Archive of SID

اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال نهم، شماره ۳۴، تابستان ۱۳۸۰

استفاده از الگوی برنامه‌ریزی چند هدفی توأم با مخاطره برای بهبود کارایی هدفها و الگوهای بهینه کشت بهره‌برداران کشاورزی

علی کلائی*

چکیده

کشاورزی، فعالیتی است که همواره زیر تأثیر عوامل طبیعی همچون سیل، خشکسالی، حمله آفتها و مانند آن قرار دارد. از سوی دیگر، عوامل گوناگونی چون قیمتها، تغییر عملکرد و هزینه‌ها نیز همراه با عوامل طبیعی موجب بروز ریسک و نبود حتمیت در این فعالیت می‌شود. بنابراین، تصمیمگیری در چنین شرایطی نیاز به ابزارهایی مناسب و کارا برای منظور کردن عوامل پیشگفته در طراحی نظامهای زراعی دارد. الگوهای گوناگونی در دهه‌های اخیر پدید آمده و توسعه یافته که در آنها سعی شده است تا ریسک در تصمیمگیریها دخالت داده شود. این پژوهش

* کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی استان مرکزی.

www.SID.ir

Archive of SID

نیز نشان می‌دهد که الگوهای برنامه‌ریزی ریسکی همچون موتاد[1]، تارگت موتاد[2]، میانگین نیمه واریانس[3] و میانگین مربعات انحرافات جزئی[4] در واقع گشتاورهای مراتب مختلفی از حالت تعمیم یافته نابرابری چی‌بی‌شف[5] است. در این پژوهش همچنین الگوی میانگین مطلق انحرافات جزئی[6] (Mean Pad) در چارچوب الگوی برنامه‌ریزی چند هدفی[7] (MOP) معرفی و میزان زیان برخاسته از هر الگوی کشت نیز با بهره‌گیری از معیار ریسک به دست آمده و نابرابری چی‌بی‌شف محاسبه شده است. الگوهای بهینه کشت برای مزارع نمونه در منطقه زرقان استان فارس نیز با استفاده از مطالعه پیمایشی و تکمیل پرسشنامه و اطلاعات سری زمانی استخراج شده از نشریه‌های وزارت کشاورزی محاسبه و با بهره‌گیری از رابطه چی‌بی‌شف، میزان ریسک هر یک از این الگوها تعیین شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که به طور کلی افزایش پارامترهای الگو موجب جایگزین شدن محصولات با درامد ناخالص و نوسانهای قیمت بیشتر (مانند پیاز) به جای محصولات دارای بازده ناخالص و نوسانهای قیمت کمتر شده‌است.

کلید واژه‌ها:

ریسک، برنامه‌ریزی چند هدفی، الگوی بهینه کشت.

مقدمه

کشاورزی فعالیتی است که همواره زیر تأثیر قیمتها، عملکردها و هزینه‌های متفاوتی قرار دارد. این عوامل همراه با پدیده‌های طبیعی همچون سیل، خشکسالی، حمله آفتها و مانند آن موجب بروز ریسک و نبود حتمیت در این فعالیت می‌شود. بنابراین وجود عوامل پیشگفته که به طور عمده پیشبینی ناپذیرند، موجب می‌شود که مدیران و برنامه‌ریزان این بخش تصویری روشن و

1. Minimization of Total Absolute Deviations (MOTAD)
2. Target MOTAD
3. Mean Semivariance
4. Mean Partial Squared Deviations
5. Tchebyschev Inequality
6. Mean Partial Absolute Deviations (MOTAD)
7. Multi Objective Programming

www.SID.ir

Archive of SID

قطعی از وضعیت آینده برای برنامه‌ریزی‌های کشاورزی نداشته باشند. از سوی دیگر، بی‌توجهی به پیامدهای وجود ریسک در تولید محصولات کشاورزی و نیز رفتار ریسک‌گریزانه کشاورزان، اغلب به نتایج غیرقابل قبولی می‌انجامد که در عمل هماهنگی اندکی با تصمیمهای اتخاذ شده کشاورزان دارد. بنابراین، آگاهی بیشتر از تمایلات ریسکی کشاورزان و در دست داشتن ابزارهای مناسب و کارا به منظور لحاظ کردن این تمایلات در الگوهای تصمیمگیری را می‌توان در راستای تدوین سیاستهای واقع بینانه، که احتمال موفقیت بیشتری در آینده دارند، به کار گرفت. در این راستا الگوهای گوناگونی برای دخالت دادن ریسک در تصمیمگیریهای کشاورزان ارائه شده است؛ روش برنامه‌ریزی درجه دوم[1] (QRP) و مشابه خطی آن یعنی الگوی حداقل کردن کل انحرافات مطلق (MOTAD) و نیز الگوی تارگت موتاد به عنوان گزینه‌ای مناسبتر برای الگوی موتاد که در بسیاری از پژوهشهای اخیر به کار رفته‌اند (۱ و ۲). از سوی دیگر، به منظور سنجش تمایلات ریسکی در تصمیمگیری کشاورزان از راه استخراج تجربی نیز روشهای گوناگونی پیشنهاد شده‌است که به طور عمده در چارچوب قانون اول اطمینان[2] قرار دارند. این روشها عموماً بر داده‌های فرضی کشاورزان استوار است. در الگوهای مبنی بر قانون اول اطمینان چنین فرض می‌شود که احتمال دست‌نیافتن به برخی مقادیر مشخص بازده ناخالص، عنصری قطعی و همراه با پیامدهای انتظاری تصمیم است. سه نوع از الگوهای SF عبارت است از: ۱. حداقل کردن احتمال زیان مشروط به سطح هدف بازده ناخالص، ۲. حداکثر کردن مقداری مشخص از بازده ناخالص مشروط به یک سطح احتمال معین ۳. حداکثر کردن بازده ناخالص مشروط به احتمال دستیابی به یک سطح هدف معین. الگوی میانگین واریانس که در بسیاری موارد برای تجزیه و تحلیل ریسک به کار رفته است، نخستین بار از سوی مارکوویتز(۱۰) ارائه شد. در این الگو، ریسک به صورت واریانس و درامد به صورت میانگین در نظر گرفته می‌شود. در برخی الگوهای ارائه شده، از جمله تارگت موتاد، واریانس معیار خوبی برای اندازه‌گیری ریسک نیست زیرا تصمیمگیرندگان، علاقه‌مند به داشتن احتمال

1. Quadratic Risk Programming 2. Safety First Rule

www.SID.ir

Archive of SID

دست‌نیافتن به یک سطح حداقل بازده هدف‌اند. از سوی دیگر، روشهای SF نیاز به دانستن براوردهای احتمالی برای پایینترین دنباله توزیع مربوط دارد که به طور معمول برابر با احتمال درامدهای تحقق نیافته و از پیش تعیین شده‌است و با استفاده از نابرابری چی‌بی‌شف براورد می‌شود (۱۲). اگر X یک متغیر تصادفی با میانگین و واریانس مشخص و معین باشد، یعنی:

$$E(X)=\mu<\infty \quad \text{و} \quad Var(X)=S^2<\infty \qquad (۱)$$

آنگاه نامعادله چی‌بی‌شف برای هر $K>0$ به کمک رابطه زیر ارائه می‌شود:

$$P(|X-E(X)|\geq KS)\leq 1/k^2 \qquad (۲)$$

که در آن، $E(X)$ ارزش انتظاری درامدها، S انحراف استاندارد و K یک فاکتور برای محاسبه حد احتمال است. کرانهای احتمال به دست آمده از راه رابطه ۲ بسیار محافظه‌کارانه است. اگر توزیع مشخص باشد، این احتمال زیان را با اعتماد بیشتری می‌توان براورد کرد. به هر حال، در زمینه طراحی الگوی کشت مزرعه، فرض نامشخص بودن توزیع این احتمال واقع بینانه‌تر خواهد بود. برک و هیمن (۷) نامعادله‌ای را براساس نیمه انحراف استاندارد s^- (ریشه دوم نیمه واریانس)، که درجه محافظه‌کاری کمتری دارد، ارائه کردند که به صورت زیر است:

$$Pr\{|X-E(X)|>Ks^-\}\leq 1/k^2 \qquad (۳)$$

برای تعمیم رابطه بالا، نخست، شرح مختصری از گشتاورها ارائه می‌شود (۳): با بسط مفهوم امید ریاضی می‌توان از آن در مسائلی غیر از تعیین مقدار میانگین یک متغیر استفاده کرد. اگر X یک متغیر تصادفی پیوسته، $f(x)$ تابع چگالی احتمال و $g(x)$ تابعی تک مقداری از این متغیر باشد آنگاه خواهیم داشت:

$$Eg_{(X)}=\int_{-\infty}^{+\infty} g_{(X)}f_{(X)}dX \qquad (۴)$$

با استفاده از رابطه بالا می‌توان مشخصه‌های ویژه توزیع احتمال را که گشتاور نامیده می‌شود تعیین کرد. گشتاورها، پارامترهایی به شمار می‌آیند که توزیع را مشخص می‌کنند. به طور کلی دو نوع گشتاور حول مبدأ (یعنی صفر) و حول میانگین (یعنی μ) قابل تمایز است. گشتاورهای حول مبدأ برای متغیر پیوسته چنین تعریف می‌شود:

www.SID.ir

Archive of SID

$$\mu'_r=E(X^r)=\int_{-\infty}^{+\infty} X^r f_{(X)}dX \qquad (۵)$$

به ازای r=۰,۱, ۲، گشتاورهای مراتب مختلف به دست می‌آید، برای نمونه:

$$\mu'_0=1 \text{ و } \mu'_1=E(X)=\mu \qquad (۶)$$

بنابراین، میانگین، گشتاور اول حول مبدأ است. گشتاورهای بالاتر از یک حول مبدأ، کمتر به کار می‌روند و اسم مشخص و ویژه‌ای ندارند. گشتاور حول میانگین برای متغیر پیوسته نیز به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mu_r=E\left[(X-\mu)^r\right]=\int_{-\infty}^{+\infty}(X-\mu)^r f_{(X)}dX \qquad (۷)$$

به ازای ... r=۰,۱,۲, خواهیم داشت:

$$\mu_0=1 \qquad (۸)$$

$$\mu_1=E(X-\mu)=E_{(X)}-\mu=0 \qquad (۹)$$

$$\mu_2=E(X-\mu)^2=Var(X) \qquad (۱۰)$$

بنابراین، واریانس، گشتاور دوم حول میانگین و جذر آن نیز انحراف معیار توزیع است. آتوود (۴) استفاده از گشتاورهای جزئی رتبه‌های پایینتر را برای بهبود بخشیدن به نتایج نابرابری نیمه واریانس تعمیم یافته (۳) ارائه کرد و نمایان ساخت که این نابرابری را می‌توان به صورت زیر تعمیم داد:

$$Pr(X<g)=Pr\left[X,t-PQ(K,t)\right]\leq 1/P^k \qquad (۱۱)$$

که در آن، g برابر با یک سطح آستانه درامد مطمئن، tیک پارامتر کمکی برای براورد احتمال زیان P،(t>g) یک پارامتر مثبت و Q(K,t) نیز Kامین ریشه گشتاور رتبه kکمتر از t است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Q(K,t)=\left[\int_{-\infty}^{t}(t-X)^K f(X)dX\right]^{1/K} \qquad (۱۲)$$

از آنجا که تصمیمگیرندگان تمایلی به حداقل کردن قابلیت ندارند، در این مورد، پارامتر بحرانی در واقع احتمال زیان برخاسته از یک طرح است. بنابراین تمام تقریبهای میانگین واریانس، به طور ضمنی، از نابرابری چی‌بی‌شف (رابطه ۲) استفاده می‌کنند (۵و۸). این موضوع را می‌توان

www.SID.ir

Archive of SID

به تمام تقریبهای برنامه‌ریزی توأم با ریسک تعمیم داد(۶). در واقع، تقریبهای اصلی برنامه‌ریزی ریسک-بازده، از یک میانگین و یک گشتاور بر مبنای ریسک استفاده می‌کنند. این گشتاور Q(k,t) را می‌توان براساس دو پارامتر رتبه k و سطح t طبقه‌بندی کرد که انحرافات به کمک آن محاسبه می‌شود. این نقطه t ممکن است مقداری از پیش تعیین شده و یا میانگین باشد. تقریبهای گوناگون برنامه‌ریزی ریسک - بازده، که از این مبنا استفاده می‌کنند، عبارت است از:

۱. الگوی موتاد که در آن، میانگین =t و ۱=K است (۹) ۲.الگوی تارگت موتاد که در آن، میانگین >t و ۱=K است (۱۸) ۳. الگوی میانگین - نیمه واریانس که در آن، میانگین =t و ۲=K است(۱۱) و ۴. الگوی میانگین مربعات انحرافات جزئی که در آن میانگین >t و ۲=K است(۱۴). تقریب میانگین- واریانس مارکوویتز (۱۰) در این طبقه بندی قرار نمی‌گیرد، زیرا واریانس یک گشتاور Q(k,t) نیست. همچنین سری طرحهای ایجاد شده با Q(k,t) مربوط به موتاد هدف نیز موردی خاص به شمار می‌آید که زیر مجموعه‌ای از معیار غلبه تصادفی رتبه دوم[1] (SSD) است. این ویژگی که موتاد هدف را می‌توان در چارچوب الگوی برنامه‌ریزی خطی حل کرد، آن را برای به کارگیری در طراحیهای کشت مناسب کرده‌است.

در این پژوهش با بهره گیری از الگوی MeanPAD[2] الگوی بهینه کشت و میزان ریسک طرح پیشگفته به صورت درصد احتمال زیان برخاسته از طرح محاسبه شده‌است. آمار و اطلاعات مورد نیاز از راه مطالعه پیمایشی و تکمیل پرسشنامه از برخی مزارع منطقه زرقان استان فارس فراهم آمده و آمار و اطلاعات سری زمانی مربوط به درامد و هزینه کشت محصولات نیز از سازمان کشاورزی استان فارس و نشریه‌های آماری وزارت کشاورزی استخراج شده‌است.

روش تحقیق

آتوود نشان داد که احتمال زیان در سه نوع تابع توزیع مختلف (نرمال، گاما و بتای

1. Second Order Stochastic Dominance
2. Mean Partial Absolut Deviation

www.SID.ir

Archive of SID

استاندارد نشده) را می‌توان با استفاده از گشتاورهای جزئی پایینتر بهبود بخشید(۴). همچنین از آنجا که انتخاب یک سطح مناسب برای t در پژوهشهای کاربردی مشکل است، آتسوود روشی ارائه داد که محدودیتهای کمتری برای t قائل است و آن را می‌توان به صورت درونزا با بهره گیری از حل یک الگوی برنامه‌ریزی خطی انتخاب کرد. نخستین گشتاور برای t، یعنی Q(۱,t)، بسادگی درچارچوب الگوی برنامه‌ریزی در نظر گرفته می‌شود. همچنین نابرابری ۱۱ را می‌توان به طور خاص K=۱ به منظور براورد احتمال زیان تعیین کرد. در این نابرابری، g به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$g=t-[P^{*}Q(K,t)] \qquad (۱۳)$$

P از تساوی بالا به صورت زیر به دست می‌آید:

$$P=(t-g)/Q(k,t) \qquad (۱۴)$$

با جایگذاری رابطه ۱۴ در رابطه ۱۱ خواهیم داشت:

$$Pr(X<g)\leq[Q(k,t)/(t-g)]^{K} \qquad (۱۵)$$

رابطه بالا با فرض K=۱ به صورت خطی زیر نوشته می‌شود:

$$Pr(X<g)\leq Q(۱,t)/(t-g) \qquad (۱۶)$$

از سوی دیگر، با توجه به اینکه گشتاور جزئی رتبه K نسبت به t به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Q(K,t)=\left[\int_{-\infty}^{t}(t-X)^{K}f(X)dX\right] \qquad (۱۷)$$

احتمال پایینتر بودن متغیر Xبا تابع توزیع f(x) از یک سطح آستانه g به صورت زیر براورد می‌شود:

$$Q=\left[\int_{-\infty}^{g}(t-X)^{K}f(X)_{dX}\right]+\left[\int_{g}^{t}(t-X)^{K}f(X)_{dX}\right] \qquad (۱۸)$$

انتگرال دوم در رابطه بالا برای K=۱ همواره مثبت است؛ زیرا t-x نمی‌تواند منفی باشد، بنابراین داریم:

$$Q(K,t)\geq(t-g)^{K}\left[\int_{-\infty}^{g}f(X)dX\right]=(t-g)^{K}Pr(X<g) \qquad (۱۹)$$

www.SID.ir

Archive of SID

این انتگرال برای احتمال کوچکتر بودن x از g است، پس خواهیم داشت:

$$Pr(X<g) \leq Q(k,t)/(t-g)^{K} \qquad (۲۰)$$

اگر از گشتاور اول نسبت به t، یعنی Q(۱,t)، استفاده کنیم و آن را انحراف جزئی مطلق[1] (PAD) بنامیم، خواهیم داشت:

$$Pr(X<g) \leq PAD(t-g) \qquad (۲۱)$$

اساس کار الگوی Mean PAD، ترکیب الگوی موتاد هدف و نابرابری آتوود است. همچنین با توجه به گشتاور Q(۱,t) یا PAD، احتمال زیان با بهره‌گیری از نابرابری ۲۱ محاسبه می‌شود. در این روش، t پارامتری است که محاسبه انحرافات با استفاده از آن انجام می‌گیرد و همچنین عددی ثابت و بزرگتر از g یا سطح اطمینان است. در حد احتمال پیشگفته وقتی t به سمت g میل کند PAD/(t-g) به سمت بی‌نهایت میل می‌کند، بنابراین، حد احتمال، نامحدود یا بی‌کران است.

با جایگذاری میانگین انحراف جزئی مطلق (PAD/m)، که در آن m تعداد سالها یا دوره‌های مورد نظر است، به جای Q(۱,t) در رابطه ۱۶، احتمال زیان برخاسته از یک طرح با بهره‌گیری از رابطه ۲۲ محاسبه می‌شود. در الگوی Mean PAD، هدف دوم در واقع حداقل کردن این احتمال زیان یا PAD است.

$$Pr(X<g) \leq PAD/m(t-g) \qquad (۲۲)$$

اکنون این نکته گفتنی است که در الگوی موتاد هدف، t به عنوان یک مقدار بحرانی است، ولی در اینجا t تنها یک پارامتر مورد نیاز و g نیز مقداری قطعی است.

روش برنامه‌ریزی خطی مرسوم، که به طور معمول یک هدف در آن بهینه می‌شود، در زمینه مسائل تصمیمگیری در کشاورزی به کار گرفته شده‌است. ولی در بسیاری از موارد تصمیمگیرندگان با چندین هدف به طور همزمان روبه‌رو می‌شوند که هیچ معیار منفردی قابل جایگزینی با آنها نیست. برای الگوسازی این گونه مسائل، تکنیکهای تصمیمگیری چند

1. Partial Absolut Deviations

www.SID.ir

Archive of SID

معیاری[1]، امکان بهینه کردن چند هدف را فراهم می‌آورد که ممکن است برخی از آنها با یکدیگر در تضاد باشند. تصمیمگیری چند معیاری، سه روش برنامه‌ریزی هدف[2]، برنامه‌ریزی توافق[3] و برنامه‌ریزی چند هدفی[4] را در برمی‌گیرد که در این میان، برنامه‌ریزی چند هدفی کاربرد بیشتری در زمینه مطالعات مربوط به ریسک داشته‌است (۱۲و ۱۷). در این روش به طور همزمان به بهینه سازی چند هدف پرداخته و به جای ایجاد یک حل بهینه، مجموعه‌ای از پاسخهای کارا ارائه می‌شود(۱۵و۱۶). این پاسخها مجموعه‌ای از پاسخهای ممکن و دستیافتنی است که آشکارا می‌توان گفت از وضعیت به دست آوردن پاسخ با توجه به بهینه ساختن یک هدف بهتر است. حل مسائل برنامه‌ریزی چند هدفی فرایند پیچیده‌تری دارد و نرم افزارهای مناسب آن برای یافتن مجموعه‌ای از پاسخهای مناسب نیز وجود دارد. این روش، مجموعه‌ای از پاسخهای کارا در زمینه طراحی کشت مزرعه به تصمیمگیرنده ارائه می‌کند که به کمک آنها می‌تواند مناسبترین راه حل را برگزیند و به کار بندد.

در الگوی Mean PAD، تحلیل ریسک-بازده براساس دو معیار ارزش انتظاری و احتمال زیان یا PAD مربوط به آن انجام می‌گیرد. بنابراین، ساختار الگوی پیشگفته به صورت زیر تعریف می‌شود:

Eff(GM,PAD)

Max GX

Min $\sum_{i=1}^{m} Pr_{(i)}y_{(i)}$

Subject to:

$$AX \leq b$$

$$g_{(i)}X + y_{(i)} \geq t \qquad i=1,..,m \qquad (۲۳)$$

که در آن، Eff مجموعه پاسخ کارا، A ماتریس ضرایب فنی، G بردار بازده ناخالص

1. Multi-Criteria Decision Making
2. Goal Programming
3. Compromise Programming
4. Multi-Objective Programming

www.SID.ir

Archive of SID

انتظاری هر واحد رشته فعالیت x g(i) بردار درامد ناخالص در m سال، y(i) بردار انحرافات منفی، Pr(i) احتمال وقوع هر سال و t یک پارامتر است. در الگوی ۲۳، هدف اول، حداکثر کردن بازده ناخالص انتظاری رشته فعالیتهاست و هدف دوم، حداقل کردن انحرافات جزئی مطلق یا PAD است. در این الگو، t تنها یک پارامتر به شمار می‌آید و مفهوم آن با بازده هدف در الگوی تارگت موتاد تفاوت دارد.

نتایج و بحث

با استفاده از آمار و اطلاعات گردآوری شده، الگوی Mean PAD مورد نظر، مطابق جدول شماره ۱ شکل می‌گیرد. در این الگو، تابع هدف و محدودیتها به شکل زیر تعریف می‌شود:

۱. توابع هدف:

نخستین تابع هدف به صورت $\text{Max } Z_1=\Sigma g_i x_i$ است که در آن، g_i میانگین بازده محصول i در طی پنج سال و x_i سطح زیر کشت محصولات را نشان می‌دهد. بنابراین، هدف اول، حداکثر کردن بازده انتظاری همهٔ رشته فعالیت‌هاست.

دومین تابع هدف به صورت $\text{Min } Z_2=\Sigma y_i^-$ است که در آن، y_i^- بردار انحرافات منفی از t و ضریب مربوط نیز در الگو برابر یک است. بنابراین، هدف دوم، حداقل کردن انحرافات منفی یا PAD از یک سطح مشخص t به شمار می‌آید.

۲. محدودیت زمین:

$$\sum_{i=1}^{5} A_{i1}X_i \le L_1$$

که در آن، X_i متغیر مربوط به سطح زیر کشت محصول i است و براین اساس برای تمام محصولات $A_{i1}=1$ تعریف می‌شود. برپایه میانگین مزارع مورد مطالعه، L_1 حداکثر زمین در دسترس است.

۳. محدودیت نیروی کار:

$$\sum_{i=1}^{5} A_{i2}X_i \le L_2$$

که در آن، A_{i2} تعداد نفر – روزکار مورد نیاز کشت یک هکتار از محصول نو L_2 حداکثر نیروی کار در دسترس است.

www.SID.ir

جدول شماره ۱. الگوی Mean PAD

طرف‌راست		سال ۵	سال ۴	سال ۳	سال ۲	سال ۱	پیاز	سیب زمینی	ذرت‌دانه‌ای	جو	گندم	محدودیتها
Max		۰	۰	۰	۰	۰	۳۲۴۳/۳۴	۲۲۱۱/۴۶	۱۱۸۴/۳	۳۸۰/۶	۴۹۶/۰۸	تابع هدف ۱
Min		۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	تابع هدف ۲
۷	≤	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	زمین (هکتار)
۳۴۰	≤	۰	۰	۰	۰	۰	۸۵	۶۵	۲۱	۱۹	۲۲	نیروی کار (نفر-روز)
۲۴۴۹۰	≤	۰	۰	۰	۰	۰	۶۷۷۰	۵۰۴۰	۲۵۷۰	۱۱۷۰	۱۵۲۰	سرمایه (هزار ریال)
۳۵۷۹۰	≤	۰	۰	۰	۰	۰	۹۳۷۵	۶۹۹۳	۴۲۵۰	۳۱۰۰	۳۵۰۰	آب (متر مکعب)
T	≥	۰	۰	۰	۰	۱	۲۹۹۴/۱	۹۵۴/۹	۷۹۸/۴	۹۶/۸	۲۹۰/۳	سال اول
T	≥	۰	۰	۰	۱	۰	۱۶۸۹/۲	۷۲۲/۱	۱۱۸۶/۹	۴۲۶/۷	۴۴۶/۹	سال دوم
T	≥	۰	۰	۱	۰	۰	۴۶۴۰/۸	۵۰۴۳	۱۰۴۰/۶	۲۵۳/۷	۳۲۳/۸	سال سوم
T	≥	۰	۱	۰	۰	۰	۱۲۳۴/۶	۱۴۰۱/۳	۷۳۷/۶	۳۶۸/۸	۴۳۸/۴	سال چهارم
T	≥	۱	۰	۰	۰	۰	۵۶۵۸	۲۹۳۶	۲۱۵۸	۷۵۷	۹۸۱	سال پنجم
۰/۵	≥	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	خود مصرفی گندم
۰/۵	≥	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	خود مصرفی جو

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

۴. محدودیت سرمایه:

$$\sum_{i=1}^{5} A_{i3}X_i \leq C$$

در این رابطه A_{i3} نیاز سرمایه‌ای کشت یک هکتار از محصول i و C حداکثر سرمایه دردسترس است.

۵. محدودیت آب:

$$\sum_{i=1}^{5} A_{i4}X_i \leq W$$

که در آن، A_{i4} نیاز آبی کشت یک هکتار از محصول i و W حداکثر میزان آب در دسترس بر حسب مترمکعب است.

۶. محدودیت انحراف بازده کل از t در هر سال:

$$\sum_{i=1}^{5}\sum_{t=1}^{5} g_{it}X_i + y_{it} \geq T$$

در رابطه بالا T یک پارامتر، y_{it} انحراف بازده ناخالص کل از این پارامتر و g_{it} بازده ناخالص محصول i در سال t است.

۷. در پایان نیز برای دو محصول گندم و جو آبی محدودیت خود مصرفی در سطح ۰/۵ هکتار در نظر گرفته شد.

روشهای گوناگونی برای به دست آوردن مجموعه پاسخهای کارا در این الگو وجود دارد که عبارت است از: روش وزنی[1]، محدودیتی[2]، سیمپلکس چند معیاری[3] و روش براورد مجموع پاسخ غیر پست[4]. در این مقاله، روش محدودیتی که در آن یکی از هدفها بهینه می‌شود، به کار رفته در حالی که هدف دیگر به صورت محدودیت وارد الگو شده‌است. مجموعه پاسخهای کارا را با تغییر عدد سمت راست این محدودیت می‌توان به صورت پارامتری به دست آورد. بنابراین، هدف دوم در جدول شماره ۱ به صورت محدودیت زیر وارد الگو می‌شود:

$$0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 1X_6 + 1X_7 + 1X_8 + 1X_9 + 1X_{10} \leq P \qquad (۲۴)$$

در رابطه بالا، P پارامتری است که با تغییر آن، مجموعه پاسخهای کارا در مقدار مشخصی از t به دست می‌آید. الگوهای بهینه کشت در سطوح مختلف t و P با استفاده از بسته نرم‌افزاری

1. Weighting Method
2. Constraint Method
3. Simplex Multicriteira Method
4. Non-Inferior set Estimation

www.SID.ir

Archive of SID

QSB+ محاسبه شده که نتایج آن در جدول شماره ۲ آمده است.

در جدول شماره ۲ مقدار P برای هر سطح t به صورت پارامتری تغییر داده شده و برای هر مقدار مشخص، محاسبه الگوی کشت، حداکثر بازده ناخالص، PAD و احتمال زیان یا ریسک الگو انجام گرفته است. همچنین در هر مورد، بالاترین حد P، که پس از آن تغییری در الگوی به دست آمده پدید نمی‌آید، مشخص شده‌است.

با استفاده از رابطه ۲۲ و با فرض سطح درامد مطمئن g=۵۰۰۰، درصد احتمال زیان یا ریسک مربوط به هر الگوی کشت تعیین شده است. برای نمونه، این احتمال برای t=۸۰۰۰ و P=۴۰۰۰ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Pr\,[x<5000] \leq 4000/[\,5(8000-5000)]=\%26/7$$

جدول شماره ۲. مقایسه الگوهای گوناگون کشت در سطوح متفاوت T و P

رشته‌فعالیت	T=۹۰۰۰		T=۸۰۰۰		T=۷۰۰۰		T=۶۰۰۰	
	P=۷۰۰۰	P=۵۳۰۰	P=۴۰۰۰	P=۳۰۰۰	P=۴۰۰۰	P=۲۰۰۰	P=۱۰۰۰	P=۷۰۰
گندم	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
جو	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
ذرت دانه‌ای	۰/۲۰۱۱	۳/۹۱۳	۱/۷۱۴	۳/۳۸۴	۰	۱/۷۱۷	۰/۶۲۷	۰/۶۴۶
سیب زمینی	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۲۶	۰/۴۲۹	۱/۰۴۷
پیاز	۳/۳۴۲	۱/۶۹۲	۲/۶۸۸	۱/۹۳۲	۳/۴۱۹	۲/۶۶۸	۲/۸۶۱	۳/۳۹۲
سال اول	۰	۶۱۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سال دوم	۲۶۷۸	۱۰۶۱	۹۸۷	۲۸۴	۱۶۲۴	۰	۰	۰
سال سوم	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سال چهارم	۴۳۲۱	۳۶۲۱	۳۰۱۲	۲۷۱۵	۲۳۷۵	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۷۰۰
سال پنجم	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
حداکثربازده*	۱۱۵۱۷/۴	۱۰۵۵۹/۴	۱۱۱۸۸/۲	۱۰۷۱۰/۷	۱۱۵۲۶/۵	۱۱۱۸۲/۱	۱۱۴۰۹/۹	۱۱۲۷۶/۱
PAD	۷۰۰۰	۵۳۰۰	۴۰۰۰	۳۰۰۰	۴۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۷۰۰
احتمال زیان(درصد)	۳۵	۲۶/۵	۲۶/۷	۲۰	۴۰	۲۰	۲۰	۱۴
بالاترین حد P	۸۰۰۰		۶۰۰۰		۴۰۰۰		۱۵۰۰	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

* نشاندهنده اختلاف ناچیز در مجموع برخی ارقام برگرفته از خطای گردکردن است.

www.SID.ir

Archive of SID

همان گونه که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود، به طور کلی افزایش T موجب افزایش PAD و احتمال زیان یا ریسک می‌شود. در هر سطح معین T، افزایش P نیز تأثیر مشابهی دارد. حداکثر بازده انتظاری، رابطه مشخصی با ریسک محاسبه شده ندارد به طوری که برخی بازده‌های انتظاری بالاتر دارای ریسک کمتر است و برخی بازده‌های انتظاری کمتر، ریسک بیشتر دارد و در مواردی نیز رابطه پیشگفته برقرار نیست. ولی نکته مهم آن است که با افزایش پارامتر T در سطوح مختلف الگوی بهینه کشت، محصولات دارای بیشترین نوسانهای درامد ناخالص (مانند پیاز) جایگزین دیگر محصولاتی می‌شود که درامد ناخالص آنها در طی سالهای گوناگون، نوسانهای کمتر و خود محصولات نیز درامد ناخالص کمتری داشته است. از این رو، الگوهای دارای بیشترین سطح زیر کشت سیب‌زمینی و ذرت دانه‌ای، درامد ناخالص کمتری دارد و در عوض، میزان ریسک این الگوها در حد پایینتری قرار دارد. در سطوح بالاتر درامد ناخالص، افزایش جزئی درامد ناخالص موجب افزایش زیاد احتمال زیان الگو شده که این امر نیز برخاسته از خارج شدن کامل ذرت دانه‌ای و سیب‌زمینی از الگو و جایگزین شدن پیاز بوده‌است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. ترکمانی، ج. و ع. کلائی (۱۳۷۸). تأثیر ریسک بر الگوی بهینه بهره‌برداران کشاورزی، مقایسه روشهای برنامه‌ریزی ریاضی توأم با ریسک موتاد MOTAD و تارگت موتاد TMOTAD، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۷، شماره ۲۵: ۷-۲۸.

۲. ترکمانی، ج. (۱۳۷۵). دخالت دادن ریسک در برنامه‌ریزی اقتصاد کشاورزی: کاربرد درجه دوم توأم با ریسک، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۴، شماره ۱۴: ۱۱۳-۱۳۰.

۳. کمنتا،ی. (۱۳۷۲). مبانی اقتصادسنجی، ترجمه کامبیز هژبرکیانی، نشر دانشگاهی، تهران.

4. Atwood, J. (1985). Lower partial moments and probability limmits, *American Journal of Agricultural Economics*, No.67:92-787.

5. Barry, P.J. and L. Robinson. (1975). A practical way to select an optimum farm plan under Risk: comment, *American Journal of Agricultural Economics*, No. 57:31-128.

6. Berbel, J. (1988). Target returns within risk programming models: a multi-objective approach, *Journal of Agricultural Economics*, No. 39:70-263.

7. Berk, P. and J.M. Himn (1982), Using the semivariance to estimate safety-first rules, *American Journal of Agricultural Economics*, No. 64:298-300.

8. Fishburn, P.C. (1977). Mean - Risk analysis with risk associated with below - Target returns, *American Economic Review,* No. 67:116-126.

9. Hazell, P.B.R. (1971) A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty, *American Journal of Agricultural Economics*, No. 53:53-62.

10. Markowitz, H.(1952). Portfolio selection, *Journal of Finance,* No.7:77-91.

www.SID.ir

Archive of SID

11. Markowitz, H. (1968), Portfolio selection, Wiley and Sons, Newyork.

12. Ostel, B. and R.Mensing (1975), Statistics in research, Iowa State University Press, USA.

13. Piech, B. and T. Rehman (1993). Application of multiple criteria decision making methods to farm planning: A case study, *Agricultural Systems*, No. 41:305.319.

14. Porter, R.B. (1984). Semivariance and stochastic dominance: A comparison, *American Economics Review,* No, 64:4-200.

15. Romero, C. and T.Rehman (1984). Goal programming and multiple criteria decision making in farm planning: An expository analysis, *Journal of Agricultural Economics*, No. 35:90-177.

16. Romero.C , F.Amador and A.Barco (1987). Multiple objective in agricultural planning problems: A compromise programmig application, *American Journal of Agricultural Economics*, No. 69:78-86.

17. Shakya, K.M. and W.A. Leuschner (1990). A multiple objective land use planning model of Nepalese hills farms, *Agricultural Systems,* No. 34:133-146.

18. Tauer, L.M. (1983). Target MOTAD, *American Journal of Agricultural Economics*, No. 65:606-610.

19. Watis,M.J. , L.Held and G.Helmers (1984). A comparison of Target-MOTAD to MOTAD, *Canadian Journal of Agricultural Economics*, No. 19:85-175.

www.SID.ir