

تعیین راهبردهای بهینه‌ی آبیاری ذرت دانه‌ی با استفاده از معیارهای برتری تصادفی (مطالعه‌ی موردی منطقه‌ی زرقان فارس)

محمود صبوحی صابونی و پری‌ناز جانسوز*

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۸/۰۲

چکیده

در مطالعه‌ی حاضر با استفاده از معیارهای برتری تصادفی به بررسی راهبردهای کم‌آبیاری ذرت دانه‌ی در منطقه‌ی زرقان فارس پرداخته شد. نتایج نشان داد که راهبرد بهینه‌ی کم‌آبیاری بر اساس عمل کرد و بازده ناخالص در مرحله‌ی دوم و چهارم رشد ذرت است. در شرایط محدودیت آب و زمین، کشاورز ریسک‌پذیر و ریسک‌گریز رفتار متفاوتی در انتخاب سطح زیرکشت بر اساس هر برنامه‌ی آبیاری از خود نشان دادند. کشاورز ریسک‌گریز به برنامه‌ی ۱۰٪ کم‌آبیاری در مرحله‌ی دوم و چهارم رشد و ریسک‌پذیر به برنامه‌ی ۵٪ کم‌آبیاری در چهار مرحله‌ی رشد ذرت، بالاترین سطح زیرکشت را اختصاص دادند.

طبقه‌بندی JEL: Q25, C61

واژه‌های کلیدی: کم‌آبیاری، معیار برتری تصادفی، ذرت دانه‌ی، زرقان

* به ترتیب دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل و دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

Email: msabuhi39@yahoo.com

p.jansouz@gmail.com

مقدمه

راهبردهای مدیریت منابع آب به عنوان ابزاری برای نشان دادن چه‌گونگی حفاظت و بهبود کارایی مصرف آب تنظیم می‌شود. از آنجا که کشاورزی فعالیتی با میزان مصرف آب بالا است، کاهش آب آبیاری می‌تواند به میزان قابل توجهی آب بخش کشاورزی را در اختیار بخش‌ها و مصارف دیگر قرار دهد. آبیاری کامل برای کسب بیش‌ترین محصول از واحد سطح در شرایطی قابل به‌کارگیری است که اولاً آب به مقدار کافی در اختیار باشد و دوم امکان توسعه و افزایش سطح زیرکشت وجود نداشته باشد. اما، شرایط اقلیمی و زمین‌های کشاورزی در بیش‌تر مناطق کشور به گونه‌ی است که نه‌تنها آب به اندازه‌ی کافی در دسترس نیست، بل که زمین‌های مستعد و قابل احیای زیادی وجود دارند که در صورت رسیدن آب به آن‌ها امکان افزایش تولید قابل توجهی وجود دارد.

با توجه به این که بسیاری از مناطق ایران در نواحی خشک واقع شده است نیاز مبرم برای بهینه‌سازی استفاده‌ی آب در بخش کشاورزی با هدف کاهش مصرف آب وجود دارد. وینبرگ (۱۹۹۳) معتقد است که در کشاورزی می‌توان به سه روش به کاهش مصرف آب کمک کرد: (۱) بهبود کارایی استفاده از آب با روش‌های مناسب آبیاری (۲) کاشت محصولات مقاوم به شوری و کم‌آبی (۳) کم‌آبیاری. کم‌آبیاری، آبیاری محصول با هدف کاهش مصرف آب که به کیفیت و کمیت محصول ضرر قابل توجهی نرساند، و با کاهش هزینه‌ی آبیاری منجر به افزایش سودبخشی کشاورز در بلندمدت در شرایط عرضه‌ی محدود آب شود، تعریف می‌شود (انگلیش و راجا، ۱۹۹۶). هدف اصلی از اجرای راهبردهای کم‌آبیاری، افزایش بازده کاربرد آب، از طریق کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت، و یا حذف آبیاری‌هایی است که کم‌ترین بازدهی را دارند. در مناطقی که کشاورزان آب کمی در اختیار دارند می‌توانند یکی از راه‌کارهای زیر را انتخاب کنند: (۱) سطح زیرکشت را کاهش دهند و آب را تا حد کافی و نیاز در اختیار گیاهان باقی‌مانده قرار دهند (۲) تمام سطح را زیرکشت ببرند ولی بخشی از نیاز آبی گیاه را برآورده کنند. راه‌کار دوم مرتبط با کم‌آبیاری است. این روش تحولی در اقتصاد آب در بخش کشاورزی به همراه داشته است که نیازمند تحقیقات علمی و کاربردی در این زمینه

تعیین راه بردهای بهینه آبیاری ذرت دانه بی ... ۱۲۳

است. موترام (۱۹۹۵) در آفریقای جنوبی به بررسی کم‌آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه پرداخت، نتیجه‌ی این تحقیق نشان داد که در مراحل خاصی از رشد گیاه کم‌آبیاری نه تنها باعث کاهش قابل توجهی در عمل‌کرد محصول نمی‌شود، بل که به افزایش کارایی استفاده‌ی از آب در کشاورزی کمک می‌کند. بوتز (۱۹۹۰) به ارزیابی ریسک مربوط به کم‌آبیاری گندم با استفاده از روش برتری تصادفی با توجه به یک تابع (SDRF) پرداخت. گراو (۲۰۰۶) از تکنیک کارایی تصادفی با توجه به یک تابع (SERF) برای مقایسه‌ی برنامه‌های کم‌آبیاری گندم بر پایه‌ی معادل قطعیت (CE) استفاده کرد. تحقیقات اخیر در آفریقای جنوبی کم‌آبیاری را به عنوان روشی برای استفاده‌ی بهینه از آب تحت شرایط عرضی محدود، مورد بررسی قرار داده است. در تمام این تحقیقات برنامه‌های کم‌آبیاری به طور فرضی از پیش تعریف شده است (گراو، ۲۰۰۲). زیبایی و همکاران (۱۳۸۰)، در مطالعه‌ی خود با استفاده از روش برتری تصادفی و برتری تصادفی با توجه به یک فرم تابع، به بررسی راه‌برد ریسک- کارایی آبیاری برای گندم‌کاران منطقه‌ی کوآر و اهمیت لحاظ کردن ریسک در مدل‌های تحلیل رفتار کشاورزان پرداختند. تیموری و چیدری (۱۳۸۷)، به بررسی خودکفایی پویا در تولید ذرت دانه‌بی در ایران پرداختند. نتایج نشان داد که بهره‌وری ذرت دانه‌بی در کشور با وجود صعودی بودن، کم‌تر از یک بوده است. هم‌چونین بهره‌وری کل عوامل تولید ذرت دانه‌بی، در دو استان فارس و خوزستان کاهش پیدا کرده و نرخ رشد آن منفی است.

گیاه ذرت به علت مصرف زیاد، کیفیت و ارزش غذایی بالا و قدرت سازگاری با آب و هوای مختلف در بیش‌تر نقاط جهان کشت می‌شود. در ایران بالاترین سطح زیرکشت و میزان تولید را استان فارس دارد، اما این استان از لحاظ عمل‌کرد مقام مناسبی را میان استان‌های کشت‌کننده ندارد. منطقه‌ی زرقان فارس یکی از شهرستان‌های مهم کشت ذرت در میان شهرستان‌های استان فارس است و به دلیل این که گیاه ذرت در حال حاضر یکی از مهم‌ترین غلات از لحاظ ارزش غذایی بالا و از لحاظ اقتصادی در تامین دانه برای انسان و علوفه برای دام استفاده می‌شود (میرهادی، ۱۳۸۰). هدف از مطالعه‌ی حاضر، بررسی راه‌بردهای کم‌آبیاری در عمل‌کرد گیاه ذرت و تاثیر رفتار ریسکی کشاورزان در انتخاب برنامه‌های کم‌آبیاری در

شرایط محدودیت آب و زمین است. بر این اساس، در بخش اول به مقایسه‌ی برنامه‌های کم‌آبیاری ذرت دانه‌یی با استفاده از معیار برتری تصادفی درجه‌ی اول (FSD) و دوم (SSD) بر اساس عمل‌کرد دانه‌یی پرداخته شده است. در بخش دوم از روش کارآیی تصادفی با توجه به یک تابع بر اساس معیار معادل اطمینان و با لحاظ کردن ترجیحات ریسکی تصمیم‌گیرنده برنامه‌ی برتر مشخص، و در بخش سوم به ارزیابی مدل بهینه‌سازی کارآیی تصادفی در شرایط محدودیت زمین و آب پرداخته شده است.

روش تحقیق

یکی از مشکلاتی که هنگام استفاده از تابع مطلوبیت مورد انتظار ذهنی وجود دارد، نحوه‌ی قرار گرفتن انگیزه‌های افراد در تابع مطلوبیت مصرف‌کنندگان است. این مساله می‌تواند به دلایل مختلفی اتفاق بیفتد، مانند دست‌رسی نداشتن به شخص مناسب، بیش‌ازیک‌نفر بودن تعداد اشخاص تصمیم‌گیرنده و مواردی از این قبیل. به عنوان نمونه، برای استخراج ترجیحات مردم توسط دولت‌مردان و یا در کشاورزی هنگامی که نیاز به توصیه‌های ترویجی برای گروه‌های هدف است، به‌خصوص وقتی این گروه‌ها چند هزار یا چند صد نفر باشند، در کل راه قابل قبول و معتبری وجود ندارد. تلاش‌های زیادی برای استخراج تابع مطلوبیت تصمیم‌گیرندگان و به‌کارگیری آن در تحلیل تصمیم‌گیری‌های کشاورزی صورت گرفته است (کینگ و رابین ۱۹۸۴ و آندرسون و هارداکر ۲۰۰۳). در بخشی از آن‌ها برای اجتناب از استخراج یک تابع مطلوبیت ویژه، روش‌هایی با عنوان برتری تصادفی و معیارهای کارآیی پیشنهاد شده است. معیارهای برتری تصادفی معمولاً برای وضعیت‌هایی که یک تصمیم‌گیرنده با ترجیحات نه‌دقیقاً-مشخص و یا بیش از یک تصمیم‌گیرنده وجود داشته باشد، مانند تحلیل گزینه‌های ریسکی مختلفی که یک فرد می‌تواند با آن مواجه شود، و یا تحلیل توصیه‌های ترویجی و تصمیم‌گیری در کشاورزی پیشنهاد می‌شود (هارداکر، ۲۰۰۴).

معیار برتری تصادفی درجه‌ی اول (FSD): در معیار برتری درجه‌ی اول محدودیت تابع مطلوبیت آن است که تصمیم‌گیرندگان در معیار سنجش دارای مطلوبیت نهایی مثبت هستند (مقدار بیش‌تر بر کم‌تر ترجیح داده می‌شود). بنابراین برای دو گزینه‌ی ریسکی A و B که هر دو دارای توزیع احتمال نتایج x بر اساس تابع توزیع تراکمی (CDF) به ترتیب معادل $F_A(x)$ و $F_B(x)$ باشد، گزینه‌ی A بر گزینه‌ی B بر اساس معیار درجه‌ی اول غالب است اگر (هارداکر و همکاران، ۱۹۹۷):

$$F_A(x) \leq F_B(x) \quad \forall x \quad (1)$$

از نظر نموداری رابطه‌ی ۱ بدان معنا است که تابع توزیع تجمعی A باید همواره قبل و در سوی راست تابع توزیع تجمعی B قرار گیرد. اگر دو تابع توزیع تجمعی یک‌دیگر را قطع کند، بر اساس معیار برتری درجه‌ی اول (FSD) هیچ کدام نمی‌تواند بر دیگری غالب باشد، این موضوع بیان‌گر قدرت کم معیار برتری درجه‌ی اول در نشان دادن تمایز میان گزینه‌ها است (هارداکر و همکاران، ۱۹۹۷).

معیار برتری تصادفی درجه‌ی دوم (SSD): در معیار برتری تصادفی درجه‌ی دوم محدودیت‌های اضافی بیش‌تری برای تابع مطلوبیت در نظر گرفته می‌شود، از جمله فرض می‌شود که برای همه‌ی مقادیر x، تصمیم‌گیرندگان ریسک‌گریز اند. این فرض، تابع مطلوبیت با شیب مثبت اما کاهشی را بیان می‌کند، یعنی $U'(x) > 0$ و $U''(x) < 0$ است. بر اساس معیار SSD گزینه‌ی A بر B ترجیح داده می‌شود اگر (هارداکر و همکاران، ۱۹۹۷):

$$\int_{-\infty}^{x^*} F_A(x) dx \leq \int_{-\infty}^{x^*} F_B(x) dx \quad \forall x^* \quad (2)$$

در این معیار، نتایج بر اساس سطوح زیر منحنی‌های تابع توزیع تجمعی با هم مقایسه می‌شود. روش SSD نیازمند آن است که سطح تجمعی زیر منحنی تابع توزیع تجمعی (CDF) برای گزینه‌ی برتر در همه جا قبل و در سمت راست منحنی متناظر گزینه‌ی دیگر قرار گیرد.

SSD نسبت به FSD قدرت تمایز بیشتری دارد، و مجموعه‌ی کارآیی حاصل از SSD زیر مجموعه، مجموعه‌ی کارآیی FSD است (هارداکر و همکاران، ۱۹۹۷).

معیار کارآیی تصادفی با توجه به یک تابع (SERF): این معیار، درک بیشتری در مورد مقایسه‌ی گزینه‌ها برحسب سطح معادل اطمینان در طول بازه‌ی ریسک‌گریزی مورد نظر ارائه می‌کند. برای هر گزینه‌ی ریسکی و متناسب با هر شکل از تابع مطلوبیت، فرضیه‌ی مطلوبیت ذهنی مورد انتظار (SEU) بدان معنی است که مطلوبیت می‌تواند با توجه به درجه‌ی ریسک‌گریزی «r» و پی‌آمد تصادفی x به‌دست آید (هارداکر و همکاران، ۲۰۰۴)، به این ترتیب که:

$$U(x, r) = \int U(x, r) f(x) dx \quad (۳)$$

و مقدار U برای مقادیر مختلف r در بازه‌ی ریسک‌گریزی تعیین شده قابل محاسبه است. همچنین مقدار CE برای هر کدام از مقادیر U به‌صورت زیر محاسبه می‌شود (هارداکر و همکاران، ۲۰۰۴):

$$CE(x, r) = U^{-1}(x, r) \quad (۴)$$

قاعده‌ی کلی تحلیل SERF با فرض‌های داده شده، آن است که مجموعه‌ی کارآ فقط شامل گزینه‌هایی است که بیش‌ترین (یا مساوی با بیش‌ترین) CE را برای بعضی مقادیر r در بازه‌ی مورد نظر دارد. برای تحلیل در ابتدا تصمیم در مورد استفاده از تابع مطلوبیت نمایی مثبت گرفته می‌شود که مستلزم در نظر گرفتن یک بازه‌ی مناسب برای ضریب‌های ریسک‌گریزی مطلق است (هارداکر و همکاران، ۱۹۹۷). براساس فرض‌های اولیه‌ی تئوری مطلوبیت انتظاری، مطلوبیت هر گزینه‌ی ریسکی برابر با مقدار مورد انتظار آن است (هارداکر و همکاران، ۱۹۹۷). در مقاله‌ی حاضر تابع مطلوبیت مورد استفاده در رابطه‌ی ۵ نشان داده شده است.

$$E[U(X_j)] = U(X_j) = [\sum P_i U(Y_{ij} | X_j)] \quad (۵)$$

که: X_j سطح زیرکشت براساس برنامه‌ی آبیاری j ، P_i احتمال گزینه‌ی i ام، Y_{ij} سود ناخالص برنامه‌ی j ، U مطلوبیت تصمیم‌گیرنده (کشاورز). از تابع تعریف شده واضح است که مطلوبیت مورد انتظار تابعی از احتمال هر گزینه‌ی ریسکی و ترجیح‌های تصمیم‌گیرنده است. شکل تابع مطلوبیت انتظارات ذهنی کشاورز را تحت شرایط ریسک نشان می‌دهد (هارداکر و همکاران، ۱۹۹۷). ضریب ریسک‌گریزی (RAC) با استفاده از رابطه‌ی ۶ قابل تعریف است (پرات، ۱۹۹۶ و آرو، ۱۹۶۵).

$$RAC = U''(X_j)/U'(X_j) \quad (6)$$

که U' و U'' به ترتیب مشتق‌های مرتبه‌ی اول و دوم تابع مطلوبیت است. بنابراین تابع مطلوبیت با توجه به رابطه‌ی ۵ و ۶ به این شکل نوشته می‌شود:

$$EU(X_j) = \sum P_i (e^{RAC \times Y_{ij} \times X_j}) \quad (7)$$

برای آسان کردن تفسیر مطلوبیت، از مفهوم معادل اطمینان (CE) استفاده شد. CE عبارت است از کم‌ترین میزان پولی که به فرد (کشاورز) پرداخت می‌شود تا نسبت به انتخاب میان گزینه‌ی ریسکی و گزینه‌ی مطمئن بی تفاوت باشد (ریچاردسون، ۲۰۰۴). بنابراین، ارتباط یک به یکی میان معادل اطمینان و مطلوبیت وجود دارد و معادل اطمینان یک معیار عددی از مطلوبیت فرد است (هارداکر و همکاران، ۱۹۹۷). می‌توان با به دست آوردن معکوس تابع مطلوبیت، مقادیر مطلوبیت را به مقادیر CE تبدیل کرد (هارداکر و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین معادل اطمینان (CE) برابر با مجموع یک سری از مقادیر مطمئن با مطلوبیت‌های یکسان است. با استفاده از رابطه‌ی ۸ مقادیر CE برای هر گزینه‌ی ریسکی در بازه‌ی محاسبه شده RAC به دست می‌آید، و برای تحلیل تصمیم‌گیری‌ها استفاده می‌شود. معیار اولویت‌بندی گزینه‌ها بر اساس بالاترین مقدار CE محاسبه شده برای مقادیر واقع در بازه‌ی ریسک‌گریزی است. گزینه‌ی که بالاترین CE را دارا است گزینه‌ی برتر و بقیه‌ی گزینه‌ها بر اساس مفهوم

SERF مغلوب خواهند بود. مزیت روش SERF در این است که می‌تواند برای هر نوع تابع مطلوبیت که بتوان معکوس آن را محاسبه کرد به کار گرفته شود (هارداکر و همکاران، ۲۰۰۴).

$$CE = Ln(EU(X_j)) / RAC = Ln(\sum p_i (e^{RAC \times Y_{ij} \times X_j})) \quad (8)$$

مدل برنامه‌ریزی ریاضی: برای توجه به اثر شرایط عرضی محدود آب و به دست آوردن سطح بهینه کشت با توجه به ریسک تولید و هر برنامه‌ی آبیاری، از مدل برنامه‌ریزی غیر خطی ریاضی (DEMP) با هدف ماکزیمم کردن CE استفاده شد (بیسورت و مک کارل، ۱۹۹۰) که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{Max } CE = Ln(\sum P_i (e^{RAC \times Y_{ij} \times X_j})) / RAC \quad (9)$$

s.t

$$\sum X_j \leq \text{Land}$$

$$\sum a_{ij} X_j \leq \text{Water}$$

محدودیت‌ها عبارت است از Land بیش‌ترین زمین در دسترس بر حسب هکتار، Water میزان کل آب مصرفی بر حسب مترمکعب، a_{ij} نیاز ناخالص آبیاری با توجه به برنامه‌ی آبیاری j بر حسب مترمکعب بر هکتار و X_j سطح زیرکشت در برنامه‌ی آبیاری j بر حسب هکتار است.

نحوه جمع آوری داده‌ها

با توجه به این که آبیاری ذرت در مرحله‌ی رشد رویشی و زایشی زمانی صورت می‌گیرد که رطوبت خاک به ۷۰٪ ظرفیت کشاورزی مزرعه رسیده باشد (سپاسخواه، ۱۳۸۵). بنابراین در تحقیق حاضر در مراحل رشد رویشی و زایشی رطوبت خاک ۶۰٪ در نظر گرفته شده است، که به معنی ۱۰٪ کم آبیاری در هر مرحله‌ی رشد است.

برنامه‌های فرضی کم آبیاری ذرت در نظر گرفته شامل:

- ۱) ۱۰٪ کم آبیاری در مرحله‌ی اول و دوم رشد
- ۲) ۱۰٪ کم آبیاری در مرحله‌ی اول و سوم رشد
- ۳) ۱۰٪ کم آبیاری در مرحله‌ی اول و چهارم رشد
- ۴) ۱۰٪ کم آبیاری در مرحله‌ی دوم و سوم رشد
- ۵) ۱۰٪ کم آبیاری در مرحله‌ی دوم و چهارم رشد
- ۶) ۱۰٪ کم آبیاری در مرحله‌ی سوم و چهارم رشد
- ۷) ۵٪ کم آبیاری در هر چهار مرحله‌ی رشد

برای تعیین عمل‌کرد هر یک از برنامه‌های آبیاری نیاز به تابع تولید آبیاری است. سطح عمل‌کرد مزرعه تحت تاثیر شرایط آب و هوایی و هم‌چونین سیاست‌گذاری در مصرف نهاده‌ی کشاورزی قرار دارد. بنابراین، برای به دست آوردن عمل‌کرد واقعی نیاز به رابطه‌ی است که تحت تاثیر این عوامل قرار نگیرد، و تنها رابطه‌ی از آب، خاک و گیاه باشد. سلطانی و همکاران (۱۹۹۲) معتقد اند که عواملی مانند ناکافی بودن داده‌های تجربی، زمان و هزینه‌ی زیاد برای تخمین توابعی که عمل‌کرد را به میزان آب مصرفی ارتباط می‌دهد، از مشکلات اساسی مدیریت آبیاری در کشورهای جهان سوم است. بنابراین به دلیل خاص منطقه‌ی بودن تابع تولید تجربی این گونه توابع انتقال‌پذیر نیست، اما توابعی که عمل‌کرد را به تبخیر و تعرق مربوط سازد، انتقال‌پذیر است و می‌توان از این توابع در مدیریت آبیاری بهره گرفت. بنابراین، با در نظر گرفتن این توابع برای عمل‌کرد واقعی گیاه، در واقع می‌توان کم آبیاری یا به عبارتی عرضه‌ی آب کم‌تر از نیاز کامل گیاه، و در نتیجه عمل‌کرد آن را مدل سازی کرد. معادله‌ی که راتو (۱۹۸۸) و دورنباس و کاسام (۱۹۷۹) برای پیش بینی محصول پیش‌نهاد کرده اند به صورت زیر است:

$$Y_a / Y_{\max} = \Pi [1 - K_{yn} (1 - ET_{an} / ET_{\max})] \quad (10)$$

این رابطه n مراحل مختلف رشد گیاه، Y_{\max} بیش‌ترین عمل‌کرد قابل حصول (بدون محدودیت آب) در شرایط بدون تنش، y_a مقدار محصول در شرایط تنش آبی، ET_{a1}, \dots, ET_{an} تبخیر و

تعرق واقعی، ET_{mn} ، ET_{m1}, \dots ، تبخیر و تعرق پتانسیل و k_{yn} فاکتور پاسخ عمل کرد گیاه نسبت به تنش آبی در مرحله n رشد است. از این رابطه برای محاسبه‌ی عمل کرد استفاده شد. برای محاسبه‌ی تبخیر و تعرق و نیاز آبی گیاه روش‌های متفاوتی از جمله اصل بیلان جرمی و روش محاسباتی و روش پنمن مانیتث استفاده می‌شود (سپاسخواه، ۱۳۸۵). در مطالعه‌ی حاضر مقادیر مربوط به تبخیر و تعرق و نیاز آبی گیاه به روش پنمن مانیتث با استفاده از نرم افزار Faو-CropWat محاسبه شد. بر اساس اطلاعات جمع آوری شده از مسولان جهاد کشاورزی و آب منطقه‌ی استان فارس شاخص کارآیی مصرف آب در سطح ۴۴٪ در نظر گرفته شد. مقادیر مربوط به فاکتور حساسیت نسبت به تنش آبی در مراحل مختلف رشد گیاه متفاوت است. چونین امری امکان بررسی تاثیرات تنش کم آبی بر عمل کرد گیاه را فراهم می‌سازد که توسط دورنباس و کاسام (۱۹۷۹) برای ۳۳ محصول و نیریزی و ردزوفسکی (۱۹۷۷) برای ۱۱ محصول محاسبه شده است. با توجه به این که منطقه‌ی زرقان فارس در طی سال‌های ۸۶-۱۳۶۱ دارای ۱۷ سال آب و هوای نرمال، ۳ سال خشک و ۶ سال ترسالی بوده (اداره‌ی هواشناسی منطقه‌ی زرقان فارس)، شبیه‌سازی عمل کرد با استفاده از نرم افزار Bestfit بر اساس آب و هوای نرمال انجام شد. بهترین توزیع داده‌ها با استفاده از این نرم افزار، بتا جنرال مشخص شد و سپس بر اساس بهترین توزیع داده‌ها شبیه سازی انجام شد. برای به‌دست آوردن داده‌های مربوط به بازده برنامه‌ی با توجه به قیمت ذرت در سال ۸۷-۸۶ و هزینه‌های مربوط به تولید و هزینه‌ی آبیاری در هر مرحله‌ی رشد، بازده هر یک از برنامه‌های آبیاری محاسبه شد. سپس تابع توزیع تجمعی (CDF) هر یک از برنامه‌های آبیاری به‌دست آمد و امکان تجزیه و تحلیل بر اساس معیارهای برتری فراهم شد.

نتایج و بحث

در جدول (۱) عمل کرد ذرت دانه‌ی شبیه‌سازی شده در شرایط آب و هوایی نرمال نشان داده شده است. با توجه به مقادیر شبیه‌سازی شده در راه‌بردهای مختلف کم آبیاری ($D1, \dots, D7$) بالاترین عمل کردها برای هر شبیه‌سازی مربوط به برنامه‌ی $D5$ و $D1$ ، و کم‌ترین مربوط

تعیین راه بردهای بهینه آبیاری ذرب دانه یی ... ۱۳۱

به برنامه D2 و D4 است. در جدول (۲) توزیع احتمال تجمعی بر اساس عمل کرد دانه یی برای راه بردهای مختلف کم آبیاری محاسبه شده است. از این جدول برای تحلیل بر اساس معیار برتری تصادفی درجه ی اول و دوم استفاده شد.

جدول (۱). عمل کرد دانه یی (برحسب تن در هکتار)، شبیه سازی شده بر اساس آب و هوای نرمال

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
۵/۶۰	۳/۶۳	۵/۰۰	۳/۸۶	۵/۳۹	۳/۱۱	۴/۵۱
۵/۶۷	۳/۶۸	۵/۱۲	۳/۸۹	۵/۴۷	۳/۲۲	۴/۶۲
۵/۷۲	۳/۷۲	۵/۲۱	۳/۹۱	۵/۵۲	۳/۳۶	۴/۶۸
۵/۷۷	۳/۷۸	۵/۳۶	۳/۹۶	۵/۵۷	۳/۳۹	۴/۷۱
۵/۸۳	۳/۸۲	۵/۴۱	۴/۰۰	۵/۶۱	۳/۵۴	۴/۷۹
۵/۸۵	۳/۸۸	۵/۴۴	۴/۰۷	۵/۶۴	۳/۵۷	۴/۸۳
۵/۸۸	۳/۹۱	۵/۵۱	۴/۱۱	۵/۶۹	۳/۶۳	۴/۸۹
۵/۹۰	۳/۹۸	۵/۵۹	۴/۱۷	۵/۷۳	۳/۶۷	۴/۹۹
۵/۹۲	۴/۰۴	۵/۶۷	۴/۲۱	۵/۸۶	۳/۷۳	۵/۰۷
۵/۹۵	۴/۰۹	۵/۷۴	۴/۲۵	۵/۹۴	۳/۷۷	۵/۱۳
۵/۹۷	۴/۱۵	۵/۸۱	۴/۲۹	۵/۹۶	۳/۹۲	۵/۲۰
۶/۰۰	۴/۲۸	۵/۸۶	۴/۳۱	۶/۰۸	۳/۹۸	۵/۲۹
۶/۰۲	۴/۳۷	۵/۹۲	۴/۳۴	۶/۱۰	۴/۰۸	۵/۳۴
۶/۱۱	۴/۴۵	۵/۹۷	۴/۴۳	۶/۱۵	۴/۱۱	۵/۴۶
۶/۲۱	۴/۵۴	۶/۰۸	۴/۵۰	۶/۲۹	۴/۲۳	۵/۵۷
۶/۲۸	۴/۶۲	۶/۱۲	۴/۵۴	۶/۴۲	۴/۲۹	۵/۶۲
۶/۳۲	۴/۷۴	۶/۱۷	۴/۵۹	۶/۴۷	۴/۳۲	۵/۷۲
۶/۳۶	۴/۸۴	۶/۲۲	۴/۶۳	۶/۵۶	۴/۳۹	۵/۷۹
۶/۴۵	۵/۰۶	۶/۲۸	۴/۶۸	۶/۶۸	۴/۴۳	۵/۸۳
۶/۵۲	۵/۲۲	۶/۴۳	۴/۸۹	۶/۷۶	۴/۶۹	۶/۰۲

ماخذ: یافته های تحقیق

جدول (۲). توزیع احتمال تجمعی بر اساس عمل کرد دانه‌یی

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7
۰/۰۵۸۸۲۴	۰/۰۹۸۸۴۴	۰/۰۳۴۲۸۴	۰/۰۷۵۱۱۹	۰/۰۷۷۰۲۳	۰/۰۴۱۵۳	۰/۰۶۲۷۲۳
۰/۰۹۷۰۶۶	۰/۱۱۸۴۸۸	۰/۰۶۳۲۴۴	۰/۰۹۰۷۲۷	۰/۱۰۸۰۵۶	۰/۰۶۸۸۶۵	۰/۰۹۸۶۸۴
۰/۱۲۹۰۱۱	۰/۱۳۶۰۷۹	۰/۰۹۵۳۹۸	۱/۰۲۳۹۴	۰/۱۳۱۵۳۸	۰/۱۲۱۴۸۳	۰/۱۲۳۷۵۵
۰/۱۷۳۳۸۲	۰/۱۶۵۶۷۴	۰/۱۷۳۱۵۳	۰/۱۳۶۲۴۱	۰/۱۵۸۳۲۴	۰/۱۴۰۰۵۸	۰/۱۳۷۸۳۸
۰/۲۳۸۰۳	۰/۱۸۷۵۵۸	۰/۲۰۶۲۱۴	۰/۱۶۸۳۱۸	۰/۱۸۲۱۶۵	۰/۲۲۶۰۷۶	۰/۱۸۰۵۷
۰/۲۶۲۲	۰/۲۲۳۵۵۹	۰/۲۲۷۷۳۱	۰/۲۳۵۱۷۷	۰/۲۰۱۴۴۳	۰/۲۴۶۷۱۱	۰/۲۰۴۷۵۷
۰/۳۰۰۶۷۵	۰/۲۴۲۹۴	۰/۲۸۲۵۳۵	۰/۲۷۹۱۴۸	۰/۲۳۶۱۶۴	۰/۲۹۴۵۳۶	۰/۲۴۴۴۴۳
۰/۳۲۷۶۶	۰/۲۹۱۴۸۴	۰/۳۵۲۰۱۴	۰/۳۵۱۷۵۸	۰/۲۶۶۱۵۸	۰/۳۲۴۸۷۹	۰/۳۱۸۸۳۱
۰/۳۵۵۵۷۷	۰/۳۳۶۳۸۵	۰/۴۲۶۸۳۱	۰/۴۰۳۵۹۷	۰/۳۷۵۱۵	۰/۳۷۸۸۶۴	۰/۳۸۴۳۴۹
۰/۳۹۸۹۰۲	۰/۳۷۵۷۱۲	۰/۴۹۴۶۴	۰/۴۵۷۱۸۹	۰/۴۴۸۳۶۵	۰/۴۰۵۱۰۶	۰/۴۳۵۸۸۴
۰/۴۲۸۵۳۲	۰/۴۲۴۶۳۲	۰/۵۶۲۶۰۴	۰/۵۱۱۵۷۳	۰/۴۶۷۰۵۲	۰/۵۴۱۰۲۱	۰/۴۹۷۳۵۴
۰/۴۷۳۶۹	۰/۵۳۳۶۵۹	۰/۶۱۰۱۵۵	۰/۵۳۸۷۴۷	۰/۵۷۹۲۵۶	۰/۵۹۹۵۰۹	۰/۵۷۶۲۷۳
۰/۵۰۴۰۲۱	۰/۶۰۸۱۶	۰/۶۶۵۰۵۷	۰/۵۷۹۱۳۳	۰/۵۹۷۵۸۶	۰/۶۸۳۲۹۳	۰/۶۱۹۰۲۶
۰/۶۳۷۷۴۱	۰/۶۷۱۲۸۶	۰/۷۰۸۳۱	۰/۶۹۳۸۷۷	۰/۶۸۵۳۷	۰/۷۰۹۳۰۳	۰/۷۱۵۰۷
۰/۷۷۳۹۲۵	۰/۷۳۶۸۰۴	۰/۷۹۳۰۸۹	۰/۷۷۲۱۰۵	۰/۷۵۶۳۶۹	۰/۷۸۸۲۶۲	۰/۷۹۱۴۵۶
۰/۸۴۱۱۲۳	۰/۷۸۸۸۵۷	۰/۸۱۹۸۸	۰/۸۱۱۲	۰/۸۴۱۵۶۲	۰/۸۳۰۴۱۵	۰/۸۲۱۷۴۶
۰/۸۷۵۱۸۳	۰/۸۵۴۴۸۷	۰/۸۵۰۱۴۵	۰/۸۵۳۸۲۷	۰/۸۷۰۸۵۹	۰/۸۴۷۵۹۲	۰/۸۷۳۵۱۵
۰/۹۰۳۷۸	۰/۸۹۷۴۳۱	۰/۸۷۶۸۱۴	۰/۸۸۲۸۸۳	۰/۹۰۸۳۵۴	۰/۸۷۹۵۰۵	۰/۹۰۲۸۴۴
۰/۹۵۰۰۹۲	۰/۹۵۸۳۳	۰/۹۰۴۱۸۸	۰/۹۱۳۱۱۴	۰/۹۴۶۶۶۷	۰/۸۹۷۱۵۲	۰/۹۱۷۱۸۴
۰/۹۷۲۰۶۳	۰/۹۸۰۷۵۱	۰/۹۶۷۸	۰/۹۸۱۰۹۸	۰/۹۶۴۲۱۲	۰/۹۶۷۱۸۶	۰/۹۶۴۵۷۹

(مقادیر احتمال تجمعی برای هر راه‌برد با p_1, \dots, p_7 نشان داده شده است)

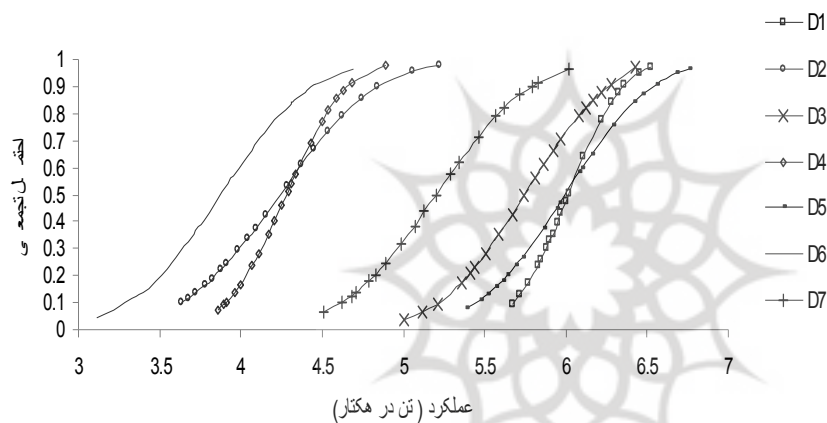
ماخذ: یافته‌های تحقیق

گروه پژوهشی گاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

تحلیل بر اساس برتری تصادفی درجه‌ی اول (FSD): نتایج مربوط به FSD در نمودار ۱ و جدول (۳) نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که بر اساس عمل کرد دانه‌یی، برنامه‌ی آبیاری D_6 در هر شرایطی نسبت به برنامه‌های دیگر مغلوب است و پایین‌ترین عمل کرد دانه‌یی را دارا

تعیین راه بردهای بهینه آبیاری ذرت دانه بی ... ۱۳۳

است. این یافته می‌تواند به این دلیل باشد که ذرت در دوره‌ی گل‌دهی و شکل‌گیری دانه با شرایط آب و هوای گرم تابستان مواجه است که حساس‌ترین مرحله‌ی رشد محصول نسبت به تنش آبی است (میرهادی، ۱۳۸۰). بنابراین تنش در این مرحله تأثیری منفی بر عمل‌کرد گیاه و از طرفی بازده برنامه‌ی دارد. برنامه‌ی آبیاری D1 و D5 نیز نسبت به دیگر برنامه‌ها برتر است، ولی نمی‌توان براساس معیار FSD مشخص کرد که گزینه‌ی برتر میان برنامه‌ی D1 و D5 به دلیل قطع CDF آن‌ها کدام است. در نهایت تصمیم‌گیرنده باید میان D1 و D5 به دلیل بالاتر بودن عمل‌کرد دانه‌ی آن‌ها نسبت به برنامه‌های دیگر و با توجه به شکل تابع CDF و برتری آن‌ها نسبت به برنامه‌های دیگر، برنامه‌ی برتر را انتخاب کند. با توجه به عمل‌کرد براساس معیار FSD امکان انتخاب میان این دو وجود ندارد.



ماخذ: یافته‌های تحقیق

نمودار (۱). برتری تصادفی درجه‌ی اول براساس عمل‌کرد ذرت دانه‌ی بی

پرتال جامع علوم انسانی

جدول (۳). گزینه‌های غالب و مغلوب بر اساس معیار FSD با توجه به عمل کرد دانه‌ی ذرت

برنامه	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
D1	-	برتر	برتر	برتر	بی تفاوت	برتر	برتر
D2	مغلوب	-	مغلوب	بی تفاوت	مغلوب	برتر	مغلوب
D3	مغلوب	برتر	-	برتر	مغلوب	برتر	برتر
D4	مغلوب	بی تفاوت	مغلوب	-	مغلوب	برتر	مغلوب
D5	بی تفاوت	برتر	برتر	برتر	-	برتر	برتر
D6	مغلوب	مغلوب	مغلوب	مغلوب	مغلوب	-	مغلوب
D7	مغلوب	برتر	مغلوب	برتر	مغلوب	برتر	-

ماخذ: یافته‌های تحقیق

ملاحظه می‌شود که بر اساس معیار FSD امکان تفکیک گزینه‌ها بر اساس عمل کرد دانه‌ی به طور کامل وجود ندارد. برای تفکیک از معیار SSD استفاده شد. بر طبق فروض SSD، برای تمام سطوح عمل کرد در هکتار، مساحت زیر منحنی فراوانی تجمعی برنامه‌های آبیاری کارآ باقی مانده از معیار FSD محاسبه شد. مساحت زیر منحنی تجمعی در برنامه‌ی D1 کم‌تر از مساحت زیر منحنی فراوانی تجمعی برنامه‌ی D5 به دست آمد. بنابراین، بر اساس معیار SSD می‌توان نتیجه گرفت که کم‌آبیاری در مرحله‌ی دوم و چهارم رشد ذرت نسبت به دیگر مراحل رشد از حساسیت کم‌تری برخوردار است. در جدول (۴) مساحت زیر منحنی D1 و D5 به ترتیب با S1 و S5 نشان داده شده است.

تعیین راه بردهای بهینه آبیاری ذرب دانه یی ... ۱۳۵

جدول (۴). مقادیر مساحت تجمعی دو راهبرد D1, D5

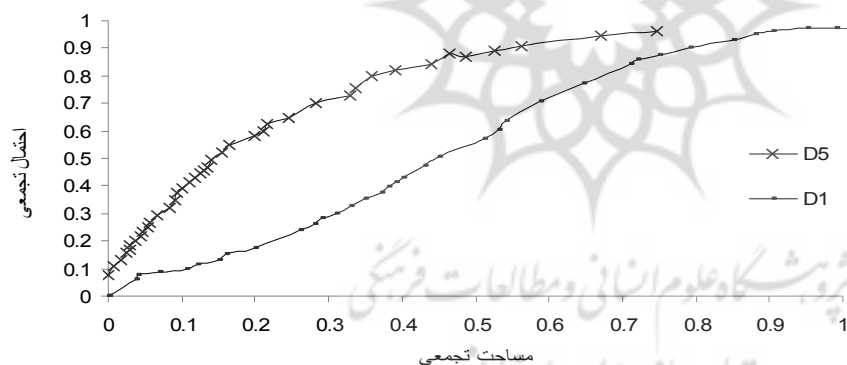
S ₅	P ₅	S ₁	P ₁	عمل کرد
۰	۰/۰۷۷۰۲۳	۰	۰	۵/۳۹
۰/۰۰۶۱۶۲	۰/۱۰۸۰۵۶	۰	۰	۵/۴۷
۰/۰۱۷۷۲۷	۰/۱۳۱۵۳۸	۰	۰	۵/۵۲
۰/۰۲۴۳۰۳	۰/۱۵۸۳۲۴	۰	۰	۵/۵۷
۰/۰۳۰۰۰۳	۰/۱۷۰۲۴۴	۰/۰۳۶	۰/۰۵۸۸۲۴	۵/۶۰
۰/۰۳۰۶۸۴	۰/۱۸۲۱۶۵	۰/۰۴	۰/۰۷۷۹۴۵	۵/۶۱
۰/۰۳۶۱۴۹	۰/۲۰۱۴۴۳	۰/۰۷	۰/۰۸۷۵۰۶	۵/۶۴
۰/۰۴۳۴۰۱	۰/۲۱۸۸۰۳	۰/۱۰	۰/۰۹۷۰۶۶	۵/۶۷
۰/۰۴۶۴۶۴	۰/۲۳۶۱۶۴	۰/۱۲	۰/۱۱۳۰۳۹	۵/۶۹
۰/۰۵۳۵۴۹	۰/۲۵۱۱۶۱	۰/۱۵	۰/۱۲۹۰۱۱	۵/۷۲
۰/۰۵۶۰۶۱	۰/۲۶۶۱۵۸	۰/۱۶	۰/۱۵۱۱۹۶	۵/۷۳
۰/۰۶۶۷۰۷	۰/۲۹۳۴۰۶	۰/۲	۰/۱۷۳۳۸۲	۵/۷۷
۰/۰۸۴۳۱۱	۰/۳۲۰۶۵۴	۰/۲۶	۰/۲۳۸۰۳	۵/۸۳
۰/۰۹۰۷۲۵	۰/۳۴۷۹۰۲	۰/۲۸	۰/۲۶۲۲	۵/۸۵
۰/۰۹۴۲۰۴	۰/۳۷۵۱۵	۰/۲۹	۰/۲۸۱۴۳۷	۵/۸۶
۰/۱۰۱۷۰۷	۰/۳۹۳۴۵۴	۰/۳۱	۰/۳۰۰۶۷۵	۵/۸۸
۰/۱۰۹۵۷۶	۰/۴۱۱۷۵۷	۰/۳۳	۰/۳۲۷۶۶	۵/۹
۰/۱۱۷۸۱۱	۰/۴۳۰۰۶۱	۰/۳۵	۰/۳۵۵۵۷۷	۵/۹۲
۰/۱۲۶۴۱۲	۰/۴۴۸۳۶۵	۰/۳۷	۰/۳۷۷۲۴	۵/۹۲
۰/۱۳۰۸۹۶	۰/۴۵۷۷۰۸	۰/۳۸	۰/۳۹۸۹۰۲	۵/۹۵
۰/۱۳۵۴۷۳	۰/۴۶۷۰۵۲	۰/۳۹	۰/۴۱۳۷۱۷	۵/۹۶
۰/۱۴۰۱۴۳	۰/۴۹۵۱۰۳	۰/۴۰	۰/۴۲۸۵۳۲	۵/۹۷
۰/۱۵۴۹۹۶	۰/۵۲۳۱۵۴	۰/۴۳	۰/۴۷۳۶۹	۶
۰/۱۶۵۴۵۹	۰/۵۵۱۲۰۵	۰/۴۵	۰/۵۰۴۰۲۱	۶/۰۲
۰/۱۹۸۵۳۲	۰/۵۷۹۲۵۶	۰/۵۱	۰/۵۷۰۸۸۱	۶/۰۸
۰/۲۱۰۱۱۷	۰/۵۹۷۵۸۶	۰/۵۳	۰/۶۰۴۳۱۱	۶/۱۰
۰/۲۱۶۰۹۳	۰/۶۲۳۰۶۲	۰/۵۴	۰/۶۳۷۷۴۱	۶/۱۱
۰/۲۴۵۳۷۷	۰/۶۴۸۵۳۷	۰/۵۸۷	۰/۷۰۵۸۳۳	۶/۱۵

ادامه جدول (۴)

S_5	P_5	S_1	P_1	عمل کرد
۰/۲۸۲۹۹۲	۰/۷۰۲۴۵۳	۰/۶۴	۰/۷۷۳۹۲۵	۶/۲۱
۰/۳۲۸۶۵۱	۰/۷۲۹۴۱۱	۰/۷۱	۰/۸۴۱۱۲۳	۶/۲۸
۰/۳۳۵۹۴۵	۰/۷۵۶۳۶۹	۰/۷۲	۰/۸۵۸۱۵۳	۶/۲۹
۰/۳۵۸۶۳۶	۰/۷۹۸۹۶۶	۰/۷۵	۰/۸۷۵۱۸۳	۶/۳۲
۰/۳۹۰۵۹۵	۰/۸۲۰۲۶۴	۰/۷۹	۰/۹۰۳۷۸	۶/۳۶
۰/۴۳۹۸۱۱	۰/۸۴۱۵۶۲	۰/۸۵	۰/۹۲۶۹۳۶	۶/۴۲
۰/۴۶۵۰۵۸	۰/۹۵۰۰۹۲	۰/۸۸	۰/۹۵۰۰۹۲	۶/۴۵
۰/۴۸۸۸۱	۰/۸۷۰۸۵۹	۰/۹۰۵	۰/۹۶۱۰۷۷	۶/۴۷
۰/۵۲۷۹۹۹	۰/۸۸۹۶۰۶	۰/۹۵	۰/۹۷۲۰۶۹۳	۶/۵۲
۰/۵۶۳۵۸۳	۰/۹۰۸۳۵۴	۰/۹۹	۰/۹۷۲۰۶۳	۶/۵۶
۰/۶۷۲۵۸۵	۰/۹۴۶۶۶۷	۱/۱۱	۰/۹۷۲۰۶۳	۶/۶۸
۰/۷۴۸۳۱۹	۰/۹۶۴۲۱۲	۱/۱۹	۰/۹۷۲۰۶۳	۶/۷۶

ماخذ: یافته‌های تحقیق

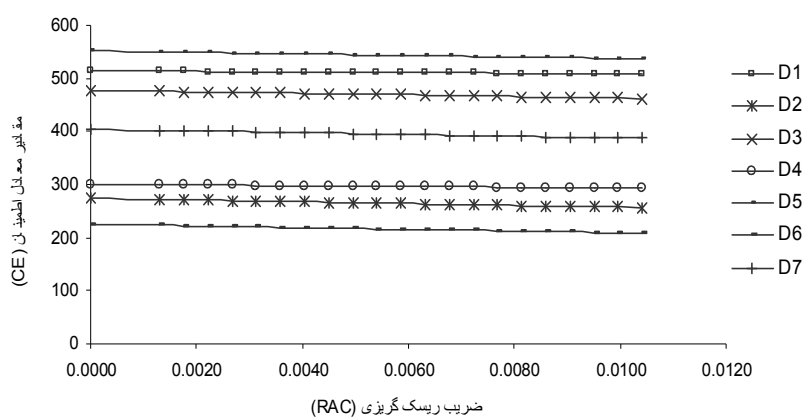
نتایج جدول (۱) بیان‌گر این است که به ازای هر سطحی از احتمال تجمعی، مساحت زیر منحنی یا به عبارتی مطلوبیت مورد انتظار برنامه‌ی آبیاری D5 بیش‌تر از مساحت زیر منحنی (مطلوبیت مورد انتظار) D1 است. این موضوع در نمودار (۲) نشان داده شده است.



ماخذ: یافته‌های تحقیق

نمودار (۲). مساحت تجمعی هر یک از برنامه‌های آبیاری D5, D1 بر اساس معیار SSD

برای تحلیل بر اساس SERF نیاز به محاسبه‌ی معیار CE و مشخص کردن ضرایب ریسک‌گریزی بود. بدین منظور، برای محاسبه‌ی CE از تابع نمایشی استفاده شد. برای تعیین بازه‌ی ضریب ریسک‌گریزی از رابطه‌ی میان ریسک‌گریزی نسبی و مطلق استفاده گردید. این رابطه عبارت است از $\Gamma_{a(w)} = \Gamma_{r(w)} / W$ که همان بازه برنامه‌ی، ضریب ریسک‌گریزی مطلق، و $\Gamma_{r(w)}$ ضریب ریسک‌گریزی نسبی است. آندرسون و دیلون (۱۹۹۲) ضریب ریسک‌گریزی نسبی را در بازه‌ی میان ۰/۵ (به سختی ریسک‌گریز) تا حدود ۴ (خیلی ریسک‌گریز) معین کردند. تابع مطلوبیت تصمیم‌گیرنده براساس ثروت یا سود ناخالص حاصل از آن گزینه‌ی ریسکی در نظر گرفته شد. هر چند که می‌توان تحلیل را بر اساس عمل‌کرد انجام داد، اما تفسیر نتایج، مشکل و یا غیر معقول است. بنابراین، مطابق با فرض‌های کلاسیک، تابع مطلوبیت تابعی از بازه برنامه‌ی در نظر گرفته شد. میانگین بازه ناخالص در هفت برنامه‌ی آبیاری برابر ۳۸۳/۹۱ (هزار ریال در هکتار) به‌دست آمد. بنابراین، بازه‌ی ریسک‌گریزی کشاورزان مورد مطالعه میان ۰,۰۱۰۵ و ۰,۰۰۱۳ قرار گرفت. که در تحلیل، بازه‌ی ۰,۰۱۰۵ و ۰ استفاده شد. سپس برنامه‌های کم‌آبیاری بر اساس بیش‌ترین معادل اطمینان (CE) رتبه‌بندی شد. نتایج در نمودار (۳) نشان داده شده است. با توجه به نمودار ۳ ملاحظه می‌شود که در طول تمام بازه‌ی ریسک‌گریزی، گزینه‌ی D5 بر گزینه‌ی D1 غالب است. در این تحلیل مجموعه‌ی کارآیی حاصل از روش SERF را می‌توان به صورت $(D5 > D1 > D3 > D7 > D4 > D2 > D6)$ نوشت. بنابراین روش SERF توانایی بیش‌تری در تمایز میان گزینه‌ها دارد و در یک بازه از ضرایب ریسک‌گریزی، تعداد کم‌تری گزینه در مجموعه‌ی کارآرایه می‌کند.



ماخذ: یافته‌های تحقیق

نمودار (۳). نتایج روش SERF براساس معیار CE، در طول بازه‌ی ریسک‌گریزی مطلق

برای تعیین سطح زیرکشت کشاورزان در راه‌بردهای مختلف کم‌آبایی با توجه به محدودیت عرضه آب و دیدگاه آن‌ها نسبت به ریسک، بازه‌ی ریسک‌گریزی ۰,۰۱۰۵ و ۰,۰۰۱۳ مورد بررسی قرار گرفت. کشاورزان با $RAC=0/0105$ ، ریسک‌گریز و $RAC=0/0013$ ریسک‌پذیر در نظر گرفته شدند. نتایج حاصل از مدل بهینه‌سازی در جدول ۵ ارائه شده است. با توجه به جدول ۵ ملاحظه می‌شود که کشاورز ریسک‌پذیر، بیش‌ترین سطح زیرکشت را به برنامه‌ی D5 و کشاورز ریسک‌گریز، به برنامه‌ی D7 اختصاص داد. در واقع کشاورز ریسک‌گریز، ریسک خود را میان گزینه‌ها پخش می‌کند، اما از دید کشاورز ریسک‌پذیر بالاترین بازده ناخالص اهمیت بیشتری دارد، بنابراین بیش‌ترین سطح زیرکشت را به گزینه‌ی اختصاص می‌دهد که این هدف او را تامین کند. اما زمانی که کشاورزان با محدودیت آب روبه‌رو نیستند (نتایج مدل SERF)، تمام سطح زیرکشت را به طور قطع به برنامه‌ی D5 به دلیل بالاتر بودن عمل‌کرد و به دنبال آن بازده ناخالص اختصاص می‌دهند. کشاورزان در شرایط محدودیت زمین و آب بر اساس نوع رفتار ریسکی، تصمیمات متفاوتی در رابطه با گزینه‌های مختلف کم-آبایی از خود نشان می‌دهند. این امر می‌تواند به‌خصوص در شرایط محدودیت آب در مدیریت مزرعه اهمیت فراوانی داشته باشد.

جدول (۵). نتایج مدل برنامه ریزی ریاضی براساس RAC های متفاوت
(انتخاب سطح زیر کشت در راهبردهای مختلف کم آبیاری بر حسب هکتار)

کشاورز ریسک پذیر (RAC = ۰/۰۱۰۵)	کشاورز ریسک پذیر (RAC = ۰/۰۰۱۳)	برنامه‌ی کم آبیاری
۲/۱	۳	D1
۰	۰	D2
۳/۲	۳/۴	D3
۰/۳	۰	D4
۳/۹	۹/۱	D5
۰/۷	۰	D6
۱۰/۲	۴/۲	D7

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در مطالعه‌ی حاضر، راهبردهای مختلف کم آبیاری ذرت دانه‌ی بی با استفاده از معیار برتری تصادفی غالب مورد بررسی قرار گرفت. به طور کلی نتایج بر اساس معیار FSD نشان داد که برنامه‌ی آبیاری D₆ در هر شرایطی نسبت به برنامه‌های دیگر مغلوب است، و پایین‌ترین عمل‌کرد دانه‌ی بی را دارا است. برنامه‌ی آبیاری D₁ و D₅ نیز نسبت به دیگر برنامه‌ها برتر بود ولی بر اساس معیار FSD قابل تفکیک نبود. نتایج SSD نشان داد که در شرایطی که محدودیت آب و زمین وجود ندارد سطح زیر منحنی تابع توزیع تجمعی در برنامه‌ی آبیاری D₅ بیش‌تر از برنامه‌ی آبیاری D₁ است. این موضوع نشان داد که گیاه ذرت در مرحله‌ی دوم و چهارم رشد به میزان کم‌تر نسبت به کم آبیاری حساس است. برای لحاظ کردن ترجیحات ریسکی کشاورز در انتخاب برنامه‌ی آبیاری از معیار SERF استفاده شد. نتایج نشان داد که در بازه‌ی ریسک‌گریزی ۰/۰۱۰۵ و ۰ مقادیر معادل اطمینان (CE) و یا به عبارتی ارزش پولی گزینه‌های

کم آبیاری در برنامه‌ی D5 بالاتر از برنامه‌های دیگر است. این نتایج به شرایط نبود محدودیت در مقدار آب و زمین قابل تعمیم است. اما نتایج مدل بهینه‌سازی نشان داد که زمانی که کشاورز با محدودیت آب و زمین مواجه شود، بر اساس نوع دیدگاه ریسکی خود رفتار متفاوتی در انتخاب سطح زیرکشت در هر برنامه‌ی آبیاری نشان می‌دهد. کشاورزان ریسک‌پذیر بالاترین سطح زیرکشت را به برنامه‌ی D5 (کم آبیاری در مرحله‌ی دوم و چهارم رشد) اختصاص دادند، در حالی که بالاترین سطح زیرکشت کشاورزان ریسک‌گریز در برنامه‌ی D7 (کم آبیاری در هر چهار مرحله‌ی رشد) بود. این نتیجه بیان‌گر اهمیت دیدگاه و درجه‌ی ریسکی کشاورز در شرایط محدودیت آب در انتخاب سطح زیرکشت بر اساس برنامه‌های متفاوت کم آبیاری است، و می‌تواند در تصمیم‌گیری و کاهش مصرف آب در مزرعه و تاثیر بر عمل‌کرد محصول و به دنبال آن بازده برنامه‌ی کشاورز موثر باشد. بنابراین، با توجه به محدود بودن منابع آب در بخش کشاورزی، به‌کارگیری هر راه‌کار به‌منظور صرفه‌جویی در آب و نیز افزایش سطح زیرکشت اهمیت زیادی دارد. از طرفی در تمام برنامه‌هایی که برای کشاورزان در سطح تصمیم‌گیری کلان یا خرد صورت می‌گیرد، توجه به دیدگاه آنان نسبت به ریسک می‌تواند در تحلیل تصمیمات و سیاست‌گذاری‌ها اثرگذار و مفید باشد.

منابع

- امیر تیموری، س. و چیدری، ا. (۱۳۷۸). بررسی خودکفایی پویا در تولید ذرت دانه‌یی در ایران، ره‌یافت محاسبه‌ی بهره‌وری کل عوامل تولید: پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۷۹.
- زیبایی، م.، سلطانی، غ.، ترکمانی، ج.، خلیلی، د. و بهبودیان، ج. (۱۳۸۰). راه‌برد ریسک- کارآیی آبیاری گندم در منطقه‌ی کوار. کاربرد معیارهای برتری تصادفی، فصل‌نامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۳۶ (۹): ۹۰-۷۵.

سپاسخواه، ع.، توکلی، ع. و موسوی، ف. (۱۳۸۵). اصول و کاربرد کم آبیاری. تهران: کمیته ملی آبیاری و زه کشی ایران.

میرهادی، م. (۱۳۸۰). ذرت. تهران: سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی.

Anderson, J.R., Dillon, J.L. and Hardaker, J.B. (1992). *Agricultural Decision Analysis*. Iowa State University press. Ames.

Arrow, K.J. (1965). *Aspects of the theory of risk-bearing*. Academic Bookstore, Economics, Texas A , M University. Helsinki. introduction to the Excel simulation add-in: Simetar. Department of Agricultural

Boisvert, R.N. and McCarl, B. (1990). *Agricultural Risk Modeling Using Mathematical Programming*. Bulletin NO 356, Southern Cooperative Series, Department of Agricultural Economics, Cornell University, Ithaca, NY.

Botes, J.H.F. (2005). *An Economic of Wheat Irrigation Scheduling Strategies using Stochastic Dominance*. MScAgric Dissertation. Department of Agricultural Economics, University of the Range Free State, Bloemfontein

Doorenbos, J. and kassam, A.H. (1979). *Yield Response to Water*, FAO Irrigation and Drainage Paper, NO.33, Rome, Italy.

English, M. and Raja, S.N. (1996). Review: perspectives on deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 32(1):1-14.

Gravte, B. and Nel, F. (2006). Stochastic efficiency analysis of alternative water conservation strategies. *Journal of Agricon*, 45: 131-152.

Grove, B. and Oosthuizen, L.K. (2002). An economic analysis of alternative water use strategies at catchment level taking into account an Instream flow requirement. *Journal of American Water Resources Association*, 38(2): 385-395.

Hardaker, J.B., Huirne, R.B.M. and Anderson, J.R. (1997). *Coping with Risk in Agriculture*. CAB International, Wallingford, UK.

Hardaker, J.B. and Lien, G. (2003). Stochastic efficiency analysis with risk-aversion bounds: a simplified approach. Working Paper No. 2003-1, University of New England, Department of Agricultural and Resource Economics, Armidale, NSW.

Hardaker, J.B., Richardson, J.W., Lien, G. and Schumann, K. D. (2004). Stochastic efficiency analysis with risk aversion bounds: a simplified

- approach. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 2: 253–270.
- Mottram, R., De Jager, J.M., Jackson, B.J. and Gordijn, R.J. (1995). Irrigation water distribution management using linear-programming. Proceedings of the Southern African Irrigation Symposium, 4-6 June 1991, Durban. WRC Report No TT 71/95, The Water Research Commission, Pretoria, 32: 36-122.
- Nairizi, S., and Ryzewski, J.R. (1977). Effects of dated soil moisture stress on crop yields, *Exp.Agric*, 13: 51-59.
- Pratt, J.W. (1964). Risk Aversion in the Small and in the large. *Econometrica*, 32:36-122.
- Rao , N.H., Sarama, P.B.S. and Chander, S. (1988). A simple Dated Water- Production Function for use in Irrigated Agriculture, *Agric. Water Management*, 13: 25-32.
- Richardson, J.W., Schumann, K. and Feldman, P. (2004). Simetar: Simulation for Excel to analyse risk. Department of Agricultural Economics, Texas A, M University.
- Soltani, G.R., Pandey, S. and Musgrave, W.F. (1992). Problems of transferring crop- water production function knowledge to developing countries, *Water Resource Research*, 96-101.
- Weinberg, M., Kling, C.L. and Wilen, J.E. (1993). Water markets and water utility. *American Journal of Agricultural Economics*, 75(2): 278-291.