

اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال نهم، شماره ۳۵، پاییز ۱۳۸۰

استفاده بهینه از آب رودخانه سیستان مطالعه موردی بخش شیب آب

دکتر محمدحسین کریم کشته، دکتر مجید کوپاهی، امیرجواد کیمیا*

چکیده

از جمله مشکلات بزرگ برنامه ریزی اکثر کشورهای در حال توسعه، نبود شناخت کافی از استعدادها و ویژگیهای مناطق مختلف و همچنین استفاده صحیح و بهینه نکردن از نهادهای تولید است. این مقاله براساس تحقیق در بخش "شیب آب" ناحیه سیستان در استان سیستان و بلوچستان انجام شده و جمع آوری اطلاعات مورد نیاز در آن نیز به روش نمونه گیری میدانی از ۱۰۵ بهره بردار منطقه در سال زراعی ۱۳۷۶ - ۷۷ صورت پذیرفته است. همچنین سه الگوی مختلف زراعی با توجه به تخصیص زمانی آب در حجمهای ۲۴۷، ۳۳۶ و ۱۸۵ میلیون مترمکعب انتخاب و تنظیم شده است. برای ارائه الگوی بهینه، روش برنامه ریزی خطی به کار رفته و

* به ترتیب: استادیار اقتصاد دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران و کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی.

ضرایب فنی آن به روش متوسط گیری نمونه‌ای از پرسشنامه‌های مربوط به دست آمده است.

با مطالعه الگوهای کشاورزی منطقه مشخص شد که آب موجود در فصل تابستان محدودکننده‌ترین عامل تولید در این بخش به شمار می‌آید. قیمت سایه‌ای آب در خرداد و تیر با حجم سالانه ۲۴۷ میلیون مترمکعب به ترتیب معادل ۲۸۸ و ۵۴/۶ ریال و در سالهای کم‌آبی که حجم آب بین ۱۳۶ تا ۲۰۲ میلیون مترمکعب است، معادل ۱۷۴/۵ ریال به دست آمد.

از بررسی تابع تقاضای معیاری آب مشخص شد که با تغییر قیمت آب، میزان تقاضای آن به طور معکوس تغییر کرده و نمودار تقاضای این نهاده نیز پله‌ای خواهد بود. قیمت سایه‌ای آب در سطح ۲۸۰ میلیون متر مکعب، صفر است و کشش نقطه‌ای آن در ۱۲۷ میلیون متر مکعب تقریباً برابر واحد اندازه‌گیری شد.

زمین تنها در حالتی که آب در سطح ۳۳۵ میلیون متر مکعب قرار داشت با محدودیت مواجه بود و قیمت سایه‌ای هر هکتار آن ۹۴۰۱۱۰ ریال تعیین شد. همچنین با افزایش میزان زمین، محدودیت کود شیمیایی از ته و فسفره نیز مشاهده شد. به طوری که در الگوی اول، خرید ۲۷/۲ تن کود فسفره و در الگوی دوم، خرید ۳۷۰/۴ تن کود فسفره و ۱۳/۴ تن کود از ته مازاد بر موجودی منطقه توصیه شد.

در ادامه تحقیق، اثر حذف محدودیتهای خودکفایی یا خود مصرفی از مدل نیز بررسی و نشان داده شد که با حذف این قیدها می‌توان درآمد خالص کل منطقه را افزایش داد. در این مقاله سعی شده تخصیص بهینه آب و سایر نهاده‌ها برای فعالیتهای مختلف کشاورزی تجزیه و تحلیل شود. در پایان راهبردهایی برای استفاده بهینه از منابع به منظور افزایش درآمد و سود پیشنهاد شده است.

کلید واژه‌ها:

الگوی کشت، ضرایب فنی، قیمت سایه‌ای، ظرفیت، تابع تقاضا، کشش نقطه‌ای، محدودیت خودکفایی، استفاده بهینه.

امروزه یکی از مشکلات اساسی و مشخصه‌های اصلی کشورهای در حال توسعه، نبود بهره‌وری مطلوب از منابع و نهاده‌های تولید بخشهای مختلف اقتصادی است. همزمان با رشد جمعیت و پیشرفت جوامع بشری، نیازهای این جوامع روزبه‌روز افزایش یافته و منابع در دسترس بشر محدودتر شده است. بخش کشاورزی نیز به عنوان مهمترین و اساسی‌ترین بخش تأمین‌کننده نیازهای بشر از این قاعده مستثنی نیست، لذا مستلزم توجه و تأمل بیشتر در سیاستها و برنامه‌ریزی‌های معطوف به آینده است.

در شرایط کنونی، آب ارزشمندترین ماده حیات و مهمترین عنصر وجودی تولید در بخش کشاورزی است، به طوری که در حال حاضر در اکثر کشورهای جهان به یک بحران جدی تبدیل شده و تأمین مواد غذایی در آنها را منوط به اجرای طرحهای جامع توسعه آبیاری نموده است. مدیریت آب و استفاده صحیح از منابع آبی، به لحاظ نقش مؤثر و حساسی که در توسعه پایدار کشورها دارد، در دهه‌های اخیر جایگاه ویژه‌ای در اکثر طرحهای اقتصادی، اجتماعی، صنعتی و کشاورزی کسب کرده است. در کشور ما، ارزش و اهمیت این موهبت الهی در مناطق کم باران و خشک و نیمه خشک، همچون استانهای شرقی کشور و استان سیستان و بلوچستان، بسیار محسوستر است، لذا برای استفاده بهینه از آن می‌باید برنامه‌ریزی‌های اصولی صورت گیرد. این عامل به‌رغم نقشی که در کاهش عدم اطمینان فعالیت‌های زراعی دارد خود دچار نوسانهای زیادی است، زیرا مقدار آب قابل استفاده در طرف عرضه به وسیله طبیعت تعیین می‌شود که بشر نقش چندانی در آن ندارد، بنابراین در طرف تقاضا، نحوه مصرف آبی که در اختیار بشر است نقش مهمی دارد. از این رو، ضرورت برنامه‌ریزی دقیق، کنترل و مدیریت بهینه بهره‌برداری از آب به منظور ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا امری اجتناب‌ناپذیر است.

اگرچه انقلاب سبز امکان بالقوه افزایش تولید مواد غذایی را مطرح کرده است ولی دستیابی به این توانایی بالقوه، بدون پیشرفتهای بنیادین و پایدار در مهار و بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک، بویژه در نواحی خشک و کم رطوبت، امکانپذیر نخواهد بود. امروزه تنها

دستیابی به عملکرد بالا مورد نظر نیست بلکه عامل مهمتر، نسبت عملکرد به نهاده‌های کمیاب، بخصوص آب (به عنوان یک معیار سنجش مناسب) است. لذا شناسایی توانمندیها و استعدادها بالقوه مناطق مختلف و ارائه الگوهای مناسب برای هر منطقه در زمینه‌های مختلف برنامه‌ریزی، کنترل، مدیریت تقاضا، بهینه‌سازی مصرف در بخش کشاورزی، صنعت و خدمات توسط کارشناسان و پژوهشگران ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.

در این مقاله، منطقه "شیب آب" سیستان که منطقه‌ای خشک و کم‌آب است و کشاورزی در بین مردم این خطه از میهن اسلامی سابقه‌ای بسیار طولانی دارد برای مطالعه انتخاب شد. این منطقه از شمال، شرق و جنوب با کشور افغانستان، از غرب با بلوچستان و از شمال غربی با خراسان هم‌جوار است. متوسط بارندگی آن در سال مورد مطالعه ۵۸ میلیمتر و میزان تبخیر منطقه حدود ۴۷۷۵ میلیمتر بوده است.

دشت سیستان به لحاظ زمین‌شناسی، دشتی آبرفتی با شیب بسیار ملایم در حدود $\frac{1}{2500}$ تا $\frac{1}{5000}$ است. پست‌ترین نقطه آن آبگیر گودزره، با ۴۷۰ متر ارتفاع از سطح دریاست. رودخانه هیرمند تنها منبع آب آشامیدنی، کشاورزی و صنعتی سیستان است، لذا حیات سیستان وابسته به این نعمت الهی است.

رود هیرمند در ابتدای ورود به ایران، دو شاخه می‌شود؛ یکی رود سیستان که قسمتهای مرکزی را مشروب می‌کند و دیگری رود پریان مشترک که حاشیه مرزی شرق سیستان و منطقه میانکنگی را مشروب می‌سازد. متوسط دبی سالانه رودخانه ۷۸ متر مکعب در ثانیه یا ۲۴۵۹ میلیون متر مکعب در سال است. اقلیم منطقه براساس ضریب کوپن، منطقه‌ای خشک است. میانگین درجه حرارت سالانه زابل حدود ۲۱/۸۳ سانتی‌گراد است. مهمترین ویژگی آب و هوایی آن وجود بادهای موسمی ۱۲۰ روزه سیستان با سرعت متوسط ۲۵ کیلومتر در ساعت است که گاه به بیش از ۱۴۰ کیلومتر در ساعت نیز می‌رسد. این بادهای اغلب مشکلات و خسارت‌هایی از قبیل افزایش تبخیر، توزیع و انتقال آفات، تغییر دما و رطوبت، گسترش علفهای هرز، فرسایش خاک و انتقال شن را برای منطقه پدید می‌آورد. رود هیرمند پس از طی ۱۰۵۰

کیلومتر در خاک افغانستان از قسمت جنوبی سیستان وارد ایران می‌شود. در مدخل رود، ۳ "چاه نیمه" ۱، به حجم ۶۶۰ میلیون متر مکعب و ظرفیت مفید ۳۴۰ میلیون متر مکعب وجود دارد که از ذخایر آب آن در بعضی فصول برای کشاورزی و در طول سال برای آشامیدن استفاده می‌شود.

متأسفانه از آنجا که آب هیرمند بین ایران و افغانستان مشترک است توزیع و تحویل آب از سوی افغانستان به ایران بر اساس معاهده ۱۳۵۱ صورت می‌گیرد. لذا ایران هیچ‌گونه اعتراضی نسبت به آن نمی‌تواند داشته باشد.

بر اساس این معاهده نامنصفانه، افغانستان متعهد شد سالانه ۸۲۰ میلیون متر مکعب (معادل ۲۲ لیتر در ثانیه) آب به عنوان حقا به ایران تحویل دهد. در عمل دولت وقت افغانستان به عنوان نمایش حسن‌نیت، بر این مقدار ۴ لیتر در ثانیه نیز اضافه کرد و سهم ایران به ۲۶ لیتر در ثانیه رسید. اما پس از انعقاد این معاهده، به علت تغییر رژیم افغانستان از پادشاهی به جمهوری (۱۳۵۲)، وقوع کودتاها، جنگهای داخلی و خارجی، متأسفانه فرصت مناسبی برای گفتگوهای بعدی به منظور اصلاح معاهده پیش نیامد. بنابراین لازم است در شرایط فعلی راهکارهای مناسبی جهت انعقاد معاهده جدید مبتنی بر افزایش سهم حقا به ایران و حذف برخی بندهای معاهده ۱۳۵۱ اتخاذ شود. جدول و نمودار شماره ۱ سهم ایران از رودخانه هیرمند را طبق معاهده سال ۱۳۵۱ طی ۱۲ ماه سال نشان می‌دهد.

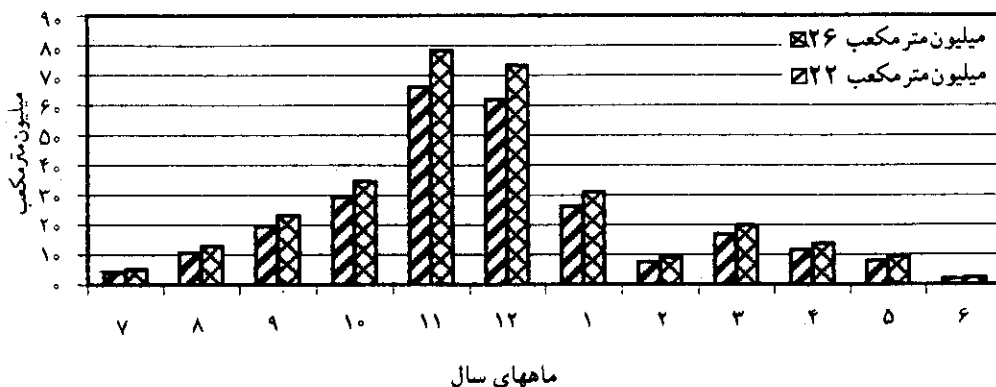
۱. اصطلاحی محلی برای گودالهای طبیعی منطقه است که به منظور ذخیره‌سازی آب رودخانه از آن استفاده می‌شود.

جدول شماره ۱. سهم ایران از رودخانه هیرمند طبق معاهده

سال ۱۳۵۱ (۱۲ ماه)

شرح	تقسیمات متوسط جریان آب بر اساس ۲۲ متر مکعب در ثانیه کمیسیون دلتا	تقسیمات متوسط جریان آب بر اساس ۴ متر مکعب در ثانیه حسن نیت	تقسیمات متوسط جریان آب بر اساس ۲۶ متر مکعب در ثانیه
مهر	۴/۳	۵/۷۷	۵
آبان	۱۰/۷۵	۱/۹۷	۱۲/۷۲
آذر	۱۹/۴۸	۳/۵۶	۲۳/۰۴
دی	۲۹/۳۵	۵/۲۲	۳۴/۶۷
بهمن	۶۶/۱۲	۱۲/۰۴	۷۸/۱۶
اسفند	۶۱/۹	۱۱/۲۳	۷۳/۱۳
فروردین	۲۶/۳	۴/۸۱	۳۱/۱۱
اردیبهشت	۷/۶۴	۲/۳۹	۹/۰۳
خرداد	۱۶/۷۱	۳/۰۲	۱۹/۷۳
تیر	۱۱/۶۱	۲/۱۱	۱۳/۷۲
مرداد	۷/۹۲	۱/۴۴	۹/۳۷
شهریور	۱/۹۸	۵/۳۴	۲/۲۲

مأخذ: وزارت امور خارجه (متن معاهده بین ایران و افغانستان در مورد آب رودخانه هیرمند، سال ۱۳۵۱، ص ۱۱۷)



نمودار شماره ۱. حقابه ایران از رودخانه هیرمند طبق معاهده سال ۱۳۵۱

عمده ترین هدفهای تحقیق را می توان به شرح زیر برشمرد:

۱. تعیین الگو و تخصیص بهینه عوامل تولید بویژه آب،
۲. تعیین قیمت‌های سایه‌ای آب و سایر نهاده‌های تولید طی سال مورد بررسی،
۳. تعیین تابع تقاضای معیاری آب در منطقه مورد مطالعه،
۴. شناخت تنگناهای موجود و تعیین عوامل محدودکننده برحسب اولویت،
۵. محاسبه درآمد کل و درآمد ناخالص سالانه کشاورزان،
۶. برآورد هزینه‌های تولید و کل محصولات مختلف و سرمایه مورد نیاز.

فرضیات تحقیق

این تحقیق مبتنی بر فرضیات زیر بوده است:

۱. آب محدودکننده ترین عامل تولید در بخش کشاورزی منطقه است،
۲. منطقه از نظر کشاورزی دارای استعدادهای فراوان است،
۳. الگوی کشت موجود در منطقه الگوی بهینه و مطلوب نیست،
۴. منطقه از نظر نحوه توزیع و میزان دسترسی به آب همگن است،
۵. شیوه استفاده از منابع و ماشین‌آلات در تمام منطقه یکسان است،
۶. مفروضات الگوی برنامه‌ریزی خطی در منطقه برقرار است.

روش تحقیق و مبانی نظری

امروزه یکی از مهمترین عوامل مدیریتی فعالیتهای تولیدی، استفاده حداکثر از منابع و استعدادهای موجود است. شیوه‌ها و فنون مختلفی جهت رسیدن به راه‌حل‌های مناسب و دسترسی به این اصل وجود دارد که متداولترین آنها که در عین حال ساده و قابل درک است، استفاده از فنون ریاضی برنامه‌ریزی خطی و تکنیکهای بهینه‌سازی است.

در این تکنیک روابط خطی بین متغیرهای مدل برقرار است و تلاش شده تا با داشتن یک سری محدودیت و قید، تابع هدف اپتیمم گردد. این فن در تخصیص منابع کمیاب بین فعالیتهای رقیب کاربرد زیادی دارد. شکل کلی ماتریس برنامه‌ریزی خطی را می‌توان به صورت زیر نوشت:

بهینه سازی: $C'X$

مشروط به: $AX \leq B$ یا \geq

$X \geq 0$

در این روابط، X فعالیت تولید است. $C'X$ تابع هدف و C' ماتریس ضرایب تابع هدف است که می‌تواند سود ناخالص یا خالص هر فعالیت باشد. در مدل حداکثرسازی یا حداقلسازی، تابع هدف مورد نظر است. AX قیود مربوط در مسئله و A ماتریس ضرایب فنی عوامل تولید است که مجموع حاصل ضرب ضرایب فنی در واحد X باید از میزان موجودی آن منبع کمتر، مساوی یا بیشتر باشد و سرانجام، قید $X > 0$ که بیانگر مثبت بودن مقادیر متغیرهاست.

کاربرد برنامه‌ریزی خطی توسط محققان خارجی در مطالعات بخش کشاورزی متعدد است که نمونه‌هایی از آن شامل مطالعه یارون و دینر برای تخصیص آب مزارع (Yaron & Dinner, 1982)، مطالعه سنخایان و چیا در پنجاب برای تعیین الگوی بهینه زراعی (Sankhayan & Cheema, 1991) است. در ایران نیز مطالعات سلطانی در مورد "تخصیص بهینه آب در اراضی زیر سدهای استان فارس" (سلطانی، ۱۳۷۲)، کوپاهی و آماده برای "تعیین ضرایب فنی و تخصیص منابع در سرخس" (کوپاهی و آماده، ۱۳۷۵)، اکبری و بخشوده برای "حداکثرسازی سود ناخالص کشاورزی زیر سد جیرفت" (اکبری و بخشوده، ۱۳۷۲) و نوری نائینی و همچنین عبدیان در مورد "طراحی الگوی بهینه کشت و تخصیص منابع بخش کشاورزی" (نوری نائینی، ۱۳۷۵؛ عبدیان، ۱۳۷۷) قابل ذکر است.

در این تحقیق، اطلاعات و آمار در یک دوره زمانی مشخص (سال زراعی ۱۳۷۷ - ۷۸)

از منطقه شیب آب شهرستان زابل از طریق تکمیل پرسشنامه‌های ۱۰۵ بهره‌بردار و ۳۰ آبادی و نیز مصاحبه با کشاورزان، آبیاران، مدیران کشاورزی، جهادسازندگی، امور آب سیستان و ... جمع‌آوری شده است. پرسشنامه‌ها توسط نمونه‌های منتخب به صورت تصادفی در دو مرحله، تکمیل گردید. ضرایب فنی و ضرایب تابع هدف به کمک نرم‌افزار Excell محاسبه شد و نتایج آن پس از مدل‌نویسی به کمک نرم‌افزار QSB مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

تابع هدف در مطالعه حاضر، حداکثرسازی سود خالص فعالیت‌های کشاورزی به جز کسر هزینه‌های آب برای هر فعالیت است. قیمت‌ها براساس ارزش محصولات در سال مورد مطالعه و به صورت مصاحبه با کشاورزان به دست آمده است. در مدل بیش از ۳۰ قید شامل زمین، نیروی کار، کود، آب، سرمایه نقدی، خودکفایی یا خودمصرفی و قیود حداکثر و حداقل کشت مطرح شده است. این مدل ۱۳ فعالیت را شامل می‌شود.

بحث و بررسی

پس از بررسی مفروضات برنامه‌ریزی خطی برای فعالیت‌ها و شرایط موجود منطقه، مدل ریاضی مربوط نوشته شد. در این مدل، تابع هدف، حداکثرسازی سودخالص هر فعالیت بدون منظور کردن هزینه آب در نظر گرفته شد. محدودیت‌ها نیز شامل ۳۰ مورد بود که صورت کلی آنها در زیر شرح داده شده است:

۱. زمین

۲. آب: آب مصرفی برای هر محصول براساس نیاز آن در ماه‌های مختلف طی یک دوره زراعی در نظر گرفته شد؛ محدودیت منبع آب نیز به سه شکل منظور گردید که در ادامه به آنها اشاره می‌شود:

الف) محدودیت کلی آب که به این صورت نوشته می‌شود:

$$\sum_{j=1}^{12} \sum_{i=1}^{13} NW_{ij} X_i - W_y \leq 0$$

بدین معنا که آب مصرفی الگوی پیشنهادی از آب تخصیص داده شده منطقه تجاوز نمی‌کند. در این قید، NW_{ij} نیاز آبی محصول تام در ماه زام (که براساس مطالعات مهندسان مشاور سازمان عمران سیستان به دست آمد) است و W_y کل آب تخصیص داده شده به کشاورزی است (جدول شماره ۴).

ب) محدودیت حداکثر آب مصرفی سالانه که براساس آن کل آب مصرفی سالانه نباید از میزان آب در دسترس بیشتر باشد.

$$\sum_{i=1}^{12} NW_{ij} X_i \leq \sum_{i=1}^{13} B_i$$

B_i میزان آب در دسترس در ماه تام است.

ج) محدودیت ماهانه آب: از آنجا که نیاز آبی محصولات در ماههای مختلف متفاوت است لذا برای هر ماه یک محدودیت آبی در نظر گرفته شد که در آن ضرایب فنی فعالیتها، نیاز آبی ماه زام برای هر فعالیت خواهد بود.

$$\sum_{j=1}^{13} NW_{ij} X_i \leq \sum_{j=1}^{13} B_j$$

۳. نیروی کار: در محاسبه نیروی کار مصرفی در هر فعالیت، نیروهای مصرفی در

فرایندهای تسطیح و آماده‌سازی بستر کشت، کرت‌بندی، مبارزه علیه آفات (بازها و علفهای هرز چه از طریق سمپاشی و چه از طریق وجین و مبارزه مکانیکی، کاشت، آبیاری، برداشت، بوجاری، بسته‌بندی و حمل و نقل منظور شده است.

۴. کود: شامل کودهای شیمیایی به تفکیک فسفره و ازته و کودهای حیوانی است.

۵. نیازهای خودمصرفی کشاورز: با توجه به اینکه بافت زیستی مردم منطقه سنتی است، کشاورز در صدد است قبل از هر چیز جیره غذایی مورد نیاز خود را تأمین کند و به جنبه‌های اقتصادی آن کمتر توجه می‌کند. به عبارت دیگر کشاورزان این منطقه بسیار ریسک‌گریزند، لذا مقدار تولید گندم، جو و علوفه مورد نیاز خود را در برنامه‌ریزی‌های کشت سالانه حتماً می‌گنجانند. این مسئله با توجه به نیاز مواد غذایی خانوار به تفکیک مصرف انسان و دام محاسبه و در مدل منظور گردید.

۶. سرمایه‌نقدی: سرمایه نقدی نیز به عنوان یک محدودیت تلقی شده است که شامل پس‌انداز زارع و وام‌های بانکی و دریافت‌های شخصی است. تعداد دام و ارزش آنها نیز جزء سرمایه وی محسوب می‌شود.

۷. حداکثر و حداقل کشت: سطح زیر کشت برای برخی محصولات از قبیل تنباکو، که اصولاً از طریق قراردادهای اداره دخانیات کنترل می‌شود، دارای یک سقف حداکثر و برای برخی محصولات مانند گندم و جو به علت نیاز دام و خودمصرفی دارای سقف حداقل هستند.

فعالیت‌های مبتنی بر تولید، شامل ۱۳ مورد زیر است:

۱. گندم
۲. جو
۳. قصیل (جو علوفه‌ای)
۴. یونجه
۵. شبدر
۶. عدس
۷. ذرت علوفه‌ای
۸. زعفران
۹. پیاز
۱۰. شلغم
۱۱. تنباکو
۱۲. زیره
۱۳. جالیز

ضرایب فنی فعالیت‌های ۱۳ گانه در جدول شماره ۲ و میزان درآمد و هزینه‌های فعالیت‌ها شامل آماده‌سازی زمین، کودشیمیایی، بذر مصرفی، نیروی کار و سایر هزینه‌ها (حمل و نقل و غیره) در جدول شماره ۳ آمده است.

جدول شماره ۲. ضرایب فنی و اطلاعات به دست آمده از تحقیق در منطقه
برای یک هکتار زمین

ردیف	نوعیت	نیروی کار (نفر - روز)		کودشیمیایی (کیلوگرم)		بذر مصرفی (کیلوگرم)	ریال)
		آبیاری	کل	ازبه	فسفوره		
۱	گندم	۳/۴	۱۷/۴	۲۶/۵	۳۱	۱۴۰	۶۲۵
۲	جو	۳/۴	۲۶/۴	۵۱/۵	۲۶/۵	۱۲۹	۶۴۹
۳	قمیله	۳/۵	۱۲/۸	۰	۲۹	۱۸۱	۶۲۰
۴	بویجه	۲۲	۱۲۱	۲۶	۷۴	۲۱	۱۴۰۰
۵	شیر	۱۵	۵۸/۲	۱۵	۶۴	۵۳	۲۵۵۰
۶	ذرت علوفه‌ای	۱۰	۵۴	۹۶	۷۲	۸/۴	۶۵۰۰
۷	پیاز	۷/۵	۱۰۰/۵	۵۰	۸۷	۷/۲۵	۹۲۲۵
۸	جالیز	۶/۱	۴۹/۵	۵۵	۴۶/۵	۱/۷۸	۴۲۴۷۸
۹	تیاکو	۱۳	۱۰۰	۷۸	۱۷۱	۷/۵	۷۰۵۰
۱۰	عدس	۸	۴۳	۵۰	۱۰۰	۳۱	۲۶۲۰
۱۱	زیره	۴	۵۹	۵۰	۱۰۰	۴۰	۱۰۰۰۰
۱۲	زعفران	۴	۱۴۴	۴۹	۲۵	۲۶۶۷	۲۰۰۰
۱۳	شلغم	۴/۶	۱۶	۰	۴۲	۳	۳۱۵۰

ساخته: یافته‌های تحقیق

جدول شماره ۳. هزینه‌ها و درآمد فعالیت‌های مدل برنامه‌ریزی خطی در منطقه

درآمدخالص (ریال)	تولید			هزینه‌ها					نظایب
	درآمد (ریال)	قیمت (ریال)	علاکرد (Kg/ha)	هزینه‌کل	سایر هزینه‌ها	نیروی کار	بذر	کودشیمیایی	
۲۴۰۳۵	۹۰۰۶۲۹*	۶۶۶/۷	۱۲۸۷	۶۵۹۹۰۴	۱۳۰۱۲۵	۲۷۸۴۰۰	۹۰۳۰۰	۲۳۰۳۳	۱۳۸۰۴۶
۲۹۰۶۵	۶۶۴۰۵۱*	۶۰۰	۱۰۷۹	۶۳۴۹۸۷	۲۶۵۰۰	۳۳۳۲۰۰	۸۹۴۰۰	۲۶۱۵۱	۱۳۶۳۴۶
۶۹۶۸۸	۱۲۱۰۲۰۰	۳۰۰	۴۰۳۴	۱۱۳۹۷۱۲	۲۸۲۹۸	۷۹۲۰۰۰	۷۵۲۷۱	۳۰۱۵۴	۲۱۳۹۸۹
۱۵۶۹۰	۴۴۲۰۰۰	**	**	۲۴۰۴۳۱	۶۱۲۷	۱۹۲۰۰۰	۱۱۲۲۰	۸۵۸۴	۱۲۱۵۰۰
۶۵۰۹۰۲	۲۵۸۹۷۵۰	۴۵۰	۵۷۵۵	۱۹۳۸۸۲۷	۲۵۲۲۱	۱۸۱۵۰۰۰	۲۹۴۰۰	۲۹۶۵۲	۳۹۴۷۴
۵۴۵۲۳	۱۰۶۳۷۵۰	۲۵۰	۲۲۵۵	۱۰۰۹۲۲۷	۱۵۱۱۶	۸۸۲۰۰۰	۱۸۸۱۵	۲۳۴۱۴	۶۹۸۸۴
۳۶۲۷۶۶	۱۴۴۸۲۰۰	۲۰۰	۷۲۴۱	۱۰۸۵۴۳۴	۱۹۲۳۱	۸۱۰۰۰۰	۵۴۶۰۰	۴۹۹۲۰	۱۵۱۶۸۳
۲۰۶۷۰	۴۳۵۵۹۵۰	۴۰۰	۱۰۸۹۰	۲۲۸۸۹۳۴	۳۶۶۰۳۸	۱۶۰۸۰۰۰	۶۷۸۷۷	۴۰۶۵۲	۲۰۶۲۶۷
۱۶۹۶۷۰۲	۲۱۲۱۰۰۰	۱۴۰۰	۱۵۱۹	۱۹۲۸۲۹۸	۱۳۴۲۸	۱۶۰۰۰۰۰	۵۲۸۷۵	۷۳۸۶۰	۱۸۸۱۲۵
۱۸۰۶۰۹۸	۵۴۹۷۵۸۴	۳۰۰۰	۱۷۹/۹	۳۵۹۱۴۶۶	۱۰۰۰۰۰	۲۲۲۰۰۰۰	۱۱۶۸۷۷۴	۴۴۵۰۰	۳۸۲۱۲
۱۹۰۱۵۰۰	۲۶۰۰۰۰۰	۹۰۰۰	۴۰۰	۱۶۹۸۵۰۰	۱۳۵۰۰۰	۹۴۴۰۰۰	۴۰۰۰۰۰	۴۴۵۰۰	۱۷۵۰۰۰
۱۰۴۱۸۵۷	۲۰۲۵۰۰۰	۵۰۰۰	۴۰۵	۹۸۳۱۴۳	۱۵۰۰۰	۶۸۸۰۰۰	۸۱۲۲۰	۲۲۰۰۰۰	۱۷۶۹۲۳
-۱۶۹۸۸	۳۷۱۲۵۰	۴۵۰	۸۱۵	۳۸۱۳۲۸	۵۵۵۶	۲۵۶۰۰۰	۹۴۵۰	۱۲۴۳۲	۱۲۰۰۰۰

ساخته: یافته‌های تحقیق

*: درآمد حاصل از محصولات فرعی (کاه) موجود در گندم و جو، در محاسبه درآمد کلی وارد گردیده است.

** : تفصیل چون به صورت علوفه‌ای و فله‌ای بوده، درآمد آن به صورت هکتاری منظور شده است.

جدول شماره ۴. نیاز آبی محصولات بهاره منطقه سیستان
به روش بلانی کریل

سالانه	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	مهرمن	دی	آذر	آبان	مهر	فعالیت
۷۷۷	-	-	-	۲۵۹۰	۲۶۹۳	۷۹۴	-	-	-	۷۵۰	۶۵۰	-	عدس
۲۶۱۰۲	۲۲۷۹	۴۰۷۷	۲۲۷۸	۲۸۶۶	۲۸۸۵	۱۲۳۳	۹۸۰	۶۹۳	۶۰۰	۷۴۷	۱۳۰۳	۲۰۶۱	برنج
۲۷۴۵	-	-	-	-	-	-	-	۸۳۷	۶۵۴	۷۰۲	۷۶۸	۸۰۴	فصل
۱۵۰۸۰	-	-	۲۶۸۲	۲۲۷۵	۲۱۹۰	۱۷۳۹	۱۰۸۵	۷۶۵	۶۶۳	۹۲۴	۷۵۷	-	شیدر
۵۶۷۸	-	-	-	-	-	۱۵۳۱	۱۱۸۶	۸۳۷	۶۵۴	۷۰۲	۷۶۸	-	زیره
۴۹۵۱	-	-	-	-	-	-	۱۱۸۶	۸۳۷	۶۵۴	۷۰۲	۷۶۸	۸۰۴	زعفران
۲۳۰۵	-	-	-	-	-	-	-	۶۹۳	۶۶۳	۹۲۴	۱۱۳۷	۸۸۸	شلغم
۶۴۸۲	-	-	-	-	-	۱۵۳۱	۱۱۸۶	۸۳۷	۶۵۴	۷۰۲	۷۶۸	۸۰۴	جو
۶۴۸۲	-	-	-	-	-	۱۵۳۱	۱۱۸۶	۸۳۷	۶۵۴	۷۰۲	۷۶۸	۸۰۴	گندم
۱۳۰۹۸	-	۲۱۴۸	۲۸۵۲	۳۳۷۰	۲۰۳۱	۶۷۶	-	-	-	-	-	-	چالیز
۱۲۳۳۸	-	۲۲۴۶	۲۳۹۹	۲۲۳۵	۲۶۱۳	۶۲۵	-	-	-	-	-	-	تیناکو
۱۱۸۳۰	-	-	۴۰۷۳	۴۰۵۲	۲۹۷۶	۷۳۹	-	-	-	-	-	-	پیاز
۱۳۴۸۳	-	۲۲۶۶	۴۱۸۵	۲۸۵۰	۲۲۸۸	۶۹۴	-	-	-	-	-	-	ذرت علوفه‌ای

مأخذ: سازمان عمران سیستان، گزارشهای مهندسی مشاور
تذکره: محصولات بهاره شامل: چالیز، تیناکو، پیاز، شیدر، ذرت علوفه‌ای، حبوبات است و بوجه سالانه و سایر محصولات پاییزه اند.

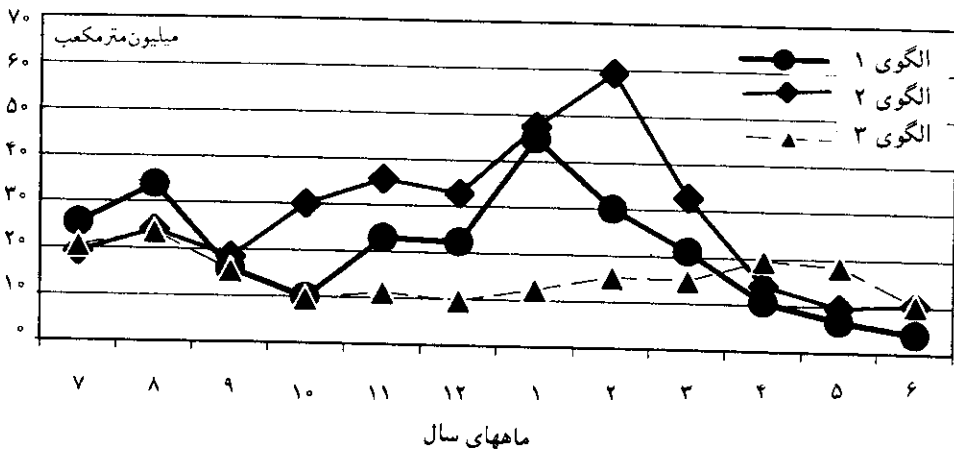
از آنجا که موضوع اصلی بررسی، مدیریت توزیع و استفاده از منابع آبی رودخانه الگوی

اصلی بر اساس حجم آب قابل استفاده در بخش کشاورزی، به طور سالانه و ماهانه به شرح زیر در نظر گرفته شد:

ابتدا حجم آب رودخانه طی ۵۰ سال گذشته بررسی شد. بر اساس شواهد تقریباً هر ۱۰ سال، یک دوره رکود شدید آبدهی مشاهده می شود. با توجه به این اطلاعات، سه الگوی تحقیق به شرح زیر تنظیم شد (نمودار شماره ۲):

۱. الگوی اول: حجم آب قابل استفاده در سال تحقیق برابر $247/67$ میلیون مترمکعب.
 ۲. الگوی دوم: میانگین آب قابل استفاده طی ۱۸ سال گذشته معادل $335/98$ میلیون متر مکعب در سال.

۳. الگوی سوم: میانگین ۵ سال کم آبی رودخانه معادل $185/1$ میلیون مترمکعب در سال.



نمودار شماره ۲. حجم آب در دسترس سه الگوی اصلی مدل در منطقه

با توجه به اینکه منطقه سیستان دشتی بسیار مسطح و فاقد سد مخزنی است، تنها منبع ذخیره آب رودخانه جهت کشاورزی و آب آشامیدنی اهالی منطقه، گودالهای طبیعی یا همان چاه نیمه‌هاست. لذا برای استفاده بهینه و حداکثر از آب در تمامی ماههای سال، امکان ذخیره‌سازی آب در ماههای مختلف مثبت فرض شده است.

پس از بررسی اثر ذخیره‌سازی آب در سه الگو، اثر حذف محدودیت خودکفایی یا خودمصرفی از الگو بررسی شد که نتایج هر دو حالت تشریح خواهد شد. در نتایج سه الگو به وضوح مشخص است که آب، محدودکننده‌ترین عامل تولید است.

در الگوی اول مقدار آب در ماههای دی، خرداد و تیر محدودیت شدید دارد و قیمت سایه‌ای آن در این ماهها بسیار بالا و به ترتیب ۲۹۰۵/۵، ۲۹۰ و ۲۱۸ ریال است. عدد ۲۹۰۵/۵ بیانگر آن است که افزایش عرضه آب به میزان یک مترمکعب در دی‌ماه، به میزان ۲۹۰۵ ریال بر درآمد کشاورزی منطقه اضافه می‌کند. علت بالا بودن ارزش آب در این ماه را می‌توان مساعد بودن شرایط آب و هوایی و تراکم نیاز آبی فعالیتهای گندم، جو، قصبیل، عدس و محدود شدن کشت سودآورترین محصول فصل، یعنی زیره دانست. این قیمتها زمانی ارزشمند است که حجم آب موجود در این ماه ۹۹۰۳۰۸۹ مترمکعب و بیشتر و حد بالای آن بینهایت باشد. در مرحله دوم با فرض ذخیره‌سازی آب در ماههای دارای آب مازاد، مصرف الگوی پیشنهادی و رفع بخشی از کمبود ماههای دارای محدودیت الگو مجدداً بررسی شد. در این شرایط کود شیمیایی فسفره نیز به عنوان محدودیت شناخته شد که با خرید ۲۷/۲ تن مشکل حل گردید و تنها محدودیت الگو آب خرداد ماه و تیر باقی ماند. در این شرایط آب مازاد ماههای مهر و آبان ذخیره شد و در ماههای آذر، دی و اسفند به مصرف شهر رسید و آب مازاد فروردین و اردیبهشت ذخیره شد و در خرداد و تیر مصرف گردید. در این حالت قیمت سایه‌ای آب به ترتیب به ۲۸۸ و ۵۴/۶ ریال رسید و در مقابل بازده الگو به طور محسوسی افزایش یافت.

در الگوی دوم محدودیت آب در آذر ماه و تیر ماه مشاهده شد که با ذخیره‌سازی در ماههای مازاد، محدودیت آذرماه حذف گردید. در این شرایط، نیروی کار در فصل برداشت زیره

محدودیت شناخته شد. نیاز خرید کود فسفات به بالغ بر ۳۷۰ تن و کود ازته حدود ۱۴ تن توصیه شد. در حالت دوم، پس از ذخیره سازی، مهمترین عامل محدودکننده، زمین به شمار آمده که قیمت سایه‌ای آن ۹۴۰۱۱۰ ریال بوده است.

در الگوی سوم، آب در ماههای اسفند، خرداد و تیر عامل محدودکننده و قیمت سایه‌ای آن به ترتیب ۱۶۰۲، ۳۶۳ و ۱۴۵/۷ ریال بوده است. در سایر ماهها که مقداری آب مازاد وجود داشت، قیمت سایه‌ای آن صفر بود. البته آب مازاد باقیمانده به علت گرمای هوا بلااستفاده منظور شده است (جدول شماره ۵).

سطح زیرکشت محصولات مختلف سه الگوی پیشنهادی و الگوی کنونی مورد کشت منطقه در جدول شماره ۶ آمده است. پس از حل مدل، هزینه فرصت فعالیتها به دست آمد که در جدول شماره ۷ نشان داده شده است.

جدول شماره ۵. قیمت‌های سایه‌ای آب طی ماههای مختلف سال که محدودیت

مشاهده شده است (ریال)

محدودیت زمین	محدودیت آب در ماههای مختلف						حالت	الگو
	تیر	خرداد	فروردین	اسفند	دی	آذر		
۰	۲۱۸	۲۹۰	۰	۰	۲۹۰۵	۰	۱	۱
۰	۵۴/۶	۲۸۸	۰	۰	۰	۰	۲	
۰	۵۱۶/۸	۰	۰	۰	۰	۱۲۵۳	۱	۲
۹۴۰۱۱۰	۲۷۶	۰	۰	۰	۰	۰	۲	
۰	۱۴۵/۷	۳۶۳	۰	۱۶۰۲	۰	۰	۱	۳
۰	۱۶۵/۴	۳۱۵	۱۵۶/۲۵	۰	۰	۰	۲	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول شماره ۶. سطح زیر کشت محصولات مختلف در چهار الگوی مورد بررسی

شماره	زعفران	زیره	تشیاکو	عدس	پياز	گياهان علوفه‌اي	چاير	جو	گندم	الگو
۲۳	۰	۰	۵۶	۱۷۱	۱۷۱	۲۰۲۳	۱۲۲۲	۳۳۸۷	۱۵۵۰۲	فصل اول
۰	۷۲۵	۴۲۷۵	۰	۴۰۶۵	۲۹۲۷	۲۰۳۹	۰	۳۳۸۷	۱۴۶۵۳	دوم
۰	۰	۵۰۰۰	۰	۲۹۳۹	۸۳۳۸	۲۰۳۹	۰	۳۳۸۷	۱۰۴۸۱	سوم
۰	۲۳۶۰	۰	۰	۲۸۹۹	۱۹۵۵	۲۰۷۲	۰	۷۵۰۰	۹۷۶۳	

ساخته: یافته‌های تحقیق

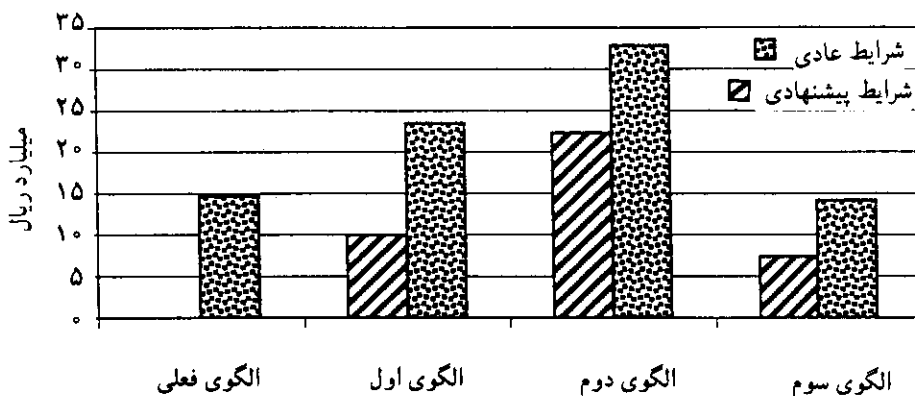
جدول شماره ۷. هزینه فرصت فعالیتهای الگوی بهینه

الگوی سوم	الگوی دوم	الگوی اول	فعالیت
۱۷۳۷۷۷۳	۱۹۳۶۶۰۳	۱۷۵۲۶۴۸	جالیز
۱۵۱۶۱۵۵	۱۵۲۱۸۴۶	۱۴۶۲۴۲۷	تنباکو
۱۴۳۹۹۰	۰	۰	زیره
۰	۹۲۲۳۴	۰	زعفران
۱۷۹۹۱	۹۵۵۱۰۱	۲۰۶۲۵۴	شلغم

مأخذ: یافته‌های تحقیق

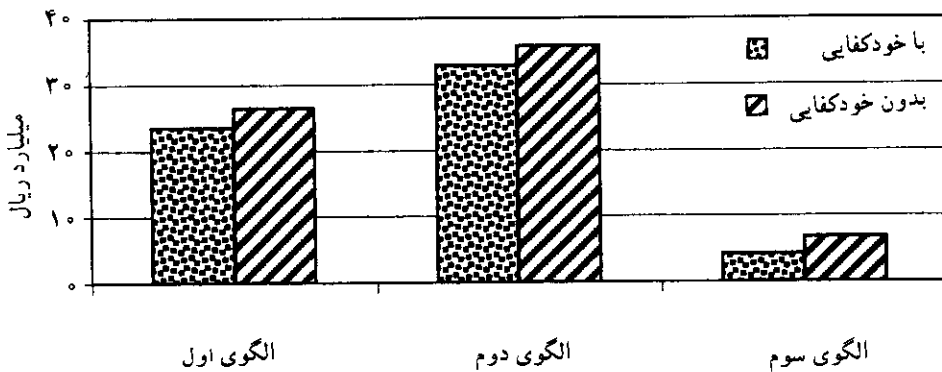
هزینه‌های فرصت فعالیتهای نشان می‌دهد، در صورتی که مدیر مزرعه تمایل به کشت یک واحد (یک هکتار) فعالیت جالیز داشته باشد باید از ۱۷۵۲۶۴۸ ریال درآمد کل چشمپوشی کند.

با تخصیص آب در ماههای مختلف و ارائه الگوهای پیشنهادی، درآمد خالص هر الگو محاسبه شد. نمودار شماره ۳ مقدار درآمد الگوهای مختلف را برای کل منطقه سیستان نشان می‌دهد.



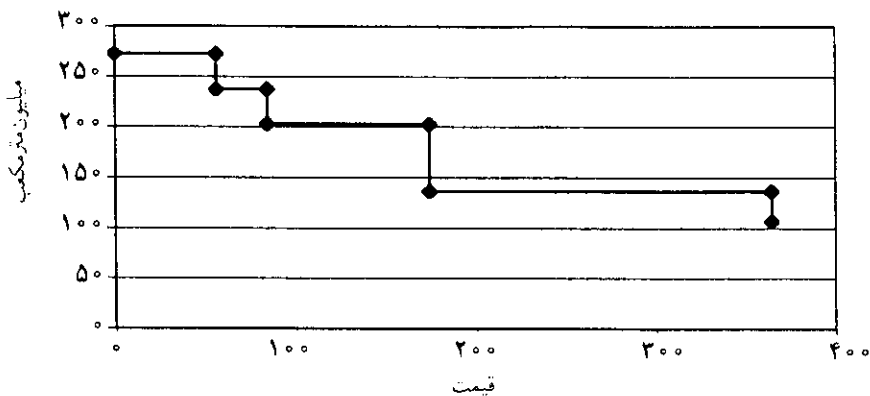
نمودار شماره ۳. مقایسه درآمد خالص الگوهای پیشنهادی و فعلی در حالات مختلف

در تمامی الگوهای مورد بررسی محدودیتهایی تحت عنوان خودکفایی تولید کننده، جو و علوفه در نظر گرفته شده است. اکنون این پرسش مطرح می شود که در صورت رفع نااطمینانی بهره برداران و حذف نیازهای خود مصرفی، درآمد خالص و سطح فعالیت های منطقه چه تغییری خواهد کرد؟ در این مرحله این محدودیتها حذف شد و میزان تغییر سطح درآمد و سطح زیرکشت الگو مشاهده شد. تغییرات درآمدی در این حالت در نمودار شماره ۴ آمده است.



نمودار شماره ۴. تغییرات درآمدی بهره برداران با حذف محدودیت خودکفایی

در نهایت برای بررسی میزان تقاضای آب و قیمت آن، تابع تقاضای معیاری آب تخمین زده شد. تابع یاد شده، یک تابع پله ای با شیب منفی است که از قانون کلی تقاضا پیروی می کند. تابع پله ای تقاضای معیاری آب منطقه در نمودار شماره ۵ آمده است.



نمودار شماره ۵. تابع پله‌ای تقاضای آب

برای محاسبه تأثیر میزان تغییرات قیمت آب بر تقاضای آن، کشش نقطه‌ای تقاضای آب مورد بررسی قرار گرفت که نتیجه آن نشان داد قدر مطلق این ارزش در دامنه‌ای از موجودی مقادیر آب (کمتر از ۱۲۷ میلیون متر مکعب آب سالانه) کشش پذیر و در حجم بیشتر از ۱۲۷ میلیون متر مکعب کشش ناپذیر است. بدین معنی که اگر میزان آب از ۱۲۷ میلیون متر مکعب کمتر باشد با افزایش درصد معینی بر قیمت، تقاضای آب به میزان کمتر از درصد تغییرات قیمت، کاهش می‌یابد و در حالت کشش پذیر که کشش نقطه‌ای بیشتر از واحد است، افزایش درصد معینی بر قیمت می‌تواند تقاضای آب را به میزان بیشتر از درصد تغییرات قیمت کاهش دهد. کشش نقطه‌ای در حجم ۱۲۷ میلیون متر مکعب برابر یک است (۰/۹۹۹۹).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به نتایج مطالعات و بررسی‌های میدانی به عمل آمده در منطقه، اهم نظرات و پیشنهادات جهت رفع تنگناهای موجود به شرح زیر ارائه می‌گردد:

۱. از آنجا که محدودکننده‌ترین عامل تولید بخش کشاورزی منطقه، حجم آب قابل استفاده در برخی ماهها بویژه تابستان است، لذا باید برنامه‌ریزی‌های کشت مبتنی بر سیاستهای منابع آب باشد و از فعالیتهایی که در این ماهها نیاز آبی کمتر دارد استفاده شود.
۲. ذخیره‌سازی آب مهمترین مسئله جهت استفاده بهینه از منابع آب است. لذا با ایجاد مخازن مناسب و شبکه پیشرفته آبرسانی می‌توان راندمان نگهداری و انتقال را بالا برد و از تلفات بی‌رویه آب جلوگیری کرد. در این رابطه احداث چهارمین چاه نیمه یکی از راهکارهای مطلوب است.
۳. ایجاد فضای مشارکتی و همکاری بین بهره‌برداران و دولت و نیز واگذاری برخی از مسئولیتهای توزیع و برنامه‌ریزی به بهره‌برداران می‌تواند انگیزه لازم را جهت استفاده بهینه از آب، این موهبت الهی، فراهم آورد.
۴. پراکندگی اراضی یکی از عوامل پایین بودن راندمان آبیاری است. لذا برنامه‌ریزی برای یکپارچه کردن اراضی منطقه، به هر طریق ممکن مفید خواهد بود.
۵. متأسفانه آب در اکثر نقاط میهن اسلامی از جمله دشت سیستان به عنوان یک کالای اقتصادی تلقی نمی‌شود. لذا لازم است با اتخاذ سیاستهای قیمتی، بهای مناسبی از نظر اقتصادی، اجتماعی و سیاسی برای ساماندهی آب در نظر گرفته شود. برای اجرای این سیاست ابتدا باید مقدمات پذیرش فرهنگ و اخلاق ارزشگذاری به آب بین بهره‌برداران فراهم شده و سپس طرح آب بها به تدریج به مرحله اجرا در آید.
۶. بازیابی سیستم مدیریتی آب بخش کشاورزی و آشامیدنی دشت سیستان به منظور افزایش راندمان تولید بخش کشاورزی و عمران و آبادانی جامعه و نیز رونق اقتصادی منطقه ضرورت دارد.
۷. موضوع بهره‌برداری از آب صرفاً آبیاری مزرعه نیست بلکه مسائل دیگری همچون میزان و فواصل زمانی مناسب برای آبیاری به منظور جلوگیری از ایجاد تنش در گیاه یا مصرف آب مازاد بر نیاز گیاه را نیز در بر می‌گیرد. لذا تحقیقات در این خصوص مستلزم

دقت و تأمل بیشتر است.

۸. اتخاذ روشهای حمایتی دولت در خصوص قیمتهای تضمینی خرید فراوردههای مختلف تولید بخش کشاورزی و ایجاد امنیت اقتصادی - اجتماعی در کشور و بخصوص در این بخش از میهن اسلامی، فعالیتهای مختلف را به سمت استفاده بهینه از منابع هدایت خواهد کرد و زمینه‌ساز برنامه‌ریزی‌های مناسب خواهد شد. بنابراین دقت و اعتماد به نتایج تحقیقات و توصیه‌های علمی تا حد بسیار زیادی افزایش خواهد یافت.

۹. برنامه فعلی استفاده از منابع در بخش کشاورزی منطقه بهینه نبوده و عدم ارائه بوقع خدمات حمایتی شامل تهیه بذر و کود شیمیایی لازم، مشکلاتی را در منطقه ایجاد کرده است. لذا ایجاد امنیت اقتصادی برای کشاورز و جلوگیری از قاچاق و خروج غیررسمی نهاده‌ها از کشور، می‌تواند زمینه لازم را برای استفاده بیشتر از نهاده‌ها و افزایش راندمان تولید پدید آورد.

۱۰. متأسفانه وجود شغل‌های کاذب و قاچاق کالا با درآمد بالا از یک طرف باعث خروج سوخت، کود و دیگر نهاده‌های کشاورزی به خارج از مرز می‌شود و از طرف دیگر علاقه به فعالیتهای کشاورزی را کاهش می‌دهد و در نتیجه، عدم استفاده اقتصادی از منابع آب را موجب می‌شود. بنابراین، اتخاذ روشهای علمی و حمایتی برای فعالیتهای کشاورزی و روشهای منطقی و قانونمند برای فعالیتهای بازرگانی در منطقه لازم به نظر می‌رسد.

۱۱. منطقه سیستان در اکثر مواقع یا از خشکسالیها رنج می‌برد یا از سیلابها در امان نیست. لذا سرمایه‌گذاری برای کنترل سیلابها و ذخیره‌سازی آب می‌تواند موجب بهبود مدیریت و در نتیجه استفاده بهینه از این مایه حیاتی شود.

۱۲. الگوهای کشت و شیوه‌های آبیاری در منطقه، کارآمد و اقتصادی نیست. لذا پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزی‌های لازم برای ترویج الگوهای کشت مناسب، عرضه و دریافت آب براساس ملاکهایی از قبیل نوع محصول، وسعت زمین، زمان و حجم آب و راندمان استفاده از آن انجام گیرد. همچنین مازاد آب موجود را برای اراضی بلااستفاده منطقه شهر سوخته سیستان تخصیص دهند.

۱. اکبری، احمد محمد بخشوده (۱۳۷۲)، سطح زیرکشت مطلوب اراضی زیر سد جیرفت، دومین سمپوزیوم اقتصاد کشاورزی، شیراز.
۲. ترکمانی، جواد (۱۳۷۶)، تعیین و ارزیابی اقتصادی الگوی بهینه مصرف آب در کشاورزی، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۱۸.
۳. جعفردخت، رضا (۱۳۷۶)، سپای کشاورزی سیستان، مدیریت کشاورزی سیستان بلوچستان، زابل.
۴. چیدری، امیرحسین و لورنس انویه تکیه (۱۳۷۴)، تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی و قیمت سایه‌ای منابع بخش زراعت، دانشگاه تربیت مدرس.
۵. خوش‌اخلاق، رحمان و جواد شهرکی (۱۳۷۹)، تخصیص بهینه آب رودخانه هیرمند میان زیربخش‌های کشاورزی منطقه سیستان، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هشتم، شماره ۲۹.
۶. سازمان عمران سیستان (۱۳۷۰)، وضعیت گذشته و موجود بخش‌های مختلف در رابطه با منطقه، جلد اول.
۷. سلطانی، غلامرضا (۱۳۷۲)، تعیین آب‌بها و تخصیص بهینه آب در اراضی زیر سدها، مجموعه مقالات دومین سمپوزیم سیاست‌های کشاورزی ایران، شیراز.
۸. عبدیان، مسعود (۱۳۷۲)، طراحی الگوی کشت بهینه در یک روستای شهرستان ورامین، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی.
۹. کوپاهی، مجید و حمید آماده (۱۳۷۵)، بررسی روش‌های برآورد ضرایب فنی الگوهای برنامه‌ریزی خطی جهت تخصیص بهینه، نامه آب، دانشگاه تهران.
۱۰. میرلطفی، محمودرضا (۱۳۷۵)، نقش هیرمند در توسعه کشاورزی سیستان، دانشگاه اصفهان.
۱۱. نوری نائینی، محمدسعید و احمد صلاح‌منش (۱۳۷۵)، تعیین قیمت سایه‌ای منابع در بخش کشاورزی، تحقیقات اقتصادی کشاورزی، شماره ۴۸، دانشگاه تهران.
12. Chakravorty, V., J., Roumasset (1991), Efficient spatial allocation irrigation water, *American Journal of Agricultural Economics*.

13. Dhawan, K.C., A.S., Kahlon (1997), Some methodological issues in using L.P. Technique in agriculture, *Journal of Agricultural Economics*, Vol. 32, No. 1, India.
14. Hazell, P.B.R., R.D., Norton (1986), Mathematical programming for economic analysis in agriculture, Collie Mcmillan Publishing, London.
15. Karim Koshteh, M.H. (1995), Greening the desert, Renaissance Publishing House, First Ed., India.
16. Raman, H., J.V., Paul (1992), Selection of cropping pattern using linear programming technique., *Journal of Agricultural Economics*, vol. 2 (2), PP. 125 - 131, India.
17. Sankhayan, P.L, H.S., Cheema (1991), Using linear programming models generating optimum farm plan, *Journal of Agricultural Economics*, vol. 46, No. 4, India.
18. Yaron, Dan & Ariel Dinner (1982), Optimal allocation of irrigation water during peak season, *Agricultural Economics*, November, pp. 681 - 689.