کاربرد معیار برتری تصادفی
درجهٔ ۱ و درجهٔ ۲

مطالعهٔ موردی
تعیین استراتژی بهینهٔ رفتار با بقایای گندم در
کشت‌های مکرر در منطقهٔ سد درودزن

کاربرد معیار برتری تصادفی درجهٔ ۱ و درجهٔ ۲

مطالعهٔ موردی
تعیین استراتژی بهینهٔ رفتار با بقایای گندم در کشت‌های مکرر در منطقهٔ سد درودزن

چکیده

با بکارگیری معیار برتری تصادفی درجه ۱ و ۲، استراتژی بهینه رفتار با بقایای گندم در کشت‌های مکرر در منطقهٔ سد درودزن تعیین گردید. نتایج این بررسی که داده‌های آن از یک پژوهش مزرعه‌ای سه ساله (۷۶-۱۳۷۳) فراهم آمد، نشان داد که تیمار یا استراتژی سوزاندن بقایا نسبت به سایر تیمارها بر اساس عملکرد دانه‌ای و بازده برنامه‌ای، برتری دارد. نتایج همچنین نشان داد که معیار برتری تصادفی درجهٔ ۲ نسبت به روش معمول مقایسه میانگین، توانایی بیشتری در تفکیک استراتژی‌ها به مجموعهٔ کارا و ناکارا دارد.

مقدمه

معمول‌ترین روش برای منظور نمودن ریسک و عدم حتمیت در فرآیند تصمیم‌گیری، تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی است. اگر تصمیم‌گیرنده دارای تابع مطلوبیت نهایی نزولی نسبت به درآمد باشد، حداکثر کردن مطلوبیت انتظاری، قابل قبول‌ترین مکانیزم را برای مرتب کردن گزینه‌های ریسکی بر اساس ترجیحات فراهم می‌کند. مرجع‌ترین گزینه، آن گزینه‌ای است که دارای بالاترین مطلوبیت انتظاری است. برای یک مزرعه، حداکثر کردن مطلوبیت انتظاری معمولاً همراه با مطلوبیت انتظاری داده شده در سطوح مختلف سود و توزیع سود است. بنابراین مطلوبیت انتظاری [E(u)] می‌تواند به صورت زیر بیان شود:

$$E(u) = \Sigma_i(U)\ P(\pi_i) \qquad (۱)$$

که $u(\pi_i)$، بیانگر تابع مطلوبیت تصمیم‌گیرنده است که تابعی از سطح iام سود (π_i) و احتمال همراه با آن $[P(\pi_i)]$ است. فرض می‌شود که تصمیم‌گیرنده فعالیت‌های مدیریتی را به گونه‌ای انتخاب می‌کند که رابطهٔ (۱) حداکثر شود. می‌توان نشان داد که حداکثر کردن سود انتظاری حالت خاصی از حداکثر کردن مطلوبیت انتظاری می‌باشد. اگر تصمیم‌گیرنده نسبت به ریسک خنثی باشد، حداکثر کردن مطلوبیت انتظاری برابر با حداکثر کردن سود انتظاری خواهد بود.

مشکلاتی که در زمینهٔ استفاده از روش مطلوبیت انتظاری وجود دارد، یکی تعیین فرم تابعی مشخص برای تابع مطلوبیت است به گونه‌ای که بتواند ترجیحات ریسکی تولیدکننده را بیان کند و دیگری مشکلات عملی تخمین چنین تابعی است. به دلیل وجود این مشکلات چندین معیار کارای ریسک (Risk Efficiency Criteria) توسعه یافته است تا فرآیند انتخاب گزینه‌ها را بدون نیاز به تعیین تابع مطلوبیت امکان‌پذیر سازد.

هدف از مطالعهٔ حاضر، به کارگیری دو معیار کارای ریسک در انتخاب استراتژی مناسب رفتار با بقایای گیاهی در کشت‌های مکرر در منطقهٔ زیر سد درودزن است که یکی از مناطق عمده کشت گندم در استان فارس می‌باشد. نحوهٔ رفتار با بقایای گیاهی به دلیل تأثیری که بر عملکرد در هکتار و درآمد حاصل از هر هکتار محصول دارد، حائز اهمیت است. یافته‌های حاصل از چنین مطالعه‌ای ضمن فراهم آوردن توصیه‌های لازم برای زارعین می‌تواند در جهت درک بهتر تصمیم اتخاذ شده به وسیلهٔ زارعین مؤثر واقع گردد.

مواد و روش‌ها

معیار کارای ریسک به طور اجمالی می‌تواند به عنوان مجموعه‌ای از قواعد تصمیم که بیشتر برای یک گروه از تصمیم‌گیرندگان به کار می‌رود تا یک فرد خاص، تعریف شود. آنها ترتیب گزینه‌های ریسکی را بر اساس فرضیات قابل قبول در مورد طبیعت توابع مطلوبیت تصمیم‌گیرندگان فراهم می‌سازند. با اعمال حدهایی بر سطح ریسک گریزی، یک معیار کارای ریسم فعالیت‌ها و استراتژی‌های مختلف را به مجموعه کارا و مجموعهٔ ناکارا تقسیم می‌کند. معیار ضرورتاً استراتژی بهینه را به دست نمی‌دهد، اما استراتژی‌های غیرمرجع را حذف می‌کند. مفهوم معیار کارای ریسک با ۸ معیاری که

وسیعاً مورد استفاده قرار گرفته‌اند، معرف می‌شود:

۱ـ تحلیل با استفاده از گشتاورهای توزیع

Analysis using moments of the distribution

۲ـ تحلیل میانگین ـ واریانس (تحلیل E و V)

Mean-Varianc Analysis (E, V Analysis)

۳ـ تحلیل میانگین ـ انحراف معیار (تحلیل E و S)

Mean-Standard Analysis

۴ـ برتری تصادفی درجهٔ ۱

First-degree stochastic dominance (FSD)

۵ـ برتری تصادفی درجهٔ ۲

Second-degree stochastic dominance (SSD)

۶ـ برتری تصادفی درجهٔ ۳

Tird-degree stochastic dominance (TSD)

۷ـ برتری تصادفی با توجه به یک تابع

Stochastic dominance with respect to a function (SDRF)

۸ـ برتری تصادفی محدب

Convex stochastic dominance (CSD)

مسألهٔ مهم در رابطه با معیارهای کارای ریسک، مبادلهٔ میان توانایی تفکیک کردن و محدودیت‌های اعمال شده بر تابع مطلوبیت است. اگر محدودیت کم باشند، معیار قادر به مرتب کردن گزینه‌های مختلف تصمیم‌گیری نیست، در حالی که محدودیت‌هایی که می‌توانند گزینه‌ها را مرتب کنند معمولاً به اطلاعات خاصی در مورد ترجیحات تصمیم‌گیرنده نیاز دارد. فرضیات ضعیف و محدود در مورد طبیعت توابع مطلوبیت تصمیم‌گیرندگان، ممکن است به اندازه‌ای گزینه در مجموعه کارا باقی بگذارد که تحلیل را کم‌ارزش سازد. در حالی که اعمال فرضیات محدودکننده ممکن است ریسک خارج ماندن بهترین گزینه را از مجموعه کارا به همراه داشته باشد و یا ریسک حذف گزینه‌هایی که به وسیله تعداد معنی‌داری از تصمیم‌گیرندگان هدف، مرجع تشخیص داده می‌شود را دنبال داشته باشد.

از آنجا که در این بررسی جهت تعیین استراتژی بهینه رفتار با بقایای گندم در کشت‌های مکرر از معیار برتری تصادفی درجه یک و دو استفاده شده است، در زیر به اختصار این دو معیار معرفی گردیده است:

برتری تصادفی درجهٔ اول (FSD)

اصول و روش کاربرد معیار برتری تصادفی درجه اول و درجهٔ دوم به طور مبسوط در اندرسون (۱۹۷۹)، اندرسون، دیلون و هارداگر (۱۹۷۷) کینگ و رابینسون (۱۹۸۴)، بهلیج و ایدمن (۱۹۸۴)، هارداکر و دیگران (۱۹۹۸) و ترکمانی (۱۹۹۶) بحث شده است.

محدودیت اعمال شده بر تابع مطلوبیت در (FSD) به طور ساده این است که تصمیم‌گیرندگان برای معیارهای عملکرد (سود)، دارای مطلوبیت نهایی مثبت می‌باشند (یعنی بیشتر به کمتر ترجیح دارد). بنابراین برای دو فعالیت A و B هرکدام با یک توزیع احتمال نتایج، که به ترتیب به وسیلهٔ توابع توزیع تجمعی (CDF), $F_A(X)$ و $F_B(X)$ نیز تعریف شده است. A بر B بر اساس معیار (FSD)، برتری دارد،اگر برای تمام Xها: $F_A(X) \leq F_B(X)$ باشد، با حداقل یک نابرابری اکید. به طریق نموداری، این موضوع بیانگر آن است 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، هیچکدام از گزینه‌ها بر اساس (FSD) بر دیگری برتری ندارد. این امر نشان‌دهندهٔ توانایی محدود برتری تصادفی درجه اول در تفکیک نمونه گزینه‌های کارا از گزینه‌های ناکارا است. توجه داشته باشید که این معیار کارایی مانند سایر معیارهایی که در زیر شرح داده می‌شود، با تعیین گزینه‌های برتر سر و کار دارد. به گونه‌ای که گزینه‌هایی که تحت سلطه قرار نمی‌گیرند، مجموعه کارا تشکیل می‌دهند. 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.

در نمودار ۱، CDFهای سه آلترناتیو F، G و H نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد، برای تمام مقادیر x، $F_G(X) \leq F_F(X)$ است، بنابراین F نمی‌تواند عضوی از مجموعهٔ کارای FSD باشد و همچنین دیده می‌شود که Hها 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 نیازی به مقایسهٔ F و H وجود 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.

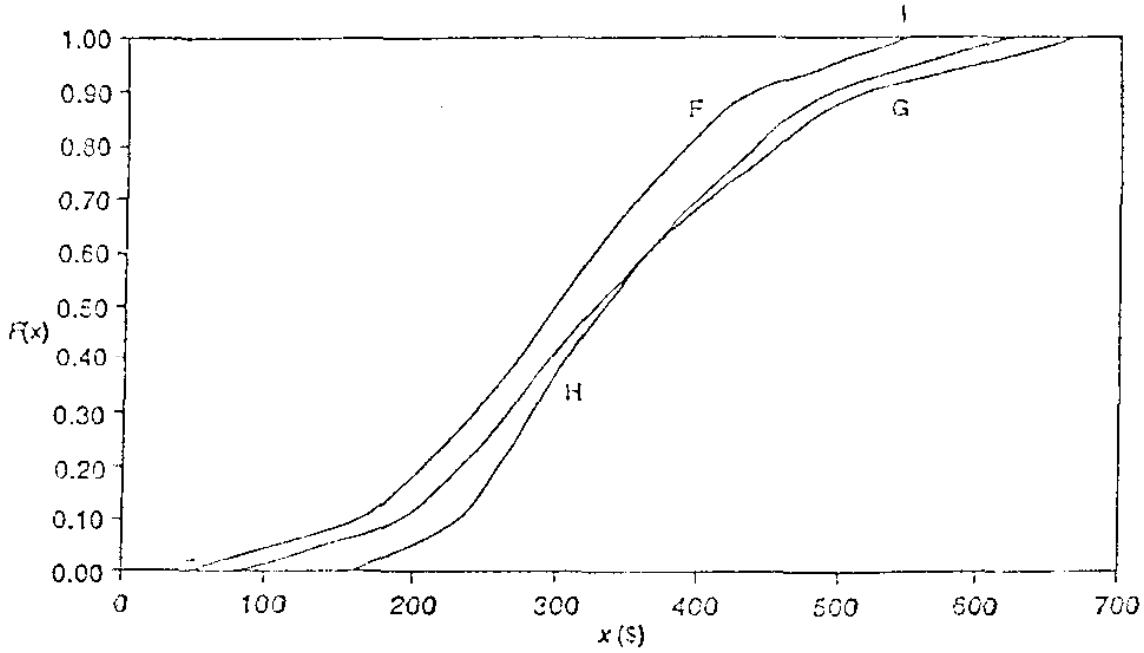
برتری تصادفی درجه ۲ (SSD)

معیار برتری تصادفی درجه ۲ (SSD) ریسک‌گریزی را برای تمام تصمیم‌گیرندگان در نظر می‌گیرد. این امر بیانگر اعمال یک 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 دارند که دامنه ضریب ریسک‌گریزی مطلق از $r_1(\pi) = 0$ تا $r_2(\pi) = \infty$ است (برای FSD این دامنه از $r_1(\pi) = -\infty$ تا $r_2(\pi) = +\infty$ است). هر چند که SSD نسبت به FSD توانایی تفکیک بیشتری دارد، اما ممکن است هنوز چندین فعالیت را در مجموعه کارا باقی گذارد. استراتژی مدیریتی G به H ترجیح داده می‌شود اگر:

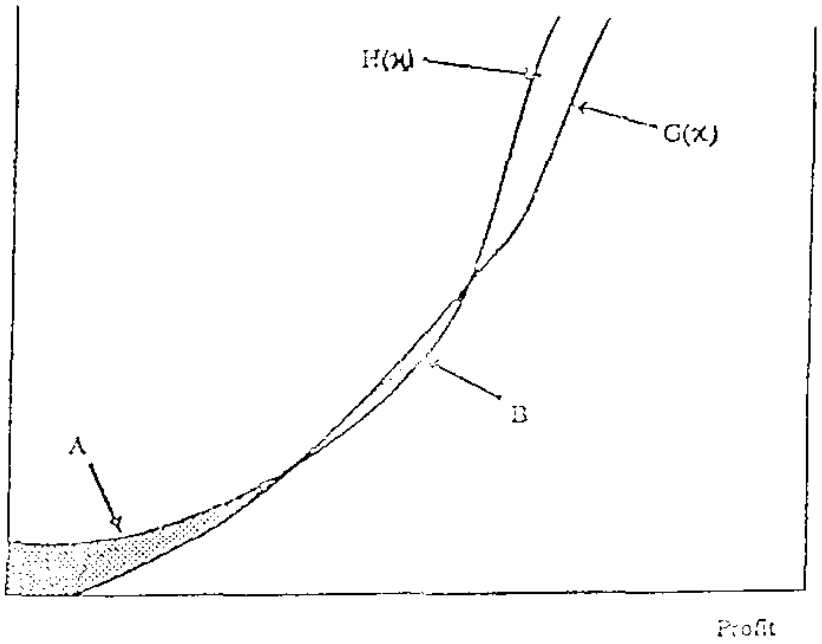
$$\int_{-\infty}^{x+} F_G(x)\,dx \leq \int_{-\infty}^{x+} F_H(X)\,dx$$

رابطهٔ 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 نمونه‌برداری، شرط ضروری برای اینکه گزینش G نسبت به گزینش H، بر اساس معیار SSD برتری داشته باشد این است که ناحیه مشخص شده با حرف A در نمودار ۲ کمتر از ناحیه مشخص شده با حرف B نباشد. بنابراین تحت این معیار، توزیع نتایج بر اساس مساحت زیرمنحنی‌های CDF آنها مقایسه می‌گردند و در نتیجه توزیع‌های تجمعی می‌توانند همدیگر را قطع کنند.

برای اجرای معیارهای تصادفی درجه ۱ و ۲، در بخش اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز اقدام به تهیهٔ یک بسته نرم‌افزاری تحت عنوان «برتر» شده است. علاقه‌مندان جهت دریافت این نرم‌افزار می‌توانند با بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز تماس حاصل نمایند.



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



نمودار ۲: کاربرد معیار SSD

داده‌ها

داده‌های تحقیق از یک آزمایش سه ساله که در ایستگاه تحقیقاتی کوشکک به وسیلهٔ بخش زراعت دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه شیراز اجرا گردید، فراهم آمده است. آزمایش از سال ۱۳۷۳، بعد از برداشت گندم آغاز شد و تیمارهای (استراتژی‌های) آزمایش زیر برای سه سال متوالی (سالهای زراعی ۷۴-۷۳، ۷۵-۷۴ و ۷۶-۷۵) در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار به اجرا درآمد:

۱. سوزاندن بقایا و کشت مجدد گندم به روش متداول در منطقهٔ (S_1)

۲. برداشت کامل بقایا و کشت مجدد گندم به روش متداول در منطقه (S_2)

۳. زیر خاک کردن کلیهٔ بقایا و کشت مجدد گندم به روش متداول در منطقه (S_3)

۴. باقی گذاردن کلیه بقایا به صورت ایستاده و کشت مجدد با دستگاه Chisel seeder (S_4)

۵. آبیاری و کشت مجدد درون بقایا با دستگاه Chisel seeder (S_5)

۶. آبیاری و کشت مجدد درون بقایا با دستگاه Chisel seeder همراه با به کار بردن علف‌کش (S_6)

۷. دیسک زدن بقایا و کشت مجدد گندم به روش متداول در منطقه (S_7)

هر چند در این بررسی هدف اصلی تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه و اجزاء آن بوده است، اما با توجه به اینکه هزینه هر یک از تیمارها می‌تواند در انتخاب استراتژی مناسب با بقایا گندم مؤثر باشد، بازده برنامه‌ای هر تیمار با استفاده از قیمت گندم و هزینه هر تیمار برای سالهای مورد بررسی توسط نویسندگان مقاله محاسبه گردید و تأثیر تیمارها یک بار بر عملکرد دانه‌ای و بار دیگر بر بازده برنامه‌ای با استفاده از معیار برتری تصادفی درجه ۱ و ۲ مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که متوسط بارندگی در منطقه ۴۳۴ میلی‌متر است، سال زراعی ۷۴-۷۳ با میزان بارندگی معادل ۶۲۶/۵ میلیمتر یک سال مرطوب، سال زراعی ۷۵-۷۴ با ۴۷۷/۵ میلیمتر یک سال معمولی و سال زراعی ۷۶-۷۵ با ۲۵۵/۵ میلی‌متر یک سال خشک بوده است. بنابراین توزیع نرمال برای استخراج توابع توزیع فراوانی تجمعی (CDF)[1] عملکرد دانه‌ای و بازده برنامه‌ای تیمارها که در تحلیل برتری تصادفی نقش اساسی دارد، می‌تواند توزیع مناسبی باشد.

1. Cumulative Distribution Functions.

جداولی ۱ و ۲، توزیع فراوانی تجمعی عملکرد دانه‌ای و بازده برنامه‌ای تیمارها که با استفاده از بسته نرم‌افزاری برتر استخراج شده است را نشان می‌دهد.

جدول ۱: توزیع احتمال تجمعی برای برتری تصادفی درجه اول بر اساس عملکرد دانه‌ای (ارقام به تن در هکتار).

نتایج استراتژی‌ها							احتمال
S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	تجمعی
۴/۶۲	۲/۶۴	۲/۵	۰/۳۵	۰/۱۲	۰/۰۹	۱/۶۴	۰/۰۰۷۰
۵/۳۷	۴/۳۵	۳/۷۳	۰/۵۱	۰/۲۱	۰/۱۸	۲/۱۸	۰/۰۲۴۷
۵/۵۶	۵/۰۶	۳/۷۳	۰/۸۶	۰/۵۶	۰/۲۱	۲/۲۲	۰/۰۷۰۳
۵/۶۹	۵/۳۲	۳/۹۸	۰/۸۸	۰/۶۵	۰/۶۲	۲/۲۹	۰/۱۶۳۰
۵/۹۷	۵/۴	۴/۲۱	۳/۲۴	۱/۶۳	۱/۳۲	۲/۶۸	۰/۳۱۱۷
۶/۰۲	۶/۲۳	۴/۸۵	۳/۸۹	۲/۱۶	۲/۷۶	۳/۹۱	۰/۵۰۰۱
۶/۳۰	۶/۳۵	۵/۴۲	۴/۶۶	۲/۶۹	۲/۹۲	۳/۹۵	۰/۶۸۸۴
۶/۷۲	۶/۸۳	۵/۵۳	۴/۶۸	۴/۲۱	۳/۱	۴/۹۳	۰/۸۳۷۲
۶/۷۵	۷/۲۵	۵/۵۴	۴/۸۸	۵/۴۶	۳/۷۸	۵/۰۷	۰/۹۲۹۹
۶/۹۶	۷/۳۰	۵/۷۳	۴/۹۶	۵/۶۵	۴/۲۴	۵/۸۱	۰/۹۷۵۵
۷/۱۱	۷/۳۴	۶/۹۲	۵/۹۶	۵/۷۸	۴/۷۴	۶/۵	۰/۹۹۳۲
۷/۱۷	۸/۳۵	۷/۰۸	۵/۹۸	۵/۹۲	۵/۰۴	۶/۷۲	۱/۰۰۰۰

نتایج و بحث

در این بخش از مقاله ابتدا نتایج به کارگیری دو معیار برتری تصادفی درجه ۱ و ۲ برای عملکرد دانه‌ای تیمارها ارائه می‌گردد و به دنبال آن نتایج برای بازده برنامه‌ای ارائه خواهد شد و در انتها نتایج حاصله از این بررسی با نتایج بخش زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز که در آن از آزمون مقایسه میانگین استفاده شده است، مقایسه می‌گردد. همانگونه که از بررسی جدول ۱ و نمودار ۳ به دست می‌آید دو استراتژی S_1 و S_2 یعنی سوزاندن بقایا و برداشت کامل بقایا بر اساس معیار برتری تصادفی درجهٔ ۱

جدول ۲: توزیع احتمال تجمعی برای برتری تصادفی درجه اول بر اساس بازده برنامه‌ای (ارقام بر حسب هزار ریال).

نتایج استراتژی‌ها							احتمال
S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	تجمعی
۸۹۹/۶	-۹۹/۸	۱۱۷	-۴۴۴/۵	-۵۶۲/۴	-۵۹۸/۳	-۴۹۰/۷	۰/۰۰۷۰
۱۱۴۷/۱	۴۶۴/۵	۵۲۲/۹	-۳۹۱/۷	-۵۳۲/۷	-۵۶۸/۶	-۴۳۷/۷	۰/۰۲۴۷
۱۲۰۹/۸	۶۹۸/۸	۵۲۲/۹	-۲۷۶/۲	-۴۱۷/۲	-۵۵۸/۷	-۳۲۲/۲	۰/۰۷۰۳
۱۲۵۲/۷	۷۸۴/۶	۶۰۵/۴	-۲۶۹/۶	-۳۸۷/۵	-۴۲۳/۴	-۳۱۵/۶	۰/۱۶۳۰
۱۳۴۵/۱	۸۱۱/۰	۶۸۱/۳	۵۰۹/۲	-۶۴/۱	-۱۹۲/۴	۴۶۳/۲	۰/۳۱۱۷
۱۳۶۱/۶	۱۰۸۴/۹	۱۰۸۰/۶	۷۲۳/۷	۱۱۰/۸	۲۸۲/۸	۶۷۷/۷	۰/۵۰۰۱
۱۴۵۴	۱۱۲۴/۵	۱۱۲۰/۲	۹۷۷/۸	۲۸۵/۷	۳۳۵/۶	۹۳۱/۸	۰/۶۸۸۴
۱۵۹۲/۶	۱۲۸۲/۹	۱۱۸۲/۹	۹۸۴/۴	۷۸۷/۳	۳۹۵	۹۳۸/۴	۰/۸۳۷۲
۱۶۰۲/۵	۱۴۲۱/۵	۱۵۳۰/۵	۱۰۵۰/۴	۱۱۹۹/۸	۶۱۹/۴	۱۰۰۴/۴	۰/۹۲۹۹
۱۶۷۱/۸	۱۴۳۸	۱۵۷۵/۶	۱۰۷۶/۸	۱۲۶۲/۵	۷۷۱/۲	۱۰۳۰/۸	۰/۹۷۵۵
۱۷۲۱/۳	۱۴۵۱/۲	۱۶۲۸/۴	۱۴۰۶/۸	۱۳۰۵/۴	۹۳۶/۲	۱۳۶۰/۸	۰/۹۹۳۲
۱۷۴۱/۱	۱۷۸۴/۵	۱۷۵۴/۹	۱۴۱۳/۴	۱۳۵۱/۶	۱۰۳۵/۴	۱۳۶۷/۴	۱/۰۰۰

نسبت به سایر تیمارها برتری دارند. بدین مفهوم که برای تمام سطوح عملکرد در هکتار، احتمال تجمعی این دو تیمار از بقیه تیمارها کمتر است یا به تعبیر دیگر در تمام سطوح احتمال تجمعی، عملکرد در هکتار این دو استراتژی از عملکرد در هکتار بقیه تیمارها بیشتر می‌باشد. اما از آنجا که منحنی توزیع احتمال تجمعی این دو تیمار همدیگر را قطع می‌کنند، این دو استراتژی بر اساس معیار برتری تصادفی این دو تیمار همدیگر را قطع می‌کنند، این دو استراتژی بر اساس معیار برتری تصادفی درجه ۱ نسبت به یکدیگر برتری ندارند. به تعبیر دیگر بر اساس معیار برتری تصادفی درجه ۱ دو استراتژی S_1 و S_2 را نمی‌توان تفکیک کرد و هر دو در مجموعه کارای این معیار قرار می‌گیرند. برای سنجش این دو تیمار از معیار برتری تصادفی درجهٔ ۲ استفاده گردید. مساحت زیر منحنی تجمعی این دو استراتژی که به وسیلهٔ بسته نرم‌افزاری برتر محاسبه گردیده در جدول ۳، درج شده است، همانگونه که ملاحظه می‌گردد برای تمام سطوح عملکرد در

هکتار مساحت زیر منحنی فراوانی تجمعی استراتژی S_1 یعنی سوزاندن بقایا کمتر از مساحت زیر منحنی فراوانی منحنی استراتژی S_2 یعنی برداشت کامل بقایا می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بر اساس معیار برتری تصادفی درجه ۲، تیمار سوزاندن بقایا نسبت به تیمار برداشت کامل برتری دارد. جدول ۴ نیز وضعیت هر تیمار را نسبت به تیمار دیگر بر اساس عملکرد دانه‌ای نشان می‌دهد. همانگونه که از بررسی این جدول به دست می‌آید بدترین وضعیت را دو تیمار S_5 و S_6 دارند که نسبت به یکدیگر بی‌تفاوتند. ترتیب تیمارها یا استراتژی‌ها را بر اساس عملکرد دانه‌ای می‌تواند به صورت زیر بیان کرد:

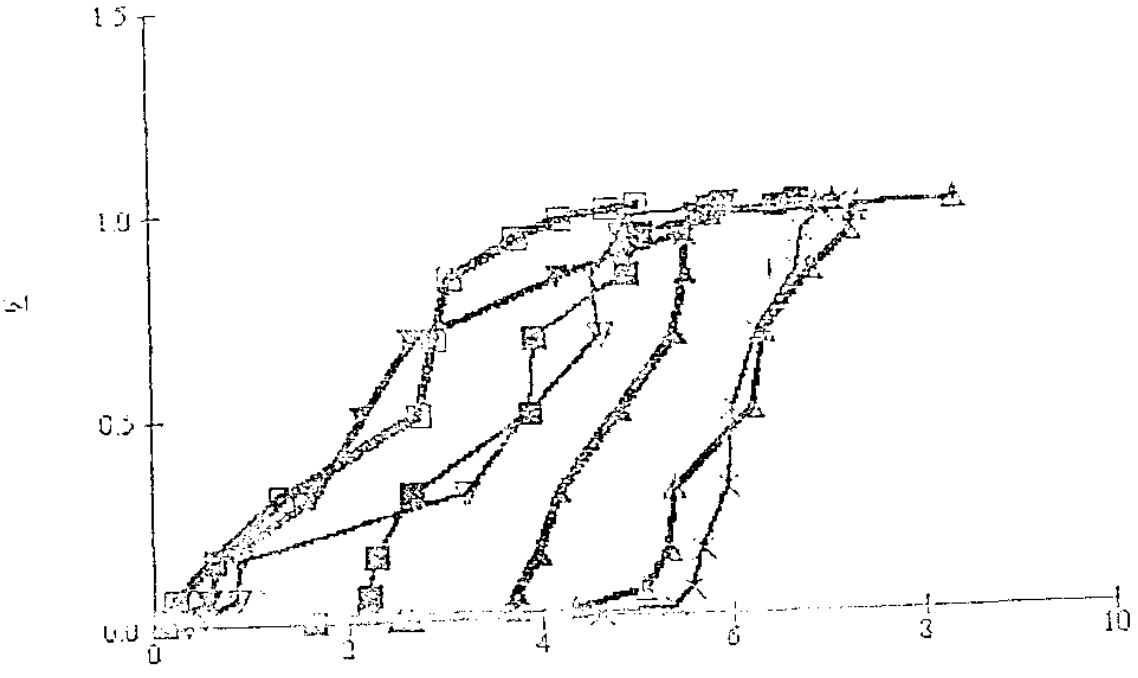
S_1، S_2، S_3، S_7، S_4، (S_5، S_6)

به کارگیری معیار برتری تصادفی درجه۱ برای بازده برنامه‌ای تیمارها،نشان داد که سه استراتژی S_1، S_2، S_3، نسبت به استراتژی‌های دیگر برتری دارند (جدول ۲). بنابراین وقتی که به جای عملکرد دانه‌ای، بازده برنامه‌ای اساس مقایسه قرار گرفت. استراتژی S_1، S_2، برتری خود را نسبت به استراتژی S_3 یعنی زیر خاک کردن کلیهٔ بقایا از دست دادند. از آنجاکه بر اساس معیار برتری تصادفی درجه۱، نمی‌توان بین این سه استراتژی تفاوت قائل شد، اقدام به اجرای معیار برتری تصادفی درجه۲ گردید. در اینجا نیز ملاحظه شد که استراتژی S_1 بر اساس بازده برنامه‌ای نسبت به بقیه تیمارها برتری دارد. به تعبیر دیگر مساحت زیرمنحنی توزیع فراوانی تجمعی این تیمار در تمام سطوح بازده برنامه‌های کمتر از مساحت زیر منحنی توزیع فراوانی تجمعی دو تیمارهای S_2 و S_3 بود. جدول۵، میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر بازده برنامه‌ای هر تیمار را نشان می‌دهد و جدول۶ وضعیت تیمارها را نسبت به یکدیگر بر اساس بازده برنامه‌ای به دست می‌دهد. همانگونه که از بررسی جدول۶ حاصل می‌شود، دو تیمار S_2 و S_3 و دو تیمار S_5 و S_6 نسبت به یکدیگر بی‌تفاوت می‌باشند. به عبارت دیگر این تیمارها را بر اساس معیار برتری تصادفی درجه ۲ نمی‌توان از یکدیگر تفکیک کرد. ترتیب تیمارها یا استراتژی‌ها را بر اساس بازده برنامه‌ای می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

S_1، (S_3، S_2)، S_4، S_7، (S_5، S_6)

مقایسه تأثیر تیمارها بر عملکرد دانه‌ای بر اساس آزمون مقایسه میانگین که به وسیلهٔ بخش زراعت دانشکده کشاورزی صورت گرفته است (۱) نشان می‌دهد که دو تیمار S_1 و S_2 نسبت به بقیه تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار هستند. یا به عبارت دیگر میانگین

عملکرد در هکتار این دو تیمار اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمارهای دیگر دارد. اما این آزمون بین دو تیمار S_1 و S_2 اختلاف معنی‌داری قائل نیست. این نتیجه درست مانند نتیجه حاصل از اجرای معیار برتری تصادفی درجه۱ است. اما همانگونه که ملاحظه گردید معیار برتری تصادفی درجهٔ۲، قادر به تفکیک دو تیمار S_1 و S_2 می‌باشد و تیمار S_1 را نسبت به تیمار S_2 برتر می‌داند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که معیار برتری تصادفی درجه دو نسبت به آزمون‌های معمول مقایسه میانگین قدرت تفکیک بیشتری داشته و توانایی بالاتری برای تفکیک تیمارها به مجموعه کارا و مجموعهٔ ناکارا دارد. بخش زراعت دلیل اصلی برتری دو تیمار S_1 و S_2 را استقرار بهتر بذرها در بستر کاشت بذر دانسته و معتقد است که تأثیر مثبت بقایا در بهبود ویژگی‌های خاک و افزایش عملکرد



نمودار۳: منحنی توزیع احتمال تجمعی عملکرد دانه‌ای تیمارهای مختلف

جدول ۳: محاسبهٔ زیرمنحنی تابع توزیع تجمعی تیمار ۱ (سوزاندن بقایا) و تیمار۲ (برداشت کامل بقایا) برای معیار تصادفی درجه۲.

عملکرد دانه‌ای	احتمال تجمعی		تغییر در عملکرد دانه‌ای	مساحت زیر منحنی	
	L_1	L_2		L_1	L_2
۲/۶۴	۰	۰/۰۰۷	۰	۰	۰
۴/۳۵	۰	۰/۰۲۴۷	۱/۷۰۹۹	۰	۰/۰۲۷۱
۴/۶۲	۰/۰۰۷	۰/۰۴۲	۰/۲۷	۰/۰۰۰۹	۰/۰۳۶۱
۵/۰۶	۰/۰۱۷۳	۰/۰۷۰۳	۰/۴۴۰	۰/۰۰۶۳	۰/۰۶۰۸
۵/۳۲۰	۰/۰۲۳۵	۰/۱۶۳	۰/۲۶	۰/۰۰۱۱۶	۰/۰۹۱۲
۵/۳۷۰	۰/۰۲۴۷	۰/۲۵۶	۰/۰۴۹۹	۰/۰۱۲۸	۰/۱۰۱۶
۵/۴۰	۰/۰۳۱۹	۰/۳۱۱۷	۰/۰۳	۰/۰۱۳۶	۰/۱۱۰۲
۵/۵۶۰	۰/۰۷۰۳	۰/۳۴۸	۰/۱۵۹۹	۰/۰۲۱۸	۰/۱۶۲۹
۵/۶۹۰	۰/۱۶۳	۰/۳۷۷۵	۰/۱۳	۰/۰۳۷	۰/۲۱۰۱
۵/۹۷	۰/۳۱۱۷	۰/۴۴۱۱	۰/۲۷۹	۰/۱۰۳۵	۰/۳۲۴۷
۶/۰۲۰	۰/۵۰۰۱	۰/۴۵۲۴	۰/۰۴۹۹	۰/۱۲۳۸	۰/۳۴۷۱
۶/۲۳	۰/۶۴۱۳	۰/۵۰۰۱	۰/۲۱	۰/۲۴۳۶	۰/۴۴۷۱
۶/۳۰	۰/۶۸۸۴	۰/۶۱	۰/۰۶۹۹	۰/۲۹۰۲	۰/۴۸۵۹
۶/۳۵	۰/۷۰۶۱	۰/۶۸۸۴	۰/۰۴۹۹	۰/۳۲۵	۰/۵۱۸۴
۶/۷۲	۰/۸۳۷۲	۰/۸۰۳۱	۰/۳۷	۰/۶۱۰۶+	۰/۷۹۴۴
۶/۷۵	۰/۹۲۹۹	۰/۸۱۲۴	۰/۰۳	۰/۶۳۷۱	۰/۸۱۸۶
۶/۸۳	۰/۹۴۷۲	۰/۸۳۷۲	۰/۰۸	۰/۷۱۲۲	۰/۸۸۴۶
۶/۹۶	۰/۹۷۵۵	۰/۸۶۵۸	۰/۱۲۹۹	۰/۸۳۷۱	۰/۹۹۵۳
۷/۱۱	۰/۹۹۳۲	۰/۸۹۹	۰/۱۵	۰/۹۸۴۸	۱/۱۲۷۶
۷/۱۷	۱/۰۰۰	۰/۹۱۲۲	۰/۰۵۹۹	۱/۰۴۴۶	۱/۱۸۲
۷/۲۵	۱/۰۰۰	۰/۹۲۹۹	۰/۰۸	۱/۱۲۴۶	۱/۲۵۵۷
۷/۳۴	۱/۰۰۰	۰/۹۹۳۲	۰/۰۴	۱/۲۱۴۶	۱/۳۴۲۷
۸/۳۵	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۲/۲۲۴۹	۱/۳۴۹۴

دانه‌ای در شرایطی عملی است که امکان تأمین رطوبت کافی برای تجزیه میکروبی بقایا فراهم باشد و از آنجاکه در منطقهٔ رطوبت چندانی در فصل تابستان وجود ندارد بنابراین امکان بهره‌گیری از مزایای باقی گذاردن بقایا فراهم نمی‌باشد، ضمن اینکه وجود این بقایا، امکان تهیه بسر مناسب را هم از بین می‌برد. بنابراین نتایج بیانگر برتری استراتژی سوزاندن بقایا نسبت به سایر استراتژی‌ها بر اساس عملکرد دانه‌ای و بازده برنامه‌ای می‌باشد. این موضوع به ویژه وقتی که بررسی بر اساس بازده برنامه‌ای صورت می‌گیرد، مشخص‌تر بوده و برتری استراتژی S_1 حتی بر استراتژی S_2 کاملاً محسوس است. اگر سایر فواید اقتصادی مانند آماده شدن سریع زمین برای کشت مجدد (برنج یا ذرت) به سایر مزایای تیمار سوزاندن بقایا اضافه گردد، منطقی بودن زارعین در اتخاذ این استراتژی به خوبی مشخص می‌گردد.

جدول ۴: وضعیت تیمارها نسبت به یکدیگر بر اساس عملکرد دانه‌ای

تیمارها	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
S_1	-	برتر	برتر	برتر	برتر	برتر	برتر
S_2	مغلوب	-	برتر	برتر	برتر	برتر	برتر
S_3	مغلوب	مغلوب	-	برتر	برتر	برتر	برتر
S_4	مغلوب	مغلوب	مغلوب	-	برتر	برتر	مغلوب
S_5	مغلوب	مغلوب	مغلوب	مغلوب	-	بی‌تفاوت	مغلوب
S_6	مغلوب	مغلوب	مغلوب	مغلوب	بی‌تفاوت	-	مغلوب
S_7	مغلوب	مغلوب	مغلوب	برتر	برتر	برتر	-

* این جدول وضعیت تیمارهای درج شده در ستون عمودی را نسبت به تیمارهای درج شده در ستون افقی نشان می‌دهد

جدول ۵: میانگین انحراف معیار، حداقل و حداکثر بازده برنامه‌های هر تیمار

(ارقام به ۱۰۰۰ ریال در هکتار)

تیمارها	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
S_1	۱۴۱۶/۶۰	۲۶۰/۷۵	۸۹۹/۶	۱۷۴/۱
S_2	۱۰۲۰/۵۵	۵۱۸/۳۳	-۹۹/۸	۱۷۸۴/۵
S_3	۱۰۲۶/۸۸	۵۳۲/۱۹	۱۱۷/۰	۱۷۵۴/۹
S_4	۵۶۳/۳۸	۷۱۵/۹۹	-۴۴۴/۵	۱۴۱۳/۴۰
S_5	۳۶۱/۶۰	۷۷۶/۷۹	-۵۶۲/۴۰	۱۳۵۱/۶۰
S_6	۱۶۹/۵۰	۶۱۳/۴۹	-۵۹۸/۳۰	۱۰۳۵/۲۰
S_7	۵۱۷/۳۸	۷۱۵/۹۹	-۴۹۱۰۵۰	۱۳۶۷/۴۰

جدول ۶: وضعیت تیمارها نسبت به یکدیگر بر اساس بازده برنامه‌ای

تیمارها	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
S_1	-	برتر	برتر	برتر	برتر	برتر	برتر
S_2	مغلوب	-	بی‌تفاوت	برتر	برتر	برتر	برتر
S_3	مغلوب	بی‌تفاوت	-	برتر	برتر	برتر	برتر
S_4	مغلوب	مغلوب	مغلوب	-	برتر	برتر	مغلوب
S_5	مغلوب	مغلوب	مغلوب	مغلوب	-	بی‌تفاوت	مغلوب
S_6	مغلوب	مغلوب	مغلوب	مغلوب	بی‌تفاوت	-	مغلوب
S_7	مغلوب	مغلوب	مغلوب	برتر	برتر	برتر	-

* این جدول وضعیت تیمارهای درج شده در ستون عمودی را نسبت به تیمارهای درج شده در ستون افقی نشان می‌دهد

سپاسگزاری:

از آقای دکتر یحیی امام و مهندس منوچهر خردنام که داده‌های مربوط به اثر تیمارها بر عملکرد دانه‌ای را در اختیار ما گذاشتند، سپاسگزاری می‌شود.

فهرست منابع:

۱. نیک‌نژاد، م. و همکاران. ۱۳۷۷. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی «مطالعهٔ نحوهٔ رفتار با بقایای گندم در کشت‌های مکرر در منطقهٔ سد درودزن.

2. Anderson, J. R. 1974. Risk effeciency in the interpretation of agricultural production research. Rev. Market. Agric. Econ. 42:131-184.

3. Anderson, J. R., J.L. Dillon, and B. Hardaker, 1977. Agricultural decision analysis. IWOA State University Press, Ames, IA.

4. Boehlje, M. and R. Eidman, 1984. Fram management. Willey, New York.

5. King, R. P. and L. J. Rabison, 1984. Risk efficiency model. In: P. Barry (Editor), risk management in agriculture. IWOA State University Press, Ames, IA. PP. 68-81.

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

7. Torkamani, J, 1996. Decision criteria in risk analysis: An application of stochastic dominance with respect to a function. Iran Agricultural Research 15:1-18.

ABSTRACT

Evaluation of Crop Stubble Management in Continuous Wheat Cropping at Dorodzan Irrigation District: An Application of the First and Second Degree Stochastic Dominance Criteria

The optimal crop stubble management in continuous wheat cropping at Dorodzan irrigated district was studied, using the first and second degree stochastic dominance criteria. The results of three years on-farm investigation indicated that the treatment of burning the stubble dominated other alternatives in term of yields and gross margins. Also, the analysis revealed that, the stochastic dominance criterial has more discriminatory power that the common procedure of comparing groups' mean in classifying management alternatives into efficient and inefficient sets.