تهیه شده از: فروشگاه تخصصی منابع آزمونهای استخدامی "بژیک" (www.bzhik.ir)

فصل سوم: روش سیمپلکس

شکل استاندارد و شکل متعارف

اولویت مطالعه: ضروری ۱۲ تست آخر فصل

شکل استاندارد: همه محدودیت‌ها تساوی با سمت راست نامنفی و همه متغیرها نامنفی‌اند؛ تابع هدف می‌تواند بیشینه یا کمینه باشد. سیمپلکس روی همین شکل اجرا می‌شود و کمینه را هم مستقیم حل می‌کند (یا با ضرب هدف در -۱ آن را بیشینه می‌کند).

شکل متعارف: بیشینه‌سازی با محدودیت‌های $\leq$ و متغیرهای نامنفی، یعنی $\max z = CX$، $AX \leq b$، $X \geq ۰$. اگر $b \geq ۰$ هم باشد، با افزودن یک متغیر کمبود به هر محدودیت، جدول اولیه آماده است.

تبدیل‌ها به شکل استاندارد

حالت	تبدیل	نمونه
هدف کمینه	بی‌تغییر (یا به دلخواه ضرب در -۱)	$\min z = -\max(-z)$
محدودیت $\leq$	افزودن متغیر کمبود	$x_۱ + ۲x_۲ + s_۱ = ۸$
محدودیت $\geq$	کم کردن متغیر مازاد	$۳x_۱ + x_۲ - s_۲ = ۶$
محدودیت $=$	بی‌تغییر	$x_۱ + x_۲ = ۵$
سمت راست منفی	ضرب در -۱ و وارونه کردن جهت	$-x_۱ + x_۲ \leq -۴ \to x_۱ - x_۲ \geq ۴$
متغیر آزاد در علامت	$x_j = x'_j - x''_j$	$x'_j, x''_j \geq ۰$
متغیر نامثبت	$x_j = -x'_j$	$x'_j \geq ۰$

ƒ فرمول یا قاعده: شمارش متغیرها در شکل استاندارد

- **هر محدودیت $\leq$ یک کمبود $(+s_i)$ و هر محدودیت $\geq$ یک مازاد $(-s_i)$ می‌گیرد؛ محدودیت تساوی هیچ.**
- **هر متغیر آزاد جایش را به دو متغیر نامنفی می‌دهد؛ شمار متغیرها یکی بیشتر می‌شود.**
- **ضریب هر s_i در تابع هدف صفر است و $s_i \geq ۰$.**
- **مسئله متعارف با m محدودیت و n متغیر تصمیم: m معادله و $m + n$ متغیر.**

معنای متغیرهای کمکی: کمبود، مقدار مصرف‌نشده منبع (ظرفیت بی‌کار) است و مازاد، مقدار مصرف یا تولید بیش از حداقل لازم. محدودیتی که با تساوی برقرار است فعال نام دارد و متغیر کمکی آن صفر است.

مثال حل‌شده | استاندارد کردن یک مدل

- $\min z = ۴x_۱ - ۲x_۲ + x_۳$ با $x_۱ + x_۲ - x_۳ \leq ۱۲$، $۲x_۱ - x_۲ \geq -۴$، $x_۱ + ۳x_۳ \geq ۶$؛ $x_۱, x_۳ \geq ۰$ و $x_۲$ آزاد در علامت. شکل استاندارد و شمار متغیرها؟

قدم به قدم

۱. هدف کمینه همان می‌ماند، چون شکل استاندارد کمینه را هم می‌پذیرد.

۲. سمت راست محدودیت دوم منفی است؛ پس از ضرب در -۱: $-۲x_۱ + x_۲ \leq ۴$.

۳. متغیر آزاد: $x_۲ = x'_۲ - x''_۲$ در هدف و همه محدودیت‌ها.

۴. محدودیت اول و دوم $(\leq)$ کمبود $s_۱, s_۲$ و محدودیت سوم $(\geq)$ مازاد $s_۳$ می‌گیرد.

جواب: سه معادله و هفت متغیر نامنفی $x_۱, x'_۲, x''_۲, x_۳, s_۱, s_۲, s_۳$ (مدل زیر).

الگوی حل: اول علامت سمت راست، بعد متغیر آزاد یا نامثبت، آخر کمبود و مازاد؛ هدف بیشینه یا کمینه دست نمی‌خورد.

$$\begin{aligned}\min \quad & z = ۴x_۱ - ۲x'_۲ + ۲x''_۲ + x_۳ \\ \text{s.t.} \quad & x_۱ + x'_۲ - x''_۲ - x_۳ + s_۱ = ۱۲ \\ & -۲x_۱ + x'_۲ - x''_۲ + s_۲ = ۴ \\ & x_۱ + ۳x_۳ - s_۳ = ۶ \\ & x_۱, x'_۲, x''_۲, x_۳, s_۱, s_۲, s_۳ \geq ۰\end{aligned}$$

نکته: ضرب در -۱ جهت نامساوی را عوض می‌کند؛ $-x_۱ + x_۲ \geq -۳$ همان $x_۱ - x_۲ \leq ۳$ است و به جای مازاد، کمبود می‌گیرد.

نکته: افزودن کمبود و مازاد ناحیه موجه متغیرهای تصمیم و شمار نقطه‌های گوشه‌ای آن را عوض نمی‌کند؛ فقط هر نقطه با مقدار s_iها کامل می‌شود.

★ نکات مهم این مبحث

- محدودیت $\leq$ کمبود $(+s_i)$ و محدودیت $\geq$ مازاد $(-s_i)$ می‌گیرد؛ تساوی هیچ.
- سمت راست منفی را با ضرب در -۱ مثبت کنید؛ جهت نامساوی وارونه می‌شود.
- متغیر آزاد: $x_j = x'_j - x''_j$؛ نامثبت: $x_j = -x'_j$.

جواب پایه و جواب پایه موجه

اولویت مطالعه: ضروری | ۱۵ تست آخر فصل

جواب پایه: در دستگاه استاندارد $AX = b$ با m معادله و n متغیر $(n > m)$، $n - m$ متغیر صفر گذاشته می‌شوند (غیرپایه) و m معادله برای m متغیر دیگر (پایه) حل می‌شود. ستون‌های متغیرهای پایه باید مستقل خطی باشند.

سه نوع جواب

مفهوم	شرط	معنای هندسی
جواب موجه	صدق در همه محدودیت‌ها و $X \geq ۰$	هر نقطه ناحیه موجه
جواب پایه	غیرپایه‌ها صفر، پایه‌ها از حل دستگاه	برخورد خط‌های مرزی، موجه یا ناموجه
جواب پایه موجه	جواب پایه با همه متغیرهای ≥ ۰	نقطه گوشه‌ای ناحیه موجه

ƒ فرمول یا قاعده: شمار جواب‌های پایه

- **شکل استاندارد با m معادله و n متغیر: حداکثر $\binom{n}{m} = \frac{n!}{m!\,(n-m)!}$ جواب پایه.**
- **مسئله متعارف با m محدودیت $\leq$ و n متغیر تصمیم: حداکثر $\binom{m+n}{m} = \frac{(m+n)!}{m!\,n!}$.**
- **هر جواب پایه m متغیر پایه و $n - m$ متغیر صفر دارد؛ شمار جواب‌های پایه موجه از این حداکثر بیشتر نیست.**

مثال حل‌شده | فهرست همه جواب‌های پایه

محدودیت‌های $x_۱ + x_۲ \leq ۴$ (ساعت ماشین) و $x_۱ + ۳x_۲ \leq ۶$ (کیلوگرم مواد) با $x_۱, x_۲ \geq ۰$. جواب‌های پایه و موجه‌ها کدام‌اند و بیشینه $z = ۳x_۱ + ۵x_۲$ کجاست؟

قدم به قدم

۱. شکل استاندارد: $x_۱ + x_۲ + s_۱ = ۴$ و $x_۱ + ۳x_۲ + s_۲ = ۶$؛ پس $m = ۲$ و $n = ۴$.

۲. حداکثر شمار پایه‌ها $\binom{۴}{۲} = ۶$ است.

۳. هر بار دو متغیر صفر و دستگاه دو معادله دو مجهول حل می‌شود (جدول زیر).

۴. جواب دارای مقدار منفی ناموجه است؛ چهار جواب موجه همان چهار گوشه ناحیه‌اند.

۵. مقایسه z در جواب‌های موجه: بیشترین $z = ۱۴$ در $(۳, ۱)$.

جواب: شش جواب پایه، چهار جواب پایه موجه؛ بهینه $x_۱ = ۳$، $x_۲ = ۱$، $z = ۱۴$.

تهیه شده از: فروشگاه تخصصی منابع آزمونهای استخدامی "بژیک" (www.bzhik.ir)

الگوی حل: شمار با $\binom{n}{m}$، صفر کردن $n-m$ متغیر، حل دستگاه، کنار گذاشتن جواب دارای مقدار منفی.

جواب‌های پایه مثال

متغیرهای پایه	متغیرهای صفر	جواب	وضعیت
$x_۱, x_۲$	$s_۱, s_۲$	$x_۱ = ۳,\ x_۲ = ۱$	موجه، $z = ۱۴$
$x_۱, s_۱$	$x_۲, s_۲$	$x_۱ = ۶,\ s_۱ = -۲$	ناموجه
$x_۱, s_۲$	$x_۲, s_۱$	$x_۱ = ۴,\ s_۲ = ۲$	موجه، $z = ۱۲$
$x_۲, s_۱$	$x_۱, s_۲$	$x_۲ = ۲,\ s_۱ = ۲$	موجه، $z = ۱۰$
$x_۲, s_۲$	$x_۱, s_۱$	$x_۲ = ۴,\ s_۲ = -۶$	ناموجه
$s_۱, s_۲$	$x_۱, x_۲$	$s_۱ = ۴,\ s_۲ = ۶$	موجه، $z = ۰$

نکته: جواب پایه موجه همان نقطه گوشه‌ای (فصل ۲) است. دو گوشه مجاورند اگر پایه‌هایشان فقط در یک متغیر فرق کند؛ هر تکرار سیمپلکس همین جابه‌جایی است.

نکته: دو متغیر با ستون‌های مضرب هم در A با هم پایه نمی‌شوند. جواب پایه‌ای که یک متغیر پایه‌اش صفر باشد تبهگن است (فصل ۴).

★ نکات مهم این مبحث

- جواب پایه: $n-m$ متغیر صفر و حل m معادله برای بقیه.
- حداکثر جواب پایه $\binom{n}{m}$؛ در مسئله متعارف $\binom{m+n}{m}$.
- جواب پایه موجه یعنی نقطه گوشه‌ای ناحیه موجه.

جدول اولیه سیمپلکس و خواندن جواب

اولویت مطالعه: ضروری | ۹ تست آخر فصل

شروع از مبدأ: در مسئله متعارف با $b \geq ۰$ نقطه $X = ۰$ موجه است؛ پس چنین مسئله‌ای حتماً جواب موجه دارد. متغیرهای تصمیم غیرپایه و کمبودها پایه با $s_i = b_i$اند. اگر محدودیت $\geq$ یا تساوی باشد، این پایه آماده نیست (فصل ۴).

۱- ستون «پایه» نام متغیر پایه هر سطر را دارد؛ بعد یک ستون برای هر متغیر و در آخر ستون «سمت راست».

۲- هر محدودیت یک سطر با همان ضریب‌های شکل استاندارد.

۳- سطر z پایین جدول از $z - \sum c_j x_j = ۰$ ساخته می‌شود؛ خانه متغیر j برابر $z_j - c_j$ و در جدول اولیه برابر $-c_j$ است.

ƒ فرمول یا قاعده: خواندن هر جدول سیمپلکس

- **متغیر پایه هر سطر برابر عدد سمت راست همان سطر است؛ همه متغیرهای غیرپایه صفرند.**
- **مقدار تابع هدف، عدد سمت راست سطر z است.**
- **ستون هر متغیر پایه ستون یکه است و خانه‌اش در سطر z صفر است.**
- **کمبود پایه با مقدار مثبت یعنی منبع بی‌کار؛ کمبود غیرپایه یعنی محدودیت فعال و نقطه روی خط همان محدودیت.**

نمونه: کارگاهی دو محصول با سود ۴ و ۳ میلیون ریال برای هر واحد دارد. هر واحد ۲ و ۱ ساعت ماشین (ظرفیت ۱۰ ساعت) و ۱ و ۲ کیلوگرم مواد (موجودی ۸ کیلوگرم) لازم دارد.

$$\begin{aligned} \max \quad & z = ۴x_۱ + ۳x_۲ \\ \text{s.t.} \quad & ۲x_۱ + x_۲ \leq ۱۰ \\ & x_۱ + ۲x_۲ \leq ۸ \\ & x_۱, x_۲ \geq ۰ \end{aligned}$$

تهیه شده از: فروشگاه تخصصی منابع آزمونهای استخدامی "بژیک" (www.bzhik.ir)

جدول اولیه نمونه: $s_1 = ۱۰$، $s_2 = ۸$ و $z = ۰$

سمت راست	s_2	s_1	x_2	x_1	پایه
۱۰	۰	۱	۱	۲	s_1
۸	۱	۰	۲	۱	s_2
۰	۰	۰	-۳	-۴	z

نکته: متغیری که در ستون «پایه» نیامده صفر است، هر ضریبی در ستونش باشد؛ عدد سمت راست هر سطر فقط مقدار متغیر پایه همان سطر است.

★ نکات مهم این مبحث

- در مسئله متعارف با $b \geq ۰$ کمبودها پایه اولیه‌اند و مبدأ جواب شروع است.
- سطر z پایین جدول با خانه‌های $z_j - c_j$؛ در جدول اولیه $-c_j$.
- متغیر غیرپایه صفر است؛ سمت راست فقط مقدار متغیر پایه همان سطر.

گام‌های الگوریتم سیمپلکس

اولویت مطالعه: ضروری | ۲۰ تست آخر فصل

ƒ فرمول یا قاعده: یک تکرار سیمپلکس در بیشینه‌سازی

- **آزمون بهینگی: اگر همه خانه‌های سطر z ($z_j - c_j$) نامنفی باشند، جدول بهینه است.**
- **متغیر ورودی: ستون با منفی‌ترین $z_j - c_j$ (ستون محوری).**
- **متغیر خروجی: آزمون نسبت $\theta = \min\{\frac{b_i}{a_{ik}} : a_{ik} > ۰\}$؛ سطر کمینه، سطر محوری است.**
- **عنصر محوری a_{rk} در تقاطع ستون و سطر محوری است؛ با عملیات سطری ستون k یکه می‌شود.**
- **جدول تازه دوباره با آزمون بهینگی سنجیده می‌شود.**

عملیات سطری: R_r سطر محوری و R_i هر سطر دیگر، از جمله سطر z، است. اول سطر محوری بر عنصر محوری تقسیم و بعد از هر سطر، مضربی از آن کم می‌شود تا خانه ستون ورودی صفر شود.

$$R'_r = \frac{R_r}{a_{rk}}, \qquad R'_i = R_i - a_{ik}\,R'_r \quad (i \neq r)$$

قاعده‌ها با سطر z به شکل $z - \sum c_j x_j = ۰$

مورد	بیشینه‌سازی	کمینه‌سازی
شرط بهینگی	همه $z_j - c_j \geq ۰$	همه $z_j - c_j \leq ۰$
متغیر ورودی	منفی‌ترین $z_j - c_j$	مثبت‌ترین $z_j - c_j$
متغیر خروجی	کمترین $\frac{b_i}{a_{ik}}$ با $a_{ik} > ۰$	کمترین $\frac{b_i}{a_{ik}}$ با $a_{ik} > ۰$
تغییر z در یک تکرار	افزایش یا بی‌تغییر	کاهش یا بی‌تغییر

ƒ فرمول یا قاعده: میانبر یک گام محوری

- **متغیر ورودی x_k پس از محور برابر θ می‌شود.**
- **متغیر پایه سطر i: $b'_i = b_i - a_{ik}\,\theta$.**
- **تابع هدف: $z_{new} = z_{old} - (z_k - c_k)\,\theta$.**

تهیه شده از: فروشگاه تخصصی منابع آزمونهای استخدامی "بژیک" (www.bzhik.ir)

نکته: آزمون نسبت موجه ماندن جدول بعد را تضمین می‌کند: با بالا رفتن متغیر ورودی تا θ، اولین متغیر پایه‌ای که صفر می‌شود خارج می‌شود. ضریب صفر یا منفی یعنی آن متغیر پایه کم نمی‌شود و سطرش حدی نمی‌گذارد.

نکته: در سیمپلکس این فصل عنصر محوری همواره مثبت است. اگر ستون ورودی هیچ ضریب مثبتی نداشته باشد مسئله بیکران است؛ تساوی در انتخاب ورودی یا خروجی دلخواه شکسته می‌شود (هر دو در فصل ۴).

نکته: کمینه‌سازی را با $\max(-z)$ هم می‌توان حل کرد؛ جواب X یکی است و $z_{\min} = -\max(-z)$.

★ نکات مهم این مبحث

- بیشینه: ورودی منفی‌ترین $z_j - c_j$؛ کمینه: مثبت‌ترین.
- خروجی: کمترین نسبت سمت راست به ضریب مثبت ستون ورودی.
- تغییر هدف در یک گام: $-(z_k - c_k)\theta$.

حل کامل با جدول سیمپلکس

اولویت مطالعه: مهم — ۱۴ تست آخر فصل

مثال حل‌شده | بیشینه‌سازی در دو تکرار

مدل نمونه مبحث قبل: $\max\ z = ۴x_۱ + ۳x_۲$ با $۲x_۱ + x_۲ \le ۱۰$، $x_۱ + ۲x_۲ \le ۸$، $x_۱, x_۲ \ge ۰$؛ سطر z به شکل $z_j - c_j$ و ورودی منفی‌ترین خانه.

قدم به قدم

۱. جدول ۱: منفی‌ترین خانه -۴ زیر $x_۱$ است؛ نسبت‌ها $\frac{۱۰}{۲} = ۵$ و $\frac{۸}{۱} = ۸$، پس $s_۱$ خارج و عنصر محوری ۲ است.

۲. سطر محوری بر ۲ تقسیم و مضرب آن از دو سطر دیگر کم می‌شود (جدول ۲)؛ گوشه $(۵, ۰)$ با $z = ۲۰$.

۳. جدول ۲: خانه -۱ زیر $x_۲$؛ نسبت‌ها $\frac{۵}{۱/۲} = ۱۰$ و $\frac{۳}{۳/۲} = ۲$، پس $s_۲$ خارج و عنصر محوری $\frac{۳}{۲}$ است.

۴. پس از محور دوم (جدول ۳) همه خانه‌های سطر z نامنفی‌اند و جدول بهینه است.

جواب: $x_۱ = ۴$، $x_۲ = ۲$، $s_۱ = s_۲ = ۰$ و $z^* = ۲۲$ میلیون ریال.

الگوی حل: ورودی از سطر z، خروجی از آزمون نسبت، محور، تکرار تا نامنفی شدن سطر z.

جدول ۱ (عنصر محوری در کادر)

سمت راست	$s_۲$	$s_۱$	$x_۲$	$x_۱$	پایه
۱۰	۰	۱	۱	[۲]	$s_۱$
۸	۱	۰	۲	۱	$s_۲$
۰	۰	۰	-۳	-۴	z

جدول ۲

سمت راست	$s_۲$	$s_۱$	$x_۲$	$x_۱$	پایه
۵	۰	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$	۱	$x_۱$
۳	۱	$-\frac{۱}{۲}$	$\boxed{\frac{۳}{۲}}$	۰	$s_۲$
۲۰	۰	۲	-۱	۰	z

تهیه شده از: فروشگاه تخصصی منابع آزمونهای استخدامی "بژیک" (www.bzhik.ir)

جدول ۳ (بهینه)

سمت راست	s_2	s_1	x_2	x_1	پایه
۴	$-\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	۰	۱	x_1
۲	$\frac{2}{3}$	$-\frac{1}{3}$	۱	۰	x_2
۲۲	$\frac{2}{3}$	$\frac{5}{3}$	۰	۰	z

نکته: در جدول بهینه بیشینه‌سازی، خانه سطر z زیر هر کمبود، افزایش z به ازای یک واحد بیشتر از همان منبع است (قیمت سایه، فصل ۶ و ۷): $\frac{5}{3}$ برای ساعت ماشین و $\frac{2}{3}$ برای کیلوگرم مواد. کمبود پایه، یعنی منبع بی‌کار، ارزش صفر دارد.

مثال حل‌شده | کمینه‌سازی با محدودیت‌های $\geq$

✔ $\min\ z = 2x_1 - 3x_2$ با $x_1 + x_2 \leq 6$، $-x_1 + 2x_2 \leq 4$، $x_1, x_2 \geq 0$؛ قاعده کمینه‌سازی: ورودی مثبت‌ترین $z_j - c_j$.

قدم به قدم

۱. سطر z از $z - 2x_1 + 3x_2 = 0$: خانه‌ها -2 و ۳؛ مثبت‌ترین ۳ است، پس x_2 وارد می‌شود.

۲. نسبت‌ها $\frac{6}{1} = 6$ و $\frac{4}{2} = 2$؛ s_2 خارج و عنصر محوری ۲ است.

۳. پس از محور، خانه‌های سطر z برابر $-\frac{1}{2}$، ۰، ۰ و $-\frac{3}{2}$ است؛ خانه مثبتی نیست، پس جدول بهینه است.

جواب: $x_1 = 0$، $x_2 = 2$، $s_1 = 4$ و $z^* = -6$.

الگوی حل: همان گام‌های بیشینه با علامت وارونه در بهینگی و ورودی؛ یا حل $\max(-z)$ و قرینه کردن مقدار بهینه.

کمینه‌سازی: جدول اولیه

سمت راست	s_2	s_1	x_2	x_1	پایه
۶	۰	۱	۱	۱	s_1
۴	۱	۰	[۲]	-1	s_2
۰	۰	۰	۳	-2	z

کمینه‌سازی: جدول بهینه

سمت راست	s_2	s_1	x_2	x_1	پایه
۴	$-\frac{1}{2}$	۱	۰	$\frac{3}{2}$	s_1
۲	$\frac{1}{2}$	۰	۱	$-\frac{1}{2}$	x_2
-6	$-\frac{3}{2}$	۰	۰	$-\frac{1}{2}$	z

نکته: سیمپلکس همه گوشه‌ها را نمی‌گردد؛ هر تکرار به گوشه مجاوری می‌رود که z بدتر نشود. در مثال بیشینه مسیر $(0,0) \leftarrow (5,0) \leftarrow (4,2)$ است.

★ نکات مهم این مبحث

✔ در بیشینه، جدول با سطر z نامنفی بهینه است؛ در کمینه با سطر z نامثبت.

✔ هر تکرار به گوشه مجاور با z بهتر یا برابر می‌رود.

✔ در بیشینه‌سازی با محدودیت $\leq$، خانه کمبود در سطر z جدول بهینه ارزش یک واحد بیشتر از آن منبع است.

تهیه شده از: فروشگاه تخصصی منابع آزمونهای استخدامی "بژیک" (www.bzhik.ir)

برگه جمع‌بندی فصل سوم روش سیمپلکس، یک صفحه برای مرور شب آزمون

فرمول‌ها و قاعده‌ها

۱. $\min z = -\max(-z)$

۲. **محدودیت** $\leq$: $+s_i$؛ **محدودیت** $\geq$: $-s_i$

۳. **متغیر آزاد:** $x_j = x'_j - x''_j$؛ **نامثبت:** $x_j = -x'_j$

۴. **حداکثر جواب پایه:** $\binom{n}{m}$؛ **متعارف:** $\binom{m+n}{m}$

۵. **سطر** z: $z - \sum c_j x_j = ۰$ **با خانه‌های** $z_j - c_j$

۶. **بیشینه: بهینه اگر همه** $z_j - c_j \geq ۰$؛ **ورودی منفی‌ترین**

۷. **کمینه: بهینه اگر همه** $z_j - c_j \leq ۰$؛ **ورودی مثبت‌ترین**

۸. **آزمون نسبت:** $\theta = \min\{b_i/a_{ik} : \ a_{ik} > ۰\}$

۹. **عملیات سطری:** $R'_r = R_r/a_{rk}$ و $R'_i = R_i - a_{ik}R'_r$

۱۰. $z_{new} = z_{old} - (z_k - c_k)\,\theta$

تعریف‌های کلیدی

شکل استاندارد	محدودیت‌های تساوی با سمت راست نامنفی و متغیرهای نامنفی؛ هدف بیشینه یا کمینه.
شکل متعارف	بیشینه‌سازی با محدودیت‌های $\leq$ و متغیرهای نامنفی.
متغیر کمبود	مقدار مصرف‌نشده منبع در محدودیت $\leq$.
متغیر مازاد	مقدار بیش از حداقل لازم در محدودیت $\geq$.
جواب پایه	$n - m$ متغیر صفر و بقیه از حل دستگاه.
جواب پایه موجه	جواب پایه نامنفی؛ همان نقطه گوشه‌ای.
متغیر ورودی و خروجی	غیرپایه‌ای که پایه می‌شود و پایه‌ای که صفر و غیرپایه می‌شود.
عنصر محوری	خانه تقاطع ستون ورودی و سطر خروجی؛ مثبت.

دام‌های تستی

۱ سمت راست منفی
طراح تست محدودیتی با سمت راست منفی می‌دهد و شمار متغیرهای مازاد را می‌پرسد. **مواظب باشید:** پس از ضرب در -۱ جهت نامساوی **وارونه** می‌شود؛ کمبود و مازاد را بعد از این کار بشمارید. ص ۳۹

۲ ورودی در کمینه‌سازی
طراح تست جدول کمینه‌سازی می‌دهد و منفی‌ترین خانه سطر z را در گزینه‌ها می‌گذارد. **مواظب باشید:** در کمینه‌سازی با خانه‌های $z_j - c_j$، **مثبت‌ترین** خانه وارد می‌شود و بهینگی یعنی همه خانه‌ها **نامثبت**. ص ۴۱

۳ نسبت با ضریب منفی
طراح تست در ستون ورودی ضریب منفی یا صفری می‌گذارد که نسبتش کوچک‌ترین عدد است. **مواظب باشید:** در آزمون نسبت فقط سطرهای دارای ضریب **مثبت** در ستون ورودی شرکت می‌کنند. ص ۴۲

۴ مقدار متغیر غیرپایه
طراح تست مقدار یک متغیر غیرپایه را می‌پرسد و عدد سمت راست یک سطر را در گزینه‌ها می‌گذارد. **مواظب باشید:** متغیری که در ستون «پایه» نیست **صفر** است؛ سمت راست هر سطر مقدار **متغیر پایه** همان سطر است. ص ۴۰

۵ شمار جواب‌های پایه
طراح تست شمار جواب‌های پایه را می‌پرسد و ترکیب را فقط با متغیرهای تصمیم می‌سازد. **مواظب باشید:** در $\binom{n}{m}$ عدد n شمار **همه متغیرهای** شکل استاندارد است؛ در مسئله متعارف $\binom{m+n}{m}$ به کار می‌رود. ص ۳۹

۶ پایه با ستون‌های وابسته
طراح تست دو متغیر با ستون‌های هم‌ضریب را به عنوان پایه در گزینه‌ها می‌گذارد. **مواظب باشید:** متغیرهای پایه باید **ستون‌های مستقل** داشته باشند؛ ستون‌های مضرب هم جواب یکتا نمی‌دهند. ص ۴۰

تهیه شده از: فروشگاه تخصصی منابع آزمونهای استخدامی "بژیک" (www.bzhik.ir)

پایان نمونه رایگان

بقیه‌اش در فایل کامل است

در این نمونه ۷ صفحه از ۲۲۳ صفحه را دیدید.

۲۲۳	۷۷۱	۱۱	۳
صفحه	تست با پاسخ تشریحی	فصل درسنامه فشرده	آزمون جامع

فایل کامل، فصل به فصل

فصل	عنوان	تست آخر فصل	از صفحه
	بخش اول: برنامه‌ریزی خطی و روش سیمپلکس		
۱	کلیات تحقیق در عملیات و مدل‌سازی برنامه‌ریزی خطی	۷۰	۴
۲	روش ترسیمی و مفاهیم فضای جواب	۶۵	۲۱
۳	روش سیمپلکس	۷۰	۳۸
۴	روش M بزرگ، روش دوفاز و حالت‌های خاص سیمپلکس	۶۹	۵۶
۵	شکل ماتریسی جدول سیمپلکس	۵۳	۷۴
	بخش دوم: دوگان و تحلیل حساسیت		
۶	دوگان و روش سیمپلکس دوگان	۸۰	۹۱
۷	تحلیل حساسیت	۶۵	۱۱۳
	بخش سوم: مدل‌های خاص و روش‌های تکمیلی		
۸	مدل حمل و نقل	۶۸	۱۳۴
۹	مدل تخصیص و انتقال با واسطه	۵۶	۱۵۳
۱۰	مدل‌های شبکه	۵۵	۱۶۹
۱۱	سیمپلکس تجدیدنظرشده، متغیرهای کران‌دار و دور زدن	۴۵	۱۸۴
	جمع	**۶۹۶**	

- هر فصل: درسنامه فشرده با برچسب اولویت مطالعه، جدول و کادر قاعده، مثال حل‌شده با الگوی حل و برگه جمع‌بندی یک‌صفحه‌ای.
- زیر پاسخ هر تست نوشته شده مطلبش در کدام صفحه درسنامه است.
- ۳ آزمون جامع ۲۵ سؤالی، هر آزمون برای یک گروه از فصل‌ها، با سؤال‌هایی که در تست فصل‌ها نیامده‌اند؛ ویرایش‌های بعدی برای خریداران رایگان است.

دانلود فایل کامل pdf از بژیک

دانلود جزوه و تست تحقیق در عملیات استخدامی ۱۴۰۵ با نمونه رایگان pdf