رویکردهای نوین در مهندسی عمران
ISSN ONLINE: 2588-7122- ISSN PRINT: 2588-6886 ، دوره چهارم، شماره ۱، ۱۳۹۹، صفحه: ۲۱-۲۹
Archive of SID

بررسی کارایی حوضچه‌های رسوب‌گذار فاضلاب شهری با استفاده از تحلیل پوشش داده‌ها

میلاد ارجمند*[۱]، نیما صادقیان پیرمحله[۲]، سحر امینی[۳]، محمد یاوری[۱]

[*۱] دانشجوی کارشناسی ارشد عمران آب و سازه‌های ای هیدرولیکی، دانشگاه سمنان، سمنان،ایران (Miladarjomand@semnan.ac.ir).

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آب، گرایش سازه های آبی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آب، گرایش مدیریت منابع آب، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد عمران آب و سازه‌های ای هیدرولیکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۱۰/۱۶، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۰۲/۲۸)

چکیده

با توجه به اینکه در تصفیه خانه ها حدود یک سوم هزینه کل سرمایه گذاری معمولا به ساخت حوضچه¬های رسوبگذار اختصاص داشته، افزایش بازده این حوضچه ها علاوه بر افزایش عمر مفید بخش های دیگر تصفیه خانه، از نظر اقتصادی و زیست محیطی بسیار حائز اهمیت است. هدف اصلی این تحقیق مطالعه ۱۶ مدل حوضچه‌های رسوب‌گذار فاضلاب شهری و بررسی کارایی آن‌ها به کمک تحلیل پوشش داده‌ها است. در این ارزیابی از نرم افزار Matlab کمک گرفته شده و در پایان برای داشتن نتیجه کلی، میانگین کارایی حاصل از دو روش CCR و BCC محاسبه شده است. رتبه اول به مدل شماره دو و رتبه آخر به مدل شماره نه تعلق گرفت. برای مقایسه نتایج از همبستگی بین رتبه کارایی‌ها استفاده شده است. ضریب همبستگی بین نتایج CCR و BCC برابر ۰/۷۵۴ است.

کلمات کلیدی

حوضچه‌های رسوب‌گذار، تحلیل پوشش داده، CCR، BCC، کارایی.

www.SID.ir

Archive of SID

رویکردهای نوین در مهندسی عمران
ISSN ONLINE: 2588-7122- ISSN PRINT: 2588-6886، دوره چهارم، شماره ۱، ۱۳۹۹، صفحه: ۲۱-۲۹

Investigating the Efficiency of Urban Sewage Sedimentation basins with Using of Data Analysis

Milad Arjomand [1], Nima Sadeghian Pirmahaleh [2], Sahar Amini [3], Mohammad Yavari [1]*

[1] M.Sc. student of Civil and Hydraulic Structures, Semnan University, Semnan, Iran.*

(Miladarjomand@semnan.ac.ir)

[2] M.Sc, Water Engineering, majoring in Hydraulic Structures, University of Gilan, Guilan, Iran.

[3] M.Sc, Water Engineering, majoring in Water resource management, University of Guilan, Guilan, Iran.

[4] M.Sc. student of Civil and Hydraulic Structures, Semnan University, Semnan, Iran.

(Date of received: 06/01/2020, Date of accepted: 17/05/2020)

ABSTRACT

Given that in refineries typically account for about third of the total investment cost of building sedimentary ponds, increasing the efficiency of these ponds, in addition to increasing the useful life of other parts of the treatment plant, is very important economically and the environmently. The main purpose of this study is to study 16 models of urban sewage sedimentary basins and to evaluate their efficiency with the help of data analysis. Matlab software was used in this evaluation, and in the end, the average efficiency of the two methods, CCR and BCC, was calculated to have a general result. The first place went to model number two and the last place went to model number nine. Comparisons between performance ratios have been used to compare results. The correlation coefficient between CCR and BCC results is 0.754.

Keywords:

Sedimentary ponds, Data Envelopment Analysis, CCR, BCC, Performance.

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

آب گنجینه مشترک انسانهاست که باید به نسل‌های بعدی سپرده شود و جایگاه آن در زیرساخت‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی بسیار تاثیرگذار و سرنوشت ساز می‌باشد. به علت وضعیت جغرافیایی فلات ایران و کمیابی این مایع گرانبها، ایرانیان از دیرباز به ارزش حیاتی آب آگاه بوده‌اند. با توجه به محدودیت منابع آب و افزایش روز افزون جمعیت و عوامل مهمی همچون تغییرات اقلیمی، نیازی دو چندان به تأمین و تصفیه آب و در پی آن گسترش تصفیه‌خانه‌های آب با طراحی بهینه و کارایی بالا احساس می‌شود. فرآیند جداسازی مواد قابل رسوب غیرآلی از آب خالص توسط نیروی جاذبه، یکی از اصلی‌ترین فرآیندهای مورد استفاده درصنعت آب جهت تصفیه فاضلاب‌های صنعتی و خانگی است. از آنجا که نزدیک به یک سوم هزینه کل سرمایه‌گذاری در تصفیه خانه‌ها معمولا به ساخت حوضچه‌های رسوبگذار اختصاص دارد و نیز مشخصات آب ورودی به واسطه افزایش جمعیت شهرها نوسان زیادی دارد، بنابراین افزایش بازده حوضچه‌ها نه تنها از لحاظ فنی سبب افزایش عمرمفید قسمت‌های دیگر تصفیه خانه می‌شود، بلکه از نظر اقتصادی و زیست محیطی نیز توجیه‌پذیر می‌باشد و موضوع مطالعات متعدد تجربی، تحلیلی و عددی می‌باشد. جهت دستیابی به این هدف می‌توان با انجام تغییراتی در ساختار هندسی حوضچه‌ها، بازده ته‌نشینی ذرات و الگوی جریان سیال درون آنها را بهبود بخشید. اضافه نمودن بافل میانی یکی از راه‌های تغییر ساختار جریان در حوضچه‌های رسوبگذار است. ایده اصلی بکارگیری بافل در حوضچه ثانویه، جلوگیری از حرکت جت جریان چگال در کف و اتصال کوتاه بین ورودی و خروجی می‌باشد که بدین ترتیب می‌تواند عملکرد حوضچه را بهبود ببخشد[۱]. به منظور مدل‌سازی عددی حوضچه‌های رسوب‌گیر از نرم‌افزارهای عددی از جمله فلوتریدی[1]، فلوئنت[2]، اپن‌فوم[3] استفاده می‌شود. این نرم‌افزارها یکی از ابزارهای قدرتمند در مکانیک سیالات محاسباتی می‌باشند که کاربردهای موفقی در زمینه‌های مختلف سازه‌های هیدرولیکی همچون مدل‌سازی سرریزها، آبشستگی، شکست سد و حوضچه‌های رسوب‌گیر داشته‌اند. باتوجه به اهمیت موضوع، در این زمینه تحقیقات چندی انجام شده است. در دهه اخیر، فیروزآبادی و همکاران، مطالعه تجربی جهت ارزیابی جریان ذرات در یک حوضچه رسوب‌گذار مستطیل شکل انجام دادند و از کائولین به عنوان ذرات جامد استفاده کردند. اثرات تنظیمات بافل بر روی سرعت و پروفیل غلظت در طول حوضچه بررسی شد. عملکرد حوضچه رسوب‌گذار به طور مستقیم با اندازه‌گیری میانگین غلظت در طول حوضچه ارزیابی شد و به منظور تعیین بهترین تنظیمات بافل، دو چیدمان یک و دو بافل با ارتفاعات مختلف بررسی شد. در همه شرایط بررسی شده، بافل میانی با ارتفاع مناسب کارآمد بوده و رسوب را افزایش داده است[۲]. شاهرخی و همکاران، وجود بافل با زوایای مختلف و تأثیر آن بر هیدرودینامیک میدان جریان را در یک حوضچه رسوب‌گذار اولیه با استفاده از یک مدل محاسباتی بررسی کردند. نتایج تجربی و محاسباتی نشان دهنده این بود که زاویه برخورد ۹۰ درجه، زمینه جریان مطلوبی را فراهم می‌کند[۳]. شاهرخی و همکاران از مدل‌های عددی جهت جانمایی بافل‌ها در حوضچه‌های رسوب‌گذار اولیه استفاده کردند. نتایج نشان داد که رابطه خوبی بین نتایج مدل عددی و آزمایش‌های تجربی وجود دارد[۴]. حیدری و همکاران، تأثیر زاویه بافل را در حوضچه‌های رسوب‌گذار مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بافل در زاویه ۶۰ درجه، دارای حداقل مقدار حجم گردابه و تنش برشی در بستر و در نتیجه بهترین عملکرد می‌باشد[۵]. فانگ‌هه و همکاران از مدل آشفتگی $k-\varepsilon$ و RNG به منظور مدل‌سازی حوضچه‌های رسوب‌گذار ثانویه استفاده کردند. در این پژوهش مشاهده شد که فاصله ۳۰۰ میلی‌متر بافل‌ها از یکدیگر سبب افزایش کارآیی رسوب‌گیری می‌شود[۶]. سعیدی و همکاران، با توجه به مشخصات هیدرولیکی جریان، اثر ترکیب‌های مختلف بافل در حوضچه رسوب‌گذار را بررسی نمودند و بهترین هندسه بافل را ارائه نمودند. نتایج نشان داد که جریان در حوضچه رسوب‌گذار به شدت تحت تاثیر بود و همچنین اجرای بافل‌ها با ارتفاع کمتر و نزدیک به ورودی

[1] Flow 3D
[2] Fluent
[3] OpenFoam

www.SID.ir

Archive of SID

حوضچه و بافل‌ها با ارتفاع بیشتر و دور از ورودی حوضچه دارای تاثیر بالاتری در رسوب‌گیری حوضچه است[۷]. از سوی دیگر، امروزه بررسی کارایی با استفاده از تحلیل پوشش داده‌ها[۴] (DEA)، از جایگاه بالایی برخوردار است. مهرابیان و فرهادی، نیروگاه‌های برق‌آبی از دیدگاه انرژی، زیست محیطی، اقتصادی و اشتغال‌زایی را با نیروگاه‌های سوخت فسیلی و همچنین دیگر منابع انرژی تجدید پذیر به کمک تحلیل پوشش داده‌ها مقایسه نمودند[۸]. نجاری و ارجمند، نیروگاه های برق‌آبی مستقر بر ۳۲ سد ایران را با تکنیک تحلیل پوشش داده ها و به کارگیری توابع مفصلی در فرآیندهای مرزی تصادفی بررسی نمودند[۹]. با فهم و محمد زاده، ۲۶ واحد زیر مجموعه شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی را مطالعه و ۸ واحد را کارا و ۱۸ واحد را ناکارا اعلام کردند[۱۰]. سراج الدین و همکاران، با استفاده از تحلیل پوشش داده‌ها، کارایی آب مصرفی محصول نیشکر در استان خوزستان را بررسی کردند و نتایج نشان داد میانگین کارایی مصرف آب آبیاری برای کشت نیشکر حدود ۷۰ درصد و میانگین کارایی کل نهاده‌ها برای تولید حدود ۸۰ درصد بود[۱۱]. شریف نژاد و پرورش ریزی، ارزیابی کمی عملکرد ایستگاه پمپاژ آب سبیلی استان خوزستان را به روش تحلیل پوشش داده‌ها بررسی کردند. نتایج نشان داد کارایی متوسط ایستگاه سیبیلی، ۶۹ درصد بود[۱۲]. در ادامه به بررسی کارایی حوضچه‌های رسوب‌گذار اولیه با تکنیک تحلیل پوشش داده‌ها می‌پردازیم.

۲- مدل عددی

در پژوهش حاضر، ورودی و خروجی‌های مورد استفاده جهت بررسی کارایی حوضچه‌های رسوب‌گذار اولیه از مدل عددی سعیدی و همکاران استفاده شده است[۱۳]. آن‌ها هیدرولیک جریان ورسوب را برای حوضچه‌های بدون تیغه، حوضچه‌های با یک تیغه و حوضچه‌های با دو تیغه بررسی و مقایسه کردند. بطور کلی ۱۶ حالت مختلف برای مدل‌سازی انتخاب کردند که مشخصات آن‌ها در جدول (۱) ارائه شده است. در این جدول فاصله قرارگیری تیغه‌های ۱ و ۲ از ابتدای حوضچه به ترتیب L1 و L2 و ارتفاع تیغه نیز h در نظر گرفته شده است.

[4] Data Envelopment Analysis

www.SID.ir

Archive of SID
ISSN ONLINE: 2588-7122- ISSN PRINT: 2588-6886 ، دوره چهارم، شماره ۱، ۱۳۹۹، صفحه: ۲۱-۲۹

جدول۱: مشخصات مدل عددی بررسی شده.

مدل شماره	تعداد تیغه	(L1/L ,L2/L)	(h/H)
۱	بدون تیغه	-	-
۲		۰/۰۵	۰/۳
۳		۰/۲۵	۰/۳
۴		۰/۴۵	۰/۳
۵		۰/۶۰	۰/۳
۶		۰/۰۵	۰/۴
۷	تک تیغه	۰/۲۵	۰/۴
۸		۰/۴۵	۰/۴
۹		۰/۶۰	۰/۴
۱۰		۰/۰۵	۰/۵
۱۱		۰/۲۵	۰/۵
۱۲		۰/۴۵	۰/۵
۱۳		۰/۶۰	۰/۵
۱۴		۰/۶-۰/۰۵	۰/۳
۱۵	دو تیغه	۰/۶-۰/۲۵	۰/۳
۱۶		۰/۶-۰/۴۵	۰/۳

۳- روش های اندازه گیری کارایی

محاسبه کارایی واحد های تصمیم‌گیری نقش اساسی در بحث های اقتصادی و مدیریتی دارد. فارل از اولین افرادی بود که مجموعه روشهای مبتنی بر نظریه اندازه گیری کارایی را بیان کرد و امکان عملی اندازه‌گیری آن در دهۀ ۱۹۷۰ به دو روش پارامتریک و ناپارامتریک ممکن شد. یادآوری می شود که روشهای ناپارامتری نیاز به فرضیه های اندکی راجع به ساختار تابع تولید و نیز اعمال محدودیت به ورودی و خروجی دارند. روش تحلیل مرزی تصادفی[۵](SFA)، تحلیل مرزی پهن[۶](TFA) و تحلیل بدون توزیع[۷] (DFA)از روش‌های پارامتریک هستند. از روش‌های ناپارامتریک می‌توان به روش تحلیل پوششی داده ها (DEA) و تحلیل بدون رویه[۸] (FDH) اشاره کرد.

۴- تحلیل پوشش داده ها

تحلیل پوششی داده ها روشی ناپارامتری برای ارزیابی کارایی واحد های تصمیم‌گیری است که اولین مدل آن توسط چارنس و همکاران (۱۹۷۸) مطرح گردید. مدل آنها CCR می باشد که حرف اول هر کدام از نویسندگان را به خود گرفته است. فرم اصلی با رویکرد ورودی این مدل برای ارزیابی کارایی واحد تصمیم‌گیری k ام بصورت زیر است:

[5] Stochastic Frontier Analysis
[6] Thick Frontier Analysis
[7] Distribution Free Analysis
[8] Free Distribution Hull

www.SID.ir

Archive of SID
ISSN ONLINE: 2588-7122- ISSN PRINT: 2588-6886 ، دوره چهارم، شماره ۱، ۱۳۹۹، صفحه: ۲۱-۳۹

$$\max \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk} \qquad (۱)$$

که شامل

$$\sum_{i=1}^{k} v_i x_{ik} = 1$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \geq 0;$$

$$v_i, u_r \geq 0 \qquad i = 1,2, \dots \dots, m \qquad j = 1,2, \dots ., n \qquad r = 1,2, \dots \dots, s$$

که در آن n تعداد واحد های تصمیم‌گیری با m ورودی که بصورت $x_{ik}, i = 1,2, \dots, m$ نشان داده شده و دارای s خروجی که با $y_{rk}, r = 1,2, \dots, s$ نشان داده شدند. v_i و u_r بترتیب وزن‌های ورودی iام و خروجی rام هستند. مدل تغییر یافته و یا به عبارتی بهبود یافته CCR ، توسط بنکر و همکاران (۱۹۸۴) ارائه شد و با حرف اول نویسندگان مقاله مدل BCC نام گرفت. این مدل با استفاده از مرز کارایی مقدار کارایی محض واحدهای تصمیم‌گیری را مشخص می‌کند. فرم اولیه با رویکرد ورودی این مدل برای ارزیابی کارایی واحد تصمیم‌گیری kام بصورت زیر است:

$$\min \theta_k \qquad (۲)$$

که شامل

$$\theta_k x_{ik} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^{m} \lambda_j y_{rj} - y_{rk} \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \quad , \quad \lambda_j \geq 0$$

که در آن θ_k مقدار کارایی واحد تصمیم گیری kام و n تعداد واحدهای تصمیم‌گیری با m ورودی بصورت x_{ik} که $i = 1,2, \dots, m$ نشان داده شده و دارای s خروجی که با $r = 1,2, \dots, s$ نشان داده شدند. λ_k شدت یا وزن واحد تصمیم‌گیری kام است. اگر θ_k برابر یک محاسبه شد به این معناست که آن واحد تصمیم‌گیری کارا است.

www.SID.ir

Archive of SID

۵- تحلیل کارایی حوضچه های رسوب گذار اولیه

هدف اصلی در این بخش اعمال مدل‌های بحث شده در بخش چهارم بر روی حوضچه‌های رسوب‌گذار اولیه و نتیجه‌گیری میزان کارایی آن‌ها می‌باشد. درجدول (۱) مدل‌های مورد بحث به همراه مشخصات مورد نیاز آن‌ها ارائه شده است. برای ارزیابی کارایی حوضچه‌ها از روش تحلیل پوشش داده‌ها (CCR و BCC) استفاده شده است. برای این منظور فاصله بدون تیغه از ابتدای حوضچه(L1/L,L2/L)، ارتفاع بدون بعد تیغه(h/H) و غلظت مواد رسوبی به عنوان ورودی و راندمان رسوب‌گذاری به عنوان خروجی انتخاب شدند. . برای محاسبات کارایی تکنیکی با روش تحلیل پوششی داده ها از نرم افزار Matlab استفاده شده است. در جدول(۲)، نتایج محاسبات کارایی حوضچه‌ها به همراه رتبه هر کدام با دو روش بحث شده نشان داده شده است. با روش BCC حوضچه‌های کارا عبارتند از: مدل‌های ۱، ۲، ۱۱ و با روش CCR، مدل ۲ به عنوان واحد کارا تعیین شد. همبستگی بین نتایج CCR وBCC برابر ۰/۷۵۴ است.

جدول۲ : کارایی روشی حوضچه‌های مورد مطالعه با تحلیل پوشش داده‌ها.

مدل شماره	CCR		BCC	
-	کارایی	رتبه	کارایی	رتبه
۱	٪۹۶/۶۲	۲	٪۱۰۰	۱
۲	٪۱۰۰	۱	٪۱۰۰	۱
۳	٪۶۶/۵۱	۷	٪۶۶/۶۷	۷
۴	٪۶۱/۷۸	۱۰	٪۶۲/۰۷	۸
۵	٪۶۶/۲۵	۸	٪۶۶/۶۷	۷
۶	٪۵۷/۸	۱۲	٪۶۸/۹۷	۵
۷	٪۴۹/۱۷	۱۴	٪۵۹/۷۷	۹
۸	٪۴۷/۱۷	۱۵	٪۵۷/۴۷	۱۱
۹	٪۴۴/۲۸	۱۶	٪۵۴/۰۲	۱۲
۱۰	٪۶۳/۵۹	۹	٪۷۸/۱۶	۴
۱۱	٪۷۸/۵۱	۳	٪۱۰۰	۱
۱۲	٪۷۳/۱۵	۴	٪۹۷/۷۰	۲
۱۳	٪۷۱/۶۳	۵	٪۹۶/۵۵	۳
۱۴	٪۵۱/۳۷	۱۳	٪۵۱/۷۲	۱۳
۱۵	٪۶۷/۲	۶	٪۶۷/۸۲	۶
۱۶	٪۵۷/۹۵	۱۱	٪۵۸/۶۲	-۱۰

به عنوان نتیجه‌گیری کلی از دو روش می‌توان گفت کارایی مدل شماره ۲ در روش CCR و مدل‌های ۱، ۲ و ۱۱ در روش BCC رتبه اول را کسب نموده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID
ISSN ONLINE: 2588-7122- ISSN PRINT: 2588-6886 ، دوره چهارم، شماره ۱، ۱۳۹۹، صفحه: ۲۱-۲۹

۶- جمع بندی و نتیجه گیری

برای ارزیابی کارایی ۱۶ مدل مختلف حوضچه رسوب‌گذار اولیه از روش تحلیل پوشش داده‌ها(BCC،CCR) استفاده شده است. فاصله بدون تیغه از ابتدای حوضچه(L1/L, L2/L)، ارتفاع بدون بعد تیغه(h/H) و غلظت مواد رسوبی ،راندمان رسوب‌گذاری به عنوان خروجی انتخاب شدند. محاسبات نشان داد که نتیجه کارایی و رتبه حاصل از هر دو روش برای حوضچه‌ها متفاوت است. از این رو به عنوان نتیجه کلی،میانگین کارایی حاصل از دو روش محاسبه شد و سپس رتبه حوضچه‌ها با توجه به میانگین کارایی حاصل محاسبه شد که رتبه اول به مدل شماره ۲ و رتبه آخر به مدل شماره ۹ تعلق گرفت. همچنین پیشنهاد می‌شود علاوه بر روش ناپارامتری تحلیل پوشش داده‌ها، از روش پارامتری فرآیندهای مرزی تصادفی و روش توابع مفصلی در روش پارامتری فرآیندهای مرزی تصادفی استفاده شود و نتایج بدست آمده با یکدیگر مقایسه گردند.

۷- مراجع

[1]- Farzin, S., 2009, **Experimental investigation of effects of single and mixed baffles on removal efficiency and flow hydrodynamics in secondary sedimentation tank**, M.Sc. thesis, Faculty of civil engineering, University of Tabriz. (In Persian)

[2]-Asgharzadeh, H., Firoozabadi, B., and Afshin, H., 2011, **Experimental investigation of effects of baffle configurations on the performance of a secondary sedimentation tank**, Scientia Irainica, 18(4), 938-949.

[3]- Shahrokhi, M., Rostami, F., Md Said, M., Sabbagh-Yazdi, S., Syafalni, S., and Abdullah, R., 2012, **The effect of baffle angle on primary sedimentation tank efficiency**, Canadian Journal of Civil Engineering, 39, 293-303.

[4]- Shahrokhi, M., Rostami,F., Md Said,M., and Syafalni, S., 2013, **Numerical modeling of baffle location effects on the flow pattern of primary sedimentation tanks**, Applied Mathematical Modelling, 37, 4486-4496.

[5]- Heydari, M., Shafai Bajestan, M., Kashkuli, H., and Sedghi, H., 2013, **The Effect Angle of Baffle on the Performance of Settling Basin**, World Applied Sciences Journal, 21(6), 829-837.

[6]- Fang, H., Jian, W., and Wei, C., 2018, **Numerical simulation and analysis of the effect of baffle distance and depth on solid-liquid two-phase flow in circular secondary clarifier**, International Journal of Heat and Technologhy, 36, 111-117.

[7]- Saeedi, E., Behnamtalab, E., and Salehi Neyshabouri, S., 2018, **Numerical simulation of baffle effect on the performance of sedimentation basin**, Water and Environment Journal Promothing Sustainable Solutions, 1, 1-11.

[8]- Mehrabian, M., and Farhadi, M., 2004, **Review of hydroelectric power plants from energy, environmental, economic, renewable, tourism and employment perspectives**, 3rd Conference on Energy Conservation in Building, February, Tehran, Iran. (In Persian)

[9]- Najjari, V., and Arjomand, M., 2016, **Investigation of 32 iranian dams and the efficiency of their power plants**, Dam and Hydroelectric Power plant, 3(9) , 55-66. (In Persian)

[10]- Bafahm, A., and Mohammadzadeh, A., 2016, **Investigating the efficiency of the units covered by the Water and Sewerage Company of East Azerbaijan Province using Data Envelopment Analysis**, 6th International Conference on Management and Accounting and 3rd

www.SID.ir

Archive of SID
ISSN ONLINE: 2588-7122- ISSN PRINT: 2588-6886 ، دوره چهارم، شماره ۱، ۱۳۹۹، صفحه: ۲۱-۲۹

International Conference on Entrepreneurship and Open Innovation, November, Tehran, Iran. (In Persian)

[11]- Serajaddin, A., Fattahi Ardakani, A. Fehresti Sani, M. and Neshat, A., 2017, **Dynamic analysis of technical efficiency of water use in crop (DEA approach)**, Agricultural economics, 10(4), 177-188. (In Persian)

[12]- Sharifnezhad, A., and Parvaresh Rizzi, A., 2017, **Quantitative evaluation of the performance of agricultural water pumping station by data coverage analysis method (Case study: Khuzestan province's main mobile pumping station)**, Iranian Water Researches Journal, 22, 175-179. (In Persian)

www.SID.ir