

## برآورد ارزش اقتصادی کاربرد رواناب‌های سطحی آلوده

### در بخش کشاورزی جنوب استان تهران

محمد رضا ساسولی<sup>۱\*</sup> و سید ابوالقاسم برآبادی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۷ اسفند ۹۳ تاریخ پذیرش: ۱۶ مرداد ۹۴

#### چکیده

لرزم بهره‌گیری از منابع آبی غیرمتعارف مانند رواناب‌های سطحی و فاضلاب تولیدشده موضوعی است که امروزه به‌عنوان یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر به‌ویژه در کشور ایران نمایان می‌باشد. این موضوع برای شهرهای ایران مخصوصاً استان تهران به‌صورت خاص مطرح است. مطالعه حاضر به بررسی ارزش اقتصادی کاربرد رواناب‌های سطحی آلوده در بخش کشاورزی جنوب استان تهران با استفاده از رهیافت تابع تولید در دو منطقه آلوده و منطقه پاک پرداخته‌است. نتایج نشان می‌دهد که میانگین عملکرد تولید گندم در میان کشاورزانی که از آب آلوده (فاضلاب) بهره می‌گیرند ۳۷۶ کیلوگرم در هکتار بیشتر از کشاورزانی است که از آب پاک استفاده می‌کنند. ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب در نمونه کشاورزانی که از آب آلوده جهت آبیاری استفاده می‌کنند به میزان ۱۱۰ ریال بیشتر از ارزش آن در نمونه کشاورزانی است که از آب کانال‌های تمیز بهره می‌گیرند. بر اساس نتایج این مطالعه ارزش کل پساب تولیدی استان تهران در سال ۱۴۰۵ ه.ش برابر با ۳۳۵۴۸۰ میلیون ریال خواهد بود. اولویت‌بندی منافع آبیاری با فاضلاب از دیدگاه کشاورزان نشان می‌دهد که در دسترس بودن و قابل اطمینان بودن فاضلاب نسبت به سایر منابع آبی و کم هزینه بودن استفاده از آن به‌عنوان مهم‌ترین منفعت محسوب می‌گردد. افزایش عملکرد محصول و بهبود حاصلخیزی خاک در اثر آبیاری با فاضلاب در اولویت‌های بعدی قرار گرفته‌است. این علل نشان می‌دهد که چرا کشاورزان با وجود منع قانونی کاربرد فاضلاب تصفیه نشده همچنان از این منبع آب آبیاری بهره می‌گیرند.

واژه‌های کلیدی: ارزش اقتصادی، تابع تولید، جنوب استان تهران، رواناب‌های سطحی آلوده

۱- استادیار مجتمع آموزش عالی سراوان

۲- مربی مجتمع آموزش عالی سراوان

\*- نویسنده مسئول: (sasouli.ageco@yahoo.com)

## مقدمه

با توجه به کمبود آب، استفاده از پساب به‌عنوان یک منبع ارزشمند آب آبیاری مطرح است و با گذشت زمان اهمیت آن نیز بیشتر خواهد شد. فاضلاب‌های تولیدی در بسیاری از کشورهای دنیا به‌خصوص کشورهایی که با کمبود منابع آبی روبه‌رو هستند به‌عنوان منبعی برای آبیاری زمین‌های کشاورزی که در پایین دست شهرهای بزرگ قرار دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد. ممکن است این مسئله از دید کشاورزان این مناطق مسئله نامطلوبی نباشد چرا که اولاً برای آبیاری با فاضلاب نباید پولی بپردازند چون فاضلاب‌ها تحت شرایطی که به‌منظور تصفیه‌شدن از سطح شهر جمع‌آوری نشود در سطح شهر و جوی‌های خیابان‌ها روان می‌باشد و به‌طور طبیعی به زمین‌های کشاورزی پائین دست شهر می‌ریزد و در همان جا برای آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. ثانیاً فاضلاب‌ها نسبت به آب‌های شهری به‌دلیل وجود مواد آلی از خواص بیشتری برای رشد محصولات برخوردار بوده تا جایی که کشاورزان می‌توانند از خرید کود شیمیایی برای محصولات و زمین‌های خود صرف‌نظر کنند و بنابراین بدین طریق از هزینه‌های خود بکاهند. همچنین عناصر غذایی موجود در فاضلاب نیز می‌تواند سبب افزایش محصول گردد.

جنوب استان تهران دارای ۷۸ هزار هکتار اراضی کشاورزی است که هم‌اکنون بیش از چهل هزار هکتار آن زیر کشت می‌باشد که بخشی از این اراضی با فاضلاب خام آبیاری می‌شود (استاندارداری تهران، ۱۳۹۰). ۷۰ درصد از فاضلاب تهران که به جنوب این استان 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. از سوی دیگر ۸۰ درصد فاضلاب صنایع رنگ سازی، ۷۶ درصد فاضلاب صنایع دارویی و ۴۹ درصد فاضلاب صنایع فلزی استان تهران بدون تصفیه وارد محیط‌زیست می‌شود (تراپیان و جمهوری، ۱۳۸۳). فقط ۲۸/۱ درصد از جمعیت شهری استان تهران تحت پوشش سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب قرار دارند (شرکت آب و فاضلاب استان تهران، ۱۳۹۰). این مطلب بیانگر آن است که حجم عظیمی از فاضلاب پایتخت ایران بدون برنامه وارد عرصه‌های منابع طبیعی و محیط‌زیست می‌شود. حدود سه چهارم از آب‌های سطحی منتهی به جنوب استان تهران حاصل از مصرف آب در استان تهران است که به سمت جنوب این استان روانه می‌شود و حجمی معادل ۱۸۲/۳ میلیون مترمکعب در سال از رواناب‌های سطحی آلوده توسط اراضی کشاورزی جنوب تهران مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد (شرکت مهندسی مشاور یکم، ۱۳۸۹). فاضلاب یک منبع غنی از مواد مغذی برای گیاهان می‌باشد. نتایج تحقیقات نشان‌دهنده آن است که اثر آبیاری با فاضلاب در بین محصولات مختلف متفاوت است. در صورت عدم استفاده از هرگونه کود شیمیایی، مواد مغذی فاضلاب به‌عنوان تنها منبع کود عمل می‌کند و موجب پس انداز هزینه کود می‌شود. لذا از دیدگاه اقتصادی آبیاری با فاضلاب می‌تواند دارای سه اثر بر گیاهان باشد: ۱- عملکرد بالاتر ۲- منبعی برای آب آبیاری و ۳- منبعی با ارزش برای کود. بر این اساس مطالعه حاضر به‌برآورد ارزش اقتصادی کاربرد رواناب‌های سطحی آلوده در بخش کشاورزی جنوب تهران می‌پردازد و نتایج آن را در دو منطقه آلوده و منطقه پاک مقایسه نموده و نیز دیدگاه کشاورزان منطقه را در مورد این منبع آب آبیاری مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌است.

عواملی که هزینه و منافع استفاده از آب‌های آلوده در کشاورزی را بازتاب می‌دهد اساساً با تغییر مکان تغییر می‌کنند این اثرات در مکان‌های متفاوت فرق می‌کنند حتی در یک منطقه نیز متفاوت هستند. بنابراین تغییرات ذاتی نوع آب آلوده استفاده شده، غلظت مواد مغذی و سایر اجزای تشکیل‌دهنده نامطلوب و شرایط زراعی و اقتصادی-اجتماعی تلاش برای یک برآورد کامل از هزینه و منافع را بسیار پیچیده می‌کند که نتایج متفاوت ارائه شده در پیشینه تحقیق مؤید این مطلب

می‌باشد.

راتنا ردی و بهرا<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) اثر آلودگی آب را بر جوامع روستایی در هند ارزش‌گذاری کردند. در این مطالعه اثر آلودگی بر تولید محصولات کشاورزی و بر سلامتی انسان و دام مدنظر قرار گرفته‌است. برای این منظور از روش اثرات تولید، هزینه‌های جایگزین و هزینه سلامتی استفاده شده‌است. هزینه‌های جایگزین به صورت هزینه خسارت وارد آمده بر پمپاژ آب برآورد شده‌است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد کشاورزانی که در مناطق آلوده قرار دارند باید هزینه بیشتری در مقایسه با کشاورزانی که در مناطق پاک قرار دارند بپردازند تا بتوانند از ضررهای کاهش بهره‌وری تولید برنج ناشی از آلودگی آب جلوگیری نمایند. کل ضررهای حاصل شده برای هر خانواده در هر سال ۲۸۲/۵ دلار برآورد شده‌است که ۲۱۳/۲ دلار آن به علت ضررهای تولید محصولات کشاورزی، ۱۶/۳ دلار آن به علت ضررهای ایجاد شده برای حیوانات و ۵۳ دلار آن به علت هزینه‌های بیماری ایجاد شده برای کشاورزان بوده‌است. لیندجم و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۷) میزان کاهش در مقدار و کیفیت تولید محصول برنج، ناشی از آبیاری با آب آلوده را با مقایسه ساده میان مناطق آبیاری شده با فاضلاب و مناطق پاک در چین ارزش‌گذاری کردند. در این مطالعه ضرر تولید برنج ۳۶۰ یوان برآورد شد که شامل ضرر مقداری محصول به‌میزان ۲۸۵ یوان و ضرر کیفی محصول به‌میزان ۷۵ یوان بود. نتایج نشان داد که ۲۰ درصد از بهره‌وری برنج و چهار درصد از مقدار تولید کاهش یافته‌است. ضررهای مقداری کاهش تولید برنج در مناطق آبیاری شده با فاضلاب در مقایسه با مناطق پاک ۱۲ درصد، افزایش هزینه‌ها ۹ درصد و ضررهای کاهش کیفیت برنج ۵ درصد بوده‌است. ولدیسلاس<sup>۳</sup> (۲۰۰۸) اثر کاربرد پساب بر بهره‌وری تولید محصولات زراعی را در اتیوپی با استفاده از تابع تولید کاب-داگلاس بررسی نمود. نتایج نشان می‌دهد که ارزش محصول به‌دست آمده در هر هکتار در مزارع آبیاری شده با پساب به‌طور معنی‌دار بیشتر از مزارع آبیاری شده با آب سالم است. این در حالی است که افزایش سطوح آلودگی و آبیاری با پساب برای یک دوره بلندمدت بهره‌وری محصول را کاهش می‌دهد. ولی سرمایه‌گذاری در نهاده‌های مزرعه و بهبود مدیریت مزرعه بهره‌وری آبیاری با پساب را افزایش می‌دهد. نتایج توصیفی نشان می‌دهد که ۶۲ درصد کل درآمد سالانه خانوارها ناشی از زراعت با استفاده از پساب است. هیون و میتسویاسو<sup>۴</sup> (۲۰۱۲) از روش تابع تولید محصولات کشاورزی تأثیر آبیاری با پساب بر تولید محصول برنج در کشور ویتنام را بررسی نمودند. در این تحقیق میزان تغییر در بهره‌وری تولید برنج در دو منطقه آبیاری با آب تمیز و آبیاری با پساب در کشور ویتنام مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در مناطق تمیز تولید ۵/۶۱ تن و در مناطق آلوده ۴/۹۴ تن بوده است. یعنی میزان تولید محصول در اثر آبیاری با فاضلاب ۱۲ درصد کاهش داشته است.

## مواد و روش‌ها

روش‌های اقتصادی که برای ارزش‌گذاری اثرات عملکرد آبیاری با فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از: مدل‌های سنتی، مدل‌های بهینه‌سازی و مدل‌های اقتصادسنجی که از میان مدل‌های اقتصادسنجی، روش تابع تولید می‌تواند برای ارزش‌گذاری اثرات عملکرد آبیاری با فاضلاب مورد استفاده قرار گیرد. هدف کشاورزان دستیابی به حدکثر سود فعالیت تولیدی است با فرض اینکه تابع سود ( $\pi$ ) یک کشاورز برای محصول ( $Y$ ) عبارت باشد از:

1- Ratna Reddy &amp; Bhagirath Behera

2- Lindhjem et al

3- Weldesilassie

4- Huynh &amp; Mitsuyasu

$$\pi = P.Y - \sum_{i=1}^n c_i x_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

که در آن  $c_i$  هزینه نهاده  $i$  و  $P$  قیمت محصول را نشان می‌دهد. در شرایط حداکثرسازی سود، کشاورز برداری از  $x$  ها را انتخاب می‌نماید که شرایط زیر را برقرار کند:

$$\frac{d\pi}{dx} = P \cdot \frac{\partial Y}{\partial x_i} - c_i = 0 \rightarrow P \cdot MP_{x_i} = c_i \quad (2)$$

میزان مشارکت و نقش هر نهاده در جریان تولید به وسیله تولید نهایی (MP) آن نهاده بیان می‌شود. بر همین اساس ارزش تولید نهایی هر نهاده که در جریان تولید بوجود می‌آید به عنوان ارزش اقتصادی مصرف آن نهاده محسوب می‌شود (چمبرز، ۱۹۸۸). بنابراین چنانچه مقدار نهاده آب با  $W$  و ارزش مصرفی آن با  $r_i$  نشان داده شود آنگاه  $r_i$  از رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد:

$$r_i = \frac{\partial f(X)}{\partial W} \times P = P \times MP_w(W, X) = VMP_w(W, X) \quad (3)$$

که در آن  $P$  قیمت محصول و  $r_i$  قیمت نهاده  $i$  ام است. یکی از مسایل اصلی در روش تابع تولید انتخاب فرم تابعی مناسب است. شکل‌های تابعی مورد استفاده در تولید به دو گروه انعطاف‌پذیر و انعطاف‌ناپذیر تقسیم می‌شوند. توابع انعطاف‌ناپذیر به دلیل نداشتن پارامترهای کافی، محدودیت‌هایی را بر ساختار تولید اعمال می‌کند به طوری که اطلاعات این توابع نمی‌تواند به صورت آزاد رفتار تولیدکنندگان را بیان کند. این نوع توابع، تخمین خطی از متغیرها را به دست می‌دهد و در نتیجه دارای پارامترها و قدرت توضیح دهنده کمتری نسبت به اشکال تابعی انعطاف‌پذیر هستند. اشکال تابعی کاب-داگلاس،<sup>۱</sup> CES و ترانسندنتال اشکال تابعی انعطاف‌ناپذیر نامیده می‌شوند (ساموئلسن، ۱۹۷۹). توابع انعطاف‌پذیر، به تعداد کافی پارامتر دارند و محدودیتی را بر ساختار فناوری تولید اعمال نمی‌کنند. این توابع به صورت مناسب تری رفتار واقعی تولیدکنندگان را توضیح می‌دهند توابع تولید ترانسلوگ، تابع درجه دوم و درجه دوم تعمیم یافته توابع تولید انعطاف‌پذیر نامیده می‌شوند (دایورت، ۱۹۷۱). در جدول ۱ فرم‌های مختلف تابع تولید ارائه شده است.

اتخاذ هر نوع تصمیم و راه حلی جهت کنترل آلودگی بدون اطلاع از فرهنگ و باور غالب جامعه در خصوص موضوع، مسیر نیل به هدف را طولانی‌تر می‌نماید بنابراین انجام مطالعه‌ای با این مضمون که اطلاعات پایه‌ای را در اختیار برنامه‌ریزان و مسئولین امر گذاشته که با تکیه بر این نتایج، در جهت رفع مشکلات و کنترل آلودگی بهتر همت گمارند ضروری می‌باشد براین اساس پس از ارزش‌گذاری کاربرد رواناب‌های سطحی آلوده، نظر کشاورزان در مورد این منبع آبی غیرمستعار مورد بررسی قرار گرفته است. آمار و اطلاعات مورد نیاز در این تحقیق از طریق تدوین و تکمیل پرسشنامه از تولیدکنندگان محصول گندم به دست آمده است. تعداد نمونه لازم با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، از فرمول کوکران (۱۹۶۳) به شرح زیر به دست آمده است:

جدول ۱. انواع توابع تولید

فرم تابعی	نام تابع
$y = \alpha \prod_{i=1}^n X_i^{\beta_i}$	تابع کاب-داگلاس
$Y = \left[ \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i^{-\rho} \right]^{-\frac{1}{\rho}}$	تابع CES
$Y = \alpha \prod_{i=1}^n X_i^{\beta_i} e^{\gamma_i X_i}$	تابع ترانسدنتال
$Y = \alpha \prod_{i=1}^n X_i^{\beta_i} \prod_{i=1}^n X_i^{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (\gamma_{ij} \log X_j)}$	تابع ترانسلوگ
$Y = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \sum_{i=1}^n \lambda_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} X_i X_j$	تابع درجه دوم
$Y = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (\gamma_{ij} X_i X_j)$	تابع درجه دوم تعمیم یافته

$$n = \frac{N(t.s)^2}{Nd^2 + (t.s)^2} \quad (۴)$$

که در آن  $N$  حجم جامعه بوده که در این تحقیق تعداد کشاورزان گندم کار ۵۰۰۰ بهره‌بردار می‌باشد.  $t$  ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت مورد نظر از جدول تی‌استیودنت به‌دست می‌آید و در این مطالعه ۱/۹۶ فرض شده‌است.  $s^2$  برآورد واریانس صفت مورد مطالعه در جامعه می‌باشد.  $d$  دقت احتمالی مطلوب پنج درصد و  $n$  حجم نمونه لازم است (ارقامی و همکاران، ۱۳۸۰). چون آب مصرفی بهره‌برداران با سطح زیرکشت آنها رابطه مستقیمی دارد لذا از سطح زیرکشت به‌عنوان صفت مناسب برای تعیین تعداد نمونه استفاده شد. در رابطه ۴ واریانس صفت مورد مطالعه، واریانس سطح زیرکشت قرار گرفته‌است و با نمونه‌گیری مقدماتی ۰/۲۵ به‌دست آمد. بدین ترتیب حجم نمونه مورد استفاده در بخش تولیدکنندگان محصولات زراعی عدد ۹۴ به‌دست آمده‌است. به‌منظور مقایسه ارزش تولید نهایی نهاده آب در میان کشاورزانی که از آب تمیز استفاده نموده‌اند و کشاورزانی که از پساب بهره‌گرفته‌اند دو نمونه شامل کشاورزان منطقه آلوده و کشاورزان منطقه پاک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌است. به‌علت عدم دسترسی به اطلاعات و مستندات مربوط به کیفیت آب، بر اساس نظرات کارشناسان کشاورزی، منطقه آلوده شامل روستاهایی می‌باشد که کانال فیروزآباد که مهمترین کانال فاضلاب بر تهران است از آن روستاها می‌گذرد و منطقه پاک نیز شامل روستاهایی است که از آب رودخانه جاجرود بهره می‌گیرند. با توجه به عدم وجود پایگاه اطلاعات کشاورزانی که از پساب تصفیه‌نشده استفاده می‌نمایند حجم جامعه آماری این گروه از بهره‌برداران ۵۰ درصد کشاورزان منطقه در نظر گرفته شد. در هر دو نمونه اطلاعات مربوط به ۱۰۰ زارع تولیدکننده گندم در جنوب استان تهران در سال زراعی ۹۰-۹۱ جمع‌آوری گردید. از آنجا که براساس قانون مجازات اسلامی و شورای عالی سلامت و امنیت غذایی کشور، آبیاری محصولات کشاورزی و سبزیجات با فاضلاب خام ممنوع است و به‌علت هزینه‌های بالای جمع‌آوری آمار و اطلاعات تولید و همچنین پراکندگی فراوان تولید انواع مختلف محصولات صیفی و زراعی در جنوب استان تهران و عدم همکاری کشاورزان متخلف، فقط محصول گندم به‌عنوان محصول مورد بررسی در نظر گرفته شد.

## نتایج و بحث

نتایج اطلاعات به دست آمده از نمونه‌ها نشان می‌دهد که سطح زیرکشت کشاورزان نمونه ۲/۶ درصد از کل سطح زیرکشت گندم در جنوب استان تهران را شامل می‌گردد (جدول ۲). نمونه‌های دو منطقه به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که تفاوت چشم‌گیری میان میانگین سطح زیرکشت دو نمونه وجود نداشته باشد تا بتوان بدین طریق سایر تفاوت‌های میان دو نمونه را نمایان نمود. میانگین عملکرد تولید گندم کشاورزانی که از پساب بهره گرفته‌اند ۳۷۶ کیلوگرم در هکتار بیشتر از کشاورزانی است که از آب تمیز استفاده نموده‌اند.

جدول ۲. سطح زیر کشت و تولید گندم در دو منطقه مورد مطالعه

نام متغییر	مقدار
کل سطح زیر کشت نمونه‌گیری شده (هکتار)	۵۵۳/۵
میانگین سطح زیر کشت هر بهره‌بردار نمونه در منطقه آلوده (هکتار)	۲/۷۴
میانگین سطح زیر کشت هر بهره‌بردار نمونه در منطقه پاک (هکتار)	۲/۷۹
درصد سطح زیر کشت نمونه‌گیری شده در منطقه آلوده	۴۹/۶
درصد سطح زیر کشت نمونه‌گیری شده در منطقه پاک	۵۰/۴
میانگین عملکرد در استان تهران (تن-هکتار)	۴/۸
میانگین عملکرد در منطقه آلوده (تن-هکتار)	۳/۹۵۰
میانگین عملکرد در منطقه پاک (تن-هکتار)	۳/۵۷۴

مأخذ: جهاد کشاورزی استان تهران و یافته‌های تحقیق

کشاورزان منطقه آلوده به‌ازای هر هکتار کشت گندم ۱۱ کیلوگرم بذر بیشتری نسبت به کشاورزان منطقه پاک بکار برده‌اند. میانگین مصرف کود شیمیایی توسط زارعان منطقه آلوده ۲۰/۷ کیلوگرم در هکتار کمتر از میانگین مصرف کود شیمیایی توسط زارعان منطقه پاک است. همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود تفاوت چشمگیری در میانگین مصرف نهاده‌های سم، نیروی کار و ماشین‌آلات در میان دو نمونه مورد مطالعه دیده نمی‌شود. ملاحظه می‌گردد که متوسط مصرف نهاده آب، در منطقه آلوده بیشتر از منطقه پاک است.

جدول ۳. میانگین مصرف نهاده‌های مختلف در تولید گندم / هکتار

آب (هزار متر مکعب)	نیروی کار (نفر- روز)	کود شیمیایی (کیلوگرم)	سم (لیتر)	بذر (کیلوگرم)	ماشین‌آلات (ساعت)
۱۰	۳۸	۲۲۳	۲/۴	۲۵۵	۲۶
۸/۰۸	۳۵	۲۴۳/۷	۲/۲	۲۴۴	۲۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

به‌منظور برآورد تابع تولید مناسب دو فرم تابع انعطاف‌ناپذیر شامل تابع کاب-داگلاس و تابع ترانسندنتال و دو فرم تابع انعطاف‌پذیر شامل تابع ترانسلوگ و تابع درجه دوم تعمیم یافته برای هر دو نمونه برآورد و الگوی مناسب تشخیص داده شد. سپس با استفاده از ضرایب برآورد شده الگوی برتر، ارزش نهاده آب محاسبه شده است. در این توابع تولید، مقدار کل تولید گندم (تن) در یک فصل زراعی به‌عنوان متغیر وابسته تابعی از مقدار آب مصرفی (هزارمترمکعب)، نیروی کار (نفر-روز)، کودشیمیایی (کیلوگرم)، سم (لیتر)، بذر (کیلوگرم) و سطح زیرکشت (هکتار) می‌باشد. معیارهای انتخاب مدل برتر برای کشاورزان منطقه آلوده در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. مقایسه توابع مختلف تولید گندم در منطقه آلوده از لحاظ معنی‌داری و آزمون نرمالیت

نام تابع	تعداد ضرایب	ضرایب معنی دار	آماره JB	ضریب تعیین
کاب-داگلاس	۸	۳	۲/۴۴ (۰/۲۹)	٪۷۷/۳
ترانسندنتال	۱۳	۳	۲/۰۳ (۰/۳۶)	٪۷۷/۵
ترانسلوگ	۳۶	۲۵	۰/۰۸ (۰/۹۵)	٪۸۷/۶
درجه دوم تعمیم یافته	۳۶	۱۶	۰/۲۳ (۰/۸۹)	٪۸۵/۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۵. مقایسه توابع مختلف تولید گندم در منطقه پاک از لحاظ معنی‌داری و آزمون

نام تابع	تعداد ضرایب	ضرایب معنی دار	آماره JB	ضریب تعیین
کاب-داگلاس	۸	۶	۴/۴۶ (۰/۱۰)	٪۷۳/۲
ترانسندنتال	۱۳	۳	۲/۳۸ (۰/۳۰)	٪۷۳/۶
ترانسلوگ	۳۶	۲۰	۰/۵۸ (٪۷۵)	٪۸۴/۳
درجه دوم تعمیم یافته	۳۶	۱۷	۰/۰۸ (۰/۹۵)	٪۸۲/۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تابع تولید ترانسلوگ به‌عنوان مدل برتر برای هر دو نمونه برگزیده شد و نتایج برآورد این تابع در جدول ۶ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در منطقه آلوده اثر متقابل آب و کود شیمیایی مثبت است و بدین معنی است که با افزایش مقدار نهاده آب، تولید نهایی کود شیمیایی افزایش می‌یابد و با افزایش مقدار مصرف نهاده کود شیمیایی، تولید نهایی نهاده آب افزایش خواهد یافت. از سوی دیگر با افزایش مصرف نهاده آب، تولید نهایی نهاده سم و بذر کاهش خواهد یافت. لذا می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از آب‌های آلوده اثر مثبتی بر تولید نهایی مصرف کود شیمیایی و اثر منفی بر تولید نهایی بذر و سم دارد. نیز مشاهده می‌شود در منطقه پاک اثر متقابل آب و کودشیمیایی منفی است و بدین معنی است که با افزایش مقدار نهاده آب، تولید نهایی کود شیمیایی کاهش می‌یابد و با افزایش مقدار مصرف نهاده کودشیمیایی، تولید نهایی نهاده آب کاهش خواهد یافت. از سوی دیگر با افزایش مصرف نهاده آب، تولید نهایی نهاده بذر افزایش خواهد یافت. لذا می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از آب‌های سالم اثر منفی بر تولید نهایی مصرف کود شیمیایی و اثر مثبتی بر تولید نهایی بذر داشته است.

جدول ۶. نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ در دو منطقه

منطقه پاک		منطقه آلوده		نام متغیر
آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	
-۴/۳۰	-۵۰/۰۱	-۴/۶۳	-۶۴۰/۴۶	جزء ثابت
۱/۲۶	۱۹/۲۷	۱/۹۹	۳۳/۶۹	لگاریتم نهاده آب
-۲/۰۸	-۹/۵۶	۲/۱۶	۳۵/۷۷	لگاریتم نهاده ماشین آلات
-۴/۵۱	-۱۳۷/۱۳	۳/۶۶	۸۵/۴۳	لگاریتم نهاده کود
-۱/۷۱	-۱۳/۹۳	۲/۹۹	۵۲/۳۹	لگاریتم نهاده سم
-۱/۳۰	-۲۹/۱۰	۲/۱۶	۷۶/۸۹	لگاریتم نهاده بذر
-۵/۰۵	-۴۹/۲۶	۱/۹۵	۴۴/۹۳	لگاریتم نهاده نیروی کار
۴/۶۵	۲۰۹/۷۵	-۵/۷۳	-۳۳۲/۵۷	لگاریتم نهاده زمین
-۱/۲۴	-۵/۳۶	-۲/۵۵	-۵/۷۴	توان دوم لگاریتم نهاده آب
-۲/۵۱	-۳/۰۸	-۱/۸۳	-۳/۷۴	توان دوم لگاریتم نهاده ماشین آلات
۳/۳۷	۱۷/۶۶	-۲/۱۹	-۷/۰۷	توان دوم لگاریتم نهاده کود
-	-	۰/۲۶	۰/۵۲	توان دوم لگاریتم نهاده سم
-۰/۸۳	-۳/۳۱	-۰/۲۸	-۱/۶۷	توان دوم لگاریتم نهاده بذر
-۴/۷۰	-۱۲/۰۲	۰/۳۵	۱/۱۴	توان دوم لگاریتم نهاده نیروی کار
۴/۰۲	۳۸/۶۹	-۶/۶۳	-۸۴/۷۲	توان دوم لگاریتم نهاده زمین
-	-	-۱/۷۵	-۱/۸۵	اثر متقابل آب و ماشین آلات
-۲/۲۴	-۴/۸۴	۱/۴۲	۱/۶۱	اثر متقابل آب و کود شیمیایی
-	-	-۱/۰۱	-۱/۴۳	اثر متقابل آب و سم
۰/۸۲	۱/۴۴	-۲/۰۰	-۳/۲۰	اثر متقابل آب و بذر
۳/۱۱	۴/۰۰	-۰/۷۸	-۱/۲۳	اثر متقابل آب و نیروی کار
۰/۶۵	۳/۱۲	۲/۶۵	۱۲/۴۷	اثر متقابل آب و زمین
۳/۶۵	۳/۸۱	۰/۶۲	۱/۲۴	اثر متقابل ماشین آلات و کود شیمیایی
-۰/۴۷	-۰/۳۹	-	-	اثر متقابل ماشین آلات و سم
-۱/۱۹	-۱/۴۴	-۱/۹۹	-۳/۶۹	اثر متقابل ماشین آلات و بذر
-	-	-۱/۱۲	-۱/۶۳	اثر متقابل ماشین آلات و نیروی کار
۲/۷۳	۲/۱۱	۲/۸۰	۱۰/۰۴	اثر متقابل ماشین آلات و زمین
۰/۵۳	۰/۶۰	-۲/۷۷	-۴/۱۰	اثر متقابل کود و سم
۱/۲۲	۳/۰۹	-۳/۲۲	-۶/۴۶	اثر متقابل کود و بذر
۳/۰۵	۳/۳۵	-۲/۱۸	-۴/۴۱	اثر متقابل کود و نیروی کار
-۵/۰۸	-۲۴/۵۲	۳/۶۴	۱۹/۲۰	اثر متقابل کود و زمین
۲/۲۸	۳/۲۰	-۲/۰۵	-۴/۲۳	اثر متقابل سم و بذر
-۲/۷۰	-۲/۰۶	-۰/۹۰	-۰/۹۶	اثر متقابل سم و نیروی کار
-۰/۹۲	-۱/۳۶	۲/۵۱	۹/۷۹	اثر متقابل سم و زمین
۵/۲۶	۹/۶۶	-۱/۵۰	-۲/۸۳	اثر متقابل بذر و نیروی کار
-۲/۴۶	-۱۲/۳۳	۳/۲۴	۲۲/۵۴	اثر متقابل بذر و زمین
-۱/۸۵	-۳/۹۷	۱/۹۰	۹/۸۳	اثر متقابل نیروی کار و زمین

n=100 D.W=۲ R<sup>2</sup>=٪۸۴/۳ n=100 D.W=۱/۷ R<sup>2</sup>=٪۸۷/۶

مأخذ: یافته های تحقیق



نتایج محاسبه ارزش اقتصادی نهاده آب برای دو منطقه پاک و منطقه آلوده در جدول ۷ گزارش شده است. ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب در نمونه کشاورزی که از آب آلوده جهت آبیاری استفاده می‌کنند به میزان ۱۱۰ ریال بیشتر از ارزش آن در نمونه کشاورزی است که از آب کانال‌های تمیز بهره می‌گیرند. با توجه به تفاوت میانگین عملکرد تولید گندم در میان دو منطقه و کشت‌های تولیدی نهاده آب محاسبه شده در دو نمونه مورد مطالعه تفاوت ایجاد شده در ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب در میان دو گروه زارعین قابل قبول می‌باشد. بر اساس مطالعات فنی و آزمایشی انجام گرفته - شده توسط سایر مطالعات پساب دارای موادمغذی بوده که دارای اثر مثبتی بر عملکرد محصول است و دارای ارزش اقتصادی است.

جدول ۷. ارزش اقتصادی هر متر مکعب آب (ریال)

نام محصول	منطقه آلوده	منطقه پاک
گندم	۵۳۰	۴۲۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مرکز آمار ایران مصرف سرانه آب شرب تهران را پس از کسر آب به حساب نیامده بر اساس فرمول کاپن تا افق سال ۱۴۰۵ ه. ش محاسبه نموده است. بر این اساس با فرض ضریب تبدیل ۷۵ درصد آب مصرفی به پساب (قانعیان و نعیمی، ۱۳۸۷)، میزان کل پساب تولید در سال ۱۴۰۵ برابر با  $۷۰۶/۲$  میلیون مترمکعب خواهد بود. با در نظر گرفتن متوسط قیمت پساب و آب سالم که در میان دو نمونه گندمکاران به دست آمده است ارزش کل پساب تولیدی (۴۷۵ ریال به ازای هر مترمکعب) در جدول ۸ ارائه شده است. بر این اساس ارزش کل پساب تولیدی در سال ۱۴۰۵ برابر با ۳۳۵۴۸۰ میلیون ریال (۳۳/۵ میلیارد تومان) خواهد بود.

بخش عمده کشاورزی که از فاضلاب به عنوان یک منبع آب آبیاری بهره می‌گیرند از این نوع آبیاری تنفری ندارند و نگرانی بابت ایجاد بیماری در میان کارگران آنها مشاهده نمی‌شود. ۶۵ درصد این گروه از کشاورزان معتقدند که آبیاری با فاضلاب منجر به افزایش کود و حاصلخیزی زمین‌های آنها می‌شود. اما در مورد آلودگی خاک زمین‌های کشاورزی نظرات متفاوتی ارائه داده‌اند و دامنه نظرات آنان گسترده است. در مورد آلودگی آب چاه‌های منطقه مورد مطالعه در اثر آبیاری با فاضلاب نیز دیدگاه‌های متفاوتی وجود دارد. ۵۱ درصد کشاورزان مورد مطالعه ابراز داشته‌اند که حاضر نیستند از سبزیجات برگی و گوجه‌فرنگی تولید شده حاصل از مزارع آبیاری شده با فاضلاب مصرف کنند در حالی که فقط ۱۹ درصد این‌گونه کشاورزان حاضر به مصرف محصولات خود بوده‌اند (جدول ۹). اولویت‌بندی منافع آبیاری با فاضلاب از دیدگاه کشاورزان نشان می‌دهد که در دسترس بودن و قابل اطمینان بودن فاضلاب نسبت به سایر منابع آبی و کم هزینه بودن استفاده از آن به عنوان مهم‌ترین منفعت برای کشاورزان مورد بررسی محسوب می‌گردد.

جدول ۸. محاسبه ارزش کل پساب تولیدی شهر تهران در چشم انداز ۱۴۰۵

سال	۱۳۸۵	۱۳۹۰	۱۳۹۵	۱۴۰۰	۱۴۰۵
ضریب کاپن	۹۰/۴	۸۹/۹	۸۹/۵	۸۹	۸۸/۶
سرانه مصرف (لیتر در روز)	۲۷۷	۲۷۸	۲۸۰	۲۸۱	۲۸۳
میزان کل مصرف (میلیون مترمکعب)	۷۸۸/۴	۸۲۴/۹	۸۶۲/۶	۹۰۱/۵	۹۴۱/۷
میزان کل پساب تولیدی (میلیون مترمکعب)	۵۹۱/۳	۶۱۸/۶	۶۴۶/۹	۶۷۶/۱	۷۰۶/۳
ارزش کل پساب تولیدی (میلیون ریال)	۲۸۰۸۶۷	۲۹۳۸۷۰	۳۰۷۳۰۱	۳۲۱۱۵۹	۳۳۵۴۸۰

مأخذ: مرکز آمار ایران و یافته‌های تحقیق

جدول ۹. دیدگاه کشاورزان نسبت به آبیاری با پساب

گزاره	کاملاً موافقم	موافقم	بی تفاوت	مخالفم	کاملاً مخالفم
از آبیاری زمین‌های خود با آب فاضلاب متنفرم	۰٪	۸٪	۲۶٪	۳۶٪	۳۰٪
من نگران بیماری کارگران زمین خود ناشی از آبیاری با فاضلاب خام هستم.	۴٪	۷٪	۳۰٪	۳۹٪	۲۰٪
آبیاری با فاضلاب میزان کود زمین‌های من را افزایش داده‌است.	۲۸٪	۳۷٪	۳۰٪	۳٪	۲٪
آبیاری با فاضلاب موجب آلودگی زمین‌های کشاورزی من شده‌است.	۱۲٪	۲۵٪	۲۸٪	۲۶٪	۹٪
آبیاری با فاضلاب موجب آلودگی چاه‌های آب اطراف زمین‌های ما شده‌است.	۱۸٪	۲۶٪	۳۱٪	۱۵٪	۱۰٪
بنده حاضر هستم از سبزیجات و گوجه‌فرنگی مزرعه خودم که توسط فاضلاب آبیاری شده‌اند مصرف کنم.	۴٪	۱۵٪	۳۰٪	۳۱٪	۲۰٪

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۱۰. علت آبیاری با فاضلاب

رتبه	دلیل
۲	این تنها منبع آب قابل دسترسی است
۳	آبیاری با فاضلاب عملکرد کشاورزی را افزایش داده‌است
۵	چون منبع درآمد دیگری ندارم مجبور هستم از فاضلاب جهت کشاورزی استفاده کنم
۴	فاضلاب مواد مغذی مورد نیاز گیاهان را تأمین کرده و بنده کود کمتری خریداری نموده‌ام
۱	چون فاضلاب در تمام فصول سال در دسترس است نسبت به سایر منابع آبی بیشتر قابل اطمینان بوده و دسترسی به آن کم هزینه است.

مأخذ: یافته‌های تحقیق

## نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که میانگین عملکرد تولید گندم در میان کشاورزانی که از پساب بهره می‌گیرند ۳۷۶ کیلوگرم در هکتار بیشتر از کشاورزانی است که از آب تمیز استفاده می‌کنند. براساس مطالعات فنی انجام گرفته و نظرسنجی مطالعه حاضر آب‌های آلوده دارای مواد مغذی بوده که منجر به رشد گیاه خواهد شد و این مواد میزان خرید کودهای شیمیایی توسط کشاورزان را کاهش خواهد داد. آنچه در نتیجه برآورد تابع تولیدگندم در منطقه آلوده و محاسبه کشت تولید نهاده کود شیمیایی نیز به‌دست آمده‌است این امر را تأیید می‌کند. اما براساس عادت رفتاری کشاورزان و عدم آگاهی آنها از میزان مواد مغذی موجود در آب‌های آلوده آنها به‌مصرف کودهای شیمیایی همانند مقدار مصرف کودهای شیمیایی توسط کشاورزانی که از آب‌های پاک بهره می‌گیرند ادامه می‌دهند. با یک درصد افزایش مصرف نهاده آب توسط کشاورزان منطقه آلوده و منطقه پاک به‌ترتیب به‌میزان ۰/۲۹۹ درصد و ۰/۲۱۴ درصد به میانگین تولید محصول افزوده خواهد شد. ارزش اقتصادی هر متر مکعب در منطقه آلوده ۵۳۰ ریال و در منطقه پاک ۴۲۰ ریال به‌دست آمد. بر اساس ارزش اقتصادی هر متر مکعب آب (شامل آب پاک و آب آلوده) قیمت کل پساب تولیدی تهران از ۲۹۳۸۷۰ میلیون ریال در سال ۱۳۹۰ به ۳۳۵۴۸۰ میلیون ریال در سال ۱۴۰۵ افزایش خواهد یافت.

اولویت‌بندی منافع آبیاری با فاضلاب از دیدگاه کشاورزان نشان می‌دهد که در دسترس بودن و قابل اطمینان بودن فاضلاب نسبت به سایر منابع آبی و کم هزینه بودن استفاده از آن به‌عنوان مهم‌ترین منفعت برای کشاورزان مورد بررسی محسوب می‌گردد. افزایش عملکرد محصول و بهبود حاصلخیزی خاک در اثر آبیاری با فاضلاب در اولویت‌های بعدی قرار گرفته‌است. عدم توانایی کشاورز در کسب شغلی دیگر جهت تامین معاش و لذا اجبار بر ماندن در شغل کشاورزی و استفاده از فاضلاب به‌عنوان منبع آب آبیاری به‌عنوان آخرین منفعت کاربرد فاضلاب از دیدگاه کشاورزان منطقه محسوب می‌گردد. این علل نشان می‌دهد که چرا کشاورزان با وجود منع قانونی کاربرد فاضلاب تصفیه نشده همچنان به استفاده از این منبع آب آبیاری بهره می‌گیرند.

براساس نتایج به‌دست آمده مهم‌ترین تأثیر فاضلاب از دیدگاه کشاورزان در دسترس بودن مقداری آب برای عملیاتی نمودن فعالیت کشاورزی محسوب می‌گردد. براین اساس کشاورزان حاضر هستند در صورت تصفیه فاضلاب و دسترسی قانونی به فاضلاب از آن بهره‌برداری نمایند. لذا تسریع در امر تصفیه و برنامه‌ریزی جهت کاربرد فاضلاب پیشنهاد می‌گردد. پیشنهاد می‌گردد کیفیت فاضلاب آزمایش شده و میزان مواد مغذی آن به کشاورزان و مهندسين شرکت‌های مشاوره‌ای و مروجین بخش کشاورزی اطلاع رسانی گردد و آموزش‌های لازم در زمینه میزان کاهش مصرف کود شیمیایی و اصلاح رفتار عادت مصرفی این نهاده توسط کشاورزان داده شود. با توجه به‌نوع منبع آب آبیاری و مواد مغذی آن به کشاورزان آموزش میزان مصرف نهاده‌ها ارائه شود تا از مصرف غیر بهینه و بیش از حد هر نهاده جلوگیری گردد. توجه به‌عدم آلودگی خاک و آب از دیدگاه کشاورزان بسیار مهم است اما آنچه مصرف فاضلاب خام توسط کشاورزان را منجر شده‌است در دسترس بودن و عدم وجود منبع آب آبیاری است لذا ارائه یک منبع مطمئن آب آبیاری برای زمین‌های زراعی که در کوتاه مدت امکان در اختیار قرار دادن فاضلاب تصفیه شده به آنها وجود ندارد حائز اهمیت است. پیشنهاد می‌گردد قیمت فروش فاضلاب تصفیه شده براساس نتایج تحقیق در دامنه ۴۲۰ تا ۵۳۰ ریال قرار گیرد البته باید در نظر داشت که این قیمت برای محصول گندم به‌دست آمده‌است اما می‌تواند به‌عنوان یک قیمت پایه جهت انجام مطالعات و اجرای پروژه فروش فاضلاب تصفیه شده به کشاورزان منطقه مد نظر قرار گیرد.

## منابع

- استاندارداری تهران. ۱۳۹۰. گزارش وضعیت فاضلاب جنوب استان تهران. دفتر طرح و برنامه استاندارداری تهران، ایران.
- ارقامی، ن.، بزرگ نیا، ا. و سنجرى، ن. ۱۳۸۰. مقدمه ای بر بررسی های نمونه ای، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ترابیان، ع. و مهجوری، م. ۱۳۸۳. بررسی وضعیت فاضلاب های صنعتی-تولیدی در صنایع استان تهران. آب و فاضلاب، ۵۰: ۴۴-۳۴.
- شرکت مهندسی مشاور یکم. ۱۳۸۹. مطالعات ساماندهی آبهای سطحی جنوب تهران. شرکت مهندسی مشاور یکم. تهران، ایران.
- شرکت آب و فاضلاب استان تهران. ۱۳۹۰. گزارش های وضعیت آب.
- قانعیان، م.ت. و نعیمی، ن. ۱۳۸۷. استفاده مجدد از پساب در کشاورزی راهکاری جهت توسعه منابع آب در ایران. مجموعه مقالات اولین سمینار ملی جایگاه آب های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب-چالش ها و راهکارها. ۱ و ۲ خرداد ماه. مشهد، ایران.
- Chambers, R.G. 1988. *Applied Production Analysis: A dual Approach*. Cambridge University Press, London.
- Diewert, W.E. 1971. An Application of the Shepherd Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function. *Journal of Political Economics*, 79:481-507.
- Emenyonu, C.A., Odii, M.A., Ohajianya, D.O., Henri, U.A., Onyemauwa, S.C., Ben-chendo, G.N. and Munonye, O.U. 2010. Effects Of Waste Water Use On Vegetable Crop Production In Imo State, Nigeria, Department of Agricultural Economics, Federal University of Technology Owerri. *Researcher*, 2(10):47-56.
- Huynh. V.K. and Mitsuyasu, Y. 2012. Rice Yield Loss Due to Industrial Pollution in Vietnam. *journal of US-China public administration*, 9( 3):248-256.
- Lindhjem, H., Hu,T., Ma, Z., Skjelvik, J., Song, G., Vennemo, H., Wu, J., Zhang, S. 2007. Environmental economic impact assessment in China: Problems and Prospects. *Environmental Impact Assessment Review*, 27(1):1-25
- Ratna R.V., and Behera, B. 2006. Impact of water pollution on rural communities: An economic analysis *Ecological Economics*, 58: 520– 537
- Samuelson P.A .1979. Paul Douglas's Measurement of production Function and Marginal Productivities. *Journal of Political Economy*, 87(5): 923-939.
- Weldesilassie, A.B .2008. Economic Analysis and Policy Implications of Wastewater Use in Agriculture in the Central Region of Ethiopia, Dissertation Submitted in fulfillment of the requirements for the degree "Doctor der Agrarwissenschaften" Institute for Farm Management University of Hohenheim.

## **Estimation of Economic Value of Use of Wastewater at Agricultural Sector in South of Tehran Province**

**Mohammad Reza Sasouli<sup>1\*</sup> and Seyed Abolghasem Barabadi<sup>2</sup>**

Received: 26 February, 2015

Accepted: 7 August, 2015

### **Abstract**

Appropriate use of non-conventional water resources including surface runoff and sewage is produced an issue that has emerged as a necessity particularly in Iran. This thread has been created specifically in Tehran. The current study was aimed to investigate the economic value of sewage at Agricultural Sector in South of Tehran with produced approach in the contaminated and clean area. From the results, the average yield of wheat production among the farmers from polluted water was 376 kg ha<sup>-1</sup> more than farmers who used clean water. Moreover, the economic value of water was 110 Rials more than farmers who used clean water. According to the results, the total value of wastewater in Tehran in 1405 would be equivalent to 335,480 million Rials. The priorities for interests of irrigation using wastewater from an agricultural perspective suggests that availability and reliability of wastewater than other water sources and low cost of its use is the most important benefit. The next priority result of irrigation with wastewater is increasing crop yield and improving soil fertility. This explains why farmers despite the legal prohibition of the use of untreated sewage continue to utilize this source of irrigation water.

**Keywords:** Economic Value, Production Function, South of Tehran province, untreated surface water

---

1- Assistant Professor ,High Educational Complex of Saravan.I.R.

2- M.Sc. High Educational Complex of Saravan.I.R.

(\*-Corresponding Author E-mail: sasouli.ageco@yahoo.com)