

ارزیابی کیفی آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ با استفاده از تحلیل عاملی و خوشه‌ای
فروغ عباسی تشنیزی و محمدرضا نوری امامزاده‌ئی

دوره ۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، صفحات ۲۷۲-۲۷۹

Vol. 3(3), Autumn 2017, 272 – 279

**Assessment of Groundwater Quality in
Kaboudarahang Plain using Factor and
Cluster Analysis**

AbbasiTeshnizi F. and NouriEmamzadehei M. R.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله: عباسی تشنیزی ف. و نوری امامزاده‌ئی م. ر. (۱۳۹۶). ارزیابی کیفی آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ با استفاده از تحلیل عاملی و خوشه‌ای. محیط زیست و مهندسی آب، دوره ۳، شماره ۳، صفحات: ۲۷۲- ۲۷۹

Citing this paper: AbbasiTeshnizi F. and NouriEmamzadehei M. R. (2017). Assessment of groundwater quality in Kaboudarahang Plain using factor and cluster analysis. J. Environ. Water Eng., 3(3), 272 – 279.

ارزیابی کیفی آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ با استفاده از تحلیل عاملی و خوشه‌ای

فروغ عباسی تشنیزی*^۱ و محمدرضا نوری امامزاده‌ئی^۲

^۱دانشجوی دکترا، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

^۲دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: f.abbasi@stu.sku.ac.ir

یادداشت فنی

تاریخ دریافت: [۱۳۹۵/۱۰/۱۱]

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۵/۱۱/۰۸]

چکیده

کیفیت منابع آب در هر منطقه تحت تأثیر عواملی با منشأ طبیعی یا انسانی دچار تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی می‌شود. این تغییرات محدودیت‌های جدی برای بهره‌برداری از منابع آب به وجود می‌آورد. از این رو بررسی و مطالعه این منابع به منظور حفظ و اصلاح کیفیت آن‌ها ضروری است. پژوهش حاضر با هدف طبقه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ استان همدان با استفاده از تکنیک‌های تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌بندی سلسله مراتبی انجام شد. داده‌های کیفی آب این دشت در یک دوره ۳ ساله بررسی شد. نتایج تحلیلی عاملی نشان داد که ۸۱/۷۴٪ تغییرات تحت تأثیر ۴ عامل قرار دارد. همچنین با انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی ۳۰ چاه آب مورد بررسی در این منطقه، چاه‌ها به ۳ گروه تقسیم شدند. به گونه‌ای که گروه اول کمترین غلظت و گروه سوم بیشترین غلظت از نظر پارامترهای کیفی آب را شامل می‌شدند. از نظر کاربرد آب در بخش کشاورزی هر سه گروه در رده C_3S_1 قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: چاه کشاورزی؛ خوشه‌بندی؛ SPSS؛ کیفیت آب

۱- مقدمه

نمونه‌های مربوط به خوشه اول را دارای کیفیت بهتر و نمونه‌های خوشه دوم را دارای کیفیتی نامناسب دانستند. (Aghdar and Mohamadyari 2015) با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای تغییرات کیفی آب زیرزمینی شهر ایلام را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند چاه‌های دشت بر اساس میزان شباهت در مشخصه‌های کیفی آب به ۳ خوشه تقسیم شده‌اند که نمونه‌های گروه اول بدترین و گروه دوم بهترین کیفیت را دارند. (Rezaei and Amiri 2013) در دشت لنجان اصفهان با استفاده از تحلیل عاملی به ارزیابی تغییرات کیفی آب زیرزمینی پرداختند و با استفاده از ۱۴ پارامتر انتخابی خوشه‌بندی پارامترها و همچنین تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره را انجام دادند. (Samani et al. 2012) با بکار بردن روش تحلیل خوشه‌ای بر روی ۱۸ نمونه آب زیرزمینی و ۳ نمونه آب سطحی در دشت اوان، سفره آبدار را به ۳ منطقه تقسیم و بیان کردند که نمونه‌های گروه اول بهترین کیفیت و نمونه‌های واقع در گروه سوم بدترین کیفیت را دارا هستند. هدف از این تحقیق، مطالعه و خوشه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ همدان در یک دوره ۳ ساله با استفاده از تحلیل خوشه‌ای است.

۲- مواد و روش‌ها

دشت کبودرآهنگ یکی از محدوده‌های مطالعاتی حوزه رودخانه قره‌چای با وسعت ۳۴۴۸ کیلومترمربع و در شمال استان همدان است که از شمال با دشت زنجان و قزوین و از جنوب به دشت بهار و قهاوند، از شرق به دشت رزن و از غرب با محدوده مطالعاتی گل‌تپه-زرین‌آباد در ارتباط است. در این پژوهش از میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده ۱۳ پارامتر کیفی آب از ۳۰ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق این دشت در یک دوره ۳ ساله (۱۳۹۰-۱۳۹۲) استفاده شد. اطلاعات کیفی آب شامل پارامترهای Ca, Mg, K, TH, SO₄, EC, Cl, HCO₃, pH, SAR, anion و Cation و Na جمع‌آوری شدند. در این تحقیق داده‌های کیفی آب چاه‌ها در ماه مشترک اردیبهشت در هر سال استخراج و نهایتاً برای یک سال، ماتریسی از داده‌ها با میانگین‌گیری از کل ۳ سال تهیه و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 16

کیفیت منابع آب در هر منطقه تحت تأثیر عواملی با منشأ طبیعی یا انسانی دچار تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی می‌شود. این تغییرات محدودیت‌های جدی برای بهره‌برداری از منابع آب به وجود می‌آورد. از اینرو بررسی و مطالعه این منابع به منظور حفظ و اصلاح کیفیت آن‌ها ضروری است (Abdolabadi et al. 2015). بررسی تغییرات منابع آب زیرزمینی با ابزارها و روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد که در مطالعات اخیر استفاده از روش‌های تحلیل آماری چند متغیره مانند ضریب همبستگی، آمار توصیفی، تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای به‌ویژه در شناخت منشأ آلودگی مورد توجه بوده است (Rezaei and Amiri 2013). روش آماری تحلیل خوشه‌ای کاربرد زیادی در بررسی داده‌های چند متغیره دارد. یکی از مهم‌ترین این کاربردها بررسی ارتباط بین متغیرها و در نهایت گروه‌بندی آن‌ها است. در این حالت ترکیب کل آب زیرزمینی یک منطقه به تعداد محدودی از خوشه‌ها امکان‌پذیر می‌گردد. (Vega et al. 1998) با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و انجام تحلیل PCA روی ۲۲ متغیر فیزیکی و شیمیایی به دست‌آمده از نمونه‌های آب یک رودخانه در اسپانیا نتیجه گرفتند که با استفاده از تحلیل PCA و تحلیل خوشه‌ای می‌توان یک طبقه‌بندی معنی‌دار از نمونه آب رودخانه بر اساس معیارهای مکانی و زمانی به دست آوردند. (Simeonov et al. 2003) در پژوهشی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و رگرسیون چندگانه بر روی ۲۷ پارامتر جمع‌آوری شده از ۲۵ محل نمونه‌برداری در رودخانه‌های یونان به تجزیه و تحلیل نمونه‌ها پرداختند. این محققان نمونه‌ها را بر اساس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در ۴ گروه دسته‌بندی کردند. (Singh et al. 2004) با انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی ۲۴ پارامتر مرتبط با کیفیت آب در ۸ نقطه مختلف رودخانه‌ای در هند، مکان‌های نمونه‌برداری را به ۳ گروه مختلف که منعکس‌کننده پارامترهای کیفیت آب باشد، تقسیم نمودند. (Mahmoudi et al. 2016) در پژوهش خود با انجام تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای بر روی ۱۸ نمونه آب زیرزمینی منطقه شیرامین بیان نمودند که تحلیل عاملی منجر به استخراج ۴ عامل و تحلیل خوشه‌ای منجر به ایجاد ۲ خوشه بر روی نمونه‌های آب شده‌است. آن‌ها

مجموعه به‌منظور نشان دادن همگنی در ویژگی‌های اندازه‌گیری بکار می‌رود. در این تکنیک مجموعه‌ای از متغیرها در داخل خوشه‌های همگن قرار می‌گیرند (Khosravi et al. 2015). خوشه‌بندی متراکم سلسله مراتبی، رایج‌ترین روش تحلیل خوشه‌ای است که ارتباطات همسان ذاتی را بین هر کدام از نمونه‌ها و نیز بین همه داده‌ها فراهم می‌کند و معمولاً با یک نمودار درختی نشان داده می‌شود. نمودار درختی خلاصه‌ای از فرآیندهای خوشه‌بندی، تصویر خوشه‌ها و مجاورت آن‌ها را به همراه کاهش قابل‌توجه ابعاد داده‌های اولیه ارائه می‌دهد (Nosrati et al. 2011). در این پژوهش، تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی برای مجموعه‌ای از داده‌ها با روش وارد^۳ بکار گرفته شد. در روش وارد دو ایستگاه در صورتی متعلق به یک گروه هستند که پارامترهای کیفیت آب اندازه‌گیری شده در آن‌ها، به‌اندازه کافی به هم نزدیک باشند.

۳- یافته‌ها و بحث

پس از وارد نمودن داده‌ها در نرم‌افزار SPSS و اطمینان از نرمال بودن آن‌ها، آزمون همبستگی داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی انجام شد. این روند پس از حذف دو پارامتر Na و Ca به دلیل همبستگی کمتر با دیگر داده‌ها و افزایش میزان KMO به حد مطلوب خاتمه یافت. در این پژوهش میزان KMO برابر ۰/۷۲ و کای اسکوار آزمون بارتلت برابر ۶۲۵/۳۶ به دست آمد. برای تعیین مهم‌ترین پارامترهای کیفیت آب دشت کبودآهنگ، پارامترهای فیزیک و شیمیایی موردبررسی قرار گرفت. مطابق جدول (۱) مشاهده می‌شود که ۴ عامل بیشترین تأثیر را روی پارامترهای کیفی آب دارند؛ به‌گونه‌ای که این چهار عامل ۸۱/۷۴ درصد تغییرات و واریانس جامعه را بیان می‌کنند. برای استخراج پارامترهای اصلی کیفیت آب از درون این عامل‌ها، از بار عاملی چرخانده شده با دوران واریماکس استفاده شد. بر این اساس در هر عامل، پارامترهایی که دارای بیشترین بار عاملی (مثبت یا منفی) هستند، بهترین نماینده برای توصیف آن عامل می‌باشند. جدول (۲) بار عاملی هر کدام از پارامترها را برای عضویت در چهار عامل نشان می‌دهد. بار عاملی نشان‌دهنده همبستگی بین

تکنیک‌های تحلیل عاملی^۱ (FA) و خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی^۲ (HCA) ارزیابی شد. به این‌منظور ابتدا برای کاهش حجم داده‌ها و تعیین اثرگذارترین پارامترها به‌منظور طبقه‌بندی نمونه‌ها از روش تحلیل عاملی استفاده و سپس با تعیین پارامترهای مذکور، از تکنیک تحلیل خوشه‌ای برای گروه‌بندی نمونه‌ها در گروه‌های همگن استفاده شد. لازم به ذکر است که برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از آماره کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. بر اساس این آزمون تمامی متغیرها با ضریب اطمینان بالای ۹۵ درصد از توزیع نرمال پیروی کردند.

۲-۱- تحلیل عاملی

یکی از روش‌های آماری برای تحلیل اطلاعات موجود در مجموعه داده‌ها روش تحلیل عمل‌ها یا تحلیل عاملی است که هدف اصلی آن خلاصه کردن داده‌ها است. این روش به بررسی همبستگی درونی تعداد زیادی از متغیرها می‌پردازد و درنهایت آن‌ها را در قالب عامل‌های عمومی محدودی دسته‌بندی و تبیین می‌کند. در واقع عمده‌ترین هدف تحلیل عاملی، کاهش حجم داده‌ها و تعیین مهم‌ترین متغیرهای مؤثر در شکل‌گیری پدیده‌ها است (Khosravi et al. 2015). در پژوهش حاضر برای تعیین و تشخیص مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل آماری از دو روش KMO و بارتلت استفاده شد. مقدار KMO همواره بین صفر و یک در نوسان است. چنانچه مقدار این متغیر کمتر از ۰/۵ باشد داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب نخواهند بود، اگر مقدار آن بین ۰/۵ تا ۰/۷ باشد می‌توان با احتیاط تحلیل عاملی را به کاربرد و در صورتی که از ۰/۷ بیشتر باشد همبستگی موجود بین داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب است. در مرحله بعد برای دستیابی به ماتریس عاملی ساده و از نظر تئوریک معنادار و قابل تفسیرتر، عامل‌ها باید به دور مبدأ چرخش داده شوند تا موقعیت جدیدی کسب کنند (Khosravi et al. 2015).

۲-۲- تحلیل خوشه‌ای

تحلیل خوشه‌ای یک عنوان کلی برای گروهی از روش‌های ریاضی است و برای تعیین شباهت نسبی بین افراد در یک

¹ Factor Analysis

² Hierarchical Cluster Analysis

³ Ward's Method

پارامترهای کیفیت آب و عامل‌های معرفی شده است.

جدول ۱- درصد واریانس و مقادیر ویژه عامل‌های مختلف بعد از چرخش

عامل	کل	درصد واریانس	مقادیر تجمعی درصد واریانس
۱	۵/۲۵	۴۳/۷۸	۴۳/۷۸
۲	۲/۰۲	۱۶/۸۸	۶۰/۶۶
۳	۱/۵	۱۲/۵	۷۳/۱۷
۴	۱/۰۳	۸/۵۷	۸۱/۷۴
۵	۰/۷۹	۶/۵۸	۸۸/۳۲
۶	۰/۵۹	۴/۹۳	۹۳/۲۶
۷	۰/۳۷	۳/۱۱	۹۶/۳۷
۸	۰/۲۵	۲/۱۴	۹۸/۵۱
۹	۰/۱۷	۱/۴۶	۹۹/۹۸
۱۰	۰/۰۰۲	۰/۰۱۴	۹۹/۹۹۶
۱۱	۰	۰/۰۰۳	۹۹/۹۹۹
۱۲	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۰۱	۱۰۰

مقادیر ویژه عامل‌های < 0.5 (پس از عمل چرخش)			
۱	۵/۰۶	۴۲/۱۸	۴۲/۱۸۶
۲	۱/۸۵	۱۵/۴۲	۵۷/۶۱۲
۳	۱/۵۹	۱۳/۲۶	۷۰/۸۸۱
۴	۱/۳	۱۰/۸۶	۸۱/۷۴۸

جدول ۲- ماتریس عاملی چرخش یافته

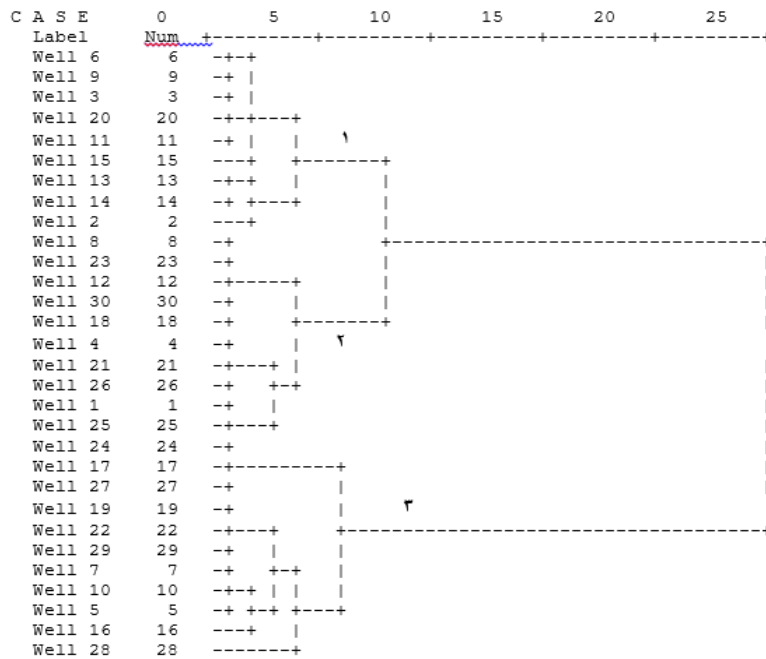
متغیر	۱	۲	۳	۴
EC	۰/۹۸۷	-۰/۰۲۳	۰/۰۵۸	۰/۱۰۳
TDS	۰/۹۸۶	-۰/۰۱۸	۰/۰۶۱	۰/۱۰۸
pH	۰	۰/۸۹	-۰/۰۲۲	-۰/۰۴۸
HCO ₃	۰/۱۰۱	-۰/۷۹۹	۰/۲۶۶	-۰/۰۱۴
Cl	۰/۱۶۵	-۰/۲۶۶	۰/۷۵۷	۰/۲۰۵
So ₄	۰/۸۱۶	-۰/۰۷۳	۰/۱۷۵	-۰/۲۳۷
anions	۰/۹۸۴	-۰/۰۰۶	۰/۰۳۹	۰/۱۲۹
Mg	۰/۴۳۸	-۰/۰۰۷	۰/۱۸	۰/۷۲۲
K	۰/۰۷۳	۰/۵۸	۰/۱۴۸	۰/۵۳۴
cations	۰/۹۸۴	-۰/۰۰۹	۰/۰۴۲	۰/۱۲۶
SAR	-۰/۵۲۸	۰/۰۴۳	-۰/۱۴۳	۰/۵۸۲
TH	۰/۰۲۹	۰/۰۲۴	۰/۹۱۲	-۰/۰۵۶

در عامل دوم pH و HCO₃ دارای بار عاملی برابر با ۰/۸۹ و ۰/۷۹۹ هستند که pH به‌عنوان پارامتر اصلی انتخاب شده است. در عامل سوم TH و Cl بیشترین بار عاملی را داشته‌اند و TH به علت داشتن بیشترین بار عاملی به‌عنوان

بر اساس جدول شماره (۲) در میان پارامترهای موجود در عامل اول EC دارای بیشترین بار عاملی به میزان ۰/۹۸۷ است و به‌عنوان پارامتر اصلی این مؤلفه انتخاب شده است.

نماینده این گروه معرفی شده است. نتایج حاصل از مؤلفه چهارم بیانگر آن است که Mg بیشترین همبستگی را با این عامل دارد و می‌توان آن را مهم‌ترین پارامتر در نمایش اطلاعات این مؤلفه دانست. قابل ذکر است که استفاده از تحلیل عاملی اصلی کیفیت آب‌های زیرزمینی در بسیاری از مطالعات مانند Mahmoudi et al. (2016)

نیز (Khosravi et al. (2015)؛ Rezaei and Amiri (2013) مورد استفاده قرار گرفته است. به منظور بررسی دقیق کیفیت آب چاه‌های مورد مطالعه، تفکیک و گروه‌بندی آن‌ها بر اساس مشابهت اطلاعات ثبت شده در منطقه از تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. شکل (۱) دندوگرام به دست آمده از تحلیل خوشه‌ای را نمایش می‌دهد.



شکل ۱- نمودار دندوگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای

مطابق نمودار شکل (۱) می‌توان چاه‌های آب دشت کبودرآهنگ همدان را بر اساس میزان شباهت در بررسی کیفی به ۳ گروه تقسیم نمود. گروه اول شامل چاه‌های شماره ۶، ۹، ۳، ۲۰، ۱۵، ۱۱، ۱۳، ۱۴ و ۲، گروه دوم شامل چاه‌های شماره ۸، ۲۳، ۱۲، ۳۰، ۱۸، ۴، ۲۱، ۲۴، ۱ و ۲۶، و گروه سوم شامل چاه‌های شماره ۱۷، ۲۷، ۱۹، ۲۲، ۲۹، ۷، ۱۰، ۵، ۱۶ و ۲۸ است. جدول (۳) میانگین پارامترهای کیفی آب چاه‌های سه گروه را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول می‌توان گفت از شاخه اول تا سوم میانگین کلی پارامترهای اندازه‌گیری شده رو به افزایش بوده است؛ به گونه‌ای که شاخه اول دارای غلظت‌های کمتر و شاخه سوم دارای غلظت‌های بیشتر است.

Lotfi et al (2014) ارزیابی پارامترهای کیفیت آب را با استفاده از روش‌های آماری تحلیل عاملی و خوشه‌بندی در دشت ساری انجام دادند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که پارامترهای TH و anion دارای بیشترین بار عاملی بوده‌اند از همین رو این پارامترها برای برنامه‌ریزی و مدیریت در مقایسه با دیگر پارامترها اولویت دارند. همچنین این محققان چاه‌های موجود در منطقه را در ۴ خوشه تقسیم‌بندی کردند. (Khosravi et al. (2015) با استفاده از تحلیل عاملی متغیرهای SAR، Cl، Na، pH، SO₄ و HCO₃ را به عنوان مهم‌ترین متغیرها معرفی و سپس با انجام خوشه‌بندی مناطق نمونه‌برداری آب زیرزمینی را بر اساس تشابه کیفیت آب به ۵ خوشه تقسیم کردند.

جدول ۳- میانگین پارامترهای کیفی آب در ۳ خوشه

۳	۲	۱	
۱۹۱۴/۰۳	۱۰۶۴/۶۱	۸۰۱/۳۷	E.C
۱۲۶۶/۸۴	۶۹۴/۳۸	۵۱۹/۶۵	T.D.S
۷/۵۷	۷/۴۲	۷/۷۵	pH
۵/۶۶	۶/۱	۴/۷۷	HCO ₃
۲/۶۵	۲/۴۱	۱/۴۷	Cl
۶/۵۷	۲/۶۷	۱/۸۸	SO ₄
۱۸/۹۶	۱۰/۴۸	۷/۷۹	جمع آنیون‌ها
۳/۳۶	۲/۷۲	۲/۳۳	Mg
۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	K
۱۹/۲۵	۱۰/۵۹	۷/۹۱	جمع کاتیون‌ها
۱/۲۴	۱/۸۷	۲/۳	S.A.R
۳۳۲/۵	۳۳۸/۶۴	۲۸۱/۱۱	TH

۳-۱- کیفیت آب چاه

با توجه به مصرف آب چاه‌ها در بخش کشاورزی و با استناد استانداردهای مقادیر یون در آب آبیاری (Abedi Koupai et al. 2009) می‌توان گفت چاه‌های مورد مطالعه از نظر کلر محدودیتی برای کاربرد در آبیاری بارانی یا سطحی ندارند.

مطابق این استاندارد که در جدول (۴) مشاهده می‌شود چاه‌های آب در هر ۳ گروه از نظر غلظت یون بی‌کربنات دارای مشکل متوسط هستند. همچنین از نظر هدایت الکتریکی هر ۳ گروه دارای مقادیر EC بین ۷۰۰ تا ۳۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر و مشکل متوسط در کاربرد آب برای آبیاری هستند.

جدول ۴- راهنمای مقادیر مشخص یون‌ها در آب آبیاری (Abedi koupai et al. 2009)

درجه ایجاد مشکل			پارامتر
بدون مشکل	دارای مشکل متوسط	دارای مشکل شدید	
کمتر از ۴	۱۰-۴	بیشتر از ۱۰	Cl آبیاری سطحی (meq/lit)
کمتر از ۳	بیشتر از ۳	-	Cl آبیاری بارانی (meq/lit)
کمتر از ۱/۵	۱/۸-۵/۵	بیشتر از ۸/۵	HCO ₃ (meq/lit)
کمتر از ۷۰۰	۳۰۰۰-۷۰۰	بیشتر از ۳۰۰۰	EC ($\mu\text{mho} / \text{cm}$)

جدول ۵- کیفیت ۳ گروه آب زیرزمینی بر اساس نمودار ویلکاکس

گروه	EC ($\mu\text{mho} / \text{cm}$)	SAR	Class
گروه ۱	۸۰۱/۳۷	۲/۳	C3S1
گروه ۲	۱۰۶۴/۶۱	۱/۸۷	C3S1
گروه ۳	۱۹۱۴/۰۳	۱/۷۲	C3S1

در مصارف کشاورزی، آب با SAR کم توصیه می‌شود زیرا زیاد بودن کاتیون سدیم در برابر کاتیون‌های کلسیم و منیزیم منجر به افزایش قابلیت جذب سدیم به وسیله ذرات خاک و در نتیجه کاهش نفوذ، افزایش پراکندگی ذرات خاک و زیان برای گیاه می‌شود. از سوی دیگر سدیم به تنهایی نمی‌تواند به عنوان معیار کیفی آب برای مصرف در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد و بهتر است که تأثیر آن

در ارتباط با شوری کل آب نیز در نظر گرفته شود. لذا روش طبقه‌بندی ویلکاکس و استفاده از نمودار آن برای طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی با توجه به هدایت الکتریکی و نسبت جذبی سدیم به کار می‌رود. بر این اساس گروه‌های آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ از لحاظ کیفیت بر پایه تقسیمات ویلکاکس در جدول (۵) آورده شده است. با توجه به نمودار مزبور آب هر سه گروه به دست آمده از تحلیل

منطقه در سه گروه قرار می‌گیرند؛ گروه اول دارای کمترین غلظت املاح و گروه سوم دارای بیشترین غلظت املاح است. این نتایج می‌توانند به منظور شناخت بهتر توسط مدیران و برنامه‌ریزان اولویت‌بندی شده و مورد استفاده قرار گیرند. قرار گرفتن هر سه گروه در رده آب‌های شور ضرورت توجه جدی به مسئله شوری خاک و آب‌شویی را نشان می‌دهد از اینرو لازم است در هنگام استفاده از آب این چاه‌ها در کشاورزی آب‌شویی خاک نیز لحاظ شود. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق طبقه‌بندی چاه‌ها نقش مؤثری در مدیریت بهینه آن‌ها، کمک به انتخاب روش آبیاری، نوع کشت و اعمال مدیریت‌های مربوطه دارد.

References

- Abedi Koupai J, Ghareh Shikhloo A. H. and Khosravani Shiri. Z. (2009). Clustering of groundwater used in Isfahan Inadscape irrigation and their qualitative changes over one decade. *J. Water Wastewater.*, 2, 95-100 [In Persian]
- Abdolabadi H., Ardestani M. and Hasanlou H. (2015). Evaluation of water quality parameters using multivariate statistical analysis (case study: Atrak river). *J. Water Wastewater.* 3, 110-117 [In Persian]
- Aghdar H. and Mohamadyari F. (2015). Statistical analysis of groundwater quality in Ilam and clustering based on the similarity water quality of wells. The third congress of the environment, energy and bio-defense. Tehran. Iran [In Persian]
- Khosravi H. Moradi E. and Darabi H. (2015). Identification of homogeneous groundwater quality regions using factor and cluster analysis: A Case Study of Ghir plain of Fars province. *J. Irrig. Wat. Eng.* 121-133 [In Persian]
- Lotfi A. Shahedi K. and Darabi H. (2014). Assessment of groundwater quality parameters using statistical methods (case study Sari-Neka). The first national conference on new issues in agriculture. Hamedan [In Persian]
- Mahmoudi M. D., Nadiri A. A., Asghari Moghaddam A., Pourakbar M., and Moradian Haredasht A. R. (2016). Survey of water resources of Shiramin plain using
- خوشه‌ای در کلاس C3S1 قرار می‌گیرند به این معنی که آب این چاه‌ها از نظر سدیم مشکلی ندارد اما از نظر شوری دارای مشکل زیاد است.
- ### ۴- نتیجه‌گیری
- در این مطالعه روش‌های آماری چندمتغیره تحلیل عاملی و خوشه‌ای برای ارزیابی و گروه‌بندی ۳۰ حلقه چاه در دشت کبودرآهنگ استان همدان استفاده شد. با انجام تحلیل عاملی، چهار عامل به‌عنوان مهم‌ترین عامل‌ها در پارامترهای کیفیت آب منطقه مطالعاتی تعیین شدند به گونه‌ای که EC، pH، TH و Mg اثرگذارترین پارامترها در هر یک از چهار عامل مشخص شده، بودند. نتایج نشان داد که چاه‌های multivariate statistical methods. *J. Water Soil Conser.*, 23(3), 289-302 [In Persian]
- Nosrati K., Derafshi K. H., Ghareh Chahi S. and Rahimi K. H. (2011). Assessment the quality of surface water catchment area from Harz-Gharehsou using multivariate statistical techniques. *Earth Sci. Res.*, 5, 41-55 [In Persian]
- Rezaei M. and Amiri V. (2013). Assessment of groundwater quality changes Lenjanat Plain using factor analysis combined with information entropy theory. *J. Ecol.*, 39(2), 33-44 [In Persian].
- Samani S. Kalantari N. and Rahimi M. H. (2012). Using cluster analysis to assessment quality of groundwater Evan plain. *J. Water Resour. Eng.*, 75-86 [In Persian].
- Simeonov V. Stratis J. A. Samara C. Zachariadis G. Voutsas D. Anthemidis A. Sofoniou M. and Kouimtzis T. H. (2003). Assessment of the surface water quality in Northern Greece. *J. Water Res.*, 37, 4119-4124.
- Singh K. P. Malik A. Mohan D. and Sinha S. (2004). Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India)-a case study. *Water Res.*, 38 (18), 3980-3992.
- Vega M. Pardo R. Barrado E. and Deban L. (1998). Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. *J. Water Res.*, 32, 3581-3592

Assessment of Groundwater Quality in Kaboudarahang Plain using Factor and Cluster Analysis

Foroogh Abbasi Teshnizi^{1*} and Mohamad Reza Nouri Emamzadehei²

¹Ph.D. Scholar, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekurd University, Shahrekurd., Iran

²Assist. Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture., Shahrekurd University, Shahrekurd, Iran

Corresponding author: f.abbasi@stu.sku.ac.ir*

Technical Note

Received: December 30, 2016

Accepted: January 27, 2017

Abstract

Quality of water resources in each region is influenced by factors with natural or man-made origin suffers from physical, chemical, and biological changes. These changes create serious limitations for utilization of water resources Therefore, investigation of these resources is essential to maintain and improve their quality. The present study was carried out in order to classify groundwater quality of Kaboudarahang Plain using statistical techniques, including factor and hierarchical clustering analysis on qualitative data (14 parameters) for a 3-years period (1390-1392) through SPSS software. Factor analysis results showed that 81.74% of changes influenced by four components. Moreover, based on cluster analysis on 30 wells, the wells were classified to three groups. According to the classification, group I had the lowest and group III had the highest concentration of the water quality parameters. However, all groups were in C3S1 class from the agricultural point of view.

Keywords: Agricultural Well; Clustering; SPSS; Water Quality