Archive of SID

تعیین الگوی زراعی بهینه باتاکید برپایداری منابع آب: مطالعه موردی در دشت بهار- همدان

سیاوش روحانی[۱]، غلامرضا پیکانی[۲] و بهمن تقدیری[۳]

چکیده

منابع زیرزمینی دشت بهار- همدان علاوه برتامین آب مورد نیاز بخش کشاورزی این دشت، تامین کننده بخشی از آب شرب شهر همدان نیز می‌باشد. درسال‌های اخیر این منابع دچار بیلان منفی شده و مقدار این کاهش درسال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ برابر ۱۵/۲۶ میلیون مترمکعب بوده است. باتوجه به این‌که ۷۷/۳۶ درصد ازکل آب برداشت شده از منابع زیرزمینی دشت بهار در اختیار بخش کشاورزی قرار می‌گیرد، صرفه جویی در مصرف آب زراعی از اولویت‌های مهم درتوسعه پایداری این بخش محسوب می‌شود. هدف اصلی این مطالعه دست‌یابی به الگوی کشت بهینه‌ای است که حداقل به اندازه بیلان منفی، درآب صرفه‌جویی کند و ضمن پاسخگوئی به نیازآبی مردم منطقه، از لحاظ اقتصادی و اجرائی قابل قبول زارعین محل باشد. دراین راستا، به منظور نیل به هدف تحصیل بهینه منابع آبی محدود، استفاده از برنامه‌ریزی خطی و نرم‌افزار LINDO این امکان را فراهم ساخت تا چهار الگوی زراعی جهت مقایسه با وضع موجود در قالب پنج مدل طراحی واجرا شوند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که درالگوی زراعی بهینه، صرفه جویی در مصرف آب به میزان ۱۱/۷۴ درصد، درنیروی کار ۲۱/۳۹ درصد، درهزینه‌های جاری ۱۴/۴۲ درصد، درسرمایه‌گذاری سیستم‌های آبیاری تحت فشار ۱/۰۵ درصد و در زمین ۲/۱۳ درصد بوده است و بازده برنامه‌ای آن ۳/۱۱ درصد بیشتر از وضع موجود بود.

واژه‌های کلیدی: الگوی زراعی بهینه، پایداری منابع آب زیرزمینی، توسعه پایدار، دشت بهار- همدان

۱. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان
۲. استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران
۳. مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

استان همدان از نظر اقلیمی در منطقه نیمه خشک قرار دارد. مقدار بارندگی کم و توزیع آن نیز نامناسب است و در نتیجه اتکای استان جهت تامین آب مورد نیاز به منابع زیرزمینی است، تا آن‌جا که بنابه گـــزارش اداره امـــور آب استان ۸۵/۵ درصد از آب مصرفی در استان، از منابع زیرزمینی تامین می‌شود (رضوانی، ۱۳۸۱).

افزایش جمعیت و گسترش سطح زیر کشت در سه دهه اخیر موجب افزایش مصرف آب شده و این افزایش مصرف موجب پیشی گرفتن تقاضا برمقدار عرضه آب تجدید شونده شده است. نتیجه آن‌که اکثر دشت‌های استان با بیلان منفی و افت سطح ایستابی مواجه شده‌اند. حجم کل آب مصرفی استان در سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ برابر ۲۸۹۰/۸ میلیون مترمکعب بوده که معادل ۹۰/۴۵درصد کل آب تجدیدشونده استان می‌باشد (امور آب استان همدان،۱۳۸۳). با توجه به آن که سازمان ملل، برداشت بیش از ۴۵درصد از منابع تجدیدشونده را وضعیت بحرانی شدید ارزیابی می‌کند (چی‌یوداکوچی‌ما، ۲۰۰۳). ملاحظه می‌شود که استان همدان در شرایط بحران شدید آب قرار دارد که برخاسته از تخصیص نامطلوب آب در بخش کشاورزی است.

زمانی که عرضه آب دچار بحران می‌شود، مدیریت تقـاضـای آب یعنـی کـاهش تقاضا و مصرف آن سخت مورد توجه قرار می‌گیرد، پی‌یریرا و همکاران (۲۰۰۲) بیان می‌کنند که مدیریت تقاضا برای آبیاری، تحت شرایط کمبود آب شامل عملیات و تصمیمات مدیریتی است که دارای ابعاد زراعی، اقتصادی و فنی می‌باشد. هدف مدیریت تقاضا در بخش کشاورزی، کاهش نیازهای آبیاری است, به نحوی که این مدیریت منجر به حفاظت منابع آب[1] و صرفه‌جویی[2] در مصرف آب آبیاری شود. این پژوهش‌گران بیان می‌کنند که کاهش تقاضای آب از طریق به‌کارگیری واریته‌های مقاوم به خشکی[3] و کم مصرف، انتخاب الگوی کشت مناسب[4]، کم آبیاری[5] و انتخاب سیستم‌های آبیاری با راندمان بالا امکان‌پذیر است. در مناطق خشک و نیمه خشک، آب و آبیاری از جمله نهاده‌های تولیدی هستند که ضمن افزایش تولید کشاورزی، درجه اطمینان تولید را نیز افزایش می‌دهند. به اعتقاد بسیاری از اقتصاد دانان کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک مهم‌ترین و محدود کننده‌ترین عامل تولید، آب می‌باشد. این عامل مهم علی‌رغم نقشی که در کاهش عدم اطمینان فعالیت‌های زراعی دارد، خود دچار نوسانات عرضه است که غالباً توسط طبیعت کنترل می‌شود. از طرف دیگر، تقاضا نیز در مقدار و نحوه مصرف آب نقش بسزایی دارد. ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب، برنامه‌ریزی کنترل و مدیریت بهینه کاربرد آب را اجتناب ناپذیر می‌سازد (سلطانی، ۱۳۷۴).

عمومی‌ترین روش برنامه‌ریزی که در این راستا مورد استفاده قرار گرفته و می‌گیرد روش برنامه‌ریزی ریاضی است. این روش عموماً جهت برنامه‌ریزی‌های کوتاه مدت آبیاری به‌کار می‌رود. در مدل‌های برنامه‌ریزی خطی می‌توان تعداد زیادی از محدودیت‌های مختلف را در الگو وارد نمود. این امر سبب می‌شودجواب‌های بهینه بسیار نزدیک‌تر به الگوی واقعی باشد از جمله پژوهش‌گرانی که برای نخستین بار برنامه‌ریزی خطی را در تخصیص منابع آب و تعیین الگوی کشت پیشنهاد دادند هال و درکاپ (۱۹۷۰) بودند. از آن پس به کرّات توسط پچوهش‌گران دیگر مانند پاندا و همکاران (۱۹۸۳) جهت استفاده تلفیقی از آب‌های سطحی و زیرزمینی در برنامه آبیاری، اکبری و بخشوده (۱۳۷۳) جهت تعیین ترکیب بهینه محصولات زراعی در اراضی زیر سد جیرفت، سلطانی(۱۳۷۲) به منظور تعیین آب‌بها و تخصیص بهینه آب در اراضی زیر سدها، سلطانی (۱۳۷۴) جهـت بهـره‌بـرداری اقتصـادی از منـابع آب، ماتانگا و مارینـو(۱۹۷۹) جهـت برنـامـه‌ریـزی آبیـاری، سینـک و همکـاران (۲۰۰۱) برای تعیین الگوی بهینه کشت در اراضی زیر شبکه‌های آبیاری، اورس و همکاران (۲۰۰۴) جهت تعیین الگوی بهینه و اثرات بالقوه آن بر بازار آب در نواحی کشاورزی، پیکانی و بریم‌نژاد در

1. Water conservation
2. Water saving
3. Low demand crop varieties
4. Low crop patterns
5. Deficit irrigation

www.SID.ir

Archive of SID

پایداری منابع آب در استان کرمان (۱۳۸۴) استفاده شده است و علی‌رغم تمام محدودیت‌های آن، هنوز به عنوان ابزاری سودمند محسوب می‌شود. مدل‌های تعیین الگوی بهینه یا تخصیص محصول برای سالیان زیاد یک موضوع پژوهشی بوده است. به نوعی مدل‌هایی که چند محصولی یا چند ستاده‌ای هستند با استفاده از تابع سود-هزینه، توسعه پیدا کرده‌اند. با استفاده از قضیه دوگان، امکان تخمین معادلات تخصیص زمین و آب وجود دارد. بدین‌منظور هم می‌توان از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی استفاده کرد و هم اقتصادسنجی. یانگ و همکاران (۱۹۸۶) مدل برنامه‌ریزی خطی به کار برده در حالی که برنارد و همکاران (۱۹۸۷) و مور و همکارانش (۱۹۹۲) از مدل اقتصادسنجی توبیت[1] سود برده‌اند. سلمان و همکاران (۲۰۰۲) برای بررسی راهکارهای مختلف در رابطه با حفاظت منابع آب‌های زیرزمینی در کشور اردن پرداختند. آنان در این بررسی گزینه‌های قیمت‌گذاری آب، تخصیص مجدد آب و الگوی بهینه‌ی کشت را مورد ارزیابی قرار دادند. هدف آنان این بود که چگونه می‌توان با استفاده از این دو گزینه سیاست‌گذاری، به بهره‌برداری پایدار از منابع آب‌های زیرزمینی دست یافت. جعفری و رضوانی (۱۳۸۰) به بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب در استان همدان پرداختند. آنان با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی اقدام به بهینه‌سازی الگوی کشت موجود در حوزه آبخیز رودخانه قره‌چای نمودند و به این نتیجه رسیدند که با بهینه‌سازی الگوی کشت در مقایسه با الگوی فعلی، ۱۶/۳۸درصد درآمد افزایش می‌یابد , این در حالی است که در الگوی بهینه میزان مصرف آب در مقایسه با الگوی فعلی ۲۷/۳۸درصد کاهش خواهد یافت. علی و محمود(۱۹۹۹) با استفاده ازالگوی برنامه‌ریزی خطی اقدام به تعیین الگوی بهینه کشت در کشور مصر نمودند. هدف از این مطالعه، به حداقل رساندن مصرف آب برای محصولات کشاورزی و تخصیص بهینه آب بین آن‌ها بود. ایشان نتیجه گرفتند که در الگوی بهینه کشت بین ۹۷۴ تا ۸۱۸۵ میلیون مترمکعب در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود. جعفری (۱۳۷۶) در ارزیابی اقتصادی سرمایه‌گذاری در سیستم‌های آبیاری تحت فشار در استان همدان از روش برنامه‌ریزی ریاضی چند دوره‌ای استفاده کرد و با مطالعه و مقایسه روش آبیاری بارانی و سطحی نتیجه گرفت که سرمایه‌گذاری در سیستم‌های آبیاری بارانی باعث گسترش سطح زیر کشت محصولات سودآور مانند یونجه می‌شود. کاسول و زیلبرمن (۱۹۸۵) برای بررسی عوامل موثر بر گزینش روش آبیاری در جنوب شرقی کالیفرنیا از تکنیک‌های اقتصاد سنجی استفاده کرده و نشان دادند که هزینه‌های بالای آب، استفاده از منابع آب‌های زیرزمینی، نوع محصول (گردو و فندق) و موقعیت مکانی باعث می‌شوند که تکنولوژی آب‌اندوز (سیستم‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای) در مزارع به کار گرفته شوند.

مواد و روش‌ها

با توجه به اهداف پژوهش، الگوی برنامه‌ریزی خطی مورد استفاده قرار گرفت تا با توجه به آن بتوان راه‌کارهای مختلف را مورد بررسی قرار داد. بدین منظور نیاز بود که ضمن حفظ ساختار کلی و چارچوب الگوی اصلی، برای بررسی راه‌کارهای مختلف، در هر یک از آن‌ها محدودیت‌هایی را حذف و یا به آن اضافه کرد تا بدین‌وسیله بتوان به اهداف مورد نظر دست یافت. در این راستا برنامه‌ریزی خطی در قالب پنج الگو به شرح ذیل اجرا گردید:

۱- الگوی با حداقل محدودیت.

۲- الگوی با اعمال محدودیت‌های برنامه چهارم توسعه اقتصادی ـ اجتماعی و تناوب زراعی.

۳- الگوی با اعمال محدودیت‌های برنامه چهارم، تناوب زراعی و بازار.

۴- الگوی دارای محدودیت های تناوب زراعی با قطعات برابر.

۵- الگوی وضع موجود.

از آن‌جا که الگوی شماره ۱ با حداقل محدودیت آورده شده است به عنوان ساختار و چارچوب اصلی تشریح می‌شود و الگوهای دیگر به ذکر تغییرات آن‌ها اشاره می‌شود.

1. Tobit

www.SID.ir

Archive of SID

۱- الگوی با حداقل محدودیت الگوی پژوهش یک مدل برنامه‌ریزی خطی می‌باشد که بازده برنامه‌ای فعالیت‌های کشاورزی دشت همدان-بهار را با توجه به محدودیت‌های موجود، حداکثر می‌نماید.

تابع هدف به شکل زیر می‌باشد:

$$MaxB = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}(P_i.Y_{ij} - C_{ij}^{c})X_{ij} - \sum_{t=1}^{8}\sum_{z=1}^{2}P_{tz}^{w}Water_{tz} - R_s Investes - W_l labor - Icaital \quad (۱)$$

B: سود ناخالص تابع هدف می‌باشد که باید حداکثر گردد. x_{ij}: سطح زیر کشت محصول iام در روش آبیاری jام می‌باشد. P_i: قیمت یک کیلوگرم محصول iام و Y_{ij} عملکرد در هکتار محصـول iام در روش آبیاری jام. C_{ij}^{c}: هزینه‌های جاری یک هکتار محصول iام در روش آبیاری jام بجز هزینه آب و نیروی کار. p_{tz}^{w}: هزینه یک مترمکعب آب آبیاری در ماه tام (به‌طور کلی طول مدت آبیاری هشت ماه می‌باشد) و در روش آبیاری zام (شامل روش بارانی و سطحی). در اینجا z برابر یک، جهت آبیاری بارانی که ترجیحاً در مدل با نماد s و دو، برای آبیاری سطحی که با نماد f نشان داده می‌شود. $Water_{tz}$: کل آب مصرفی در ماه tام به روش آبیاری zام (بر حسب مترمکعب). r_S: کـارمزد اعتبارات بانکی جهت سرمایه‌گذاری در سیستم‌های آبیاری تحت فشار ۵ درصد. *Invests*: کل مبلغ سرمایه‌گذاری انجام شده در سیستم‌های آبیاری تحت فشار در منطقه مورد مطالعه (به ریال). W_L: دستمزد یک روز کارگر کشاورزی (به ریال). *Labor*: کل کارگر به کار گرفته شده در فصل زراعی در منطقه مورد مطالعه (نفر-روز کار)..I: نرخ بهره سرمایه ۱۳ درصد و *Capital*: مقدار کل سرمایه استفاده شده در الگوی زراعی منطقه مورد مطالعه شامل هزینه‌های عملیات زراعی، هزینه آب و آبیاری و هزینه نیروی کار می‌باشد. لازم به ذکر است که این پارامتر، هزینه‌های سرمایه‌گذاری در آبیاری تحت فشار را در بر نمی‌گیرد.

محدودیت‌ها

در دنیای واقعی محدودیت‌های بسیاری درفرایند تولید وجود دارد که در عمل انعکاس همه آن‌ها در الگوی برنامه‌ریزی دشوار و یا بعضاً غیر ممکن است. با توجه به‌این که الگوهای اقتصادی، الگوی ساده شده دنیای واقعی می‌باشد که تا حد ممکن روابط بین متغیرها را نشان می‌دهد و هدف، آزمون فرضیات پژوهش در مورد این متغیرها می‌باشد، لذا با توجه به موضوع پژوهش و اهداف آن، مهم‌ترین محدودیت موجود محدودیت آب و سپس محدودیت سرمایه، نیروی کار، سیاست‌ها و برنامه‌های دولت، محدودیت‌های بازار و ذخیره محصول و غیره می‌باشد. بنابراین محدودیت‌ها به شرح ذیل آورده شده است:

۱- محدودیت ذخیره سرمایه (capital):

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}C_{ij}^{c}X_{ij} + \sum_{t=1}^{8}\sum_{z=1}^{2}P_{tz}^{w}water_{tz} + w_l Labor - Capital \le 0 \quad (۲)$$

نامعادله شماره (۲)، کل سرمایه مورد استفاده به‌جز سرمایه‌گذاری در آبیاری تحت فشار را در متغیر capital در بر می‌گیرد. هدف این است که به وسیله این محدودیت، هزینه سرمایه که برابر با حداقل نرخ بهره بانکی کوتاه مدت می‌باشد، در تابع هدف منعکس شود.

۲- محدودیت نیاز آبی محصولات کشاورزی منطقه:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}w_{ijt}X_{ij} - \sum_{z=1}^{2}water_{tz} \le 0 \quad (۳)$$

w_{ijt}: مقدار آب مصرفی در هکتار (مقدار آبیاری شده توسط زارعین) محصول jام و روش آبیاری zام و در ماه tام است (مترمکعب در هکتار). براساس این محدودیت کل آبی که درهر ماه مصرف می‌شود برابر مجموع آب‌هایی است که در روش آبیاری سطحی و بارانی مصرف می‌گردد، این محدودیت به تعداد ۸ بار تکرار شده است (فروردین تا آبان). w_{ijt} درمورد برخی محصولات و در برخی ماه‌ها که نیاز به آبیاری ندارند برابر صفر است.

۳- محدودیت مقدار آب قابل دسترس جهت روش آبیاری بارانی یا کل مقدار آب مصرفی در روش های آبیاری بارانی در منطقه مورد مطالعه

$$WaterS_t \le Qws_t \quad (۴)$$

Qws_t: کل آب قابل دسترس جهت روش آبیاری بارانی یا مقدار کل آب مصرفی در روش‌های آبیاری در منطقه مورد مطالعه.

www.SID.ir

Archive of SID

۴- محدودیت آب قابل دسترس جهت روش آبیاری سطحی:

$$Waterf_t \le Qwf_t \qquad (۵)$$

Qwf_t: کل آب قابل دسترس جهت روش آبیاری سطحی.

$Water\ s_t$ یا کل مقدار آبی که زارعین منطقه در روش‌های غیربارانی مصرف می‌کنند.

محدودیت‌های ۴ و ۵ به تعداد هشت بار جهت هر ماه تکرار می‌شود.

۵- محدودیت ذخیره آب:

$$waters_t + waterf_t - water_t \le 0 \qquad (۶)$$

محدودیت فوق به تعداد هر ماه (مجموعاً ۸ محدودیت) تکرار شده است و براساس آن کل آبی که جهت آبیاری اعم از سطحی و بارانی در مـاه t استفاده می‌شود حداکثر برابر مجموع آب قابل دسترس ازمنابع آبی ($water_t$) مختلف می‌باشد. ضریب ($water_t$) در تابع هدف برابر صفر است.

۶- محدودیت تخصیص آب آبیاری بارانی در محصولات زراعی که به روش آبیاری بارانی آبیاری می‌شوند:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=3}^{m} W_{ijt} X_{ijt} - water\ \mathrm{s_t} \le 0 \qquad (۷)$$

از آن‌جایی که $water\ \mathrm{s_t}$ (کل آب مصرفی در روش آبیاری بارانی) فقط به محصولاتی که به روش بارانی آبیاری می‌شوند باید تخصیص یابد و گروه محدودیت‌های شماره ۲ این موضوع را امکان‌پذیر نمی‌کند، این محدودیت‌ها آورده شده است و به ازاء هر ماه (فروردین تا آبان) ۸ بار تکرار شده است. در برخی محصولات و در برخی ماه‌ها برابر صفر می‌باشد.

۷- محدودیت ذخیره نیروی کار ($Labor$):

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} L_{ij} X_{ij} - Labor \le labor\ \text{exist} \qquad (۸)$$

L_{ij}: تعداد نیروی کار مورد استفاده در یک هکتار محصول iام و در روش آبیاری jام برحسب روز نفر کار در طول فصل زراعی است. براساس این محدودیت نیروی کار مورد استفاده در الگوی زراعی در متغیر $Labor$ ذخیره می‌شود و می‌توان هزینه آن‌را در تابع هدف منعکس کرد.

۸- محدودیت ذخیره زمین:

کل مساحت اراضی زراعی قابل دسترس در منطقه مورد مطالعه۲۰۴۳۴ هکتار می باشد.

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} X_{ij} - Totalland \le 0 \qquad (۹)$$

درمحدودیت فوق حداکثر زمین قابل دسترس ($Totalland$) نشان داده شده است. حداکثر زمین قابل دسترس عبارت است از مساحت اراضی زراعی آبی روستاهای واقع در منطقه مورد مطالعه که آمار آن در جدول شماره ۱ منعکس می‌باشد.

۹- محدودیت تجمیع سطح زیرکشت یک محصول در روش‌های مختلف آبیاری:

$$\sum_{j=1}^{m} X_{ij} - X_i = 0 \qquad (۱۰)$$

محدودیت فوق کل سطح زیر کشت یک محصول را در روش‌های مختلف آبیاری در متغیر X_i تجمیع می کند و ضریب آن در تابع هدف برابر صفر است و به تعداد محصولات (۱۸ محدودیت) تکرار شده است.

۱۰- محدودیت‌های کالیبراسیون مدل:

$$X_i \le A_i \qquad (۱۱)$$

در محدودیت فوق سطح زیر کشت محصول iام در روش‌های مختلف آبیاری برابر A_i یعنی حداکثر سطح زیر کشت آن در الگوی موجود است. این محدودیت‌ها برای هفت محصول تکرار شده است.

۱۱- محدودیت حداکثر سطح زیر کشت به روش آبیاری jام

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} - land_{\ j} \le 0 \qquad (۱۲)$$

در محدودیت فوق کل $land_j$ برابر مجموع سطح زیر کشت محصولات مختلف به روش آبیاری jام است. که با توجه به ۵ نوع روش و سیستم آبیاری به تعداد ۵ محدودیت در مدل آورده شده است.

۱۲- محدودیت حداکثر سطح زیر کشت محصولات به روش آبیاری jام

$$land_j \le B_j \qquad (۱۳)$$

B_j: مجموع کل اراضی مزروعی تحت روش آبیاری jام می‌باشد.

محدودیت‌های فوق با توجه به حداکثر پنج روش آبیاری موجود، پنج بار تکرار شده است.

۱۳- محدودیت ذخیره آب آبیاری بارانی

www.SID.ir

Archive of SID

$$\sum_{t=1}^{8} waters_{t} - wellspark \leq 0 \qquad (۱۴)$$

براساس این محدودیت مجموع آب‌هایی که در روش‌های آبیاری بارانی در ماه‌های مختلف سال زراعی (هشت ماه) استفاده می‌شود در متغیر *well sprk* ذخیره شود تا به‌توان هزینه هر مترمکعب آب پمپاژ شده در سیستم آبیاری تحت فشار را در تابع هدف منعکس کرد. ضریب *wellsprk* در تابع هدف برابر صفر است.لازم به‌ذکر است که مجموع آب مصرفی در سیستم های آبیاری تحت فشار در منطقه مورد مطالعه ۶۳۶۱۲۴۰۵ متر مکعب بوده است.

۱۴- محدودیت مجموع مقدار آب مصرفی در آبیاری سطحی

(۱۵) براساس این محدودیت مقدار آبی که در روش‌های آبیاری سطحی ($water\ f_t$) در طول سال استفاده می‌شود در متغیر *water* تجمیع می‌گردد و ضریب این متغیر در تابع هدف برابر صفر است.

۱۵- محدودیت ذخیره سرمایه‌گذاری در سیستم آبیاری تحت فشار

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=3}^{m} Invest_{j} X_{ij} - Invests \leq 0 \qquad (۱۶)$$

$Invest_j$: هزینه سرمایه‌گذاری در آبیاری بارانی روش jام در واحد سطح (هکتار) می‌باشد. این محدودیت کل سرمایه مورد نیاز برای روش‌های آبیاری بارانی در محصولات را در متغیر *Invests* ذخیره می‌کند و این امکان را فراهم می‌کند که هزینه (کارمزد بانکی) این سرمایه‌گذاری را در تابع منعکس نمود.

۱۶ـ محدودیت کل مصرف آب

$$Wellsprk + Watwgr - totwater = 0 \qquad (۱۷)$$

در محدودیت فوق *totwater* مجموع آب مصرفی آب سطحی و بارانی است. در مجموع تابع هدف دارای ۱۲۶ متغیرتصمیم می‌باشد.

روش جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات

به منظور دست‌یابی به اهداف پژوهش، آمار و اطلاعات مورد نیاز با استفاده از روش پیمایشی و هم‌چنین مطالعات کتابخانه‌ای گردآوری شده است. جهت انتخاب حوزه مطالعه برحسب اهمیت موضوع و اولویت‌های منطقه‌ای یکی از مناطق بحرانی از نظر منابع آب زیر زمینی با مشاوره کارشناسان اداره کل امور آب استان همدان انتخاب شد، این منطقه بحرانی، «دشت همدان- بهار» به وسعت ۴۸۰ کیلومتر مربع با مرزهای هیدرولوژی آب‌های زیرزمینی مشخص و تقریباً در قسمت مرکزی استان واقع است. کلیه اطلاعات مربوط به منابع آب، جمعیت، وسعت و کیفیت خاک‌ها، آمار هواشناسی و آمار و ارقام مربوط به فعالیت‌های کشاورزی از ادارات ذیربط در استان همدان کسب شده است.

تهیه ضرایب فنی، قیمت فروش محصولات و هم‌چنین عملکرد محصولات از طریق پرسش‌نامه و مصاحبه با زارعین به دست آمده است.

اطلاعات مربوط به هزینه‌های سرمایه‌گذاری در آبیاری بارانی و قطره‌ای، از شرکت‌های مجری آبیاری تحت فشار، مدیریت آب و خاک سازمان جهاد کشاورزی استان همدان و اطلاعات مربوط به اعتبارات و تامین سرمایه از بانک کشاورزی اخذ گردیده است.

اطلاعات مربوط به تبخیر و تعرق ماهیانه و نیاز آبیاری خالص محصولات از سند ملّی آب که توسط وزارت‌خانه‌های نیرو و کشاورزی سابق تهیه شده است اخذ و علاوه بر آن نحوه عملکرد زارعین و میزان آبیاری آن‌ها از رابطه زیر تعیین گردیده است:

$$TwaterHa = debi \times Irrigtime \times Irrighour \times 3.6$$

که در آن: *TwaterHa*: کل مقدار آب آبیاری در هکتار برحسب مترمکعب. *Debi*: آب‌دهی لحظه‌ای منبع آبیاری. *Irrigtime*: تعداد دفعات آبیاری یک محصول در طول سال زراعی و *Irrighour*: متوسط ساعات آبیاری یک هکتار محصول زراعی به می‌باشد. در رابطه فوق پارامترهای *Irrigtime* و *Irrighour* از طریق پرسش نامه از زارعین به دست آمد. اما پارامتر *Debi* با روش غیرمستقیم اندازه‌گیری شد. نحوه اندازه‌گیری طی مراحل زیر و برای هر یک از زارعین که با آنان مصاحبه به عمل آمده با استفاده از خط کش T و با حضور در محل چاه توسط پرسش‌گر اندازه‌گیری شده است، قبلاً در این خصوص آموزش‌های لازم به پرسش‌گرها ارایه شده است. با توجه به شرایط مطالعه، ارایه الگوی برنامه‌ریزی خطی که دارای ابعاد کلان‌تری باشد وجهت کل منطقه الگوسازی شود، مناسب‌تر است. زیرا در این

www.SID.ir

Archive of SID

صورت کلیه محصولات و روش‌های آبیاری را می‌توان در الگو گنجاند و با توجه به میزان منابع آب موجود در کل منطقه، الگوی کشاورزی مناسب و پایدار به همراه سیستم‌های آبیاری را می‌توان ارایه نمود.

به‌منظور تعیین ضرایب فنی از روش متوسط‌گیری استفاده می‌گردد زیرا به نظر سلطانی و زیبایی (۱۳۷۸) مزایا و کارایی این روش آن‌قدر قابل توجه است که می‌توان از نارسایی‌های آن صرف نظر کرد.

جهت نمونه‌گیری، با توجه به اهداف پژوهش،کل روستاهای موجود در منطقه مورد مطالعه براساس سطح زیر کشت محصولات عمده زراعی و هم‌چنین استفاده بهره‌برداران از روش‌های آبیاری تحت فشار با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای به هفت گروه همگن تقسیم شدند. سپس از هر گروه تعدادی روستا به طور تصادفی جهت مصاحبه انتخاب گردید، در این مرحله با توجه به تعداد بهره‌برداران به‌طور وزنی از هر روستا، تعداد مصاحبه شوندگان تعیین شد. مصاحبه شوندگان شامل دو گروه بهره‌برداران، استفاده کنندگان از سیستم آبیاری تحت فشار و عدم استفاده کنندگان از روش آبیاری تحت فشار بود. در روستاهایی که تعداد آبیاری تحت فشار کمتر از ۴ نفر بود، با همه آنان مصاحبه شد و در صورتی که بیش از ۴ نفر بودند به طور تصادفی انتخاب شدند. در واقع روش نمونه‌گیری مورد استفاده در این تحقیق، روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای دو مرحله‌ای است.

در این مطالعه۳۲۷ پرسش‌نامه در ۱۲ روستا در شهرستان همدان و ۲۲ روستا در شهرستان بهار در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ تنظیم گردید و اطلاعات جمع‌آوری شده توسط نرم افزار (SPSS(13 طبقه‌بندی شد. ضمن آن که الگوی طراحی شده توسط نرم افزار Lindo (6.1) به اجرا در آمد.

نتایج و بحث

با توجه به این که جهت دستیابی به اهداف مطالعه، مدل برنامه‌ریزی خطی طراحی شده با چهار سناریوی مختلف به اجرا درآمده است، در ذیل محدودیت‌های در نظر گرفته شده برای هر الگو بیان می‌شود. ضمناً نتایج حاصل از اجرای الگوهای چهارگانه جهت مقایسه با وضع موجود در جدول شماره ۱ ارایه شده است.

الگوی اول: این الگو با حداقل محدودیت‌ها طراحی شده و هدف از آن دست‌یابی به حداکثر درآمد با توجه به محدودیت نهاده‌ها و عوامل تولید موجود در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ می‌باشد. محدودیت‌های اعمال شده در این الگو شامل موارد زیر است:

۱- با توجه به هدف این مطالعه که دست‌یابی به بیلان صفر در مصرف آب از منابع زیرزمینی می‌باشد، محدودیت حداکثر مقدار آب مجاز اعمال شده است. ۲- تعیین حداکثر سطح زیر کشت محصولات عمده به اندازه سطح زیر کشت این محصولات در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲. ۳- تعیین سطح زیر کشت محصولات زراعی-آبی دشت در سال زراعی یاد شده به عنوان حداکثر زمین قابل دسترسی است، زیرا که بنا بر اعلام استانداری استان، توسعه سطح زیر کشت آبی در این دشت ممنوع می‌باشد. بقیه محدودیت‌ها و ساختار الگو، همان ساختار الگو در وضع موجود می‌باشد که دراین مطالعه نام الگوی شماره پنج یا الگوی پنجم به آن داده شده است. هدف اصلی در طراحی مدل اول این است که در شرایط رقابت آزاد و عدم وجود محدودیت‌های بازار، الگوی بهینه چگونه خواهد بود, و میزان صرفه جویی آب مصرفی تا چه اندازه است.

الگوی دوم: همان‌گونه که در بحث روش پژوهش و چگونگی طراحی الگوها بیان گردید، به منظور تامین حداقل نیازها به فراورده‌های کشاورزی منطقه و در راستای پاسخ‌گویی به اهداف برنامه چهارم توسعه اقتصادی ـ اجتماعی و سیاسی کشور، متناسب با سهم این دشت از کل اراضی زیر کشت استان، حداقل سطح زیر کشت محصولات مهم و استراتژیک به عنوان محدودیت‌های برنامه چهارم به الگوی اول اضافه شد. در ضمن چون در الگوی اول تناوب زراعی لحاظ نشده بود، ناگزیر محدودیت‌های تناوب زراعی نیز در الگو اعمال گردید.

لازم به ذکر است که، کارشناسان امور زراعی منطقه اعتقاد دارند به طور کلی توسعه سطح زیر کشت در منطقه به دلیل بیلان منفی آب در دشت، ممنوع

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد و در نتیجه فقط از طریق افزایش عملکرد در واحد سطح باید به افزایش تولید پرداخت. ضمناً ایشان یادآور می‌شوند که بهتر است سطح زیر کشت سیب‌زمینی که در سال ۱۳۸۳، ۸۷۹۲/۵۱ هکتار می‌باشد، به حداقل ۵۰۰۰ هکتار کاهش یابد و به جای آن ذرت و کلزا وارد الگوی زراعی منطقه گردد. به همین دلیل و به منظور جبران عوارض منفی ایجاد شده در تناوب زراعی موجود، تناوب زراعی زیر پیشنهاد می‌شود:
با عنایت به ممنوعیت گسترش سطح زیر کشت محصولات آبی در منطقه، تناوب زراعی پیشنهادی برای ۲۰۰۰۰هکتار اراضی ابی ارائه شده است. این تناوب زراعی با توجه به فرض‌های ذیل تنظیم شده است:
۱- حداکثر سطح زیر کشت آبی منطقه نباید از سطح زیر کشت آبی در سال زرعی ۸۳-۱۳۸۲ که حدود ۲۰۳۴ هکتار است تجاوز کند.
۲- براساس توصیه‌های فنی کارشناسان و اساتید فن، در الگوی مورد نظر در این مطالعه سطح زیر کشت سیب‌زمینی به حدود ۵۰۰۰ هکتار کاهش یافته و سطح زیر کشت محصولاتی نظیر گندم، جو آبی، یونجه، چغندرقند، کلزا، ذرت دانه‌ای و ذرت علوفه‌ای بر مبنای حداقل نیاز و سهم منطقه در پیش‌بینی برنامه چهارم اقتصادی ـ اجتماعی کشور در نظر گرفته شده است، ضمن آن‌که سایر محصولات نظیر سیر، کدو آجیلی و غیره بر مبنای سودآوری در الگوی زراعی گنجانیده شده است.
۳- محصولات زراعی به چهار گروه عمده به شرح ذیل تقسیم شده است:
الف- سیب‌زمینی، ب- گندم آبی، ج- محصولات علوفه‌ای و کلزا، د- چغندرقند، حبوبات، محصولات جالیزی، سبزیجات و غیره. به این ترتیب محدودیت‌های برنامه چهارم اقتصادی- اجتماعی دولت و تناوب زراعی به الگوی اول افزوده شده و الگوی شماره ۲ تنظیم گردید.

الگوی سوم: با توجه به این که در الگوی زراعی پیشنهادی توسط مدل شماره ۲ سطح زیر کشت محصول سیر به ۳۷۴۴/۶۲ و کدو آجیلی به ۳۱۱۳/۲۷ هکتار افزایش یافته است و به نظر کارشناسان سازمان کشاورزی استان، این میزان افزایش تولید، موجب کاهش قیمت محصولات خواهد شد. در نتیجه برای محصولاتی که ممکن است با افزایش تولید، دچار افت قیمت شوند با نظر کارشناسان، محدودیت حداکثر سطح زیر کشت قایل شده و به این ترتیب مدل سوم طراحی شد.

در این مدل حداکثر سطح زیر کشت مجاز برای سیر ۸۲۰، کدو آجیلی ۱۵۰۰، هندوانه ۲۰۰ و خیار ۴۲۶۵/۵ هکتار در نظر گرفته شد.

الگوی چهارم: در الگوی زراعی ارایه شده توسط مدل سوم، سطح زیر کشت گندم ۲۵۰۰ ، سیب‌زمینی نزدیک به ۶۰۰۰ ، لوبیا حدود ۱۹۰۰ و کلزا حدود ۱۵۴۵ هکتار تعیین شده است. با توجه به این که الگو نمی‌تواند برنامه تناوبی پیشنهادی را تامین نماید، ضمن آن‌که در پذیرش رشد سریع دو محصول لوبیا و کلزا از سوی زارعین باید احتیاط نمود، لذا شرط سطح زیر کشت برابر برای هر یک از قطعات چهارگانه یا تناوب پیشنهادی به مدل شماره سه اضافه و مدل شماره چهار را تنظیم نموده است.

الگوی پنجم: این الگو برخلاف مدل‌های قبلی فاقد محدودیت‌های تناوب زراعی، بازار و برنامه چهارم توسعه می‌باشد و متغیرهای سطح زیر کشت هر یک از محصولات دقیقاً برابر سطح زیر کشت آن‌ها در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ می‌باشد و میزان فروش محصولات نیز در شرایط بازار سال ۱۳۸۳، به عنوان مدل کالیبره انتخاب شده است. این مدل الگوی زراعی موجود در دشت همدان ـ بهار را نشان می‌دهد.

در جدول شماره (۱) الگوی زراعی موجود در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ دشت همدان ـ بهار به عنوان مبنای مقایسه با چهار الگوی طراحی شده قرار گرفته است. براساس اطلاعات این جدول، مدل اول که نسبت به وضع موجود فقط محدودیت مقدار مصرف آب را دارد و در حد صفر نمودن بیلان منفی آب‌های زیرزمینی اجازه مصرف آب داده شده، بیشترین بازده برنامه‌ای را داشته و درآمد آن نسبت به وضع موجود ۳۷/۶۸ درصد رشد نشان می‌دهد.

www.SID.ir

جدول ۱: شاخص تغییرات محصولات زراعی، بازده برنامه‌ای، هزینه‌های جاری، سرمایه‌گذاری در آبیاری تحت فشار، تعداد کارگر و مقدار زمین در چهار الگوی طراحی شده نسبت به وضع موجود

واحد: هکتار

شرح	مدل ۵ وضع موجود	شاخص	الگوی ۱	تغییرات نسبت به شاخص درصد	الگوی ۲	تغییرات نسبت به شاخص درصد	الگوی ۳	تغییرات نسبت به شاخص درصد	الگوی ۴	تغییرات نسبت به شاخص درصد
گندم	۵۰۹۳/۹	۱۰۰	۵۵۸۶/۰۱	+۹/۶۶	۲۵۰۰	-۵۱/۰۷	۲۵۰۰	-۵۱/۰۷	۵۰۰۰	-۱/۸۵
سیب‌زمینی	۸۷۹۲/۴	۱۰۰	۵۷۳۴/۰۹	-۳۴/۷۹	۳۹۴۲/۴۸	-۵۵/۱۷	۵۹۷۸/۱۲	-۳۲/۰۲	۵۰۰۰	-۴۳/۱۴
پیاز	۴/۵	۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰
یونجه	۱۶۰۷/۵	۱۰۰	–	-۷/۸	۱۷۳۳	+۷/۸	۱۷۳۳	+۷/۸	۱۷۳۳	+۷/۸
ذرت دانه‌ای	۵	۱۰۰	۱۴۶۹	+۲۹۲۸۰	۸۳۲/۱۴	+۱۶۵۴۲/۸	۸۴۶	+۱۶۸۲۰	۹۱۲/۶۳	+۱۸۱۵۲/۶
نخود	۵	۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰
لوبیا	۸	۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰	۱۸۹۶/۶۱	+۲۳۶۰۷	۹۹۳/۵۴	+۱۲۳۱۹
خیار	۴۲۶/۵	۱۰۰	۴۲۶/۵	۰	۴۲۶/۵	۰	۴۲۶/۵	۰	۳۵۱/۴۵	-۱۷/۶
ذرت علوفه‌ای	۵	۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰
جو	۱۸۵۴/۴	۱۰۰	–	۰	۱۸۵۴/۴	۰	۱۸۵۴/۴	۰	۱۸۵۴/۳۶	۰
کلزا	۱۰۰	۱۰۰	–	-۱۰۰	۵۰۰	+۴۰۰	۱۵۴۴/۷	+۴۰۰	۵۰۰	+۴۰۰
گوجه‌فرنگی	۲۷	۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰
چغندرقند	۱۰۲۰	۱۰۰	–	-۱۰۰	۱۱۳۵	+۱۱/۲۷	۱۱۳۵	+۱۱/۲۷	۱۱۳۵	+۱۱/۲۷
هندوانه	۵۸	۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰	۲۰۰	+۲۴۴/۸۲	۲۰۰	+۲۴۴/۸۲
سیر	۱۰۳۸/۹۷	۱۰۰	۱۰۳۸/۹۷	۰	۳۷۴۴/۶۲	+۲۶۰/۴۱	۸۲۰	-۲۱/۰۸	۸۲۰	-۲۱/۰۸
کدو آجیلی	۲۸۹	۱۰۰	۴۳۲/۶۶	+۴۹/۷	۳۱۱۳/۲۷	+۹۷۷/۲۵	۱۵۰۰	+۴۱۹/۰۳	۱۵۰۰	+۴۱۹/۰۳
کدو حلوائی	۳	۱۰۰	۴۶۴۳/۸۲	+۱۵۴۶۹۴	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰
شبدر	۵	۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰	–	-۱۰۰
بازده برنامه‌ای	۱۴۷۲۹۷۹۰۰۰۰۰	۱۰۰	۲۰۲۸۰۱۸۰۰۰۰۰	+۳۷/۶۸	۱۸۸۸۴۰۸۰۰۰۰۰	+۲۸/۲	۱۶۰۰۵۹۶۰۰۰۰۰	+۸/۶۶	۱۵۱۸۷۷۸۰۰۰۰۰	+۳/۱۱
هزینه‌های جاری	۲۰۳۱۷۸۶۴۰۶۲۵	۱۰۰	۱۸۷۱۷۵۱۸۷۵۰۰	-۷/۸۸	۲۰۱۵۵۶۰۷۸۱۲۵	-۰/۸	۱۸۸۵۷۵۵۳۱۲۵۰	-۷/۱۹	۱۷۳۸۹۰۹۲۱۸۷۵	-۱۴/۴۲
هزینه‌های سرمایه‌گذاری در آبیاری تحت فشار	۱۵۶۵۴۰۷۳۷۵۰۰	۱۰۰	۱۳۸۳۵۴۳۷۵۰۰۰	-۱۱/۶۲	۱۴۸۰۵۱۹۳۷۵۰۰	-۵/۴۳	۱۵۶۵۴۰۶۱۲۵۰۰	-۰/۰۱	۱۵۴۹۰۷۷۱۲۵۰۰	-۱/۰۵
تعداد کارگر	۱۱۴۱۱۸۲	۱۰۰	۸۶۹۸۷۷	-۲۳/۷۸	۱۰۳۴۴۴۲	-۹/۳۶	۹۸۶۷۷۸	-۱۳/۵۴	۸۹۷۱۵۴	-۲۱/۳۹
مقدار آب مورد نیاز	۱۵۵۱۰۸۴۹۶	۱۰۰	۱۴۱۷۲۷۲۶۰	-۸/۶۳	۱۳۳۱۲۸۳۸۰	-۱۴/۱۷	۱۴۱۷۲۷۰۱۲	-۸/۶۳	۱۳۶۸۹۹۳۷۲	-۱۱/۷۴
مساحت اراضی زیر کشت	۲۰۴۳۴/۴۲	۱۰۰	۱۷۸۲۳/۴	-۱۲/۷۸	۱۹۷۸۱/۴	-۳/۲	۲۰۴۳۴	۰	۲۰۰۰۰	-۲/۱۳

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

این افزایش درآمد در حالی به دست آمده که در مصرف نهاده‌های مختلف پس‌انداز چشم‌گیری به عمل آمده است. اشکـال عمده این مدل، افزایش شدید کدو حلوایی از سه هکتار به ۴۶۴۳/۸۲ هکتار است که نه به سادگی قابل قبول زارعین قرار می‌گیرد و نه این‌که بازار کشش این مقدار افزایش عرضه را خواهد داشت. مدل شماره دو که با اعمال محدودیت‌های برنامه چهارم و تناوب زراعی طراحی شده، نزدیک به ۱۰ درصد، درآمد کم‌تری نسبت به مدل اول ایجاد می‌کند و صرفه‌جویی آن در مصرف نهاده‌ها نیز کمتر از مدل قبلی است و لکن ترکیب محصولات زراعی آن قابل قبول‌تر از الگوی قبلی می‌باشد، هر چند هنوز محدودیت‌های بازار در آن رعایت نشده است. مدل شماره سه که با اعمال محدودیت‌های بازار طراحی شد موجب کاهش بازده برنامه‌ای گردید و صرفه‌جویی در مصرف نهاده‌های آن نیز کمتر از مدل قبلی است، ولی ترکیب محصولات زراعی آن کاربردی‌تر می‌باشد. این الگو دارای دو اشکال است، اولاً، سطح زیر کشت لوبیا و کلزا به شدت افزایش یافته است، هر چند هر دو محصول جزء محصولات مهم و مورد نیاز کشور می‌باشد و لکن پذیرش توسعه سریع سطح زیر کشت آن‌ها از سوی زارعین مورد تردید می‌باشد. و اشکال دوم این‌که، این الگو نمی‌تواند پاسخ‌گوی تناوب زراعی پیشنهاد شده باشد. به همین دلیـل مدل شماره چهار با هدف برابری قطعات چهارگانه در تنـاوب زراعی پیشنهادی، طرح گردید و نتایج آن از دیدگاه‌هـای مختـلف مطلوب‌تر و کاربردی‌تر از الگوهای قبلی است، هر چنـد که بازده برنامه‌ای آن نسبت به الگوی قبلی کاهش یافته و لکـن هنوز ۳/۱۱ درصد بیشتر از وضع موجود است. این الگو موجب صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف نهاده‌ها شده است که مهم‌ترین آن صرفه‌جویی ۱۱/۷۴ درصدی در مصرف آب نسبت به وضع موجود می‌باشد. یادآور می‌شود الگوی وضع موجود باعث ایجاد ۱۵/۲۶ میلیون مترمکعب بیلان منفی در منابع آب زیرزمینی دشت همدان ـ بهار شده بود و حال آن‌که الگوی بهینه با صرفه‌جویی ۱۸۲۰۹۱۲۴ مترمکعب آب در سال موجب افزایش ذخیره آب به میزان ۲۹۴۹۱۲۴ مترمکعب شده که طبیعتا باعث بالا آمدن سطح ایستابی می‌شود و امید به توسعه پایدار در کشاورزی منطقه را افزایش خواهد داد. از سوی دیگر، انجام تناوب زراعی اعمال شده در مدل، هم حاصل‌خیزی خاک را افزایش خواهد داد و هم این که از جمعیت علف‌های هرز و بیماری‌های گیاهی خواهد کاست و به این ترتیب موجبات افزایش راندمان تولید و درآمد بلندمدت را فراهم خواهد کرد. ضمناً به نظر کارشناسان زراعت سازمان کشاورزی استان، الگوی بهینه ارائه شده کاملاً کاربردی است و از لحاظ اجرا نیز مشکلی ایجاد نمی‌کند.

به این ترتیب، الگوی زراعی ارایه شده توسط الگوی چهارم به عنوان الگوی زراعی بهینه معرفی می‌شود. در این الگو، روش‌های آبیاری به شرح ذیل است: روش آبیـاری کرتی۳۷/۱۰درصد، روش آبیـاری شیـــاری ۱۵/۳۸درصد، روش آبیاری کلاسیک ثابت ۱۹/۸۸درصد، روش آبیاری ویلموو ۲۳/۰۷درصد و روش آبیاری کلاسیک متحرک ۴/۵۷درصد. به این ترتیب ملاحظه می‌شود که ۴۷/۵۲درصد از سطح زیر کشت محصولات زراعی در الگوی بهینه ارایه شده، توسط سیستم‌های آبیاری تحت فشار آبیاری می‌شود و حال آن‌که در الگوی زراعی موجود این شاخص ۳۶,۸۱درصد می باشد.

نتیجه‌گیری

۱- اصلاح الگوی زراعی و روش های آبیاری، امکان صرفه‌جویی در آب زراعی با هدف حذف بیلان منفی موجود را فراهم می‌کند.

۲- حذف بیلان منفی آب و اجرای تناوب زراعی مناسب، موجبات توسعه پایدار در بخش کشاورزی را امکان‌پذیرتر می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

اکبری، ا. و بخشوده، م. ۱۳۷۳. تعیین ترکیب بهینه محصولات زراعی در اراضی زیر سد جیرفت. طرح تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان. بخش اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان.

بریم نژاد، و پیکانی، غ. ۱۳۸۳. تاثیر بهبود راندمان آبیاری در افزایش سطح آب‌های زیرزمینی. فصل‌نامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال دوازدهم، شماره ۴۷، صفحات ۶۹ تا ۹۰.

بی‌نام. ۱۳۸۳. گزارش سالانه دفتر مطالعات امور آب استان. اداره کل امور آب استان همدان.

جعفری، علی‌محمد. ۱۳۷۶. تحلیل اقتصادی سرمایه‌گذاری در تکنولوژی آب اندوز، مطالعه موردی در استان همدان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

جعفری، علی‌محمد و رضوانی، س. م. ۱۳۸۰. بررسی راه‌کارهای مناسب مقابله با بحران آب در استان همدان. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان همدان.

رضوانی، س. م. ۱۳۸۱. آب منبع امنیت غذایی. سازمان جهاد کشاورزی استان همدان. صفحات ۲۲ تا ۳۶.

سلطانی، غ. ۱۳۷۲. تعیین آب بهاء و تخصیص بهینه آب در اراضی زیر سدها. مجموعه مقالات دومین سمپوزیوم سیاست کشاورزی ایران، شیراز.

سلطانی، غ. ۱۳۷۴. بهره‌برداری اقتصادی از منابع آب. فصل‌نامه آب و توسعه، سال سوم، شماره ۳.

سلطانی، غ. ر.، زیبایی، م و کهخا، ا. ع. ۱۳۷۸. کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در کشاورزی. وزارت کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی.

Ali, H. M. and Mahamoud, M.R. 1999. Determining optimal allocation and cropping pattern in Egypt by the use of linear programming. International Commission on Irrigation and Drainage. Seventeenth Congress, 1999. Irrigation model for management of limited water supplies. Western Journal of Agricultural Economics. Vol. 12(92): 164-173.

Caswell, M. F. and Zilberman, D. 1985. The choices of irrigation technology in California. American Journal of Agricultural Economics. 67: 224-234.

Chiyoda, Kojimachi. March 2003. Expectations from 3rd word water from .w.w.w Panda.org.

Evers, M., Chermak, J. M. and Brookshive, D. S. 2004. Optimal cropping and the potential impact of a water market on an agrarian community: A case study of the Saint Valley, Colorado. Department of Economics, University of New Mexico, USA www. Eaere 2004. bkae. Hu.

Hall, W. A., Dracup, J. A. 1970. Water Resource System Engineering. McGraw-Hill, New York.

Mallawa arrachchi, T., Hall, H. and Phillips, B. 1992. Investment in water saving technology on horticultural farms. Review of marketing and Agricultural Economics. 60:191-204.

Matanga, G. B. and Marino, M. A. 1979. Irrigation planning: cropping pattern. Water Resources Research. 15: 672-678.

Moore, M. R. and Negri, D. H. 1992. A multicrop production model of irrigated agriculture, applied to water allocation policy of the Bureau of Reclacuation. Journal of Agricultural and Resource Economics, vol. 17(1): 29-43.

Panda, S. N., Kaushal, M. P. and Khepar, S. D. (1983). Irrigation planning in a command area in a project: an application of deterministic linear programming. J. Agric. Eng. I SAE 10 (2), 47-60.

Pereira, L. S., Oweis, T. and Zairi, A. 2002. Irrigation management under water scarcity. Agricaltural Water Management. 57: 175-206. pp. 184.

Salman, A., Raddad, K., Shatanawi, M. and Al- Qudah, H. 2002. The economics of ground water use in agriculture under different water prices and supply regimes in the upland area of Jordan.

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.

Young, R. A., Doubert, J. T. and Morel, S. 1986. Evaluating institutional alternatives for managing on interrelated stream aquiter system. American Journal of Agricultural Economics. 68(4), 787-97.

www.SID.ir

Archive of SID

Determination of optimum cropping pattern with the emphasis on sustainability of water resources: A case study in Bahar plain- Hamedan

Rohani[1], S., Peykani[2], Gh. And Taghdiri, B.[3]

Abstract

A relatively high population density and a flourishing agriculture have increased the rate of water consumption. Since nearly 85.5% of the water is obtained from underground resources, over exploitation of these resources has resulted in a negative water balance. In 1381-82cropping year, this negative balance reached 15.26% million cubic meters. Since 77.36% of the total extracted water is used in agricultural sector, conservation of water resources is one of the most important priorities in sustainable development of this sector. In this research it is assumed that changing the cropping pattern and irrigation method can help to control the volume of demand. So, the goal of this study is to find a cropping pattern with a saving in water use of least agual to the figure of negative water balance and acceptable by farmers economically and administeratively. It was attempted to make a mathematical model of existing cropping pattern and the allocation of factors of production and farmers' priorities. Then an analysis of sensitivities and tests based on the model was carried out. A linear programming model was constructed and 5 senarios with 5 models . The optimized cropping pattern introduced in this study has the following results : 1. Savings in the optimized pattern are: 21.37% in labor, 14.42% in current expenditure, 1.05% in investment in irrigation under pressure systems, 2.13% in land . And increase of 3.11% in income compared to the present situation . Thus, productivity of the factors of production increases.

Keywords: Optimum cropping pattern, Sustainability of water resources, Sustainable development;Hmemdan

1. Assistant Professor, Department of Agronomy and plant breeding, Faculty of Agriculture, Bu-AliSina University, Hamedan
2. Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultrure University of Tehran
3. Instructor, Department of Agronomy and plant breeding, Faculty of Agriculture, Bu-AliSina University, Hamedan

www.SID.ir