Archive of SID

استخراج تابع تقاضای آب از تابع تولید چند جمله‌ای در بخش کشاورزی

ولی بریم‌نژاد[۱]

چکیده

نیاز روز افزون برای توسعهٔ پایدار منابع آب سبب گردیده است که کاربرد قیمت‌گذاری آب به عنوان یک روش غیر مستقیم برای استفادهٔ کارا و پایدار از آب در بخش کشاورزی به عنوان اصلی‌ترین مصرف کنندهٔ آب در دنیا رایج گردد. در این زمینه، توابع تولید آب، بیانگر ارتباط بین عملکرد محصول و کاربرد های آب می‌باشند. یک تابع تولید چند جمله‌ای راهی برای نشان دادن ارتباط بین عملکرد و استفاده از آب می‌باشد. این مقاله، درصدد استخراج تابع تقاضای آب از تابع تولید چند جمله‌ای می‌باشد. استخراج تابع تقاضا از تابع تولید یک روش عمومی است. نتایج این تحقیق بیانگر تفاوت معنی دار بین مصرف بهینه و مصرف جاری آب می‌باشد.

کلید واژه‌ها: تابع تقاضا، آب، تابع تولید چند جمله‌ای، تابع سود

مقدمه

مدل بندی پایداری در مدیریت منابع آب نیاز به شناخت ارتباطات بین مصارف مختلف آب و نتایج بلند مدت آن دارد. نیاز دیگر توجه به دسترسی به آب در حال و آینده و تقاضای آن می‌باشد. شواهد معتبری وجود دارد که عدم برآورد دقیق توسط برنامه ریزان دربارهٔ طبیعت تقاضای آب توسط مصرف‌کنندگان این ماده، یکی از دلایل کمبود آب در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (۲). مثال های بی شماری از پروژه‌هایی وجود دارد که بخاطر عدم توجه به احتیاجات مشخص یا تقاضای مصرف کنندگان به صورت ناپایدار درآمده‌اند (۴، ۱۴و ۲۳).

بانک جهانی و دیگر سازمان های مرتبط به سمت انجام تحقیقاتی برای پاسخگویی به تقاضا حرکت نموده‌اند تا بتوانند به نحوی بر این مشکل فایق آیند. ارزیابی میزان تقاضا، بخش مرکزی این فرایند است. زیرا قادر است اطلاعات جزیی و نمونه‌ای در مورد انتخاب و ترجیح مصرف کننده و تمایل به پرداخت او را مشخص نماید. تقاضا برای آب، یک مفهوم ساده نمی‌باشد و عواملی که بر روی این تقاضا اثر دارند، نسبتاً پیچیده می‌باشد (۲۲).

فقدان توجه لازم به تقاضا، معمولاً منجر به از بین رفتن منابع و تلف شدن آنها در سراسر دنیا خواهد گردید. اهمیت توانایی برای ارزیابی تقاضا در سال ۱۹۹۷ در سمیناری که توسط انجمن توسعهٔ بین‌المللی برگزار گردید، مشخص شد:

«مطالعات مربوط به برآورد تقاضا می‌تواند امیدواری به پایداری سیستم را افزایش دهد».

کلیهٔ افراد شرکت‌کننده در سمینار به این امر اذعان داشتند که اگر بخواهیم پروژه‌ها و برنامه‌ها را بر اساس پایداری طراحی نماییم، نیاز داریم که برآوردی از طبیعت تقاضا برای آن برنامه و یا پروژه داشته باشیم. در مورد اقتصاددانان نیز واضح است که نیاز آنها، برآورد تقاضای اقتصادی به منظور هدایت تصمیمات سرمایه گذاری می‌باشد. از طرفی خدماتی که قیمت واقعی خود را ندارند، می‌تواند منجر به سرمایه گذاری اندک، حفاظت ضعیف، اجرای فنی ضعیف، پیشرفت و توسعهٔ اندک و اتلاف آب شوند (۶).

با توجه به افزایش رشد جمعیت، افزایش استانداردهای زندگی و افزایش توجه به مسائل

۱- استادیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج
(vali.borimnejad@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۸۴/۳/۹
تاریخ پذیرش : ۸۶/۴/۳۱

www.SID.ir

Archive of SID

محیطی، تقاضا در مورد منابع آب به شدت در حال افزایش است. رقابت بین بخش‌ها شدیدتر شده است و مکانیسم‌های تخصیص آب در حال شکل گرفتن است (مثل تخصیص ثابت یا سهمیه‌بندی شده). در اجلاس جهانی آب، ۲۰۰۰، اکثریت شرکت‌کنندگان، بر اصلاحات در مکانیسم‌های تخصیص آب اصرار داشتند (۵). اصلاحات پیشنهادی بیشتر بر بخش کشاورزی تکیه دارند. در سرتاسر جهان، ۸۰-۷۰ درصد تمام منابع آب برای تولیدکشاورزی استفاده می‌شود. در کشور های خشک، جایی که میران بارندگی برای کشاورزی دیم کافی نیست، این مقدار ممکن است تا بالاتر از ۹۰ درصد نیز برسد (۹).

در این زمینه استفاده از شکل های غیر مرسوم منحنی های تقاضا تأثیر مهمی بر روی قیمت‌گذاری حجمی آب برای کاستن از تقاضای آب دارد. عموماً منحنی های تقاضا، به عنوان زیر بنای هر تحلیل اقتصادی کمّی، از طریق تکنیک‌های اقتصاد سنجی و با استفاده از اطلاعات سطح مزرعه به دست می‌آید. برآورد این روش مستقیم در تحلیل تقاضای آب در بخش مشکل می‌باشند. قیمت آب بسیار بندرت در بازار تعیین می‌گردد در نتیجه ارزش آب لازم برای اینکه از مدل‌بندی تجربی بدست آید از توابع تولید شروع می‌شود و با مسألهٔ بهینه‌یابی کشاورز تنظیم می‌گردد (۲۴). اگر قیمت‌های آب افزایش یابد، این امر در هزینه‌های فرصت آن منعکس خواهد شد و یک کشاورز منطقی یک و یا هر چهار واکنش زیر را خواهد داشت:

۱. تقاضای آب کشاورز کمتر خواهد شد و کشاورزی آیش نخواهد داشت.
۲. آب کمتری به کار خواهد برد و کاهش عملکرد محصول را خواهد پذیرفت.
۳. محصولات با نیاز بالا به آب را کمتر کشت خواهد کرد و یا
۴. در تکنیک‌های آبیاری کاراتر سرمایه‌گذاری خواهد نمود (۸).

با استفاده از شواهد تجربی از ایران برای ارزیابی اثر بخشی قیمت‌گذاری آب، مطالعات موجود به دو موضوع اصلی اشاره می‌کنند؛ اول وجود عوارض جانبی در استفاده از آب آبیاری می‌باشد. اگر چه کارایی استفاده از آب در مزارع کم است، اما جریانات بازگشتی از استفاده‌کنندگان ناکارا توسط کشاورزان پایین دست مجدداً استفاده می‌شوند. قیمت گذاری، کشاورزان بالادست را وادار می‌نماید که از آب استفادهٔ کاراتری نمایند و بنابراین میزان آب بازگشتی کم می‌شود. نکتهٔ دوم واکنش اندک کشاورزان به محدودهٔ قیمتی موجود می‌باشد. برای این که کم نمودن تقاضا مؤثر واقع شود، لازم است که قیمت‌های آب به صورت معنی‌داری افزایش یابد که در مورد ایران این افزایش با یک مضرب ۱۰ بایستی صورت گیرد. با اوضاع سیاسی رایج چنین افزایش قیمتی یک احتمال غیر قابل دسترس خواهد بود (۱۹).

واکنش محدود کشاورزان به قیمت‌های پایین آب در چندین مطالعهٔ دیگر نیز اثبات شده است. به عنوان مثال در مطالعه‌ای در هند روی قیمت گذاری آب، از یک مدل تحلیلی برای نشان دادن واکنش آب اندوزی تحت روش‌های تخصیص کنونی آب استفاده شد (۲۰). در مطالعه‌ای دیگر واکنش کشاورزان به ریسک موجود در تقاضای آب بررسی گردید و نشان‌داده شد که منحنی تقاضای آب محدب نیست اما چهار بخش مجزا را نشان می‌دهد. در مقادیر بسیار کوچک، جائی که کشاورزان آب را به عنوان یک نهادهٔ ضروری برای رشد محصول در نظر می‌گیرند، تقاضا بدون کشش است (۳).

با دقت در مروری در ادبیات می‌توان به این نتیجه رسید که بیشتر نویسندگان، بین آب بکار رفته در مزرعه و آبی که واقعاً توسط محصول استفاده می‌شود، تمایزی قایل می‌گردند. به این معنی که کاهش در تقاضا، با آب اندوزی فیزیکی برابر است و نکتهٔ دیگر اینکه واکنش به استفاده از آب به افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

هزینه آب در محدوده‌های موجود قیمتی کم است. نکته مهمی که در برآورد یک تابع تقاضا بایستی به آن توجه نمود این است که برآورد تقاضای آب کشاورزی، به رفتار کنونی کشاورزان که معمولاً بر اساس اطلاعات مقطعی استفاده از آب می‌باشد، بستگی دارد (۱۸). این برآوردها عموماً با استفاده از تقاضاهای دو نهاده‌ای انجام می‌گیرند. کشاورزان به عنوان بنگاه‌های تولید کنندهٔ چند محصولی، تخصیص زمین را در بلند مدت و مقادیر استفاده از آب را در کوتاه مدت اتخاذ می‌نمایند (۱۱،۱۵،۱۶، ۱۷).

روش تحقیق

میدان تحقیق و داده‌های مورد نیاز

اطلاعات لازم برای این تحقیق از پرسشنامه های هزینهٔ تولید وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۱۳۸۱-۱۳۸۲ از استان کرمان بدست آمد.

مدل استفاده شده

توابع تولید محصول در کشاورزی آبی ارتباط بین آب در دسترس محصول و عملکرد محصول را نشان می‌دهند. این توابع را می‌توان با استفاده از اطلاعات تجربی مزارع و تکنیک‌های اقتصاد سنجی بدست آورد. جامع‌ترین مطالعه در این زمینه به بررسی توابع تولید مختلف برای ۵ محصول آبی در ۸ ناحیهٔ مختلف در آمریکا پرداخت (۱۲). روش دیگر، برای ایجاد سازگاری در اطلاعات مربوط به عملکرد محصول به آب و نهاده‌های دیگر از یک مدل پایه‌ای بازده – آب استفاده می‌نماید (۲۴).

یک فرم تابعی چند جمله‌ای، بهترین ابزار برای نشان دادن ارتباطات فیزیکی بین رشد محصول و میزان آب مورد استفاده می‌باشد. بعضی از محققین یک فرم درجه سوم را پیشنهاد داده‌اند (۱۰) اما بعضی دیگر از آنها یک تابع تولید درجه دوم به شکل زیر برای استخراج تابع تقاضا پیشنهاد نمودند (۷،۱۲، ۲۱):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 W + \beta_2 W^2$$

تابع تولید چند جمله‌ای

برخی از محقـقـین کشـاورزی درصددند تا ارتباطات نهاده‌ها در یک فرایند کشاورزی را با یکی از رایج ترین توابع عملکرد محصول به آن نهاده تعیین نمایند (۱۲). برای نشان دادن این ارتباط، اکثر اقتصاددانان از تابع تولید استفاده می‌کنند. انتخاب تابع تولید مناسب بسیار مهم است، زیرا توصیه‌های میزان بهینهٔ نهاده‌ها بر اساس چنین مطالعاتی امکان پذیر می‌شود.

واکنش عملکرد محصول به آب و کود عموماً به وسیلهٔ توابع چند جمله‌ای مانند شکل های درجه دوم و یا ریشه دوم مورد بررسی قرار می‌گیرد (۱۲، ۱۳). این تابع برای تخمین نسبتاً آسان است، در پارامترها خطی است و همچنین بهره‌وری نهائی کاهشی و جانشینی نهاده‌ها را به خوبی نشان می‌دهد. مدل‌های واکنش محصول یا رشد گیاه در تشخیص عملکرد بالقوه برای یک محصول خاص و یا یک منطقه و میزان کود و آبی که برای رسیدن به آن عملکرد لازم است، مناسب می‌باشند. این مدل‌ها چنین فرض می‌نمایند که همه عوامل دیگر رشد در یک سطح ثابت و یا نامحدود می‌باشند. در مدل‌های پیچیده‌تر می‌توان اثرات متقابل دو عامل رشد را نشان داد. بعضی مواقع وقتی که یک عامل رشد در یک سطح بالاتر بکار می‌رود؛ بر روی مقدار بکار رفتهٔ عامل رشد محدود تأثیر خواهد گذاشت. به عنوان مثال وقتی که آب بیشتری از طریق آبیاری به محصول داده می‌شود، واکنش آن به کود تغییر می‌یابد. اثر متقابل بین دو عامل می‌تواند هم مثبت و هم منفی باشد. بعضی مواقع علاوه بر این دو حالت، بین دو عامل می‌تواند هیچ اثر متقابلی وجود نداشته باشد.

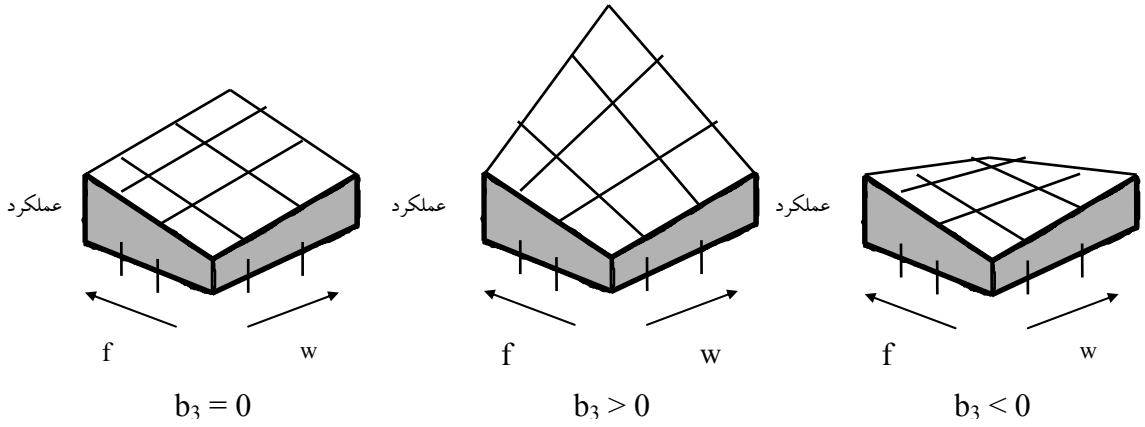
$$Y = \beta_0 + \beta_1 N + \beta_2 W + \beta_3 NW$$

y: عملکرد؛ N: کود در هکتار؛ W: آب

فرم درجه دوم که در زیر نشان داده شده است،

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اثرات متقابل فرضی آب و کود بر روی عملکرد در سه حالت. جایی که هیچ اثر متقابلی وجود ندارد ($b_3 = 0$)، جایی که اثر متقابل مثبت است ($b_3 > 0$) و جایی که اثر متقابل منفی وجود دارد ($b_3 < 0$)

کشش‌های غیر صفر جانشینی بین عوامل را با بهره وری نهایی کاهشی به تابع تحمیل می‌نماید. منحنی های تولید همسان، بیضی شکل می‌باشند. بنابراین دارای نواحی با شیب های مثبت، منفی، بی نهایت و صفر می‌باشند.

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 N_i^2 + \frac{1}{2}\alpha_2 W_i + \frac{1}{2}\beta_1 N_i^2 + \beta_2 W_i^2 + \beta_3 N_i W_i$$

که:

Y_i = عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار)

N_i = میزان کود بکار رفته (کیلوگرم در هکتار)

W_i= میزان‌آب آبیاری بکاررفته (مترمکعب درهکتار)

تابع سود

در فرایند حداقل سازی هزینه، ما یک تابع هزینه بدست می‌آوریم $C(w, y)$ و با استفاده از آن تابع تقاضای جبران شده $x = x(w, y)$ را محاسبه می‌کنیم. این حالت را می‌توان با مورد حداکثر نمودن تابع سود مقایسه نمود. تابع سود را می‌توان به شکل زیر تعریف نمود:

$$\pi(p, w) = \max pf(x) - wx$$

که عبارات آن قبلاً تعریف شده‌اند (w و x به ترتیب بردار قیمت‌های نهاده و تقاضای عامل می‌باشند). قیمت محصول (p) و قیمت نهاده (w) تنها پارامترهای وارد شده در تابع سود می‌باشند.

نتایج و بحث

برآورد توابع تولید پلی‌نومیال

شکل عمومی تابع پلی‌نومیال برآورد شده در این مطالعه به صورت زیر می‌باشد

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 W + \alpha_2 N + \beta_1 W^2 + \beta_2 N^2 + \beta_3 NW$$

که در آن:

Y: میزان تولید در هکتار

W: میزان آب مصرف شده در هکتار (مترمکعب)

N: میزان کود مصرف شده در هکتار (کیلوگرم)

یکی از مشکلات برآورد تابع پلی‌نومیال بوجود آمدن مشکل هم خطی در بین متغیرها می‌باشد که در معادلات برآورد شده در این مطالعه، این مشکل

www.SID.ir

Archive of SID

وجود ندارد.

گندم

جدول ۱، نتایج حاصل از برآورد تابع پلی‌نومیال گندم را نشان می‌دهد.

جدول۱- نتایج حاصل از برآورد تابع تولید گندم

نام متغیر	ضریب	انحراف معیار	آمارهٔ t	معنی‌داری
W	-۱۲/۵	۱/۸۸	-۶/۶۴	۰/۰۰
N	۴۵/۲۶	۱۴/۴۲	۳/۱۴	۰/۰۰
W^2	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۰۳	۷/۳۳	۰/۰۰
N^2	۰/۱۲۳	۰/۰۳	۴/۰۵	۰/۰۰
W.N	-۰/۰۳	۰/۰۰۷	-۴/۶۸	۰/۰۰
مقدار ثابت	۵۴۸۵۴	۴۹۴۹۹/۷۱	۱/۱۰۸	۰/۲۶
AR(1)	۰/۹۹۷	۰/۰۰۳	۳۲۱	۰/۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

$R^2 = ۰/۹۵۹$ D.W = ۱/۸۰۴

$\overline{R}^2 = ۰/۹۵۸$ F-statistic= ۹۸۰/۹۱۲

Prob(F-statistic) = ۰/۰۰

$$Y = ۵۴۸۵۴/۸۶ - ۱۲/۵۱\ W + ۴۵/۲۶\ N + ۰/۰۰۲۶\ w^2 + ۰/۱۲۳\ N^2 - ۰/۰۳۲\ W.N \qquad (۱)$$

با مشتق‌گیری از تابع پلی‌نومیال برآورد شده نسبت به هر نهاده و حل هم زمان معادلات بدست آمده قادر خواهیم بود که میزان حداکثر کنندهٔ ستانده هر نهاده برای محصولات خاص را بدست آوریم:

$$\frac{\partial Y}{\partial w} = -۱۲/۵۱ + ۰/۰۰۵۲\ W - ۰/۰۳۲N = ۰$$

$$\frac{\partial Y}{\partial N} = ۴۵ + ۰/۲۴N - ۰/۰۳۲\ W = ۰$$

با حل هم زمان معادلات فوق می‌توان میزان بهینهٔ فیزیکی نهاده‌های کود و آب را برای محصول گندم محاسبه نمود. بر این اساس داریم:

$W = ۶۹۵۰\ m^3$ $N = ۷۳۸/۱۴\ kg$

محصول جو

جدول ۲، نتایج حاصل از برآورد تابع پلی‌نومیال جو را نشان می‌دهد.

جدول۲- نتایج حاصل از برآورد تابع تولید جو

نام متغیر	ضریب	انحراف معیار	آمارهٔ t	معنی‌داری
W	۳/۹۵	۲/۰۴	۱/۹۳	۰/۰۵
N	۰/۹۸	۰/۱۴	۶/۸۳	۰/۰۰
W^2	-۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	-۳/۲۱	۰/۰۰
N^2	-۰/۰۳۶	۰/۰۱۱	-۳/۰۷	۰/۰۰
W.N	۰/۰۰۶۵	۰/۰۰۲۲	۲/۸۱	۰/۰۰
مقدار ثابت	-۳۷۸/۸۶	۱۵۹/۸۶	-۲/۳۶	۰/۰۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

$R^2 = ۰/۹۷۵$ D.W = ۲/۰۱ $\overline{R}^2 = ۰/۹۷۳$

F-statistic = ۶۳۲/۳۰۴ Prob(F-statistic) = ۰/۰۰

$$Y = -۳۷۴/۸۶ + ۳/۹۵\ W + ۰/۹۸N - ۰/۰۰۰۴\ W^2 - ۰/۰۳۶\ N^2 + ۰/۰۰۶۵\ W.N \qquad (۲)$$

با مشتق‌گیری از تابع پلی‌نومیال برآورد شده نسبت به هر نهاده و حل هم زمان معادلات بدست آمده قادر خواهیم بود که میزان حداکثر کنندهٔ ستاندهٔ هر نهاده برای محصول جو را بدست آوریم:

$$\frac{\partial Y}{\partial w} = ۰/۹۷ - ۰/۰۰۰۸\ W + ۰/۰۰۶\ N = ۰$$

$$\frac{\partial Y}{\partial f} = ۳/۹۵ - ۰/۰۷۲\ N + ۰/۰۰۶\ W = ۰$$

با حل هم زمان معادلات بالا می‌توان میزان حداکثر کنندهٔ ستاندهٔ نهاده‌های کود و آب را محاسبه نمود. بر این اساس داریم:

$W = ۴۳۳۰\ m^3$ $N = ۴۱۵/۷۴\ kg$

محاسبهٔ توابع سود محصولات و استخراج تابع تقاضا برای نهاده‌ها

در این قسمت شرایط عملیاتی لازم برای یافتن مقادیر بهینه نهاده‌ای به منظور دست‌یابی به حداکثر سود بیان خواهد شد. با فرض اینکه قیمت‌های

www.SID.ir

Archive of SID

محصول و نهاده به صورت زیر باشد، میزان بهینه نهاده‌ها را محاسبه می‌نماییم:

قیمت محصول گندم (کیلوگرم): ۱۳۰ تومان
قیمت محصول جو (کیلوگرم): ۱۰۰ تومان
قیمت نهاده آب (مترمکعب): ۷۰ تومان
قیمت نهاده کود (کیلوگرم): ۱۷۵ تومان

تابع سود گندم

با استفاده از تابع تولید برآوردشده برای گندم (معادلهٔ ۱)، و قیمت‌های آب، کود و گندم، تابع‌سود گندم را محاسبه می‌نماییم:

$$\pi = P_w\ (۵۴۸۵۴/۸۶ - ۱۲/۵۱\ W + ۴۵/۲۶\ N + ۰/۰۰۲۶\ W^2 + ۰/۱۲۳\ N^2 - ۱۲/۵۱\ W.N) - (r_w.W + r_N\ N)$$

که:

P_w: قیمت محصول، r_w: قیمت نهاده آب وr_N: قیمت نهاده کود

- شرط مرتبهٔ اول برای حداکثرسازی سود

در این قسمت، از تابع سود نسبت به نهاده‌ها مشتق گرفته خواهد شد.

$$\frac{\partial \pi}{\partial w} = P_w[-۱۲/۵۲ + ۰/۰۰۵۲\ W - ۰/۰۳\ N] - r_w = ۰$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial N} = P_w[۴۵/۲۶ - ۰/۰۳\ W - ۰/۲۴\ N] - r_N = ۰$$

پس از حل همزمان معادلات بالا توابع تقاضا برای نهاده‌های آب و کود را برای محصول گندم محاسبه می‌نماییم.

تابع تقاضای آب برای گندم

$$W = ۴۷۶۵/۵۷ + ۸۶/۸\ (۸r_w - r_N)\frac{1}{p_w}$$

همان گونه که از شکل این تابع مشخص است میزان آب مصرف شده برای محصول گندم با قیمت آب رابطهٔ مثبت دارد یعنی افزایش قیمت آب تأثیری بر کاهش مصرف آب برای این محصول ندارد. از طرفی میزان تقاضا برای آب با قیمت کود رابطهٔ منفی و با قیمت محصول نیز رابطهٔ عکس دارد.

با جایگذاری قیمت‌های نهاده و محصول در تابع تقاضای آب، میزان مصرف بهینهٔ آب برای محصول گندم به صورت زیر بدست می‌آید.

$$W = ۵۰۲۲/۶۳\ (m^3/ha)$$

تابع تقاضای کود برای گندم

$$N = ۴۰۷/۱۱ + (۸۶/۷۵ r_w - ۱۵/۰۱\ r_N)\frac{1}{p_w}$$

بر طبق تابع تقاضای بدست آمده برای کود، میزان کود تقاضا شده برای محصول گندم با قیمت کود رابطهٔ منفی دارد. یعنی با افزایش قیمت کود، میزان تقاضا برای کود کاهش می‌یابد. از طرفی با کاهش قیمت محصول نیز مقدار تقاضا برای کود کاهش می‌یابد.

با جایگذاری قیمت‌های نهاده و محصول در تابع تقاضای کود، میزان مصرف بهینهٔ کود برای محصول گندم به صورت زیر بدست می‌آید.

$$N = ۴۳۳/۶۱\ (kg/ha)$$

- شرط مرتبهٔ دوم برای حداکثر سازی سود

برای آزمون شرط کافی برای حداکثرسازی سود، ماتریس هیشین مربوطه را تشکیل می‌دهیم:

$$H = \begin{vmatrix} 0.0052 & -0.03 \\ -0.03 & 0.24 \end{vmatrix} = 0.00348$$

با توجه به اینکه ماتریس هیشین بزرگتر از صفر می‌باشد، پس شرط‌کافی برای‌حداکثرسازی سود وجود دارد.

تابع سود جو

با استفاده از تابع تولید برآوردشده برای جو (معادلهٔ ۲)، و قیمت‌های آب، کود و جو، تابع سود جو را محاسبه می‌نماییم:

$$\pi = P_b\ (-۳۷۴/۸۶ + ۳/۹۵\ W + ۰/۹۸\ N - ۰/۰۰۰۴\ W^2 - ۰/۰۳۶\ N^2 + ۰/۰۰۶۵\ W.N) - (r_w.W + r_N\ N)$$

www.SID.ir

Archive of SID

که:

P_b: قیمت محصول جو، r_w: قیمت نهاده آب و r_N: قیمت نهاده کود

- شرط مرتبهٔ اول برای حداکثرسازی سود

در این قسمت، از تابع سود نسبت به نهاده ها مشتق گرفته خواهد شد:

$$\frac{\partial \pi}{\partial w} = P_b[۰/۹۸ - ۰/۰۰۰۸ W + ۰/۰۰۶ N] - r_w = ۰$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial N} = P_b[۳/۹۵ + ۰/۰۰۶ W - ۰/۰۷۲ N] - r_N = ۰$$

پس از حل همزمان معادلات فوق، توابع تقاضا برای نهاده‌های آب و کود را برای محصول جو محاسبه می‌نماییم.

تابع تقاضای آب برای جو

$$W = ۴۳۳۰/۰۷ - (۱۷۰۱/۸۷ r_w - ۲۰/۰۲۵ r_N)\frac{1}{p_b}$$

همان‌گونه که از شکل این تابع مشخص است میزان آب مصرف شده برای محصول جو با قیمت آب رابطهٔ منفی دارد. یعنی با افزایش قیمت آب میزان مصرف آب برای این محصول کاهش می‌یابد. از طرفی میزان تقاضا برای آب با قیمت کود رابطهٔ مثبت و با قیمت محصول رابطهٔ عکس دارد.

با جایگذاری قیمت‌های نهاده و محصول در تابع تقاضای آب، میزان مصرف بهینهٔ آب برای محصول جو به صورت زیر بدست می‌آید.

$$W = ۳۱۷۳/۸۰ \ (m^3/ha)$$

تابع تقاضای کود برای جو

$$N = ۴۱۴/۰۱ - (۱۰۳/۷۵ r_w + r_N)\frac{2.67}{p_b}$$

بر طبق تابع تقاضای بدست‌آمده برای کود، میزان کود تقاضاشده برای محصول جو با قیمت کود رابطهٔ منفی دارد یعنی با افزایش قیمت کود میزان تقاضا برای کود کاهش می‌یابد. از طرفی با کاهش قیمت محصول نیز مقدار تقاضا برای کود کاهش می‌یابد.

با جایگذاری قیمت‌های نهاده و محصول در تابع تقاضای کود، میزان مصرف بهینهٔ کود برای محصول جو به صورت زیر بدست می‌آید.

$$N = ۲۱۵/۴۲ \ (kg/ha)$$

- شرط مرتبهٔ دوم برای حداکثرسازی سود

برای آزمون شرط کافی برای حداکثرسازی سود، ماتریس هیشین مربوطه را تشکیل می‌دهیم:

$$H = \begin{vmatrix} -0.0008 & 0.006 \\ 0.006 & -0.072 \end{vmatrix} = 0.0000216$$

با توجه به اینکه ماتریس هیشین بزرگتراز صفر می‌باشد، پس شرط کافی برای حداکثرسازی سود وجود دارد.

نتیجه‌گیری

اگر بخواهیم پروژه‌ها و برنامه‌ها را بر اساس پایداری طراحی نماییم، نیاز داریم که برآوردی از طبیعت تقاضا برای آن‌برنامه و یا پروژه داشته باشیم. در مورد اقتصاد دانان نیز واضح است که نیاز آنها، برآورد تقاضای اقتصادی به منظور هدایت تصمیمات سرمایه گذاری می‌باشد.

اگر قیمت‌های آب افزایش پیدا نماید، این امر در هزینه‌های فرصت آن منعکس خواهد شد و یک کشاورز منطقی می‌تواند واکنش‌های زیر را در قبال این افزایش قیمت داشته باشد:

۱- آب کمتری به کار خواهد برد و کاهش عملکرد محصول را خواهد پذیرفت.

۲- محصولات با نیاز بالا به آب را کمتر کشت خواهد نمود.

۳- در تکنیک های آبیاری کاراتر سرمایه گذاری خواهد نمود.

کاهش در تقاضا، با آب‌اندوزی فیزیکی برابر است. اما نکتهٔ مهم دیگر اینکه واکنش به استفاده از آب به افزایش هزینه آب در محدوده‌های موجود قیمتی کم است. در این زمینه شناخت واکنش

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزان در قبال محصولات مختلف به تغییرات قیمت آب می‌تواند تصمیم‌گیران را نسبت به طراحی سیاست‌های مختلف برای استفادهٔ پایدارتر از منابع آب رهنمون سازد.

بر اساس یافته‌های تحقیق مشاهده می‌گردد که:

الف- میزان آب مصرف شده برای محصول گندم با قیمت این آب رابطهٔ مثبت دارد یعنی افزایش قیمت آب تأثیری بر کاهش مصرف آب برای این محصول ندارد.

ب- میزان آب مصرف شده برای محصول جو با قیمت آب رابطهٔ منفی دارد. یعنی با افزایش قیمت آب میزان مصرف آب برای این محصول کاهش می‌یابد.

همانطور که مشخص است در مورد جو افزایش قیمت آب می‌تواند برروی کاهش میزان مصرف آب تأثیر داشته باشد و در مورد گندم، این امر صدق نمی‌نماید. البته در مورد محصول جو نیز بایستی با احتیاط برخورد نمود و این تأثیر مثبت را می‌توان در طبیعت تقاضای محصول جو جستجو نمود. با توجه به اینکه جو کمتر در سبد کالاهای ضروری جای دارد و میزان تقاضای آن برای مصرف انسانی کمتر است، کشاورزان به راحتی نسبت به تغییر در هزینه‌های تولید جو واکنش نشان می‌دهند و با هر نوع افزایش در این هزینه‌ها (از جمله افزایش قیمت آب) نوع کشت را به سمت تولید گندم تغییر دهند.

جدول (۳) مقادیر بهینهٔ فیزیکی و اقتصادی نهاده‌های آب و کود برای محصولات گندم و جو را نشان می‌دهد.

بر اساس یافته‌های جدول۳، میزان بهینهٔ فیزیکی آب برای محصول گندم، ۶۹۵۰ مترمکعب در هکتار، بهینهٔ اقتصادی ۵۰۲۲ متر مکعب در هکتار و از لحاظ استاندارد فیزیولوژیک ۵۹۷۰ متر مکعب در هکتار می‌باشد. بنابراین برای مصرف پایدار، تقاضای آب، کشاورزان بایستی محدوده‌ای بین ۵۰۲۲ تا ۵۹۷۰ متر مکعب در هکتار داشته باشد تا هم نیاز آبی این محصول مرتفع گردد و هم از نظر بهینهٔ اقتصادی توجیه داشته باشد. میزان مصرف بیش از این مقدار آب در جهت ناپایداری منابع آبی منطقه می‌باشد. در مورد جو، این میزان می‌تواند محدودهٔ منطقی بین بهینهٔ اقتصادی و میزان استاندارد منطقه باشد.

جدول۳- مقادیر بهینهٔ فیزیکی، اقتصادی و استاندارد آب استفاده شده توسط کشاورزان

نام محصول	مقدار بهینهٔ فیزیکی		مقدار بهینهٔ اقتصادی		نیاز آبی استاندارد منطقهٔ کرمان
	آب	کود	آب	کود	آب
گندم	۶۹۵۰	۷۳۸	۵۰۲۲	۴۳۳	۵۹۷۰
جو	۴۳۳۰	۴۱۵	۳۱۷۳	۲۱۵	۵۵۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق و (۱)

منابع

۱. فرشی، ع. ا. و همکاران ۱۳۷۶، برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور جلد اول، وزارت کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشر آموزش کشاورزی، ۹۰ ص.

2. Altaf, M.A. and Hughes J.A. 1994. Measuring the Demand for Improved Urban Sanitation Services: Results of a Contingent Valuation Study in Ouagadougou, Burkina. Urban Studies, 31(10): 1763 – 1776.

www.SID.ir

Archive of SID

3. Bontemps, C., Couture S., and Favard, P. 2001. Is the water demand curve really convex? Italy, Fondazione Eni Enrico Mattei. FEEM series 82, 37 p.

4. Breslin, N. 1999. Lessons from the Field: Rethinking Community Management for Sustainability. Paper presented at Conference on; Rural and Peri-urban Water Supply and Sanitation in South Africa - Appropriate Practice Conference 14-17, March, East London, 25 p.

5. Cosgrove, W., and Rijsberman, F. 2000. World Water Vision: Making water everybody's business. London: Earthscan Publishers, pp: 154-176.

6. Dearden, p. 1998. Reflections on seminar: DFID Seminar on demand assessment in the water and sanitation sector-facilitated by Professor Dale Whittington and Jennifer Davis,DFID, London, UK. pp: 55-67.

7. Dinar, A., and Letey, P. 1996. Modeling Economic Management and Policy Issues of Water in Irrigated Agriculture. Westport: USA: Praeger Publishers, pp: 112-127.

8. Gardner, B.D. 1983. Water Pricing and Rent-seeking in California Agriculture, in T.L. Anderson (ed.), Water Rights, Scarce Resource Allocation, Bureaucracy and the Environment, Ballinger Publishing Company: Cambridge. pp. 83 – 113.

9. Gleick, 1998. The World's Water. The Beneficial Report on Freshwater Resources 1998-1999, 1998, Peter Gleick, Washington, D. C. Covello, California, pp: 32-45.

10. Hargreaves, G. 1977. Water requirements manual for irrigated crops and rainfed agriculture. Logon, Utah, USA: Utah State University, pp: 37-50.

11. Hassine, N.B.H., and Thomas, A. 1997. Agricultural production, attitude towards risk, and the demand for irrigation water: The case of Tunisia, Working paper, Université de Toulouse, 34 p.

12. Hexem, R.W., and Heady, E.O. 1978. Water production functions for irrigated agriculture. Ames: Iowa State Press, pp: 20-27.

13. Howitt, R.E., and Vaux, H. 1995. Competing Demands for California Scarce Water. In Ariel Dinar and Edna Loehman, eds., Water Quantity/Quality Management and Conflict Resolution. pp: 271-87.Westport, Conn: praeger. India, Directorate of Economics and Statistics. 1993. Indian Agriculture at a Glance. 23 d ed. New Delhi.

14. Manikutty, S. 1998. Community Participation: Lessons from Experiences in Five Water and Sanitation Projects in India. Development Policy Review, 16: 373-404, ODI.

15. Moore, M.R. and Negri, D.H. 1992. A multicrop production model of irrigated agriculture, applied to water allocation policy of the bureau of reclamation, Journal of Agricultural and Resources Economics. 17: 30–43.

16. Moore, M.R., Gollehon, N.R. and Carrey, M.B. 1994. Alternative models of input allocation in multicrop systems: Irrigation water in the Central Plains, United States, Agricultural Economics 11: 143–158.

www.SID.ir

Archive of SID

17. Moore, M.R., Gollehon, N.R. and Carrey, M.B. 1994. Multicrop production decisions in western irrigated agriculture: The role of water price, American Journal of Agricultural Economics, pp: 359–374.

18. Ogg, C.W., and Gollehon, N.R. 1989. Western irrigation response to pumping costs: A water demand analysis using climatic regions, Water Resource Research 25, 767–773.

19. Perry, C.J. 2001. Charging for irrigation water: the issues and options, with a case study from Iran. Research Report 52. International Water Management Institute. Colombo, Sri Lanka. 10-18.

20. Ray, I., and Williams J. 1999. Evaluation of price policy in the present of water theft. American Journal of Agricultural Economics. 81: 928-941.

21. Rosegrant, M., Ringler, C., McKinney, D.C., Cai, X., Keller, A., and Donoso G. 2001. Integrated economic- hydrologic water modeling at the basin scale: The Maipo River basin, Chile. International Food Policy Research Institute. Washington D.C. pp: 22-35.

22. The World Bank Water Research Team 1993. The Demand for Water in Rural Areas: Determinants and Policy Implications. The World Bank Research Observer, 8(1): 47-70.

23. White, J. 1997. Evaluation synthesis of rural water and sanitation projects. DFID Report EV 596, May, pp: 1-22.

24. Yaron, D. 1967. Empirical analysis of the demand for water by Israel agriculture. Journal of Farm Economics, 49: 461-473 .

www.SID.ir