مدیریت منابع آبی از طریق تخصیص بهینه آب بین اراضی زیر سدها (مطالعه موردی سد بارزو شیروان)

علی کرامت زاده[1]، امیرحسین چیذری[2] و سید حبیب الله موسوی[3]

چکیده

یکی از مسائل موجود در مدیریت آب تخصیص بهینه آن بین بخشها و مصارف مختلف می باشد. این مسئله با افزایش جمعیت و تقاضا روز بروز حادتر می شود. برای استفاده بهینه از آب یک سد بایستی بتوانیم به سوالات زیر پاسخ بدهیم:1- در هر فصل از سال چه میزانی از آب سد مصرف شود؟ 2- آب مصرفی هر فصل چگونه در بین مناطق مختلف کشت تخصیص یابد؟ 3- آب تخصیص داده شده به هر منطقه به چه محصولاتی اختصاص یابد؟ از لحاظ تاریخی بهره برداری از منابع آب وتخصیص آن بین بهره برداران در اکثر نقاط کشور تحت مدیریت دولت و غالبا بر اساس ضوابط سیاسی ـ اجتماعی بجای معیارهای اقتصادی صورت می گیرد. لیکن این نوع مدیریت منابع آب منجر به تخصیص غیر بهینه این نهاده در کشور شده است. که برای رهایی از این مشکل، تغییر در نحوه مدیریت منابع آب از مدیریت بر مبنای عرضه به مدیریت بر مبنای تقاضا می تواند مفید واقع شود. این مطالعه در جهت بهبود مدیریت منابع آب بر روی اراضی زیر سد بارزوی شیروان که بالغ بر 5713 هکتار می باشد انجام شده است که این اراضی به سه منطقه تقریبا همگن تقسیم شده اند و سپس با استفاده از تکنیک برنامه ریزی ریاضی الگوی کشت بهینه را برای هر منطقه تعیین کرده و سپس براساس نوع محصولات منطقه و نیاز آبی آنها میزان کل آب مورد نیاز آن منطقه محاسبه شده است و آنگاه با توجه به زمان کاشت و برداشت محصولات و نیاز آبی آنها میزان آب مصرفی ماهانه سد محاسبه می شود که برای جمع آوری اطلاعات هر منطقه از روش نمونه گیری طبقه ای استفاده کرده و ضرایب تکنیکی هر منطقه را با متوسط اطلاعات پرسشنامه ای آن منطقه بدست آورده و درآمد خالص فعالیتهای مختلف را نیز بر حسب متوسط قیمتهای نمونه گیری شده سال زراعی 82-81 محاسبه می کنیم که تمامی تجزیه و تحلیلهای اطلاعات این مطالعه با استفاده از بسته های نرم افزاری Lindo و Lingo انجام شده است.

مقدمه:

کمبود آب یک مشکل جهانی روبه تزاید است. افزایش فشارهای جمعیتی، بهبود سطح زندگی و تقاضای در حال افزایش برای کیفیت محیط زیست، همه دولتها را برانگیخته تا برای مدیریت بهتر منابع آب موجود، راهکارهای بهتری ارائه نمایند. یکی از راهکارهای مدیریت منابع آب تخصیص بهینه آن بین بخشها و مصارف مختلف می باشد. بدیهی است که فشارهای ناشی از افزایش تصاعدی تقاضای جهانی آب از یک طرف و کمیابی منابع آب از طرف دیگر، تخصیص و استفاده بهینه منابع آب موجود را طلب می نماید.

گر چه آب را هم مي‌توان مانند ديگر نهاده‌هاي توليد كشاورزي نظير كودشيميايي، سموم دفع آفات، سوخت و غيره خريد و فروش نمود و بعبارت ديگر تخصيص آن بين مصارف مختلف را بعهده بازار گذاشت، ولي در عمل مشكلاتي در راه انجام اين كار وجود دارد. اين مشكلات بطور عمده از طبيعت آن ناشي مي شود. اولاً؛ آب يك منبع طبيعي تجديد شدني است كه خوشبختانه هر سال پس از مصرف، از طريق نزولات جوي برمي‌گردد. ثانياً؛ آب يك ماده فرار مي‌باشد كه از طريق كانالها و آبراهه‌هاي سطحي و آبخوانها زيرزميني از يك منطقه به منطقه ديگر حركت مي‌كند. بنابراين از نقطه نظر حقوق مالكيت تفاوت عمده‌اي بين آب و ساير نهاده‌هاي كشاورزي نظير زمين

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصادکشاورزی دانشگاه تربیت مدرس a_keramat2002@yahoo.com
[2] عضو هیئت علمی گروه اقتصادکشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
[3] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصادکشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

Archive of SID
www.SID.ir

وجود دارد. زيرا آب يك منبع مشترك بوده كه در عين حاليكه در مالكيت همه است در مالكيت هيچكس نيست.

بنابراين تعيين حقوق مشخص و منحصر بفرد مالكيت در مورد آب مشكل بوده و بدين لحاظ آب مانند كالاهاي ديگر شرايط لازم را براي مبادله دارا نمي‌باشد. در عمل براي تخصيص آب مي‌توان از سه نظام يا تركيبي از آنها استفاده نمود:

الف) نظام تخصيص مبتني بر ضوابط اداري و سياسي: در اين نظام كمتر از ضوابط و اصول اقتصادي استفاده مي‌شود. تنها ملاحضات اقتصادي در اين نظام، عبارت از توزيع درآمد و عدالت اجتماعي و (نه كارايي مصرف) است.

ب) نظام تخصيص مبتني بر ضوابط فني: در اين نظام براي مالك زميني كه در آن محصولات مختلف كشت مي‌شود حق مصرف مقدار معيني آب در نظر گرفته مي‌شود. فرض ضمني اين نظام تخصيص آن است كه مالك زمين، خود به امر توليد اشتغال داشته و تمام توليد كنندگان (زارعين) داراي كارايي يكسان بوده و توزيع درآمد نيز مطرح نمي‌باشد.

ج) نظام تخصيص مبتني بر اصول اقتصادي: در اين نظام، تخصيص بر مبناي كارايي اقتصادي بوده و هدف، تأمين حداكثر بازده اقتصادي از منابع آب مي باشد(29).

گفتني است كه نظام‌هاي موجود به صورت تركيبي از سه نظام فوق‌الذكر بوده و برحسب مورد درصد هر يك از نظامها در اين تركيب متفاوت مي‌باشد. در ايران نظام تخصيص تاكنون به طور عمده، تركيبي از نظامهاي اول و دوم بوده و كمتر از ضوابط و اصول اقتصادي استفاده شده است. گرچه در سالهاي اخير به اهميت استفاده از اصل اقتصادي در تخصيص منابع آب بيشتر از گذشته پي‌برده شده است.

تخصيص منابع آب زماني كارآمد است كه بتواند تحت شرايط تكنولوژيهاي موجود و مقادير منابع آبي در دسترس، منفعت خالص ايجاد شده را به حداكثر برساند (Easter, et al., 1997). بعبارت ديگر، كارايي تخصيص آب مي‌تواند به برابري منافع نهايي حاصل از استفاده منابع آب در بخشها و مناطق مختلف به منظور حداكثر ساختن رفاه اجتماعي تعبير گردد.

حقوق استفاده از آب مشخص مي‌سازند كه آب بايد چگونه بين بخشهاي مختلف (مصارف صنعتي، خانگي و كشاورزي) و نيز در درون هر بخش تقسيم گردد. در اكثر كشورها حقوق آب مبتني بر يكي از سه سيستم زير است كه عبارتند از:

1- **حقوق ساحلي:** كه حق مالكيت آب را منتسب به زمينهايي كه در ساحل رودخانه قرار دارند، مي‌سازند. اين نوع سيستم عموماً در شرايط آب فراوان يافت مي شود.

2- تخصيص عمومي: اين نوع تخصيص بر مبناي اولويتهايي است كه دولت مشخص مي‌كند.

3- تخصيص از پيش تعيين شده: اين نوع تخصيص بر اساس استفاده تاريخي تعيين مي‌شود(Sampath, 1992).

جهت تخصيص بهينه آب در يك منطقه يا اراضي تحت پوشش يك حوزه آبريز بايستي به مسئله بهينه‌سازي برنامه آبياري[1] در آن منطقه پرداخته شود. نمودار شماره(1) بيانگر ساختار تخصيص بهينه آب در يك حوزه آبريز مي‌باشد.

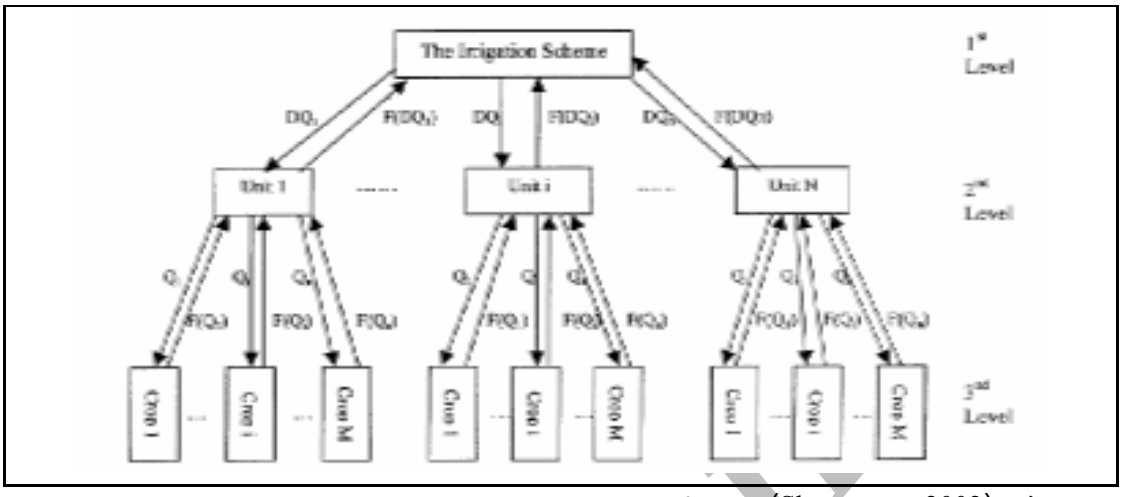
در هر مسئله بهينه‌سازي برنامه آبياري مطابق با نمودار شماره (1) اولاً؛ بايستي مشخص گردد كه آب به چه منطقه‌اي از اراضي زير حوزه آبريز منتقل گردد (بهينه‌سازي منطقه‌اي)[2]، كه اين نوع بهينه‌سازي در ساختار فوق در سطح دوم نشان داده شده است.

[1] Iirrgation scheduling optimization

[2] regional optimization

Archive of SID
www.SID.ir

نمودار1: ساختار مدل تخصيص بهينه آب در يك برنامه آبياري



منبع:(Shangguan, 2002)

در تخصيص بهينه منابع از لحاظ اقتصادي، بايستي سود نهايي حاصل از استفاده منابع آب كمياب در ميان بخشهاي مختلف اقتصادي جهت حداكثرشدن رفاه جامعه، با يكديگر مساوي گردد. بعبارت ديگر سود حاصل از مصرف يك واحد اضافي از منبع محدود موردنظر در يك بخش خاص بايستي با سود حاصل از مصرف آن در بخشهاي مختلف ديگر برابر گردد. اگر غير از اين باشد، مي‌توان با تخصيص بيشتر منابع آب به بخشي كه سود بيشتري مي‌دهد، رفاه كل جامعه را حداكثر نمود.

مكانيزمهاي تخصيص منابع آب:

مكانيزمهاي مختلفي كه جهت تخصيص منابع آبي وجود دارند بشرح زير مي باشند:

الف) مكانيزم تخصيص بر مبناي قيمت‌گذاري هزينه نهايي:

مكانيزم قيمت‌گذاري هزينه نهايي (MCP)[1] اصولاً قيمتي را براي نهاده آب در نظر مي‌گيرد كه برابر با هزينه تهيه و تأمين آخرين واحد آب عرضه شده مي‌باشد. مكانيزم تخصيصي كه در آن ارزش نهايي آب (MVW)[2] عرضه‌شده به منطقه موردنظر، با هزينه نهايي (MC) تأمين آن برابر باشد، از لحاظ اقتصادي كارا[3] و از نظر اجتماعي بهينه مي‌باشد.

اگر تخصيص آب به مصرف‌كنندگان مختلف داراي هزينه يكسان نباشد آنگاه مطابق با هزينه نهايي مصرف‌كنندگان هر منطقه، تخصيص در آن منطقه صورت مي گيرد. به عبارت ديگر آنقدر آب به هر منطقه تخصيص مي‌يابد تا اينكه هزينه نهايي با ارزش نهايي آب در آن منطقه يكسان گردد (Spulber and sabbaghi, 1994).

ب) مكانيزم تخصيص عمومي (دولتي) آب[4]:

دلايلي كه دخالت دولت را در توسعه و تخصيص منابع آب ضروري مي‌داند به شرح زير مي‌باشند:

الف) بعلت طبيعت ذاتي نهاده آب كه رفتار با آن مانند ساير كالاهاي بازار مشكل است.

ب) بعلت عمومي بودن مالكيت آب كه همه سعي در مصرف آن دارند.

[1] .Marginal cost pricing
[2] .Marginal value of water
[3] .Economically efficient
[4] public water allocation

Archive of SID
www.SID.ir

ج) بعلت بالا بودن حجم سرمايه‌گذاري جهت تأمين و توسعه منابع آبي، كه بخش خصوصي ناتوان از انجام چنين سرمايه‌گذاريهايي مي‌باشد.

د) هزينه بر بودن انتقال آن به مناطق ديگر

در اين مكانيزم تخصيص، مقادير قابل تخصيص آب تحت تأثير شرايط سياسي و فيزيكي مي باشند.

ج) مكانيزم تخصيص بر مبناي بازارهاي آب:

تخصيص مبتني بر بازار آب[1] به مبادله حقابه‌ها، در مقايسه با خريد و فروش موقتي[2] آب بين مصرف‌كنندگان همسايه در يك منطقه مربوط مي‌شود. اين نوع مبادله حقابه‌ها، بازار نقدي آب[3] ناميده مي‌شود، كه بيشتر اوقات تحت مجموعه‌اي از قوانين مختلف اداره مي‌شود.

در اين تخصيص منابع آبي از مصارف با ارزش آب پايين به سمت مصارف با ارزش آب بالا انتقال مي‌يابند. بنابراين تخصيص مبتني بر بازار كارايي اقتصادي[4] را هم از نظر فردي و هم از نظر اجتماعي در نظر مي‌گيرد. و عرضه آب را براي مصارفي كه ارزش اقتصادي آب در آن بالاست، بدون نياز به توسعه منابع جديد، تأمين و تضمين نمايد.

د) مكانيزم تخصيص مبتني بر مصرف‌كننده[5]:

سيستمهاي آبياري با مديريت كشاورزان[6]، يكي از واضح‌ترين مثالهايي است كه در مورد تخصيص مبتني بر مصرف‌كننده بكار مي‌رود.(yoder, 1994)

تأثير تخصيص مبتني بر مصرف كننده منابع آب، بر روي محافظت و نگهداري منابع آبي، به ميزان رضايت مصرف‌كنندگان و پيشرفت مؤسسات و نهادهاي محلي بستگي دارد. مصرف‌كنندگان به راحتي مي‌توانند با اجراي فعاليتهاي مشترك، جهت افزايش عرضه منابع آبي منطقه اقدام نمايند. اگر مصرف‌كنندگان در اثر وجود قوانين مخالف مصرف زياد آب و قوانين مخالف هدردادن و اسراف آن، تحت تأثير قرار گرفته و از ميزان فعاليتشان كاهش دهند، مي‌توانند در راستاي محافظت و نگهداري منابع آب انگيزه داشته باشند.

برخي از معيارهايي كه جهت مقايسه مكانيزمهای مختلف تخصيص آب وجود دارد عبارتند از:

1- انعطاف پذيري[7]

انعطاف پذيري در تخصيص منابع، بنحويكه منابع بتوانند از يك استفاده به استفاده ديگر تبديل شده و يا از يك مكان به مكان ديگر منتقل گردد، باعث مي‌شود كه ارزش نهايي منبع موردنظر براي تمام مصرف‌كننده‌ها و مصارف مختلف با حداقل هزينه تأمين يك واحد اضافي منبع كمياب موردنظر برابر گردد. يعني اينكه: $\text{Marginal value} = \text{Least cost}$

2- اطمينان خاطر[8]

اطمينان خاطر مصرف‌كنندگان از اجاره و تأمين آب، باعث استفاده بهينه مصرف‌كنندگان از منابع كمياب موجود مي‌گردد.

3- هزينه فرصت واقعي[1]

[1]. market- based allocation of water.
[2].temporary exchange.
[3].spot water market.
[4].economically efficient.
[5]. user- based allocation.
[6].farmer managed irrigation systems.
[7] flexibility
[8] secarity

Archive of SID
www.SID.ir

هزينه فرصت واقعي كه توسط مصرف‌كنندگان جهت تهيه منبع مورد نظر پرداخت مي‌شود، باعث مي‌گردد كه تخصيص منابع جهت استفاده‌هاي مختلف مطابق با ارزش غير بازاري صورت گيرد.

4- قابل پيش بيني بودن[2]

قابل پيش‌بيني بودن خروجي فرآيندهاي تخصيص باعث تخصيص بهينه و كاهش عدم حتميت مي‌گردد.

5- عدالت (برابري)[3]

ملحوظ نمودن ملاحضات برابري در تخصيص منابع باعث ايجاد سود يكسان براي مصرف‌كنندگان مختلف مي‌گردد.

6- قابليت پذيرش عمومي و سياسي[4]

تخصيص منبع بايستي بنحوي باشد كه بوسيله اقشار مختلف قابل پذيرش بوده و از لحاظ سياسي قابل اجرا باشد.

7- ثمر بخشي[5]

مكانيزم تخصيص مورد استفاده بايستي موقعيت غير مناسب موجود را تغيير داده و سياستها را بسمت اهداف مناسب و ثمربخش هدايت نمايد.

8- پايداري و امكان اجرايي[6]

مكانيزم تخصيص بايستي از لحاظ اجرايي امكان پذير بوده و قابليت تداوم داشته باشد.

زمانی که آب آبیاری به اندازه کافی وجود نداشته باشد برنامه های تخصیص در بخش كشاورزي كه بالاترين حجم تقاضاي آب يعني حدود 90 درصد آب استحصال شده كشور را به خود اختصاص داده است مي‌تواند با توليد محصولاتي كه در قبال مصرف هر واحد آب، بالاترين ارزش بازده نهايي را توليد مي‌كنند، موجب بهبود مديريت تقاضاي آب كشاورزي شده و سود بهره برداران منطقه را افزايش دهد (Campbell, 1987). اهداف مطالعه حاضر كه در اراضی زير سد بازروي شيروان انجام گرفته است نحوه تخصيص آب بين مناطق مذكور می باشد. يعنی:

الف)تخصيص بين مناطق مختلف محدوده آبخور سد (تخصيص مكاني)

ب) تخصيص بين محصولات مختلف يك منطقه (تخصيص محصولي)

ج) تخصيص در ماهها يا فصلهاي مختلف سال (تخصيص زماني)

به اين ترتيب كه اولاً؛ آب به مناطقي تخصيص يابد كه ارزش اقتصادي آب در آن منطقه بالاتر است. ثانياً؛ در هر منطقه به محصولاتي تخصيص يابد كه بيشترين درآمد را ايجاد مي‌كنند. ثالثاً؛ تخصيص آب در فصلها و ماههاي مختلف سال به‌گونه‌اي باشد كه محصولات الگوي كشت منطقه، با مشكل كم‌آبي مواجه نگردند.

پيشينه تحقيق:

در رابطه با بهينه سازی برنامه های آبیاری محصولات مختلف و تخصيص بهينه منابع آبی، فعاليتهای تحقيقاتی خارجی زيادی انجام شده است كه به چند نمونه از آنها اشاره می گردد:

---

[1] Real opportunity
[2] Predictability
[3] Eauity
[4] Political & public acceptability
[5] Efficiency
[6] Administrative feasibility & sustainibility

Archive of SID
www.SID.ir

یوآن و همکاران[1] در سال 1991 در مطالعه ای با استفاده از برنامه ریزی غیر خطی و پویا (NLP-DP) مدل تخصیص بهینه منابع آبی را انجام داده اند. شانگوآن و همکاران[2] در سال 2002 در چین نیز بر اساس برنامه ریزی پویا به تخصیص بهینه آب بین اراضی منطقه می پردازد. سینگ و همکاران[3] نیز بر روي اراضي زير يك كانال آبياري در هند، از مدل برنامه ريزي خطي استفاده كرده‌اند تا الگوي بهينه كشت را با هدف حداكثركردن درآمد خالص در منطقه تدوين نموده و ميزان بهينه آب فصول مختلف سال را برآورد نمايند. داپلر و همكاران[4] در مطالعه‌اي كه در كرانه رود اردن انجام داده‌اند، به بررسي تأثر استراتژيهاي قيمت آب بر روي تخصيص بهينه آب آبياري پرداخته‌اند. اين محققين براي رسيدن اهداف مورد نظر از مدلهاي برنامه‌ريزي خطي استفاده كرده اند. ويچلنز[5] در مطالعه‌اي به بررسي اقتصادي تخصيص و انتقال آب به بيابانهاي جنوبي منطقه سيناي پنينسولا[6] مصر مي‌پردازد. مدل شبيه سازي شده اين مطالعه به بررسی تأثير بالقوه سياستهاي تخصيص آب را بر روي درآمد خالص منطقه بيان مي‌كند.

الوشاه[7] در سال 2001 به بررسي استفاده بهينه آب آبياري دره اردن پرداخته و از يك روش عملي جهت مديريت و بهينه‌سازي مصرف آب آبياري استفاده مي‌نمايد. مطالعه ايشان نشان مي‌دهد كه كميابي آب مي‌تواند از طريق مديريت منابع آب آبياري به كمك انتخاب نسبي محصولات و الگوي كشت كشاورزان كاهش يابد. كلمان[8] در مطالعه ای در سال 2002 به بررسي تخصيص آب در ميان بخشهاي مختلف مناطق نيمه‌خشك برزيل پرداخته و بيان مي‌كند، همچنانكه تقاضاي آب از ميزان منابع آب موجود پيشي مي‌گيرد، بوجود آمدن مشكلاتي از قبيل اينكه، چه كسي موفق به استفاده از آب خواهد شد؟ و يا اينكه چه كسي در استفاده آب سهيم خواهد بود؟ و ... گريزناپذير است.

روش جمع آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات:

از آنجا كه هدف مطالعه حاضر تخصيص بهينه آب بين مناطق مختلف اراضی زير سد بارزو شيروان مي‌باشد، لذا بهره‌برداران اراضی زير سد كه در سه منطقه حاشيه اي رود خانه قلجق، منطقه زيارت و منطقه سه يك آب پراكنده شده‌اند. مطابق با معيارهای مناسب متوسط منابع[9] و محدود كننده‌ترين عامل توليد[10]يعنی ميزان آب قابل دسترس و فاصله بهره بردار تا محل سد، در يك گروه همگن قرار داده شده اند. بخشی از اطلاعات مورد نياز مطالعه جاری با استفاده از روش ميانگين‌گيري اطلاعات جمع‌آوري‌شدة از طريق مصاحبه حضوری و با تكميل پرسشنامه به روش نمونه گيری طبقه ای به تعداد 100 بهره‌بردار از كل 1165 بهره‌بردار زراعي، حاصل گرديده است. براي تخصيص تعداد نمونه به هر منطقه نيز از روش تخصيص نسبتي (اصل تسهيم به نسبت) استفاده گرديده است. بخش ديگر اطلاعات موردنياز از مركز آمار ايران، جهاد كشاورزي شهرستان شيروان، سازمان آب منطقه اي استان خراسان و شركت مهندسي مشاور مهاب قدس تهران وابسته به وزارت نيرو جمع آوري گرديده است. تجزيه و تحليل اطلاعات نيز با استفاده از بسته های نرم افزاری Excel و Lindo انجام گرفته است.

متدولوژی تحقیق:

برنامه ريزي خطي، مدلي براي جستجو و انتخاب بهترين برنامه از ميان مجموعه راههاي ممكن مي‌باشد، ولي از آنجا كه تمامي روابط رياضي مورد استفاده در اين مدل از نوع درجه يك مي‌باشند، لذا مدل خطي ناميده مي‌شود. (11)

[1] Yuan, H.H. et al., 1991
[2] Shangguan, Z. et al., 2002
[3] Singh, D.K. et al., 2001
[4] Doppler, W. et al., 2002
[5] Wichelns, D., 2002
[6] Sinai peninsula
[7] Al. Weshah, R.A., 2001
[8] kelman, J. & kelman, R., 2002
[9] Average Resource method
[10] Most Limiting Resource Method

www.SID.ir

فرم استاندارد مدل برنامه ريزي خطي در حالت حداكثرسازي بصورت زير مي‌باشد:

$$max\ z = \sum_{j=1}^{n} c_j X_j \qquad (1)$$

s.t:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \le b_i \qquad i = 1,2,3 \ldots m \qquad (2)$$

$$X_j \ge 0 \qquad (3)$$

$$j = 1,2,3 \ldots n \qquad (4)$$

در مدل فوق رابطه(1) نشان‌دهنده تابع هدف و روابط (2) و (3) بيانگر محدوديتهاي مدل مي‌باشند. اولين گام در ساختن مدل يك مسئله برنامه‌ريزي خطي مطابق فوق، تعريف متغيرهاي تصميم‌گيري است. متغيرهاي مورد نياز در مدلهای اين مطالعه بشرح زير می باشند:

i: متغير مربوط به محصولات مختلف قابل‌كشت و توليد در مناطق سه‌گانه تحت شبكه آبياري سد بارزو مي‌باشد كه 10 , ... , 3 ,2 ,1=i به شرح زيرمي باشد:

گندم i=1 جو i=2 ذرت‌دانه‌اي i=3 چغندرقند i=4 آفتابگردان i=5

پياز i=6 سيب‌زميني i=7 خيارآبي i=8 گوجه‌فرنگي i=9 يونجه i=10

j: متغير مربوط به مناطق سه‌گانه تحت شبكه آبياري سد بارزو بوده كه 1=j به منطقه حاشيه قلجق، 2=j به منطقه زيارت و 3=j به منطقه سه يك‌آب اشاره مي نمايد.

k: متغير مربوط به دوره آبياري بوده كه بصورت ماهانه و به شرح زير در نظر گرفته‌شده است:

فروردين k=1 ارديبهشت k=2 خرداد k=3 تير k=4 مرداد k=5

شهريور k=6 مهر k=7 آبان k=8 آذر k=9 زمستان k=10

m: متغير مربوط به فصول مختلف سال جهت تأمين نيروي‌كار موردنياز فعاليتهاي مختلف مي‌باشد كه:

فصل بهار m=1 فصل تابستان m=2 فصل پاييز m=3 فصل زمستان m=4

X_{ij}: سطح زيركشت محصول iام در منطقة jام

TXZ_j: كل اراضي قابل آبياري و كشت محصولات زراعي منطقة jام

FX_{ij}: سطح زيركشت فعلي محصول iام در منطقة jام

TXK_j: كل سطح زير كشت محصولات منطقه jام جهت نياز خودكفايي

XM_j: سطح زيركشت محصول خيار پاييزه (كشت مجدد) در منطقة jام

Y_{itr}: سطح زيركشت محصول iام در سال tام در تناوب rام

TY_r: سطح زيركشت محصول هر قطعه تناوبي در تناوب rام

f_{ij}: ميزان كود فسفات موردنياز هر هكتار محصول iام در منطقة jام

Archive of SID
www.SID.ir

Tf_j: میزان کل کود فسفات قابل دسترس محصولات منطقة زام

o_{ij}: میزان کود اوره موردنیاز هر هکتار محصول iام در منطقة زام

To_j: میزان کل کود اوره قابل دسترس محصولات منطقة زام

p_{ij}: میزان کود پتاس موردنیاز هر هکتار محصول iام در منطقة زام

Tp_j: میزان کل کود پتاس قابل دسترس محصولات منطقة زام

h_{ij}: میزان کود حیواني موردنیاز هر هکتار محصول iام در منطقة زام

Th_j: میزان کل کود حیواني قابل دسترس محصولات منطقة زام

s_{ij}: میزان سموم موردنیاز هر هکتار محصول iام در منطقة زام

Ts_j: میزان کل سموم قابل دسترس محصولات منطقة زام

t_{ij}: میزان ساعت تراکتور موردنیاز هر هکتار محصول iام در منطقة زام

Tt_j: کل ساعت بهرهبرداري از تراکتور قابل دسترس منطقة زام

k_{ij}: میزان ساعت کمباین موردنیاز هر هکتار محصول iام در منطقة زام

Tk_j: کل ساعت بهرهبرداري از کمباین قابل دسترس منطقة زام

d_{ij}:میزان ساعت دروگر موردنیاز هر هکتار محصول iام در منطقة زام

Td_j: کل ساعت بهرهبرداري از دروگر قابل دسترس منطقة زام

w_{ijk}: میزان آب موردنیاز (نیاز آبي) هر هکتار محصول iام منطقة زام در ماه kام

Tw_{jk}: میزان آب تخصیص داده شده به منطقة زام در ماه kام

L_{ijm}: نیروي کار موردنیاز هر هکتار محصول iام منطقة زام در فصل mام

TL_{jm}: کل نیروي کار موجود منطقة زام در فصل mام

c_{ij}: درآمد خالص هر هکتار محصول iام منطقة زام

Tc_j: کل درآمد خالص حاصل از محصولات تولیدي منطقة زام

I_{ij}:: هزینههاي سرمایهگذاري نقدي موردنیاز هر هکتار محصول iام منطقة زام

TI_j: کل هزینههاي سرمایهگذاري نقدي قابل دسترس منطقة زام

TXK_j: کل سطح زیر کشت محصولات منطقه زام جهت نیاز خودکفایي.

گام دوم، مشخص کردن تابع هدف مدل با توجه به طرز تفکر زارع یا مدیر واحد می باشد که در منطقه مورد بررسی تابع هدف حداکثر کردن سود کشاورزان مناطق می باشد.

در گام سوم، میبایستي محدودیتهاي مسئله که ممکن است شامل محدودیت منابع، محدودیت بازار، محدودیت نهادي، محدودیت تناوبي و محدودیت بدیهي غیرمنفي بودن متغیرهاي تصمیمگیري باشد، مشخص گردد. این محدودیتها به شرح زیر می باشند:

1) محدودیت زمین زراعی:

در منطقه مطالعاتي علاوه بر محصولات اصلي امکان کشت بعضي از محصولات نظیر خیار پاییزه بصورت کشت مجدد پس از برداشت غلات وجود دارد، لذا محدودیتهاي مربوط به زمین (سطح زیرکشت) به دو دوره تفکیك شده که این محدودیتها بصورت زیر وارد مدل شده اند:

Archive of SID
www.SID.ir

الف) محدوديت سطح زير كشت آبي محصولات زراعی مناطق مختلف:

$$\sum_{i=1}^{10} X_{ij} - TXZ_j \le 0 \qquad \text{for } j=1, 2, 3 \qquad (5)$$

ب) محدوديت سطح زيركشت آبي محصولات كشت مجدد مناطق مختلف:

$$XM_j - \sum_{i=1}^{2} X_{ij} \le 0 \qquad \text{for } j=1,2, 3 \qquad (6)$$

2) محدوديت نيروی كار:

تقاضا براي نيروي‌كار در فعاليتهاي توليدي محصولات زراعي تابع عمليات مراحل مختلف كاشت، داشت و برداشت بوده و بدليل تنوع كشت محصولات و متفاوت بودن دوره رشد آنها، تأمين نيروی كار مورد نياز در فصول مختلف متفاوت خواهد بود لذا نيروی كار موردنياز فعاليتهای مختلف در چهار دوره فصلی بصورت زير مدل بندی شده است:

$$\sum_{i=1}^{10} L_{ijm} X_{ij} - TL_{jm} \le 0 \qquad \text{for } m=1, 2, 3, 4 \quad \text{and } j=1, 2, 3 \qquad (7)$$

3) محدوديت سم و كود شيميايی:

بدليل محدود بودن توليد و توزيع يارانه‌اي اين نهاده‌ها، بين محصولات مختلف در مصرف اين نهاده‌های محدود رقابت ايجاد می شود، به همين منظور در اين مطالعه محدوديت ميزان مصرف انواع مختلف كودهاي شيميايي يارانه‌اي نظير كود اوره، فسفات، پتاس و سموم مختلف و كود حيوانی به صورت زير در نظر گرفته شده است:

الف) معادله محدوديت كود فسفات:

$$\sum_{i=1}^{10} f_{ij} X_{ij} - Tf_j \le 0 \qquad \text{for } j=1, 2, 3, 4 \qquad (8)$$

ب) معادله محدوديت كود اوره:

$$\sum_{i=1}^{10} o_{ij} X_{ij} - To_j \le 0 \qquad \text{for } j=1, 2, 3, 4 \qquad (9)$$

ج) معادله محدوديت كود پتاس:

$$\sum_{i=1}^{10} p_{ij} X_{ij} - Tp_j \le 0 \qquad \text{for } j=1, 2, 3, 4 \qquad (10)$$

د) معادله محدوديت سموم شيميايي:

$$\sum_{i=1}^{10} s_{ij} X_{ij} - Ts_j \le 0 \qquad \text{for } j=1, 2, 3, 4 \qquad (11)$$

ه) معادله محدوديت كود حيواني:

$$\sum_{i=1}^{10} h_{ij} X_{ij} - Th_j \le 0 \qquad \text{for } j=1, 2, 3, 4 \qquad (12)$$

4) محدوديت ماشين آلات كشاورزی:

Archive of SID
www.SID.ir

دسترسي به ماشين‌آلات كشاورزی نيز بصورت محدوديت زير در نظر گرفته شده است.

$$\sum_{i=1}^{10} t_{ij} X_{ij} - Tt_j \le 0 \qquad \text{for} \quad j=1,2,3 \qquad (13)$$

$$\sum_{i=1}^{10} k_{ij} X_{ij} - Tk_j \le 0 \qquad \text{for} \quad j=1,2,3 \qquad (14)$$

$$\sum_{i=1}^{10} d_{ij} X_{ij} - Td_j \le 0 \qquad \text{for} \quad j=1,2,3 \qquad (15)$$

5) محدوديت تناوب زراعی:

تناوبهاي زراعي عمومي استفاده شده در منطقه بصورت زير مي‌باشند:

1- غلات، جاليز، غلات، غلات، چغندرقند

2- چغندرقند، غلات، يونجه

3- ذرت، غلات، چغندرقند

معادلات محدوديت‌هاي مربوط به تناوب زراعي به شرح زير وارد مدل مي گردند:

الف) معادله تناوب اول:

$$\sum_{i=1}^{2} Y_{i1r} + \sum_{i=5}^{9} Y_{i2r} + \sum_{i=1}^{2} Y_{i3r} + \sum_{i=1}^{2} Y_{i4r} + Y_{45r} - 5TY_r = 0 \qquad \text{for} \quad r = 1 \qquad (16)$$

ب) معادله تناوب دوم:

$$Y_{41r} + \sum_{i=1}^{2} Y_{i2r} + Y_{103r} - 3TY_r = 0 \qquad \text{for} \quad r = 2 \qquad (17)$$

ج) معادله تناوب سوم:

$$Y_{31r} + \sum_{i=1}^{2} Y_{i2r} + Y_{43r} - 3TY_r = 0 \qquad \text{for} \quad r = 3 \qquad (18)$$

د) معادله محدوديت مجموع سطح زير كشت هر محصول در تناوبهاي مختلف

$$\sum_{r=1}^{3} \sum_{t=1}^{5} Y_{itr} - X_i = 0 \qquad \text{for} \quad i=1, 2, \ldots, 10 \qquad (19)$$

$$X_i - \sum_{j=1}^{3} X_{ij} = 0 \qquad \text{for} \quad i=1, 2, \ldots, 10 \qquad (20)$$

ه) معادله محدوديت مجموع كل تناوبها

$$5TY_1 + 3TY_2 + 3TY_3 - \sum_{j=1}^{3} TXZ_j = 0 \qquad (21)$$

6) محدوديت نياز خودكفايی:

محدوديت سطح زيركشت محصولاتي نظير گندم و جو جهت تأمين نيازهاي غذايي اهالي، نياز دام منطقه و بذر موردنياز كشت سال بعد، در منطقه به شرح زير مي باشد:

Archive of SID
www.SID.ir

$$\sum_{j=1}^{3} X_{1j} \geq 180 \qquad (22)$$

$$\sum_{j=1}^{3} X_{2j} \geq 144 \qquad (23)$$

7) محدودیت سرمایه گذاری نقدی:

از آنجا که درآمد بخش کشاورزی محدود است لذا محصولات توليدي مختلف در بهرهگيري از آن با يگديگر رقابت داشته، بنابراين محدوديت سرمايه بصورت زير وارد مدل شده است.

$$\sum_{i=1}^{14} I_{ij} X_{ij} - TI_j \leq 0 \qquad \text{for j=1, 2, 3} \qquad (24)$$

در سمت چپ اين محدوديت، نياز فعاليتهاي توليدي به سرمايه نقدي كه معادل ميزان هزينه های متغير آن در نظر گرفته شده درج و در سمت راست آن، مجموع ميزان كل سرمايه نقدي قابل تخصيص به فعاليتهای زراعی مناطق مختلف (TI_j) كه از طريق تدوين الگوی كشت شرايط موجود منطقه (مدل كاليبره) بدست می آيد، قرار مي گيرد.

تعيين مدل تخصيص بهينه آب:

متفاوت بودن دوره كشت و نياز آبي محصولات و ميزان موجودي آب منطقه در ماههاي مختلف سال باعث مي گردد كه محدوديت آب بصورت ماهانه و منفك از هم در نظر گرفته شود. ولي از آنجا كه هدف مطالعه حاضر تخصيص بهينه منابع آب به هر منطقه در هر ماه از سال مي باشد لذا با توجه به ميزان آب ورودي ماهانه رودخانه به مخزن سد وحجم كل مخزن، ميزان بهينه آب هر ماه از سال با استفاده از مدل تخصيص بهينه كه به شرح زير مي باشد، بعنوان محدوديت منابع آبي وارد مدل مي گردد:

$$\sum_{i=1}^{10} W_{ijk} X_{ij} - TW_{jk} \leq 0 \qquad \text{for} \quad j=1, 2, 3 \quad \text{and} \quad k=1, 2, \ldots, 10 \qquad (25)$$

$$\sum_{j=1}^{3} TW_{jk} - TW_k <= 0 \qquad \text{for} \quad k=1, 2, \ldots, 10 \qquad (26)$$

$$\sum_{k=1}^{10} TW_k - TW <= 0 \qquad (27)$$

با لحاظ روابط فوق در مدل برنامه ريزي خطي اين امكان به مدل داده مي شود كه اولاً مدل بتواند حجم كل آب قابل دسترس مخزن سد را بنحو بهينه در بين ماههاي مختلف سال و بين مناطق زير سد تخصيص دهد. ثانياً آب مازاد هر ماه قابليت انتقال به ماههاي ديگر را از طريق ذخيره سازي در مخزن سد داشته باشد.

تعيين مدل كاليبره و برآورد ميزان منابع در شرايط موجود:

مدل كاليبره از جمله مدلهاي برنامه ريزي خطي است كه با توجه به شرايط كشت موجود منطقه صورت گرفته و متغيرهاي تصميمگيري عيناً معادل سطح كشت فعلي وارد مدل ميگردند. اين مدل در مطالعه حاضر به شرح زير مي باشد:

$$Max \sum_{j=1}^{3} \sum_{i=1}^{10} C_{ij} X_{ij} \qquad (28)$$

Archive of SID
www.SID.ir

$$\sum_{i=1}^{10} I_{ij} X_{ij} - TI_j = 0 \qquad \text{for} \quad j=1, 2, 3 \qquad (29)$$

$$\sum_{i=1}^{10} W_{ijk} X_{ij} - TW_{jk} \le 0 \qquad \text{for} \quad j=1, 2, 3 \quad \text{and} \quad k=1, 2, \ldots, 10 \qquad (30)$$

$$\sum_{j=1}^{3} TW_{jk} - TW_k <= 0 \qquad \text{for} \quad k=1, 2, \ldots, 10 \qquad (31)$$

$$\sum_{k=1}^{10} TW_k - TW <= 0 \qquad (32)$$

$$\sum_{i=1}^{10} L_{ijm} X_{ij} - TL_{jm} = 0 \qquad \text{for} \quad m= 1, 2, 3, 4 \quad \text{and} \quad j=1, 2, 3 \qquad (33)$$

$$\sum_{i=1}^{10} f_{ij} X_{ij} - Tf_j = 0 \qquad \text{for} \quad j=1, 2, 3 \qquad (34)$$

$$\sum_{i=1}^{10} o_{ij} X_{ij} - To_j = 0 \qquad \text{for} \quad j=1, 2, 3 \qquad (35)$$

$$\sum_{i=1}^{10} p_{ij} X_{ij} - Tp_j = 0 \qquad \text{for} \quad j=1,2, 3 \qquad (36)$$

$$\sum_{i=1}^{10} s_{ij} X_{ij} - Ts_j = 0 \qquad \text{for} \quad j=1,2, 3 \qquad (37)$$

$$\sum_{i=1}^{10} h_{ij} X_{ij} - Th_j = 0 \qquad \text{for} \quad j=1,2, 3 \qquad (38)$$

$$\sum_{i=1}^{10} t_{ij} X_{ij} - Tt_j = 0 \qquad \text{for} \quad j=1,2, 3 \qquad (39)$$

$$\sum_{i=1}^{10} k_{ij} X_{ij} - Tk_j = 0 \qquad \text{for} \quad j=1,2, 3 \qquad (40)$$

$$\sum_{i=1}^{10} d_{ij} X_{ij} - Td_j = 0 \qquad \text{for} \quad j=1,2, 3 \qquad (41)$$

$$\sum_{j=1}^{3} X_{ij} - TXk_i \ge 0 \qquad \text{for} \quad i=1, 2 \qquad (42)$$

$$X_{ij} - FX_{ij} = 0 \qquad \text{for} \quad j=1,2, 3 \qquad \text{for} \quad i=1, 2\ldots 10 \qquad (43)$$

$$\sum_{i=1}^{2} Y_{i1r} + \sum_{i=5}^{9} Y_{i2r} + \sum_{i=1}^{2} Y_{i3r} + \sum_{i=1}^{2} Y_{i4r} + Y_{45r} - 5TY_r = 0 \quad \text{for} \quad r = 1 \qquad (44)$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$Y_{41r} + \sum_{i=1}^{2} Y_{i2r} + Y_{103r} - 3TY_r = 0 \qquad \text{for } r = 2 \qquad (45)$$

$$Y_{31r} + \sum_{i=1}^{2} Y_{i2r} + Y_{43r} - 3TY_r = 0 \qquad \text{for } r = 3 \qquad (46)$$

$$\sum_{r=1}^{3}\sum_{t=1}^{5} Y_{itr} - X_i = 0 \qquad \text{for } i=1, 2, \ldots, 10 \qquad (47)$$

$$X_i - \sum_{j=1}^{3} X_{ij} = 0 \qquad \text{for } i=1, 2, \ldots, 10 \qquad (48)$$

$$5TY_1 + 3TY_2 + 3TY_3 - \sum_{j=1}^{3} TXZ_j = 0 \qquad (49)$$

نتایج و بحث:

جدول شماره (1) سطوح کشت فعلی مناطق مختلف را در مدل کالیبره و جدول شماره (2) نتایج میزان نهاده هاي برآورد شده از مدل کالیبره را نشان می دهد. با استفاده از نتایج مدل کالیبره که در جدول شماره (2) ارائه گردیده است، الگوي کشت بهینه مناطق مختلف با در نظر گرفتن محدودیت مدل تخصیص بهینه آب، مطابق جدول شماره (3) و حجم آب بهینه تخصیصي به مناطق مختلف در هر ماه از سال نیز در جدول شماره (4) برآورد گردیده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 1: نتايج الگوي كشت مدل كالیبره محصولات زراعي مناطق اراضی زير سد بارزو شيروان (واحد: هكتار)

محصول	متغير	منطقه حاشيه قلجق	منطقه زيارت	منطقه سه‌يك‌آب	جمع
گندم آبي	X1	156/8	555/2	234/2	946/2
جو آبي	X2	53/9	190/9	80/5	325/3
ذرت دانه‌اي	X3	39/2	138/8	58/6	236/6
چغندرقند	X4	73/5	260/3	109/8	443/6
خيار بهاره	X5	24/5	86/8	36/6	147/9
خيار پاييزه	XM	35	90	40	165
گوجه‌فرنگي	X6	24/5	86/8	36/6	147/9
آفتابگردان	X7	9/8	34/7	14/6	59/1
پياز	X8	9/8	34/7	14/6	59/1
سيب‌زميني	X9	49	173/5	73/2	295/7
يونجه	X10	49	173/5	73/2	295/7
جمع		525	1825	772	3122/1

منبع: يافته هاي تحقيق

همانگونه كه در جدول شماره (2) ملاحظه مي گردد ميزان آب تخصيصي به مناطق مختلف در هر يك از ماههاي سال براورد گرديده است. اين جدول نشان مي دهد كه بيشترين ميزان مصرف آب در هر يك از مناطق در خرداد ماه و كمترين آن در آذر ماه مي باشد. ميزان برآوردي ساير نهاده ها نيز در جدول ارائه گرديده است.

جدول2: نتايج ميزان نهاده هاي برآورد شده از مدل كالیبره

نهاده مصرفي	واحد	منطقه حاشيه قلجق	منطقه زيارت	منطقه سه‌يك‌آب	جمع
سرمايه نقدي	ده هزار ريال	270220	943140	400220	1613580
آب فروردين	مترمكعب	352670	780330	225400	1358400
آب ارديبهشت	مترمكعب	786590	2226875	834870	3848335
آب خرداد	مترمكعب	1321315	4833970	1967320	8122600
آب تير	مترمكعب	1253280	4586970	2028025	7868275
آب مرداد	مترمكعب	1209900	4332550	1644180	7186630
آب شهريور	مترمكعب	760825	2813860	1073500	4648185
آب مهر	مترمكعب	250440	1079245	506330	1836015
آب آبان	مترمكعب	91335	352130	154650	598115
آب آذر	مترمكعب	3675	13010	0	16685
آب زمستان	مترمكعب	47000	0	0	47000
نيروي كار بهار	نفرروز	12000	38850	12390	0
نيروي كار تابستان	نفرروز	12790	40360	19205	0
نيروي كار پاييز	نفرروز	5405	27600	11765	0
نيروي كار زمستان	نفرروز	75	95	85	0
كود شيميايي فسفات	كيلوگرم	84310	304550	126880	0
كود شيميايي اوره	كيلوگرم	125530	706665	192500	0
كود شيميايي پتاس	كيلوگرم	13230	40570	7000	0
سموم سيميايي	كيلوگرم	1530	6225	1645	0
كود حيواني	تن	6752	18225	10170	0
متوسط ساعت كار تراكتور	ساعت	13030	44085	19240	0
متوسط ساعت كار كمباين	ساعت	950	3360	1415	0
متوسط ساعت كار دروگر	ساعت	2905	8310	4240	0

Archive of SID

www.SID.ir

منبع: نتايج تحليل داده‌هاي تحقيق

بر اساس نتايج مدل برنامه ريزی خطی، الگوي كشت بهينه مناطق مختلف اراضی زير سد بارزو شيروان به شرح جدول شماره (3) پيشنهاد مي گردد. اين جدول به كشت تخصصي چندين محصول در الگوي بهينه كشت نسبت به الگوي كشت فعلي اشاره مي نمايد و بيان مي كند كه با عدم كشت بعضي از محصولات و كشت سطح بالاي محصولات ديگر سود منطقه افزايش مي يابد. همانگونه كه در اين جدول ملاحظه مي گردد نتايج مدل برنامه ريزی خطی كشت محصولات ذرت دانه اي، خيار پاييزه و آفتابگردان را در منطقه حاشيه رودخانه قلجق، گوجه فرنگی و آفتابگردان در منطقه زيارت و ذرت دانه اي، خيار پاييزه و پياز را در منطقه سه يک آب پيشنهاد مي كند. در مجموع سطوح زيركشت محصولات از 525 به 899 هكتار در منطقه حاشيه رودخانه قلجق، از 1825 هكتار به 1947 هكتار در منطقه زيارت و از 722 به 722/3 فزايش می دهد.

جدول 3: نتايج الگوي كشت مدل برنامه ريزی خطی معمولي محصولات زراعي مناطق اراضی زير سد بارزو شيروان (هكتار)

محصول	متغير	منطقه حاشيه قلجق	منطقه زيارت	منطقه سه‌يك‌آب	جمع
گندم آبي	X1	48	101	31	180
جو آبي	X2	36	80	27	144
ذرت دانه‌اي	X3	416/8	0	435	581/8
چغندرقند	X4	0	0	0	0
خيار بهاره	X5	0	0	0	0
خيار پاييزه	XM	64	0	0/0003	64/0003
گوجه‌فرنگي	X6	0	874/8	0	874/8
آفتابگردان	X7	284/2	717/7	0	1001/9
پياز	X8	0	0	156/1	156/1
سيب‌زميني	X9	0	0	0	0
يونجه	X10	49	173/5	73/2	295/7
جمع		899	1947	722/3	3568/3

منبع: يافته هاي تحقيق

همانگونه كه در جدول شماره (4) نشان داده شده ميزان آب تخصيصي هر منطقه در هر ماه از سال مشخص گرديده است. از نتايج اين جدول مشاهده مي گردد كه ميزان آب تخصيصي الگوهاي بهينه مدل برنامه ريزي خطي به مناطق حاشيه رودخانه قلجق و زيارت در ماههاي فروردين، ارديبهشت، مهر، آبان، آذر و فصل زمستان نسبت به شرايط فعلي كاهش و در ساير ماههاي سال افزايش مي يابد. بيشترين درصد افزايش ميزان آب تخصيصي به مناطق حاشيه رودخانه قلجق و زيارت در تير ماه مي باشد كه به ترتيب 196 و 97 درصد افزايش را نشان مي دهد.

اين نتايج بدين علت مي باشد كه محصولات الگوي بهينه كشت مناطق مذكور در ماههاي فروردين، ارديبهشت، آبان، آذر و فصل زمستان نسبت به ساير ماهها نياز كمتري به آب دارند. ولي ميزان آب تخصيصي الگوهاي بهينه مدل برنامه ريزي خطي به منطقه سه يک آب در ماههاي فروردين، ارديبهشت، خرداد، آبان، آذر و فصل زمستان نسبت به شرايط فعلي كاهش و در ساير ماههاي سال افزايش مي يابد.

جدول شماره (5) ميزان آب بهينه اي كه در هر ماه از سد بارزو شيروان به كل مناطق، بر اساس مدلهاي برنامه ريزي خطي معمولي تخصيص مي يابد، و همچنين ميزان آب ماهانه موجود شرايط فعلي را نشان مي دهد. همانگونه كه در اين جدول ملاحظه مي گردد ميزان كل آب تخصيصي در اين مناطق از 35530 هزار مترمكعب در سرايط فعلي به 47000 هزار مترمكعب در شرايط بهينه افزايش مي يابد. بر اساس تخصيص بهينه بيشترين آب سد در ماه تير و كمترين آن در فصل آذر به ترتيب با 15314 و 17 هزار مترمكعب مي باشد. بر اساس نتايج اين جدول بيشترين درصد افزايش در ماه تير و معادل 95 درصد و بيشترين درصد كاهش در ماه فروردين و

Archive of SID
www.SID.ir

معادل 62 درصد مي باشد. اين نتايج نشان مي دهد كه ميزان تخصيصي به اين ماهها بهينه نبوده و با تخصيص بهينه آن تحت شرايط اجراي الگوي كشت بهينه سود كل مناطق حاشيه رودخانه قلجق، زيارت و سه يك آب مطابق جدول شماره 6 به ترتيب از 254876، 781723 و 362232 هزار ريال در شرايط فعلي به 615038، 1082439 و 739159 هزار ريال در مدل برنامه ريزي خطي معمولي به با افزايشي معادل 141، 38 و 104 درصد مواجه مي شود.

جدول 4: نتايج تخصيص بهينه ماهانه آب سد به مناطق مختلف در سناريوي كشت محصولات زراعي (واحد: مترمكعب)

منطقه	ماههاي سال	مدل كاليبره	مدل برنامه ريزي خطي قطعي	درصد تغيير
منطقه حاشيه رودخانه قلجق	فروردين	352673	190633	-0/46
	ارديبهشت	786587	687836	-0/13
	خرداد	1321314	2214334	0/68
	تير	1253279	3704079	1/96
	مرداد	1209899	2872623	1/37
	شهريور	760824	1479416	0/94
	مهر	250444	237571	-0/05
	آبان	91336	56056	-0/39
	آذر	3675	3675	0
	زمستان	47000	19692	-0/58
جمع		6077031	11465915	0/89
منطقه زيارت	فروردين	780330	256560	-0/67
	ارديبهشت	2226874	1673968	-0/25
	خرداد	4833966	6050109	0/25
	تير	4586968	9022810	0/97
	مرداد	4332554	6353465	0/47
	شهريور	2813860	979794	-0/65
	مهر	1079247	353608	-0/67
	آبان	352131	208030	-0/41
	آذر	13012	13012	0
	زمستان	0	0	0
جمع		21018942	24911356	0/19
منطقه سه يک آب	فروردين	225397	62479	-0/72
	ارديبهشت	834866	498331	-0/40
	خرداد	1967319	1699263	-0/14
	تير	2028025	2587213	0/28
	مرداد	1644183	2966842	0/80
	شهريور	1073500	2187561	1/04
	مهر	506328	557466	0/1
	آبان	154646	63571	-0/59
	آذر	0	0	0
	زمستان	0	0	0
جمع		8434264	10622726	0/26

منبع: يافته هاي تحقيق

جدول 5: تخصيص بهينه ماهانه آب سد بارزو شيروان به كل مناطق زير سد در سناريوي كشت زراعي (هزار مترمكعب)

ماههاي سال	مدل كاليبره	مدل برنامه ريزي خطي قطعي	درصد تغيير
فروردين	1358	510	-0/62
ارديبهشت	3848	2860	-0/26
خرداد	8123	9964	0/23
تير	7868	15314	0/95

Archive of SID

www.SID.ir

مرداد	7187	12193	0/70
شهريور	4648	4647	0
مهر	1836	1149	-0/37
آبان	598	328	-0/45
آذر	17	17	0
زمستان	47	20	-0/57
جمع	35530	47000	0/32

منبع: يافته هاي تحقيق

جدول 6: سود اراضي مناطق مختلف زير سد بارزو در مدلهاي مختلف (واحد: 10 ريال)

مناطق مختلف / مدلهاي مختلف	منطقه حاشيه رودخانه قلجق	منطقه زيارت	منطقه سه‌يك‌آب	سود كل
مدل كالیبره	254875670	781723440	362232180	1398831290
مدل برنامه ريزي خطي معمولي	615037640	1082439090	739158700	2491120500
درصد تغيير نسبت به شرايط فعلي	141	38	104	74

منبع: نتايج تحليل داده‌هاي تحقيق

منابع مورد استفاده:

1- بازار، م. ا.، جارويس، ج. ج. و شرالي، ح. (1378). برنامه ريزي خطي. (مترجم: خرم، ا.). تهران: نشر كتاب دانشگاهي.

2- سلطاني،غ. (1372). تعيين آب بها و تخصيص بهينه آب در اراضي زير سدها: مطالعه موردي سد درودزن شيراز. مجموعه مقالات دومين سمپوزيوم سياست كشاورزي ايران، دانشكده كشاورزي دانشگاه شيراز: 211-195.

3- Al-weshan, R.A. (2000). Optimal use of irrigation water in the Jordan valley: a case study. Water Resource Management 14: 327-338.

4- Campbell, D.E. (1987). Resource allocation mechanisms. The Press Syndicate of The University of Cambridge. USA.

5- Doppler, W., Salman, A.Z., Al – Karablieh, E.K. and Wolff, H.P. (2002). The impact of water price strategies on the allocation of irrigation water: the case of the Jordan valley. Agricultural Water Management, 55:171-182.

6- Easter, K.W., Becker, N. and Tsur, Y. (1997).Economic mechanisms for managing water resources: pricing, permits and markets. , in K.W. Easter (Ed.) Water Resources: Environmental planning, management and development, McGraw-Hill, New York.

7- Kelman, J. and Kelman, R. (2002). Water allocation for economic production in a semi-arid region. Water Resources Development, 18: 391-407.

8- Sampath, R. (1992). Issues in irrigation pricing in developing countries. World Development, 20(7): 967-977.

9- Shangguan, Z., Shao, M. and Horton, R. (2002). A model for regional optimal allocation of irrigation and its applications. Agricultural Water Management, 52: 139-154.

10- Singh, D.K., Jaiswal, C.S., Reddy, K.S., Singh, R.M. and Bhandarkar, D.M. (2001). Optimal cropping pattern in a canal command area. Agricultural Water Management, 50: 1-8.

Archive of SID
www.SID.ir

11- Spulber, N. and Sabbaghi, A. (1994). Economics of water resources. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts.

12- Wichelns, D. (2002). Economic analysis of water allocation policies regarding Nile River water in Egypt. Agricultural water management 52: 155-175.

13- Yoder, R. (1994). Locally managed irrigation systems: essential tasks and implications for assistance, management transfer and turnover programs. Colombo: International Irrigation Management Institute.

Archive of SID

www.SID.ir