

ارزیابی کیفیت شیمیایی آب رودخانه های واقع در حوضه آبریز گاماسیاب

دکتر صفر معروفی*، دکتر احمد جنیدی جعفری**

هکیده:

در این مطالعه کیفیت شیمیایی تعدادی از زیر حوضه های رودخانه گاماسیاب، با هدف برنامه ریزی بلند مدت مصرف آب در سطح منطقه، مورد بررسی قرار گرفته است.

سطح کلی منطقه مورد مطالعه در حدود ۱۱ هزار کیلومتر مربع و در محدوده استانهای همدان و کرمانشاه می باشد. این زیر حوضه ها از خصوصیات ژئومورفولوژیکی تقریباً متفاوتی برخوردار هستند. پارامترهای شیمیایی مورد مطالعه شامل کاتیونها و آنیونها، شوری (EC)، نسبت جذب سدیم (SAR: Sodium Adsorption Ratio)، مقدار باقیمانده خشک (TDS: Total Dissolved Solids) و اسیدیته آب (pH) می باشند. همچنین میزان دبی جریان عبوری از رودخانه در زمان نمونه برداری نیز تعیین گردید. ضمناً طول دوره اندازه گیری ها استفاده شده ۲۹ سال می باشد. نتایج بدست آمده با نرم افزار SPSS آنالیز گردید.

نتایج آزمون آماری نشان می دهند که هیچ رابطه معنی داری بین میزان پارامترهای مورد نظر و سطوح آبریز ایستگاههای آب سنجی وجود ندارد. از نظر مکانی، پارامترهای مذکور بطور متوسط کمتر از ۲۶ درصد در بین ایستگاههای مورد مطالعه تغییرات را نشان می دهند و فقط SAR تغییراتی در حدود ۵۸ درصد را دارا است. کمترین میزان ترکیبات شیمیایی و غلظت املاح در ایستگاههای علی آباد و صحنه که بدلیل شرایط ویژه جغرافیایی نسبت به سایر حوضه های مورد مطالعه کمتر تحت شرایط بهره برداری قرار دارند و یا بطور خیلی محدود کشت می شوند، مشاهده گردید. مقادیر پارامترهای مورد مطالعه در این دو ایستگاه، بطور متوسط در حدود ۵۰ درصد متوسط مقادیر مربوط به کلیه ایستگاهها می باشد. بیشترین میزان ترکیبات شیمیایی و املاح در ایستگاه پل حاج علیمراد مشاهده شد که بطور متوسط ۱۳۵ درصد نسبت به متوسط مقادیر کل منطقه می باشد.

بررسی فصلی کیفیت آب ایستگاههای منطقه بیانگر آن است که پائیز و بهار به ترتیب با ۱۰۷ و ۹۴ درصد در مقایسه با مقادیر سالیانه، به ترتیب بیشترین و کمترین فصل از نظر میزان ترکیبات شیمیایی و املاح می باشند و بیشترین میزان SAR در فصل تابستان مشاهده شده است. نتایج بدست آمده از این مطالعات می تواند در امر مدیریت و برنامه ریزی بهره برداری از منابع آب و همچنین در مطالعات مدل سازی کیفیت آب های سطحی استفاده شود.

کلید واژه ها: آب / ایران - رودخانه ها / کیفیت شیمیایی

مقدمه :

مورد نظر که مربوط به چهار حوضه آبریز منطقه مطالعاتی بوده اند، نیز بطور معنی داری افزایش یافته است. همچنین جلالی (۵) تحقیقی در زمینه کیفیت آبهای تحت الارضی دشت بهار همدان، از طریق نمونه برداری از ۳۱۱ چاه صورت داده است. نتایج مطالعات ایشان نشان می دهد که آب بخشی از چاههای تامین کننده آب آشامیدنی شهر همدان از نظر عواملی نظیر شوری و وجود سدیم دارای محدودیت مصرف می باشند.

هدف از این مطالعه ارزیابی کیفیت آب بعضی از رودخانه های واقع در حوضه آبریز گاماسیاب، بخصوص تحت شرایط بهره برداری (بکارگیری کود و سموم کشاورزی) می باشد. بدین منظور از نتایج نمونه گیری های انجام شده در محل خروجی سیزده زیر حوضه رودخانه گاماسیاب که توسط اداره امور آب منطقه غرب کشور نمونه گیری و مورد آزمایش قرار گرفته است، استفاده گردید.

مواد و روش کار :

منطقه مورد مطالعه: در این مطالعه خصوصیات شیمیائی آبهای سطحی حوضه آبریز رودخانه گاماسیاب مورد ارزیابی قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه بخشی مهمی از حوضه آبریز گاماسیاب می باشد که در حدود ۱۱ هزار کیلومتر مربع وسعت داشته و در محدوده استانهای همدان و کرمانشاه واقع شده است که شامل حوضه هایی با مساحت ۴۰ تا ۷۷۰ کیلومتر مربع می گردد. با توجه به آمار ایستگاههای سینوپتیک (Sinoptic) کنگاور، ملایر، نهاوند و همدان، و بر اساس تقسیم بندی اقلیمی آمبرژه (Emberger)، محدوده مطالعاتی در اقلیم های نیمه خشک سرد و خشک سرد قرار می گیرد. همچنین با توجه به تقسیم بندی اقلیمی کوپن (Koppen)، منطقه مذکور شامل اقلیم های Bfn و Cfa می باشد (۶).

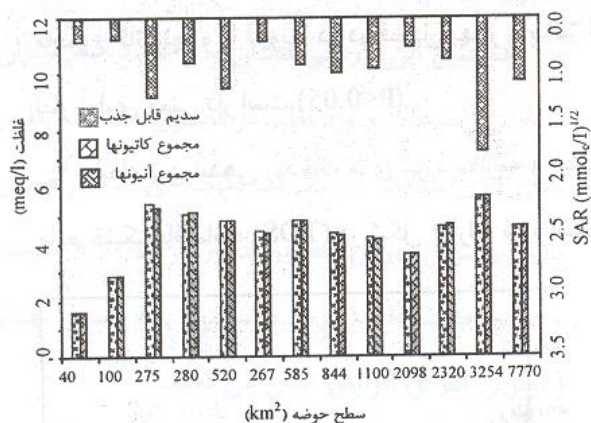
آبهای سطحی یکی از منابع مهم بخش کشاورزی، شرب و صنعت استانهای همدان و کرمانشاه می باشند. کیفیت شیمیائی این آبها می تواند تحت تاثیر شرایط زمین شناسی، میزان بارندگی، دمای هوا، نحوه بهره برداری و غیره از آنها قرار گیرد. ارزیابی و بررسی کیفیت این آبها، زمینه مناسبی را در برنامه ریزی های آینده به منظور مصرف بهینه آب در بخش های مختلف ایجاد می نماید. در خصوص کیفیت آب حوضه های آبریز، مطالعاتی توسط نورتون و همکاران (۱)، زو و یو (۲) و دیگر محققین مربوطه از نقطه نظر های خاصی صورت گرفته است، که در غالب موارد خصوصیات زمین شناسی سنگ بستر، جنس لایه ها زیرین، و فرسایش سطحی آنها از عواملی هستند که در رابطه با کیفیت آبهای سطحی مورد توجه قرار گرفته اند. نیکلاس و دورکین (۳) وضعیت شیمیائی آبهای سطحی دریاچه واکو (Waco) کلمبیا را از طریق کنترل میزان مقدار باقیمانده خشک، آنیونها و کاتیونها، نترات و بعضی از فلزات سنگین مورد بررسی قرار دادند. نتایج کار ایشان نشان می دهد که سنگ بستر زیرین نقش مهمی در میزان املاح کلسیم، منیزیم، سدیم، سولفات، فلورید و کلرید آب رودخانه دارد.

هاریمن و همکاران (۴) تحقیقاتی در زمینه تغییر میزان بعضی از املاح آبراهه ها و آبهای سطحی منطقه اسکاتلند، در طی سه دوره مشاهداتی انجام داده اند. نتایج کار آنها نشان دادند که در دهه های اخیر میزان بعضی از عناصر آبهای سطحی کاهش و بعضی عناصر دیگر افزایش یافته است. سولفور از عناصر کاهش یافته، نترات و آمونیوم از عناصر افزایش یافته بوده اند. همچنین میزان اسیدیته و قلیائیت آبهای تعداد ۳۷ دریاچه و آبراهه منطقه

کله چوب، دو آب و بیستون استفاده گردید.
آنالیزهای آماری بر اساس میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات و آزمون t-test و با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شده است.

نتایج:

بر اساس نمونه گیری های انجام شده ویژگیهای اصلی کیفیت آب های سطحی تعدادی از زیر حوضه های آبریز رودخانه گاماسیاب، مانند کلسیم، سدیم، منیزیم، کلر، کربنات، بیکربنات، سولفات، مجموع کاتیونها، کلر، کربنات، بیکربنات، سولفات، مجموع کاتیونها، مجموع آنیونها و غیره مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. تغییرات مقادیر مجموع کاتیونها، آنیونها و SAR در مقایسه با سطح حوضه های مورد مطالعه در نمودار ۱ ارائه شده است. نتایج بدست آمده بیانگر آن است که هیچگونه رابطه معنی داری بین اندازه سطح حوضه و میزان املاح و یونهای اندازه گیری شده وجود ندارد ($P>0.05$).



نمودار ۱: تغییرات مقادیر مجموع کاتیونها، آنیونها و SAR در مقایسه با سطح حوضه های مورد مطالعه

بررسی فصلی کیفیت آب ایستگاههای منطقه بیانگر آن است که پائیز و بهار به ترتیب با ۱۰۷ و ۹۴ درصد در مقایسه با مقادیر سالیانه، به ترتیب بیشترین و کمترین فصل از نظر میزان ترکیبات شیمیایی و املاح می باشند.

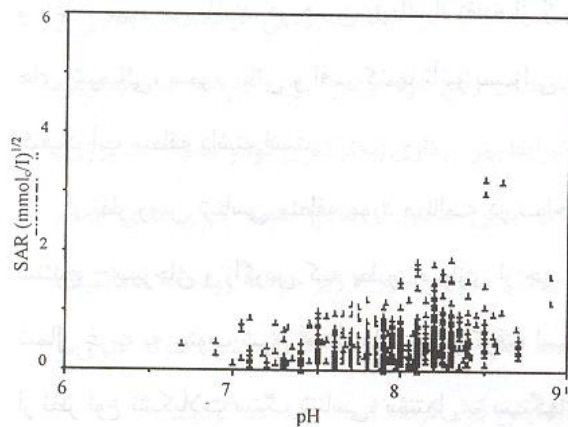
نزولات سالانه منطقه نیز بین ۳۰۵ تا ۵۳۰ میلیمتر تغییر می نماید که متشکل از رژیم برفی و بارانی می باشد. در طی فصل بهار، اگرچه میزان بارش از فصول پائیز و زمستان کمتر است، ولی شدت بارش بیشتر بوده و روان آبهای قابل توجهی را ایجاد می نماید.

در حدود ۸۵ درصد از سطح مورد مطالعه بوسیله فعالیت‌های کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد و کشت عمده منطقه شامل: غلات، علوفه، سیب زمینی، حبوبات و باغات میوه می باشند. در همین رابطه، استفاده از کود های شیمیایی، سموم نباتی و آفت کشها تأثیر بسزایی در کیفیت آب منطقه داشته است.

از نظر زمین شناسی منطقه مورد مطالعه در نواحی سنندج - سیرجان و زاگرس که بطور موازی از جهت شمال غرب به جنوب شرق امتداد دارند، قرار گرفته است. از نظر نوع تشکیلات سنگ شناسی، مشتمل بر سنگهای دگرگونی و آذرین، نظیر سنگهای دگرگونی ملایر و یا سنگهای نفوذی بروجرد می باشند. بطور کلی تشکیلات سنگ شناسی غالب نواحی سنندج - سیرجان و زاگرس، مزوزوئیک و سنگهای آهکی دوران سوم می باشند (۷).

نمونه برداری: نمونه برداری آب مربوط به دوره ۱۳۴۸ تا ۱۳۷۶ (آمار ۲۹ ساله) می باشد که در هر فصل توسط اداره امور آب منطقه غرب صورت گرفته است. روش نمونه برداری با استفاده از ظروف شیشه ای ۱/۳ لیتری انجام گرفته و آنالیزهای شیمیایی جهت تعیین کاتیونها، آنیونها، املاح و غیره نیز توسط آزمایشگاه کیفیت آب، امور آب منطقه غرب صورت گرفته است. بدین منظور از نتایج آزمایشات شیمیایی جریان رودخانه در ایستگاههای آب سنجی علی آباد، فیروزآباد، جعفرآباد، مرویل، پیهان، پل حاجلی مراد، آغاچنبلاغی، آران، صحنه، میانراهان،

با توجه به این نمودار، نمی توان رابطه مشخص و معنی داری بین دبی و میزان املاح آب بدست آورد. ولی این نمودار نشان میدهد که میزان TDS در رودخانه های منطقه، بطور متوسط در حدود ۲۵۰ میلی گرم در لیتر است. این میزان با افزایش دبی تغییر معنی داری نمی کند ولی با کاهش دبی، می تواند به میزان ۵۰ درصد کاهش و یا افزایش داشته باشد. رابطه بین SAR و pH در شکل ۲ ارائه شده است.

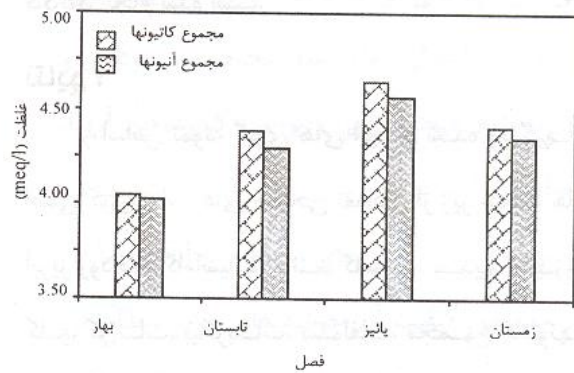


شکل ۲: رابطه بین pH و نسبت جذب سدیم (SAR) حوضه های مورد مطالعه

این نمودار نشان می دهد با افزایش اسیدیته آب، میزان نسبت جذب سدیم نیز افزوده می شود و در نتیجه محدودیت کاربرد آب بیشتر خواهد شد.

بررسی فصلی پارامترهای شیمیایی: با توجه به نتایج مشاهدات انجام شده در فصول مختلف، پارامترهای اصلی کیفیت آب در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان می دهد که SAR بیشترین تغییرات فصلی را در بر دارد (۱۹/۳۳ درصد). بطور کلی نتایج بدست آمده نشان میدهند که تمرکز پارامترهای شیمیایی مورد نظر در فصول مختلف بطور معنی داری متفاوت می باشند. بگونه ای که در فصل پائیز، مقادیر مذکور بین ۵/ تا ۲۹ درصد و بطور متوسط ۱۵٪ نسبت به فصل بهار افزایش نشان میدهند.

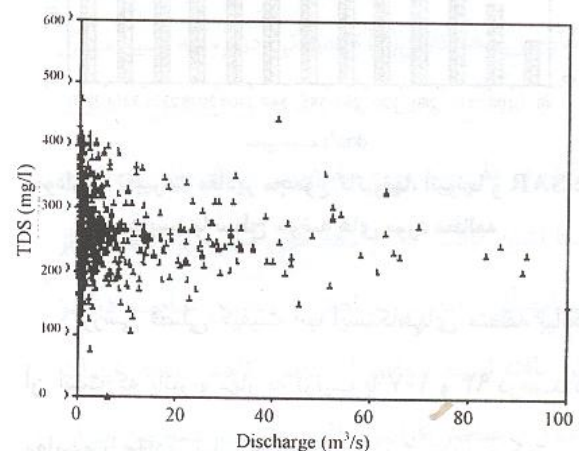
تغییرات فصلی مقادیر مجموع کاتیونها و مجموع آنیونها حوضه های مورد مطالعه در نمودار ۲ نشان داده شده است.



نمودار ۲: تغییرات فصلی مقادیر مجموع کاتیونها و آنیونها حوضه های مورد مطالعه

این نمودار بیانگر آن است که فصل پائیز دارای ماکزیم مقدار برای مجموع کاتیونها و مجموع آنیونها، که به ترتیب ۴/۶۴ و ۴/۵۶ میلی اکی والان در لیتر (meq/l) می باشند. همچنین فصل بهار دارای کمترین مقدار مجموع کاتیونها و مجموع آنیونها می باشد. اختلاف بین مجموع کاتیونها و یا آنیونها در دو فصل بهار و پائیز از نظر آماری معنی دار است ($P < 0.05$).

رابطه بین آبدهی رودخانه های مورد مطالعه و میزان ماده خشک باقیمانده (TDS) در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱: رابطه بین آبدهی رودخانه های مورد مطالعه و میزان ماده خشک باقیمانده (TDS) اندازه گیری شده

جدول ۱: تغییرات فصلی پارامترهای شیمیایی آب

حوضه های مورد مطالعه

فصل	SAR	Total Cations (meq./l)	Total Anions (meq./l)	pH	EC (micmhos/cm)	TDS (mg./l)
بهار	0.45	4.04	4.02	7.98	396.18	252.24
تابستان	0.75	4.38	4.30	8.03	426.96	274.61
پائیز	0.58	4.64	4.56	8.00	448.60	292.71
زمستان	0.52	4.40	4.35	7.96	427.67	273.79
میانگین	0.58	4.37	4.31	7.99	424.86	273.34
انحراف معیار	0.11	0.21	0.19	0.03	18.70	14.34
درصد تغییرات	19.33	4.87	4.45	0.32	4.40	5.25

بررسی مکانی پارامترهای شیمیایی: با توجه به داده های بدست آمده از ایستگاههای مختلف، پارامترهای اصلی کیفیت آب در جدول ۲ خلاصه شده است.

جدول ۲: تغییرات پارامترهای شیمیایی آب

حوضه های مورد مطالعه

ایستگاه	A (km ²)	SAR	Total Cations (meq./l)	Total Anions (meq./l)	pH	EC (micmhos/cm)	TDS (mg./l)
آغاچان بلاغی	520	0.71	4.81	4.78	7.98	464.81	298.40
میانراهان	1100	0.54	4.23	4.12	8.06	403.31	261.74
فیروزآباد	844	0.58	4.32	4.26	8.03	426.51	274.40
پل حاج علی مراد	3254	1.40	5.61	5.30	8.27	532.84	343.75
دواب	7770	0.68	4.67	4.67	8.03	459.71	296.02
کله چوب	567	0.55	4.49	4.48	7.95	437.49	282.90
صحنه	100	0.23	2.91	2.91	7.85	285.73	180.52
بیسون	2098	0.32	3.60	3.58	7.92	348.94	224.18
آران	2320	0.49	4.73	4.74	8.00	477.02	308.72
مرویل	280	0.46	5.08	5.10	7.68	524.00	333.33
پیشان	585	0.49	4.83	4.80	7.91	483.29	311.59
جعفرآباد	275	0.82	5.45	5.30	8.00	544.60	351.60
علی آباد	40	0.24	1.59	1.55	7.71	158.34	99.28
میانگین	1519	0.55	4.32	4.29	7.94	424.59	274.95
انحراف معیار	2116.5	0.32	1.10	1.09	0.15	108.55	69.53
درصد تغییرات	71.80	57.85	25.33	25.44	1.89	25.57	25.29

نتایج مربوطه نشان می دهد که SAR دارای بیشترین درصد تغییرات منطقه ای (۵۸٪) در بین پارامترهای مورد بررسی است و همچنین تحت تاثیر تغییرات مورفولوژیکی و شرایط بهره برداری از حوضه ها می باشد.

سایر پارامترهای اندازه گیری شده بین ۱/۹ تا ۲۵/۵ درصد، بین نقاط مختلف تغییر نموده که با توجه به وسعت منطقه مطالعاتی قابل قبول می باشند.

بحث:

در این مطالعه پارامترهای اصلی کیفیت آب رودخانه های بخش عمده ای از سر شاخه های رودخانه گاماسیاب که در استانهای همدان و کرمانشاه واقع می باشند، مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. در این رابطه از آمار ۲۹ ساله نمونه برداری های فصلی، که توسط اداره امور آب غرب تهیه شده است، استفاده گردید. نتایج نشان می دهند که اگرچه میزان غلظت کاتیونها در حدود ۱/۴ درصد بیشتر از آنیونها می باشد، ولی بطور کلی بین مجموع کاتیونها و مجموع آنیونهای اندازه گیری شده، همسانی خوبی وجود دارد و می توان آنها را تقریباً معادل فرض نمود. این یافته ها تقریباً مشابه نتایجی است که از مطالعات انجام شده در مناطق مشابه دیگر بدست آمده است (۸،۹).

همچنین این بررسی نشان می دهد که میزان غلظت پارامترهای مورد نظر در فصول مختلف بطور معنی داری متفاوت می باشند. بگونه ای که در فصل پائیز (بیشترین تمرکز)، مقادیر مذکور بین ۰/۵ تا ۲۹ درصد و بطور متوسط ۱۵ درصد نسبت به فصل بهار (کمترین تمرکز) افزایش نشان می دهند.

با توجه به نتایج بدست آمده بیشترین میزان SAR مربوط به فصل تابستان می باشد که علت آن را در فعالیتهای کشاورزی باید جستجو نمود (۶،۱۰). صادقی (۱۰) با بررسی میزان ماده خشک باقیمانده (TDS) و پارامترهای اصلی کیفیت آب، اندازه گیری شده در سراب و پایاب رودخانه زاینده رود در محدوده شهر اصفهان، نشان

آنیونها بصورت $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl} > \text{CO}_3$ می باشند. بنا به عقیده نیل و همکاران (۱۱)، میزان تمرکز کاتیونها و آنیونها موجود در آب سطحی حوضه های آبریز بستگی به شرایط زمانی بخصوص از نظر حجم جریان عبوری دارد. بطوریکه در هنگام طغیان، میزان pH و قلیائیت آب کاهش و میزان سولفات و کلرید آب افزایش می یابد. بطور کلی یک رابطه پیچیده ای بین میزان کاتیونهای مانند کلسیم، منیزیم و سدیم با میزان جریان عبوری، بخصوص در مواقع سیلاب وجود دارد.

بررسی ویژگی های ژئومورفولوژیکی، پدولوژیکی، نظام بهره برداری حوضه های مذکور و وسعت سطح منطقه مطالعاتی، نشان می دهد که میزان تمرکز پارامترهای شیمیائی مورد نظر در نقاط مختلف بگونه ای است که هیچ رابطه معنی داری را نمی توان بین واحد سطح حوضه و مقدار غلظت پارامترهای مورد نظر بدست آورد. لذا برای بررسی دقیقتر باید منطقه مطالعاتی را محدودتر نموده و مطالعات مربوطه انجام گیرد. نتایج این مطالعات می تواند در امر مدیریت و برنامه ریزی بهره برداری صحیح از منابع آب و خاک و نهایتاً در زمینه مدل سازی کیفیت آب های سطحی منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

داد که پسابهای شهری و کشاورزی می توانند میزان املاح این رودخانه را تا دو برابر افزایش دهند. وی همچنین نشان داد که بعد از سدزاینده رود، با حرکت جریان رودخانه بطرف باتلاق گاوخونی، در پارامترهای مورد بررسی مانند هدایت الکتریکی (EC)، غلظت مواد محلول، pH، آب مصرفی و نسبت جذب سدیم (SAR) و غیره تغییرات عمده ای مشاهده می شود، بطوری که هر چه به نقاط پایانی رودخانه زاینده رود نزدیکتر می شویم از کیفیت آب رودخانه کاسته شده و بر آلودگی آن افزوده می گردد.

جاکینز و همکاران (۸)، با بررسی چهار حوضه آبریز مرتفع نپال نشان دادند که میانگین pH در حدود ۸/۵-۷ می باشد، که در مطالعه حاضر میانگین pH، ۷/۹۶-۸/۰۳ در فصول مختلف متغیر بود. ایشان همچنین نشان دادند که یونهای HCO_3 و Ca، به ترتیب بیشترین کاتیون و آنیون آب منطقه مورد مطالعه می باشند.

باتوجه به یافته های این مطالعه، از بین کاتیونها و آنیونها، کلسیم (۲/۱۷ میلی اکی والان در لیتر) و هیدروژن کربنات (۳/۵۴ میلی اکی والان در لیتر) بیشترین میزان غلظت را در آب دارند. ترتیب نزولی غلظت کاتیونها بصورت $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$ و همچنین روند کاهشی

منابع :

1. Norton SA, Kahl, JS, Fernandez IJ, Scofield JP, Rustad, LE, Haines TA. *Response of the west bear watershed, Maine USA to the addition of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -Three year results*. For Ecol Manage 1994.
2. Zou S, Yu YS. A general structural equation model for river water quality data. *J Hydrology* 1994; 162: 197-204.
3. Nicholas JB, Dworkin SI. *Controls on surface water chemistry of the Lake Waco Drainage Basin, Waco, TX*. GSA, Annual Meeting, November 5-8, Waco, Colombia, 2001.
4. Harriman R, Watt AW, Christie AEG, Collen P, Moore DW, McCertney AG, et al. Interpretation of trends in acidic deposition and surface water chemistry in Scotland during the past three decades. *J Hydrology Earth Sys Sci* 2001; 5(3):407-420.
5. Jalali M. *Composition of irrigation waters in west of Iran*. 17th WCSS, 14-21 August, Thailand, 2002.
6. Marofi S. *Stream water quality in the western regions of Iran*. USCID, Second International Conference on Irrigation and Drainage, Phoenix, Arizona, USA, 2003

۷. طرح مطالعات جامع توسعه استان همدان، بخش اول منابع طبیعی، ۲- منابع آب. همدان: سازمان مدیریت و برنامه ریزی، ۱۳۸۱.

8. Jenkins A, Sloan WT, Cosby J. Stream chemistry in the middle hills and high mountains of the Himalayas Nepal. *J Hydrology* 1995; **166**: 61-79.

9. Probst, A, Dambring E, Diville D, Fritz. B. Influence of acid atmospheric inputs on surface water chemistry and mineral fluxes in a declining spruce stand within a small granitic catchment (Vosges Massif, France). *J Hydrology* 1990 ; **116**:101-124.

۱۰. صادقی احمدرضا. دغدغه های تامین آب شرب سالم در حوضه زاینده رود، همایش آب شیرین به مناسبت سال جهانی آب شیرین. کرمان، ۱۶ مهر ۱۳۸۲.

11. Neal C, Avila A, Roda F. Modeling the long- term impacts of atmospheric pollution deposition and repeated forestry cycles on stream water chemistry for a holm oak forest in northeastern Spain. *J Hydrology* 1995; **168**: 51-71.