بررسی جایگاه کشت برنج در دستیابی به شاخص‌های پایداری منابع آب

حمید امیرنژاد[۱]، رضا هزاره[۲*]، سمیرا شایان‌مهر[۳]، رسول افشارتبار[۴]، صفیه بهمن‌پوری[۵]
۱- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲*- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (مسئول مکاتبات)
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه کردستان
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
۵- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
*Hezareh_r@yahoo.com

چکیده

منابع محیطی سرمایه‌های اصلی بخش کشاورزی هر نظام اقتصادی را تشکیل می‌دهد و به همین جهت پایداری این منابع از اهمیت اساسی برخوردار است به ویژه پایداری منابع آب، که به عنوان یکی از مهمترین اهداف در مطالعات پیرامون پایداری در بخش کشاورزی مطرح می‌باشد.اطلاعات آماری مورد نظر از ۱۰۳ بهره‌بردار کشاورزی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ و آمارنامه کشاورزی استان مازندران جمع‌آوری شد. شاخص پایداری نسبت درآمد ناخالص به آب مصرفی و نسبت اشتغال به آب مصرفی به ترتیب، وسیله مدل برنامه ریزی خطی و مدل برنامه‌ریزی کسری محاسبه گردید و جایگاه کشت برنج در هر یک از این وضعیت ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مدل برنامه‌ریزی کسری وضعیت مطلوبتری برای به طور همزمان برای هر یک از شاخص‌ها نسبت به مدل‌های برنامه‌ریزی خطی ایجاد می‌کند.کشت برنج در مدل خطی با هدف حداکثرسازی اشتغال و مدل کسری به عنوان کشت مؤثر به منظور دستیابی به پایداری منابع آب معرفی گردید. پیشنهاد می‌شود با توجه به اهمیت کشت برنج در ایجاد اشتغال نسبت به سایر محصولات، می‌بایست از طریق کاهش هزینه‌های تولید و همچنین بکارگیری فناوری جدید آبیاری باعث بهبود وضعیت اشتغال و پایداری منابع آب در این منطقه شد.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های پایداری، الگوی کشت، برنامه‌ریزی کسری، ساری

مقدمه

منابع محیطی سرمایه‌های اصلی بخش کشاورزی هر اقتصادی را تشکیل می‌دهد و به همین جهت پایداری این منابع از اهمیت اساسی برخوردار است. پایداری منابع محیطی به ویژه آب و خاک که به عنوان منابع اصلی تولید به شمار می‌روند و یکی از چالش‌های اساسی است که تمامی کشورهای جهان با آن روبه‌روست (فسخودی و نوری، ۱۳۸۹). پایداری مفهوم خیلی جدیدی نیست و طبعاً بشر همواره مایل به حفظ و نگهداری منابع حیات خود بوده‌است، ولی از حدود دو قرن پیش که موضوع حفظ و نگهداری و ادامه‌ی گسترش جنگل‌ها مطرح شد، مفهوم پایداری مورد توجه جامعه علمی قرارگرفت (Lusigi, 1995).

پایداری و توسعه‌ی پایدار در دو دهه‌ی اخیر، به محور اصلی مباحث در بسیاری از رشته‌های علمی تبدیل

شده‌است (موسوی و قرقانی، ۱۳۸۷). برای اینکه یک توسعه‌ای، پایدار باشد بایستی احتیاجات زمان حال برآورده شود بدون اینکه توانائی آیندگان برای تولید احتیاجاتشان از بین برود (بریم‌نژاد و صدرالاشرافی، ۱۳۸۴). توسعه پایداری که کمترین آسیب را به منابع طبیعی و محیط زیست وارد می‌کند، در شرایط کنونی اهمیت و جایگاه ویژه‌ای دارد (موسوی و قرقانی، ۱۳۸۷). بر این اساس، دستیابی به چنین اهدافی نیازمند حفاظت از منابع طبیعی و استفاده بهینه از آن می‌باشد (اسلامی و صدرالاشرافی، ۱۳۸۳). از آنجایی که توسعه پایدار دارای اهداف کیفی است، پس تحلیل کمی آن همواره مشکلات زیادی را در جهت محاسبه این اهداف به وجود آورده‌است. این در حالی است که تعدادی از محقیق برخی از شاخص‌های محاسبه شده در این زمینه را مفید می‌دانند (بریم‌نژاد، ۱۳۸۵). بطوری که Hansen (1996) بر این عقیده بود که پایداری باید به عنوان یک کمیت پیوسته و معیار منحصر به فرد باشد این معیار اجازه خواهد داد که فعالیت‌های مختلف کارا با یکدیگر مقایسه شود تا بتوان به یک معیار عمومی دست‌یافت.

آب عنصری اساسی برای زندگی و فرآیندهای اساسی حیات همه موجودات زنده بوده و بنابراین مبنای اساسی برای پایداری زندگی در زمین محسوب می‌شود. این ماده به طور مستقیم برای مصارف آشامیدنی، بهداشت و تولید غذا و تولیدات کشاورزی و نیز صنعتی در بخش‌های مختلف مورد توجه‌است. بنابراین دسترسی پایدار به منابع آبی، یک مبنای اولیه برای پایداری رفاه بشر در نسل‌های آتی محسوب می‌شود. مفهوم توسعه پایدار در جهان امروزی در خصوص بهره‌برداری بهینه از تمامی منابع مطرح بوده‌است، استفاده پایدار از منابع آب از مهم‌ترین ارکان توسعه پایدار قلمداد می‌شود.

پایداری منابع آب یکی از چالش‌های اساسی است که تمامی جهان از جمله کشور ایران به شدت با آن روبه‌روست که در کشاورزی پایداری این منابع به شیوه و الگوی کشت وابسته است (فسخودی و نوری، ۱۳۸۹). معیارهای اساسی در ارزیابی پایداری منابع آب زراعی عبارت از: فرآیند گردش آب، موجودی آب قابل دسترس، کیفیت آب و بهره‌وری آب است. در این مطالعه تنها بر روی موجودی آب قابل دسترس تمرکز می‌شود.

Cacho (1999) بیان می‌کند که در مطالعات پایداری در کشاورزی باید به دو نکته توجه شود. اول اینکه در معیار پایداری علاوه بر معیار بیولوژیکی به معیار اقتصادی نیز توجه شود. از سوی دیگر، باید طبیعت پویای سیستم‌های تولید و محیط (هم فیزیکی و هم اقتصادی) نیز در نظر گرفته‌شود. طبیبیان (۱۳۷۸) در مطالعه خود به معرفی برخی از شاخص‌های پایداری در مباحث زیست محیطی پرداختند. Cai et al (2001) بیان کردند که مدیریت پایدار آب در تلاش است تا از عرضه بلندمدت، پایدار و قابل انعطاف آب مطمئن گردد و همچنین بتواند پیامدهای زیست‌محیطی را به حداقل برساند. بر این اساس، به منظور برآورد شاخص‌های پایداری نیازمند به مدل‌های جدیدی می‌باشد. Chaturvedi (2001) در بررسی وضعیت توسعه پایدار در هند، نشان داد که در آینده، بر خلاف سیاست‌های گذشته و حال، بایستی یک سیاست علمی را گسترش داد تا قادر باشد چالش‌های دشوار توسعه پایدار منابع آب در هند را خنثی نماید. بریم‌نژاد و یزدانی (۱۳۸۳) در مطالعه دیگری نشان دادند که استفاده از مدل برنامه‌ریزی کسری چندهدفه در بررسی و تحلیل پایداری مدیریت آب می‌تواند راهنمایی برای مدیریت هنجاری برنامه‌ریزان باشد. Bartolini et al (2007) کاهش در مصرف آب را به عنوان یک هدف زیست محیطی مورد توجه قرار دادند. Oron et al (2008) شکاف بین عرضه و تقاضای آب ارتباط نزدیکی با تولید کشاورزی، شرایط محیطی و تغییرات آب و هوایی دارد. Ragons & Psychoudakis (2009) به حداقل کردن تأثیر خسارت‌های زیست‌محیطی در کشاورزی با هدف دستیابی همزمان کاهش میزان کود و آب آبیاری با توجه به درآمد قابل قبول در مزرعه، با رهیافت برنامه‌ریزی چندهدفه پرداختند. نتایج نشان داد که کاهش نهاده‌های آب و کود تأثیر قابل توجهی بر درآمد نشان می‌دهد.

کشور ایران در یک اقلیم خشک و نیمه خشک قرار دارد، از یک سو حدود ۹۰ درصد از منابع آبی قابل استحصال در بخش کشاورزی به مصرف می‌رسد و از سوی دیگر میزان بازدهی آب مصرفی در بخش کشاورزی بسیار پایین بوده و یک سوم آن به مصرف نهایی رسیده و مابقی هدر می‌رود (بخشی و همکاران،۱۳۹۰). در استان مازندران بدلیل پایین بودن راندمان انتقال از منبع تا مزرعه و راندمان در شیوه‌های آبیاری فعلی منجر به کاهش تولید محصول شده‌است. بطوری که ۳۳ درصد از آب استحصال شده از منابع مختلف هدر می‌رود. ۵۳ درصد از آب در دسترس در مزرعه از دسترس گیاهان تلف می‌شود. راندمان واقعی در استان ۳۲ درصد است و ۸۰ میلیارد مترمکعب آبی که در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد هدر می‌رود. این امر منجر به این شده است که کشاورزی در استان سودآور نباشد. بر این اساس ضرورت توجه کشاورزان به نحوه بهره‌برداری درست از این منابع را بیش از پیش می‌طلبد. بدین منظور، با توجه به اهمیت کشت برنج در شهرستان ساری، این مطالعه به بررسی جایگاه کشت برنج در دستیابی به شاخص‌های پایدار منابع آب می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

وقتی مدیریت کمّی نهاده‌ها و ستاده‌های نظام در یک ساختار مناسب هستند، نسبت‌ها یک راه طبیعی برخورد با موضوعات وابسته به پایداری نظام‌های کشاورزی به شمار می‌آید و از طرف دیگر، برنامه‌ریزی کسری[۱] مدیریت جواب‌ها را تسهیل می‌نماید (بریم‌نژاد، ۱۳۸۵). بر این اساس، در این مطالعه مدل برنامه‌ریزی کسری جهت محاسبه شاخص‌های پایداری منابع آب مورد استفاده قرار گرفته‌است. در مطالعه حاضر از دو شاخص نسبت درآمد ناخالص به آب مصرفی[۲] و نسبت اشتغال به آب مصرفی[۳] استفاده شده‌است.

برنامه‌ریزی کسری خطی ساده

در سال ۱۹۶۰، ریاضی‌دان مجارستانی بلا مارتوس[۴] فرمول‌سازی یک مسئله برنامه‌ریزی شبه هذلولی[۵] را که در ادبیات زبان انگلیسی به نام مسئله برنامه‌ریزی کسری نامیده‌شد، معرفی کرد. برنامه‌ریزی ریاضی کسری، یکی از انواع برنامه‌ریزی ریاضی است که از اهمیت زیادی برخورداراست (Minasiana & Bogdana, 2003). از آن جهت این برنامه کسری خوانده می‌شوند که تابع هدف به صورت کسری یا نسبت دو تابع است که این توابع می‌توانند توابعی خطی یا غیرخطی از متغیرهای تصمیم مسئله باشند (آذر و همکاران، ۱۳۹۰). هدف از برنامه‌ریزی کسری یافتن ارزش بهینه یک تابع هدف کسری که شامل محدودیت‌های خطی با توجه به متغیرهای داده شده‌است، می‌باشد. این برنامه‌ریزی شامل مدل‌هایی است که اهداف آن‌ها خارج قسمت دو تابع می‌باشند. سناریوهایی که می‌توان تکنیک برنامه‌ریزی خطی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره[۶] (MCDM) مانند برنامه‌ریزی هدف چندگانه[۷](MOP) و برنامه‌ریزی هدف در مورد آن‌ها با موفقیت استفاده می‌شوند. این سناریوها بیش‌تر مربوط به مباحث طرح‌ریزی کشاورزی اکوسیستم و مدیریت منابع می‌باشد. فرم عمومی برنامه‌ریزی کسری خطی به صورت رابطه (۱) است (Bajalinov, 2003).

1- Fractional Programming
2- Gross Income/Water Consumption
3- Labor Employment/Water Consumption
4 -Bela Martos
5- Hyperbolic programming
6- Multiple criteria decision making
7- Multi-Objective programming

$$Max\,(Min)Q(x)=\frac{P(x)}{D(x)}=\frac{\sum_{j=1}^{n}p_j x_j+p_0}{\sum_{j=1}^{n}d_j x_j+d_0} \qquad (۱)$$

st :

$\sum aij\,xj \le bi$

$\sum aij\,xj \ge bi$

$\sum aij\,xj = bi$

$x \ge 0;$

که در این روابط، Q(x) تابع هدف کسری، xj متغیرهای تصمیم، aij ضرایب فنی، bi میزان منابع در دسترس، $m_1 \le m_2 \le m_3$ و D(x) می‌باشد. معمولا برای حل الگوهای برنامه‌ریزی چند هدفی که با الگوریتم‌های خطی سازگار باشد، از دو روش الف) نیکوفسکی و زولکیفسکی[۸] ب) داتا-رائو-تیواری[۹] استفاده می‌شود.

در این مطالعه، با توجه به قابلیت‌های متعدد نرم‌افزار GAMS در حل الگوی‌های غیرخطی، از این نرم‌افزار جهت تدوین و حل الگوی مطالعه مورد نظر بدون بکار بردن دو روش فوق استفاده شده‌است. جامعه‌ی آماری این مطالعه، کشاورزان شهرستان ساری می‌باشند. اطلاعات آماری مورد نظر از ۱۰۳ بهره‌بردار کشاورزی در محدوده شهرستان ساری به روش نمونه تصادفی ساده انتخاب شده‌بودند، در سال زراعی۹۰-۱۳۸۹ جمع‌آوری شد. براساس اطلاعات به دست آمده از شهرستان، بیش‌ترین محصولاتی که در الگوی بهینه‌ی کشت منطقه وجود دارند، برنج، گندم آبی، جو آبی، هندوانه، گوجه‌فرنگی، خیار می‌باشد.

نتایج و بحث

روش تحقیق برای مطالعه یک نظام کشاورزی که دارای ۶ فعالیت (برنج، گندم آبی، ،جو آبی، هندوانه، گوجه فرنگی، خیار) است، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل برنامه‌ریزی کسری دارای سه هدف حداکثرسازی درآمد ناخالص، اشتغال، و حداقل استفاده از آب مصرفی می‌باشد. در این الگو همزمان باید درآمد ناخالص به همراه اشتغال با حداقل استفاده از آب حداکثر گردد. مساله مورد نظر یک برنامه‌ریزی خطی چند هدفی (MOLP)[۱۰] است که منطبق بر برنامه‌ریزی کسری خطی چند هدفی (MLFP)[۱۱] می باشد. در این مدل محدودیت ها در این مدل محدودیت ها میزان زمین و کود می‌باشد.

آمار دقیق میزان موجودی منابع به منظور دستیابی به اهداف تحقیق در دسترس نمی‌باشد، که با کالیبره کردن الگوی زیر مقادیر آب و کود مورد نیاز جهت دستیابی به این اهداف را با در نظر گرفتن محدودیت‌های آب و کود محاسبه می‌شود. با حل مدل برنامه‌ریزی معادله (۲) می‌توان مقادیر کود و آب را در طی اهداف حداکثر سازی درآمد ناخالص و میزان اشتغال به ترتیب محاسبه نمود.

[8]- Nykowski and Zolkiewski
[9]- Dutta-Rao-Tiwari
[10] Multi-objective Linear programming
[11] Multi-objective Linear Fractional programming

(۲)

$$Maxz1 = \sum c_i x_i$$
,
$$Maxz1 = \sum h_i x_i$$
$$st:$$
$$1)\sum a_i x_i = L_j$$
$$2)\sum b_i x_i - F_j \le 0$$
$$3)\sum t_i x_i - V_j \le 0$$
$$x_1,\dots,x_i \ge 0$$

در ابتدا مدل را برای هدف اول(z1) که حداکثرسازی درآمد ناخالص به ازای سه گروه از محدودیت‌های فوق محاسبه می‌شود. گروه اول ازمحدودیت ها نشان‌دهنده این است که نباید مقدار سطح کشت هر محصول از میزان کنونی بیشتر شود. گروه دوم نشان دهنده محدودیت آب (به ازای متر مکعب) و گروه سوم محدودیت کود لازم را نشان می‌دهد .متغییرهای و Vبه ترتیب مقادیر سمت راست آب و کود مصرفی می‌باشد که بعد از کالیبراسیون مدل بدست می‌آید. این مدل برای شرایط حداکثر اشتغال نیز محاسبه می‌گردد. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، میزان موجودی آب و کود مصرفی مورد استفاده برای هر دو هدف مقدار مشابه ۱۶۸۱۷۶۶۰۸متر مکعب و ۱۴۰۱۰۱۷۳کیلوگرم برای الگوی کشت دیم و آبی بدست آمد.

جدول۱- مقادیر سمت راست محدودیت‌های آب و کود مصرفی حاصل از کالیبره کردن مدل برای الگوی کشت آبی

مقادیر حاصل از کالیبراسیون	بیشینه درآمد ناخالص	بیشینه اشتغال
میزان موجودی آب (مترمکعب)	۱۶۸۱۷۶۶۰۸	۱۶۸۱۷۶۶۰۸
میزان موجودی کود مصرفی (کیلوگرم)	۱۴۰۱۰۱۷۳	۱۴۰۱۰۱۷۳

ماخذ:یافته های تحقیق

مقادیر بدست آمده از جدول (۱) را به عنوان محدودیت های آب و کود در مدل بیشینه سازی درآمد و اشتغال در نظرگرفته می‌شود. نتایج حاصل از مدل برنامه‌ریزی خطی در جدول(۲) نشان می‌دهد، الگوی کشت بهینه خیار (۳۸۸۱۳/۰۵ هکتار) و جو آبی (۸۲۹۷/۹۵ هکتار) با درآمد ناخالص ۵۱۶۴۷۱۶۴/۸ (۱۰۰۰۰۰ریال) بدست آمد.

جدول۲- نتایج حاصل از الگوی برنامه ریزی خطی

حداکثر سازی درآمدناخالص						
نسبت اشتغال به آب	نسبت درآمد ناخالص به آب	آب مصرفی (مترمکعب)	اشتغال (ساعت)	درآمدناخالص (۱۰۰۰۰۰ریال)	جو آبی (هکتار)	خیار (هکتار)
۰/۱۱۷	۰/۳۹۶	۱۳۰۱۷۰۹۲۷	۱۵۳۰۳۰۴۹	۵۱۶۴۷۱۳۱	۸۲۹۷/۹۵	۳۸۸۱۳/۰۵
حداکثر سازی اشتغال						
نسبت اشتغال به آب	نسبت درآمد ناخالص به آب	آب مصرفی (مترمکعب)	اشتغال (ساعت)	درآمدناخالص (۱۰۰۰۰۰ریال)	جو آبی (هکتار)	برنج (هکتار)
۰/۱۵	۰/۱۴۱	۱۶۸۱۷۶۶۱۳	۲۵۳۲۰۰۵۸	۲۳۷۲۱۷۵۰	۵۹۳۲/۲۲	۴۱۱۷۸/۷۸

ماخذ:یافته های تحقیق

که در شرایط حداکثر سازی درآمدناخالص الگوی کشت بهینه خیار (۳۸۸۱۳/۰۵ هکتار) و جوآبی (۸۲۹۷/۹۵ هکتار) با درآمد ناخالص ۵۱۶۴۷۱۶۴/۸ (۱۰۰۰۰۰ریال) بدست آمد. در شرایط حداکثرسازی اشتغال محصول برنج (۴۱۱۷۸/۷۸ هکتار) و جو آبی (۵۹۳۲/۲۲ هکتار) با میزان اشتغال ۲۶۱۲۲۸۶۴ (ساعت) بدست آمد. همانطور که در جدول (۲) مشاهده می شود در شرایط حداکثر درآمد ناخالص کشت برنج جایگاهی در الگوی بهینه کشت منطقه نداشته است. در این شرایط شاخص پایداری نسبت درآمد ناخالص به آب و نسبت اشتغال به آب به ترتیب ۰/۳۹۶ و ۰/۱۱۷ می‌باشد. از سوی دیگر در مدل برنامه ریزی خطی با هدف حداکثرسازی اشتغال کشت محصول برنج بعنوان مهمترین الگوی کشت درمنطقه پیشنهاد می‌گردد.که این امر جایگاه ویژه کشت برنج در ایجاد اشتغال در منطقه ساری می‌باشد. در این شرایط شاخص پایداری نسبت درآمد ناخالص به آب و نسبت اشتغال به آب به ترتیب ۰/۱۴۱ و ۰/۱۵ می‌باشد. این افزایش در شاخص اشتغال به آب مصرفی به دلیل ورود کشت برنج در الگوی بهینه منطقه می‌باشد. اما بدلیل پایین بودن درآمد حاصل از کشت برنج این موضوع شاخص پایداری درآمد ناخالص به آب مصرفی را به میزان قابل توجهی کاهش داده‌است.

در ادامه هر یک از اهداف حداکثر سازی درآمد ناخالص و اشتغال را با در نظر گرفتن محدودیت استفاده از منابع آب بررسی می‌شود. در واقع مدل برنامه ریزی کسری به دنبال حداکثر سازی همزمان هریک اهداف با حداقل استفاده از منابع آب می‌باشد، پس از حل مدل الگوی کشتی انتخاب می‌گردد که بالاترین نسبت را در بین سایر الگوها داشته‌باشد. این نسبت‌ها را به عنوان ابزاری جهت تعیین الگوی کشت پایدار در این مطالعه مدنظر قرار گرفت. در انتها مقایسه ای بین نتایج بدست آمده در هریک از روش‌ها صورت می‌گیرد تا بهترین الگو جهت برآورد شاخص‌های پایداری مشخص شود. براساس رابطه (۳) هدف بدست آوردن همزمان حداکثر تولید ناخالص و اشتغال به همراه کم ترین میزان مصرف آب و محاسبه شاخص پایداری آب کشاورزی در شهرستان ساری می‌باشد. بدین منظور از تقسیم کردن مقادیر حداکثر شده میزان تولید ناخالص و میزان اشتغال به مقدار حداقل بدست آمده از مصرف آب دو شاخص نسبت درآمد ناخالص به استفاده از آب و شاخص نسبت سطح اشتغال به استفاده از آب مصرفی به دست می آید. محدودیت های اول و دوم نشان دهنده این است که نباید الگوی کشت بهینه از سطح کشت فعلی بیشتر گردد. محدودیت سوم نشان‌دهنده‌ی میزان موجودی کود می باشد که نباید از میزان بدست آمده در مرحله کالیبراسیون بیشتر باشد.

$$Max Q(x) = \frac{\sum_{j=1}^{n} p_j x_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j x_j} \;\&\; Max U(x) = \frac{\sum_{j=1}^{n} n_j x_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j x_j} \qquad (۳)$$

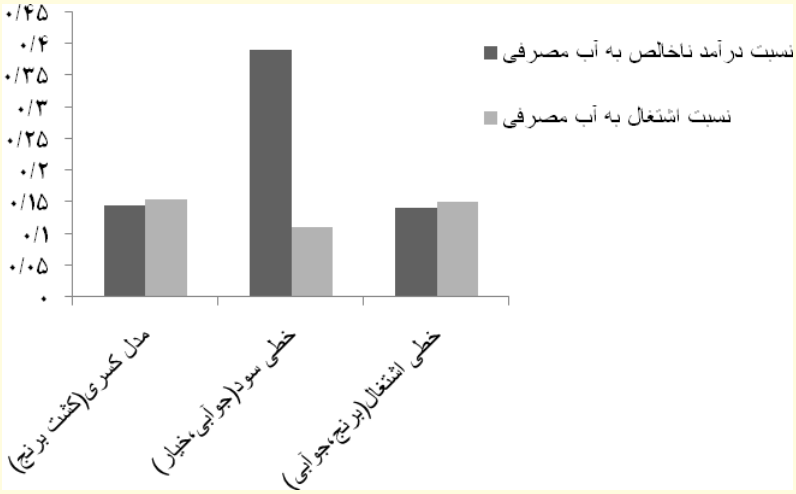
$$st:$$
$$1) \sum aij\, xj \le bi$$
$$2) \sum cij\, xj = bi$$
$$x \ge 0;$$

جدول۳- مقادیر حاصل از برنامه ریزی کسری

نسبت اشتغال به آب	نسبت درآمد ناخالص به آب	آب مصرفی (مترمکعب)	اشتغال (ساعت)	درآمد ناخالص (۱۰۰۰۰۰ریال)	برنج (هکتار)
۰/۱۵۵	۰/۱۴۴	۱۸۵۶۱۷۳۴۰	۲۸۸۳۷۹۳۲	۲۶۸۴۳۸۴۷/۸	۴۷۱۱۱

ماخذ:یافته های تحقیق

نتایج حاصل از مدل برنامه ریزی کسری در جدول شماره (۳) نشان می‌دهد، الگوی بهینه کشت در چنین وضعیتی تنها شامل محصول برنج (۴۷۱۱۱ هکتار) می‌باشد. مقادیر شاخص‌های نسبت درآمد ناخالص به آب مصرفی و نسبت اشتغال به آب مصرفی به ترتیب ۰/۱۴۴ و ۰/۱۵۵ بدست آمد. از سوی دیگر میزان اشتغال ۲۸۸۳۷۹۳۲(ساعت)، درآمد ناخالص ۲۶۸۴۳۸۴۷/۸ (۱۰۰۰۰۰ریال) و میزان آب مصرفی ۱۸۵۶۱۷۳۴۰ (متر مکعب) محاسبه شد.



شکل۱-شاخص‌های پایداری در مدل خطی و کسری

شکل (۱) وضعیت هر یک از شاخص‌ها را در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد و ابزار مناسب جهت مقایسه و شناسایی بهترین روش جهت ارزیابی شاخص‌های پایداری منابع آب به شمار می‌آید. همانطور که ملاحظه می‌شود با در نظر گرفتن تنها هدف حداکثرسازی درآمد ناخالص، شاخص درآمد ناخالص به آب مصرفی بسیار بالا می‌باشد، اما شاخص اشتغال به آب مصرفی در مقابل سایر وضعیت‌ها بسیار ناچیز می‌باشد. از سوی دیگر، با در نظر گرفتن تنها هدف حداکثرسازی اشتغال، وضعیت اشتغال نسبت به سایر وضعیت‌ها بهبود پیدا کرده است اما شاخص‌های درآمد ناخالص به آب کاهش یافته است. با مقایسه شاخص‌های حاصل از الگوهای خطی و کسری به این نتیجه می‌توان رسید که الگوهای کسری به طور کلی وضعیت بهتری را جهت ارزیابی پایداری منابع آب ایجاد می‌کند و به طور نسبی هر یک از شاخص‌ها وضعیت مناسب‌تری نسبت به سایر وضعیت ها بر خوردار می باشد. در واقع، کشت برنج در منطقه وضعیت بهتری برای شاخص‌های پایداری منابع آب ایجاد می‌کند. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود با توجه به اهمیت کشت برنج در ایجاد اشتغال نسبت به سایر محصولات، می‌بایست از طریق کاهش هزینه‌های تولید و همچنین بکارگیری فناوری جدید آبیاری باعث بهبود وضعیت اشتغال و پایداری منابع آب در این منطقه شد.

منابع

۱- آذر ع، عندلیب اردکانی د و میر فخرالدینی س، ۱۳۹۰. طراحی مدل ریاضی کسری برنامه‌ریزی تولید با رویکرد فازی (مورد مطالعه: شرکت مبل خاورمیانه). فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی، شماره ۲۲. صفحه‌های ۲۳ تا ۴۸.

۲- اسلامی م و صدالاشرافی م، ۱۳۸۳. مدیریت مصرف و بهره برداری منابع آب: مطالعه‌ی موردی دشت بهاباد، یزد. مجله علوم کشاورزی، شماره ۱۰. صفحه‌ی ۲۹ تا ۳۷.

۳- بخشی ع، دانشور کاخکی م و مقدسی ر، ۱۳۹۰. کاربرد مدل برنامه‌ریزی مثبت به منظور تحلیل اثرات سیاست‌های جایگزین قیمت گذاری آب در دشت مشهد. اقتصاد و توسعه کشاورزی، شماره ۳. صفحه‌های ۲۸۴ تا ۲۹۴.

۴- بریم نژاد و صدرالاشرافی م، ۱۳۸۴. مدل بندی پایداری در منابع آب با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره. مجله علوم کشاورزی، شماره ۴.

۵- بریم نژاد و یزدانی س، ۱۳۸۳. تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری: مطالعه موردی استان کرمان. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۶۳. صفحه‌های ۲ تا ۱۶.

۶- بریم نژاد و، ۱۳۸۵. برنامه‌ریزی کسری، ابزاری برای اندازه‌گیری شاخص‌های کمی پایداری در بخش کشاورزی. فصلنامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۵۴. صفحه‌های ۱۷۹ تا ۱۹۶.

۷- جهاد کشاورزی استان گلستان، هزینه تولید محصولات کشاورزی سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷.

۸- طبیبیان م، ۱۳۷۸. تعیین شاخص‌های پایداری و نماد آن در محیط زیست. مجله محیط شناسی، شماره ۲۴.

۹- فسخودی ع و نوری س، ۱۳۸۹. ارزیابی پایداری و تعیین الگوی کشت سیستم‌های زراعی بر اساس بهینه‌سازی بهره‌برداری از منابع آب و خاک با استفاده از الگوهای غیرخطی برنامه‌ریزی ریاضی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره۵۵. صفحه‌های ۹۹ تا ۱۰۹.

۱۰- موسوی س و قرقانی ف، ۱۳۸۷. .محاسبه‌ی شاخص‌های پایداری آب کشاورزی توسط مدل برنامه‌ریزی کسری (مطالعه موردی شهرستان مرودشت. فصلنامه‌ی اقتصاد کشاورزی، جلد سوم، شماره ی۳. صفحه‌های ۱۴۳ تا ۱۶۰.

11-Bartolini f, Bazzani G.M, Gallerani V, Raggi M and Viaggi D, 2007. the impact of water and agriculture policy scenarios farming systems in Italy :An analysis based on farm level multi-attribute linear programming models. agricultural systems, 93:90-114.

12-Bajalinov E.B, 2003. Linear-Fractional Programming Theory, Method, Applications and Software Kluwer Academic Publishers, P:423.

13-Cacho O.J, 1999. Dynamic models, externalities and sustainability in agriculture, Graduate School of Agricultural and Resource Economics, University of New England, 10 pages. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, pp. 297-313.

14-Cai X, McKinney D and Lasdon L.S, 2001. A Framework for Sustainability Analysis in Water Resources Managementand Application to the Syr Darya Basin, University of Texas at Austin.

15-Chaturvedi M.C, 2001. Sustainable development of India's waters: some policy issues, Water Policy.3: 297–320

16-Hansen J.W, 1996. Is agricultural sustainability a useful concept? Agric. Sys. 2: 117-143.

17-Lusigi W, 1995. Planning of Human Activities on Protected Natural Ecological Systems. Technical University of Munich, Germany.

18-Oron G and Gillerman L, 2008. Membrane technology for advanced waste water reclamation for sustainable agriculture production. *Desalination*, 218:170-180.

19-Ragons A and Psychoudakis A, 2009. Minimizing adverse environmental effects of agriculture: a multi-objective programming approach. Operational research, 9:267–280.