اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۱/شماره ۲/صفحه های ۱۱۳-۹۵

کاربرد فرضیه‌ی بازی‌ها در تعیین پایداری الگوهای زراعی منطقه بوانات استان فارس با توجه به هدف‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی

صفیه بهمن پوری، محمد بخشوده[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۱/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۱/۱٤

چکیده

فعالیت‌های کشاورزی گرچه سهم بسیار مهمی در تولید ناخالص داخلی کشورها دارند ولی همراه با تأثیرگذاری‌های جانبی زیست‌محیطی نیز هستند. در طی سال‌های اخیر استفاده بیش از حد و غیرمعقول از مواد شیمیایی در کشاورزی و استفاده بی‌رویه از آب و به‌کارگیری روش‌های نامناسب آبیاری وضعیت نگران کننده و ناپایداری را در فعالیت‌های کشاورزی کشور به‌وجود آورده است. در این پژوهش، یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی نشان‌دهنده‌ی رفتار اقتصادی کشاورزان و فرضیه‌ی بازی‌ها باهم ترکیب شده است تا تصویر واقعی‌تری از الگوهای زراعی با رعایت جنبه‌های کشاورزی زیست محیطی و اقتصادی فراهم آید. این پژوهش راه‌حل بهینه‌یی برای هدف‌های متناقض کشاورزان و محیط زیست به عنوان دو مجموعه‌ی بازیگر را به‌دست می‌دهد. داده‌های مورد نیاز از بهره‌برداران نماینده منطقه بوانات، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و همچنین سازمان جهاد کشاورزی استان فارس گردآوری شد. کاربردهای چهار روش برای حل مسئله‌ی کشمکش نشان داد که دو گروه بازیگر می‌توانند به منظور ایجاد تعادل میان هدف‌های متناقض‌شان به توافق برسند. افزون بر این، نتایج نشان داد، در شرایطی که به اهداف اقتصادی و زیست محیطی وزن یکسان داده شود، میزان کاربرد کود نیترات ۴ درصد و بازده برنامه‌ای ۱۱ درصد نسبت به زمانی که تنها هدف اقتصادی مدنظر باشد کاهش می‌یابند. با توجه به یافته‌ها، اهمیت توجه به هدف‌های زیست‌محیطی در بهینه‌سازی الگوی کشت لازم است زیرا هدف‌های دیگر را نسبتا پوشش می‌دهد و این مهم مورد توجه سیاستگذاران قرار گیرد.

طبقه‌بندی JEL: C53, Q15, Q01, C61.

واژه‌های کلیدی: الگوی زراعی، شاخص‌های پایداری، تئوری بازی‌ها، منطقه بوانات

[1] به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز

Email: s.bahmanpouri@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

بخش کشاورزی نقش مهمی در اقتصاد کلان ملی، اشتغال‌زایی و تأمین غذای افراد جامعه‌های مختلف دارد. بنابراین، لازم است که از منابع و ابزارهای تولید در این بخش به بهترین نحو ممکن استفاده شود تا ضمن کاهش در مصرف این منابع، سودآوری و رفاه کشاورزان نیز افزایش یابد. زیرا محدودیت منابع در بخش کشاورزی و نیاز به افزایش تولید محصولات کشاورزی برای پاسخگویی به نیازها و تقاضای فزاینده‌ی ناشی از رشد جمعیت از یک سو و نیز ضرورت انجام مبارزه‌ی مدیریت شده با آفات از سوی دیگر، باعث شده تا فشار بر منابع تولید بخش کشاورزی به فشار بر محیط زیست منجر شود (رضایی و همکاران، ۱۳۹۱؛ نعمتی و قربانی، ۱۳۹۱). حد بحرانی این فشار به طور عمده به‌صورت استفاده گسترده از نهاده‌های شیمیایی می‌باشد؛ به‌طوری که هم‌اکنون مهم‌ترین جنبه‌های زیست محیطی نگران‌کننده فعالیت‌های کشاورزی، استفاده از نهاده‌های تهیه شده از بخش غیرکشاورزی همانند کودها و سموم شیمیایی می‌باشد (هالکیدس و پاپادیموس، ۲۰۰۷).

در دو دهه اخیر توجه کارشناسان به پایداری کشاورزی افزایش یافته است. کشاورزی هنگامی پایدار است که از لحاظ فنی امکان پذیر، از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر، از نظر سیاسی مناسب، از جنبه مدیریتی اجراشدنی، از دیدگاه اجتماعی پذیرفتنی و به لحاظ محیطی سازگار باشد (کوچکی، ۱۳۷۶) بحث پایداری در کشاورزی مفاهیم مختلفی را در برمی‌گیرد و ابعاد گوناگونی را پوشش می‌دهد. کشاورزی پایدار شامل نقش مثبت تولید محصولات کشاورزی در رشد اقتصادی به همراه کاهش فقر، حفظ منابع طبیعی و حمایت از محیط زیست است (باقری و همکاران، ۱۳۷۵). به طور کلی در کشاورزی پایدار دو هدف بنیادی، تداوم تولید محصولات کشاورزی و کاهش اثرگذاری‌های زیان‌بار زیست محیطی در بخش کشاورزی وجود دارد (خاتون آبادی و امینی، ۱۳۷۵). پایداری به طور اعم سه بعد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی را در برمی‌گیرد (لینمن و هرد، ۱۹۸۹).

در بیشتر کشورهای جهان اقدام‌های گسترده‌ای در جهت مصرف منطقی نهاده‌ها، حفظ محیط زیست و توسعه کشاورزی ارگانیک صورت گرفته است. این اقدام‌ها، کارشناسان را به طراحی سیاست‌هایی در جهت حفظ تعادل طبیعی و بقای آینده وادار کرده است. موفقیت کشاورزی ارگانیک، مستلزم شجاعت کارشناسان، تصمیم‌گیران و عزم ملی در جهت اجرای آن است. در همین زمینه در ایران نیز اقدام‌هایی صورت گرفته است از جمله در بند ح تبصره ۵ قانون بودجه

Archive of SID

www.SID.ir

سال ۱۳۷۴ آمده است: "به منظور کاهش کاربرد سموم و کودهای شیمیایی و بهبود محیط زیست معادل مبلغ ۳ درصد از ۱۱/۵ میلیارد ریال در اختیار وزارت کشاورزی قرار گیرد تا برای کمک به تحقیقات مربوط به مدیریت آفات و بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز و کنترل بیولوژیک با آنها، بررسی غذایی خاک‌های زراعی کشور و طرح‌های ترویجی و آموزشی مربوط هزینه کند" (نجفی، ۱۳۷۵).

در بررسی پایداری،تنها بیشینه کردن یک هدف مدنظر نیست، بلکه هدف بیشینه کردن ستانده‌ها و کمینه کردن نهاده‌ها (به طور نسبی و همزمان) است. این راهبرد با نقش پایداری یعنی کاهش یا حذف استفاده از فراورده‌های شیمیایی به ویژه کودها و سموم و همچنین کاهش تخریب منابع آب و خاک ارتباط نزدیکی دارد. به طور معمول در کارهای عملی به منظور دستیابی به پایداری، ستانده (های) مطلوب بیشینه و در مقابل ستانده (های) نامطلوب و استفاده از نهاده‌های تجدیدناپذیر و کمیاب و زیانبار کمینه می‌شود. به عبارت دیگر رسیدن به پایداری مستلزم مقایسه سطوح تولید و نهاده‌های اقتصادی با سطوح نهاده‌ها یا ستانده‌های نامطلوب است (لارا و میناسین، ۱۹۹۹).

بررسی و ارزیابی‌های مختلفی در زمینه تعیین الگوی کشت پایدار صورت گرفته است، از جمله رضایی و همکاران (۱۳۹۱)، با استفاده سه راهبرد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی و با بهره‌گیری از روش الگوریتم ژنتیک به تدوین الگوی کشت بهینه استان خراسان رضوی پرداختند. شیرزادی و همکاران (۱۳۹۱)، برای تعیین الگوی کشت دشت کاشمر از مدل برنامه‌ریزی آرمانی وزنی با در نظر گرفتن چهار هدف زیست محیطی و اقتصادی به طور همزمان استفاده کردند. پژوهنده و همکاران (۱۳۹۰)، در پژوهش خود به تعیین الگوی بهینه کشت در شرکت دشت‌ناز ساری با هدف‌های چندگانه پرداختند. در این پژوهش الگوی کنونی که در شرکت دشت‌ناز استفاده شد با دو الگوی بهینه که یکی همسو با میزان کاربرد کنونی و دیگری به میزان حد بحرانی کاربرد کود و سم برآورد شده بودند، مورد مقایسه قرار گرفتند. شوشتریان و همکاران(۱۳۸۹)، با استفاده از فرضیه بازی‌ها به بررسی پایداری نظام‌های زراعی با توجه به هدف‌های اقتصادی و زیست محیطی پرداخته‌اند. همچنین، بریم نژاد و یزدانی (۱۳۸۳)، در پژوهش خود با عنوان تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری، برای استان کرمان به اندازه‌گیری پایداری پرداختند.

Archive of SID

www.SID.ir

جوپی و همکاران (۲۰۱۱)، در تخصیص زمین زراعی در یک منطقه در هند با راهبردهای سه‌گانه پایداری از یک الگوی الگوریتم ژنتیک استفاده کردند و میزان زمین تخصیص داده شده در هر راهبرد را با هم مقایسه کردند. در پژوهشی دیگر، راگوس و سایکوداکیس (۲۰۰۹)، به کمینه کردن تأثیرگذاری‌های آسیب و زیان‌های زیست محیطی در کشاورزی، با رهیافت برنامه‌ریزی چندهدفه را مورد ارزیابی قرار دادند. این پژوهش امکان دستیابی همزمان به هدف‌ها زیست محیطی که شامل کاهش میزان کود و آب آبیاری با توجه به رسیدن به درآمد شایان پذیرش برای کشاورز است را ارزیابی کرد. همچنین شرایدر (۲۰۰۷)، ساوور و همکاران (۲۰۰۳) و زیداروفسکی و همکاران (۱۹۸۴) در تحقیقات خود به بررسی کیفیت آب با استفاده از فرضیه بازی‌ها پرداختند. در بررسی‌های اخیر گرایش به سوی هدف‌ها بیشتر دیده می‌شود که این گرایش‌ها در جهت کاهش استفاده از نهاده‌های بیرون از کشتزار و به بیان دیگر تلاش در جهت حفظ قابلیت و ظرفیت تولید برای یک فرایند تولید پایدار است. این گرایش‌ها را می‌توان به عنوان هدف‌های زیست محیطی مطرح در فرایند تولید نام گذارد. هدف‌های زیست محیطی را می‌توان شامل کاهش استفاده از نهاده‌های شیمیایی همانند کودها و سموم شیمیایی و آب عنوان کرد (صبوحی و خسروی، ۱۳۸۸؛ بارتولینی و همکاران، ۲۰۰۷؛ سامان، ۲۰۰۷).

شهرستان بوانات از توابع استان فارس است و با مساحت ۴۶۹۷ کیلومتر مربع در شمال و شمال شرقی استان فارس است که ۸۶/۳ دصد خاک کل استان را به خود اختصاص داده است این شهرستان از شمال و شرق به استان یزد و از جنوب هم به نی‌ریز و مرودشت و از غرب به خرم بید محدود شده است. میانگین بارندگی در شهرستان سالانه ۲۷۰ میلی‌متر می باشد .خاک کل اراضی قابل کشت شهرستان بالغ بر ۴۰/۰۰۰ هکتار می باشد که درکل ۳۲۰۰۰ هکتار آن زیر کشت گیاهان زراعی و باغی است و میزان آیش سالانه ۸۰۰۰ هکتار می باشد. کل سطح زیرکشت گیاهان زراعی ۲۶۰۰۰ هکتار وکل سطح زیرکشت گیاهان باغی ۶۰۰۰ هکتار می باشد. فعالیت عمده مردم شهرستان کشاورزی و باغداری است. آب مورد نیاز برای کشاورزی از رودخانه بوانات و قنات‌های منطقه تامین می‌شود. کاربرد کودها و سموم شیمیایی در بعضی کشتزارهای این منطقه بیش از حد مجاز می‌باشد که به طور معمول باعث آلودگی آب‌های سطحی شده و از منطقه خارج می‌شود (سازمان جهاد کشاورزی شهرستان بوانات، ۱۳۹۳). از این‌رو هدف این پژوهش تعیین الگوی کشت بهینه شهرستان بوانات با راهبردهای سه گانه کشاورزی پایدار (راهبردهای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی) با استفاده از فرضیه بازی‌ها است.

Archive of SID

www.SID.ir

بنابراین افزون بر تأکید بر حفاظت و پایداری محیط‌زیست منطقه از راه کمینه کردن کاربرد کودهای شیمیایی، ابعاد اقتصادی و اجتماعی پایداری نیز در قالب بیشینه‌سازی درآمد و سود اقتصادی و ایجاد فرصت‌های اشتغال مدنظر بوده‌اند.

روش تحقیق

در این پژوهش به منظور تعیین الگوی کشت بهینه، از هدف‌های پرشمار و متضادی استفاده شد. نخستین جزء اقتصادی مدل، مدل برنامه‌ریزی خطی است که رفتار کشاورزان منطقه بوانات را نشان می‌دهد. این مدل ماتریس بازده را برای فرضیه بازی‌ها فراهم می‌آورد. بدین ترتیب، استفاده از فرضیه بازی‌ها دومین جزء اقتصادی مدل است که به‌دنبال حل کشمکش میان کشاورزان با هدف بیشینه‌سازی سود اقتصادی است، و محیط زیست که به دنبال کمینه‌سازی آلودگی‌های نیترات است. هرچند که پیشرفت‌های بسیاری در روش‌شناختی مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی صورت گرفته است و کاربردهای متفاوتی از آن‌ها در بررسی‌ها و ارزیابی‌های اقتصاد کشاورزی وجود دارد، سادگی و کارآیی مدل برنامه‌ریزی خطی دلیل بهره‌گیری از این مدل در این پژوهش است. در این مدل، تابع هدف بیشینه‌سازی سود اقتصادی کشاورزان (GM) است که به صورت زیر نشان داده شده است:

$$\text{Max} \quad GM = \sum_{j=1}^{n} (P_j Y_j - C_j) X_j \qquad (۱)$$

همچنین محدودیت‌های مدل بصورت زیر تعریف شده است:

$$\sum_j X_j \le \text{LAND} \qquad (۲)$$

$$\sum_j L_j X_j \le L \qquad (۳)$$

$$\sum_j N_j X_j \le N \qquad (۴)$$

$$\sum_j C_j X_j \le C \qquad (۵)$$

$$\sum_j S_j X_j \le S \qquad (۶)$$

$$X_j \ge 0 \qquad (۷)$$

Archive of SID

www.SID.ir

در این مدل به ترتیب P_j قیمت محصول jام، Y_j عملکرد محصول j ام، C_j هزینه حسابداری تولید هر هکتار از محصول jام، X_j سطح زیر کشت محصول j ام(X_1 سطح زیر کشت گندم، X_2 سطح زیر کشت جو، X_3 سطح زیرکشت عدس، X_4 سطح زیر کشت خیار، X_5 سطح زیر کشت سیب زمینی، X_6 سطح زیر کشت یونجه، X_7 سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای و X_8 سطح زیر کشت لوبیا قرمز)، LAND میزان کل زمین منطقه، L_j، شمار مورد نیاز از نیروی کار برای هر هکتار محصول، L میزان کل نیروی کار موجود، N_j میزان کاربرد کود نیترات مورد نیاز برای هر هکتار محصول، N میزان کل کود نیترات موجود، C_j میزان سرمایه نقدی مورد نیاز برای هر هکتار محصول که برابر با هزینه متغیر می‌باشد، C میزان کل سرمایه نقدی موجود، S_j میزان کاربرد سم مورد نیاز برای هر هکتار محصول، S میزان کل سم موجود است. در این مدل تابع هدف، بازده مورد انتظار را حداکثر می‌کند. از معادله (۲) تا (۷) محدودیت‌های فنی را لحاظ می‌کند. در مرحله‌ی بعد با توجه به الگوی بهینه مقدار بازه برنامه‌ای را به عنوان یک قید به مدل اضافه می‌کنیم و مدل را با هدف بیشینه کردن اشتغال اجرا می‌کنیم با توجه به شمار نیروی کار بهینه و شمار نیروی کار موجود که در اجرای در برنامه اول به‌دقت برابر بودند، ۱۱ سناریو را تعریف کردیم که برپایه این سناریوها در هر اجرای مدل یک بازده برنامه ای و میزان کاربرد نهاده‌های شیمیایی متناسب با شمار نیروی کارهای داده شده در مدل به عنوان یک محدودیت، ماتریس بازده برای روش فرضیه بازی‌ها به‌دست می‌آید. در این پژوهش، کشاورزان و محیط زیست دو گروه از تصمیم گیرندگان بودند که به‌عنوان دو بازیگر در موقعیت کشمکش قرار داشتند. چندین مجموعه از عملیات مدیریتی کشاورزی (به‌عنوان نظام کشاورزی) جایگزین‌هایی هستند که هر یک هدف‌های اقتصادی و زیست‌محیطی متفاوتی دارند. مسئله، یافتن راه‌حل توافقی میان جایگزین‌های موجود است که بهترین پیامد را برای دو گروه بازیگر ارائه کند. هدف اقتصادی، بازده برنامه‌یی است که از مدل برنامه‌ریزی خطی، همان‌طور که در بالا اشاره شده است، به‌دست می‌آید و میان صفر و یک به‌نحوی عادی می‌شود که بیشترین مقدار بازده برنامه‌یی به ۱ و کمترین آن به صفر تعلق می‌گیرد. هدف زیست‌محیطی، فراسنجه زیست‌محیطی پیش‌گفته است که میان صفر و یک به‌نحوی عادی می‌شود که ۱ نشان‌دهنده‌ی بدترین حالت و صفر نشان‌دهنده‌ی بهترین حالت فراسنجه یادشده باشد (شوشتریان و همکاران، ۱۳۸۹).

با رگرس کردن هدف اقتصادی به عنوان تابع f_1 بر هدف زیست محیطی به عنوان تابع f_2 مرز پارتو به‌دست می‌آید. مرز پارتو توسط تابع مقعر و باتاکید کاهشی g در فاصله‌ی $[d_1, f_1^*]$

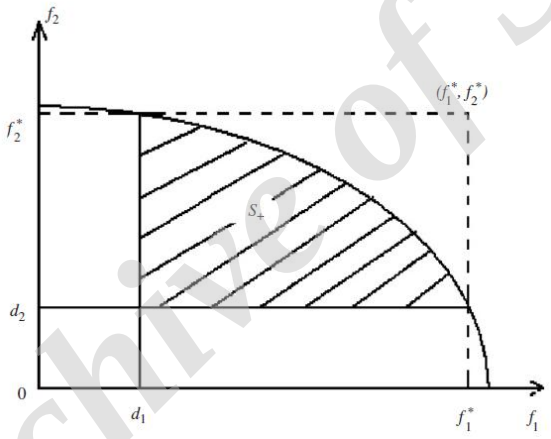
Archive of SID

www.SID.ir

مشخص می‌شود که در آن $g(f_1^*)=d_2$ و $f_2^*=g(d_1)$ است (نمودار ۱). برخی مواقع بردار d به عنوان بردار منافع در حالت نامتقارن (وضعیت موجود) در نظر گرفته می‌شود و ترکیبی از سودهای بازیگرها در حالتی که به یک توافق کلی نمی‌رسند. در این موارد، مجموعه‌ی سودهای ممکن S، به مجموعه‌ی S_+ که در زیر تعریف شده است، محدود می‌شود. چرا که هیچ بازیگر عاقلی، توافقی را که برتر از حالت ناتوافقی یا وضعیت موجود است، نمی‌پذیرد (راکوئل و همکاران، ۲۰۰۷).

$$S_+ = \left\{ f = \frac{(f_1, f_2)}{f} \in S, f \geq d \right\} \quad (۸)$$

که بردار d به عنوان برترین نتایج ممکن دو گروه هدف انتخاب شود، آن‌گاه $S_+=S$ خواهد بود (راکوئل و همکاران، ۲۰۰۷). در این زمینه چهار روش ارائه شده‌است که در ادامه توضیح داده شده است و در این پژوهش از این چهار روش استفاده شد.



شکل (۱) مرز پارتوی دو بازیکن در موقعیت تعارض

روش اول:

جان نش تعریف راهبرد بهینه را تعمیم داد که با آن می‌توان در هر بازی دو نفره و بدون همکاری تعادل را پیدا کرد. بعضی از محققان مدل اولیه‌ی نش را توسعه دادند و آن را اصلاح کردند. به‌عنوان مثال، راه‌حل نامتقارن نش توسط هارسانی و سلتن (۱۹۷۲) معرفی شد که در این روش می‌توان چانه‌زنی دو طرف را با نیروهای متفاوت تعیین کرد. در این راه‌حل، یک نقطه‌ی منحصر به فرد روی مرز پارتو به گونه‌یی تعیین می‌شود که حاصل‌ضرب سودها، بیشینه شود. راه حل نش حل منحصر به‌فرد مسئله‌ی بهینه‌سازی زیر است:

Archive of SID

www.SID.ir

$$\begin{aligned} &Max: (f_1 - d_1)^{w_1} (f_2 - d_2)^{w_2} \\ &s.t. \\ &d_1 \le f_1 \le f_1^* \\ &f_2 = g(f_1) \end{aligned} \qquad (۹)$$

w_1 و w_2 وزن‌های نابرابر است که به هر یک از بازیکن‌ها داده می‌شود. جمع وزن‌ها برابر با یک است. هر بازیکنی که دارای وزن بیشتری باشد، در تابع هدف دارای اهمیت بیشتری است (هارسانی و سلتن، ۱۹۷۲؛ راکوئل، ۲۰۰۷). اگر $f_1 = d_1$ و $f_1 = f_1^*$ باشد، تابع هدف برابر صفر و برای همه‌ی مقادیر $f_1 \in (d_1, f_1^*)$، تابع هدف مثبت است. در صورتی که محدودیت دوم، $f_2=g(f_1)$، در تابع هدف جایگزین شود، مسئله به صورت تک‌بعدی زیر در می‌آید و با یک الگوریتم جستجوی ساده‌ی تک‌بعدی می‌توان آن را حل کرد

روش دوم:

کالای و اسمورودینسکی (۱۹۷۵) راه‌حل پیشنهادی نش را تعمیم داده و روش جدیدی برای یافتن نقطه‌ی توافق بازیکنان ارائه داده‌اند. در این روش یک پاره‌خط میان نقطه‌ی نبود توافق (d_1,d_2) و نقطه‌ی مطلوب یا ایده‌آل (f_1^*,f_2^*) رسم می‌شود. نقطه‌ی برخورد این پاره‌خط با مرز پارتو به‌عنوان پاسخ میانه معرفی می‌شود (عرض از مبدا این پاره‌خط با مرز پارتو). پس با حل رابطه‌ی زیر در فاصله‌ی (d_1,f_1^*)، پاسخ میانه به‌دست می‌آید.

$$d_2 + \left\{(f_1^* - d_2)/(f_1^* - d_1)\right\}(f_1 - d_1) - g(f_1) = 0 \qquad (۱۰)$$

اگر هدف‌ها عادی‌سازی شود، آنگاه $d_1=d_2=0$ و $f_1^*=f_2^*=1$ می‌شود. بنابراین دو هدف $\overline{f_1}$ و $\overline{f_2}$ در طول پاره‌خطی که پاره‌خطی که نقطه‌ی نبود توافق و نقطه‌ی ایده‌آل را به هم وصل می‌کند، با نرخ همسانی افزایش می‌یابد. این نظریه منجر به شکل‌گیری راه‌حل نامتقارن کالای اسمورودینسکی (۱۹۷۵) شده است که محل برخورد مرز پارتو و پاره‌خط مستقیم زیر پاسخ بهینه به‌دست می‌آید (راکوئل، ۲۰۰۷):

$$\overline{g}(\overline{f_1}) = (w_2 / w_1)\overline{f_1} \qquad (۱۱)$$

Archive of SID

www.SID.ir

روش سوم:

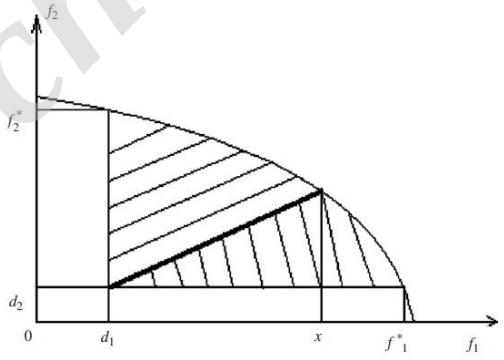
آنبارسی (۱۹۹۳)، راه‌حل سطوح یکنواخت را ارائه داد که در آن پاره‌خطی از نقطه‌ی نبود توافق آغاز می‌شود و S_+ را به دو قسمت برابر تقسیم می‌کند (شکل ۲). اگر وزن هدف‌ها با هم برابر نباشد $(w_2 \neq w_1)$ ، آنگاه مساله به‌صورت نامتقارن درمی‌آید و بایستی به گونه‌یی حل شود که نسبت مساحت دو قسمت، برابر w_2/w_1 باشد. بنابراین پاسخ بهینه، ریشه‌ی معادله‌ی غیر خطی زیر در فاصله‌ی است (آنبارسی، ۱۹۹۳):

$$w_2\left[\int_{d_1}^{x} g(t)dt - 1/2(x-d_1)(g(x)+d_2)\right] = w_1\left[\int_{x}^{f_1^*} g(t)dt - (f_1^*-x)d_2 + 1/2(x-d_2)(g(x)-d_2)\right] \quad (۱۲)$$

روش چهارم:

راه‌حل زیان برابر تعمیم دیگری از راه‌حل نش است که توسط چان (۱۹۸۸) ارائه شده است. این راه‌حل، در آغاز برای حالتی معرفی شد که هدف‌ها دارای وزن‌های یکسانی بودند و هر دو گروه به‌طور همزمان و با سرعت یکسان، به یک توافق می‌رسیدند. اما در راه‌حل نامتقارن، هدف‌ها دارای وزن‌های متفاوتی است $(w_2 \neq w_1)$ دراین روش، نقطه‌ی $(f_1, g(f_1))$ روی مرز پارتو به‌صورت زیر تعیین می‌شود (راکوئل، ۲۰۰۷):

$$(f_1^* - x)w_1 = (f_2^* - g(x))w_2 \quad (۱۳)$$



شکل (۲) راه‌حل سطوح یکنواخت

Archive of SID

www.SID.ir

بدین منظور داده‌های مربوط به هزینه و درآمد محصولات کشاورزی بهره‌برداران منطقه بوانات در استان فارس در سال زراعی سال ۹۳-۱۳۹۲ استفاده شد. دیگر منابع آماری از سازمان‌های مختلف از جمله جهاد کشاورزی استان فارس و شهرستان بوانات و همچنین به صورت مصاحبه با کشاورزان و کارشناسان مربوطه گردآوری شد. همچنین، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای *GAMS 23.7*, *Mathcad 14* استفاده شده است.

نتایج و بحث

در این پژوهش در آغاز با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی با توجه به سناریوهای تعریف شده هدف اقتصادی و اجتماعی بیشینه شد و میزان کاربرد کود شیمیایی در هر سناریو به‌دست آمد. جدول (۱)، نشان‌دهنده‌ی سناریوهای انتخاب شده برای هدف اجتماعی (بیشینه کردن شمار نیروی کار) می‌باشد که کمینه این مقادیر از اجرای مدل در مرحله‌ی اول با هدف بیشینه کردن بازده برنامه‌ای می‌باشد که به‌دقت برابر با کل نیروی کار موجود در منطقه بود و میزان بیشینه آن نیز با بیشینه کردن شمار نیروی کار با توجه به هدف بیشینه بازده برنامه‌ای (برنامه‌ریزی دو هدفه)، به‌دست آمد. اختلاف این دوعدد محاسبه و این فاصله به ۱۰ قسمت تقسیم شد و براساس این مقادیر سناریو تعریف شد.

جدول (۲) ، اجرای هر سناریو را نشان می‌دهد. همان‌طور که در ردیف سوم مشاهده می‌شود مقدار بازده برنامه‌ای تا سناریوی پنجم روندی افزایشی داشته به صورتی که از مقدار ۱۷۶۳/۱۹ میلیارد ریال در سناریوی اول با ۲۴۳۷۰۳ نفر نیروی کار به ۱۹۵۹/۸۳ میلیارد ریال می‌رسد و پس از آن با افزایش شمار نیروی کار، کاهش می‌یابد به طوری که در سناریوی آخر با شمار بهینه‌ی نیروی کار (۴۷۹۹۸۳ نفر) به ۱۸۱۱/۱۷ میلیارد ریال می‌رسد.

با توجه به نتایج اجرای مدل‌ها برای الگوی کشت مشاهده می‌شود که محصولات گندم، یونجه و ذرت علوفه‌ای از الگوی کشت حذف شده‌اند و دو محصول جو و خیار همزمان با افزایش نیروی کار و بازده‌برنامه‌ای، سطح زیر کشت‌شان در حال افزایش است و در سناریوی پنجم سطح زیر کشت جو ۶۹۹۳/۸۲ هکتار و خیار ۶۶۹۳/۰۶ هکتار می‌باشد. پس از این سناریو سطح زیر کشت این دو محصول هم کاهش یافته است. محصول عدس با سطح زیر کشت ۲۶۳/۹۱ هکتار در الگوی آخر وارد شده است و محصول ذرت علوفه‌ای تنها با سطح زیر کشت ۶۰۳/۸۱ هکتار در الگوی اول می‌باشد. لوبیا قرمز نیز از سناریوی ششم به بعد که سطح زیر کشت دو محصول جو

Archive of SID

www.SID.ir

و خیار کاهش می‌یابد وارد الگوی کشت می‌شود و همزمان با افزایش شمار نیروی کار، سطح زیر کشت‌اش افزایش می‌یابد به طوری که در سناریوی اخر به ۱۷۶۷۹/۰۱ هکتار می‌رسد.

جدول (۳)، مقدار بازده برنامه‌ای و میزان کاربرد کود نیترات را در سناریوهای مختلف نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود با افزایش بازده برنامه‌ای، سطح زیر کشت خیار افزایش می‌یابد که چون این محصول برای رشد، نیاز به نهاده‌های شیمیایی مانند کود دارد پس میزان کاربرد کود هم تا سناریوی پنجم افزایش می‌یابد. بیشترین میزان کاربرد کود نیترات در سناریوی پنجم ۷/۲۸۷۲ میلیون کیلوگرم می‌باشد. نتایج نشان داد، افزایش بازده ناخالص منجر به افزایش کاربرد کود شیمیایی می‌شود و این نشان‌دهنده تعارض میان هدف‌های زیست محیطی و هدف‌های بهره برداران (افزایش بازده برنامه‌ای) است؛ اما از سوی دیگر این افزایش بازده برنامه‌ای همراه با افزایش استفاده از نیروی کار و اشتغال می‌باشد که این از نظر اجتماعی مطلوب خواهد بود.

در جدول (۴) ماتریس نتایج عادی‌سازی شده برای ۱۱ سناریو نشان داده شده است. همان‌طور که در این جدول نیز دیده می‌شود، وزن‌های بالاتر به جنبه‌ی زیست محیطی در مسئله‌ی کشمکش، سودهای اقتصادی کمتر و شاخص‌های زیست‌محیطی کمتری را به دنبال دارد. به بیان دیگر اهمیت بیشتر به جنبه‌ی زیست محیطی مسئله‌ی تولید باعث می‌شود تا آلودگی شیمیایی در الگوهای زراعی کمتر باشد.

به منظور برآورد مرز پارتو، هدف اقتصادی عادی‌سازی شده بر هدف زیست محیطی عادی‌سازی شده برای ۱۱ راه حل بهینه شده رگرس شد تارابطه‌ی زیر به دست آید:

$$f_2=1.0044-0.8983f_1$$

ضریب تعیین مرز پارتوی برآورد شده برابر ۰/۹ و با احتمال ۹۹ درصد معنی دار است. در این رابطه، f_1 و f_2 به ترتیب نشان‌دهنده‌ی هدف‌های اقتصادی و زیست محیطی است. در این مرحله با تخصیص ۱۱ وزن نابرابر به هدف‌های اقتصادی و زیست‌محیطی با فاصله‌های ۰/۱ مسئله‌ی کشمکش میان دو گروه بازیگر حل شد. بدین منظور از چهار روش پیش‌گفته برای حل مسئله‌ی فرضیه بازی‌ها بهره گرفته شد که ماتریس نتایج برای ۱۱ سناریوی انتخابی در جدول (۵) نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- سناریوهای مختلف برپایه شمار نیروی کار

سناریو	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
نیروی کار (نفر-روز)	۲۴۳۷۰۳	۲۶۷۳۳۱	۲۹۰۹۵۹	۳۱۴۵۸۷	۳۳۸۲۱۵	۳۶۱۸۴۳	۳۸۵۴۷۱	۴۰۹۰۹۹	۴۳۲۷۲۷	۴۵۶۳۵۵	۴۷۹۹۸۳

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۲- سطح الگوی بهینه برای سناریوهای مختلف

سناریو	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
نیروی کار (نفر-روز)	۲۴۳۷۰۳	۲۶۷۳۳۱	۲۹۰۹۵۹	۳۱۴۵۸۷	۳۳۸۲۱۵	۳۶۱۸۴۳	۳۸۵۴۷۱	۴۰۹۰۹۹	۴۳۲۷۲۷	۴۵۶۳۵۵	۴۷۹۹۸۳
بازده برنامه ای (میلیارد ریال)	۱۷۶۳/۱۹	۱۸۸۷/۸۷	۱۹۱۱/۸۶	۱۹۳۵/۸۵	۱۹۵۹/۸۳	۱۹۴۴/۴۷	۱۹۱۷/۹۵	۱۸۹۱/۴۲	۱۸۶۴/۹	۱۸۳۸/۳۷	۱۸۱۱/۱۷
گندم (هکتار)		۱۱۵/۴	۲۴۰۸/۲	۴۷۰۱/۰۱	۶۹۹۳/۸۲	۶۶۱۳/۴۶	۵۴۷۴/۸۳	۴۳۳۶/۲۱	۳۱۹۷/۵۸	۲۰۵۸/۹۵	۶۲۵/۶۵
جو											۲۶۳/۹۱
عدس	۵۸۲۶/۱۹	۶۵۰۰/۶۵	۶۵۶۲/۷۸	۶۶۲۴/۹۲	۶۶۸۷/۰۶	۶۰۷۲/۲	۵۲۶۵/۳۲	۴۴۵۸/۴۴	۳۶۵۱/۵۵	۲۸۴۴/۶۷	۲۰۴۸/۴۱
خیار	۱۲۹۳/۶۵	۱۰۸۶/۴۶	۷۴۹/۱۵	۴۱۱/۸۴	۷۴/۵۳						
سیب زمینی											
یونجه											
ذرت علوفه ای	۶۰۳/۸۱										
لوبیا قرمز											۱۷۶۷۹/۰۱

ماخذ: یافته های پژوهش

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۳) شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی برای سناریوهای مختلف

سناریو	سطح زیر کشت(هکتار)	نیروی کار (نفر- روز)	بازده برنامه ای (میلیارد ریال)	کود نیترات (میلیون کیلوگرم)
۱	۷۷۲۴/۳۶	۲۴۳۷۰۳	۱۷۶۳/۱۹	۶/۰۴۷۳
۲	۷۷۰۲/۵۱	۲۶۷۳۳۱	۱۸۸۷/۸۷	۶/۲۵۴۴
۳	۹۷۲۰/۱۳	۲۹۰۹۵۹	۱۹۱۱/۸۶	۶/۵۹۸۷
۴	۱۱۷۳۷/۷۷	۳۱۴۵۸۷	۱۹۳۵/۸۵	۶/۹۴۲۹
۵	۱۳۷۵۵/۴۱	۳۳۸۲۱۵	۱۹۵۹/۸۳	۷/۲۸۷۲
۶	۱۵۰۷۴/۲۶	۳۶۱۸۴۳	۱۹۴۴/۴۷	۷/۲۳۳۰
۷	۱۶۱۹۴/۹۱	۳۸۵۴۷۱	۱۹۱۷/۹۵	۷/۰۶۵۸
۸	۱۷۳۱۵/۵۷	۴۰۹۰۹۹	۱۸۹۱/۴۲	۶/۸۹۸۶
۹	۱۸۴۳۶/۲۱	۴۳۲۷۲۷	۱۸۶۴/۹	۶/۷۳۱۴
۱۰	۱۹۵۵۶/۸۶	۴۵۶۳۵۵	۱۸۳۸/۳۷	۶/۵۶۴۲
۱۱	۲۰۶۱۶/۹۸	۴۷۹۹۸۳	۱۸۱۱/۱۷	۶/۳۷۹۵

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول(۴) ماتریس نتایج عادی‌سازی شده برای سناریوهای مختلف

سناریو	زمین استفاده شده (هکتار)	نیروی کار (نفر- روز)	بازده برنامه ای	کود نیترات
۱	۷۷۲۴/۳۶	۲۴۳۷۰۳	۰	۱
۲	۷۷۰۲/۵۱	۲۶۷۳۳۱	۰/۶۳	۰/۸۳
۳	۹۷۲۰/۱۳	۲۹۰۹۵۹	۰/۷۵	۰/۵۵
۴	۱۱۷۳۷/۷۷	۳۱۴۵۸۷	۰/۸۷	۰/۲۷
۵	۱۳۷۵۵/۴۱	۳۳۸۲۱۵	۱	۰
۶	۱۵۰۷۴/۲۶	۳۶۱۸۴۳	۰/۹۲	۰/۰۴
۷	۱۶۱۹۴/۹۱	۳۸۵۴۷۱	۰/۷۸	۰/۱۷
۸	۱۷۳۱۵/۵۷	۴۰۹۰۹۹	۰/۶۵	۰/۳۱
۹	۱۸۴۳۶/۲۱	۴۳۲۷۲۷	۰/۵۱	۰/۴۴
۱۰	۱۹۵۵۶/۸۶	۴۵۶۳۵۵	۰/۳۸	۰/۵۸
۱۱	۲۰۶۱۶/۹۸	۴۷۹۹۸۳	۰/۲۴	۰/۷۳

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که انتظار می‌رود، وزن‌های بالاتر به هدف‌های زیست محیطی باعث فشار کمتری بر منابع و آلودگی شیمیایی کمتری به محیط زیست می‌شود. از سوی دیگر، اگر وزن بیشتری به هدف‌های اقتصادی تخصیص داده شود، کشاورزان سودهای اقتصادی بیشتری کسب می‌کنند و

Archive of SID

www.SID.ir

زمین بیشتری را زیر کشت می‌برند. همچنین فشار بر منابع افزایش می‌یابد، نیترات بیشتری به محیط زیست وارد می‌شود.

جدول(۵) ماتریس نتایج حل مسئله‌ی کشمکش برای سناریوهای مختلف

وزن		روش اول		روش دوم		روش سوم		روش چهارم	
W1	W2	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
۱	۰	۱	۰/۱	۱/۱۱	۰	۱/۱	۰/۰۱	۱	۰/۱
۰/۹	۰/۱	۱	۰/۱	۰/۹۹	۰/۱۱	۰/۹۹	۰/۱۱	۰/۹	۰/۱۹
۰/۸	۰/۲	۰/۸۹	۰/۲	۰/۸۷	۰/۲۲	۰/۸۸	۰/۲۱	۰/۸۱	۰/۲۷
۰/۷	۰/۳	۰/۷۸	۰/۳	۰/۷۵	۰/۳۳	۰/۷۷	۰/۳۱	۰/۷۲	۰/۳۵
۰/۶	۰/۴	۰/۶۷	۰/۴	۰/۶۴	۰/۴۲	۰/۶۶	۰/۴۱	۰/۶۲	۰/۴۴
۰/۵	۰/۵	۰/۵۵	۰/۵	۰/۵۳	۰/۵۲	۰/۵۵	۰/۵۱	۰/۵۳	۰/۵۲
۰/۴	۰/۶	۰/۴۴	۰/۶	۰/۴۱	۰/۶۳	۰/۴۴	۰/۶	۰/۴۲	۰/۶۲
۰/۳	۰/۷	۰/۳۳	۰/۷	۰/۳۱	۰/۷۲	۰/۳۳	۰/۷	۰/۳۲	۰/۷۱
۰/۲	۰/۸	۰/۲۲	۰/۸	۰/۲	۰/۸۲	۰/۲۲	۰/۸	۰/۲۲	۰/۸
۰/۱	۰/۹	۰/۱۱	۰/۹	۰/۱	۰/۹۱	۰/۱۱	۰/۹	۰/۱۱	۰/۹
۰	۱	۰	۱/۰۰۴	۰	۱/۰۰۴	۰	۱/۰۰۴	۰	۱/۰۰۴

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۶) به طور خاص عملیات کشاورزی توافقی به دست آمده مربوط به ۱۱ وزن مختلف را نشان می‌دهد، هنگامی که دیدگاه اقتصادی نسبت به دیدگاه زیست محیطی اهمیت‌های متفاوتی دارد. از آنجا که راه‌حل ارائه شده از چهار روش مختلف حل مسئله کشمکش که در روش تحقیق بیان شد، اختلاف چندانی با هم ندارند، تنها نتایج مربوط به روش اول (راه حل نش) در جدول (۶) نشان داده شده‌است.

با هماهنگ‌سازی مقدار بازده برنامه‌ای و میزان کود مصرفی که از راه حل نش به‌دست آمده است و مقادیری که این دو شاخص در سناریوهای مختلف دارا هستند، الگوهای کشت بهینه پیشنهاد شده‌است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- سطح الگوی بهینه برای وزن‌های مختلف دیدگاه‌ها با استفاده از راه حل نش

اهمیت دیدگاه‌ها	W1=۱ W2=۰	W1=۰/۹ W2=۰/۱	W1=۰/۸ W2=۰/۲	W1=۰/۷ W2=۰/۳	W1=۰/۶ W2=۰/۴	W1=۰/۵ W2=۰/۵	W1=۰/۴ W2=۰/۶	W1=۰/۳ W2=۰/۷	W1=۰/۲ W2=۰/۸	W1=۰/۱ W2=۰/۹	W1=۰ W2=۱
بازده برنامه ای (میلیارد ریال)	۱۹۵۹/۸۳	۱۹۵۹/۸۳	۱۹۳۸/۲	۱۹۱۶/۵۶	۱۸۹۴/۹۳	۱۸۷۱/۳۴	۱۸۴۹/۷۱	۱۸۲۹/۰۸	۱۸۰۶/۴۵	۱۷۸۴/۸۲	۱۷۶۳/۱۹
کود نیترات (میلیون کیلوگرم)	۷/۱۶۳۲	۷/۱۶۳۲	۷/۰۳۹۲	۶/۹۱۵۲	۶/۷۹۱۲	۶/۶۶۷۲	۶/۵۴۳۲	۶/۴۱۹۲	۶/۲۹۵۲	۶/۱۷۱۲	۶/۰۴۲۳
برابر با سناریو	۵	۵	۴	۳	۸	۹	۱۰	۱۰	۱۱	۱	۱
نیروی کار (نفر-روز)	۳۳۸۲۱۵	۳۳۸۲۱۵	۳۱۴۵۸۷	۲۹۰۹۵۹	۴۰۹۰۹۹	۴۲۷۲۷	۴۵۶۳۵۵	۴۵۶۳۵۵	۴۷۹۹۸۳	۲۴۳۷۰۳	۲۴۳۷۰۳
گندم (هکتار)											
جو	۶۹۹۳/۸۲	۶۹۹۳/۸۲	۴۷۰۱/۰۱	۲۴۰۸/۲	۴۳۳۶/۲۱	۳۱۹۷/۵۸	۲۰۵۸/۹۵	۲۰۵۸/۹۵	۶۲۵/۶۵		
عدس									۲۶۳/۹۱		
خیار	۶۶۸۷/۰۶	۶۶۸۷/۰۶	۶۶۲۴/۹۲	۶۵۶۲/۷۸	۶۴۵۸/۴۴	۳۶۵۱/۵۵	۲۸۴۴/۶۷	۲۸۴۴/۶۷	۲۰۴۸/۴۱	۵۸۲۶/۹	۵۸۲۶/۹
سیب زمینی	۷۴/۵۳	۷۴/۵۳	۴۱۱/۸۴	۷۴۹/۱۵						۱۲۹۳/۶۵	۱۲۹۳/۶۵
پونجه											
ذرت علوفه ای											۶۰۳/۸۱
لوبیا قرمز									۱۷۶۷۹/۰۱		
ماخذ: یافته‌های پژوهش					۸۵۲۰/۹۲	۱۱۵۸۷/۰۸	۱۴۶۵۳/۲۴	۱۴۶۵۳/۲۴			

Archive of SID

www.SID.ir

همان‌طور که در جدول (۶) آورده شده است اگر برای برنامه ریز اولویت رسیدن به هدف‌ها اهمیتی نداشته باشد ($w_1=w_2=0.5$)، الگوی کشت ارائه شده در سناریوی ۹، توصیه می‌شود. در این سناریو ، ۴۳۲۷۲۷ نفر نیروی کار برای هدف اجتماعی تعیین شده است و با توجه به این شمار نیروی کار بازده برنامه‌ای بهینه ۱۸۷۱/۳۴ میلیارد ریال محاسبه شده است. در الگوی کشت بهینه هم محصول جو با ۳۱۹۷/۵۸ هکتار سطح زیر کشت، خیار با ۳۶۵۱/۵۵ هکتار و لوبیا قرمز با ۱۱۵۸۷/۰۸ هکتار سطح زیر کشت می‌باشند. بنابراین بسته به نظر برنامه ریز و تصمیم گیرنده و این که دنبال چه هدف‌هایی باشد، هر یک از الگوهای پیشنهاد شده می‌تواند به کار گرفته شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

اجرای یک مدل برنامه‌ریزی خطی و هم چنین استفاده از فرضیه بازی‌ها امکان بررسی همزمان سودهای اقتصادی کشاورزان و پفراسنجه‌های زیست محیطی را در این بررسی فراهم آورد. دو هدف متناقض برای بازی در نظر گرفته شد: بازده برنامه‌یی به عنوان هدف اقتصادی و میزان کاربرد کود به عنوان هدف زیست محیطی. با حل مسئله‌ی کشمکش با استفاده از مجموعه وزن‌های مختلف به هدف‌های اقتصادی و زیست محیطی (w_1,w_2) چندین جایگزین برای الگوی کشت کنونی به منظور بهبود در شاخص‌های پایداری ارائه شد. همان طور که عنوان شد، تأمین هدف بازده برنامه‌ای بالا که با افزایش به کارگیری نیروی کار همراه است، باعث شده است تا تعقیب هدف‌های بهره‌برداران با افزایش اشتغال (هدف اجتماعی) توأم باشد که از نظر سیاستگذاران این مسئله مهم می‌باشد. همین امر باعث شده است تا به رغم تعارض میان هدف‌های بهره برداران و هدف‌های زیست‌محیطی، میان هدف‌های بهره برداران و هدف‌های سیاستگذاران به واسطه افزایش اشتغال همبستگی مثبت ایجاد شود.

نتایج این پژوهش نشان داد، با به کارگیری سیاست‌های مناسب می‌توان کشاورزی منطقه را به سمت پایداری هدایت کرد. افزون بر این، نتایج به دست آمده از الگوی برنامه‌ریزی، هماهنگ با نتایج بررسی‌های کهنسال و زارع (۱۳۸۷)، است و نشان می‌دهد که کشاورزان منطقه مورد نظر در تدوین الگوی کشت کنونی خود به ویژگی‌های زیست‌محیطی و پایداری منطقه چندان توجهی ندارند، به‌طوری که حرکت به سمت پایداری از تنوع کشت منطقه خواهد کاست و شماری از گیاهان زراعی را از الگوی کشت بهینه ناشی از روش برنامه‌ریزی خطی ساده و الگوی کشت کنونی منطقه حذف می‌کند. به عبارت دیگر برای حرکت به سمت پایداری در منطقه یادشده باید به سمت تخصصی شدن کشت برخیگیاهان زراعی و تولید محصولات خاص سازگار با امکانات

Archive of SID

www.SID.ir

منطقه حرکت کرد. به‌منظور حفاظت و حراست از محیط زیست و منابع کشاورزی و پایداری نظام‌های کشاورزی تغییر در دیدگاه کشاورزان با فراهم آوردن دانش مربوط برای آنان ضروری است.نتایج این پژوهش نشان دادکه با استفاده از فرضیه بازی‌ها می‌توان با معرفی شاخص‌های پایداری، الگوی کشتی را تدوین کرد که ضمن ممکن ساختن کسب سود لازم و ایجاد اشتغال، استفاده از کمترین نهاده‌های شیمیایی را میسر سازد. لذا در راستای کشاورزی پایدار ضرورت دارد کودهای شیمیایی کمتری در منطقه توزیع و کودهای زیستی (بیولوژیک) مناسبی ترویج، توزیع و جایگزین آن‌ها شود.

منابع

باقری ع، کوچکی ع و زند ا. (۱۳۷۵). اصلاح نباتات در کشاورزی پایدار (ترجمه). انتشار جهاد دانشگاهی مشهد.

بریم‌نژاد و و یزدانی س.(۱۳۸۳). تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری. مطالعه موردی استان کرمان. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی.۲: ۱۶-۶۳.

پژوهنده ا، مقدسی ر و یزدانی س. (۱۳۹۰). تعیین الگوی بهینه کشت در شرکت دشت ناز ساری با اهداف چندگانه. پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی. (۱): ۹۶-۸۳.

رضایی ز، دوراندیش آ. و سروری نوبهار آ. (۱۳۹۱). تعیین الگوی کشت تحت سه استراتژی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی باکاربرد الگوریتم ژنتیک (مطالعه موردی مشهد). هشتمین همایش دو سالانه اقتصاد کشاورزی ایران. دانشگاه شیراز.

سازمان جهاد کشاورزی شهرستان بوانات، گزارش‌های هزینه تولید سال زراعی.. (۱۳۹۳).

شوشتریان آ، زیبایی م و سلطانی غ. (۱۳۸۹). بررسی پایداری سیستم‌های زراعی با توجه به اهداف اقتصادی و زیست محیطی: مطالعه‌ی موردی در منطقه‌ی کامفیروز استان فارس. مجله‌ی اقتصاد کشاورزی. (۴)۴: ۲۸-۱.

شیرزادی لسکو کلایه س، صبوحی صابونی م و جلالی ع. (۱۳۹۱). تعیین الگوی کشت دشت کاشمر بر اساس حفظ و نگهداری کیفیت منابع آب زیرزمینی. اقتصاد و توسعه کشاورزی. ۲۶(۴): ۲۷۱-۱۶۱.

صبوحی م و خسروی م. (۱۳۸۸). مقایسه‌ی الگوی بهینه‌ی کشت اقتصادی و زیست محیطی در دشت زرقان فارس. علوم کشاورزی دانشگاه ازاد اسلامی واحد تبریز. (۱۱): ۷۰-۶۱.

Archive of SID

www.SID.ir

کهنسال م ر و زارع ع ف. (۱۳۸۷). تعیین الگوی بهینه‌ی کشت هم سو با کشاورزی پایدار با استفاده از برنامه ریزی کسری با اهداف چندگانه. مطالعه‌ی موردی استان خراسان شمالی. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۶۲: ۱۹۶-۱۷۹.

کوچکی ع. (۱۳۷۶). کشاورزی پایدار: بینش یا روش. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۲۰: ۷۲-۵۳.

نجفی غ .م. (۱۳۷۵). طرح کاهش مصرف سموم :گامی در طریق سیستم‌های مدیریتی. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۱۳: ۲۲۶-۲۰۵.

نعمتی ا و قربانی م. (۱۳۹۱). همسویی رفتار اقتصادی و زیست محیطی کشاورزان در مدیریت علف‌های هرز. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۴(۳): ۵۸-۳۹.

Bartolini F, Bazzani G M, GalleraniV, Raggi M A and Viaggi D. (2007). The impact of water and agriculture policy scenarios on irrigated farming systems in Italy: An analysis based on farm level multi-attribute liner programming models. *Agricultural System. 93: 90-114*

Gopi A, Venkata K and Kandukuri N R, (2011). Land Allocation Strategies Through Genetic Algorithm Approach–A Case Study. *Global journal of research in engineering.11(4): 6-14.*

Halkidis I and Papadimos D, (2007). Technical report of life environment project: Ecosystem based water resources management to minimize environmental impacts from agriculture using state of the art modeling tools in Strymonas basin. Greek Biotope/Wetland Centre (EKBY).

Harsanyi J C and Selten R, (1972). A generalized Nash solution for two- person bargaining games with incomplete information. *Management Science, 18(2): 80–160.*

Kalai E and Smorodinsky M, (1975). Other solutions to Nash`s Bargaining problem, *Econometrica, 43: 513–518.*

Lara P and Minasian I S, (1999). Fractional programming: A tool for the assessment of sustainability, *Agricultural Systems, 62:131-141.*

Lynam J K and Herdt R W, (1989). Sense and sustainability as an objective in international agricultural research, *Agricultural Economics, 3:381-398.*

Raquel S, Ferenc S, Emery Jr C. and Abraham R, (2007). Application of game theory for groundwater conflict in Mexico, *Journal of Environmental Management, 84: 560–51.*

Rogkos A and Psychoudakis A, (2009). Minimizing adverse environmental effects of agriculture: A multi-objective programming approach. *Springer-verlag journal. 9: 267-280.*

Sauer P, Dvorak A, Lisa A and Fiala P, (2003). A procedure for negotiating pollution reduction under information asymmetry. Surface water quality case, *Environmental and Resource Economics, 24(2): 103–119.*

Archive of SID

www.SID.ir

Schreider S, Zeephongsekul P and Fernandes M, (2007). A game-theoretic approach to water quality management, in: Oxley, L., Kulasiri, D. (Eds.), MODSIM 2007 International Congress on Modelling and Simulation, Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, *December 2007: 2312–2318.*

Seaman J, Flichman G, Scardigo A And Steduto P, (2007). Analysis of nitrate pollution control in the irrigated agriculture of Apulia Region (Southern Italy): A bio- economic modeling approach, *Agricultural System. 94(2): 357-367.*

Szidarovszky F, Duckstein L and Bogardi I, (1984). Multiobjective management of mining under water hazard by game theory. *European Journal of Operational Research, 15(2): 251–258.*

Archive of SID

www.SID.ir