Archi JWSS

تخصیص بهینه بین نسلی منابع آب (مطالعه موردی دشت باغ‌ملک)

محمد آقاپور صباغی[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۱۹)

چکیده

با توجه به وجود بحران منابع آبی در داخل کشور، اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی، وضعیت نامناسبی را برای اغلب دشت‌های کشور موجب شده است. از سویی لازم است برای پایداری این منابع همواره در استفاده از این منابع، نیاز نسل‌های آینده نیز مدنظر قرار گیرند. در این راستا در مطالعه حاضر تدوین یک الگوی کشت با هدف تأمین پایداری منابع آب زیرزمینی در دشت باغ‌ملک مدنظر قرارگرفته است. در این مطالعه از تکنیک سری‌های زمانی برای پیش‌بینی مقادیر آتی متغیرها استفاده شده است. همچنین الگوی برنامه‌ریزی پویا، برای تعیین الگوی کشت شده است. اطلاعات مورد نیاز این تحقیق به دو صورت پرسش‌نامه‌ای و استفاده از منابع آماری سایت جهاد کشاورزی و سازمان آب و برق استان خوزستان در سال ۱۳۹۲ جمع‌آوری شد. نتایج نشان می‌دهد که نهاده آب، محدودکننده‌ترین عامل تولید در بخش کشاورزی منطقه محسوب می‌شود، همچنین استفاده از الگوی بالا تغییرات اساسی در الگوی کشت منطقه را موجب خواهد شد. بهره‌گیری از روش‌های آبیاری مدرن می‌تواند ظرفیت تولیدات زراعی منطقه را تا دو برابر افزایش دهد. پیشنهاد اصلی مطالعه حاضر بر انتخاب الگوهایی است که پایداری بین نسلی را در مورد نهاده‌های کمیابی مانند آب مدنظر قرار می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: پایداری بین نسلی، آب، برنامه‌ریزی پویا، باغ‌ملک

۱. گروه مدیریت کشاورزی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: aghapour2000@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از اهداف مدنظر برنامه‌ریزان توسعه کشور، توجه ویژه به بخش کشاورزی و همگام با آن افزایش تولیدات کشاورزی است تا این بخش بتواند ضمن کمک به رشد دیگر بخش‌های اقتصادی، نیازهای غذایی جمعیت را تأمین کند. رسیدن به این هدف نیازمند استفاده مناسب و مطلوب از منابع تولیدی است. یکی از راهکارهایی که در این زمینه می‌تواند تا حدی گره‌گشا باشد، تعیین الگوی کشت مناطق با توجه به پتانسیل‌های هر منطقه است (۱۶). استفاده پایدار از منابع را می‌توان در تخصیص بهینه بین نسلی آنها تعریف کرد. شواهد و بررسی‌های انجام شده نیز نشان می‌دهد که در حال حاضر بیشتر تولیدکنندگان، به مسائل اقتصادی بین نسلی توجه کمتری داشته و جریان تولید بر اساس منافع حال تولید کننده صورت می‌گیرد و این امر پایداری استفاده از منابع را تهدید خواهند کرد. بنابراین بهینه‌سازی الگوی کشت و توجه به پایداری مصرف نهاده‌های تولید، نه تنها به‌منظور مقابله با ریسک‌های ناشی از کمبود این منابع (به‌طور مثال ریسک خشکسالی هنگام کمبود منابع آبی)، بلکه به‌منظور کنترل هرچه بیشتر عوامل محدود کننده و بهره‌برداری بهینه از امکانات موجود اجتناب‌ناپذیر است (۱). آب یکی از مهم‌ترین عوامل تولید در بخش کشاورزی است و مباحث مربوط به مشکلات کم‌آبی، به‌عنوان یکی از چالش‌های اصلی دنیای کنونی مطرح است. به‌گونه‌ای که در بند پنج قانون ۱۴۰ برنامه توسعه پنجم آمده است که دولت مکلف است در اجرای نظام مدیریتی آب کشور بر اساس سه سطح ملی، حوضه‌های آبریز و استانی به نحوی اقدام کند که تا پایان برنامه با توجه به نزولات آسمانی، تراز منفی سفره‌های آب زیرزمینی در این دشت‌ها نسبت به سال آخر برنامه چهارم حداقل ۲۵ درصد از محل کنترل آب‌های سطحی و ۱۲/۵ درصد از طریق آبخیزداری و آبخوان‌داری با مشارکت وزارت جهاد کشاورزی بهبود یافته و با استقرار نظام بهره‌برداری مناسب از دشت‌های موضوع این بند اهداف پیش‌بینی شده را تحقق بخشد. همچنین در ماده ۱۴۳ این قانون بر رعایت الگوی کشت بهینه ملی- منطقه‌ای به‌منظور اقتصادی و رقابتی کردن تولید و افزایش صادرات محصولات کشاورزی، سامان‌دهی مدیریت منابع، حفاظت از منابع پایه، ارزش‌افزایی و تکمیل زنجیره ارزش محصولات کشاورزی تأکید شده است. مسائل مختلفی که در حوزه آب بخش کشاورزی مطرح است، مدیریت پایدار آب را به‌عنوان یکی از ضروری‌ترین مباحث سیاست‌گذاری در سطح جهانی معرفی می‌کند.

ازاین‌رو تحلیل الگوی استفاده از نهاده‌ها به‌ویژه نهاده آب در کشور خشک و نیمه‌خشکی مانند ایران و سنجش میزان هم‌راستایی آنها با شاخص‌های پایداری از اهمیت خاصی برخوردار است. به‌گونه‌ای که در مطالعات فریجا و همکاران در سال ۲۰۱۱، کابالرو و هرناندز در سال ۲۰۱۰، کورتیگانی و سورینی در سال ۲۰۰۹، امینی فسخودی و نوری در سال ۱۳۹۰، بخشوده و باغستانی در سال ۱۳۸۷، منتظر و لطفی در سال ۱۳۸۸ و کهنسال و همراز در سال ۱۳۸۷بر اصل پایداری در مصرف منابع به‌ویژه در بخش آب تأکید شده است (۱، ۲، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۵ و ۱۷). این امر در استان خوزستان که از نقطه‌نظر کشاورزی در ایران از جایگاه مهمی برخوردار است می‌تواند به شکل ویژه‌ای مورد توجه باشد. وقوع دوره‌های متوالی خشکسالی در سال‌های گذشته از سویی پایداری منابع آب و از سوی دیگر معیشت ساکنین منطقه را با چالش‌های جدی مواجه ساخته است. ازاین‌رو در این مطالعه به موضوع تعیین الگوی کشت، با توجه به شاخص‌های پایداری منابع آب در دشت باغ‌ملک، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین دشت‌های استان از دیدگاه کاهش آب‌های زیرزمینی پرداخته شده است.

روش تحقیق

در این تحقیق با توجه به به‌کارگیری مفهوم پایداری، از برنامه‌ریزی خطی چند دوره‌ای استفاده شده است. در بررسی مسائل چند دوره‌ای واژه‌ای به نام تصریح پویایی وجود دارد. بدین معنی که نوع پویایی باید مشخص شده باشد. در برخی از

www.SID.ir

Archive of SID

مسائل نیازی به برقراری حالت تعادلی در دوره‌های مختلف وجود ندارد. بدین معنی که در دوره‌های مختلف، راه‌حل‌ها متفاوت خواهند بود. در برخی از حالت‌ها یک وضعیت تعادلی برای کل دوره‌ها در نظر گرفته می‌شود. بر راین اساس مدل‌های پویا به مدل‌های تعادلی و غیرتعادلی تقسیم‌بندی می‌شوند. برای در نظر گرفتن مدل‌های پویای تعادلی در نظر گرفتن دو فرض ضروری است:

۱ – ثابت بودن تکنولوژی، میزان منابع و قیمت‌ها در طول دوره مورد بررسی

۲– امکان اتفاق افتادن حالت تعادلی در بلندمدت

بدون در نظر گرفتن این دو حالت باید از مدل‌های پویای غیر تعادلی استفاده کنیم. زمانی که اطلاعات زمانی مناسبی در اختیار نداریم، به‌کارگیری مدل‌های تعادلی چندان با موفقیت همراه نخواهد بود. ازجمله متغیرهای مهم در مسائل بهینه‌سازی پویا طول زمان مورد بررسی است. بر اساس نظر پیرس و تورنر (۲۰)، در این نوع مسائل معمولاً یک حالت تبادلی بین طول زمان مسئله و اندازه آن وجود دارد. مدت زمان طولانی‌تر معمولاً موجب وارد شدن متغیرهای بیشتری به مدل و پیچیده‌تر شدن مسائل خواهد شد. این اعتقاد وجود دارد که زمان مورد بررسی باید به گونه‌ای باشد که اثری بر شرایط ابتدایی نداشته باشد. این بدین معنی است که در حل این نوع مسائل شرایط ابتدایی کانون توجه است. در این نوع مسائل طول دوره به نوع مسئله بستگی دارد. در ادامه شکل عمومی هر کدام از مدل‌های پویای تعادلی و غیر تعادلی بحث شد (۱۸).

در مدل‌های تعادلی فرض بر این است که الگوها در یک دوره زمانی (معمولاً بلندمدت) به یک حالت پایدار و تعادلی خواهند رسید. در اغلب حالت‌های غیر تعادلی معمولاً با مدل‌های بسیار بزرگ مواجه هستیم که در نظر گرفتن حالت تعادلی در بلندمدت تا حد زیادی این مشکل را حل می‌کند. این نوع مسائل به دودسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف– مدل‌های تعالی با مدت برنامه‌ریزی مشخص

در مدل‌های تعادلی مقدار موجودی منابع در ابتدا و انتهای دوره یکسان در نظر گرفته می‌شود و مقدار بهینه فعالیت‌ها در طول دوره توسط مدل تعیین می‌شود. در این حالت مسیر زمانی برای رسیدن به تعادل نهایی مشخص می‌شود. فرم عمومی این مسئله به‌صورت زیر قابل بیان است :

$$\text{Max} \sum_j C_j X_j$$
$$\sum_j A_{ij} X_j \le b_i \qquad [۱]$$
$$X_j \ge ۰$$

در عبارت [۱] متغیرها به‌صورت زیر تعریف می‌شوند :

C_j سود ناخالص فعالیت j ام، X_j میزان فعالیت j ام و b_i میزان موجودی منبع i ام. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در الگوهای تعادلی، در نظر گرفتن حالت تعادلی برای فعالیت‌ها در حالت پایدار به کوچک‌تر شدن مسائل بسیار کمک می‌کند.

ب – مدل‌های تعالی با عمر برنامه‌ریزی نامشخص

در این نوع الگوها نیز، فرض به تعادل رسیدن فعالیت‌ها وجود دارد با این تفاوت که عمر دوره برنامه‌ریزی در درون مدل به‌عنوان متغیری درون‌زا مشخص خواهد شد.

$$\text{Max} \sum_j \sum_e C_{je} X_{je}$$
$$\sum_j \sum_e A_{ije} X_{je} \le b_i - X_{j,e-۱} + X_{je} \le ۰ X_{je} \ge ۰ \qquad [۲]$$

ترکیب چنین مسائلی با در نظر گرفتن یک محدودیت اضافی بسیار شبیه به الگوهای قبلی است. این محدودیت نیز شرط تساوی مقدار فعالیت‌ها را در ابتدای e سالی که از پروژه گذشته با میزان فعالیت ابتدای دوره بعدی برقرار می‌سازد. به‌طورکلی می‌توان گفت در نظر گرفتن حالت تعادلی برای مسائلی که دوره‌های زمانی نسبتاً کوتاه‌مدت را در نظر می‌گیرند (دوره‌هایی که رسیدن به تعادل چندان واقعی به‌نظر نمی‌رسد)، مناسب نیست و استفاده از مدل‌های غیر تعادلی عموماً به جواب‌های مناسب‌تری می‌انجامد (۱۸). ازجمله مدل‌های مشهوری که از الگوهای تعادلی برای بررسی پایداری در زمینه منابع طبیعی استفاده کرده است می‌توان به روش رمزی اشاره کرد. رمزی با استفاده از این روش شرط برداشت بهینه از منابع را به‌صورت رابطه [۳] استخراج می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

$$\frac{\frac{\partial \pi}{\partial x}}{\frac{\partial \pi}{\partial y}} + f'(x) = r \qquad [۳]$$

رابطه [۳] این مفهوم اقتصادی را بیان می‌کند که به‌منظور دست‌یابی به پایداری بهره‌برداری از منابع طبیعی تجدیدشونده باید مجموع رشد فیزیکی $f'(x)$ و رشد ارزشی منبع $\frac{\frac{\partial \pi}{\partial x}}{\frac{\partial \pi}{\partial y}}$ برابر با نرخ تنزیل باشد (۱۴). ازجمله سایر مطالعاتی که در زمینه پایداری منابع آبی از این روش استفاده کرده‌اند می‌توان به مطالعه تلاه و همکاران در سال ۲۰۰۱ در ایالت تکزاس اشاره کرد (۲۲).

مدل‌های غیرتعادلی، نیز مانند مدل‌های تعادلی، با توجه به مشخص بودن یا نبودن طول دوره برنامه‌ریزی، به دودسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف- مدل‌های غیر تعادلی با عمر برنامه‌ریزی مشخص

این نوع مدل‌ها شامل تعیین میزان دسترسی به منابع، انتخاب متغیرها و مصرف منابع در طول یک دوره برنامه‌ریزی مشخص است. ترجیحات بین زمانی، شرایط ابتدایی و انتهایی ازجمله مهم‌ترین فاکتورهایی هستند که در حل این‌گونه مسائل، باید مدنظر قرار گیرند. فرض می‌شود دوره برنامه‌ریزی شامل k دوره است که از زمان t تا زمان t+k ادامه خواهد داشت.

فرم عمومی چنین مدل‌هایی را می‌توان به شکل رابطه [۴] در نظر گرفت :

$$\begin{aligned} &\text{Max} \sum_t \sum_j (1+r)^{-t} C_{jt} X_{jt} + (1+r)^{-T} \sum_e \sum_j F_{je} I_{je} \\ &\text{sub:} \\ &\sum_e \sum_j A_{ije} X_{j,t-e} \le b_{it} \\ &X_{j,-e} = X^*_{j,-e} - \sum_j X_{j,T-e} + I_{je} = 0 \\ &X_{jt} \ge 0, \quad I_{je} \ge 0 \end{aligned} \qquad [۴]$$

متغیرهای مدل بالا به‌صورت زیر تعریف می‌شوند :

k طول دوره، b_{it} مقدار منبع i‌ام در t سال ام، I_{je} مقداری از واحدهای jام که e دوره قبل در مدل تکمیل شده‌اند، F_{je} ارزش فعالیت jام پس از طی e سال از طول عمر سرمایه‌گذاری، A_{ije} میزان مصرف فعالیت jام از منبع iام در سال eام، C_{jt} سود ناخالص فعالیت jام در سال tام و X_{jt} میزان فعالیت jام در سال tام

در عبارت بالا محدودیت اول، بیانگر محدودیت مصرف منابع متفاوت در سال‌های مختلف است. محدودیت دوم شرایط ابتدایی یا میزان اولیه فعالیت را نشان می‌دهد. محدودیت سوم بیان می‌کند مجموع فعالیت‌ها در انتهای هر دوره باید برابر با مقدار فعالیت تکمیل‌شده در انتهای دوره باشد (۲۰).

ب- مدل‌های غیر تعادلی با عمر برنامه‌ریزی نامشخص

در این نوع فعالیت‌ها معمولاً بیشترین عمر دوره مشخص است ولی مدت برنامه‌ریزی به‌عنوان متغیری درون‌زا در طی فرایند بهینه‌سازی مشخص خواهد شد. فرم عمومی چنین مسائلی را می‌توان به شکل زیر در نظر گرفت :

$$\begin{aligned} &\text{Max} \sum_t \sum_j \sum_e (1+r)^{-t} C_{jt} X_{jte} + (1+r)^{-T} \sum_e \sum_j F_{je} I_{je} \\ &\text{sub:} \\ &\sum_e \sum_j A_{ije} X_{j,t-e} \le b_{it} X_{j,0,e} = X^*_{j,0,e} - \\ &\sum_j X_{j,T-e} + I_{je} = 0 - X_{j,t-1,e-1} + x_{j,t,e} \le 0 \\ &X_{jt} \ge 0 \; I_{je} \ge 0 \end{aligned} \qquad [۵]$$

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، روش حل این نوع حالت‌ها شبیه الگوهای قبلی است با این تفاوت که در اینجا یک محدودیت به محدودیت‌های قبلی اضافه می‌شود. این محدودیت (محدودیت چهارم) تساوی بین میزان فعالیت انتهای دوره فعلی را با میزان فعالیت ابتدای دوره آتی برقرار می‌سازد. در این روش یک تابع هدف تبیین می‌شود که با توجه به محدودیت‌های مدل از جمله محدودیت منابع حداکثر می‌شود. به‌عبارت‌دیگر یک مدل برنامه‌ریزی خطی طوری تبیین می‌شود که در آن سود (هزینه) حاصل از فعالیت‌های زراعی و باغی به‌عنوان هدف برنامه نسبت به محدودیت‌ها ازجمله محدودیت منابع حداکثر (حداقل) می‌شود. در این روش برخلاف روش رمزی، قبل از انجام حداکثرسازی سود میزان موجودی قابل

www.SID.ir

Archive of SID

برداشت برابر با میزان ورودی به منبع تعیین می‌شود. به‌عبارت دیگر در این روش ابتدا بر اساس اصل بهینه‌سازی در طول زمان (برابری میزان ورودی با میزان برداشت) ابتدا محدودیت منابع در مدل وارد می‌شود. سپس بر اساس همین مقدار موجودی منبع حداکثرسازی سود انجام می‌شود. در این تحقیق برای جمع‌آوری اطلاعات، از دو روش مطالعات کتابخانه‌ای و روش میدانی استفاده شده است دسته‌ای از اطلاعات به‌صورت سری زمانی از مراکزی مانند جهاد کشاورزی، سازمان آب و برق خوزستان گردآوری شده است. اطلاعات مربوط به الگوی کشت نیز به‌صورت مقطعی از کشاورزان به‌دست آمده است. در منطقه موردمطالعه حدود هشت دهستان شناسایی شده‌اند که این دهستان‌ها بر اساس وسعت و تعداد بهره‌بردار در سه دسته تقسیم‌بندی شده‌اند و درنهایت با استفاده از روش انتساب متناسب از هر یک از این دهستان‌ها پرسش‌نامه جمع‌آوری شده است. که درنهایت حدود ۴۲۰ پرسش‌نامه به‌منظور استخراج اطلاعات برنامه‌ریزی ریاضی جمع مورد استفاده قرارگرفته است. لازم به ذکر است در مطالعه حاضر، مقادیر آتی متغیرها در الگوهای فوق با استفاده از تکنیک سری‌های زمانی پیش‌بینی شده است.

در الگوهای تک‌متغیره غیر فصلی، پیش‌بینی تنها بر اساس ارزش و مقادیر گذشته یک سری زمانی، انجام می‌شود. روش باکس – جنکیز در سال ۱۹۶۷ به‌منظور مدل‌سازی الگوهای غیر فصلی با استفاده از مدل‌های فرایند خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA) به‌صورت زیر ارائه شد:

$$y_t = a_0 + \sum_{i=1}^{p} a_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^{q} \beta_i \varepsilon_{t-i} \qquad [۶]$$

جزء اول در سمت راست بیانگر قسمت اتورگرسیو و جزء دوم بیانگر جزء میانگین متحرک مدل است. یک مدل خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته که با p وقفه اتورگرسیو و q وقفه میانگین متحرک را به‌صورت ARIMA(p,d,q) نمایش داده می‌شود. در این رابطه d درجه تفاضل‌گیری جهت تأمین شرط ایستایی سری زمانی است. به‌منظور تعیین ایستایی یا عدم ایستایی سری‌های زمانی غیر فصلی می‌توان از توابع خود همبستگی (ACF) و تابع خودهمبستگی جزئی (PACF) استفاده کرد. همچنین برای متغیرهایی که اطلاعات آنها به‌صورت فصلی موجود بوده است از الگوهای تک‌متغیره فصلی، استفاده شده است. با توجه به اینکه رفتار فصلی یک سری زمانی قطعی یا تصادفی باشد مدل‌های مختلفی را می‌توان برای الگوسازی مورد استفاده قرارداد. اگر رفتار یک سری زمانی ماهانه یا فصلی به‌صورت یک فرایند قطعی باشد، می‌توان تغییرات را برای یک سری ماهانه توسط متغیرهای مجازی به‌صورت زیر بیان کرد:

$$x_t = a + \sum_{s=1}^{11} \delta_s D_{st} + \varepsilon_t \qquad [۷]$$

که در آن D_{st} متغیرهای موهومی فصلی ماهانه، ε_t اجزای اخلال و δ_s پارامترهای الگو است که میزان تغییر فصلی را برای sامین فصل نشان می‌دهند. به‌عبارت دیگر این الگو، زمانی استفاده می‌شود که یک‌روند فصلی قطعی و مشخص در داده‌ها نسبت به فصول دیگر وجود داشته باشد. ولی مطالعات مختلف نشان می‌دهد که اغلب این روندها از یک حالت تصادفی غیرایستا تبعیت می‌کنند. ابتدا تصور می‌شد استفاده از تفاضل‌های ۱۲ ماهه به‌منظور تأمین شرط ایستایی این نوع سری‌های زمانی روش مناسبی است. برای این منظور مدل‌های خود توضیحی هم‌انباشته میانگین متحرک فصلی (SARIMA) مورد استفاده قرار گرفتند. این مدل دارای دو جزء فصلی و غیر فصلی است. جزء فصلی به‌صورت پارامترهای خود توضیحی یا میانگین متحرک از وقفه فصلی (در داده‌های ماهیانه از وقفه ۱۲) به‌ترتیب از درجه P و Q و بخش غیر فصلی نیز به‌صورت پارامترهای خود توضیحی یا میانگین متحرک از وقفه‌های غیر فصلی از درجه p و q وارد مدل می‌شوند. در این حالت برای الگوسازی رفتار سری زمانی ابتدا از فیلتر تفاضل‌گیری فصلی، یعنی به‌طور مثال در داده‌های ماهیانه تفاضل مقدار متغیر از مقدار خود در ماه مشابه سال گذشته ($[1-L^S]$)، برای ایجاد سری‌های زمانی ایستا استفاده کرد و سپس رفتار سری زمانی را

www.SID.ir

Archive of SID

توسط رهیافت باکس و جنکینز (۱۹۷۶) الگوسازی کرد. تفاضل‌گیری از این نوع به معنی پذیرش وجود تمام ریشه‌های فصلی و غیر فصلی در داده‌های مورد بررسی است. اما همیشه در اطلاعات مورد بررسی تمام ریشه‌های وجود نخواهد داشت بلکه ممکن است یک یا چند ریشه در اطلاعات وجود داشته باشد. بنابراین لازم است با توجه به آزمون‌های ارائه شده ابتدا ریشه‌های موجود در اطلاعات تشخیص داده شود، سپس بر اساس ریشه‌های موجود، تفاضل‌گیری برای ایستا کردن اطلاعات انجام شود. از این‌رو در این تحقیق از آزمون ریشه‌های واحد فصلی و غیر فصلی برای تشخیص وجود ریشه‌های فصلی استفاده کردند.

برای برآورد آب قابل استحصال از معادله تعادل آب زیرزمینی در دشت باغ‌ملک استفاده شده است.

$$\pm\Delta V = Q_P + Q_R + Q_I + Q_{Sw} + Q_{tm} + Q_{in} - Q_{OUT} - Q_{Ex} - Q_D - Q_{ET} \quad [۸]$$

در این رابطه بالا Q_P حجم آب نفوذ یافته از ریزش‌های جوی، Q_R حجم آب نفوذیافته از جریان‌های سطحی، Q_I حجم آب نفوذیافته از آبیاری زمین‌های مزروعی و باغ‌ها، Q_{Sw} حجم آب نفوذیافته از طریق پساب‌های شهری، روستایی و صنعت، Q_{tm} تغذیه از طریق سیستم تغذیه مصنوعی Q_{in} حجم جریان زیرزمینی ورودی به محدوده بیلان، Q_{OUT} حجم جریان زیرزمینی خروجی از محدوده بیلان، Q_{Ex} حجم آب تخلیه‌شده توسط چاه‌ها، چشمه‌ها و قنوات، Q_D حجم آب زهکش شده از سفره آب زیرزمینی، Q_{ET} حجم آب تبخیر شده از سفره آب زیرزمینی و $\pm\Delta V$ تغییرات حجم ذخیره شده سفره آب زیرزمینی در محدوده بیلان را نشان می‌دهند.

نتایج

با توجه به محوریت نهاده آب در مطالعه حاضر در ابتدا محاسبات مربوط به پارامترهای رابطه تعادل آب زیرزمینی در دشت باغ‌ملک ارائه می‌شود.

۱- عوامل تغذیه

الف: نفوذ مستقیم از ریزش‌های جوی Q_p

بر اساس گزارش فاریابی و همکاران با توجه به اینکه جنس رسوبات سطحی در دشت باغ‌ملک، اغلب رسوبات ریزدانه رسی و سیلتی است، انتظار می‌رود که نفوذ از بارندگی نیز زیاد نباشد (۷). میزان نفوذ از بارندگی با توجه به نتایج آزمایش استوانه مضاعف و پارامترهای دیگر بیلان، به‌طور متوسط ۲۲ درصد در نظر گرفته شده است. لذا با توجه به میزان بارندگی‌های پیش‌بینی شده می‌توان این نفوذ را برابر با ۳۶/۸۹، ۲۹/۴۷، ۴۲/۸۵، ۲۱/۹۷ و ۳۸/۰۱ میلیون متر مکعب محاسبه کرد.

ب: نفوذ از جریانات سطحی Q_R

مهم‌ترین رودخانه‌ای که با سفره آبدار دشت باغ‌ملک ارتباط هیدرولیکی دارد، رودخانه گلال است و رودخانه پادرازان ارتباط هیدرولیکی چندانی با سفره آبدار ندارد. به‌دلیل نبود اطلاعات کافی و ایستگاه آب‌سنجی در ابتدای ورود این رودخانه به دشت، مقدار آب نفوذی از این رودخانه به دشت در محاسبات بیلان مجهول در نظر گرفته شده است و در نهایت با توجه به پارامترهای دیگر مقدار آن در حدود سه میلیون متر مکعب در سال بیلان تخمین زده شده است.

ج: آب برگشتی زراعی Q_I

در محدوده بیلان حجم کل برداشت آب زراعی توسط چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق معادل ۱۶ میلیون متر مکعب (طی محاسبات انجام گرفته در بخش تعداد و تخلیه منابع آب) در سال ۱۳۹۲ براورد می‌شود. حجم آب برگشتی به سفره با توجه به بافت خاک منطقه و نوع آبیاری که عمدتاً سنتی است، ۲۵ درصد آب مصرفی محاسبه و رقم آن معادل چهار میلیون متر مکعب در سال برآورد می‌شود. برای محاسبه آب برگشتی زراعی برای سال‌های بعد، پس‌ازآنکه آب قابل استحصال برای بخش کشاورزی تعیین شد، میزان برگشتی به سفره از این منبع نیز محاسبه شده است.

د: آب برگشتی مصارف شرب و صنعت Q_{sw}

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس آمار سال ۱۳۹۲ در محدوده بیلان حجم مصارف شرب و صنعت برابر ۱/۷میلیون متر مکعب محاسبه شده است. با در نظرگیری ۲۵ درصد برگشتی این آب میزان برگشت آب شرب و صنعت برابر با ۴۲۵ هزار متر مکعب آب خواهد بود.

و: تغذیه از طریق سیستم تغذیه مصنوعی Q_{tm}

با توجه به مطالعات انجام‌شده در منطقه موردمطالعه تغذیه مصنوعی در سال‌های اخیر انجام نشده است.

هـ: جریان‌های ورودی آب زیرزمینی Q_{in}

با توجه به نقشه دشت باغ‌ملک، مهم‌ترین جریان زیرزمینی ورودی به سفره آبدار از بخش غربی منطقه صورت می‌گیرد. جریان دیگری نیز از سمت شمال غربی دشت به سفره آبدار وارد می‌شود. بر این اساس می‌توان جریان ورودی به دشت از این طریق را در حدود ۶/۱۷۷ میلیون متر مکعب در نظر گرفت.

۲- عوامل تخلیه

الف- خروجی زیرزمینی Q_{OUT}

تنها جریان خروجی زیرزمینی در مرز جنوبی دشت باغ‌ملک مشاهده می‌شود و مقدار آن در حدود ۲/۰۸ میلیون متر مکعب است.

پس از تعیین هر یک از اجزاء بیلان آبی در سال‌های مختلف، به‌منظور حفظ پایداری سفره آب زیرزمینی و با توجه به اصل برابری ورودی و خروجی آب زیرزمینی، میزان مقدار آب قابل استحصال از سفره آب زیرزمینی به‌گونه‌ای تعیین شده است که حجم تغییرات در سطح آب‌های زیرزمینی برابر با صفر باشد (جدول ۱).

همان‌گونه که اشاره شد برای تعیین مقادیر آتی متغیرها در الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی از تکنیک سری‌های زمانی استفاده شده است. در این ارتباط برای متغیرهای هزینه و قیمت محصولات با توجه به نوع اطلاعات (سالانه) از الگوهای مختلف آریما استفاده شده است. اما به‌منظور پیش‌بینی مقادیر آتی پارامترهای بیلان با توجه به نوع اطلاعات (ماهانه) از الگوهای مختلف ساریما بهره گرفته شده است. پس از تعیین این مقادیر، الگوهای برنامه‌ریزی خطی چند دوره‌ای جهت تعیین الگوی بهینه کشت در دشت باغ‌ملک در پنج دوره آتی (با توجه به سال مبنا ۱۳۹۲) طراحی شده است. در مطالعه حاضر دو هدف حداکثرسازی ارزش‌افزوده منابع آب در تولید محصولات زراعی به‌عنوان معیاری برای پایداری مصرف منابع آب منطقه و هدف حداکثرسازی ارزش حال درآمدهای ناخالص به‌عنوان یکی از اهداف اصلی زارعین برای تدوین الگوی بهینه کشت مدنظر قرار گرفته است. جدول (۲) سطح زیر کشت محصولات مختلف را در افق برنامه‌ریزی پنج‌ساله با در نظرگیری دو هدف ذکر شده نشان می‌دهد. در این الگو نرخ سود بانکی ۱۲ درصد و راندمان آبیاری با فرض استفاده از روش سنتی آبیاری ۴۰ درصد در نظر گرفته شده است. نتایج این جدول حاکی از یک ترکیب ثابت کشت برای دوره مورد مطالعه از سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ تا دوره ۱۳۹۷-۱۳۹۶ برای هر دو الگوی هدف مورد نظر است. ترکیب ثابت در دوره پنج‌ساله شامل محصولاتی مانند گندم، جو، سیب‌زمینی، ذرت دانه‌ای، یونجه و شلتوک است. در الگوی حداکثرسازی ارزش‌افزوده آب، محصولات سیب‌زمینی و یونجه در تمام دوره‌ها به اندازه مقدار خودمصرفی در منطقه وارد الگوی بهینه می‌شوند. همچنین این جدول، ترکیب ثابت الگوی کشت در دوره پنج‌ساله را نشان می‌دهد. در الگویی که هدف پایداری منابع آب است محصولاتی با نیاز آبی زیاد، یا فقط در حد میزان خود مصرفی (سیب‌زمینی و یونجه) وارد الگو می‌شوند یا از سطح زیر کشت آنها مانند شلتوک به‌شدت کاسته می‌شود. مطالعه محصولات وارد شده در الگو نشان می‌دهد که نوساناتی در حد ۷۰۰ هکتاری در سطح زیر کشت محصول گندم و ۱۷۰هکتاری در سطح زیر کشت محصول جو در مقایسه دو الگو وجود دارد. همچنین در کل دوره در مورد محصول گندم نوسان ۴۰۰ هکتاری در الگوی حداکثرسازی سود و ۲۰۰ هکتاری در الگوی حداکثرسازی ارزش‌افزوده دیده می‌شود. در مورد محصول جو در الگوی حداکثرسازی سود این اختلاف چهار هکتاری و در الگوی حداکثرسازی ارزش‌افزوده ۳۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. ارقام بیلان آب زیرزمینی دشت باغ‌ملک در دوره آتی (میلیون متر مکعب)

سال	ورودی برحسب میلیون متر مکعب تخلیه برحسب میلیون متر مکعب								خروجی برحسب میلیون متر مکعب		
	نفوذ مستقیم بارندگی	نفوذ از جریانات سطح	آب برگشتی زراعی	نفوذ از تغذیه مصنوعی	آب برگشتی شرب و صنعت	جریان ورودی زیرزمینی	جمع	آب قابل برداشت	جریان خروجی زیرزمینی	جمع
۱۳۹۳	۳۶/۸۹	۳	۴	۰	۰/۴۲۵	۶/۱۷	۵۰/۴۸	۴۸/۴	۲/۰۸	۵۰/۴۸
۱۳۹۴	۲۹/۴۷	۳	۱۰/۸	۰	۱/۲۱	۶/۱۷	۵۰/۶۵	۴۸/۵	۲/۰۸	۵۰/۶۵
۱۳۹۵	۴۲/۸۵	۳	۱۰/۹	۰	۱/۲۱	۶/۱۷	۶۴/۱۳	۶۲/۰۵	۲/۰۸	۶۴/۱۳
۱۳۹۶	۲۱/۹۷	۳	۱۴/۲	۰	۱/۵۵	۶/۱۷	۴۶/۸۹	۴۴/۸۱	۲/۰۸	۴۶/۸۹
۱۳۹۷	۳۸/۰۱	۳	۱۰/۰۸	۰	۱/۱۲	۶/۱۷	۵۸/۳۸	۵۶/۳	۲/۰۸	۵۸/۳۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲. الگوی بهینه کشت با اهداف حداکثرسازی ارزش افزوده آب و سود ناخالص در هکتار (نرخ سود بانکی ۱۲ درصد و راندمان آبیاری ۴۰ درصد) – هکتار

	۱۳۹۲–۱۳۹۳		۱۳۹۳–۱۳۹۴		۱۳۹۴–۱۳۹۵		۱۳۹۵–۱۳۹۶		۱۳۹۶–۱۳۹۷	
	حداکثرسازی ارزش افزوده	حداکثرسازی درآمدناخالص	حداکثرسازی ارزش افزوده	حداکثرسازی درآمدناخالص	حداکثرسازی ارزش افزوده	حداکثرسازی درآمدناخالص	حداکثرسازی ارزش افزوده	حداکثرسازی درآمد ناخالص	حداکثرسازی ارزش افزوده	حداکثرسازی درآمد ناخالص
سطح زیر کشت										
گندم	۱۵۰۰	۸۲۰	۱۵۰۰	۸۲۰	۱۷۰۰	۱۰۲۰	۱۵۰۰	۸۲۰	۱۷۰۰	۱۰۲۰
جو آبی	۲۰۰	۳۴	۲۰۰	۳۴	۲۳۰	۳۸	۲۰۰	۳۴	۲۳۰	۳۸
سیب‌زمینی	۲۰	۷۰	۲۰	۷۰	۶۰	۱۲۰	۲۰	۷۰	۶۰	۱۲۰
ذرت	۲۳۰	۸۰	۲۳۰	۸۰	۱۳۴	۹۵	۲۳۰	۸۰	۱۳۴	۹۵
شلغوک	۸۰۰	۹۲۰	۸۰۰	۹۲۰	۸۵۰	۱۰۴۰	۸۰۰	۹۲۰	۸۵۰	۱۰۴۰
یونجه	۴۹	۳۰۰	۴۹	۳۰۰	۴۹	۵۰۰	۴۹	۳۰۰	۴۹	۵۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

هکتاری است. نکته قابل‌توجه مشابه بودن الگوهای استخراجی برای سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۲ و ۱۳۹۴-۱۳۹۳ و ۱۳۹۶-۱۳۹۵ از یک‌سو و مشابه بودن الگوهای سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۴ و ۱۳۹۷-۱۳۹۶ است. علت اصلی این پدیده نزدیک بودن آب قابل برداشت در این سال‌ها است. این بدین معنی است که در منطقه مورد مطالعه آب یکی از مهم‌ترین نهاده‌هایی است که میزان سطح زیر کشت محصولات را تعیین می‌کند.

درآمدهای برگشتی به منابع آبی (حاصل جمع ارزش‌افزوده آب در محصولات واردشده در الگو) منطقه بر اساس الگوی حداکثرسازی ارزش‌افزوده آب در حدود ۱۰۱۲ میلیون ریال براورد شده است. گرچه این میزان درآمد شامل سود تعلق گرفته به فعالیت کشاورزی در منطقه نیز است (در ادامه برای محاسبه ارزش واقعی منابع آب مورد استفاده از قیمت سایه‌ای آب استفاده خواهد شد). همچنین درآمد ناخالص الگوی (حاصل‌ضرب درآمد ناخالص هر هکتار محصول در مقدار محصول) فوق در کل دوره مورد بررسی بالغ بر ۲۰۹۸ میلیون ریال است. اما در الگوی حداکثرسازی درآمد ناخالص مجموع درآمدها برگشتی به منابع آب حدود ۹۸۸ میلیون ریال است که کاهش چهار درصدی را نشان می‌دهد اما مجموع درآمدهای منطقه در حدود ۲۳۰۸ میلیون ریال است که افزایش ۱۰ درصدی را نسبت به حالت حداکثرسازی ارزش‌افزوده آب نشان می‌دهد. نکته قابل توجه دیگر تفاوت در تفسیر قیمت‌های سایه‌ای با توجه به نوع تابع هدف در نظر گرفته شده است. به‌عبارت دیگر مفهوم قیمت سایه‌ای نهاده‌های تولید در الگوی حداکثرسازی ارزش‌افزوده منابع آب نسبت به الگوی حداکثرسازی درآمد ناخالص متفاوت است. قیمت‌های سایه‌ای حاصل‌شده در الگو حداکثر کننده ارزش‌افزوده منابع آب، تغییر در ارزش حال درآمدهای حاصل شده برای منابع آبی را در اثر افزایش یک واحدی در منبع مورد نظر، نشان می‌دهد. اما آنچه در ادبیات موضوع تحت عنوان قیمت سایه‌ای مطرح است بیشتر مربوط به الگوی حداکثرسازی درآمد ناخالص است که تغییر در درآمد ناخالص هر هکتار از محصولات را به ازای افزایش یک واحدی در منبع بیان می‌کند. متوسط قیمت سایه‌ای هر متر مکعب آب در الگوی حداکثرسازی درآمد ناخالص برابر با ۱۵۸۰ ریال و در الگوی حداکثرسازی ارزش‌افزوده برابر با ۲۳۵۰ ریال حاصل شده است. واضح است که ارزش حاصله برای هر متر مکعب آب در الگوی حداکثرکننده ارزش‌افزوده آب بیش از الگوی حداکثرکننده سود ناخالص است. مقایسه این قیمت‌ها با آنچه به‌عنوان قیمت آب در حال حاضر از سوی کشاورزان پرداخت می‌شود، تفاوت قابل توجه بین ارزش واقعی آب و پرداختی زارعین را نشان می‌دهد. این همان مشکلی است که از سوی کارشناسان مختلف به‌عنوان یکی از مشکلات منابع آب در بخش کشاورزی عنوان شده است. در جدول (۳) نتایج الگو با فرض راندمان ۷۵ درصد حاصل شده است.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در حالت افزایش راندمان آبیاری به‌میزان ۷۵ درصد سطح زیر کشت تمامی محصولات بین ۵ الی ۲۰ درصد افزایش یافته است. این امر تأکیدی است بر کمبود منابع آبی در منطقه دشت باغ‌ملک. به‌عبارت دیگر تحقیق حاضر نشان می‌دهد با استفاده از روش‌های نوین آبیاری ازجمله آبیاری قطره‌ای به‌جای آبیاری ثقلی و افزایش راندمان آب، مقدار قابل‌دسترس از این نهاده افزایش یافته و امکان توسعه سطح زیرکشت در منطقه مورد مطالعه وجود خواهد شد.

مجموع درآمدهای برگشتی به منابع آبی منطقه بر اساس الگوی حداکثرسازی ارزش‌افزوده آب در منطقه حدود ۱۳۱۵ میلیون ریال براورد شده است. همچنین درآمد ناخالص الگوی فوق در کل دوره مورد بررسی بالغ بر ۲۴۳۱ میلیون ریال است. اما در الگوی حداکثرسازی درآمد ناخالص مجموع درآمدها برگشتی به منابع آب حدود ۱۰۵۰ میلیون ریال است که کاهش چهار درصدی را نشان می‌دهد. اما مجموع درآمدهای منطقه در حدود ۳۰۰۲ میلیون ریال است. در تمامی سناریوها نسبت به زمانی که راندمان ۴۰ درصد در نظر گرفته شده بود، برگشتی به منابع آب و درآمد ناخالص افزایش یافته است. در این حالت نیز، همانند الگوهایی که راندمان آبیاری ۴۰ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. ترکیب الگوی بهینه کشت با اهداف حداکثرسازی ارزش افزوده‌آب و سود ناخالص در هکتار (نرخ سود بانکی ۱۲ درصد و راندمان آبیاری ۷۵ درصد)

نام محصول	۱۳۹۲-۱۳۹۳		۱۳۹۳-۱۳۹۴		۱۳۹۴-۱۳۹۵		۱۳۹۵-۱۳۹۶		۱۳۹۶-۱۳۹۷	
	سطح زیرکشت		هزینه کاهش‌یافته		سطح زیرکشت		هزینه کاهش‌یافته		سطح زیرکشت	
	حداکثرسازی درآمد ناخالص	حداکثرسازی ارزش افزوده	حداکثرسازی درآمد ناخالص	حداکثرسازی ارزش افزوده	حداکثرسازی درآمد ناخالص	حداکثرسازی ارزش افزوده	حداکثرسازی درآمد ناخالص	حداکثرسازی ارزش افزوده	حداکثرسازی درآمد ناخالص	حداکثرسازی ارزش افزوده
گندم	۹۰۰	۱۷۰۰	۹۰۰	۱۷۰۰	۱۳۲۰	۱۸۷۰	۹۰۰	۱۷۰۰	۱۳۲۰	۱۸۷۰
جو آبی	۴۳	۲۳۳	۴۳	۲۳۳	۵۵	۳۴۰	۴۳	۲۳۳	۵۵	۳۴۰
سیب‌زمینی	۱۱۰	۴۰	۱۱۰	۴۰	۱۲۰	۷۰	۱۱۰	۴۰	۱۲۰	۷۰
ذرت	۹۴	۲۷۰	۹۴	۲۷۰	۱۰۰	۳۱۰	۹۴	۲۷۰	۱۰۰	۳۱۰
شلتوک	۱۰۳۰	۸۸۰	۱۰۳۰	۸۸۰	۱۱۶۰	۹۵۰	۱۰۳۰	۸۸۰	۱۱۶۰	۹۵۰
یونجه	۴۵۰	۸۰	۴۵۰	۸۰	۶۰۰	۹۵	۴۵۰	۸۰	۶۰۰	۹۵

www.SID.ir

Archive of SID

در نظر گرفته شده بود، مهم‌ترین عامل تولید، نهاده آب محسوب می‌شود. به‌عبارت دیگر گرچه استفاده از روش‌های نوین آبیاری توانسته است محدودیت آب را برای سطح زیرکشت فعلی رفع کند، اما افزایش سطح زیرکشت سالانه موجب ایجاد محدودیت در استفاده از این منبع تولیدی می‌شود. متوسط قیمت سایه‌ای حاصل شده برای نهاده آب در الگوی ارزش‌افزوده برابر با ۱۸۷۸ ریال و در الگوی حداکثرسازی سود ناخالص برابر با ۲۶۹۰ ریال است. ملاحظه می‌شود که در این الگو نیز همانند الگوهای پیشین قیمت سایه‌ای حاصل‌شده در الگوی ارزش‌افزوده بیش از الگوهای حداکثر کننده سود است.

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌گونه که اشاره شد با توجه به بروز خشکسالی‌های اخیر و وجود بحران آب در کشور این تحقیق با توجه خاص به این مشکل در بخش کشاورزی و با هدف طراحی یک الگوی کشت بهینه با در نظرگیری پایداری منابع آب زیرزمینی طراحی شده است. با توجه به اهمیت استان خوزستان در بخش کشاورزی کشور، دشت باغ‌ملک در این استان به‌عنوان منطقه انتخاب شده است. بررسی سطح بارش در این منطقه نشان می‌دهد، در یک دوره ۲۰ ساله نوسانات زیادی در سطح بارش در این منطقه مشاهده شده است که میانگین بلندمدت آن از یک‌روند نزولی برخوردار است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد نهاده آب به‌عنوان محدودکننده‌ترین عامل تولید، در بخش کشاورزی منطقه مطرح است. بنابراین همان‌گونه که مشاهده شد استفاده از روش‌های آبیاری مدرن می‌تواند ظرفیت تولیدات زراعی منطقه را تا دو برابر افزایش دهد. همچنین در تمامی الگوها قیمت سایه‌ای مثبت برای این نهاده حاصل شده است. بنابراین انجام هرگونه اقدام در جهت استفاده بهینه و مناسب از این نهاده، گامی برای افزایش توان تولیدی کشاورزان و بهبود وضعیت درآمدی آنان است. نتیجه‌ای که در مطالعات جمله بریم نژاد و یزدانی (۳)، خلیلیان و زارع مهرجردی (۵)، قدمی فیروزآبادی و سیدان (۶)، بخشوده و باغستانی (۲)، امینی فسخودی و نوری (۱)، فریجا و همکاران (۱۷)، کایی و همکاران (۱۳)، به آن اشاره شده است (۳، ۵، ۶، ۲، ۱، ۱۷ و ۱۳) از سویی نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از روش‌های نوین آبیاری در الگوها با اهداف مختلف علاوه‌بر اینکه ارزش حال درآمدهای برگشتی به منابع آب را که به‌عنوان شاخص پایداری مدنظر قرار گرفته است را بیشتر می‌کند موجب افزایش ارزش حال درآمد ناخالص زارعین نیز می‌شود. این امر در مطالعاتی همچون بریم نژاد و شریفات (۳)، ترکمانی و جعفری (۴)، قدمی فیروزآبادی و سیدان (۶) مورد تأیید قرارگرفته است (۱۱). همان‌گونه که ملاحظه می‌شود قیمت سایه‌ای آب که بهترین ملاک برای پی بردن به میزان کمیابی این نهاده در منطقه است در تمامی الگوها بیشتر از قیمت پرداختی کشاورزان منطقه (که در حال حاضر سه درصد ارزش محصول است) است. بنابراین مطابق با مطالعاتی مانند نیکوم و همکاران (۱۹)، فریجا و همکاران (۱۷) و مظفری (۹) قیمت پرداختی از سوی کشاورزان منطقه در حال حاضر فقط بخش کوچکی از ارزش واقعی این نهاده در منطقه است (۹، ۱۷ و ۱۹). بنابراین پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزان جهاد کشاورزی و وزارت نیرو با اتخاذ سیاست‌هایی، قیمت پرداختی کشاورزان را به ارزش واقعی آب نزدیک کنند. بدیهی است با افزایش قیمت این نهاده و افزایش سهم آن در هزینه‌های تولید، کشاورزان دقتی بیشتری در تقاضای خود کرده و بهینه‌سازی مصرف را مدنظر قرار خواهند داد. با توجه به متفاوت بودن الگوی بهینه کشت با الگوی فعلی در منطقه، پیشنهاد می‌شود مسئولین جهاد کشاورزی منطقه در زمان حمایت از کشاورزان این الگوی بهینه کشت را مدنظر قرار داده و سیاست‌های حمایتی خود را به‌گونه‌ای تنظیم کنند که الگوی کشت فعلی به سمت الگوی کشت بهینه با ملاحظات بین نسلی سوق یابد. مقاله حاضر برگرفته از طرح پژوهشی است که با حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر در دشت باغ‌ملک اجرا شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

۱. امینی فسخودی، ع. و ه. نوری زمان‌آبادی. ۱۳۹۰. ارزیابی پایداری و تعیین الگوی کشت سیستم‌های زراعی بر اساس بهینه‌سازی بهره‌برداری از منابع آب‌وخاک با استفاده از الگوهای غیرخطی برنامه‌ریزی ریاضی، *مجله علوم آب‌وخاک* ۱۵(۵۵): ۱۰۹-۹۹.

۲. بخشوده، م. و م. باغستانی. ۱۳۸۷. پایداری منابع آب و الگوی بهینه کشت در ایران کاربرد برنامه‌ریزی کسری، *فصلنامه اقتصاد مالی و توسعه* ۲(۴): ۱۳۴-۱۲۱.

۳. بریم‌نژاد، و. و س. یزدانی. ۱۳۸۳. تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری، مطالعه موردی استان کرمان، *مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی* ۶۳ : ۱۶-۲.

۴. ترکمانی، ج. و م. جعفری. ۱۳۷۹. تأثیر توسعه سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار بر تقاضای نیروی کار کشاورزی- کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی چند دوره‌ای، *اقتصاد کشاورزی و توسعه* ۸(۲۹): ۱۳-۲۷.

۵. خلیلیان، ص. و م. زارع مهرجردی. ۱۳۸۴. ارزش‌گذاری آب‌های زیرزمینی در بهره‌برداری‌های کشاورزی مطالعه موردی گندم کاران شهرستان کرمان. *اقتصاد کشاورزی و توسعه* ۷(۱۳): ۱۴-۱.

۶. قدمی‌فیروزآبادی، ع. و س. سیدان. ۱۳۸۵. انتخاب مناسب‌ترین سیستم آبیاری با استفاده از برنامه‌ریزی توافقی مطالعه موردی در استان همدان، *پژوهش و سازندگی (در زراعت و باغبانی)* ۷۳(۱): ۱۸۳-۱۷۷.

۷. فاریابی، م. ، ن. کلانتری.، م. چیت‌سازان و م. رحیمی. ۱۳۸۷. بیلان آب زیرزمینی به‌عنوان ابزاری برای مدیریت منابع آب، مطالعه موردی دشت باغ‌ملک، استان خوزستان، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران. تبریز ۳۷۶-۳۶۷.

۸. کهنسال، م. و س. همراز. ۱۳۸۷. مدیریت خشک‌سالی در بخش کشاورزی با بهره‌گیری از الگوی کشت بهینه مبتنی بر منطق فازی مطالعه موردی دشت تایباد، اولین کنفرانس بین‌المللی بحران آب، پژوهشکده تالاب بین‌المللی هامون. زابل ۳۴-۱۱.

۹. مظفری، م. ۱۳۹۵. مدیریت تقاضای آب آبیاری در دشت اردلان با تأکید بر سیاست قیمت‌گذاری، *نشریه حفاظت منابع آب و خاک* ۵(۴): ۶۸-۴۷.

۱۰. منتظر، ع. و م. لطفی. ۱۳۸۸. توسعه و کاربرد مدل برنامه‌ریزی الگوی بهینه کشت و تخصیص منابع آب شبکه‌های آبیاری، دوازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی، تهران. ۲۰۷-۲۰۶.

11. Borimnejad, V. and M. Sharifat. 2012. Water resource ssustainable allocation: case study; Alborzprovince, Iran, *Advances in Environmental Biology* 6(2): 912-915.
12. Caballero, R. and M. Hernandez. 2010. Resolution of the linear fractional goal programming problem. *Revista Electronica de Comunicaciones Trabajos de ASEPUMA* 11(1): 27-40.
13. Cai, X., C. Ringler and J. Yun. 2008. Substitution between water and other agricultural inputs: Implications for water conservation in a river basin context. *Ecological Economic* 66(1): 38-50.
14. Conrad, J. N. 1999. Resource Econmics. Cambridge University. UK.
15. Cortignani, R. and S. Severini. 2009. Modeling farm-level adoption deficit irrigation using positive mathematical programming. *Agricultural Water Management* 96(1): 1785-1791.
16. Daneshvar, M., N. Sahnoushi and F. Salehi Reza Abadi. 2009. The determination of optimal crop pattern with aim of reduction in hazards of environmental. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 4(4): 305- 310.
17. Frija, A., A. Wossink, J. Buysse, S. Speelman and G. Van Huylenbroeck. 2011. Irrigation pricing policies and its impact on agricultural inputs demand in Tunisia: ADE A-Dased methodology. *Journal of Environmental Management* 92: 2109-2118.
18. McCarl, B. and T. H. Spreen. 1997. Applied mathematical programming using algebraic systems. *Agricultural Economics Texas A&M University* 35-80.
19. Nickum, J. E. and C. Ogura. 2010. Agricultural Water Pricing: Japan and Korea, OECD consultant report available online at: www.oedc.org/water.
20. Pearce, D. W. and R. K. Turner. 1999. Economics of Natural Resources and Environment. Harvester Wheatsheaf, London.
21. Talah, S.,S. Segarra and J. Johaonson. 2001. Technology adoption in agriculture: implications for ground water conservation in the Texas high plains. *Resources Conservation and Recycling* 32(2): 147-156.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)
Vol. 22, No. 4, Winter 2019, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Consideration Intergenerational Sustainability in Use of Agriculture`s Water Resources

M. Aghapour Sabbaghi[1*]

(Received: December 12-2016 ; Accepted: December 10-2017)

Abstract

With regard to the crisis of water resources in the country, overdraft of groundwater resources has caused undesirable situation for most of the plains. On the one hand it is necessary for the stability of the resources are constantly using these resources, future generations need to be considered. In this regard, in this study make a cropping pattern with aims to develop a sustainable supply of groundwater resources in the Baghmalek plain has been considered. In this study, time series variables technique are used for predicting future values of variables. Also, the dynamic programming model, is used to determine the cultural pattern. Information needed for this research in two ways questionnaire and the use of statistics resource of agri-jahad and Khuzestan province`s water and power organization in 2013, has been collected. The results show that water input is considering as a limited production factor in the agricultural sector of the region. In addition, using of above pattern, will make fundamental changes in the region`s cropping pattern. The use of modern irrigation methods can increase the agricultural production capacity to double size. The main proposed of study is choosing the patterns that consider intergenerational sustainability about scares inputs such as water.

Keywords: Groundwater Resources, Stability, Dynamic Programming, Baghmalek

1. Department of Agricultural Management, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran.
*: Corresponding Author, Email: aghapour2000@yahoo.com

www.SID.ir