

الگوی بهینه و پایدار مصرف منابع آب در بخش کشاورزی (مطالعه موردی: دشت کبودرآهنگ همدان)

محمد آقاپورصباغی^{۱*}، سعید یزدانی^۲، حبیب الله سلامی^۳ و غلامرضا ییکانی^۴
۱، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، ۲، ۳، ۴، اساتید و دانشیار گروه
اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۶ - تاریخ تصویب: ۸۹/۱۰/۲۹)

چکیده

نگاهی به گذشته نشان می‌دهد که مشکل کم‌آبی همواره در کشور ایران وجود داشته و این مسئله مربوط به نسل یا دوره‌ای خاص نمی‌باشد. لذا، توجه به مصرف بهینه از منابع و حرکت در راستای بهره‌برداری پایدار از منابع موجود، ضروری است. در این تحقیق تاثیرات دو هدف تامین پایداری مصرف منابع آب و بهینه سازی مصرف بین دوره‌ای این منبع بر الگوی کشت زارعین با استفاده از یک الگوی برنامه‌ریزی ریاضی چند دوره ای برای ۵ دوره آبی برای دشت کبودرآهنگ همدان استخراج گردیده است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از روش‌های مدرن آبیاری در منطقه تا حد زیادی می‌تواند مشکل کمبود منابع آبی را حل نموده و آب لازم در جهت کشت زمین‌های آبی منطقه را فراهم نماید. همچنین نتایج نشان داد که کاربرد روش‌های نوین آبیاری ارزش حال درآمدها و برگشتی به منابع آب را در تمام الگوها افزایش خواهد داد. ضمن آنکه، محدودکننده‌ترین عامل تولیدی در منطقه مورد مطالعه منابع آبی بوده و ارزش این نهاده در الگوهای حداکثر سازی ارزش افزوده همواره بیشتر از الگوهای حداکثر سازی درآمد ناخالص می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پایداری، مصرف بهینه، آب، کبودرآهنگ

مقدمه

سطحی و زیرزمینی در ابعاد سازه ای و مدیریتی مورد توجه بوده است (Khaledi & Aleyasin, 2000). لذا، به نظر می‌رسد محدودیت منابع آبی را باید به عنوان یک مسئله پویا و مرتبط با مسئله پایداری منابع آبی در نظر گرفت. از این رو، در بهینه سازی مصرف منابع محدود، باید پایداری این منابع را برای نسل‌های آتی را نیز در نظر گرفت. این مسئله در بخش کشاورزی به عنوان مهمترین بخش مصرف کننده منابع آبی کشور اهمیت بیشتری دارد. اما در زمینه پایداری منابع آبی از

وجود سه مشکل کمبود بارش سالانه، بالا بودن میزان تیخیر و تعرق و پراکندگی نامناسب بارندگی باعث شده است که محدودیت منابع آبی به یکی از بزرگترین مشکلات کشور تبدیل شود. همچنین نگاهی به گذشته نشان می‌دهد که این مشکل مربوط به نسل یا دوره‌ای خاص نمی‌شود و برای تعدیل مشکلات ناشی از محدودیت منابع آب، ابتکارات و ابداعات متنوعی در طول تاریخ کهن ایران در زمینه بهره برداری از منابع آب

شده است. تحقیق حاضر در دشت کبودر آهنگ همدان که به عنوان یکی از دشت‌های ممنوعه کشور می‌باشد، انجام شده است.

مواد و روش‌ها

بر اساس مبانی نظری، مصرف کننده میزان استفاده خود از یک منبع را به گونه‌ای تعیین می‌کند که مطلوبیت حاصله از مصرف آن در حال و آینده حداکثر گردد و آنچه تمایز بین مطلوبیت دو زمان را مشخص میکند نرخ ارجحیت زمانی ρ است. حال اگر فرض کنیم میزان دارایی یا ثروتی که فرد در ابتدا و در زمان t در اختیار دارد و همچنین درآمد ناشی از کار فرد در زمان t به ترتیب برابر $A(0)$ ، $A(t)$ و $L(t)$ باشد، می‌توان در بحث بهینه سازی چند دوره ای قید بودجه را به صورت زیر تعریف کرد (Varyan, 1999):

$$A(t+1) = R(t)[A(t) + L(t) - C(t)] \quad (1)$$

در رابطه فوق $R(t) = 1 + r_t$ است که r_t بیانگر نرخ سود در زمان t می‌باشد. در این حالت مسئله، انتخاب $C(t)$ به گونه ای است که مطلوبیت حاصل از مصرف حداکثر گردد. پس از به حداکثر رساندن تابع بالا و حل معادلات ریاضی می‌توان شرط تخصیص منبع را به صورت زیر استخراج نمود:

$$\frac{Mu(t)}{Mu(t+1)} = \frac{1+r}{1+\rho} \quad (2)$$

$$\beta = \left(\frac{1}{1+\rho} \right) \Rightarrow \quad (3)$$

$$Mu(t) = \beta \cdot Mu(t+1) \cdot R(t)$$

در رابطه فوق Mu بیانگر مطلوبیت نهایی مصرف می‌باشد. عبارت بالا به این معنی است که شرط حداکثر سازی مطلوبیت برای مصرف در زمانهای t و $t+1$ زمانی محقق خواهد شد که هزینه عدم مصرف یک واحد کالا در زمان حال با منفعت حاصل از مصرف آن واحد کالا در آینده برابر باشد. اگر قید بودجه برای فرد در

معیارها و تعاریف مختلفی استفاده شده است. Ximing et al. (2003) پایداری منابع آب را محدود به جنبه‌های کیفی آن می‌دانند. در این مطالعات فعالیت‌هایی در راستای پایداری منابع طبقه بندی می‌شوند که موجب کاهش کیفیت منابع نشوند. برخی از محققین معتقد هستند که استفاده پایدار از منابع آب مستلزم آن است که قیمت این منابع نه تنها هزینه عرضه بلکه هزینه های فرصت و هزینه جانبی و زیست محیطی را نیز شامل شود. بر این اساس در برخی از مطالعات،

به منظور بهینه سازی مصرف آب از شاخص قیمتی به عنوان معیار پایداری استفاده شده است (Keramatzadeh & Chizari, 2006). بسیاری از اقتصاددانان بهره‌وری نهاده‌های تولید را به عنوان شاخص پایداری معرفی می‌کنند (Rohani, 2005). در مطالعاتی مانند Bazzani (2005)، Laxmi (2006) با استفاده از روش برنامه ریزی ریاضی برای تحلیل پایداری منابع آب شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی مورد استفاده شده است. برخی از محققان به منظور انتخاب الگوی بهینه در جایی که اهداف متضاد ممکن است مدنظر سیاست‌گزاران باشد از تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده کرده‌اند (Chizari & Gadimi, 2001). اما مشکل عمده این مطالعات به عنوان یک مطالعه پویا، عدم توجه به عامل زمان است. بدین معنی که بجای اینکه مسئله بهینه یابی یک دوره خاص را مورد ارزیابی قرار بگیرد، باید ترجیحات مصرف بین نسلی در مباحث مربوط به پایداری در نظر گرفته شود. به نظر می‌رسد این نوع نگرش در مورد بهینه یابی مصرف آب بهتر می‌تواند بیانگر مفهوم پایداری در مصرف باشد. لذا، در تحقیق حاضر به عنوان یک مطالعه موردی به ارزیابی الگوی بهره برداری بهینه و پایدار از منابع آبی پرداخته شده است. این الگو باید بتواند اولاً یک تخصیص بهینه اقتصادی بین دوره‌ای، برای مصرف منابع آبی ارائه دهد. ثانیاً این تخصیص اقتصادی با قید حفظ منبع به عنوان یک ثروت انجام شود. با توجه به اهداف مطالعه سعی

می‌باشد. این حداکثر سازی با توجه به محدودیت‌های مدل برنامه‌ریزی ریاضی، بویژه محدودیت برداشت از منابع آبی در طی یک دوره ۵ ساله (۸۸-۱۳۸۷ تا ۹۲-۱۳۹۱) انجام می‌شود. برای این منظور می‌توان از روش برنامه‌ریزی ریاضی به صورت زیر استفاده کرد:

$$\begin{aligned} \text{Max } S &= \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} \text{Add}_{iwt} = \\ & \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} \left[\left(\sum_{i=1}^I P_{it} Y_{it} - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J P_{jt} X_{ijt} \right) \right] \\ & \sum_{i=1}^I A_{it} \leq TA_t \quad (۶) \\ & \sum_{i=1}^I GW_{it} \leq W_t \\ & \sum_{i=1}^I X_{ij} \leq X_J \end{aligned}$$

در رابطه بالا Add_{iwt} ارزش افزوده هر مترمکعب آب در تولید محصول i ام در سال t ام، X_{ij} مقدار نهاده (بجز نهاده آب) j ام است که در تولید محصول i ام در سال t بکار برده می‌شود، Y_{it} بیانگر میزان تولید محصول i ام در سال t ام، TA_t بیانگر کل سطح قابل کشت در منطقه و GW_{it} میزان آب‌های زیرزمینی برای تولید محصول i ام در زمان t را نشان می‌دهد. W_t بیانگر میزان کل آب قابل بهره‌برداری در منطقه با توجه به حفظ پایداری منابع آبی در زمان t می‌باشد. محدودیت سوم نیز بیانگر محدودیت‌های سایر منابع تولید در منطقه می‌باشد. به منظور ساخت الگوهای برنامه‌ریزی خطی و انجام پیش‌بینی‌های لازم در مدل نیاز به آمار و اطلاعاتی در مورد، قیمت و مقدار انواع نهاده‌های مصرفی مقدار و قیمت محصولات تولیدی و سطح زیرکشت آنها، روشهای آبیاری مورد استفاده در منطقه و اطلاعات در مورد منابع آبی منطقه بویژه چاه‌های مورد استفاده، منطقه بود. که این نوع اطلاعات با استفاده از طراحی پرسشنامه و نمونه‌گیری طبقه بندی تصادفی (به علت تفاوت در روش آبیاری مناطق مختلف دشت مورد مطالعه) از مناطق روستایی در قسمت مرکزی کیودرآهنگ و همچنین آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی استان همدان جمع‌آوری شده

رابطه (۱) بازنویسی شود، برای پس از حل مسئله حداکثرسازی، با توجه به اینکه طول دوره برابر T در نظر گرفته شده بود لذا ارزش $A(T+1)$ در دوره T برابر صفر خواهد بود. در نهایت رابطه زیر برای فردی که می‌خواهد برای دوره محدود T برنامه‌ریزی نماید، بصورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned} \sum_{S=0}^T R^{-S} C(S) &= A(0) + \sum_{S=0}^T R^{-S} L(S) \quad (۴) \\ \text{در عبارت بالا } \sum_{S=0}^T R^{-S} C(S) &\text{ بیانگر ارزش حال مصرف در طول زمان } T, A(0) \text{ بیانگر میزان دارایی اولیه و} \\ \sum_{S=0}^T R^{-S} L(S) &\text{ بیانگر ارزش حال درآمد کسب شده در طول زمان } T \text{ می‌باشد. اما چنانچه فرد به دوره‌ای نامحدود بیندیشد، خواهیم داشت (Dobson et al., 1995):} \end{aligned}$$

$$C(S) = \frac{r}{1+r} \left[A(S) + \sum_{s=0}^1 \frac{1}{(1+r)^s} L(S) \right] \quad (۵)$$

عبارت داخل کروشه بیانگر درآمد فرد است که زمانی که در r ضرب می‌شود ارزش بهره‌ای درآمد را نشان می‌دهد و زمانی که بر $\frac{1}{1+r}$ تقسیم می‌کنیم ارزش حال را نشان خواهد داد. بنابراین، مشاهده می‌شود که مصرف هر دوره تابعی از درآمد حاصل از ثروت در آن دوره است. به عبارت دیگر، فردی که برای دوره‌های بعد خود برنامه‌ریزی می‌کند، هرگز اصل ثروتش را مصرف نمی‌کند. بلکه مصرفش را بر اساس درآمد حاصل از آن ثروت برنامه‌ریزی خواهد کرد. بنابراین مشخص می‌شود که در صورتی که بخواهیم مصارف منابع اقتصادی مورد نظر را در طول زمان بصورت بهینه مورد بهره‌برداری قرار دهیم، حداکثر سازی ارزش حال منافع خالص این منابع در طول دوره مورد بررسی، تنها شرطی است که می‌تواند این امر را محقق سازد. بنابراین مسئله بهینه‌یابی مصرف منابع آب با قید پایداری منابع مورد استفاده در قالب یک مسئله برنامه‌ریزی ریاضی چند دوره‌ای قابل بررسی خواهد بود. در این مسئله برنامه‌ریزی، حداکثرسازی ارزش حال ارزش افزوده آب، در تولید محصولات زراعی مختلف به عنوان تابع هدف مدنظر

هیدرولوژیکی منطقه هر یک از پارامترهای بیلان برای دوره مورد نظر پیش‌بینی شده‌اند. به منظور بررسی حساسیت نتایج الگو به میزان نرخ سود بانکی، در مطالعه حاضر از دو نرخ سود بانکی ۱۵ و ۱۰ درصد استفاده شده است. در مطالعات مختلفی از جمله Khalyliyan & Firozabadi, 2006; (Seyedan & Gadami Zare Mehjadi, 2005) نشان داده شده است که استفاده از روش‌های نوین آبیاری می‌تواند به کاهش تقاضای آب در بخش کشاورزی منجر شود. لذا در این مطالعه از راندمان‌های مختلف به منظور بررسی میزان تاثیرگذاری روش آبیاری بر میزان مصرف منابع آبی استفاده شده است. همانند برخی مطالعات از جمله (Hosianzad & Salami, 1999; Borymnejad, 2004) در مطالعه حاضر دو هدف حداکثرسازی ارزش افزوده منابع آب در تولید محصولات زراعی به عنوان معیاری در جهت پایداری مصرف منابع آب منطقه و هدف حداکثرسازی ارزش حال درآمدهای ناخالص به عنوان یکی از اهداف اصلی زارعین در جهت تدوین الگوی بهینه کشت مدنظر قرار گرفته است.

است. تعداد افراد در جامعه مورد مطالعه در حدود ۱۵ هزار نفر و کل نمونه در تحقیق حاضر برابر با ۲۰۰ نفر تعیین شده است. قسمت دیگری از اطلاعات مورد نیاز که در رابطه با میزان بارش در دشت کبودرآهنگ و دشت‌های مجاور بوده است با استفاده از آمارنامه‌های سازمان آب و هواشناسی بدست آمده است.

نتایج و بحث

در تحقیق حاضر برای محاسبه مقادیر آبی ضرایب تابع هدف، هزینه‌ها و درآمدهای محصولات زراعی از تکنیک پیش‌بینی سری‌های زمانی استفاده شده است. به منظور تعیین محدودیت منابع آب در هر یک از سال‌های آینده از بیلان آب زیر زمینی استفاده شده است. این امر نیازمند تعیین هر یک از پارامترهای بیلان در دوره‌های مورد بررسی می‌باشد. به منظور تعیین میزان هر یک از این پارامترها میزان بارندگی دشت با استفاده از سری زمانی ۸۶-۱۳۳۰ به صورت فصلی پیش‌بینی شده است. سپس با استفاده از اطلاعات

۱. نتایج پیش‌بینی متغیرها در رساله دکتری اینجانب موجود می‌باشد.

۲. این قسمت از تحقیق از نتایج مقاله اینجانب در فصلنامه اقتصاد کشاورزی تحت عنوان الگوسازی و پیش‌بینی میزان بارندگی و تعیین آب قابل استحصال در بخش کشاورزی مطالعه موردی دشت کبودرآهنگ همدان استفاده شده است.

جدول ۱- الگوی بهینه کشت (نرخ سود بانکی ۱۰٪ و راندمان آبیاری ۴۰٪) - هکتار

سال زراعی		۱۳۸۷-۸۸		۱۳۸۸-۸۹		۱۳۸۹-۹۰		۱۳۹۰-۹۱		۱۳۹۱-۹۲	
ضریب تابع هدف	ارزش افزوده	درآمد ناخالص	درآمد خالص	ارزش افزوده	درآمد ناخالص	درآمد خالص	ارزش افزوده	درآمد ناخالص	درآمد خالص	ارزش افزوده	درآمد ناخالص
کندم آبی	۴۲۰۰	۵۴۳۰	۴۳۰۰	۶۸۶۴/۷	۹۸۷۷/۳	۶۳۳۴/۲	۷۰۹۸/۸	۷۷۱۴/۳	۶۴۰۰	۷۳۱۳/۵	۶۴۰۰
جو آبی	۶۷۶۰/۸	۵۲۷۲/۲	۶۶۰۷/۲	۳۶۲۲/۴	۵۳۰۰	۴۵۲۲/۹	۳۴۲۰	۳۲۰۹	۴۳۹۶/۲	۲۵۹۸/۹	۴۳۹۶/۲
سیب‌زمینی	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
گوجه‌فرنگی	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸
نخود آبی	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷
لوبیا سفید	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰
لوبیا قرمز	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰
خیار آبی	۹۹۵۲/۷	۸۰۱۷/۵	۸۰۳۸/۵	۱۰۰۸۲/۲	۸۲۲۲/۹	۱۰۴۵۲/۱	۵۸۸۴/۵	۱۰۳۰۲/۱	۸۷۶۷/۱	۱۰۵۰۷/۴	۸۷۶۷/۱
هندوانه آبی	۷۲۳/۱	۲۳۲۹/۶	۲۵۱۳/۷	۵۰	۶۵۹۹/۳	۵۰	۴۲۷۹/۲	۲۶۶/۲	۱۶۷۴/۱	۵۰	۱۶۷۴/۱
ذرت	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
چغندر قند	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

مأخذ: یافته‌های تحقیق

ریال می‌باشد که این رقم کاهش ۸ درصدی نسبت به الگوی ارزش افزوده را نشان می‌دهد. متوسط قیمت سایه‌ای هر مترمکعب آب در الگوی حداکثرسازی درآمدناخالص برابر با ۸۱۰ ریال و در الگوی حداکثرسازی ارزش افزوده برابر با ۱۱۶۰ ریال حاصل شده است. با توجه به قیمت سایه‌ای آب در هر یک از الگوها میتوان ارزش واقعی منابع آب را در الگوی ارزش افزوده برابر با ۱۴۵۲ میلیارد ریال و در الگوی حداکثر سازی درآمدناخالص برابر با ۱۰۱۴ میلیارد ریال برآورد نمود. با لحاظ این قیمت سایه‌ای ارزش خالص محاسبه شده برای آب در الگوی ارزش افزوده ۴۷ درصد و در الگوی درآمد ناخالص ۳۵ درصد ارزش کل محاسبه شده را شامل می‌شود. نتایج تغییر راندمان از ۴۰ درصد به ۷۵ درصد در جدول (۲) نشان می‌دهد که نوع محصولات در الگوی بهینه در این ساختار برنامه ریزی با هدف حداکثرسازی ارزش افزوده منابع آب همانند مدل پیشین با راندمان آبیاری ۴۰ درصد می‌باشد. اما در این حالت افزایش میزان سطح زیرکشت محصولات به متوسط سالیانه ۴۰ هزار هکتار مشاهده می‌شود. علت اصلی این امر دسترسی بیشتر به منابع آبی با استفاده از روش‌های نوین آبیاری است. میزان مصرف آب در الگوی حاضر در حدود ۱۲۵۲ میلیون مترمکعب می‌باشد. ملاحظه می‌شود که در این الگو نیز تمام منابع آبی در دسترس مورد استفاده قرار می‌گیرند. گرچه میزان مصرف منابع آبی در هر دو الگو یاد شده یکسان هستند اما در الگوی حاضر در طی ۵ سال بیش از ۲۰۰ هزار هکتار زمین را میتوان آبیاری کرد. در الگوی با حداکثر سازی درآمد نیز متوسط سطح زیرکشت سالانه محصولات از ۲۱/۵ هزار هکتار به ۳۷/۵ هزار هکتار افزایش یافته است. به عبارت دیگر به در طی ۵ سال در حدود ۸۰ هزار هکتار امکان افزایش سطح زیرکشت محصولات با استفاده از روش‌های نوین آبیاری وجود دارد. درآمد ناخالص در این الگو در حدود ۸۳۶ هزار میلیارد ریال (در حدود ۳۳ درصد) بیش از الگوی قبلی می‌باشد. علت اصلی افزایش در درآمدناخالص نسبت به الگوی قبلی افزایش منابع آب قابل دسترس با استفاده از روش‌های نوین آبیاری در منطقه باشد.

در الگوی حداکثر سازی ارزش افزوده آب، محصولات سیب زمینی، گوجه فرنگی، نخود آبی، لوبیای سفید و لوبیای قرمز در تمام دوره‌ها به اندازه مقدار خودمصرفی در منطقه وارد الگوی بهینه می‌شوند. همچنین، ترکیب ثابت الگوی کشت در دوره ۵ ساله نشان می‌دهد در الگویی که هدف بر مبنای پایداری منابع آب می‌باشد محصولاتی با نیاز آبی زیاد، یا وارد الگو نمی‌شوند (چغندر قند)، یا اینکه فقط در حد میزان خود مصرفی (سیب زمینی و گوجه فرنگی) وارد الگو می‌شوند. علت نوسانات زیاد در سطح زیرکشت برخی محصولات را میتوان به نوسانات قیمت پیش بینی شده برای این محصولات و نوسان در میزان آب قابل برداشت در دوره‌های متفاوت به عنوان محدود کننده ترین عامل تولیدی مربوط دانست. مجموع درآمدهای برگشتی به منابع آبی منطقه بر اساس الگوی تبیین شده در منطقه حدود ۳۰۳۲ میلیارد ریال برآورد شده است. میزان آب مصرفی تحت این الگو در مجموع برابر با ۱۲۵۲ میلیون مترمکعب می‌باشد که برابر با کل مجموع آب قابل برداشت در طی دوره با قید حفظ پایداری منابع آب در منطقه می‌باشد. میزان آب مصرفی در الگوی کالیبره با در نظرگیری راندمان آبیاری ۴۰ درصد در حدود ۱۵۱۲ میلیون مترمکعب در دوره مورد بررسی خواهد بود. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که ادامه الگوی کشت فعلی در دوره مورد بررسی موجب اضافه برداشتی معادل ۲۶۰ میلیون مترمکعب از منابع آبی منطقه خواهد شد. این روند برداشت از منابع آبی موجب کاهش بیش از پیش کسری بیابان منابع آب زیرزمینی که بیش از ۱۴۰۰ میلیون مترمکعب می‌باشد، خواهد شد. تفاوت الگوی حداکثر سازی درآمد با مدلی که بر اساس پایداری منابع آبی طراحی شده است، در سطح زیرکشت محصولاتی است که وارد الگوی بهینه می‌شوند. همچنین در الگوی حداکثرسازی درآمد محصول هندوانه فقط در سال اول وارد الگوی کشت می‌شود و در سایر سال‌ها فقط در سطح خودمصرفی وارد الگو می‌شود. درآمد در این الگو یک افزایش ۷ درصدی نسبت به الگوی حداکثر سازی ارزش افزوده نشان می‌دهد. اما برگشتی به منابع آب توسط این الگو در طی دوره برابر با ۲۸۳۸ میلیارد

جدول ۲- ترکیب الگوی بهینه کشت (نرخ سود بانکی ۱۰٪ و راندمان آبیاری ۷۵٪) - هکتار

سال زراعی	۱۳۸۷-۸۸	۱۳۸۸-۸۹	۱۳۸۹-۹۰	۱۳۹۰-۹۱	۱۳۹۱-۹۲
تابع هدف	حداکثرسازی ارزش افزوده	حداکثرسازی ارزش افزوده	حداکثرسازی ارزش افزوده	حداکثرسازی ارزش افزوده	حداکثرسازی ارزش افزوده
گندم آبی	۱۳۵۴۵/۲	۱۵۴۸۱/۷	۱۴۵۶۷/۳	۱۴۵۶۲	۱۳۸۳۵/۷
جو آبی	۵۵۶۶/۹	۴۶۹۱/۳	۴۳۵۴/۲	۴۳۶۳/۹	۹۰۹۳/۲
سیب زمینی	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
گوجه فرنگی	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸
نخود آبی	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷
لوبیا سفید	۷۰	۷۰	۵۰	۷۰	۷۰
لوبیا قرمز	۰	۸۰	۸۰	۸۰	۱۹۶۷۸/۱
خیار آبی	۸۰۸۲	۷۱۰۲/۶	۷۲۰۵/۳	۷۳۰۱	۲۹۷۵/۹
هندوانه آبی	۱۰۷۵۵/۲	۱۲۱۲۵/۴	۱۲۶۸۲/۷	۱۱۲۲۷	۵۰
ذرت	۰	۰	۰	۰	۰
چغندر قند	۰	۰	۰	۰	۰

مأخذ: یافته های تحقیق

الگو نیز با در نظر گرفتن راندمان آبیاری ۴۰ درصد، صرفه جویی در مصرف آب همانند الگوی مشابه خود، انجام نمی‌شود. اما در الگو با هدف حداکثرسازی درآمدناخالص مشاهده می‌شود که تغییر در نرخ سود بانکی تاثیری در ترکیب بهینه کشت نخواهد داشت. میزان منافع برگشتی آب نیز کاهش ۱۹ درصدی نسبت به الگوی با نرخ سود بانکی ۱۰ درصد نشان می‌دهد. مقایسه قیمت‌های سایه‌ای آب با الگویی که در آن نرخ سود بانکی ۱۰ درصد در نظر گرفته شده بود نشان دهنده کاهش قیمت برای این نهاده می‌باشد. در جدول ۴ نیز، مقایسه این نتایج با الگوی مشابه خود با نرخ سود بانکی ۱۰ درصد نشان می‌دهد که افزایش نرخ سود بانکی ۱۰ درصد نشان می‌دهد که افزایش نرخ سود بانکی تاثیری نوع محصولات وارد شده در الگوی بهینه نخواهد داشت و فقط سطح زیرکشت محصولات را تغییر می‌دهد. با افزایش راندمان، در مقایسه با الگوی مشابه خود با راندمان آبیاری ۴۰ درصد یک افزایش ۳۵ درصدی را نشان می‌دهد. در الگوی حداکثر کننده درآمد ناخالص ترکیب الگوی کشت نسبت به الگویی که نرخ سود بانکی ۱۰ درصد در نظر گرفته شده بود هیچ تغییری نکرده است. در الگوی ارزش افزوده متوسط قیمت سایه‌ای ۱۴۵۰ ریال برای نهاده آب در طی ۵ سال حاصل شده است. در حالیکه

همچنین مقایسه این الگو با الگوی مشابه خود با هدف حداکثر سازی ارزش افزوده آب یک افزایش ۹ هزار میلیارد ریالی را در درآمد حاصله از الگو نشان می‌دهد. همچنین، درآمدهای برگشتی به منابع آبی در این الگو در حدود ۳۸۶۵ هزار میلیارد ریال (بخشی از این ارزش شامل سود خواهد بود) می‌باشد. این رقم در مقایسه با الگوی درآمد ناخالص با راندمان ۴۰ درصد یک افزایش ۲۶ درصدی را نشان می‌دهد. اما مقایسه این الگو با الگوی مشابه با هدف حداکثر کردن ارزش افزوده یک کاهش ۹ درصدی را نشان می‌دهد. متوسط قیمت سایه‌ای حاصل شده برای نهاده آب در الگوی ارزش افزوده برابر با ۱۶۴۴ ریال و در الگوی حداکثر سازی سود ناخالص برابر با ۱۲۵۷ ریال حاصل شده است. مقایسه نتایج جدول ۳ با الگوی مشابه خود با نرخ بانکی ۱۰ درصد نشان می‌دهد که تغییر نرخ سود بانکی در سال‌های اول تا سوم تاثیری در ترکیب بهینه کشت ندارد و فقط در سال‌های چهارم و پنجم سطح زیرکشت برخی از محصولات تغییر کرده است. درآمد ناخالص الگوی مورد نظر در کل دوره در حدود ۲۶۴۴ هزار میلیارد ریال می‌باشد. این میزان درآمد کاهش ۷ درصدی نسبت به الگوی مشابه با اعمال نرخ سود بانکی ۱۰ درصد را نشان می‌دهد. در این

این قیمت در الگوی حداکثر سازی سودناخالص کمتر و برابر ۱۰۹۵ ریال می‌باشد. نتایج الگوهای متفاوت در ۵ دوره مورد بررسی در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول شماره ۳- ترکیب الگوی بهینه کشت (نرخ سود بانکی ۱۵ درصد، راندمان ۴۰ درصد) - هکتار

سال زراعی	۱۳۸۷-۸۸	۱۳۸۸-۸۹	۱۳۸۹-۹۰	۱۳۹۰-۹۱	۱۳۹۱-۹۲
تابع هدف	حداکثرسازی درآمدناخالص	حداکثرسازی درآمدناخالص	حداکثرسازی درآمدناخالص	حداکثرسازی درآمدناخالص	حداکثرسازی درآمدناخالص
گندم آبی	۴۲۰۰	۵۴۳۰	۴۳۰۰	۶۸۶۴/۷	۹۸۷۷/۳
جو آبی	۶۷۷۵/۳	۵۲۷۲/۲	۶۶۰۷/۲	۳۶۲۲/۴	۵۴۰۰
سیب	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
گوجه	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸
نخود آبی	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷
لوبیا سفید	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰
لوبیا قرمز	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰
خیار آبی	۹۹۴۸/۱	۸۰۱۷/۵	۸۰۳۸/۵	۱۰۰۰۸۲	۸۲۲۲/۹
هندوانه آبی	۶۷۲/۲	۲۳۲۹/۶	۲۵۱۳/۷	۵۰	۶۵۹۹/۳
ذرت	.	.	.	.	.
چغندر قند	.	.	.	.	.

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول ۴- ترکیب الگوی بهینه (نرخ سود بانکی ۱۵ ، راندمان آبیاری ۷۵ درصد) - هکتار

سال زراعی	۱۳۸۷-۸۸	۱۳۸۸-۸۹	۱۳۸۹-۹۰	۱۳۹۰-۹۱	۱۳۹۱-۹۲
تابع هدف	حداکثرسازی درآمدناخالص	حداکثرسازی درآمدناخالص	حداکثرسازی درآمدناخالص	حداکثرسازی درآمدناخالص	حداکثرسازی درآمدناخالص
گندم آبی	۶۲۰۰	۴۹۵۰	۱۵۴۶۴/۲	۱۴	۱۷۹۳۷/۹
جو آبی	۱۳۳۵۸	۱۴۶۳۳	۴۷۲۴/۳	۱۲۸۶۵	۴۵۵۰
سیب	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
گوجه	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸
نخود آبی	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷
لوبیا سفید	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰
لوبیا قرمز	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰
خیار آبی	۷۶۵۳/۷	۷۱۰۲/۶	۷۱۹۹/۸	۷۳۰۱	۳۷۱۴/۱
هندوانه	۱۱۵۴۹	۱۲۱۲۵/۴	۱۲۶۳۳/۷	۱۲۰۸۸/۶	۱۱۰۵۸/۷
ذرت	.	.	.	.	.
چغندر	.	.	.	.	.

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول - نتایج الگوهای متفاوت در ۵ دوره مورد بررسی

ارزش حال درآمد ناخالص (میلیارد ریال)		ارزش حال درآمدهای برگشتی به منابع آب (میلیارد ریال)		ارزش حال درآمد ناخالص (میلیارد ریال)		الگوی مورد نظر
سود بانکی ۱۰ درصد	سود بانکی ۱۵ درصد	سود بانکی ۱۰ درصد	سود بانکی ۱۵ درصد	سود بانکی ۱۰ درصد	سود بانکی ۱۵ درصد	
۲۳۴۲	۱۹۰۷	۱۱۱۵	۱۱۷	۲۳۴۲	۱۹۰۷	حداکثر سازی ارزش افزوده راندمان ۴۰ درصد
۳۲۶۸	۲۹۱۲	۱۸۱۶	۲۰۰	۳۲۶۸	۲۹۱۲	حداکثر سازی ارزش افزوده راندمان ۷۵ درصد
۲۵۱۸	۲۱۸۰	۸۹۹	۱۰۷	۲۵۱۸	۲۱۸۰	حداکثر سازی درآمد ناخالص راندمان ۴۰ درصد
۳۳۵۴	۲۹۶۲	۱۳۷۱	۱۸۷	۳۳۵۴	۲۹۶۲	حداکثر سازی درآمد ناخالص راندمان ۷۵ درصد

مأخذ: یافته های تحقیق

که سیاست گذاری در جهت حداکثر سازی ارزش حال درآمد ناخالص در دشت کبودر آهنگ، افزایش قابل توجهی در درآمدها نسبت به الگویی که پایداری منابع آب را هدف قرار داده است ایجاد می کند. اما در الگوی که بر اساس پایداری منابع آبی طراحی شده است میزان ارزش حاصل شده برای منابع آبی بیشتر خواهد بود. به عبارت دیگر در حالتی که راندمان آبیاری ۴۰ درصد باشد الگوی ارزش افزوده ۲۰۶ میلیارد ریال و در حالتی که راندمان ۷۵ درصد باشد الگوی ارزش افزوده ۳۵۱ میلیارد ریال نسبت به الگوی درآمدناخالص ارزش حال بیشتری برای منابع آبی ایجاد می کند. همچنین در این جدول مشاهده می شود که در الگوهای حداکثر سازی ارزش افزوده سطح زیرکشت محصولات همواره نسبت به الگوی مشابه خود با هدف حداکثر سازی ارزش حال درآمدهای ناخالص بیشتر می باشد. افزایش نرخ بهره به ۱۵ درصد نیز نتایج مشابهی به همراه دارد. بدین معنی که در این الگو نیز استفاده از روشهای آبیاری مدرن نه تنها ارزش حال ارزش افزوده منابع آب را اضافه می کند بلکه موجب افزایش ارزش حال درآمدهای ناخالص زارعین نیز می شود. با در نظرگیری روشهای سنتی الگویی که حداکثر سازی درآمدناخالص را هدف قرار داده است به میزان ۲۷۳ میلیارد ریال درآمد بیشتری نسبت به الگوی مشابه ایجاد می کند. اما در الگوی ارزش افزوده برگشتی به

عمده تفاوت الگوهای معرفی شده و الگوی فعلی موجود در منطقه افزایش سطح زیرکشت دو محصول خیار و هندوانه می باشد، به گونه ای این دو محصول جانشین جو در الگوی کشت فعلی منطقه شده اند. تفاوت دیگر حذف محصول چغندر قند از تمامی الگوهای پیشنهادی بر اساس سناریوهای مختلف می باشد. عمده دلیل این امر بالا بودن نیاز آبی این محصول و توجه به محدودیت منابع آبی منطقه به عنوان شرط اساسی در تمامی الگوها می باشد. در جدول (۶) ویژگی های متفاوت الگوها با فرض نرخ سود بانکی ۱۰ درصد مورد ارزیابی قرار گرفته است. با مطالعه این جدول مشخص می شود که استفاده از روشهای نوین آبیاری در الگوها با اهداف مختلف علاوه بر اینکه ارزش حال درآمدهای برگشتی به منابع آب را که به عنوان شاخص پایداری مدنظر قرار گرفته است را بیشتر می کند موجب افزایش ارزش حال درآمد ناخالص زارعین را نیز فراهم می کند. مقایسه الگوها با راندمان آبیاری ۴۰ درصد تحت اهداف مختلف نشان می دهد که در الگوی حداکثر سازی درآمد ناخالص میزان درآمدها به میزان ۱۷۶ میلیارد ریال از الگوی مشابه خود با هدف حداکثر سازی ارزش افزوده بیشتر است. مقایسه الگوها با راندمان آبیاری ۷۵ درصد با اهداف مختلف نشان می دهد که الگوی که درآمد ناخالص را حداکثر می سازد به میزان ۸۶ میلیارد ریال درآمدهای بیشتری ایجاد می کند. نتایج نشان می دهد

حاصل شده در الگو به میزان ۲۷۳ میلیارد ریال و اختلاف ارزش افزوده برای منابع آب برابر با ۲۹۲ میلیارد ریال افزایش می یابد.

منابع آب به میزان ۱۹ میلیارد ریال نسبت به الگوی حداکثر کننده درآمد بیشتر خواهد بود. اما با در نظرگیری روش‌های مدرن آبیاری اختلاف درآمدهای

جدول ۶ - مقایسه سطح زیرکشت محصولات زراعی در الگوهای مختلف (هکتار)

الگوی حداکثر سازی ارزش حال در آمد ناخالص محصولات		الگوی حداکثر سازی ارزش حال ارزش افزوده آب		الگوی فعالی			
راندمان ۷۵ درصد		راندمان ۴۰ درصد		راندمان ۷۵ درصد		راندمان ۴۰ درصد	
محصول	سطح زیرکشت	محصول	سطح زیرکشت	محصول	سطح زیرکشت	محصول	سطح زیرکشت
گندم	۹۷۸۲	خیار	۹۸۷۲	گندم	۱۴۰۶۰	خیار	۸۱۷۳
جو	۹۶۳۴	هندوانه	۶۷۳۱	هندوانه	۹۱۶۵	گندم	۶۳۷۵
سیب‌زمینی	۷۶۱۸	جو	۴۰۴۵	جو	۶۷۴۵	خیار	۵۲۹۶
خیار	۶۲۸۵	خیار	۵۴۹	هندوانه	۶۰۴۴	جو	۳۱۵۷
چغندر قند	۳۹۳۷	لوبیای قرمز	۱۰۰	سیب زمینی	۳۸۸۷	لوبیای قرمز	۱۰۰
هندوانه	۱۰۰	سیب زمینی	۸۰	لوبیای قرمز	۱۰۰	سیب زمینی	۸۰
لوبیای قرمز	۷۰	لوبیای سفید	۷۰	لوبیای سفید	۷۰	لوبیای سفید	۷۰
ذرت	۶۷	نخود	۶۷	نخود	۶۷	نخود	۶۷
مجموع	۳۷۴۹۳	مجموع	۲۱۵۱۴	مجموع	۴۰۱۳۸	مجموع	۲۳۳۱۸

مأخذ: یافته های تحقیق

نتیجه گیری و پیشنهادها

برنامه ریزی می‌شوند، نسبت به الگوهایی که پایداری منابع آب را مدنظر دارند، بیشتر است. همانگونه که در الگوهای ارزش افزوده مشاهده شد، بیشترین هزینه کاهش یافته در این الگوها مربوط به محصولی مانند چغندر قند که آب‌برترین محصول در الگوهای مورد نظر است، می‌باشد. به عبارت دیگر این محصول بیشترین هزینه را برای منابع آبی منطقه به همراه خواهد داشت. لذا حذف این نوع محصولات از الگوهای کشت در منطقه با استفاده از ابزارهای مختلف سیاستی از جمله مهمترین پیشنهادات مطالعه حاضر می‌باشد. آنچه واضح است استفاده از روش‌های نوین آبیاری نسبت به تغییر در الگوی کشت، تاثیر مناسب‌تری بر کاهش تقاضا آب در بخش کشاورزی منطقه داشته است. قابل توجه است که سیاست تشویق کشاورزان به استفاده از روش‌های نوین آبیاری در جهت افزایش راندمان نسبت به سیاست تغییر الگوی کشت می‌تواند با معضلات کمتری نیز همراه باشد.

استفاده از روش‌های نوین آبیاری در تمام الگوهای مورد استفاده موجب افزایش راندمان آبیاری شده است. این افزایش راندمان نه تنها امکان تامین منابع آبی مورد استفاده الگوها را فراهم می آورد بلکه موجب جبران کسری ایجاد شده در بیلان منابع آبی در سال‌های گذشته می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که با استفاده از روش‌های نوین آبیاری و اجرای الگوی ارزش افزوده می‌توان در دوره مورد بررسی بیش از ۴۰ درصد از افت آب‌های زیرزمینی را که در حال حاضر بیش از ۱۴۰۰ میلیون مترمکعب می‌باشد را جبران نمود. لذا، هر گونه سرمایه‌گذاری در این زمینه در جهت حفظ پایداری منابع آبی قابل توجیه می‌باشد. بنابراین، در این زمینه پیشنهاد اصلی بر فراهم نمودن امکانات و سرمایه‌های لازم در جهت تبدیل روش‌های سنتی آبیاری به روش‌های مدرن می‌باشد. گرچه درآمدهای ایجاد شده در الگوهایی که بر مبنای حداکثر سازی درآمد زارعین

REFERENCES

1. Bazzani G.M (2005). The sustainability of irrigated agricultural systems under the water framework directive first results. *Environmental Modeling & software* 20, 165-175.
2. Borymnejad,V & Yazdani,S (2006). Fractional programming, Tools For measurement sustainability index in agricultural sector- *Agricultural Economics and Development*, (54, summer),179-196. (In Farsi)
3. Chizari,A & Gadimi,A (2001). Comparing multi objective methods On Water Resource sustainable management Garegom basin. *Agricultural Economics and Development*, (34), summer 151-167. (In Farsi)
4. Dobson.S Maddala. G.S. & Miller.E. (1995). *Microeconomics*. McGraw-Hill book
5. Hosianzad.J & Salami (1999). Determine water, Land and Family Labour economic value in Sugar beet Production, 3 rd . Iran Agricultural economic Conference. Agriculture Planning & Research Institute.pp:547-561. (In Farsi)
6. Keramatzadeh,A & Chizari (2006). Water Resource Management Through Water Allocation in Lands Under Dams. Case Study Barzo Shirvan Dam. 5trd Auricular Economics Conference. Systeran University. (In Farsi)
7. Khaledi.H & Aleyasin,M (2000), Water Demand & supply In Words Scenarios 1990- 2025.Iran Irrigation & Drainage Committee.
8. Khaliyan,S & Zarehmehrjadi, M (2005). Ground water Evaluating in Agriculture.Case Study Kerman. *Agricultural Economics and Development*, (13, summer) ,1-14. (In Farsi)
9. Laxmi, N (2006). Optimal crop planning and water resources allocation in a coastal groundwater basin, Orissa, Indid. *Agricultural Water Management* 83, 209-220.
10. Rohani,S(2005). Determin Optimum cultural Pattern With Emphasize on Water Resource Sustainability .Case study Bahar Plain. Thesis for P.h.d Degree. (In Farsi)
11. Seydan,M & Gadimi,A (2006). Selection optimum Irrigation Systems with Agreement Programming. Case Study Hamedan Province. *Constructiveness and Research* ,(19),177-183. (In Farsi)
12. Varian,H (1999). *Microeconomic Analysis*, Translate by Reza Hossiani, Nay press , Tehran.
13. Ximing.C, Daene.C. Mckinney. Rosegrant.M.W (2003). Sustainability analysis for irrigation water management in the Aral sea region. *Agricultural systems* 76: 1043-1066.