



### برنامه ریزی مزرعه

یک کشاورز مایل است در طی پنج سال آینده در مزرعه 200 هکتاری خود برای تولید برنامه ریزی کند. در حال حاضر او یک گله شامل 120 گاو دارد که مشتمل بر 20 گوساله ماده و 100 گاو بالغ شیرده است. برای نگهداری هر گوساله ماده  $\frac{2}{3}$  هکتار و برای هر گاو بالغ شیرده یک هکتار زمین لازم است. یک گاو شیرده به طور متوسط 1.1 گوساله در سال تولید می کند که نیمی از این گوساله‌ها نر هستند که تقریباً بلافاصله هر کدام به قیمت 30 پوند فروخته می شوند. گوساله های ماده را نیز می توان بلافاصله بعد از تولد هر یک به قیمت 40 پوند فروخت و یا آنها را به مدت دو سال نگهداشت و پرورش داد تا به شیردهی برسند. فرض می کنیم هر گاو شیرده در سن 12 سالگی به قیمت 120 پوند فروخته می شود. در هر سال بطور متوسط، 5 درصد گوساله های ماده و 2 درصد گاوهای شیرده تلف می شوند. در حال حاضر در این مزرعه تعداد 10 گاو ماده از هر رده سنی نوزادی تا 11 سال وجود دارد (تعداد کل 120 گاو). در مورد اینکه امسال چند گوساله ماده فروخته شود، قبلاً تصمیم گیری و اجرا شده است (گوساله های نر تازه متولد شده نیز قبلاً فروخته شده اند).

شیر یک گاو سالانه 370 پوند درآمد دارد. در حال حاضر، حداکثر 130 گاو را می توان در مزرعه نگهداری کرد. به منظور افزایش ظرفیت مزرعه جهت نگهداری از تعدادی بیشتری گاو، نیازمند سرمایه گذاری 200 پوندی به ازای هر گاو هستیم. هر گاو شیرده در سال به 0.6 تن غلات و 0.7 تن چغندر قند نیاز دارد که هر دوی اینها را می توان در مزرعه کشت کرد.

هر هکتار 1.5 تن چغندر قند در سال بازده دارد. همچنین فقط 80 هکتار از مزرعه فعلی برای کاشت غلات مناسب است

که بازده آن در تمام این وسعت یکسان نیست و به شرح جدول زیر می باشد:

بخش	وسعت (هکتار)	بازده (تن در هکتار)
1	20	1.1
2	30	0.9
3	20	0.8
4	10	0.65

غلات را می توان با قیمت 90 پوند در هر تن خرید و 75 پوند در هر تن فروخت. قیمت خرید هر تن چغندر قند 70 پوند

و قیمت فروش آن 58 پوند است. میزان نفر-ساعت مورد نیاز جهت رسیدگی به فعالیتهای نگهداری دامها و کشاوریز در

طول یک سال به شرح جدول زیر است:

نوع فعالیت	نفر-ساعت مورد نیاز در سال
یک گوساله	10
یک گاو شیرده	42
کاشت یک هکتار غلات	4
کاشت یک هکتار چغندر قند	14

مابقی هزینه‌های سالیانه به شرح جدول زیر است:

نوع فعالیت	هزینه سالیانه (پوند)
یک گوساله	50
یک گاو شیرده	100
کاشت یک هکتار غلات	15
کاشت یک هکتار چغندر قند	10

هزینه‌های نیروی کار برای مزرعه در حال حاضر 4000 پوند در سال است و 5500 نفر-ساعت ظرفیت وجود دارد. برای

انجام کاری بیش از این ظرفیت لازم است به ازای هر نفر-ساعت 1.2 پوند پرداخت شود.

کشاورز چگونه باید در پنج سال آینده عمل کند تا ارزش خالص کنونی سود (NPV) با  $MARR=10\%$  را به حداکثر

برساند؟ هر گونه مخارج سرمایه‌ای با وام 10 ساله و با نرخ بهره سالیانه  $15\%$  قابل تامین است. بازپرداخت سود و سرمایه

در 10 سال و بصورت یکسان پرداخت می‌شود. همچنین، در پایان دوره پنج ساله، کشاورز مایل به کاهش تعداد کل

گاوهای شیری به بیش از  $50\%$  تعداد فعلی و افزایش آنها به تعداد بیش از  $75\%$  تعداد فعلی نیست.

**توجه:** تعریف متغیرها و مدلسازی مکتوب شود (دست نوشته یا تایپ). همچنین فایل لینگو ضمیمه شود. بر اساس خروجی

فایل لینگو و در قالب یک سری جدول (به سلیقه خودتان)، مشخص کنید کشاورز در هر سال چه اقداماتی (مقدار کاشت

و خرید و فروش غلات و چغندر قند و میزان فروش انواع گاوها، میزان کارگر اضافی و میزان سرمایه گذاری) باید انجام

دهد. مقدار بهینه NPV و قیمت سایه محدودیت مساحت زمین را به دست آورید. تمام خروجی‌ها با دقت دو رقم اعشار

مشخص شوند.

**راهنمایی:** معرفی متغیرهای زیر می تواند به شما در مدلسازی کمک کند ولی مجبور نیستید از آنها استفاده کنید (اگر

متغیر بیشتری لازم داشتید، تعریف کنید ولی برای مفاهیم زیر از همین اسامی متغیرها استفاده کنید). تمام متغیرها را

بصورت حقیقی در نظر بگیرید. همچنین لازم است که بازه های زمانی را بصورت گسسته در نظر بگیرید و فرض کنید همه

تغییرات داخل یک بازه به یکباره و در ابتدا یا انتهای آن بازه رخ می دهند (پیشنهادم را برای بعضی موارد نوشته ام).

$x_{it}$ : تعداد تن غلات کاشت شده در بخش  $i$  زمین در سال  $t$

$y_t$ : تعداد تن چغندر قند کاشت شده در سال  $t$

$z_t$ : تعداد تن غلات خریداری شده در سال  $t$

$s_t$ : تعداد تن غلات فروخته شده در سال  $t$

$u_t$ : تعداد تن چغندر قند خریداری شده در سال  $t$

$v_t$ : تعداد تن چغندر قند فروخته شده در سال  $t$

$l_t$ : میزان کارگر اضافی (بر حسب واحد 100 نفر-ساعت) که در سال  $t$  بکار گرفته شوند

$m_t$ : میزان سرمایه گذاری در ابتدای سال  $t$  (بر حسب واحد 200 پوند)

$n_t$ : تعداد گوساله های ماده فروخته شده در بدو تولد در (انتهای) سال  $t$

$q_{jt}$ : تعداد گاوهای در سن  $j$  در (انتهای) سال  $t$

$r_t$ : تعداد گاوهای با سن صفر در (انتهای) سال  $t$

$p_t$ : سود کل در سال  $t$

بطوریکه  $i = 1,2,3,4$ ,  $t = 1,2,3,4,5$  و  $j = 1,2, \dots, 12$