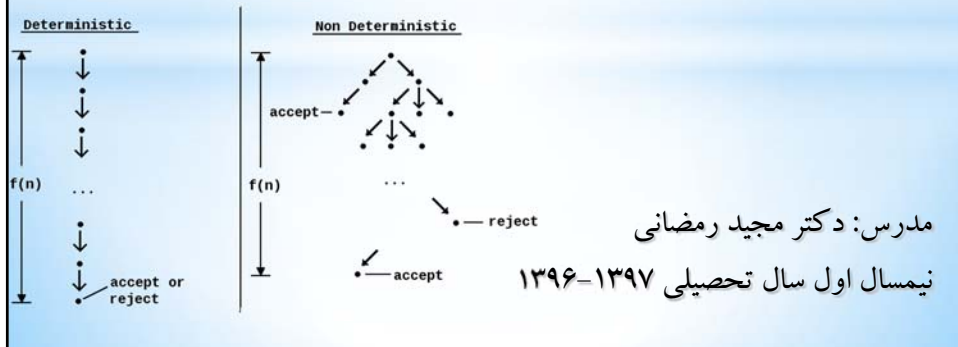




برنامه ریزی غیر قطعی

بخش اول:

لزوم برنامه ریزی تصادفی



مقدمه

- گاهی طراحان به منظور عدم مواجهه با کمبود به دلیل عدم قطعیت، از برآوردهایی بیش از نیاز استفاده کرده و تصمیماتی مبتنی بر بیش از نیاز واقعی اتخاذ می کنند. به این ترتیب نرخ تولید و نرخ مصرف را بیش از مقدار واقعی در نظر گرفته و لذا هر چه تقاضا افزایش می یافت، کمبودی مشاهده نمی شد.
- چنین طرح هایی از روشهای مقابله با عدم قطعیت است که بیش از حد هزینه بر هستند.
- در اینجا به دنبال روشهایی هستیم که متوسط هزینه آنها کمتر باشد، در حالی که احتمالات مختلف و وقایعی که در آینده ممکن است اتفاق بیفتد را در نظر می گیریم.

3

عدم قطعیت

- در اغلب کاربردهای تحقیق در عملیات، عدم قطعیت و در نتیجه ریسک ناشی از آن نقش اساسی بازی می کند.
- در یک مساله انبارداری میزان تقاضا برای یک کالا به طور روزانه تغییر می کند.
 - در یک مرکز تلفن، تقاضا برای دریافت یک سرویس خاص از نظم معینی پیروی نمی کند.
 - توربین های تولید برق در یک نیروگاه، نیاز به تعمیرات خارج از برنامه پیدا می کند.
 - یک متغیر غیرقطعی ممکن است بر متغیرهای مختلفی اثر بگذارد. برای مثال اگر شرایط جوی در هر ماه پارامتری تصادفی باشد، می تواند در یک مدل کشاورزی بر میزان تولید غله و در مدل بازاریابی بر میزان فروش چتر تاثیر بگذارد.

4

منشأ عدم قطعیت

- وجود داده های ناکامل، خطادار و یا مفقود شده و نامشخص در کاربردهای مختلف خود منشأ عدم قطعیت است.
- در پروژه های بزرگ که طولانی مدت هستند، قیمت و هزینه منابع منشأ عدم قطعیت است.
- تغییر مقررات بیمه و مالیات می تواند خود منشأ عدم قطعیت باشد.
- نرخ بهره بانکی که برای محاسبه ارزش خالص فعلی استفاده می شود نیز منشأ عدم قطعیت است.
- عدم اعتماد به پیش بینی تقاضا نیز موجب عدم قطعیت است.

5

روشهای مواجهه با عدم قطعیت

1. عدم قطعیت و تحلیل حساسیت
2. عدم قطعیت و تبدیل به قطعی
3. عدم قطعیت و استفاده از سناریوها

6

عدم قطعیت و تحلیل حساسیت

- در این روش در هر زمان اثر تغییر یک پارامتر وقتی سایر پارامترها ثابت فرض شده اند، بررسی می شود. اگر جواب بهین نسبت به تغییرات یک پارامتر خیلی حساس باشد، در مقدار آن تجدید نظر می شود و سپس مدل دوباره حل می شود. به این ترتیب امید می رود که جوابی بیابیم که نسبت به تغییر پارامتر کمتر حساس باشد.
- این روش برای مسائل کوچک وقتی یک پارامتر تغییر می کند مفید است ولی وقتی بیش از یک پارامتر به طور همزمان تغییر کند، روش مفیدی نیست.
- روش تحلیل پارامتری تا حدودی این مشکل را حل می کند ولی کافی نیست.

7

عدم قطعیت و تبدیل به قطعی

- در این روش پارامترهای تصادفی را بر حسب مورد، با بهترین (جواب خوش بینانه و ریسکی) یا بدترین (جواب محافظه کارانه و پر هزینه) یا مقدار میانگین یا هر مقدار مناسبی جایگزین کرده و آن را مانند یک مدل قطعی حل می کنیم.
- در همه موارد در نظر گرفته شده، اندازه مدل کماکان همانند مدل قطعی باقی می ماند.
- این روش ممکن است به خطای فاحش در نتایج منجر شود زیرا این جواب برای همان مجموعه از داده ها معتبر است.

8

عدم قطعیت و استفاده از سناریوها

- این روش کمیت های تصادفی به صورت متغیرهای تصادفی در نظر گرفته می شوند.
- سناریوها بر حسب حالات ممکن پارامترها ساخته می شوند.
- ضرورتی ندارد که همه حالات ممکن را در نظر بگیریم و به کار گرفتن چند حالت ساده مانند سه نرخ کم، متوسط و زیاد برای هر پارامتر کافی است.
- اندازه مدل بسته به تعداد پارامترهای تصادفی و تعداد حالات ممکن برای هر پارامتر دارد که هر چه بیشتر باشد، اندازه مدل بزرگتر و مدل واقعی تر خواهد بود.
- به طور کلی هدف به دست آوردن محیطی برای تصمیمات راهبردی است که معتبر و برای همه وضعیت های آتی تا حدی نزدیک به بهین باشد.

9

تحلیل و بررسی یک مساله (مساله کشاورز)

کشاورزی را در نظر بگیرید که می خواهد در زمین ۵۰۰ هکتاری خود سه محصول گندم، ذرت و چغندر قند بکارد. در ابتدای زمستان که زمان کاشت محصول است او باید تصمیم بگیرد که به هر محصول چه مساحتی از زمین را اختصاص دهد. او می داند که حداقل ۲۰۰ تن گندم و ۲۴۰ تن ذرت برای گله گاوش نیاز دارد. این مقادیر می تواند توسط خود کشاورز تولید شود و یا از بازار محلی خریداری گردد. همچنین هر مقدار از این محصولات که بیش از نیاز گله گاو تولید گردد، می تواند در بازار به فروش رسد. قیمت فروش هر تن گندم و ذرت به ترتیب ۱۷۰ و ۱۵۰ واحد می باشد. قیمت خرید محصولات به دلیل هزینه های بارگیری و حمل و نقل ۴۰ درصد بیشتر از قیمت فروش آنهاست. در مورد چغندر قند، تا وقتی که زیر ۶۰۰۰ تن تولید گردد، با قیمت ۳۶ واحد به فروش می رسد و تولیدات اضافه این محصول با قیمت ۱۰ واحد به فروش خواهد رسید. بر اساس تجربه کشاورز می داند که متوسط بازدهی زمین به ازاء هر هکتار، بسته به نوع کشت ۲.۵ تن گندم، ۳ تن ذرت و ۲۰ تن چغندر قند است و قیمت کشت هر هکتار گندم، ذرت و چغندر قند به ترتیب ۱۵۰، ۲۳۰ و ۲۶۰ واحد است. کشاورز می خواهد تصمیمی اتخاذ کند که هزینه هایش مینیمم یا به عبارت دیگر سودش ماکزیمم گردد.

10

داده های مساله کشاورز

چغندر قند	ذرت	گندم	
۲۰	۳	۲/۵	بازدهی متوسط (تن در هکتار)
۲۶۰	۲۳۰	۱۵۰	هزینه کاشت هر هکتار (واحد پول)
۳۶ (زیر ۱۰۰۰ تن) ۱۰ (بالای ۱۰۰۰ تن)	۱۵۰	۱۷۰	قیمت فروش هر تن (واحد پول)
-	۲۱۰	۲۳۸	قیمت خرید هر تن (واحد پول)
-	۲۴۰	۲۰۰	حداقل نیازها (تن)
۵۰۰			مساحت کل زمین (هکتار)

تعریف متغیرهای مساله

x_1	:	مساحت زمین برای کشت گندم (هکتار)
x_2	:	مساحت زمین برای کشت ذرت (هکتار)
x_3	:	مساحت زمین برای کشت چغندر قند (هکتار)
y_{11}	:	مقدار گندم نیاز به خرید (تن)
y_{12}	:	مقدار گندم قابل فروش (تن)
y_{21}	:	مقدار ذرت نیاز به خرید (تن)
y_{22}	:	مقدار ذرت قابل فروش (تن)
y_{32}	:	مقدار چغندر قند قابل فروش به قیمت مطلوب (تن)
y_{33}	:	مقدار چغندر قند قابل فروش به قیمت کم (تن)

مدل قطعی مساله کشاورز برای بازدهی متوسط

$$Max z = -150x_1 - 230x_2 - 260x_3 - 238y_{11} + 170y_{12} - 210y_{21} + 150y_{22} + 36y_{32} + 10y_{33}$$

s.t.

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 500,$$

$$2.5x_1 + y_{11} - y_{12} \geq 200,$$

$$3x_2 + y_{21} - y_{22} \geq 240,$$

$$y_{32} + y_{33} \leq 20x_3,$$

$$y_{32} \leq 6000,$$

$$x_1, x_2, x_3, y_{11}, y_{12}, y_{21}, y_{22}, y_{32}, y_{33} \geq 0.$$

جواب بهین مساله کشاورز در حالت قطعی برای بازدهی متوسط

چغندر قند	ذرت	گندم	محصول
۳۰۰	۸۰	۱۲۰	زمین اختصاص داده شده به هر محصول (هکتار)
۶۰۰۰	۲۴۰	۳۰۰	مقدار تولید (تن)
۶۰۰۰	-	۱۰۰	مقدار فروش (تن)
-	-	-	مقدار خرید (تن)
۱۱۸۶۰۰			درآمد کل (واحد پول)

نتایج بررسی مساله کشاورز

- ✓ با توجه به جواب بهین مساله در می یابیم که کشاورز باید ۱۲۰ هکتار از زمین را به کشت گندم، ۸۰ هکتار را به کشت ذرت و ۳۰۰ هکتار را به کشت چغندر قند اختصاص دهد و بر این اساس ۳۰۰ تن گندم، ۲۴۰ تن ذرت و ۶۰۰۰ تن چغندر قند برداشت کند.
- ✓ پس از این راه حل، کشاورز دچار نگرانی می شود چرا که او عموماً نتایج متفاوتی در برخورد با برداشت این محصولات در طی سالهای تجربه کاری اش به دست آورده است که اساساً ناشی از تغییرات شرایط آب و هوایی بوده است. اغلب این محصولات در هفته های اول پس از کاشت نیاز به باران و در بقیه دوره رشد نیاز به آفتاب کافی دارند. توجه داریم که آفتاب بیش از حد در زمان رشد، سبب خشک شدن محصولات، در حالی که هنگام برداشت مفید خواهد بود.
- ✓ با توجه به عوامل بالا، می توان بازده محصولات را بین ۲۰ درصد بالای بازده متوسط و ۲۰ درصد پایین آن در نظر گرفت.

13

تحلیل و بررسی مساله کشاورز با لحاظ سناریوها

با توجه به شرایط آب و هوایی، سال های زراعی را به سه دسته خوب (سناریوی ۱)، متوسط (سناریوی ۲) و بد (سناریوی ۳) بر اساس بازده محصولات تقسیم می کنیم. بازدهی محصولات را به ترتیب ۲۰٪ بالای بازدهی متوسط، بازدهی متوسط و ۲۰٪ پایین بازدهی متوسط به صورت جدول زیر در نظر می گیریم.

سناریو	محصول	گندم	ذرت	چغندر قند
سناریوی ۱ (سال خوب)		۳	۳/۶	۲۴
سناریوی ۲ (سال متوسط)		۲/۵	۳	۲۰
سناریوی ۳ (سال بد)		۲	۲/۴	۱۶

برای سادگی فرض می کنیم که شرایط آب و هوایی و تغییرات بازده، تغییرات قابل توجهی روی قیمتها ندارند. به عبارتی دیگر فرض می کنیم که در سه سناریو، قیمت های خرید و فروش محصولات تغییری نسب به قبل نمی کنند.

14

مدل قطعی مساله کشاورز برای بازدهی خوب

$$Max z = -150x_1 - 230x_r - 260x_p - 238y_{11} + 170y_{12} - 210y_{21} + 150y_{22} + 36y_{32} + 10y_{33}$$

s.t.

$$x_1 + x_r + x_p \leq 500,$$

$$3x_1 + y_{11} - y_{12} \geq 200,$$

$$3.6x_r + y_{21} - y_{22} \geq 240,$$

$$y_{32} + y_{33} \leq 24x_p,$$

$$y_{32} \leq 6000,$$

$$x_1, x_r, x_p, y_{11}, y_{12}, y_{21}, y_{22}, y_{32}, y_{33} \geq 0.$$

جواب بهین مساله کشاورز در حالت قطعی برای بازدهی خوب

تصمیم	محصول	گندم	ذرت	چغندر قند
زمین اختصاص داده شده به هر محصول (هکتار)	۱۸۳/۳۳	۶۶/۶۷	۲۵۰	
مقدار تولید (تن)	۵۵۰	۲۴۰	۶۰۰۰	
مقدار فروش (تن)	۳۵۰	-	۶۰۰۰	
مقدار خرید (تن)	-	-	-	-
درآمد کل (واحد پول)	۱۶۷۶۶۷			

مدل قطعی مساله کشاورز برای بازدهی بد

$$Max z = -150x_1 - 230x_r - 260x_p - 238y_{11} + 170y_{12} - 210y_{21} + 150y_{22} + 36y_{32} + 10y_{33}$$

s.t.

$$x_1 + x_r + x_p \leq 500,$$

$$2x_1 + y_{11} - y_{12} \geq 200,$$

$$2.4x_r + y_{21} - y_{22} \geq 240,$$

$$y_{32} + y_{33} \leq 16x_p,$$

$$y_{32} \leq 6000,$$

$$x_1, x_r, x_p, y_{11}, y_{12}, y_{21}, y_{22}, y_{32}, y_{33} \geq 0.$$

جواب بهین مساله کشاورز در حالت قطعی برای بازدهی بد

تصمیم	محصول	گندم	ذرت	چغندر قند
زمین اختصاص داده شده به هر محصول (هکتار)	۱۰۰	۲۵	۳۷۵	
مقدار تولید (تن)	۲۰۰	۶۰	۶۰۰۰	
مقدار فروش (تن)	-	-	۶۰۰۰	
مقدار خرید (تن)	-	۱۸۰	-	-
درآمد کل (واحد پول)	۵۹۹۵۰			

نتایج بررسی مساله کشاورز با لحاظ سناریوها

✓ جواب بهین سالهای خوب، متوسط و بد به شدت تحت تاثیر میزان بازدهی محصولات در آن سال قرار دارد.

✓ دامنه تغییر زمین اختصاصی به گندم از ۱۰۰ تا ۱۸۳.۳ هکتار است.

✓ دامنه تغییر زمین اختصاصی به ذرت از ۲۵ تا ۸۰ هکتار است.

✓ دامنه تغییر زمین اختصاصی به گندم از ۲۵۰ تا ۳۷۵ هکتار است.

✓ متوسط سود کشاورز با در نظر گرفتن احتمالات مساوی برای هر سناریو برابر است با:

$$0.33*167667+0.33*118600+0.33*59950 = 115406$$

17

نتایج بررسی مساله کشاورز با لحاظ سناریوها

متأسفانه حتی سازمان هواشناسی هم نمی تواند شرایط آب و هوایی شش ماه آینده را به طور دقیق و صحیح بیان کند. این مشکل سبب شده است تا کشاورز قادر به تصمیم گیری بهینه در مورد چگونگی تخصیص زمین به محصولات نباشد. اما کشاورز نمی تواند دست روی دست بگذارد تا زمان کشت به اتمام برسد. تصمیم گیری در مورد تخصیص زمین به محصولات یعنی X_1 ، X_2 و X_3 اکنون باید انجام شود، در حالی که میزان خرید و فروش یعنی Y_{11} ، Y_{12} ، Y_{21} ، Y_{22} ، Y_{32} و Y_{33} به میزان بازدهی محصولات بستگی دارد که در هنگام برداشت محصول مشخص می شود و تصمیمات مربوط به آن باید در همان موقع اتخاذ گردد.

در ادامه چهار روش برای رویایی با این مطلب پیشنهاد می کنیم. اما واقعا بهترین جواب کدام است؟

18

روش اول برخورد با مساله کشاورز با لحاظ سناریوها

یک حالت این است که کشاورز احساس خوش شانسی کند و جواب مربوط به سناریوی ۱ را انتخاب نماید. یعنی با فرض ۲۰٪ بالای حد متوسط کشت را انجام دهد. سپس بعد از مشخص شدن وضعیت هوا و هنگام برداشت محصولات، درباره میزان خرید و فروش تصمیم گیری نماید.

حال فرض کنید کشاورز مطابق با سناریوی سال خوب کشت کرده است ولی متاسفانه وضعیت هوا بد شده است (بازدهی زمین ۲۰٪ زیر متوسط). برای تعیین میزان خرید و فروش، او باید بر اساس جواب مدل سناریوی خوب عمل نماید که در این صورت، سود او ۴۷۷۰۰ از طریق مدل زیر خواهد بود.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= -150x_1 - 230x_r - 260x_p - 238y_{11} + 170y_{12} - 210y_{21} + 150y_{22} + 36y_{31} + 10y_{32} \\ \text{s.t.} \\ x_1 + x_r + x_p &\leq 500, \\ 2x_1 + y_{11} - y_{12} &\geq 200, \\ 2.8x_r + y_{21} - y_{22} &\geq 240, \\ y_{31} + y_{32} &\leq 16x_p, \\ y_{31} &\leq 6000, \\ x_1 = 183.33, x_r = 66.67, x_p = 250, \\ y_{11}, y_{12}, y_{21}, y_{22}, y_{31}, y_{32} &\geq 0. \end{aligned}$$

روش اول برخورد با مساله کشاورز با لحاظ سناریوها

ولی اگر وضعیت هوا معمولی باشد (بازدهی متوسط) به طور مشابه به اندازه ۱۰۷۶۸۳ واحد سود می کند و چنانچه وضعیت هوا خوب شود (بازدهی زمین ۲۰٪ بالای متوسط) سودی برابر ۱۶۷۶۶۷ واحد به دست خواهد آورد.

بنابراین تحت شرایط یکسان، به طور متوسط سود کشاورز برابر است با:

$$0.33 \cdot 47700 + 0.33 \cdot 107683 + 0.33 \cdot 167667 = 107683$$

روش دوم بر خورد با مساله کشاورز با لحاظ سناریوها

حالت دیگر این است که کشاورز نه احساس خوش شانسی کند و نه بد شانسی، بلکه با پیش بینی اینکه زمین بازدهی متوسط دارد، جواب مربوط به سناریوی ۲ را انتخاب کند و بر اساس جواب بازدهی متوسط کشت را انجام دهد. مشابه روش قبل، اگر وضعیت هوا بد شود، به اندازه ۵۵۱۲۰ واحد، اگر هوا معمولی باشد ۱۱۸۶۰۰ واحد و اگر هوا خوب شود ۱۴۸۰۰۰ سود به دست می‌آورد.

بنابراین تحت شرایط یکسان، به طور متوسط سود کشاورز برابر است با:

$$0.33*55120 + 0.33*118600 + 0.33*148000 = 107240$$

21

روش سوم بر خورد با مساله کشاورز با لحاظ سناریوها

حالت سوم این است که کشاورز به شرایط آب و هوایی بدبین باشد و با فرض بازدهی زیر ۲۰٪ جواب مربوط به سناریوی ۳ را انتخاب کند و مطابق با جواب بازدهی بد کشت را انجام دهد. در این حالت اگر وضعیت هوا بد شود ۵۹۹۵۰ واحد، اگر وضعیت هوا معمولی باشد ۸۶۶۰۰ واحد و اگر وضعیت هوا خوب باشد ۱۱۳۲۵۰ واحد سود به دست می‌آورد.

بنابراین تحت شرایط یکسان، به طور متوسط سود کشاورز برابر است با:

$$0.33*59950 + 0.33*86600 + 0.33*113250 = 86600$$

22

روش چهارم برخورد با مساله کشاورز با لحاظ سناریوها

در این حالت به دنبال جوابی هستیم که هر سه سناریو را در نظر بگیرد، یعنی جوابی که در تمام شرایط تقریباً مناسب باشد. در اینجا یک فرمولبندی جدید معرفی می‌کنیم که نمایش گسترده (Extensive Form) برنامه تصادفی گفته می‌شود.

در مورد زمینی که به کشت گندم، ذرت و چغندر قند اختصاص داده می‌شود، اکنون و قبل از مشخص شدن وضعیت هوا باید تصمیم‌گیری شود لذا متغیرهای X_1 ، X_2 و X_3 مشابه با قبل تعریف می‌شوند و متغیرهای تصمیم مرحله اول نامیده می‌شوند ولی میزان خرید و فروش محصولات وابسته به بازده است و می‌توان تصمیم‌گیری در مورد آن را تا مشخص شدن وضعیت هوا و هنگام برداشت به تعویق انداخت و آنها را تصمیمات مرحله دوم نامید که به ازاء هر سناریو تعریف می‌شوند.

23

روش چهارم برخورد با مساله کشاورز با لحاظ سناریوها

تعریف متغیرهای تصمیم مرحله دوم:

y_{11}^s :	مقدار گندم نیاز به خرید (تن) در صورت وقوع سناریوی $s = 1, 2, 3$
y_{12}^s :	مقدار گندم قابل فروش (تن) در صورت وقوع سناریوی $s = 1, 2, 3$
y_{21}^s :	مقدار ذرت نیاز به خرید (تن) در صورت وقوع سناریوی $s = 1, 2, 3$
y_{22}^s :	مقدار ذرت قابل فروش (تن) در صورت وقوع سناریوی $s = 1, 2, 3$
y_{32}^s :	مقدار چغندر قند قابل فروش به قیمت مطلوب (تن) در صورت وقوع سناریوی s
y_{33}^s :	$s = 1, 2, 3$ مقدار چغندر قند قابل فروش به قیمت ارزان (تن) در صورت وقوع سناریوی s
	$s = 1, 2, 3$

24

نمایش گستره مساله تصادفی کشاورز

$$\begin{aligned}
 \text{Max } z &= -150x_1 - 230x_2 - 260x_3 \\
 &+ \frac{1}{3}(-238y_{11}^1 + 170y_{11}^2 - 210y_{11}^3 + 150y_{11}^4 + 36y_{11}^5 + 10y_{11}^6) \\
 &+ \frac{1}{3}(-238y_{11}^2 + 170y_{11}^3 - 210y_{11}^4 + 150y_{11}^5 + 36y_{11}^6 + 10y_{11}^7) \\
 &+ \frac{1}{3}(-238y_{11}^3 + 170y_{11}^4 - 210y_{11}^5 + 150y_{11}^6 + 36y_{11}^7 + 10y_{11}^8) \\
 \text{s.t.} \\
 x_1 + x_2 + x_3 &\leq 500, \\
 3x_1 + y_{11}^1 - y_{11}^2 &\geq 200, \\
 3,6x_2 + y_{11}^2 - y_{11}^3 &\geq 240, \\
 -24x_3 + y_{11}^3 + y_{11}^4 &\leq 0, \\
 y_{11}^1 &\leq 600, \\
 2,5x_1 + y_{11}^2 - y_{11}^3 &\geq 200, \\
 3x_2 + y_{11}^3 - y_{11}^4 &\geq 240, \\
 -20x_3 + y_{11}^4 + y_{11}^5 &\leq 0, \\
 y_{11}^2 &\leq 600, \\
 2x_1 + y_{11}^3 - y_{11}^4 &\geq 200, \\
 2,4x_2 + y_{11}^4 - y_{11}^5 &\geq 240, \\
 -16x_3 + y_{11}^5 + y_{11}^6 &\leq 0, \\
 y_{11}^3 &\leq 600, \\
 x_1, x_2, x_3 &\geq 0, \\
 y_{11}^1, y_{11}^2, y_{11}^3, y_{11}^4, y_{11}^5, y_{11}^6, y_{11}^7, y_{11}^8 &\geq 0, \quad s \in \{1, 2, 3\}
 \end{aligned}$$

روش چهارم بر خورد با مساله کشاورز با لحاظ سناریوها

جواب بهین مساله کشاورز در حالت تصادفی:

محصول			تصمیم		
چغندر قند	ذرت	گندم	زمین اختصاص داده شده به کشت هر محصول (هکتار)	تصمیمات مرحله اول	
۲۵۰	۸۰	۱۷۰			
۶۰۰۰	۲۸۸	۵۱۰	مقدار تولید (تن)	سال خوب $S = ۱$	تصمیمات مرحله دوم
۶۰۰۰	۴۸	۳۱۰	مقدار فروش (تن)		
-	-	-	مقدار خرید (تن)		
۵۰۰۰	۲۴۰	۴۲۵	مقدار تولید (تن)	سال متوسط $S = ۲$	
۵۰۰۰	-	۲۲۵	مقدار فروش (تن)		
-	-	-	مقدار خرید (تن)		
۴۰۰۰	۱۹۲	۳۴۰	مقدار تولید (تن)	سال بد $S = ۳$	
۴۰۰۰	-	۱۴۰	مقدار فروش (تن)		
-	۴۸	-	مقدار خرید (تن)		
۱۰۸۳۹۰			سود مورد انتظار (واحد پول)		

روش چهارم برخورد با مساله کشاورز با لحاظ سناریوها

به راحتی می توان نشان داد که در صورتی که کشاورز مطابق رویکرد چهارم کشت کند، یعنی اگر وضعیت هوا خوب باشد ۱۶۷۰۰۰ واحد، اگر وضعیت هوا متوسط باشد ۱۰۹۳۵۰ واحد و اگر وضعیت هوا بد باشد ۴۸۸۲۰ واحد سود به دست می آورد.

بنابراین تحت شرایط یکسان، به طور متوسط سود کشاورز برابر است با:

$$0.33*167000 + 0.33*109350 + 0.33*48820 = 108390$$

27

مقایسه چهار روش و نتیجه گیری

روش	متوسط سود سالیانه
اول (خوشبینانه)	۱۰۷۶۸۳
دوم (متوسط)	۱۰۷۲۴۰
سوم (بدبینانه)	۸۶۶۰۰
چهارم (برنامه ریزی تصادفی)	۱۰۸۳۹۰

لذا می توان نتیجه گیری نمود که اگر کشاورز از روش چهارم استفاده کند و مطابق با جواب به دست آمده از حل برنامه تصادفی گسترده عمل کند، متوسط سود سالیانه اش در مقایسه با روشهای دیگر بهتر می شود و این نشان می دهد که برنامه ریزی تصادفی می تواند سودمند باشد.

28