه خشکی یا کم آبی منابع تأمین آب

منطقه شده است. این مطالعه، پایه‌ای برای مطالعات سیستماتیک در زمینه تأثیر خشکسالی بر منابع آب دشتهای شمال همدان می باشد، که در آن از روشهای آماری برای برقراری ارتباط بین خشکسالی اقلیمی و هیدرولوژیک استفاده شده و در نهایت، نتایج به صورت نمودار، جدول و نقشه ارائه گردیده است. در این دشتها به واسطه اینکه ۸۸ درصد از مصرف بخشهای مختلف از آبهای زیرزمینی تأمین می شود، طی سالهای اخیر به موازات خشکسالی‌های متوالی و شدید، افت سطح اساس آبهای زیرزمینی شدت گرفته که لزوم برنامه‌ریزی صحیح و مطالعات دقیق در میزان و نحوه ارتباط خشکسالی و افت سطح ایستابی دشتها و نیز چگونگی پیش آگاهی، آمادگی و مقابله در برابر خشکسالی و اثرات آن بویژه بر منابع آب را ضروری داشته است.

### منطقه مورد مطالعه

دشتهای شمال همدان بین عرض جغرافیایی  $34^{\circ}$ - $35^{\circ}$  تا  $37^{\circ}$ - $35^{\circ}$  و طول جغرافیایی  $13^{\circ}$  -  $48^{\circ}$  تا  $49^{\circ}$ - $27^{\circ}$  واقع شده و شامل سه دشت حوزه آبخیز قره‌چای در استان همدان می باشد. دشت رزن - فامنین در شمالشرقی، دشت بهار - همدان در مرکز و کبودرآهنگ در شمال استان واقع شده‌اند و مساحت کل سه دشت ۵۰۹۰ کیلومتر مربع می باشد. محدوده زمانی مورد مطالعه برای بررسی‌های پایه اقلیمی سی سال (۷۹-۱۳۵۰) و مطالعات هیدرولوژیکی آبهای سطحی هفده سال و آبهای زیرزمینی ده سال است که دو سال آبی ۷۸-۷۷ و ۷۹-۷۸ به عنوان سالهای شاخص مورد تجزیه و تحلیل دقیق تر قرار گرفته اند.

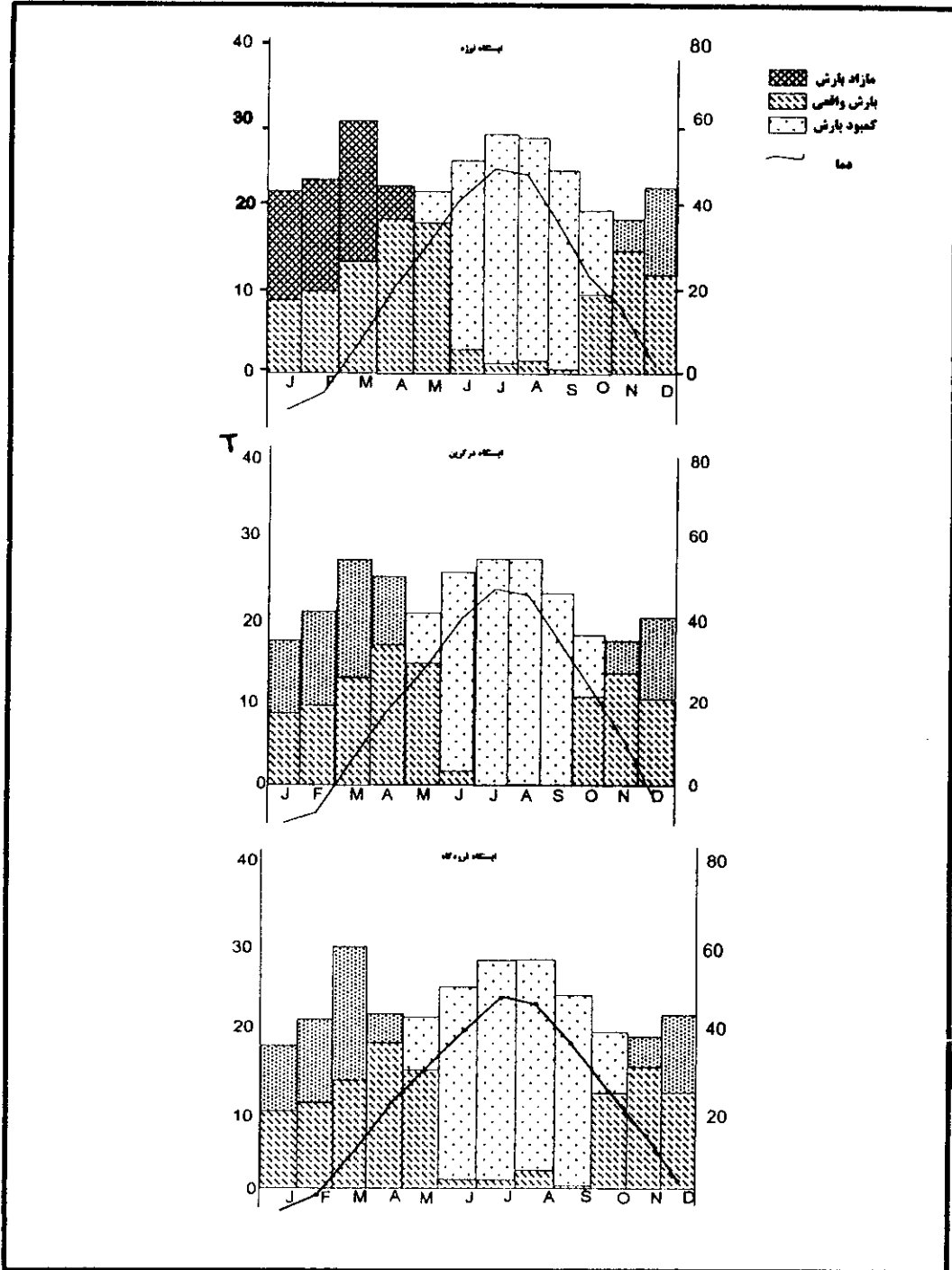
### روش تحقیق

در این تحقیق روش‌های کتابخانه‌ای و تجزیه و تحلیل کامپیوتری براساس روشهای آماری مورد استفاده قرار گرفته است. در انتخاب سالهای خشکسالی از شاخص Z (نمره استاندارد)، مربوط به روشهای مطالعه پراکندگی میانگین بارندگی استفاده شد و با استفاده از نرم افزار SPSS به تجزیه و تحلیل و محاسبه ضریب همبستگی بین بارش ماهانه و سالانه با دبی ماهانه و سالانه رودخانه و سطح اساس ماهانه چاههای پیژومتری پرداخته شد. همچنین از رابطه «بتزولد» در تعیین شدت و مدت خشکسالی و از قدرت تحلیل فضایی GIS (نرم افزار Arc/view) در منطقه بندی شدت خشکسالی و شدت افت سطح ایستابی و از هیدروگراف معرف آبهای زیرزمینی جهت روند افت سطح ایستابی استفاده گردید. بنابراین با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری از جمله Freehand و Arc/view جهت ترسیم نقشه‌ها و نمودارها اقدام گردید و تجزیه و تحلیل نهایی از جداول و نقشه‌های ترسیمی بدست آمد.

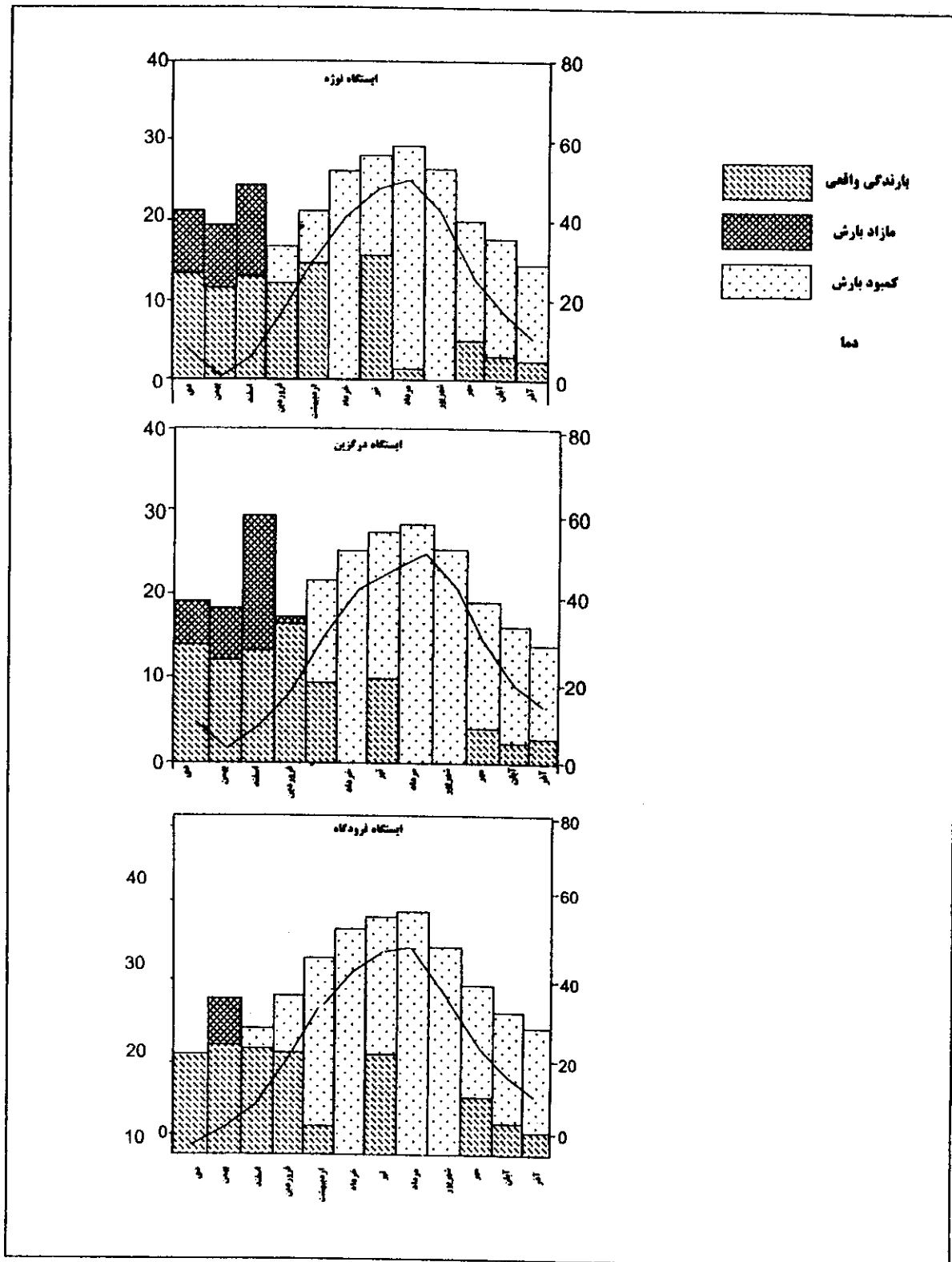
### بحث و یافته‌های تحقیق

میانگین بارش پنج سال اخیر نسبت به طولانی مدت، کاهش فاحشی را نشان می دهد. کاهش بارش سالانه به تنهایی گویای عمق خشکسالی‌های رخ داده نیست و با دقت بر دما و بارشهای فصلی و ماهانه که در رابطه «بتزولد» آمده است، متوجه ناهنجاریهای دما و بارندگی شدید می شویم، به طوری که در سال ۷۸-۷۷ در پاییز درصد بسیاری پایینتری از بارش نسبت به تابستان دریافت گردیده و زمستان بیش از ۵۴ درصد بارش سالانه را داشته است. در حالیکه نسبت به متوسط بارش زمستانی طولانی مدت، کاهش را نشان می دهد (اشکال شماره ۳ - ۱).

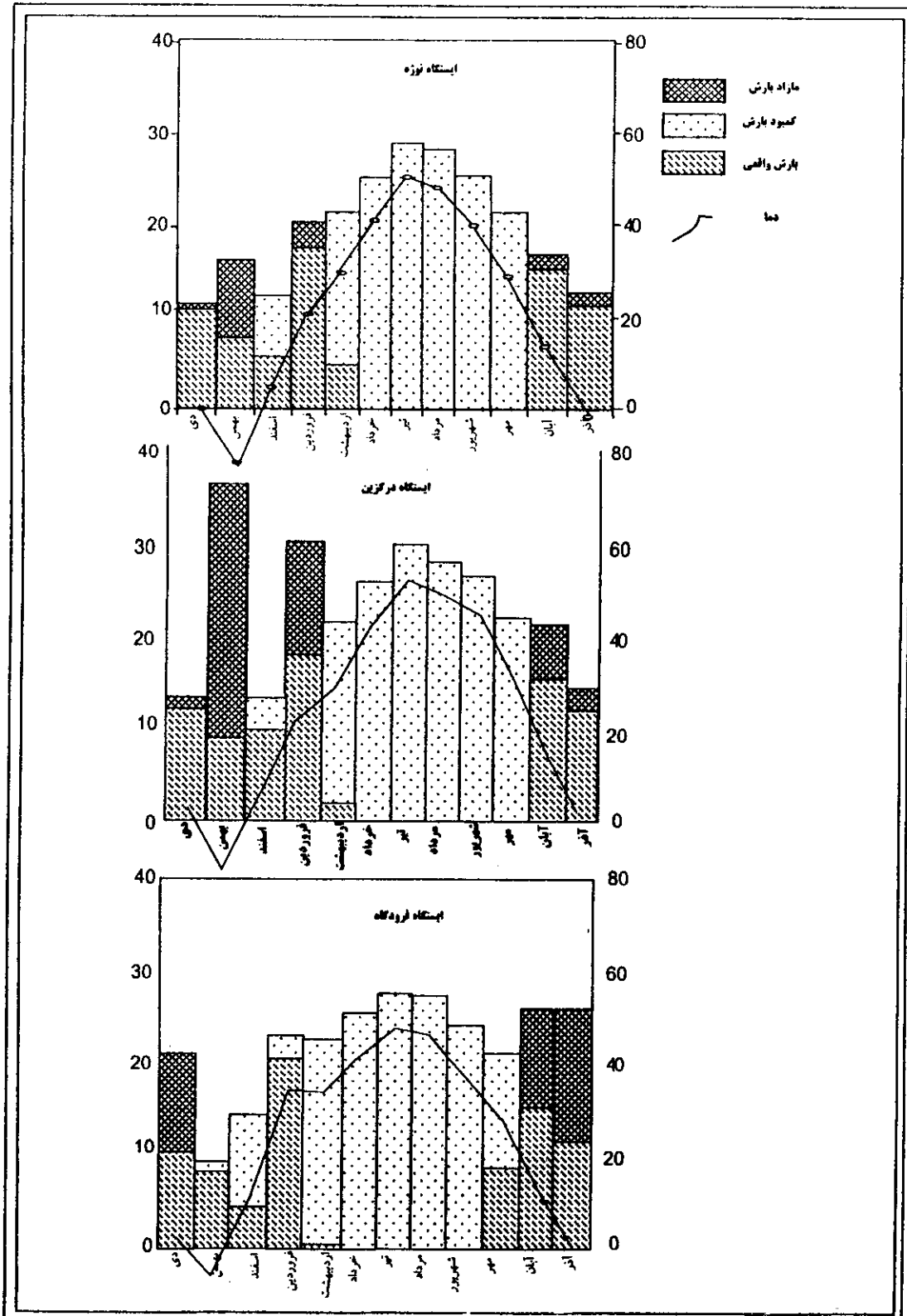
شکل ۱- نمودار یترولد متوسط ایستگاههای منتخب شمال همدان



شکل ۲- نمودار پیزولد سال (۷۷-۷۸) ایستگاههای منتخب شمال همدان



شکل ۳- نمودار بتزولد سال ۷۸-۷۹ ایستگاههای منتخب همدان



در سال ۷۹-۷۸ زمستان دارای کمبود آب می باشد - فصلی که عمده ترین بخش تغذیه سفره های زیرزمینی از بارش برف آن در سطح دشت و کوه تأمین می شود - در این سال دو ماه دی و بهمن با کاهش شدید بارش و با افزایش دما که سبب تغییر نوع بارش از برف به باران و افزایش تبخیر و تعرق شده، عملاً نقش ضعیفی را در تغذیه سفره های زیرزمینی خواهد داشت. همانطور که قبلاً اشاره گردید، برای تعیین میزان کمبود یا مازاد بارش ماهیانه در دشتهای شمال همدان از فرمول یتزولد<sup>۱</sup> استفاده گردید (یتزولد، ۱۹۶۲).

$$n[12n - 20(t + 7)] = 3000$$

n = بارش ماهیانه

t = میانگین دمای ماهانه

۳۰۰۰ = ضریب ثابت

در این روش، رابطه میان بارش و دما و فرایندهای حاصل از آن یعنی تبخیر که از مسائل اقلیم شناسی در مطالعه خشکسالی ها و ترسالی ها بشمار می رود و اثر نوسانات دمایی ماههای مختلف بر میزان بارندگی مؤثر و مورد نیاز مورد بحث قرار می گیرد (رهنمایی، ۱۳۶۹). با استفاده از این روش می توانیم برای دماهای مختلف بارش بالقوه و معادل را بدست آورده و انحراف از بارش بالقوه دمای میانگین ماهانه گویای کمبود یا مازاد بارش می باشد. این روش می تواند یکی از روشهای کاربردی در تحلیل توأم دما و بارش باشد. بکارگیری روش «یتزولد» در ایستگاههای مورد مطالعه شمال همدان برای دو سال خشکسالی و متوسط درازمدت، (شکل شماره ۱) ناهنجاریهای دما و بارش ماهانه طی سالهای شاخص خشکسالی نسبت به طولانی مدت را گویاتر ساخته است.

با استفاده از شاخص (Z) استاندارد و قدرت تحلیل سیستم اطلاعات جغرافیایی<sup>۲</sup>، پهنه بندی شدت خشکسالی در منطقه صورت گرفت؛ به طوری که در سال آبی ۷۸-۷۷ شدت خشکسالی در ایستگاه فرودگاه همدان در حالت فاجعه آمیز و در شمال شرقی منطقه (دشت رزن) بسیار شدید و محدوده وسیعی از منطقه شرایط شدید خشکسالی را نشان دادند (نقشه شماره ۱).

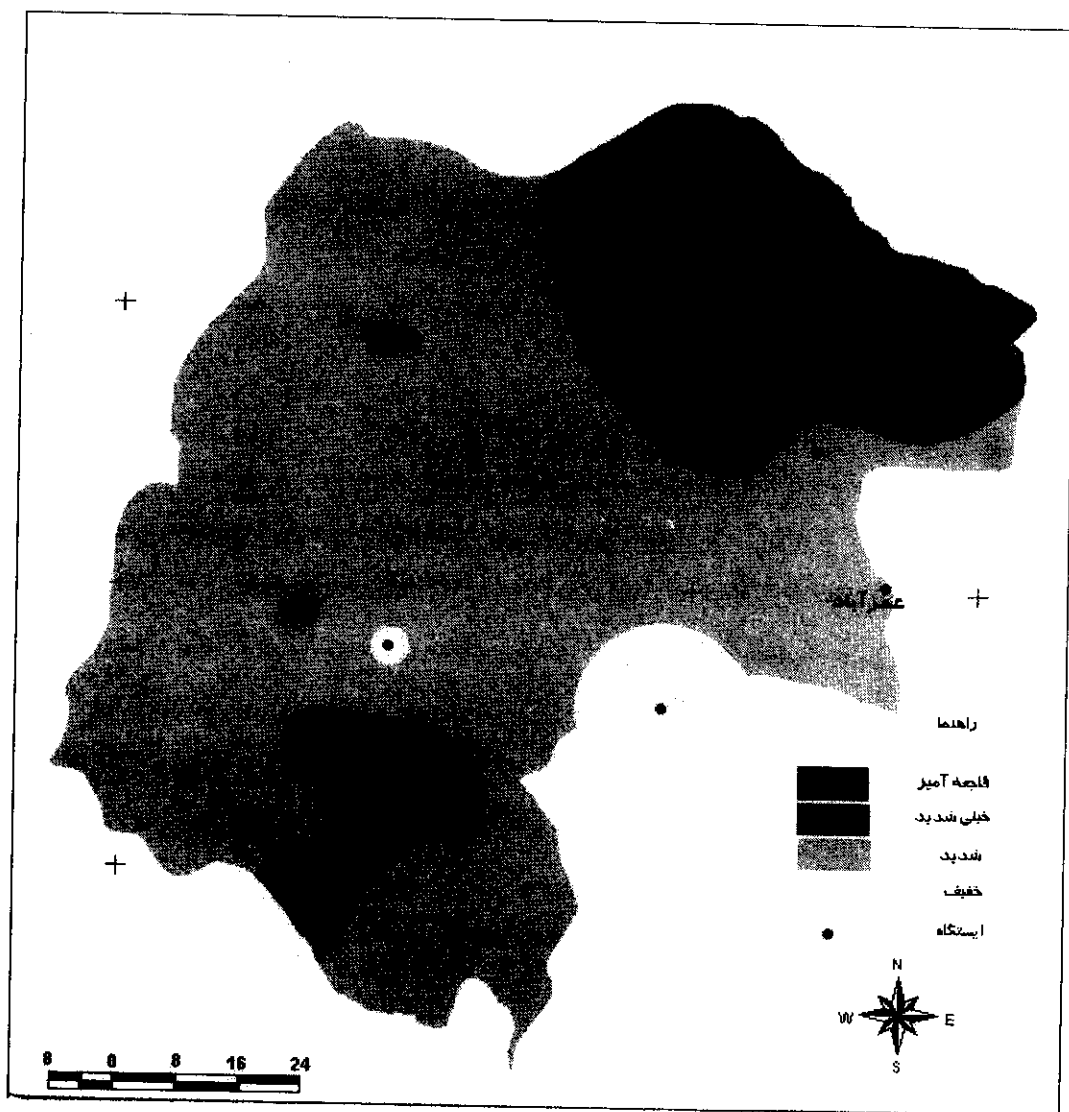
در سال آبی ۷۹-۷۸ شدت خشکسالی در محدوده دشت بهار - همدان و جنوب دشت رزن در حالت شدید و محدوده شمالی منطقه در دشتهای کبودرآهنگ و شمال دشت رزن در شرایط خشکسالی خیلی شدید و در جنوب دشت کبودرآهنگ (ایستگاه نوژه) فاجعه آمیز بوده است (نقشه شماره ۲). به طور کلی شرایط کمبود بارش و خشکی در سال ۷۸-۷۷ شدیدتر بوده، در حالیکه دوره فقدان بارش در سال ۷۹-۷۸ (حدود ۶ ماه) شرایط حادثتری را در منطقه بودجود آورده است.

۱- مسئله اساسی سال ۷۸-۷۷ افزایش محسوس دما به خصوص در ماههای دوره سرد سال می باشد. میانگین دماهای بالای صفر در ماههای فصل زمستان باعث ریزش باران شده که اثرات مخربی در اکولوژی منطقه داشته است که از جمله آن بر محصولات کشاورزی (آفت زایی)، کاهش نفوذ حاصل از بارندگی در سطح ارتفاعات و دشتهای و در نتیجه کاهش تغذیه سفره های آب زیرزمینی از منبع ریزشهای جوئی و بویژه در کوهستانها و همچنین وقوع

1 - Jatzold

2 - GIS

نقشه ۱- شدت خشکسالی در سال آبی ۷۷-۷۸ با استفاده از SPI

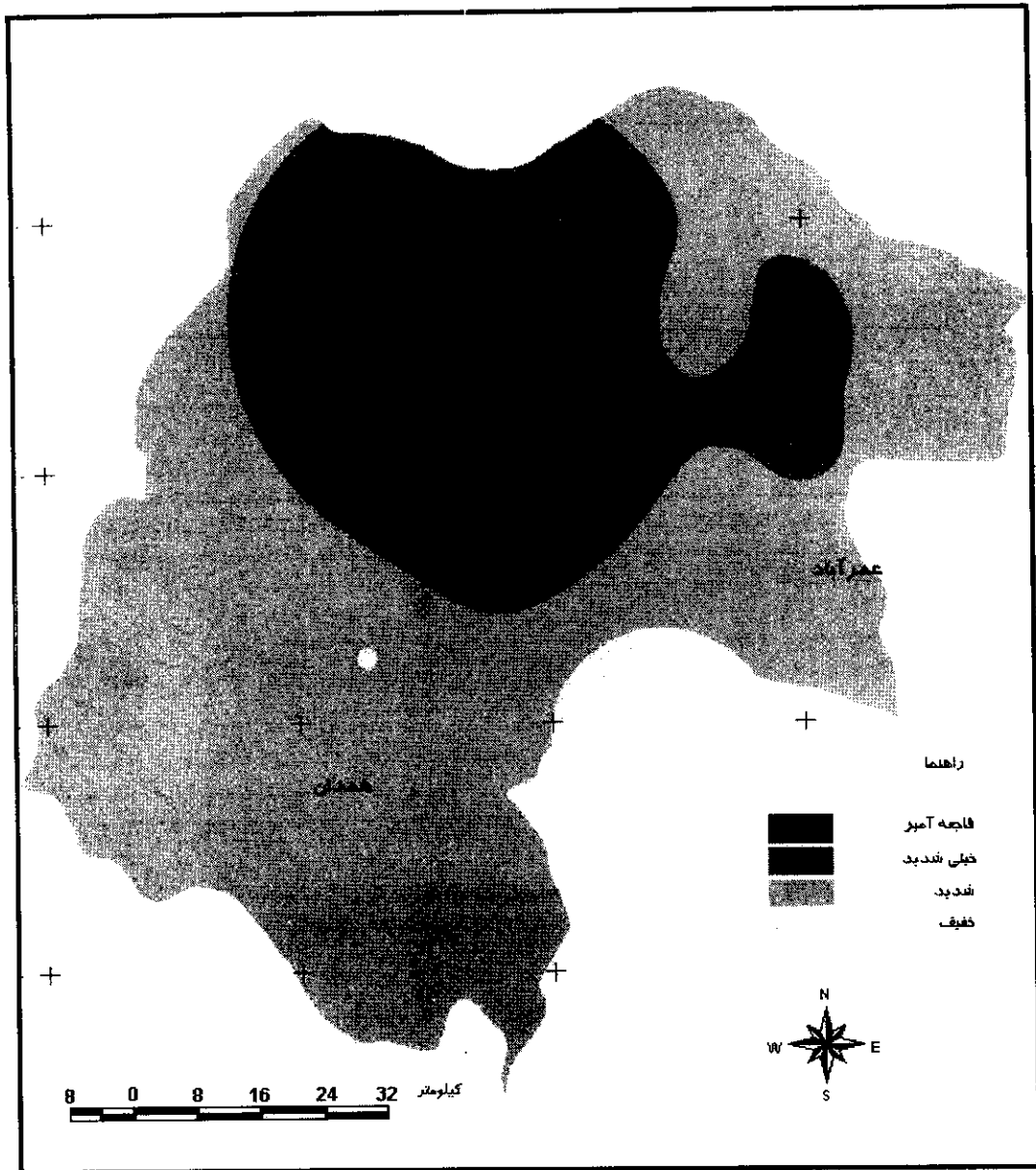


سیلابهای کوتاه مدت و خشکی طولانی مدت مسیله‌ها و رودها ناشی از عریان بودن سطح زمین و عدم نفوذ به زمین و در نتیجه عدم برخورداری از چشمه‌های تغذیه کننده مؤثر بوده است. رودخانه‌ها بعد از بارش خیلی سریع جریان یافته و به سبب سرعت زیاد و گل‌آلودی، خیلی زود از منطقه خارج شده و خشک می‌شوند که عملاً نقش خیلی ناچیزی در تغذیه خواهند داشت. علاوه بر آن، خشکی در منابع آب سطحی، فشار مضاعفی در برداشت آبهای زیرزمینی ایجاد می‌کند.

با بررسی تراز آبهای زیرزمینی منطقه طی سالهای خشکسالی، ملاحظه می‌شود که افت شدیدی در سطح ایستابی رخ داده که طی دو سال وقوع خشکسالی، بیش از ۳ متر در سال می‌باشد (شکل شماره ۴). با توجه به هیدروگرافهای ترسیمی (شکل شماره ۴) روند افت سطح تراز آبهای زیرزمینی از دو ویژگی ۱- نوسانات ماهانه ۲- روند کلی افت سطح اساس نسبت به متوسط آن و از طریق محاسبه خط رگرسیونی مرحله‌ای (step wise) ارتباط و



نقشه ۲- شدت خشکسالی در سال آبی ۷۹-۷۸ با استفاده از SPI



همبستگی بین نوسانات بارش ماهانه و سطح اساس ماهانه دشتها محاسبه شد که در جدول شماره (۱) آورده شده است.

جدول شماره ۱- ارتباط بارش و افت سطح ایستابی ماهانه براساس خط رگرسیون مرحله‌ای

در دشتهای شمال همدان

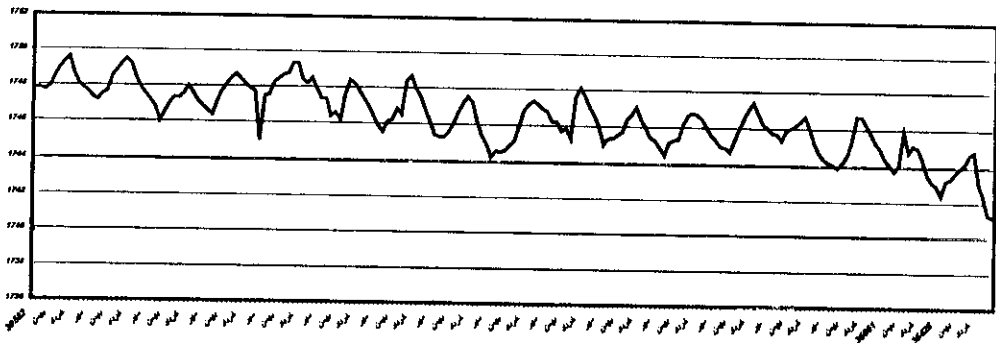
همزمان	باتاخير ۱ ماه	۴ ماه	۵ ماه	۶ ماه	۷ ماه	۸ ماه	۹ ماه	۱۰ ماه
-۰/۵۸	۰/۰۰۷	۰/۰۴۳	۰/۰۱۳	۰/۰۷۳	۰/۱۳۶	*۰/۱۷۵	**۰/۲۰۶	**۰/۲

ضریب همبستگی

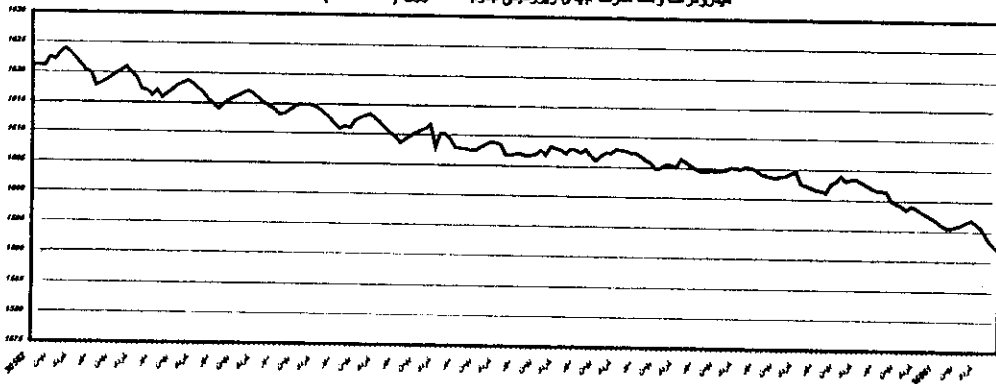
\* با احتمال ۹۵ درصد در سطح ۰/۵ معنی دار است.  
 \*\* با احتمال ۹۹ درصد در سطح ۰/۰۱ معنی دار است.

شکل ۴- هیدروگراف واحد آبهای زیرزمینی دشتهای شمال همدان

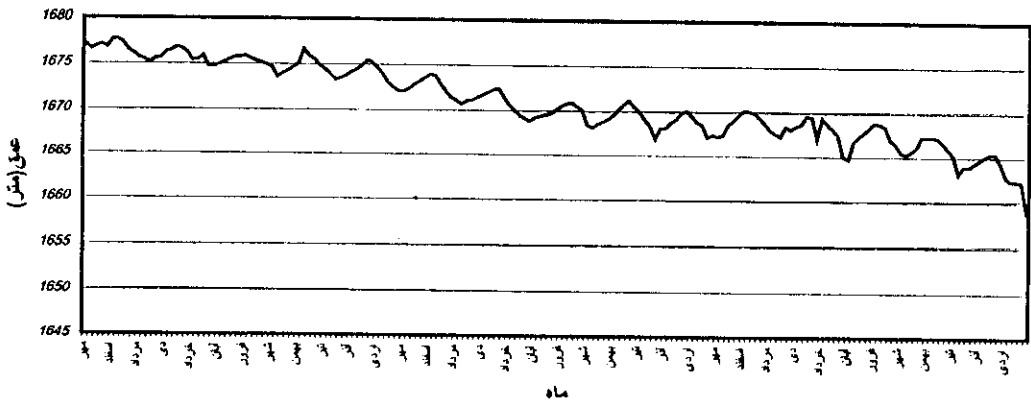
هیدروگراف واحد معرف شمال دشت رزن (۱۳۶۲-۷۸) سطح ایستایی متر



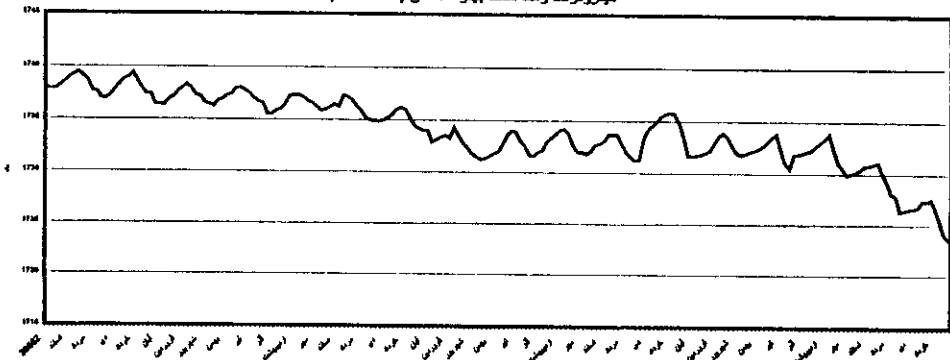
هیدروگراف واحد معرف آبهای زیرزمینی جنوب دشت رزن (۱۳۶۲-۷۸)



هیدروگراف واحد آبهای زیرزمینی دشت کبودرآهنگ (۱۳۶۱-۷۸)



هیدروگراف واحد دشت بهار - همدان (۱۳۶۲-۷۸)



$$Y=ax+b$$

رابطه (۲)

x = سطح اساس

y = بارش

که در این محاسبه چنانکه از جدول ملاحظه می‌شود، طی یک الی چهار ماه تأخیر محاسبه شده ارتباط معکوس می‌باشد و در عین حال معنی دار نیست و تنها با احتساب هشت، نه و ده ماه تأخیر بارش همبستگی معنی دار می‌شود که بهترین ضریب همبستگی با تأخیر نه ماهه و ضریب همبستگی ۰/۲۰۶ می‌باشد که در سطح ۰/۰۱ معنی دار است. بنابراین بهترین مدل رگرسیون با تأخیر نه ماهه رابطه زیر می‌باشد:

$$Y = -3927.68 + 2.28x$$

۲- روند کلی هیدروگراف که سیر نزولی دارد، طی سالهای قبل از ۱۳۷۰ به دلیل برداشتهای بی‌رویه، افت شدیدی داشته و طی سالهای ۷۰ تا ۷۵ به سبب ممنوعیت توسعه آبهای زیرزمینی، تثبیت نسبی صورت گرفته و برداشت تعدیل شده و به موازات بارندگیهای بالاتر از حد متوسط در منطقه، باعث تعدیل افت سطح اساس شده است. طی دوره چهار ساله ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۹ با وجود تداوم ممنوعیت توسعه آبهای زیرزمینی و حفر چاههای عمیق به منظور بهره برداری اقتصادی و کشاورزی، شدیدترین افت در آبهای زیرزمینی دشتهای منطقه رخ داده که در سالهای اخیر به میزان سه متر در سال رسیده است. بنابراین طی این سالها به سبب وقوع خشکسالیهای شدید، این فرضیه قوت می‌گیرد که نزولات جوئی و نوسانات اقلیمی بیشترین تأثیر را در آبهای زیرزمینی منطقه ایفاء می‌کند.

از لحاظ زمین شناسی، سطح دشتهای نسبت به ارتفاعات از سازندهای نفوذپذیری تشکیل شده‌اند؛ دشتهای که از آبرفتهای دوران چهارم و از شن و ماسه رسوبی تشکیل شده مخزن آبهای زیرزمینی بوده و از نفوذپذیری خوبی برخوردارند، ولی سنگهای گرانیتی و نفوذی (متراکم) که دارای نفوذپذیری کم بوده و لذا حرکت آبهای زیرزمینی در آنها کند است، نقش مهمی در تغذیه سفره‌های زیرزمینی ندارد و بنابراین در تقویت جریانهای سطحی مؤثر می‌باشد.

سنگهای آتشفشانی و سازند قم که در شمالشرقی منطقه مورد مطالعه توسعه یافته‌اند، از جوان یا قدیمی برای ذخیره آبهای زیرزمینی کیفیت نامناسبی داشته، ولی اگر بارش به قدر کافی و سنگها دارای شکاف زیاد باشد، آب با کیفیت مناسب تامین می‌شود (نجمایی، ۱۳۵۶).

نوع سفره‌های آب زیرزمینی دشتهای شمال همدان از نوع کم عمق (۵۰ متر) است که بیشترین تأثیر را از نوسانات بارندگی و اقلیمی می‌پذیرد (جدول شماره ۲). مقایسه دو نقشه هم تراز سطح ایستابی در شروع و پایان سالهای خشکسالی ۷۷-۷۹ گویای افت شدید سطح آب زیرزمینی در دشت بهار به میزان ۲۰ متر و همچنین در خروجی حوزه قره‌چای در جنوب دشت رزن در حدود ۵ تا ۱۰ متر است که غالباً بخشهای فعال کشاورزی می‌باشند و جنوب دشت کبودرآهنگ در محدوده نیروگاه حرارتی برق، افت سطح آبخوان زیاد است (نقشه شماره ۳). با دقت در نقشه‌های شدت خشکسالی و سطح تراز آبهای زیرزمینی، در نگاه اول شاید رابطه معناداری بین خشکسالی و افت سطح ایستابی مشاهده نشود؛ ولی با استدلال قانون، شیب هیدرولیکی در جهت شیب توپوگرافی می‌باشد و

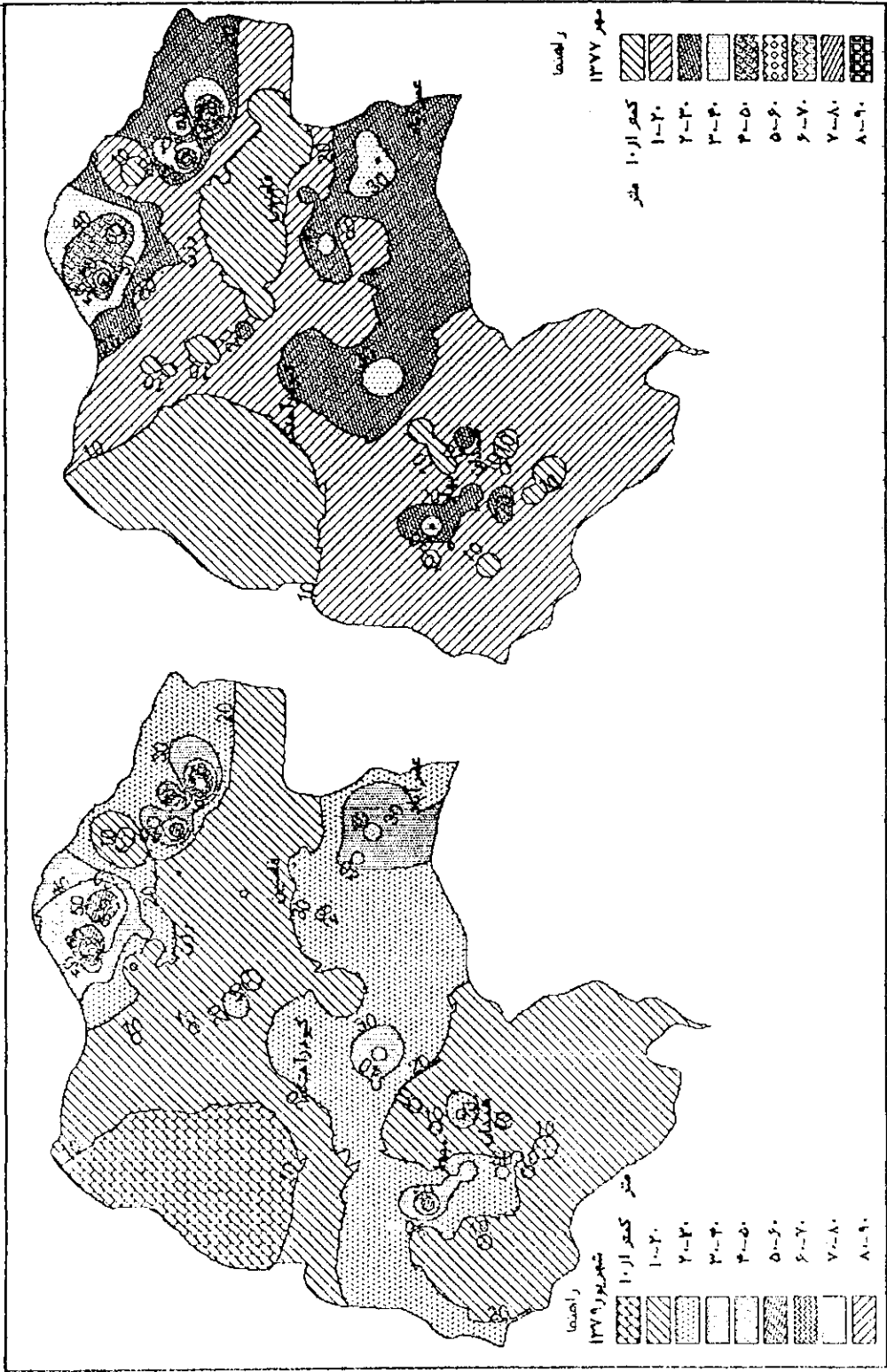
جدول ۲- اثرات مستقیم خشکسالی و کاهش بارندگی در تغذیه آبهای زیرزمینی در دشتهای شمال همدان

درصد کاهش	انحراف از میانگین طولانی مدت	مقدار کل تغذیه	تغذیه سفره از آبهای سطحی	آبهای سطحی حاصل از بارش ۲۵٪	میزان نفوذ مستقیم با حساب ۱۳/۵٪	حجم بارش کل حوضه $Km^3$	بارندگی mm	سال	محل
۰	۰	۲۱۳	۷۶/۱	۲۵۳/۶	۱۳۶/۹	۱۰۱۴/۳	۳۳۸/۱	متوسط طولانی مدت	دشت کبودرآهنگ $(3000) Km^2$
-۳۰٪	-۶۴	۱۴۹	۵۳/۲	۱۷۷/۴	۹۵/۸	۷۰۹/۵	۲۳۶/۵	۷۷-۷۸	
٪-۴۷/۵	-۱۰۱/۲۵	۱۱۱/۷۵	۳۹/۹	۱۳۳/۰۵	۷۱/۸۵	۵۳۲/۲	۱۷۷/۴	۷۸-۷۹	
۰	۰	۱۷۷	۶۳/۲	۲۱۰/۷	۱۱۳/۸	۸۴۲/۸	۳۲۹/۲	متوسط طولانی مدت	دشت رزن
-۳۱/۸	-۵۶/۳	۱۲۰/۷	۴۳/۱	۱۴۳/۸	۷۷/۶	۵۷۵	۲۲۴/۶	۷۷-۷۸	فامنین
-۲۴/۹	-۴۴	۱۳۳	۴۷/۵	۱۵۸/۴	۸۵/۵	۶۳۳/۳	۲۴۷/۴	۷۸-۷۹	$(2560) Km^2$
۰	۰	۱۷۴/۷	**۶۷	* ۲۳۹/۳	۱۰۷/۷	۷۹۷/۵	۳۱۷/۷	متوسط طولانی مدت	دشت بهار
-۴۸/۸	-۸۵/۲	۸۹/۵	۳۴/۳	۱۲۲/۵	۵۵/۲	۴۰۸/۴	۱۶۲/۷	۷۷-۷۸	همدان
-۲۶/۳	-۴۵/۹	۱۲۸/۸	۴۹/۴	۱۷۶/۴	۷۹/۴	۵۸۸/۱	۲۳۴/۳	۷۸-۷۹	$(2510) Km^2$

\*به دلیل بافت و جنس سازندها و شیب ارتفاعات، آبهای سطحی حاصل از بارش ۳۰ درصد محاسبه شده است.

\*\*به دلایل فوق، تغذیه سفره از آبهای سطحی ۲۸ درصد محاسبه گردیده است.

نقشه ۳- مقایسه محدوده‌های هم عمق در دو مقطع زمانی قبل و بعد از سالهای خشکسالی ۷۹-۷۷



ارتفاعات، مهمترین منبع تغذیه سفره‌ها هستند. کمبود بارش و نیز تغییر نوع بارش از برف به باران بیشترین تأثیر را در چاله‌های پای دامنه‌ها و دشتهای خواهد داشت؛ همچنانکه همین چاله‌ها و دشتهای پست در خروجی حوضه، غنی‌ترین منابع آب زیرزمینی را دارا می‌باشند. این در حالی است که نسبت به بقیه نقاط منطقه از بارش کمتری برخوردارند.

### نتیجه‌گیری

جهت محاسبه اثرات مستقیم کاهش نزولات جوی و خشکی جریانات سطحی ناشی از آن بر کاهش تغذیه سفره‌های زیرزمینی، جدول شماره (۲) تهیه شد که گویای کاهش حجم کل بارش در سالهای خشکسالی در دشتهای مورد مطالعه و درصد کاهش میزان نفوذ آب حاصل از ریزشهای جوی به صورت مستقیم و جریانات سطحی می‌باشد.

با وقوع خشکسالی و کاهش آبدهی و یا خشکی کامل، جریانات سطحی علاوه بر از دست دادن نقش خود در تغذیه، به صورت زهکش درآمده و از آبهای زیرزمینی تغذیه می‌کند. این پدیده در خروجی دشتهای بهار - همدان و کبودرآهنگ وجود دارد (افت شدیدتر در خروجی حوضه شرقی منطقه) (نقشه شماره ۳).

از جنبه دیگر، به سبب پایین رفتن سطح ایستابی حتی در دامنه‌ها و کوهپایه‌ها، و عدم تغذیه رودخانه‌ها و مسیله‌ها در دوره مرطوب به دلیل خشکی زمین، نفوذ شدید آب به سفره خشک آبخوان و به همان نسبت کاهش حجم رواناب رودخانه‌ها و مسیله‌ها سبب می‌شوند تا حتی با وجود زمستان پر برف، مدت آبدهی رودخانه‌ها کوتاهتر شود. طی سالهای ۷۷-۷۹ این امر کاملاً مشهود بوده و اغلب رودهای فصلی منطقه خشک شده‌اند.

از ویژگی خشکسالی‌های اخیر افزایش دما می‌باشد (شکل شماره ۲) که از جنبه‌های مختلفی به شرح زیر و به صورت غیرمستقیم در میزان تغذیه سفره آب زیرزمینی اثر منفی دارد:

۱- تشدید تبخیر و تعرق پتانسیل؛

۲- در مواقع خشکی سطح زمین، فشار بر رطوبت خاک و در نتیجه بر اثر مویبندی بر آبهای زیرسطحی (عمق ۱ تا ۲ متری)؛

۳- در نوع بارش که مزایای بارش برف در کوهستانها و سطح دشتهای را در ذوب و نفوذ تدریجی و تغذیه جریانات سطحی محدود می‌کند؛

۴- دمای بالای تبخیر از سطح آب جاری را افزایش داده و با اثر مستقیم خنکی هوا (رطوبت نسبی، دمای بالا و کاهش بارش) عاملی در جهت خشکی سریع رودخانه‌ها می‌باشد.

در ایجاد همبستگی و ارتباط بین بارش و افت سطح ایستابی، مدل مناسبی بدست نیامد و بهترین ضریب همبستگی بین آنها، ۰/۲۰۶ با تأخیر نه ماهه است که در سطح ۰/۰۱ معنادار بوده که ضریب همبستگی ضعیفی می‌باشد.

در مقایسه بین سالهای قبل از ۷۸-۷۹ میزان برداشت به دلایلی از جمله افت سطح آب زیرزمینی، خشکی قاناتها و چشمه‌ها و کاهش آبدهی چاههای عمیق و نیمه عمیق نزول چشمگیری یافته است. هر چند عامل اقلیمی بیشترین تأثیر را در افت سطح ایستابی طی سالهای اخیر داشته، ولی این بحران حاصل مجموعه عواملی از جمله برداشتهای بی

رویه است که نقش آن در پراکندگی شدت افت در مناطق متراکم چاههای عمیق و پیرامون نیروگاه حرارتی مشهود است و نیز وقوع پایین ترین سطح اساس در اواخر فصل تابستان بعد از اوج برداشت آبهای زیرزمینی به موازات دوره خشکی با عدم بارش و تبخیر و تعرق بالا حاصل عوامل اقلیمی و انسانی می باشد. بنابراین وقوع خشکسالی و اثرات آن بر سفره های زیرزمینی باید به طور سیستمی و در ارتباط با هم مورد بررسی قرار گیرد. بدین ترتیب طولانی تر شدن دوره خشکسالی که در دشتهای شمال همدان دو سال متوالی رخ داده، مسلماً نقش برجسته تری در افت منابع آبهای زیرزمینی خواهد داشت.

## منابع و مآخذ:

- ۱- باوئر، هرمان، ۱۳۷۴، هیدرولوژی آبهای زیرزمینی، ترجمه احمد لطفی صدیق، نشر دانشگاه صنعتی سهند، چاپ اول، تبریز.
- ۲- جعفرپور، ابراهیم، ۱۳۶۶، مطالعه اقلیمی خشکی و خشکسالیها در سیستان و بلوچستان، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۲۲، نشر مؤسسه جغرافیا، تهران.
- ۳- خوش اخلاق، فرامرز، ۱۳۷۶، بررسی الگوهای ماهانه خشکسالی و ترسالی در ایران، تحقیقات جغرافیایی، موسسه عاشورا، شماره ۴۵، مشهد.
- ۴- رهنمایی، محمدتقی، ۱۳۶۹، مجموعه مباحث و روشهای شهرسازی (جغرافیا) مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری، چاپ اول، تهران.
- ۵- زهتاییان، غلامرضا، علی اکبر موسوی، ۱۳۷۸، کاربرد همگن سازی عددی و غیر عددی در برآورد خشکسالیهای هیدرولوژیک (جریانهای حداقل) مطالعه موردی دریاچه نمک، کنفرانس تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی، تهران.
- ۶- علیجانی، بهلول، ۱۳۷۸، نوسانات مکانی و زمانی ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در مدیترانه و اثر آن بر اقلیم ایران در ماه فوریه، دومین کنفرانس تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور، تهران.
- ۷- غیور، حسنعلی، ۱۳۷۶، بزرگی و گستره فراوانی خشکسالیها در ایران، تحقیقات جغرافیایی، مؤسسه عاشورا، شماره ۴۵، مشهد.
- ۸- فرج زاده، منوچهر، ۱۳۷۸، پیش بینی خشکسالیهای ایران، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ۹- کاستانی، ژ. ۱۳۵۷، بررسی و بهره برداری آبهای زیرزمینی، ترجمه داود چهارازی، جلد اول، وزارت نیرو، تهران.
- ۱۰- کردوانی، پرویز، ۱۳۷۰، ژئوهیدرولوژی، انتشارات دانشگاه تهران، آبان ماه، تهران.
- ۱۱- نجمایی، محمد، ۱۳۶۹، هیدرولوژی مهندسی، جلد دوم، دانشگاه علم و صنعت، چاپ دوم، تهران.
- ۱۲- گزارشهای سازمان منطقه‌ای آب همدان، کتابخانه سازمان تماب، آبهای زیرزمینی تهران.
- ۱۳- آمارنامه‌های سازمان هواشناسی کشور، ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۰ تهران و همدان.
- ۱۴- آمار تبخیر در ایستگاههای تبخیر سنج شمال همدان ۱۳۶۳ تا ۱۳۷۹، سازمان تماب تهران.
- ۱۵- سایت سازمان هواشناسی [www.irimet.net/drought](http://www.irimet.net/drought)
- 16- H. Hisdal and L.M. Tallaksen (Editors), Decemer 2000, Drought Event Difinition. Technical Report No.6.
- 17- jatzold, R. 1962, Die Dauer der ariden and humiden zeiten desjahres als kriterium fur climaclassification.
- 18- Rager Calow, Nick Robins Alanmacdonald Alan Nicol. 1998, Planing for Groundwater Drought in Africa. Return to conference program. London.
- 19- William R. walker. Margaret S. Hrezo. Carolj. Haley. Management of water Resources for Drough conditions US. Geological survey water-supply paper 2375, p. 147-156.