



هشتمین همایش بین المللی
دانش و فناوری علوم کشاورزی،
منابع طبیعی و محیط زیست ایران

The 8th International Conference on Science and Technology of
Agricultural Sciences, Natural Resources & Environment of Iran

www.mdconf.ir

* ارائه گویانه ملی و بین المللی
معتبر به شرکت کنندگان *

بررسی کیفیت آب رودخانه‌های حوضه گاماسیاب با استفاده از تحلیل خوشه‌ای وارد

ندا جعفری^۱، یعقوب دین پژوه^۲

۱- دانشجوی دکتری منابع آب، دانشگاه تبریز

۲- استاد گروه آب دانشگاه تبریز

nedajafari72@yahoo.com

dinpashoh@yahoo.com

چکیده

آب‌های سطحی از مهمترین منابع آب ایران هستند که نقش مهمی در تامین آب مورد نیاز فعالیت‌های مختلف مانند کشاورزی، صنعت، شرب و تولید برق دارند. بنابراین، آگاهی از کیفیت آب رودخانه‌ها، در برنامه ریزی، توسعه و حفاظت منابع آب در ایران و سایر کشورهای در حال توسعه ضرورت دارد. در این پژوهش، ارزیابی تغییرات زمانی ۱۱ پارامتر کیفی آب رودخانه‌های جاری در حوضه گاماسیاب در استان کرمانشاه طی دوره آماری ۱۳۸۶-۱۳۹۷ در شش ایستگاه هیدرومتری آران، پیرسلیمان، حیدرآباد، پلچهر، میانراهان و دوآب گاماسیاب بررسی شده است. افزون بر این، از روش تحلیل خوشه‌ای وارد و مربع فاصله اقلیدوسی به منظور تفکیک پارامترهای کیفی به خوشه‌های متمایز استفاده شد. نتایج نشان داد که کل پارامترها را می‌توان به دو گروه متمایز تفکیک نمود. گروه اول شامل پارامترهای EC، SAR، Na^+ ، Co_3^- ، Mg^{2+} ، Hco_3^- ، Ca^{2+} ، pH و گروه دوم شامل Cl^- ، So_4^{2-} و TDS بودند. همچنین نتایج تحلیل خوشه‌ای ایستگاه‌ها نشان داد که کل شش ایستگاه در دو خوشه متمایز قرار دارند، خوشه اول شامل ایستگاه‌های آران، دوآب گاماسیاب، میانراهان و پیرسلیمان و خوشه دوم شامل ایستگاه‌های حیدرآباد و پلچهر می‌باشد. در نهایت می‌توان گفت که خوشه دوم که شامل ایستگاه‌های حیدرآباد و پلچهر می‌باشد به علت کمتر بودن مقادیر میانگین پارامترهای کیفی دارای کیفیت آب بهتری نسبت به خوشه اول است، که شامل ایستگاه‌های آران، دوآب گاماسیاب، میانراهان و پیرسلیمان می‌باشد.

کلمات کلیدی: کیفیت آب سطحی، تجزیه و تحلیل آماری، تحلیل خوشه‌ای، حوضه گاماسیاب



هشتمین همایش بین المللی دانش و فناوری علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران

The 8th International Conference on Science and Technology of
Agricultural Sciences, Natural Resources & Environment of Iran

www.mdconf.ir

* ارائه گویانامه ملی و بین المللی
معتبر به شرکت کنندگان *

مقدمه

کیفیت آب نتیجه کلی فرایندها و واکنش‌هایی است که از زمان تشکیل و تراکم آب در جو تا زمانی که آب در سطح زمین ظاهر می‌شود بر روی آن صورت می‌گیرد. امروزه دخالت بشر در تغییرات کیفیت آبها به طور روزافزونی در حال افزایش است. کیفیت امری نسبی است و نمی‌توان به طور قطع آن را به صورت عددی بیان کرد، هرچند که ابداع شاخص‌های کیفی و استانداردهای مختلف تا حدودی این مشکل را رفع کرده است (۳). چراغی و همکاران (۱۳۹۷) از روش‌های آماری یک متغیره و چند متغیره را برای پارامترهای آب زیرزمینی در استان خرم آباد را بررسی کردند. با توجه به نمودار خوشه‌ای، پارامترهای کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه در دو خوشه قرار گرفتند، همچنین نتایج نشان دهنده همبستگی بالا بین هدایت الکتریکی با سولفات، سدیم و کلر را نشان داد. نصرتی و همکاران (۱۳۹۷) به منظور ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی شهرملارد استان تهران از روش‌های تحلیل آماری چندمتغیره استفاده کردند. نتایج تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی نشان داد که چاه‌های آب شرب این شهرستان به طبقه کیفی تقسیم بندی گردید. کاظم زاده و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی تغییرات زمانی و مکانی پارامترهای کیفیت آب در حوضه آبخیز آجی چای را با استفاده از سه روش تحلیل خوشه‌ای (CA)، تحلیل تشخیص (DA) و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) را بررسی کردند. نتایج تحلیل خوشه‌ای نشان داد که ایستگاه‌های آب سنجی منطقه در سه خوشه همگن قرار دارند. همچنین نتایج تحلیل عاملی نشان داد که دو مؤلفه اول مهم ترین عامل‌های مؤثر بر کیفیت آب رودخانه آجی چای می باشد. خان محمدی و همکاران (۱۳۹۵) به منظور تحلیل کیفی آبهای سطحی ورودی به دریاچه ارومیه با استفاده از روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای وارد استفاده کردند. نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای به روش وارد رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه را به دو گروه اصلی طبقه‌بندی می کند، که یک گروه شامل شش رودخانه و گروه دیگر شامل سه رودخانه می باشد. وگا و همکاران (۱۹۹۸) به منظور ارزیابی تغییرات فصلی و رودخانه پیروزگا در اسپانیا با استفاده از آنالیز آماری، متغیرهای فیزیکوشیمیایی آب را طی دوره آماری دو و نیم سال از ۳ ایستگاه بررسی کردند. تجزیه و تحلیل اکتشافی داده‌ها با نمودارهای جعبه، ANOVA، روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و روش تحلیل خوشه‌ای انجام گرفت. نتایج PCA در این مطالعه نشان داد که مقدار ماده معدنی، آلودگی انسانی و درجه حرارت کاهش یافته است. کیم و همکاران (۲۰۰۳) با روش خوشه بندی عوامل تاثیر گذار بر آبهای زیرزمینی در کبیجیم در کره را بررسی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که ترکیبات فیزیکوشیمیایی آب‌های زیرزمینی در این منطقه در چهار گروه قرار می گیرند و همچنین عملکرد عوامل تاثیرگذار اصلی در سه گروه شامل کودهای شیمیایی، احیا و نفوذ آب شور طبقه بندی شد. کامار و همکاران (۲۰۲۰) وضعیت فلزات سنگین در رودخانه‌های ایند، بیس و سوتلیج و تالاب هاریکه در هند را ارزیابی کردند، آن‌ها از تکنیک‌های آماری چند متغیره مانند تحلیل خوشه‌ای و تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی استفاده کردند، نتایج CA و PCA نشان داد که رودخانه سوتلیج و تالاب هاریکه در یک گروه قرار می‌گیرند، درحالیکه رودخانه بیس یک گروه جداگانه را تشکیل می‌دهد. اهداف اصلی این پژوهش، شامل الف) ارزیابی و پردازش کیفی آب‌های سطحی حوضه گاماسیاب در شش ایستگاه آبنجی ب) خوشه‌بندی ایستگاه‌های آبنجی بر اساس پارامترهای هیدروژئوشیمیایی با استفاده از تحلیل خوشه بندی وارد می باشد.



هشتمین همایش بین المللی دانش و فناوری علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران

The 8th International Conference on Science and Technology of
Agricultural Sciences, Natural Resources & Environment of Iran

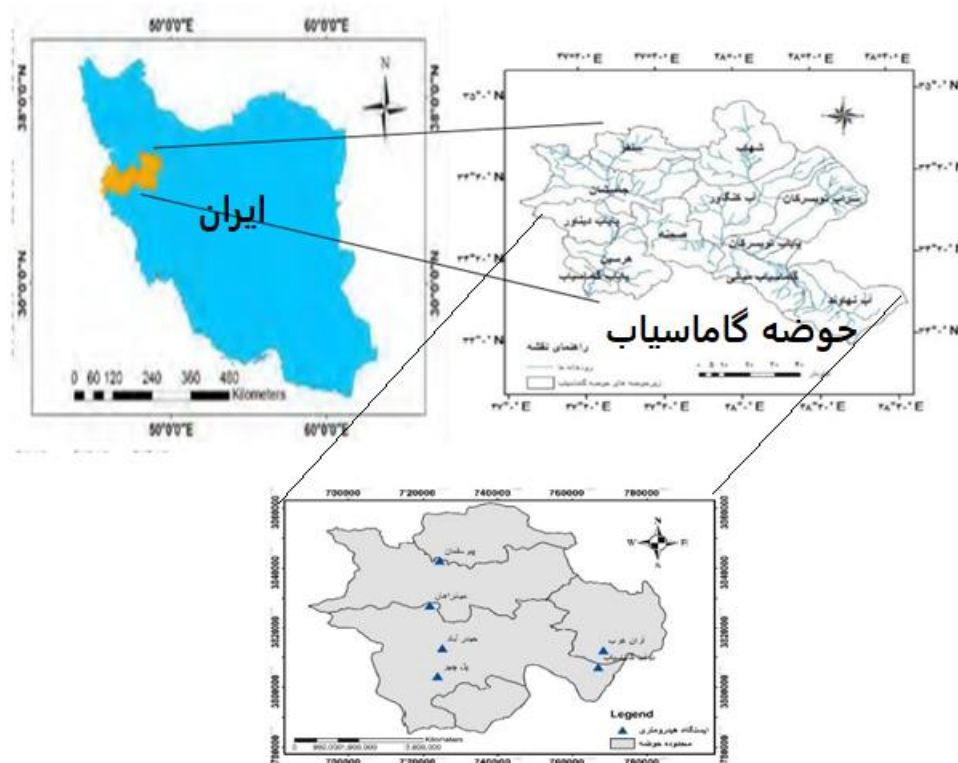
www.mdconf.ir

* ارائه کولمپانه ملی و بین المللی
معتبر به شرکت کنندگان *

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه گاماسیاب یکی از زیر حوضه های اصلی حوضه کرخه می باشد. این حوضه ۱۱۴۵۹ کیلومتر مربع وسعت داشته و در محدوده طول جغرافیایی $47^{\circ} 04'$ تا $49^{\circ} 15'$ و عرض جغرافیایی $33^{\circ} 45'$ تا $35^{\circ} 00'$ قرار دارد. بیشترین سطح حوضه آبخیز گاماسیاب در استان کرمانشاه و بخش هایی از آن در استان همدان قرار دارد. محدوده بخش کرمانشاه این حوضه شامل طول جغرافیایی $47^{\circ} 04'$ تا $48^{\circ} 03'$ و عرض جغرافیایی $33^{\circ} 13'$ تا $34^{\circ} 53'$ است. مساحت حوضه در این بخش ۳۲۶۴ کیلومتر مربع و طول آن ۸۱ کیلومتر است. این حوضه در محدوده بین شهرستان های کنگاور، صحنه، بیستون، هرسین، سنقر و کرمانشاه قرار گرفته، به طوری که از شمال به سنقر و استان کردستان، از جنوب به هرسین و استان لرستان، از شرق به کنگاور و استان همدان و از غرب به کرمانشاه محدود می شود. متوسط نزولات جوی دریافت شده در این حوضه ۳۰۰ تا ۴۵۰ میلی متر می باشد. تغییرات درجه حرارت در این حوضه بین $29/5^{\circ}$ تا 47° درجه سانتی گراد می باشد. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز گاماسیاب را نشان می دهد.



بخشی از حوضه گاماسیاب

شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



هشتمین همایش بین المللی دانش و فناوری علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران

The 8th International Conference on Science and Technology of
Agricultural Sciences, Natural Resources & Environment of Iran

www.mdconf.ir

* ارائه گویانه ملی و بین المللی
معتبر به شرکت کنندگان *

تحلیل خوشه‌ای (CA)^۱

تحلیل خوشه‌ای (CA) یک فن تشخیص الگوی بدون نظارت است که متغیرها را بر اساس شباهت‌هایشان طبقه‌بندی می‌کند. CA رویکرد بهتری نسبت به سایر تکنیک‌ها مانند تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی در نظر گرفته می‌شود، زیرا عامل اساسی در داده‌ها را بدون نیاز به پیش فرض یا فرضیه صفر شناسایی می‌کند و نیازی به ساده‌سازی داده‌ها نیست (۱۳). تجزیه و آنالیز خوشه‌ای یک روش طبقه‌بندی برای قرار دادن موجودیت‌ها یا اشیاء مشابه در گروه‌ها یا خوشه‌ها است. اگر یک مجموعه از اشیاء و برخی از مقادیر شباهت آنها نسبت به یکدیگر را در نظر بگیریم رده بندی این اشیاء در گروه‌ها یا خوشه‌ها را طبقه بندی تعریف می کنیم. آنالیز خوشه‌ای روشی است که این رده بندی را انجام می دهد. درحقیقت آنالیز خوشه‌ای یک اصطلاح کلی است که به تعداد زیادی از الگوریتم‌ها اشاره می‌کند که عمدتاً طرز رفتارشان از نظر تشکیل خوشه فرق می‌کند (۵).

یک روش مناسب برای طبقه بندی مکانی کیفیت آب به گروه‌های مشابه، استفاده از تحلیل خوشه‌ای است.

در کل روش‌های تجزیه خوشه‌ای به دو قسمت شامل الف) سلسله مراتبی ب) غیرسلسله مراتبی تفکیک می‌شوند.

یکی از روش‌های متداول در تجزیه خوشه‌ای استفاده از روش وارد می‌باشد.

هدف اصلی در تحلیل خوشه‌ای جستجوی دسته‌های طبیعی متغیرهاست. در حقیقت با استفاده از تحلیل خوشه‌ای می‌توان تقسیم بندی ذاتی بین نمونه یا متغیرها را شناسایی نمود. فن تحلیل خوشه ای می تواند اشیاء را به کلاس‌ها (خوشه‌ها) بر اساس شباهت‌های درون یک کلاس و تفاوت‌های بین کلاس‌های مختلف گروه بندی کند. نتایج CA به تفسیر داده‌ها کمک می‌کند و الگوهای مختلف را بر اساس شباهت ایستگاه‌ها نشان می‌دهد. در تجزیه و تحلیل خوشه سلسله مراتبی، فاصله بین نمونه‌ها به عنوان معیار تشابه در نظر گرفته می‌شود. روش وارد، از مجذور فاصله اقلیدسی به عنوان معیار تشابه ایستگاه‌ها استفاده می‌کند، طوری که ایستگاه‌های واقع در یک خوشه شباهت زیادی به همدیگر دارند ولی نسبت به ایستگاه‌های واقع در خوشه دیگر بسیار متفاوت هستند. ثابت شده است که روش وارد یک مکانیسم گروه‌بندی بسیار قدرتمند است (۹). در این پژوهش، از مربع فاصله اقلیدوسی به عنوان معیار تشابه ایستگاه‌ها با همدیگر بهره گرفته شد.

$$d_{rs}^2 = (X_r - X_s)(X_r - X_s) \quad (1)$$

محاسبه مجذور فاصله اقلیدسی بین دو ایستگاه I و S با توجه به بردار متغیرهای هیدروژئوشیمیایی (X) پس از استاندارد کردن داده های هر پارامتر کیفی به شرح زیر انجام شد:

¹ Cluster Analysis

² Ward



$$d_{rs}^2 = (X_r - X_s)D^{-1}(X_r - X_s) \quad (2)$$

در نتیجه، برای تعیین مجذور فاصله اقلیدسی لازم است ابتدا عکس ماتریس فاصله D محاسبه شود. در واقع ماتریس فاصله D یک ماتریس مربعی است که هر یک از درایه های آن مجذور فاصله دو ایستگاه منفرد می باشد. برای ماتریس فاصله D می توان از ماتریس واریانس - کواریانس یا ماتریس همبستگی بین ایستگاه ها را استفاده نمود.

محاسبه پیوند با روش وارد

$$d(r,s) = \frac{n_r n_s d_{rs}^2}{(n_r + n_s)} \quad (3)$$

در اینجا d_{rs}^2 فاصله بین گروه r و s است که با روش Ward تعیین می شود. زیرا در این حالت مقدار پراکندگی درون گروه ها به پایین ترین نقطه و همگنی گروه های به دست آمده به بالاترین نقطه می رسد. در روش وارد، یک عضو در خوشه ای قرار می گیرد که در آن ماتریس درون خوشه ای جدید کمترین مقدار را دارد.

در این روش کلیه ی داده ها در گروه های نسبتا همگن تفکیک می شوند که این گروه ها شامل ایستگاه هایی هستند که به مشابهت دارند. به طوری که اشاره شد، به منظور حذف اثر مقیاس داده های ایستگاه ها استاندارد شدند برای این منظور مقدار هر داده ایستگاه در خصوص یک متغیر خاص از مقدار میانگین آن متغیر کم شد و به انحراف معیار آن متغیر تقسیم شد به این ترتیب سایر متغیرها نیز استاندارد شدند سپس بر اساس ماتریس فاصله اقلیدسی تجزیه خوشه ای با روش وارد انجام شد. ایستگاه هایی که فاصله اقلیدسی آن ها کم بوده در یک خوشه قرار گرفته در نهایت مجموعه ی خوشه ها تحت یک دیاگرام به نام دیاگرام خوشه ای (نمودار خوشه ای) ترسیم شد با برش دیاگرام از یک فاصله معین طوری که تعداد خوشه ها از عدد بهینه (بین ۳ تا ۵) واقع شود خوشه ها تشخیص داده شدند. تعداد خوشه ها در نمودار دندرگرام با توجه به موقعیت برش شاخه های دندرگرام بستگی دارد (۶).

تحلیل خوشه ای با روش وارد با استفاده از مجذور فواصل اقلیدسی به عنوان معیار تشابه انجام شد.

روش خوشه ای حداقل واریانس وارد

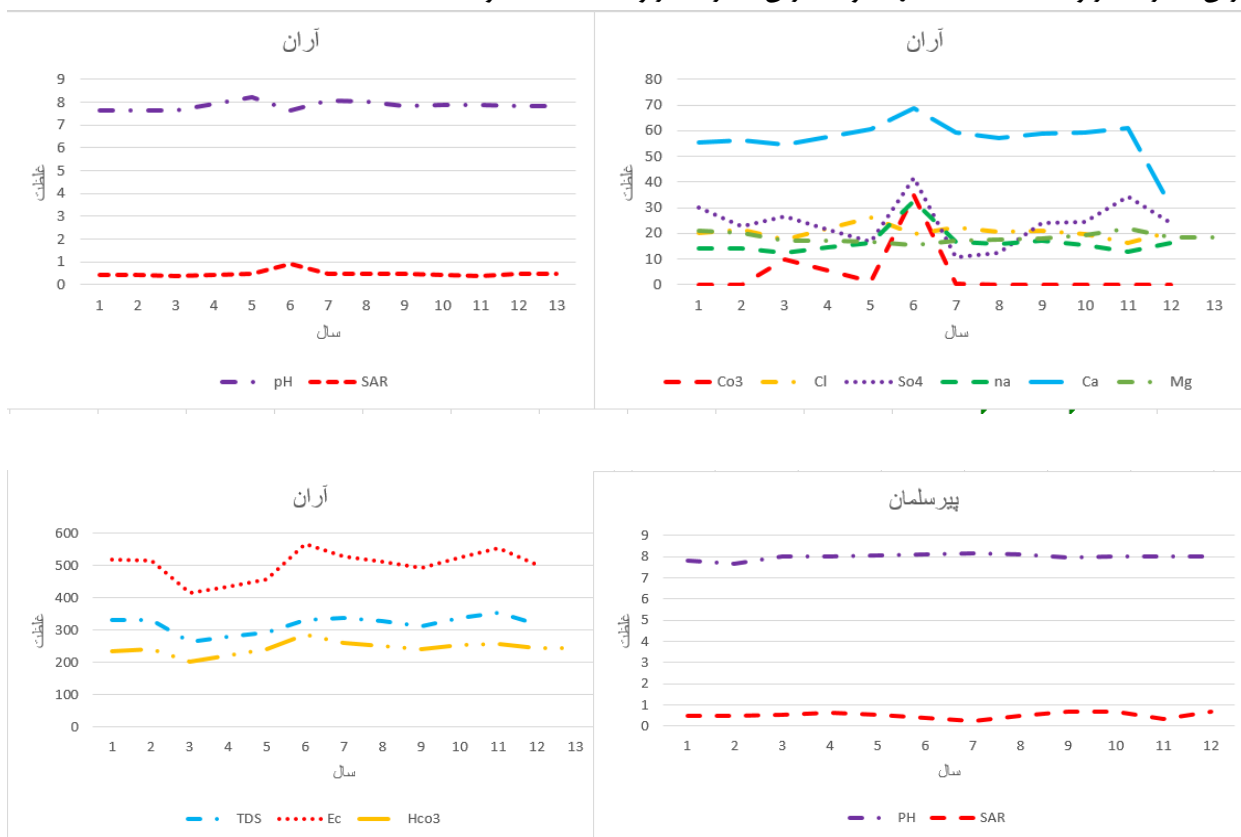
در این روش در هر مرحله از تحلیل، ترکیب هر جفت از نمونه ها ممکن است مورد توجه قرار گرفته و هر دو دسته ای که ادغام آنها سبب افزایش اندازه ی واریانس به اندازه ی کمتری شود، در یک دسته قرار می گیرند و این موضوع در مراحل بعدی گروه بندی نیز رعایت می گردد (۴). در روش وارد، مجاورت بین دو خوشه به عنوان افزایش خطای مربعی تعریف می شود که هنگام ادغام دو خوشه ایجاد می شود.



بحث و نتایج

در این مطالعه به منظور تعیین عوامل مؤثر بر کیفیت آب منطقه، از روش آنالیز خوشه ای (CA) با استفاده از نرم افزار SPSS استفاده گردید.

جهت درک تغییرات پارامترهای کیفی آب در حوضه گاماسیاب تغییرات هر یک از پارامترها در شکل ۲ ارائه شده است. با توجه به نمودارهای تغییرات زمانی پارامترهای کیفی آب در شش ایستگاه آران، پیرسلیمان، حیدرآباد، پل چهر، میانراهن، دوآب گاماسیاب کمترین تغییرات مربوط به ایستگاه حیدرآباد و بیشترین تغییرات مربوط به ایستگاه دوآب گاماسیاب است.





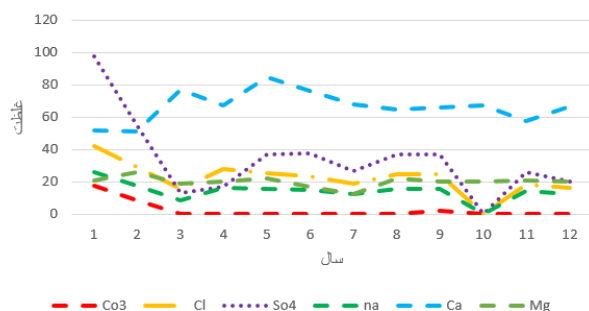
هشتمین همایش بین المللی دانش و فناوری علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران

The 8th International Conference on Science and Technology of
Agricultural Sciences, Natural Resources & Environment of Iran

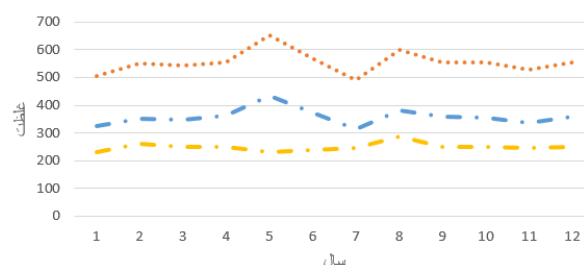
www.mdconf.ir

* ارائه گویانامه ملی و بین المللی
معتبر به شرکت کنندگان *

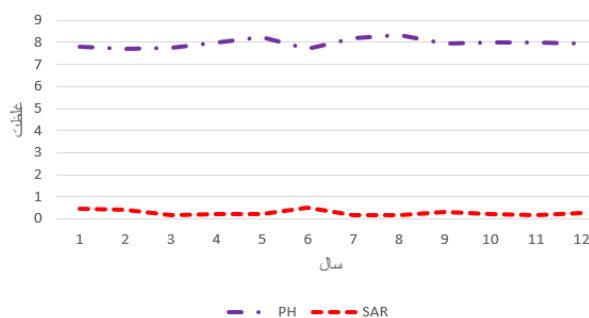
پیر سلمان



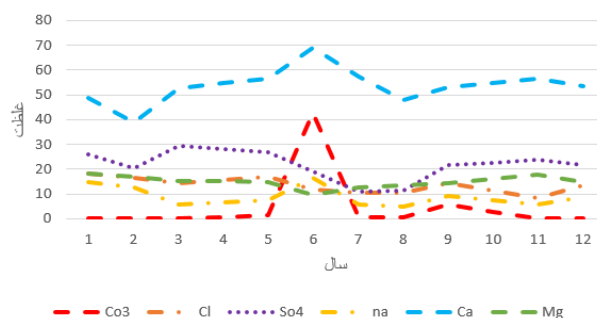
پیر سلمان



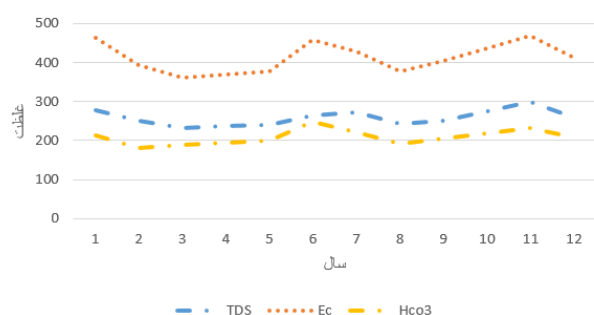
حیدر آباد



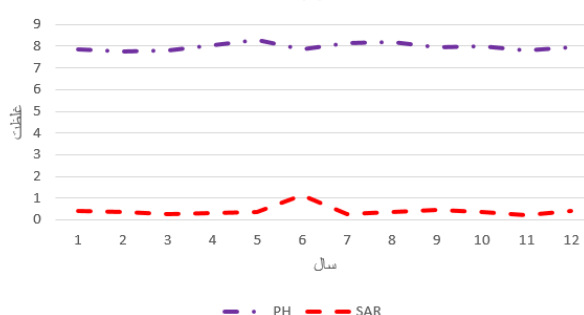
حیدر آباد



حیدر آباد



پلچهر





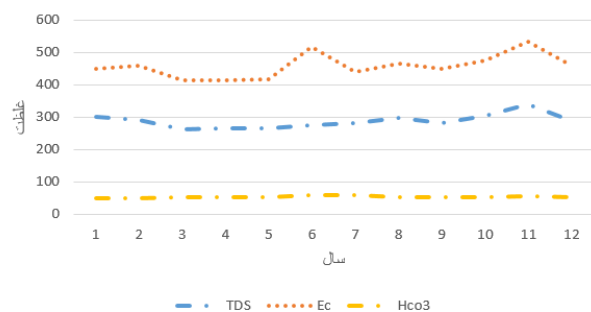
هشتمین همایش بین المللی دانش و فناوری علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران

The 8th International Conference on Science and Technology of
Agricultural Sciences, Natural Resources & Environment of Iran

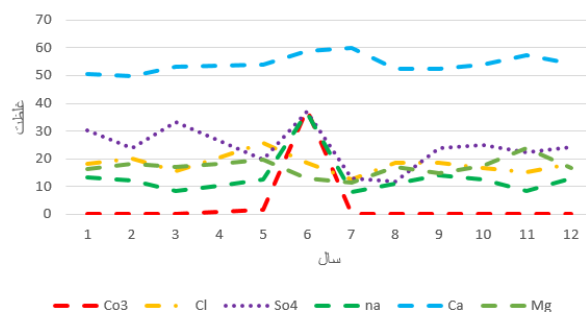
www.mdconf.ir

* ارائه گویانه ملی و بین المللی
معتبر به شرکت کنندگان *

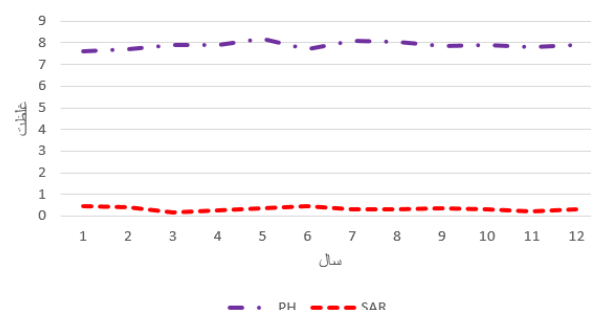
پلچهر



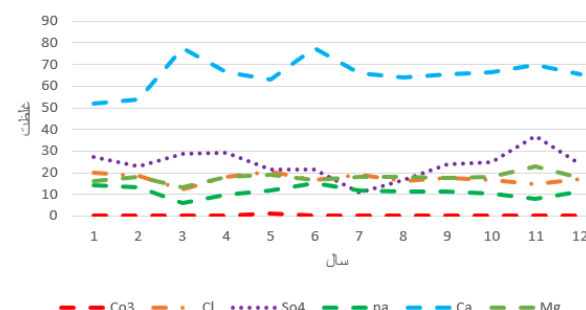
پلچهر



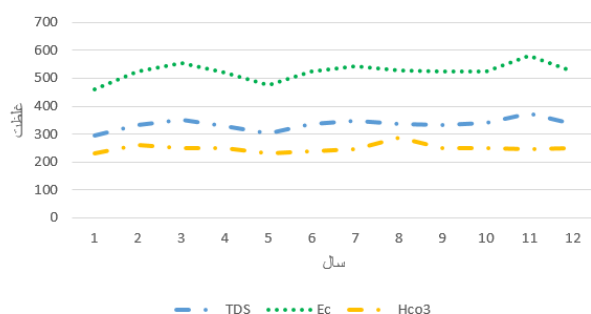
میانراهان



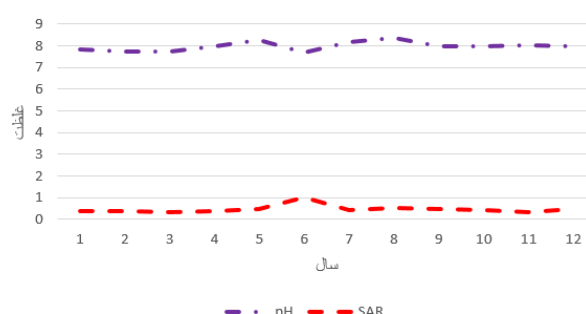
میانراهان



میانراهان



دوآب گاماسیاب



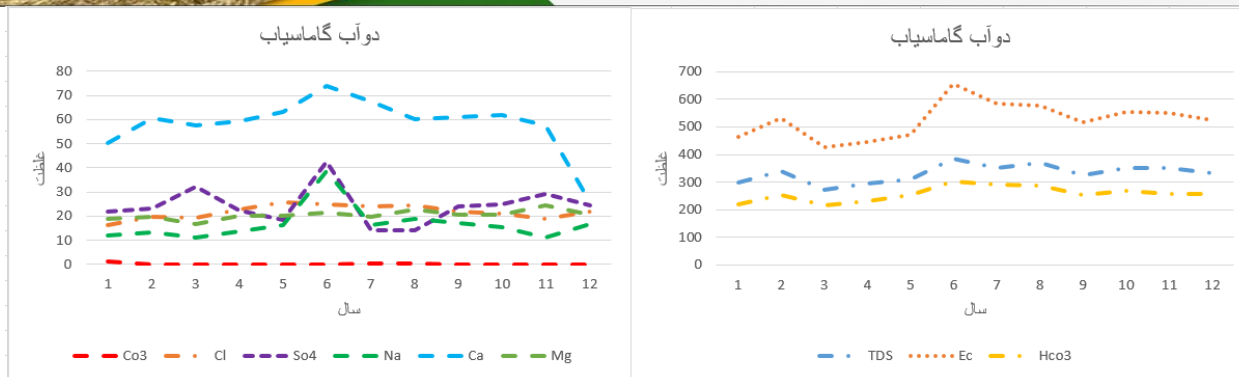


هشتمین همایش بین المللی دانش و فناوری علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران

The 8th International Conference on Science and Technology of
Agricultural Sciences, Natural Resources & Environment of Iran

www.mdconf.ir

* ارائه گویانه ملی و بین المللی
معتبر به شرکت کنندگان *



شکل (۲) تغییرات زمانی پارامتر ۱۱ پارامتر مورد بررسی در شش ایستگاه آران، پیرسلیمان، حیدرآباد، پل چهر، میانراهان و دوآب گاماسیاب

نتایج تحلیل خوشه‌ای

الف) تحلیل خوشه‌ای پارامترهای کیفی آب رودخانه‌ها

برای سنجش میزان تشابه، گروه بندی ایستگاه‌های پایش کیفی از روش تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. شکل (۲) نتایج تحلیل خوشه‌ای داده‌های استاندارد شده ایستگاه‌های مورد مطالعه را در حوضه گاماسیاب نشان می‌دهد، به طوری که قبلاً اشاره شد روش تجزیه خوشه‌ای وارد و مربع فاصله اقلیدوسی برای این منظور در نظر گرفته شده است. باتوجه به دندروگرام نشان داده شده در شکل (۳) می‌توان نتیجه گرفت که پس از استاندارد کردن داده‌ها نسبت به ایستگاه‌ها دو خوشه متمایز نتیجه می‌شود که خوشه اول شامل پارامترهای TDS، EC، HCO_3^- ، Ca^{2+} ، SO_4^{2-} ، Na^+ ، SAR، Cl^- و Mg^{2+} و خوشه دوم شامل دو پارامتر CO_3^{2-} و pH می‌باشد. لازم به توضیح است که خط برش دندروگرام به طور سلیقه‌ای و بسته به تجربه محقق ترسیم می‌گردد، هیچ قاعده خاصی برای آن در منابع تاکنون ارائه نشده است و لیکن می‌توان با توجه به دندروگرام تعداد خوشه‌ها را طوری در نظر گرفت که خوشه‌ها به آسانی قابل تمیز دادن باشند.

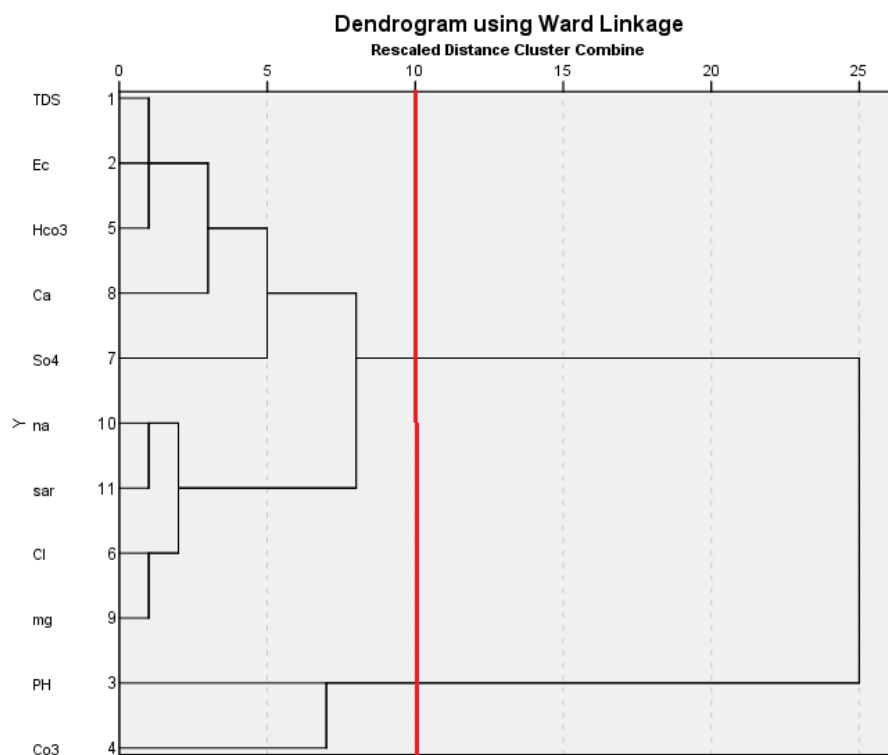


هشتمین همایش بین المللی دانش و فناوری علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران

The 8th International Conference on Science and Technology of
Agricultural Sciences, Natural Resources & Environment of Iran

www.mdconf.ir

* ارائه گویانامه ملی و بین المللی
معتبر به شرکت کنندگان *



شکل (۳) دیاگرام خوشه‌ای حاصل از تحلیل خوشه‌ای داده‌های استاندارد شده ایستگاه‌های مورد مطالعه در حوضه گاماسیاب.

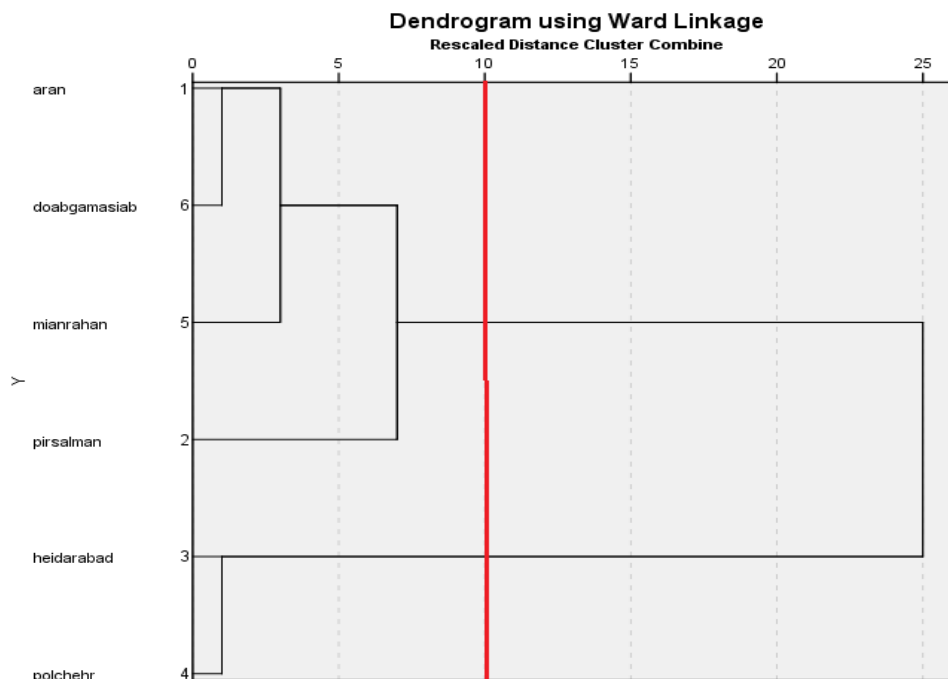


هشتمین همایش بین المللی دانش و فناوری علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران

The 8th International Conference on Science and Technology of
Agricultural Sciences, Natural Resources & Environment of Iran

www.mdconf.ir

* ارائه گویانه ملی و بین المللی
معتبر به شرکت کنندگان *



شکل (۴) دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای داده‌های استاندارد شده پارامترهای کیفی درحوضه گاماسیاب

(ب) تحلیل خوشه‌ای ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه گاماسیاب

شکل (۴) نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای داده‌های استاندارد شده پارامترهای کیفی را به منظور دسته بندی ایستگاه‌های هیدرومتری در حوضه گاماسیاب نشان می‌دهد، به طوری که از این شکل می‌توان استنباط کرد که چنانچه فاصله خوشه‌ها را ۱۰ در نظر بگیریم (خط قائم رسم شده روی شکل) کل شش ایستگاه را می‌توان در دو خوشه متمایز به شرح زیر تفکیک کرد.

الف) خوشه‌ای که ایستگاه‌های آران، دوآب گاماسیاب، میانراهان و پیرسلیمان را در خود جای می‌دهد.

ب) خوشه‌ی دوم شامل دو ایستگاه به نام‌های حیدرآباد و پلچهر می باشد.

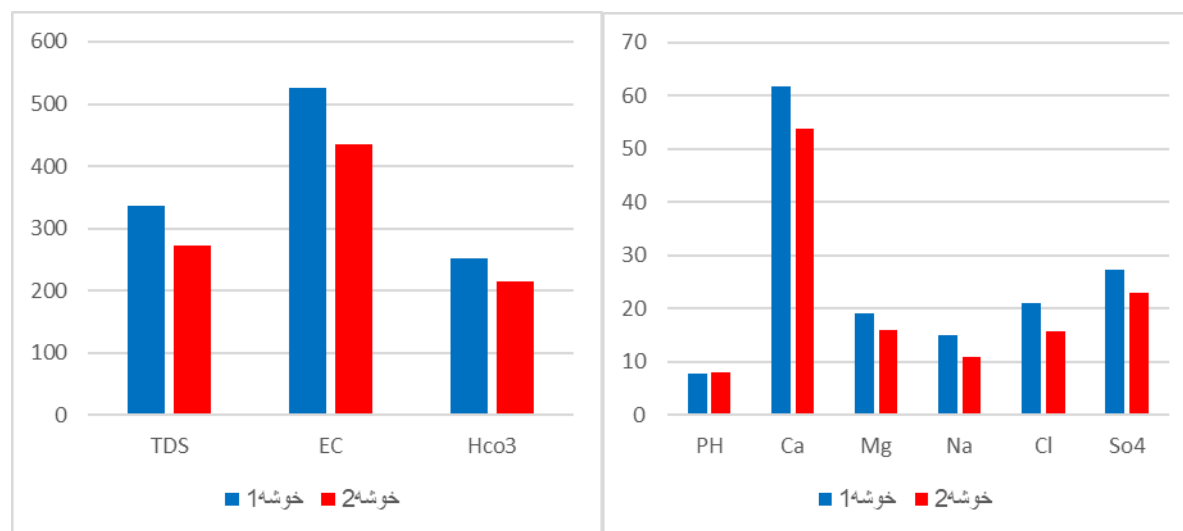
به طوری که قبلا نیز اشاره شد با توجه به داده‌های استاندارد شده پارامترهای کیفی حاصل شده است، طوری که برای هر پارامتر میانگین و انحراف معیار آن در کل شش ایستگاه محاسبه شده و سپس میانگین از هر کدام کم شده و نتیجه به انحراف معیار آن پارامتر تقسیم گردیده است. علت این تصمیم این بوده است که پارامترها از نظر کلی اختلاف زیادی باهم دارند، مثلا پارامتر EC با واحد میکروزیمنس بر مترمکعب، TDS و HCO_3^- با واحد میلی گرم بر لیتر عددهای سه رقمی هستند در حالی که پارامترهای Cl^- ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} و Na^+ اعداد دو رقمی و پارامتر pH تک رقمی و همچنین پارامتر SAR مقدار آن کوچکتر از یک می باشد. بنابراین برای اجتناب از خطای تاثیر دادن وزن بیشتر به TDS و EC و HCO_3^- و وزن کمتر به بقیه پارامترها اقدام به استانداردسازی داده‌ها گردید.



اینک می توان برای خوشه های حاصل از شکل (۴) کیفیت آب سطحی را مشخص و برای خوشه الف میانگین TDS برابر ۳۳۵٫۶۳ میلی گرم بر لیتر و برای خوشه دوم ۲۷۳٫۲۷ میلی گرم بر لیتر، میانگین EC برای خوشه اول ۵۲۶٫۵۲ و برای خوشه دوم ۴۳۴٫۹۸ میکروزیمنس بر سانتی متر، میانگین pH برای خوشه اول ۷٫۹۱ و برای خوشه دوم ۷٫۹۷، میانگین Co_3^{2-} در خوشه اول ۱٫۷۱۹ و در خوشه دوم ۳٫۹۷۰ میلی گرم در لیتر، میانگین پارامتر Hco_3^{2-} در خوشه اول ۲۵۲٫۱۹ و در خوشه دوم ۲۱۵٫۶۲ میلی گرم بر لیتر، میانگین پارامتر Cl^- در خوشه اول ۲۱٫۰۷ و در خوشه دوم ۱۵٫۸۰ میلی گرم بر لیتر، میانگین پارامتر So_4^{2-} در خوشه اول ۲۷٫۴۱ و در خوشه دوم ۲۳٫۰۵ میلی گرم بر لیتر، میانگین پارامتر Ca^{2+} در خوشه اول ۶۱٫۷۵ و در خوشه دوم ۵۳٫۸۹ میلی گرم بر لیتر، میانگین پارامتر Mg^{2+} در خوشه اول ۱۹٫۱۵ و در خوشه دوم ۱۵٫۹۳ میلی گرم بر لیتر، میانگین پارامتر Na^+ در خوشه اول ۱۴٫۹۹ و در خوشه دوم ۱۱٫۰۵ میلی گرم بر لیتر و در نهایت میانگین پارامتر SAR در خوشه اول ۰٫۴۴ و در خوشه دوم مقدار آن ۰٫۳۳ می باشد.

در نهایت می توان گفت که خوشه دوم که شامل ایستگاه های حیدرآباد و پل چهر می باشد به علت کمتر بودن مقادیر میانگین پارامترهای کیفی دارای کیفیت آب بهتری نسبت به خوشه اول است، که شامل ایستگاه های آران، دوآب گاماسیاب، میانراهان و پیرسلمان می باشد.

شکل زیر میانگین پارامترهای کیفی را برای هر دو خوشه نشان میدهد.



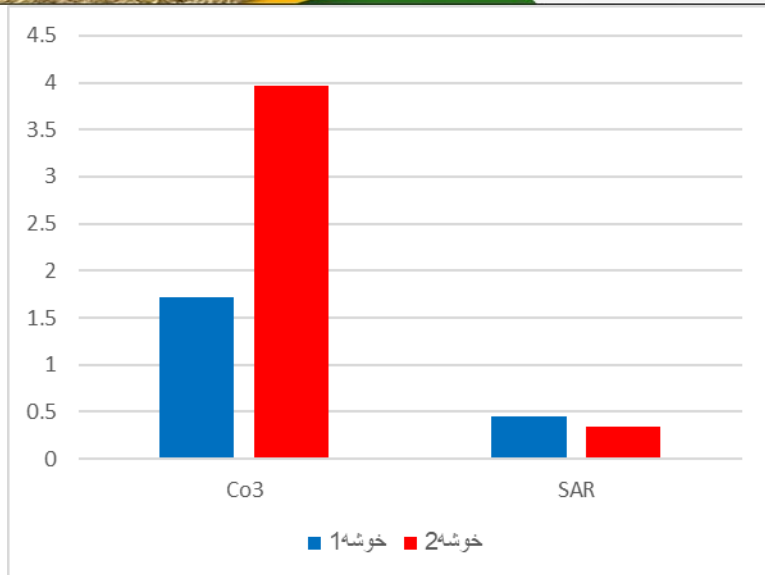


هشتمین همایش بین المللی دانش و فناوری علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران

The 8th International Conference on Science and Technology of
Agricultural Sciences, Natural Resources & Environment of Iran

www.mdconf.ir

* ارائه گویانامه ملی و بین المللی
معتبر به شرکت کنندگان *



شکل (۵) مقایسه میانگین پارامترهای مورد بررسی در شش ایستگاه حوضه گاماسیاب

نتیجه گیری

با توجه به اینکه بخش اعظمی از مباحث و استراتژی‌های مدیریت منابع آب به ارزیابی و پایش آب های سطحی برمیگردد، در این پژوهش، جهت درک بهتر وضعیت منابع آب سطحی در حوضه آبریز گاماسیاب از داده های ۱۱ پارامتر کیفی آب سطحی در ایستگاه‌های آران، پیرسلیمان، حیدرآباد، پلچهر، میانراهان و دوآب گاماسیاب طی دوره آماری ۱۳۸۶-۱۳۹۷ برای بررسی تغییرات این پارامترها استفاده شد. در این پژوهش تغییرات پارامترهای کیفی آب در حوضه آبریز گاماسیاب با روش آماری تحلیل خوشه وارد مطالعه شد. نتایج تحلیل خوشه ای نشان داد که کل شش ایستگاه در دو خوشه متمایز قرار دارند، خوشه اول شامل ایستگاه‌های آران، دوآب گاماسیاب، میانراهان و پیرسلیمان و خوشه دوم شامل ایستگاه های حیدرآباد و پلچهر می باشد. در نهایت می توان گفت که خوشه دوم که شامل ایستگاه های حیدرآباد و پل چهر می باشد به علت کمتر بودن مقادیر میانگین پارامترهای کیفی دارای کیفیت آب بهتری نسبت به خوشه اول است، که شامل ایستگاه های آران، دوآب گاماسیاب، میانراهان و پیرسلیمان می باشد.



هشتمین همایش بین المللی
دانش و فناوری علوم کشاورزی،
منابع طبیعی و محیط زیست ایران

The 8th International Conference on Science and Technology of
Agricultural Sciences, Natural Resources & Environment of Iran

www.mdconf.ir

* ارائه گویانامه ملی و بین‌المللی
معتبر به شرکت کنندگان *

منابع

۱. چراغی، ز.، ساریخانی، ر.، فرهپور، م.م.، قاسمی دهنوی، الف. ۱۳۹۷. ارزیابی و تجزیه و تحلیل آماری پارامترها و شاخص کیفیت آب زیرزمینی برای مصارف آشامیدنی در منطقه خرم آباد. مجله مهندسی منابع آب، سال یازدهم، شماره ۳۹ ص ۱۴-۱.
۲. خان محمدی، ن.، بهمنش، ج.، رضایی، ح.، حسین زاده، ع. ۱۳۹۵. تحلیل پارامترهای کیفی آب های سطحی ورودی به دریاچه ارومیه از بخش غربی با استفاده از آنالیز خوشه ای. ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران با رویکرد: پیوند اکولوژیکی با چرخه آب برای پایداری سرزمین، ۱-۳ اردیبهشت ۱۳۹۵، دانشگاه کردستان.
۳. رضایی، ر.، زارعی محمودآبادی، ه.، کلاتری، ن.، علی یاری، ز. ۱۳۹۵. بررسی کیفیت آب مخزن سد مارون با استفاده از روش تحلیل آماری چندمتغیره بر پایه همبستگی و تغییرات داده‌ها کیفی آب، بهبهان، خوزستان، مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته، بهار ۹۵، شماره ۱۹. ص ۸۸-۸۲.
۴. سامانی، س.، کلاتری، ن.، رحیمی، م.ح. ۱۳۹۰. استفاده از روش آماری تحلیل خوشه ای جهت ارزیابی کیفی آب زیرزمینی دشت اوان. مجله مهندسی منابع آب، سال چهارم، زمستان ۱۳۹۰. ص ۸۵-۷۵.
۵. فریادی، س.ف. شاهدی، ک.، نباتپور، م. ۱۳۹۱. مطالعه پارامترهای کیفیت آب رودخانه تجن با استفاده از تکنیکهای آماری چندمتغیره. پژوهشنامه مدیریت حوضه آبخیز، سال سوم، شماره ۶، پاییز و زمستان ۱۳۹۱. ص ۹۲-۷۵.
۶. قلعه نی، م.م.، کاردان مقدم، ح. ۱۴۰۱. معرفی شاخص جدید کیفیت منابع آب سطحی جهت مصارف شرب با استفاده از روش های چندمتغیره آماری (مطالعه موردی: رودخانه سفیدرود). نشریه آب و خاک. جلد ۳۶، شماره ۴، مهر ۱۴۰۱. ص ۴۵۸-۴۳۹.
۷. کاظم زاده، م.، ملکیان، آ. ۱۳۹۶. تجزیه و تحلیل پارامترهای کیفیت آب سطحی با استفاده از روش های آماری چند متغیره (مطالعه موردی: حوضه آبخیز آجی چای). مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۷۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶. ص ۴۷۸-۴۶۵.



هشتمین همایش بین المللی
دانش و فناوری علوم کشاورزی،
منابع طبیعی و محیط زیست ایران

The 8th International Conference on Science and Technology of
Agricultural Sciences, Natural Resources & Environment of Iran

www.mdconf.ir

* ارائه گویانامه ملی و بین المللی
معتبر به شرکت کنندگان *

۸. نصرتی، ک.، رجبی اسلامی، ع.، صیادی، م. ۱۳۹۷. تحلیل و طبقه بندی کیفیت آب شرب شهرستان ملارد- تهران با استفاده از تکنیک های آماری چندمتغیره. هیدروژئومورفولوژی، شماره ۱۵، تابستان ۱۳۹۷، ص ۱۹۰-۱۷.

۹. Akbal, F., Gürel, L., Bahadır, T., Güler, İ., Bakan, G., & Büyükgüngör, H. (2011). Multivariate statistical techniques for the assessment of surface water quality at the mid-black sea coast of Turkey. *Water, Air, & Soil Pollution*, 216(1), 21-37.

۱۰. Kim, J. H., Yum, B. W., Kim, R. H., Koh, D. C., Cheong, T. J., Lee, J., & Chang, H. W. (2003). Application of cluster analysis for the hydrogeochemical factors of saline groundwater in Kimje, Korea. *Geosciences Journal*, 7, 313-322.

۱۱. Kumar, V., Sharma, A., Kumar, R., Bhardwaj, R., Kumar Thukral, A., & Rodrigo-Comino, J. (2020). Assessment of heavy-metal pollution in three different Indian water bodies by combination of multivariate analysis and water pollution indices. *Human and ecological risk assessment: an international journal*, 26(1), 1-16.

۱۲. Vega, M., Pardo, R., Barrado, E., & Debán, L. (1998). Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. *Water research*, 32(12), 3581-3592

۱۳. Venkatramanan, S., Chung, S. Y., Lee, S. Y., & Park, N. (2014). Assessment of river water quality via environmentric multivariate statistical tools and water quality index: a case study of Nakdong River Basin, Korea. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 9(2), 125-132.