مدیریت منابع آب چاه‌نیمه با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی

احمد علی کیخا، مهدیه مسنن مظفری[1*] و محمود صبوحی صابونی

استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل،kehkha@yahoo.com

دانشجوی دکترای اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل،mmosannan@gmail.com

استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل،msabuni39@yahoo.com

چکیده

آب یکی از کمیاب‌ترین نهاده‌های مورد استفاده در تولید محصولات کشاورزی همه کشورها می‌باشد. در ایران که متوسط بارندگی آن ۲۴۰ میلیمتر در سال بوده و دارای پراکنش نامناسب مکانی و زمانی است، این نهاده اهیمت بیشتری دارد. سیستان و بلوچستان یکی از استان‌های خشک کشور می‌باشد که طی سال‌ها با معضل کمبود آب مواجه بوده است. برای مقابله با مشکل نوسانات و کمبود آب در سیستان منابع ذخیره چاه‌نیمه از سال‌ها قبل احداث گردیده تا با ذخیره آب، از بروز خسارت در فصول کمبود آب جلوگیری شود. هدف مطالعه حاضر مدل-سازی مدیریت منابع آب چاه نیمه و استفاه از برنامه‌ریزی آرمانی به‌منظور تعیین مقدار مصرف بهینه آب در بخش‌های شرب، کشاورزی و محیط‌زیست و تحلیل حساسیت مدل با تغییر راندمان آبیاری می‌باشد. بدین منظور ماتریسی با ابعاد ۱۴۲ در ۱۵۴ از اهداف و محدودیت‌های سیستمی و آرمانی ساخته شد. پس از آن این مدل با استفاده از برنامه ریزی آرمانی حل شد. نتایج نشان داد، که آب مورد نیاز بخش‌های شرب و محیط‌زیست با توجه به داده‌های تاریخی تأمین خواهند شد ولی مقداری از آب مورد نیاز بخش کشاورزی تأمین نخواهد شد. اگر در شش ماه اول سال آب مازاد در منابع ذخیره چاه نیمه، ذخیره شود در شش ماه دوم بخش‌های مختلف با کمبود آب مواجه نخواهند شد، همچنین با افزایش راندمان آبیاری می‌توان سطح زیرکشت را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی:آب مورد نیاز شرب، مخازن چاه‌نیمه، سیستان، مدل‌سازی، مصرف بهینه آب

مقدمه

کمتر از ۲/۵ درصد از کل منابع آب جهان را آب شیرین تشکیل می‌دهد (یونسکو، ۲۰۰۷). ایران با داشتن بارندگی حدود ۲۴۰ میلیمتر در سال، ۰/۰۲ درصد آب شیرین جهان را دارد (فائو، ۲۰۰۵). با توجه به این مقدار بارندگی و پراکنش نامناسب مکانی و زمانی آن ایران جزء کشورهای خشک و نیمه خشک جهان قرار می‌گیرد. با وجود این شرایط تقاضا برای آب با توجه به رشد روز افزون جمعیت و توسعه بخش‌های اقتصادی رو به افزایش است (سلطانی و کرباسی، ۱۳۸۱).

راهکارهای مختلفی برای استفاده بهینه از منابع آب پیشنهاد شده که دو راهکار عمده آن، افزایش عرضه آب و استفاده بهینه از منابع آب در دسترس می‌باشد. روش اول به دلیل محدود بودن منابع آب کمتر مورد توجه است، اما با مدیریت صحیح می‌توان بهره‌وری استفاده از منابع آب را افزایش و حداکثر منفعت را حاصل کرد در این راستا، بهره‌برداری از سدها، حفاظت منابع آبهای سطحی و زیرزمینی، مدیریت منابع آب و برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت و بلندمدت مورد توجه قرار می‌گیرند (کرامت زاده و همکاران، ۱۳۸۶). در زمینه مدل‌سازی و مدیریت منابع آب مطالعاتی صورت گرفته که به چند مورد آن

[1]آدرس نویسنده مسئول: کرج، بلوار طالقانی شمالی، کوچه شهروز، پلاک ۱۲۱

کد پستی: ۳۱۵۳۶۳۴۱۴۱

*دریافت: دی، ۱۳۹۱ و پذیرش: آبان، ۱۳۹۲

Archive of SID

www.SID.ir

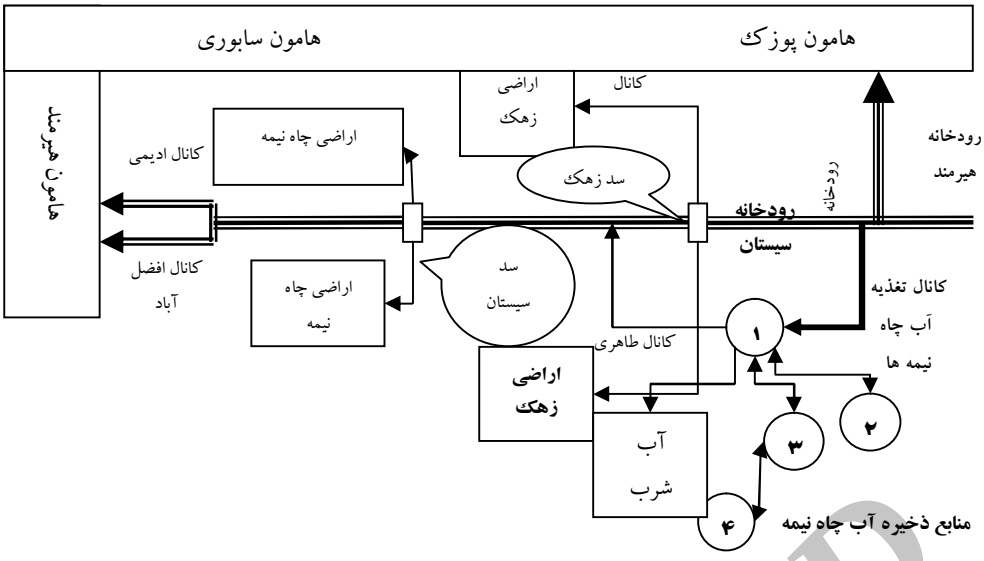
اشاره می‌شود.لی و همکاران (۲۰۰۹) مدل برنامه‌ریزی فازی تصادفی چندمرحله‌ای را برای مدیریت منابع آب کانادا به کار گرفتند. آنها پس از ایجاد زیرمدل‌های[1] متعدد، سناریوهای مختلف را در حالت عدم قطعیت و پویایی مدل آزمون کرده و اثر آنها را تجزیه و تحلیل نمودند. نتایج نشان داد مدیران منابع آب می‌توانند از این مدل در شرایط عدم قطعیت استفاده نمایند. هاجی‌بیروس و همکاران (۲۰۰۵) در مدیریت سد پلاستیراس یونان، اهداف متضاد در تخصیص آب سد را بررسی و اثرات متقابل آنها را بررسی کردند. آنها به‌منظور تعیین مقدار آب لازم جهت حداکثر نمودن مطلوبیت همه مصرف‌کنندگان از تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده کرده و سطح آب مورد نیاز دریاچه به منظور تأمین نیاز همه بخش‌ها را ۷۸۴ متر تعیین کردند. مسنن مظفری و همکاران (۱۳۸۷) از برنامه-ریزی آرمانی به منظور مدیریت آب سد امیرکبیر استفاده نمودند. آنها با استفاده از روش مونت کارلو داده‌ها را شبیه‌سازی نموده و آب را بین مصارف شرب، کشاورزی و برق تخصیص دادند. نتایج آنها نشان داد با استفاده از مدل ایجاد شده تحت اولویت‌های و اهداف مختلف می-توان تخصیص آب را بهینه نمود. کرامت‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) به تخصیص بهینه آب سد بارزو شیروان بین مناطق مختلف با استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی پرداخته و میزان آب تخصیصی الگوهای بهینه و سناریوی کشت آنها را تعیین کرده که با این سناریو کل آب تخصیصی کشاورزی به ۴۷۰۰۰ هزار مترمکعب افزایش یافت. قبل از بیان روش تحقیق شرایط منطقه مورد مطالعه تشریح خواهد شد تا مدل ایجاد شده به راحتی قابل درک باشد.

منطقه سیستان در جنوب شرقی فلات ایران و در ارتفاع ۵۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد (دامن پاک و کلالی مقدم، ۱۳۸۰). بر اساس آمار ۳۰ ساله ایستگاه هواشناسی زابل، متوسط خشکی سالانه ۳۰۰ روز در سال و متوسط میزان بارندگی حدود ۱۰۰ میلیمتر در سال می-باشد. بادهای ۱۲۰ روزه سیستان با متوسط سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت از اواسط اردیبهشت تا اواسط شهریور ماه ادامه دارد. روزهای آفتابی سالیانه بیش از ۲۶۰ روز است. همه این موارد باعث به وجود آمدن شرایطی شده که بالاترین تبخیر (در حدود ۴۰۰۰-۵۰۰۰ میلیمتر در سال) در منطقه وجود داشته باشد (هادربادی، ۱۳۸۰). در شکل ۱ مدل ادراکی سیستم آب منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است. رودخانه هیرمند با مساحت حوضه بالا دست۳۶۰۰۰ کیلومترمربع از کوه های بابا یغما در افغانستان سرچشمه می‌گیرد. این رودخانه در مرزهای ایران به دو شاخه سیستان و پریان تقسیم می‌شود (خلقی اشکلک، ۱۳۸۶). منابع ذخیره آب چاه نیمه در سه کیلومتری رودخانه سیستان بین افغانستان و شهر زهک قرار دارد. آب رودخانه سیستان ابتدا وارد چاه نیمه یک می‌شود. چاه نیمه های دو و سه به وسیله کانال‌های مجزا با چاه نیمه یک ارتباط دارند. در صورت زیاد بودن و اضافه ماندن آب کانال خروجی چاه‌نیمه آب اضافی را توسط چاه‌نیمه یک به رودخانه سیستان می‌ریزد (سعادت و مهدوی، ۱۳۸۰). سد زهک در ۱۷ کیلومتری رودخانه سیستان قرار دارد. دو کانال شهر و طاهری آب را به اراضی زهک هدایت می‌کنند. پس از آن رودخانه سیستان به سمت سد سیستان که در ۳۳ کیلومتری مبدأ آن قرار دارد، جریان پیدا می‌کند. این سد برای آبیاری زمین‌های کشاورزی مناطق شیب آب و پشت آب کاربرد دارد. کشاورزان این مناطق علاوه بر آب رودخانه سیستان در مواقع کمبود آب، می‌توانند از آب چاه‌نیمه‌ها برای آبیاری اراضی کشاورزی استفاده کنند. به همین علت زمین‌های کشاورزی این مناطق را مناطق تحت آبیاری چاه‌نیمه می-نامند. پس از ۴۷/۵ کیلومتر از شاخه اصلی رودخانه هیرمند، رودخانه سیستان به دو شاخه افضل آباد و ادیمی تقسیم می‌شود که هر دو در انتها به دریاچه هامون می-ریزند (کیخا، ۲۰۰۵). پس می‌توان گفت، منابع آب منطقه سیستان، دریاچه هامون، رودخانه سیستان و مخازن چاه-نیمه هستند که همه آنها نقش حیاتی در تأمین آب بخش

[1] Sub models

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- مدل ادراکی سیستم آب منطقه مورد مطالعه

های کشاورزی، شرب و محیطزیست داشته و بر شرایط اقتصادی-اجتماعی منطقه تأثیرگذار می‌باشند. بر این اساس، با توجه به این که یکی از مشکلات اصلی مدیریت آب کشاورزی در منطقه سیستان کم بودن و نوسانات شدید آب رودخانه هیرمند که تنها منبع تأمین کننده آب کشاورزی است، می‌باشد و برای مقابله با این معضل منابع ذخیره آب چاه نیمه با هدف ذخیره آب و استفاده از آن در شرایط مورد نیاز احداث شده است، در این مطالعه مدل چاه‌نیمه ساخته خواهد شد. بنابراین، هدف مطالعه حاضر مدل‌سازی منابع آب چاه‌نیمه، با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی به منظور تلفیق تضادهای موجود و بررسی سناریوهای مختلف در مدیریت آن می-باشد.

مواد و روش‌ها

برنامه‌ریزی آرمانی یکی از انواع برنامه‌ریزی‌های چند هدفه است که مزایای آن نسبت به سایر روش‌های برنامه-ریزی این‌است که اهداف متضاد در آن وارد می‌شود، از انعطاف پذیری بالایی برخوردار است و می‌توان با حداقل کردن انحرافات ناخواسته از اهداف به نتیجه مورد نظر رسید. در مدیریت منابع آب، این برنامه‌ریزی امکان مبادله میان اهداف متعدد را فراهم می‌کند تا مدیران در مورد تخصیص آب بین بخش‌های مختلف بهتر تصمیم‌گیری کنند (فواد و سامه، ۲۰۰۱).

برنامه‌ریزی آرمانی فرم کلی زیر را داراست (رومرو و رحمان، ۲۰۰۱):

$$Min\left[\sum_{j=1}^{n} W_j \left|\hat{f}_j - f_j(x)\right|^p\right]^{1/p} \qquad (۱)$$

St: x∈F

که در آن Wj وزن هدف jام، $\hat{f}_j$ آرمان jام، $f_j(x)$ تابع هدف و F مجموعه در دسترس می‌باشند.

حال اگر در تابع فوق P برابر با یک باشد و دو متغیر انحرافی به صورت زیر تعریف شود:

$$n_j = \frac{1}{2}\left[\left|\hat{f}_j - f_j(x)\right| + (\hat{f}_j - f_j(x))\right] \qquad (۲)$$

$$p_j = \frac{1}{2}\left[\left|\hat{f}_j - f_j(x)\right| - (\hat{f}_j - f_j(x))\right] \qquad (۳)$$

در نتیجه می‌توان برنامه‌ریزی آرمانی وزن دار را به صورت زیر نوشت:

$$Min \quad \sum_{j=1}^{n} w_j(n_j + p_j) \qquad (۴)$$

$$St \quad f_j(x) + n_j - p_j = \hat{f}_j$$

x∈ F

در برنامه‌ریزی آرمانی حداقل-حداکثر، p را بی‌نهایت گرفته و در نتیجه تابعی که حداقل کردن آن مورد نظر است به صورت زیر در می‌آید: d

$$Min \quad d$$

$$St \quad n_j \le d$$

$$f_j(x) + n_j - p_j = \hat{f}_j \qquad x\in F \qquad (۵)$$

Archive of SID

www.SID.ir

در رابطه ۵، d حداکثر انحرافات بوده که هدف حداقل کردن آن است. به همین دلیل این نوع برنامه‌ریزی حداقل- حداکثر نام دارد (مک کارل و اسپرین، ۲۰۱۰). در این تحقیق پس از ساخت مدل سیستم آب چاه‌نیمه، با توجه به سیاست برنامه‌ریزان، این مدل توسط برنامه-ریزی آرمانی و توسط نرم افزار *MATLAB* حل شد و برای موارد مختلف تجزیه و تحلیل حساسیت صورت گرفت تا اثر تصمیم‌گیری‌های مختلف بر تأمین آب بخش‌های گوناگون بررسی شود. صحت‌سنجی در مدل-سازی به دو روش تقسیم می‌شود: صحت‌سنجی ساخت مدل و نتایج مدل. در مورد اول مدل باید با واقعیت سازگار باشد و در مورد دوم نتایج باید با شرایط کنونی سیستم یکسان باشند. در اینجا هر دو مورد آزمون شد که در ادامه آورده خواهد شد.

مدل‌سازی منابع آب چاه‌نیمه

به این دلیل که هدف اصلی این تحقیق ساخت مدل مناسب برای مدیریت آب می باشد، در ادامه به شرح تفصیلی آن پرداخته می‌شود. متغیرهای مورد استفاده در ساخت مدل به شرح جدول ۱ می‌باشند.

جدول ۱ – متغیرهای مورد استفاده در مدل سازی مدیریت منابع آب چاه نیمه

اراضی چاه نیمه	*Yi*	اراضی زهک	*Xi*
گندم چاه نیمه	*Y1*	گندم زهک	*X1*
جو چاه نیمه	*Y2*	جو زهک	*X2*
یونجه چاه نیمه	*Y3*	یونجه زهک	*X3*
شبدر چاه نیمه	*Y4*	شبدر زهک	*X4*
هندوانه چاه نیمه	*Y5*	هندوانه زهک	*X5*
انگور چاه نیمه	*Y6*	انگور زهک	*X6*
ذخیره نهایی آب	*FSW*	ذخیره آب اولیه	*IWS*
آب رودخانه	*F*	آب انتقالی از رودخانه به چاه نیمه	*Ti*
آب تخصیصی به محیط زیست	*EFi*	مصرف شرب از ماه مهرتا شهریور	$D_{1},...,D_{12}$
حجم آب چاه نیمه	*Surfcoef*	آب انتقالی به ماه بعد	*ti*
ضریب ثابت	*Const*	نفوذ	*Leak*
تبخیر	*E*	سطح چاه نیمه	*Surf*
مصرف شرب در ماه های مختلف	Du_t	سطح زیرکشت	*Agarea*

Archive of SID

www.SID.ir

محدودیت‌های آرمانی

۱. محدودیت آرمانی تأمین نیاز آب شرب

هدف از ایجاد این محدودیت، حداقل کردن انحرافات منفی نیاز آب شرب می‌باشد، به طوری که مشخص شود آیا حداقل مقدار آب مورد نیاز شرب تامین می‌شود. بدین منظور ۱۲محدودیت آرمانی به صورت زیر در نظر گرفته شدند.

$$\sum_{t=1}^{12} D_t + \sum_{m=3}^{14} d^- - \sum_{m=3}^{14} d^+ = Du_t \qquad (۶)$$

۲. محدودیت استفاده از زمین‌های کشاورزی

$$\sum_{i,j=1}^{6} (X_i + Y_j) + d_7^- - d_7^+ = Agarea \qquad (۷)$$

۳. محدودیت تأمین نیاز آب محیط زیست

با توجه به این که یکی از اهداف مطالعه تأمین آب دریاچه هامون می‌باشد، ۱۰ درصد آب رودخانه به عنوان آرمان محیط‌زیست در نظر گرفته شد.

$$\sum_{t=1}^{12} EF_t + d_8^- - d_8^+ = 0/1F \qquad (۸)$$

دراین محدودیت‌ها، با توجه به نظر تصمیم‌گیرنده حداقل کردن انحرافات از اهداف مورد نظر است.

محدودیت‌های سیستمی

محدودیت‌های سیستمی همان محدودیت‌های معمول در برنامه‌ریزی خطی هستند که غیر قابل تغییر می‌باشند.

۱. محدودیت زمین

اراضی تحت پوشش شبکه آبیاری زهک ($Agarea_z$)و چاه نیمه ($Agarea_{ch}$) به ترتیب، ۴۵۲۵۷ و ۴۸۶۷۱ هکتار است.

$$\sum_{i=1}^{6} Y_i \le Agarea_{ch} \qquad (۹)$$

$$\sum_{i=1}^{6} X_i \le Agarea_z \qquad (۱۰)$$

۲. محدودیت‌های آب در اراضی زهک از ابتدای مهر تا پایان شهریور ماه

با توجه به راندمان ۳۵ درصد در منطقه، نیاز آبی ناخالص این محصولات به صورت محدودیت در نظر گرفته می‌شود. در این محدودیت‌ها محصولات مختلف با ضریب نیاز آبی آنها در هر ماه و مقدار آب انتقالی از رودخانه به چاه‌نیمه در سمت چپ، و میزان آب ورودی به رودخانه در ماه مورد نظر در سمت راست آورده می‌شود.

$$\sum_{i=1}^{6} X_i + t_i \le F \qquad \forall m = 1,...,12 \qquad (۱۱)$$

۳. محدودیت‌های آب اراضی چاه نیمه از ابتدای مهر تا پایان شهریور ماه

در این محدودیت‌ها علاوه بر مصرف آب برای محصولات در ماه های مختلف، مصارف شرب و محیط زیست نیز در نظر گرفته شده است. همچنین آب باقیمانده از مصرف اراضی زهک و آب ذخیره شده در چاه نیمه نیز وارد محدودیت‌ها شده است.

$$\sum_{i=1}^{6} Y_i - T_m + t_m - t_{m-1} + EF_i + D_i - IWS_{i,m-1} \le 0 \qquad \forall m = 1,...,12 \qquad (۱۲)$$

۴. به علت گرمی هوا و بادهای تندی که در منطقه می‌وزد، نمی‌توان تبخیر را نادیده گرفت و تبخیر محلی باید محاسبه گردد. از طرف دیگر نفوذ آب در زمین نیز وجود دارد که این نفوذ و تبخیر با فرمول‌های رابطه ۱۳ در منطقه چاه‌نیمه محاسبه شد

$$E = eRs \qquad Rs = a + bRv \qquad (۱۳)$$

$$Leakage = L(Ws - Div) \qquad Rv = Ws - Div - Leak$$

که در آن $Leak$ نفوذ آب به زمین، L ضریب نفوذ، Ws ذخیره آب، Div آب ورودی به مخازن، Rv حجم آب ذخیره شده، e ضریب تبخیر، E تبخیر و Rs مساحت هستند. با توجه به روابط فوق، جدول دو برای محاسبه آنها در مدل تهیه شد.

Archive of SID

www.SID.ir

در جدول ۲ از سمت چپ به راست ابتدا از آب موجود مقدار نفوذ (برابر با ۰/۰۰۰۸ آب موجود) کم شد. چون آب بر اساس حجم است این حجم به سطح تبدیل شده و سپس تبخیر از آن کم می‌شود و آب باقیمانده به ماه بعد منتقل می‌گردد. این مقادیر برای هر ماه با توجه به حجم و تبخیر موجود در آن ماه محاسبه شد (کیخا، ۲۰۰۵).

۵. محدودیت ظرفیت لوله‌های انتقال آب شرب و محیط-زیست وحداکثر و حداقل مقدار آبی که در مخازن می-تواند وجود داشته باشد به شرح زیر است

(۱۴)

$$FSW \le ۶۴۴۰۰۰۰۰۰ \qquad IWS = ۲۳۰۰۰۰۰۰ \qquad T_{۱۲} = FSW$$

$$t_i \ge ۶۴۴۰۰۰۰۰۰ \qquad t_i \ge ۱۷۰۰۰۰۰۰۰ \qquad FSW \ge ۱۷۰۰۰۰۰۰۰$$

در نهایت برای حل مدل فوق از روش برنامه ریزی آرمانی استفاده شد که تابع هدف مدل شامل حداقل کردن انحرافات منفی مصرف شرب، سود کشاورزی و متوسط میزان آب تأمین شده برای محیط زیست (دریاچه هامون) و اولویت قرار دادن این مصارف می‌باشد.

$$Min \qquad \sum_{i=1}^{14} d_i^- \qquad (۱۵)$$

نتایج و بحث

پس از ساخت مدل به منظور صحت‌سنجی مدل-سازی، فرآیند مدل‌سازی، مدل مورد استفاده و داده‌های موجود (۱۱) با نظرات مدیران آب منطقه‌ای تطابق یافت که حاکی از یکسان بودن مدل با نظرات مدیران است.

اولویت بخش کشاورزی

به منظور تعیین سطوح زیرکشت در سناریوهای مورد نظر، فعالیت‌های مختلف در اولویت اول قرار گرفته و بر این اساس، مقدار آب مورد استفاده در بخش کشاورزی مشخص و نتایج آن در جدول ۳ آورده شد. با توجه به جدول ۳ پس از قرار دادن کشاورزی در اولویت اول، سطح زیرکشت نسبت به اولویت محیط زیست دو درصد و نسبت به شرب ۱۷ درصد افزایش یافته است در حالی که این مقادیر برای مصرف آب یک و ۱۶ درصد و درآمد ناخالص دو و ۱۴ درصد می‌باشد. این امر نشان دهنده کاهش مصرف آب نسبت به افزایش سطح زیر کشت می-باشد. یعنی کشاورزان منطقه می‌توانند با استفاده از الگوی کشت فوق علی‌رغم مصرف آب کمتر، تولید و در نتیجه سود بیشتری داشته باشند. همچنین این الگو مطابق با الگوی موجود و نیازهای کشاورزان منطقه است زیرا پس از جو، گندم بالاترین سطح را به خود اختصاص می-دهد سایر محصولات که نیاز آبی بالاتری دارند در اولویت های بعدی قرار می گیرند.

جدول ۲- ماتریس نفوذ و تبخیر آب در یک ماه

سمت راست		متغیر انتقال	تبخیر	سطح آب	حجم آب	نفوذ	آب موجود
۰	<=	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۰	=	۰	۰	۰	-۱	-۱	۱
۰	=	۰	۰	۰	۰	-۱	۰/۰۰۰۸
۰	=	-۱	-۱	۰	۱	۰	۰
۰	=	۰	۰	-۱	۰/۰۸۹	۰	۰
۰	=	۰	-۱	۰/۲۴	۰	۰	۰
۰	=	-۱	۰	۰	۰	۰	۰

جدول۳- الگوی کشت منطقه زهک پس از قرار دادن فعالیت های مختلف در الویت اول

محصول	اولویت محیط زیست	اولویت کشاورزی	اولویت شرب
گندم (هکتار)	۱۰۴۶	۱۰۷۷	۸۷۶
جو (هکتار)	۱۴۳۲	۱۴۷۰	۱۱۵۱
یونجه (هکتار)	۱۵۴	۱۳۰	۱۲۱
شبدر (هکتار)	۶۸۵	۶۸۹	۷۵۱
هندوانه (هکتار)	۲۱۲	۲۱۰	۲۴۰
انگور (هکتار)	۳۷۱	۴۰۶	۲۵۷
جمع (هکتار)	۳۹۰۰	۳۹۸۱	۳۳۹۶
نیاز آبی (هزار مترمکعب)	۱۲۴۵۶۱	۱۲۵۹۸۰	۱۰۸۰۲۴
سود ناخالص (میلیون تومان)	۱۵۴۶۷	۱۵۸۲۸	۱۳۸۹۲

Archive of SID

www.SID.ir

در مورد اراضی چاه‌نیمه نیز، بیشترین سطح زیرکشت (۲۴۰۵۱هکتار) متعلق به زمانی است که کشاورزی در اولویت اول قرار گیرد. با توجه به جدول ۴، در این اراضی بیشترین سطح زیرکشت در هر سه مورد، محصول شبدر و کمترین آن یونجه می‌باشد. مصرف آب و سود ناخالص نیز با افزایش سطح زیرکشت افزایش می‌یابد. با توجه به جداول ۳ و ۴، در چاه‌نیمه اراضی بیشتری زیرکشت رفته و آب بیشتری مصرف و در نتیجه سود بیشتری حاصل می‌شود. این الگوی کشت نیز مطابق با انتظارات کشاورزان است زیرا تولید جو و گندم در رتبه های بعدی قرار دارد.

جدول ۴- الگوی کشت منطقه چاه نیمه پس از قرار دادن فعالیت های مختلف در اولویت اول

محصول	اولویت محیط زیست	اولویت کشاورزی	اولویت شرب
گندم (هکتار)	۱۰۶۷	۱۱۲۹	۸۴۷
جو (هکتار)	۱۲۱۴	۱۲۵۲	۹۷۰
یونجه (هکتار)	۱۹۶	۱۲۷	۱۳۸
شبدر (هکتار)	۱۹۲۸	۲۰۳۷	۱۳۷۷
هندوانه (هکتار)	۵۰۵	۵۱۸	۳۸۸
انگور (هکتار)	۳۶۰	۴۴۵	۲۳۹
جمع (هکتار)	۵۲۷۱	۵۵۰۹	۳۹۵۹
نیاز آبی (هزار مترمکعب)	۱۲۲۶۰۳	۱۸۷۵۲۱	۱۳۳۶۰۳
سود ناخالص (میلیون تومان)	۲۲۹۰۹	۲۴۰۵۱	۱۷۲۱۴

اولویت شرب

با توجه به جدول ۵، مصرف آب شرب از منابع چاه نیمه می‌تواند از ۱۰۳/۳۴۹ تا ۳۵۶/۲۸۱ میلیون مترمکعب در سال متغیر باشد. در همه موارد، توزیع آب در ماه‌های مختلف مناسب نبوده و لازم است در ماه‌هایی که آب بیشتری وجود دارد، ذخیره‌سازی برای سایر ماه‌ها انجام شود.همان طور که مشاهده می‌شود آب در ماه های فروردین و اردیبهشت حداکثر مقدار را دارد، پس از آن روند نزولی داشته و این مقدار کاهش یافته تا مهر ماه به حداقل خود می‌رسد پس از آن این مقدار افزایش می‌یابد. این مقادیر با توجه به جریان رودخانه اتفاق می افتد. در نتیجه می‌توان با ذخیره بیشتر آب در ماه های پرآب مانند فروردین و اردیبهشت آب مصارف دیگر در سایر ماه ها را تأمین نمود، و یا می‌توان آب بیشتری در این دو ماه به محیط زیست اختصاص داد و در ماه های بعد که آب کمتر است از آب برای شرب استفاده نمود.

جدول ۵- آب تخصیص یافته به شرب پس از اولویت اول قرار دادن اهداف مختلف (هزار مترمکعب)

ماه	اولویت محیط زیست	اولویت کشاورزی	اولویت شرب	مصرف شرب در سال ۱۳۸۴
فروردین	۶۸۵۵۶	۷۲۵۱۴	۱۱۱۰۵۰	۱۰۰۰۲
اردیبهشت	۷۰۸۳۷	۷۵۸۲۹	۱۱۷۱۹۰	۱۰۰۰۲
خرداد	۳۹۳۱۳	۴۰۰۷۰	۵۸۹۹۱	۱۰۰۰۲
تیر	۲۰۲۰۹	۲۰۳۴۶	۳۷۶۳۴	۱۰۰۰۲
مرداد	۱۸۰۷۰	۱۸۱۶۵	۳۳۰۲۲	۱۰۰۰۲
شهریور	۲۰۶۸۰	۲۰۷۳۱	۳۶۳۷۵	۱۰۰۰۲
مهر	۳۷۹۳	۳۷۷۷	۱۳۰۰۱	۱۰۰۰۲
آبان	۱۲۳۸۹	۱۲۵۱۲	۲۰۳۷۰	۶۶۶۷
آذر	۱۵۶۸۷	۱۵۸۳۰	۲۵۹۹۲	۶۶۶۷
دی	۲۰۰۱۶	۲۰۲۱۴	۳۳۰۹۷	۶۶۶۷
بهمن	۲۸۵۶۲	۲۸۰۱۷	۴۲۷۲۴	۶۶۶۷
اسفند	۳۹۱۶۶	۴۰۲۹۳	۵۹۳۷۸	۶۶۶۷
جمع	۳۵۶۲۸۱	۳۶۸۲۹۸	۵۸۸۸۲۴	۱۰۳۳۴۹

اولویت محیط زیست

با توجه به هدف قرار دادن ده درصد آب رودخانه (۱۹۸۴۹۸ هزار مترمکعب) به منظور تأمین آب محیط زیست، با توجه به انحرافات مثبت و منفی ایجاد شده می‌توان مقدار افزایش و یا کاهش هر یک از آرمان های مورد نظر را مشاهده نمود. وقتی مدل با برنامه ریزی آرمانی ساده (بدون اولویت) حل شود انحراف مثبت ۱۵۲ میلیون مترمکعب وجود دارد یعنی می توان آب تخصیصی به محیط زیست را به ۳۵۱ میلیون مترمکعب رساند.

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین آب تخصیصی به شرب را می توان با انحراف مثبت ۴۶۷ میلیون مترمکعب به ۵۷۲ میلیون مترمکعب رساند. ولی برای زمین های کشاورزی انحراف منفی به مقدار ۹۲۷۴۷ هکتار وجود دارد. یعنی آرمان مورد نظر تأمین نخواهد شد.

تغییر در راندمان آبیاری

در تمام بخش‌های مطالعه فرض شده بود که راندمان آبیاری در منطقه ۳۰ درصد است. به منظور اثر تغییر در راندمان آبیاری بر سطح زیرکشت راندمان های ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد در نظر گرفته شد و مدل برنامه ریزی آرمانی برای آنها تخمین زده شد. با افزایش راندمان آبیاری سطح زیرکشت از ۳۳۹۸ به ۵۶۳۵ هکتار افزایش می‌یابد در صورتی که مصرف آب از ۱۰۶ به ۱۰۲ میلیون مترمکعب کاهش و درآمد ناخالص از ۱۳۸۶۵ به ۲۳۳۶۳ میلیون تومان افزایش می‌یابد. سطوح زیرکشت اراضی چاه نیمه پس از تغییر در راندمان آبیاری در جدول ۶ مشاهده می‌شود.

جدول ۶- الگوی کشت منطقه چاه نیمه پس از تغییر در راندمان آب

محصول	۳۰ درصد	۴۰ درصد	۵۰ درصد
گندم (هکتار)	۸۶۹	۱۲۳۷	۱۶۳۷
جو (هکتار)	۹۶۳	۱۳۵۰	۱۷۲۸
یونجه (هکتار)	۶۲	۵۶	۲
شبدر (هکتار)	۱۳۰۹	۱۷۷۴	۲۱۹۳
هندوانه (هکتار)	۳۷۱	۵۲۷	۶۹۱
انگور (هکتار)	۳۱۲	۴۵۲	۶۴۷
جمع (هکتار)	۳۸۸۵	۵۳۹۸	۶۸۹۸
نیاز آبی (هزار مترمکعب)	۱۲۸۳۷۰	۱۳۲۲۶۹	۱۳۴۴۶۷
سود ناخالص (میلیون تومان)	۱۷۰۸۱	۲۳۹۹۴	۳۱۲۱۱

با توجه به جدول ۶، با افزایش راندمان آبیاری در این اراضی همانند اراضی زهک سطح زیرکشت و درآمد ناخالص افزایش یافته و مصرف آب کاهش می‌یابد. در این حالت و در همه موارد شبدر بالاترین سطح زیرکشت و یونجه پایین‌ترین سطح زیرکشت را دارد. با افزایش راندمان آبیاری، عرضه آب مورد نیاز بخش‌های شرب و محیط زیست، از رودخانه افزایش می‌یابد. به منظور صحت‌سنجی نتایج، اعداد به دست آمده از سناریوی موجود با داده‌های واقعی مقایسه شد، که بررسی‌ها نشان داد این داده‌ها با واقعیت تشابه دارند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف اصلی این مطالعه ساخت مدلی مناسب به منظور مدیریت آب چاه نیمه بود. این کار با استفاده از محاسبات مختلف و داده‌های مورد نیاز جمع‌آوری شده از سازمان‌های زیربط انجام شد. این مدل با روش برنامه-ریزی آرمانی حل شد. نتایج حاصل ا نشان داد، در همه اولویت‌ها آب شرب و محیط زیست تأمین می‌شود ولی زمین‌های قابل کشت زیادی کشت نمی‌شوند که می‌توان آب را به طریقی و با استفاده از لوله‌های انتقال آب بیشتر به کشاورزی اختصاص داد. همچنین با افزایش راندمان آبیاری می‌توان سطح زیرکشت همه محصولات منطقه را افزایش داد. از طرف دیگر می‌توان با کنترل آب در فصول پرآب از بروز کمبود در سایر ماه ها جلوگیری نمود. لذا پیشنهاد می‌شود سیاست مدیریت عرضه آب (تامین آب بیشتر) با مدیریت تقاضا (افرایش راندمان) همراه شود تا نیاز آبی همه بخش‌ها تامین شود. همچنین حل مدل با استفاده از روش‌های دیگر می‌تواند به مدیریت آب این منطقه کمک زیادی نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست منابع

۱.خلقی اشکلک، م. ۱۳۸۶. اندازه‌گیری میزان رادون و رادیوم آب منطقه سیستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم دانشگاه پیام نور. واحد مشهد.

۲.دامن پاک، ج. و ژ، کلالی مقدم. ۱۳۸۰. بررسی رژیم رودخانه مرزی هیرمند. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب. جلد دوم. ص ۲۲۹.

۳.سعادت، ح. و م، مهدوی.۱۳۸۰. مدیریت بهینه آب در سیستان. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب. جلد دوم. ص ۱۴۵.

۴.سلطانی، ج. و ع، کرباسی. ۱۳۸۱. نقش اجرایی رژیم حقوقی رودخانه هیرمند در تعدیل خشکسالی. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۳۸.

۵.کرامت‌زاده، ع.، ا، چیذری.، ع، یوسفی. و ح، بلالی. ۱۳۸۶. تخصیص بهینه آب و اولویت بندی مناطق مختلف در مصرف آن (مطالعه موردی سد بارزو شیروان). مجله اقتصاد و کشاورزی. ۲: ۱۱-۲۹.

۶.مسنن مظفری، م.، م، صبوحی. ا. ع، کیخا. ۱۳۸۷. مدل حمایت تصمیم گیری به منظور تخصیص بهینه آب سد امیرکبیر برای مصارف گوناگون. اقتصاد و کشاورزی، ۲(۴): ۱۵۷-۱۷۶.

۷.هادربادی، غ. ۱۳۸۰. پیش بینی سرعت باد به منظور کاربرد در در معادلات تبخیر آب(مطالعه موردی منطقه زابل). مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب. جلد دوم.

8. Foued, B.A., and M. Sameh. 2001. Application of Goal Programming in a Multi-Objective Reservoir Operation Model in Tunisia. *European Journal of Operation Research*, 133: 352-361.

9. Hadjibiros, K., A. katsiri., and A. Andreadakis. 2005. Multi-criteria reservoir water management Global NEST Journal, 7.3.

10. http://fao.org/ 2005.

11. http://www.unesco.org/water/2007.

12. Kehkha, A. 2005. Modeling water resources management in the Sistan region of Iran. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy. University of New England. New South Wales, Australia.

13. Li, Y. P., G. H. Huang., and H. D. Zhou. 2009. A multistage fuzzy-stochastic programming model for supporting water-resources allocation and management. Environmental Modeling and Software, 24: 786-797.

14. McCarl, B. A., and T. H., Spreen. 2010. Applied mathematical programming using algebraic systems, Texas A&M University.

15. Romero, C., and T. Rehman. 2001. Goal programming and multiple criteria decision in farm planning: an expository analysis, *Journal of Agricultural Economics*, 35, pp.177-190.

Archive of SID

www.SID.ir