

## بررسی اثر گذاری رفاهی بهره برداری بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی در دشت همدان – بهار

سید محسن سیدان، محمد رضا کهنسال\*، محمد قربانی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۰۳

### چکیده

در سال های اخیر به دلیل برداشت بی رویه از منابع آب زیرزمینی در دشت همدان - بهار، سطح آب به شدت افت کرده است. هدف از این پژوهش تحلیل رفاه کشاورزان در اثر بهره برداری بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی است. اطلاعات مورد نیاز در این تحقیق به صورت میدانی و با تکمیل پرسشنامه از کشاورزان در سال ۱۳۹۴ گردآوری شده است. برای این منظور با برآورد تابع رفاه، اثر افت سطح آب زیرزمینی بر میزان رفاه کشاورزان بررسی شده است. در این پژوهش تأثیر مجاورت کشتزارها بر رفاه کشاورزان با رهیافت اقتصاد سنجی فضایی برآورد شده است. ضریب همبستگی ناشی از برآورد توابع نشان داد، که کاربرد رگرسیون فضایی نسبت به روش رگرسیون کلاسیک برتری دارد. نتایج این تحقیق نشان می دهد میزان کاهش رفاه سالیانه به ازای هر متر کاهش سطح آب زیرزمینی برای هر بهره بردار در کشت گندم و سیب زمینی به ترتیب برابر با ۱۸۷۵۴۳۰۰ و ۳۵۶۷۲۸۰۰ ریال است. زیان حاصل از کاهش آب زیرزمینی در کل محدوده مورد بررسی ۵۲ میلیارد ریال محاسبه شده است. با در نظر گرفتن رفاه از دست رفته در حدود ۲/۶ درصد از درآمد سرانه هر بهره بردار کاسته می شود. بنابر این کاهش رفاه ناشی از افت سطح آب های زیرزمینی چشمگیر بوده و ادامه ی روند برداشت بی رویه، کاهش دسترسی به آب و در نتیجه کاهش رفاه کشاورزان را در دراز مدت به دنبال خواهد داشت. لذا سرمایه گذاری در زمینه حفظ و تغذیه منابع آب های زیرزمینی دست کم در حد رفاه کاهش یافته کشاورزان امری ضروری است.

طبقه بندی JEL: Q1, Q2

واژه های کلیدی: آب زیرزمینی، اقتصاد سنجی فضایی، تابع رفاه کشاورزان، گندم، سیب زمینی

۱ به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول) و استاد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

\*Email:kohansal@um.ac.ir

## مقدمه

رشد فزاینده جمعیت و در پی آن نیاز به افزایش تولید محصولات کشاورزی از یک سوی و رشد صنایع، گسترش شهرنشینی همراه با ارتقاء بهداشت و رفاه عمومی از دیگر سوی سبب افزایش مصرف آب به ویژه از منابع آب زیر زمینی شده است (عباس نژاد و شاهی دشت، ۱۳۹۲). پیش بینی های صورت گرفته توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، نشان دهنده آن است که محدودیت منابع آب تا سال ۲۰۵۰ میلادی اصلی ترین موضوع مورد بحث جهانی است (بی نام، ۱۳۸۶). این وضعیت برای ایران که در کمربند خشکی آب و هوایی قرار گرفته حادث است. کشور ایران با میانگین بارندگی ۲۵۰ میلی متر در مقایسه با ۷۵۰ میلی متر میانگین جهانی در سطح پایینی قرار دارد. از سوی دیگر پراکندگی نامتناسب زمانی و مکانی ریزش های جوی با نیازهای کشاورزی و زمان های پر مصرف آبی، مشکل را حادث می کند (بی نام، ۱۳۸۳). در این شرایط برداشت بیش از حد مجاز از سفره های آب زیر زمینی باعث آسیب های خسارت جبران ناپذیری به این منابع شده است.

استان همدان از جمله استان هایی است که با محدودیت آبی روبه رو است. در حدود ۸۰ درصد نیاز آبی استان همدان از منابع آب زیر زمینی تأمین می شود (بی نام، ۱۳۹۲). دشت همدان - بهار بخشی از حوضه قره چای است، که در سال های اخیر منابع آب زیرزمینی آن به شدت مورد بهره برداری قرار گرفته است. روند کلی آب نگار (هیدروگراف) آن بنا بر اطلاعات سال های گذشته کاهشی و نشانگر بروز افت مداوم و کاهش ذخائر مخازن آن می باشد (رحمانی و سدهی، ۱۳۸۷). میزان افت میانگین آبخوان این دشت بین سال های ۱۳۶۲ تا ۱۳۸۱ برابر ۱۷/۵ متر و میانگین افت سالیانه برابر ۰/۹۳ متر است (بی نام، ۱۳۸۳). در سال ۱۳۹۲ کل تغذیه آب زیرزمینی دشت ۱۲۲/۹ و میزان برداشت ۱۷۸/۱ میلیون متر مکعب برآورد شده است. به این ترتیب در طی این سال منجر به افت ۵۵/۲ میلیون متر مکعب در حجم سفره و ۲/۵ متر کاهش در سطح آب زیرزمینی شده است (بی نام، ۱۳۹۲). ، این امر گویای تغییرهای نگران کننده ای در کاهش ذخائر آب زیرزمینی منطقه است.

افت سطح سفره آب زیرزمینی چالش هایی همچون خشک شدن چاه های آب، افزایش هزینه پمپاژ آب و نشست زمین را به دنبال دارد. این امر به نوبه خود منجر به کاهش دسترسی به آب و کاهش

## بررسی اثر گذاری رفاهی بهره برداری...۱۳۱

تولید محصولات کشاورزی و در نهایت رفاه کشاورزان را تحت تأثیر قرار می دهد. بر همین پایه در این تحقیق به برآورد تغییرپذیری های رفاه کشاورزان ناشی از افت سطح آب زیرزمینی پرداخته شده است.

در زمینه اثرگذاری تخریبی افت سطح منابع آب زیرزمینی بررسی های چندی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. تعیین رابطه افت سطح آب زیرزمینی بر رفاه تولید کنندگان نخستین بار توسط آچاریا و همکاران (۲۰۰۰) مطرح شد. آنان از تابع تولید برای ارزشگذاری تغذیه آب زیرزمینی در شمال نیجریه استفاده کردند. همچنین تغییر رفاه تولید کننده را در نتیجه تغییر در سطح آب های زیرزمینی، با استفاده از برآورد تابع تولید محاسبه کردند. گایارتی و باربیر (۲۰۰۸) به ارزشگذاری آب زیرزمینی و اندازه گیری تأثیر تغییر در سطح آب زیر زمینی بر رفاه اجتماعی کشاورزان در اراضی شمال نیجریه پرداختند. در این بررسی آنان در آغاز تابع تولید و تابع هزینه و سپس تابع رفاه اجتماعی را تعریف کردند و در نهایت به بررسی اثر کاهش در سطح آبهای زیرزمینی بر سود اجتماعی بهره برداران پرداختند. نتایج بررسی آنان نشان می دهد که میزان کاهش رفاه در منطقه به ازای هر هکتار گندم و سبزی به ترتیب  $۶۱۸/۲$  و  $۴۰/۴$  دلار است.

به پیروی از روش آنان در آغاز خلیلیان و مهرجردی (۱۳۸۴) به بررسی اثرگذاری جانبی برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی در استان کرمان پرداختند. آنان ارزش اقتصادی هر متر مکعب آب را  $۱۰/۶$  ریال محاسبه کردند. همچنین اشاره کرده اند که برای به دست آوردن رفاه اجتماعی تولید کنندگان ناشی از تغییر پذیری های سطح آب زیرزمینی لازم است شرایط مختلف کشاورزان در دسترسی به میزان آب در نظر گرفته شود. تهامی پور و همکاران (۱۳۸۴) ضمن تعیین ارزش اقتصادی آب و حد بهینه استفاده از نهاده ها به بررسی تأثیر تغییر در سطح آب زیرزمینی بر سطح رفاه اجتماعی تولید کنندگان پسته شهرستان زرنند پرداخته اند. آنان برای رسیدن به هدف های تحقیق، بهره وری نهایی نهاده ها، ارزش اقتصادی آب و حد بهینه استفاده از نهاده ها را تعیین کرده اند. سپس با تشکیل تابع سود یا رفاه اجتماعی، تأثیر تغییر در سطح آب زیرزمینی بر میزان رفاه اجتماعی تولید کنندگان را محاسبه کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که با کاهش هر متر از سطح آب زیرزمینی، سود اجتماعی بهره برداران  $۴۳۰۰۱۲$  ریال کاهش می یابد. در این زمینه فتحی و زیبایی (۱۳۹۰) بر این باورند که برداشت بیش از حد از سفره های آب زیرزمینی به علت

نبود مدیریت کارآمد منجر به کاهش سطح آب زیرزمینی شده و رفاه کشاورزان را تحت تأثیر قرار می دهد. لذا در پژوهشی برای این منظور از برآورد تابع تولید و تشکیل تابع رفاه استفاده کردند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که ارزش تولید نهایی آب در تولید گندم بیش از هزینه ی استخراج هر واحد آب است. همچنین متذکر شدند که رفاه هر کشاورز به ازای هر متر افت سطح آب در چاه های نیمه عمیق و عمیق به ترتیب ۹۲۴۱۱۰۰ و ۴۳۱۲۱۰۰ ریال کاهش می یابد. تقی زاده و سلطانی (۱۳۹۲) در بررسی اضافه برداشت آب زیرزمینی بر رفاه کشاورزان با محاسبه ی تابع هزینه، تابع رفاه ناشی از کاهش سطح آب را برآزش کردند. نتایج آنان نشان داده که رفاه کشاورزان به طور چشمگیری با افت سطح آب های زیرزمینی کاهش یافته است. آنان پیشنهادهایی برای بهبود وضع موجود شامل محدودیت کشت محصولات آب بر و محدود کردن برداشت آب زیر زمینی ارائه کردند. باقری و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی برداشت بی رویه آب های زیرزمینی بر بازار پسته ایران، در آغاز تابع تقاضای صادرات و تقاضای داخلی پسته همراه با تابع عرضه ی آن را در دو وضعیت با و بدون در نظر گرفتن هزینه های جانبی برداشت بی رویه ی آب های زیرزمینی در دوره ی ۹۰-۱۳۵۹ برآورد کردند. سپس در قالب یک مدل برنامه ریزی ریاضی تأثیر هزینه های جانبی بر رفاه بررسی شد. نتایج نشان داد که به دلیل در نظر نگرفتن هزینه های جانبی، برداشت از آب های زیرزمینی بیش از حد بهینه است. بر این پایه با لحاظ هزینه های جانبی میزان متغیرهای قیمت افزایش و متغیرهای میزان تولید و عرضه، تقاضای داخلی و صادرات کاهش یافته است. در نهایت با لحاظ هزینه های جنبی، رفاه مصرف کننده و تولید کننده، درآمد صادراتی و رفاه کل جامعه در کوتاه مدت کاهش می یابد. آنان نتیجه گرفته اند که در نظر گرفتن هزینه های جنبی بازدارنده، برداشت بی رویه منابع آب زیر زمینی و باعث افزایش ارزش حال منافع ناشی از آن در بلند مدت خواهد شد.

همان طور که اشاره شد در تعیین اثرگذاری کاهش سطح افت آب زیرزمینی در بخش کشاورزی مطالعاتی صورت گرفته است که به طور عمده از راه الگوی اقتصاد سنجی کلاسیک بوده است (خلیلیان و مهرجردی ۱۳۸۴، فتحی و زیبایی ۱۳۹۰، تقی زاده و سلطانی ۱۳۹۲). در این تحقیق با در نظر گرفتن این موضوع که چاه های کشتزارها با دیگر چاه های مجاور از نظر منابع آب زیرزمینی ارتباط دارد، تلاش دارد به این پرسش پاسخ دهد که عامل مجاورت تا چه حد رفاه

## بررسی اثر گذاری رفاهی بهره برداری...۱۳۳

کشاورزان را تحت تأثیر قرار می دهد. در صورت تأیید این موضوع استفاده از رهیافت اقتصاد سنجی فضایی<sup>۱</sup> در این زمینه توصیه می شود. بنابر این مشخصه این پژوهش این است که با استفاده از داده های مقطعی در طی سه سال (داده های تابلویی) و با استفاده از متد اقتصاد سنجی فضایی، مسئله وابستگی فضایی داده ها را مورد توجه قرار می دهد. لذا در بررسی موضوع از رهیافت اقتصاد سنجی فضایی با داده های تابلویی استفاده شده است.

### مواد و روش ها

در این پژوهش برای ارزیابی افت منابع آب زیرزمینی، ارتباط میان عملکرد محصول و آب مصرفی از طریق تابع تولید برازش شده است.

تابع تولید مورد استفاده در این پژوهش به صورت رابطه (۱) است.

$$Y_i = y_i(x_1 \dots x_j, W(R)) \quad \text{for all } i \quad i=1,2 \quad j=1,\dots,4 \quad (1)$$

در رابطه (۱) Y: تولید محصول (کیلو گرم)،  $X_j$  عامل های تولید، R سطح آب زیرزمینی و W میزان آب مصرفی است. A نشان دهنده نوع محصول است. عمده محصولات زراعی در منطقه سیب زمینی و گندم است، لذا محاسبات بعدی برای این دو محصول انجام شده است. به منظور برآورد تابع تولید در آغاز باید مناسب ترین شکل تابعی مدلی تعیین شود. بدین منظور از میان توابع انعطاف پذیر، توابع ترانسلوگ<sup>۲</sup>، لئونتیف<sup>۳</sup>، درجه دوم تعمیم یافته<sup>۴</sup> و ترانسندنتال<sup>۵</sup> برآورد شدند. بر پایه آماره های ضریب تعیین، F، LR و آزمون نرمالیتت توزیع جمله های اخلال، مدلی ترانسندنتال انتخاب شد. شکل کلی این تابع به صورت رابطه (۲) است:

$$Y = A \prod_{i=1}^5 X_i^{\beta_i} \prod_{i=1}^5 r_i e^{X_i} \quad (2)$$

---

<sup>1</sup> Spatial Econometrics

<sup>2</sup> Translog

<sup>3</sup> leontif

<sup>4</sup> Quadratic Production Function

<sup>5</sup> Transendental

در رابطه (۲)،  $Y$  میزان تولید محصول،  $A$  ضریب فناوری،  $\beta_i$  و  $r_i$  به ترتیب فراسنجه‌های مدل در حالت لگاریتمی و خطی،  $e$  عدد نپر و  $x_i$  ها نشان دهنده نهاده‌های تولید، شامل کود شیمیایی، بذر، نیروی کار، سموم شیمیایی و آب می باشد. با توجه به فرهنگ و روش کشاورزی در منطقه، کشاورزان از دو نهاده کود حیوانی و ماشین‌ها و ادوات کشاورزی یکسان استفاده می کنند. لذا به این دلیل دو عامل یاد شده در الگو لحاظ نشده است. پس از برآورد مدل، برای آزمون معنی داری ضریب‌ها از آزمون  $t$  و برای آزمون خود همبستگی<sup>۱</sup> بین جمله‌های خطا از آزمون دوربین واتسون<sup>۲</sup> استفاده شده است.

به منظور محاسبه میزان آب مصرفی از رابطه (۳) استفاده شده است (تقی زاده و سلطانی، ۱۳۹۲).

$$W = 3.6L.H.D \quad (3)$$

در رابطه (۳):  $W$ : میزان آبکشی بر حسب متر مکعب در سال،  $L$ : دبی لحظه ای (لیتر در ثانیه)،  $H$ : ساعت‌های آبکشی،  $D$ : شمار روزهای آبکشی در سال است.

همان طور که در رابطه (۱) مطرح شد میزان آب مصرفی تابع ضمنی از سطح ایستابی آب می باشد. برای این منظور، در برآورد تابع آب مصرفی از رابطه (۴) استفاده شده است (فتحی و همکاران، ۱۳۹۰).

(۴)

$$W_{it} = C + \gamma_1 R_{it}$$

در رابطه (۴):  $W$ : میزان آبکشی بر حسب متر مکعب در سال،  $R$  سطح ایستابی آب (متر)،  $\alpha$  نشان دهنده چاه و  $t$  سال مورد بررسی می باشد. همان طور که اشاره شد، در صورت وابستگی فضایی و وجود خود همبستگی<sup>۳</sup> و یا نا همسانی فضایی<sup>۴</sup> داده ها و در شرایط نا همگنی نمونه، روش حداقل مربعات معمولی باعث اریب در نتایج خواهد شد. لذا در این تحقیق با فرض تأثیرپذیری متقابل رفتار کشاورزان در استفاده از منابع آب زیرزمینی و به تبع آن اثرگذاری بر رفاه اقتصادی بهره برداران،

<sup>1</sup> Auto - Correlation

<sup>2</sup> Durbin - Watson test

<sup>3</sup> Spatial Autoregressive

<sup>4</sup> Spatial Heterogeneity

## بررسی اثر گذاری رفاهی بهره برداری...۱۳۵

این موضوع با روش اقتصادسنجی فضایی آزمون می شود. بنابر این به منظور لحاظ کردن همبستگی فضایی میان رفتار و تصمیم تولید کنندگان، مدل (۴) به دو صورت، روش کلاسیک و فضایی، تصریح و در برآورد آن ها از شیوه برآورد داده های تابلویی برای کنترل نا همگنی نمونه استفاده شده است (بالتاجی، ۲۰۰۱). در انتخاب مدل ترکیبی با استفاده از آماره های چو<sup>۱</sup>، LM بروش - پاگان<sup>۲</sup> و هاسمن<sup>۳</sup> بهترین مدل داده های ترکیبی انتخاب می شود.

به طور کلی در ادبیات اقتصادسنجی فضایی دو نوع وابستگی فضایی در داده ها وجود دارد.

۱- وابستگی وقفه ی فضایی (SAR<sup>۴</sup>): در این حالت متغیر وابسته در مکان  $i$  تحت تاثیر متغیرهای مستقل مکان های  $i$  و  $j$  قرار می گیرد. این مدل برای ارزیابی وجود و شدت وابستگی فضایی مناسب است. در این مدل یک متغیر جدید به نام متغیر وقفه فضایی متغیر وابسته<sup>۵</sup> وارد مدل می شود. این متغیر که متغیر همواره کننده فضایی هم نامیده می شود، از حاصل ضرب ماتریس وزنی فضایی در بردار متغیر وابسته به دست می آید.

۲- وابستگی خطای فضایی (SEM<sup>۶</sup>): در این حالت وابستگی فضایی میان جمله های خطا وجود دارد.

بنابر این تصریح فضایی مدل (۴) به صورت رابطه های (۵) و (۶) نوشته می شود (انسلین، ۲۰۰۵).

$$W_i = C + \rho.wW_i + \gamma_1 R_i + \varepsilon \quad (5)$$

$$W_i = C + \gamma_1 R_i + u \quad (6)$$

$$u = \lambda.w.u + \varepsilon$$

رابطه های (۵) و (۶) به ترتیب مدل وقفه فضایی<sup>۷</sup> و مدل خطای فضایی<sup>۸</sup> را نشان می دهد.

در این دو مدل  $W$  یک بردار  $(n \times 1)$  از مشاهده های متغیر وابسته (آب) است.  $w$  ماتریس وابستگی فضایی مربوط به مشاهده های  $W$  با ابعاد  $(n \times n)$  است،  $R$  و  $\gamma$  ترتیب یک ماتریس  $(n \times k)$  و بردار  $(n \times 1)$  از مشاهده های متغیرهای توضیحی و بردار خطا است. در رابطه (۵)،  $\rho$  یک عامل وقفه فضایی

<sup>1</sup> The Chow test

<sup>2</sup> The Breusch -Pagan LM test

<sup>3</sup> The Hausman test

<sup>4</sup> Spatial Lag Model

<sup>5</sup> Spatial lag of the Dependent Variable

<sup>6</sup> Spatial Error Model

<sup>7</sup> Spatial Autoregressive Model(SAR)

<sup>8</sup> Spatial Error Model(SEM)

است. در رابطه (۶)  $wu$  یک بردار  $(n \times 1)$  از وقفه های فضایی جز خطای  $u$  و نشان دهنده عامل خطای فضایی است. در رابطه (۵) عناصر بردار  $wW$  میانگین وزنی متغیر وابسته را برای موقعیتهای همسایگی نشان می دهد. در این تصریح فرض بر این است که میان همسایگان تعامل ساختار یافته وجود دارد. به گونه ای که اندازه های متغیر های وابسته در یک منطقه به طور مستقیم با یک تابع که بوسیله  $w$  تعریف می شود، به متغیر وابسته در مناطق همسایه وابسته می شود. در هر دو تصریح خطا و وقفه ی فضایی،  $\varepsilon$  یک بردار  $(n \times 1)$  است که میانگین شرطی متغیر تصادفی  $W$  است و تاثیرگذاری مستقیم بردار متغیرهای  $R$  بر  $W$  را در یک منطقه نشان می دهد. این دو مدل فضایی با روش حداکثر درستنمایی (ML) برآورد میشود.

در این روش لازم است تا ماتریس مجاورت تشکیل و آن را در مدل منظور کرد. برای این منظور ماتریس مجاورت بر پایه عنصر فاصله تعریف شده است. فاصله چاهها از طریق نرم افزار گوگل ارث<sup>۱</sup> برآورد شده است. مشاهداتی که به هم نزدیک تر هستند نسبت به آنهایی که از هم دورتر هستند، باید منعکس کننده وابستگی فضایی بالاتری باشند. از این رو، این ماتریس بر پایه معکوس فاصله بین هر مشاهده با مشاهده های دیگر تشکیل شده است.

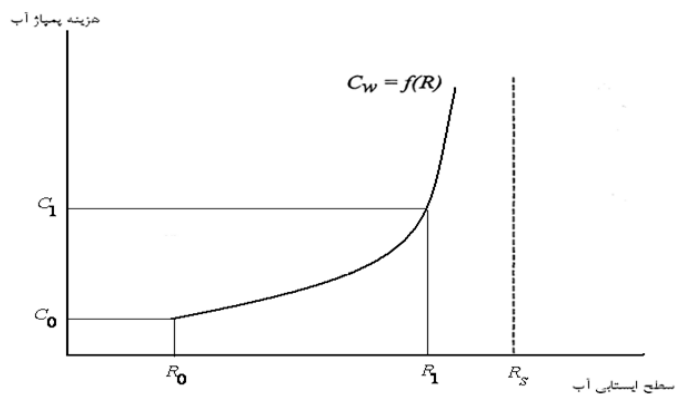
در بخشی دیگر از ارزیابی افت منابع آب زیرزمینی لازم است ارتباط میان بین سطح آب زیرزمینی و هزینه استحصال آب محاسبه شود. در اصول با کاهش سطح آب زیرزمینی در دو حالت احتمال دارد رخ دهد. ۱- پایین رفتن سطح آب زیرزمینی به حدی که هزینه پمپاژ آب اضافه شود. ۲- پایین رفتن سطح آب به زیر سطح لوله چاه به گونه ای که امکان پمپاژ وجود نداشته باشد.

تصویر (۱) ارتباط سطح آب زیرزمینی و هزینه نهایی پمپاژ آب را توصیف می کند.  $R_s$  در تصویر (۲) حد سطح ایستابی آبی را که میزان پمپاژ آب به صفر می رسد را نشان می دهد. میزان  $R_s$  به دلیل محدودیت فناوری و هزینه پمپاژ آب برای کشاورز قابل دسترس نیست. در حالت دوم انتظار بر این است که کشاورز دسترسی به آب با سطح فناوری کنونی را دارد، ولی میزان پمپاژ آب متأثر از کاهش سطح ایستابی آب قرار دارد. برای مثال در سطح ایستابی  $R_1$  به علت کاهش میزان پمپاژ آب، کشاورزان ساعت پمپاژ را افزایش داده که این عمل منجر به افزایش هزینه آب و در نتیجه هزینه تولید می شود ( $C_1$ ).

<sup>1</sup> Google Earth

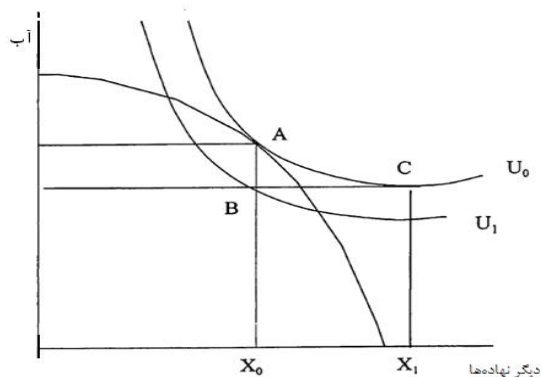


### بررسی اثر گذاری رفاهی بهره برداری... ۱۳۷



شکل (۱) رابطه هزینه پمپاژ و سطح ایستابی آب

تصویر (۲) اثر تغییر سطح آب روی منحنی امکانات تولید را نشان می دهد. در حالت اول با کاهش هر متر از آب و با فرض ثابت ماندن دیگر نهاده ها، کشاورز از نقطه A با مختصات  $(W_0, X_0)$  مجبور است به نقطه B با مختصات  $(W_1, X_0)$  منتقل شود. از آنجا که کشاورز نمی تواند در طول یک فصل تولید دیگر نهاده ها را افزایش داده و به نقطه C با مختصات  $(W_1, X_1)$  برای حفظ سطح مطلوبیت اولیه خود حرکت کند (این نقطه خارج از مرز امکانات تولید است). لذا کشاورز به سمت منحنی امکانات تولید پایین تر حرکت می کند. بنابر این در نقطه B تولید کاهش می یابد.



شکل (۲) منحنی امکانات تولید و مطلوبیت کشاورز

بر این پایه در تصویر (۲) معادله  $C_w=C_0$  برای سطح کمتر از  $R_0$  است. پس از  $R_0$  هزینه پمپاژ افزایش می یابد. بنابر این تابع هزینه پمپاژ با سطح آب زیرزمینی ( $R$ ) بین  $R_0$  و  $R_1$  به صورت رابطه (۷) می باشد (خلیلیان، ۱۳۸۴):

$$C_{wit} = C + \delta_{1t} R_{it} \quad (7)$$

در رابطه (۷)  $C_w$  هزینه ی هر متر پمپاژ آب و  $R$  سطح ایستابی آب (متر) می باشد.  $\delta_{1t}$  نشان دهنده چاه و  $t$  سال مورد بررسی می باشد. تصریح فضایی مدل (۷) به صورت رابطه های (۸) و (۹) نوشته می شود.

$$C_{wi} = C + \rho.wC_i + \delta_1 R_i + \varepsilon \quad (8)$$

$$C_{wi} = C + \delta_1 R_i + u \quad (9)$$

$$u = \lambda.w.u + \varepsilon$$

رابطه های (۸) و (۹) به ترتیب مدل وقفه فضایی<sup>۱</sup> و مدل خطای فضایی<sup>۲</sup> را نشان می دهند. در این دو مدل  $C_{wi}$  یک بردار  $(n \times 1)$  از مشاهده های متغیر وابسته (هزینه آب) است.  $w$  ماتریس وابستگی فضایی مربوط به مشاهده های  $W$  با ابعاد  $(n \times n)$  است،  $R$  و  $\varepsilon$  به ترتیب یک ماتریس  $(n \times k)$  و بردار  $(n \times 1)$  از مشاهده های متغیرهای توضیحی و بردار خطا است. در رابطه (۸)،  $\rho$  یک عامل وقفه فضایی است. در رابطه (۹)  $wu$  یک بردار  $(n \times 1)$  از وقفه های فضایی جز خطای  $u$  و  $\lambda$  نشان دهنده عامل خطای فضایی است. در رابطه (۸) عناصر بردار  $wC$  میانگین وزنی متغیر وابسته را برای موقعیت های همسایگی نشان می دهد. در این تصریح فرض بر این است که میان همسایگان تعامل ساختار یافته وجود دارد. به گونه ای که اندازه های متغیرهای وابسته در یک منطقه به طور مستقیم با یک تابع که با  $w$  تعریف می شود، به متغیر وابسته در مناطق همسایه وابسته می شود. در هر دو تصریح خطا و وقفه ی فضایی، یک بردار  $(n \times 1)$  است که میانگین شرطی متغیر تصادفی  $W$  است و تاثیر مستقیم بردار متغیرهای  $R$  بر  $W$  را در یک منطقه نشان می دهد. این دو مدل فضایی با روش حداکثر درستنمایی (ML) برآورد میشود.

<sup>1</sup> Spatial Autoregressive Model(SAR)

<sup>2</sup> Spatial Error Model(SEM)

## بررسی اثر گذاری رفاهی بهره برداری...۱۳۹

می توان با استفاده از فضای زیر منحنی تقاضا پس از کسر هزینه نهاده ها رفاه اجتماعی را محاسبه کرد (گایارتی و همکاران، ۲۰۰۸). در رابطه (۱۰)  $S_i$  نشان دهنده رفاه اجتماعی ناشی از تولید میزان معینی از محصول ( $Y_i$ ) را نشان دهد.

$$S_i = S(X_1, \dots, X_j, W_i(R), C_w(R)) = \int_0^y p_i(y_i) dy - C_{X_j} X_{ij} - C_w(R) W_i(R) \quad i=1,2 \quad j=1, \dots, 4 \quad (10)$$

در رابطه (۱۰)،  $P_i = p_i(y_i)$  for all  $i$  تابع معکوس تقاضا است.  $P$  قیمت بازاری برای محصول  $Y$  و قیمت نهاده های دیگر ثابت فرض شده است.  $C_{X_j}$  هزینه هر واحد از نهاده  $j$  و  $X$  نهاده های معرفی شده در رابطه (۲) است.  $i$  نشان دهنده نوع محصول و  $j$  نوع نهاده ای مصرفی است. در نهایت با استفاده از رابطه (۱۱) و با فرض ثابت نگه داشتن همه ی نهاده های دیگر در میزان بهینه خود و همچنین ثابت در نظر گرفتن قیمت محصول و قیمت نهاده ها (به جز آب) و با استفاده از نظریه پوش<sup>۱</sup> می توان تأثیر تغییر در سطح آب های زیر زمینی را بر رفاه تولید کننده محاسبه کرد.

$$\frac{\partial S_i}{\partial R} = (p_i(y_i) \frac{\partial y_i}{\partial W_i} - c_w) \left( \frac{\partial W_i}{\partial c_w} \frac{\partial c_w}{\partial R} + \frac{\partial W_i}{\partial R} \right) - W_i \left( \frac{\partial c_w}{\partial R} \right) \quad (11)$$

بنابر رابطه (۱۱) تغییر در سطح آب زیر زمینی و میزان برداشت آب بر رفاه جامعه سه اثر را به جای می گذارد: الف) تغییر در هزینه نهایی استخراج آب که هزینه کل استخراج آب  $(\frac{\partial c_w}{\partial R})$  را تغییر می دهد و به طور غیر مستقیم در میزان استخراج آب  $(\frac{\partial W_i}{\partial c_w})(\frac{\partial c_w}{\partial R})$  اثر می گذارد. ب) تأثیر مستقیم در میزان استخراج آب  $(\frac{\partial W_i}{\partial R})$  و ج) تأثیر در ارزش تولید نهایی نهاده آب در تولید محصول  $(p(y) \frac{\partial y}{\partial W} - c_w)$ . با محاسبه موارد سه گانه بالا و جایگذاری در رابطه (۱۱) میزان کاهش رفاه به ازای کاهش در میزان سطح آب زیرزمینی محاسبه می شود.

داده های پژوهشی به روش میدانی و برای تبیین موضوع به روش کتابخانه ای گردآوری شده است. جامعه آماری، مجموعه ی بهره برداران چاه های کشاورزی در دشت همدان - بهار است. تصویر (۳)

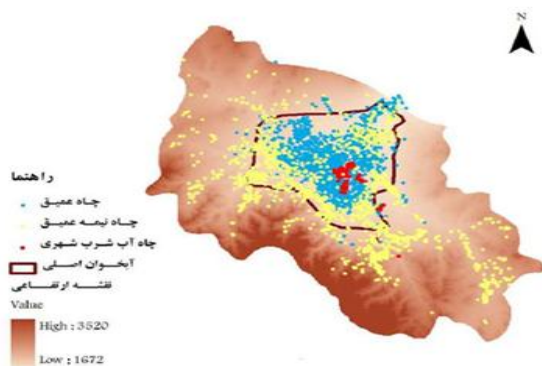
<sup>1</sup> Envelope theorem

جامعه ی آماری را نشان می دهد. به منظور پوشش بهتر منطقه و در نظر گرفتن ناهمگنی که در میان کشاورزان مشاهده شد، تعیین نمونه از همه ی دهستان های دشت همدان - بهار به روش نمونه گیری تصادفی طبقه ای نسبتی<sup>۱</sup> انجام گرفته است. رابطه (۱۲) چگونگی تعیین شمار نمونه را نشان می دهد (حجازی و همکاران، ۱۳۹۳).

$$n = \frac{N \times t^2 \times s^2}{N \times d^2 + t^2 \times s^2} \quad (12)$$

در رابطه (۱۲) : n شمار نمونه مورد نیاز، N شمار چاه مورد بهره برداری در منطقه، t آماره t استیودنت، S واریانس نمونه اولیه، d خطای مورد نظر در برآورد را نشان می دهد. در این زمینه تعداد ۳۰ پرسشنامه انتخاب و واریانس سطح آب مصرفی (سطح ایستابی)، ۰/۲۹ محاسبه شد. به این ترتیب با توجه به رابطه (۱۳) شمار ۱۲۱ چاه انتخاب شد.

$$n = \frac{2143 \times (1.96)^2 \times (0.29)^2}{2143 \times (0.05)^2 + (1.96)^2 \times (0.29)^2} = 121 \quad (13)$$



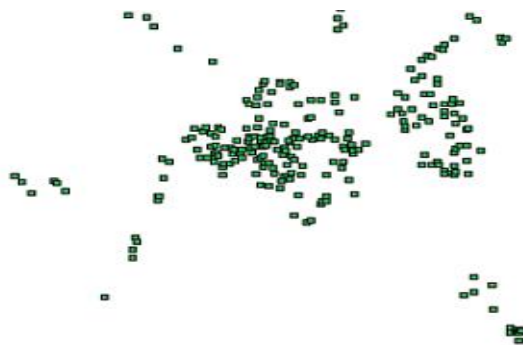
شکل (۳) پراکنش چاه های مورد بهره برداری در دشت همدان - بهار

پس از حذف روستاهایی که تنها دارای کشت دیم هستند، از دیگر روستاهای هر دهستان بر پایه چاه های موجود و به نسبت کل نمونه، شمار چاه مورد بررسی به صورت کاملا تصادفی مشخص

<sup>1</sup> Ratio stratified random sampling

### بررسی اثر گذاری رفاهی بهره برداری...۱۴۱

شدند. تصویر شماره (۴) مکان چاه های نمونه را نشان می دهد. با مراجعه به بهره برداران این چاه ها پرسش هایی در زمینه ویژگی های چاه و اطلاعات زراعی مطرح شده است. لازم به یادآوری است اطلاعات مربوط به میزان دبی چاه، سطح ایستابی، میزان برداشت و دیگر اطلاعات مانند ساعت های آبکشی و شمار روزهای بهره برداری در طی سه سال از سازمان آب منطقه ای استان گردآوری شده است



شکل (۴) پراکنش نمونه منتخب در دشت همدان - بهار

### نتایج و بحث

در دشت همدان - بهار بر پایه روش نمونه گیری اشاره شده شمار ۱۲۱ چاه بررسی شده است. بر پایه اطلاعات مستخرج از پرسشنامه ها، اندازه زمین کشاورزان در حوزه این چاه ها از کمینه ۰/۵ تا بیشینه ۱۰۵ هکتار قرار دارد.

نتایج به دست آمده از برآورد تابع تولید سیب زمینی و گندم در جدول (۱) نشان داده شده است. با توجه به ضریب تعیین می توان گفت که در تابع سیب زمینی و گندم به ترتیب ۶۲ و ۷۸ درصد از تغییرپذیری متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل توضیح داده می شود. F محاسباتی در هر دو مدل در سطح یک درصد معنی دار است، بنابر این فرضیه صفر مبنی بر صفر بودن همزمان متغیرهای درون مدل رد می شود.

جدول (۱) ضریب‌های تابع تولید ترانسندنتال در محصول سیب زمینی و گندم

گندم		سیب زمینی		متغیر
آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	
۳/۲۱ <sup>NS</sup>	۳۷/۹۱	۱/۱۸ <sup>NS</sup>	۵۴۸/۵	c
۲/۲۸ <sup>**</sup>	۱/۲۱	۴/۲ <sup>**</sup>	۳/۷۵	$\beta_w$
-۱/۶۵ <sup>NS</sup>	-۰/۰۲۶	۴/۵۵ <sup>**</sup>	۰/۷۴	$\beta_{Fe}$
-۴/۲۰ <sup>***</sup>	-۳/۷۴	۳/۴ <sup>***</sup>	۰/۲۸	$\beta_S$
۱/۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۹۴	-۰/۹۳۳۳ <sup>NS</sup>	-۰/۱۰۶	$\beta_L$
۴/۳۲ <sup>**</sup>	۱/۴۳	۱/۱۳۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۹	$\beta_{po}$
-۴/۷ <sup>***</sup>	-۰/۰۰۱	۵/۱ <sup>***</sup>	۰/۰۲۳	$\gamma_w$
۱/۲۱۸ <sup>NS</sup>	۰/۱۱۷	۳/۳ <sup>**</sup>	۰/۲	$\gamma_{Fe}$
۷/۷۶ <sup>***</sup>	۰/۰۳۸	-۲/۱ <sup>**</sup>	-۰/۰۰۱	$\gamma_S$
-۱/۱۴۲ <sup>NS</sup>	-۰/۰۰۷	۱/۴۹۸ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۴	$\gamma_L$
۳/۹ <sup>***</sup>	۰/۶۹	۰/۵۴۷ <sup>NS</sup>	۰/۰۱۵	$\gamma_{po}$
	۵۸۷/۴ <sup>***</sup>		۴۶/۳۲ <sup>***</sup>	F
	۰/۷۹		۰/۶۲	$R^2$
	۰/۷۸		۰/۵۹	$\overline{R^2}$
	۱/۸۸		۲/۰۳	d

منبع: یافته‌های تحقیق، \* و \*\* و \*\*\* به ترتیب نمایانگر معنی دار بودن در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است

به منظور کنترل ناهمگنی داده‌ها مدل (۶) و (۹) به سه صورت داده‌های ترکیبی، مدل اثرگذاری ثابت و مدل اثرگذاری تصادفی با استفاده از نرم افزار Stata/12 برآورد، سپس بهترین تصریح انتخاب شده است. شمار مشاهده‌ها در این مدل‌ها ۳۶۳ (۳ سال و ۱۲۱ نمونه) است (فرهمند، ۱۳۸۶ و بالتاجی، ۲۰۰۱). نتایج به دست آمده از برآورد این مدل‌ها در جدول‌های (۲) و

### بررسی اثر گذاری رفاهی بهره برداری...۱۴۳

(۳) نشان داده شده است. جدول (۲) نتایج برآورد به دست آمده از رابطه میزان آب مصرفی و سطح ایستابی آب را نشان می دهد. متغیرهای لحاظ شده در این مدل، ۴۳ درصد تغییرپذیری میزان آب مصرفی را توضیح می دهند. ضریب تشخیص مدل اثرگذاری ثابت نسبت به حالت داده های تلفیقی و اثرگذاری تصادفی افزایش یافته و عدد ۵۶ را نشان می دهد. در مدل اثرگذاری تصادفی  $R^2$ ، نسبت به مدل اثرگذاری ثابت به شدت کاهش یافته است. در مدل اثرگذاری تصادفی  $R^2$  برابر با ۲۴ است. مقدار F لیمر برابر ۳/۵۵ است. از آنجایی که احتمال این آزمون کمتر از ۵ درصد است، استفاده از داده های ترکیبی در تحلیل داده ها ترجیح داده می شود. برای مقایسه میان روش اثرگذاری ثابت و تصادفی از آزمون هاسمن استفاده شده است. احتمال این آزمون کمتر از ۵ درصد است. بدین ترتیب، داده های تابلویی فضایی، در برآورد میزان آب مصرفی تنها به صورت مدل اثرگذاری ثابت برآورد شده است.

جدول (۲) نتایج رگرسیون میزان آب مصرفی و سطح ایستابی آب در مدل های داده های تابلویی

متغیر	OLS	اثرگذاری ثابت	اثرگذاری تصادفی
C	۱۲/۱۵* (۱/۸)		۹/۵** (۳/۶)
$B_R$	-۰/۳۶** (-۲/۲۶)	۰/۶۷** (-۴/۵)	۰/۲۳ <sup>ns</sup> (۱/۵)
$R^2$	۰/۴۳	۰/۵۶	۰/۲۴
F	۳۲۰/۲**	۵۷/۶*	-
Hausman	۵۴/۷*		
F لیمر	۳/۵۵*		
LM (بروچ - پاگان)	۱۱۷/۴*		

منبع: یافته های تحقیقاتی (اعداد داخل پرانتز آماره t می باشد. \* و \*\* و \*\*\* به ترتیب نمایانگر معنی دار بودن در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد است)

به همین ترتیب در جدول (۳) نتایج برآورد به دست آمده از رابطه هزینه پمپاژ آب و سطح ایستابی آب را نشان می دهد. مدل برآورد شده به روش OLS در سطح یک درصد معنی دار است. آماره F این مطلب را نشان می دهد.  $R^2$  مدل نشان می دهد که متغیرهای لحاظ شده در این مدل، ۶۹ درصد تغییرپذیری های هزینه پمپاژ آب را توضیح می دهد. ضریب ثابت و متغیر عمق به ترتیب در سطح ده و پنج درصد معنی دار شده اند. مقدار F لیمر برابر ۳/۹ است. از آنجایی که احتمال این آزمون کمتر از ۵ درصد است، استفاده از داده های ترکیبی در تحلیل داده ها ترجیح داده می شود.

برای مقایسه میان روش اثرگذاری‌های ثابت و تصادفی از آزمون هاسمن استفاده شده است. احتمال این آزمون کمتر از ۵ درصد است. بدین ترتیب در این حالت مدل اثرگذاری ثابت انتخاب می‌شود. ضریب تشخیص مدل اثرگذاری ثابت نسبت به حالت داده‌های تلفیقی و اثرگذاری تصادفی افزایش یافته و به ۷۲ درصد رسیده است.

جدول (۳) نتایج رگرسیون هزینه پمپاژ آب و سطح ایستابی آب در مدل‌های داده‌های تابلویی

متغیر	OLS	اثرات ثابت	اثرات تصادفی
C	۵۶۴۳۴* (۲,۵۲)		۴۸۳۹۰* (۲/۴)
B <sub>W</sub>	۸۵۴۰** (۳/۲۶)	۹۳۲۰*** (۳/۹)	۶۷۰۰ <sup>ns</sup> (۱/۸)
R <sup>2</sup>	۰/۶۹	۰/۷۲	۰/۶۳
F	۱۲/۹۹**	۲۶/۴***	
F لیمر	۳/۹*		
Hausman	۱۲۷/۳۴*		
LM (بروچ - پاگان)	۱۰۵/۲۳*		

منبع: یافته‌های تحقیقاتی (اعداد داخل پرانتز آماره t می‌باشد. \* و \*\* و \*\*\* به ترتیب نمایانگر معنی دار بودن در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد است)

برای بررسی اثرگذاری مجاورت در توابع (۵) و (۸) هر دو مدل به صورت وقفه فضایی (SAR) و خطای فضایی (SEM) برآورد شده است. لازم به توضیح است که در تحلیل‌های فضایی این بخش، بر پایه مختصات جغرافیایی چاه‌های مورد بررسی از ماتریس وزنی مجاورت چاه‌ها استفاده شده است. نتایج برآورد توابع فضایی در جدول (۴) و (۵) نشان داده شده است. جدول (۴) نتایج برآورد مدل‌های مقطعی فضایی میزان آب مصرفی و سطح ایستابی آب را نشان می‌دهد. آماره I موران برابر با ۰/۲۵ است. این آماره مثبت است، و گویایی آن است که خود همبستگی فضایی مثبت وجود دارد. آزمون LM، برای حالت‌های مختلف مدل‌های فضایی، نشان دهنده معنی داری مدل وقفه فضایی است. ضریب  $\rho$  در مدل وقفه فضایی، مثبت و از نظر آماری در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنی دار است. یعنی میزان برداشت از آب چاه بر میزان برداشت چاه‌های مجاور تأثیر مثبت دارد. بنابر این نتایج برآورد تصریح‌های فضایی نشان دهنده این است که تصریح مناسب مدل وقفه فضایی است. ضریب برآوردی متغیر مستقل (سطح ایستابی چاه) معنی دار و حدود ۵۲ درصد تغییرپذیری‌های برداشت آب را توضیح می‌دهد.



## بررسی اثر گذاری رفاهی بهره برداری...۱۴۵

جدول (۴) نتایج برآورد مدل های مقطعی فضایی میزان آب مصرفی و سطح ایستابی آب

خطای فضایی	وقفه فضایی	OLS	متغیر
۱۲/۹** (۲/۴)	۱۲/۷۳** (۲/۱)	۱۲/۱۵* (۱/۸)	C
۰/۶۲** (۴/۱)	۰/۵۵** (۳/۸)	-۰/۳۶** (-۲/۲۶)	$B_R$
	۰/۳** (۱/۹۳)		$\rho$
۰/۳۸ <sup>ns</sup> (۱/۵)			$\lambda$
۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۴۳	$R^2$
۷۸/۲	۸۱/۱	۷۹/۹	AIC
۹۰/۸	۹۶/۲	۹۲/۷	SC
		۰/۲۵*	Moran's I
		۰/۰۱۶***	LM(SAR)
		۰/۲۰۶ <sup>NS</sup>	LM(SEM)

منبع: یافته های تحقیقاتی (مقادیر داخل پرانتز برای مدل OLS آماره t، برای مدل های فضایی آماره Z، و برای آزمون های LM مقدار احتمال است. \* و \*\* و \*\*\* به ترتیب نمایانگر معنی دار بودن در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است)

جدول (۵) نتایج برآورد مدل های مقطع فضایی هزینه پمپاژ آب و سطح ایستابی آب را نشان می دهد. آماره ی I موران برابر با ۰/۴ است. این آماره مثبت است، و گویایی آن است که خود همبستگی فضایی مثبت وجود دارد. آزمون LM، برای حالت های مختلف مدل های فضایی، نشان دهنده معنی داری مدل وقفه فضایی است. ضریب اثرگذاری فضایی<sup>۱</sup> در مدل وقفه فضایی، مثبت و از نظر آماری در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنی دار است. یعنی هزینه پمپاژ برداشت از آب چاه بر هزینه استحصال برداشت چاه های مجاور تأثیر مثبت دارد. بنابر این نتایج برآورد تصریح های فضایی نشان دهنده این است که تصریح مناسب مدل وقفه فضایی است. ضریب برآوردی متغیر مستقل (سطح ایستابی آب) معنی دار و حدود ۸۲ درصد تغییرپذیری های برداشت آب را توضیح می دهد.

<sup>۱</sup> Spatial Effect

جدول (۵) نتایج برآورد مدل های مقطعی فضایی هزینه پمپاژ آب و سطح ایستابی آب

متغیر	OLS	وقفه فضایی	خطای فضایی
C	۵۶۴۳۴* (۲,۵۲)	۵۷۸۲۵** (۲/۷)	۶۲۶۱۲۳** (۳/۲)
$B_W$	۸۵۴۰** (۳/۲۶)	۸۸۱۰** (۳/۵)	۹۳۱۱۰** (۳/۷)
$\rho$		۲/۴** (۵/۳)	
$\lambda$			(۱/۸۶) <sup>ns</sup> (۱/۷)
$R^2$	۰/۶۹	۰/۸۲	۰/۸۶
AIC	۶۶/۹	۶۷/۶	۶۴/۷
SC	۷۹/۲	۸۲/۷	۷۷/۳
Moran's I	۰/۴*		
LM(SAR)	۰/۰۳۸***		
LM(SEM)	۰/۷۲۶ <sup>ns</sup>		

منبع: یافته های تحقیقاتی (مقادیر داخل پرانتز برای مدل OLS آماره t، برای مدل های فضایی آماره Z، و برای آزمون های LM مقدار احتمال است. \* و \*\* و \*\*\* به ترتیب نمایانگر معنی دار بودن در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد است)

به منظور تکمیل نتایج مدل، رابطه های شماره (۵) و (۸) از راه روش های داده های تابلویی فضایی نیز برآورد شده، که نتایج آن در جدول های (۶) و (۷) ارائه شده است. با توجه به نتایج قسمت پیش در اینجا تنها مدل اثرگذاری ثابت، با لحاظ کردن اثرگذاری مکان، اثرگذاری زمان در دو حالت وقفه فضایی و خطای فضای برآورد شده است.

اثرگذاری ثابت فردی: با توجه به معنی داری اثرگذاری ثابت فردی، این فرضیه که اختلاف میزان مصرف آب و هزینه آب در میان بهره برداران ناشی از ویژگی های فردی باشد (فرضیه  $H_1$ ) پذیرفته می شود.

اثرگذاری ثابت زمانی: با توجه به معنی دار نبودن اثرگذاری ثابت زمانی، این فرضیه که اختلاف میزان آب مصرفی و هزینه آب در بین کشاورزان ناشی از تأثیر زمان باشد (فرضیه  $H_1$ ) رد می شود.

جدول (۶) نتایج برآورد مدل های مقطعی فضایی میزان آب مصرفی و سطح ایستابی آب

متغیر	بدون اثرات ثابت	اثرات ثابت مکانی	اثرات ثابت زمانی
	وقفه فضایی (SAR)		
C	۱۲/۷۳** (۲/۱)		
$B_R$	۰/۵۵** (۳/۸)	۱/۲۵*** (۶/۸)	۰/۲۳* (۲/۱)
$w^*W$	۰/۲۱** (۲/۶۷)	۰/۱۶** (۲/۴۴)	۰/۱۷** (۲/۶۰)
$R^2$	۰/۴۳	۰/۶۸	۰/۵۳

منبع: یافته های تحقیقاتی (اعداد داخل پرانتز آماره t می باشد. \* و \*\* و \*\*\* به ترتیب نمایانگر معنی دار بودن در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد است)

## بررسی اثر گذاری رفاهی بهره برداری...۱۴۷

جدول (۷) نتایج برآورد مدل های مقطعی فضایی هزینه پمپاژ آب و سطح ایستابی آب

متغیر	بدون اثرات ثابت	اثرات ثابت مکانی	اثرات ثابت زمانی
	وقفه فضایی (SAR)		
C	۵۷۸۲۵ ** (۲/۷)		
$B_W$	۸۸۱۰ ** (۳/۵)	۱/۲۵ *** (۶/۸)	۰/۲۳* (۲/۱)
$w^*C_w$	۰/۲۱** (۲/۶۷)	۰/۱۶** (۲/۴۴)	۰/۱۷** (۲/۶۰)
$R^2$	۰/۸۲	۰/۸۸	۰/۷۳

منبع: یافته های تحقیقاتی (اعداد داخل پرانتز آماره t می باشد. \* و \*\* و \*\*\* به ترتیب نمایانگر معنی دار بودن در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است)

بنابر این به دلیل اینکه در مصرف و هزینه استحصال آب خود همبستگی و هم ناهمسانی فضایی وجود دارد، مقایسه نتایج برآورد مدل های بالا در سه حالت داده های تابلویی، مدل های مقطعی فضایی و داده های تابلویی فضایی نشان داد که بهترین تصریح در حالت مدل داده های تابلویی فضایی است. از سویی پراکندگی در میزان استحصال آب نشان دهنده وجود اثرگذاری ثابت مکانی در داده ها و مناسب است که از تصریح مدل اثرگذاری ثابت مکانی استفاده کرد. محاسبه هزینه استحصال هر واحد آب از مجموع میانگین هزینه های متغیر و ثابت به دست می آید. در جدول (۸) اطلاعات مربوط به میانگین هزینه سرمایه گذاری و متغیر سالانه را نشان می دهد. به دلیل اینکه تسهیلات بخش کشاورزی در حوزه تأمین آب با نرخ ۱۲ درصد ارائه می شود و بخشی از هزینه ها با سرمایه شخصی کشاورز تأمین می شود. لذا در محاسبه هزینه یکنواخت سالانه از نرخ تنزیل ۱۷ درصد استفاده شده است.

جدول (۸) محاسبه هزینه استخراج هر متر مکعب آب از چاه واحد: ریال

نوع هزینه	هزینه یکنواخت سالانه	هزینه هر متر مکعب آب
هزینه سالانه یکنواخت حفر چاه و تجهیزات	۳۲۰۰۰۰۰۰	۵۰۸
هزینه سالانه یکنواخت خرید موتور پمپ و نصب آن	۲۲۰۰۰۰۰۰	۳۵
هزینه سالانه یکنواخت انتقال آب	۱۲۰۰۰۰۰۰	۱۹
هزینه های جاری سالانه (تعمیرات، نگهداری، آب بها و ...)	۵۵۰۰۰۰۰۰	۸۷
کل هزینه سالانه	۴۰۹۰۰۰۰۰۰	۶۴۹

منبع: یافته های تحقیق

بنابر این از نسبت هزینه سالانه و میانگین برداشت آب از چاه، هزینه ی هر مترمکعب آب محاسبه شده است. از هر حلقه چاه به عمق ۸۰ متر با موتور برقی به طور میانگین سالانه ۶۳۰۰۰۰ متر مکعب آب استخراج می شود. بدین ترتیب میانگین هزینه به ازای هر متر مکعب آب ۶۴۹ ریال محاسبه شده است.

همان طور که اشاره شد از رابطه (۱۳) به منظور بررسی تغییرپذیری رفاه به ازای تغییر در کاهش سطح آب زیرزمینی استفاده شده است. در این رابطه برای تعیین نسبت  $\frac{\partial y_i}{\partial W_i}$  از رابطه‌های (۱۴) و (۱۵) به ترتیب برای محصول سیب زمینی و گندم استفاده شده است. برای محاسبه  $\frac{\partial W_i}{\partial C_W}$  یعنی تغییر در تقاضای آب ناشی از تغییر در هزینه نهایی پمپاژ آب با توجه به رابطه‌های (۱۴) و (۱۵) و استفاده از رابطه ی  $VMP_W = C_W$  میزان  $W$  را محاسبه و سپس میزان  $\frac{\partial W_i}{\partial C_W}$  تعیین شده است. همچنین نسبت  $\frac{\partial C_W}{\partial R}$  از مدل برآورد شده در جدول (۶) محاسبه شده است. در نهایت میزان  $\frac{\partial W_i}{\partial R}$  با استفاده از نتایج جدول (۵) برآورد شده است.

با توجه به این موضوع در جدول (۹) تغییرپذیری‌های رفاه محاسبه شده است. با فرض ثابت بودن دیگر نهاده ها و در ازای افت هر متر آب، رفاه کشاورزان در زراعت سیب زمینی و گندم به ترتیب ۳۵۶۷۲۸۰۰ و ۱۸۷۵۴۳۰۰ ریال در طی سال کاهش می یابد. این شاخص در مقابل کاهش ۰/۱۵ متر در سطح آب زیرزمینی برای زراعت سیب زمینی و گندم به ترتیب برابر با ۵۳۵۰۹۲۰ و ۲۸۱۳۱۴۵ ریال برآورد شده است.

جدول (۹) تغییرپذیری‌های رفاه کشاورزان ناشی از افت سطح آب زیرزمینی		
واحد: ریال	سیب زمینی	شرح
گندم		
۱۸۷۵۴۳۰۰	۳۵۶۷۲۸۰۰	تغییرات رفاه به ازای کاهش هر متر سطح آب
۲۸۱۳۱۴۵	۵۳۵۰۹۲۰	تغییرات رفاه به ازای کاهش ۰/۱۵ متر سطح آب

منبع: یافته‌های تحقیق

در کل دشت همدان - بهار سطح زیر کشت سیب زمینی و گندم به ترتیب برابر با ۹۸۴۸ و ۹۵۰۳ هکتار است. بر پایه تغییرپذیری‌های کل رفاه، در جدول (۱۰) میزان تغییرپذیری‌های رفاه در هر هکتار از محصولات یاد شده نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می شود در هکتار

### بررسی اثر گذاری رفاهی بهره برداری...۱۴۹

۳۲۱۹۸۹۰ و ۲۱۴۰۵۷۰ ریال به ترتیب در زراعت سیب زمینی و گندم از رفاه کشاورزان کاسته می‌شود.

جدول (۱۰) میانگین تغییرپذیری‌های رفاه در هکتار واحد: ریال				
محصول	تغییرپذیری‌های کل رفاه	تغییرپذیری‌های رفاه در هر هکتار	کل زمین	متوسط زمین(هکتار)
سیب زمینی	۳۱۷۰۹۵۵۱۹۲۰	۳۲۱۹۸۹۰	۹۸۴۸	۱/۶۶
گندم	۲۰۳۴۱۸۵۱۴۹۵	۲۱۴۰۵۷۰	۹۵۰۳	۱/۳۱

منبع: یافته های تحقیق

شمار بهره برداران در تولید سیب زمینی و گندم در منطقه به ترتیب برابر با ۵۹۲۶ و ۷۲۳۱ نفر می باشد. به این ترتیب زیان ناشی از افت آب زیرزمینی به ازای هر بهره بردار در جدول (۱۱) نشان داده شده است. به این ترتیب زیان ناشی برای هر بهره بردار سیب زمینی و گندم به ترتیب برابر با ۵۳۵۰۹۲۰ و ۲۸۱۳۱۴۵ ریال محاسبه شده است. همچنین زیان ناشی از کاهش آب زیرزمینی در هر دو کشت و به ازای هر بهره بردار برابر با ۵۶۳۲۲۳۵ ریال و در کل محدوده مورد بررسی ۵۲ میلیارد ریال می باشد. درآمد سرانه روستایی در این منطقه ۲۱۳۱۴۸۳۲۳ ریال می باشد (بی نام، ۱۳۹۳). با در نظر گرفتن رفاه از دست رفته در حدود ۲/۶ درصد از درآمد سرانه کاهش می یابد. بنابر این همان طور که ملاحظه شد کاهش رفاه ناشی از افت سطح آب های زیرزمینی چشمگیر بوده و ادامه‌ی روند برداشت بی‌رویه نسبت به موجودی آب زیرزمینی، کاهش دسترسی به آب و در نتیجه کاهش رفاه کشاورزان را در دراز مدت به دنبال خواهد داشت.

جدول (۱۱) زیان کل در دشت همدان -بهار واحد: ریال		
محصول	میانگین تغییرپذیری‌های رفاه برای هر کشاورز	کل زیان برای کشاورزان
کشاورزان سیب زمینی کار	۵۳۵۰۹۲۰	۳۱۷۰۹۵۵۱۹۲۰
کشاورزان گندم کار	۲۸۱۳۱۴۵	۲۰۳۴۱۸۵۱۴۹۵
کشاورزان سیب زمینی کار+ گندم کار	۵۶۳۲۲۳۵	۵۲۰۵۱۴۰۳۴۱۵

منبع : یافته های تحقیق

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش این پرسش مطرح شد که عامل مجاورت تا چه حد رفاه کشاورزان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همان طور که ملاحظه شد نتایج تحقیق وجود وابستگی فضایی را تأیید و نشان داد که کاربرد رگرسیون فضایی نسبت به روش رگرسیون کلاسیک برتری دارد. بنابر این لحاظ نکردن آن در مدل، می‌تواند نتایج تورش داری به همراه داشته باشد. با توجه به مثبت و معنادار بودن ضریب فضایی، چرخه مثبت خودکار برداشت از منابع آب زیرزمینی بهره برداران حوزه دشت همدان - بهار برقرار است. لذا در برآزش توابع میزان مصرف آب و هزینه استحصال آب بر خلاف بررسی‌های پیشین (خلیلیان و مهرجردی ۱۳۸۴، فتحی و زیبایی ۱۳۹۰، تقی زاده و همکاران ۱۳۹۲) از رهیافت اقتصاد سنجی فضایی با داده‌های تابلویی (پانل) استفاده شد. به طور کلی مقایسه نتایج برآورد مدل‌ها، در سه حالت داده‌های تابلویی، مدل‌های مقطعی فضایی و داده‌های تابلویی فضایی نشان داد که بهترین تصریح به صورت مدل داده‌های تابلویی فضایی است. بنابر این روش، نتایج نشان می‌دهد میزان رفاه سالیانه به ازای هر متر کاهش سطح آب زیرزمینی برای هر بهره‌بردار در کشت گندم و سیب زمینی به ترتیب ۱۸۷۵۴۳۰۰ و ۳۵۶۷۲۸۰۰ ریال کاهش می‌یابد. مقایسه نتایج به دست آمده از این تحقیق با دیگر پژوهش‌ها در این زمینه شایان توجه است. تهمی پور و همکاران (۱۳۸۴) برای محصول پسته کاهش رفاه را ۴۳۰۰۱۲ ریال محاسبه کرده‌اند. فتحی و زیبایی (۱۳۹۰) با انتخاب محصول گندم کاهش رفاه به ازای هر متر کاهش آب را ۴۳۱۲۱۰۰ ریال محاسبه کرده‌اند. همچنین تقی زاده و سلطانی (۱۳۹۲) با انتخاب محصول گندم این کاهش را ۱۲۴۹۸۴۰ ریال برآورد کرده‌اند. همان طور که اشاره شد نتیجه این پژوهش با تحقیقات پیشین متفاوت می‌باشد. علت این تفاوت به طور عمده به روش تحقیق، زمان تحقیق، نوع محصول و وضعیت سفره آب زیرزمینی مربوط می‌شود. برابر محاسبه انجام شده زیان ناشی از کاهش آب زیرزمینی در کل محدوده مورد بررسی ۵۲ میلیارد ریال است. با در نظر گرفتن رفاه از دست رفته در حدود ۲/۶ درصد از درآمد سرانه هر بهره‌بردار کاسته شده است. در دشت همدان - بهار سطح زیر کشت سیب زمینی و گندم به ترتیب برابر با ۹۸۴۸ و ۹۵۰۳ هکتار است. بر پایه کل رفاه کاهش یافته، به ازای هر هکتار سیب زمینی و گندم به ترتیب ۳۲۱۹۸۹۰ و ۲۱۴۰۵۷۰ ریال رفاه کشاورزان کاسته می‌شود.

## بررسی اثر گذاری رفاهی بهره برداری... ۱۵۱

بنابر این زیان ناشی از کاهش آب زیرزمینی چشمگیر بوده و ادامه‌ی روند کنونی کاهش دسترسی به آب و در نتیجه کاهش رفاه کشاورزان را در دراز مدت به دنبال خواهد داشت. لازم به یادآوری است که میزان سرمایه گذاری با اعتبارات ملی و استانی در زمینه مسائل آبیاری تحت فشار، آبخیزداری و آبخوان داری به طور میانگین سالیانه ۸۰ میلیارد ریال است. این مبلغ سرمایه گذاری در حدود ۱/۵ برابر کل رفاه از دست رفته ناشی از افت سطح آب زیرزمینی است. در این شرایط و با ادامه وضع موجود، در سال های آینده منطقه دچار چالش و بحران جدی کمبود آب و رفاه بهره برداران بیشتر کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج بررسی انجام شده در منطقه با فرض ادامه روند کنونی، در سال ۱۴۰۰ این دشت با کاهش ۱۷/۵ متری سطح آب زیرزمینی روبه‌رو خواهد شد و میانگین ارتفاع سطح آب به ۱۷۰۳ متر خواهد رسید (رحمانی و سدهی، ۱۳۸۷). این در حالی است که با برداشت بهینه از منابع آب زیرزمینی می‌توان شرایط موجود را به وضعیت بهتر و پایدار تغییر داد. در این شرایط بهره برداران از آب زیرزمینی باید در پروژه های آبخوان داری و دیگر پروژه های تغذیه مصنوعی مشارکت فعال داشته باشند. همین طور دولت باید در طرح های حفظ و تغذیه سفره آب زیرزمینی توجه بیشتری کند. اصلی ترین اقدامی که باید انجام گیرد تغییر در شیوه مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی است. در این مورد لازم است مراکز تصمیم گیری با تمهیدات لازم برای محدود کردن ساعت کاری بهره برداری از چاه ها بازدارنده برداشت اضافی آب توسط کشاورزان شوند. استفاده از روش های پیشرفته آبیاری و کشت گیاهان زراعی با نیاز آب پایین، موجبات کاهش فشار بر این منبع شده و امکان ترمیم سفره آب زیرزمینی در دراز مدت را فراهم می‌سازد.

## منابع

- باقری م.، معززی ف. (۱۳۹۲) بررسی اثرات جانبی برداشت بی رویه آب های زیرزمینی بر بازار پسته ایران. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۵ (۴): ۱۸۴-۱۶۱.
- بی نام. (۱۳۸۶) گزارش ادامه مطالعه و وضعیت هیدروژئولوژیکی دشت های دارای شبکه پیزومتریک. معاونت مطالعات و پژوهش منابع آب. شرکت آب منطقه ای تهران. وزارت نیرو.
- بی نام. (۱۳۸۳) گزارش سالانه دفتر مطالعات امور آب استان. شرکت سهامی آب منطقه ای استان همدان.

بی نام. (۱۳۹۲) گزارش بیلان منابع آب زیر زمینی دشت همدان-بهار. شرکت سهامی آب منطقه ای استان همدان.

بی نام. (۱۳۹۳) آمارنامه کشاورزی سال زراعی. سازمان جهاد کشاورزی استان همدان.

بی نام. (۱۳۹۴) گزارش سالانه منابع آب زیر زمینی دشت همدان - بهار. دفتر مطالعات منابع آب همدان. شرکت سهامی آب منطقه ای استان همدان.

بی نام. (۱۳۸۶) شناسنامه آبادیهای استان همدان (شهرستان بهار- بخش لالجین). دفتر آمار و اطلاعات معاونت برنامه ریزی استانداری.

تقی زاده، س. و سلطانی، غ. ر. (۱۳۹۲) تأثیر اضافه برداشت آب زیرزمینی بر رفاه کشاورزان (مطالعه موردی: گندم کاران شهرستان فسا). تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۵، (۱): ۲۲-۱.

تهامی پور م.، مهرابی بشر آبادی ح.، و کرباسی ع. (۱۳۸۴) تأثیر کاهش سطح آب های زیر زمینی در رفاه اجتماعی تولید کنندگان مطالعه موردی: پسته کاران شهرستان زرنده. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۱۳(۴۹): ۱۱۶-۹۷.

حجازی، ا. بازرگان، ع و سرمد، ز. (۱۳۹۳) روش های تحقیق در علوم رفتاری. انتشارات آگه. ص ۴۰۵. خلیلیان، ص. و مهرجردی، م. (۱۳۸۴) ارزشگذاری آبهای زیر زمینی در بهره برداری های کشاورزی مطالعه موردی گندمکاران شهرستان کرمان (۱۳۸۳-۱۳۸۲). اقتصاد کشاورزی و توسعه. جلد ۱۳، (۵۱): ۲۲-۱. رحمانی، ع. ر و سدهی، م. (۱۳۸۷) پیش بینی تغییرات سطح آب زیرزمینی دشت همدان- بهار با مدل سری های زمانی. نشریه آب و فاضلاب. ۵۱، (۴): ۴۲-۴۹.

فتحی، ف. و زیبایی، م. (۱۳۹۰) کاهش رفاه از افت سطح آب های زیر زمینی در دشت فیروزآباد. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵، (۱): ۱۰-۱۹.

فرهمند، ش. (۱۳۸۶) تحلیل فضایی توسعه شهری در ایران (تعامل شهر و اقتصاد). پایان نامه دکتری، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم اداری و اقتصاد.

عباس نژاد، ا و شاهی دشت، ع. ر. (۱۳۹۲) بررسی آسیب پذیری دشت سیرجان با توجه به برداشت بی رویه از سفره آب زیر زمینی منطقه. جغرافیا و آمایش شهری، منطقه ای. شماره ۷.

Acharya, G., and Barbier, E. (2000) Valuing groundwater recharge through agricultural production in the Hadejia-Nguru wetlands in northern Nigeria, *Agricultural Economics*. 22:247-259.

Anselin, L. (2005). Exploring spatial data with GeoDaTM: A Workbook, University of Illinois, Urbana-Champaign Urbana, IL 61801.



بررسی اثر گذاری رفاهی بهره برداری... ۱۵۳

Baltagi, B.H(2001) *Econometric analysis of panel data*.Published by Jhon Wiely & Sons Ltd.

Gayarti, A., and Barbier, E(2008) Valuing groundwater recharge through agricultural production in the Hadejia-Nguru Westland in northern Nigeria. *Agricultural Economics*, 22:247-259.