

یادداشت فنی

بررسی کیفیت آب شرب بندرعباس با استفاده از آنالیز خوشه‌ای و تحلیل عاملی

مسعود نوشادی^{۱*}، علی آذریبیکان^۲ و احمد نوحه‌گر^۳

چکیده

در این تحقیق به منظور بررسی جنبه‌های کیفی آب شرب شهر بندرعباس تعداد ۱۸۰ نمونه از ۱۵ ایستگاه مناطق مختلف شهر بندرعباس در طی ۶ ماه سال ۱۳۸۶ جمع‌آوری و پس از آزمایش تجزیه و تحلیل شد. برای دسته‌بندی ایستگاه‌های مشابه و مشخص کردن آلاینده‌ها در هریک از ایستگاه‌ها از روش آنالیز خوشه‌ای و تحلیل عاملی بر روی پارامترهای کیفی آب استفاده گردید. ایستگاه‌های نمونه‌برداری آب براساس تراکم جمعیت و مناطق جدید و قدیم شهر تعیین شد. پارامترهای کیفی که مورد بررسی قرار گرفتند شامل pH، کدورت، کل مواد جامد، هدایت الکتریکی، سختی کل، قلیابیت کل، نیترات، نیتريت، سولفات، کلرور، کلسیم، فلوئور، منیزیم، بیکربنات و کلیفرم بودند. نتایج نشان داد که در خردادماه عامل اصلی آلودگی HCO_3^- و قلیابیت کل بوده است و ایستگاه‌های ۱۱ و ۱۲ نیز بیشترین شباهت را به یکدیگر داشته‌اند. در تیرماه عامل آلودگی، EC و TDS است که دو ایستگاه ۳ و ۶ بیشترین شباهت را با یکدیگر دارند. در مردادماه HCO_3^- ، قلیابیت کل و سختی کل عامل آلودگی بوده است و ایستگاه‌های ۳، ۱۱ و ۱۴ بیشترین شباهت را با یکدیگر دارند. در شهریور ماه عامل آلودگی قلیابیت کل، HCO_3^- ، EC، TDS است که ایستگاه‌های ۱۱ و ۱۴ بیشترین شباهت و ایستگاه ۱۲ کمترین شباهت را به دیگر ایستگاه‌ها دارد. در مهرماه HCO_3^- و قلیابیت کل عامل آلودگی بوده و ایستگاه‌های ۱۲ و ۱۴ بیشترین شباهت به یکدیگر داشته است و ایستگاه ۲ کمترین شباهت را به یکدیگر ایستگاه‌ها دارد. در آبان‌ماه قلیابیت و HCO_3^- عامل آلودگی بوده و بیشترین شباهت بین ایستگاه‌های ۴، ۹ و ۱۴ بوده است و بین ایستگاه‌های ۲، ۵ و ۶ کمترین شباهت وجود دارد. بنابراین مشاهده می‌شود که در بیشتر تاریخ‌ها HCO_3^- و قلیابیت کل، عامل آلودگی بوده و ایستگاه ۱۲ نیز کمترین شباهت را با دیگر ایستگاه‌ها دارد. براساس اندازه‌گیری‌های صورت گرفته کیفیت پارامترهای فیزیک و شیمیایی آب شرب بندرعباس در حد استاندارد است.

واژه‌های کلیدی: آنالیز خوشه‌ای، تحلیل عاملی، کیفیت آب و مؤلفه‌های اصلی.

ارجاع: نوشادی م، آذریبیکان ع. و نوحه‌گر ا. ۱۳۸۸. بررسی کیفیت آب شرب بندرعباس با استفاده از آنالیز خوشه‌ای و تحلیل عاملی. مجله پژوهش آب ایران ۳(۴):۷۹-۸۲.

۱- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۲- کارشناس ارشد معاونت بهداشت دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان

۳- دانشیار گروه آب‌خیزداری دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

*نویسنده مسئول: noshadi@shirazu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۲/۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۸/۰۷

مقدمه

شبکه توزیع آب شرب بندرعباس از سال ۱۳۳۲ مورد بهره‌برداری قرار گرفت. منابع تأمین آب شرب بندرعباس شامل دو بخش سطحی و زیرزمینی است (شرکت مهندسی پدیدآب، ۱۳۸۴).

رحمانی و مانی‌کاشانی (۱۳۷۱) بر روی کیفیت شبکه توزیع آب همدان، خزاعی (۱۳۷۰) بر روی تأثیر گسترش شهری بر کیفیت آب زیرزمینی زاهدان، مهدی‌نیا و همکاران (۱۳۸۲) در خصوص آلودگی شبکه آب شرب شهر دامغان به نیترا، پاندا و همکاران (۲۰۰۶) بر روی کاربرد روش آنالیز خوشه‌ای برای بررسی آلودگی رودخانه ماهاناوی در هند، یدانا و همکاران (۲۰۰۸) در خصوص بهینه‌سازی و دسته‌بندی نمونه‌های آب در کالابریای ایتالیا، راگنو و همکاران (۲۰۰۷) در مورد کاربرد تحلیل خوشه‌ای و تحلیل عاملی بر روی داده‌های هیدروشیمیایی حوضه آبریز آنکوبرا، مک نیل و همکاران (۲۰۰۵) در خصوص کاربرد روش آنالیز خوشه‌ای برای دسته‌بندی ۳۴۰۰۰ نمونه آب در کویزلند و سینگ و همکاران (۲۰۰۴) در مورد کاربرد روش‌های مختلف آماری چند متغیره شامل آنالیز خوشه‌ای و مؤلفه‌های اصلی برای بررسی تغییرات مکانی و زمانی کیفیت آب در رودخانه گمتی در شمال هند تحقیقاتی انجام دادند. هدف از این تحقیق اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب در نقاط مختلف شبکه آب شهری بندرعباس، تعیین آلاینده‌های اصلی و دسته‌بندی ایستگاه‌های نمونه‌برداری با استفاده از آنالیز خوشه‌ای و تحلیل عاملی است.

مواد و روشها

این بررسی بر روی آب شرب شبکه شهری بندرعباس و به مدت ۶ ماه از خرداد تا آبان ۱۳۸۶ انجام گرفته است. ابتدا شهر بندرعباس بر اساس تراکم جمعیت و محله‌های جدید و قدیم تقسیم‌بندی شد و ۱۵ ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب شد.

در تاریخ‌های ۱۱ و ۲۸ خرداد، ۱۲ و ۲۹ تیر، ۱۵ و ۳۰ مرداد، ۱۴ و ۳۰ شهریور، ۱۵ و ۳۰ مهر، ۱۶ و ۳۰ آبان سال ۱۳۸۶ از ۱۵ ایستگاه نمونه‌برداری در مدت ۶ ماه با ۳ تکرار نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌ها به صورت همزمان از ایستگاه‌های تعیین شده جمع‌آوری شده و آزمایش‌ها طبق

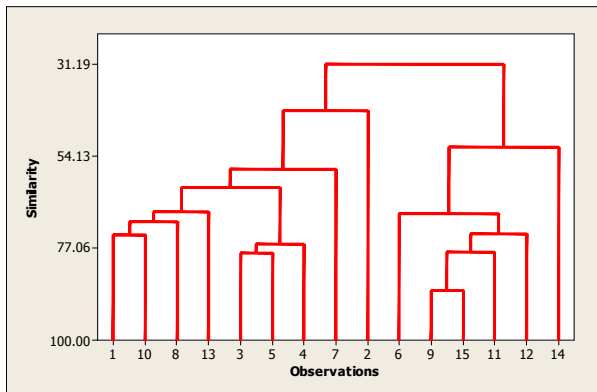
روش‌های استاندارد انجام شدند (APHA, 1995). پارامترهای مورد آزمایش عبارتند از: pH، کدورت، EC، TDS، کلیفرم، k، Na⁺، Mg²⁺، NO₂، NO₃، CO₃²⁻، Cl⁻، F⁻، Ca²⁺، SO₄²⁻، HCO₃⁻، کلیاییت کل، سختی کل و درجه حرارت.

نتایج و بحث

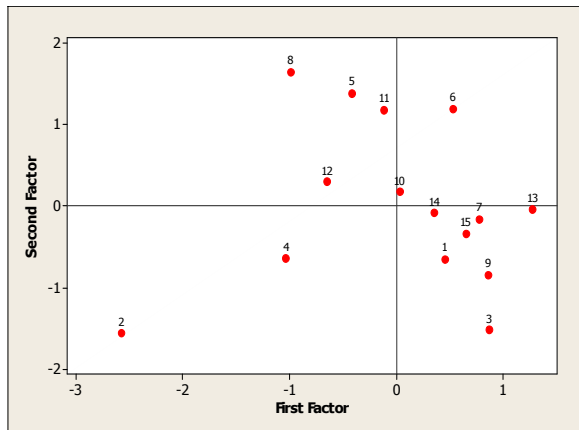
برای نشان دادن بهتر درجه اهمیت هر فاکتور در تقسیم‌بندی انجام شده، می‌توان از اسکری پلات^۱ استفاده کرد (شکل ۱). برای نشان دادن بهتر اثر مؤلفه پارامترها بر روی فاکتورهای مختلف از لودینگ پلات^۲ استفاده شده است (شکل ۲). گروه‌بندی بر اساس تحلیل خوشه‌ای انجام شده (شکل ۳) و برای تفکیک گروه‌های مختلف، اسکور پلات رسم شده است (شکل ۴)، به طور کلی نتایج به دست آمده از تحلیل عاملی نشان می‌دهد که در خردادماه عامل اصلی آلودگی HCO₃⁻ و کلیاییت کل بوده، ایستگاه‌های ۱۱ و ۱۲ (که جزء دورترین ایستگاه‌ها نسبت به تصفیه‌خانه هستند) نیز بیشترین شباهت را به یکدیگر داشته‌اند. در تیرماه عامل آلودگی HCO₃⁻، کلیاییت کل، سدیم، TDS و EC است که دو ایستگاه ۳ و ۶ (که با تصفیه‌خانه فاصله زیادی ندارند) بیشترین شباهت را به یکدیگر دارند. در مردادماه سختی کل، پتاسیم، کلسیم و منیزیم عامل آلودگی بوده، ایستگاه‌های ۳، ۱۱ و ۱۴ (با فواصل کم تا نسبتاً زیاد از تصفیه‌خانه) بیشترین شباهت را به یکدیگر دارند. در شهریور ماه عامل آلودگی کلیاییت کل و HCO₃⁻ است که ایستگاه‌های ۱۱ و ۱۴ (با فواصل زیاد از تصفیه‌خانه) بیشترین شباهت و ایستگاه ۱۲ (دورترین ایستگاه از تصفیه‌خانه) کمترین شباهت را به دیگر ایستگاه‌ها دارد. در مهرماه HCO₃⁻ کلیاییت کل، EC و TDS عامل آلودگی بوده، ایستگاه‌های ۱۲ و ۱۴ (با فواصل زیاد از تصفیه‌خانه) بیشترین شباهت به یکدیگر داشته‌اند و ایستگاه ۲ (با فاصله نسبتاً کم از تصفیه‌خانه) کمترین شباهت را به دیگر ایستگاه‌ها دارد. در آبان‌ماه کلیاییت کل، HCO₃⁻ و پتاسیم عامل آلودگی بوده، بیشترین شباهت بین ایستگاه‌های ۴، ۹ و ۱۴ (با فواصل متوسط تا زیاد از تصفیه‌خانه) و همچنین بین ایستگاه‌های ۲، ۵ و ۶ (با فواصل کم تا متوسط از تصفیه‌خانه) وجود

1-Screen plot

2-Loading plot

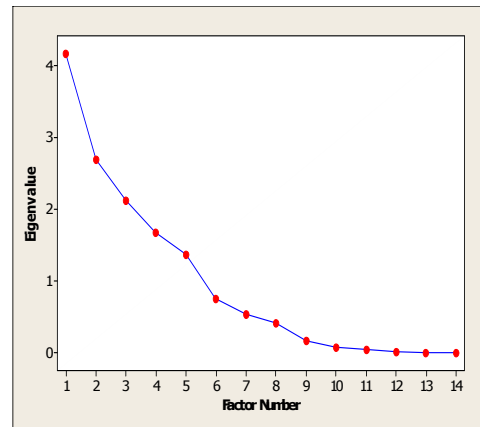


شکل ۳- نمودار شاخه‌ای برای داده‌های اندازه‌گیری شده
۸۶/۳/۱۱



شکل ۴- اسکور پلات دسته‌بندی انجام شده براساس فاکتورهای
اول و دوم برای ۸۶/۳/۱۱

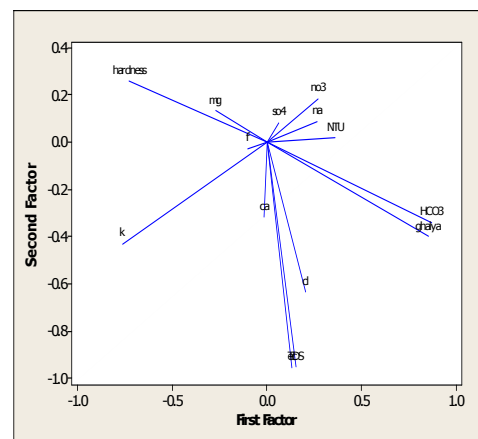
داشته است و کمترین شباهت بین ایستگاه ۱۲ (دورترین ایستگاه از تصفیه‌خانه) با بقیه ایستگاه‌ها وجود دارد. بنابراین عامل اصلی آلودگی شبکه آب شرب بندرعباس HCO_3 ، قلیائیت کل EC و TDS است. پس از این عامل‌ها، عوامل سدیم، کلسیم، کلراید، منیزیم، نیترات و فلئوئور قرار دارد. مهمترین ایستگاه‌هایی که این آلودگی را ایجاد می‌کنند به ترتیب ۱۳، ۲، ۱، ۳ و ۶ هستند. از بین این ایستگاه‌ها، ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ در نزدیکی تصفیه‌خانه قرار داشته، ایستگاه ۶ در فاصله متوسط و ایستگاه ۱۳ در فاصله خیلی زیاد از تصفیه‌خانه قرار دارد. ایستگاه ۱۲ نیز کمترین شباهت را با دیگر ایستگاه‌ها داشته، در دورترین فاصله نسبت به تصفیه‌خانه قرار دارد.



شکل ۱- اسکوری پلات فاکتورهای اصلی مربوط به داده‌های
۸۶/۳/۱۱

منابع

- ۱- خزاعی ا. ۱۳۸۰. تأثیر گسترش شهری بر کیفیت آب زیر زمینی زاهدان. مجله آب و فاضلاب. ۳۱:۳۷-۳۹.
- ۲- رحمانی ع. و منانی کاشانی خ. ۱۳۷۱. بررسی باکتریولوژیک شبکه توزیع آب مشروب همدان. طرح تحقیقاتی مصوب شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی همدان. دانشگاه علوم پزشکی همدان.
- ۳- سازمان برنامه و بودجه ۱۳۷۱. استاندارد کیفیت آب آشامیدنی، نشریه شماره: ۱۶۲-۳.
- ۴- شرکت مهندسی پدید آب ۱۳۸۴. مطالعات طرح بهسازی و توسعه شبکه توزیع آب مشروب بندرعباس. جلد اول.
- ۵- قنادی م. ۱۳۸۰. معیارها و رهنمودهای تحلیلی کیفیت میکروبی آب آشامیدنی. مجله آب و محیط زیست ۴۸:



شکل ۲- لودینگ پلات فاکتورهای اول و دوم برای داده‌های
۸۶/۳/۱۱

- ۶- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۷۶. ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی آب آشامیدنی استاندارد ۱۰۵۳. چاپ پنجم.
- ۷- مهدی‌نیا م. و نیک‌روش ش. ۱۳۸۱. بررسی میزان آلودگی شبکه توزیع آب شهر دامغان به نیترات. مجله آب و فاضلاب. ۴۳: ۶۰-۶۱.
- ۸- نبی‌زاده ر. و رازی م. ۱۳۷۰. رهنمودهای کیفیت آب آشامیدنی. چاپ اول. انتشارات نص.
- ۹- نوری‌سپهر م. ۱۳۷۳. رهنمودهایی در خصوص آب آشامیدنی. انتشارات حیان.
- 10- APHA, WPCF, AWWA. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19Th edition.
- 11- McNeil V.H. M. E. Cox and Preda M. 2005. Assessment of chemical water types and three spatial variation using multi-stage cluster analysis, Queensland, Australia. Journal of Hydrology. 310:181-200.
- 12- Ragno G. De Luca M. and Ioele G. 2007. An application of cluster analysis and multivariate classification methods to spring water monitoring data. Micro Chemical Journal. 87:119-127.
- 13- Singh K. P. A. Malik D. Mohan and Sinha S. 2004. Multivariate statistical techniques for evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India)- a case study. Water Research. 38: 3980-3992.
- 14- Yidand S. M D. Ophori B. Banoeng-Yakubo. 2008. A multivariate statistical analysis of surface water chemistry data- the Ankobra basin, Ghana. Journal of Environmental management. 86: 80-87
- 15- WHO.1997. Guide line for drinking water quality. 2:169-198.