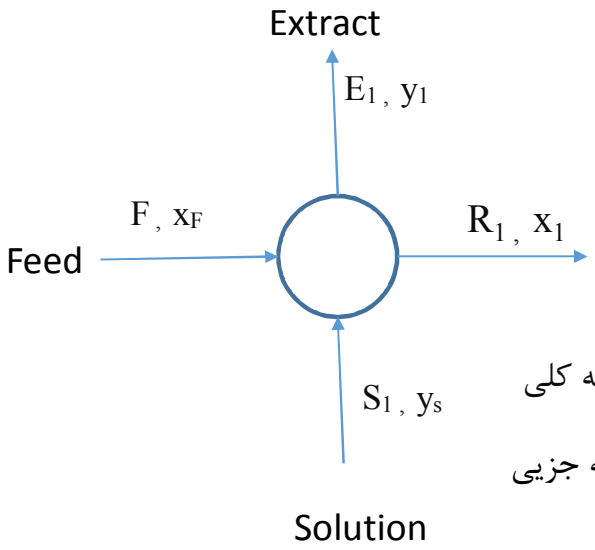
انواع مراحل عملیاتی، استخراج مایع – مایع، نسبی قابل امتزاج

الف) یک مرحله متقاطع



موازنه کلی $F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$

موازنه جزیی $F.x_F + S_1.y_s = M_1.x_{M1}$ $\longrightarrow$ $x_{M1} = \dfrac{F.x_F + S_1.y_s}{F + S_1}$

$R_1.x_1 + E_1.y_1 = M_1.x_{M1}$ $\longrightarrow$ $x_{M1} = \dfrac{R_1.x_1 + E_1.y_1}{R_1 + E_1}$

$F.x_F + S_1.y_s = M_1.x_{M1}$

$F + S_1 = M_1$

$\longrightarrow$ $F.x_F + S_1.y_s = (F + S_1).x_{M1}$ $\longrightarrow$ $\dfrac{S_1}{F} = \dfrac{x_F - x_{M1}}{x_{M1} - y_s}$

$M_1 = R_1 + E_1$

$R_1.x_1 + E_1.y_1 = M_1.x_{M1}$

$\longrightarrow$ $(M_1 - E_1).x_1 + E_1.y_1 = M_1.x_{M1}$

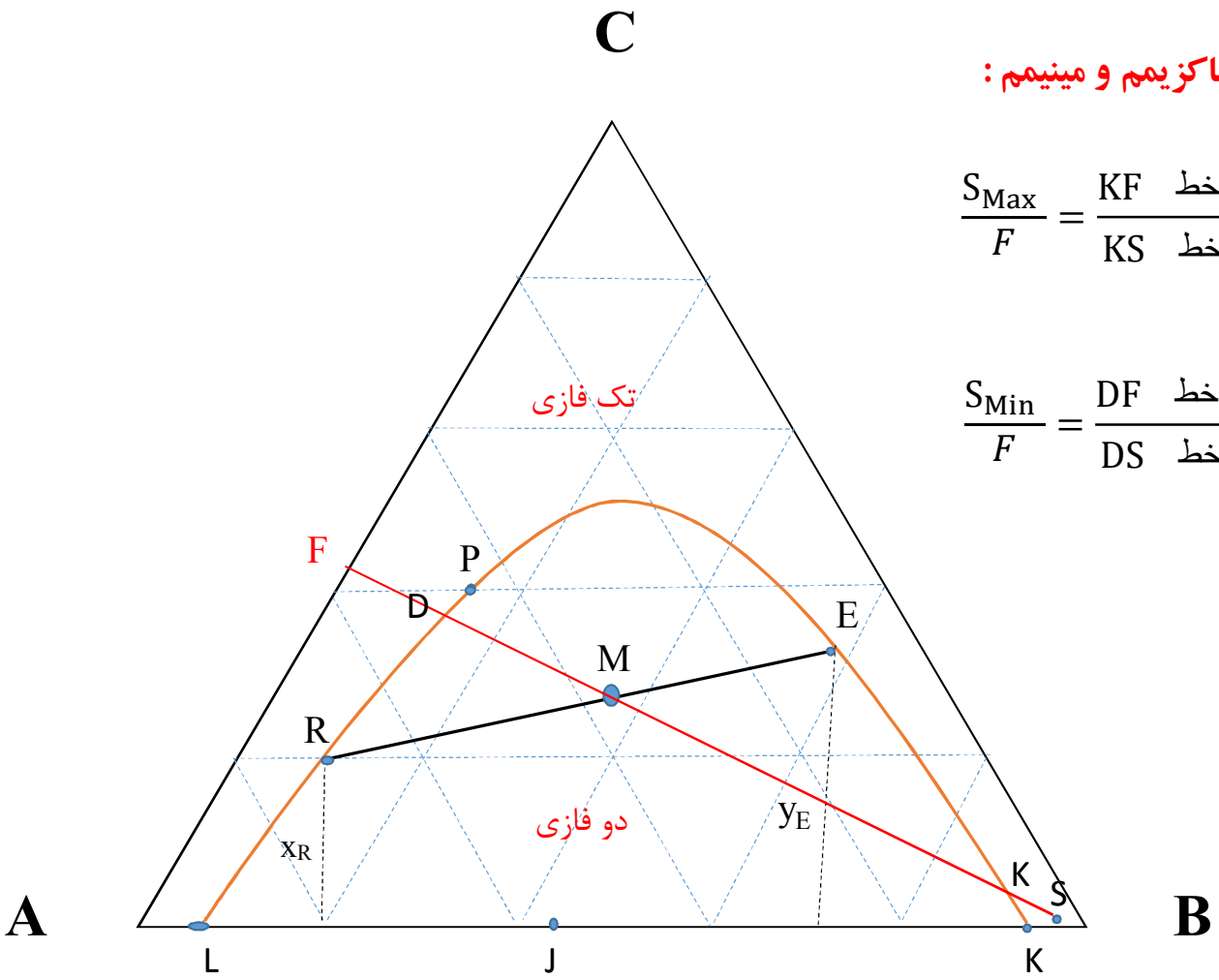
$(y_1 - x_1).E_1 = M_1.(x_{M1} - x_1)$

$\longrightarrow$ $E_1 = \dfrac{M_1.(x_{M1} - x_1)}{y_1 - x_1}$

نحوه محاسبه حلال ماکزیمم و مینیمم :

$$\frac{S_{Max}}{F} = \frac{\text{پاره خط } KF}{\text{پاره خط } KS}$$

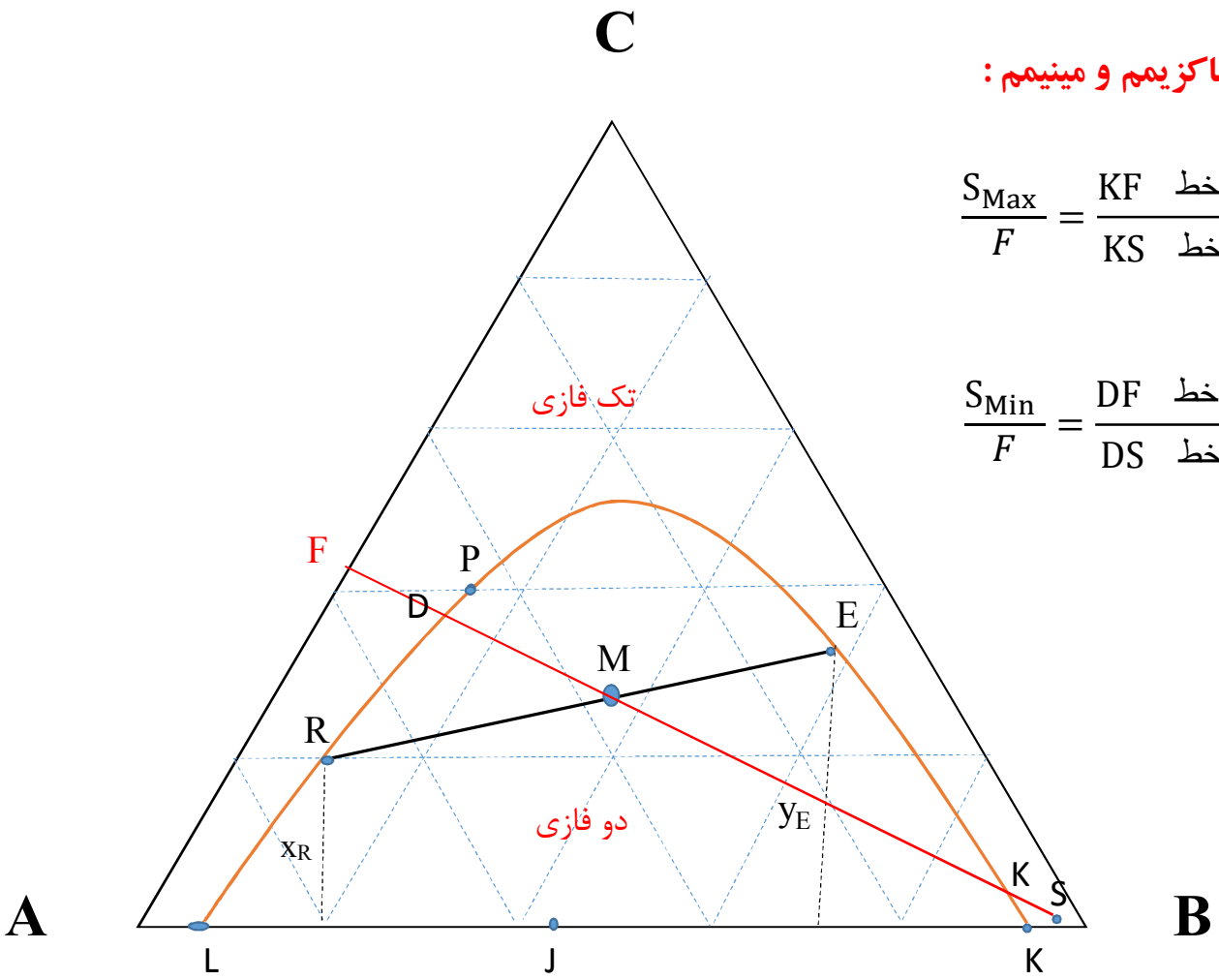
$$\frac{S_{Min}}{F} = \frac{\text{پاره خط } DF}{\text{پاره خط } DS}$$



نحوه محاسبه حلال ماکزیمم و مینیمم :

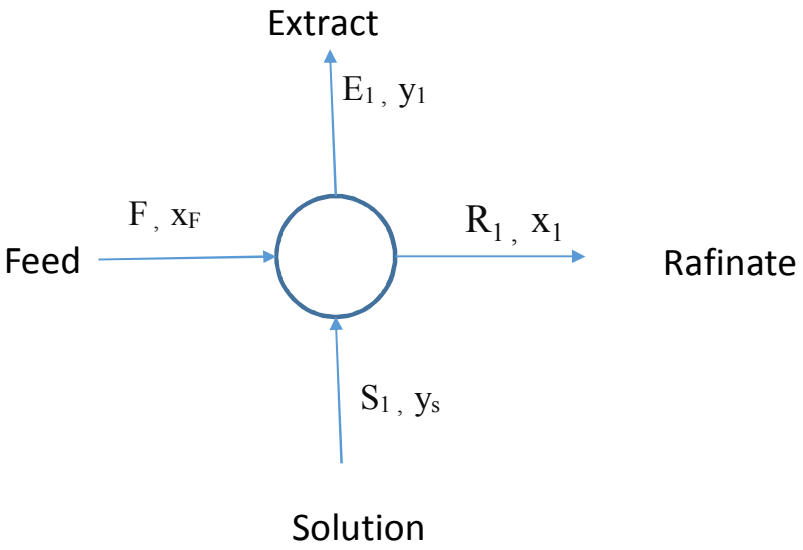
$$\frac{S_{Max}}{F} = \frac{\text{پاره خط } KF}{\text{پاره خط } KS}$$

$$\frac{S_{Min}}{F} = \frac{\text{پاره خط } DF}{\text{پاره خط } DS}$$



حل مثال :

طرح شماتیک یک مرحله متقاطع



موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$

موازنه جزئی : $F.x_F + S_1.y_s = M_1.x_{M1} \longrightarrow x_{M1} = \dfrac{F.x_F + S_1.y_s}{F + S_1}$

$R_1.x_1 + E_1.y_1 = M_1.x_{M1} \longrightarrow x_{M1} = \dfrac{R_1.x_1 + E_1.y_1}{R_1 + E_1}$

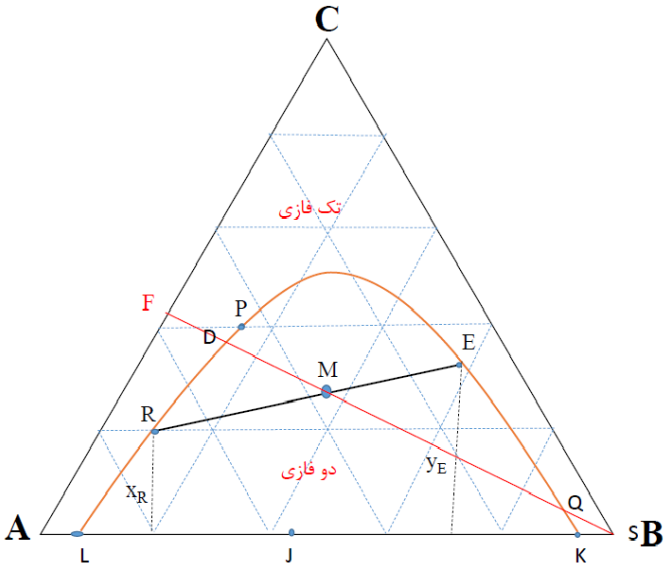
الف)

موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = 1000 + 1000 = 2000$

$x_{M1} = \dfrac{F.x_F + S_1.y_s}{F + S_1} \longrightarrow x_{M1} = \dfrac{1000 \times 0.4 + 1000 \times 0.0}{1000 + 1000} = 0.2$

مثال:

مخلوطی ازدوماده A و C که ۴۰٪ وزنی آن را C تشکیل می دهد. جهت استخراج C به واحد استخراج مایع-مایع فرستاده می شود. جهت استخراج ازحلال B خالص استفاده می شود. مقدار خوراک 1000kg و مقدار حلال نیز 1000kg می باشد. باتوجه به اطلاعات پیوسته (صفحه قبل)



الف) مقادیر دو جریان R و E

ب) درصد وزنی جزء C در دو جریان R و E

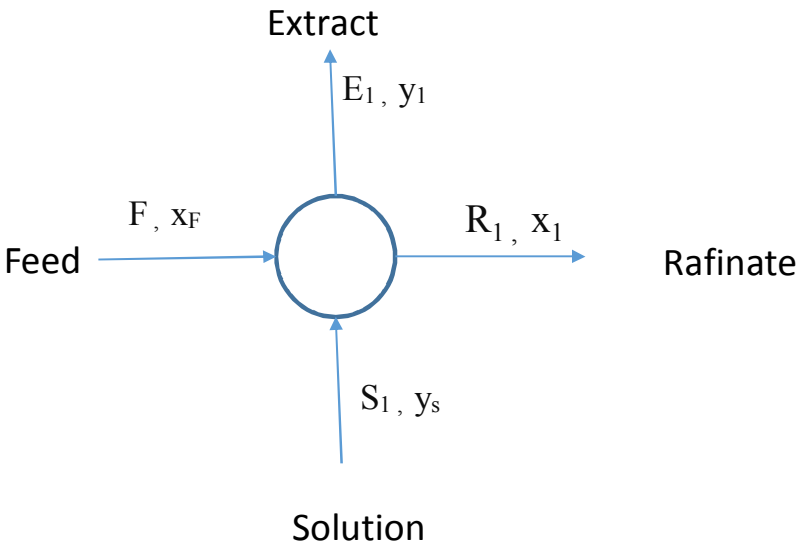
ج) حداقل حلال مورد نیاز

د) حداکثرحلال مورد نیاز

ه) حداکثر خلوص جزء C دراستخراج شده.

حل مثال :

طرح شماتیک یک مرحله متقاطع



موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$

موازنه جزئی : $F.x_F + S_1.y_s = M_1.x_{M1} \longrightarrow x_{M1} = \dfrac{F.x_F + S_1.y_s}{F + S_1}$

$R_1.x_1 + E_1.y_1 = M_1.x_{M1} \longrightarrow x_{M1} = \dfrac{R_1.x_1 + E_1.y_1}{R_1 + E_1}$

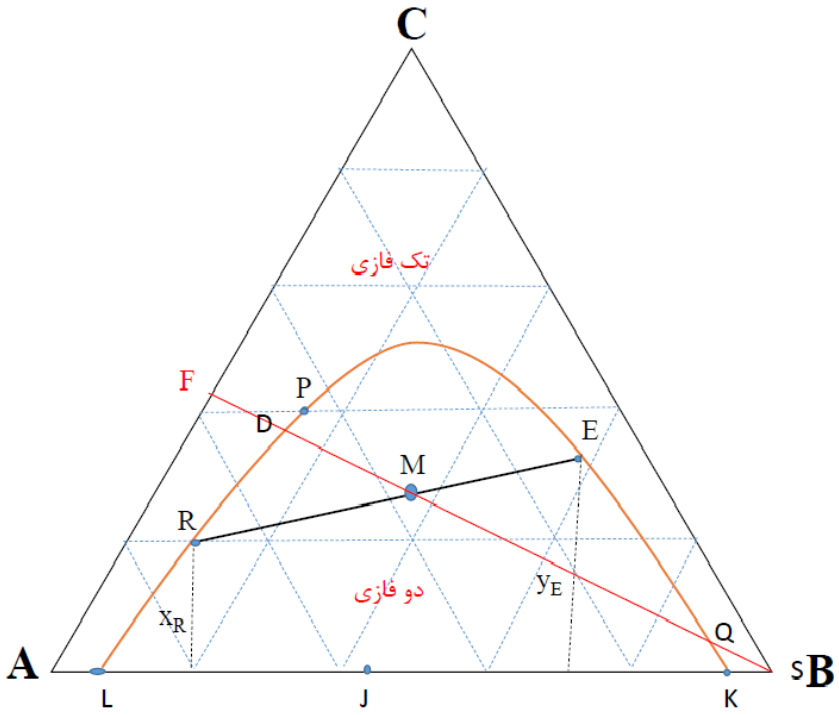
الف)

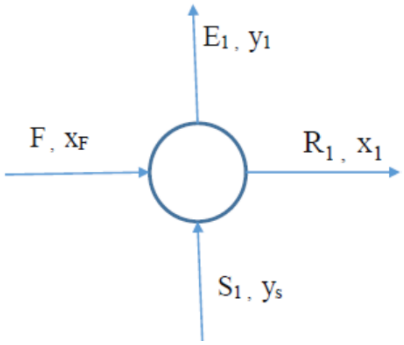
موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = 1000 + 1000 = 2000$

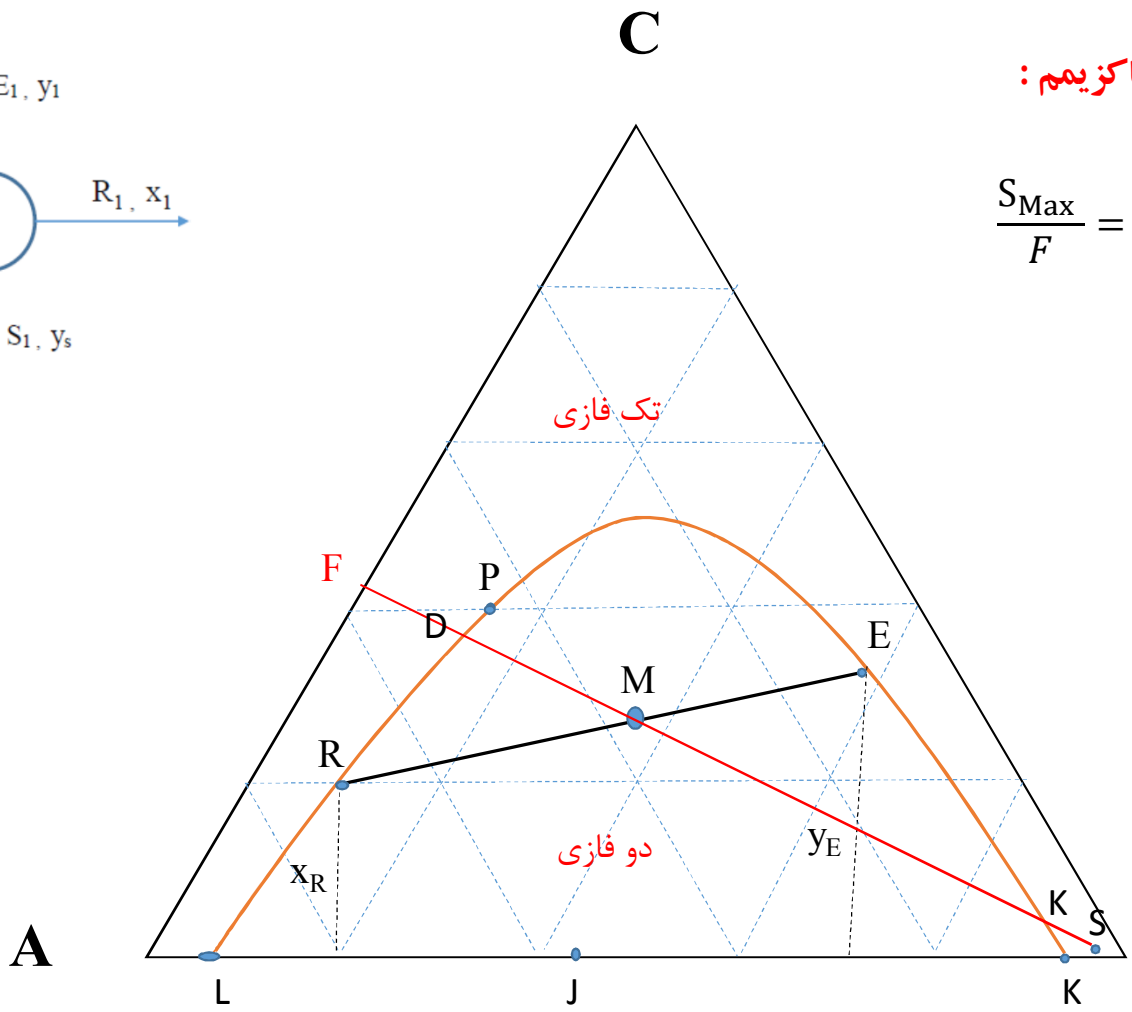
$x_{M1} = \dfrac{F.x_F + S_1.y_s}{F + S_1} \longrightarrow x_{M1} = \dfrac{1000 \times 0.4 + 1000 \times 0.0}{1000 + 1000} = 0.2$

موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$

$x_R = 0.12$ $x_C = 0.25$ $x_E = 0.23$





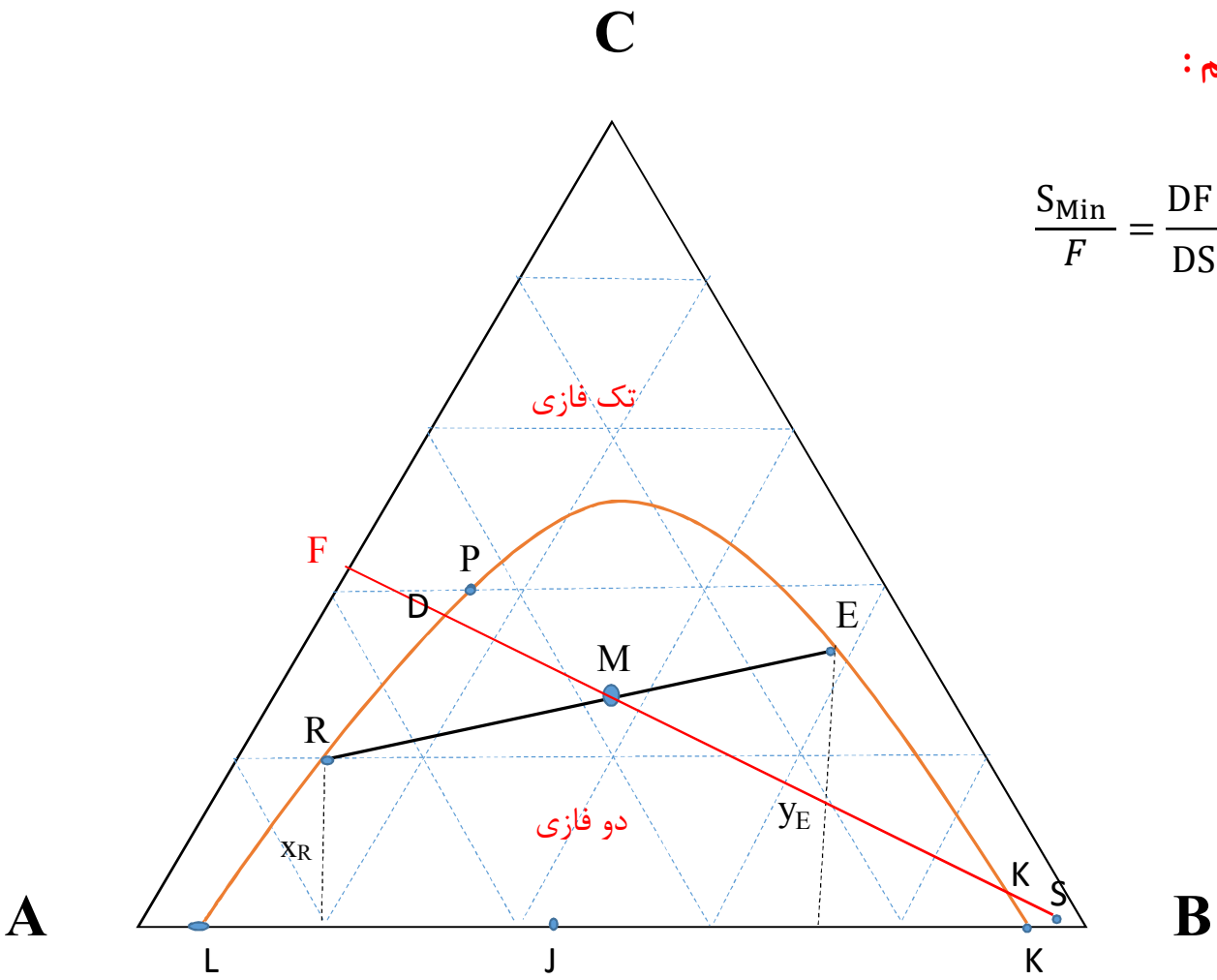


نحوه محاسبه حلال ماکزیمم :

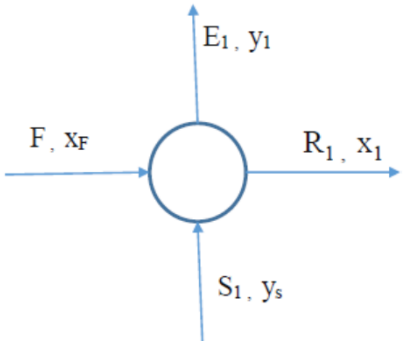
$$\frac{S_{Max}}{F} = \frac{\text{پاره خط } KF}{\text{پاره خط } KS}$$

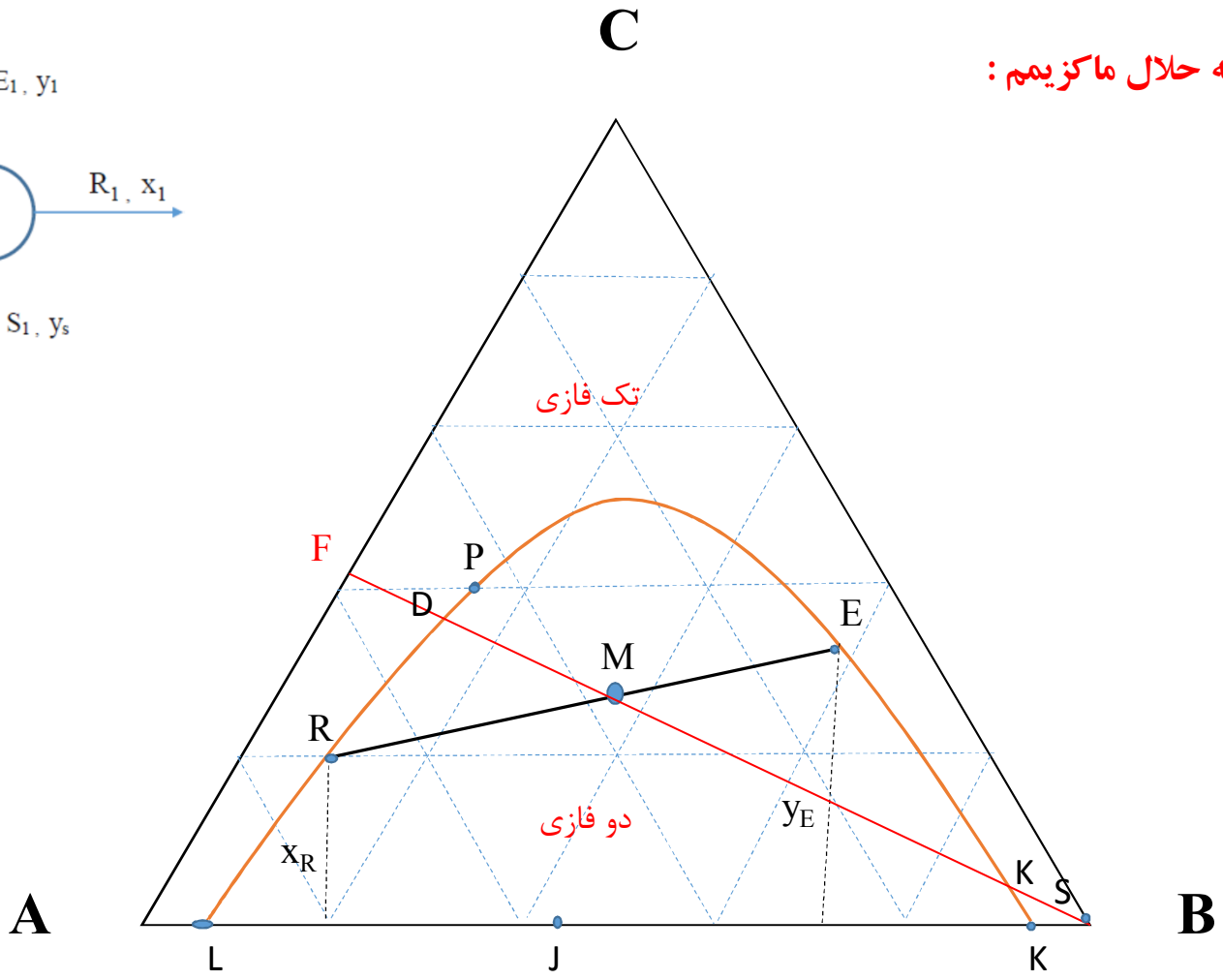
نحوه محاسبه حلال مینیمم :

$$\frac{S_{Min}}{F} = \frac{\text{پاره خط } DF}{\text{پاره خط } DS}$$



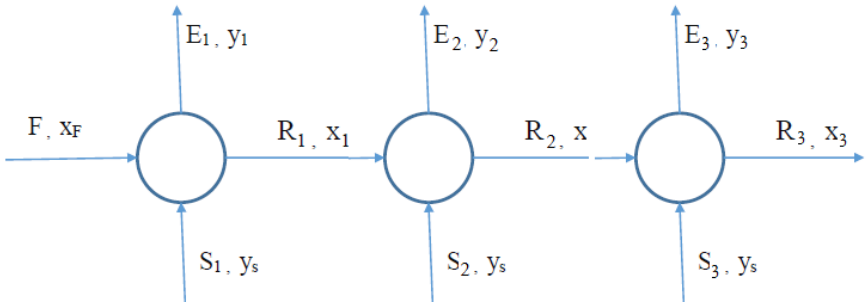
نحوه محاسبه حلال ماکزیمم :





انواع مراحل عملیاتی، استخراج مایع – مایع، نسبی قابل امتزاج

ب) چند مرحله ای متقاطع



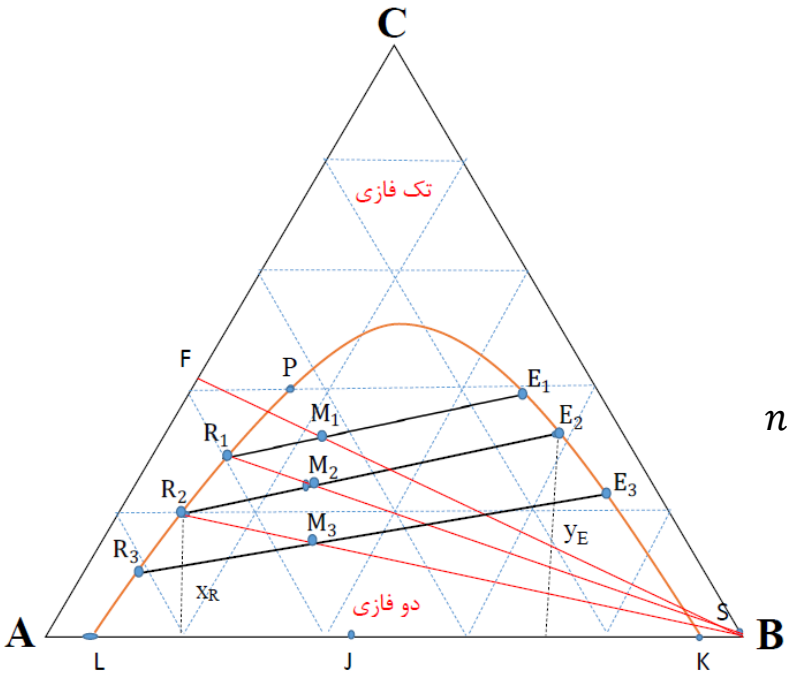
موازنه کلی برای مرحله 1 : $F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$

موازنه کلی برای مرحله 2 : $R_1 + S_2 = M_2 = R_2 + E_2$

موازنه کلی برای مرحله 3 : $R_2 + S_3 = M_3 = R_3 + E_3$

.....

موازنه کلی برای مرحله n : $R_{n-1} + S_n = M_n = R_n + E_n$

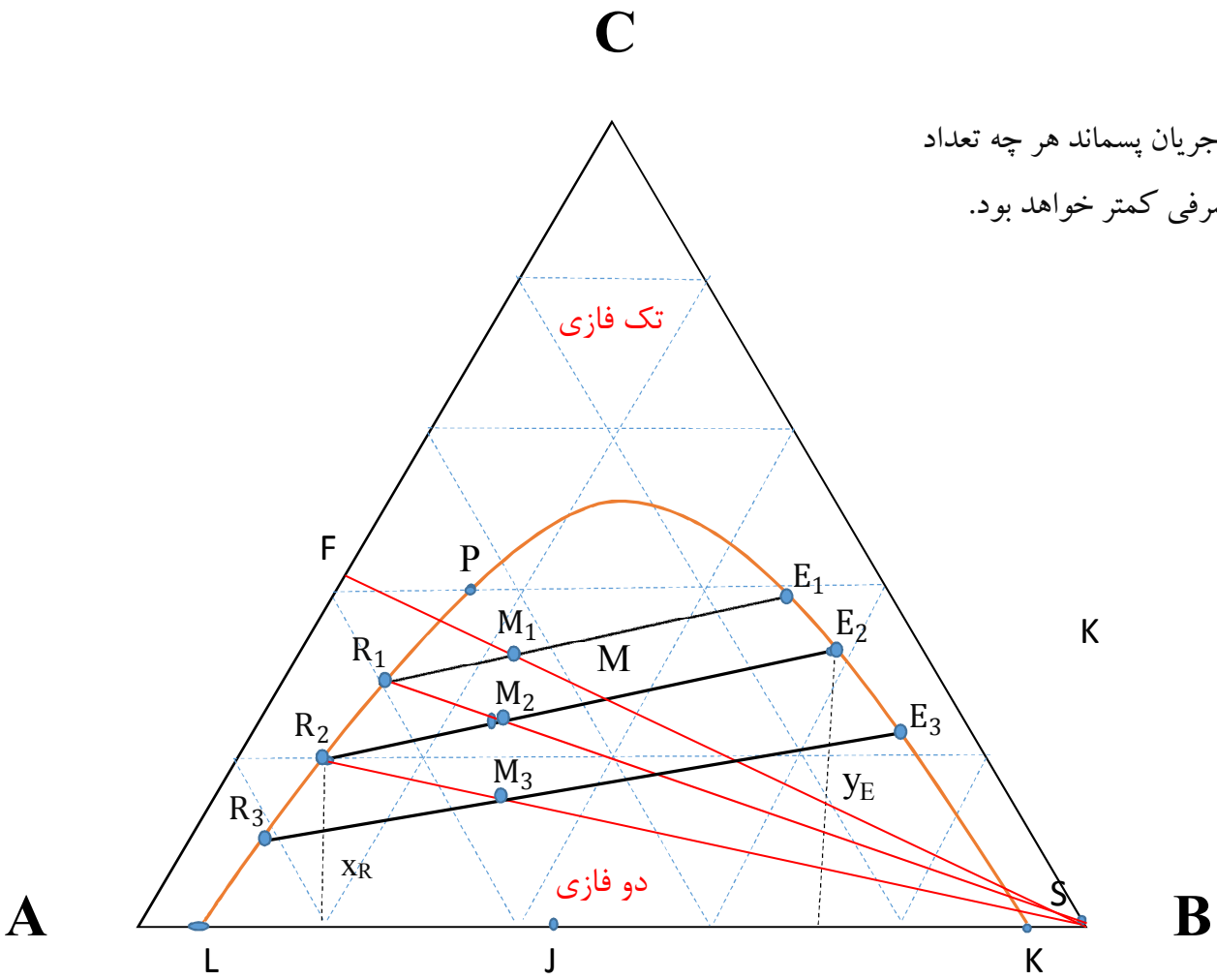


موازنه جزئي براي مرحله n :

$$R_{n-1}.x_{n-1} + S_n.y_s = M_n.x_{Mn} = R_n.x_n + E_n.y_n$$

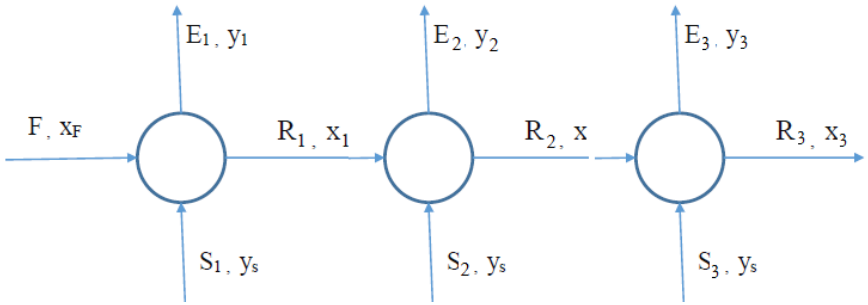
*مقادیر نامساوی از حلال را می توان در مراحل مختلف استفاده کرد و حتی در دماهای متفاوتی کار کرد.

نکته: در یک غلظت مشخص از جریان پسماند هر چه تعداد مراحل بیشتر باشد، کل حلال مصرفی کمتر خواهد بود.



انواع مراحل عملیاتی، استخراج مایع – مایع، نسبی قابل امتزاج

ب) چند مرحله ای متقاطع برای مختصات عاری از حلال



موازنه کلی برای مرحله n :

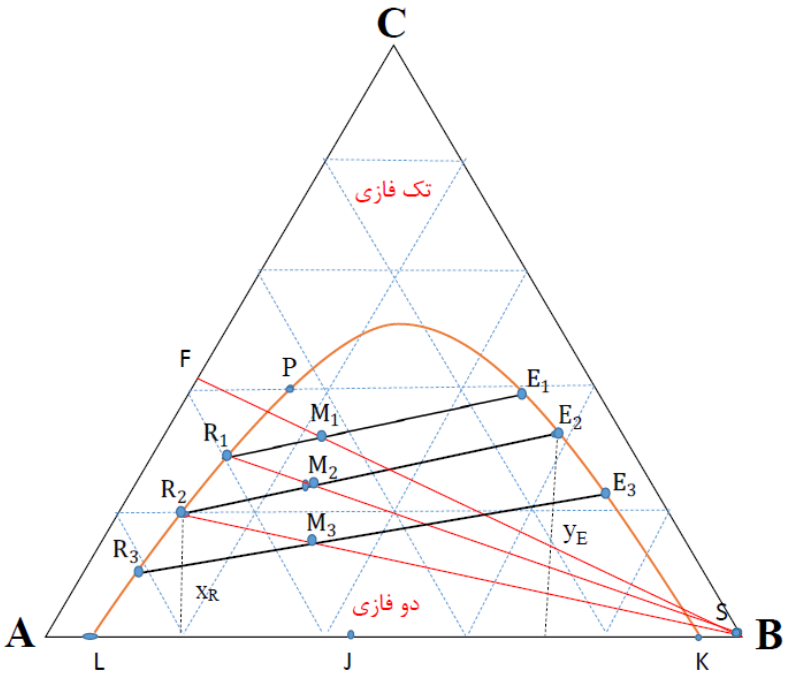
$$R'_{n-1} + S'_n = M'_n = R'_n + E'_n$$

موازنه جزئی برای جزء C روی مرحله n :

$$R'_{n-1}.X_{n-1} + S'_n.Y_s = M'_n.X_{Mn} = R'_n.X_n + E'_n.Y_n$$

موازنه جزئی برای جزء B روی مرحله n :

$$R'_{n-1}.N_{R_{n-1}} + S'_n.N_s = M'_n.N_{Mn} = R'_n.N_{R_n} + E'_n.N_{E_n}$$



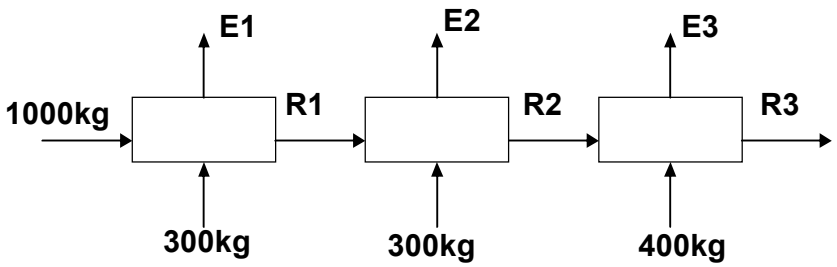
*مقادیر نامساوی از حلال را می توان در مراحل مختلف استفاده کرد و حتی در دماهای متفاوتی کار کرد.

موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$

ازویژگی های استفاده از مجموعه مراحل با جریان متقاطع می توان موارد زیر راذکرکرد.
۱) مقادیر نامساوی راازحلال می توان درمراحل مختلف استفاده کرد.
۲) درمراحل مختلف می توان ازدماهای متفاوت استفاده کرد.
۳) این روش تعمیمی ازروش استخراج تک مرحله ای است که درآن پس مانده دوباره با حلال تازه مجاور می شودومی توان به صورت مداوم ویاغیر مداوم باشد.

نکته :دریک غلظت مشخص ازجریان پسماندRafinate هرچه تعداد مراحل بیشتر باشد حلال مصرفی کل کمتر خواهد شد .

تمرین: هرگاه حلال مصرفی خالص، مطابق شکل زیر در سه مرحله اضافه شود. کسر وزنی C درفازE وR خروجی از هر مرحله را حساب کنید .



Plot نقطه ای کهR وE روی هم قرار می گیرند .

انواع سیستم های مورد بحث

1) سیستم های سه گاز مایع با حلالیت جزئی یک زوج :

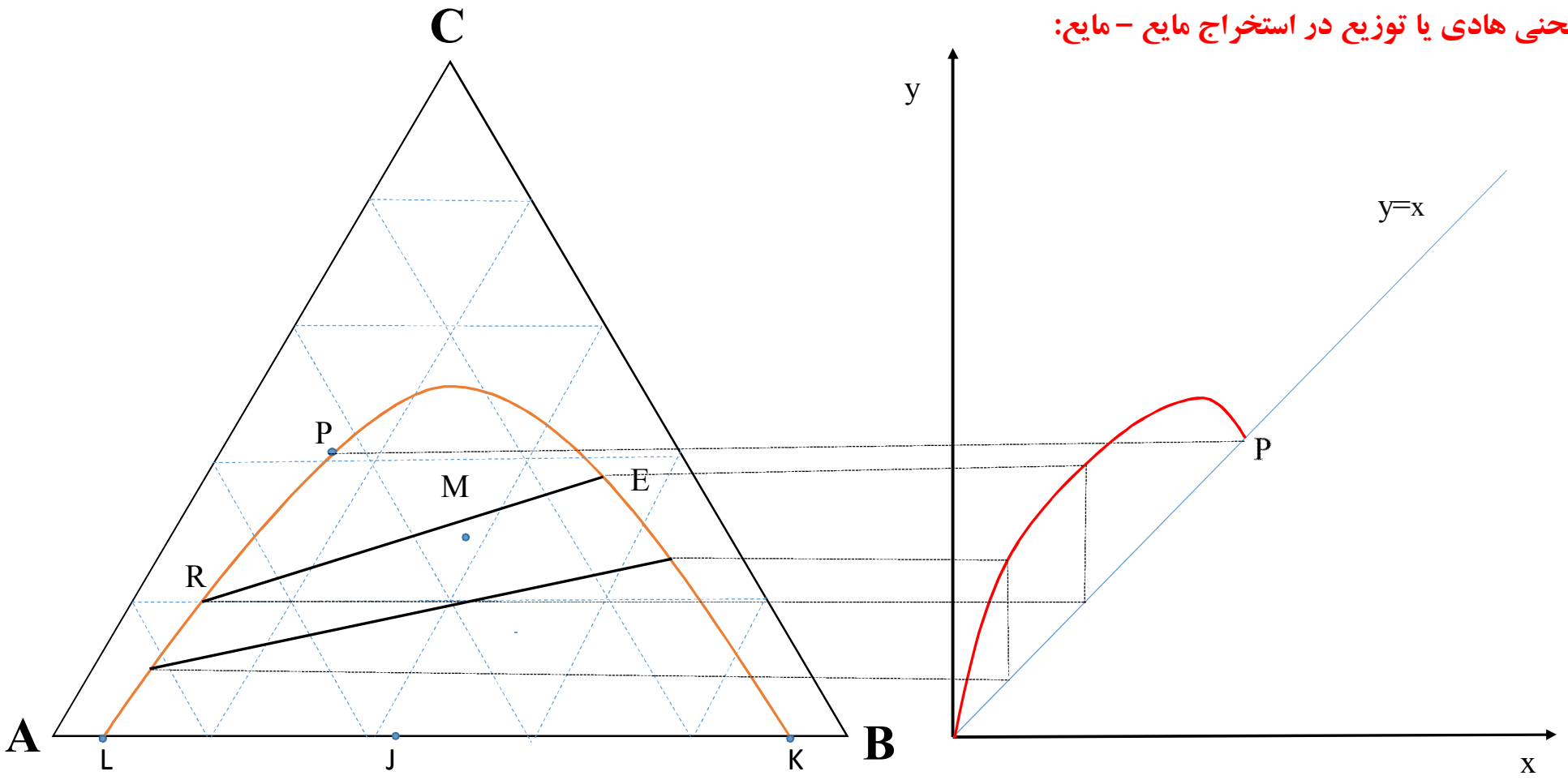
اصلی ترین حالت استخراج از این نوع می باشد مثل سیستم (آبA ،کلروموB ، استنC) یا سیستم (بنزنA ، آبB ، اسید استیکC). دراینگونه سیستم ها از مختصات متساوی الاضلاع (مثلث) درحالت ایزوترم استفاده می شود. با مراجعه به شکل (a) مشاهده می شود که مایعc به طور کامل درA وB حل می شود ولیA وB به مقدار محدودی درهم حل می شوند

که در نهایت به نقطه محلول اشباع در نقطه ℓ (که غنی ازA است) وk (غنی ازB) می رسد، هر چقدرA وB درهم

نا محلول تر باشند نقاط ℓ وk به رئوس مثلث نزدیک تر می شوند. یک مخلوط درجزئی مثلj که بین نقاط ℓ وk قرار دارد به دو فاز مایع نا محلول با ترکیب درصد ℓ وk تقسیم می شود که مقدار نسبی آنها به موضوع نقطهj بستگی دارد .

$$\frac{\ell}{k} = \frac{lineJK}{lineJ\ell} = \frac{x_k - x_j}{x_j - x_\ell}$$

منحنی هادی یا توزیع در استخراج مایع – مایع:



هر نقطه مثلM که زیر منحنی قرار داشته باشد به دو فاز مایع نامحلول اشباع با ترکیب درصد R (غنی ازA) وE (غنی ازB) تبدیل می شود خط اتصال بین این ترکیب درصد های تعادلی خط رابط (Tie Line) نامیده می شود،که بایستی از نقطهM که کل مخلوط را نشان می دهد و عبور کند. تعداد نا محدودی خط رابط در ناحیه دو فازی وجود دارد که تنها تعدادی از آنها رسم شده است این خطوط موازی هم نیستند و ممکن است ضریب زاویه آنها در یک جهت به تدریج تغییر کند .

نقطه P که نقطه plot نامیده می شود آخرین خط رابط یست و نقطه ایست که منحنی حلالیت فازهای غنی از B به هم می رسند. وقتی غلظت های C در انتهای خطوط رابط به حسب هم رسم شوند منحنی توزیع (هادی) در شکل (b)، بوجود می آورند.

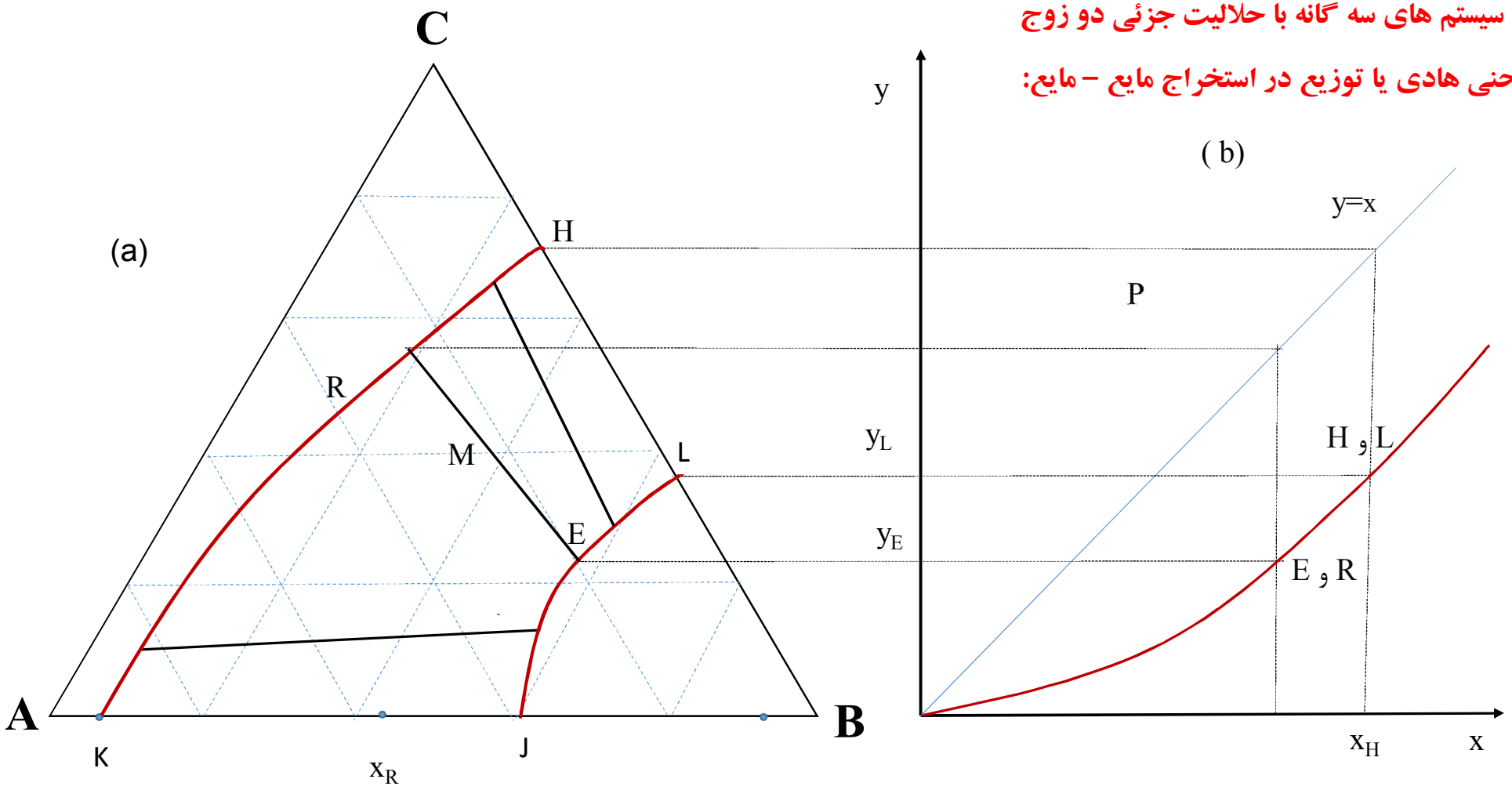
۲) سیستم های سه گانه با حلالیت جزئی دو زوج

از این نوع سیستم ها می توان سیستم های (کلروبنزن، آب، متیل اتیل کتون) را نام برد که در آنA وC به طور کامل در هم محلولند در حالیکه زوج هایA - B وB-C دارای حلالیتهای محدود هستند.

شکل(a) نشان دهنده یک ایزوترم است در دمای مشخص شده، نقاطK وJ نشان دهنده حلالیت دو تاییA وB و نقاط H و L برای حلالیتB وC هستند. منحنی (KRH) (غنی ازA) و منحنی JEL (غنی ازB) هستند. منحنی هایKRH و JEL منحنی حلالیت سه جزئی هستند و مخلوط های خارج از باند مشخص شده توسط این دو منحنی محلولهای یک فازی متجانسی را تشکیل می دهند مخلوطی مانندM داخل ناحیه ای نامتجانس دو فاز مایع در حال تعادلE وR را پدید می آورند که با خط رابط به هم متصل شده اند. شکل (b) منحنی توزیع (هادی) شکل(a) را نشان می دهند.

۲) سیستم های سه گانه با حلالیت جزئی دو زوج

منحنی هادی یا توزیع در استخراج مایع – مایع:



۳) سیستم های دو گاز مایع با حلالیت جزئی و یک جامد

وقتی که جامد با مایع تولید ترکیبی مانند هیدرات را نکند سیستم دارای مشخصات ایزوترم خواهد شد، شکل(a) نشان دهنده یک ایزوترم است. نمونه این سیستم ها را می توان سیستم (نفتالین، آنیلین و ایزواکتان) را نام برد .

جامد C در مایعA حل می شود تا محلول اشباع در نقطه K را ایجاد کند و همینطوردر مایع B تا سرانجام به نقطه اشباع L می رسد. A وB تنها تا مقادیر نشان داده شده درH و J در هم حل می شوند. مخلوط هایی که در مناطق AKDH و BLGJ قرار دارند. منحنی های KD و منحنی GL اثر افزایشA وB را روی حلالیت C نشان می رهد. در ناحیه HDJ دوفاز مایع تشکیل می شود. اگر Cرا به دو مایع نامحلول HوJ تامخلوطی مانندM بدست آید، فازهای مایع در حال تعادلE وR خواهند بود ، که توسط خط رابط به هم مرتبط شده اند. تمام مخلوط های موج.د در ناخیه شامل سه فاز هستند، جامد C و محلول های اشباع در G و D . عملیات استخراج مایع معمولا در ناحیه دو فازی مایع انجام می شود.

۳) سیستم های دو گاز مایع با حلالیت جزئی و یک جامد

منحنی هادی یا توزیع در استخراج