

# اولویت‌بندی پارامترهای مؤثر بر هزینه‌های توزیع، خرید، تصفیه و نگهداری تأسیسات آب (مطالعه موردی: شرکت‌های آبفای استان کرمانشاه)

سارا مینایی<sup>۱</sup>، میترا جوان<sup>۲</sup>، جلیل حیدری<sup>۳</sup>، افشین اقبال‌زاده<sup>۴</sup>، حسین بنکداری<sup>۵</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران- آب، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه

۲- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه رازی، کرمانشاه

۳- کارشناس معاونت پژوهشی و منابع انسانی شرکت آب و فاضلاب روستایی، کرمانشاه

۴- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه (نویسنده مسئول) ۸۲۱۲۸۸۲ (۰۸۳۱) eghbalzadeh@gmail.com

۵- دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه رازی کرمانشاه

(دریافت ۹۴/۳/۷ پذیرش ۹۴/۱۲/۱۶)

## چکیده

یکی از مسائل مهم در مدیریت منابع آب، مسئله قیمت تمام شده آب است. عوامل مؤثر بر قیمت آب را می‌توان به چهار بخش توزیع آب؛ خرید، تأمین و استحصال آب؛ تصفیه و گندزدایی و نگهداری تأسیسات و تجهیزات آب تقسیم نمود. هر یک از این چهار بخش به متغیرهای جزئی‌تری تقسیم می‌شوند. در این پژوهش متغیرهای مؤثر بر این چهار بخش شناسایی و با استفاده از روش تحلیل عاملی اولویت‌بندی شدند. متغیرهای هر چهار بخش در دو عامل دسته‌بندی شدند. در بخش توزیع آب عامل اول شامل متغیرهای هزینه حمل و نقل، اجاره ماشین‌آلات، استهلاک ساختمان و استهلاک ماشین‌آلات و تجهیزات تولید، و عامل دوم شامل متغیرهای استهلاک وسائط نقلیه تولید و تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید می‌باشند. در بخش تصفیه عامل اول شامل متغیرهای استهلاک تأسیسات، توزیع و فروش حقوق آبدار، گندزدا، استهلاک ماشین‌آلات و تجهیزات تولید و استهلاک ساختمان و عامل دوم شامل متغیر اجاره ماشین‌آلات است. در بخش خرید عامل اول شامل متغیرهای استهلاک ماشین‌آلات و تجهیزات تولید، آب خریداری شده، اجاره ماشین‌آلات، هزینه حمل و نقل و استهلاک وسائط نقلیه تولید و در عامل دوم متغیر استهلاک ساختمان قرار دارند. در بخش نگهداری تأسیسات در عامل اول متغیرهای استهلاک ماشین‌آلات و تجهیزات تولید، استهلاک وسائط نقلیه تولید، استهلاک ساختمان و هزینه نگهداری توسط آبدار و در عامل دوم متغیرهای استهلاک سایر دارایی‌ها، اجاره ماشین‌آلات، توزیع و فروش حقوق آبدار قرار دارند.

**واژه‌های کلیدی:** قیمت تمام شده آب، توزیع-خرید-تصفیه-نگهداری تأسیسات آب، تحلیل عاملی

## ۱- مقدمه

اقتصادسنجی پژوهشی که در ایالات متحده انجام شد، عواملی که سبب تغییرات قیمت تمام شده آب می‌شود، تحلیل شده است (Espey et al. 1997). تغییرات قیمت متغیر وابسته است که تحت تأثیر متغیرهایی شامل ساختار نرخ، مقطع مکانی در مقابل سری زمانی، محل، فصل، روش برآورد، درآمد، بارندگی و تبخیر و تعرق قرار می‌گیرد. در بررسی آنها تأثیر تراکم جمعیت، خانوار و دما بر تغییر قیمت آب، ناچیز است اما ساختار قیمت‌گذاری و فصل به‌طور قابل توجه بر تغییرات قیمت تأثیرگذار خواهد بود. بر اساس بررسی‌های ابراهیم آبادی در شناخت عوامل مؤثر بر قیمت تمام شده آب شرب در استان سیستان و بلوچستان، موقعیت اقلیمی و شرایط جغرافیایی یکی از عواملی است که منجر شده قیمت تمام

آب یکی از منابع طبیعی تجدیدپذیر است که در بخش‌های مختلف اقتصادی دارای اهمیت است. مقدار عرضه اقتصادی آب همیشه محدود بوده است. اما با افزایش جمعیت و تغییر در شیوه زندگی مقدار تقاضای آب همواره رو به افزایش است. ایران از لحاظ موقعیت جغرافیایی در منطقه‌ای قرار دارد که در تهدید خشکسالی و کمبود آب است. مجموع منابع آبی کشور برابر ۱۳۰ میلیارد مترمکعب گزارش شده است (Velayati 2002). علاوه بر محدودیت مقدار منابع آب، هزینه‌های استحصال آب و محدودیت منابع مالی نیز طرح‌های توسعه منابع آب را با مشکل و محدودیت مواجه کرده است (Tajrishy & Abrishamchi 2005). در مدل

شده آب در این استان بالاتر از متوسط کشوری شود (Ebrahimi, Abedi 2001). در پژوهشی که برای کشورهای عضو اتحادیه اروپا انجام گرفت، مشخص شد که در نظر گرفتن ویژگی‌های منطقه‌ای از جمله امور زیربنایی و عوامل اقلیمی و زمین‌شناختی در ایجاد و ارائه سیاست‌های کارا در قیمت‌گذاری آب در این کشورها بیشترین اهمیت را داشته است (Roth 2001). بر اساس این پژوهش تعیین قیمت آب تحت تأثیر عوامل زیادی همچون ارزش آب در بین طبقات مختلف مشتریان، فصلی بودن تقاضای آب، تصادفی بودن عرضه و تقاضا و هزینه‌های مربوط به اندازه‌گیری آب مصرفی قرار می‌گیرد. داندی و همکاران در زمینه قیمت‌گذاری بهینه آب مطرح کردند که پیش‌بینی تقاضای آب در آینده بر اساس پیش‌بینی جمعیت و مصرف سرانه آنها ممکن است و بخش دولتی باید با تعیین ساختار قیمت برای آب عرضه شده و دریافت آب‌بها، هزینه‌های سالانه بهره‌برداری و نگهداری و توسعه سیستم عرضه آب را تأمین کند (Dandy et al. 1984). مطهری پیرامون مدیریت منابع آب این نکته را بیان نموده است که عوامل مؤثر در تقاضای آب سه عامل اصلی شرایط اقلیمی و آب و هوایی، جمعیت و قیمت آب است (Motahari 2009). این عوامل به‌طور کلی میزان تقاضای آب را در یک منطقه مشخص می‌کند. عوامل دیگری نظیر فشار شبکه آبرسانی، کیفیت آب، وجود کنتور اندازه‌گیری، دسترسی به شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب، سهولت تأمین آب، سطح درآمد مصرف‌کننده، سطح بهداشت و فرهنگ مردم، نوع مسکن و صنعتی یا غیر صنعتی بودن شهر نیز بسیار مؤثر است.

امروزه موضوع اولویت‌بندی و انتخاب گزینه‌های مطلوب و مناسب از میان گزینه‌های گوناگون و تصمیم‌گیری در مورد آن‌ها در مباحث مختلف از اهمیت فراوانی برخوردار است. برای سازماندهی اطلاعات گوناگون به‌منظور فهم آسان‌تر مطالب، از ابزار طبقه‌بندی استفاده می‌شود. در نتیجه روش‌های مختلفی برای طبقه‌بندی اطلاعات وجود دارد، که از آن میان می‌توان به روش آنالیز اسکالوگرام<sup>۱</sup>، روش تاکسونومی<sup>۲</sup>، روش تحلیل عاملی<sup>۳</sup>، روش پیرامیتی<sup>۴</sup>، روش تاپسیس<sup>۵</sup> و روش موریس<sup>۶</sup> اشاره کرد

(Oppenheim 1980; Talebi & Zangi Abedi 2002). هر یک از روش‌های گفته شده دارای مزایا و معایب خاص خود بوده و به‌طور مطلق نمی‌توان یکی از آن‌ها را بر دیگر روش‌ها ترجیح داد. از میان روش‌های اولویت‌بندی، تحلیل عاملی یکی از پیچیده‌ترین روش‌ها و در عین حال روشی توانا و کاربردی است. روش مزبور نه تنها برای خوشه‌بندی پدیده‌ها و با ویژگی‌های متعدد قابل استفاده است، بلکه معیاری برای دسته‌بندی سلسله مراتبی پدیده‌ها نیز به شمار می‌رود (Taghvaei & Shafyey 2010). پژوهشگران زیادی در علوم مختلف از روش تحلیل عاملی برای اولویت‌بندی پارامترها در پژوهش‌های خود استفاده کرده‌اند، اما تاکنون پژوهش کافی در مورد عوامل مؤثر بر قیمت تمام شده آب با استفاده از این روش انجام نشده است. در این پژوهش از روش تحلیل عاملی برای اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر قیمت تمام شده آب استفاده شده است. نخستین کاربرد روش تحلیل عاملی توسط چارلز اسپیرمن در سال ۱۹۰۴ صورت گرفت (Moghadam et al. 1995). در سال‌های اخیر پژوهشگران زیادی از جمله هیس و همکاران، مشایخی و همکاران، صادقی و همکاران، همچنین یدانا و همکاران در مورد بهینه‌سازی و دسته‌بندی نمونه‌های آب در کالیبرای ایتالیا، راگنو و همکاران برای اولویت‌بندی کردن داده‌های هیدروشیمیایی در حوضه آبریز آنکوبرا، نصری و همکاران به بررسی عوامل مؤثر در بروز و تشدید دبی‌های سیلابی در حوضه آبخیز اصفهان - سیرجان از تحلیل عاملی برای پژوهش‌های خود بهره گرفتند (Heise et al. 2010; Mashayekhi et al. 2011; Sadeghi et al. 2013; Yidana et al. 2008; Ragno et al. 2007; Nasri & Najafi 2009). در پژوهش حاضر قیمت تمام شده آب در سال ۱۳۹۰ در هر یک از روستاهای شهرستان‌های استان کرمانشاه بررسی شد. در ابتدا عوامل تأثیرگذار بر قیمت تمام شده آب شناسایی شدند. این عوامل را می‌توان به چهار بخش هزینه توزیع آب، خرید تأمین و استحصال آب، نگهداری تأسیسات و تجهیزات آب و همچنین تصفیه و گندزدایی تقسیم نمود. سپس به بررسی و اولویت‌بندی جزء هزینه‌های مؤثر بر این چهار بخش که در نهایت قیمت آب را تشکیل می‌دهند، پرداخته شد.

با توجه به اینکه تاکنون پارامترهای مؤثر بر قیمت تمام شده آب

1 Scalogram  
2 Taxonomy  
3 Factor Analysis  
4 Promethee  
5 Topsis

6 Moriss

که در آن

$X_i$  بیانگر متغیر  $\lambda_m$ ،  $W$  بیانگر ضرایب نمره عاملی متغیر  $\lambda_m$  و عامل  $\lambda_m$  و  $P$  معرف تعداد متغیرهاست. در تجزیه عاملی، چهار مرحله برای تعیین الگوهای ارتباطی بین متغیرها اجرا می‌شود. مرحله اول بیانگر تشکیل ماتریسی از ضرایب همبستگی متغیرهاست، در این مرحله استخراج عوامل از ماتریس همبستگی، با استفاده از یکی از شیوه‌های اجرایی نظیر روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی صورت می‌پذیرد (Wunesh Karl 2005). در مرحله دوم استخراج عامل‌ها از ماتریس ضریب همبستگی صورت می‌گیرد. هدف از این مرحله اتخاذ تصمیم درباره تعداد عوامل اصلی در یک مجموعه از متغیرهای اندازه‌گیری شده است. در مرحله سوم چرخش عامل‌ها به منظور به حداکثر رساندن رابطه بین متغیرها و عامل‌ها انجام می‌شود. این روش باعث ساده شدن ساختار عوامل می‌شود و در نتیجه تفسیر آنها را ساده‌تر و منطقی‌تر می‌کند (Abdi 2003). مرحله چهارم نیز به محاسبه بار عاملی یا نمره عامل‌ها برای تعیین عامل‌های مورد نظر می‌پردازد. برای اجرای تجزیه عاملی ابتدا ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرها محاسبه می‌شود تا متغیرهایی که با سایر متغیرها همبستگی ضعیف‌تری دارند، مشخص شوند. هرچه ضرایب همبستگی به یک نزدیک‌تر باشد، مطلوبیت انجام تجزیه عاملی نیز بیشتر خواهد بود.

بر اساس نتایج به دست آمده در بخش توزیع آب، متغیر تعمیر و نگهداری تأسیسات تولید، ضعیف‌ترین همبستگی و اجاره ماشین‌آلات و هزینه حمل و نقل بیشترین همبستگی با سایر متغیرها را دارند. در بین متغیرهای بخش خرید، تأمین و استحصال آب، ضعیف‌ترین همبستگی مربوط به متغیر تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید و بیشترین همبستگی مربوط به آب خریداری شده و استهلاك وسائط نقلیه با سایر متغیرها است. استهلاك تأسیسات و استهلاك ساختمان، بیشترین همبستگی و تعمیر و نگهداری تأسیسات تولید، ضعیف‌ترین همبستگی را در بین متغیرهای بخش تصفیه و گندزدایی دارند. تعمیر و نگهداری دارایی ثابت، غیر از وسائط نقلیه، ضعیف‌ترین همبستگی و استهلاك ساختمان و استهلاك وسائط نقلیه تولید، بیشترین همبستگی را در بین متغیرهای بخش نگهداری تأسیسات و تجهیزات آب دارند.

نتیجه آزمون بارتلت، یکی از روش‌های تشخیص مناسب بودن داده‌ها است. در این روش استقلال متغیرها از یکدیگر آزمون

به‌طور خاص برای استان کرمانشاه بررسی نشده است، و نیز هر ساله هزینه‌هایی برای تأمین آب شرب روستاهای شهرستان‌های استان کرمانشاه صرف می‌شود، با شناسایی متغیرهایی که سبب افزایش هزینه‌ها می‌شود، می‌توان گامی در جهت کاهش قیمت تمام شده آب برداشت. در پژوهش حاضر متغیرهای مؤثر بر چهار بخشی که قیمت تمام شده آب را تشکیل می‌دهند، اولویت‌بندی شدند. تا مؤثرترین متغیرها در هر شهرستان مشخص شوند.

## ۲- مواد و روش‌ها

در این پژوهش از روش تحلیل عاملی به منظور اولویت‌بندی جزء هزینه‌های بخش‌های مؤثر بر قیمت تمام شده آب استفاده شد. هر یک از بخش‌های توزیع، تصفیه، خرید و نگهداری تأسیسات آب به تنهایی از متغیرهای جزئی‌تری تشکیل می‌شوند. با توجه به مطالب یاد شده به منظور کاهش تعداد متغیرهای پژوهش به عوامل کمتر و تعیین سهم هر یک از عامل‌ها بر هزینه بخش‌های مؤثر بر قیمت تمام شده آب از تحلیل عاملی و نرم‌افزار SPSS استفاده شد. با استفاده از روش تحلیل عاملی می‌توان متغیرها را در عامل‌های کمتری خلاصه نمود و سهم هر عامل را با توجه به میزان تأثیرگذاری در هر یک از بخش‌ها تعیین کرد. به این ترتیب متغیرهایی که در هر بخش از اهمیت بیشتری برخوردارند مشخص می‌شوند.

## ۲-۱- تحلیل عاملی

تحلیل عاملی یکی از روش‌های چند متغیره است که هدف اصلی آن کاهش و خلاصه کردن ابعاد داده‌ها و توجه آن به تجزیه و تحلیل روابط میان تعداد زیادی از متغیرها، و سپس شرح این متغیرها بر حسب تعداد کمتری از متغیرهای جدید به نام عامل‌های مشترک است (Momeni 2008). فرضیه اساسی در روش تحلیل عاملی این است، که عامل‌های زیربنایی متغیرها را می‌توان برای تبیین پدیده‌های پیچیده به کار برد و همبستگی‌های مشاهده شده بین متغیرها حاصل اشتراک آنها در این عامل‌هاست. عامل، متغیر جدیدی است که از طریق ترکیب خطی نمره‌های اصلی متغیرهای مشاهده شده بر اساس رابطه ۱ محاسبه می‌شود (Hooman 2002)

$$F_i = \sum W_{ji}X_i = W_{j1}X_1 + W_{j2}X_2 + \dots + W_{jp}X_p \quad (1)$$

بارتلت و شاخص KMO و شاخص MSA<sup>2</sup> برای تعیین کیفیت نمونه‌گیری استفاده می‌شوند.

## ۲-۲- مطالعه موردی

استان کرمانشاه دارای چهارده شهرستان اسلام‌آباد غرب، پاوه، سرپل ذهاب، صحنه، کرمانشاه، کنگاور، گیلانغرب، هرسین، دالاهو، جوانرود، سنقر، روانسر، ثلاث باباجانی و قصرشیرین است. بررسی جامع و دقیق روند تولید، توزیع، انتقال و مصرف آب است. تا زمانی که سهم هر عامل اثرگذار بر قیمت تمام شده آب و نقاط ضعف و قوت سیستم مدیریتی برای شرکت آب و فاضلاب روستایی مشخص نشود، همواره زیاده‌روی و اسراف مصرف‌کننده از یک سو و وجود هزینه‌های کنترل نشده و مدیریت نامطلوب آن از سوی دیگر، استفاده اقتصادی از منابع آب را تضعیف خواهد کرد.

## ۳- نتایج و بحث

نتیجه آزمون بارتلت در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به مطالب گفته شده و نتایج جدول ۱، نتیجه آزمون بارتلت در هر چهار بخش، فرض صفر رد شده و بیان می‌کند که لااقل یک همبستگی معنی‌دار بین این متغیرها یافت می‌شود.

جدول ۱- آزمون بارتلت برابری ماتریس ضرایب همبستگی

با ماتریس واحد

**Table 1.** Bartlett test for equality of correlation coefficients matrix with unit matrix

	Chi-square distribution approximation	Degree of freedom	Significance level
Distribution	139.710	28	0.000
Treatment	127.989	66	0.000
Purchase	111.028	45	0.000
Maintenance	180.790	66	0.000

در جدول‌های ۲ تا ۵ مطلوبیت تجزیه عاملی بر اساس آماره KMO و خروج تعدادی از متغیرها بر اساس آماره MSA ارائه شده است. معیار MSA به کمک ضرایب همبستگی و ضرایب همبستگی جزئی و طبق رابطه ۳ محاسبه می‌شود. مقدار بالاتر MSA مستلزم کوچک بودن ضرایب همبستگی جزئی هستند. زیرا این ضرایب

می‌شود. فرض صفر "برابر ماتریس واحد با ماتریس ضرایب همبستگی" را آزمون می‌کند. در این آزمون با فرض صفر، حداقل یک همبستگی معنی‌دار بین این متغیرها یافت می‌شود. اگر سطح معنی‌داری آزمون بارتلت کوچک‌تر از ۵ درصد باشد، تحلیل عاملی برای شناسایی مدل مناسب است. زیرا فرض یکه بودن ماتریس همبستگی رد می‌شود. مربع کای معنی‌دار بیانگر حداقل شرایط لازم برای اجرای تحلیل عاملی است. آزمون بارتلت بر اساس رابطه زیر قابل محاسبه است (Abdi 2003)

$$X^2 = -(n-1 - \frac{2p+5}{6}) \ln|R| \quad (2)$$

که در این رابطه

n معرف تعداد آزمودنی‌ها، p تعداد متغیرها و |R| قدر مطلق دترمینان ماتریس همبستگی است. این آماره که دارای توزیع مربع کای با 0.5p(p-1) درجه آزادی است. یکی دیگر از روش‌های تعیین و تشخیص مناسب بودن داده‌ها استفاده از ضریب KMO است، که مقدار آن همواره بین صفر و یک در نوسان است. شاخص KMO کوچک بودن همبستگی جزئی بین متغیرها را بررسی می‌کند، و مشخص می‌سازد آیا واریانس متغیرهای تحقیق، تحت تأثیر واریانس برخی عامل‌های پنهانی است یا خیر. مقدار این شاخص از رابطه زیر به دست می‌آید (Goldaste et al. 1998)

$$KMO = \frac{\sum \sum r_{ij}^2}{\sum \sum r_{ij}^2 + \sum \sum a_{ij}^2} \quad (3)$$

که در این رابطه

$r_{ij}$  ضریب همبستگی ساده بین متغیرهای  $i$  و  $j$  و  $a_{ij}$  ضریب همبستگی جزئی بین آنهاست. مقدار بزرگ KMO دلالت بر تأیید تجزیه عاملی دارد. این مقدار هر چه به یک نزدیک‌تر باشد، بیانگر آن است که داده‌های مورد نظر برای تحلیل عاملی مناسب هستند. به طور کلی مقدار حدود ۰/۹ این کمیت تجزیه عاملی بسیار مناسب، حدود ۰/۸ مناسب، ۰/۷ متعادل، ۰/۶ متوسط، ۰/۵ نامناسب، ناچیز و کمتر از ۰/۵ نامناسب را نشان می‌دهند (Goldaste et al. 1998; Williams et al. 2010). نتیجه آزمون

<sup>2</sup> Measures of Sampling Adequacy

<sup>1</sup> Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling

خیر. برای تعیین متغیرهایی که خروج آنها از مدل تجزیه عامل به روند بهتر شدن کیفیت تجزیه عاملی کمک می‌کند، مقدار بزرگ MSA در جهت تأیید ورود متغیر به مدل حرکت می‌کند. در اینجا با استفاده از آماره MSA متغیرهای هر چهار بخش توزیع آب، خرید، تأمین و استحصال آب، تصفیه و گندزدایی، نگهداری تأسیسات و تجهیزات آب به ترتیب اولویت از مدل خارج شدند. در بخش توزیع آب متغیرهای تعمیر و نگهداری تأسیسات تولید، استهلاك تأسیسات و استهلاك وسایط نقلیه تولید دارای کمترین مقدار آماره MSA است، که خروج آنها از مدل سبب مطلوبیت

برآورد ضرایب همبستگی جملات خطا هستند که در مدل تجزیه عاملی فرض می‌شود ناهمبسته هستند (Goldaste et al. 1998). برای تعیین متغیرهایی که خروج آنها از مدل تجزیه عامل به روند بهتر شدن کیفیت تحلیل عاملی کمک می‌کند، از ماتریس Anti-image استفاده شد. عناصر این ماتریس، ضرایب همبستگی جزئی با علامت مخالف اند و عناصر روی قطر این ماتریس، مقدار اندازه دقت نمونه‌گیری با نماد MSA نامیده می‌شوند. این معیار که برای هر متغیر جداگانه تحلیل می‌شود، بیان می‌کند که آیا متغیر خاصی از جهت وارد شدن به مدل تجزیه عاملی صلاحیت دارد یا

جدول ۲- مشخصات عامل‌ها و میزان واریانس تعیین شده توسط آنها طی مراحل مختلف (توزیع)

**Table 2.** Description of the factors involved and the variances determined by these factors at the different stages (distribution)

Stage	Factor analysis desirability based on KMO statistics	Factor 1	Variance determined by the factor	Factor 2	Variance determined by the factor	Factor 3	Variance determined by the factor
1	Poor	Facility, machinery, and production equipment depreciation costs <sup>1</sup>	31.65	Machinery rent charges, transportation costs, building depreciation costs <sup>2</sup>	28.82	Maintenance of fixed production assets, depreciation cost of transportation vehicles, maintenance of production facilities <sup>3</sup>	17.81
2	Average	Facility, machinery, and production equipment depreciation costs <sup>4</sup>	34.39	Machinery rent charges, transportation costs, building depreciation costs <sup>5</sup>	33	Maintenance of fixed production assets, Depreciation cost of transportation vehicles, maintenance of production facilities <sup>6</sup>	17.83
3	Average	Facility, machinery, and production equipment depreciation costs, transportation costs, building depreciation costs <sup>7</sup>	49.95	Depreciation cost of transportation vehicles, maintenance of production facilities, Maintenance of fixed production assets <sup>8</sup>	20.92		

۱- استهلاك تأسیسات، استهلاك ماشین آلات و تجهیزات تولید

۲- اجاره ماشین آلات، هزینه حمل و نقل، استهلاك ساختمان

۳- تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید، استهلاك وسایط نقلیه تولید، تعمیر و نگهداری تأسیسات تولید

۴- استهلاك تأسیسات، استهلاك ماشین آلات و تجهیزات تولید

۵- اجاره ماشین آلات، هزینه حمل و نقل، استهلاك ساختمان

۶- تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید، استهلاك وسایط نقلیه تولید

۷- استهلاك ماشین آلات و تجهیزات تولید، اجاره ماشین آلات، هزینه حمل و نقل، استهلاك ساختمان

۸- استهلاك وسایط نقلیه تولید، تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید

جدول ۳- مشخصات عامل‌ها و میزان واریانس تعیین شده توسط آنها طی مراحل مختلف (خرید)

Table 3. Descriptions of the factors and the variances determined by the factors at the different stages (purchase)

Stage	Factor analysis desirability based on KMO statistics	Factor 1	Variance determined by the factor	Factor 2	Variance determined by the factor	Factor 3	Variance determined by the factor
1	Poor	Depreciation costs of production vehicles, and production machinery and equipment; Water purchased, Machinery rent charges; Transportation costs <sup>1</sup>	40.48	Facility depreciation costs; building depreciation costs <sup>2</sup>	28.82	Maintenance of production assets, Disinfectant costs <sup>3</sup>	14.973
2	Poor	Depreciation costs of production machinery and equipment; Water purchased; Machinery rent charges; Transportation costs; Depreciation costs of production vehicles <sup>4</sup>	44.614	Facility depreciation costs; building depreciation costs <sup>5</sup>	22.395	Maintenance of production assets, Disinfectant costs <sup>6</sup>	16.542
3	Poor	Depreciation costs of production vehicles, machinery and equipment; Water purchased; Machinery rent charges; Transportation costs <sup>7</sup>	49.801	Facility depreciation costs; building depreciation costs <sup>8</sup>	25.394	Disinfectant costs <sup>9</sup>	14.768
4	Improper	Depreciation costs of production machinery and equipment; Water purchased; Machinery rent charges; Transportation costs <sup>10</sup>	56.674	Disinfectant costs; Depreciation cost of buildings <sup>11</sup>	21.073		
5	Improper	Depreciation costs of production machinery and equipment; Water purchased; Machinery rent charges; Transportation costs; Production vehicle depreciation costs <sup>12</sup>	65.513	Depreciation cost of buildings <sup>13</sup>	21.718		

- ۱- استهلاک وسائط نقلیه تولید، استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید، آب خریداری شده، اجاره ماشین آلات، هزینه حمل و نقل
- ۲- استهلاک تاسیسات، استهلاک ساختمان
- ۳- تعمیر و نگهداری تاسیسات تولید، گندزدا
- ۴- استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید، آب خریداری شده، اجاره ماشین آلات، هزینه حمل و نقل، استهلاک وسائط نقلیه تولید
- ۵- استهلاک تاسیسات، استهلاک ساختمان
- ۶- تعمیر و نگهداری تاسیسات تولید، گندزدا
- ۷- استهلاک وسائط نقلیه تولید، استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید، آب خریداری شده، اجاره ماشین آلات، هزینه حمل و نقل
- ۸- استهلاک تاسیسات، استهلاک ساختمان
- ۹- گندزدا
- ۱۰- استهلاک وسائط نقلیه تولید، استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید، آب خریداری شده، اجاره ماشین آلات، هزینه حمل و نقل
- ۱۱- گندزدا، استهلاک ساختمان
- ۱۲- استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید، آب خریداری شده، اجاره ماشین آلات، هزینه حمل و نقل، استهلاک وسائط نقلیه تولید
- ۱۳- استهلاک ساختمان

جدول ۴- مشخصات عامل‌ها و میزان واریانس تعیین شده توسط آنها طی مراحل مختلف (تصفیه)

Table 4. Description of the factors involved and the variances determined by the factors at the different stages (treatment)

Stage	Factor analysis desirability based on KMO statistics	Factor 1	Variance determined by the factor	Factor 2	Variance determined by the factor	Factor 3	Variance determined by the factor
1	Improper	Depreciation costs of facility and buildings; Disinfectant costs; Depreciation costs of production machinery and equipment; Water distribution and sales wages borne by the water owner <sup>1</sup>	30.296	Transportation costs; Machinery rent charges; Maintenance of fixed production assets <sup>2</sup>	21.005	Depreciation costs of production vehicles; Maintenance (wages) borne by the water owner; Lab depreciation costs <sup>3</sup>	20224
2	Improper	Facility, buildings, production machinery and equipment depreciation costs; Maintenance (wages) borne by the water owner <sup>4</sup>	33.269	Transportation charges; Machinery rent charges; Maintenance of production assets <sup>5</sup>	22.901	Production vehicle depreciation costs; Maintenance (wages) borne by the water owner; Lab depreciation costs <sup>6</sup>	21.937
3	Poor	Facility, buildings, production machinery and equipment depreciation costs; Maintenance (wages) borne by the water owner <sup>7</sup>	36.278	Transportation charges; Machinery rent charges; Maintenance of production assets <sup>8</sup>	224.413	Production vehicle depreciation costs; Maintenance (wages) borne by the water owner <sup>9</sup>	20.244
4	Poor	Facility, buildings, production machinery and equipment depreciation costs; Disinfectant costs; Maintenance (wages) borne by the water owner for distribution and sales <sup>10</sup>	39.855	Transportation charges; Machinery rent charges <sup>11</sup>	25.361	Production vehicle depreciation costs; Maintenance (wages) borne by the water owner <sup>12</sup>	22.341
5	Average	Facility, buildings, production machinery and equipment depreciation costs; Disinfectant costs; Maintenance (wages) borne by the water owner for distribution and sales <sup>13</sup>	44.499	Maintenance (wages) borne by the water owner for distribution and sales; Transportation costs; Machinery rent charges <sup>14</sup>	28.360	Maintenance costs (for the rights of the water owner) <sup>15</sup>	15.238
6	Improper	Distribution and sales of the water owner's rights; Facility and buildings depreciation costs; Disinfectant charges; Production machinery and equipment depreciation costs <sup>16</sup>	5.873	Transportation costs; Machinery rent charges <sup>17</sup>	32.415		
7	Adequate	Facility depreciation costs; Disinfectant charges; Distribution and sales of the water owner's rights; Disinfectant charges; Building depreciation costs; Production machinery and equipment depreciation costs <sup>18</sup>	58.346	Machinery rent charges <sup>19</sup>	26.158		

۱۰- استهلاک تاسیسات، استهلاک ساختمان، گندزدا، استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید، توزیع و فروش حقوق آبدار  
 ۱۱- هزینه حمل و نقل، اجاره ماشین آلات  
 ۱۲- استهلاک وسائط نقلیه تولید، هزینه نگهداری (حقوق) توسط آبدار  
 ۱۳- استهلاک تاسیسات، استهلاک ساختمان، گندزدا، استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید  
 ۱۴- توزیع و فروش حقوق آبدار، هزینه حمل و نقل، اجاره ماشین آلات  
 ۱۵- هزینه نگهداری (حقوق) توسط آبدار  
 ۱۶- توزیع و فروش حقوق آبدار، استهلاک تاسیسات، استهلاک ساختمان، گندزدا، استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید  
 ۱۷- هزینه حمل و نقل، اجاره ماشین آلات  
 ۱۸- استهلاک تاسیسات، توزیع و فروش حقوق آبدار، گندزدا، استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید و استهلاک ساختمان  
 ۱۹- اجاره ماشین آلات

۱- استهلاک تاسیسات، استهلاک ساختمان، گندزدا، استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید، توزیع و فروش حقوق آبدار  
 ۲- هزینه حمل و نقل، اجاره ماشین آلات، تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید  
 ۳- استهلاک وسائط نقلیه تولید، هزینه نگهداری (حقوق) توسط آبدار، استهلاک لوازم آزمایشگاه  
 ۴- استهلاک تاسیسات، استهلاک ساختمان، گندزدا، استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید، توزیع و فروش حقوق آبدار  
 ۵- هزینه حمل و نقل، اجاره ماشین آلات، تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید  
 ۶- استهلاک وسائط نقلیه تولید، هزینه نگهداری (حقوق) توسط آبدار، استهلاک لوازم آزمایشگاه  
 ۷- استهلاک تاسیسات، استهلاک ساختمان، گندزدا، استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید، توزیع و فروش حقوق آبدار  
 ۸- هزینه حمل و نقل، اجاره ماشین آلات، تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید  
 ۹- استهلاک وسائط نقلیه تولید، هزینه نگهداری (حقوق) توسط آبدار

## جدول ۵- مشخصات عامل‌ها و میزان واریانس تعیین شده توسط آنها طی مراحل مختلف (نگهداری)

Table 5. Description of the factors involved and the variance assigned by the factors at the different stages (maintenance)

Stage	Factor analysis desirability based on KMO statistics	Factor 1	Variance determined by the factor	Factor 2	Variance determined by the factor	Factor 3	Variance determined by the factor
1	Improper	Depreciation costs of production machinery and equipment; Depreciation costs of production vehicles; Buildings depreciation costs; Maintenance costs (of rights) borne by the water owner <sup>1</sup>	28.0408	Distribution and sales of the water holder's rights; Depreciation costs of other assets; Transportation costs; Machinery rent charges <sup>2</sup>	23.932	Facility depreciation costs; Production equipment maintenance costs <sup>3</sup>	14.853
2	Poor	Depreciation costs of production machinery and equipment; Depreciation costs of production vehicles; Buildings depreciation costs; Maintenance costs (of rights) borne by the water owner <sup>4</sup>	30.068	Depreciation of other assets; Machinery rent charges; Distribution and sales of the water holder's rights <sup>5</sup>	24.991	Facility depreciation costs; Production equipment maintenance costs <sup>6</sup>	15.005
3	Poor	Production machinery and equipment, production vehicles, and buildings depreciation costs; Water owner's rights maintenance <sup>7</sup>	32.348	Facility and other assets depreciation costs; Machinery rent charges; Distribution and sales of water owner's rights <sup>8</sup>	29.761	Transportation costs; Fixed assets maintenance costs <sup>9</sup>	14.445
4	Average	Facility, buildings, production machinery and equipment depreciation costs; Disinfectant costs; Maintenance (wages) of the water owner's rights <sup>10</sup>	34.810	Production machinery and equipment, production vehicles, and buildings depreciation costs; Water owner's rights maintenance <sup>11</sup>	30.368	Facility depreciation costs; Fixed assets maintenance costs <sup>12</sup>	14.811
5	Adequate	production machinery and equipment depreciation costs; Fixed assets maintenance costs; Production vehicles depreciation costs; Building depreciation costs; Maintenance of the water owner's rights <sup>13</sup>	41.331	Depreciation costs of other assets; Machinery rent charges; Distribution and sales of water owner's rights <sup>14</sup>	31.096		
6	Adequate	Depreciation costs of production machinery and equipment, production vehicles and buildings; Maintenance costs of water owner's rights <sup>15</sup>	45.444	Depreciation costs of other assets; Machinery rent charges; Distribution and sales of water owner's rights <sup>16</sup>	35.494		

۱۰- استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید. استهلاک وسائط نقلیه تولید. استهلاک ساختمان. هزینه نگهداری (حقوق) توسط آبدار  
 ۱۱- استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید. استهلاک وسائط نقلیه تولید. استهلاک ساختمان. هزینه نگهداری (حقوق) توسط آبدار  
 ۱۲- استهلاک تاسیسات، تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید  
 ۱۳- استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید. تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید. استهلاک وسائط نقلیه تولید. استهلاک ساختمان. هزینه نگهداری (حقوق) توسط آبدار  
 ۱۴- استهلاک سایر دارایی‌ها، اجاره ماشین آلات، توزیع و فروش حقوق آبدار  
 ۱۵- استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید. استهلاک وسائط نقلیه تولید. استهلاک ساختمان. هزینه نگهداری (حقوق) توسط آبدار  
 ۱۶- استهلاک سایر دارایی‌ها، اجاره ماشین آلات، توزیع و فروش حقوق آبدار

۱- استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید. استهلاک وسائط نقلیه تولید. استهلاک ساختمان. هزینه نگهداری (حقوق) توسط آبدار  
 ۲- توزیع و فروش حقوق آبدار، استهلاک سایر دارایی‌ها، هزینه حمل و نقل، اجاره ماشین آلات  
 ۳- استهلاک تاسیسات، تعمیر و نگهداری تاسیسات تولید  
 ۴- استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید. استهلاک وسائط نقلیه تولید. استهلاک ساختمان. هزینه نگهداری (حقوق) توسط آبدار  
 ۵- استهلاک سایر دارایی‌ها، اجاره ماشین آلات، توزیع و فروش حقوق آبدار  
 ۶- استهلاک تاسیسات، تعمیر و نگهداری تاسیسات تولید  
 ۷- استهلاک ماشین آلات و تجهیزات تولید. استهلاک وسائط نقلیه تولید. استهلاک ساختمان. هزینه نگهداری (حقوق) توسط آبدار  
 ۸- استهلاک تاسیسات، استهلاک سایر دارایی‌ها، اجاره ماشین آلات، توزیع و فروش حقوق آبدار  
 ۹- هزینه حمل و نقل، تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید



مقدار آماره KMO می‌شود. در مرحله یک چنانچه هیچ متغیری از مدل حذف نشده باشد، مقدار آماره KMO برابر  $0/265$  است که در سطح نامناسب قرار دارد. در مرحله دو با حذف متغیر تعمیر و نگهداری تأسیسات تولید، مقدار این آماره برابر  $0/647$  می‌شود که در سطح متعادل قرار دارد. در مرحله سه متغیر استهلاک تأسیسات از مدل حذف می‌شود تا مقدار آماره KMO به  $0/659$  برسد. در مرحله چهار با خروج متغیر استهلاک وسایط نقلیه تولید از مدل مقدار آماره KMO برابر  $0/664$  است که به بیشترین مقدار خود رسیده است. در بخش خرید، تأمین و استحصال آب، متغیرهای تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید، تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید، تعمیر و نگهداری تأسیسات و گندزدا که دارای کمترین مقدار آماره MSA هستند، طی پنج مرحله از مدل حذف شده‌اند تا آماره KMO به مطلوبیت لازم برسد. در مرحله یک چنانچه هیچ متغیری از مدل حذف نشده باشد، مقدار آماره KMO برابر  $0/110$  است که در سطح نامناسب قرار دارد. در مرحله دو با حذف متغیر تعمیر و نگهداری ثابت غیر از وسایط نقلیه مقدار این آماره برابر با  $0/468$  شده است که در سطح ضعیف قرار دارد. در مرحله سه متغیر تعمیر و نگهداری تأسیسات تولید از مدل حذف می‌شود تا مقدار این آماره به  $0/472$  برسد. در مرحله چهار با حذف متغیر هزینه حمل و نقل مقدار این آماره برابر با  $0/592$  شده است که در سطح متوسط قرار دارد. در مرحله پنج متغیر استهلاک تأسیسات از مدل حذف می‌شود تا مقدار این آماره برابر  $0/629$  و به سطح متعادل برسد. در مرحله شش با خروج متغیر تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید از مدل مقدار آماره KMO برابر  $0/662$  است، که به بیشترین مقدار خود رسیده است.

جدول‌های ۲ تا ۵ گویای مشخصات عامل‌ها و میزان واریانس تعیین شده توسط آنها برای هر یک از متغیرها طی مراحل است که شرح آنها در بالا آورده شده است. بعد از تعیین تعداد عامل‌ها، در مرحله بعد باید مشخص شود که هر یک از عامل‌ها عمدتاً چه متغیرهایی را شامل می‌شود. در این راستا به‌منظور بهبود دوران عامل‌ها از روش‌های واریماکس<sup>۱</sup>، کواریتیماکس<sup>۲</sup> و اکواماکس<sup>۳</sup> استفاده می‌شود. چرخش واریماکس از جمله متداول‌ترین روش‌های دوران متعامد است که استقلال میان عامل‌های استخراجی را حفظ می‌کند. این روش، متغیرهای دارای بار عاملی بزرگ‌تر را به کمترین تعداد تقلیل می‌دهد. در این روش، جمع

مقدار آماره KMO می‌شود. در مرحله یک چنانچه هیچ متغیری از مدل حذف نشده باشد، مقدار آماره KMO برابر  $0/265$  است که در سطح نامناسب قرار دارد. در مرحله دو با حذف متغیر تعمیر و نگهداری تأسیسات تولید، مقدار این آماره برابر  $0/647$  می‌شود که در سطح متعادل قرار دارد. در مرحله سه متغیر استهلاک تأسیسات از مدل حذف می‌شود تا مقدار آماره KMO به  $0/659$  برسد. در مرحله چهار با خروج متغیر استهلاک وسایط نقلیه تولید از مدل مقدار آماره KMO برابر  $0/664$  است که به بیشترین مقدار خود رسیده است. در بخش خرید، تأمین و استحصال آب، متغیرهای تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید، تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید، تعمیر و نگهداری تأسیسات و گندزدا که دارای کمترین مقدار آماره MSA هستند، طی پنج مرحله از مدل حذف شده‌اند تا آماره KMO به مطلوبیت لازم برسد. در مرحله یک که هیچ متغیری از مدل حذف نشده است، کمترین مقدار آماره MSA مربوط به متغیر تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید است. در این مرحله مقدار آماره KMO برابر  $0/311$  است که در سطح نامناسب قرار دارد. در مرحله دو با حذف متغیر تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید از مدل، مقدار آماره KMO برابر  $0/316$  می‌شود. در مرحله سه متغیر تعمیر و نگهداری تأسیسات تولید از مدل، حذف می‌شود و مقدار این آماره برابر  $0/342$  می‌شود. در مرحله چهار متغیر استهلاک تأسیسات از مدل حذف می‌شود تا مقدار آماره KMO به  $0/614$  و به سطح متعادل برسد. در مرحله پنج با خروج متغیر گندزدا از مدل مقدار آماره KMO برابر  $0/656$  است که به بیشترین مقدار خود رسیده است. در بخش تصفیه و گندزدایی در مرحله یک که هیچ متغیری از مدل حذف نشده است، کمترین مقدار آماره MSA مربوط به متغیر تعمیر و نگهداری تأسیسات تولید است، در این مرحله مقدار آماره KMO برابر  $0/319$  است که در سطح نامناسب قرار دارد. در مرحله دو با حذف متغیر تعمیر و نگهداری تأسیسات تولید از مدل، مقدار آماره KMO برابر  $0/339$  می‌شود که باز هم در سطح نامناسب قرار دارد. در مرحله سه متغیر استهلاک لوازم آزمایشگاه از مدل حذف می‌شود تا مقدار این آماره به  $0/455$  برسد. در مرحله چهار متغیر تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید از مدل حذف می‌شود، تا مقدار آماره KMO به  $0/482$  برسد. در مرحله پنج با حذف متغیر استهلاک وسایط نقلیه تولید مقدار آماره KMO برابر

<sup>1</sup> Varimax  
<sup>2</sup> Quartimax  
<sup>3</sup> Equamax

عامل است. در عامل اول متغیرهای هزینه حمل و نقل، اجاره ماشین‌آلات، استهلاک ساختمان و استهلاک ماشین‌آلات و تجهیزات تولید دارای ضرایب بزرگ‌تری می‌باشند. در عامل دوم ضرایب بزرگ به متغیرهای استهلاک وسائط نقلیه تولید و تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید اختصاص دارد و در سایر متغیرها ضرایب پایین‌تری دارد، بنابراین تأکید عامل دوم بر این دو متغیر است. جدول ۶ نشان می‌دهد که در بخش خرید در مرحله پنج، تعداد عامل‌ها به دو تقلیل یافته که در عامل اول متغیرهای اجاره ماشین‌آلات، آب خریداری شده، استهلاک وسائط نقلیه تولید، هزینه حمل و نقل و استهلاک ماشین‌آلات و تجهیزات تولید دارای ضرایب بزرگ می‌باشند. عامل دوم متشکل از متغیر استهلاک ساختمان است. بر اساس نتایج جدول ۶ برای بخش تصفیه، عامل اول از متغیرهای استهلاک تأسیسات، توزیع و فروش حقوق آبدار، گندزدا، استهلاک ماشین‌آلات و تجهیزات تولید و استهلاک ساختمان تشکیل شده و در عامل دوم متغیرهای اجاره ماشین‌آلات دیده می‌شوند. بر اساس مشاهدات جدول ۶ در بخش نگهداری ضرایب بزرگ در عامل اول در متغیرهای استهلاک ساختمان، استهلاک وسائط نقلیه تولید، هزینه نگهدار (حقوق) توسط آبدار و استهلاک ماشین‌آلات و تجهیزات تولید و در عامل دوم متغیرهای اجاره ماشین‌آلات، استهلاک سایر دارایی‌ها و توزیع

واریانس بارها در ماتریس عاملی به بیشترین مقدار می‌رسد، به همین دلیل واریماکس نامیده می‌شود. هنگامی از این روش استفاده می‌شود که هدف به دست آوردن عامل‌هایی باشد که دارای بار زیادی بر روی برخی از متغیرها و بار کم بر روی متغیرهای دیگر باشد. بنابراین این روش به عنوان یک روش استاندارد توصیه می‌شود. در این پژوهش نیز از روش واریماکس استفاده شد. در بخش توزیع بر اساس جدول ۲ طی سه مرحله بر روی مدل تحلیل عاملی انجام گرفت و در نهایت به دو عامل کاهش یافت. در بخش خرید بر اساس جدول ۳ طی پنج مرحله بر روی مدل تحلیل عاملی انجام گرفت و در نهایت به دو عامل کاهش یافت. در جدول ۴ نتایج مدل تحلیل عاملی انجام گرفته بر روی بخش تصفیه آورده شده است. بر اساس این جدول در هفت مرحله مدل به دو عامل تقلیل یافته است. به این ترتیب بر اساس نتایج جدول ۵ بر روی پارامتر نگهداری تأسیسات آب هم تحلیل عاملی انجام گرفت و عامل‌ها طی شش مرحله به دو عامل کاهش یافتند. طبق نتایج ارائه شده در جدول ۶ ضرایب عامل مدلی است که بر اساس تجزیه به مولفه‌های اصلی و روش واریماکس مطابق آنچه قبلاً توضیح داده شد، به دست آمده است. همان‌طور که در جدول ۶ ملاحظه می‌شود، در بخش توزیع آب ضرایب عامل‌های به دست آمده برای هر متغیر، در واقع میزان توضیح هر متغیر به وسیله آن

جدول ۶- ضرایب عامل‌های اول و دوم در بخش‌های توزیع، تصفیه، خرید و نگهداری تأسیسات آب

**Table 6.** Coefficients of the first and second factors in the distribution, treatment, purchase, and maintenance sections of water facilities

Coefficients of the factors Variable	Distribution		Treatment		Purchase		Facility maintenance	
	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2
Production machinery and equipment depreciation cost	0.707	0.149	0.754	0.413	0.893	0.227	0.850	0.111
Machinery rent charges	0.981	0.122	-0.008	0.983	0.957	0.044	0.095	0.954
Transportation costs	0.982	0.124	-	-	0.837	-0.289	-	-
Production assets maintenance costs	-0.179	0.725	-	-	-	-	-	-
Production vehicles depreciation costs	0.053	0.816	-	-	0.840	-0.443	0.964	-0.153
Buildings depreciation costs	0.733	0.103	0.662	0.643	-0.046	0.964	0.979	-0.082
Water purchased	-	-	-	-	0.900	-0.199	-	-
Depreciation of other assets	-	-	-	-	-	-	0.057	0.890
Costs of maintaining water holder's rights	-	-	-	-	-	-	-0.077	0.843
Distribution and sales of water owner's rights	-	-	0.939	0.026	-	-	-	-
Facility depreciation costs	-	-	0.958	0.113	-	-	-	-
Disinfectant charges	-	-	0.834	0.080	-	-	-	-

جدول ۷- مقادیر عامل‌های شهرستان‌ها در مرحله آخر هر پارامتر

Table 7. Values for the factors assigned for each city at the last stage of each parameter

Town	Distribution		Treatment		Purchase		Facility maintenance	
	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2
1 Islamabad	0.66471	-0.24970	0.41143	1.35883	0.50673	2.11448	-0.35084	0.81751
2 Paveh	-0.64104	0.64608	-0.75204	-0.29274	0.05371	-0.77998	-0.37567	-0.19521
3 Salas	2.61398	0.19449	-0.76534	2.92570	0.65964	-1.23860	-0.30909	0.61945
4 Javanroud	0.05714	2.42740	0.01857	0.38631	3.14808	-0.38683	2.58714	0.59919
5 Dalahoo	-0.53232	-0.03843	-0.29309	-0.54192	-0.60888	-0.13189	-0.48934	-0.26988
6 Ravansar	-0.49882	0.29618	-0.00085	-0.61024	-0.27108	-0.24985	-0.05839	-0.82928
7 Sar-e-pol-eZahab	-0.40428	-1.47650	-0.15382	-0.53006	-0.52884	-0.31179	-0.5010	-0.31411
8 Songhor	-0.61215	0.30382	0.08129	-0.21526	-0.31945	0.65540	-0.35174	-0.45885
9 Sahneh	-0.53232	-0.03843	-0.10726	-0.50249	-0.54012	0.10940	-0.48934	-0.26988
10 Ghasr-e-Shirin	-0.42685	-1.39130	-0.79634	-0.50879	-0.40557	-0.64134	-0.40027	-0.44494
11 Kermanshah	1.75372	-0.62598	3.26231	0.09138	0.02020	2.14709	-0.26889	2.92844
12 Kangavar	-0.51749	-0.82795	-0.28793	-0.64308	-0.27456	-0.60305	-0.40634	-0.60346
13 Gilan-e-Gharb	-0.41392	1.06455	-0.28196	-0.38384	-0.70858	-0.34442	2.06574	-0.89851
14 Hersin	-0.51036	-0.28422	-0.33496	-0.53379	-0.73129	-0.33864	-0.65193	-0.68046

شهرستان هستند. در عامل دوم شهرستان‌های اسلام‌آباد و کرمانشاه بیشترین مقدار عاملی را دارند و متغیر استهلاک ساختمان در این شهرستان‌ها تأثیرگذار است. با استفاده از نتایج به‌دست آمده از جدول ۷ در بخش تصفیه در آخرین مرحله بیشترین مقدار عاملی در عامل اول مربوط به شهرستان کرمانشاه است که نشان می‌دهد، در این شهرستان متغیرهای استهلاک تأسیسات، توزیع و فروش حقوق آبدار، گندزدا، استهلاک ماشین‌آلات و تجهیزات تولید و استهلاک ساختمان دارای اهمیت بیشتری هستند. شهرستان‌های اسلام‌آباد و ثلاث در عامل دوم بیشترین مقدار عاملی را دارا هستند و متغیرهای اجاره ماشین‌آلات از مهم‌ترین متغیرها هستند. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۷ در بخش نگهداری تأسیسات در آخرین مرحله، در عامل اول بیشترین مقدار عاملی مربوط به شهرستان‌های گیلانغرب و جوازورد است و نشان می‌دهد که متغیرهای استهلاک ماشین‌آلات و تجهیزات تولید، استهلاک وسائط نقلیه تولید، استهلاک ساختمان و هزینه نگهداری (حقوق) توسط آبدار با اهمیت‌ترین متغیرها در این شهرستان‌ها هستند. در عامل دوم شهرستان‌های کرمانشاه و اسلام‌آباد بیشترین مقدار عاملی را دارند و متغیر استهلاک سایر دارایی‌ها، اجاره ماشین‌آلات، توزیع و فروش حقوق آبدار در این شهرستان‌ها تأثیرگذار است. همچنین در شهرستان‌های گیلانغرب و روانسر به دلیل بزرگ بودن مقدار عدد منفی اهمیت این متغیرها کمتر است.

و فروش حقوق آبدار به چشم می‌خورند. جدول ۷ مقدار عامل‌ها در مرحله آخر در هر چهار بخش را نشان می‌دهد، هرچه مقدار عامل‌ها بزرگ‌تر باشند که با علامت + نشان داده شده است، تأکید آن عامل در آن شهرستان بیشتر خواهد بود و هرچه مقدار عامل از لحاظ قدرمطلق بزرگ‌تر باشند که با علامت - نشان داده شده است، تأکید عکس آن عامل در آن شهرستان بیشتر خواهد بود. بنابراین با استفاده از نتایج به‌دست آمده از جدول ۷ می‌توان گفت که در بخش توزیع در مرحله آخر عامل اول در شهرستان‌های ثلاث و کرمانشاه دارای مقدار بزرگ مثبت است که نشان می‌دهد متغیرهای استهلاک ماشین‌آلات و تجهیزات تولید، اجاره ماشین‌آلات، هزینه حمل و نقل و استهلاک ساختمان دارای اهمیت بیشتری در این شهرستان‌ها هستند. در عامل دوم شهرستان‌های جوازورد و گیلانغرب بیشترین مقدار عاملی و شهرستان‌های سرپل ذهاب و قصرشیرین نیز دارای اعداد منفی بزرگ از لحاظ قدرمطلق هستند. تعمیر و نگهداری دارایی‌های ثابت تولید در شهرستان‌های جوازورد و گیلانغرب از اهمیت بالایی برخوردار هستند و شهرستان‌های سرپل ذهاب و قصر شیرین دارای اهمیت کمتری می‌باشند.

با استفاده از نتایج به‌دست از جدول ۷ برای بخش خرید آب در عامل اول بیشترین مقدار عاملی مربوط به شهرستان جوازورد است و نشان می‌دهد که متغیرهای استهلاک ماشین‌آلات و تجهیزات تولید، آب خریداری شده، اجاره ماشین‌آلات، هزینه حمل و نقل و استهلاک وسائط نقلیه تولید با اهمیت‌ترین متغیرها در این

## ۴- نتیجه‌گیری

قصر شیرین بود. در بخش خرید آب بیشترین تأثیر عامل اول در شهرستان جوانرود و در عامل دوم شهرستان‌های اسلام‌آباد و کرمانشاه از اهمیت بیشتر و شهرستان ثلاث از اهمیت کمتری برخوردار بودند. در بخش تصفیه شهرستان کرمانشاه در عامل اول و در عامل دوم شهرستان‌های اسلام‌آباد و ثلاث بیشترین اهمیت را داشتند. در بخش نگهداری تأسیسات بیشترین تأثیر متغیرهای عامل اول مربوط به شهرستان‌های گیلانغرب و جوانرود و در عامل دوم بیشترین تأثیر در شهرستان‌های کرمانشاه و اسلام‌آباد دیده شد. با توجه به این‌که تاکنون در بحث اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر قیمت تمام شده آب در استان کرمانشاه مطالعه مشابهی صورت نگرفته، پیشنهاد می‌شود بررسی بیشتری در این زمینه با استفاده از روش‌های دیگر صورت گیرد.

## ۵- قدردانی

نویسندگان این مقاله از شرکت آب و فاضلاب روستایی استان کرمانشاه برای همکاری‌های لازم و در اختیار قرار دادن اطلاعات مورد نیاز برای انجام تحقیق حاضر قدردانی می‌نمایند.

عوامل تأثیرگذار بر قیمت آب را می‌توان به چهار بخش توزیع آب، خرید، تأمین و استحصال آب، تصفیه و گندزدایی، نگهداری تأسیسات و تجهیزات آب تقسیم نمود. در این پژوهش قیمت تمام شده آب در سال ۱۳۹۰ در هر یک از روستاهای شهرستان‌های استان کرمانشاه بررسی شد. سپس به اولویت‌بندی جزء هزینه‌های مؤثر بر هر یک از این چهار بخش با استفاده از تحلیل عاملی پرداخته شد. هدف از تحلیل عاملی کاهش تعداد متغیرهای تحقیق به عوامل کمتر و تعیین سهم هر یک از عوامل‌ها بر هزینه هر چهار بخش ذکر شده است. بنابراین همانطور که مشاهده شد، از مدل تحلیل عاملی پیشنهادی در این مقاله هشت متغیر مؤثر بر توزیع آب، ده متغیر مؤثر بر خرید آب، دوازده متغیر مؤثر بر تصفیه و گندزدایی و دوازده متغیر مؤثر بر نگهداری تجهیزات و تأسیسات آب در دو عامل خلاصه شدند. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان نمود که در بخش توزیع بیشترین تأثیر متغیرهای عامل اول در شهرستان‌های ثلاث و کرمانشاه و در عامل دوم بیشترین مقدار عاملی در شهرستان‌های جوانرود و گیلانغرب و کمترین تأثیر در عامل دوم مربوط به شهرستان‌های سرپل ذهاب و

## References

- Abdi, H., 2003, *Multivariate analysis*, Encyclopedia for Research Methods for the Social Sciences., Thousand Oaks, 699-702.
- Dandy, G.C., Mcbean, E.A. & Hutchinson, B.G., 1984, "A model for constrained optimum water pricing and capacity expansion", *Water Resources Research*, 20(5), 511-520.
- Ebrahim Abadi, Gh., 2001, "Identifying the factors in the cost of water and sewage water in Sistan and Baluchestan", MSc Thesis, Mazandaran University of Science and Technology, Mazandaran, Iran. (In Persian)
- Espey, M., Espey, J., and Shaw, W.D., 1997, "Price elasticity of residential demand for water: A meta-analysis", *Water Resources Research*, 33(6), 1369-1374.
- Goldaste, A., Asghari, R. & Torabi, M., 1998, *SPSS / Win User Guide*, Publishers Hami, Tehran. (In Persian)
- Heise, B., Bobertz, B. & Harff, J., 2010, "Classification of the Pearl River Estuary via principal component analysis and regionalization", *Journal of Coastal Research*, 26(4), 769-779.
- Hooman, H.A., 2002, *Multivariate data analysis in behavioral research*, Parsa Publisher, Tehran. (In Persian)
- Mashayekhi, A.N., Toloie Eshlaghy, A., Rajabzadeh, A. & Razavian, M., 2011, "Determination constructs validity of an agile organization model by using factor analysis", *Journal of Industrial Engineering International*, 7(14), 75-89.
- Moghadam, M., Mohamadi Shooti, A. & Aghaei Sarbzareh, M., 1995, *Familiarity with multivariate statistical method*, Pishtaz Elm Publisher, Tabriz. (In Persian)
- Momeni, M., 2008, *Statistical analysis using SPSS*, Ketab Now Publisher, Tehran. (In Persian)

- Motahari, A., 2009, *Strategic management: A case study of Qom drinking water*, Water and Wastewater Company of Qom. (In Persian)
- Nasri, M. & Najafi, A., 2009, "Factors in the flood basin of Sirjan to the analysis method", *Journal of Geography and Environmental Planning*, 36(4), 101-118.
- Oppenheim, N., 1980, *Applied models in urban and regional analysis*, Prentice-Hall, Inc., USA.
- Ragno, G., De Luca, M. & Ioele, G., 2007, "An application of cluster analysis and multivariate classification methods to spring water monitoring data", *Microchemical Journal*, 87(2), 119-127.
- Roth, E., 2001, *Water pricing in the EU: A review*, European Environment Bureau, Brussels.
- Sadeghi, T., Ehsanpour, K. & Sedaghat, R., 2013, "Combining application of factor analysis and SWOT to survey marketing and advertisement: A case study of pistachio in Kerman province", *Journal of Nuts.*, 4(4), 33-46.
- Taghvaei, M. & Shafyei, P., 2010, "The application of factor analysis and cluster 1-spatial evaluation rural areas", *Journal of Agricultural Economics and Development*, 68(17), 57-76.
- Tajrishy, M., & Abrishamchi, A., 2005, "Demand management of water resources in the country", *Conference of Prevent Water Loss*, Academy of Sciences, Tehran, 24-39. (In Persian)
- Talebi, H. & Zangi Abadi, A., 2002, "Analysis to determine the factors in human development indices and major cities", *Geographical Research Quarterly*, 60(16), 124-142.
- Velayati, S., 2002, *The geography of water and water resources management*, Jahad Daneshgahi Publisher, Terhan. (In Persian)
- Williams, B., Onsmann, A. & Brown, T., 2010, "Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices", *Journal of Emergency Primary Health Care*, 8(3), 1-12.
- Wunesch Karl, L., 2005, "Principal components analysis – SPSS", East Carolina University, Department of Psychology.
- Yidana, S.M., Ophori, D. & Banoeng-Yakubo, B., 2008, "A multivariate statistical analysis of surface water chemistry data—The Ankobra Basin, Ghana", *Journal of Environmental Management*, 86(1), 80-87.