نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۱۷۱-۱۶۱

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 25, No. 2, Summer 2011, P. 161-171

درونی‌سازی تأثیرات جانبی برداشت آب از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه پریشان مطالعه موردی: محصول گندم

سمانه غزالی[۱*] - عبدالکریم اسماعیلی[۲]

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۱۶
تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۸

چکیده

برداشت بی‌رویه از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه پریشان، علاوه بر کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و شوری آب بر سطح آب دریاچه و حرکت آن به‌سمت چاه‌های اطراف موثر بوده است. لذا مطالعه حاضر به ارزیابی تأثیرات جانبی برداشت از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه پرداخته است. در این راستا اثر بازخورد میان فعالیت کشاورزی اطراف دریاچه و سطح آب دریاچه با استفاده از مدل وقفه‌های توزیع شده گسترده مورد بررسی قرار گرفته و از نتایج آن در مدل اقتصادی- اکولوژیکی، استفاده شده است. نتایج نشان داد که با افزایش بهره‌برداری از چاه‌های کشاورزی جهت آبیاری گندم، عملکرد این محصول افزایش یافته و بنابراین افزایش درآمد زارعین را درپی داشته است. اما از سویی دیگر این افزایش بهره‌برداری از چاه‌های اطراف دریاچه، سطح ایستابی را افت داده و باعث افزایش هزینه آبکشی شده است. با توجه به بزرگتربودن تأثیر اضافه برداشت از آب‌های زیرزمینی بر هزینه آبکشی نسبت به این تأثیرات بر درآمد زارعین، اضافه برداشت سود منفی (زیان) برای گندمکاران منطقه درپی داشته است. از طرف دیگر افت سطح آب دریاچه ناشی از اضافه برداشت از چاه‌های کشاورزی منجر به کاهش عملکرد گندم و کاهش درآمد زارعین شده است و همچنین باعث افت در سطح ایستابی چاه‌های اطراف دریاچه، افزایش هزینه آبکشی شده و درنهایت کاهش سود برای گندمکاران منطقه گردیده است. لذا جلوگیری از برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی، برای حفاظت از اکوسیستم دریاچه و کنترل سطح آب‌های زیرزمینی در منطقه توصیه می‌گردد.

واژه های کلیدی: تأثیرات جانبی، برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، مدل وقفه‌های توزیع شده گسترده، دریاچه پریشان

مقدمه

دشت پریشان یکی از دشت‌های استان فارس می‌باشد که در سال‌های اخیر به دلیل کاهش بارندگی، عدم وجود منابع آب سطحی، برداشت بیش از حد از آب‌های زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی در این دشت کاهش یافته به‌طوری که یکی از دشت‌هایی است که کاهش سطح آب‌های زیرزمینی در آن مورد توجه قرار گرفته و در هیدروگراف معرف (واحد) آن که مبین میزان افت متوسط می‌باشد انعکاس یافته است (۲). یکی از پیامدهای ناشی از اضافه برداشت آب زیرزمینی، شور شدن تدریجی آب زیرزمینی و پیشروی جبهه آب شور به طرف جبهه آب شیرین در مناطق ساحلی و کویری می‌باشد. روند منحنی هدایت الکتریکی، به‌وضوح نشان می‌دهد که میزان شوری آب در چاه‌های اطراف دریاچه پریشان، افزایش یافته است (۲). در صورتی که افت سطح آب زیرزمینی دشت‌ها هم چنان ادامه یابد، علاوه بر شوری آب منجر به تهی‌شدن کامل آن خواهد شد و همه سرمایه‌گذاری‌های انجام شده و امکانات معیشتی از بین خواهد رفت. این امر همچنین مشکلات زیست محیطی زیادی را به دنبال خواهد داشت.

دشت پریشان به‌دلیل وجود دریاچه پریشان، به‌عنوان یکی از قطب‌های گردشگری ایران شناخته شده است. این دریاچه یکی از دریاچه‌های آب شیرین کشور است. که در میان کوهستان فامور و در ۱۲ کیلومتری جنوب‌شرقی شهرستان کازرون و ۱۲۵ کیلومتری غرب شیراز واقع شده است. منابع تامین کننده آب دریاچه بیشتر چشمه‌ها و سیلاب‌های زمستانه و بهاره می‌باشد که از قسمت شرق وارد دریاچه می‌گردد (۳و ۷). همچنین ذخائر قابل ملاحظه‌ای از آب‌های زیرزمینی در اطراف دریاچه پریشان وجود دارد، که دارای ارتباط تنگاتنگ با آب دریاچه می‌باشند. هر نوع تغییر در سطح آب دریاچه بر میزان آب‌های زیرزمینی منطقه به‌خصوص در جهت جنوب و جنوب‌غربی دریاچه تأثیر می‌گذارد. عکس این موضوع نیز صادق است، بدین صورت که برداشت زیاد از چاه‌های اطراف باعث حرکت آب دریاچه به سمت این

۱و۲- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
(*- نویسنده مسئول: Email: sghazali_62@yahoo.com)

چاه‌ها می‌شود که در آلوده‌کردن آب‌های زیرزمینی و شورشدن آن‌ها مؤثر است (۱).

اثرات جانبی به‌طور گسترده‌ای در استفاده از منابع آب زیرزمینی اتفاق می‌افتد چرا که آب‌های زیرزمینی جزو منابع مشترک محسوب می‌شوند و از آن‌جا که بهره‌بردار آن می‌ترسد که افراد دیگر با افزایش برداشت از آب باعث کاهش سطح آب در چاه مورد بهره‌برداری او شوند بنابراین استفاده‌کنندگان آب سعی می‌کنند تا در کوتاه‌مدت منافع حاصل از بهره‌برداری آب را حداکثر نمایند (۸ و ۱۴).

مطالعات زیادی در زمینه درونی‌سازی تأثیرات جانبی برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی صورت پذیرفته است که از آن جمله می‌توان به مطالعات: عبدالهی عزت آبادی و سلطانی (۸)، خلیلیان و زارع مهرجردی (۴)، صبوحی صابونی و توانا (۶)، آچاریا و باربیر (۱۲)، سیمونیت و همکاران (۱۵)، یودامری و موهان (۱۶) و علاءالدین و کوجین (۱۳) اشاره نمود. تنها در مطالعه سیمونیت و همکاران تأثیرات زیست محیطی بهره‌برداری‌های بی‌رویه از چاه‌های کشاورزی بررسی شده است. نتایج این مطالعه که در ۷ ایالت اطراف دریاچه آب شیرین ایستروس دل ایبرا[1] در شمال شرقی آرژانتین در فاصله زمانی ۱۱ ساله برای محصول برنج انجام گردیده، نشان می‌دهد که عملکرد برنج تابعی درجه دو (U معکوس) از سطح آب دریاچه است و افزایش سطح آب دریاچه در ابتدا منجر به بالا رفتن تولید برنج شده و پس از رسیدن به نقطه حداکثر باعث کاهش تولید برنج می‌گردد. از طرفی کشت برنج در ۷ ایالت اطراف دریاچه دارای تاثیر منفی بر سطح این دریاچه بوده است. که در نهایت با استفاده از دو تابع فوق یک مدل اقتصادی- اکولوژیکی برای درونی‌سازی تاثیرات جانبی فرمول‌نویسی شده است. بنابراین با توجه به شرایط منطقه و برای بررسی اثرات زیست محیطی تلاش شده است تا در این مطالعه، اثرات جانبی بهره‌برداری‌های بی‌رویه از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه پریشان، محاسبه گردد.

مواد و روش‌ها

آثار جانبی با نام‌های متعددی از جمله اثرات خارجی یا بیرونی، اثرات فرعی و صرفه‌ها و عدم صرفه‌های بیرونی نیز مطرح می‌شوند. این اثرات زمانی بوجود می‌آیند که فعالیت واحدهای اقتصادی بر تولید و مصرف واحدهای دیگر اثر گذاشته و هزینه‌ها و منافعی را به دیگران تحمیل می‌نماید که به طور رسمی در محاسبات سود و زیان وارد نمی‌گردد. اگر بتوان این آثار را قیمت‌گذاری کرد در عمل آثار جانبی، درونی‌سازی شده (۵).

مسئله‌ای که همیشه بین اقتصاددانان منابع طبیعی وجود داشته است درونی‌کردن تأثیرات جانبی و چگونگی اندازه‌گیری آن می‌باشد. در این مطالعه به منظور درونی‌سازی تأثیرات جانبی با توجه به منطقه مورد مطالعه، از مدل سیمونیت و همکاران (۱۵) استفاده شده است. ایشان بیان می‌کنند که مسئله اقتصادی ناشی از دو حقیقت است: اول اینکه فعالیت‌های کشاورزی در اطراف دریاچه علاوه بر عوامل کشاورزی بستگی به کیفیت یا سطح آب دریاچه دارند. دیگر آنکه کیفیت و یا سطح آب دریاچه نیز علاوه بر عوامل محیطی تحت تأثیر فعالیت‌های کشاورزی اطراف دریاچه می‌باشند. از آن‌جا که این فعالیت‌ها می‌توانند خصوصیات دریاچه را تغییر دهند همچنین قادر خواهند بود وضعیت رفاهی مردمی که وابسته به این منابع هستند را تحت تأثیر قرار دهند. چون چنین اثراتی در قیمت‌های بازاری منعکس نشده‌اند اغلب از دید مسئولین پنهان می‌ماند و هزینه‌ها و سودهای وارد شده بر دیگر افراد جامعه در تصمیمات محاسبه نشده‌اند. اگر بتوان ماهیت و اهمیت همبستگی بین فعالیت‌هایی که وابسته یا اثرگذار بر مؤلفه‌های دریاچه هستند را تشخیص داد آنگاه می‌توان راه‌هایی را به منظور استفاده پایدار از منابع آب به مسئولین نشان داد. بنابراین برای مدل‌سازی مسئله مراحل زیر انجام شده‌اند:

الف) بررسی وابستگی بخش کشاورزی به متغیرهای دریاچه

ب) بررسی اثر فعالیت‌های کشاورزی روی سطح یا کیفیت آب دریاچه

ج) بررسی وابستگی سطح آب در چاه‌های اطراف دریاچه به سطح دریاچه

د) ارائه یک مدل اقتصادی- اکولوژیکی درونی‌سازی اثرات جانبی

تابع عملکرد محیطی گندم

رهیافت شامل تعیین یک رابطه کارکردی بین عملکرد گندم و مجموعه‌ای از نهاده‌ها که نه‌تنها که برگیرنده عوامل کشاورزی مؤثر در تولید گندم می‌باشد، بلکه همچنین تحت تأثیر مؤلفه‌های دریاچه نیز قرار دارد. بدین ترتیب فرم کلی تابع تولید به صورت رابطه ۱ می‌باشد (۱۵).

$$q_t = q(x_t, \quad w_t) \qquad (1)$$

q_t: عملکرد گندم بر حسب کیلوگرم در هکتار در دشت پریشان می‌باشد. w_t: بردار مؤلفه‌های دریاچه شامل متغیر سطح آب در دریاچه پریشان بر حسب متر می‌باشد. $x_t = \{ EC_{groundwater} , Water_{wheat} \}$: بردار عوامل کشاورزی مؤثر بر عملکرد گندم، شامل دو متغیر، شوری آب زیرزمینی ($EC_{groundwater}$) و میزان آب مصرفی توسط گندم ($Water_{wheat}$) می‌باشد. که در زیر به طور کامل توضیح داده شده است.

$EC_{groundwater}$: هدایت الکتریکی آب چاه‌های کشاورزی بر حسب میکرومهوس بر سانتی‌متر می‌باشد، که متغیر اول از بردار x_t

1- Esteros del Ibera

است.

$Water_{wheat}$: آب مصرفی توسط گندم در دشت پریشان بر حسب میلیون متر مکعب می‌باشد، که متغیر دوم از بردار x_t است. از آن‌جا که نیاز خالص آبیاری گندم در منطقه، ۲۷۲۰ متر مکعب در هکتار می‌باشد و روش آبیاری در منطقه به روش سنتی گزارش شده است، با تقسیم کردن نیاز خالص آبیاری گندم بر راندمان آبیاری به روش سنتی، میزان آب مصرفی یک هکتار گندم، در حالتی که نیاز آبی این محصول به طور صددرصد تامین گشته باشد، ۸۰۰۰ متر مکعب بدست آمده است. حال آن‌که با جمع‌آوری اطلاعات از سطح دشت، مشخص شد که نیاز آبی این محصول به‌طور کامل تامین نمی‌گردد و حدود هفتاد درصد نیاز آبی این محصول تامین می‌گردد. بدین ترتیب با استفاده از رابطه ۲ میزان آب مصرفی گندم در سال‌های مختلف بدست آمده است.

$$Water_{wheat} = ٪۷۱ \times ۸۰۰۰ \times Area_{wheat} \qquad (۲)$$

$Area_{wheat}$: سطح زیرکشت گندم بر حسب هکتار در دشت پریشان می‌باشد.

توابع محیطی دریاچه پریشان

متغیر محیطی دریاچه نیز علاوه بر این‌که تابعی از یک مجموعه عوامل محیطی می‌باشد، تحت تأثیر فعالیت کشاورزی اطراف دریاچه قرار دارد. فرم کلی تابع محیطی دریاچه به صورت رابطه ۳ می‌باشد (۱۵).

$$w_t = w(z_t, \quad x_t) \qquad (۳)$$

w_t : بردار مؤلفه‌های دریاچه بوده و با توجه به این‌که اطلاعات مربوط به دو متغیر کمی و کیفی دریاچه (سطح آب دریاچه و هدایت الکتریکی آب دریاچه) در دسترس می‌باشد، اقدام به برآورد دو تابع محیطی: تابع سطح آب دریاچه پریشان و تابع شوری آب دریاچه پریشان گردید. z_t : بردار عوامل محیطی و x_t : بردار عوامل کشاورزی می‌باشند.

تابع سطح آب دریاچه پریشان

در برآورد این تابع با توجه به رابطه ۳، w_t بیانگر سطح آب در دریاچه پریشان می‌باشد. x_t، شامل میزان آب مصرفی توسط گندم بوده و با توجه به اینکه منبع تغذیه‌کننده دریاچه پریشان، چشمه‌های اطراف آن می‌باشد بدین ترتیب z_t، شامل مولفه چشمه و میزان بارندگی به شرح زیر می‌باشد.

$Evacuation_{fountain}$: میزان تخلیه چشمه به دریاچه پریشان بر حسب میلیون متر مکعب می‌باشد.

Rain: میزان بارندگی ایستگاه پریشان بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

تابع شوری آب دریاچه پریشان

برای برآورد تابع شوری آب دریاچه، با توجه به رابطه ۳، w_t بیانگر شوری دریاچه پریشان می‌باشد، که در زیر توضیح داده شده است. x_t، شامل میزان شوری چاه‌های اطراف دریاچه بوده و z_t، شامل هدایت الکتریکی چشمه‌های ورودی به دریاچه پریشان و بارندگی می‌باشد، که در زیر توضیح داده شده است.

$EC_{wetland}$: هدایت الکتریکی آب دریاچه پریشان بر حسب میکرومهوس بر سانتی‌متر می‌باشد.

$EC_{fountain}$: هدایت الکتریکی آب چشمه‌های اطراف دریاچه بر حسب میکرومهوس بر سانتی‌متر می‌باشد.

تابع سطح ایستابی آب چاه‌های اطراف دریاچه پریشان

سطح ایستابی آب در چاه‌های کشاورزی به فعالیت کشاورزی و بهره‌برداری از آب زیرزمینی، عوامل محیطی و همچنین مؤلفه‌های دریاچه بستگی دارد. فرم کلی این تابع به صورت رابطه ۴ می‌باشد (۱۵).

$$d_t = d(x_t, \quad z_t, \quad w_t) \qquad (۴)$$

d_t : سطح آب در چاه‌های اطراف دریاچه پریشان بر حسب متر می‌باشد. اطلاعات در زمینه عمق سطح آب و به‌صورت ماهانه توسط سازمان آب منطقه‌ای استان فارس محاسبه می‌گردد. در رابطه ۴، x_t، میزان آب مصرفی گندم و z_t، میزان بارندگی و w_t، سطح آب در دریاچه پریشان را نشان می‌دهد.

مدل اقتصادی- اکولوژیکی درونی‌سازی آثار جانبی

اینک با در دست داشتن تابع عملکرد محیطی گندم، توابع محیطی دریاچه و تابع سطح ایستابی آب چاه‌های اطراف دریاچه، می‌توان تأثیر مستقیم و غیرمستقیم (از طریق تأثیر بر سطح آب دریاچه)، اضافه برداشت از آب‌های زیرزمینی را بر سود زارعین محاسبه نمود. بنابراین نیاز به یک تابع سود می‌باشد و از آن‌جا که این تابع دارای دو قسمت درآمد و هزینه آبکشی است، در زیر به بررسی این دو قسمت به صورت جدا پرداخته شده است. لازم به ذکر است که در دشت پریشان کشاورزان علاوه بر گندم محصولات دیگری نیز کشت می‌کنند که می‌تواند بر درآمد و سود آنان تاثیرگذار باشد اما لحاظ تاثیر تمامی این محصولات ملزم به برآورد ۱۵ تابع عملکرد برای هر یک از محصولات است لذا به دلیل این‌که گندم، محصولی استراتژیک بوده و تمام کشاورزان این محصول را کشت می‌نمایند و بر اساس آمار جمع‌آوری شده از جهاد کشاورزی شهرستان کازرون، دارای بیشترین سطح زیرکشت است، لذا مطالعه موردی در زمینه این محصول انجام گردید. همچنین کشاورزان علاوه بر هزینه آبکشی دارای هزینه‌های دیگری چون هزینه خرید بذر، کود و ... می‌باشند، اما

چون مطالعه حاضر با هدف درونی‌سازی تاثیرات جانبی برداشت از آب چاه‌های کشاورزی انجام گردیده است، لذا به‌منظور تمرکز بر هزینه آبکشی در این تحقیق از سایر هزینه‌ها چشم‌پوشی شده است. برای محاسبه درآمد گندمکاران از رابطه ۵ استفاده شده است (۱۵).

$$Income_t(x_t,\ \ w_t) = \Pr ice_{wheat} Area_{wheat} q_t(x_t,\ \ w_t) \qquad (۵)$$

$\mathrm{Price}_{\mathrm{wheat}}$: قیمت گندم بر حسب ریال بر کیلوگرم می‌باشد. در رابطه ۵ به جای عملکرد گندم، تابع برآورد شده مطابق رابطه ۱ جایگزین شده است.

برای محاسبه هزینه آبکشی زارعین از رابطه ۶ استفاده شده است (۱۵).

$$Cost(x_t,\ z_t,\ w_t) = \Pr ice_{pumping} Water_{wheat} d_t(x_t,\ z_t,\ w_t) \qquad (۶)$$

$\mathrm{Price}_{\mathrm{pumping}}$: هزینه استخراج یک متر مکعب آب از چاه‌های کشاورزی در دشت پریشان بر حسب ریال بر متر مکعب می‌باشد که از تقسیم میزان کل هزینه‌های پرداختی تا پایان کانال‌های اصلی انتقال آب هر چاه آبیاری (هزینه یکنواخت سالانه و متغیر) بر میزان آب بهره‌برداری شده از چاه مورد نظر بدست آمده است. برای محاسبه این هزینه در سال‌های مختلف بنا بر مطالعات صورت گرفته از نرخ بهره ۱۵٪ استفاده شده است (۴، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱). در رابطه ۶ به‌جای سطح ایستابی آب در چاه‌های کشاورزی، تابع برآورد شده طبق رابطه ۴ جایگزین شده است.

بدین ترتیب تابع سود به صورت رابطه ۷ می‌باشد.

برای ارزیابی تأثیرات نهایی اضافه برداشت از آب زیرزمینی بر سود زارعین، مطابق رابطه ۸ از تابع سود نسبت به متغیر میزان آب مصرفی گندم، مشتق‌گیری شده است که دارای دو قسمت تأثیر اضافه برداشت بر درآمد و تأثیر اضافه برداشت بر هزینه آبکشی می‌باشد و به عنوان تأثیرات مستقیم اضافه برداشت از آب زیرزمینی نامگذاری شده است (۱۵).

$$\Pr ofit_t(x_t,\ \ z_t,\ \ w_t) = \{\Pr ice_{wheat} Area_{wheat} q_t(x_t,\ \ w_t)\} - \{\Pr ice_{pumping} Water_{wheat} d_t(x_t,\ \ z_t,\ \ w_t)\} \qquad (۷)$$

$$\frac{d\ \Pr\ ofit_t}{dx_t} = \Pr\ ice_{wheat}\ Area_{wheat}\ \frac{\partial q_t}{\partial x_t} dx_t - \Pr\ ice_{pumping}\ Water_{wheat}\ \frac{\partial d_t}{\partial x_t} dx_t \qquad (۸)$$

$$\frac{d\ \Pr\ ofit_t}{dw_t} \times \frac{dw_t}{dx_t} = \left[\ \Pr\ ice_{wheat}\ Area_{wheat}\ \frac{\partial q_t}{\partial w_t} dw_t - \Pr\ ice_{pumping}\ Water_{wheat}\ \frac{\partial d_t}{\partial w_t} dw_t\ \right] \times \frac{dw_t}{dx_t} \qquad (۹)$$

برای محاسبه تأثیرات غیرمستقیم اضافه برداشت از آب زیرزمینی از طریق تأثیر آن بر سطح آب دریاچه، مطابق رابطه ۹، تأثیرات نهایی متغیر دریاچه بر سود محاسبه شده، که دارای دو قسمت تأثیرات نهایی سطح دریاچه بر درآمد و تأثیرات نهایی سطح دریاچه بر هزینه آبکشی می‌باشد و در تأثیر نهایی اضافه برداشت از آب زیرزمینی بر سطح دریاچه ضرب شده است (۱۵).

در نهایت از جمع تأثیرات مستقیم اضافه برداشت از آب زیرزمینی و تأثیرات غیرمستقیم اضافه برداشت از آب زیرزمینی از طریق تأثیر بر سطح آب دریاچه، مجموع تأثیرات اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی محاسبه شده است.

داده‌ها

اطلاعات مورد نیاز در پروژه در فاصله زمانی ۱۳۸۷ـ۱۳۶۵ از جهاد کشاورزی شهرستان کازرون، مرکز تحقیقات آب شهرستان کازرون، مرکز تحقیقات هواشناسی استان فارس و سالنامه آماری استان فارس جمع‌آوری گشته‌اند. به‌علاوه قسمتی از اطلاعات در زمینه تعیین تامین نیاز آبی محصول گندم در دشت پریشان و میزان هزینه‌های پرداختی برای انتقال آب از چاه‌های کشاورزی در این دشت از طریق تنظیم پرسشنامه و به روش نمونه‌گیری تصادفی در سال زراعی ۸۸ـ۸۷ از زارعین جمع‌آوری گشته است.

نتایج و بحث

در این بخش ابتدا به گزینش محصول زراعی که در اطراف دریاچه پریشان دارای بیشترین سطح زیرکشت است پرداخته شده، سپس تابع عملکرد محیطی برای این محصول برآورد شده است که در این تابع علاوه بر متغیر میزان آب مصرفی، مؤلفه دریاچه نیز دارای تأثیر معنی‌دار بر تولید گندم می‌باشد. در گام دوم دو تابع محیطی برای دریاچه پریشان برآورد گردیده است که نشان می‌دهند سطح آب دریاچه و شوری آن علاوه بر این که تابعی از متغیرهای محیطی می‌باشند وابسته به فعالیت‌های کشاورزی اطراف دریاچه و میزان بهره‌برداری از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه نیز می‌باشند. پس از آن به برآورد تابعی پرداخته شده که نشان می‌دهد سطح ایستابی آب در چاه‌های اطراف دریاچه تابعی از میزان آب برداشت شده از چاه و سطح آب در دریاچه پریشان است. در نهایت با استفاده از یک مدل اقتصادی- اکولوژیکی، تأثیرات جانبی (مستقیم و غیرمستقیم) اضافه برداشت از آب چاه‌های کشاورزی درونی‌سازی شده است. که تأثیرات مستقیم اضافه برداشت از چاه‌های کشاورزی و تأثیرات غیرمستقیم اضافه برداشت از چاه‌های کشاورزی محاسبه شده است.

انتخاب محصول زراعی

به‌منظور درونی‌سازی تأثیرات جانبی اضافه برداشت آب از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه پریشان، محصولی کشاورزی گزینش شد که در دشت پریشان دارای بالاترین سطح زیرکشت آبی است.

جدول ۱- نتایج آزمون ریشه واحد متغیرهای توابع عملکرد گندم، محیطی دریاچه، سطح ایستابی چاه‌ها

متغیر	آماره دیکی‌ـ فولر تعمیم یافته	تعداد وقفه	توضیحات
بارندگی ایستگاه پریشان	-۳/۰۴۹۸**	یک	عرض از مبدا
سطح آب دریاچه پریشان	-۳/۷۸۵۶**	یک	عرض از مبدا و روند
هدایت الکتریکی دریاچه	-۳/۶۶۰۶**	سه	عرض از مبدا
عملکرد گندم	-۲/۵۵۶۶	یک	عرض از مبدا
تفاضل مرتبه اول عملکرد گندم	-۵/۶۷۲۰***	یک	عرض از مبدا
آب مصرفی گندم	-۲/۴۱۹۴	یک	عرض از مبدا
تفاضل مرتبه اول آب مصرفی گندم	-۶/۵۱۸۱***	یک	عرض از مبدا
آب مصرفی گندم با یک وقفه	-۱۰/۹۴۱۹***	نه	عرض از مبدا
هدایت الکتریکی چاه‌ها	۰/۰۱۰۳	یک	عرض از مبدا
تفاضل مرتبه اول هدایت الکتریکی چاه‌ها	-۷/۲۷۰۷***	یک	عرض از مبدا
لگاریتم شوری آب چاه‌ها با یک وقفه	-۳/۶۵۴۹**	یک	عرض از مبدا و روند
میزان تخلیه چشمه‌ها	-۲/۵۴۹۷	یک	عرض از مبدا
تفاضل مرتبه اول میزان تخلیه چشمه‌ها	-۴/۰۱۸۶***	یک	عرض از مبدا
میزان تخلیه چشمه‌ها با یک وقفه	-۳/۴۲۸۹**	چهار	عرض از مبدا
شوری آب چشمه‌ها	-۱/۱۱۰۲	یک	عرض از مبدا
تفاضل مرتبه اول شوری آب چشمه‌ها	-۵/۳۷۵۲***	یک	عرض از مبدا
شوری آب چشمه‌ها با یک وقفه	-۳/۷۶۹۷**	شش	عرض از مبدا و روند
سطح آب در چاه‌های اطراف دریاچه	-۰/۱۳۵۲	یک	عرض از مبدا
تفاضل مرتبه اول سطح آب در چاه‌ها	-۳/۷۵۵۸**	یک	عرض از مبدا
آب مصرفی گندم در سطح آب دریاچه	-۳/۸۴۸۹**	دو	عرض از مبدا و روند
میزان بارندگی در تخلیه چشمه‌ها	-۳/۶۰۹۹**	دو	عرض از مبدا
آب مصرفی گندم در شوری آب چاه‌ها	-۱/۳۲۳۱	یک	عرض از مبدا
تفاضل مرتبه اول آب مصرفی گندم در شوری آب چاه‌ها	-۷/۴۴۴۲***	یک	عرض از مبدا
آب مصرفی گندم در میزان بارندگی	-۲/۸۷۱۲	یک	عرض از مبدا
تفاضل مرتبه اول آب مصرفی گندم در میزان بارندگی	-۵/۳۰۳۱***	یک	عرض از مبدا
لگاریتم آب مصرفی گندم در بارندگی	-۳/۷۲۱۸**	پنج	عرض از مبدا و روند
میزان بارندگی در شوری آب چشمه‌ها	-۳/۶۹۶۱**	یک	عرض از مبدا

** معنی‌داری در سطح ۵٪، *** معنی‌داری در سطح ۱٪

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به ارقام سطح زیرکشت آبی جمع‌آوری شده از ۱۸ روستای اطراف دریاچه پریشان در سال زراعی ۸۸ـ۸۷ گندم دارای بالاترین سطح زیرکشت آبی می‌باشد. به‌طوریکه سطح زیرکشت این محصول، ۴۴٪ سطح مزارع حاشیه دریاچه پریشان را در بر گرفته است.

نتایج آزمون ایستایی سری‌های زمانی توابع محیطی

به‌منظور برآورد توابع، ابتدا آزمون ریشه واحد برای متغیرهای این مدل‌ها با استفاده از آزمون دیکی‌ـ فولر تعمیم یافته انجام گردیده است و نتایج آن در جدول ۱ گزارش شده است. یافته‌های جدول ۱ نشان می‌دهد که بعضی سری‌های زمانی در سطح ایستا می‌باشند اما برخی دیگر مجتمع از درجه یک هستند. بنابراین چون دو سری عملکرد گندم و سطح آب در چاه‌های اطراف دریاچه مجتمع از درجه یک و متغیرهای مستقل مورد بررسی در توابع عملکرد محیطی گندم و سطح ایستابی در چاه‌های اطراف دریاچه، ایستا از مرتبه یک و صفر هستند، بدین ترتیب برای بررسی روابط بلندمدت و پویای کوتاه‌مدت در این دو تابع از الگوی وقفه‌های توزیع شده گسترده (ARDL[1]) استفاده گردید. در مورد دو تابع محیطی دریاچه از آن‌جا که متغیرهای

1- Auto_ regressive Distributed Lag

وابسته این دو تابع (سطح آب در دریاچه پریشان و شوری آب دریاچه) در سطح ایستا می‌باشند، بدین ترتیب روش حداقل مربعات معمولی (OLS[1]) برای برآورد این دو تابع گزینش گردیده است. لازم به ذکر است که متغیرهای مستقل در این دو تابع با لگاریتم‌گیری و یا درنظرگرفتن وقفه زمانی به صورت ایستا درآمده‌اند. به‌علاوه از آن‌جا که توابع به‌صورت جداگانه برآورد شده‌اند، مشکل اریب هم‌زمانی در آن‌ها وجود ندارد.

تابع عملکرد محیطی گندم

به‌منظور برآورد تابع عملکرد محیطی گندم، با توجه به برآوردهای صورت گرفته، فرم تابعی انعطاف‌پذیر (درجه دوم تعمیم یافته) گزینش گردید. نتایج رابطه بلندمدت تابع عملکرد محیطی گندم بر اساس ARDL(0,0,0,0,0,1) به‌صورت جدول ۲ به‌دست آمده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که تمامی متغیرهای مدل در سطح معنی‌دار می‌باشند. ضریب آب مصرفی گندم با توجه به دامنه داده‌های این متغیر (۲۰۵۲ـ۵۰۸۰)، مثبت بدست آمده است یعنی افزایش مصرف آب از چاه‌های کشاورزی باعث افزایش عملکرد گندم می‌شود. منفی بودن ضریب هدایت الکتریکی چاه‌های کشاورزی بیان می‌کند که افزایش شوری آب چاه با توجه به دامنه داده‌های این متغیر (۳۶۲۷ـ۶۸۸۲)، باعث کاهش عملکرد در هکتار گندم می‌شود. اما اثر متقابل آب مصرفی در هدایت الکتریکی چاه‌ها نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب چاه‌های کشاورزی، افزایش در مصرف آن باعث می‌شود که عملکرد گندم بیشتر افزایش یابد. کاهش سطح آب دریاچه پریشان نیز بر کاهش عملکرد گندم موثر می‌باشد. به‌طوری که اگر سطح آب دریاچه پریشان پایین بیاید عملکرد گندم آبی کاهش می‌یابد. اثر متقابل دو متغیر آب مصرفی گندم در سطح آب دریاچه بیان می‌کند که با کاهش سطح آب دریاچه، افزایش آب مصرفی از چاه‌های کشاورزی، عملکرد گندم کمتر افزایش می‌یابد.

جدول ۲ـ نتایج رابطه بلندمدت تابع عملکرد محیطی گندم بر اساس ARDL(0,0,0,0,0,1)

متغیر	ضریب	خطای معیار
آب مصرفی گندم	۰/۶۱۰۸***	۰/۰۰۷۹
شوری چاه‌های کشاورزی	−۱/۲۵۱۳***	۰/۲۴۹۲
آب مصرفی × شوری چاه‌ها	۰/۰۵۴۳***	۰/۰۱۶۱
سطح آب دریاچه پریشان	۶/۲۱۰۴***	۰/۰۶۹۰
آب مصرفی × سطح آب دریاچه	−۰/۳۳۵۶**	۰/۱۲۰۳
ضریب تعیین: ۰/۹۶۹۹	دوربین واتسون محاسباتی: ۱/۶۴۸۴	

** معنی‌داری در سطح ۵٪، *** معنی‌داری در سطح ۱٪

ماخذ: یافته‌های تحقیق

1- Ordinary Least Square

ضریب تعیین ۰/۹۷ بدست آمده است و نشان می‌دهد که ۹۷ درصد تغییرات متغیر وابسته بوسیله متغیرهای مستقل درون مدل توضیح داده می‌شود. همچنین آماره دوربین- واتسون عدد ۱/۶۴۸۴ را نشان می‌دهد که این رقم نزدیک به دو می‌باشد.

توابع محیطی دریاچه پریشان

تابع سطح آب دریاچه پریشان

نتایج برآورد تابع سطح آب دریاچه پریشان، بر اساس حداقل مربعات معمولی در جدول ۳ آورده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده در جدول ۳ ضرایب متغیرها دارای علائم مورد انتظار می‌باشند میزان آب مصرفی توسط گندم با یک وقفه دارای تأثیر منفی و معنی‌دار بر سطح آب دریاچه پریشان می‌باشد و نشان می‌دهد که با افزایش برداشت از چاه‌های اطراف دریاچه پریشان برای آبیاری گندم، سطح آب در دریاچه پریشان در دوره بعد، پایین می‌آید. ضریب میزان تخلیه چشمه‌ها با یک وقفه که جزو ورودی دریاچه محسوب می‌شود مثبت و معنی‌دار به‌دست آمده است و نشان می‌دهد که با کاهش تخلیه چشمه‌ها به دریاچه پریشان، سطح آب در دریاچه در دوره بعد کاهش می‌یابد. ضریب متغیر میزان بارندگی، نیز مثبت و معنی‌دار می‌باشد و با کاهش میزان بارندگی، سطح آب دریاچه پریشان پایین می‌آید. در نهایت با توجه به متغیر پنجم مدل، با کاهش بارندگی و کاهش آبدهی چشمه‌های ورودی دریاچه، سطح آب دریاچه بیشتر پایین می‌آید. ضریب عرض از مبدا در این جدول نشان می‌دهد که متوسط سطح آب در دریاچه پریشان، در صورتی که تأثیر متغیرهای مستقل صفر در نظر گرفته شوند، حدود ۲/۱۳ متر می‌باشد.

جدول ۳ـ نتایج تابع سطح آب دریاچه پریشان بر اساس حداقل مربعات معمولی

متغیر	ضریب	خطای معیار
عرض از مبدا	۲/۱۲۷۹*	۲/۴۱۴۷
آب مصرفی گندم با یک وقفه	−۰/۱۰۲۴***	۰/۰۳۵۷
میزان تخلیه چشمه‌ها با یک وقفه	۰/۰۰۲۸**	۰/۰۰۰۸
میزان بارندگی	۰/۰۱۲۳*	۰/۰۰۶۷
لگاریتم آب مصرفی گندم × میزان بارندگی	−۰/۴۴۶۸	۰/۳۷۴۱
میزان بارندگی × میزان تخلیه چشمه‌ها	۱/۲۷E −۰۶**	۵/۳۴E −۰۷
ضریب تعیین: ۰/۸۲۱۶	دوربین واتسون محاسباتی: ۱/۵۲۵۸	

* معنی‌داری در سطح ۱۰٪، ** معنی‌داری در سطح ۵٪، *** معنی‌داری در سطح ۱٪

ماخذ: یافته‌های تحقیق

ضریب تعیین در این برآورد بیان می‌کند که ۸۲ درصد تغییرات

سطح آب دریاچه پریشان به‌وسیله متغیرهای مستقل مدل توضیح داده شده است. همچنین آماره دوربین‌ـ واتسون عدد ۱/۵۲۵۸ را نشان می‌دهد که این رقم نزدیک به دو می‌باشد.

تابع شوری آب دریاچه پریشان

نتایج برآورد تابع شوری آب دریاچه پریشان، بر اساس حداقل مربعات معمولی در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ٤ـ نتایج تابع شوری آب دریاچه پریشان بر اساس حداقل مربعات معمولی

متغیر	ضریب	خطای معیار
لگاریتم شوری آب زیرزمینی با یک وقفه	۵۰۴/۹۳۸۴**	۱۹۶/۱۳۹۴
شوری آب چشمه‌ها با یک وقفه	۱/۷۵۳۲	۲/۵۵۷۶
میزان بارندگی	−۱۲/۴۹۲۲***	۳/۹۸۱۳
میزان بارندگی × شوری آب چشمه‌ها	۰/۰۲۶۵***	۰/۰۰۷۸
ضریب تعیین: ۰/۶۷۱۳	دوربین واتسون محاسباتی: ۱/۶۲۰۷	

** معنی‌داری در سطح ۵٪، *** معنی‌داری در سطح ۱٪

ماخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج بدست آمده در این جدول ضرایب متغیرها دارای علائم مورد انتظار می‌باشند. شوری آب زیرزمینی با یک وقفه تأثیر مثبت و معنی‌داری بر شوری آب دریاچه پریشان دارد. به‌طوری که با افزایش یک درصد هدایت الکتریکی آب چاه‌های اطراف دریاچه، میزان شوری آب دریاچه ۵۰۵ میکرومهوس بر سانتی‌متر افزایش می‌یابد. ضریب متغیر بارندگی منفی و معنی‌دار بوده و بیان می‌کند که با کاهش بارندگی میزان شوری آب دریاچه پریشان افزایش می‌یابد. اگر چه متغیر شوری آب چشمه‌ها بر شوری آب دریاچه معنی‌دار نمی‌باشد ولی اثر متقابل این متغیر با میزان بارندگی دارای تأثیر معنی‌دار بر هدایت الکتریکی آب دریاچه می‌باشد. به‌طوری که کاهش میزان بارندگی و افزایش شوری آب چشمه‌های ورودی دریاچه، میزان شوری دریاچه پریشان را بیشتر بالا می‌برد. ضریب تعیین در این برآورد بیان می‌کند که ۶۷ درصد تغییرات شوری آب دریاچه پریشان به‌وسیله متغیرهای مستقل مدل توضیح داده شده است. همچنین آماره دوربین‌ـ واتسون عدد ۱/۶۲۰۷ را نشان می‌دهد که این رقم نزدیک به دو بوده و نشان از عدم وجود خودهمبستگی را دارد.

تابع سطح ایستابی آب چاه‌های اطراف دریاچه پریشان

نتایج رابطه بلندمدت تابع سطح ایستابی آب چاه‌های اطراف دریاچه پریشان، بر اساس ARDL(1,0,0,0,1,0) در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵ـ نتایج رابطه بلندمدت تابع سطح ایستابی آب چاه‌ها بر اساس ARDL(1,0,0,0,1,0)

متغیر	ضریب	خطای معیار
آب مصرفی گندم	۰/۸۶۴۸***	۰/۲۶۸۲
سطح آب دریاچه پریشان	−۰/۲۹۲۳***	۰/۰۹۳۱
میزان بارندگی	−۰/۱۶E −۰۳	۰/۴۰E −۰۳
آب مصرفی گندم × میزان بارندگی	۶/۷۱۵۱**	۳/۰۰۱۴
آب مصرفی گندم × سطح آب دریاچه	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۶۹
روند زمانی	۰/۱۰۵۳	۰/۱۱۲۷
ضریب تعیین: ۰/۶۹۳۵	دوربین واتسون محاسباتی: ۲/۳۹۸۶	

** معنی‌داری در سطح ۵٪، *** معنی‌داری در سطح ۱٪

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج این جدول نشان می‌دهد که متغیر آب مصرفی گندم دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر سطح آب در چاه‌های اطراف دریاچه پریشان است. یعنی افزایش در آبکشی از چاه‌های کشاورزی برای آبیاری گندم، باعث افزایش سطح ایستابی و پایین آمدن سطح آب در چاه‌ها می‌شود. سطح آب دریاچه پریشان دارای تأثیر منفی و معنی‌دار بر سطح ایستابی چاه‌ها می‌باشد یعنی با کاهش سطح آب در دریاچه پریشان، سطح ایستابی در چاه‌های اطراف دریاچه افزایش می‌یابد و سطح آب در چاه‌ها در اثر کاهش تغذیه به‌وسیله دریاچه پایین می‌رود. ضریب متغیر میزان بارندگی دارای علامت مورد انتظار منفی بوده اما در سطح معنی‌دار نمی‌باشد، در حالی که اثر متقابل میزان بارندگی در آب مصرفی گندم در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده و بیان می‌کند که با کاهش میزان بارندگی و افزایش آبکشی از چاه‌های کشاورزی، سطح ایستابی بیشتر افت پیدا می‌کند. ضریب تعیین ۰/۶۹ بدست آمده است و نشان می‌دهد که ۶۹ درصد تغییرات متغیر وابسته به‌وسیله متغیرهای مستقل درون مدل توضیح داده می‌شود. همچنین آماره دوربین‌ـ واتسون عدد ۲/۳۹۸۶ را نشان می‌دهد.

مدل اقتصادی‌ـ اکولوژیکی درونی‌سازی اثرات جانبی

با داشتن تابع عملکرد محیطی گندم، تابع سطح آب دریاچه و تابع سطح ایستابی آب چاه‌های اطراف دریاچه پریشان و با توجه به رابطه ۷ ارائه شده در بخش مواد و روش‌ها، همچنین با توجه به وجود ارتباط متقابل، بین فعالیت کشاورزی تولید گندم آبی در دشت پریشان و مؤلفه دریاچه پریشان، اقدام به درونی‌سازی تأثیر اضافه برداشت از آب چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه (شامل تأثیرات مستقیم بر سود و تأثیرات غیرمستقیم بر سود از طریق تأثیر بر سطح آب دریاچه پریشان) گردیده است. از آن‌جا که تابع سود دارای دو قسمت درآمد گندمکاران و هزینه آبکشی برای کشت گندم می‌باشد، تأثیر اضافه برداشت از آب چاه‌های کشاورزی بر درآمد گندمکاران و هزینه آن‌ها

نیز محاسبه شده است.

تأثیر مستقیم اضافه برداشت از آب چاه‌های کشاورزی بر درآمد گندمکاران

برای بررسی تأثیر اضافه برداشت از آب چاه‌های اطراف دریاچه پریشان بر درآمد گندمکاران از رابطه ۵ ارائه شده در بخش روش تحقیق و نتایج بدست آمده در جدول ۲ استفاده گردید. بنابراین تابع درآمد گندمکاران به صورت رابطه ۱۰ می‌باشد.

با مشتق‌گیری از تابع درآمد نسبت به آب مصرفی گندم، تأثیرات جانبی مستقیم اضافه برداشت آب از چاه‌های کشاورزی بر درآمد بدست آمده است. که نتایج آن در رابطه ۱۱ نشان داده شده است.

(۱۰)

$$Income = Price_{wheat}\ Area_{wheat}\ [۰/۶۱۰۸\ Water_{wheat} - ۱/۲۵۱۳\ EC_{groundwater} + ۰/۰۵۴۳\ \ Water_{wheat}EC_{groundwater} + ۶/۲۱۰۴\ Level_{wetland} - ۰/۳۳۵۶\ Water_{wheat}Level_{wetland}\ ]$$

(۱۱)

$$dIncome/dWater_{wheat} = Price_{wheat}\ Area_{wheat}[۰/۶۱۰۸ + ۰/۰۵۴۳\ EC_{groundwater} - ۰/۳۳۵۶\ Level_{wetland}]$$

با جایگذاری مقادیر قیمت گندم، سطح زیرکشت گندم، هدایت الکتریکی آب چاه‌های کشاورزی و سطح آب دریاچه پریشان، در رابطه ۱۱ تأثیر مستقیم اضافه برداشت از آب چاه‌های کشاورزی بر درآمد گندمکاران منطقه در سال‌های مختلف بدست آمده، که در جدول ۶ نشان داده شده است.

تأثیرات نهایی تغییر سطح آب دریاچه بر درآمد گندمکاران ناشی از اضافه برداشت از چاه‌های کشاورزی

با توجه به نتایج بدست آمده در جداول ۳ و ۴، آب مصرفی توسط گندم و هدایت الکتریکی آب چاه‌های کشاورزی، بر روی سطح آب دریاچه پریشان و شوری آب این دریاچه مؤثر می‌باشند و افزایش بهره‌برداری از چاه‌های اطراف دریاچه پریشان بر دریاچه تأثیر منفی می‌گذارد و بر اساس نتایج جدول ۲ سطح آب دریاچه نیز بر عملکرد و درنهایت بر درآمد گندمکاران مؤثر است. بنابراین بر اساس رابطه ۱۲، تأثیرات نهایی تغییر سطح آب دریاچه بر درآمد گندمکاران ناشی از اضافه برداشت از چاه‌های کشاورزی بدست آمده است.

با جایگذاری مقادیر قیمت گندم، سطح زیرکشت گندم، بارندگی و میزان آب مصرفی گندم از چاه‌های اطراف دریاچه، در رابطه ۱۲ تأثیرات نهایی تغییر در سطح آب دریاچه بر درآمد گندمکاران ناشی از اضافه برداشت در سال‌های مختلف بدست آمده و در جدول ۶ آورده شده است.

تأثیر مستقیم اضافه برداشت از آب چاه‌های کشاورزی بر هزینه آبکشی

برای بررسی تأثیر اضافه برداشت از آب چاه‌های اطراف دریاچه پریشان بر هزینه آبکشی گندمکاران از رابطه ۶ ارائه شده در بخش مواد و روش‌ها و نتایج بدست آمده در جدول ۵ استفاده گردید. بنابراین تابع هزینه آبکشی گندمکاران به صورت رابطه ۱۳ می‌باشد.

با مشتق‌گیری از تابع هزینه نسبت به آب مصرفی گندم، تأثیرات جانبی مستقیم برداشت آب از چاه‌های کشاورزی بر هزینه آبکشی بدست آمده که نتایج آن در رابطه ۱۴ آمده است.

(۱۲)

$$(dIncome/dLevel_{wetland})\times(dLevel_{wetland}/dWater_{wheat})=\{Price_{wheat}\ \ Area_{wheat}[۶/۲۱۰۴\ \ -۰/۳۳۵۶\ \ Water_{wheat}]\}\ \times \{-۰/۱۰۲۴ - ۰/۴۴۶۸\ (Rain/WaterwheatRain)\}$$

(۱۳)

$$Cost = Price_{pumping}\ Water_{wheat}\ [۰/۸۶۴۸\ Water_{wheat}\ -۰/۲۹۲۳\ Level_{wetland}\ -۰/۱۶۷۲E\ -۰۳\ Rain\ + ۶/۷۱۵۱\ Water_{wheat}Rain\ +۰/۰۰۱۹Water_{wheat}Level_{wetland}\ +۰/۱۰۵۳Time]$$

(۱۴)

$$dCost/dWater_{wheat} = Price_{pumping}\ [۰/۸۶۴۸\ Water_{wheat}\ -۰/۲۹۲۳\ Level_{wetland} - ۰/۱۶۷۲E\ -۰۳\ Rain\ + ۶/۷۱۵۱\ Water_{wheat}Rain\ +۰/۰۰۱۹Water_{wheat}Level_{wetland}\ +\ ۰/۱۰۵۳Time]\ +\ Price_{pumping}\ Water_{wheat}\ [۰/۸۶۴۸\ +۶/۷۱۵۱Rain\ +\ ۰/۰۰۱۹Level_{wetland}]$$

با جایگذاری مقادیر آب مصرفی گندم، سطح آب دریاچه پریشان، بارندگی، روند زمانی و هزینه پمپاژ یک متر مکعب آب از چاه در رابطه ۱۴، تأثیر مستقیم اضافه برداشت از آب چاه‌های کشاورزی بر هزینه آبکشی گندمکاران منطقه در سال‌های مختلف بدست آمده و در جدول ۶ قابل مشاهده است.

تأثیرات نهایی تغییر سطح آب دریاچه بر هزینه آبکشی ناشی از اضافه برداشت از چاه‌های کشاورزی

با توجه به نتایج بدست آمده در جداول ۳ و ۴، آب مصرفی توسط گندم و هدایت الکتریکی آب چاه‌های کشاورزی، بر روی سطح آب دریاچه پریشان و شوری آب این دریاچه مؤثر می‌باشند و افزایش بهره‌برداری از چاه‌های اطراف دریاچه پریشان بر دریاچه تأثیر منفی می‌گذارد و بر اساس نتایج جدول ۵، سطح آب دریاچه نیز بر سطح ایستابی چاه‌های اطراف دریاچه و درنهایت بر هزینه آبکشی مؤثر است. بنابراین بر اساس رابطه ۱۵، تأثیرات نهایی تغییر سطح آب دریاچه بر هزینه آبکشی گندمکاران ناشی از اضافه برداشت از چاه‌های کشاورزی بدست آمده است.

با جایگذاری مقادیر میزان آب مصرفی گندم از چاه‌های اطراف دریاچه، هزینه پمپاژ یک متر مکعب آب و بارندگی در رابطه ۱۵ تأثیرات نهایی تغییر در سطح آب دریاچه بر هزینه آبکشی گندمکاران ناشی از اضافه برداشت در سال‌های مختلف بدست آمده و در جدول ۶ آورده شده است.

تأثیر مستقیم اضافه برداشت از آب چاه‌های کشاورزی بر سود گندمکاران

با توجه به رابطه ۷ ارائه شده در بخش مواد و روش‌ها و روابط ۱۰ و ۱۳ در بالا، تابع سود گندمکاران منطقه را می‌توان به‌صورت رابطه ۱۶ نوشت.

با جایگذاری مقادیر متغیرها در رابطه ۱۷ تأثیر مستقیم اضافه برداشت از آب چاه‌های کشاورزی بر سود گندمکاران منطقه در سال‌های مختلف بدست آمده و در جدول ۶ نشان داده شده است.

تأثیرات نهایی تغییر سطح آب دریاچه بر سود گندمکاران ناشی از اضافه برداشت از چاه‌های کشاورزی

بر اساس رابطه ۱۸، تأثیرات نهایی تغییر سطح آب دریاچه بر سود گندمکاران ناشی از اضافه برداشت بدست آمده است.

تأثیرات مستقیم اضافه برداشت از چاه‌های کشاورزی بر سود در رابطه ۱۷ آمده است.

(۱۵)

$$(dCost/dLevel_{wetland})\times dLevel_{wetland}/dWater_{wheat}) = \{Price_{pumping}\ Water_{wheat}[\ -۰/۲۹۲۳+ ۰/۰۰۱۹Waterwheat]\}\times\{-۰/۱۰۲۴ - ۰/۴۴۶۸\ (Rain/WaterwheatRain)\}$$

(۱۶)

$$Profit = Income - Cost = \{\ Price_{wheat}\ Area_{wheat}\ [۰/۶۱۰۸\ Water_{wheat} - ۱/۲۵۱۳\ EC_{groundwater} + ۰/۰۵۴۳\ Water_{wheat}EC_{groundwater} + ۶/۲۱۰۴\ Level_{wetland} - ۰/۳۳۵۶\ Water_{wheat}Level_{wetland}]\} - \{Price_{pumping}\ Water_{wheat}\ [۰/۸۶۴۸\ Water_{wheat} - ۰/۲۹۲۳\ Level_{wetland} - ۰/۱۶۷۲E - ۰۳\ Rain + ۶/۷۱۵۱Water_{wheat}Rain + ۰/۰۰۱۹Water_{wheat}Level_{wetland} + ۰/۱۰۵۳Time]\}$$

(۱۷)

$$dProfit/dWater_{wheat} = \{dIncome/dWater_{wheat} - dCost/dWater_{wheat}\ \} = \{Price_{wheat}\ Area_{wheat}\ [۰/۶۱۰۸ + ۰/۰۵۴۳\ EC_{groundwater} - ۰/۳۳۵۶\ Level_{wetland}]\} - \{\ Price_{pumping}\ [۰/۸۶۴۸\ Water_{wheat} - ۰/۲۹۲۳Level_{wetland} - ۰/۱۶۷۲E - ۰۳\ Rain + ۶/۷۱۵۱Water_{wheat}Rain + ۰/۰۰۱۹\ Water_{wheat}Level_{wetland} + ۰/۱۰۵۳Time] + Price_{pumping}\ Water_{wheat}[۰/۸۶۴۸ + ۶/۷۱۵۱Rain + ۰/۰۰۱۹Level_{wetland}]\}$$

(۱۸)

$$(dProfit/dLevel_{wetland})\times(dLevel_{wetland}/dWater_{wheat}) = \{(dIncome/dLevel_{wetland}) - Cost/dLevel_{wetland})\}\times (dLevel_{wetland}/dWater_{wheat}) = \{Price_{wheat}Area_{wheat}\ [۶/۲۱۰۴ - ۰/۳۳۵۶\ Water_{wheat}] - Price_{pumping}\ Water_{wheat}\ [\ -۰/۲۹۲۳ + ۰/۰۰۱۹Water_{wheat}]\}\times\{-۰/۱۰۲۴ - ۰/۴۴۶۸\ (Rain/Water_{wheat}Rain)\}$$

با جایگذاری مقادیر متغیرها در رابطه ۱۸ تأثیرات غیرمستقیم اضافه برداشت از آب چاه‌های کشاورزی بر سود در سال‌های مختلف بدست آمده و در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج جدول ۶، در مورد تأثیر اضافه برداشت از آب‌های زیرزمینی بر درآمد زارعین نشان می‌دهد که این تأثیر مثبت می‌باشد و بالا رفتن برداشت از منابع آب زیرزمینی باعث افزایش عملکرد و درنهایت افزایش درآمد گندمکاران می‌گردد. همچنین تأثیر اضافه برداشت از آب‌های زیرزمینی بر هزینه آبکشی، مثبت بوده چون با بهره‌برداری بیشتر از منابع آب زیرزمینی سطح ایستابی آب در چاه‌ها افزایش یافته و هزینه آبکشی افزایش می‌یابد. درنهایت در زمینه تأثیر اضافه برداشت از آب‌های زیرزمینی بر سود زارعین، از آن‌جا که اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی بر هزینه آبکشی زارعین تأثیر بزرگتری نسبت به درآمد آن‌ها داشته، منجر به سود منفی برای زارعین این دشت گردیده است. نتایج این جدول، در مورد تأثیرات غیرمستقیم اضافه برداشت از آب‌های زیرزمینی نشان می‌دهد که تأثیر نهایی تغییر در سطح آب دریاچه بر درآمد ناشی از اضافه برداشت، منفی می‌باشد، چون اضافه برداشت از چاه‌های اطراف دریاچه باعث کاهش سطح آب دریاچه و کاهش عملکرد گندم و در نهایت کاهش درآمد می‌شود. تأثیر نهایی تغییر در

سطح آب دریاچه بر هزینه آبکشی ناشی از اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی، مثبت بوده زیرا اضافه برداشت از چاه‌های اطراف دریاچه باعث کاهش سطح آب دریاچه و افت سطح ایستابی و بالا رفتن هزینه آبکشی می‌شود. درنهایت تأثیر نهایی تغییر در سطح آب دریاچه بر سود ناشی از اضافه برداشت، زیان درپی داشته است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

دریاچه پریشان یکی از دریاچه‌های مهم آب شیرین ایران می‌باشد که از نظر اکولوژیکی، بیولوژیکی و تنوع‌گونه‌ای بسیار حائز اهمیت بوده متاسفانه در سال‌های اخیر در اثر خشک‌سالی، افزایش بهره‌برداری از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه و حفر چاه‌های غیرمجاز مشکلاتی برای این اکوسیستم بوجود آمده است. از این رو تلاش شده تا در این مطالعه، اثرات جانبی بهره‌برداری‌های بی‌رویه از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه پریشان، محاسبه گردد. بر این اساس با گزینش گندم آبی، به‌بررسی اثر بازخورد بین فعالیت کشاورزی اطراف دریاچه و سطح دریاچه پریشان پرداخته شده است. در این قسمت از یک سو وابستگی عملکرد گندم به سطح دریاچه و از سویی دیگر وابستگی مولفه‌های کمی و کیفی دریاچه پریشان، به بهره‌برداری‌های بی‌رویه آب از چاه‌های کشاورزی برای آبیاری گندم، مورد تایید قرار گرفته است. بدین ترتیب با استفاده از یک مدل اقتصادی- اکولوژیکی اقدام به درونی‌سازی اثرات جانبی برداشت آب از چاه‌های کشاورزی اطراف دریاچه، گردید. به‌طوری که می‌توان این تأثیرات را به دو گروه تقسیم نمود. بر اساس یافته‌های تحقیق جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب‌های زیرزمینی با کاهش صدور پروانه بهره‌برداری و جلوگیری از حفر چاه‌های غیرمجاز، برای حفاظت از اکوسیستم دریاچه و کنترل سطح آب‌های زیرزمینی، افزایش راندمان آبیاری به‌منظور جلوگیری از هدر رفت آب و انجام مطالعات بیشتر در زمینه تغذیه آب‌های زیرزمینی در منطقه توصیه می‌گردد.

جدول ٦ـ نتایج تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم اضافه برداشت از آب زیرزمینی

سال	تأثیرات مستقیم اضافه برداشت از آب زیرزمینی			تأثیرات غیرمستقیم اضافه برداشت از آب زیرزمینی از طریق تأثیر بر سطح آب دریاچه		
	بر درآمد (ریال بر هکتار)	بر هزینه (ریال بر هکتار)	برسود (ریال بر هکتار)	بردرآمد (ریال بر هکتار)	بر هزینه (ریال بر هکتار)	برسود (ریال بر هکتار)
۱۳۶۵	۱۴۸۱۵	۲۳۶۱۸۸	-۲۲۱۳۷۲	-۱۲۶۲۱	۱۵	-۱۲۶۳۶
۱۳۶۶	۱۶۳۹۰	۳۰۶۶۴۹	-۲۹۰۲۵۸	-۱۹۹۹۴	۱۷	-۲۰۰۱۱
۱۳۶۷	۱۸۴۳۶	۲۲۹۲۴۹	-۲۱۰۸۱۳	-۳۰۷۱۲	۲۰	-۳۰۷۳۲
۱۳۶۸	۲۴۹۵۸	۵۳۲۸۳۲	-۵۰۷۸۷۵	-۲۰۳۴۰	۲۲	-۲۰۳۶۲
۱۳۶۹	۲۷۹۷۰	۵۴۵۴۲۷	-۵۱۷۴۵۶	-۱۴۵۱۲	۲۵	-۱۴۵۳۷
۱۳۷۰	۳۸۳۱۱	۵۲۱۷۴۰	-۴۸۳۴۲۹	-۲۴۵۱۲	۲۸	-۲۴۵۴۰
۱۳۷۱	۴۴۶۸۰	۶۳۶۷۲۷	-۵۹۲۰۴۸	-۹۸۷۲	۳۳	-۹۹۰۵
۱۳۷۲	۶۴۰۶۱	۷۳۴۹۰۲	-۶۷۰۸۴۱	-۱۹۷۵۲	۳۸	-۱۹۷۹۰
۱۳۷۳	۷۷۷۷۸	۸۲۹۵۳۰	-۷۵۱۷۵۲	-۸۵۹۶	۴۲	-۸۶۳۸
۱۳۷۴	۹۰۵۰۵	۹۰۷۱۸۷	-۸۱۵۶۸۱	-۶۵۷۸۳	۵۱	-۶۵۸۳۴
۱۳۷۵	۱۰۵۶۴۷	۷۵۶۸۴۹	-۶۵۱۲۰۲	-۲۰۳۷۰	۵۷	-۲۰۴۲۷
۱۳۷۶	۱۲۵۰۱۳	۲۳۲۷۲۰۶	-۲۲۰۲۱۹۳	-۵۶۴۴۶	۶۷	-۵۶۵۱۳
۱۳۷۷	۱۴۷۷۶۱	۱۷۷۶۲۵۳	-۱۶۲۸۴۹۲	-۶۱۶۴۳	۷۶	-۶۱۷۱۹
۱۳۷۸	۱۷۲۷۰۴	۱۹۱۴۷۱۴	-۱۷۴۲۰۰۹	-۹۲۲۵۲	۸۸	-۹۲۳۴۰
۱۳۷۹	۲۵۰۹۸۴	۱۲۶۳۱۳۲	-۱۰۱۲۱۴۷	-۱۶۱۷۷۰	۱۰۳	-۱۶۱۸۷۳
۱۳۸۰	۴۵۸۴۰۷	۱۶۶۱۷۴۳	-۱۲۰۳۳۳۶	-۱۴۰۰۹۷	۱۱۶	-۱۴۰۲۱۳
۱۳۸۱	۴۸۲۰۷۲	۱۵۲۸۶۶۰	-۱۰۴۶۵۸۹	-۱۰۴۷۱۶	۱۳۳	-۱۰۴۸۴۸
۱۳۸۲	۵۷۲۴۵۴	۱۷۴۴۵۴۷	-۱۱۷۲۰۹۲	-۵۷۳۳۴	۱۵۱	-۵۷۴۸۵
۱۳۸۳	۵۹۴۵۳۹	۳۵۶۷۵۹۵	-۲۹۷۳۰۵۶	-۶۳۷۷۰	۱۷۴	-۶۳۹۴۴
۱۳۸۴	۶۳۷۰۶۲	۳۶۵۷۱۲۶	-۳۰۲۰۰۶۳	-۹۸۸۴۵	۱۹۷	-۹۹۰۴۲
۱۳۸۵	۶۸۹۵۹۶	۳۱۹۰۱۹۵	-۲۵۰۰۵۹۹	-۸۱۱۳۹	۲۲۷	-۸۱۳۶۶
۱۳۸۶	۸۵۵۱۷۴	۲۳۴۵۴۸۳	-۱۴۹۰۳۰۹	-۱۸۳۹۲۳	۲۶۷	-۱۸۴۱۹۱
۱۳۸۷	۹۸۸۵۷۱	۲۱۸۵۹۳۰	-۱۱۹۷۳۵۹	-۱۸۱۷۸۷	۳۱۴	-۱۸۲۱۰۱

ماخذ: یافته‌های تحقیق

منابع

۱- ایزدی غ. ۱۳۷۴. بررسی متقابل بین کفزیان و کفریخواران دریاچه پریشان. پایان نامه کارشناسی ارشد.

۲- بی‌نام ۱۳۸۸. گزارش ادامه مطالعه منابع آب محدوده مطالعاتی پریشان (کد ۲۵۱۱). اداره کل امور آب استان فارس. مرکز مطالعات غرب فارس (کازرون).

۳- چوپانی غ. ۱۳۷۰. جغرافیای دریاچه پریشان. پایان نامه کارشناسی ارشد.

۴- خلیلیان ص. و زارع مهرجردی م.ر. ۱۳۸۴. ارزشگذاری آب‌های زیرزمینی در بهره‌برداری‌های کشاورزی. مطالعه موردی گندمکاران شهرستان کرمان (۱۳۸۲ـ ۱۳۸۳). مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، جلد ۵۱، شماره ۳، صفحات ۱ تا ۲۲.

۵- سوری ع. و ابراهیمی م. ۱۳۷۸. اقتصاد منابع طبیعی و محیط زیست. انتشارات نور علم.

۶- صبوحی صابونی م. و توانا ح. ۱۳۸۶. بررسی آثار جانبی منفی ناشی از بهره‌برداری بیش از حد منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی شهرستان لارستان). مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد ۲۱، شماره ۲، صفحات ۶۷ تا ۷۷.

۷- عباسی ص.ع. ۱۳۷۶. سیمای محیط زیست کازرون. سازمان حفاظت محیط زیست استان فارس.

۸- عبدالهی عزت آبادی م. و سلطانی غ.ر. ۱۳۷۸. محاسبه هزینه‌های جنبی آبکشی بیش از حد از منابع آب زیرزمینی مطالعه موردی شهرستان رفسنجان. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۰، شماره ۱، صفحات ۳۵ تا ۴۳.

۹- فتحی ف. ۱۳۸۸. مدیریت بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی در سطح مزرعه و دشت: مطالعه موردی دشت فیروزآباد. پایان نامه کارشناسی ارشد. بخش اقتصاد کشاورزی. دانشگاه شیراز.

۱۰-کرباسی معروف م.ت. ۱۳۷۹. برآورد اقتصادی هزینه استحصال یک واحد حجم آب زیرزمینی و بررسی راندمان پمپاژ: مطالعه موردی دشت فیروزآباد. پایان نامه کارشناسی ارشد. بخش زمین‌شناسی- آب‌شناسی. دانشگاه شیراز.

۱۱-مرودشتی م. ۱۳۷۵. برآورد قیمت تمام شده آب کشاورزی در محدوده‌ای از دشت سروستان استان فارس. مجله آب و توسعه، جلد ۴، صفحات ۱۳۱ تا ۱۳۸.

12- Acharya G., and Barbier E. 2002. Using domestic water analysis to value groundwater recharge in the Hadejia_ Jama'are floodplain, northern Nigeria. American Journal of Agricultural Economics, 59: 188_198.

13- Alauddin M., and Quiggin J. 2008. Agricultural intensification, irrigation and the environmental in South Asia: Issues and policy options. Ecological Economics, 65: 111_124.

14- Renshaw E.F. 1963. The management of groundwater reserves. Journal of Farm Economics, 45 (1): 285_295.

15- Simonit S., Cattaneo F., and Perrings C. 2005. Modelling the hydrological externalities of agriculture in wetlands: the case of rice in Esteros del Ibera, Argentina. Ecological Modelling, 186: 123_141.

16- Uddameri V., and Mohan S. 2006. An optimal control analysis for baseflow externalities in an interconnected lake_aquifer system. Clean Technical Environmental Policy, 8: 261_272.