

## Determining The Optimal Tariff for Treated Wastewater In The Agricultural Sector in The South of Tehran Province

SAEED YAZDANI<sup>1\*</sup>, MARYAM HASANVAND<sup>2</sup>, HAMED RAFIEI<sup>3</sup>, IRAJ SALEH<sup>4</sup>

1, Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture Economics and Development, University of Tehran, Tehran, Iran

2, PhD student, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture Economics and Development, University of Tehran, Tehran, Iran

3, Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture Economics and Development, University of Tehran, Tehran, Iran

4, Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture Economics and Development, University of Tehran, Tehran, Iran

(Received: Dec. 6, 2020- Accepted: Feb. 14, 2021)

### ABSTRACT

The aim of this study is to determine the optimal tariff for treated wastewater in the agricultural sector in the south of Tehran province. In order to achieve this goal, Used of positive mathematical programming (PMP) optimization method and the conditional valuation method (CVM) to estimate the conservation value. The required information was collected by completing 470 questionnaires by two-stage cluster sampling in the south of Tehran province in 2019. Based on the results, the cost price of treated wastewater was determined to be 21,523 Rial per cubic meter in Tehran province. Market price for each cubic meter of treated wastewater in Qarchak, Pishva, Rey and Varamin cities is 4444, 5556, 9778 and 5000 Rial respectively, value Marginal production is 10080, 15720, 17090 and 12370 Rial and willingness to pay of farmer 9474, 10136, 10173 and was determined to be 10671 Rial. Finally, by examining the conditions of market formation, the optimal tariff for treated wastewater in the south of Tehran province ( $P_{EWW}$ ) was determined to be 10,114 Rial per cubic meter. Due to the high cost price of each cubic meter of treated farmers are, it is suggested that the private sector enter the wastewater treatment market, because it can pay the difference between the cost price and the willingness to pay of farmers for the treated wastewater from government environmental assistance.

**Keywords:** Tariff, Optimal, Wastewater, Conditional Valuation, Positive Mathematical Planning

### Objectives

Increasing demand for agricultural products and frequent droughts have made water scarcity one of the main challenges in the agricultural sector. Therefore, managing water supply and demand and striving to save and make optimal use of this input is important (Ebrahimi et al., 2013). Given that an increase in population of large cities has led to a sharp increase in the volume of domestic and municipal wastewater. Wastewater is one of the main sources of irrigation in agricultural sector (Tanji, 1997). Therefore, by increasing the limitation of water resources, one of the effective solutions can be the treatment of existing wastewater and make use of it as the only sustainable water source for irrigation of agricultural products (Bani-Melhem et al., 2015). In this regard, paying for changes or improvements in water quality would be an important issue. The aim of the present study is to manage the demand and supply of water and the use of treated wastewater in the agricultural sector. The present study seeks to determine the optimal tariff rate for treated wastewater in the agricultural sector of Tehran province.

### Methods

In the first part of the study, the positive mathematical programming (PMP) method applied to estimate the economic value of water input. According to the studies of Howitt (1995) and Paris & Howitt (1998), PMP defined as a method with three steps. Positive mathematical programming is an experimental analysis method that uses all available information, no matter how scarce.

In the second part, a hypothetical market formed for farmers to "estimate the value of changes in wastewater quality". The purpose of this hypothetical market is to determine the willingness to pay of farmers to use of treated wastewater in their production process. A method, which forms a hypothetical market, is the conditional valuation method (CVM) and offer the proposed amount in exchange for wastewater treatment.

The required data collected through a survey and secondary data published by different official sources. A two-stage cluster sampling method used to select the samples. The size of the population, which includes the number of farmers in the study area (i.e. Varamin, Rey, Pishva, and Qarchak cities), was 126, 123, 123, and 99 respectively and in total 470 questionnaires were completed. Different soft were such as Excel, SHAZAM and LINGO used to extract the results of the models.

### Results

In order to determine the optimal tariff rate for treated wastewater, four variables such as Treatment-cost price, current price, economic and farmers' willingness to pay also for each cubic meter of treated wastewater must be estimated. To estimate the Treatment-cost price per cubic meter of treated wastewater, the information of Tehran Wastewater Company and South Tehran Wastewater Treatment Plant for units 7 and 8 were used. The total estimated Treatment-cost was about 51.656 billion Rials and the total amount of treated Wastewater during the 30 years of the useful life of the project was about 2.400 million cubic meters. As a result, the Treatment-cost price for each cubic meter of treated wastewater is about 21,523 Rials.

The current price per cubic meter of treated effluent in Qarchak, Pishva, Rey, and Varamin counties were 4444, 5556, 9778, and 5000 Rials, respectively.

Estimation of the economic value of each cubic meter of treated Wastewater was a positive mathematical programming method. For cropping pattern, the acreage of strategic crops applied. The economic value of each cubic meter of treated wastewater in Qarchak, Pishva, Rey, and Varamin counties was determined to be about 10080, 15720, 17090, and 12370 Rials, respectively.

According to the conditional valuation method (CVM) and the results of the Logit model, the farmer's willingness to pay per cubic meter in Qarchak, Pishva, Rey, and Varamin counties were estimated about 9474, 10136, 10173, and 10671 Rials and in the south of Tehran province about 10114 Rials.

To determine the optimal tariff rate, the first condition of market formation and exchange of Treated Wastewater ( $WTPP^1 \geq PCWW^2$ ) and the second condition ( $WTPP \leq VMPWW^3$ ) met. The optimal tariff for per cubic meter of treated effluent in Qarchak, Pishva, Rey, and Varamin counties estimated about 9,474, 10,136, 10,173, and 10,671 Rials. Also, the optimal tariff for each cubic meter of treated wastewater in the agricultural sector in the south of Tehran province was estimated about 10,114 Rials.

### Discussion

The optimal tariff for treated wastewater, in each city and in the south of Tehran province is higher than the current price but is lower than the Treatment-cost price. Comparing to the results of different studies (Ratna Reddy & Behera, 2006; Lindhjem, 2007; Eminiano et al, 2010) it seems that the Treatment-cost price in our study is high and is more than the current price. To compensate for this discrepancy between the optimal tariff set and the Treatment-cost price, the government and private sector support for wastewater treatment needed.

The private sector can enter the wastewater treatment market in a number of ways, making the treated wastewater "only for the cultivation of vegetables and herbs crops with high economic value." The second case is "increasing volume of inlet wastewater in the wastewater treatment plant to reduce the cost". The private sector can get involved in the gray water issue and spend part of the treatment costs on wastewater treatment.

---

1. Willingness to pay Producers  
2. current price of treated Wastewater  
3. Value of Marginal product of treated Wastewater

## تعیین تعرفه بهینه پساب تصفیه‌شده در بخش کشاورزی جنوب استان تهران

سعید یزدانی<sup>۱\*</sup>، مریم حسن وند<sup>۲</sup>، حامد رفیعی<sup>۳</sup>، ایرج صالح<sup>۴</sup>

- ۱، استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
  - ۲، دانشجو دکتری گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
  - ۳، استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
  - ۴، دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- (تاریخ دریافت: ۹۹/۹/۱۶ - تاریخ تصویب: ۹۹/۱۱/۲۶)

### چکیده

هدف مطالعه حاضر، تعیین تعرفه بهینه پساب تصفیه‌شده در بخش کشاورزی جنوب استان تهران است. به منظور دستیابی به این هدف از روش برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) و برای برآورد ارزش حفاظتی از روش ارزش‌گذاری مشروط (CVM) استفاده شد. اطلاعات مورد نیاز با تکمیل ۴۷۰ پرسشنامه به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای در جنوب استان تهران در سال ۱۳۹۸ جمع‌آوری گردید. براساس نتایج قیمت تمام شده پساب تصفیه شده ۲۱،۵۲۳ ریال به ازای هر متر مکعب در استان تهران تعیین گردید، قیمت تحویلی برای هر متر مکعب پساب تصفیه‌شده در شهرهای قرچک، پیشوا، ری و ورامین به ترتیب ۴۴۴۴، ۵۵۵۶، ۹۷۷۸ و ۵۰۰۰ ریال، ارزش اقتصادی ۱۰۰۸۰، ۱۵۷۲۰، ۱۷۰۹۰ و ۱۲۳۷۰ ریال و تمایل به پرداخت کشاورزان ۹۴۷۴، ۱۰۱۳۶، ۱۰۱۷۳ و ۱۰۶۷۱ ریال تعیین گردید. در نهایت، با بررسی شرایط تشکیل بازار، تعرفه بهینه پساب تصفیه‌شده در بخش کشاورزی جنوب استان تهران (PEWW) ۱۰،۱۱۴ ریال به ازای هر متر مکعب تعیین گردید. با توجه به بالا بودن قیمت تمام شده هر متر مکعب پساب تصفیه شده، پیشنهاد می‌گردد بخش خصوصی وارد بازار تصفیه پساب گردد، زیرا می‌تواند مابه‌التفاوت قیمت تمام شده و تمایل به پرداخت کشاورزان برای پساب تصفیه‌شده را از محل کمک‌های زیست‌محیطی دولتی پرداخت نماید.

### واژه‌های کلیدی: تعرفه، بهینه، پساب، ارزش‌گذاری مشروط، برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی

#### مقدمه

جمعیت و تمرکز آن در شهرهای بزرگ موجب افزایش شدید حجم فاضلاب‌های خانگی و شهری گردیده است. در تمام کشورهای در حال توسعه کشاورزان در مناطق شهری و نزدیک به شهر که نیاز به آب دارند اغلب چاره‌ای دیگر جز استفاده از فاضلاب برای آبیاری ندارند. حتی گاهی کشاورزان عمداً از فاضلاب استفاده می‌کنند، زیرا فاضلاب منبعی از نیتروژن و سایر مواد مغذی است

افزایش روزافزون تقاضا برای محصولات کشاورزی و نیز خشکسالی‌های مکرر باعث شده است که کمبود آب از جمله چالش‌های اصلی در بخش کشاورزی به‌شمار آید. بنابراین، مدیریت عرضه و تقاضای آب و کوشش در جهت صرفه‌جویی و استفاده بهینه از این نهاده امری حائز اهمیت می‌باشد (Ebrahimi et al., 2013). افزایش

فرآیند تصفیه و هزینه‌های که برای تصفیه اصولی آن انجام می‌شود اهمیت زیادی دارد قیمت تعیین شده برای هر مترمکعب پساب تصفیه شده در صورتی که کمتر از هزینه‌های تصفیه باشد، بحث تصفیه پساب مقرون به-صرفه نیست. از طرفی، قیمت باید به شکلی تعیین گردد که کشاورزان توان پرداخت آن را داشته باشند و رغبت آن‌ها برای استفاده از پساب تصفیه شده و عدم استفاده از پساب خام بیشتر گردد. براین اساس، مطالعه حاضر به تعیین تعرفه بهینه برای پساب تصفیه شده در بخش کشاورزی جنوب استان تهران می‌پردازد. در این مطالعه ابتدا قیمت تمام شده و قیمت تحویلی هر مترمکعب پساب تصفیه شده محاسبه می‌گردد. سپس، ارزش تولید نهایی (Value marginal production) در مزرعه و در انتها، ارزش حفاظتی از نظر کشاورزان برای هر متر-مکعب پساب تصفیه شده محاسبه می‌گردد. برای برآورد ارزش تولید نهایی از برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (Positive Mathematical Programming) و برای برآورد ارزش حفاظتی پساب تصفیه شده از نظر کشاورزان نیز، از روش ارزش‌گذاری مشروط (Conditional valuation method) استفاده شد.

در زمینه برآورد ارزش اقتصادی آب در بخش کشاورزی با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی مطالعات زیادی انجام شده است. از جمله Azuara et al. (2009) به برآورد ارزش اقتصادی آب در شرایط مختلف، Medellin-Azuara et al. (2010) ارزش اقتصادی آب آبیاری در شمال مکزیک پرداختند، همچنین، Gallego- Alyala et al. (2012) ارزش اقتصادی آب در کشور اسپانیا، Frija et al. (2013) ارزش آب در آبیاری گندم در منطقه قیروان کشور تونس، Ziolkowska (2015) قیمت سایه‌ای آب برای چهار محصول ذرت، کتان، گندم، سویا و سورگوم را در دشت‌های تگزاس شمالی، تگزاس جنوبی و دشت‌های نبراسکا برآورد نمودند. از طرف دیگر، Watto & Muger (2016) با داده‌های مقطعی ۲۰۰ مزارع در پنجاب پاکستان، به بررسی تقاضای مستهلک شده آب‌های زیرزمینی برای آبیاری پرداختند. Fengjiao et al. (2016) مطالعه‌ای به ارزیابی اقتصادی مدیریت آب‌های زیرزمینی برای کشاورزی در شهر لانچنگ واقع در شمال چین پرداختند. در ایران نیز

و یا نسبت به دیگر منابع آبی ارزانتر است (Qadir et al., 2010). یکی از مهم‌ترین موارد استفاده پساب، کاربرد در آبیاری محصولات کشاورزی است باید توجه داشت که شرط استفاده موفقیت‌آمیزی از فاضلاب و پساب در کشاورزی، در نظر گرفتن اثرات آن بر محیط‌زیست و محصولات کشاورزی و بهداشت و تندرستی انسان‌ها می‌باشد، در غیراین صورت آسیب‌های جدی به طبیعت و جوامع انسانی وارد خواهد آمد (Tanji, 1997). با افزایش محدودیت منابع آب، یکی از راهکارهای کاهش پیامدهای ناشی از بروز بحران آب، می‌تواند تصفیه فاضلاب موجود و استفاده از آن به‌عنوان تنها منبع آب پایدار برای آبیاری محصولات کشاورزی باشد (Bani-Melhem et al., 2015).

استان تهران از جمله استان‌هایی است که از فاضلاب در بخش کشاورزی استفاده می‌کند. ۷۰ درصد از فاضلاب تهران که به جنوب این شهر روانه می‌شود، خانگی و غیرصنعتی است که همراه با آب‌های سالم رودخانه‌های ارتفاعات پایتخت وارد منطقه جنوب می‌شود. با وجود این، فاضلاب صنعتی نقش بسیار زیادی در آلوده نمودن آب‌های جنوب استان تهران دارد (Tehran Sewerage Company, 2020) حدود ۱۳۲ هزار هکتار اراضی آبی کشاورزی است که بخشی زیادی از این اراضی با فاضلاب خام آبیاری می‌شود. از بین شهرستان‌های استان تهران، چهار شهرستان ورامین، ری، قرچک و پیشوا از مهم‌ترین شهرستان‌های استفاده‌کننده از فاضلاب خام می‌باشند و مهم‌ترین نگرانی استفاده فاضلاب در آبیاری سبزیجات و صیفی-جات است که به‌صورت خام مصرف می‌شوند (Agricultural Jihad Organization of Tehran Province, 2020). در راستای توسعه پایدار و کاهش اثرات محیط‌زیستی، اجتماعی و همچنین، بهداشت و سلامت، تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب استان تهران، فاضلاب را تصفیه و به بخش کشاورزی انتقال می‌دهد، فاضلاب تصفیه شده از طریق کانال به اراضی زراعی دشت ورامین انتقال داده می‌شود (Tehran Sewerage Company, 2020) در نتیجه، با توجه به کمبود آب، استفاده از پساب به‌عنوان یک منبع ارزشمند آب مطرح است و با گذشت زمان اهمیت آن نیز بیشتر خواهد شد.

توسعه پایدار خواهد شد. مطالعه حاضر به دنبال تعیین تعرفه بهینه برای پساب تصفیه‌شده می‌باشد که با پرداخت هزینه منطقی توسط کشاورزان متناسب با تولید ایجاد شده و همچنین، متناسب با تمایل به پرداخت برای پساب تصفیه‌شده، در جهت تصفیه هرچه بیشتر پساب استان تهران به شرکت فاضلاب تهران کمک نماید و یا در صورت بیشتر بودن هزینه تصفیه از توان کشاورزان، راهکار مناسب به دولت و سازمان‌های مربوطه ارائه شود.

### مواد و روش‌ها

در بخش اول مطالعه برای برآورد ارزش اقتصادی نهاده آب از روش برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) استفاده شد. برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی یک روش تحلیل تجربی است که از تمام اطلاعات موجود، فارغ از اینکه به چه میزان کمیاب هستند، استفاده می‌کند. این روش در وضعیتی که داده‌های سری زمانی اندکی در دسترس است به‌ویژه در تحلیل‌های منطقه‌ای و بخشی کشورهای در حال توسعه و تحلیل اقتصادی زیست‌محیطی مفید می‌باشد (Henry et al, 2007; Arfini, 2003; Roham & Dabert, 2003). طبق مطالعات (Howitt, 1995) و (Paris & Howitt, 1998)، PMP به‌عنوان یک روش در طی سه مرحله دنبال می‌شود. سه مرحله برای برآورد تابع هدف درجه دوم در مدل PMP به‌صورت زیر می‌باشد. در گام اول: با فرض حداکثر بازده برنامه‌ای در مرحله نخست از مدل‌سازی PMP الگوی اولیه به صورت زیر تصریح می‌گردد (Paris & Howitt, 1998):

$$\text{Maximise: } Z = p'x - c'x \quad (1)$$

$$\text{Subject to: } AX \leq b \quad [\lambda] \quad (2)$$

$$x \leq x_0 + \varepsilon \quad [\rho] \quad (3)$$

$$x > 0 \quad (4)$$

که در آن  $Z$ : ارزش تابع هدف،  $P$ : بردار  $(n \times 1)$  قیمت‌های محصول،  $X$ : بردار  $(n \times 1)$  غیر منفی از سطوح فعالیت‌های تولیدی،  $C$ : بردار  $(n \times 1)$  از هزینه حسابداری هر واحد از فعالیت،  $A$ : ماتریس  $(M \times N)$  ضرایب در محدودیت‌های منابع،  $b$ : بردار  $(m \times 1)$  مقادیر منابع در

محققان زیادی به برآورد ارزش اقتصادی آب آبیاری در بخش کشاورزی با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) پرداختند (Asadi et al, 2007; Roushanaei et al, 2010; Rahnama et al, 2011; Pourn et al, 2016; Zeraatkish, 2016; Amirnejad et al, 2017; Parhigar & Badi Barzin, 2017; Mousavi et al, 2018).

برای برآورد ارزش حفاظتی بهبود کیفیت آب که بازار ندارند و دارای ارزش محیط‌زیستی است مطالعاتی انجام شده که به برخی از آن‌ها پرداخته شد. Jones et al. (2007) در یونان به بررسی ارزش حفاظتی و ارزش‌گذاری منافع بهبود کیفیت آب‌های سطح شهر میل تینی برای ایجاد سیستم‌های تصفیه فاضلاب پرداختند. Haq et al. (2010) در مطالعه‌شان کیفیت آب در ناحیه ابوت آباد پاکستان را مورد تحلیل و بررسی قرار دادند. Hai et al. (2013) به برآورد ارزش غیرمصرفی سبزیجات ارگانیک در ویتنام با تغییر کیفیت آب پرداختند. Githukia et al. (2014) وضعیت برداشت و ترجیحات مصرف‌کنندگان برای تیالایبی دریاپی و پرورشی نیل و گربه ماهی‌های آفریقایی در شهرهای مرکزی کنیا را بررسی نمود. Nandi et al. (2017) به بررسی عوامل موثر بر نظر مصرف‌کنندگان برای ارزشی که برای میوه و سبزی ارگانیک در هند قابل هستند، پرداخته‌اند. در انتها Zhang et al. (2018) در مطالعه‌ای به بررسی قصد خرید و تمایل مصرف‌کنندگان برای سبزیجات سالم به-علت تغییر در کیفیت آب در چین پرداختند. در ایران نیز مطالعاتی تجربی زیادی به برآورد ارزش حفاظتی و محیط‌زیستی برای کالای مختلف مانند تغییر در کیفیت آب‌های زیرزمینی، ارزش تفریحی پارک، ارزش حفاظتی دریاچه، ارزش اقتصادی تفریحگاه‌های طبیعی، ارزش گردشگری جاذبه شورابیل پرداختند (Baghestan & Zibaei, 2010; Rafat & Mosavi, 2012; Samdaliri et al, 2013; Mostofi Almamaleki & Hoseini, 2015; Yeganeh et al, 2016; Afham & Falsafian, 2017; Heidari et al, 2017; Arab et al, 2018; Bishbahar & Rahimi, 2018; Rouhipor et al, 2018; Tahmasbi & Karimi Organi, 2018; Arbab et al, 2018).

با توجه به مطالعات تجربی انجام شده، پرداخت هزینه برای تغییر یا بهبود در کیفیت آب، بسیار اهمیت دارد. استفاده از پساب تصفیه‌شده علاوه بر مدیریت تقاضا و عرضه آب، با کاهش اثرات اجتماعی، زیست-محیطی و بهداشت و سلامت باعث حرکت به سمت

محدودیت‌های سیستمی مورد استفاده قرار می‌گیرد (رابطه ۷ و ۸ و ۹):

$$\text{Maximise: } Z = p'x - d'x - x'Qx/2 \quad (7)$$

$$\text{Subject to: } AX \leq b \quad [\lambda] \quad (8)$$

$$(9) x \geq 0$$

در اینجا بردار  $\hat{d}$  و ماتریس  $\hat{Q}$  پارامترهای کالیبره شده تابع هدف غیرخطی را نشان می‌دهند. اکنون الگوی غیرخطی کالیبره شده فوق به طور صحیح سطوح فعالیت‌های مشاهده شده در سال پایه و مقادیر دوگان محدودیت‌های منابع را باز تولید می‌کند و جهت شبیه‌سازی تغییرات در پارامترهای مطلوب آماده می‌باشد.

در بخش دوم برای "برآورد ارزش تغییر در کیفیت پساب" از نظر کشاورزان یک بازار فرضی تشکیل شد. هدف این بازار فرضی در واقع تعیین ارزش کشاورزان در استفاده از پساب تصفیه‌شده در بخش کشاورزی است. به عبارتی، برآوردی دقیق از منافع است که در اثر تغییر سطوح تولید و یا قیمت برخی کالا و خدمات عمومی و غیر بازاری به وجود می‌آید. استفاده از این روش، ابتدا توسط (Davis, 1963) به طور تجربی مورد استفاده قرار گرفته و در دهه‌های اخیر به عنوان یک روش متداول برای تعیین ارزش مهم و اصلی محیط‌زیست یعنی ارزش حفاظتی بوده است. در روش ارزش‌گذاری مشروط، ابتدا میزان مبلغ پیشنهادی را به کشاورزان جنوب استان تهران (شهرهای منتخب) ابلاغ شد. سپس، با توجه به نظر کشاورزان در مصرف پساب تصفیه‌شده در مقابل پساب خام، نظر خود را در عنوان پذیرش و یا عدم پذیرش تمایل خود بازگو نمودند.

$$U(1, Y-A; S) + \varepsilon \geq U(0, Y; S) + \varepsilon_0 \quad (10)$$

در رابطه (۱۰)،  $U$  مطلوبیت غیرمستقیمی است که هر کشاورز از مصرف پساب تصفیه‌شده برای آبیاری محصولات کشاورزی به دست می‌آورد.  $Y$  و  $A$  به ترتیب درآمد ماهیانه خانوار و مبلغ پیشنهادی،  $S$  دیگر ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی شهروندان (سن، تحصیلات، درآمد ۱: درآمد حاصل از کشاورزی و درآمد ۲: درآمد حاصل از شغل دوم) مورد بررسی می‌باشد.  $\varepsilon_0$  و  $\varepsilon_1$  متغیرهای تصادفی با میانگین صفر که به طور برابر و مستقل توزیع شده‌اند، می‌باشند. تفاوت مطلوبیت ( $\Delta U$ ) می‌تواند به صورت رابطه (۱۱) بیان شود:

$$\Delta U = U(1, Y-A; S) - U(0, Y; S) + (\varepsilon_0 - \varepsilon_1) \quad (11)$$

دسترس،  $x_0$ : بردار ( $N \times 1$ ) غیر منفی از سطوح مشاهده شده فعالیت‌های تولیدی،  $\mathcal{E}$ : بردار ( $N \times 1$ ) از اعداد مثبت کوچک برای جلوگیری از وابستگی خطی بین محدودیت‌های ساختاری (رابطه ۲) و محدودیت‌های کالیبراسیون (رابطه ۳)،  $\hat{\lambda}$ : بردار ( $m \times 1$ ) از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های منابع،  $p$ : بردار ( $N \times 1$ ) از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های کالیبراسیون. در این مرحله، ارزش اقتصادی نهاده‌های تولیدی به ویژه نهاده آب برآورد می‌گردد.

در گام دوم در روش PMP، مقادیر دوگان به دست آمده در مرحله اول برای تخمین پارامترهای تابع هدف غیرخطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اغلب مطالعات انجام یافته با استفاده از روش PMP یک تابع هزینه متغیر چند محصولی دارای شکل تابعی درجه دوم به صورت زیر استفاده شده است (قیمت‌های نهاده متغیر در سطح بازاری مشاهده شده ثابت در نظر گرفته می‌شود) (رابطه ۵).

$$C^v(x) = \hat{d}x + \hat{x}Qx/2 \quad (5)$$

در این تابع:  $d$ : بردار ( $N \times 1$ ) از پارامترهای جزء خطی تابع هزینه،  $Q$ : ماتریس مثبت، نیمه معین و متقارن با ابعاد ( $N \times N$ ) از پارامترهای جزء درجه دوم تابع هزینه. بردار هزینه نهایی متغیر ( $MC^v$ ) مربوط به تابع هزینه فوق برابر هزینه حسابداری  $C$  و بردار هزینه نهایی تفاضلی  $p$  می‌باشد (رابطه ۶):

$$MC^v = \nabla C^v(x)_{x_0} = d + Qx_0 = c + p \quad (6)$$

$\nabla C^v(x)$  که بردار گرادیان ( $1 \times n$ ) از مشتقات مرتبه اول  $C^v(x)$  برای  $x = x_0$  می‌باشد. جهت حل این سیستم  $n$  معادلاتی  $[n + n(n+1)/2]$  پارامتر و به منظور فایق آمدن بر کمتر از حد معین بودن سیستم سازندگان الگوی PMP به راه‌حل‌های گوناگونی تکیه می‌کنند که در قسمت‌های بعدی مورد بررسی قرار گرفته است.

در گام سوم روش PMP، تابع هزینه غیرخطی برآورد شده در مرحله قبل در تابع هدف مرحله اول قرار داده می‌شود و تابع هدف غیرخطی مذکور در یک مساله برنامه‌ریزی غیرخطی شبیه به مساله اولیه به استثناء محدودیت‌های کالیبراسیون ولی همراه با سایر

پرداخت کشاورزان برای پساب تصفیه شده است. سوالات مربوط به بخش هزینه تولید محصولات زراعی در واقع پرسشنامه تایید شده و استاندارد وزارت جهاد کشاورزی بوده و سوالات بخش تمایل به پرداخت کشاورزان برای پساب تصفیه‌شده نیز با مشورت کارشناسان خبره جهاد کشاورزی و شرکت آب و فاضلاب استان تهران تنظیم و استانداردسازی شد. برای نمونه‌گیری روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای انتخاب شد. در مرحله اول نمونه‌گیری مبنا انتخاب خوشه‌ها یا شهرستان‌هایی از استان تهران بود که از پساب تصفیه شده و پساب خام در بخش کشاورزی استفاده کرده‌اند. در نتیجه، چهار شهرستان (ری، ورامین، قرچک و پیشوا) انتخاب شد. تعداد نمونه لازم در خوشه‌ها (هر شهرستان) با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، از فرمول Cochran (1963) به- شرح زیر به دست آمده است (رابطه ۱۴):

$$n = \frac{N(t.s)^2}{Nd^2 + (t.s)^2} \quad (14)$$

که در آن،  $N$  حجم جامعه بوده که در این تحقیق تعداد کشاورزان هر شهرستان انتخاب شده می‌باشد.  $t$  ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت مورد نظر از جدول تی‌استیودنت به دست می‌آید.  $s^2$ ، برآورد واریانس صفت مورد مطالعه در جامعه می‌باشد.  $d$  دقت احتمالی مطلوب و  $h$  حجم نمونه لازم است (Arghami et al, 2001)

ابتدا توضیح اینکه، در هر شهرستان محصولات استراتژیک انتخاب شد، محصولاتی که بیشترین سطح زیرکشت را در هر شهرستان به خود اختصاص داده‌اند. چون نوع منبع آب (پساب تصفیه‌شده یا پساب خام) با عملکرد محصولات رابطه مستقیمی دارد؛ لذا، از عملکرد محصولات استراتژیک به‌عنوان صفت مناسب برای تعیین تعداد نمونه استفاده شد. واریانس عملکرد محصولات استراتژیک پس از تکمیل پیش‌آزمون، ۰/۰۸ به دست آمد، ضریب اطمینان ۱/۹۶ و دقت احتمالی مطلوب نیز ۵ درصد در نظر گرفته شد. حجم جامعه که در برگزیده تعداد کشاورزان در شهرستان ورامین، ری، پیشوا و قرچک می‌باشد به ترتیب ۱۲۶، ۱۲۳، ۱۲۳ و ۹۹ تعیین شد، در مجموع ۴۷۰ پرسشنامه تکمیل شد. برای استخراج نتایج مدل‌ها از محیط Excel و نرم‌افزارهای SHAZAM 9 و LINGO 11 استفاده شد.

به‌منظور تعیین ارزش حفاظتی هر کشاورز در استفاده از پساب تصفیه شده در مقابل پساب خام برای آبیاری محصولات کشاورزی به‌ویژه سبزیجات و صیفی‌جات و همچنین، برای بررسی تأثیر متغیرهای مختلف توضیحی (مستقل) بر احتمال پذیرش میزان مبلغ پیشنهادی از مدل رگرسیونی لوجیت استفاده شد. بر-اساس این مدل، اینکه افراد یکی از میزان مبلغ پیشنهادی را بپذیرند، احتمال (Pi) به‌صورت رابطه (۱۲) بیان می‌شود:

$$P_i = F_{\eta}(\Delta U) = \frac{1}{1 + \exp(-\Delta U)} = \frac{1}{1 + \exp[-(\alpha - \beta A + \gamma Y + \theta S)]} \quad (12)$$

که در آن،  $F_{\eta}(\Delta U)$  تابع توزیع تجمعی با یک اختلاف لوجستیک استاندارد بوده و  $\beta$ ،  $\gamma$  و  $\theta$  ضرایب برآورد شده‌ای هستند که انتظار می‌رود  $\beta \leq 0$ ،  $\gamma > 0$  و  $\theta > 0$  باشند و همینطور  $\alpha$  عرض از مبدا الگو است. پارامترهای مدل رگرسیونی لوجیت با استفاده از روش حداکثر راستنمایی برآورد می‌شوند. مقدار انتظاری تمایل پرداخت (WTP) به‌وسیله‌ی انتگرال‌گیری عددی در محدوده‌ی صفر تا بالاترین میزان مبلغ پیشنهادی به‌صورت رابطه (۱۳) محاسبه می‌شود (Lee & Han, 2000).

$$E(WTP) = \sum_{i=1}^n p_i wtp_i = \int_0^{\text{Max.BID}} \left( \frac{1}{1 + \exp\{-\alpha' + \beta \text{BID}\}} \right) d\text{BID} \quad (13)$$

که  $E(WTP)$ ، مقدار انتظاری تمایل پرداخت افراد (WTP) برای استفاده پساب تصفیه شده در مقابل پساب خام برای آبیاری محصولات کشاورزی به‌ویژه سبزیجات و صیفی‌جات، متغیر BID نماینده‌ی تمایل پرداخت افراد در الگو و  $(\alpha^*)$  عرض از مبدا تعدیل شده است که به-وسیله جمله اجتماعی-اقتصادی به جمله عرض از مبدا اصلی ( $\alpha$ ) اضافه شده است.

به‌منظور دستیابی به اهداف پژوهش دو نوع داده مورد استفاده قرار گرفت: الف) یک بخش از داده‌ها مربوط به آمار و اطلاعات فاضلاب شهری و روستایی، مشکلات بحران آب و استفاده از پساب تصفیه‌شده و تصفیه خام در سطح کشور و استان تهران به روش اسنادی و کتابخانه‌ای از اداره‌های ذیربط تهیه شد. ب) بخش دوم از آمار و اطلاعات موردنیاز از طریق طراحی پرسشنامه و گفتگو با کشاورزان منطقه مورد مطالعه به-دست آمد. پرسشنامه دارای دو بخش هزینه تولید محصولات زراعی، و اطلاعات مربوط به تمایل به

## نتایج و بحث

برای تعیین تعرفه بهینه پساب تصفیه شده نیاز است که چهار قیمت اصلی شامل قیمت تمام شده، قیمت تحویلی، ارزش اقتصادی و در نهایت، تمایل به پرداخت کشاورزان برای هر مترمکعب پساب تصفیه شده برآورد شود. برای برآورد قیمت تمام شده هر مترمکعب پساب تصفیه شده از اطلاعات شرکت فاضلاب تهران و تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران برای واحد ۷ و ۸ استفاده شد، به این صورت که کل هزینه های به روز شده برای واحد ۷ و ۸ دریافت و به ارزش حال تبدیل شد و از طرفی، میزان کل پساب تصفیه شده نیز در طی عمر مفید پروژه تعیین و با تقسیم این دو بر هم، قیمت تمام شده برای هر مترمکعب پساب تصفیه شده به دست آمد.

برای محاسبه قیمت تمام شده، هزینه های جمع آوری پساب و انتقال به تصفیه خانه، احداث تصفیه خانه و تصفیه پساب در آخر انتقال پساب تصفیه شده به مزارع کشاورزی مشخص شد. در جدول ۱، تمام هزینه ها به تفکیک آمده است. مرحله اول، "هزینه جمع آوری و انتقال پساب به تصفیه خانه" است که شامل هزینه های مجوز نوار حفاری و احداث شبکه و خطوط انتقال می باشد. مرحله دوم شامل "هزینه های احداث تصفیه خانه و تصفیه پساب" می باشد. این مرحله دارای دو مدل هزینه ثابت و متغیر است. مرحله سوم نیز شامل "هزینه های انتقال پساب تصفیه شده به مزارع کشاورزی" است که در واقع نشان دهنده هزینه های احداث کانال، پمپاژ پساب و لایروبی پساب تصفیه شده می باشد (Tehran Sewerage Company, 2020).

جدول ۱- انواع هزینه های واحد ۷ و ۸ تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران برای تعیین قیمت تمام شده

شرح	مبلغ (میلیارد ریال)	
هزینه مجوز نوار حفاری احداث شبکه	۲,۷۵۲	۱. هزینه جمع آوری و انتقال فاضلاب به تصفیه خانه
هزینه مجوز نوار حفاری احداث خطوط انتقال	۱۳۷	
هزینه احداث شبکه جمع آوری	۱۴,۱۲۹	
هزینه احداث خطوط انتقال فاضلاب	۴,۸۸۴	
<b>جمع کل</b>	<b>۲۱,۹۰۲</b>	
هزینه خرید زمین ایستگاه پمپاژ	۶,۵۰۰	هزینه های ثابت
سرمایه اولیه (هزینه احداث تصفیه خانه فاضلاب)	۱۲,۸۰۰	
هزینه احداث بای پس فاضلاب	۱۰	
هزینه احداث ایستگاه پمپاژ فاضلاب	۰	
هزینه مجوز احداث تصفیه خانه جنوب	۲۰۰	۲. هزینه احداث تصفیه خانه و تصفیه فاضلاب
هزینه خدمات مهندسی، بیمه و ... (شبکه، خط انتقال، بای پس)	۹۵۱	
هزینه خدمات مهندسی، بیمه و ... (تصفیه خانه)	۳۸۴	
الف) هزینه بهره برداری شبکه و خطوط انتقال		هزینه های متغیر
هزینه بهره برداری سالانه شبکه جمع آوری	۱۴۱	
هزینه بهره برداری سالانه خطوط انتقال فاضلاب	۴۹	
هزینه بهره برداری سالانه ایستگاه پمپاژ فاضلاب	۰	
ب) هزینه بهره برداری تصفیه خانه		
هزینه بهره برداری سالانه تصفیه خانه فاضلاب	۳۸۴	
هزینه بهره برداری سالانه خط انتقال لجن و بای پس	۰	
<b>جمع کل</b>	<b>۲۱,۴۱۹</b>	
هزینه احداث کانال رو باز (سیمان، ماسه، تجهیزات ساخت، نیروی انسانی...)	۱۵۰	۳. هزینه انتقال پساب تصفیه شده به مزارع
هزینه پمپاژ فاضلاب تصفیه شده به زمین زراعی	۲/۵	
هزینه لایروبی کانال (تجهیزات و ماشین آلات، نیروی انسانی...)	۹۶	
<b>جمع کل</b>	<b>۲۴۸/۵</b>	



بعد از دسته‌بندی هزینه‌های مورد نیاز برای تعیین قیمت تمام شده، با استفاده از روش ارزش فعلی هزینه‌ها (PWC)، تمام هزینه‌های موجود به ارزش فعلی تبدیل شد. هزینه‌ها مرتب شده و به تفکیک در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- محاسبه هزینه‌ها واحد ۷ و ۸ تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران (PWC)

متغیر	شرح	مبلغ (میلیارد ریال)
C <sub>0</sub>	هزینه اولیه سرمایه گذاری	۴۲,۸۹۷
A <sub>1</sub>	هزینه سالیانه بهره برداری و نگهداری	۶۷۳
A <sub>2</sub>	هزینه اساسی تعمیر و نگهداری (overhaul) - ۱۰ سال یکبار	۲,۷۵۱
A <sub>3</sub>	هزینه اساسی تعمیر و نگهداری (overhaul) - ۲۵ سال یکبار	۸۲/۲
C <sub>1</sub>	هزینه استهلاک	۴,۲۲۲
SV	ارزش اسقاط	۱,۰۵۴
I	نرخ بهره بانکی	۱۵ درصد
N	عمر مفید	۳۰
-	(P/A,15%,30)	۶/۵۶۶
-	(A/F,15%,10)	۰/۰۴۹۲۵
-	(A/F,15%,25)	۰/۰۰۴۷
-	(P/F,15%,30)	۰/۰۱۵۱

تقسیم این دو بر هم، قیمت تمام شده برای هر مترمکعب پساب تصفیه شده برابر ۲۱,۵۲۳ ریال می‌باشد. در بخش دیگر نتایج، قیمت تحویلی یا هزینه فعلی هر مترمکعب پساب تصفیه شده محاسبه شد. کشاورزان شهرستان‌های ورامین، ری، پیشوا و قرچک برای استفاده از پساب تصفیه شده هزینه پرداخت می‌کنند. طبق نظر کشاورزان هزینه پرداختی، در واقع "هزینه لایروبی و تعمیرات کانال" انتقال پساب تصفیه شده از تصفیه خانه فاضلاب جنوب به مزارع جنوب استان تهران می‌باشد. جدول ۳، هزینه استفاده از پساب تصفیه شده به ازای هر مترمکعب محاسبه شده است که با نام قیمت قیمت تحویلی پساب تصفیه شده بیان شده است.

با توجه به هزینه‌ها ارزش فعلی هزینه‌های (PWC) طبق فرمول زیر محاسبه می‌گردد (Engineering Economics, Esco Nejad, 1996):

$$PWC=C_0+C_1+A_1(P/A,15\%,30)+A_2(A/F,15\%,10)+A_3(A/F,15\%,25)-SV(P/F,15\%,30)$$

$$PWC=42897+4222+673 \times 6.566+ 2751 \times 0.04925+ 82.2 \times 0.0047 - 1054 \times 0.0151=51656$$

مقدار کل هزینه‌ها ۵۱,۶۵۶ میلیارد ریال می‌باشد. مقدار کل پساب تصفیه شده در طول ۳۰ سال عمر مفید پروژه برابر ۲,۴۰۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. با

جدول ۳- قیمت تحویلی پساب تصفیه شده بخش کشاورزی جنوب استان تهران

شهرستان	هزینه استفاده از پساب تصفیه شده (ساعت-ریال)	حجم پساب تصفیه شده مصرفی (ساعت-مترمکعب)	قیمت تحویلی پساب تصفیه شده (مترمکعب-ریال)
ورامین	۲۷۰,۰۰۰	۵۴	۵,۰۰۰
پیشوا	۳۰۰,۰۰۰	۵۴	۵,۵۵۶
قرچک	۴۰۰,۰۰۰	۹۰	۴,۴۴۴
ری	۸۸۰,۰۰۰	۹۰	۹,۷۷۸

آن تامین می‌گردد. کانال‌هایفاضلاب بر تهران عبارتند از: کانال فیروزآباد، کانال یاخچی آباد، کانال ابطحی، کانال وصفنار، کانال زهتابی، کانال ولیعصر، کانال مبارک آباد، کانال سرچسمه و کانال راه آهن ( Sasouli, 2013). در چهار شهرستان منتخب پساب خام فقط برای آبیاری محصولات زراعی گندم آبی، جو آبی، کلزا آبی، ذرت علوفه‌ای و یونجه آبی استفاده می‌شود. استفاده از پساب خام برای آبیاری سبزیجات و صیفی-جات ممنوع است. در صورت مشاهده به صورت قانونی برخورد خواهد شد. این دستور در شهرستان قرچک و پیشوا به نسبت زیادی اجرا شده است، اما در شهرستان-های ورامین و ری همچنان بخش زیادی از سطح زیرکشت سبزیجات و صیفی جات با پساب خام آبیاری می‌شود ( Agricultural Organization of Tehran Province, 2020).

در جدول ۴ و ۵، الگوی کشت بهینه در دو حالت مدل PMP آبیاری با پساب تصفیه شده و مدل PMP آبیاری با پساب خام نشان داده شده است. در چهار شهرستان منتخب، در الگوی بهینه کشت، سطح زیرکشت محصولات با بازدهی بالا افزایش و سطح زیرکشت محصولات با بازدهی پایین کاهش یافته یا کلا حذف شده است.

مرحله دوم محاسبات، برآورد ارزش تولید نهایی هر متر مکعب پساب تصفیه شده است. برای برآورد ارزش تولید نهایی هر مترمکعب پساب تصفیه شده در بخش کشاورزی جنوب استان تهران، از اطلاعات پرسشنامه بهره گرفته شد. به این صورت که ابتدا ارزش تولید نهایی در چهار شهرستان منتخب ورامین، ری، پیشوا و قرچک با منبع آب پساب خام و پساب تصفیه شده "برآورد شد و در انتها قیمت کلی برای بخش کشاورزی جنوب استان تهران تعیین شد.

برای انتخاب محصولات در الگوی کشت، سطح زیرکشت محصولات استراتژیک هر شهرستان با توجه به اختصاص بیشترین سطح زیرکشت برای هر محصول در منطقه در نظر گرفته شد. محصولات زراعی گندم آبی، جو آبی، ذرت علوفه‌ای و یونجه آبی جز مهمترین محصولات زراعی هر شهرستان است. بقیه محصولات براساس بیشترین سطح زیرکشت در هر شهرستان انتخاب شد.

منبع آبی استان تهران شامل چاه عمیق و نیمه عمیق، قنات، چشمه، رودخانه و آبندان می‌باشد. برخی از این رودخانه‌ها پساب خام شهری و روستایی را از شمال به جنوب استان تهران انتقال می‌دهند به این ترتیب، بخش زیادی از منابع آب کشاورزی در جنوب استان تهران، از رودخانه‌ها با پساب خام ترکیب شده در

جدول ۴- سطح زیرکشت بهینه محصولات استراتژیک آبیاری شده با پساب خام و تصفیه شده در مرحله اول مدل PMP- شهرستان قرچک و ری (هکتار)

محصول	شهرستان قرچک		شهرستان ری	
	سطح زیرکشت پایه	مدل آبیاری با پساب تصفیه شده	سطح زیرکشت پایه	مدل آبیاری با پساب تصفیه شده
گندم آبی	۱،۲۳۵	۰	۱۰۹۰۸	۲۰۳۷۸
جو آبی	۱،۲۲۵	۲۴۶۰	۸۰۳۳	۰
ذرت علوفه ای	۷۵۰	۶۹۹	۹۱۸۲	۶۶۱۳
یونجه آبی	۲۵۰	۰	۴۰۹۴	۰
سبزی برگی-خوردن	۱۰	۲۶۰	۱۵۰۰	۰
سبزی برگی-خورشتی	-	-	۱۵۰۰	۲۶۱۹
کلم برگ-گلم برگ	-	-	۳۹۸	۷۷۹

جدول ۵- سطح زیرکشت بهینه محصولات استراتژیک آبیاری شده با پساب خام و تصفیه شده در مرحله اول مدل PMP- شهرستان پیشوا و ورامین (هکتار)

ورامین			پیشوا			محصول
مدل آبیاری با پساب تصفیه شده	مدل آبیاری با پساب خام	سطح زیرکشت پایه	مدل آبیاری با پساب تصفیه شده	مدل آبیاری با پساب تصفیه شده	سطح زیرکشت پایه	
۱۶۴۰۴	۱۴۵۸۴	۱۲۰۰۰	۳۹۷۵	۳۹۷۵	۴۲۰۰	گندم آبی
۰	۰	۹۵۰۰	۰	۰	۲۰۰۰	جو آبی
۹۵۹۶	۸۳۸۷	۴۵۰۰	۳۹۷۵	۳۹۷۵	۱۷۵۰	ذرت علوفه ای
۰	۰	۴۱۰۰	۱۳۶۶	۰	۱۵۵۰	یونجه آبی
۰	۰	۲۵۰	-	-	-	سبزی برگی
۰	۰	۴۵	-	۰	۵۵۰	گوجه فرنگی
۰	۰	۲۰۰	-	۲۲۱۴	۹۵۰	بادمجان
۰	۰	۲۵۰	-	۰	۱۵۰۰	کاهو
۱۸۴۵	۴۸۴۵	۱۰۰	-	۱۹۸۶	۵۵۰	کلم برگ
-	-	-	-	۰	۶۵۰	کدو
۰	۰	۱۰۰۰	-	-	-	طالبی

گزارش شده‌اند. مقایسه ارزش تولید نهایی هر مترمکعب پساب تصفیه‌شده با پساب خام نشان می‌دهد که، ارزش تولید نهایی در مدل PMP با پساب تصفیه‌شده بیشتر از مدل PMP با پساب خام است. دلیل این امر، آن است که در مدل پساب تصفیه‌شده علاوه بر عملکرد به نسبت بالا، دارای قیمت بالاتری برای محصولات سبزیجات و صیفی جات است (جدول ۶).

در شهرستان ری و شهرستان ورامین مقدار پساب خام موجود در این شهرستان‌ها زیاد بوده و علاوه بر محصولات زراعی، سبزیجات و صیفی جات با پساب خام به صورت غیر قانونی آبیاری می‌شوند. بنابراین، نتایج به- دست آمده کاملاً قابل بررسی و مقایسه است. اما مقایسه ارزش تولید نهایی در شهرستان قرچک و پیشوا به دلیل متفاوت بودن محصولات امکان‌پذیر نیست و فقط

جدول ۶- مقایسه ارزش تولید نهایی پساب خام و تصفیه شده در مناطق منتخب استان تهران در مرحله اول مدل PMP (مترمکعب-ریال)

شهرستان	مدل آبیاری با پساب تصفیه شده (همه محصولات)	مدل آبیاری با پساب خام (محصولات منتخب)
قرچک	ارزش تولید نهایی هر متر مکعب پساب تصفیه شده	ارزش تولید نهایی هر متر مکعب پساب خام
	۱۰،۰۸۰	۷،۴۴۰
پیشوا	ارزش تولید نهایی هر متر مکعب پساب تصفیه شده	ارزش تولید نهایی هر متر مکعب پساب خام
	۱۵،۷۲۰	۸،۵۳۰
ری	ارزش تولید نهایی هر متر مکعب پساب تصفیه شده	مدل آبیاری با پساب خام (همه محصولات)
	۱۷،۰۹۰	۱۳،۹۸۰
ورامین	ارزش تولید نهایی هر متر مکعب پساب تصفیه شده	مدل آبیاری با پساب خام (همه محصولات)
	۱۲،۳۷۰	۱۱،۶۶۰
جنوب استان تهران	ارزش تولید نهایی هر متر مکعب پساب تصفیه شده	مدل آبیاری با پساب خام (همه محصولات)
	۱۳،۸۲۰	۱۰،۴۰۰

مرحله سوم محاسبات، با توجه به برآورد نتایج الگوی لو جیت شهرستان قرچک، پیشوا، ری و ورامین، درصد پیش‌بینی صحیح در مدل برآورد شده ۰/۸۱، ۰/۷۶، ۰/۷۱ و ۰/۸۲ می‌باشد، به این معنی که مدل برآورد شده توانسته است درصد بالایی از مقادیر متغیر وابسته را با توجه به متغیرهای توضیحی به درستی پیش‌بینی نماید، ضریب تعیین مک فادن نیز در الگوی لو جیت مؤید این مطلب خواهد بود. آماره برآورد شده نسبت راستنمایی، که در سطح یک درصد معنی دار است، نشان‌دهنده معنی داری کل الگو می‌باشد (جدول ۷).

وابسته را با توجه به متغیرهای توضیحی به درستی پیش‌بینی نماید، ضریب تعیین مک فادن نیز در الگوی لو جیت مؤید این مطلب خواهد بود. آماره برآورد شده نسبت راستنمایی، که در سطح یک درصد معنی دار است، نشان‌دهنده معنی داری کل الگو می‌باشد (جدول ۷).

جدول ۷- ضرایب کلی در مدل‌ها لاجیت برآورد شده در شهرستان‌های منتخب

P-VALUE	LIKELIHOOD RATIO TEST	PERCENTAGE OF RIGHT PREDICTIONS	MCFADDEN R-SQUARE	شهرستان/متغیر
۰/۰۰۰۰	۷۹/۷۴	۰/۸۱۳	۰/۲۹۴	قرچک
۰/۰۰۰۰	۸۹/۸۳	۰/۷۶۲	۰/۲۶۵	پیشوا
۰/۰۰۰۰	۵۹/۷۳	۰/۷۱۷	۰/۱۷۸	ری
۰/۰۰۰۰	۹۳/۶۳	۰/۸۲۱	۰/۲۷۳	ورامین

میانگین حدود ۰/۷۴، ۱/۰۰۰۳، واحد کاهش می‌یابد، همچنین، به ازای افزایش یک واحد در متغیر "سن و تحصیلات" احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی به ترتیب در شهرستان قرچک به اندازه ۰/۵۵ و ۰/۳۴ واحد و در شهرستان پیشوا متغیر "سن و تحصیلات و درآمد" ۰/۹۵، ۰/۹۶ و ۰/۷۴ واحد افزایش می‌یابد. با توجه به مقادیر کشش، با افزایش یک درصدی در "میزان تمایل به پرداخت" احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی در شهرستان‌های قرچک و پیشوا ۰/۰۷ و ۰/۷۷ درصد کاهش و با افزایش یک درصدی در "سن و میزان تحصیلات و درآمد" احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی ۰/۰۴ و ۰/۰۲، درآمد بی معنی بوده و ۱/۱۱، ۰/۹۹ و ۰/۸۹ درصد افزایش و برخلاف اکثر پژوهش‌های انجام شده متغیر درآمد معنادار نشده است که این موضوع بیانگر آن است که تفاوتی بین افراد با درآمد پایین با افراد با درآمد بالا برای پرداخت میزان مبلغ پیشنهادی نیست (جدول ۸ و ۹).

مطابق نتایج در هر چهار شهرستان "ضریب متغیر پیشنهاد" مطابق انتظار منفی برآورد شده و از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار است و بیان‌گر این مفهوم است که اگر رقم پیشنهادی افزایش یابد، احتمال پذیرفتن مبلغ پیشنهادی کاهش خواهد یافت. سه متغیر "سن و تحصیلات و درآمد" مطابق انتظار دارای علامت مثبت بوده و از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌داری است. به عبارتی، با افزایش سن و تحصیلات احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی برای هر ساعت استفاده از پساب تصفیه شده بیشتر می‌شود. متغیر "درآمد" دارای علامت مثبت و معنی‌دار است فقط در شهرستان قرچک معنی‌دار نیست و متغیر "درآمد" دارای علامت منفی بوده، اما از نظر آماری اثر معنی‌داری روی متغیر وابسته ندارد.

اثر نهایی "متغیر پیشنهاد" در شهرستان‌های قرچک و پیشوا نشان می‌دهد که اگر یک واحد مقادیر پیشنهادی افزایش یابد، احتمال پذیرش این مبلغ

جدول ۸- نتایج برآورد کشش و اثر نهایی در الگوی لوجیت شهرستان قرچک

متغیر	ضریب	آماره t	مقادیر کشش	اثر نهایی
سن	۰/۰۵	۲/۳۸	۰/۰۴	۰/۵۵
تحصیلات	۰/۳۶	۱/۹۷	۰/۰۲	۰/۳۴
درآمد	۰/۰۲	۰/۰۰۳	۰/۹	۲۶/۸۸
درآمد <sup>۲</sup>	-۰/۲×۱۰ <sup>-۶</sup>	-۱/۵۵	-۰/۰۰۳	-۰/۰۶
میزان تمایل به پرداخت	-۰/۸×۱۰ <sup>-۴**</sup>	-۵/۱۷	-۰/۰۷	-۱/۰۰۰۳
ضریب ثابت	۹۳/۸۷	-۰/۰۰۰۳	-۱/۸۱	-۲۶/۶۸

(\*\* معنی داری در سطح یک درصد، \* معنی داری در سطح پنج درصد)

جدول ۹- نتایج برآورد کشت و اثر نهایی در الگوی لجیست شهرستان پیشوا

متغیر	ضریب	آماره t	مقادیر کشت	اثر نهایی
سن	۰/۰۷**	۲/۹۳	۱/۱۱	۰/۹۵
تحصیلات	-۰/۹۹**	-۳/۷۱	-۰/۹۹	-۰/۹۶
درآمد ۱	۰/۶×۱۰-۶**	۲/۸۲	۰/۸۹	۰/۷۴
درآمد ۲	۰/۸×۱۰-۷	۰/۵۸	۰/۰۱	۰/۰۱
میزان تمایل به پرداخت	-۰/۵×۱۰-۴**	-۳/۰۸	-۰/۷۷	-۰/۷۴
ضریب ثابت	-۰/۰۳	-۰/۰۶	-۰/۰۹	-۰/۰۰۸

(\*\* معنی داری در سطح یک درصد، \* معنی داری در سطوح پنج درصد)

طور میانگین حدود ۰/۸۵ و ۱/۲ واحد کاهش می‌یابد. همچنین، به ازای افزایش یک واحد در متغیر "سن، تحصیلات و درآمد ۱" احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی در شهرستان ری به ترتیب به اندازه ۱/۲۶، ۰/۹ و ۰/۴۷ واحد و در شهرستان ورامین به ترتیب به اندازه ۰/۴۳، ۰/۳۳ و ۳/۴ واحد افزایش می‌یابد. اثر نهایی "درآمد ۲" نیز نشان می‌دهد که با افزایش یک واحد در درآمد ۲، احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی به مقدار ۰/۰۵ درصد کاهش می‌یابد. در نهایت، با توجه به مقادیر کشت، با افزایش یک درصدی در "میزان تمایل به پرداخت" احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی در شهرستان ری و ورامین به ترتیب ۰/۹۶ و ۱/۳ درصد کاهش و با افزایش یک درصدی در "سن، میزان تحصیلات و درآمد ۱" احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی در شهرستان ری به ترتیب ۱/۴۷، ۱/۰۷ و ۰/۵۶ درصد و در شهرستان ورامین به ترتیب ۰/۴۷، ۰/۳۴ و ۳/۷۴ درصد افزایش می‌یابد (جدول ۱۱ و ۱۲).

جدول ۱۱- نتایج برآورد کشت و اثر نهایی در الگوی لجیست شهرستان ری

متغیر	ضریب	آماره t	مقادیر کشت	اثر نهایی
سن	۰/۰۸**	۴/۸۵	۱/۴۷	۱/۲۶
تحصیلات	۰/۸۸**	۴/۲۸	۱/۰۷	۰/۹
درآمد ۱	۰/۴×۱۰-۶**	۲/۰۳	۰/۵۶	۰/۴۷
درآمد ۲	-۰/۲×۱۰-۷**	۲/۰۱	-۰/۰۵	-۰/۰۵
میزان تمایل به پرداخت	-۰/۳×۱۰-۴**	-۵/۱۶	-۰/۹۶	-۰/۸۵
ضریب ثابت	-۵/۱۹**	-۴/۵۲	-۱/۸۹	-۱/۶۶

(\*\* معنی داری در سطح یک درصد، \* معنی داری در سطوح پنج درصد)

بعد از تحلیل متغیرها، محاسبه تمایل به پرداخت کشاورزان از مدل لجیست بررسی می‌گردد. برای برآورد مدل لجیست از روش حداکثر درست‌نمایی استفاده شد. با محاسبه انتگرال معین، نتایج بیان‌گر آن است که کشاورزان شهرستان قرچک و پیشوا برای مصرف پساب تصفیه شده به ازای هر ساعت تمایل دارند مبلغی حدود ۸۵۲،۷۲۰ و ۵۴۷،۳۶۰ ریال پرداخت نمایند. از آنجا که میزان مصرف پساب تصفیه شده در هر ساعت در شهرستان قرچک ۹۰ متر مکعب و در شهرستان پیشوا برابر ۵۴ مترمکعب است (جدول ۱۰)؛ در نتیجه، میزان تمایل به پرداخت کشاورزان در شهرستان قرچک و پیشوا برای هر مترمکعب پساب تصفیه شده برابر ۹،۴۷۴ و ۱۰،۱۳۶ ریال خواهد بود.

جدول ۱۰- پساب تصفیه شده تحویل داده شده به کشاورزان به ازای هر هکتار

شهرستان	مقدار آب تحویلی به ازای هر هکتار (سنگ)	مدت زمان استفاده (ساعت)	دبی کانال (لیتر/ثانیه)	حجم آب مصرفی در هر ساعت (مترمکعب)
ری	۴	۱۰	۲۵	۹۰
قرچک	۴	۱۰	۲۵	۹۰
ورامین	۴	۱۰	۱۵	۵۴
پیشوا	۴	۱۰	۱۵	۵۴

اثر نهایی "متغیر پیشنهاد" در شهرستان‌های ری و ورامین نشان می‌دهد که اگر یک واحد مقادیر پیشنهادی افزایش یابد، احتمال پذیرش این مبلغ به

## جدول ۱۲- نتایج برآورد کسش و اثر نهایی در الگوی لجویتی

شهرستان ورامین				
متغیر	ضریب	آماره t	مقادیر کسش	اثر نهایی
سن	۰/۰۳***	۲/۵۵	۰/۴۷	۰/۴۳
تحصیلات	۰/۳۸**	۱/۹۷	۰/۳۴	۰/۳۳
درآمد ۱	۰/۳×۱۰ <sup>-۵</sup> **	۵/۸۲	۳/۷۴	۳/۴
درآمد ۲	-۰/۲×۱۰ <sup>-۶</sup>	-۱/۵۴	-۰/۰۵	-۰/۰۴
میزان تمایل به پرداخت	-۰/۹×۱۰ <sup>-۴</sup> **	-۶/۵	-۱/۳	-۱/۲
ضریب ثابت	-۱۰/۰۶**	-۵/۲۷	-۲/۹۵	-۲/۸۶

(\*\*) معنی داری در سطح یک درصد، \* معنی داری در سطوح پنج درصد)

بعد از تحلیل متغیرها، تمایل به پرداخت کشاورزان از مدل لجویتی با استفاده از روش حداکثر درستنمایی برآورد شد.

با محاسبه انتگرال معین، نشان داد که کشاورزان شهرستان ری و ورامین برای مصرف پساب تصفیه شده به ازای هر ساعت تمایل دارند به ترتیب مبلغی حدود ۹۱۵،۶۵۰ و ۵۷۶،۲۴۰ ریال بپردازند. از آنجا که میزان مصرف پساب تصفیه شده در هر ساعت برای شهرستان ری برابر ۹۰ مترمکعب و برای شهرستان ورامین ۵۴ متر مکعب است (جدول ۱۳)؛ در نتیجه، میزان تمایل به پرداخت کشاورزان در شهرستان ری برای هر مترمکعب پساب تصفیه شده در شهرستان ری برابر ۱۰،۱۷۳ ریال و برای شهرستان ورامین برابر ۱۰،۶۷۱ ریال خواهد بود. نتایج نهایی تمایل به پرداخت کشاورزان جنوب استان تهران برای هر مترمکعب پساب تصفیه شده در جدول ۱۳ وارد شده است. بیشترین تمایل به پرداخت (WTP) مربوط به شهرستان ورامین و کمترین مربوط به شهرستان قرچک می باشد.

جدول ۱۳- تمایل به پرداخت کشاورزان (WTP) برای هر متر مکعب پساب تصفیه شده (مترمکعب-ریال)

شهرستان	تمایل به پرداخت تولیدکنندگان (WTP)
قرچک	۹،۴۷۴
پیشوا	۱۰،۱۳۶
ری	۱۰،۱۷۳
ورامین	۱۰،۶۷۱
جنوب استان تهران	۱۰،۱۱۴

محاسبات نهایی، برای تعیین تعرفه بهینه هر متر-مکعب پساب تصفیه شده نیاز است که قیمت های مختلف قیمت تمام شده (P<sub>TWW</sub>)، قیمت تحویلی (P<sub>WW</sub>)، تمایل به پرداخت و ارزش تولید نهایی برای هر مترمکعب پساب تصفیه شده محاسبه گردد. در جدول ۱۴ محاسبه و ارایه شده است. قبل از توضیح و تفسیر، باید شود که "قیمت تمام شده (P<sub>TWW</sub>)" در واقع قیمت هر مترمکعب پساب تصفیه شده از مرحله جمع آوری پساب و انتقال به تصفیه خانه، احداث تصفیه خانه و تصفیه پساب، تا مرحله انتقال پساب تصفیه شده به مزارع می باشد، "قیمت تحویلی (P<sub>WW</sub>)" قیمتی است که کشاورزان در حال حاضر بابت "هزینه تعمیر و لایروبی کانال" به شرکت فاضلاب تهران پرداخت می کنند.

برای تعیین تعرفه بهینه، شرط اول تشکیل بازار و مبادله پساب تصفیه شده این است که تمایل به پرداخت کشاورزان برای هر مترمکعب پساب تصفیه شده از قیمت تحویلی (P<sub>WW</sub>) آن بیشتر باشد (WTP<sub>p</sub> ≥ P<sub>WW</sub>)، شرط اول در هر چهار شهرستان و به طور کلی، در بخش کشاورزی جنوب استان تهران درست و منطقی است. شرط دوم این است که تمایل به پرداخت (WTP<sub>p</sub>) کشاورزان برای هر مترمکعب پساب تصفیه شده از ارزش تولید نهایی کمتر باشد (WTP<sub>p</sub> ≤ VMP<sub>WW</sub>)، شرط دوم نیز در هر چهار شهرستان درست و منطقی بوده و در نهایت، در بخش کشاورزی جنوب استان تهران نیز شرط دوم منطقی است. با توجه به تفسیرهای انجام شده، تعرفه بهینه هر مترمکعب پساب تصفیه شده در شهرستان های قرچک، پیشوا، ری و ورامین برابر ۹،۴۷۴، ۱۰،۱۳۶، ۱۰،۱۷۳، و ۱۰،۶۷۱ ریال تعیین گردید. همچنین، در تعرفه بهینه برای هر مترمکعب پساب تصفیه شده در بخش کشاورزی جنوب استان تهران ۱۰،۱۱۴ ریال تعیین شد.

جدول ۱۴. تعیین تعرفه بهینه پساب تصفیه شده در بخش کشاورزی جنوب استان تهران (مترمکعب-ریال)

شهر ستان	قیمت تمام شده (PTWW)	قیمت تحویلی (PWW)	تمایل به پرداخت (WTPP)	ارزش تولید نهایی (VMPWW)	شرط اول	شرط دوم
قرچک		۴,۴۴۴	۹,۴۷۴	۱۰,۰۸۰	$WTPP \geq PWW$	$WTP_P \leq VMP_{WW}$
پیشو	۲۱,۵۲۳	۵,۵۵۶	۱۰,۱۳۶	۱۵,۷۲۰	$WTPP \geq PWW$	$WTP_P \leq VMP_{WW}$
ری		۹,۷۷۸	۱۰,۱۷۳	۱۷,۰۹۰	$WTPP \geq PWW$	$WTP_P \leq VMP_{WW}$
ورامیه		۵,۰۰۰	۱۰,۶۷۱	۱۲,۳۷۰	$WTPP \geq PWW$	$WTP_P \leq VMP_{WW}$
جنوب استان تهران		۶,۱۹۵	۱۰,۱۱۴	۱۳,۸۲۰	$WTPP \geq PWW$	$WTP_P \geq VMP_{WW}$

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به نتایج به دست آمده ارزش تولید نهایی در آبیاری با پساب تصفیه شده بیشتر از ارزش تولید نهایی در آبیاری با پساب خام است که مشابه نتایج به دست آمده از مطالعه (Sasouli, 2013) است. براساس نتایج Ziolkowska (2015) قیمت‌های بالاتر برای آب موجب حفاظت از منابع آب می‌شود. تمایل به پرداخت برای پساب تصفیه‌شده در شهرستان ورامین بیشترین مقدار را دارد که مشابه نتایج مطالعه (Sasouli, 2013) بوده و کمترین نیز مربوط به شهرستان قرچک می‌باشد. دلیل این امر، اختصاص بیشترین سطح زیرکشت به شهرستان ورامین می‌باشد و کمترین سطح زیرکشت کشاورزی در استان تهران متعلق به شهرستان قرچک می‌باشد که (Agricultural Organization of Tehran Province 2020) موید آن است. تعرفه بهینه پساب تصفیه‌شده، در هر شهرستان و همچنین، در جنوب استان تهران، از قیمت موجود بیشتر است اما نسبت به قیمت تمام شده کمتر است که در مطالعات (Ratna Reddy & Behera, 2006; Lindhjem, 2007; Eminiano et al, 2010) نیز قیمت تمام شده بالا بوده و بیشتر از قیمت موجود است. برای جبران این اختلاف بین تعرفه بهینه تعیین شده و قیمت تمام شده به حمایت دولت و بخش خصوصی برای تصفیه پساب نیاز است. با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:

۱. با توجه به بالا بودن قیمت تمام‌شده هر مترمکعب

پساب تصفیه‌شده، بخش خصوصی می‌تواند به بازار تصفیه پساب وارد شود و مابه‌التفاوت قیمت تمام‌شده و تمایل به پرداخت کشاورزان بابت هر مترمکعب پساب تصفیه‌شده از محل کمک‌های زیست‌محیطی دولتی پرداخت نماید. بخش خصوصی در چند حالت می‌تواند وارد بازار تصفیه پساب شود به این صورت که پساب تصفیه شده را "فقط مختص کشت سبزیجات و صیفی-جات با ارزش اقتصادی بالا" قرار دهد. حالت دوم "بالا بردن حجم ورودی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب برای کاهش قیمت تمام شده" است. حالت سوم، دولت برای درمان بیماران ناشی از استفاده از آب و غذای آلوده هزینه زیادی صرف می‌کند. بخش خصوصی می‌تواند وارد بحث آب خاکستری شده و بخشی از هزینه‌های درمان را برای تصفیه پساب صرف نماید. با این کار توسط بخش خصوصی با محور توسعه پایدار و حفظ محیط‌زیست انجام می‌شود.

۲. با توجه به بالا بودن ارزش تولید نهایی هر متر مکعب پساب تصفیه‌شده در شهرستان‌های ری و ورامین، پیشنهاد می‌شود الگوی کشت در شهرستان ری و ورامین به سمت کشت بیشتر سبزیجات و صیفی‌جات تغییر یابد. این پیشنهاد در صورتی قابل اجرا است که پساب خام موجود تصفیه‌شده و در زمان مناسب در اختیار کشاورز قرار گیرد.

کشاورزان در این شهر بیشترین مقدار را در بین چهار شهرستان دارد. در نتیجه، پیشنهاد می‌شود میزان پساب تصفیه شده افزایش یابد و اینکه بعد از شهرستان ری، مسیر انتقال پساب تصفیه شده برای شهرستان ورامین به‌صورت ویژه ساخته شود.

۳. سهمیه اصلی پساب تصفیه‌شده توسط تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران، به شهرستان ری و قرچک می‌رسد و شهرستان پیشوا و ورامین با کمبود آب و پساب تصفیه شده بیشتری مواجه هستند. به‌همین دلیل، با توجه به این موضوع که شهرستان ورامین قطب تولیدات کشاورزی استان تهران است، میزان تمایل به پرداخت

## REFERENCES

1. Afham, F., Falsafian, A. (2017). Identifying price and non-price factors affecting the Willingness to consume fish meat among households in Urmia: Application of sequential logit pattern. *Journal of Agricultural Economics*, 11(3), 55-79. (In Farsi).
2. Agricultural Jihad Organization of Tehran Province. (2020). *Deputy of Plant Production*. Agriculture Department. Iran. (In Farsi).
3. Amirnejad, H., Fazelian, S., & Heini Yekani, S.A. (2017). Determining the economic value of water in the production of high quality and high-yield rice (Case study of Behshahr plain of Mazandaran province). *Journal of Agricultural Economics*, 10(3), 241-260. (In Farsi).
4. Arab, M., Fatahi Ardakani, A., Ferhresti Sani, M., & Neshad, A. (2018). Estimating the Value of Sufficient Water Supply to Varamin Plain with Conditional Valuation Approach (Case Study of Mamlu Dam and Latian Dam). *Journal of Iran Agricultural Economics and Development Research*, 2-49(4), 621-634. (In Farsi).
5. Arbab, H.R., Amadeh, H., & Abdolahi, G. (2018). Estimation of recreational value Eram Botanic Graden. By Using Value Conditional Method. *Journal of Tourism Management Studies*, 13(41), 157-190. (In Farsi).
6. Asadi, H., Soltani, GH. R., & Torkamani, G. (2007). Agricultural water pricing in Iran, a case study of lands under Taleghan dam. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 58, 61-90. (In Farsi).
7. Arfini, F., Donati, M., & Paris, Q. (2003). A National PMP Model for policy evaluation in agriculture using micro data and administrative information. *The International Conference Agricultural policy reform and WTO: Where are we heading?* Italy, Capri, June 23–26.2003.
8. Azuara, J.M., Harou, J.J. & Howitt, R.E. (2009). Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation. *Journal of Science of the Total Environment*.408(23), 1-10.
9. Bani-Melhem, K., Al-Qodah, Z., Al-Shannag, M., Qasaimeh, A., Qtaishat, M. R., & Alkasrawi, M. (2015). On the performance of real grey water treatment using a submerged membrane bioreactor system. *Journal of Membrane Science*, 476, 40-49.
10. Baghestani, M., & Zibaei, M. (2011). Measurement Willingness to Pay of Farmer for Groundwater in Ramjard region: Application of CVM method. *Journal of Agricultural Economics*, 4(3), 41-64. (In Farsi).
11. Davis, R. (1963). The value of outdoor recreation: an economic study of the marine woods. PhD Thesis. Ph.D. dissertation .Harvard University. America.
12. Ebarhimi, N., Yazdani, S., & Moghadasi, R. (2013). Agricultural water supply and demand management. *Fifth Iranian Water Resources Management Conference, Iran, 2013*. [https://www.civilica.com/Paper-WRM05-WRM05\\_342.html](https://www.civilica.com/Paper-WRM05-WRM05_342.html). (In Farsi).
13. Fengjiao, M.B., Hui Gaoa, A., Egrinya, E., Zhazhong, J., Lipu Hana., & Jintong L. (2016). An economic valuation of groundwater management for Agriculture in Luancheng County, North China. *Journal of Agricultural Water Management*. 163(1), 28–36.
14. Frija, A., & Chebil, A. (2013). Marginal value of irrigation water in wheat production systems of central Tunisia. *4th international conference of the African association of agricultural economists*. Hammamet, Tunisia.
15. GallegoAlyala, J. (2012). Selecting irrigation water Pricing Alternatives Using a Multimethodological approach. *Math. Journal of Comp. Model.* 55, 861-883.
16. Githukia, C. M., Obiero, K. O., Manyala, J. O., Ngugi, C.C., Quagraine, K.K. (2014). Consumer Perceptions and Preferences of Wild and Farmed Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) and African Cat fish (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) in Urban Centres in Kenya. *International Journal of Advanced Research*, 2(7), 694-705.
17. Hai, N. M., Moritaka, M., & Fukuda, S. (2013). Willingness to pay for organic vegetables in Vietnam: An empirical analysis in Hanoi capital. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 58(2). 449-458.



18. Ahmad, I., Haq, M., & Sattar, A. (2010). Factors Determining Public Demand for Safe Drinking Water (A Case Study of District Peshawar), *Journal of Working Papers Seri.* 58(21), 1-34.
19. Heidari Chianeh, R., Raheli, H., Fekri, F. (2017). Evaluation of Urban Tourism Attractions by Conditional Valuation Method (CVM) Case Study: Shurabil Ardabil Attraction. *Journal of Urban Tourism*, 4(1), 57-70. (In Farsi).
20. Henry de Frahan, B., Buysse, J., Polome, P., Harmigine, O., Lauwers, L., Van Huylenbroeck, G., & Van Meensel, J. (2007). Positive mathematical Programming for agriculture and environmental policy analysis: review and practice. In: Weintraub, A., Bjonrdal, T., Epstein, R., Romero, c. (Eds). Management of Natural Resources: A Handbook of Operations Research Models, Algorithms, and Implementations. *Journal of Kluwer Management Science* (Series Editor: Hillier, F.S), in Press.
21. Howitt, R.E. (1995a). Positive Mathematical Programming. *American Journal of Agricultural Economics.* 77(2), 329-342.
22. Howitt, R.E. (1995b). A Calibration Method for Agricultural Economic Production Models. *Journal of Agricultural Economics.* 46(2), 147-159.
23. Jones, N., Sophoulis, C. M. & Malesios. C. (2007). Economic valuation of coastal water quality and protest responses: a case study in Mitilini, Greece. *Journal of Socio-Economics.* 37(2007), 2478-2491.
24. Lee, C., & Han, S. (2002). Estimating the use and preservation values of national parks tourism resources using a contingent valuation method. *Journal of Tourism Management*, 23, 531-540.
25. Lindhjem, H., Hu, T., Ma, Z., Magne Skjelvik, J., Song, J., Vennemo, H., Wu, J., Wu, Zh. (2007). Environmental economic impact assessment in China: Problems and Prospects. *Environmental Impact Assessment Review* 27(1):1-25
26. Medellin-Azuara, J., Harou, J.J., & Howitt, R.E. (2010). Estimating economic value of agricultural water under changing condition and the effects of spatial aggregation. *Journal of Science of the Total Environment.* 408, 5639-5648.
27. Mostofi Almamaleki, R., & Hoseini, S.M. (2015). Estimation of recreational value of large parks in Mashhad using conditional valuation method and logit model. *Journal of Human Geography Research.* 47(4), 709-725. (In Farsi).
28. Mousavi, H.A., Zangirian, F.A., & Najafi Alamdar, H. (2018). Determining the economic value of agricultural water in greenhouse cultivation in Qazvin plain. *Journal of Greenhouse Cultivation Science and Technology.* 10(2), 55-68. (In Farsi).
29. Nandi, R., Bokelmann, W., Gowdru, N. V., & Dias, G. (2017). Factors Influencing Consumers' Willingness to Pay for Organic Fruits and Vegetables: Empirical Evidence from a Consumer Survey in India. *Journal of Food Products Marketing*, 23(4), 430-451.
30. Oskou Nejad, M.M. (1996). Engineering economics, economic evaluation of industrial projects. *Amirkabir University of Technology Publishing Center.* Seventh edition. Iran. (In Farsi).
31. Parhizkari, A., & Badie Barzin, H. (2017). Determining the economic value of water and simulating the behavior of farmers in Takestan region in reducing agricultural water resources. *Journal of Water research in agriculture*, 31(1), 105-118. (In Farsi).
32. Pishbahar, A., & Rahimi, J. (2018). Estimation and simulation of willingness to pay for agricultural water in Siminhrud Buchan Plain: Application of Self-Starting Approach. *Journal of Iran Agricultural Economics and Development Research*, 2-49(3), 429-438. (In Farsi).
33. Pouran, R., Raghfar, H., Ghasemi, A.A., & Bazazan, F. (2016). Calculating the economic value of virtual water with the approach of maximizing irrigation water efficiency. *Journal of Applied Economic Studies of Iran*, 6(21), 189-212. (In Farsi).
34. Qadir. M., Wichelns, D., Raschid-Sally, L., McCormick, P.G., Drechsel, P., Bahri, A., Minhas, P.S. (2010). The challenges of wastewater irrigation in developing countries. *Journal of Agricultural Water Management.* 97, 561-568.
35. Rahnama, A., Kohansal, M.R., & Dorandish, A. (2012). Estimation of economic value of water using positive mathematical planning approach in Quchan city. *Journal of Agricultural Economics*, 6 (4), 133-150. (In Farsi).
36. Ratna Reddy. V. & Behera, B. (2006). Impact of water pollution on rural communities: An economic analysis. *Ecological Economics*, 58, 520- 537
37. Rafat, B., & Mosavi, B. A. (2012). Estimation of recreational value of Hasht Behesht Park in Isfahan using conditional valuation method (CVM). *Journal of Environmental Science*, 33(1), 157-164. (In Farsi).
38. Rohm, O., & Dabbert, S. (2003). Integrating Agri-Environmental Programs into Regional Production Models: An extension of positive mathematical programming. *American Journal of Agricultural Economics.* 85(1), 254-65.
39. Rouhipour, Z.A., Shabiri, S.M., Larijani, M., & Mikaeili, A.R. (2018). Measuring the willingness to pay of households in order for their children to benefit from Pardisan Nature Park as a nature school using the

- conditional valuation method (CVM) (Case study, Pardisan Park). *Journal of New Attitudes in Human Geography*, 10(3), 143-160. (In Farsi).
40. Roushanaei, N., Daneshvar Kakhki, M., & Mohtashami Baradaran, GH. R. (2010). Determining the economic value of water in the production function method, using classical and entropy models (Case study: Wheat crop in Mashhad), *Journal of Agricultural Economics and Development (Agricultural Sciences and Industries)*, 24(1), 113-119. (In Farsi).
  41. Sam Daliri, A., Amirnejad, H., & Mortazavi, S.A. (2013). Estimation of the willingness to pay of the Inhabitant of Chalous for the protection of Lake Velesht using the conditional valuation method with double one-and-a-half dimensional selection. *Journal of Applied Ecology*, 2(5), 12-1. (In Farsi).
  42. Sasouli, M. R. (2013). Investigation of economic and environmental effects of the use of polluted surface runoff in agriculture in the south of Tehran province (Case study: Irrigation with wastewater in Varamin and Rey). *Ph.D. Thesis*. Campus of Agriculture and Natural Resources. University of Tehran. (In Farsi).
  43. Tanji, K. K. (1997). Irrigation with marginal quality waters issues. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 3(123), 165 -169.
  44. Watto, M.A., & Mugeru, A.W. (2016). Irrigation water demand and implications for groundwater pricing in Pakistan. *Journal of Water Policy* 18(3), 565-585.
  45. Tehran Sewerage Company. (2020). *Technical section*. Development and implementation of modules 7 and 8 of the wastewater treatment plant in the south of Tehran. Iran. (In Farsi).
  46. Tahmasbi zadeh, N., & Karimi Oroogani, F. (2018). Investigating the tourism situation in Tagh Bostan based on conditional valuation criteria. *Journal of Natural Environment, Natural Resources of Iran*, 71(3), 371-383. (In Farsi).
  47. Yeganeh, H., Yari, R., Sanaei, A., & Amadi usefi, S. (2016). Estimating the economic value of natural resorts and determining the factors affecting the willingness of tourists to pay (Case study: Gorgan Chaharbagh rangelands). *Journal of Rangeland*. 11(1), 57-72. (In Farsi).
  48. Zeraatkish, S.Y. (2016). Economic valuation of water in the agricultural sector with an environmental approach. *Journal of Iran Agricultural Economics and Development Research*, 2-47(1), 259-269. (In Farsi).
  49. Zhang, B., Fu, Z., Huang, J., Wang, J., Xu, S., & Zhang, L. (2018). Consumers' perceptions, purchase intention, and willingness to pay a premium price for safe vegetables: A case study of Beijing, China. *Journal of cleaner production*, Vol 197, 1498-1507.
  50. Ziolkowska, J.J. (2015). Evaluating the shadow price of water for irrigation: a case of the high plains. *Agricultural and applied economics association 2014 annual meeting*, Minneapolis.