

ارزش گذاری آبهای زیرزمینی در بهره برداریهای کشاورزی گندم کاران شهرستان خاتم در استان یزد (بخش هرات)

زهرا عابدی^{۱*}

Zah.abedi@gmail.com

مجید احمدیان^۲

آرزو انتظاری^۳

چکیده

کشور ایران با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلیمتر در سال با مسأله کم آبی و توزیع غیر یک نواخت در زمینه منابع آبی روبه رو است. مصرف آب در بخش کشاورزی حدود ۹۰ درصد از مصارف آبی کشور را در بر می گیرد، از این رو ارزش گذاری اقتصادی آب در مصارف کشاورزی، یکی از مهمترین اولویتهای در زمینه مدیریت منابع آب می باشد.

در این تحقیق با توجه به فواید روشهای محاسبه ارزش اقتصادی آب، از روش مبتنی بر پایه تابع رفاه اجتماعی، ارزش اقتصادی آب گندم کاران شهرستان خاتم یزد (بخش هرات) محاسبه و تحلیل اقتصادی گردید. آمارها و اطلاعات مورد نیاز از ۱۰۰ پرسش نامه با استفاده از روش نمونه گیری خوشه ای دو مرحله ای در سال زراعی ۱۳۸۷ و آمارنامه های کشاورزی شهرستان خاتم و استان یزد جمع آوری شد و جهت برازش و تخمین توابع از نرم افزار Eviews5 استفاده شده است.

نتایج آشکار می سازند که بازده نزولی نسبت به مقیاس در منطقه برقرار است و تولید نهایی عوامل تولیدی آب (متر مکعب)، نیروی کار (نفر روز) و سموم دفع آفات نباتی و گیاهی (کیلوگرم) به ترتیب برابر ۱/۴ و ۶۵ و ۱۱۱۳ کیلوگرم به ازای واحد به کارگرفته شده است. همچنین تولیدکنندگان حاضرند ۰/۲۲۸ واحد آب و ۰/۰۶۷ واحد آب از دست بدهند تا به ترتیب یک واحد بیشتر از نهاده های نیروی کار و سموم استفاده کنند. تولید آخرین واحد پولی صرف شده روی عاملهای تولیدی آب (مترمکعب)، نیروی کار (نفر روز) و سموم (کیلو گرم) به ترتیب برابر ۰/۰۴۹، ۰/۰۰۵ و ۰/۰۱۵۹ واحد بر ریال به دست آمد.

نتایج، قیمت واقعی اقتصادی هر متر مکعب آب را ۱۲۵۹۳ ریال نشان می دهند که با قیمت حال حاضر منطقه (۲۷۷/۴ ریال) تفاوت زیادی دارد که منجر به برداشت بیش از حد از منابع آبهای زیرزمینی منطقه می گردد. همچنین قیمت سایه ای نیروی کار ۶۰۴۵۰۰ ریال و سموم دفع آفات ۱۰۳۵۰۹۰۰ ریال برآورد گردیده است. در این بررسی کشش قیمتی و درآمدی تقاضای مشتق شده عامل تولیدی آب برابر ۱۵/۳۳ و ۴۵/۳۲۹ واحد حاصل گردید.

کلمات کلیدی: تابع تولید کاب- داگلاس، ارزش اقتصادی آب، بازده کاهنده نسبت به مقیاس، کشش قیمتی و درآمدی تقاضا، شهرستان خاتم یزد

۱- استادیار، گروه اقتصاد محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران (مسئول مکاتبات).

۲- استاد، عضو هیأت علمی دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران، ایران.

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.

مقدمه

شهرستان خاتم از توابع استان یزد در فاصله ۲۴۰ کیلومتری جنوب مرکز استان بین استانهای یزد، کرمان و فارس قرار دارد. شهرستان خاتم در حد فاصل ۵۳ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۱ دقیقه عرض شمالی در جنوبی ترین قسمت استان یزد واقع گردیده است. مساحت این شهرستان ۸۴۰۰ کیلومتر مربع و جمعیتی بالغ بر ۳۵۰۰۰ نفر را دارا می باشد. ارتفاع از سطح دریا ۱۷۰۰ متر است. سوابق تاریخی منشأ حکومت از زمان ورود آریاییها به ایران می باشد. از لحاظ کشاورزی قطب اصلی کشاورزی در استان یزد می باشد. منطقه مورد مطالعه زیر حوزه بوانات و سرچهان جزئی از حوزه آبریز کویر سیاهکوه می باشد، کویر سیاهکوه یکی از چهار حوزه بسته حوزه آبریز کویر بافق و اردستان-رفسنجان است (۱).

از لحاظ کشاورزی قطب اصلی کشاورزی در استان یزد می باشد. در فاصله ۵۰ کیلومتری مرکز هرات دهستان چاهک دارای جنگلی سرسبز طبیعی با مساحتی بیش از ۶۴۰۰۰ هکتار که تنها جنگل استان یزد می باشد قرار دارد. سطح اراضی قابل کشت در این شهرستان ۴۷۱۵۰ هکتار است که شامل ۱۵۸۵۱ هکتار محصولات زراعی و ۱۰۹۴۷ هکتار محصولات باغی و ۲۱۲۰۰ هکتار آیش می باشد (۲).

منابع آب شهرستان خاتم را ۵۴۲ حلقه چاه عمیق با میزان تخلیه سالیانه ۲۵۴/۷ میلیون متر مکعب، ۲۲۷ حلقه چاه نیمه عمیق با میزان تخلیه ۶۰/۷ میلیون متر مکعب، ۶۳ رسته قنات با میزان تخلیه سالیانه ۱۹/۱ میلیون متر مکعب و ۱۰۷ چشمه با میزان تخلیه سالیانه ۵/۲ میلیون متر مکعب تشکیل داده است (۳). با توجه به این که کشاورزان از منابع آب زیرزمینی برداشت مشترک دارند و هدف هر کشاورز رسیدن به حداکثر سود است، بنابراین هر تولید کننده نهاده آب را تا مقداری استفاده می کند که ارزش تولید نهایی هر واحد نهاده آب در فعالیتش برابر هزینه نهایی آن گردد در غیر این صورت اثر جنبی (منفی) برداشت بیش از حد آب زیرزمینی کارایی

تولید را کاهش خواهد داد. در این راستا پایین بودن هزینه استفاده از هر واحد آب و نادیده گرفتن اثر جنبی (منفی) برداشت بیش از حد باعث افت شدید سطح آب زیرزمینی در منطقه هرات یزد شده است و رفاه اجتماعی را به مقدار قابل توجهی کاهش داده است. بنابراین محاسبه ارزش واقعی هر واحد (متر مکعب) آب مصرف شده در بخش کشاورزی و محاسبه کل اثر منفی برداشت بیش از حد آب از منابع زیرزمینی منطقه هرات در اجرای سیاستهای برداشت مناسب و حفاظت از ذخایر آب زیرزمینی ضروری است.

در این زمینه مطالعات زیادی انجام شده که به چند مورد از آنها اشاره می کنیم:

۱- میرزایی (۱۳۷۸)، در مقاله ای تحت عنوان «روش قیمت گذاری و تقاضای آب کشاورزی باغهای پسته رفسنجان با استفاده از تابع تولید کاب داگلاس اقدام به برآورد ارزش بهره وری نهایی آب و سهم آن در تولید (به عنوان آب بها) برای محصول پسته در شهرستان رفسنجان نموده اند و با استفاده از روش حداکثر سازی سود، به بررسی تابع تقاضای نهاده آب و کشت تقاضای آن پرداختند. نتایج این مطالعه نشان می دهد که ارزش تولید نهایی و آب بهای پیشنهادی به ترتیب ۳۹۸ و ۳۵ ریال به ازای هر متر مکعب می باشد. در این مطالعه تقاضای آب با کشت و مقدار آن ۴/۵- برآورد شده است (۴).

۲- عزیززی (۱۳۸۰) در مطالعه خود در استان فارس برای محاسبه کشت تولید نهاده آب در مزارع گندم با استفاده از فرم کاب داگلاس، تابع تولید را برآورد نمود و سپس با استفاده از قیمت نهاده ها و محصول تابع هزینه را استخراج نموده و سپس این تابع را نسبت به قیمت آب مشتق گرفته تا تابع تقاضای نهاده آب مورد استفاده کشاورزان به دست آید و سپس با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده کشت تولید نهاده آب را ۰/۱۲۲۲- به دست آورد (۵).

۳- پیتافی و روماست (۲۰۰۳)، به تعیین قیمت کارایی آبهای زیرزمینی و سرمایه گذاریهای حفاظتی در آبریزها پرداختند که

۵- نانسی و جویل (۲۰۰۰) در مطالعه خود در منطقه نبراسکا با استفاده از روش محاسبه ارزش هر واحد آب با استفاده از تابع سود، ارزش هر واحد آب را برای استفاده در تپه‌های خاک به دست آوردند که در جدول ۱ نشان داده شده است (۸).

به منظور دستیابی به اهداف مطالعه خود از روش برنامه ریزی خطی استفاده نمودند (۶).

۴- کریستف (۲۰۰۱) در مطالعه خود در فرانسه با استفاده از این روش، تابع تقاضا برای آب کشاورزی را به دست آورد و به این نتیجه رسید که در فاصله قیمتی ۰/۴ تا ۰/۵ فرانک برای هر مترمکعب آب تابع تقاضا کشش پذیر است و در سایر قیمت‌ها کشش ناپذیر است (۷).

جدول ۱- ارزش استفاده هر واحد آب (ایکر/اینچ) در تپه‌های مختلف خاک در منطقه نبراسکا در سال ۲۰۰۰ (دلار) (۸)

برای خاکهای با ظرفیت نگهداری پایین	برای خاکهای با ظرفیت نگهداری متوسط	برای خاکهای با ظرفیت نگهداری بالا	برای همه خاکها	ارزش هر واحد آب
۱۱/۵	۱۲/۸	۱۴/۸	۱۲/۷	

مواد و روشها

در توابع فوق C_i نشان دهنده حداقل هزینه‌ای است که برای تولید مقدار معینی محصول خاص با استفاده از نهاده‌های تولید ایجاد می‌شود. C_w تابعی است با رشد فزاینده نسبت به سطح آب زیرزمینی (R)، یعنی مشتق تابع نسبت به R بزرگتر از صفر است.

$$C'_w > 0, C''_w > 0$$

تابع معکوس تقاضای محصول i برابر است با:

$$P_i = P_i(Y_i) \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در تابع فوق P_i نشان دهنده قیمت بازاری محصول است، علاوه بر این قیمت نهاده‌های مصرف شده در طی دوره تولید محصول ثابت فرض می‌گردد.

تابع S_i رفاه اجتماعی که از تولید مقدار معینی Y_i ایجاد می‌شود را نشان می‌دهد. با استفاده از سطح زیر منحنی تقاضا که از آن هزینه نهاده‌ها کسر شده باشد می‌توان رفاه اجتماعی را به صورت معادله ۴ محاسبه نمود.

روش مبتنی بر پایه تابع رفاه اجتماعی: در این روش تأثیر مقدار آب زیرزمینی مصرفی کشاورزان بر رفاه اجتماعی اندازه‌گیری می‌شود. اگر $i (i=1,2,\dots,n)$ محصول با استفاده از آب زیرزمینی تولید شود، برای تولید Y_i از محصول i ام احتیاج به مقدار معینی آب (W_i) و سایر نهاده‌ها ($X_{ij}; j=1,2,\dots,m$) است. به منظور ارتباط دادن درآمد خالص کشاورزان و سطح آب زیرزمینی فرض می‌شود که آب در دسترس کشاورزان به سطح آب زیرزمینی (R) بستگی دارد. بر این اساس توابع و هزینه تولید به صورت معادلات ۱ و ۲ نشان داده می‌شود.

$$Y_i = Y_i[X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ij}, W_i(R)] \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$C_i = C_x \cdot X_{ij} + C_w(R) \cdot W_i \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$S_i = S_i[X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ij}, W_i(R); C_w(R)] = \int P_i(u)du - C_x X_j - C_w(R)W_i \quad \text{رابطه (۴)}$$

یک از کشاورزان گیرنده قیمت باشند و در تعیین قیمت بازار دخالتی نداشته باشند این مورد به عنوان یک فرض در این تحقیق در نظر گرفته شده است.

با این فرض که قیمت نهاده‌ها و محصول طی دوره مورد مطالعه بدون تغییر باقی بماند، افت سطح آب زیرزمینی اثر منفی بر رفاه جامعه دارد. با توجه به معادله شماره ۴ و با استفاده از تئوری پوش تأثیر افت آب زیرزمینی بر رفاه جامعه در تابع زیر نشان داده شده است:

باجداکثر کردن تابع فوق ارزش بهینه نهاده‌های تولیدی با استفاده از توابع زیر به دست خواهد آمد.

$$\frac{\delta S_i}{\delta X_{ij}} = P_i(Y_i) \frac{\delta Y_i}{\delta X_{ij}} - C_{xj} = 0 \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$\frac{\delta S_i}{\delta W_i} = P_i(Y_i) \frac{\delta Y_i}{\delta W_i} - C_w(R) = 0 \quad \text{رابطه (۶)}$$

توابع ۵ و ۶ نشان می‌دهند که حداکثر کارایی اجتماعی زمانی حاصل می‌گردد که ارزش تولید نهایی هر نهاده برابر قیمت نهاده مورد نظر باشد اما زمانی روابط فوق صادق است که هر

$$\frac{\delta S_i}{\delta R} = \left(P_i(Y_i) \frac{\delta Y_i}{\delta W_i} - C_w \right) \left(\frac{\delta W_i}{\delta C_w} \frac{\delta C_w}{\delta R} + \frac{\delta W_i}{\delta R} \right) - W_i^* \left(\frac{\delta C_w}{\delta R} \right) \quad \text{رابطه (۷)}$$

د- تغییر در سطح آب زیرزمینی بر ارزش تولید نهایی نهاده آب در تولید محصول مؤثر است.

با در نظر گرفتن این دو فرض که اولاً تولید کشاورزان بر روی یک منحنی یکسان تولید قرار دارد و ثانیاً همه کشاورزان گیرنده قیمت هستند، اگر K کشاورز به میزان Y_{ik} از محصول W_{ik} استفاده از W_{ik} نهاده آب تولید کنند در این صورت اگر سطح آب زیرزمینی از R_0 (سطح اولیه آب) به R_1 (سطح ثانویه آب) کاهش یابد تغییر بر رفاه اجتماعی با استفاده از فرمول ۸ محاسبه می‌شود:

تغییر در سطح آب زیرزمینی به صورتهای متفاوتی بر رفاه جامعه تأثیر می‌گذارد که عبارتند از:

الف- تغییر در هزینه نهایی استخراج آب، هزینه کل استخراج آب $(W_i^* (\delta C_w / \delta R))$ را تغییر می‌دهد.

ب- تغییر در سطح آب زیرزمینی بر هزینه نهایی استخراج تأثیر می‌گذارد و به طور غیرمستقیم بر میزان استخراج آب $((\delta W_i / \delta C_w) (\delta C_w / \delta R))$ تأثیر دارد.

ج- سطح آب زیرزمینی به طور مستقیم بر میزان استخراج آب تأثیر دارد.

$$\Delta S_i = \sum_{k=1}^k \frac{\Delta S_{ik}}{dR} = \sum_{k=1}^k \int_{R_0}^{R_1} \left[\left(P_i(Y_i) \frac{\delta Y_{ik}}{\delta W_k} - C_{wk} \right) \times \left(\frac{\delta W_{ik}}{\delta C_{wk}} \frac{\delta C_{wk}}{\delta R} + \frac{\delta W_{ik}}{\delta R} \right) - W_{ik}^* \left(\frac{\delta C_{wk}}{\delta R} \right) \right] dR \quad \text{رابطه (۸)}$$

Q: عملکرد تولید گندم (تن در هکتار)

W: مقدار مصرف آب در هکتار (هزار مترمکعب در هکتار)

P: سموم مصرفی کشاورزان در تولید گندم (کیلوگرم)

L: تعداد نیروی کار به کارگرفته شده در هکتار (نفر در روز)

برای استفاده از معادله ۸ بایستی تابع تولید محصول و تابع هزینه استخراج آب از منابع زیرزمینی محاسبه شود.

برآورد مدل: در تابع کاب- داگلاس اگر X_i نهاده‌های مختلفی نظیر L, P, W باشند، آنگاه متغیرهای مستقل و وابسته مدل عبارتند از:

با استفاده از داده‌های جمع آوری شده در منطقه مورد مطالعه، می‌کند، تخمین زده شد که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده تابع تولید گندم با این فرض که کشاورز همیشه منطقی عمل شده است.

جدول ۲- ضرایب برآورد شده تابع تولید گندم شهرستان خاتم یزد

متغیرها	ضرایب تابع تولید	خطای استاندارد
C	-۱/۸۷۵	*.۰/۶۸۵
Log(W)	۰/۳۳۸	*.۰/۰۸۸
Log(P)	۰/۳۸۴	**۰/۱۶۱
Log(L)	۰/۲۳۲	*.۰/۰۷۵
AR(۱)	۰/۳۶۳	*.۰/۱۲۲
D.W=۱/۹۰۵	$\bar{R}^2 = ۰/۸۱۹۶$	$R^2 = ۰/۸۲۹$
	Pr ob (F _ statistic) = ۰/۰۰۰	F _ statistic = ۸۳/۹۱۹۸

* : معنی دار در سطح یک درصد.

** : معنی دار در سطح پنج درصد.

آماره‌های F و X^2 و هم چنین احتمال مربوط به آنها را گزارش می‌دهد. به علاوه این که گزارشی از مقدار محدودیت نرمالیزه شده و انحراف استاندارد مربوط به آن را در قسمت انتهایی نتایج، ارائه می‌دهد، که با توجه به مقدار F و X^2 محاسبه شده و یا سطح معنی‌داری نهایی آن در مورد قبول یا رد فرضیه صفر (محدودیت اعمال شده) می‌توان اظهار نظر کرد. فرضیه همگن بودن از درجه یک تابع تولید کاب - واگلاس با استفاده از این آزمون بررسی شد.

نتایج تخمین نشان می‌دهند که متغیرهای توضیحی W و P قادرند ۸۲ درصد از تغییرات متغیر وابسته Q را توضیح دهند. بر اساس آزمون F نیز برآورد معنادار و قابل قبول است. **بررسی فروض OLS**: فرضیه همگن بودن از درجه یک تابع تولید کاب - واگلاس و هم چنین فرضیه صفر بودن تمام ضرایب با استفاده از آزمون والد بررسی شد. آزمون والد جهت آزمون محدودیتهایی که می‌خواهیم روی ضرایب مدل اعمال کنیم، استفاده می‌شود. برنامه Eviews

جدول ۳- نتایج آزمون والد

Wald Test

Equation: EQFINAL

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	13/50501	(1, 69)	0/0005
Chi-square	13/50501	1	0/0002

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
-1 + C(1) + C(2) + C(3)	-2/153303	0/585946

Restrictions are linear in coefficients.

که سطح معنی‌داری حدود ۰/۰۰۰۵ است، فرضیه صفر رد می‌شود. بنابراین می‌توان بیان کرد که محدودیت اعمال شده صحیح نمی‌باشد. هم‌چنین فرضیه صفر بودن تمام ضرایب نیز بررسی شد.

با مقایسه F محاسبه شده با F جدول در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد، می‌توان به رد یا قبول فرضیه صفر (محدودیت اعمال شده) پی برد، البته می‌توان با توجه سطح معنی‌داری نهایی (Prabability) آرایه شده توسط Eviews، نیز به رد یا قبول فرضیه صفر پی برد، که در این جا با توجه این

جدول ۴- نتایج آزمون والد

Wald Test

Equation: EQFINAL

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	148/5687	(3, 69)	0/0000
Chi-square	445/7060	3	0/0000

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(1)	-1/874706	0/684568
C(2)	0/337885	0/087694
C(3)	0/383519	0/161154

Restrictions are linear in coefficients.

هم‌خطی میان متغیرهای مستقل شدید نمی‌باشد. در صورت وجود هم‌خطی نتایج برآورد به روش OLS با مشکلاتی همانند بزرگی واریانس و کوواریانس ضرایب OLS، R^2 بالا با وجود کم بودن تعداد ضرایب معنی‌دار و فواصل اطمینان بزرگتر و در نتیجه غیر معنا دار شدن ضرایب و... مواجه می‌شود.

- وجود خود همبستگی: هر گاه احتمال وجود خود همبستگی در جملات پسماند وجود داشته باشد، استفاده از آزمون LM بر آماره دوربین - واتسون برتری دارد.

با توجه به آماره F و سطح معنی‌داری آزمون، می‌توان دریافت که فرضیه صفر (عدم وجود همبستگی سریالی تا وقفه ۲) پذیرفته می‌شود، بنابراین خود همبستگی میان جملات پسماند معادله وجود ندارد.

با توجه به نتایج و با مقایسه F محاسبه شده با F جدول در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد، فرضیه صفر بودن ضرایب رد می‌شود. خروجیهای آزمون نشان می‌دهند که محدودیت‌های اعمال شده صحیح نمی‌باشند.

- آزمون نرمال بودن: این آزمون، هیستوگرام جملات پسماند را نشان می‌دهد و در کنار آن آماره‌های توصیفی جملات پسماند در یک جدول وجود دارد. آماره Jargu-Bera برای آزمون نرمال بودن جملات پسماند به کار می‌رود. از آن جا که هیستوگرام معادله تخمین زده شده زنگوله‌ای شکل است و آماره Jargu-Bera آن معنی‌دار نیست، می‌توان نتیجه گرفت که جملات پسماند آن به صورت نرمال توزیع شده است.

- یکی دیگر از فروض مدل کلاسیک رگرسیون خطی این است که هیچ گونه هم‌خطی میان متغیرهای توضیحی در مدل وجود نداشته باشد. بررسیهای صورت گرفته نشان می‌دهد که

جدول ۵- نتایج آزمون LM

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test

F-statistic	0/570682	Prob. F(2,71)	0/578712
Obs*R-squared	1/531309	Prob. Chi-Square(2)	0/455393

واریانس، از آزمون ناهمسانی واریانس خود توضیح شرطی (ARCH-LM Test) استفاده گردید.

- ناهمسانی واریانس: یکی دیگر از فروض کلاسیک مدل رگرسیون خطی این است که واریانس جملات پسماند، یکسان باشد. برای شناسایی وجود یا عدم وجود ناهمسانی

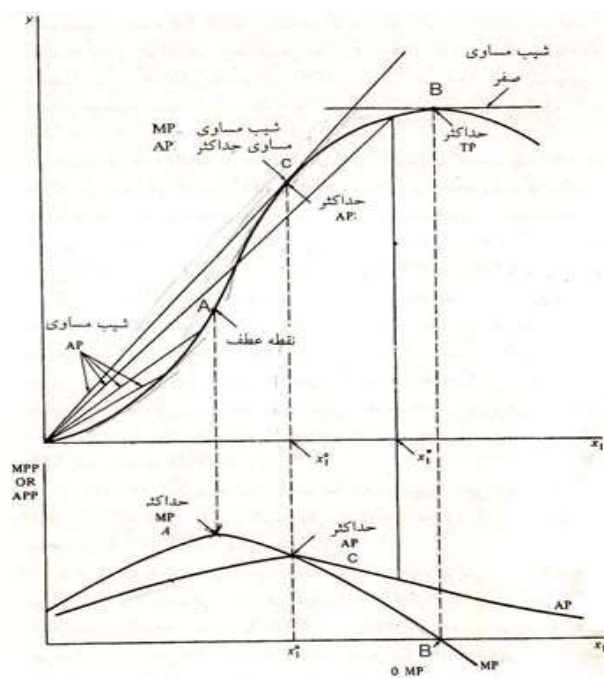
جدول ۶- نتایج آزمون ARCH**ARCH Test**

F-statistic	0/064138	Prob. F(1,72)	0/874624
Obs*R-squared	0/070514	Prob. Chi-Square(1)	0/786219

بحث و نتیجه گیری

با استفاده از نتایج جدول ۱ و همچنین خصوصیات تابع کاب-داگلاس نتایج ذیل حاصل شده است:
- تولید نهایی نهاده‌ها همواره مثبت است و در نتیجه فقط ناحیه دوم در فرآیند تولید وجود دارد.

سطح معنی داری نهایی F آزمون، حاکی از آن است که فرضیه صفر (عدم وجود ناهمسانی واریانس) از نوع خود توضیحی شرطی پذیرفته می‌شود. بنابراین بین جملات پسماند شکل ناهمسانی واریانس از نوع خود توضیح شرطی وجود ندارد.



نمودار ۱- نتایج نهایی نهاده‌ها

- نهاده‌ها مکمل تکنیکی یکدیگرند.

- بازده نسبت به مقیاس آن ثابت و برابر $0/9533$ است و این به این معنی است که با n برابر کردن نهاده‌های تولیدی محصول تولید شده کمتر از n برابر می‌شود.

- تولید نهایی نهاده‌های به کارگرفته شده توسط کشاورزان منطقه جهت تولید گندم به طور متوسط برابر با $1/4$ و 65 و 1113 به ترتیب برای نهاده‌های آب (متر مکعب)، نیروی کار (نفر روز کار) و سموم مصرفی (کیلوگرم) است.

نرخ نهایی جانشینی فنی سایر نهاده‌ها به جای آب یا $MRTS_{k,w}$ که k نماینده سایر نهاده‌ها است و آن نرخ است که به ازای آن تولیدکننده یا کشاورز حاضر است برای به دست آوردن یک واحد بیشتر از سایر نهاده‌ها مقدار معینی آب از دست بدهد تا سطح تولیدش ثابت باشد را بیان می‌کند. جدول ۷ مقادیر این نرخ را نشان می‌دهد:

جدول ۷- نرخ نهایی جانشینی فنی سایر نهاده‌ها به جای آب در تابع تولید برآوردی منطقه

نرخ نهایی جانشینی فنی سایر نهاده‌ها به جای آب	نیروی کار	سموم
$0/228$	$0/067$	

که در آن:

β : تولید آخرین واحد پولی صرف شده روی عوامل تولید

MpK : تولید نهایی نهاده‌ها

α_i : ضریب نهاده‌ها در تابع تولید برآوردی

K : انواع نهاده‌ها و

r_k : قیمت بازاری نهاده‌ها می‌باشد.

-کشش جانشینی نهاده‌های تابع برآوردی برابر یک است. کشش جانشینی که بیان گر رابطه بیمن شیب منحنی Iso-qaunt و درصد ترکیب نهاده‌ها است.

- جمع کشش جزیی عاملهای تولیدی کوچکتر از یک است و در نتیجه نقطه حداکثر سود وجود دارد.

- نقطه حداکثر تولیدی ندارد. مسیر گسترش مکان هندسی نقاط بهینه است یعنی محل تماس Iso-cost و Iso-qaunt. در تابع کاب داگلاس مسیر گسترش یک خط است که از مبدا شروع می‌شود و پایانی ندارد چراکه در تابع کاب داگلاس نقطه حداکثر تولید وجود ندارد.

- قانون بازده نهایی نزولی آن همیشه برقرار است. در این حالت افزایش هر واحد از نهاده مقادیر کم و کمتری محصول تولید می‌کند. در نتیجه با افزایش تدریجی نهاده، توانایی تولید نهاده کم و کمتر می‌شود. قانون بازده زمانی برقرار است که شیب MP منفی باشد، یعنی زمانی که تابع کاهنده باشد.

با استفاده از تابع تولید برآوردی و قیمت نهاده‌ها می‌توان تولید آخرین واحد پولی صرف شده بر عوامل تولید سطح زیر کشت، کود شیمیایی، بذر، آب و نیروی کار را محاسبه نمود. برای حصول این نتایج از رابطه زیر استفاده شده است:

$$\beta = \frac{MpK}{r_k} = \frac{\alpha_i \cdot Q}{r_k \cdot K} \quad \text{رابطه (۹)}$$

جدول ۸- تولید آخرین واحد پولی صرف شده روی عاملهای تولید

عامل تولید	سموم	آب	نیروی کار
تولید آخرین واحد پولی صرف شده روی عاملهای تولید	$0/159$	$0/049$	$0/005$

با مقایسه مقادیر تولید آخرین واحد پولی صرف شده بر آب با مقادیر تولید آخرین واحد پولی صرف شده بر عوامل تولید غیر

آن هزینه آب را می‌پردازند. در پایان سال که هزینه‌های تعمیرات، نگهداری، برق، آبیاری و سایر هزینه‌های مربوط به چاه آب جبران گردد مازاد درآمد چاه به صورت سود و بر حسب میزان مالکیت به دارندگان سهام تعلق می‌گیرد. بنابراین در این شهرستان جهت استخراج آب به طور مستقیم هزینه‌ای توسط کشاورز پرداخت نمی‌گردد و لزوماً هم مالکین چاه آب، کشاورز و مصرف‌کننده آب نیستند. بنابراین در این شهرستان تابع هزینه استخراج آب که تابعی از عمق چاه است به طور مستقیم مربوط به کشاورزان و تولیدکنندگان گندم این شهرستان نمی‌گردد. از اهداف عمده این تحقیق محاسبه ارزش اقتصادی هر واحد آب در کشت گندم است. به این منظور اگر ارزش اقتصادی آب برابر ارزش تولید نهایی آن باشد بر اساس متغیرهای معنی دار شده در تابع تولید جدول ۱، ارزش تولید نهایی برای هر کشاورز از تابع ۱۰ به دست می‌آید:

$$VMP = P_y \cdot \left(\frac{\delta Y}{\delta W} \right) \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

رابطه ۹ نتیجه نهایی انجام عملیات ریاضی بر روی تابع رفاه اجتماعی (۱۱) می‌باشد:

$$S_i = S_i [X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ij}, W_i(R); C_w(R)] = \int P_i(u) du - C_x X_j - C_w(R) W_i \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

در رابطه ۱۰:

VMP: ارزش تولید نهایی

P_y : قیمت محصولات تولیدی گندم کاران (ریال بر تن)

W : مقدار آب مصرف شده در هر هکتار (هزار مترمکعب)

می‌باشد.

با جای گذاری نتایج جدول ۱ در رابطه ۱۰ داریم:

$$VMP = P_y \left(\frac{\delta (AW^{0.338} P^{0.232} L^{0.384})}{\delta W} \right) = P_y \times 0.338 \times \frac{Y}{W} \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

از آب، نتایج زیر حاصل گردید:

- تولیدکنندگان منطقه برای افزایش تولید باید از آب بیشتر و نیروی کار کمتر استفاده کنند. زیرا

$$\frac{MPW}{r_w} = 0.0049 > \frac{MPL}{r_{**}} = 0.0005$$

جایی از نهاده نیروی کار بهره‌بردار که حاصل دو رابطه با هم برابر گردد تا سطح بهینه استفاده از نهاده‌ها حاصل شود و نیز سودش حداکثر گردد.

- تولیدکنندگان منطقه برای افزایش تولید باید از آب کمتر و سموم دفع آفات نباتی بیشتر استفاده کنند. زیرا

$$\frac{MPW}{r_w} = 0.0049 < \frac{MPp}{r_{**}} = 0.0159$$

تا جایی از نهاده سموم دفع آفات نباتی بهره‌بردار که حاصل دو رابطه با هم برابر گردد تا سطح بهینه استفاده از نهاده‌های ذکر شده حاصل شود و نیز سودش حداکثر گردد.

در شهرستان خاتم، کشاورزان آب را به صورت مبلغی معین در هر سال که توسط اعضای هیئت مدیره چاه تعیین می‌گردد خریداری می‌کنند و آب مصرفی کشاورزان مانند سایر نهادها می‌باشد که هر ساله نیز مبلغی به این آب بها اضافه می‌گردد. تمامی کشاورزان چه آنهایی که مالکیت دارند و چه کسانی که مالکیتی از آب چاه ندارند از نهاده آب بهره‌بردار می‌برند و در قبال

با گرفتن مشتق جزئی از رابطه ۱۱ نسبت به متغیر W_i رابطه

۱۲ به دست می‌آید:

$$\frac{\delta S_i}{\delta W_i} = P_i(Y_i) \frac{\delta Y_i}{\delta W_i} - C_w(R) = 0 \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

به دلیل نوع مالکیت و کارکرد چاههای آب منطقه مورد مطالعه مقدار پارامتر $C_w(R)$ در رابطه ۱۲ برابر صفر می‌باشد در نتیجه مدل نهایی استخراجی همان مدل ساده شده ۱۰ می‌باشد.

نیز محصول کاه است لذا در این تحقیق P_y از شاخص زیر محاسبه و جایگزین شده است:

$$P_{yi} = \frac{(Y_i \times P_1) + (Y_i^0 \times P_2)}{Y_i} \quad \text{و} \quad P_y = \sum_{i=1}^{79} P_{yi} \quad \text{رابطه (۱۴)}$$

P_2 : قیمت متوسط هر تن کاه گندم که برای سال ۱۳۸۷ رقمی معادل ۸۵۰۰۰۰ ریال بوده است، می باشد. با استفاده از آمارهای جمع آوری شده از طریق پرسش نامه و با جای گذاری آنها در روابط ۱۳ و ۱۴، ارزش تولید نهایی هر کشاورز و قیمت محصول تولیدی هر کشاورز و جامعه کشاورزان مورد مطالعه محاسبه شد.

با توجه به این که گندم کاران منطقه علاوه بر درآمد حاصل از فروش گندم تولیدی، از راه فروش کاه گندم نیز کسب درآمد می کنند و با توجه به این که یکی از اقلام لاینفک تولید گندم

در این رابطه:

P_{yi} : قیمت یک تن محصول تولیدی کشاورز i ام

Y_i : میزان تولید برحسب تن گندم کشاورز i ام

P_1 : قیمت هر تن گندم تولیدی که در سال ۱۳۸۷ برابر با مبلغ ۴۲۰۰۰۰۰ ریال است.

Y_i^0 : میزان کاه گندم کشاورز i ام بر حسب تن

جدول ۹- اطلاعات مربوط به قیمت محصولات تولیدی کشاورزان نمونه (ریال)

متوسط قیمت محصولات تولیدی کشاورزان (P_y)	حداکثر مقدار قیمت محصول تولیدی ($Max(P_{yi})$)	حداقل مقدار قیمت محصول تولیدی ($Min(P_{yi})$)	واریانس قیمت محصول تولیدی ($Var(P_{yi})$)
۹۳۰۰	۹۳۰۰	۹۳۰۰	.

جدول ۱۰- اطلاعات مربوط به ارزش تولید نهایی کشاورزان نمونه

متوسط ارزش تولید نهایی آب (مترمکعب به ریال)	حداکثر ارزش تولید نهایی آب (مترمکعب به ریال)	حداقل ارزش تولید نهایی آب (مترمکعب به ریال)
۱۲۵۹۳	۴۳۶۵۸	۰/۴۰۸۲

آن نزدیکتر نمایند تا منابع زیرزمینی آب حفظ شوند. با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده ارزش آب مصرفی کشاورزان منطقه به ازای هر متر مکعب محاسبه شد. بر طبق این نتایج حاصل شده قیمت فروش هر متر مکعب آب در شهرستان خاتم یزد به طور متوسط مبلغ ۲۷۷/۴ ریال می باشد. محاسبه قیمت سایه‌ای سایر نهاده‌های مورد استفاده منطقه: با استفاده از تابع تولید برآورد شده جدول ۱ و نیز نتایج جدول ۹ می توان قیمت سایه‌ای نهاده‌های دیگر را به دست آورد. جدول ۱۱ این نتایج را نشان می دهد.

با توجه به اطلاعات جداول ۹ و ۱۰ می توان نتیجه گرفت که متوسط ارزش هر متر مکعب آب برای گندم کاران شهرستان خاتم برابر ۱۲۵۹۳ ریال بوده است. همچنین با مقایسه میزان ارزش تولید نهایی آب با قیمت آب خریداری شده توسط کشاورز در منطقه که برابر با مبلغ ۲۷۷/۸ ریال برای هر متر مکعب آب است، آشکار می گردد که برای کشاورزان منطقه استفاده بیشتر آب به صرفه است و کشاورزان برای رعایت قانون حداکثرسازی سود بایستی آب بیشتری مصرف کنند از طرفی نیز باید مسئولین قیمت هر متر مکعب آب را به ارزش واقعی آب یا همان ارزش اقتصادی

جدول ۱۱- اطلاعات مربوط به ارزش تولید نهایی سایر نهادهای کشاورزان نمونه

عامل تولیدی	نیروی کار	سموم
متوسط ارزش تولید نهایی عامل تولیدی یا قیمت سایه‌ای عامل تولیدی (ریال)	۶۰۴۵۰۰	۱۰۳۵۰۹۰۰

- با مقایسه مقادیر متوسط ارزش تولید نهایی عامل تولیدی سموم دفع آفات نباتی (۱۰۳۵۰۹۰۰ ریال) با قیمت بازاری آن (۷۰۰۰۰ ریال) آشکار می‌گردد که برای کشاورزان منطقه استفاده بیشتر سموم دفع آفات نباتی به صرفه است. از اهداف دیگر این تحقیق محاسبه کشش تقاضای نهاده آب است که می‌توان آن را بر اساس رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\varepsilon_D = \frac{\partial W}{\partial r_w} \cdot \frac{r_w}{W} \quad \text{رابطه (۱۵)}$$

اما قبل از محاسبه مقادیر کشش برای هر کشاورز، لازم است که ابتدا معادله تقاضای آب کشاورزان منطقه استخراج شود. بنابراین با استفاده از رابطه ۹ و با مساوی قرار دادن این رابطه با r_w و با پیروی از رابطه ۱۳ رابطه ۱۶ حاصل می‌گردد:

$$VMP = P_y \left(\frac{\delta(AW^{0.338} P^{0.232} L^{0.384})}{\delta W} \right) = P_y \times 0.338 \times \frac{Y}{W} = r_k \quad \text{رابطه (۱۶)}$$

با مرتب کردن طرف چپ معادله بر حسب W تابع تقاضای آب کشاورزان منطقه استخراج می‌گردد:

$$W_i = 0.338 \cdot P_{yi} \cdot Y_i \cdot r_{wi}^{-1} \quad \text{رابطه (۱۸)}$$

که در این رابطه I_i درآمدی کسب شده توسط هر کشاورز در نتیجه تولید گندم می‌باشد. اکنون با استفاده از تابع تقاضای استخراج شده و با استفاده از رابطه ۱۵ کشش قیمتی و درآمدی نهاده آب محاسبه شد.

نتایج جدول حاکی از آن است که هر نفر روز نیروی کار کشاورزی جهت تولید گندم در منطقه مورد بررسی، ارزشی بالغ بر ۶۰۰ هزار ریال دارد و قیمت هر کیلو گرم سموم دفع آفات نباتی و گیاهی بالغ بر ۱۰ میلیون ریال می‌باشد. در نتیجه قیمت‌های بازار نهاده‌های عنوان شده بسیار کمتر و حاوی سوبسید و بدون لحاظ هزینه فرصت تولیدی آنها در اختیار تولیدکنندگان قرار داده می‌شود که لازم است تعدیلاتی در آن صورت گیرد.

- با مقایسه مقادیر متوسط ارزش تولید نهایی عامل تولیدی نیروی کار کشاورزی (۶۰۴۵۰۰ ریال) با قیمت بازاری آن (۱۳۰۰۰۰ ریال) آشکار می‌گردد که برای کشاورزان منطقه استفاده بیشتر نیروی کار به صرفه است.

با مرتب کردن طرف چپ معادله بر حسب W تابع تقاضای آب کشاورزان منطقه استخراج می‌گردد:

$$W_i = 0.338 \cdot P_{yi} \cdot Y_i \cdot r_{wi}^{-1} \quad \text{رابطه (۱۷)}$$

اندیس I در رابطه ۱۷ معرف کشاورزان منطقه است. از رابطه ۱۷ به دست می‌آید که تقاضا با قیمت آب (r_w) رابطه معکوس و غیر هم‌جهت و با درآمد هر کشاورز (حاصل ضرب

جدول ۱۲- کشش درآمدی و قیمتی کشاورزان نمونه

نوع کشش تقاضا	حداکثر مقادیر	حداقل مقادیر	متوسط مقادیر	واریانس مقادیر
---------------	---------------	--------------	--------------	----------------

کشش قیمتی تقاضا	۱۵۹/۴۱۵	۰/۰۰۰۵	۱۵/۳۲	۳۳/۱۲
کشش درآمدی تقاضا	۴۷۱/۴۷	۰/۰۰۱۴۷	۴۵/۳۲۹	۱۱۲/۲

نتایج نشان می‌دهند که در منطقه مورد مطالعه نهاده آب کشش پذیر است و کالایی لوکس محسوب می‌شود همچنین به ازای هر یک درصد افزایش قیمت آب و درآمد کشاورزان مقدار تقاضای آب به ترتیب ۱۵/۳۳ درصد و ۴۵/۳۳ درصد کاهش و افزایش می‌یابد.

پیشنهادها

از آن جا که تولید نهایی نهاده سموم دفع آفات گیاهی و نباتی مقدار بسیار بالایی است، لازم است کشاورزان استفاده از این نهاده را بیشتر نمایند تا حدی که هم محیط زیست کمتر آسیب ببیند و هم ضایعات ناشی از خسارت آفات و حشرات حداقل گردد و همچنین از بین دو نهاده نیروی کار و سموم دفع آفات، بهتر است کشاورزان سموم را بیشتر جایگزین نهاده آب کنند اما چون مقدار نرخ نهایی جانشینی فنی هر دو نهاده به جای آب کمتر از واحد است پس جایگزینی آنها به جای آب راحت تر و مفیدتر خواهد بود. پیشنهاد می‌گردد که قیمت نهاده‌های سموم دفع آفات نباتی و نیروی کار آزاد به قیمت اقتصادی نزدیکتر شود. همچنین لازم است اصول تولید اقتصادی و فنون تولیدی جدید توسط مروجین کشاورزی در منطقه ترویج و برای ترویج آن سرمایه‌گذاری شود و کشاورزان منطقه تکنیک‌های تولیدی جدید را به کار برده تا مشکل بازده نزولی نسبت به مقیاس منطقه حل شود. با توجه به استفاده غیر اقتصادی آب و عنایت به این نکته که منابع آب نباید تنها برای نسل حاضر در نظر گرفته شود، لذا دولت برای مالکیت چاههای آب منطقه اقداماتی درست و کارشناسانه انجام دهد تا هم منابع و هم حداقل سطح تولید قبلی حفظ گردد. لازم است قیمت تحویلی هر متر مکعب آب به مقدار ۱۲۵۹۳ ریال به ازای هر متر مکعب نزدیک شود و از طرفی شیوه‌های نوین آبیاری در منطقه به کار برده شود و افزایش قیمت آب نقش مؤثری بر

کاهش مصرف آن دارد ولی لازم است درآمد کشاورزان نیز کنترل گردد و از سیاستهای غیر مالی مانند سیاستهای تشویقی، استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری استفاده شود و معایب برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی برای کشاورزان منطقه از دیدهای فنی و توسعه پایدار اطلاع رسانی گردد.

منابع

۱. سازمان آمار استان یزد
۲. سازمان جهاد کشاورزی استان یزد
۳. شرکت آب منطقه ای استان یزد
۴. میرزایی خلیل آبادی، ح. (۱۳۷۸). «روش قیمت گذاری و تقاضای آب کشاورزی باغهای پسته شهرستان رفسنجان». فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۲۹. ۹۹-۱۱۳.
۵. عزیز، ج. (۱۳۸۰). «پایداری آب کشاورزی». اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال نهم. شماره ۳۶. ۱۶۰-۱۵۳.
6. pitaphy, J.M. and D. Romast (2003) "A Model of Investment under Uncertainty: Modern Irrigation Technology and Emerging Markets in Water," American Journal of Agricultural Economics 84(1): 171-183.
7. Christoph, J.A. (2001) "The Economic Valuation of Water: principles and Methods,". Value of Water Research Report Series No. 5; IHE Delft.
8. Nancy, D.J. and K. joil (2000) "More Reservoirs or Transfers? A Computable General Equilibrium Analysis of Projected Water Shortages in the Arkansas River Basin," Journal of Agricultural and Resource Economics 25(2):698-713.