مدیریت تقاضای آب آبیاری: کاربرد روش مطلوبیت چند معیاری

جواد ترکمانی* و شاهرخ شجری[۱]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۸/۱۶)

چکیده

هدف اصلی این مقاله تجزیه و تحلیل اثر سیاست قیمت‌گذاری آب آبیاری بر میزان تقاضای بهره برداران آب‌های سطحی است. بدین منظور، از روش برنامه‌ریزی ریاضی مطلوبیت چند معیاری و هم‌چنین تکنیک شبیه‌سازی استفاده گردید. آمار و اطلاعات لازم به دو صورت اسنادی و پیمایشی در استان فارس جمع‌آوری شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که گروه‌های همگن کشاورزان الگوی رفتاری متفاوتی نسبت به آب آبیاری نشان می‌دهند. در این رابطه، مصرف آب کشاورزان ریسک‌گریزتر به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از میزان آبی است که به آن دسترسی دارند. هم‌چنین، این کشاورزان در نرخ‌های بالاتر آب‌بها با تغییر الگوی کشت و گرایش به سمت تولید محصولات با روش‌های کم آبیاری و هم‌چنین محصولات دیم میزان کل تقاضای آب و هم‌چنین متوسط مصرف آب در هکتار را به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهند. لذا، کشش قیمتی تقاضای آب در سطوح بالای آب‌بها برای این کشاورزان، نسبت به دیگر کشاورزان، بیشتر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تقاضای آب آبیاری، قیمت‌گذاری آب، روش مطلوبیت چند معیاری، شبیه‌سازی

مقدمه

مدیریت ضعیف آبیاری در ایران منجر به افزایش تقاضا برای این نهاده حیاتی و هم‌چنین هدر رفتن مقادیر قابل ملاحظه‌ای از آن گردیده است (۱، ۲، ۳ و ۴). بهره‌برداران کشاورزی در ایران تنها بخش کوچکی از هزینه‌های تأمین آب و هم‌چنین تعمیر و نگه‌داری تأسیسات مربوطه را به‌عنوان قیمت آب پرداخت می‌کنند. در حقیقت، قیمت پرداختی آنها حتی قادر به پوشاندن هزینه‌های عملیاتی و مدیریت شبکه‌های آبی نیز نمی‌باشد (۱، ۲ و ۳). لذا، هزینه‌های مالی مانند استهلاک مربوط به تأسیسات، کانال‌ها، سد و غیره از طریق بودجه دولتی تأمین می‌شود که این در واقع یارانه پنهانی است که به بهره‌برداران آب‌های سطحی در بخش کشاورزی تعلق می‌گیرد. از این رو اقتصاددانان سیاست‌های مدیریت تقاضای آب را به‌عنوان یک راه حل اجتناب‌ناپذیر برای این مسئله مطرح نموده‌اند. از جمله این سیاست‌ها می‌توان به تخصیص مجدد منابع آب، قیمت‌گذاری آب آبیاری، بهبود زیرساخت‌ها و معرفی بازار آب اشاره نمود (۱۲، ۱۳، ۱۵ و ۳۸).

قیمت‌گذاری آب ابزاری اقتصادی است. به این مفهوم که، کشاورزان با افزایش قیمت آب روی یک منحنی تقاضا (با شیب منفی) واکنش نشان داده و مصرف آب آبیاری را کاهش می‌دهند. از این رو، آب ذخیره شده می‌تواند بین مصارف دیگر، از جمله استفاده در تولید محصولات با ارزش‌تر و هم‌چنین

۱. به ترتیب دانشیار و دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Torkmanijavad@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0]

اهداف مربوط به حفظ محیط زیست مطابق با ترجیحات جامعه، مجدداً توزیع شود. تخصیص مجدد منابع آب می‌تواند موجب افزایش کارایی استفاده از آن شود (۲۰ و ۳۷).

در این مقاله روشی برای تجزیه و تحلیل اثر سیاست قیمت‌گذاری آب در کشاورزی بر تقاضای گروه‌های مختلف بهره‌برداران معرفی، توسعه و کاربرد آن ارایه شده است. در این روش، شبیه‌سازی (Simulation) به‌عنوان یک تکنیک مناسب برای اجرای مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی در قالب روش تصمیم‌گیری چند معیاری (Multi-Criteria Decision Making) مطرح شده است. این مطالعه در دشت زرقان از مناطق تحت پوشش آبی سد درودزن در استان فارس انجام شده است.

مواد و روش‌ها

رویکرد برنامه‌ریزی چند معیاری

(Multi criteria programming approach)

در برنامه‌ریزی چند معیاری، برخلاف رویکردهای کلاسیک، فرض می‌شود که سطح مطلوبیت کشاورزان تنها به‌وسیله سود تعیین نمی‌شود و عوامل دیگری از جمله ریسک و پیچیدگی‌های مدیریت نیز در فرایند تصمیم‌گیری بهره برداران دخالت دارد (۲۲ و ۲۳). در این رابطه، کشاورزان تصمیمات را در حالی اتخاذ می‌کنند که به‌طور هم‌زمان با مسئله انتخاب بین مجموعه‌ای از اهداف متضاد روبه‌رو هستند. لذا، نظریه مطلوبیت چند مشخصه‌ای (Multi-attribute utility theory) به‌عنوان چارچوب نظری مناسبی برای این نوع تصمیم‌گیری پیشنهاد شده است (۵، ۶، ۱۰، ۱۴، ۱۶، ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۸، ۲۹، ۳۰ و ۳۷). این نظریه توسط کینی و رایفا (۳۱) توسعه داده شده است و به عقیده بسیاری از محققین از جمله بالسترو و رومرو (۸)، گومزلیمون و بربل (۲۱)، گومزلیمون و رایسگو (۲۳) و گومزلیمون و مارتینز (۲۲) به‌عنوان مناسب‌ترین روش در میان مدل‌های چند معیاری در فرایند تصمیم‌گیری و انتخاب بین مجموعه‌ای از اهداف متضاد شناخته شده است. با این حال، استفاده از این روش نیاز به استخراج و استنباط توابع مطلوبیت دارد که این امر مشکلاتی از جمله وزن دهی مناسب به اهداف مورد نظر کشاورزان با توجه به ترجیحات واقعی آنها را در بر دارد (۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۸ و ۳۷). در این مقاله برای فائق آمدن بر این محدودیت از روش استخراج تابع مطلوبیت بر اساس ترجیحات آشکار شده (Revealed preferences) در ارزش‌های واقعی متغیرهای تصمیم (ترکیب واقعی محصولات کشت شده توسط کشاورزان مورد مطالعه) به منظور تخمین وزن دهی نسبی (w_i) به معیارهای مورد نظر کشاورزان استفاده شده است. این روش بر پایه برنامه‌ریزی هدف وزنی (Weighted goal programming) استوار است.

هدف تئوری مطلوبیت چند معیاری ارایه ابعاد مختلف یک مسئله تصمیم با معیارهای چندگانه در قالب یک تابع کمّی یا عددی است که بتواند آلترناتیوهای مرتبط با یک معیار انفرادی را رتبه‌بندی کند. لذا، مطلوبیت‌های حاصل از n خاصیت از آلترناتیوهای متفاوت در یک تابع مطلوبیت به‌صورت زیر کمّی می‌شوند:

$$U_1= U(x_1, x_2, ..., x_n) \qquad [۱]$$

که U تابع مطلوبیت چند مشخصه‌ای (Multi-attribute Utility function, MAUF) و x_i ویژگی‌های مورد توجه کشاورز در فرایند تصمیم‌گیری، از جمله حداکثر کردن سود و حداقل نمودن ریسک تولید است. اگر ویژگی‌های مورد نظر کشاورزان به‌صورت دو طرفه مستقل باشند فرمول تابع مطلوبیت به‌صورت زیر خواهد بود (۳۱):

$$U = f\{u_1(x_1), u_2(x_2), ... , u_n(x_n)\} \qquad [۲]$$

که شکل ریاضی جمعی (Additive) آن به‌صورت زیر است:

$$U(x_1, x_2, ...) = \Sigma\, w_i u_i (x_i) \qquad i = 1 , 2 , ... , n \qquad [۳]$$

یا شکل ریاضی ضربی (Multiplicative)تابع مطلوبیت به‌صورت زیر می‌باشد:

$$U(x_1, x_2, \ldots , x_n) = \{\Pi (Kw_i u_i(x_i) + 1) - 1\}/ K ,$$
$$i = 1, 2, \ldots , n, \qquad [۴]$$

که $0 \le w_i \le 1$ و $k = f(w_i)$ می‌باشد. اگر $\Sigma w_i = 1$ باشد، آنگاه $k = 0$ و تابع مطلوبیت به‌صورت جمعی است. در حالی که، اگر $\Sigma w_i \neq 1$ باشد، آنگاه $k \neq 0$ و شکل ریاضی تابع مطلوبیت به‌صورت ضربی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0]

خواهد بود (۱۹، ۳۲ و ۳۳).

آمادور و همکاران (۵)، ادواردز (۱۶)، فارمر (۱۷) و هیورین و هارداکر (۲۸) نشان دادند که، اگرچه تابع مطلوبیت جمعی یک نمونه ساده شده‌ای از تابع مطلوبیت واقعی است اما عملکرد آن نسبت به شکل صحیح تابع مفروض بسیار نزدیک است. هم‌چنین نتایج حاصل از مطالعه فیشبرن (۱۸) و هارداکر و همکاران (۲۴) نشان داد که حتی اگر شرایط استقلال مطلوبیت هم براورده نشود، با استفاده از روش جمعی تابع مطلوبیت تقریب نزدیکی برای تابع مطلوبیت واقعی به‌دست خواهد آمد.

به باور هوانگ و یون (۲۹)، روش جمعی از یک طرف تقریب بسیار نزدیکی برای شکل‌های غیرخطی تابع مطلوبیت است و از سوی دیگر نسبت به آنها بسیار ساده‌تر بوده و به راحتی قابل تخمین می‌باشد. لذا، به پیروی از مطالعات گومزلیمون و بربل (۲۱)، گومزلیمون و رایسگو (۲۳) و گومزلیمون و مارتینز (۲۲)، در این مقاله از رابطه زیر که مشابه رابطه ۳ است برای تخمین توابع مطلوبیت بهره‌برداران استفاده شده است:

$$U_j = \sum_{i=1}^{n} w_i r_{ij} \qquad i = 1, \ldots, n \qquad [۵]$$

که r_{ij} ارزش ویژگی مورد مطالعه i برای آلترناتیو j است. رابطه فوق براساس منحنی‌های بی‌تفاوتی- مطلوبیت خطی (Linear Utility-indifference Curves) (مطلوبیت نهایی جزئی ثابت، Constant partial marginal utility) قرار دارد و به باور ادواردز (۱۶) و هارداکر و همکاران (۲۴) از آن می‌توان به‌عنوان تقریبی مناسب برای توابع مطلوبیت واقعی بهره برداران استفاده نمود.

تکنیک استخراج تابع مطلوبیت چند معیاری MAUF

سامپسی و همکاران (۳۷) روشی را برای تخمین MAUF جمعی پیشنهاد کردند که توسط آمادور و همکاران (۵) توسعه داده شد و توسط بربل و رودریگیوز (۹)، گومزلیمون و بربل (۲۱)، آریاز و همکاران (۷)، گومزلیمون و همکاران (۲۰)، گومزلیمون و رایسگو (۲۳) و گومزلیمون و مارتینز (۲۲) نیز مورد استفاده قرار گرفته است. مراحل این روش به‌طور خلاصه به‌صورت زیر انجام می‌شود:

۱- ابتدا، مجموعه اهدافی که به‌طور تجربی به‌نظر می‌رسد از نظر کشاورزان بیشترین اهمیت را دارند تعیین می‌شود. برای این منظور استفاده از مطالعات گذشته و استخراج اطلاعات از پرسش‌نامه‌ها کافی خواهد بود.

۲- سپس ماتریس بازده (Pay-off Matrix) برای اهداف مورد نظر تعیین می‌شود.

۳- در انتها، با استفاده از ماتریس بازده مجموعه وزن‌هایی که به‌طور بهینه ترجیحات کشاورزان را منعکس می‌کند تخمین زده می‌شود.

مرحله اول شامل تعیین تجربی اهداف $f_1(x)$ ، ... , $f_n(x)$ ، $f_2(x)$, ... $f_i(x)$ است. اهداف کشاورزان می‌تواند شامل حداکثر کردن سود، حداقل کردن ریسک و حداقل کردن نیروی کار مورد استفاده می‌باشد (۲۱، ۲۲ و ۲۳).

پس از تعیین اهداف در مرحله دوم، ماتریس بازده به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

	$f_1(X)$	$f_2(X)$	. . . $f_i(X)$	. . . $f_q(X)$
$f_1(X)$	f_1^*	f_{12}	f_{1i}	f_{1q}
$f_2(X)$	f_{21}	f_2^*	f_{2i}	f_{2q}
$f_i(X)$	f_{i1}	f_{i2}	f_i^*	f_{iq}
$f_q(X)$	f_{q1}	f_{q2}	f_{qi}	f_q^*

لازم است که عناصر ماتریس از طریق بهینه‌سازی یک هدف در هر ردیف محاسبه شوند. بنابراین چنانچه q هدف از طرف زارع دنبال شود، f_{ij} ارزش ویژگی j زمانی که هدف i ام بهینه شده است می‌باشد. پس از تعیین ماتریس بازده سیستم q معادله‌ای زیر را می‌توان حل نمود.

$$\sum_{i=1}^{q} w_i f_{ij} = f_i \qquad i = 1, 2, \ldots, q$$

$$\sum_{i=1}^{q} w_i = 1 \qquad [۶]$$

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0]

اگر سیستم بالا (با مجموعه‌ای از وزن‌های اهداف (w_i) که رفتار واقعی کشاورز را نشان می‌دهد) بدون جواب باشد، ضروری است که برای بهترین جواب ممکن مجدداً تحقیق و مراحل مذکور تکرار شود. برای این منظور رومرو (۳۶) نشان داد که می‌توان از برنامه‌ریزی هدف وزنی با متغیرهای درصد انحراف به‌صورت زیر استفاده نمود:

$$\text{Min } [(n_1+p_1)/f_1 + \ldots + (n_i + p_i)/f_i + \ldots + (n_q + p_q)/f_q], \qquad [۷]$$

subject to :

$$w_1 f_{11} + \ldots + w_i f_{1i} + \ldots + w_q f_{1q} + n_1 - p_1 = f_1$$
$$w_1 f_{i1} + \ldots + w_i f_{ii} + \ldots + w_q f_{iq} + n_i - p_i = f_i$$
$$w_1 f_{q1} + \ldots + w_i f_{qi} + \ldots + w_q f_{qq} + n_q - p_q = f_q$$
$$w_1 + \ldots + w_i + \ldots + w_q = 1$$

که p_i متغیر انحرافی مثبت (شاخص بیش از حد موفق هدف i ام نسبت به یک هدف معین) و n_i یک متغیر انحرافی منفی است که تفاوت بین ارزش واقعی و جواب مدل را برای هدف i ام اندازه‌گیری می‌کند. دایر(۱۴) معتقد است که پس از این که وزن‌های هر هدف از مدل بالا به‌دست آمد این وزن‌ها با تابع مطلوبیت جمعی قابل تفکیک زیر سازگار است:

$$U = \sum_{i=1}^{q} \frac{w_i}{k_i} f_i(x) \qquad [۸]$$

در فرمول ۸، k_i یک عامل نرمال‌سازی است. گومزلیمون و رایسگو (۲۳) نشان دادند که رابطه ۸ معادل با رابطه زیر می‌باشد:

$$U = \sum_{i=1}^{n} w_i \frac{f_i(x) - f_{i*}}{f_i^* - f_{i*}} \qquad [۹]$$

عامل نرمال‌سازی در رابطه ۹ عبارت از تفاوت بین مقادیر حداکثر (f_i^*) و حداقل (f_{i*}) هدف i ام در ماتریس بازده توسعه یافته برای هر یک از معیارهای مورد بررسی است.

به منظور شبیه‌سازی سناریوها و بررسی تأثیر افزایش قیمت آب بر میزان آب مصرفی سناریوهای مختلفی برای قیمت آب در دامنه صفر تا ۱۰۰ برابر قیمت پرداختی فعلی بهره برداران منظور شد. پس از شبیه‌سازی اثر سناریوهای مختلف قیمت‌گذاری آب آبیاری، منحنی‌های تقاضای آب تهیه شد که نمایانگر عکس‌العمل کشاورزان در رویارویی با افزایش قیمت آب آبیاری است.

متغیرهای تصمیم عبارت از مجموعه‌ای از متغیرها (رشته فعالیت‌ها یا محصولات) است که در اختیار زارعین قرار دارد وعبارت از: گندم (x_1)، جو (x_2)، شلتوک (x_3)، ذرت (x_4)، گوجه فرنگی (x_5)، پیاز (x_6)، چغندرقند (x_7)، هویج (x_8) و کلم (x_9) است.

بر اساس داده های میدانی فرض شد که زارعین اهداف زیر را پی‌گیری می کنند. قابل ذکر است که در مراحل بعدی تحقیق از مقایسه و نزدیکی نتایج الگوی رفتاری شبیه‌سازی با الگوی فعلی رفتاری زارعین می‌توان علاوه بر بررسی میزان اعتبار مدل شبیه‌سازی شده به اهداف واقعی زارعین دست یافت.

الف) حداکثر کردن کل بازده برنامه‌ای (TGM)

این هدف در واقع تقریبی برای حداکثر سازی سود کوتاه مدت است. در این رابطه، بازده برنامه‌ای حاصل از تولید هر محصول (GM_i) از متوسط بازده برنامه‌ای سری زمانی ۵ ساله (دوره زمانی ۱۳۸۲-۱۳۷۸) بر حسب قیمت ثابت ۱۳۸۲ به‌دست آمد.

$$\text{Max: } TGM = \Sigma\Sigma(GM_i.X_i - r_j l_j) \qquad [۱۰]$$

به‌طوری‌که r_j، نرخ بهره وام دریافتی و l_j عبارت از اخذ یک واحد وام از منابع اعتباری قابل دسترس می‌باشد.

ب) حداقل کردن ریسک (VAR)

در این مطالعه یکی از اهداف مدل حداقل کردن ریسک می‌باشد. در این مطالعه به پیروی از رویکرد کلاسیکی مارکویچ (۳۳)، گومزلیمون و بربل (۲۱)، گومز لیمون و رایسگو (۲۳) و گومز لیمون و مارتینز (۲۲) ریسک به‌عنوان واریانس بازده برنامه‌ای (TGM) در نظر گرفته شد. لذا، ریسک از رابطه $x'.[cov].x$ محاسبه می‌شود که در آن [cov] ماتریس واریانس-کوواریانس بازده برنامه‌ای محصولات در طول دوره ۵ سال

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0]

مورد مطالعه و X بردار تصمیم محصول است. پس خواهیم داشت:

$$\text{Min: } VAR = x'.[cov].x \qquad [۱۱]$$

ج) حداقل کردن نیروی کار (TL)

محصولات کاربر نیاز به نظارت بیشتری توسط مدیر مزرعه دارند. افزون بر آن، در بعضی از ماه‌های سال نیز به دلیل تراکم فعالیت‌های زراعی تقاضا برای نیروی کار افزایش یافته و عدم دسترسی به موقع به نیروی کار برای انجام عملیات زراعی مانند کشت نشاء برنج، وجین چغندرقند، آبیاری محصولات مختلف و مبارزه با آفات و بیماری‌ها نیز می‌تواند تأثیر منفی بر عملکرد محصولات داشته باشد. لذا، یکی از اهداف زارعین می‌تواند انتخاب ترکیبی از محصولات با حداقل نیاز به نیروی کار به‌صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Min: } TL = \Sigma TL_i X_i , \quad i = 1, 2, \ldots, n \qquad [۱۲]$$

محدودیت‌های مدل شامل موارد زیر است:

۱. محدودیت زمین

در این رابطه، با توجه به تقویم زمانی عملیات دوره کاشت تا برداشت هر یک از محصولات، در طول سال سه دوره مشخص گردید. دوره اول: از ابتدای آبان تا آخر بهمن ماه، دوره دوم: از اول اسفند تا آخر خرداد ماه و دوره سوم: از ابتدای تیر تا آخر مهر ماه است. برای هر دوره به‌صورت زیر یک محدودیت زمین در نظر گرفته شد:

$$\Sigma X_i \le A_j \quad i = 1, 2, \ldots, n \ , \ j = 1,2,3 \qquad [۱۳]$$

A_j نشان دهنده مقدار زمین قابل کشت در هر دوره و n نمایانگر تعداد محصولات موجود در هر دوره است.

۲. محدودیت آب

با توجه به سه دوره منظور شده برای محدودیت زمین، سه محدودیت برای آب به‌صورت زیر با توجه به نیاز آبی هر هکتار از محصولات مختلف (REQ_i)، در مدل لحاظ شد:

$$\Sigma REQ_i X_i \le Wj , \ i = 1, 2, \ldots, n , \ j = 1,2,3 \qquad [۱۴]$$

که Wj کل آب قابل دسترس در هر دوره می‌باشد. در این رابطه با اندازه‌گیری دبی آب در هر دوره بر حسب مترمکعب بر ثانیه و مدت زمان آب قابل دسترس در مزرعه، کل آب قابل دسترس در هر دوره محاسبه گردیده است.

۳. محدودیت سرمایه

با توجه به عرضه و فروش محصولات در دو مقطع از سال و در نتیجه، تأمین بخشی از هزینه‌های مربوط به کشت محصولات بعد از فروش آنها، دو محدودیت برای سرمایه به نحو زیر در مدل لحاظ گردید:

$$\Sigma C_i X_i - R_j - l_j \le K_j , \ i = 1, 2, \ldots, n , \ j = 1,2 \qquad [۱۵]$$

$$R_j = \Sigma GM_i.X_i \ i = 1, 2, \ldots, n , \ j = 1,2 \qquad [۱۶]$$

که C_i هزینه تولید یک هکتار محصول iام، R_j نمایانگر انتقال یک واحد از درآمد حاصل از فروش محصولات در هر یک از دو مقطع عرضه محصول به بازار برای تأمین هزینه های تولید در طول سال، K_j میزان سرمایه موجود مزرعه در هر یک از دو مقطع عرضه محصول در طول سال و l_j اخذ یک واحد وام از منابع اعتباری قابل دسترس است.

۴. محدودیت تناوب و ملاحظات زراعی

برای رعایت این محدودیت و عدم کاشت پی‌درپی محصولات زراعی از قبیل محصولات گروه غلات در یک قطعه زمین از مزرعه محدودیت زیر لحاظ شد:

$$\Sigma(X_i - X_j) \le 0 \quad i = 1, 2, \ldots n , \ j = 1,2. . . m \qquad [۱۷]$$

که X_i و X_j ، به ترتیب، نمایانگر محصولاتی است که به‌طور متناوب کشت می‌شوند.

۵. محدودیت‌های بازار

در این مطالعه برای هر یک از محصولات گوجه فرنگی، پیاز، کلم، هویج و چغندرقند برحسب نیاز بازار محدودیت‌هایی به نحو زیر در مدل لحاظ شد:

$$X_i \le M_i , \ i = 1, 2, \ldots, 5 \qquad [۱۸]$$

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0]

که M_i میزان سطح زیر کشت هر یک از محصولات است که به‌وسیله بازار محدود گردیده است. در این رابطه متوسط سطح زیر کشت سری زمانی ۵ ساله برای محصولات مذکور به‌عنوان حداکثر کشت مجاز (M_i) منظور گردید.

۶. محدودیت قانونی

با توجه به مقررات و آیین‌نامه‌های سازمان آب در ارتباط با محدودیت کشت شلتوک و هم‌چنین در بعضی از سال‌ها محدودیت کشت محصول ذرت، محدودیت کشت به‌صورت زیر در مدل لحاظ شد:

$$X_i \leq L_i \ , \ i = 1, 2 \qquad [۱۹]$$

که L_i میزان سطح زیر کشت مجاز برای هر یک از محصولات مذکور می‌باشد و هر ساله توسط سازمان آب و شرکت بهره‌برداری از آب‌های سطحی در استان به زارعین اعلام می شود.

۷. محدودیت آیش

هرساله به منظور رعایت ملاحظات مربوط به توسعه پایدار در بهره‌برداری از زمین‌های زراعی حداقل ۵ درصد از کل زمین‌های قابل کشت در هر دوره (A_i) به‌عنوان آیش (X_{10}) به نحو زیر در مدل منظور شد.

$$X_{10} >= 0.05\ A_i \qquad [۲۰]$$

در نهایت مجموعاً تعداد ۱۸ محدودیت در مدل منظور گردید.

دست‌یابی به منحنی‌های تقاضای آب آبیاری نیاز به شبیه‌سازی مدل‌های مناسب دارد. در این رابطه، موارد زیر باید مورد توجه باشد:

الف) تابع هدف شامل حداکثرسازی تابع مطلوبیت برای هر یک از گروه‌های همگن کشاورزان به شکل زیر می‌باشد:

$$\text{Max} \quad U(X) = W_{TGM}.\ K_{TGM}.TGM(X) - W_{VAR}.\ K_{VAR}.VAR(X) - W_{TL}.\ K_{TL}.TL(X) \qquad [۲۱]$$

که W_{TGM}، W_{VAR} و W_{TL} به ترتیب اهمیت نسبی هر یک از اهداف حداکثرسازی بازده برنامه‌ای، حداقل‌سازی ریسک و کل نیروی کار را نشان می‌دهند. هم‌چنین K_{TGM}، K_{VAR} و K_{TL} به ترتیب عامل نرمال‌سازی هر یک از اهداف مذکور می‌باشد.

ب) محاسبه بازده برنامه‌ای هر محصول (GM_i) شامل هزینه آب (مربوط به تعرفه‌های مختلف) می‌باشد. بنابراین کل بازده برنامه‌ای مساوی با بازده‌های برنامه‌ای اولیه (با تعرفه صفر برای آب) منهای مقدار هزینه پرداختی برای آب (مقدار مصرف آب برای هر محصول REQ_i، ضرب در میزان تعرفه‌ها C_{wi}) در هر سطح قیمت آب مورد نظر می‌باشد.

$$TGM = \Sigma\ (GM_i - C_{wi}.REQ_i.X_i) \qquad [۲۲]$$

ج) سناریوهای پیشنهادی در قالب رشته فعالیت‌های جدید (محصولات) از جمله تولید محصولات با روش کم آبیاری (گندم (x_{11})، جو (x_{12})، ذرت(x_{13}) ، چغندرقند(x_{14}) ، پیاز (x_{15}) و گوجه فرنگی (x_{16})) و محصولات دیم (گندم (x_{17}) و جو (x_{18})) در مدل معرفی می‌شوند.

برای بررسی اعتبار مدل شبیه‌سازی شده لازم به ذکر است که اعتبار مدل اشاره به طراحی صحیح مدل دارد به‌طوری که اثبات کند مدل به سطح قابل قبولی از دقت در پیش‌بینی‌هایش نایل شده است (۳۴). در عمل بیشتر تلاش‌ها در مورد بررسی اعتبار مدل به‌صورت مقایسه نتایج مدل شبیه‌سازی شده و سیستم واقعی به منظور تعیین درجه سازگاری یا نزدیکی نتایج حاصل از مدل با آنچه که در واقعیت وجود دارد می‌باشد (۱۱، ۱۹، ۲۵، ۲۶، ۳۴، ۳۵ و ۳۷). در این مطالعه به پیروی از مطالعات گذشته (۱۹، ۲۵، ۳۴ و ۳۵) به منظور بررسی اعتبار مدل شبیه‌سازی شده با استفاده از شاخص و درصد واگرایی، میزان انحراف مقادیر اهداف و متغیرهای تصمیم در شرایط موجود با مقادیر پیش بینی شده از مدل‌های شبیه‌سازی محاسبه شده است. شاخص واگرایی از مجموع قدر مطلق انحرافات متغیرهای تصمیم به‌دست می‌آید.

تاکنون هیچ محدودیت یا مقدار آستانه‌ای برای اعتبار مدل‌ها توسط محققین مطرح نشده است. در صورت مشاهده اختلاف

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0]

قابل ملاحظه بین نتایج مدل شبیه‌سازی و مقادیر واقعی، فرایند معتبر شدن مدل تا زمان حصول اطمینان کافی در مدل برای استفاده از آن برای مقاصد عملی ادامه می‌یابد. برای این‌که این مقایسه‌ها معتبر باشد، نتایج مدل شبیه‌سازی شده و سیستم واقعی باید تحت سیاست‌های مدیریتی مشابه و در شرایط یکسانی از نظر ریسک و عدم حتمیت مورد بررسی قرار گیرند (۱۱، ۱۹، ۲۵، ۲۶، ۳۴ و ۳۷).

در رابطه با موضوع اریب کلی (Aggregation bias) و تجزیه خوشه (Cluster Analysis) لازم به توضیح است که مدل‌سازی سیستم‌های کشاورزی برای مجموعه‌ای از مزارع مختلف در یک دشت گسترده در یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی واحد، تحرک منابع میان واحدهای تولید را بیش از اندازه برآورد می‌کند و ترکیبی از منابع تولید را که در شرایط واقعی ممکن نیست در نظر می‌گیرد. نتیجه این گونه مدل‌ها این هست که مقدار تابع هدف را به سمت بالا اریب نموده و در نتیجه مقادیر متغیرهای تصمیم در شرایط واقعی قابل دسترس نخواهد بود(۲۷).

برای اجتناب از اریب کلی ناشی از قرار دادن کشاورزان با توابع هدف متفاوت در یک مدل برنامه ریزی ریاضی، طبقه‌بندی کشاورزان منطقه در گروه‌های همگن با رفتار تصمیم‌گیری مشابه (توابع هدف) ضروری است. بربل و رودریگیوز (۹) معتقدند که کاراترین روش برای طبقه‌بندی کشاورزان روش تجزیه خوشه‌ای است که در آن بردارهای تصمیم واقعی کشاورزان (ترکیب واقعی محصولات) به‌عنوان معیار طبقه‌بندی استفاده می‌شود. در این مطالعه به منظور تجزیه خوشه از روش وارد (Wards method) استفاده شد. به‌طوری که ابتدا بر اساس ترکیب محصولات کشت شده کشاورزان گروه‌های همگن شناسایی و میانگین متغیرهای مورد نظر از جمله اندازه مزرعه، میزان سواد، سن، تجربه کشاورزان و درجه مکانیزاسیون در داخل هر خوشه محاسبه گردید. با استفاده از این روش سه گروه همگن از کشاورزان شناسایی و مشاهدات یا مزارع در هر خوشه نیز مشخص گردیدند. در این مطالعه برای انجام آنالیز خوشه از نرم افزار SPSS 11.5 استفاده گردید.

داده‌ها و منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در دشت زرقان در استان فارس انجام شده است. آب مورد نیاز آبیاری در این دشت از طریق رودخانه کر که منشعب از شبکه تلفیقی سد درودزن است تغذیه می‌شود. حوضه آبخور زیر سد درودزن دارای دو شبکه مدرن درودزن و تلفیقی کربال (زرقان و خرامه) می‌باشد. در این رابطه، در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ سطح پوشش حوضه آبخور زیر سد درودزن شامل ۴۸۹۲۳ هکتار شتوی و ۱۹۴۴۱ هکتار صیفی (مجموعاً ۶۸۳۶۴ هکتار و با ۹۵۵۷ بهره‌بردار) بوده است. از این مقدار، ۱۳۹۵۰ هکتار شتوی و ۳۶۳۶ هکتار صیفی (مجموعاً ۱۷۵۸۶ هکتار و تعداد ۱۴۲۵ بهره‌بردار) به شبکه تلفیقی کربال (زرقان) اختصاص داشته است. ترکیب محصولات کشت شده در این منطقه در سال ۱۳۸۴ گندم، جو، کلزا، چغندرقند، شلتوک، ذرت، پیاز، گوجه فرنگی، کلم و هویج بوده است.

آمار و اطلاعات لازم در این مطالعه به دو شکل اسنادی و پیمایشی جمع‌آوری شده است. در این رابطه، به منظور اخذ اطلاعات در مورد نرخ آب‌بها برای محصولات مختلف و اطلاعات مربوط به ظرفیت و سطح زیر پوشش شبکه‌های حوضه تحت پوشش سد درودزن به مدیریت شبکه بهره‌برداری آب‌های سطحی (استان فارس، شهرستان مرودشت و بخش زرقان) مراجعه شد. آمار و اطلاعات مورد نیاز در سطح مزرعه از طریق مصاحبه حضوری با زارعین و تکمیل پرسش‌نامه جمع‌آوری گردید. برای این منظور ابتدا با استفاده از روش نمونه گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای ۲۰ درصد از روستاهای منطقه انتخاب و سپس با تهیه لیستی از کشاورزان روستاهای منتخب ۱۰ درصد آنها به‌طور تصادفی انتخاب شدند. در نهایت تعداد ۵۷ کشاورز در منطقه زرقان انتخاب و با آنها مصاحبه شد. به منظور اجرای مدل‌های شبیه‌سازی شده از نرم افزارهای LINGO و LINDO استفاده شد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0]

نتایج

جدول ۱ ویژگی مزارع و کشاورزان در هر خوشه را نشان می‌دهد. در این رابطه الگوی کشت محصولات در خوشه اول شامل گندم، جو، هویج، کلم، شلتوک، ذرت، پیاز، چغندرقند و گوجه فرنگی است. در خوشه دوم، ترکیب کشت محصولات با حذف شلتوک شبیه به خوشه اول است. در خوشه سوم، ترکیب کشت شامل محصولات گندم، ذرت، گوجه فرنگی، کلم و هویج می‌باشد.

خوشه اول

مقادیر وزن‌ها برای اهداف مختلف حداکثر کردن کل بازده برنامه‌ای، حداقل کردن ریسک و نیروی کار مورد نیاز به ترتیب به‌صورت w_1=۰/۹۰۹، w_2 =۰/۰۹۱ و w_3=0 از مدل استخراج شد. با استفاده از مقادیر وزن‌ها برای اهداف مذکور کشاورزان در خوشه اول تابع مطلوبیت زیر را حداکثر می‌کنند:

Max: $MAUF_1 = 69.4\ (TGM) - 0.00000142\ (VAR)$ [۲۳]

خوشه دوم

مقادیر وزن‌ها برای اهداف مورد نظر در این گروه همگن از کشاورزان به‌صورت w_1=۰/۹۰۸۳، w_2 = ۰/۰۹۱۷ و w_3=0 از مدل استخراج شد. با استفاده از مقادیر وزن‌ها برای اهداف مذکور کشاورزان در خوشه دوم تابع مطلوبیت زیر را حداکثر می‌کنند:

Max: $MAUF_2 = 12.45\ (TGM) - 0.0000003587\ (VAR)$ [۲۴]

خوشه سوم

مقادیر وزن‌ها برای اهداف مورد نظر در این گروه همگن از کشاورزان به‌صورت w_1 = ۰/۸۷۴۳ ، w_2 = ۰/۱۲۵۷ و w_3=0 استخراج گردید. با توجه به مقادیر وزن‌های به‌دست آمده برای اهداف مذکور، کشاورزان در خوشه سوم تابع مطلوبیت زیر را حداکثر می‌کنند:

Max: $MAUF_3 = 36.688\ (TGM) - 0.000008475\ (VAR)$ [۲۵]

به منظور بررسی اعتبار مدل های ساخته شده، وضعیت موجود (مقادیر مشاهده شده) با داده های شبیه‌سازی شده حاصل از مدل‌ها در سناریوی شرایط موجود (نرخ آب‌بهای فعلی) مورد مقایسه قرار گرفت و نتایج آن برای خوشه‌های مختلف در جدول ۲ ارایه شده است.

پایین بودن نسبی شاخص واگرایی (۱۵/۶۲ الی ۲۰/۸۳ درصد) در جدول مذکور نشان می‌دهد که ترکیب بهینه محصولات در هر یک از خوشه‌ها به اندازه کافی به ترکیب واقعی محصولات نزدیک می‌باشد. در این رابطه گومزلیمون و رایسگو (۲۳) درصد واگرایی را در دامنه ۱۳ الی ۲۲ درصد محاسبه و آن را به‌عنوان یک دامنه قابل قبول برای شبیه‌سازی رفتار کشاورزان معرفی کرده اند. بنابراین می‌توان گفت که مدل‌های طراحی شده در این مطالعه نیز تقریب‌های مناسبی برای فرآیند تصمیم‌گیری کشاورزان محسوب می شود.

جدول ۳ مقدار تقاضای آب آبیاری به‌دست آمده از مدل‌های شبیه‌سازی را در هر یک از خوشه‌ها در نرخ‌های متفاوت آب‌بها نشان می‌دهد. نتایج این جدول نشان می‌دهد که مقدار آب آبیاری تقاضا شده به‌طور قابل ملاحظه‌ای از یک خوشه به خوشه دیگر متفاوت است. در نرخ آب‌بهای صفر (هزینه نهایی صفر) خوشه اول به میزان ۲۲۳۵۰۸۰ متر مکعب آب مصرف می‌کند که بیش از ۲/۱۷ برابر مصرف آب در خوشه دوم (۱۰۲۸۳۶۰ متر مکعب) می‌باشد. کمترین مصرف آب در نرخ آب‌بهای صفر مربوط به خوشه سوم برابر با ۲۷۵۰۶۵/۵ متر مکعب می‌باشد که حدود ۱۲/۳ درصد مصرف آب در خوشه اول می‌باشد.

همان‌طور که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد، با افزایش نرخ آب‌بها تا مرز ۲۰ برابر نرخ آب‌بهای فعلی میزان تقاضای آب آبیاری در خوشه اول تغییر نمی‌کند. با این حال، اگر نرخ آب‌بها از ۲۰ برابر نرخ فعلی افزایش یابد میزان تقاضای آب آبیاری به مقدار قابل ملاحظه‌ای در این خوشه کاهش می‌یابد. در خوشه‌های دوم و سوم، میزان تقاضای آب آبیاری

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0]

جدول۱. مشخصات خوشه‌ها (گروه‌های همگن کشاورزان)

متغیر	خوشه اول تعداد بهره برداران = ۹			خوشه دوم تعداد بهره برداران = ۱۶			خوشه سوم تعداد بهره برداران = ۳۲		
	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین
اندازه مزرعه (هکتار)	۱۳۹	۲۰۰	۱۶۹/۷	۶۰	۱۲۰	۸۰	۳	۵۶	۱۸/۳۹
سطح تحصیلات کشاورز (تعداد سال‌های آموزشی)	۸	۱۲	۱۰/۶۶	۵	۱۴	۱۰/۵	۰	۱۴	۴/۹۳
سن کشاورز (سال)	۴۰	۶۰	۵۱/۳۳	۲۳	۵۹	۴۶	۲۶	۶۷	۴۵/۱۷
تجربه کشاورز (سال)	۲۰	۴۵	۳۵	۴	۵۰	۲۹/۷۵	۸	۵۰	۲۵/۶
درجه مکانیزاسیون (درصد انجام عملیات زراعی با ماشین آلات)	۳۵	۷۷	۶۶/۷	۷۰	۹۰	۸۷/۳	۳۵	۵۵	۴۳
الگوی کشت	گندم، جو، هویج، کلم، شلتوک، ذرت، پیاز، چغندرقند و گوجه فرنگی			گندم، جو، هویج، کلم، ذرت، پیاز، چغندرقند و گوجه فرنگی			گندم، ذرت، گوجه فرنگی، کلم و هویج		

مأخذ: آمار جمع‌اوری شده و یافته‌های تحقیق

با افزایش نرخ آب‌بها تا مرز ۱۵ برابر نرخ آب‌بهای موجود تغییر نمی‌کند. اما با افزایش نرخ آب‌بها از ۱۵ برابر نرخ فعلی میزان تقاضای آب آبیاری در این دو خوشه نیز به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

با توجه به مقادیر تقاضای آب آبیاری تخمینی در جدول ۳ و نتایج تراکم کشت پیش‌بینی شده حاصل از اجرای سناریوهای مختلف در مدل‌های شبیه‌سازی، مقدار متوسط مصرف آب به ازای هر هکتار در خوشه‌های مختلف محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۴ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که اولاً، با افزایش نرخ آب‌بها از ۲۰ برابر نرخ تعرفه فعلی در خوشه اول و از ۱۵ برابر نرخ تعرفه فعلی در خوشه‌های دوم و سوم، میزان متوسط مصرف آب در هر هکتار به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. هم‌چنین، مقدار متوسط مصرف آب آبیاری در هر هکتار در خوشه‌های دوم و سوم در نرخ‌های مختلف آب‌بها به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از مقادیر آبی است که در اختیار دارند (مقدار متوسط مصرف آب در هر هکتار در خوشه اول). این موضوع می‌تواند ناشی از رفتار ریسک‌گریزی این دو گروه از

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

جدول۲. بررسی اعتبار مدل‌های شبیه‌سازی شده در خوشه‌های مختلف (گروه‌های همگن کشاورزان)

اهداف	خوشه اول (۱۶۹/۷ هکتار)			خوشه دوم (۸۰ هکتار)			خوشه سوم (۱۸/۳۷ هکتار)		
	مقدار مشاهده شده	مقدار پیش بینی شده	انحراف (٪)	مقدار مشاهده شده	مقدار پیش بینی شده	انحراف (٪)	مقدار مشاهده شده	مقدار پیش بینی شده	انحراف (٪)
بـازده برنامـه‌ای کـل (۱۰۰۰ تومان)	۱۴۳۱۷۱/۱	۱۵۲۳۲۸/۵	۶/۴	۷۶۷۵۴/۹	۸۲۸۰۱/۵۳	۷/۹	۲۴۲۷۴/۵۸	۲۷۲۷۱/۴۳	۱۲/۳۴
ریسک	۵۸۳۰	۷۶۵۰	۳۱/۲۱	۱۹۶۰	۲۵۷۰	۳۱/۱۲	۹۶/۰۹۶	۱۴۸/۲۳۷	۵۴/۴۲
کل نیروی کار(نفر–روزکار)	۱۳۴۵۷/۳۴	۱۴۵۴۷/۲۴	۸/۱	۷۲۴۰/۶۴	۷۷۸۳/۲	۷/۵	۲۰۸۳/۹۱	۲۲۸۸/۷۳	۹/۸۳
متغیرهای تصمیم (هکتار)	مقدار مشاهده شده	مقدار پیش بینی شده	میزان انحراف	مقدار مشاهده شده	مقدار پیش بینی شده	میزان انحراف	مقدار مشاهده شده	مقدار پیش بینی شده	میزان انحراف
گندم (x_1)	۴۰	۳۲/۱	۷/۹	۱۸	۲۰/۵	-۲/۵	۹/۲	۸	۱/۲
جو (x_2)	۳	۰	۳	۴	۰	۴	۰	۰	۰
شلتوک (x_3)	۴	۲/۷	۱/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰
ذرت (x_4)	۴۲	۵۰	-۸	۲۲	۱۷/۵	۴/۵	۴/۸	۴/۱	۰/۷
گوجه فرنگی (x_5)	۵	۷	-۲	۴	۵	-۱	۵	۵	۰
پیاز (x_6)	۵	۸	-۳	۸	۸	۰	۰	۰	۰
چغندرقند (x_7)	۴۲	۴۵	-۳	۱۵	۱۷/۵	-۲/۵	۰	۰	۰
هویج (x_8)	۱۰	۱۰	۰	۶	۸	-۲	۲/۳۹	۳/۳	-./۹۱
کلم (x_9)	۱۰	۱۰	۰	۷	۸	-۱	۳	۴	-۱
شاخص واگرایی	۱۶۱	۱۶۴/۸	۲۸/۲	۸۴	۸۴/۵	۱۷/۵	۲۴/۳۹	۲۴/۴	۳/۸۱
درصد واگرایی			(۱۷/۵۱٪)			(۲۰/۸۳٪)			(۱۵/۶۲٪)

مأخذ: محاسبات تحقیق

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

جدول۳. مقادیر تقاضای آب آبیاری در نرخ‌های مختلف آب‌بهاء در خوشه‌های مختلف (گروه‌های همگن کشاورزان)

تقاضای آب	نرخ آب‌بها						
	صفر	نرخ موجود	۱۰ برابر نرخ فعلی	۱۵ برابر نرخ فعلی	۲۰ برابر نرخ فعلی	۳۰ برابر نرخ فعلی	۵۰ برابر نرخ فعلی	۱۰۰ برابر نرخ فعلی
خوشه اول (m^3)	۲۲۳۵۰۸۰	۲۲۳۵۰۸۰	۲۲۳۵۰۸۰	۲۲۳۵۰۸۰	۲۰۴۶۱۴۸	۱۶۴۸۴۰۰	۱۱۵۹۹۳۴	۳۲۰۷۲۹/۱۶
خوشه دوم (m^3)	۱۰۲۸۳۶۰	۱۰۲۸۳۶۰	۱۰۲۸۳۶۰	۹۵۹۶۶۰	۷۱۵۰۰۰	۵۹۸۵۰۰	۳۷۸۵۲۱/۷۴	۵۹۰۰۶/۳۴
خوشه سوم (m^3)	۲۷۵۰۶۵/۵	۲۷۵۰۶۵/۵	۲۷۵۰۶۵/۵	۲۳۳۴۱۹	۲۰۴۱۱۶	۱۸۷۲۶۲/۳۸	۱۳۳۷۴۰/۴۵	۱۴۸۰۲/۱۶

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول۴. مقادیر متوسط تقاضای آب آبیاری در هر هکتار در نرخ‌های مختلف آب‌بها در خوشه‌های مختلف (گروه‌های همگن کشاورزان)

متوسط تقاضای آب در هکتار	نرخ آب‌بها						
	نرخ صفر	نرخ فعلی	۱۰ برابر نرخ فعلی	۱۵ برابر نرخ فعلی	۲۰ برابر نرخ فعلی	۳۰ برابر نرخ فعلی	۵۰ برابر نرخ فعلی	۱۰۰ برابر نرخ فعلی
خوشه اول (m^3)	۱۳۸۸۲/۵	۱۳۸۸۲/۵	۱۳۸۸۲/۵	۱۳۸۸۲/۵	۱۲۷۰۸/۹۹	۱۰۲۳۸/۵	۷۲۰۴/۵	۱۹۹۲
خوشه دوم (m^3)	۱۲۲۴۲/۵	۱۲۲۴۲/۵	۱۲۲۴۲/۵	۱۱۴۲۴/۵	۸۵۱۱/۹	۷۱۲۵	۴۵۰۶	۷۰۲
خوشه سوم (m^3)	۱۱۲۷۷/۷۷	۱۱۲۷۷/۷۷	۱۱۲۷۷/۷۷	۹۵۷۰/۲۷	۸۳۶۸/۸۴	۷۶۷۷	۵۴۸۳	۶۰۶

مأخذ: محاسبات تحقیق

کشاورزان باشد. بنابراین، کشاورزان در خوشه‌های دوم و سوم تمایل به کشت ترکیبی از محصولات مطمئن (با میزان تغییر پذیری کمتر بازده برنامه‌ای کل) با نیازهای آبی کمتر دارند.

افزون بر آن، همان‌گونه که نمودار ۱ نشان می‌دهد، الگوهای مصرف آب در طول منحنی‌های تقاضای آب آبیاری در خوشه‌های مختلف تغییر می‌کند. در این رابطه، قسمت‌های کشش‌ناپذیر منحنی‌های تقاضای آب آبیاری با شیب زیاد منطبق با نرخ‌های پایین آب‌بهاست که کشاورزان نسبت به افزایش قیمت آب بدون حساسیت یا حساسیت کمی در رابطه با تغییر الگوی کشت و کاهش میزان متوسط مصرف آب در هکتار نشان می‌دهند. قسمت‌های کشش پذیر منحنی‌های تقاضا (با شیب کمتر) مربوط به نرخ‌های بالاتر آب‌بها است که کشاورزان از طریق تغییر الگوی کشت (از طریق جایگزینی محصولات با نیاز آبی بالا به‌وسیله محصولات با نیاز آبی کمتر) و هم‌چنین گرایش به سمت تولید محصولات با استفاده از روش‌های کم آبیاری و محصولات دیم میزان کل تقاضای آب و میزان متوسط مصرف آب در هکتار را کاهش می‌دهند.

بحث

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که گروه‌های همگن کشاورزان در خوشه‌های مختلف حساسیت های متفاوتی نسبت به افزایش نرخ آب‌بها نشان می‌دهند. هم‌چنین، آستانه تأثیرگذاری افزایش نرخ آب‌بها در خوشه اول نسبت به خوشه دوم و سوم متفاوت است. در مطالعاتی که تاکنون در زمینه تقاضای آب آبیاری در کشاورزی انجام شده است، به‌طور معمول، کشاورزان، با وجود داشتن ویژگی‌ها مختلف و متفاوت بودن اندازه مزارع آنها، در قالب یک مدل برنامه ریزی ریاضی مطالعه شده و تقاضای آب آبیاری آنها در قالب یک الگو مورد بررسی قرار گرفته است (۲۱ و ۳۲). این در حالی است که، نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که در صورت یکسان نبودن رفتار ریسک‌گریزی زارعین، تجزیه و تحلیل رفتار و توابع مطلوبیت آنها در یک مدل، نتایج اریبی را در بر خواهد داشت.

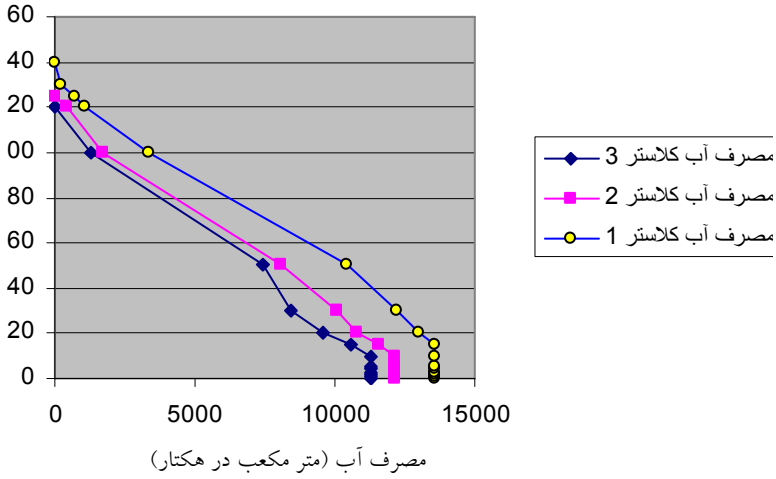
نتایج هم‌چنین نشان داد که با افزایش نرخ آب‌بها بیشترین ذخیره آب در گروه‌های کشاورزان محافظه کار(خوشه دوم و سوم) صورت می‌گیرد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده ضروری است که در مطالعات مربوط به بررسی تأثیر سیاست‌های مختلف بر رفتار کشاورزان، آنها را در گروه‌های همگن طبقه‌بندی نموده و عکس‌العمل آنها به‌طور جداگانه بررسی گردد.

برای این منظور الگوی رفتاری گروه‌های همگن کشاورزان را می‌توان به‌وسیله تکنیک خوشه‌ای و با تخمین توابع مطلوبیت چند معیاری (MAUF) جمعی تعریف نمود. در این مطالعه بر اساس تصمیمات تولید واقعی کشاورزان، وزن‌های اهداف مختلف برای هر یک از گروه‌های کشاورزان تعیین و تابع مطلوبیت آنها فرموله گردید. این توابع به‌عنوان توابع هدف در مدل‌های شبیه‌سازی به‌کار برده شدند. در این رابطه ملاحظه شد که روش تحقیق به‌کار رفته بر اساس تئوری مطلوبیت چند معیاری (MAUT) یک تکنیک با ارزش برای شبیه‌سازی رفتار گروه‌های مختلف کشاورزان که مواجه با سیاست‌گزاری‌های مختلف از جمله سیاست قیمت‌گذاری آب هستند می‌باشد.

با توجه به نتایج تحقیق می‌توان گفت که چون آب‌بهای دریافتی در ایران بسیار پایین و از ارزش واقعی آب بسیار پایین‌تر است و از طرفی این روش نرخ‌گذاری (بر اساس سطح زیرکشت) هیچ مبنای علمی نداشته و امنیت لازم را برای بهره‌بردار ایجاد نمی‌کند که او بتواند در طول زمان از منافع حاصل از تخصیص و کاهش مصرف آب خود بهره‌مند شود. در نتیجه روش نرخ‌گذاری مذکور مانع از افزایش کارایی از طریق ایجاد انگیزه استفاده از تکنولوژی‌های آب اندوز شده است به این دلیل که اگر یک کشاورز از طریق کاهش مصرف آب (سطوح مختلف کم آبیاری) بخواهد مقدار آب دریافتی را به‌جای استفاده در یک هکتار به بیش از یک هکتار اختصاص دهد سیستم نرخ‌گذاری موجود، آب‌بها را متناسب با افزایش سطح زیرکشت و نه مقدار حجم آب مورد استفاده از او دریافت می‌کند. نتیجه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0]



نمودار ۱. منحنی‌های تقاضای آب آبیاری در خوشه‌های مختلف

این‌گونه نرخ‌گذاری افزایش مصرف، که متناقض با سیاست‌های پایدار منابع آبی است. به این جهت که میزان قابل ملاحظه‌ای از آب آبیاری به‌صورت تبخیر و تعرق و جاری شدن در سطح خاک هدر می‌رود. اگر چه نتایج مطالعات انجام شده نیز نشان می‌دهد که در بهترین حالت، میزان آب‌بهای تعیین شده به این روش فقط می‌تواند تا حدودی هزینه‌های نگه‌داری و بهره‌برداری شبکه‌های آب را تأمین کند و ممکن است تا حدودی به نفع عملکرد مالی دستگاه متصدی بهره‌برداری آب باشد اما چون متکی بر تحویل حجمی نیست انگیزه لازم را برای صرفه جویی آب فراهم نمی‌کند، در نتیجه عملکرد اقتصادی آن رضایت‌بخش نیست (۲ و ۳).

با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاد می‌گردد که از طریق روش نرخ‌گذاری علمی و منطقی آب‌بها انگیزه استفاده از تکنولوژی‌های آب اندوز فراهم گردد و اجازه داده شود که کشاورزان آب مازاد بر مصرفشان را نیز در کشت‌های اضافی و فعالیت‌های اقتصادی با ارزش‌تر به‌کار برده یا از طریق کاهش تقاضا، آب مازاد بر مصرفشان را بفروشند. البته هر چند به منظور پایداری سیستم شبکه آب‌های سطحی افزایش قیمت آب ضروری است اما، با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق به منظور مدیریت و کاهش مؤثر تقاضای آب آبیاری افزایش قابل ملاحظه در قیمت آب نیاز می‌باشد که طرح این مسئله قطعا با واکنش های جدی از طرف بهره برداران آب‌های سطحی و به دنبال آن سیاستگزاران و مسئولین اجرایی مرتبط با موضوع آب روبرو خواهد بود. با توجه به این مسئله به‌نظر می رسد به منظور مدیریت مطلوب تقاضای آب آبیاری بایستی همراه با برنامه‌ریزی و زمان‌بندی افزایش قیمت آب (به گونه‌ای که متوسط قیمت آب همگام با اصلاح ساختار اقتصادی کشور به سمت هزینه نهایی بلند مدت نزدیک شود) سیاست‌های تلفیقی دنبال نمود که در این رابطه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- اصلاح قوانین آب از جمله ارایه الگوی مناسب تعیین نرخ آب‌بها

۲- تلاش در جهت تعریف چارچوب سازمانی مناسب بازار آب

۳- ایجاد و ترویج مکانیزم بازار به‌منظور مبادله آب بین مصارف مختلف و بهره برداران

۴- اصلاح مدیریت و برنامه ریزی توزیع منابع آب (ارایه یک الگوی زمانی مؤثر توزیع آب)

۵-تلاش در جهت بالا بردن کارایی و راندمان انتقال و مصرف

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0]

آب در کشاورزی از جمله پوشش انهار سنتی و ترویج استفاده از روش‌ها و فناوری‌های نوین آبیاری

۶- آموزش و کلاس‌های ترویجی در رابطه با برنامه ریزی صحیح در مورد مقدار و زمان مصرف آب آبیاری با توجه به دوره رشد گیاه

۷- ارایه الگوی کشت بهینه متناسب با ظرفیت‌های آبی و مزیت‌های نسبی در مناطق مختلف کشور

منابع مورد استفاده

۱. ترکمانی، ج.، غ. سلطانی و ه. اسدی. ۱۳۷۷. تعیین آب‌بها و بررسی ارزش بازده نهایی آب کشاورزی. آب و توسعه. فصل‌نامه امور آب وزارت نیرو. ۶(۱): ۵-۱۳.

۲. سلطانی، غ. و م. زیبایی. ۱۳۷۵. نرخ‌گذاری آب کشاورزی، آب و توسعه. فصل‌نامه امور آب وزارت نیرو ۴: ۵ -۲۴.

۳. سلطانی، غ. ۱۳۷۵. نرخ‌گذاری آب کشاورزی، آب و توسعه. فصلنامه امور آب وزارت نیرو ۴: ۵ -۲۴.

۴. صدر، س. ک. ۱۳۷۵. مبانی نرخ‌گذاری کارامد و عادلانه آب، آب و توسعه. فصلنامه امور آب وزارت نیرو ۴: ۴۴-۵۵.

5. Amador, F., J.M. Sumpsi and C. Romero. 1998. A non-interactive methodology to assess farmers' utility functions: an application to large farms in Andalusia, Spain. Eur. Rev. A PP. 411-418gric. Econ. 25: 95–109.
6. Anderson, J.R., J.L. Dillon and J.B. Hardaker. 1977. Agricultural Decision Analysis. Iowa University Press, Iowa.
7. Arriaza, M., J.A. Gómez-Limón and M. Upton. 2002. Local water markets for irrigation in Southern Spain: a multicriteria approach. Aust. J. Agric. Resour. Econ. 46: 1–23.
8. Ballestero, E. and C. Romero. 1998. Multiple Criteria Decision Making and Its Applications to Economic Problems. Kluwer Academic Pub., Dordrecht.
9. Berbel, J. and A. Rodr´ıguez. 1998. An MCDM approach to production analysis: an application to irrigated farms in Southern Spain. Eur. J. Oper. Res. 107: 108–118.
10. Biswas, T. 1997. Decision-Making under Uncertainty. Macmillan Press, London.
11. Braat, L.C. and W.F.J. Van Lierop. 1987. Economic-Ecological Modelling. North-Holland, Amsterdam.
12. Chakravorty, U. and D. Zilberman. 2000. Introduction to the special issue on: management of water resources for agriculture. Agric. Econ. 24: 3–7.
13. Dinar, A., M.W. Rosegrant and R. Meinzen-Dick. 1997. Water allocation mechanisms—principles and examples. The World Bank, Washington.
14. Dyer, J.S. 1977. On the relationship between goal programming and multiattribute utility theory. Discussion Paper 69, Management Study Centre. University of California, Los Angeles.
15. Easter, W.K. and R. Hearne. 1995. Water markets and decentralized water resources management: international problems and opportunities. Water Resour. Bull. 31: 9–20.
16. Edwards, W. 1977. Use of Multiattribute utility measurement for social decision making. *In*: Bell, D.E., Keeney, R.L., Raiffa, H. (Eds.), Decisions. Wiley, Chichester.
17. Farmer, P.C. 1987. Testing the robustness of multiattribute utility theory in an applied setting. Decision Sci. 18: 178–193.
18. Fishburn, P.C. 1982. The Foundations of Expected Utility. Reidel Publishing Company, Dordrecht, The Netherlands.
19. Geissman, J.R. and R.D. Schultz. 1991. Verification and validation of expert system.PP. 12-19. *In*: Gupta, U.G. (Ed.), Validating and Verifying Knowledge-Based Systems, Chapter 2. IEEE Computer Society Press, Washington.
20. Gómez-Limón, J.A., M. Arriaza and J. Berbel. 2002. Conflicting implementation of agricultural and water policies in irrigated areas in the EU. J. Agric. Econ. 53: 259–281.
21. Gómez-Limón, J.A. and J. Berbel. 2000. Multicriteria analysis of derived water demand functions: a Spanish case study. Agric. Syst. 63: 49–71.
22. Gómez-Limón J.A. and Y. Martı´nez. 2005. Multi-criteria modelling of irrigation water market at basin level: A Spanish case study. Eur. J. Oper. Res. 1-24.
23. Gómez-Limón J.A. and L. Riesgo. 2004. Irrigation water pricing: differential impacts on irrigated farms. Agric. Econ. 31: 47–66.
24. Hardaker, J.B., R.B.M. Huirne and J.R. Anderson. 1997. Coping with risk in agriculture. CAB International, Oxon,

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0]

UK.
25. Harrison, S.R. 1987. Validation of models: methods, applications and limitations. PP. 26-42. *In*: Computer Assisted Management of Agricultural Production Systems. RMIT Press, Melbourne.
26. Harrison, S.R. 1991. Validation of agricultural expert systems. Agric. Sys. 35 (3): 265-285.
27. Hazell, P.B.R. and R.D. Norton. 1986. Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture. MacMillan Publishing Company, New York.
28. Huirne, R.B.M. and J.B. Hardaker. 1998. A multi-attribute utility model to optimise sow replacement decisions. Eur. Rev. Agric. Econ. 25: 488–505.
29. Hwang, C.L. and K. Yoon. 1981. Multi Attribute Decision Making. Springer-Verlag, New York.
30. Keeney, R.L. 1974. Multiplicative utility functions. Oper. Res. 22: 22–34.
31. Keeney, R.L. and H. Raiffa. 1976. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade Offs. Wiley, New York.
32. Montginoul, M. and T. Rieu. 1996. Instruments de gestion de l'eau d'irrigation en France: exemple de la Charente. Ingénieries-EAT. 8: 3–12.
33. Markowitz, H. 1952. Portfolio selection. J. Finance 7: 77–91.
34. O'Keefe, R.M., B. Osman and E.P. Smith. 1991. Validating expert systems performance. PP. 2-11. *In*: Gupta, U.G. (Ed.), Validating and Verifying Knowledge-Based Systems. Chapter 1. IEEE Computer Society Press, Washington.
35. Qureshi, M.E., S.R. Harrison and M.K. Wegener. 1999. Validation of multicriteria analysis models. Agric. Sys. 62: 105– 116.
36. Romero, C. 1991. Handbook of Critical Issues in Goal Programming. Pergamon Press, Oxford.
37. Sumpsi, J.M., F. Amador and C. Romero. 1997. On farmers' objectives: a multi-criteria approach. Eur. J. Oper. Res. 96: 64–71.
38. Sumpsi, J.M., A. Garrido, M. Blanco, C. Varela and E. Iglesias. 1998. Econom´ıa y pol´ıtica de gestión del agua en la agricultura. MAPA, Madrid.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.30.0]