علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره ده، دی ماه ۹۸

بررسی اثر افزایش کارایی مصرف آب بر تغییر الگوی کشت با تاکید بر اهداف سیاستگذاران و زیست محیطی در استان فارس

حمید محمدی*[۱]

hamidmohammadi1378@gmail.com

علی رضا سرگزی[۲]

ولی اله سارانی [۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۶/۱۱ **تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۱**

چکیده

زمینه و هدف: کارایی پایین مصرف آب افزون بر هدر دادن منابع کمیاب آب موجب افزایش جریان آب و آلودگی‌های زیست‌محیطی نیز می‌شود. تحلیل اثر افزایش کارایی مصرف آب می‌تواند بعنوان ابزاری مطلوب به سیاستگذاران یاری رساند. در همین راستا این مطالعه با هدف تحلیل آثار افزایش راندمان آبیاری در میان بهره برداران استان فارس انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه از رهیافت برنامه ریزی چندهدفه استفاده گردیده است.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اثر افزایش راندمان آبیاری بر الگوی کشت و اهداف بهره برداران شامل بازده ناخالص و ریسک بازده ناخالص و همچنین اثر آن بر ملاحظات زیست محیطی شامل مصرف آب و کودشیمیایی بررسی شد. اشتغال نیز دیگر هدف مورد توجه بود. با توجه به چندبعدی بودن آثار تحت بررسی، از رهیافت برنامه‌ریزی چند هدفی استفاده شد.

بحث و نتیجه گیری: تحلیل سناریوها نشان داد که افزایش راندمان آبیاری موجب افزایش بازده ناخالص و مصرف کودشیمیایی و تنوع در الگوی کشت می‌شود اما مساعدت چندانی به کاهش ریسک بازده ناخالص نمی‌کند. همچنین مشخص شد که افزایش راندمان در منطقه استان فارس موجب افزایش اشتغال نیز نخواهد شد. بطور کلی در افزایش راندمان اگر افزایش بازده ناخالص مورد توجه قرار گیرد بیش از سایر اهداف در جهت منافع جامعه خواهد بود.

واژه های کلیدی: راندمان آبیاری، اهداف زیست‌محیطی، الگوی بهینه کشت، ریسک، استان فارس.

---

۱ - استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل (نویسنده مسئول)

۲ - مربی گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

۳ - استادیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه زابل

December, 2019 J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.10,

Studying Impact of Increase in Water Usage Efficiency on Cropping Pattern Change with Emphasis on the Policy Makers and Environmental Objectives in Fars Province

Hamid Mohammadi[1]
hamidmohammadi1378@gmail.com
Alireza Sargazi[2]
Valiollah Sarani[3]

Accepted: 2017.03.01 Received: 2016.09.01

Abstract

Background and Objective: Low water use efficiency, in addition to wasting scarce water resources, also increases water flow and environmental pollution. Analyzing the effect of increasing water use efficiency can be a useful tool for policy makers. This study aimed to analyze the effects of increasing irrigation efficiency among farmers in Fars province.

Method: In this study, multi-objective planning approach was used.

Findings: Result showed that Impact of increased irrigation efficiency on cropping pattern and producer's objectives including gross margin and risk as well as its impact on environmental aspects including water and chemical fertilizer use was studied. Employment is also another objective. Regarding the multidimensional impacts, multi objective programming was applied.

Discussion and Conclusion: Scenario analysis showed that increase in irrigation efficiency increases gross margin, chemical fertilizer use and diversity in cropping plan. However, it failed to incorporate in risk reduction. It was also found that increase in irrigation efficiency dose not increase employment. In general, the society will be benefited from improvement in irrigation efficiency if the increase of gross margin is considered as the main goal.

Key Words: Irrigation Efficiency, Environmental Objectives, Optimal Cropping Plan, Risk, Fars Province.

1 - Assistant Prof, Deptartment of Agricultural economics, University of Zabol, Zabol, Iran * *(Corresponding Author)*.
2 - Member of faculty, Deptartment of Agricultural Economics, University of Zabol, Zabol, Iran
3 - Assistant Prof, Deptartment of Extension and Agricultural Education, University of Zabol, Zabol, Iran

مقدمه

راندمان پایین آبیاری افزون بر استفاده زیاد از نهاده حایز اهمیت آب و خارج شدن بخشی از آب از دایره استفاده مفیدتر مترادف با جریان زیاد آب در آبراهها است که این جریان پیامدهای نامطلوبی به همراه دارد. افزایش جریان آب مازاد باعث انتقال رسوب، مواد مغذی(نیتروژن و فسفر) و مواد شیمیایی حاصل از کود شیمیایی و سموم شیمیایی به آب های سطحی و زیرزمینی می‌گردد. همچنین باعث تغییر در میزان مواد مغذی موجود درآب نیز می‌گردد (۱). بر این اساس افزایش راندمان آبیاری می تواند افزون بر افزایش بهره‌وری آب و افزایش توان تولیدی آن از بروز پیامدهای زیست محیطی نیز جلوگیری نماید. در حال حاضر هدف زیست محیطی تنها به استفاده کمتر از آب محدود نمی‌شود بلکه استفاده از آب توأم با نهاده های شیمیایی و بویژه نهاده کودشیمیایی مورد توجه است (۲). بنابراین در تحلیل اثر افزایش راندمان آبیاری افزون بر بهره برداران باید اهداف جامعه نیز بصورت تأمین محیط زیست سالم مورد توجه باشد. در عین حال نباید از نظر دور داشت که اگر افزایش دسترسی به آب مترادف با استفاده بیشتر از نهاده های خارج از مزرعه باشد آنگاه افرایش راندمان پیامد زیست محیطی نامطلوب نیز به همراه خواهد داشت. البته شکی نیست که افزایش راندمان می تواند منجر به بهبود شرایط درآمدی گروه های تولیدکننده شود اما باید کل جامعه بعنوان نهاد متأثر از افزایش راندمان مورد توجه قرار گیرد.

در منطقه مورد مطالعه (استان فارس- فسا) به دنبال اجرای پروژه پخش سیلاب میزان دسترسی به آب از ۴/۰۸ میلیون مترمکعب به بیش از ۱۴/۰۳ میلیون مترمکعب افزایش یافته است. این در حالی است که در حال حاضر بیش از ۲۶/۹ میلیون مترمکعب برداشت می شود (۳) و این اضافه برداشت می تواند پیامدهای زیانبار زیست محیطی به دنبال داشته باشد. افزایش راندمان آبیاری می تواند گامی در جهت کاهش اضافه برداشت و حفظ پایداری استفاده از منبع آب در منطقه یاد شده باشد.

در اغلب مطالعات انجام شده در مورد افزایش راندمان آبیاری تحلیل‌ها به ارزیابی مالی محدود شده است (۴و۵و۶و۷و۸). در این قبیل مطالعات عمدتاً از نسبت منفعت به هزینه برای ارزیابی استفاده شده است. در حالی که برخی تنگناها و دشواری‌ها در زمینه استفاده از سیستم های آبیاری نیز وجود دارد (۹) که کمتر مورد توجه مطالعات بوده است. یکی از مهمترین جنبه هایی که در برخی از مطالعات انجام شده در زمینه سیستم‌های آبیاری مدرن مورد توجه قرار گرفته است و دارای ماهیتی متفاوت با ارزیابی مالی است، پذیرش تکنولوژی نوین است. در اغلب مطالعات معمولاً عوامل مؤثر بر پذیرش تکنولوژی شامل ویژگیهای شخصیتی، ارتباطی و اقتصادی ارزیابی شده است (۱۰). عواملی چون مقدار آب مصرفی، عملکرد، کیفیت خاک، توپوگرافی و اندازه زمین نقش موثری در بکارگیری تکنولوژی آب‌اندوز دارند(۱۱). زمینه هایی مانند تغییر در الگوی کشت و عوارض زیست محیطی تغییر در راندمان آبیاری علیرغم اهمیت بالا اما کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از معدود مطالعاتی است که اثر افزایش راندمان را بر سطح آب های زیرزمینی مورد توجه مطالعه ای است که در منطقه کرمان انجام شد مشخص گردید که افزایش راندمان آبیاری باعث افزایش سطح آب‌های زیرزمینی می‌گردد(۱۳).

هدف افزایش کارایی مصرف آب از نگاه زیست محیطی نیز بسیار حایز اهمیت است. البته اهداف زیست محیطی دارای اجزای متعدد است. برخی هدف زیست‌محیطی را بصورت کاهش مصرف کودشیمیایی یا کاهش ورود نیتروژن به خاک لحاظ نموده‌اند(۱۴و۱۵). در مطالعه دیگر کاهش مصرف آب و کودشیمیایی بعنوان هدف زیست محیطی مطرح گردیده است. لذا در مطالعه حاضر کاهش مصرف کودشیمیایی هم بعنوان هدف زیست محیطی در کنار کاهش مصرف آب مورد توجه قرار گرفت(۱۶). با توجه به اینکه مطالعه حاضر بر آن است تا اهداف متعدد مترتب بر استفاده از آب را مورد توجه قرار دهد و همچنین با توجه به بیکاری بالا (۲۰ درصد) در منطقه (۳) به

مسأله اشتغال نیز توجه شد. در مطالعاتی نیز افزایش اشتغال تحت عنوان هدف اجتماعی مورد توجه بوده است(۱۷و۱۸). افزایش بازده ناخالص یا درآمد ناخالص نیز همواره از سوی بهره برداران مورد توجه خواهد بود. یافته های مطالعه ترکمانی (۱۹۹۶) در استان فارس نشان داد که بهره‌برداران ریسک‌گریز هستند و از همین رو بود که پدیده ریسک نیز مورد توجه قرار گرفت (۱۷). به این ترتیب بطور خلاصه می توان گفت این مطالعه به دنبال آن است تا اثر افزایش راندمان آبیاری بر اهداف بهره‌برداران شامل افزایش بازده ناخالص و کاهش ریسک و همچنین کاهش مصرف آب و کودشیمیایی بعنوان هدف سیاستگذاران مورد بررسی قرار دهد. کاهش مصرف آب و کودشیمیایی بعنوان اهداف زیست محیطی مورد توجه سیاستگذاران انتخاب گردیده است. افزایش اشتغال نیز بعنوان دیگر هدف مورد توجه سیاستگذاران مورد توجه قرار گرفت. افزون بر این با تعریف تابع مطلوبیت جامعه که اهداف یادشده را در بر می‌گیرد اهمیت هر یک از اهداف در تغییر دسترسی به آب ناشی از افزایش راندمان مورد بررسی قرار گرفت.

روش تحقیق

تغییر راندمان آبیاری (کارایی مصرف آب) به معنی تغییر در دسترسی به آب آثار متفاوتی دارد و گروه های مختلفی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از یک سو بهره‌برداران از افزایش راندمان آبیاری بهره‌مند می شوند و از سویی دیگر ممکن است محیط زیست در معرض استفاده بی رویه از نهاده ها و بویژه نهاده های خارج از مزرعه قرار گیرد. از این رو می‌توان گفت علیرغم آنکه افزایش راندمان ممکن مطلوب تلقی شود اما برخی پیامدها نیز اجتناب ناپذیر است. اهداف مورد تعقیب ۵ مورد است و دربرگیرنده اهداف سیاستگذاران شامل کاهش مصرف آب و کودشیمیایی و افزایش اشتغال و دو هدف کاهش ریسک بازده ناخالص (درآمد) و افزایش بازده ناخالص بعنوان اهداف بهره-برداران است.

توجه به اثرات زیست محیطی و اجتماعی بعنوان یک هدف ملی برای سیاست‌گذاران مورد توجه است حال آنکه ممکن است این اهداف با تمایل بهره برداران در استفاده از آب که به دنبال حصول حداکثر بازده هستند در تضاد می‌باشد. لذا، لازم است به اهداف سیاستگذاران در سطح کلان و بهره برداران در سطح مزرعه توجه شود که این نیز مستلزم استفاده از رهیافت برنامه-ریزی چند هدفی است تا امکان تعقیب اهداف یاد شده فرآهم شود. این رهیافت امکان بهینه‌سازی چند هدف را بطور توأم مشروط بر محدودیت منابع فراهم می‌نماید. البته اغلب به جای یک جواب بهینه یک مجموعه از جواب‌ها حاصل می‌شود که این ویژگی نیز امکان مبادله میان جواب‌ها را ممکن می‌سازد. در این مطالعه از رهیافت برنامه ریزی چندهدفی استفاده گردید. اهداف و محدودیت های مورد استفاده در این الگو به صورت زیر است:

هدف حداکثرسازی بازده‌ناخالص

$$MaxZ_1(x_i)=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}c_{ij}x_{ij} \qquad (۱)$$

در معادله فوق c_{ij} بیانگر بازده ناخالص محصول i تحت راندمان آبیاری j در هر هکتار و x_i نیز سطح زیرکشت محصول i است.

هدف حداقل‌سازی مصرف آب

$$MinZ_2(x_i)=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}x_i \qquad (۲)$$

در رابطه فوق w_{ij} آب مورد استفاده در آبیاری محصول i با راندمان j بر حسب مترمکعب است.

هدف حداقل‌سازی ریسک (واریانس) بازده ناخالص

$$MinZ_3(x_i)=\sum_{i=1}^{m}\sum_{k}^{m}\sigma_{ik}x_i x_k \qquad i,k=1,2,...,m \quad (۳)$$

که در آن σ_{ik} ماتریس واریانس-کوواریانس بازده حاصل از تولید محصول i است.

هدف حداقل‌سازی مصرف کودشیمیایی

$$MinZ_4(x_i)=\sum_{h=1}^{q}\sum_{i=1}^{m}f_{ih}x_i \qquad (۴)$$

در رابطه فوق h نشان دهنده نوع کودشیمیایی مورد استفاده (کود ازته و فسفاته)، f_{ih} میزان کودشیمیایی نوع h (ازته یا فسفاته) در هر هکتار از محصول i است.

هدف حداکثرسازی اشتغال

$$MaxZ_5(x_i)=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}l_{ij}x_i \qquad (۵)$$

در نامعادله فوق l_{ij} نیروی کار مورد نیاز در هر هکتار برای محصول i در راندمان آبیاری j است.

محدودت های الگو نیز به شکل زیر است:

محدودیت آب

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{t=1}^{T} w_{ijt}x_i \le W_t \qquad (۶)$$

در نامعادله فوق i نوع محصول، j راندمان آبیاری، t زمان (ماه)، w_{ijt} آب مورد استفاده در آبیاری محصول i با راندمان j و در ماه یا دوره t بر حسب مترمکعب، x سطح زیرکشت بر حسب هکتار و W_t کل آب در دسترس در ماه t بر حسب مترمکعب است. j دربرگیرنده راندمان های آبیاری ۳۵، ۴۰، ۴۵، ۵۰، ۵۵، ۶۰، ۶۵ و ۷۰ درصد است. دوره های زمانی نیز مشتمل بر ماه‌های دوازده‌گانه است.

محدودیت زمین

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{t=1}^{T} x_{it} \le X_t \qquad (۷)$$

در نامعادله فوق X_t کل زمین در دسترس در ماه t برای کشت در منطقه است.

محدودیت نیروی کار

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{t=1}^{T} l_{ijt}x_i \le L_t \qquad (۸)$$

در نامعادله فوق l_{ijt} نیروی کار مورد نیاز در هر هکتار برای محصول i در راندمان آبیاری j در ماه t بر حسب روز - نفر و L_t کل نیروی کار موجود در منطقه در ماه t بر حسب روز-نفر است.

محدودیت سرمایه

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} k_{ij}x_i \le K \qquad (۹)$$

در نامعادله فوق k_{ij} هزینه های متغیر تولید محصول i در راندمان آبیاری j در هر هکتار و K مجموع هزینه های متغیر تولید محصولات است.

محدودیت کودشیمیایی

$$\sum_{h=1}^{q}\sum_{i=1}^{m} f_{ih}x_i \le F_h \qquad (۱۰)$$

در رابطه فوق F_h کل کودشیمیایی مورد استفاده از نوع h برای محصولات است.

بر اساس اظهارت بهره‌برداران در مورد سایر عوامل تولید محدودیتی وجود ندارد. همانطور که در روابط ارایه شده نیز مشخص گردید اثر افزایش راندمان آبیاری بصورت تغییر در ضرایب فنی توابع هدف و محدودیت ها مورد توجه قرار گرفت. البته اثر افزایش راندمان بر استفاده از نیروی کار محدود است. زیرا عمده نیروی کار در فعالیت هایی به جز آبیاری مورد استفاده قرار می گیرد. در روش مقید حل برنامه ریزی چندهدفی یکی از اهداف مشروط بر تأمین سایر اهداف در یک سطح مشخص که باید حداقل به اندازه سطح فعلی آنها مطلوب باشد، بهینه می‌گردد. از همین رو برای اهدافی که در قالب قید در مدل گنجانده می شوند می توان سطوح مختلف از مقادیر را بعنوان هدف انتخاب نمود. این سطوح در مطالعه حاضر بر اساس رابطه زیر انتخاب گردید (۲۰):

$$L_{ir} = n_i + t(r-1)^{-1}(M_j - n_i), \quad \begin{matrix} j = 1,2,....,h-1,h+1,...,p; \\ t = 0,1,2,...,(r-1), \end{matrix} \qquad (۱۱)$$

$$t(r-1)^{-1}(M_j - n_j)$$

L_i مقادیری است که از دامنه انتخاب می شود. M و n نیز به ترتیب بهترین و بدترین مقدار برای هدف i و r تعداد دامنه است.

در این مطالعه تلفیق سناریو افزایش راندمان با اهداف گروه‌های دخیل منجر به ارایه الگوهای بهینه متعدد گردید که هر یک از نظر تأمین تنها برخی از اهداف مطلوب بودند در حالی که منجر به بهبود برخی دیگر از اهداف نشدند. لذا لازم بود این الگوها بر اساس توان خود در تأمین ترکیب مناسبی از اهداف اولویت بندی شوند. در این بررسی همانطور که پیش‌تر نیز عنوان شد اهداف زیست‌محیطی و اجتماعی بعنوان اهداف سیاستگذاران در کنار اهداف بهره برداران مورد توجه قرار گرفت. برای این منظور برای منطقه منتخب ابتدا مجموعه الگوهایی با هدف بهینه سازی بر اساس هر یک از اهداف بطور انفرادی و ضمن حفظ سایر اهداف در سطح فعلی ارایه گردید. برای انتخاب از میان الگوهای متعدد به دست آمده می‌توان از تحلیل خوشه‌ای

استفاده نمود (۲۰). همچنین می‌توان الگوهای بهینه را با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی فازی اولویت‌بندی نمود (۲۱). در این مطالعه برای انتخاب از میان مجموعه الگوهای بهینه از رهیافت فازی استفاده گردید. در این مطالعه از روش رتبه بندی فازی بصورت زیر استفاده شد:

فرض کنید که $i \in [1, N]$ و N تعداد الگوهای بهینه ارایه شده توسط رهیافت برنامه‌ریزی چندهدفی است و $j \in [1, M]$ که j اهداف مورد استفاده است. همچنین فرض کنید که x_j مقداری است که هدف j برای الگوی بهینه i اختیار می‌کند. اگر مقادیر اهداف مورد استفاده بصورت نزولی رتبه‌بندی شود که طی آن مقادیر بالاتر برای هدف یاد شده به معنی اولویت بیشتر باشد آنگاه تابع عضویت شاخص j را برای منطقه $\mu_j(i)$ را می‌توان بصورت زیر تعریف نمود (۲۱):

$$\mu_j(i) = \begin{cases} 1 & if \quad x_j^i \geq x_j^{\max} \\ \dfrac{x_j^i - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} & if \quad x_j^{\min} \leq x_j^i \leq x_j^{\max} \\ 0 & if \quad x_j^i \leq x_j^{\min} \end{cases} \qquad (۱۲)$$

که در آن $x_j^{\min} = Min_i(x_j^i)$ و $x_j^{\max} = Max_i(x_j^i)$. تابع $\mu_j(i)$ درجه برخورداری iامین الگوی بهینه را نسبت به هدف j اندازه‌گیری می‌کند. برای فازی سازی مقادیر به دست آمده از حل الگوی برنامه‌ریزی برای اهداف آب، کودشیمیایی و ریسک الگو، می‌توان از تابع عضویت فوق استفاده نمود. به همین ترتیب اگر اهداف را بصورت صعودی مرتب شود تابع عضویت $\mu_j(i)$ بصورت زیر تعریف خواهد شد (۲۱):

$$\mu_j(i) = \begin{cases} 1 & if \quad x_j^i \leq x_j^{\min} \\ \dfrac{x_j^{\max} - x_j^i}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} & if \quad x_j^{\min} \leq x_j^i \leq x_j^{\max} \\ 0 & if \quad x_j^i \geq x_j^{\max} \end{cases} \qquad (۱۳)$$

از این تابع عضویت نیز برای رتبه‌بندی سطح بازدهی و میزان اشتغال الگوهای بهینه استفاده گردید. توابع یاد شده توابعی افزایشی از درجه برخورداری الگو بوده و مقادیری بین صفر و یک اختیار می‌کنند.

با توجه به اینکه اهداف مورد استفاده نامتجانس هستند لذا لازم است بگونه‌ای متجانس گردند. در این مطالعه با استفاده از روش پیشنهادی سریولی و زانی (۱۹۹۰) برای تابع عضویت اهداف مورد استفاده، میانگین وزن هندسی بصورت زیر تعیین گردید(۲۰):

$$\mu(i) = \sum_{i=1}^{M} w_j \mu_j(i) \qquad (۱۴)$$

در رابطه فوق $w_j \geq 0$ و $\sum_{j=1}^{M} w_j = 1$. در این رابطه w_j وزن هدف j است. مقادیر وزن اهداف باید بین حداکثر و حداقل باشد. این معیار برهمکنش میان اهداف را لحاظ می‌کند. بر این اساس وزن اهداف بصورت زیر تعریف می‌گردد (۲۱):

$$w_j = \ln(\frac{1}{\mu_j}) / \sum_{j=1}^{M} \ln(\frac{1}{\mu_j}) \qquad (۱۵)$$

$$\overline{\mu} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \mu_j(i) \qquad (۱۶)$$

در رابطه فوق w_j تابعی معکوس از میانگین سطح اهداف نسبت به هدف j است. تابع لگاریتمی نیز بیانگر آن است که اولویت هر الگوی بهینه تابعی غیرخطی از اهداف مورد استفاده می‌باشد.

الگوهای بهینه به دست آمده در واقع ترکیبی از اهداف را متعدد و بعضاً متعارض را تأمین می نماید که مبنای انتخاب الگوی بهینه ایجاد حداکثر رضایت‌مندی برای مجموع گروه های دخیل و یا کل اجتماع است. استفاده از رهیافت فازی با ارایه وزن هایی برای هر یک از اهداف امکان تجمیع این اهداف و تشکیل تابع هدف اجتماعی را فرآهم می کند. برای بیان مطلوبیت مجموع گروه ها یا اجتماع می توان از تئوری مطلوبیت مبتنی بر رهیافت چند هدفی استفاده نمود(۲۲). این تابع مطلوبیت به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$U = U(x_1, x_2, \ldots, x_n) \qquad (۱۷)$$

که در آن U مطلوبیت و x نیز هدف مورد نظر تحت تعقیب اجتماع تصمیم‌گیرندگان است. اگر مطلوبیت اهداف متقابلاً مستقل از یکدیگر باشد آنگاه می‌توان تابع مطلوبیت فوق را بصورت زیر نوشت (۲۱):

$$U = U(x_1, x_2, ..., x_n) = \sum w_i u_i(x_i) \quad i = 1,2,...,n \qquad (۱۸)$$

در رابطه فوق $u_i(x_i)$ مطلوبیت حاصل از هدف iام و w وزن این هدف است. اگر مطلوبیت یاد شده با $f(x_i)$ نشان داده شود آنگاه رابطه فوق بصورت زیر خواهد بود:

$$U = \sum_{i=1}^{n} w_i f_i(x) \qquad (۱۹)$$

با توجه به اینکه مقادیر اهداف شامل آب، بازده ناخالص، ریسک بازده ناخالص، اشتغال و کودشیمیایی با یکدیگر متفاوت می-باشد لذا، لازم است بمنظور تجمیع آنها مقادیر اهداف نرمال شود. برای نرمال کردن عامل نرمال‌کننده $k = \max f_i(x) - \min f_i(x)$ پیشنهاد شده است (۲۱). با استفاده از این عامل رابطه فوق بصورت زیر بیان می‌شود:

$$U = \sum_{i=1}^{n} \frac{w_i}{k_i} f_i(x) \qquad (۲۰)$$

در این مطالعه بمنظور ترکیب اهداف در قالب تابع مطلوبیت از وزن های به دست آمده از روش رتبه بندی فازی استفاده گردید که دارای منطق مشابه روش پیش گفته است.

بخشی از اطلاعات تولیدی مورد نیاز از طریق مصاحبه حضوری و تکمیل پرسشنامه در میان ۹۰ بهره‌بردار منتخب منطقه استان فارس به دست آمد. البته جامعه مورد مطالعه کل منطقه اجرای پروژه پخش سیلاب در منطقه استان فارس شامل روستاهای بیشه زرد، چاه دولت، احمدآباد و رحیم آباد می باشد و تنها برای مقادیر ضرایب فنی از میانگین اطلاعات به دست آمده برای ۹۰ بهره‌بردار استفاده شد. این نمونه نیز بطور تصادفی انتخاب گردید. داده‌های مربوط به قیمت و عملکرد محصولات مختلف برای برنامه‌ریزی توأم با ریسک نیز از سالنامه‌های آماری استان فارس استخراج شد.

نتایج و بحث

داده های جمع آوری شده شامل مقادیر تولید، سطح‌زیرکشت، عملکرد، میزان استفاده از هر یک از نهاده‌ها و همچنین قیمت محصولات و نهاده‌ها می باشد. راندمان آبیاری در منطقه مورد مطالعه نیز بر اساس ارقام برآورد شده تنها در حدود ۳۵ درصد است (۱۶). به این ترتیب یک سناریو برای شرایط آتی، بهبود تکنولوژی و افزایش راندمان آبیاری است. از همین رو بود که چند سناریو افزایش راندمان آبیاری مورد بررسی قرار گرفت. این سناریو ها برای هر یک از اهداف که پیش تر نیز مورد بررسی قرار گرفته بود، بررسی شد. سناریوها افزایش راندمان آبیاری شامل راندمان ۴۰، ۵۰، ۵۵، ۶۰، ۶۵ و ۷۰ درصد است. اثر افزایش راندمان آبیاری بصورت تغییر در ضرایب فنی بازده ناخالص و نیاز آبی محصولات مختلف مورد توجه قرار گرفت.

ابتدا در جدول (۱) اثر افزایش راندمان بر سطح حداکثر بازده ناخالص قابل حصول آمده است. در این الگوها بازده ناخالص مشروط بر سطح فعلی سایر نهاده‌ها حداکثر شده است. الگوی حداکثر بازده ناخالص فعلی نیز با راندمان ۳۵ درصد در جدول آمده است. مهمترین تفاوتی که در اثر افزایش راندمان ایجاد شده است تغییر الگوی کشت و تنوع آن است. به این معنی که تعداد محصولات الگو افزایش یافته است. به این ترتیب می توان گفت اثر افزایش راندمان آبیاری همانند افزایش آب در دسترس است. در صورتی که راندمان افزایش یابد با فرض دسترسی به سایر نهاده‌ها محصولات بیشتری اولویت حضور در الگو را پیدا می کنند. در الگوی حداکثر بازده ناخالص در سطح راندمان فعلی تنها دو محصول خربزه و هندوانه در الگوی کشت جای گرفته اند. در حالی که در الگوی افزایش راندمان گندم و ذرت نیز حایز اولویت هستند. علاوه بر این با افزایش راندمان آبیاری از سطح زیرکشت خربزه کاهش و بر سطح زیرکشت سایر محصولات الگو اضافه شده است. به گونه ای که در راندمان ۷۰ درصد بیش از ۴۴ درصد از الگو را ذرت به خود اختصاص داده است و ۲۳ درصد نیز به محصول هندوانه اختصاص یافته است. بازده ناخالص نیز در مقایسه با الگوی فعلی با بیش از ۴۱ درصد افزایش به بیش از ۳۵ میلیارد ریال رسیده است. از سوی دیگر میزان مصرف کودشیمیایی در مقایسه با الگوی حداکثر بازده ناخالص حاصل از راندمان فعلی در حدود ۶ برابر رشد یافته است. در تمامی الگوها ریسک در سطح فعلی قرار داشته است. رشد سطح زیرکشت نیز بالا است. در الگوی حاصل از راندمان ۷۰ درصد با توجه به ایجاد محدودیت توسط نیروی کار در

دسترس حتی از تمام آب در دسترس نیز استفاده نشده است.

بر خلاف آن که مشاهده گردید که افزایش راندمان آبیاری در الگوهای حداکثر بازده ناخالص تغییرات گسترده‌ای را ایجاد می-کند اما در الگوهای حداقل ریسک افزایش راندمان آبیاری درمقایسه با الگوی حاصل از راندمان فعلی تفاوت کمتری را موجب می‌شود (جدول ۲). در مورد سطح زیرکشت تغییرات ناشی از تغییر راندمان بصورت کاهش سطح زیرکشت خربزه و هندوانه و افزایش سطح زیرکشت چغندرقند، ذرت و سطح زیرکشت کل است. با افزایش راندمان از ۳۵ درصد به ۵۵ درصد میزان ریسک تنها ۵/۴ درصد کاهش یافته است از سوی دیگر میزان مصرف کودشیمیایی بیش از ۵۶ درصد رشد داشته است. این در حالی است که ارقام مذکور در سطح بازده ناخالص الگوی حداقل ریسک راندمان فعلی حاصل شده است. در الگوهای حداقل ریسک نیز مشخص گردید که در مقادیر راندمان بالاتر از ۵۵ درصد دیگر امکان کاهش ریسک وجود نخواهد داشت و در واقع از آب مازاد بواسطه محدودیت نهاده نیروی کار استفاده بیشتر بعمل نمی آید. در الگوهای حداقل ریسک مشاهده می شود که علیرغم افزایش استفاده از نهاده‌ها شامل زمین، نیروی کار، کودشیمیایی و آب اما بازده ناخالص در سطح فعلی باقی مانده است. در واقع در این الگوها افزایش راندمان صرف کاهش ریسک شده است و همانطور که در مطالعه ترکمانی و زیبایی (۱۳۸۲)، نیز مشخص گردید در میان بهره برداران ریسک گریز افزایش استفاده از نهاده‌ها می تواند بعنوان اقدامی در جهت کاهش ریسک مورد توجه باشد. لازم به ذکر است که افزایش استفاده از آب در قالب کاهش استفاده ناشی از افزایش راندمان مستتر است(۲۳).

جدول ۱- اثر افرایش راندمان بر الگوهای حداکثر بازده ناخالص

Table 1- Effect of increasing of the efficiency on the patterns of maximum gross margin

	نام محصول	گندم	جو	ذرت	پنبه	گوجه فرنگی	چغندر قند	خربزه	هندوانه	سطح زیرکشت (هکتار)	بازدهی ناخالص (میلیون ریال)	مصرف آب (هزار مترمکعب)	مصرف کودشیمیایی (تن)	اشتغال (هزار روز-نفر)	ریسک (۱۰۲۱)
	الگوی فعلی	۱۴۱۰	۲۷۵	۳۸۰	۱۸۰	-	۲۰	۱۰۰	۳۵۰	۲۷۱۵	۲۵۰۸۱	۲۶۹۳۰	۱۸۷۲	۸۴	۱۶۶۹۹۳
الگوهای حداکثر بازده ناخالص	راندمان فعلی(۳۵٪)	-	-	-	-	-	-	۹۱۲	۳۱۶	۱۲۲۸	۳۲۲۳۴	۱۴۰۳۲	۱۷۲	۹۵/۸	۱۶۶۹۹۳
	٪۴۰	۰	-	۱۹۹	-	-	-	۸۸۹	۳۰۱	۱۳۸۹	۳۲۹۶۶	۱۴۰۳۲	۳۰۶/۱	۹۶	۱۶۶۹۹۳
	٪۴۵	۰	-	۴۰۰	-	-	-	۸۵۷	۲۹۲	۱۵۴۹	۳۳۶۱۲	۱۴۰۳۳	۴۴۰/۷	۹۶	۱۶۶۹۹۳
	٪۵۰	۰	-	۵۹۸	-	-	-	۸۱۴	۲۹۵	۱۷۰۶	۳۴۲۰۷	۱۴۰۳۲	۵۷۳/۷	۹۶	۱۶۶۹۹۳
	٪۵۵	۳۷	-	۷۷۲	-	-	-	۷۶۰	۳۰۶	۱۸۷۵	۳۴۷۴۰	۱۴۰۳۲	۷۲۲/۴	۹۶	۱۶۶۹۹۳
	٪۶۰	۱۵۲	-	۸۹۸	-	-	-	۶۹۵	۳۲۴	۲۰۷۰	۳۵۱۹۵	۱۴۰۳۲	۹۰۶/۴	۹۶	۱۶۶۹۹۳
	٪۶۵	۲۸۷	-	۱۰۰۷	-	-	-	۶۰۴	۳۶۹	۲۲۶۷	۳۵۵۲۱	۱۴۰۳۲	۱۰۹۵/۶	۹۶	۱۶۶۹۹۳

جدول۲- اثر افرایش راندمان بر الگوهای حداقل ریسک، آب و کودشیمیایی و حداکثر نیروی کار

Table 2- Effect of increasing the efficiency on the patterns of minimum risk, water and fertilizer and labor maximum

	نام محصول		گندم	جو	ذرت	پنبه	گوجه فرنگی	چغندر قند	خربزه	هندوانه	سطح زیرکشت (هکتار)	بازدهی ناخالص (میلیون ریال)	مصرف آب (هزار مترمکعب)	مصرف کودشیمیایی (تن)	اشتغال (هزار روز-نفر)	ریسک (10^{21})
	الگوی فعلی		۱۴۱۰	۲۷۵	۳۸۰	۱۸۰	-	۲۰	۱۰۰	۳۵۰	۲۷۱۵	۲۵۰۸۱	۲۶۹۳۰	۱۸۷۲	۸۴	۱۶۶۹۹۳
الگوهای حداقل ریسک		راندمان فعلی ۳۵٪	-	-	۱۷	-	۵۴	۹۷	۴۰۳	۵۰۵	۱۰۷۶	۲۵۰۸۲	۱۴۰۳۲	۲۱۸	۸۶/۵	۷۰۹۸۰
		٪۴۰	-	-	۲۹	-	۴۶	۲۰۸	۳۸۹	۴۸۰	۱۱۵۲	۲۵۰۸۲	۱۴۰۳۲	۲۵۰	۹۰/۲	۶۹۱۳۴
		٪۴۵	-	-	۴۱	-	۳۹	۳۱۹	۳۷۶	۴۵۴	۱۲۲۸	۲۵۰۸۲	۱۴۰۳۲	۲۸۲	۹۳/۹	۶۷۸۵۷
		٪۵۰	-	-	۸۳	-	۲۳	۴۱۶	۳۶۲	۴۳۰	۱۳۱۵	۲۵۰۸۲	۱۴۰۳۲	۳۲۵	۹۶	۶۷۱۸۰
		٪۵۵	-	-	۱۰۷	-	۱۶	۴۳۹	۳۵۸	۴۲۴	۱۳۴۴	۲۵۰۸۲	۱۳۱۱۹	۳۴۱	۹۶	۶۷۱۴۲
الگوهای حداقل مصرف آب و کودشیمیایی		راندمان فعلی ۳۵٪	-	-	-	-	-	-	۹۲۲	-	۹۲۲	۲۵۰۸۲	۱۰۰۳۲	۱۲۹	۷۱/۹	۱۵۴۰۴۰
		٪۴۰	-	-	-	-	-	-	۹۲۲	-	۹۲۲	۲۵۰۸۲	۸۷۷۸	۱۲۹	۷۱/۹	۱۵۴۰۴۰
الگوهای حداکثر نیروی کار		راندمان فعلی ۳۵٪	-	-	-	۱	۲۵۳	-	۷۱۰	-	۹۶۴	۲۵۰۸۲	۱۱۲۱۰	۳۲۲	۹۶	۱۱۹۷۷۳
		٪۴۰					۲۵۴		۷۰۹		۹۶۴	۲۵۰۸۲	۹۷۹۹	۳۲۲	۹۶	۱۱۹۷۳۸

همانطور که در جدول (۲) نیز مشخص شده است افزایش راندمان آبیاری بر الگوهای حداقل مصرف آب و حداقل مصرف کودشیمیایی و همچنین حداکثر نیروی‌کار تأثیری نخواهد داشت و تأثیر آن تنها بصورت وجود آب مازاد خواهد بود که از طریق افزایش راندمان حاصل شده است. به بیان دیگر الگوهای حداقل مصرف کودشیمیایی و حداکثر استفاده از نیروی کار در سطح دسترسی فعلی به آب نیز قابل دست یابی است و امکان جانشینی آب به جای نهاده‌ای کودشیمیایی و آب وجود ندارد. لازم به ذکر است که منظور از جانشینی جابجایی استفاده از نهاده ها در کل الگوی کشت است و نه یک محصول خاص

الگوهای مختلف به دست آمده برای اهداف یاد شده در سطوح مختلف راندمان در جدول (۳) ارایه شده است. این الگوها با استفاده از رهیافت فازی رتبه‌بندی شده‌اند. این الگوها شامل الگوهای حداکثرکننده بازده ناخالص و نیروی‌کار و همچنین الگوهای حداقل‌کننده آب، کودشیمیایی و ریسک است. الگوها بر اساس اهداف بهره برداران شامل افزایش بازده ناخالص و کاهش ریسک، اهداف زیست محیطی شامل کاهش مصرف آب و کودشیمیایی، اهداف سیاستگذاران که علاوه بر اهداف زیست محیطی هدف افزایش اشتغال را نیز در بر می‌گیرد و همچنین اهداف جامعه که در بر گیرنده مجموع اهداف یاد شده است

رتبه بندی گردید. بر اساس اهداف یاد شده نیز توابع مطلوبیت آنها ارایه گردید.

در الگوهای حداکثر بازده ناخالص همانطور که انتظار نیز بر این است با افزایش راندمان مقدار شاخص فازی این الگوها بر اساس اهداف بهره برداران افزایش یافته است. و مقدار مطلق این شاخص در مقایسه با الگوی حداکثر بازده ناخالص در راندمان فعلی بیش از ۴۶ درصد رشد نشان می‌دهد. در این الگوها در صورتی که اهداف زیست محیطی را مورد توجه قرار دهیم شاهد کاهش اولویت الگوها خواهیم شد زیرا به جز در مورد راندمان ۷۰ درصد که شاخص به یک باره به دلیل کاهش مصرف آب کاهش یافته است در سایر راندمان‌ها به دلیل افزایش مصرف کودشیمیایی و مصرف توأم آن با آب اولویت الگوها بر اساس شاخص فازی کاهش یافته است. به این ترتیب می توان گفت در صورتی که افزایش راندمان تنها در جهت افزایش بازده ناخالص به کار گرفته شود از نگاه زیست محیطی اثرات نامطلوبی به همراه خواهد داشت.

هر چند که با ورود هدف افزایش اشتغال اولویت الگوها در مقایسه با اولویت آنها بر اساس اهداف زیست محیطی بهبود یافته است اما در این خصوص هم نسبت به الگوی حداکثر بازده ناخالص حاصل از راندمان فعلی تنها در راندمان ۷۰ درصد بهبود بسیار ناچیزی حاصل شده است. در صورتی که بازده ناخالص الگوها در افزایش راندمان آبیاری مورد توجه قرار گیرد در مجموع بر اساس مجموع اهداف و از نگاه جامعه اولویت الگوها افزایش خواهد یافت و برای جامعه مطلوبیت بیشتری را به همراه خواهد داشت. به بیان دیگر افزایش مطلوبیت برای بهره برداران در قالب تأمین بهتر اهداف آنها قادر خواهد بود عدم مطلوبیت‌های ایجاد شده در سایر اهداف را جبران نماید.

در الگوهای حداقل ریسک افزایش راندمان آبیاری قبل از آنکه به نفع اهداف بهره برداران باشد در تأمین اهداف سیاستگذاران موفق عمل کرده است. به این ترتیب که در مورد اهداف بهره برداران با افزایش راندمان از ۳۵ درصد به ۵۵ درصد شاخص اولویت فازی تنها ۲/۲ واحد افزایش یافته است در حالی که در مورد اهداف سیاستگذاران این شاخص ۹۰ درصد بهبود در اولویت را نشان می دهد. در مورد اهداف زیست محیطی نیز هر چند که کاهش در مقدار این شاخص نیز دیده می شود اما در مجموع با افزایش راندمان از ۳۵ درصد به ۵۵ درصد مقدار شاخص بیش از ۲ برابر شده است. بر اساس مجموع اهداف نیز شاخص اولویت فازی بیش از ۲۶ درصد رشد را نشان می دهد.

در الگوهای حداقل کننده مصرف آب و کودشیمیایی تنها با ۵ درصد افزایش در راندمان آبیاری به دلیل اینکه تنها میزان استفاده از آب کاهش یافته است، لذا شاخص اولویت فازی نیز به همین تناسب بهبود و از حدود ۰/۸ به ۱ افزایش یافته است. با توجه به کاهش مصرف آب اولویت الگو بر اساس اهداف سیاستگذاران و کل جامعه نیز بهبود یافته است. البته در این الگو مصرف کودشیمیایی تغییر نیافته است اما با توجه به اینکه وزن آب در اهداف زیست محیطی ۰/۸۶ و وزن کودشیمیایی تنها ۰/۱۴ است لذا کاهش مصرف آب منجر به افزایش چشم گیری اولویت الگو شده است.

در الگوی حداکثرکننده نیروی کار نیز با افزایش راندمان تنها تغییر در مقایسه با الگوی راندمان فعلی، کاهش استفاده از آب است. به عبارت دیگر افزایش راندمان موجب کاهش مصرف آب شده است که این امر منجر به بهبود قابل ملاحظه شاخص فازی بر اساس اهداف زیست محیطی و اهداف سیاستگذاران شده است. در حالی که در اهداف بهره برداران تغییری را موجب نشده است.

به این ترتیب در الگوهای به دست آمده مشاهده گردید که افزایش راندمان تنها در صورتی که با هدف افزایش بازده ناخالص صورت گیرد درجهت حمایت از اهداف بهره برداران می باشد و اهداف زیست محیطی را نیز در صورتی که افزایش راندمان بالا (۷۰درصد) باشد بطور مطلوب تحت تأثیر قرار خواهد داد. اما اگر این افزایش راندمان با هدف بهبود سایر اهداف شامل کاهش ریسک، افزایش استفاده از نیروی‌کار و کاهش استفاده از کودشیمیایی و آب باشد بیش از هر هدفی اهداف زیست محیطی را بهبود خواهد بخشید.

جدول ۳- رتبه بندی الگوهای مختلف حاصل از سطوح مختلف راندمان

Table 3-Ranking of different patterns of different levels of efficiency

		اهداف بهره-برداران	اهداف زیست محیطی	اهداف سیاستگذاران	اهداف جامعه
الگوها	راندمان آبیاری	شاخص فازی	شاخص فازی	شاخص فازی	شاخص فازی
الگوی فعلی		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۶۲	۰/۰۳۰
الگوهای حداکثر بازده ناخالص	راندمان فعلی ٪۳۵	۰/۳۲۳	۰/۱۳۷	۰/۲۴۳	۰/۲۸۴
	٪۴۰	۰/۳۵۶	۰/۱۲۶	۰/۲۳۵	۰/۲۹۷
	٪۴۵	۰/۳۸۵	۰/۱۱۵	۰/۲۲۵	۰/۳۰۷
	٪۵۰	۰/۴۱۲	۰/۱۰۴	۰/۲۱۶	۰/۳۱۶
	٪۵۵	۰/۴۳۶	۰/۰۹۲	۰/۲۰۶	۰/۳۲۳
	٪۶۰	۰/۴۵۷	۰/۰۷۸	۰/۱۹۳	۰/۳۲۸
	٪۶۵	۰/۴۷۲	۰/۰۶۲	۰/۱۷۹	۰/۳۲۹
	٪۷۰	۰/۴۷۴	۰/۱۴۳	۰/۲۵۰	۰/۳۶۵
الگوهای حداقل ریسک	راندمان فعلی ٪۳۵	۰/۵۰۶	۰/۱۳۳	۰/۱۹۲	۰/۳۵۲
	٪۴۰	۰/۵۱۵	۰/۱۳۰	۰/۲۰۹	۰/۳۶۵
	٪۴۵	۰/۵۲۲	۰/۱۲۸	۰/۲۲۵	۰/۳۷۷
	٪۵۰	۰/۵۲۶	۰/۱۲۴	۰/۲۳۴	۰/۳۸۳
	٪۵۵	۰/۵۲۶	۰/۲۷۲	۰/۳۶۳	۰/۴۴۶
الگوهای حداقل مصرف آب و کودشیمیایی	راندمان فعلی ٪۳۵	۰/۰۶۸	۰/۷۹۵	۰/۶۹۶	۰/۳۷۶
	٪۴۰	۰/۰۶۸	۱	۰/۸۷۵	۰/۴۶۴
الگوهای حداکثر نیروی کار	راندمان فعلی ٪۳۵	۰/۲۴۹	۰/۵۸۷	۰/۶۳۸	۰/۴۳۹
	٪۴۰	۰/۲۴۹	۰/۸۱۷	۰/۸۴۰	۰/۵۳۸

در توابع مطلوبیت زیر نیز اهمیت هریک از اهداف بر اساس وزن آنها در تابع هدف مشخص شده است. در تابع مطلوبیت شماره (۲۱) مشخص است که وزن دو هدف ریسک و بازده ناخالص تقریباً برابر است. در مقایسه با الگوهای به دست آمده بر اساس راندمان فعلی می توان گفت افزایش راندمان منجر به افزایش اهمیت بازده ناخالص در تابع هدف بهره برداران شده است و این امر ناشی از دسترسی بیشتر به آب و امکان افزایش بازده ناخالص می باشد

$$U = 0.47GM - 0.53VAR \qquad (۲۱)$$

تابع مطلوبیت اهداف زیست محیطی بصورت تابع شماره (۲۲) است. هر چند که بهبود راندمان منجر به افزایش دسترسی به آب شده است اما فاصله میان الگوهای بهینه مبتنی بر راندمان فعلی و الگوهای حاصل از افزایش راندمان به دلیل افزایش سطح زیرکشت کاهش یافته است و این امر منجر به کاهش اهمیت آب در اهداف زیست محیطی شده است. البته افزایش مصرف کودشیمیایی نیز که به دنبال افزایش دسترسی به آب ایجاد شده است منجر به افزایش اهمیت کاهش مصرف کودشیمیایی و به عبارت دیگر کاهش اهمیت کاهش مصرف آب شده است.

$$U = -0.86W - 0.14F \quad (۲۲)$$

با ورود هدف افزایش نیروی کار به جمع اهداف زیست محیطی هر چند که از اهمیت آب در تابع مطلوبیت کاسته شده است اما در مقایسه با تابع مطلوبیتی که بر اساس راندمان فعلی به دست آمد به دلیل استفاده اغلب الگوها از تمام نیروی کار افزایش استفاده از آن بعنوان یک هدف کمتر حایز اهمیت بوده است. در تابع مطلوبیت سیاستگذاران (تابع شماره ۲۳) سه چهارم اهمیت به کاهش استفاده از آب تعلق گرفته است و سهم دو هدف افزایش استفاده از نیروی کار و کاهش مصرف کودشیمیایی تنها ۲۵ درصد است که به نسبت تقریباً مساوی میان آنها تقسیم شده است.

$$U = -0.75W - 0.12F + 0.13L \quad (۲۳)$$

افزایش راندمان آبیاری باعث شده است تا از میان اهداف متعدد، اهمیت اهداف کاهش مصرف آب و افزایش بازده ناخالص افزایش یابد. البته از نگاه جامعه هنور هم کاهش ریسک اندکی مهمتر از افزایش بازده ناخالص است (تابع شماره ۲۴). با توجه به اینکه پرداختن به اهدافی همانند افزایش بازده ناخالص و یا کاهش ریسک بطور همزمان اهداف افزایش استفاده از نیروی کار و کاهش مصرف کودشیمیایی را نیز به همراه دارد لذا اهمیت این اهداف در تابع مطلوبیت کل جامعه بسیار پایین تر است (تابع شماره ۲۴).

$$U = 0.24GM - 0.27VAR - 0.37W - 0.06F + 0.06L \quad (۲۴)$$

نتیجه گیری و پیشنهادات

هر چند که آثار مطلوب افزایش راندمان کمتر مورد تردید است اما در عین حال لازم است به جنبه های بیشتری از افزایش راندمان توجه شود. در این راستا توجه به اهداف گروه های مختلف متأثر از این سیاست الزامی است. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص گردید که لزوماً افزایش راندمان در تمامی سطوح منجر به بهبود اهداف مورد توجه بهره برداران و سیاستگذاران نمی شود. بلکه اثربخشی افزایش راندمان آبیاری در گرو تأمین شرایط دیگر نیز می باشد. بطور ساده می توان گفت افزایش راندمان به معنی افزایش دسترسی به آب است. افزایش دسترسی به آب بسته با اینکه الگوی جانشینی آب با سایر نهاده ها و الگوی جاری استفاده از نهاده ها و از جمله آب و همچنین نوع رفتار بهره برداران چگونه باشد متفاوت خواهد بود. در یافته‌ها مشخص گردید که در مورد هدف کاهش مصرف کودشیمیایی به دلیل اینکه افرایش دسترسی به آب منجر به افزایش جانشینی آن به جای کودشیمیایی نمی‌شود لذا نمی تواند از جهت هدف زیست محیطی کاهش استفاده از کودشیمیایی مطلوب تلقی شود. همچنین در مورد نیروی‌کار به دلیل عدم جانشینی آب به جای نیروی کار امکان بهبود سایر اهداف و از جمله بازده ناخالص و ریسک فرآهم نشد. لازم به ذکر است که منظور از جانشینی در الگو در میان محصولات متعدد است و کاهش مصرف یک نهاده در ازاء افزایش استفاده از نهاده دیگر در کل الگوی کشت که متشکل از محصولات مختلف است به مثابه جانشینی یک نهاده به جای نهاده دیگر تفسیر شده است. در چنین شرایطی اگر بهبود اهداف زیست محیطی و اجتماعی مورد توجه باشد تلاش در جهت افزایش راندمان ممکن است تنها هزینه هایی را به دنبال داشته باشد.

نکته دیگر نقشی است که آب بعنوان یک نهاده در تولید دارد. همانطور مشخص شد همانند مطالعه ترکمانی و زیبایی (۱۳۸۲) در اینجا نیز نقش ریسک کاهندگی نهاده ها مورد تأیید قرار گرفت. بنابراین آب بعنوان یک نهاده می‌تواند با هدف کاهش ریسک الگو مورد استفاده قرار گیرد و لازم است به این نقش آب نیز توجه کافی شود و ممکن است با حذف این نقش آب بتوان زمینه کاهش مصرف آن را با هزینه ای کمتر از افزایش راندمان فرآهم نمود(۲۳). این یافته در عین حال به تبادل میان اهداف نیز اشاره دارد. به این معنی که به دلیل تعارض میان اهداف با تحقق هدف یک گروه ممکن است از هدف گروهی دور شویم و نوعی از تبادل میان اهداف گروه های مختلف در بهره‌برداری از آب وجود دارد. در مطالعه فرانسیسکو مبارک (۲۰۰۶)، نیز وجود تبادل و تعارض میان اهداف متعدد مورد تأکید قرار گرفت(۱۶). بطور کلی بر اساس یافته ها پیشنهاد می شود در ارزیابی آثار افزایش راندمان افزون بر هزینه های اجرایی آن به الگوی استفاده از نهاده ها و الگوی جانشینی میان نهاده ها در منطقه مورد نظر توجه شود زیرا وجود محدودیت در منطقه ممکن است مانع از ایجاد منافع بالقوه افزایش راندمان شود. در

تابع هدف اجتماعی سهم بهره برداران تنها نیمی از مطلوبیت را شامل شد و اهداف گروه های دیگر جامعه نیمی دیگر را شامل می شود و این بیانگر آن است که در برنامه‌ریزی برای افزایش راندمان لازم است اهداف تمامی گروه های دخیل مورد توجه باشد.

منابع

1. Dwyer, G. Douglas, R. Peterson, D. and Chong, J., 2006. Irrigation externalities: pricing and charges. Productivity Commission Staff Working Paper. Melbourne. March.
2. Almasri, M.N. and Kaluarachchi J.J., 2005. Multi-criteria decision analysis for the optimal management of nitrate contamination of aquifers. Journal of Environmental Management, 74, pp.365-81.
3. Kosar A .,1993. Desertification with flood spreading, Coordinated effort. Natural Resources and Animal Sciences Research Center of Fars province. Shiraz.
4. Krishanth, M. Gunaratne, L.H.P. Ekanayake, E.M.T. and Gunawardene, E.R.N., 2004. An economic viability of micro irrigation system in low country dry zone. Water Professionals Symposium.
5. Sivanapan, R.K., 1994. Prospects of micro irrigation in India. Irrigation and Drainage System, 8, pp.49-58.
6. Narayanamoorthy, A and Deshpand, R.S. 1995. Economic evaluation of drip irrigation: A study of Maharashtra. Indian Journal of Agricultural Economics, 36, pp.254-271.
7. Najafi, B. Qaemi, A, Taraskar, M. H And d Rahmati (2008). Economic study of drip irrigation system in Fars province. Journal of Economics and Agriculture. Volume II No. 1, 102-87.
8. Mohammadi Dinani, M. And h Mehrabbi Bashrabadi (2000). Investigation of Economic Conversion of Watering Irrigation to Underwater Pressure in Bam Village. Quarterly Journal of Agricultural Economics and Development. 31, 136-115.
9. Bakhshodeh, M, . and e Rafiee Darani (2005). The Role of Agricultural Credit Award in Developing Irrigation Systems in Isfahan Province. Quarterly Journal of Agricultural Bank. 8, 105-91.
10. Rafiee Darani, e. (2005). Factors affecting selection and acceptance of rain irrigation in Isfahan province. master thesis. Shiraz University. Shiraz.
11. Shrestha, R. and Gopalakrishnan, C., 1993. Adoption and Diffusion of Drip Irrigation Technology: An Econometric Analysis. Economic Development and Cultural Change, 41(2), pp.407-418.
12. Borim Nejad, V and gh, Peykani .,2004. Effect of improving irrigation efficiency in agricultural sector on increasing groundwater level. Quarterly Journal of Agricultural Economics and Development. 47, 90-69.
13. Seaman, J. Flichman, G. Scardigo, A. And Steduto, P., 2006. Analysis of nitrate pollution control in the irrigated agriculture of Apulia Region (Southern Italy): A bio-economic modeling approach. Agricultural System, 94, pp, 357–367.
14. Latinopoulos, D. and Mylopoulos, Y., 2005. optimal allocation of land and water resources in irrigated agriculture

by means of Goal Programming: Application in Loudias River basin. Global Nest Journal, 7, pp. 264-273.

15. Berbel, J. and Gomez-Limon, J.A., 2000. The impact of water-pricing policy in Spain: An analysis of three irrigated areas. Agricultural Water Management, 43, pp.219-238.
16. Bakhtiar U A (1376). Socio-economic evaluation of Fars province flood spreading plan. Final report of research project. Natural Resources and Animal Sciences Research Center of Fars province. Shiraz.
17. Francisco, S. R and Mubarik, A., 2006. Resource allocation tradeoffs in Manila's peri-urban vegetable production systems: An application of multiple objective programming. Agricultural System, 87, pp.147–168.
18. Torkamani, J., 1996. Decision criteria in risk analysis: An application of stochastic dominance with respect to a function. Iran Agricultural Research, 15, pp. 1-18.
19. 18.Cohon, J.L., 1978. Multiobjective Programming and Planning. Academic Press. New York.
20. Raju, K.S. and Kumar, D.N., 1999. Multicriterion decision making in irrigation planning. Agricultural System, 62, pp. 117–129. Berenger, V. and Verdier-Chouchane, A., 2007. Multidimensional measures of well-being: Standard of living quality of life across countries. World Development, 35(7), pp.1259–1276.
21. Cerioli, A. and Zani, S., 1990. A fuzzy approach to the measurement of poverty. In C. Dagum, & M. Zenga (Eds.). Income and wealth distribution. Inequality and poverty, pp.272–284. Berlin: Springer-Verlag.
22. Gomez-Limon, J.A. and Riesgo, L., 2004. Irrigation water pricing: Differential impacts on irrigated farms. Agricultural Economics, 31, pp. 47-66.
23. Ballestero, E. and Romero, C., 1998. Multiple Criteria Decision Making and its Applications to Economic Problems. Kluwer Academic Publishers. Amsterdam.
24. Torkamani, J, and M., Bakhshoudeh., 2003. Structural Estimation of Wheat Risk Thoughts in Ramajerd region, Iranian Journal of Agricultural Science. No. 34,113-105.