اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال نهم، شماره ۳۶، زمستان ۱۳۸۰

راهبرد ریسک-کارای آبیاری گندم در منطقه کوار

کاربرد معیارهای برتری تصادفی

منصور زیبایی، دکتر غلامرضا سلطانی، دکتر جواد ترکمانی، دکتر داور خلیلی،
دکتر جواد بهبودیان*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

چکیده

تولیدات کشاورزی ذاتاً ریسک آمیز است. وقتی کشاورزان ریسک گریز باشند، که معمولاً این‌گونه هستند، نهاده‌های کنترل‌پذیر را به گونه‌ای که اثرات ریسک را کاهش دهد، تخصیص می‌دهند. بنابراین منظور کردن ریسک در مدلهای تحلیل رفتار کشاورزان حائز اهمیت است. در این مطالعه با استفاده از روش برتری تصادفی و برتری تصادفی با توجه به یک فرم تابع، راهبرد ریسک-کارای آبیاری برای گندمکاران منطقه کوار تعیین شد. نتایج نشان داد که چهار راهبرد کم‌آبیاری بر اساس معیار برتری تصادفی درجه ۱ و یک راهبرد کم‌آبیاری بر اساس

* به ترتیب : دانشجوی دوره دکتری، استاد، دانشیار، استادیار دانشکده کشاورزی و استاد دانشکده علوم دانشگاه شیراز.

معیار برتری تصادفی درجه ۲، بر راهبرد تمام‌آبیاری برتری دارد.

کلید واژه‌ها:

ریسک گریزی، راهبردهای آبیاری، برتری تصادفی.

مقدمه

از آنجا که فرصت برای افزایش عرضه آب در بسیاری از مناطق به دلایل گوناگونی همچون افزایش هزینه استحصال آب، محدود است (Soltani & Pandey & Musgrave, 1992)، لازم است که تولیدکنندگان محصولات کشاورزی آب را با کارایی بیشتری مورد استفاده قرار دهند. هر چند نوآوریهای فنی در زمینه ابزار و ادوات آبیاری، امکان کاربرد بهنگام، کاراتر و کم‌هزینه‌تر آب را فراهم می‌سازد، اما بهبود فرایند تصمیمگیری در زمینه تعیین راهبردهای آبیاری، مقدم بر نوآوریهای فنی است.

برای تحلیل کارایی راهبردهای آبیاری، ابتدا لازم است که مفهوم کارایی تعیین شود. مفهوم کارایی، یکی از موضوعهای مهم در اقتصاد است. امکان تولید سطح خاصی از محصول با حداقل هزینه یا تولید سطح بهینه‌ای از محصول از یک مقدار معینی از نهاده، تعریف ساده‌ای برای مفهوم کارایی است. بنابراین همواره این امکان وجود دارد که عملکرد اقتصادی واحدها، حتی در شرایط کم و بیش مشابه، به میزان درخور توجهی متفاوت باشد. تفاوت در نتایج اقتصادی در چنین شرایطی، معمولاً به تفاوت در کارایی واحدها برمی‌گردد.

تحلیل کارایی اقتصادی، معمولاً بر این فرض استوار است که کشاورزان حداکثر کننده سود تحت شرایط رقابت کامل و حتمیت هستند؛ فرضی که با واقعیت سازگار نیست. پاسور معتقد است که معیارهای کارایی که بر فرض حداکثر کردن سود به دست می‌آیند، برای اندازه‌گیری عملکرد واحدهای اقتصادی که تحت شرایط اطلاعات ناقص عمل می‌کنند و در تابع هدف آنها عناصری غیر از سود در نظر گرفته می‌شود، مناسب نیستند (Pasour,1981). کاربرد

قواعد اقتصاد نئوکلاسیکی در کشاورزی سنتی از طرف بسیاری از پژوهشگران مورد انتقاد واقع شده است. بنابراین لازم است که در مدلسازی رفتار کشاورزان فرضهای واقعیتری در نظر گرفته شود. از آنجا که تولید محصولات کشاورزی، فعالیتی ذاتاً ریسک‌آمیز است، منظور کردن ریسک در مدلهای بررسی رفتار کشاورزان از اهمیت خاصی برخوردار است. زمانی که کشاورزان ریسک‌پذیر باشند، که معمولاً این گونه نیز هستند، نهاده‌های کنترل‌پذیر از جمله آب را به گونه‌ای تخصیص می‌دهند که اثرات ریسک را کاهش دهند. هدف این مقاله بررسی اثرات ریسک در استفاده از آب، یا به سخن دیگر، تعیین راهبردهای ریسک-کارای آبیاری گندم در منطقه کوار با استفاده از معیارهای برتری تصادفی است.

تصمیمگیری تحت شرایط ریسک و نبود حتمیت

یکی از مدلهایی که به طور گسترده برای مطالعه تصمیمگیری تحت شرایط ریسک و نبود حتمیت مورد استفاده قرار می‌گیرد، مدل مطلوبیت انتظاری[1] است (Schomaker, 1982). برای استفاده از مدل مطلوبیت انتظاری لازم است که توزیع احتمال نتایج و ترجیحات ریسکی تصمیمگیرندگان به طور کامل شناخته شود. اندازه‌گیری ترجیحات ریسکی به طور مستقیم به وسیله استخراج تابع مطلوبیت یا به طور غیرمستقیم از طریق جانهی[2] با دشواریهایی همراه است (King & Robison, 1981; Schomaker, 1982). زمانی که نتوان ترجیحات ریسک‌آمیز را به طور دقیق تعیین کرد، استفاده از معیارهای برتری تصادفی، مفید است. این معیارها، بدون اینکه نیاز به اندازه‌گیری دقیق ترجیحات ریسک‌آمیز تصمیمگیرندگان داشته باشند، فرضیات مطلوبیت انتظاری را تأمین می‌کنند. قواعد کارای تصادفی از طریق مقایسه بین هر دو زوج از توابع توزیع احتمال تجمعی[3] (CDF) نتایج فعالیتهای مختلف صورت می‌گیرد. در زیر، برتری

1. Expected utility model
2. Imputation
3. Cumulative distribution functions (CDFs)

تصادفی درجه ۱[1]، برتری تصادفی درجه ۲[2] و برتری تصادفی با توجه به یک تابع[3] تشریح شده است.

برتری تصادفی درجه ۱ (FSD)

اصول و روش کاربرد معیار برتری تصادفی درجه ۱ و درجه ۲ به طور مبسوط در مطالعه انderسون (Anderson, 1974)، انderسون، دیلون و هاردآکر (Anderson & Dillon & Hardaker, 1977)، کینگ و رابیسون (King & Robison, 1981)، هارداکر و دیگران (Hardaker & et.al., 1998) و ترکمانی (Torkamani, 1996) و زیبایی و ترکمانی (زیبایی و ترکمانی، ۱۳۷۹) بحث شده است.

محدودیت اعمال شده بر تابع مطلوبیت در (FSD) به طور ساده این است که تصمیمگیرندگان برای معیار عملکرد (سود) دارای مطلوبیت نهایی مثبت‌اند (یعنی بیشتر بر کمتر ترجیح دارد). بنابراین برای دو فعالیت A و B هر کدام با یک توزیع احتمال نتایج، به ترتیب به وسیله توابع توزیع تجمعی $F_A(X)$ و $F_B(X)$ تعریف شده است. A بر B بر اساس معیار (FSD)، برتری دارد، اگر برای تمام X ها: $F_A(X) \leq F_B(X)$ باشد، با حداقل یک نابرابری اکید. این موضوع به طریق نموداری نشان می‌دهد که CDF مربوط به فعالیت A باید همیشه در زیر یا سمت راست CDF مربوط به فعالیت B باشد. اگر دو CDF همدیگر را قطع کنند، هیچ کدام از گزینه‌ها بر اساس (FSD) بر دیگری برتری ندارد. این امر نشاندهنده توانایی محدود برتری تصادفی درجه ۱ در تفکیک کردن گزینه‌های کارا از گزینه‌های ناکاراست. باید توجه کرد که این معیار کارایی مانند سایر معیارهایی که در زیر شرح داده می‌شود، با تعیین گزینه‌های برتر سروکار دارد، به گونه‌ای که گزینه‌هایی که تحت سلطه قرار نمی‌گیرد، مجموعه کارا را تشکیل می‌دهد. تحلیل برتری به مقایسه زوجی تمام زوجهای توزیع می‌پردازد و با این شرط که وقتی پی برده شد که یک گزینه تحت سلطه گزینه دیگری است، گزینه تحت سلطه از بررسیهای بعدی حذف می‌شود.

1. First degree stochastic dominance (FSD)
2. Second degree stochastic dominance (SSD)
3. Stochastic dominance with respect to a function (SDWRF)

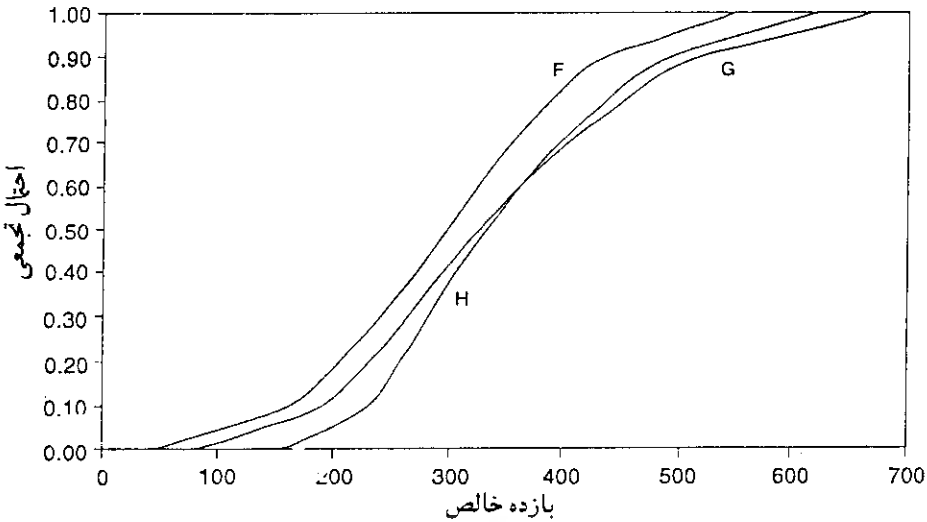
در نمودار شماره ۱، CDFهای سه آلترناتیو F، G و H نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، برای تمام مقادیر x، $F_G(X)<F_F$ است، بنابراین F نمی‌تواند عضوی از مجموعه کارای FSD باشد. همچنین دیده می‌شود که H هم بر F برتری دارد، اما از آنجا که F به دلیل اینکه تحت سلطه G قرار دارد و از بررسیهای بعدی حذف شده است، دیگر مقایسه F و H ضرورت ندارد. اگر G و H را مقایسه کنیم، مشاهده می‌شود که آنها یکدیگر را قطع می‌کنند، بنابراین بین این دو گزینه، برتری در شکل FSD وجود ندارد. معیار FSD برای هر دو گروه از تصمیمگیرندگان (ریسک گریز و ریسک‌طلب) به کار گرفته می‌شود.

برتری تصادفی درجه ۲ (SSD)

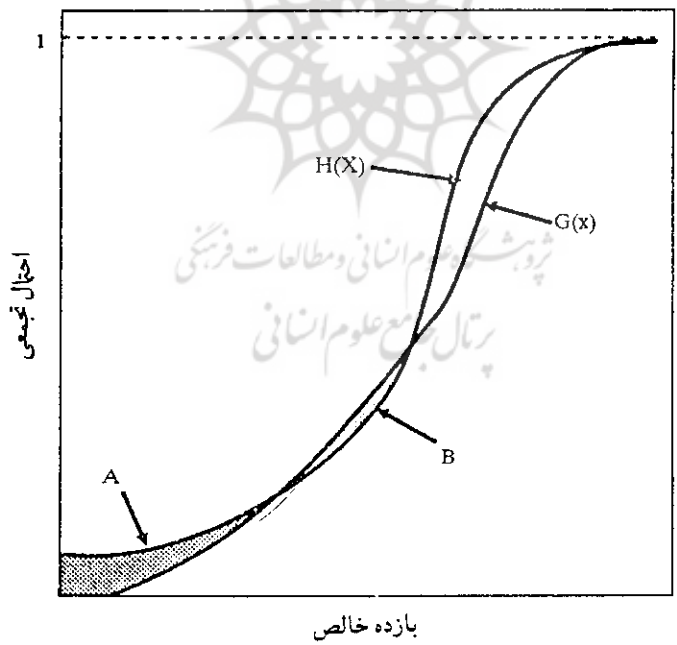
معیار برتری تصادفی درجه ۲ (SSD)، ریسک‌گریزی را برای تمام تصمیمگیرندگان در نظر می‌گیرد. این امر نشاندهندهٔ اعمال محدودیت اضافی بر تابع مطلوبیت در مقایسه با FSD است. فرض می‌شود که تابع مطلوبیت در دامنه داده شده نه تنها یکنواخت افزایشی نیست. بلکه اکیداً مقعر است (مشتق دوم مطلوبیت نسبت به درآمد یا سود منفی است). این فرضیات دلالت بر آن دارد که دامنه ضریب ریسک‌گریزی مطلق از $r_1(X)=0$ تا $r_2(X)=\infty$ است. برای FSD این دامنه از $r_1(X)=-\infty$ تا $r_2(X)=+\infty$ است. هر چند SSD نسبت به FSD توانایی تفکیک بیشتری دارد، اما ممکن است هنوز چندین فعالیت را در مجموعه کارا باقی گذارد. راهبرد مدیریتی G بر H ترجیح داده می‌شود اگر:

$$\int_{-\infty}^{+X} F_G(X)dx \le \int_{-\infty}^{+X} F_H(X)dx \qquad (۱)$$

رابطه فوق باید برای تمام دامنه‌های ممکن برقرار باشد و برای حداقل یک سطح از سود، به صورت نابرابری اکید باشد. بنابراین SSD نیز مانند FSD، به توزیع تجمعی سود بستگی دارد. به طریق نموداری، شرط ضروری برای اینکه گزینه G بر گزینه H، بر اساس معیار SSD برتری داشته باشد، این است که ناحیه مشخص شده با حرف A در نمودار شماره ۲ کمتر از ناحیه مشخص شده با حرف B نباشد، بنابراین تحت این معیار، توزیع نتایج بر اساس مساحت زیر منحنیهای CDF آنها مقایسه می‌شود و در نتیجه توزیعهای تجمعی می‌توانند همدیگر را قطع کنند.



نمودار شماره ۱. کاربرد معیار FSD (گزینه‌های G و H بر F برتری دارند ولی بین G و H بر اساس معیار نمی‌توان قضاوت کرد)



نمودار شماره ۲. کاربرد معیار SSD

برتری تصادفی با توجه به یک تابع

هر چند معیار SSD نسبت به FSD توانایی بیشتری در تفکیک گزینه دارد، اما ممکن است در بسیاری از کاربردهای عملی از توان تفکیک‌پذیری کافی برخوردار نباشد. در این زمینه میر قاعده برتری تصادفی تعمیم یافته را پیشنهاد کرده است که اغلب، برتری تصادفی با توجه به یک تابع (SDWRF) نامیده می‌شود (Meyer, 1977a,b). اگر ضریب ریسک‌پذیری مطلق گروهی از تصمیمگیرندگان بین $r_1(X)$ تا $r_2(X)$ قرار داشته باشد، تمامی آنها $F_A(X)$ را بر $F_B(X)$ ترجیح خواهند داد، اگر تابع مطلوبیت $U(X)$ که رابطهٔ:

$$\int_{-\infty}^{+x} \left[F_A(X)-F_B(X)\right] U'(X)dx \qquad (۲)$$

را با توجه به رابطهٔ:

$$r_1(X)<-U''(X)/U'(X)<r_2(X) \qquad (۳)$$

حداقل می‌کند، مثبت باشد. گزینه A نسبت به گزینه B برتر است. اگر این حداقل منفی باشد، $F_A(X)$ بر $F_B(X)$ برتری ندارد. در این حالت برای بررسی اینکه آیا $F_B(X)$ بر $F_A(X)$ برتری خواهد داشت یا خیر، لازم است که حداقل رابطه زیر :

$$\int_{-\infty}^{+x} \left[F_A(X)-F_B(X)\right] U'(X)dx \qquad (۴)$$

با توجه به رابطه ۳ محاسبه شود. اگر حداقل مثبت باشد، $F_B(X)$ بر $F_A(X)$ برتری دارد. اگر حداقل دوباره منفی شود، هر دو گزینه در مجموعهٔ کارا قرار دارد و معیار SDWRF نمی‌تواند این دو گزینه را از یکدیگر تفکیک کند.

داده‌های مورد استفاده و مدل کاربردی

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از یک طرح نمونه‌گیری خوشه‌ای چند مرحله‌ای به دست آمده است. بعد از انتخاب ۱۴۵ کشاورز نمونه در دشت کوار، به آنها مراجعه شد و

اطلاعات مورد نیاز، بویژه در زمینه آبیاری برای سال زراعی ۷۹-۸۰ جمع آوری گردید. تعداد دفعات آبیاری، تاریخ آ بیاری، مدت زمان هر آبیاری، میزان دبی منبع آب، عملکرد و اطلاعات مربوط به هزینه‌های تولید، بخشی از داده‌هایی بود که از طریق پرسشگری فراهم آمد. بعد از جمع آوری داده‌ها، کشاورزان با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به گروه‌های همگن تقسیم شدند و آنهایی که در میانه هر گروه قرار گرفتند، به عنوان کشاورز نماینده آن گروه انتخاب شدند. در این مطالعه، راهبردهای به کار گرفته شده آبیاری گندم در یکی از گروههای همگن دشت کوار مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع، بر اساس تعداد دفعات آبیاری، زمان آبیاری و مقدار آب مورد استفاده در گروه مورد مطالعه، ۱۰ راهبرد آبیاری تشخیص داده شد که به همراه راهبرد تمام‌آبیاری، ارزیابی شدند. مشخصات راهبردهای ملی آبیاری مورد مطالعه در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول شماره ۱. مشخصات راهبردهای آبیاری مورد بررسی

شماره راهبرد	کدراهبرد	تعداد دفعات آبیاری در هر مرحله			
		مرحله اولیه[1]	مرحله رشدسریع[2]	مرحله رسیدن اولیه[3]	مرحله رسیدن و برداشت[4]
۱	S(2-1-5-1) (تمام‌آبیاری)	۲	۱	۵	۱
۲	S(1-0-1-0)	۱	۰	۱	۰
۳	S(1-0-2-0)	۱	۰	۲	۰
۴	S(1-0-3-0)	۱	۰	۳	۰
۵	S(1-0-4-0)	۱	۰	۴	۰
۶	S(1-0-5-0)	۱	۰	۵	۰
۷	S(1-0-6-0)	۱	۰	۶	۰
۸	S(2-0-3-0)	۲	۰	۳	۰
۹	S(2-0-4-0)	۲	۰	۴	۰
۱۰	S(2-0-5-0	۲	۰	۵	۰
۱۱	S(2-0-6-0)	۲	۰	۶	۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

1. Initial
2. Development
3. Mid-Season
4. Late-Season

برای تعیین عملکرد هر یک از راهبردهای آبیاری نیاز به یک تابع تولید آبیاری است. سلطانی و همکاران معتقدند که عواملی مانند ناکافی بودن داده‌های تجربی، زمان و هزینه زیاد مورد نیاز برای تخمین توابعی که عملکرد را به میزان آب مصرفی ارتباط دهد، از مشکلات اساسی مدیریت آبیاری در کشورهای جهان سوم است. آنها برای فائق آمدن بر این مشکل، انتقال دانش تابع تولید آب از کشورهای پیشرفته به کشورهای جهان سوم را پیشنهاد می‌کنند. همچنین اضافه می‌کنند که به دلیل خاص منطقه‌ای[1] بودن تابع تولید تجربی، این‌گونه توابع انتقال‌پذیر نیستند اما توابعی که عملکرد را به تبخیر و تعرق مربوط می‌سازند، انتقال‌پذیرند و از چنین توابعی می‌توان در مدیریت آبیاری بهره برد(Soltani & et.al.,1992). به طور کلی در این رابطه دو تابع تولید ضربی زیر بیشتر مورد استفاده قرار گرفته‌است:

$$Y_a/Y_b = \prod_i (ET_a/ET_p)^{\lambda_i} \qquad (i \varepsilon g) \qquad (۵)$$

$$Y_a/Y_b = \prod_i \left[۱ - KY_i (۱ - ET_a/ET_p) \right] \qquad (۶)$$

در این معادلات، Y_a و Y_b به ترتیب عملکرد واقعی و عملکرد پتانسیل و ET_a، ET_p به ترتیب تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل است. g یک مرحله رشد را نشان می‌دهد و λ_i و KY_i فاکتور حساسیت نسبت به تنش آب در مرحله رشد i است. معادله ۵ به وسیله جنسن (Jensen, 1968). و معادله ۶ از سوی رائو و همکاران (Rao & et.al., 1988) مطرح شده‌است.

فاکتورهای حساسیت نسبت به تنش آب (λ_i و KYi) معمولاً از منابع موجود به دست می‌آید. در این رابطه، دورنباس و کاسام ارزشهای KY را برای حدود ۳۳ محصول کشاورزی ارائه دادند (Doorenbos & Kassam,1979). در مطالعه دیگری نیریزی و ردزوفسکی ارزشهای λ_i را برای حدود ۱۱ محصول زراعی محاسبه کردند(Nairizi & Rydzewski,1977). بنابراین برای ارزیابی راهبردهای مختلف آبیاری، به محاسبه Y_b و Y_a مربوط به آنها نیاز است.

1.Specific location

به طور کلی در این بررسی، ارزیابی راهبردهای آبیاری گندم بر اساس تراز آب صورت می‌گیرد که در آن جریانهای خروجی و ورودی آب در منطقه ریشه برای یک دوره ۲۰ ساله مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌های مورد نیاز برای این ارزیابی، مشتمل است بر داده‌های مربوط به اقلیم منطقه، داده‌های مربوط به محصول مورد مطالعه، تاریخ کاشت آن و داده‌هایی که ویژگی خاک را به دست می‌دهد. ET_0 یا نیاز آبی سطح استاندارد گیاه مرجع چمن، که در حقیقت همان قدرت تبخیر کنندگی هواست و با استفاده از روش پنمن-مانتیث محاسبه می‌شود، همراه با میزان بارندگی و میزان بارندگی مؤثر، داده‌های مربوط به اقلیم را تشکیل می‌دهند. داده‌های مربوط به محصول شامل طول هر یک از دوره‌های رشد، ضریب گیاهی برای تبدیل ET_0 به ET_p گیاه مورد مطالعه، عمق ریشه، سطح تخلیه مجاز که امکان محاسبه آب آماده استفاده[1] خاک را فراهم می‌سازد و سرانجام فاکتور پاسخ عملکرد[2] یا فاکتور حساسیت نسبت به تنش آبی در مراحل مختلف است که امکان بررسی اثرات تنشهای آبی را بر عملکرد به دست می‌دهد. داده‌های مربوط به خاک نیز مشتمل بر تیپ خاک، کل آب قابل استفاده، حداکثر نفوذ بارندگی و محدودیت حداکثر عمق ریشه است.

داده‌های مورد نیاز برای ارزیابی راهبردهای مختلف آبیاری از داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک شیراز، گزارش خاکشناسی نیمه تفصیلی دشت کوار، فاکتور حساسیت نسبت به تنش آبی در مراحل مختلف گزارش شده از سوی دورنباس و کاسام و اطلاعات فراهم آمده از پرسشنامه و مرکز خدمات روستایی منطقه تأمین شد و با استفاده از بسته نرم‌افزاری Cropwat (Smith,1993)، با شبیه سازی نسبت Y_a/Y_b برای هر یک از راهبردها در دوره بیست سالهٔ مورد بررسی (۱۳۵۸ تا ۱۳۷۹)، محاسبه شد. برای دستیابی به عملکرد واقعی هر یک از راهبردها، نیاز به تولید پتانسیل یا حداکثر عملکرد منطقه در سالهای مختلف دوره مورد بررسی بود. اطلاعات مربوط به متوسط، حداکثر و حداقل و انحراف معیار عملکرد در هکتار گندم برای سال زراعی ۱۳۷۸-۷۹ با استفاده از پرسشنامه‌ها به دست آمد. همچنین متوسط عملکرد محصولات

1. Readily available soil moisture 2. Yield response factor

برای سالهای مختلف دوره مورد بررسی از اطلاعات موجود در سازمان برنامه و بودجه استان فارس فراهم گردید که با استفاده از این اطلاعات و همچنین نظرات کارشناسی و تحلیلهای آماری، عملکرد حداکثر یا عملکرد پتانسیل گندم در سالهای مختلف دوره مورد بررسی محاسبه شد. سرانجام از حاصلضرب نسبت Y_a / Y_b سالهای مختلف هر یک از راهبردها و حداکثر عملکرد آن سال، عملکرد واقعی هر یک از راهبردهای آبیاری برای سالهای مختلف دوره مورد بررسی محاسبه شد. سرانجام با استفاده از قیمت گندم و هزینه‌های تولید، بازده هر یک از راهبردها در سالهای مختلف دوره مورد بررسی، بر اساس قیمتهای سال ۱۳۷۹ به دست آمد. با بهره گیری از این داده‌ها، تابع توزیع تجمعی (CDF) بازده هر یک از راهبردهای آبیاری مشخص شد. با مشخص شدن CDF بازده راهبردهای مختلف آبیاری، امکان تحلیل راهبردها از طریق معیارهای برتری تصادفی توضیح داده شده در بخش قبل و تعیین راهبردهای ریسک کارا فراهم شد. فاکتور حساسیت نسبت به تنش آبی در مراحل مختلف در جدول شماره ۲ درج شده است.

جدول شماره ۲. فاکتور حساسیت نسبت به تنش آبی

نام دوره	مراحل رشد	ماههای سال	فاکتور حساسیت
مرحله اولیه	استقرار[1] و رشد اولیه[2]	مهر، آبان، آذر و دی	۰/۲
مرحله رشد سریع	رشد انتهایی[3]	بهمن و نیمه اول اسفند	۰/۲ تا ۰/۶ *
مرحله رسیدن اولیه	گلدهی[4] و تشکیل دانه‌ها[5]	نیمه دوم اسفند، فروردین و اردیبهشت	۰/۶
مرحله رسیدن انتهایی	رسیدن[6]	خرداد	۰/۰۱ تا ۰/۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

1. Stablishment
2. Early vegetation
3. Late vegetation
4. Flowering
5. Yield formation
6. Ripening

*. در مراحلی که در ستون فاکتور حساسیت، دو عدد قید شده است بدین معنی است که تغییر ضریب در این دامنه، تغییری در نتایج ایجاد نمی‌کند.

نتایج و بحث

میانگین مصرف آب، متوسط عملکرد در هکتار، میانگین بازده خالص و انحراف معیار بازده خالص راهبردهای آبیاری مورد بررسی، در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. همان گونه که ملاحظه می‌شود، مصرف آب به طور متوسط از ۲۸۵۰ متر مکعب تا ۱۲۱۵۰ متر مکعب در هکتار متغیر است. بنابراین از این نظر بین راهبردهای مختلف، اختلاف چشمگیری وجود دارد. هر چند بالاترین عملکرد در هکتار مربوط به راهبرد تمام آبیاری است، اما بازده خالص این راهبرد از بازده ۶ راهبرد از مجموع ۱۰ راهبرد آبیاری مورد مطالعه کمتر است. در حقیقت با کاهش آبیاری از یک سو به دلیل تنش آبی، کاهش عملکرد در هکتار و از سوی دیگر، به دلیل کاهش مصرف آب، کاهش هزینه آب را خواهیم داشت. از آنجاکه حساسیت گیاهان نسبت به تنش آب در مراحل مختلف متفاوت است، برگزیدن راهبردهای کم‌آبیاری، که در هر ۱۰ راهبرد مورد مطالعه در نظر بوده، بازده خالص متفاوتی را به دست داده است.

جدول شماره ۳. میانگین مصرف آب، متوسط عملکرد در هکتار، میانگین بازده خالص و انحراف معیار بازده

شماره راهبرد	کد راهبرد	میانگین مصرف آب (مترمکعب)	متوسط عملکرد (کیلوگرم)	میانگین بازده خالص (۱۰ ریال)	انحراف معیار بازده خالص (۱۰ ریال)
۱	S(2-1-5-1)	۱۲۱۵۰	۵۳۱۷	۲۴۴۲۵۰	۲۷۱۸۴
۲	S(1-0-1-0)	۲۸۵۰	۲۸۹۴	۱۴۸۰۸۰	۲۷۶۲۴
۳	S(1-0-2-0)	۴۲۸۰	۳۵۸۰	۱۸۸۲۶۰	۲۹۲۰۰
۴	S(1-0-3-0)	۵۴۲۰	۴۳۰۰/۵	۳۹۷۴۲/۶	۲۵۱۵۸/۵
۵	S(1-0-4-0)	۷۳۹۰	۴۹۵۲/۶	۷۹۵۵۹/۱	۱۴۴۸۰
۶	S(1-0-5-0)	۸۶۸۰	۵۰۳۲/۱	۷۶۴۲۴/۹	۲۱۳۶۰
۷	S(1-0-6-0)	۱۰۷۵۰	۵۲۶۵/۲	۸۴۱۷۹/۷	۱۸۹۴۰
۸	S(2-0-3-0)	۶۸۴۰	۴۵۴۰/۲	۲۳۱۷۴۰	۲۴۹۶۷/۱
۹	S(2-0-4-0)	۸۹۰۸	۵۰۱۵	۶۷۸۴۰/۶	۲۲۱۶۶
۱۰	S(2-0-5-0)	۱۰۴۸۰	۵۰۸۹/۳	۲۷۴۸۰۴/۵	۲۶۴۰۱/۶
۱۱	S(2-0-6-0)	۱۱۷۵۰	۵۲۸۱	۲۵۸۸۱۲	۲۶۴۴۸/۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بالاترین بازده خالص مربوط به راهبرد شماره ۷ است که در آن یک نوبت آبیاری در مرحله اولیه رشد و ۶ نوبت آبیاری در مرحله گلدهی و تشکیل دانه انجام می‌گیرد. اما همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، انحراف معیار بازده این راهبرد از راهبرد شماره ۵ که در آن یک نوبت آبیاری در مرحله اولیه رشد و ۴ نوبت آبیاری در مرحله رسیدن اولیه صورت می‌گیرد، بیشتر است. به عبارت دیگر، راهبرد شماره ۵ با وجود ایجاد بازده کمتر، با نوسان کمتری همراه بوده و مطمئنتر است.

۱۰ راهبرد مورد بررسی با استفاده از معیارهای برتری تصادفی با راهبرد تمام‌آبیاری مقایسه شد. نتایج در جدول شماره ۴ آمده است. از ۱۰ راهبرد مورد مطالعه، چهار راهبرد بر اساس معیار برتری تصادفی درجه ۱، بر راهبرد تمام‌آبیاری برتری دارند. یک راهبرد بر اساس معیار برتری تصادفی درجه ۲، بر راهبرد تمام‌آبیاری برتری دارد و دو راهبرد نیز بر اساس معیار برتری تصادفی درجه ۱، مغلوب راهبرد تمام‌آبیاری‌اند. در مورد مقایسه راهبردهای شماره ۳، ۸ و ۱۱ با راهبرد تمام‌آبیاری نیز بر اساس معیار برتری تصادفی نمی‌توان اظهارنظر کرد.

برای تعیین راهبرد ریسک-کارای آبیاری میان ۱۱ راهبرد آبیاری مورد بررسی، راهبردها با هم مقایسه شدند و بر اساس معیار برتری تصادفی درجه ۱، برتری سه راهبرد S(1-0-4-5)، S(1-0-5-0) و S(1-0-6-0) نسبت به بقیه مشخص شد. بر اساس معیار برتری تصادفی درجه ۲ تنها دو راهبرد S(1-0-4-0) و S(1-0-6-0) نسبت به بقیه راهبردها برتری داشتند. در حقیقت، راهبرد S(1-0-5-0) در مجموعهٔ کارای معیار برتری تصادفی درجه ۲ قرار نگرفت.

همان گونه که می‌دانیم، معیار برتری تصادفی درجه ۲ برای کشاورزان ریسک گریز است. از آنجا که احتمال وجود کشاورزان ریسک‌خنثی و ریسک‌طلب نیز وجود دارد، معیار برتری تصادفی با توجه به یک فرم تابع، اجرا شد. نتایج به دست آمده نشان داد که برای کشاورزان ریسک‌طلب که ضریب ریسک‌گریزی آنها پایینتر از منفی ۴ میلیونیم است، راهبردهای S(1-0-5-0) و S(1-0-6-0) نسبت به سایر راهبردها برتری دارد. برای کشاورزان ریسک‌خنثی که

ضریب ریسک گریزی آنها بین منفی ۴ میلیونیم تا ۵ میلیونیم قرار دارد، راهبرد S(1-0-6-0)، یعنی راهبرد حداکثر کننده سود، برتر است. برای کشاورزان ریسک‌گریز که ضریب ریسک‌گریزی آنها بیش از ۵ میلیونیم است، راهبرد S(1-0-4-0)، راهبرد برتر است. مقایسه میزان مصرف آب راهبرد حداکثر کننده سود S(1-0-6-0) با راهبرد S(1-0-4-0) نشان می‌دهد که ریسک گریزی موجب کاهش مصرف آب می‌شود. هر چند راهبرد S(1-0-4-0) به طور متوسط بازده خالص کمتری به دست می‌دهد، اما درآمد حاصل از آن، نوسان کمتری دارد. این موضوع در انحراف معیار بازده خالص این راهبرد، که کمتر از انحراف معیار راهبرد S(1-0-6-0) است، مستتر است. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که در تعیین راهبرد بهینه آبیاری، همچون تعیین الگوی بهینه کشت، منظور کردن ریسک از اهمیت خاصی برخوردار است.

جدول شماره ۴. بررسی وضعیت راهبردهای مختلف آبیاری نسبت به راهبرد تمام‌آبیاری

شماره راهبرد	کد راهبرد	وضعیت
۱	S(1-0-1-0)	نسبت به راهبرد تمام‌آبیاری براساس معیار برتری تصادفی درجه ۱ مغلوب است.
۲	S(1-0-2-0)	نسبت به راهبرد تمام‌آبیاری براساس معیار برتری تصادفی درجه ۱ مغلوب است.
۳	S(1-0-3-0)	بین این راهبرد و راهبرد تمام آبیاری براساس معیاربرتری تصادفی‌نمی‌توان‌راهبرد برتر را مشخص‌کرد.
۴	S(1-0-4-0)	نسبت به راهبرد تمام‌آبیاری براساس معیار برتری تصادفی درجه ۱ برتر است.
۵	S(1-0-5-0)	نسبت به راهبرد تمام‌آبیاری براساس معیار برتری تصادفی درجه ۱ برتر است.
۶	S(1-0-6-0)	نسبت به راهبرد تمام‌آبیاری براساس معیار برتری تصادفی درجه ۱ برتر است.
۷	S(2-0-3-0)	بین این راهبرد و راهبرد تمام آبیاری براساس معیاربرتری تصادفی‌نمی‌توان‌راهبرد برتر را مشخص‌کرد.
۸	S(2-0-4-0)	نسبت به راهبرد تمام‌آبیاری براساس معیار برتری تصادفی درجه ۱ برتر است.
۹	S(2-0-5-0)	نسبت به راهبرد تمام‌آبیاری براساس معیار برتری تصادفی درجه ۲ برتر است.
۱۰	S(2-0-6-0)	بین این راهبرد و راهبرد تمام آبیاری براساس معیاربرتری تصادفی‌نمی‌توان‌راهبرد برتر را مشخص‌کرد.

مأخذ: یافته‌های تحقیق

منابع

۱. زیبایی، م. و ج. ترکیانی (۱۳۷۹)، کاربرد معیار برتری تصادفی درجه ۱ و ۲ مطالعه موردی: تعیین استراتژی بهینه رفتار با بقایای گندم در کشتهای مکرر در منطقه سد درودزن،

مجموعه مقالات سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد، ۱۰۷۷ - ۱۰۹۳.

2. Anderson, J.R. (1974), Risk efficency in the interpretation of agricultural production research, *Rev. of Mktg. Agric. Econ.*, 42:131-184.

3. Anderson, J.R.,J.L. Dillon and J.B. Hardaker (1977), Agricultural decision analysis, IOWA State University Press, Ames.

4. Dillon, J.L. and J.R. Anderson (1971), Allocative efficency traditional agricultural and risk, *Amer. Econ.*, 53:26-32.

5. Doorenbos, J. and A.H. Kassam(1979), Yield response to water, FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 33, Rome, Italy.

6. Hardaker, J.B., B.M. Hurine, and J.R. Anderson (1998), Coping with risk in agriculture, CAB International, New York.

7. Jensen, M.E. (1968), Water consumption by agricultural plants, In: T.T. Koxlowski (ed.), *Water Deficit and Plant Growth*, Vol. 2, Academic Press N.Y. 1-22.

8. King, R.P. and L.J. Robison (1981), An interval approach to measuring decision maker preference, *Amer. J. Agric. Econ.*, 63: 510-520.

9. King, R.P. and L.J. Robison (1984), Efficency model. IOWA state University Press, Ames, IA. PP. 68-81.

10. Lipton, M. (1968), The theory of the optimizing peasant, *J. Dev. Stud.*, 4:327-351.

11. Meyer, J. (1977a), Choice among distributions, *J. Econ. Theory.*, 14: 326-336.

12. Meyer, J. (1977b), Second degree stochastic dominance with respect to a function, *Int. Econ. Rec.*, 18: 477-487.

13. Nairizi, S. and J.R. Rydzewski (1977), Effects of dated soil moisture stress on crop yields, *Exp. Agric.*, 13: 51-59.

14. Pasour, E.C.J. (1981), A further note on the measurement of efficiency and economic of farm size, *J. Agric. Econ.*, 32: 135-146.

15. Rao, N.H. & P.B.S. Sarama and S. Chander (1988), A simple dated water - production function for use in irrigated agriculture, *Agric. Water Management,* 13: 25-32.

16. Schomaker, P.J.H. (1982), The expected utility model: Its variants, purposes, evidence and limitations, *J. Econ. Lit.*, 20: 529-563.

17. Soltani, G.R., S. Pandey and W.F. Musgrave (1992), Problems of transferring crop-water production function knowledge to developing countries, *Water Resour. Res.*, 96-101.

18. Smith, M. (1993), CROPWAT, A computer program for irrigation planning and management, F.A.O. Irrigation and Drainage, Paper No 46. Rome, Italy.

19. Torkamani, J. (1996), Decision criteria in risk analysis: An application of stochastic dominance with respect to a function, *Iran Agric. Res.*, 15: 1-18.

20. Torkamani, J. and J.B. Hardaker (1996), A study of economic stochastic dominance programming, *Agric. Econ.*, 14: 73-83.

21. Upton, M. (1979), The unproductive production function, *J. Agric. Econ.*,30: 179-194.