Archive of SID

تعیین الگوی کشت بهینه در راستای مدیریت مصرف آب کشاورزی در حوزه شبکه آبیاری عقیلی – گتوند

شهلا لطیف‌زاده[۱]، روح‌الله مختاران[۲]، لیلا لطیف‌زاده[۳]، سعید حمزه[۴]

۱. کارشناس ارشد زراعت Shahla.lateifzadeh@yahoo.com
۲. دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز
۳. کارشناس باغبانی
۴. دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۷ **تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۳۱**

چکیده

کمبود منابع آب و رقابت فزاینده بخش‌های مختلف برای آب، میزان آب موجود برای آبیاری محصولات کشاورزی را کاهش می‌دهد. از طرفی محدودیت منابع آب و خاک به دلیل موقعیت جغرافیایی و اقلیمی کشور از یک سو و ضرورت تحقق‌پذیری آرمان خودکفایی در امور زیر بنایی از سوی دیگر، موجبات بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک موجود در سطح کشور را امری اجتناب ناپذیر می‌سازد، لذا مدیریت کارآمد آب برای تولید گیاهان زراعی در مناطق کم آب مستلزم به کارگیری روش‌های مؤثر است. این تحقیق جهت حداکثر نمودن سود، تخمین آب مورد نیاز در دوره‌های زمانی مختلف، بهینه کردن الگوی کشت و افزایش بهره‌وری مصرف آب در سطح زیر کشت ۱۶۰۰۰ هکتار از اراضی شبکه آبیاری عقیلی- گتوند انجام گرفت که برای نیل به اهداف فوق از تلفیق یک مدل بیوفیزیک (برآورد نیاز آبی) و یک مدل اقتصادی (برنامه ریزی خطی) استفاده گردید. اطلاعات مورد نیاز مدل جمع‌آوری و مدل نیاز آبی را محاسبه و میزان خالص آب مورد نیاز گیاهان زراعی را متناسب با خصوصیات گیاه و اقلیم منطقه و نوع خاک و با منظور نمودن راندمان آبیاری ٤٥ درصد برآورد نمود. آب مورد نیاز برای هر یک از گیاهان زراعی در هر ماه از فصل رشد به عنوان یک محدودیت همراه با دیگر محدودیت‌ها (سطح زیر کشت، آب، نیاز غذایی منطقه، سیاست‌گذاری دولت و...) به عنوان ورودی مدل برنامه‌ریزی خطی منظور گردید. نتایج نشان داد که الگوهای کشت موجود بهینه نبوده و با بهینه‌سازی آن از طریق تغییر درصد ترکیب کشت گیاهان زراعی در اراضی موجود و همچنین افزایش ذخیره آب می‌توان اراضی دیم را تبدیل به اراضی فاریاب نمود و تؤامان موجب دست‌یابی به سود اقتصادی قابل توجه به مقدار ۳۸۵۱٦۰۰۰۰۰۰ ریال گردید.

واژه‌های کلیدی: ***الگوی کشت، برنامه‌ریزی خطی، بهینه‌سازی، نیاز آبی.***

مقدمه

یکی از مشکلات اساسی و مشخصه‌های اصلی کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، پایین بودن بهره‌وری مطلوب در بخش‌های مختلف کشاورزی است که این معضل خود ناشی از نبود تخصیص بهینه منابع و عوامل تولید است. با پیشرفت جوامع بشری و صنعتی شدن آن، روز به روز نیازهای مادی جوامع افزایش یافته در حالیکه منابع تولید این نیازها محدود بوده و روز به روز محدودتر می‌شود. از این رو تعیین ترکیب بهینه عوامل تولید در روند تولید هر بخش ضرورت کامل دارد و بخش کشاورزی بعنوان بخش عظیم و استراتژیک در این جوامع نیز از این

www.SID.ir

Archive of SID

ضرورت مستثنی نیست [۳]. مازاد رشد تقاضای مواد غذایی نسبت به تولید، به دلیل رشد سریع جمعیت، افزایش رفاه اجتماعی و درآمد سرانه مردم باعث گردیده تا به الگوهای تولید و ترکیب نهاده‌ها توجه بیشتری شود. تقاضای آب برای صنعت، کشاورزی و مصارف خانگی به سرعت در حال افزایش است. تحقیقات نشان می‌دهد که در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۰۰ مصرف آب ۶ برابر شده که این مقدار دو برابر رشد جمعیت بوده است[۴]. از طرفی مطالعات اخیر توسط مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب بیانگر این نکته است که با ادامه افزایش جمعیت، توسعه شهرنشینی و گسترش صنایع تا سال ۲۰۲۵ میزان آب قابل تخصیص برای بخش کشاورزی در کل جهان محدودتر خواهد شد. همچنین به خاطر اختصاص آب بخش کشاورزی به مصارف خانگی و صنعتی، این بخش با زیان‌های بیشتری مواجه خواهد گشت. مدیریت مناسب منابع آب یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر توسعه اقتصادی است و در کشاورزی مناطق خشک و نیمه‌خشکی مشابه ایران این مسئله محسوس‌تر است. در کشاورزی این مناطق، آب کالایی کمیاب بوده در نتیجه تخصیص بهینه‌ی آن باید مورد توجه و بررسی قرار گیرد. این عامل علی‌رغم نقشی که در کاهش عدم اطمینان فعالیت‌های زراعی دارد خود دچار نوساناتی است، چراکه مقدار آب قابل استفاده از طرف عرضه بوسیله طبیعت تعیین می‌گردد و از طرف تقاضا نیز مقدار و نحوه مصرف آب نقش بسزایی دارد. از این رو ضرورت برنامه‌ریزی، کنترل و مدیریت بهینه کاربرد آب جهت ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب اجتناب ناپذیر می‌باشد [۲]. به همین دلیل باید به انتخاب الگوهای کشت و برنامه‌های آبیاری توجه خاصی کرد. انتخاب الگوهای کشت بهینه ضمن فراهم آوردن شرایط جهت مصرف بهینه آب، موجب افزایش راندمان آبیاری، افزایش عملکرد محصولات، حفظ و بهبود خصوصیات و ویژگی‌های خاک، افزایش سطح درآمد خانوار، جلوگیری از مهاجرت خانوارها از روستا به شهر و بالاخره توسعه کشاورزی و اقتصادی و اجتماعی گردیده و در نتیجه گامی مهم در جهت رسیدن به کشاورزی پایدار می‌باشد. دارویش و همکاران[1] [۵] برای تخصیص مجدد آب به منظور بهینه کردن الگوی کشت در شمال لبنان از مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده کردند. بدین منظور ۳ سناریو استفاده شد. سناریوی اول نشان داد که الگوی کشت پیشنهادی مدل با تصمیم زارعین برای کشت گیاهان انطباق دارد ولی در سناریوی دوم و سوم مدل گیاهان جدیدی را به ترکیب الگوی کشت اضافه کرد و همچنین با تخصیص مجدد آب درآمد حاصله نیز افزایش یافت. زیلنگ و زنمین[2] [۷] از مدل بهینه سازی خطی در پروژه آبیاری یلو ریور چنگای واقع در کشور چین استفاده نمودند. وضع موجود در اراضی این منطقه حاکی از ضعف مدیریت آبیاری، استفاده بیش از حد آب و ماندابی شدن، دور آبیاری طولانی مدت و سود کم حاصله بود. تابع هدف حداکثر نمودن سود خالص و حداقل نمودن دور آبیاری در نظر گرفته شد و مقدار الگوی کشت بهینه و مقدار آب تخصیصی برای آبیاری تعیین گردید. نتایج نشان داد که کاربرد مدل بهینه سازی تاثیر زیادی در صرفه جویی در آب مصرفی، افزایش راندمان تولید و آبیاری و سهولت در مدیریت علمی آبیاری دارد. ویچلنز[3] [۸] با استفاده از یک مدل اقتصادی تخصیص آب، پتانسیل افزایش سیاست

1 Darwish et al.
2 Zhiliang & Zhenmin
3 Dennis Wichelns

www.SID.ir

Archive of SID

تخصیص آب روی درآمد خالص منطقه را در شبه جزیره سینا و بیابان جنوب آن اثبات کرد. نتایج مطرح شده با اهداف ملی شامل افزایش رشد اقتصادی، بالا بردن امنیت غذایی و افزایش سطح کیفی زندگی مردم مصر در گستره وسیعی از مشاهدات مطابقت داشت. سلماسی [۱] از روش ریاضی برنامه ریزی خطی برای دست یافتن به الگوی کشت بهینه در منطقه‌ای از شهرستان میانه واقع در استان آذربایجان شرقی کمک گرفت. با حل مدل، الگوی کشت بهینه با تراکم کشت ۱۱۲/۳۶ درصد، با حداکثر سود خالص ۳۳/۶۷ میلیارد ریال در سطح ۳۰۰۲ هکتار و با محدودیت آب ۳۴ میلیون متر مکعب در سال بدست آمد. نتایج نشان دادند که مدل به محدودیت آب حساس بوده به طوری که با افزایش حجم آب اختصاصی، قابلیت به زیر کشت بردن کل اراضی قابل زراعت (۳۴۰۰هکتار) و افزایش سود کل خالص مقدور خواهد بود.

هدف این تحقیق کاربرد مدل ریاضی برنامه‌ریزی خطی برای تعیین الگوی بهینه کشت (دارای سود خالص حداکثر) در حوزه‌ی شبکه‌ی آبیاری عقیلی- گتوند با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی، منابع آب و خاک، وضع موجود کشاورزی و نیاز آبی گیاهان می‌باشد به نحوی که موجب دستیابی به حداکثر سود اقتصادی و تأمین نیازهای غذایی منطقه باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بهینه‌سازی الگوی کشت گیاهان زراعی (در راستای افزایش بهره‌وری مصرف آب) در شبکه آبیاری عقیلی-گتوند از تلفیق یک مدل بیوفیزیک (برآورد نیاز آبی) و یک مدل اقتصادی (QSB) استفاده گردید. اطلاعات مورد نیاز مدل جمع آوری و نیاز آبی گیاهان زراعی شامل داده‌های بلند مدت آب و هوایی (دمای حداقل و حداکثر، ساعات آفتابی، سرعت باد، رطوبت نسبی و بارندگی) از ایستگاه‌های هواشناسی مجاور، مراحل فنولوژی و رشد و توسعه سطح برگ گیاهان زراعی از نتایج آزمایشات مزرعه‌ای مرکز تحقیقات کشاورزی و خصوصات اجمالی خاک از مطالعات مهندسین مشاور فراهم گردید. همچنین اطلاعات مورد نیاز مدل بهینه سازی شامل الگوی کشت موجود، وضعیت افتصادی، اجتماعی منطقه، نیازهای غذایی منطقه، هزینه کاشت، داشت و برداشت محصولات زراعی، قیمت فروش محصولات زراعی از آمارنامه سازمان کشاورزی خوزستان و میزان آب قابل برداشت شبکه از مدیریت شبکه مزبور تهیه شدند. مدل، نیاز آبی را محاسبه و میزان خالص آب مورد نیاز گیاهان زراعی را متناسب با خصوصیات گیاه و اقلیم منطقه و نوع خاک و با منظور نمودن راندمان آبیاری ۴۵ درصد برآورد نمود. آب مورد نیاز برای هریک از گیاهان زراعی در هر ماه از فصل رشد به عنوان یک محدودیت همراه با دیگر محدودیت ها به عنوان ورودی مدل برنامه‌ریزی خطی منظور شدند.

موقعیت محدوده طرح

منطقه مورد طرح در این تحقیق اراضی زیردست شبکه آبیاری عقیلی-گتوند (استان خوزستان) می‌باشد. محدوده‌هایی از اراضی با کلاس خاک مناسب به مساحت ۱۶۹۶۲ هکتار انتخاب شده و آبیاری آن به صورت سطحی صورت می‌گیرد. آمار و اطلاعات مورد نیاز تحقیق به طرق مختلف از جمله، تکمیل پرسشنامه (شامل اطلاعاتی از قبیل مساحت مزرعه، الگوی کشت، عملکرد، ساعات آبیاری) توسط زارعین و همچنین از ادارات و سازمان های مربوطه در استان خوزستان به دست آمده است. همچنین جهت تخصیص بهینه آب و زمین از برنامه‌ریزی خطی استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

مدل‌های بهینه‌سازی

به طور کلی مدل‌های تخصیص آب و زمین از دو بخش تابع هدف و محدودیت‌ها تشکیل شده‌اند که تابع هدف براساس هدف مورد نظر در مساله حداکثر و یا حداقل می‌گردد. در این مقاله تابع هدف به صورت زیر ارایه شده است.

$$\max z = \sum_{i=1}^{n} (P_{ci} Y_i - C_i) X_i \qquad (۱)$$

در رابطه فوق، Z : سود خالص طرح، P_{ci}: قیمت محصول برای گیاه iام، Y_i: عملکرد واقعی محصول در هکتار برای گیاه iام، C_i: هزینه کشت گیاه iام، X_i: معرف مساحت الگوی کشت محصول i ام است که همان متغیرهای برنامه ریزی خطی بوده و می‌بایست طوری تعیین شود تا مقدار Z (کل سود خالص طرح) حداکثر گردد. ($i = ۲،۱، \ldots ،۲۲$)

محدودیت‌هایی که در مسائل تخصیص بهینه منابع حائز اهمیت می‌باشد یکی محدودیت زمین و دیگری محدودیت امکانات آبی می‌باشد. محدودیت زمین برای کشت گیاهان مختلف به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$\sum_{i=1}^{n} X_i - X_A \le B_1 \qquad (۲)$$

در نامعادله بالا A عبارت است از مساحت کشت گیاهان تابستانه‌ای که به عنوان کشت دوم و پس از برداشت گیاهان زمستانه کاشته خواهد شد. همچنین تراکم کشت یا تراکم کشت مازاد بر ۱۰۰ درصد (که در بخش نتایج به اشاره می‌شود) به زمینی اشاره دارد که در آن گیاهی پس از برداشت گیاه اول و در همان قطعه زمین کاشته شود.

محدودیت امکانات آبی برای کشت گیاهان مختلف در دوره‌های زمانی مختلف به صورت زیر می‌باشد:

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} NW_{ij} X_i \le B_2 \qquad (۳)$$

B_2 حجم آب قابل استحصال، NW_{ij} حجم ناخالص آب مورد نیاز یک هکتار محصول i ام در ماه j ام. ۱۲، ... ، ۲، ۱ = j ماه‌های سال زراعی از مهر تا شهریور. که مقدار آن از طریق Wp_i در رابطه زیر به دست می‌آید، کو[۱] [۶]:

$$W_{p_i} = \frac{IN_i}{E_a} \times 10 \times X_i \qquad (۴)$$

که در آن، IN_i: مقدار آب خالص مورد نیاز گیاه i ام(mm/10day)، Ea راندمان کاربرد آب در مزرعه (اعشار) و عدد ۱۰ برای تبدیل میلی‌متر (mm) به مترمکعب در هکتار (m^3/ha) می‌باشد. مقدار IN_i با توجه به رابطه زیر به دست می‌آید:

$$IN_i = ET_{crop_i} - P_e \qquad (۵)$$

P_e بارندگی مؤثر در ماه j ام و ET_{crop_i} : تبخیر - تعرق گیاه iام (mm/10day) که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$ET_{crop_i} = K_c - ET_O \qquad (۶)$$

که در آن، ETO : تبخیر – تعرق بالقوه سطوح گیاهی مرجع (mm/10day)، K_C : ضریب گیاهی. در این تحقیق تبخیر - تعرق سطوح گیاهی مرجع به روش پنمن – مانتیث– فائو، با استفاده از داده‌های هواشناسی ایستگاه مرجع محاسبه گردید و سپس با استفاده از ضرایب گیاهی سازمان خوار و بار جهانی ارایه شده توسط آلن و همکاران مقادیر تبخیر - تعرق بالقوه گیاهان زراعی محاسبه گردید.

نتایج و بحث

الگوی بهینه اراضی تحت پوشش شبکه آبیاری عقیلی – گتوند با هدف حداکثرسازی سود با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی برآورد و با وضع موجود مقایسه شد. جدول (۱) نتایج مدل برنامه‌ریزی خطی در حالت بهینه همراه با وضع موجود را نشان می‌دهد.

[1] Kuo

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱): مقایسه الگوی بهینه با الگوی موجود اراضی شبکه آبیاری عقیلی-گتوند

نام محصول	الگوی کشت موجود (ha)	سود خالص الگوی کشت موجود (ریال)	حجم آب مورد نیاز الگو کشت موجود (m^3)	الگوی بهینه کشت(ha)	سود خالص الگوی کشت بهینه (ریال)	حجم آب مورد نیاز الگو کشت بهینه (m^3)	درصد تغییرات سطح زیر کشت
گندم	۷۱۹۰	۵۰۹۶۷۰۰۱۵۰	۷۶۲۴۹۸۷۸	۳۶۱۳	۴۴۳۳۷۳۶۶۹۰۵	۶۶۹۴۹۳۰۲	-۱۲/۲
جو	۲۹۵	۹۵۳۸۴۴۱۵۰	۲۰۲۵۵۴۰/۸	۲۲۱/۵	۷۱۶۱۹۱۴۵۵	۱۵۲۰۸۷۲/۲	-۲۴/۹
کلزا	۱۳	۶۵۸۴۲۴۰۰	۸۷۶۱۸/۴۴	۹/۷۵	۴۹۳۸۱۸۰۰	۶۵۷۱۳/۸۳	-۲۵
باقلا	۵۳	۷۳۹۸۵۳۵۰۰	۴۲۳۳۱۴/۱۸	۶۶/۲۵	۹۲۴۸۱۶۸۷۵	۵۲۹۱۴۲/۷۳	۲۵
پیاز	۲۶۸	۱۳۶۰۹۸۴۴۰۰۰	۲۹۱۸۳۶۴/۶	۳۳۵	۱۷۰۱۲۳۰۵۰۰۰	۳۶۴۷۹۵۵/۷	۲۵
سیب زمینی	۱۳۸۳	۳۲۸۸۷۳۹۴۲۵۰	۸۷۵۲۰۳۸/۹	۱۷۲۸/۸	۴۱۱۰۹۲۴۲۸۱۳	۱۰۹۴۰۰۴۹	۲۵
شبدر	۳۲	۸۴۲۷۲۰۰۰	۲۰۴۲۱۸/۲۴	۲۴	۶۳۲۰۴۰۰۰	۱۵۳۱۶۳/۶۸	-۲۵
قصیل	۱۱۴	۵۹۸۵۵۱۳۰۰	۱۲۶۶۶۶/۵۴	۸۵/۵	۴۴۸۹۱۳۴۷۵	۹۴۹۹۹/۹۰۵	-۲۵
زیر پلاستیک	۱۴۲۱	۴۶۵۱۹۴۱۷۵۰	۷۴۱۵۹۸۵/۹	۱۷۷۵/۳	۶۴۱۲۰۵۵۶۵۴۳	۹۲۶۴۷۶۳/۵	۲۴/۹۳
خیار	۵۲	۱۹۶۰۸۰۵۰۰۰	۴۷۹۰۳۴/۹۲	۶۵	۲۵۴۹۰۴۶۵۰۰	۵۹۸۷۹۳/۶۵	۲۵
خربزه	۱۱۵	۴۸۰۱۲۵۰۰۰۰	۱۳۷۵۸۵۳/۱	۱۴۳/۷۵	۶۰۰۱۵۶۲۵۰۰	۱۷۱۹۸۱۶/۴	۲۵
گوجه	۱۷۸	۱۱۴۹۶۹۳۱۰۰۰	۳۸۷۹۱۸۷/۸	۲۲۲/۵	۱۴۳۷۱۱۶۳۷۵۰	۴۸۴۸۹۸۴/۸	۲۵
بادمجان	۲۸۶	۱۳۸۶۵۷۰۹۰۰۰	۵۵۵۷۳۲۳/۲	۳۵۷/۵	۱۷۳۳۲۱۳۶۲۵۰	۶۹۴۶۶۵۴	۲۵
کدو	۲۴	۵۵۲۲۷۶۰۰۰	۱۵۸۱۵۳/۷۶	۳۰	۶۹۰۳۴۵۰۰۰	۳۲۱۴۴۲/۲	۲۵
هندوانه	۳۴۴	۶۳۲۷۵۳۶۰۰۰	۴۶۳۰۴۵۵/۸	۴۱۷/۵	۷۶۷۹۴۹۵۰۰۰	۵۷۸۸۰۶۹/۷	۲۱/۳۷
ماش	۱۹۴۸	۹۹۹۸۸۹۲۰۰	۳۳۴۹۹۰۹۴	۱۱۳۶/۵	۵۸۳۳۵۴۰۸۵۰	۱۹۵۴۴۰۰۴	-۴۱/۶۶
سورگوم	۱۰۰	۱۶۸۰۰۰۰۰۰۰	۲۴۹۰۳۵۶	۱۲۵	۲۱۰۰۰۰۰۰۰۰	۳۱۱۲۹۴۵	۲۵
برنج	۴۰	۱۳۵۴۶۱۹۲۰۰	۱۲۰۴۴۳۵/۲	۵۰	۱۶۹۳۲۷۴۰۰۰	۱۵۰۵۵۴۴	۲۵
کنجد	۸	۱۱۲۰۷۷۲۰۰	۱۶۲۹۸۱/۲۸	۱۰	۱۴۰۰۹۶۵۰۰	۲۰۳۷۲۶/۶	۲۵
ذرت دانه‌ای	۲۷۳۰	۳۰۷۷۳۹۵۲۳۰۰	۴۵۵۹۴۰۳۰	۳۴۱۲/۵	۳۸۴۶۴۴۰۳۷۵	۵۶۹۹۲۵۳۸	۲۵
لوبیا	۳۴۱	۴۷۷۷۴۱۰۰۰۰	۶۹۰۴۴۱۸	۴۲۶/۲۵	۵۹۷۱۷۶۲۵۰۰	۸۶۳۰۵۲۲/۵	۲۵
ذرت علوفه‌ای	۲۷	۳۷۵۳۳۴۵۶۰	۴۲۸۲۴۳/۷۶	۳۳/۷۵	۴۶۹۱۶۸۲۰۰	۵۳۵۳۰۴/۷	۲۵
جمع کل	۱۶۹۶۲	۲۳۳۵۶۵۰۰۰۰۰۰	۲۰۴۵۹۴۱۹۲/۴	۱۶۹۸۹	۲۷۲۰۸۱۰۰۰۰۰۰	۲۰۳۸۲۴۳۰۸/۱	

www.SID.ir

Archive of SID

مطابق جدول، الگوی کشت بهینه پیشنهادی با ۱۴۴ درصد تراکم تعیین می‌گردد که ۴۴درصد آن مربوط به کشت دوم بعد از برداشت محصولات زمستانه خواهد بود. با مقایسه وضعیت موجود الگوی کشت محصولات زمستانه و الگوی بهینه کشت محصولات زمستانه می توان دریافت که در الگوی کشت بهینه، میزان سطح زیر کشت محصولات گندم، جو، کلزا، شبدر و جو علوفه‌ای به ترتیب ۸۷۷، ۷۳,۵، ۳,۲۵، ۸ و ۲۸,۵ هکتار نسبت به سطح اولیه کاهش یافت که برای محصولات گندم و جو بترتیب معادل ۱۲,۲، ۲۴,۹ و محصولات کلزا، شبدر و جو علوفه‌ای معادل ۲۵ درصد می‌باشد. احتمالاً کاهش مساحت کشت این محصولات مربوط به بازدهی هر متر مکعب آب مصرفی است، زیرا در مدل برنامه‌ریزی خطی رقابت محصولات برای رساندن جمع سود خالص به حداکثر ممکنه است که در این گزینه این کار با کاهش مساحت گندم، جو، کلزا، شبدر و جو علوفه‌ای تحقق یافته است و میزان سطح زیر کشت محصولات باقلا، پیاز، سیب زمینی، زیرپلاستیک، خیار، خربزه، گوجه، بادمجان، کدو و هندوانه به ترتیب ۱۳,۲۵، ۶۷، ۳۴۵,۷۵، ۳۵۵,۲۵، ۱۵، ۲۸,۷۵، ۴۴,۵، ۷۱,۵، ۶ و ۷۳,۵ هکتار افزایش داشته که برای محصولات باقلا، پیاز، سیب زمینی، خربزه، گوجه، بادمجان و کدو معادل ۲۵ درصد و محصولات زیرپلاستیک، خیار، هندوانه به ترتیب معادل ۲۴,۹، ۳۰ و ۲۱,۳ می‌باشد. نتایج مربوط به مقایسه وضعیت موجود الگوی کشت محصولات تابستانه و الگوی بهینه کشت محصولات تابستانه نشان می‌دهد که در الگوی بهینه کشت ، تنها سطح زیر کشت محصول ماش کاهش یافت که این کاهش به میزان ۸۱۱,۵ هکتار و معادل ۴۱,۶ درصد می‌باشد، ولی میزان سطح زیر کشت محصولات سودانگراس، برنج، کنجد، ذرت دانه‌ای، لوبیا و ذرت علوفه‌ای به ترتیب ۲۵، ۱۰، ۲، ۶۸۲,۵، ۸۵,۲۵ و ۶,۷۵ هکتار نسبت به مساحت اولیه افزایش داشته است که برای این محصولات معادل ۲۵ درصد می باشد. در این جا، دلیل دیگر کاهش سطح زیر کشت محصولات گندم، جو، کلزا، شبدر، جو علوفه‌ای و ماش پایین بودن نسبت درآمد به هزینه کمتر در مقایسه با سایر محصولات می‌باشد، بنابراین مدل کشت محصولاتی را پیشنهاد می‌کند که برداران منطقه و بررسی شاخصهای اقتصادی هر هکتار از محصولات زراعی نشان می‌دهد که درآمد خالص الگوی کشت بهینه نسبت به الگوی کشت موجود افزایش نشان داده است. در این جا افزایش درآمد معادل ۳۸۵۱۵۹۷۷۳۳۱ ریال می‌باشد که علت آن تغییر سطح زیر کشت گیاهان زراعی توسط مدل برای حصول حداکثر سود ممکن می‌باشد. لازم به توضیح است که با هرگونه تغییر در الگوی کشت محاسبه شده توسط مدل برنامه‌ریزی خطی در چهارچوب محدودیت های اعمال شده (بخصوص آب اختصاص داده شده) درآمد خالص الگوی کشت کاهش خواهد یافت. نتایج مربوط به مقایسه حجم آب مورد نیاز سالانه سطح زیر کشت محصولات الگوی کشت موجود و الگوی کشت بهینه نشان می‌دهد که در الگوی کشت بهینه حجم سالانه آب مورد نیاز سطح زیر کشت نسبت به حجم آب مورد نیاز الگوی کشت موجود ۷۶۹۸۸۴,۳۲۵ متر مکعب کمتر می‌باشد. به عبارت دیگر می‌توان گفت با اعمال الگوی کشت بهینه و تغییر سطوح محصولات الگوی کشت برای حصول حداکثر سود ممکن حجم آبی معادل ۷۶۹۸۸۴,۳۲۵ مترمکعب در سال صرفه جویی می‌شود و با حجم آب کمتر سود بیشتری بدست آورد. همچنین می‌توان با اعمال مدیریت مناسب و ذخیره و تعدیل آب می‌توان با حجم آب موجود، سود حالصه را چندین برابر نمود. با این

www.SID.ir

Archive of SID

فرض علاوه بر افزایش سطح زیر کشت محصولات زمستانه، با تعدیل آب می‌توان بیشتر سطح موجود را در تابستان زیر کشت برد و از این طریق سود قابل توجهی را به درآمد منطقه افزود. علاوه بر آن افزایش زمین‌های قابل کشت منطقه در فصل زمستان از طریق تخصیص آب به زمین‌های دیم امکان‌پذیر است که در این صورت حداکثر استفاده بهینه از آب موجود به عمل می‌آید.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کشاورزان از منابع موجود استفاده بهینه نکرده‌اند لذا قابلیت افزایش سود یا تخصیص مجدد منابع وجود دارد، هر چند تصمیم گیری کشاورزان برای کشت محصولات در جهت حداکثر سازی سود بوده است. بر اساس نتایج مطالعه در صورتی که بازار فروش محصولات دارای محدودیت نباشد، نتایج مدل بهینه قابل توصیه می‌باشد. به کار گیری و اجرای مدل‌های بهینه نشان می‌دهد که استفاده از زمین‌های زراعی موجود در فصل‌های مختلف می‌تواند به نحو بهتری انجام گیرد زیرا اجرای مدل‌های بهینه ضمن افزایش سودآوری، امکان افزایش سطح زیر کشت و به دنبال آن سبب سود بیشتر خواهد شد.

منابع

۱. سلماسی، ف. ۱۳۸۷. کاربرد برنامه ریزی خطی برای تعیین الگوی کشت در طرح‌های توسعه آبیاری. دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۰-۸ بهمن. اهواز. ص: ۱۰-۱.

۲. شاه کرمی، ن.، مرید، س. و رحیمی جمنانی، م. ع. ۱۳۸۵. بهینه سازی الگوی کشت بر اساس مقادیر پیش بینی شده جریان رودخانه. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۷ (۲۹) :۱۸-۱.

۳. کیمیای خلیل‌آباد، ا. ۱۳۷۹. تخصیص بهینه آب کشاورزی رودخانه سیستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه سیستان و بلوچستان.

4. Carmen, R. 2000.Will there be enough water. Pilot Analysis Global Ecosystems, fresh water system.
5. Darwish, M.R., Sharara, M., Sidahmed, M., and Haidar, M. 2007. The impact of a storage facility on optimalityconditions of wastewater reuse in land application:A case study in Lebanon. Resources, Conservation and Recycling. 51 :175–189.
6. Kuo, S.F., Merkley, G.P. and Liu, C.W. 2000. Decision support for irrigation project planning using a genetic algorithm. Agriculture water management. 45: 243-266.
7. Zhiliang, W. and Zhenmin, Z. 2004. Optimization of water allocation in canal systems of Chengai irrigation area. Nature and Science, 2(1): 89-94.
8. Wichelns, D. 2002. Economic analysis of water allocation policies regarding Nile River water in Eygpt. 2002. Agriculture water management. 52: 155-175.

www.SID.ir