تخمین تابع تقاضا آب بخش کشاورزی با استفاده از تابع آب – محصول (مطالعه موردی: منطقه سیستان)

زهرا غفاری مقدم[1]
۱- عضو هیأت علمی پژوهشکده کشاورزی- دانشگاه زابل
Ghafari_m_gh@yahoo.com

چکیده

در این مطالعه با استفاده از تابع آب- عملکرد و تابع سود، تابع تقاضا آب برای بخش کشاورزی در منطقه سیستان بدست آمد. نتایج حاصل از تخمین تابع تولید نشان می دهد نسبت تبخیر و تعرق واقعی به پتانسیل اثر مثبت و معنی داری روی نسبت عملکرد واقعی به پتانسیل برای محصول گندم و جو دارد و با توان دوم نسبت تبخیر و تعرق واقعی به پتانسیل رابطه منفی و معنی داری دارد. چنانچه این نسبت افزایش یابد نسبت عملکرد کاهش می یابد. پس از بدست اوردن توابع تولید ، با استفاده از تابع سود، تابع تقاضا برای بخش کشاورزی نیز بدست آمد. کشش قیمتی تقاضای آب برای بخش کشاورزی ۱/۱۰- برآورد شد کوچکتر بودن مقدار این کشش از منفی یک نشان می دهد که سیاست های قیمتی می توانند عامل مهمی در کنترل مصرف غیر بهینه این نهاده با ارزش باشند.

کلمات کلیدی: تابع سود، تابع تقاضا، تابع تولید آب- عملکرد

مقدمه

حدود ۹۳ درصد کل مصرف آب را مصرف کشاورزی تشکیل می‌دهد؛ مسائل مربوط به حوزه‌ی آب نیز بیشتر در این بخش اتفاق افتاده است. مدیریت تقاضای آب کشاورزی نیازمند شناخت عوامل موثر بر میزان تقاضای آب است.

آب، که یکی از ارزشمندترین منابع طبیعی است، گنجینه مشترک انسانهاست که در بخشهای مختلف به آن نیاز است و به عنوان یکی از نهادههای اصلی تولید محصولات کشاورزی جایگاه مهمی در توسعه پایدار بخش کشاورزی و توسعه اقتصادی سایر بخشها دارد. (چیذری و همکاران، ۱۳۸۴) کمبود آب یکی از مشکلات عمده اکثر کشورهای جهان، به ویژه کشورهای دارای جمعیت روبه رشد، به شمار میآید .تنها راه حل این بحران نیز، استفاده بهینه و افزایش بهره وری منابع آب در بخشهای مختلف به ویژه بخش کشاورزی است (کرامتزاده و همکاران، ۱۳۸۵)

زارع مهر جردی و همکاران ۱۳۸۹ در این مطالعه، درصدد استخراج تابع تقاضای آب از یک تابع تولید چند جملهای میباشد.داده های مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه در سال زراعی۸۹-۸۸در شهرستان قوچان جمع آوری گردید. پس از برآورد تابع تولید و تشکیل تابع سود، با استفاده از قضیه لم هاتلینگ تابع تقاضای آب برای محصول جو به دست آمد و همچنین قیمت نهاده آب برای محصول جو معادل ۱۰۸ تومان تعیین گردید.تهامی پور و همکاران (۱۳۸۵) با استفاده از روش برنامه ریزی خطی به تعیین قیمت سایه ای و تعیین تابع تقاضای آب در بخش کشاورزی پرداخته اند. نتایج نشان می دهد که متوسط قیمت سایه ای برای آب با شوری های مختلف برای دشت های زرند و سیریز به ترتیب ۴۶۴۵ و ۲۶۱۹ ریال به ازای هر مترمکعب می باشد. کشش قیمتی تقاضای آب برای هر کدام از این دشت ها به ترتیب ۰/۲۴- و ۰/۴۳- است که نشان می دهد تقاضای آب در دشت سیریز نسبت به دشت زرند کشش پذیرتر است ولی در عین حال برای هر دو دشت تقاضای آب بی کشش می باشد. علاوه بر این اگر هیچ مدیریتی بر برداشت از آب های زیرزمینی اعمال نشود مقدار برداشت برای دشت های زرند و سیریز به ترتیب حدود ۸ و ۳/۸ میلیون متر مکعب بیشتر از مقدار فعلی خواهد بود. در این مطالعه بر آنیم تابع تقاضای آب در بخش کشاورزی با استفاده از روابط آب- عملکرد و تابع سود در منطقه سیستان تخمین زد.

مواد و روشها

تابع تولید محصول: روابط آب- عملکرد

تابع تولید محصول با چهار نوع تابع مشخص می شوند: مدلهای تبخیر و تعرق، مدلهای شبیه ساری، مدلهای برآوردی و مدلهای هیبریدی (منتظر و ریاضی ۲۰۰۸). مدلهای تبخیر و تعرق از رابطه خطی عملکرد – تبخیر استفاده می کنند. این مدلها جنبه های مهمی از روابط آب و خاک محصول را در بر دارند اما توانایی آنها در اینکه اثر نهاده های غیر از آب را در خود جای دهند، محدود می باشد. مدلهای شبیه سازی فرایند تولید محصول را شبیه سازی می کند و مدلهای هیبریدی ترکیبی از سه مدل دیگر می باشد.در میان این مدلها تخمین تابع تولید نسبت به دیگر مدلها انعطاف پذیری بیشتری دارد بنابراین در این مطالعه از روش براوردی برای تخمین تابع تولید استفده شده است. جهت تخمین تابع تولید محصول از روابط عملکرد- آب محصول استفاده شده است هر محصول در یک منطقه ای که مورد آبیاری واقع می شوند تابع آب- محصول مخصوص خودش دارد این توابع با استفاده از روشهای رگرسیونی تخمین زده می شوند. تابع عملکرد – آب رابطه بین عمکلرد واقعی و آبیاری موثر را بیان می کند.

بنابراین فرم تابع تولید درجه دوم چند جمله ای که برای تخمین تابع آب- محصول که توسط داینار و لتی[1] (۱۹۹۶) پیشنهاد شده است به صورت زیر می باشد:

$$Y_a / Y_m = f(w) = a_0 + a_1 w + a_7 w^2 \qquad (۱)$$

در اینجا Y_aعملکرد واقعی محصول (تن/ هکتار)، Y_m حداکثر عملکرد بالقوه محصول (تن/هکتار)، $w = WA/ET_m$ نسبت کل آب در دسترس به حداکثر تبخیر بالقوه فصلی محصول و یا به عبارتی دیگر تبخیر و تعرق واقعی به تبخیر و تعرق بالقوه می باشد. کل آب در دسترس برای محصول شامل بارندگی موثر، آب آبیاری و رطوبت خاک می باشد (ماهان و همکاران ۲۰۰۲). فرض می کنیم سطح زیر کشت و کارایی آبیاری در طول فصل رشد ثابت باشد بنابراین:

$$WA_{j,cp} = SM_{j,cp} + EP_{j,cp} + EI_{j,cp} \qquad (۲)$$

$WA_{j,cp}$ کل آب در دسترس برای گیاه در طول فصل رشد، $SM_{j,cp}$ رطوبت خاک در ناحیه ریشه در ابتدای فصل رشد $EP_{j,cp}$ بارندگی موثر و $EI_{j,cp}$ آب موثری که برای یک محصول استفاده می شود.

تبخیر و تعرق واقعی نیز عبارت است از حاصل جمع رطوبت خاک، بارندگی موثر در طول فصل رشد،و آبیاری موثر در طول فصل رشد که به زمان و تکنولوژی آبیاری وابسته است (ماهان ۱۹۹۷). در منطقه

[1] Dinar and Letey

مورد بررسی بارندگی موثر برای دو محصول گندم و جو صفر می باشد و چون اطلاعات مربوط به میزان رطوبت خاک در این منطقه وجود نداشت از رطوبت خاک در محاسبات صرفنظر شد و فرض شد به صورت مستتر در میزان آبیاری موثر وجود دارد. بنابراین تبخیر و تعرق واقعی عبارت از آبیاری موثر در طول فصل رشد می باشد. تبخیر و تعرق پتانسیل را نیز با استفاده از داده های ماهانه هواشناسی برای ۲۶ سال با استفاده از نرم افزار cropwat و روش پنمن مانتیث بدست آمد. در روش پنمن بسته به اینکه چه نوع داده هایی در اختیار باشد تبخیر و تعرق پتانسیل در روز و یا دوره های یک ماهه محاسبه می شود که در این مطالعه تبخیر و تعرق ماهانه محاسبه شد. و برای محاسبه مقدار تبخیر و تعرق واقعی از فرمول زیر استفاده شد.

$$ETa = K_c \times ETo \qquad (۳)$$

که ETa مقدار تبخیر و تعرق واقعی، k_c ضریب گیاهی، که مقدار آن برای محصولات مختلف فرق می کند. و ETo مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل می باشد (علیزاده ۱۳۷۴).

جهت تخمین تابع تقاضا آب در بخش کشاورزی از تابع سود استفاده شده است لذا با توجه به تابع تولید، کل سود آب آبیاری در سایت تقاضا jبر مبنای تابع عملکرد آب – محصول، به صورت زیر بیان می شود (وانگ و همکاران ۲۰۰۶):

$$\widetilde{B}_j = \sum pcp_{j,cp}.Ya_{j,cp}.AF_{j,cp} - \sum vc_{j,cp}.AF_{j,cp} \qquad (۴)$$

$pcp_{j,cp}$ قیمت محصول، $cc_{j,cp}$ هزینه کشت، $vc_{j,cp}$ هزینه متغییر تولید محصول را در بر می گیرد. بنابراین تابع هدف را می توان به صورت زیر نوشت:

$$\max \quad \widetilde{\beta}_j \qquad (۵)$$

$$s.t: \quad \sum_{cp} AF_{j,cp} \le A_j$$

$$AF^{l}_{j,cp} \le AF_{j,cp} \le AF^{u}_{j,cp}$$

$$\sum_{cp} EI_{j,cp}.AF_{j,cp} \le Q$$

در اینجا A_j کل سطح زیر کشت (هکتار) در منطقه j، $AF^{u}_{j,cp}$ و $AF^{l}_{j,cp}$ حد بالا و پایین سطح زیر کشت محصول (هکتار)، $EI_{j,cp}$ مقدار آب آبیاری موثر که در طول فصل رشد مورد نیاز است (متر مکعب/هکتار) و Q مقدار کل آب آبیاری موثر موجود در منطقه jمی باشد. تابع تقاضا آب آبیاری با استفاده حل مدل برای سطوح مختلف آب آبیاری موثر موجود در فصل رشد و قیمت سایه ای متناظر با آن تخمین زده

می شود. قیمت سایه ای عبارت از تغییر در تابع هدف به ازای تغییر اندکی در سمت راست محدودیت منابع می باشد.و به عنوان شاخصی برای ارزش نهایی آب در نظر گرفته می شود که قیمت سایه ای در فرم جبری به صورت زیر بیان می شود (ماهان و همکاران ۲۰۰۲):

$$MVW_j = \Delta\pi_j / \Delta Q_j \qquad (۶)$$

که در اینجا:

MVW_j ارزش نهایی آب (ریال/ متر مکعب) در منطقه jمی باشد.

$\Delta\pi_j$ تغییر در سود (ریال) به دلیل تغییر اندکی در Q در منطقه jو

ΔQ_j تغییر در مقدار کل آب آبیاری موثر موجود در منطقه jمی باشد

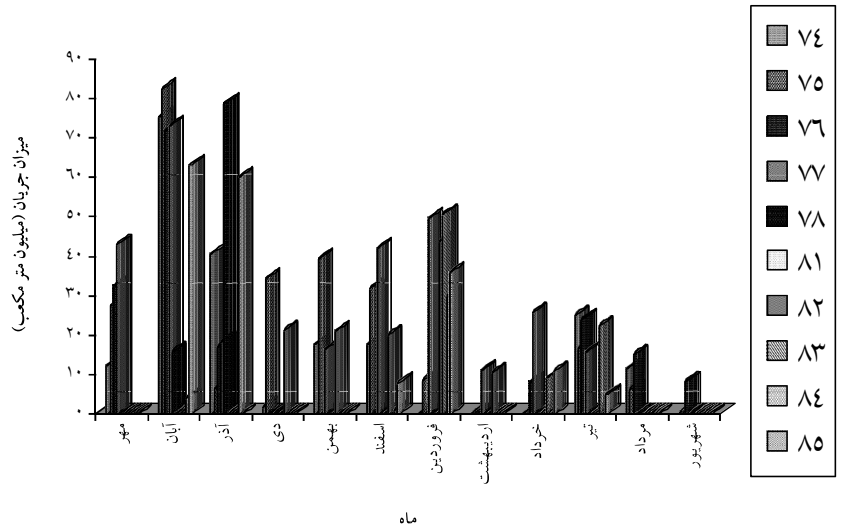
بحث و نتایج

از مجموع ۹۵ میلیاردمترمکعب آب استحصالی سالانه در ایران، بیش از ۸۷ میلیارد مترمکعب آن در بخش کشاورزی برای آبیاری ۷/۵ میلیون هکتار سطح زیر کشت آبی شامل ۶/۳ میلیون هکتار زمین زراعی و ۱/۲ میلیون هکتار باغ مصرف می شود. برنامه ریزان کشاورزی (FAO) معتقدند برای تأمین مواد غذایی سه نفر در سال، یک هکتار زمین کشاورزی مورد نیاز است. بنابراین برای ۷۰ میلیون جمعیت فعلی کشور، سطح زیر کشت آبی باید به میزان قابل توجهی افزایش یابد. در حال حاضر راندمان آبیاری که عمدتاً بصورت غرقابی می باشد، بین ۳۰ الی ۴۰ درصد تخمین زده می شود (ظفر نژاد، ۱۳۷۵)

از مجموع حدود ۱۶۵ میلیون هکتار وسعت کشور، ۵۱ میلیون هکتار دارای استعداد کشاورزی بوده و در۱۸/۵ میلیون هکتار آن کشت و کار انجام می گیرد. از کل اراضی زراعی۸/۵ میلیون هکتار آبی و ۱۰ میلیون هکتار تحت کشت دیم قرار دارد. اراضی قابل کشت آبی و نیمه آبی در سطح استان حدود ۳۹۵ هزار هکتار می باشد وکل زمینهای زیر کشت حدود ۳۳۰ هزار هکتار (دوبرابر زیر کشت دهه ۱۳۵۰) که به کشت محصولات زراعی اختصاص دارد. منطقه سیستان با وسعت ۸۷ هزار هکتار، قدیمی ترین قطب کشاورزی استان تلقی می شود (اکبری، ۱۳۸۸)

حدود ۲۴۵۰۰۰ هکتار زمین قابل کشت در شهرستان زابل قرار دارد. سطح زیر کشت محصولات به جریان رودخانه هیرمند در آن سال بستگی دارد. سطح زیر کشت در سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۹ بین ۱۰۷ هزار تا ۱۲۰ هزار هکتار نوسان داشته است که به علت نوسانات شدید بارندگی در منطقه است. میانگین سطح زیر کشت در طول این ۵ سال، ۱۱۵۶۰۳ هکتار بوده که ۱۱۳۸۱۳ هکتار به کاشت محصولات زراعی و ۱۷۹۰ هکتار آن به کاشت میوه اختصاص یافته است. (کیخا و همکاران ۲۰۰۴)

آب کشاورزی منطقه در کل از رودخانه هیرمند تامین می شود. حدود ۸۲۵۰۰ هکتار از مناطق شیب آب، پشت آب و شهرکی نارویی به وسیله رودخانه سیستان که شبکه آبیاری چاه نیمه نام دارد آبیاری می شوند. سالیانه ۱۲۵۰ میلیون مترمکعب از آب چاه نیمه، رودخانه سیستان و رود پریان برای آبیار ی محصولات کشاورزی استفاده می شود. حدود ۱۷۷ میلیون مترمکعب از ۱۲۵۰ میلیون مترمکعب آب به وسیله چاه نیمه تامین می شود. ولی تنها ۴۶۰۰۰ هکتار از اراضی شیب آب و پشت آب می توانند از آب چاه نیمه ها استفاده کنند. نمودار ۱ میزان آبی که به بخش کشاوزی در طی سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵ تخصیص یافته است نشان می دهد.



نمودار ۱- میزان آب ورودی به بخش کشاورزی از چاه نیمه

منطقه مورد مطالعه را مناطق شیب آب و پشت آب در منطقه سیستان در نظر گرفته شده است این دو منطقه آب مورد نیاز خود جهت کشاورزی را از چاه نیمه تامین می کنند و به دلیل اینکه منبع تامین آب آنها یکی است به عنوان مناطق مورد مطالعه در نظر گرفته شده است. محصولاتی که در این مطالعه برای مدل در نظر گرفته شده است دو محصول گندم و جو می باشد. به دلیل اینکه مدل بزرگ نشود محصولاتی انتخاب شده است که بیشترین سطح زیر کشت و اهمیت در منطقه را داشته باشند. بنابراین در منطقه پشت آب و شیب آب دو محصول گندم و جو بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده اند و مردم این منطقه بیشتر به کشت این دو محصول می پردازند.

تابع آب – عملکرد برای دو محصول گندم و جو با استفاده از روابط گفته شده تخمین زده شده است. که نتایج تخمین در زیر آورده شده است.

$$Ya/Ym = -0.97 + 0.16W - 0.067W^2$$
$$R^2 = 0.38 \qquad D.W = 1.7 \qquad F = 3 \qquad (۷)$$

$$Ya/Ym = -0.6 + 0.1W - 0.0037W^2$$
$$R^2 = 0.40 \qquad D.W = 2 \qquad F = 3 \qquad (۸)$$

در رابطه بالا W عبارت از نسبت تبخیر و تعرق پتانسیل به تبخیر و تعرق واقعی می باشد. تبخیر و تعرق پتانسیل عبارت است از تبخیر از خاک و تعرق از سطح گیاه وقتی که رطوبت موجود کافی باشد.

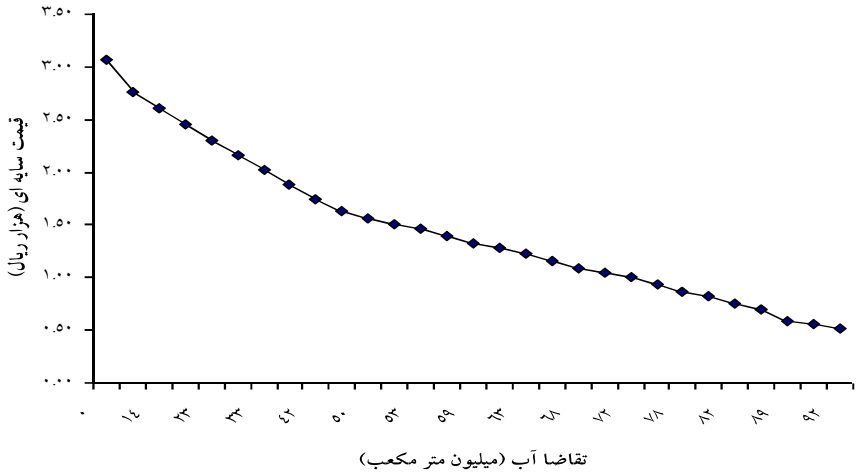
رابطه ۷ تابع عملکرد-آب را برای محصول گندم و رابطه ۸ تابع عملکرد- آب را برای محصول جو نشان می دهد. همانطور که نتایج نشان می دهد نسبت تبخیر و تعرق واقعی به پتانسیل اثر مثبت و معنی داری (در سطح ۵ درصد) روی نسبت عملکرد واقعی به پتانسیل برای محصول گندم و جو دارد و با توان دوم نسبت تبخیر و تعرق واقعی به پتانسیل رابطه منفی و معنی داری دارد. چنانچه این نسبت افزایش یابد نسبت عملکرد کاهش می یابد.

تابع تقاضا آب بخش کشاورزی

جهت تخمین تابع تقاضا از تابع سود استفاده شده است. بنابراین پس از بدست آوردن تابع عملکرد – آب برای محصولات می توان سود را برای بخش کشاورزی با استفاده از رابطه ۴ بدست آورد.

بعد از اینکه تابع سود تخمین زده شد تابع تقاضا آب آبیاری برای بخش کشاورزی را می توان با قیمت های سایه ای که از تابع سود بدست می آید تخمین زد. برای این منظور سمت راست محدودیت منابع آب را تغییر و به ازای هر تغییر در محدودیت منابع آب یک قیمت سایه ای بدست می آید. با استفاده از همین روش ۳۰ جفت قیمت سایه ای و مقدار تقاضای آب تخمین و تابع تقاضا آب آبیاری با استفاده از روشهای اقتصاد سنجی برآورد شد. در این مدل تابع تقاضا برای آب تنها تابعی از قیمت می باشد. تابع تقاضا آب آبیاری درنمودار ۱ نشان داده شده است. رابطه ۹ نیز تابع تقاضا آب آبیاری را نشان می دهد.

$$Q = 1.45 \times 10^{11} P^{-1.10} \qquad (۹)$$



نمودار ۱ تابع تقاضا آب آبیاری بخش کشاورزی

همانطور که نتایج تخمین و نمودار نشان می دهد مقدار تقاضا آب با قیمت آب رابطه معکوسی دارد چنانچه قیمت آب کشاورزی افزایش یابد مقدار تقاضا برای آب دربخش کشاورزی افزایش خواهد یافت.

ضریب برآورد شده برای قیمت آب مصرفی در تابع تقاضا بیانگر کشش قیمتی آب است. با توجه به این موضوع کشش محاسبه شده برای آب مصرفی در بخش کشاورزی ۱/۱۰- می باشد. با کشش بودن تقاضای آب نشان از اهمیت بالای سیاستهای قیمت گذاری در کنترل استفاده از این نهاده در جهت مصرف بهینه آن دارد.

منابع

اکبری،ن. (۱۳۸۱). بررسی موانع تحقق درآمد شرکت آب منطقه ای سیستان و بلوچستان در بخش آب کشاورزی و ارائه پیشنهادات اصلاحی. پایان نامه کارشناسی ارشد

تهامی پور مرتضی،کرباسی علیرضا،دانشورکاخکی محمود. (۱۳۸۵). تعیین تابع تقاضای آب در بخش کشاورزی، مطالعه موردی: پسته کاران شهرستان زرند علوم و صنایع کشاورزی۲۰(۱): ۱۱۶-۱۲۲.

زارع مهر جردی، محمد رضا و سعید عظیمی فرد. (۱۳۸۹). استخراج تابع تقاضای آب برای محصول جو: مطالعه موردی شهرستان قوچان. دومین کنفرانس سراسری مدیریت جامعه منابع آب

ظفرنژاد، ف. (۱۳۷۵). محدودیت، تلفات و نرخ آب کشاورزی. فصلنامه آب و توسعه. شماره ۱۵.

Kehkha,A. O. Cacho, and B. Hardaker. ۲۰۰۴. water resource management focusing on drought mitigation in iran: the case of the sistan region. ۴۸thAnnual conference of the Australian Agricultural and Resource Economic Society, Melbourne February ۱۱th to ۱۳th.

Montazer, A., and H. Riazi.2008. Optimization of water allocation in Qazvin irrigation command area. Journal of Applied Irrigation Science. 43(2)

Mahan, R.C., T. M. Horbulykb, and J. G. Rowse. 2002. Market mechanisms and the efficient allocation of surface water resources in southern Alberta. *Socio-Economic Planning Sciences*. 36: 25–49.

Mahan, R.C. 1997. Efficient allocation of surface water resources in southern Alberta. Master Thesis, University of Calgary, Canada.