

بررسی تاثیر خشکسالی‌های اخیر بر کیفیت آب زیرزمینی به کمک روش‌های آماری (مطالعه موردی دشت‌های مهم استان خوزستان)

حیدر زارعی^۱، معصومه فراستی^۲، هادی معاضد^۳

۱. دانشجوی دکتری هیدرولوژی و عضو هیات علمی دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲. دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳. دانشیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۴/۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۶/۱۴

چکیده

خشکسالی از پدیده‌های طبیعی است که رخداد آن در طبیعت از قانونمندی خاص خود پیروی می‌کند، ولی تشدید، فراوانی، وقوع و تکرار آن به فعالیت انسان‌ها در طبیعت بستگی دارد. از مهمترین اثرات خشکسالی می‌توان به تخریب کیفیت آب، تخریب پوشش گیاهی، فرسایش خاک و بیابان‌زایی اشاره کرد. در این مقاله جهت بررسی تاثیر خشکسالی‌های اخیر بر کیفیت آب زیر زمینی، از نتایج آنالیز هیدروشیمیایی نمونه‌های آب برداشت شده از چاه‌های موجود در سه دشت ایذه- پیون، دزفول- اندیمشک و گتوند- عقیلی واقع در استان خوزستان در دو سال آبی ۸۵-۸۶ (با بارندگی مناسب) و ۸۶-۸۷ (با کاهش چشمگیری در میزان بارش) استفاده شد. پارامترهای مورد بررسی شامل غلظت یون‌های کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، بی‌کربنات، سولفات، کلر، هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول و pH می‌باشد. جهت بررسی اینکه خشکسالی مذکور سبب ایجاد تغییر در فرایندهای واقعی تاثیر گذار بر شیمی آب زیرزمینی در دشتهای مورد بحث شده است یا خیر از آزمون ناپارامتری من-ویتنی و تحلیل عاملی استفاده شد. نتایج نشان داد هرچند خشکسالی سال ۸۶-۸۷ تاثیر چشمگیری بر کیفیت آب زیرزمینی در دشت‌های مورد بحث نداشته است ولی در صورت ادامه خشکسالی، احتمال تاثیر پذیری کیفیت آب زیرزمینی زیاد می‌باشد.

واژه های کلیدی: خشکسالی، کیفیت، آب زیرزمینی، تحلیل عاملی، آزمون من - ویتنی

مقدمه

های پیشگیرانه، خسارت و پیامدهای منفی آن تشدید می‌شود. هر چند که مطالعات زیادی در ارتباط با خشکسالی صورت گرفته است، اما تاکنون در مورد اثرات خشکسالی بر کیفیت آب زیرزمینی مطالعات زیادی صورت نگرفته، همچنین در ارزیابی کیفی آبخوان‌ها به اثرات خشکسالی بر کیفیت آب زیرزمینی توجه کافی نشده است.

خشکسالی از پدیده‌های طبیعی است که رخداد آن در طبیعت از قانونمندی خاص خود پیروی می‌کند، ولی تشدید، فراوانی، وقوع و تکرار آن به فعالیت انسانها در طبیعت بستگی دارد. مهمترین اثرات خشکسالی را می‌توان تخریب کیفیت آب، تخریب پوشش گیاهی، فرسایش خاک و بیابان‌زایی نام برد. اصولاً خشکسالی با کمبود بارندگی و افت کمی و کیفی منابع آب شروع ولی با عدم مدیریت

می‌گیرد. همبستگی هر متغیر با هر عامل، بار عاملی^۱ نامیده می‌شود (جیونگ، ۲۰۰۱).

در سال‌های اخیر از روش تحلیل عاملی در مطالعات هیدروشیمیایی به طور چشمگیری استفاده شده است. بویاسیوگلا (۲۰۰۶) در تحقیقی با استفاده از تحلیل عاملی به بررسی کیفیت آب سطحی یکی از حوضه‌های آبریز ترکیه، در دو دوره کم آبی و پرآبی پرداخت. نتایج نشان داد که در شرایط جریان کم، عامل اصلی موثر بر کیفیت آب، مصارف کشاورزی و در دوره پرآبی، آلودگی‌های شهری می‌باشد. زارعی (۱۳۸۵) در تحقیقی، استفاده از تحلیل عاملی در شناسایی فرایندهای کنترل کننده ترکیب شیمیایی آب رودخانه کارون قبل از ورود به دشت خوزستان با استفاده از تحلیل عاملی پرداخت. نتایج نشان داد که دبی عامل اصلی کنترل کننده کیفیت آب رودخانه نمی‌باشد. ماتیل و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی به بررسی الگوهای غالب کیفی مناطق ساحلی با استفاده از تحلیل عاملی پرداختند. بدین منظور داده‌های کیفی آب در دوره‌های زمانی مختلف از هفت ایستگاه مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که فرایندهای ماده مغذی و هیدروبیولوژیکی بیشتر از فاکتورهای محیطی خارجی غالب بوده است.

در این مقاله به بررسی تاثیر خشکسالی‌های اخیر بر کیفیت آب زیر زمینی در دشت‌های مهم استان خوزستان پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

با توجه به مقادیر بارندگی ایستگاه‌های موجود در دشت‌های مورد مطالعه (جدول ۱)، میزان بارندگی در سال آبی (۸۶-۸۷) نسبت به سال آبی

پایش کیفیت آب یکی از مهمترین سیاست‌های حفظ محیط زیست و مقابله با خشکسالی می‌باشد (سیمینو و همکاران، ۲۰۰۲). مسئله خاص در پایش کیفیت آب، پیچیدگی در ارتباط با آنالیز تعداد زیادی متغیر می‌باشد (سافران، ۲۰۰۱). همچنین طبقه بندی، مدل سازی و تفسیر پایش داده‌ها، مهمترین گام در تعیین کیفیت آب است (بویاسیوگلا، ۲۰۰۶). تشخیص مجموعه‌ای از شرایط هیدروژئولوژیکی و فرایندهای هیدروشیمیایی که کیفیت آب زیرزمینی را تحت تاثیر قرار می‌دهد مشکل است. به همین جهت هیدروژئوشیمیست‌ها از تحلیل‌های عاملی استفاده می‌کنند (جیونگ، ۲۰۰۱). تحلیل عاملی روش آماری چند متغیره‌ای برای تحلیل ارتباط بین مجموعه‌ای از متغیرها و یا موضوعات است (ریقونات و همکاران، ۲۰۰۲). این روش فرض می‌کند که روابط بین تعدادی از متغیرها در تعداد کمتری تحت عنوان فاکتور منعکس می‌گردد (داویس، ۱۹۷۳). بنابراین اگر داده‌های اصلی توسط این فاکتورها جایگزین شوند، می‌توان پیچیدگی مجموعه اطلاعات زیاد را کاهش داد و سپس فاکتورهای ایجاد شده را به فرایندهای واقعی تاثیر گذار بر شیمی آب در آبهای زیرزمینی نسبت داد (ایوانس و همکاران، ۱۹۹۶).

در مطالعات هیدروژئوشیمی، نتایج آنالیزهای شیمیایی آب و داده‌های اندازه‌گیری شده صحرایی که تحت فرایندهای فیزیکوشیمیایی موجود در سفره آبدار تغییر می‌کنند، به عنوان متغیرهای مشاهده‌ای در نظر گرفته می‌شوند.

تفسیر و تعیین منشاء هر یک از این عامل‌ها بر اساس بارهای عاملی، شرایط هیدروژئولوژیکی، زمین‌شناختی و فرایندهای هیدروشیمیایی صورت

۱ -Factor loading

سال آبی (۸۶-۸۷) در چند دهه اخیر بی سابقه بوده است.

(۸۵-۸۶) و متوسط سی ساله کاهش چشمگیری داشته بطوری که می توان گفت که خشکسالی در

جدول ۱- میزان بارندگی سالانه ایستگاه های موجود در دشت های مورد مطالعه

نام دشت	۸۵-۸۶		۸۶-۸۷	
	بارندگی (میلیمتر)	درصد بارندگی نسبت به متوسط سی ساله	بارندگی (میلیمتر)	درصد بارندگی نسبت به متوسط سی ساله
ایذه-پیون	۶۵۳/۰	۱۰۱/۲	۳۰۵/۶	۴۷/۴
دزفول-اندیمشک	۳۴۶/۴	۱۲۲/۴	۱۲۶/۰	۴۴/۵
گتوند-عقیلی	۵۱۲/۰	۱۳۸/۸	۱۵۸/۵	۴۳/۰

فرایندهای واقعی تاثیر گذار بر شیمی آب زیرزمینی در دشتهای مورد بحث شده است یا خیر از تحلیل عاملی^۲ کمک گرفته شد.

جهت بررسی تاثیر خشکسالی های اخیر بر کیفیت آب زیر زمینی، از نتایج آنالیز هیدروشیمیایی نمونه های آب برداشت شده از چاه های موجود در سه دشت ایذه- پیون، دزفول- اندیمشک و گتوند- عقیلی واقع در استان خوزستان در دو سال آبی (۸۵-۸۶) و (۸۶-۸۷) استفاده گردید. لازم به ذکر است که نمونه برداری به صورت فصلی صورت گرفته و از هر چاه در هر سال ۴ نمونه تهیه شده است. پارامترهای مورد بررسی شامل غلظت یون- های کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، بی کربنات، سولفات، کلر، هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول و pH می باشد. در جدول (۲) تعداد، متوسط، حداقل، حداکثر پارامترهای فیزیکی شیمیایی را برای سه دشت مورد مطالعه، در سال های (۸۵-۸۶) و (۸۶-۸۷) نشان می دهد.

در بررسی اینکه آیا خشکسالی سال آبی ۸۶-۸۷ سبب بروز اختلاف معنی داری بین غلظت های میانگین پارامترهای مختلف نسبت به سال آبی ۸۶-۸۵ شده است یا خیر، آزمون ناپارامتری من-وینتی^۱ مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت جهت بررسی اینکه خشکسالی مذکور سبب ایجاد تغییر در

۲ - Factor analysis

۱ - Mann-Whitney test

جدول ۲- پارامترهای آماری مولفه‌های فیزیکوشیمیایی دشت‌های مورد بررسی

دشت	پارامتر	سال ۸۵-۸۶			سال ۸۶-۸۷				
		تعداد	میانگین	حداقل	حداکثر	تعداد	میانگین	حداقل	حداکثر
ایذه - پیون	Ca	۳۳	۳/۸۴	۱/۸۲	۵/۹۴	۴۹	۳/۷۱	۱/۷۷	۵/۳۵
	Mg	۳۳	۴/۰۶	۱/۶۳	۱۰/۹۰	۴۹	۳/۷۲	۱/۳۵	۱۰/۶۱
	Na	۳۳	۰/۹۹	۰/۱۰	۴/۴۵	۴۹	۰/۹۹	۰/۱۰	۴/۵۸
	K	۳۳	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۲۰	۴۹	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۷۰
	HCO ₃	۳۳	۳/۸۸	۲/۳۰	۱۰/۲۷	۴۹	۵/۴۲	۲/۲۸	۱۱/۱۰
	SO ₄	۳۳	۳/۳۹	۰/۱۹	۱۰/۰۳	۴۹	۱/۷۰	۰/۰۴	۵/۵۸
	Cl	۳۳	۱/۵۱	۰/۴۶	۳/۴۰	۴۹	۱/۱۸	۰/۳۵	۳/۱۰
	TDS	۳۳	۵۳۴	۲۰۴	۱۰۹۲	۴۹	۴۴۱	۱۹۸	۹۵۰
	EC	۳۳	۷۷۷	۳۴۲	۱۵۴۰	۴۹	۷۶۲	۳۷۲	۱۵۳۳
	pH	۳۳	۷/۸۷	۷/۳۵	۸/۸۰	۴۹	۷/۷۵	۶/۱۰	۸/۶۰
	Ca	۳۷۰	۴/۰۰	۱/۰۴	۲۰/۳۷	۴۱۰	۴/۲۱	۱/۲۳	۲۴/۷۵
Mg	۳۷۰	۳/۰۰	۰/۵۸	۱۳/۷۲	۴۱۰	۳/۳۱	۰/۲۳	۱۹/۵۱	
Na	۳۷۰	۴/۹۳	۰/۲۲	۵۶/۰۰	۴۱۰	۵/۱۶	۰/۲۲	۶۳/۲۰	
K	۳۷۰	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۵۵	۴۱۰	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۵۸	
دزفول - اندیمشک	HCO ₃	۳۷۰	۳/۵۷	۱/۷۰	۶/۲۰	۴۱۰	۳/۷۶	۱/۴۰	۷/۲۰
	SO ₄	۳۷۰	۳/۵۱	۰/۰۶	۳۰/۶۰	۴۱۰	۴/۱۰	۰/۰۵	۳۸/۹۸
	Cl	۳۷۰	۴/۷۰	۰/۱۰	۵۹/۰۰	۴۱۰	۴/۶۸	۰/۱۰	۶۸/۱۹
	TDS	۳۷۰	۷۳۸	۱۳۳	۴۱۲۸	۴۱۰	۷۷۷	۱۶	۴۹۰۱
	EC	۳۷۰	۱۱۱۵	۲۴۲	۶۸۰	۴۱۰	۱۱۷۱	۲۵۹	۷۹۸۰
	pH	۳۷۰	۷/۸۷	۶/۳۴	۸/۵۰	۴۱۰	۷/۷۸	۶/۴۷	۸/۵۰
	Ca	۷۹	۶/۸۷	۲/۲۰	۱۶/۱۹	۸۳	۷/۶۵	۲/۳۰	۱۸/۶۰
	Mg	۷۹	۵/۲۶	۰/۸۸	۱۵/۴۰	۸۳	۵/۴۶	۰/۸۸	۱۸/۴۸
	Na	۷۹	۷/۲۷	۱/۲۷	۳۷/۳۵	۸۳	۷/۹۵	۱/۲۷	۴۴/۸۲
	K	۷۹	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۱۸	۸۳	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۹۰
	HCO ₃	۷۹	۳/۷۴	۰/۴۴	۶/۸۰	۸۳	۳/۶۷	۱/۰۰	۶/۲۰
گتوند - عقیلی	SO ₄	۷۹	۸/۷۳	۰/۵۹	۳۰/۴۵	۸۳	۹/۶۶	۰/۸۱	۳۶/۵۴
	Cl	۷۹	۶/۷۸	۰/۶۵	۳۵/۷۴	۸۳	۷/۷۰	۱/۰۰	۴۲/۸۸
	TDS	۷۹	۱۲۸۷	۳۱۳	۳۳۷۱	۸۳	۱۳۹۴	۳۵۱	۳۶۹۴
	EC	۷۹	۱۷۹۰	۵۶۳	۴۳۰۶	۸۳	۲۰۰۸	۵۴۸	۷۲۰۱
	pH	۷۹	۷/۶۴	۶/۹۱	۸/۸۰	۸۳	۷/۵۵	۶/۴۰	۸/۲۰

نتایج و بحث

مناسب) نسبت به سال ۸۶-۸۷ (با کاهش چشمگیری در میزان بارش) وجود دارد یا خیر، در جدول (۳) ارائه شده است.

نتایج آزمون من-ویتنی جهت بررسی اینکه آیا اختلاف معنی داری بین غلظت‌های میانگین پارامترهای مختلف در سال آبی ۸۵-۸۶ (با بارندگی

جدول ۳- نتایج آزمون من-ویتنی، مقایسه میانگین پارامترهای مورد مطالعه در سال آبی ۸۶-۸۵ و

۸۶-۸۷

نام دشت	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	SO ₄	Cl	TDS	EC	pH
ایذه-پیون	۰/۶۱۴	۰/۴۲۸	۰/۶۰۰	۰/۸۲۶	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۵*	۰/۱۲۹	۰/۱۰۲	۰/۲۴۹	۰/۲۵۶
دزفول-اندیمشک	۰/۰۱۴*	۰/۰۰۷*	۰/۱۱۰	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۶*	۰/۱۵۴	۰/۰۸۱	۰/۰۹۲	۰/۰۰۰*
گتوند-عقیلی	۰/۲۶۹	۰/۸۷۷	۰/۷۰۶	۰/۰۲۸	۰/۴۶۹	۰/۴۲۹	۰/۳۱۹	۰/۴۰۴	۰/۲۵۶	۰/۲۵۲

*اختلاف معنی داری بین میانگین دو فصل برای پارامترهای مورد مطالعه وجود دارد.

اختیاری است (داویس، ۱۹۷۳). در مطالعه ای که توسط میلر و دریور (۱۹۷۷)، پاکت و بریکر (۱۹۹۲) و اوانس و همکاران (۱۹۹۶) صورت گرفته بود، این مقدار در نظر گرفته شد. جداول (۴) الی (۶) نتایج تحلیل عاملی پارامترهای مورد بررسی را نشان می دهد.

نتایج تحلیل عاملی متغیرها در دشت ایذه - پیون (جدول ۴) نشان می دهد که در دو سال آبی مورد بحث سه عامل بر کیفیت آب زیرزمینی این دشت موثر است. عامل اول در سال ۸۵-۸۶ و ۸۷-۸۶ به ترتیب ۴۴/۹ و ۵۳/۶ درصد از واریانس کل را بیان می کند. عامل دوم و سوم نیز به ترتیب ۱۹/۳، ۱۵/۷ و ۱۸/۲، ۱۲/۱ درصد از کل واریانس را بیان می کنند. همبستگی بالای متغیرهای منیزیم، سدیم، سولفات و کلر با عامل اول در هر دو سال نشان می دهد که عامل اصلی موثر بر کیفیت آب زیرزمینی در دشت مذکور انحلال رسوبات دولومیتی، ژپسی و نمکی می باشد. عامل دوم در سال ۸۵-۸۶ انحلال کربنات کلسیم است در حالیکه در سال ۸۶-۸۷ رسوب کربنات کلسیم می باشد. عامل سوم در سال ۸۵-۸۶ تغذیه توسط نزولات جوی است در حالیکه در سال ۸۶-۸۷ احتمالاً فعالیت های کشاورزی می باشد.

با توجه به قابل قبول بودن خطای ۵ درصد ($\alpha=0/05$)، مقادیر محاسباتی بیش از سطح معنی داری، بیانگر این است که هیچ اختلاف معنی داری بین میانگین دو فصل برای پارامترهای مورد مطالعه وجود ندارد (غنام، ۲۰۰۲).

نتایج آزمون من-ویتنی (جدول ۳) نشان می دهد که در دشت ایذه-پیون، به جز سولفات و بی کربنات، اختلاف معنی داری بین پارامترهای مختلف وجود ندارد. در دشت دزفول-اندیمشک به جز سدیم، کلر و مواد جامد محلول و هدایت الکتریکی، اختلاف معنی داری بین پارامترهای مختلف وجود دارد. در دشت گتوند-عقیلی اختلاف معنی داری بین هیچ کدام از پارامترهای مختلف وجود ندارد.

نتایج تحلیل عاملی برای سه دشت در دوره آماری سالهای ۸۵-۸۷ در جداول (۵) و (۶) ارائه شده است. در تحلیل عاملی چهار معیار ا برای انتخاب تعداد عامل ها مورد استفاده قرار می گیرد. یکی از این معیارها این است که تعداد عامل های مورد نیاز طوری انتخاب شود که به درصدی از واریانس کل که مورد نظر است (در اینجا بیشتر از ۸۰ درصد)، دست یابید (نجیبی و حسین پوری، ۱۳۸۷).

جهت تفسیر نتایج، تنها بار عاملی زیاد برای مقادیر بیشتر از ۰/۷۵ در نظر گرفته شد. این مقدار

جدول ۴- نتایج تحلیل عاملی متغیرها در دشت ایذه - پیون

Variable	Factor					
	۱		۲		۳	
	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷
Ca			۰/۸۲			-۰/۶۵
Mg	۰/۹۴	۰/۸۷				
Na	۰/۸۱	۰/۸۷				
K			-۰/۶۶			-۰/۸۴
HCO ₃		۰/۶۸			۰/۸۹	
SO ₄	۰/۸۵	۰/۷۱				
Cl	۰/۹۱	۰/۹۲				
TDS	۰/۹۵	۰/۹۸				
EC	۰/۹۸	۰/۹۸				
pH			-۰/۶۵	۰/۷۰		
% of Variance	۴۴/۸۶	۵۳/۶۳	۱۹/۲۹	۱۵/۶۶	۱۸/۲۰	۱۲/۱۲
Cumulative %	۴۴/۸۶	۵۳/۶۳	۶۴/۱۵	۶۹/۲۹	۸۲/۳۶	۸۱/۴۰

زیرزمینی این دشت موثر می باشد. عامل اول در سال ۸۵-۸۶ و ۸۶-۸۷ به ترتیب ۳۹/۸ و ۳۷/۷ درصد از واریانس کل را بیان می کند. عامل دوم و سوم نیز به ترتیب ۳۳/۸، ۲۶/۰ و ۱۸۵/۴، ۱۱/۰ و عامل چهارم در سال ۸۶-۸۷، ۱۰/۹ درصد از کل واریانس را بیان می کنند. همبستگی بالای متغیرهای کلسیم، منیزیم و سولفات با عامل اول در هر دو سال بیانگر این است که عامل اصلی موثر بر کیفیت آب زیرزمینی در دشت مذکور انحلال رسوبات ژپسی و دولومیتی می باشد. همبستگی بالای سدیم و کلر با عامل دوم در هر دو سال بیانگر انحلال رسوبات نمکی است. عامل سوم در سال ۸۵-۸۶ تغذیه توسط نزولات جوی است در حالیکه در سال ۸۶-۸۷ می توان عدم تغذیه توسط نزولات جوی به عنوان عامل سوم در نظر گرفت. عامل چهارم در سال آبی ۸۶-۸۷ احتمالاً به فعالیت های کشاورزی مربوط می باشد.

نتایج تحلیل عاملی متغیرها در دشت دزفول- اندیمشک (جدول ۵) بیانگر تاثیر سه عامل بر کیفیت آب زیرزمینی این دشت در دو سال آبی است. عامل اول در سال ۸۵-۸۶ و ۸۶-۸۷ به ترتیب ۳۷/۰ و ۳۸/۷ درصد از واریانس کل را بیان می کند. عامل دوم و سوم نیز به ترتیب ۳۳/۲، ۳۲/۵ و ۱۱/۵، ۱۰/۴ درصد از کل واریانس را بیان می کنند. همبستگی بالای متغیرهای سدیم و کلر با عامل اول در هر دو سال نشان می دهد که عامل اول موثر بر کیفیت آب زیرزمینی در این دشت انحلال رسوبات نمکی می باشد. همبستگی بالای متغیرهای کلسیم، منیزیم و سولفات با عامل دوم بیانگر انحلال رسوبات ژپسی و دولومیتی می باشد. عامل سوم نیز در هر دو سال تغذیه توسط نزولات جوی است.

نتایج تحلیل عاملی متغیرها در دشت گتوند- عقیلی نشان می دهد که در سال آبی ۸۵-۸۶ سه عامل و در سال ۸۶-۸۷ چهار عامل بر کیفیت آب

جدول ۵- نتایج تحلیل عاملی متغیرها در دشت دز فول-اندیمشک

Variable	Factor					
	۱		۲		۳	
	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷
Ca			۰/۹۱	۰/۹۰		
Mg			۰/۸۹	۰/۹۲		
Na	۰/۹۸	۰/۹۸				
K						
HCO ₃					۰/۹۴	۰/۹۸
SO ₄			۰/۹۵	۰/۹۴		
Cl	۰/۹۷	۰/۹۸				
TDS	۰/۷۸	۰/۸۳				
EC	۰/۸۶	۰/۹۰				
pH						
% of Variance	۳۷/۰۳	۳۸/۷۳	۳۳/۱۸	۳۲/۵۱	۱۱/۴۸	۱۰/۴۳
Cumulative %	۳۷/۰۳	۳۸/۷۳	۷۰/۲۰	۷۱/۲۴	۸۱/۶۹	۸۱/۶۷

جدول ۶- نتایج تحلیل عاملی متغیرها در دشت گتوند - عقیلی

Variable	Factor						
	۱		۲		۳		۴
	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۶-۸۷
Ca	۰/۸۵	۰/۸۹					
Mg	۰/۹۴	۰/۹۳					
Na			۰/۹۳	۰/۹۴			
K							۰/۸۷
HCO ₃					۰/۸۶	-۰/۵۸	
SO ₄	۰/۹۷	۰/۹۶					
Cl			۰/۹۷	۰/۹۶			
TDS	۰/۷۸	۰/۸۲					
EC			۰/۷۴	۰/۶۲			
pH					-۰/۸۳	۰/۸۶	
% of Variance	۳۹/۸۲	۳۷/۷۰	۳۳/۷۷	۲۶/۰۲	۱۵/۳۵	۱۰/۹۸	۱۰/۹۰
Cumulative %	۳۹/۸۲	۳۷/۷۰	۷۳/۵۹	۶۳/۷۳	۸۸/۹۴	۷۴/۷۰	۸۵/۶۱

های مورد مطالعه ارائه شده است.

بنابر آنچه بدان اشاره شد در جدول (۷)

فرآیندهای موثر بر کیفیت آب زیرزمینی در دشت-

جدول ۷- فرآیندهای موثر بر کیفیت آب زیرزمینی در دشت‌های مورد مطالعه

نام دشت	عامل اول		عامل دوم		عامل سوم		عامل چهارم
	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۶-۸۷
ایذه-پیون	انحلال رسوبات	انحلال رسوبات	کربنات کلسیم	رسوب کربنات	تغذیه توسط نزولات جوی	فعالیت‌های کشاورزی	-
دزفول-اندیمشک	انحلال رسوبات نمکی	انحلال رسوبات نمکی و ژپسی	انحلال رسوبات ژپسی و دولومیتی	کلسیم	تغذیه توسط نزولات جوی	-	-
گتوند-عقیلی	انحلال رسوبات ژپسی و دولومیتی	انحلال رسوبات نمکی	انحلال رسوبات نمکی	تغذیه توسط نزولات جوی	عدم تغذیه توسط نزولات جوی	فعالیت‌های کشاورزی	فعالیت‌های کشاورزی

نتیجه‌گیری

مقایسه بصری میانگین متغیرهای مختلف در دو سال آبی ۸۵-۸۶ (با بارندگی مناسب) نسبت به سال ۸۶-۸۷ (با کاهش چشمگیری در میزان بارش) بیانگر این است که علی‌رغم رخداد خشکسالی، تغییر قابل توجهی در متوسط این پارامترها بوجود نیامده است. علی‌رغم اینکه نتایج آزمون من-ویتنی نشان از عدم وجود اختلاف معنی‌داری بین اغلب پارامترها در دشت ایذه-پیون (به جز سولفات و بی‌کربنات) دارد، ولی نتایج تحلیل عاملی در این دشت نشان می‌دهد عوامل موثر بر کیفیت آب زیرزمینی تا حدودی تغییر کرده است. همچنین طبق نتایج آزمون مذکور اختلاف معنی‌داری بین هیچکدام از پارامترهای مختلف در دشت گتوند-عقیلی دیده نمی‌شود، اما نتایج تحلیل عاملی در این دشت نیز بیانگر تغییر عوامل موثر بر کیفیت آب زیرزمینی در سال ۸۶-۸۷ نسبت به سال ۸۵-۸۶ است.

نتایج آزمون من-ویتنی در دشت دزفول-اندیمشک نشان از وجود اختلاف معنی‌داری بین اغلب پارامترهای مختلف (به جز سدیم، کلر، TDS و EC) دارد، ولی نتایج تحلیل عاملی نشان می‌دهد عوامل موثر بر کیفیت آب زیرزمینی در این دشت تغییر نکرده است. نتایج تحلیل عاملی متغیرها در سه دشت مورد مطالعه نشان می‌دهد که در دو سال آبی، سه عامل بر کیفیت آب موثر است و تنها در دشت گتوند-عقیلی در سال آبی ۸۶-۸۷ چهار عامل وجود دارد. در انتها چنین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که هرچند خشکسالی سال ۸۶-۸۷ تاثیر چشمگیری بر کیفیت آب زیرزمینی در دشت‌های مورد بحث نداشته است ولی در صورت ادامه خشکسالی، احتمال تاثیرپذیری کیفیت آب زیرزمینی زیاد می‌باشد.

منابع

- ۱) زارعی، ح. (۱۳۸۵). " استفاده از تحلیل عاملی در شناسایی فرایندهای کنترل کننده ترکیب شیمیایی آب رودخانه کارون قبل از ورود به دشت خوزستان".
- ۲) نجیبی، س. م، حسین پوری، م، (۱۳۸۷)، "جزوه تحلیل عاملی"، گروه دانش آماری.
- 3) Child, D., (1970). "The Essentials of Factor Analysis". Holt, Rinehart and Winston, London.
- 4) Davis, J.C., (1973). "Statistics and Data Analysis in Geology". Wiley, New York.
- 5) Evans, C. D., Davies, T., D., Wigington, P. J., Tranter, M. (1996). "Use of analysis to investigate process controlling the chemical composition of four streams in the Adirondack Mountain, New York", *Jornal of Hydrology*, 185: 297-316.
- 6) Grande, J., A., Gonzalez, A., Beltran., Sanchez, D. (1996). "Application of factor analysis to the study of contamination in the aquifer system of Ayamonte-Huela (Spain)", *Ground Water Vol. 34, No. 1* : 155-161.
- 7) Ho Jeong, C., (2001). "Effect of land use and urbanization on hydrochemistry and contamination of groundwater from Taejon area", Korea", *Journal of hydrology* 253, 149-210
- 8) Boyacioglu, H (2006). " Surface water quality assessment using factor analysis". Dokuz Eylul University, Faculty of Engineering. Department of Environmental Engineering, Tinaztepe Campus Buca, 35160, Izmir, Turkey. Available on website <http://www.wrc.org.za> . ISSN 0378-4738 = *Water SA Vol. 32 No. 3* . ISSN 1816-7950 = *Water SA (on-line)* 389
- 9) Miller, W.R. and Drever, J.L., (1977). "Water chemistry of a stream following a storm, Absaroka Mountains, Wyoming". *Geol. Soc. Am. Bull.*, 88: 286-290.
- 10) Muttil, N. 1 and Chau, K.W. (2007). " Revealing patterns in coastal water quality data using statistical analysis". In: MODSIM 2007 International Congress on Modelling and Simulation, 10-13 December 2007, Christchurch, New Zealand
- 11) Puckett, L.J. and Bricker, O.P., (1992). "Factors controlling the major jon chemistry of streams in the Blue Ridge and Valley and Ridge physiographic provinces of Virginia and Naryland. *Hydrol. Processes*". 6: 79-98.
- 12) Qannam, Z., (2002). "A hydrogeological, hydrochemical and environmental study in Wadi Al Arroub drainage basin", south west Bank, Palestine, *Freiberg On-line Geosciences Vol. 9*.
- 13) Reghunath, R., Sreedhara Murthy, T., R., Raghavan, B., R.. (2002). "The utility of multivariate statistical techniques in hydro chemical studies: an example from Karnataka, India", *Water Research* 36: 2437-2442.
- 14) Saffran. K .(2001). " Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life". CCME water quality Index 1, 0. User`s manual. Excerpt from Publication No.1299, ISBN 1-896997-34-1.
- 15) Simeonov, V, Einax, JW., Stanimirova , I and Kraft, J (2002). "Environmetric modeling and interpretation of river water monitoring data". *Anal. Bional. Chem.* 374 898-905.
- 16) SPSS Software for windows, Release 9.0.0 (18 Des 1998), Copyright c SPSS Inc, 1989-1999.