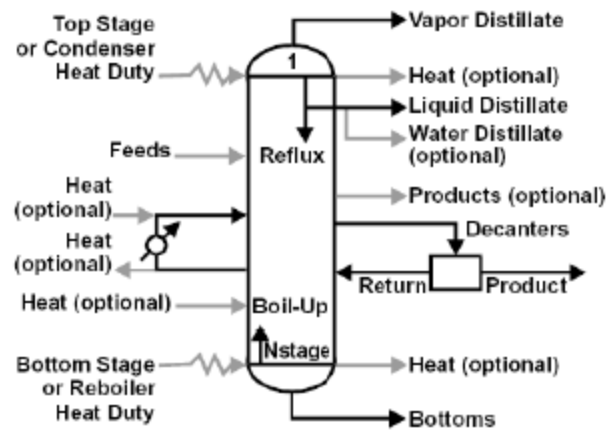


- RadFrac یک مدل دقیق برای شبیه سازی انواع جداکننده های چند مرحله ای بخار مایع است.



این مدل قادر است تا موارد زیر را شبیه سازی نماید:

- برج تقطیر
- برج جذب
- برج جذب ریویولر دار
- برج جریان سازی
- برج جریان ساز ریویولر دار
- برج تقطیر آزنوتروپی و استخراجی
- برج های تقطیر همراه با واکنش شیمیایی
- مدلسازی و sizing برج های تقطیر پر شونده با random packing یا Structure packing

RadFrac در شرایط زیر می تواند کار کند:

- سیستم های دو فازی
- سیستم های سه فازی
- سیستم های با اختلاف دمای جوش زیاد و کم بین مواد
- سیستم هایی با فاز مایع غیر ایده آل

در برج های RadFrac کندانسور و ریویولر به عنوان سینی در نظر گرفته می شوند. یعنی سینی یک کندانسور و سینی آخر ریویولر است.

#### نکته

در اتصالات برج های RadFrac دو نوع جریان جانبی وجود دارد.

**Side Stream**: به عنوان جریان جانبی خروجی در برج در نظر گرفته می شود و در موازنه جرمی برج تأثیر می گذارد.  
**Soedo Stream**: به عنوان جریان جانبی برج در نظر گرفته می شود ولی در موازنه جرمی برج تأثیر نمی گذارد. تنها برای فهمیدن مشخصات جریان های سینی مربوطه از قبیل دما، فشار و ترکیبات و... است.

در صورتی که در یک RadFrac، یک یا چند جریان جانبی وجود داشته باشد، باید در تنظیمات (Setup Configuration) آن مشخص شود.

در این صفحه در قسمت Setup Options برای شبیه سازی یک برج نیاز به وارد کردن اطلاعات زیر خواهیم داشت:

- تعداد سینی ها
- انتخاب نوع کندانسور
- انتخاب نوع ریپویلر
- نوع فازهای شرکت کننده در محاسبات تعادلی
- انتخاب نوع معادله همگرایی برج

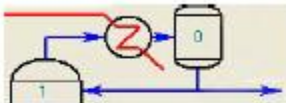
و در قسمت Operating Specification دو مشخصه از مشخصه های زیر را می بایست وارد کرد:

- دبی جریان بالای برج
- دبی جریان پایین برج
- نسبت شدت جریان برگشتی
- شدت جریان برگشتی
- گرمای کندانسور
- گرمای ریپویلر
- نرخ Boilup
- نسبت Boilup
- نسبت جریان محصول بالای برج به خوراک
- نسبت جریان محصول پایین برج به خوراک

#### انواع کندانسور ها

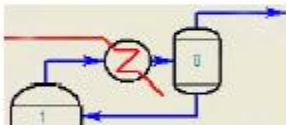
در حالت کلی سه نوع کندانسور در محیط شبیه سازی Aspen Plus موجود است که عبارتند از:

۱. کندانسور کامل



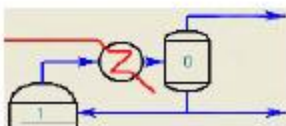
در این حالت کل جریان در داخل کندانسور به محصول مایع تبدیل می شود و لازم است تا یک مشخصه از مشخصه های حل برج در صفحه Setup Configuration در قسمت Operating Specification وارد کرد.

۲. کندانسور جزئی (شامل فقط جریان بخار)



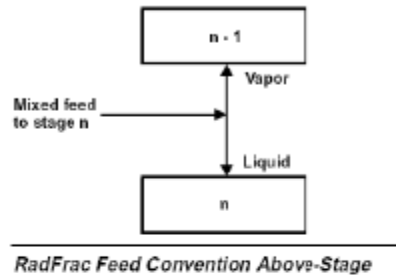
در این حالت لازم است تا یک مشخصه از مشخصه های حل برج در صفحه Setup Configuration در قسمت Operating Specification وارد کرد.

۳. کندانسور جزئی (شامل جریان بخار و مایع)

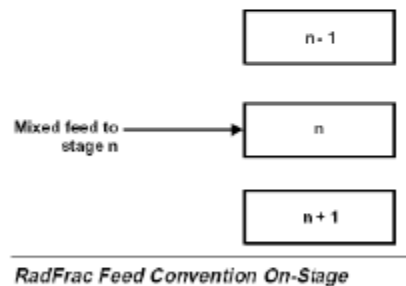


خوراک ورودی به برج به دو شکل زیر می تواند وارد برج شود:

#### ■ Above Stage



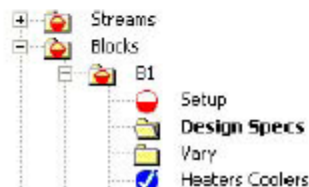
#### ■ On Stage



#### Design Spec

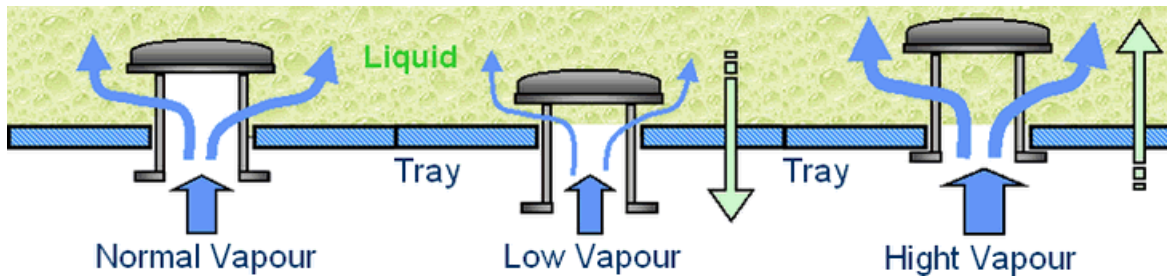
معادلات پیچیده برج های تقطیر نیاز به یکسری مشخصه ها برای حل شدن دارند که می بایست توسط کاربر وارد شوند. تعداد و نوع و محل وارد کردن این مشخصه ها بستگی به نوع برج ، نوع کندانسور و ریپویلر و تعداد جریان های جانبی محصول دارد. روش های حل برج با کمک این مشخصه ها شروع به حل برج می کنند و همگرایی یا عدم همگرایی حل برج های تقطیر تا حدود زیادی به مقدار این مشخصه ها بستگی دارد. زمانی که کاربر این مشخصه ها را در دسترس ندارد می تواند از حدس های هوشمندانه خود استفاده کرده و مقادیری برای این اطلاعات تعیین کنند. وارد کردن این دسته از مشخصه ها در قسمت Design Spec صورت می گیرد. از آنجائیکه وارد کردن یک مشخصه دلخواه ، یک معادله به حل برج اضافه می کند برای آنکه درجه آزادی صفر شود یک متغیر باید در قسمت Vary تعریف گردد. این متغیر معمولاً از بین Operating Specification ها انتخاب می گردد.

جهت ورود اطلاعات مربوط به این بخش می بایست از Data Browser ، پوشه Block و سپس برج را باز کرده و سپس پوشه های Design Spec و Vary را جهت ورود اطلاعات باز کرد:

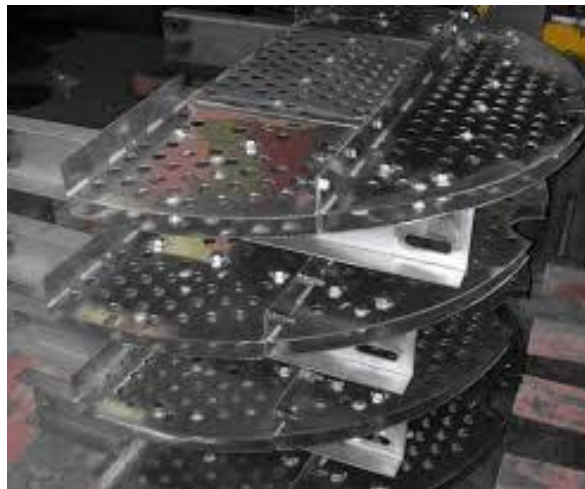




**Valve Tray**



**Valve Tray**



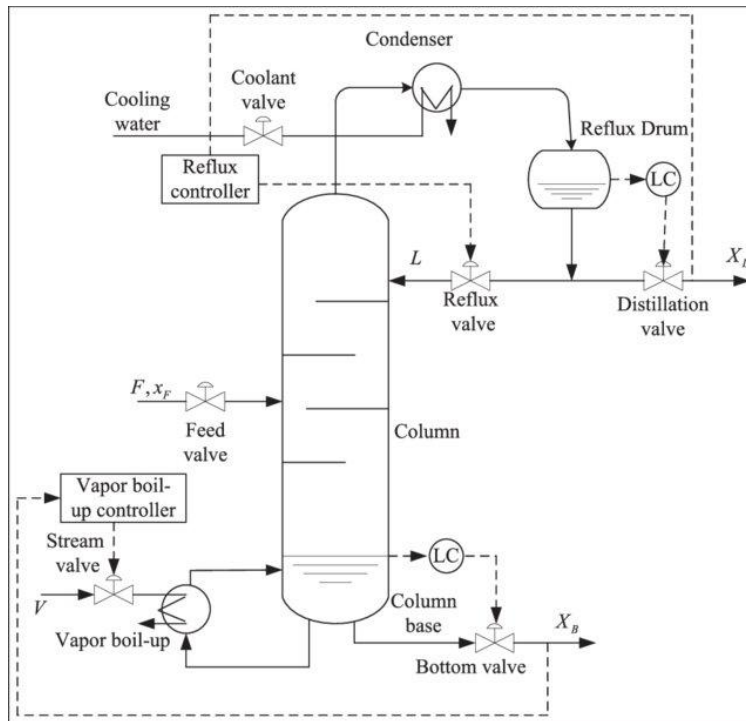
**Sieve Tray**



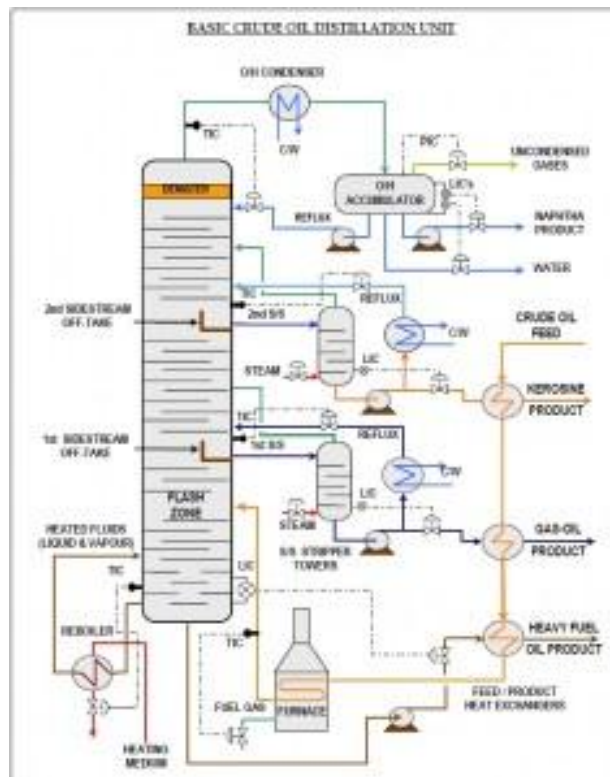
**Inside of distillation column**



**Distillation columns**

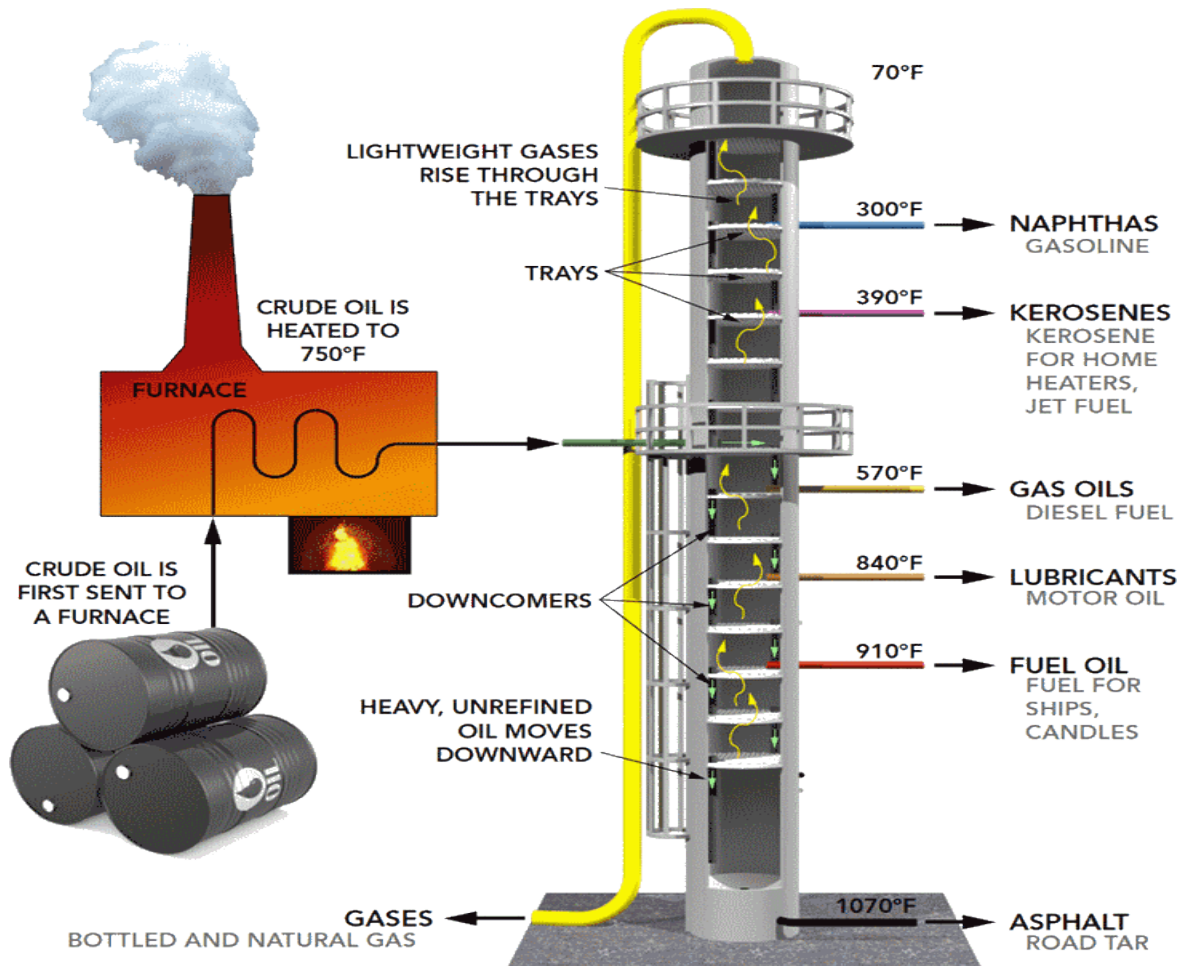


## Binary distillation and control

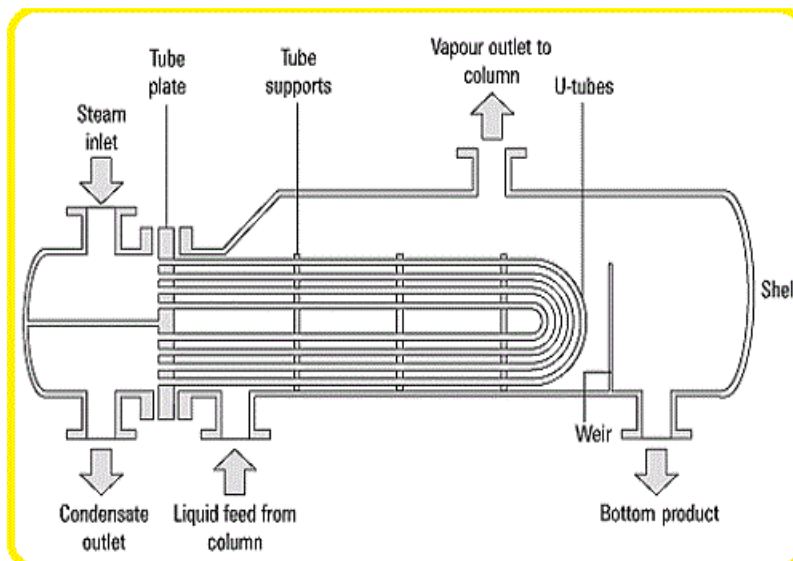


## Distillation of crude oil





## Distillation of crude oil



## Kettle boiler

مثال: جریان خوراکی شامل نرمال پنتان، نرمال هگزان، نرمال اکتان، نرمال هپتان و نرمال نونان است. این جریان وارد یک برج تقطیر RadFrac می شود. نرمال پنتان و نرمال هگزان از بالای برج و نرمال اکتان و نرمال نونان از پایین برج گرفته می شوند. برج شامل دو جریان جانبی است. مشخصات برج و خوراک در زیر مشاهده می شود. مطلوبست شبیه سازی این برج تقطیر:

مشخصات برج و خوراک ورودی:

خوراک	
دما (F)	۱۲۰
فشار (Psi)	۲۵
دبی مولی اجزا	(lbmol/hr)
نرمال پنتان	۲۲۰
نرمال هگزان	۱۱۰
نرمال هپتان	۱۶۰
نرمال اکتان	۵۰
نرمال نونان	۴۰۰

تعداد سینی های تعادلی (شامل کندانسور و ریویلر): ۲۵  
 نوع کندانسور: Total  
 نوع ریویلر: Kettle  
 دبی مولی محصول بالای برج به دبی مولی خوراکی =  $0/3$   
 نسبت ریفلکس مولی =  $5/5$   
 سینی ورودی خوراک = ۱۱  
 فشار کندانسور: ۲۰ Psi  
 افت فشار کل برج = ۵ Psi

این برج شامل دو جریان جانبی مایع از سینی ۶ و ۱۶ است. دبی این دو جریان یکسان و برابر  $1/896 \text{ lbmol/hr}$  است.

در صفحه Setup/Specification نوع اجرا را Flowsheet قرار دهید.

شکل ۲۱



Stream Results	Material	HEM	Unit Conv	Unit Conv	Unit Conv	Unit Conv
Streams	Display	Stream	Format	FULL	Stream Table	
Blocks						
BI						
Results Summary						
Profiles						
Stream Results						
Results Summary						

	FEED	DIS	PCT	S1	S2
Substream MIXED					
Mole Flow lbmol/hr					
N-PEN-01	220.0000	173.9951	42.76201	1.891176	1.950881
N-HEX-01	110.0000	4.86213E-3	109.7817	4.77903E-3	.2086601
N-HEP-01	160.0000	3.95015E-7	159.7760	4.49505E-5	.2239297
N-OCT-01	50.00000	3.5596E-12	49.93650	1.21276E-7	.0634953
N-NON-01	40.00000	1.0600E-15	39.95089	1.15604E-9	.0490140
Total Flow lbmol/hr	580.0000	174.0000	402.2080	1.896000	1.896000
Total Flow lb/hr	52227.05	12554.22	39384.54	136.8652	151.4281
Total Flow cu ft/hr	1305.747	335.4910	1038.197	3.679010	4.012840
Temperature F	120.0000	116.1154	214.6187	119.2071	141.4371
Pressure psi	25.00000	20.00000	25.00000	21.04167	23.12500

### شکل ۳۲

کاربران Aspen Plus در شبیه‌سازی گاهی قصد دارند مشخصه‌های دلخواه خود را برای حل برج وارد کنند. مثلاً خلوص یک ترکیب در جریان بالای برج مقدار خاصی باشد. وارد کردن این دسته مشخصه‌ها در قسمت Design Spec صورت می‌گیرد. از آنجایی که وارد کردن یک مشخصه دلخواه یک معادله به حل برج اضافه می‌کند برای آن که درجه آزادی صفر بماند باید یک متغیر در قسمت Vary تعریف کرد. این متغیر از بین Operating Specification ها معمولاً انتخاب می‌شود. مثال زیر توضیحات بالا را روشن می‌کند.

**مثال:** خوراکی شامل اتان، پروپان، نرمال بوتان، نرمال پنتان و نرمال هگزان وارد یک برج تقطیر می‌شود. در این برج عمده اتان و پروپان از ترکیبات سنگین جدا شده و از کندانسور بالای برج به صورت بخار خارج می‌شود. در این برج میزان Reflux Ratio باید آن قدری تغییر کند که دبی مولی پروپان در بالای برج ۱۹۱ lbmol/hr شود. شماره گذاری سینی‌ها از بالا به پایین است. عدد ۱ مربوط به کندانسور و عدد ۱۴ مربوط به ریبویلر است، مطلوبست شبیه‌سازی این برج:

مشخصات برج	خوراک	
تعداد سینی‌های تعادلی شامل کندانسور و ریویلر : ۱۴	۲۲۵	دما (F)
سینی خوراک ورودی : ۷	۲۵۰	فشار (Psia)
نوع کندانسور : Partial - Vapor	(lbmol/hr)	دبی مولی اجزا
نوع ریویلر : Kettle	۳۰	اتان
مشخصه‌های لازم :	۲۰۰	پروپان
Reflux Ratio = ۶/۰۶ (حدس اولیه)	۳۷۰	نرمال بوتان
۰/۲۲۶ = نسبت دبی مولی جریان محصول بالای برج به خوراک	۳۵۰	نرمال پنتان
مشخصه‌های دلخواه :	۵۰	نرمال هگزان

۱۹۱ lbmol/hr = دبی مولی پروپان در محصول بالای برج

- در صفحه Setup/Specification، نوع اجرا را Flowsheet قرار دهید.

**Specifications**

- Setup
  - Specifications
  - Simulation Options
  - Stream Class
  - Substreams
  - Units Sets
  - Report Options
- Components
- Properties
  - Streams
  - Blocks
- Reactions
- Convergence
- Flowsheeting Options
- Model Analysis Tools
- Results Summary

**Global | Description | Accounting | Diagnostics**

Title: \_\_\_\_\_

**Units of measurement**

Input data: ENG

Output results: ENG

**Global settings**

Run type: Flowsheet

Input mode: Steady-State

Stream class: CONVEN

Flow basis: Mole

Ambient pressure: 14.69595 psi

Ambient temp: 50 F

Valid phases: \_\_\_\_\_

☐ Use free water calculations

شکل ۳۳

در مثال بعد قصد داریم توانایی RadFrac در همگرایی برج های شامل جریانات سه فاز را بررسی کنیم.

مثال: جریان خوراکی شامل ونیل استات، اسید استیک و آب است. این جریان به داخل یک برج RadFrac فرستاده می شود. محصول پایین برج عمدتاً شامل اسید استیک است. محصول خروجی از کندانسور بالای برج به داخل یک دکاتور می رود که در آن به دو فاز مایع سبک و سنگین جدا می شود. کسر برگشتی مایع سنگین به داخل برج ۰/۷ است. فاز مایع سنگین عمدتاً شامل ونیل استات است. مشخصات خوراک و سایر مشخصات برج موجود است. مطلوب است شبیه سازی این برج

مشخصات برج:

خوراک		
تعداد سینی های برج شامل کندانسور و ریویلر = ۶۰	۳۳۰	(F) دما
نوع کندانسور = Total	۹۰	(Psi) فشار
نوع ریویلر = Kettle	(lbmol/hr)	دبی مولی اجزا
سینی ورودی خوراک = ۱۶	۴۵۵	ونیل استات
فشار کندانسور بالای برج = ۶۵ Psi	۲۶۸۳	استیک اسید
افت فشار کل برج = ۱۰ Psi	۵۰۷	آب

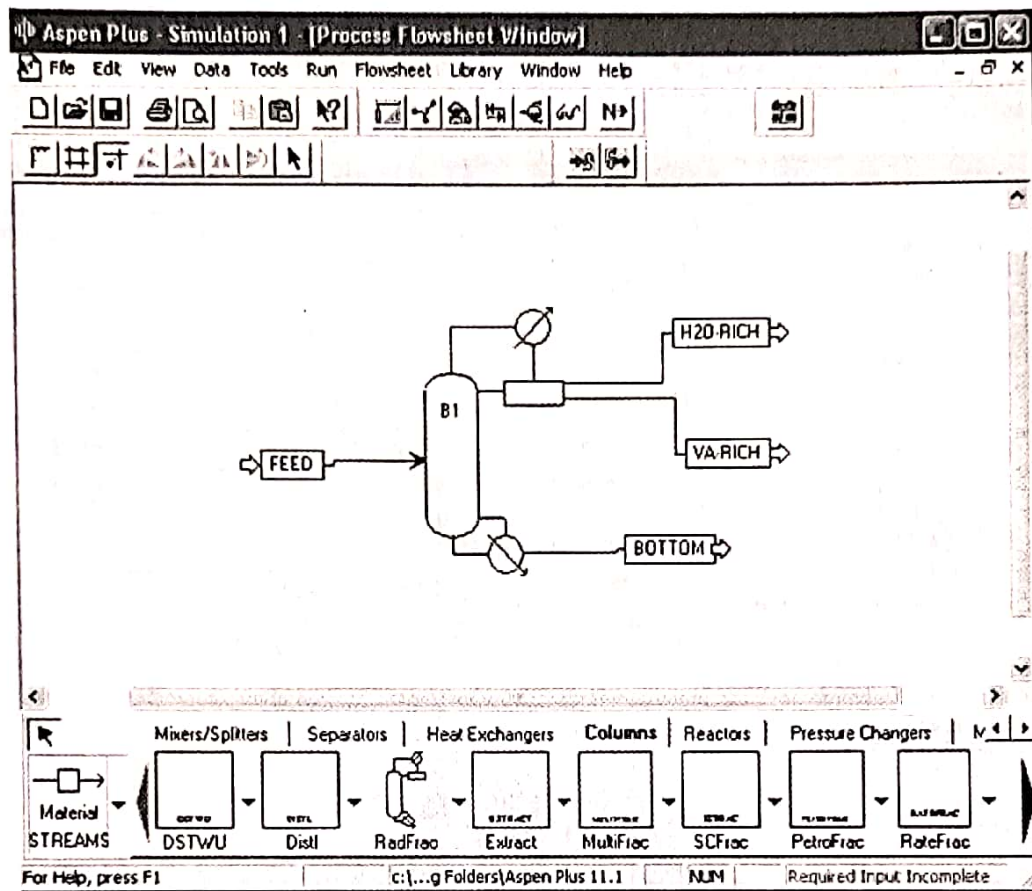
معادله حالت = NRTL-RK

مشخصه های لازم: ۴ = Reflux Ratio

۲۶۸۳ lbmol/hr = دبی مولی جریان محصول پایین برج

انتخاب مواد و معادله حالت را مشابه مثال های ۱ و ۲ انجام دهید.

- در فلوشیت مدل برج RadFrac با کندانسور شامل دکاتور را انتخاب کنید و جریان ها را وصل کنید.



شکل ۴۹

مشخصات جریان خوراک را وارد کنید.

FEED

ENG

Input

Specifications | Flash Options | PSD | Component Atri

Substream name: **MIXED**

State variables

Temperature: 330 F

Pressure: 90 psi

Total flow: Mole lbmol/hr

Solvent:

Composition

Component	Value
VINYL-01	455
ACETI-01	2683
WATER	50%

شکل ۵۰