

بسمه تعالی



راهنمای استفاده از نرم افزار سیستم خبره تولید کف

هدف از اجرای این پروژه طراحی یک سیستم خبره جهت بررسی مشکل کف‌زایی در واحدهای شیرین‌سازی گاز با آمین و ارائه راهکارهای عملی به منظور حل این مشکل می‌باشد.

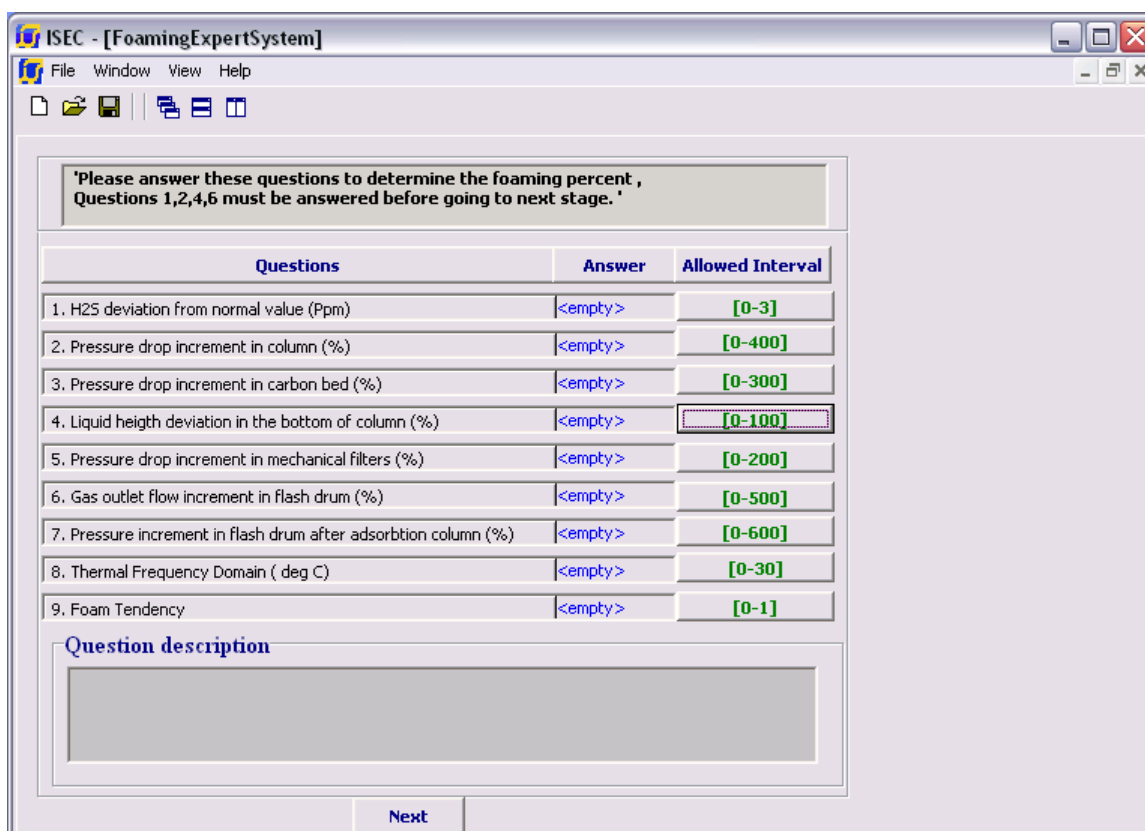
به این منظور سیستمی جهت تشخیص بروز این مشکل در مرحله اول و پیشنهاد راهکار مناسب در قسمت دوم ارائه گردیده است. این سیستم از دو بخش تشکیل شده است که قسمت اول آن از یک پایگاه داده<sup>۱</sup> بر مبنای منطق فازی تهیه شده است. در این قسمت با توجه به ورودی‌های مناسب که توسط کاربر مشخص می‌شود، معیاری مبنی بر اینکه واحد مورد مطالعه تا چه میزان با مشکل مواجه می‌باشد، ارائه می‌گردد که بر مبنای آن می‌توان راهکار مناسب را ارائه کرد. پایگاه داده این قسمت، مجموعه‌ای از دستورات تهیه شده است که به کمک اطلاعات آزمایشگاهی، تئوریک و تجربی بدست آمده است. در نتیجه سعی شده تا حد ممکن هم موارد علمی و هم موارد و مسائل تجربی در نظر گرفته شود. در واقع مهمترین مزیت سیستم‌ها خبره نیز در همین مورد می‌باشد که می‌تواند جمع‌بندی مناسبی از تجربیات چند ساله متخصصین واحدها در کنار واقعیت‌های علمی باشد تا در لحظه نیاز بهترین تصمیم بدون حضور تمام متخصصین اتخاذ شود.

---

<sup>1</sup> Data Base

قسمت دوم این برنامه نیز به کمک تجربیات اندوخته شده توسط متخصصین واحدهای صنعتی گوناگون که با این مشکل مواجه شده‌اند، تهیه شده است که در آن بر اساس وضعیت واحد و تا حدودی پیشینه واحد، تصمیم مناسب جهت رفع، پیشگیری و یا کاهش احتمال وقوع مشکل، عکس‌العمل مناسب انجام گیرد.

نمای کلی نرم افزار سیستم خبره برای مشکل تولید کف در واحد آمین در شکل (۱) نشان داده شده است :



Questions	Answer	Allowed Interval
1. H2S deviation from normal value (Ppm)	<empty>	[0-3]
2. Pressure drop increment in column (%)	<empty>	[0-400]
3. Pressure drop increment in carbon bed (%)	<empty>	[0-300]
4. Liquid heigth deviation in the bottom of column (%)	<empty>	[0-100]
5. Pressure drop increment in mechanical filters (%)	<empty>	[0-200]
6. Gas outlet flow increment in flash drum (%)	<empty>	[0-500]
7. Pressure increment in flash drum after adsorbtion column (%)	<empty>	[0-600]
8. Thermal Frequency Domain ( deg C)	<empty>	[0-30]
9. Foam Tendency	<empty>	[0-1]

Question description

Next

شکل (۱) نمای کلی نرم افزار سیستم خبره برای مشکل تولید کف<sup>۱</sup>

مرحله اول در این نرم افزار پاسخ به سوالاتی جهت تعیین

درصد امکان تشکیل کف<sup>۲</sup> در سیستم است. در شکل (۲) این سوالات دیده می شوند. محدوده

مجاز پاسخ گویی به سوالات در سمت راست هر ردیف نشان داده شده است.

'Please answer these questions to determine the foaming percent , Questions 1,2,4,6 must be answered before going to next stage.'		
Questions	Answer	Allowed Interval
1. H2S deviation from normal value (Ppm)	<empty>	[0-3]
2. Pressure drop increment in column (%)	<empty>	[0-400]
3. Pressure drop increment in carbon bed (%)	<empty>	[0-300]
4. Liquid heighth deviation in the bottom of column (%)	<empty>	[0-100]
5. Pressure drop increment in mechanical filters (%)	<empty>	[0-200]
6. Gas outlet flow increment in flash drum (%)	<empty>	[0-500]
7. Pressure increment in flash drum after adsorbtion column (%)	<empty>	[0-600]
8. Thermal Frequency Domain ( deg C)	<empty>	[0-30]
9. Foam Tendency	<empty>	[0-1]

شکل (۲) سوالات مطرح شده جهت تعیین درصد فومینگ

<sup>1</sup> Foaming

<sup>2</sup> FoamingPercent

در صورت وارد نمودن عددی خارج محدوده مجاز پیغامی مبنی بر خارج از محدوده بودن عدد وارد شده به کاربر داده می شود که در شکل (۳) این پیغام دیده می شود.

Questions	Answer	Allowed Interval
1. H2S deviation from normal value (Ppm)	4	[0-3]
2. Pressure drop increment in column (%)	<empty>	[0-400]
3. Pressure drop increment in carbon bed (%)	<empty>	[0-300]
4. Liquid height deviation in the		
5. Pressure drop increment in m		
6. Gas outlet flow increment in f		
7. Pressure increment in flash dr		
8. Thermal Frequency Domain (		
9. Foam Tendency		

**Error**

Value is out of Range

Ok

شکل (۳) پیغام خطای خارج از محدوده مجاز

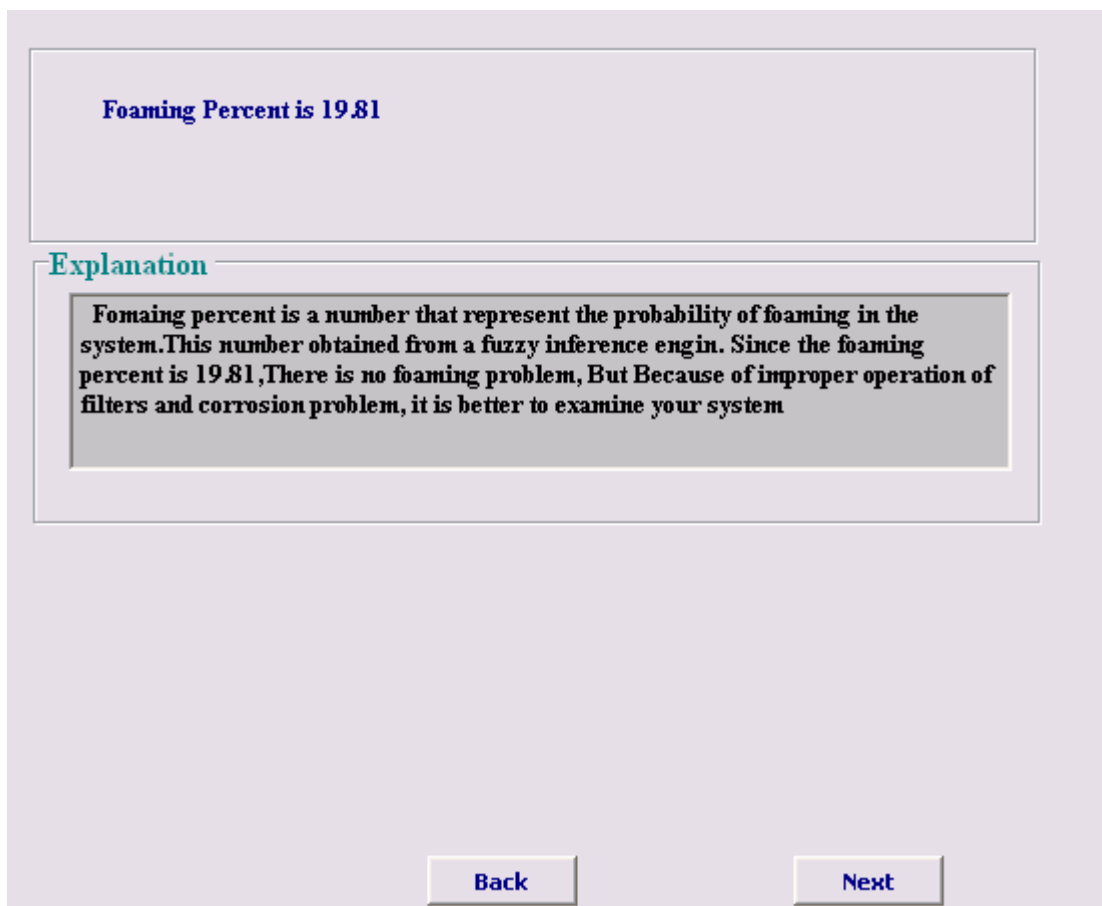
همچنین با انتخاب هر سوال توضیحی در مورد سوال مربوطه و ارتباط آن با پدیده تولید کف، در کادر خالی پایین صفحه داده می شود. در توضیح ارائه شده در این قسمت، چگونگی موثر بودن پاسخ در وقوع یا عدم وقوع پدیده مورد نظر توضیح داده می شود. شکل (۴) توضیح سوال ۸ را نشان می دهد.

### Question description

8- temprature tolerance in the system is the consequence of two problem. The first reason is nonhomogenous heat capacity of liquid and gas solution. The second reason is that the amount of duty to boiler or condenser doesn't change so fast.

شکل (۴) توضیح سوال ۸

با کلیک کردن دکمه Next در پایین صفحه در صورتیکه هر ۴ سوال ۱-۲-۴-۶- پاسخ داده شده باشد، کاربر می تواند وارد مرحله بعدی شود. در این مرحله مقدار درصد امکان تشکیل کف به کاربر نشان داده می شود.



**Foaming Percent is 19.81**

**Explanation**

**Foaming percent is a number that represent the probability of foaming in the system. This number obtained from a fuzzy inference engine. Since the foaming percent is 19.81, There is no foaming problem, But Because of improper operation of filters and corrosion problem, it is better to examine your system**

**Back** **Next**

شکل (۵) مفهوم درصد تشکیل کف

همانطور که در شکل (۵) دیده می شود در پایین صفحه در کادر پایینی توضیحی در مورد نحوه بدست آوردن این عدد و مفهوم آن با توجه به مقدار آن نشان داده شده است. در واقع در صورتیکه این عدد بین ۵-۱۲ درصد باشد، مشکل فومینگ وجود ندارد. در صورتیکه بین ۱۲-۲۳ باشد، همچنان مشکل فومینگ نداریم ولی به کاربر توصیه می شود که به بررسی سیستم خود بپردازد. در حالتیکه این عدد بین ۲۳-۵۲ مشکل فومینگ نداریم ولی سیستم

مستعد فومینگ است. و در حالتیکه بین ۵۲-۱۰۰ باشد مشکل فومینگ بصورت جدی داریم. البته باید در این مورد به چند نکته که ممکن است در زمان کار با نرم افزار مواجه شویم توجه شود. اولاً درصد ارائه شده در این قسمت اهمیت زیادی ندارد و آنچه که باید به آن توجه داشت، محدوده مورد نظر است. چراکه درصد وقوع مشکل با شرایط سیستم رابطه خطی ندارد. نکته دوم در مقایسه میزان درصد ارائه شده با اعداد می باشد. ممکن است که کاربر عددی را وارد نکند و یا در یک حالت خاص با افزایش مقدار ورودی که به معنای حادثر شدن شرایط سیستم در نگاه اول است، درصد وقوع مشکل کاهش یابد. این نکته موردی است که توسط طراح به صورت عمد در نظر گرفته شده است و برای مقادیر پایین سیستم محافظه کارانه تر عمل می کند تا با تغییر کاربر و تغییر نگرش وی، نتایج تفاوت عمده-ای نداشته باشد و از کارکرد مطمئن خارج نشود.

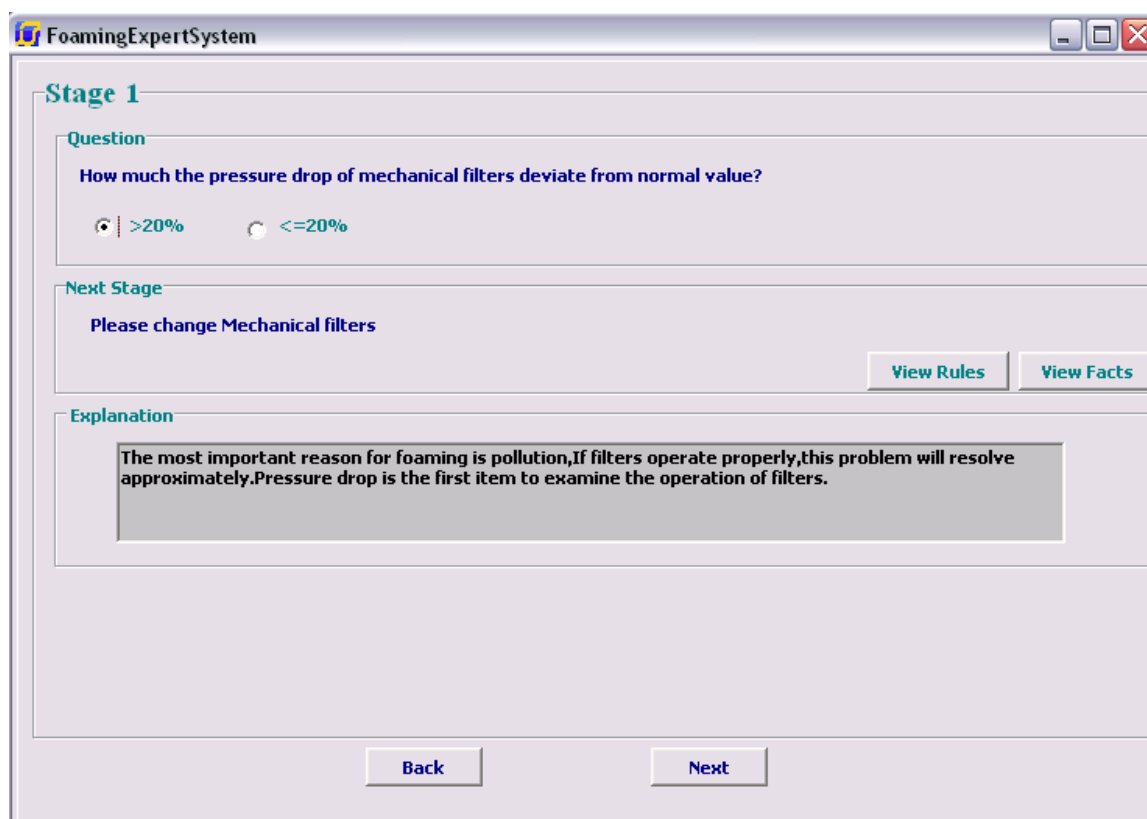
در هر یک از ۳ مورد آخر به منظور رفع مشکل تولید کف، سوالاتی در رابطه با فرآینداز کاربر پرسیده می شود در بعضی موارد هم توصیه هایی در قالب Comment به کاربر داده می شود. در هر مرحله امکان این وجود دارد که کاربر بتواند تمامی قوانین (Rule) و واقعیت ها (Fact) که تا آن مرحله اتفاق افتاده است را با کلیک کردن دکمه های All Facts, All Rules ببیند.



## دسته بندی محدوده ها

همانطور که گفته شد با توجه به محدوده ها سری سوالات متفاوتی از کاربر پرسیده می شود که دسته بندی آن به این صورت می باشد :

۱. حالت  $12 < \text{Foaming percent} < 23$



شکل (۶) دسته بندی اول سوال مرحله اول

همانطور که در شکل (۶) دیده می شود، در اولین مرحله از کاربر خواسته می شود که افت فشار فیلترهای مکانیکی را چک کند. اگر این عدد بزرگتر از ۲۰ درصد بود به کاربر توصیه

می شود که فیلترها را عوض کند و وارد مرحله بعدی شود. اما در صورتیکه کمتر از

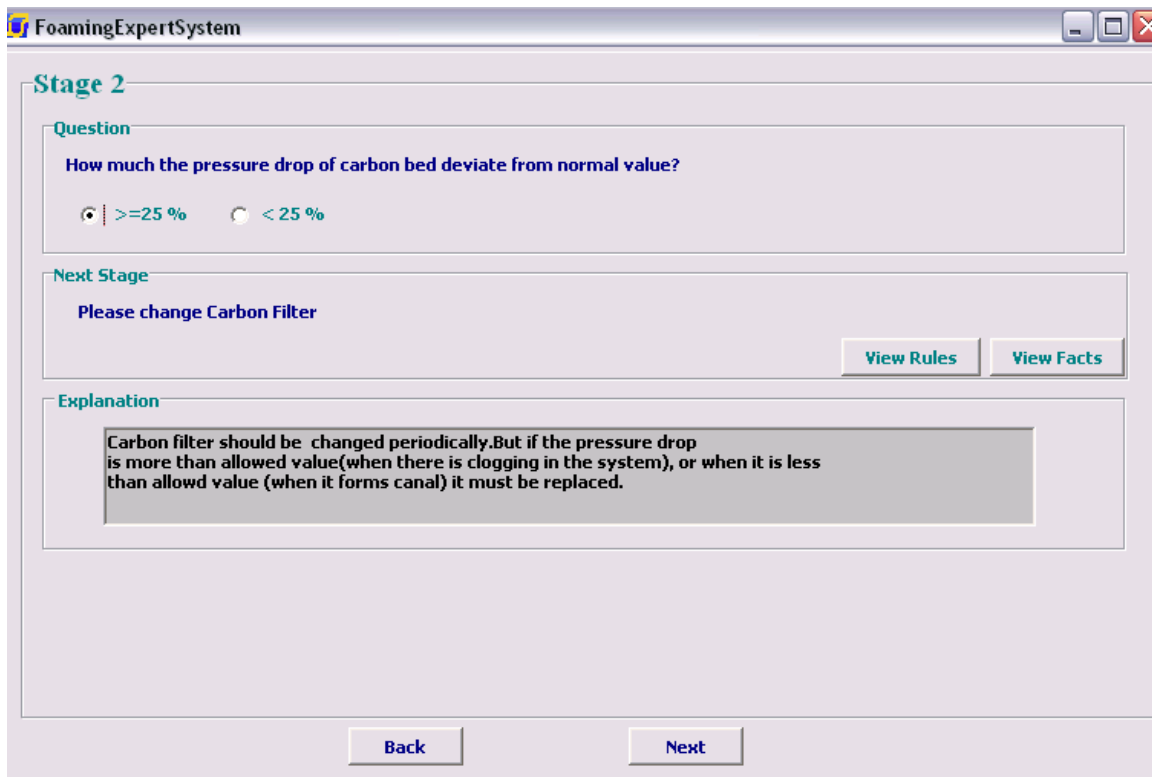
۲۰ درصد باشد توصیه می شود که آزمایش Foam tendency انجام گیرد.

سوال مرحله بعدی با توجه به پاسخ کاربر به سوال اول تغییر می کند و مسیر سوالات

متفاوت خواهد بود.

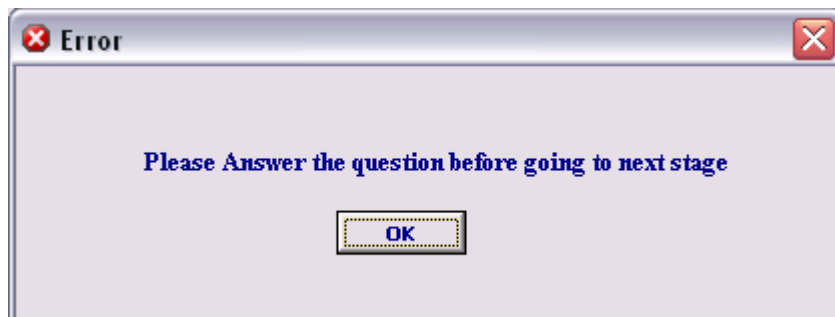
در صورتیکه کاربر گزینه  $<20\%$  را انتخاب کرده باشد سوال مرحله بعدی میزان تفاوت افت

فشار بستر کربنی از میزان استاندارد خود می باشد. این مرحله در شکل (۷) دیده می شود.



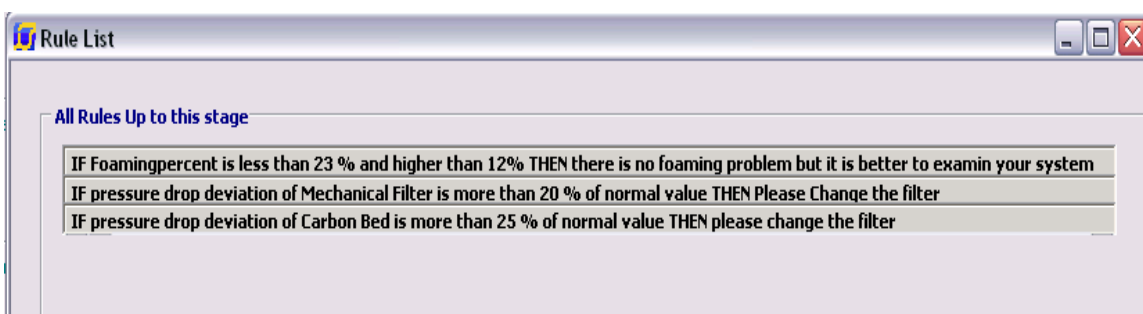
شکل (۷) دسته بندی اول سوال مرحله دوم

لازم به ذکر است که در صفحاتی که سوالات مطرح می شوند، در صورتیکه کاربر هیچ پاسخی را انتخاب نکرده باشد اجازه رفتن به مرحله بعدی را ندارد و یک پیغام خطا مانند شکل (۸) به کاربر داده می شود. :

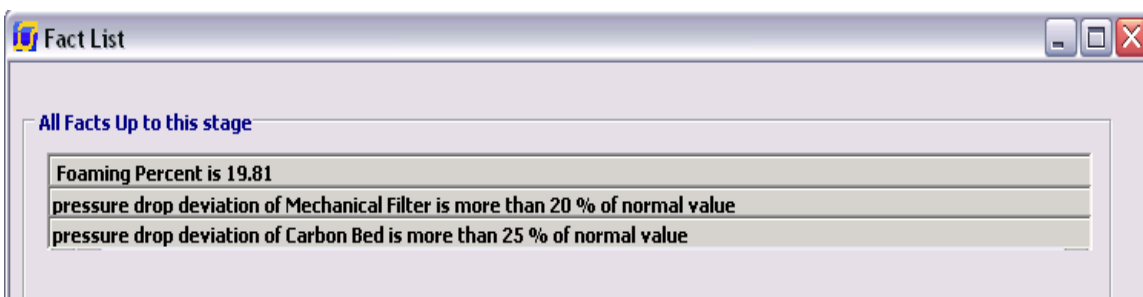


شکل (۸) پیغام خطای عدم پاسخ به سوال هر مرحله

همانطور که گفته شد در هر مرحله کاربر می تواند تمامی Rule ها و Fact ها را ببیند. برای مثال در این مرحله جدول Rule ها و Fact ها در شکل (۹) و (۱۰) دیده می شوند:

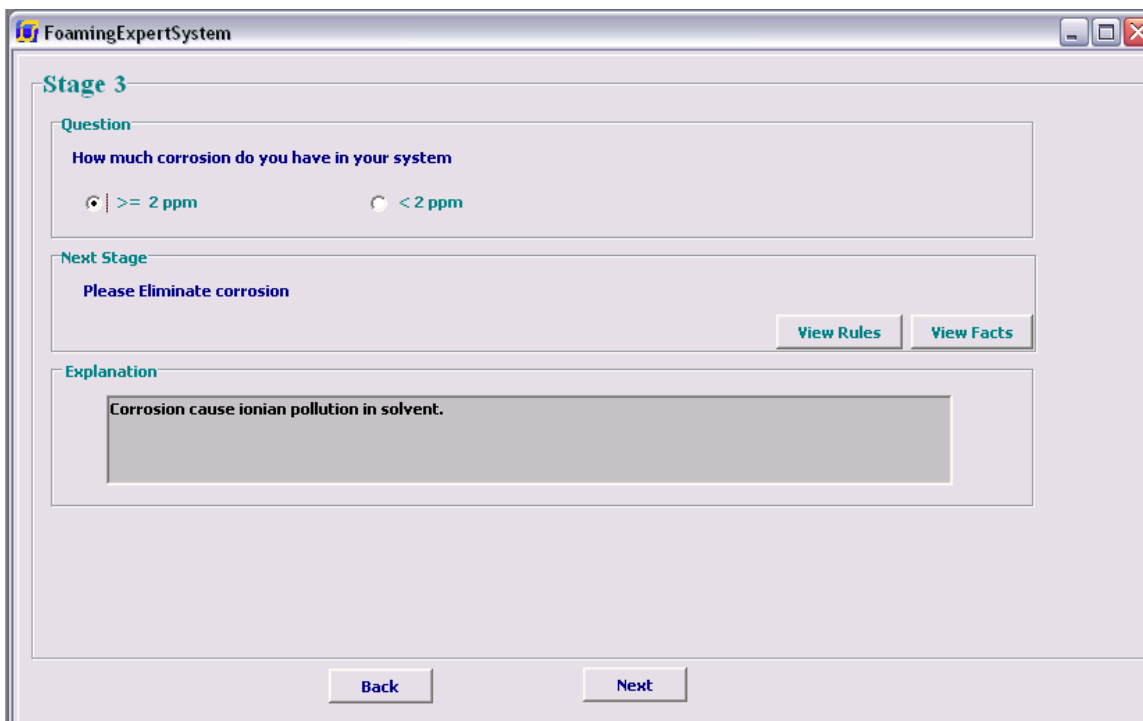


شکل (۹) جدول Rule ها تا مرحله دوم سری اول سوالات



شکل (۱۰) جدول (Fact)ها تا مرحله دوم سری اول سوالات

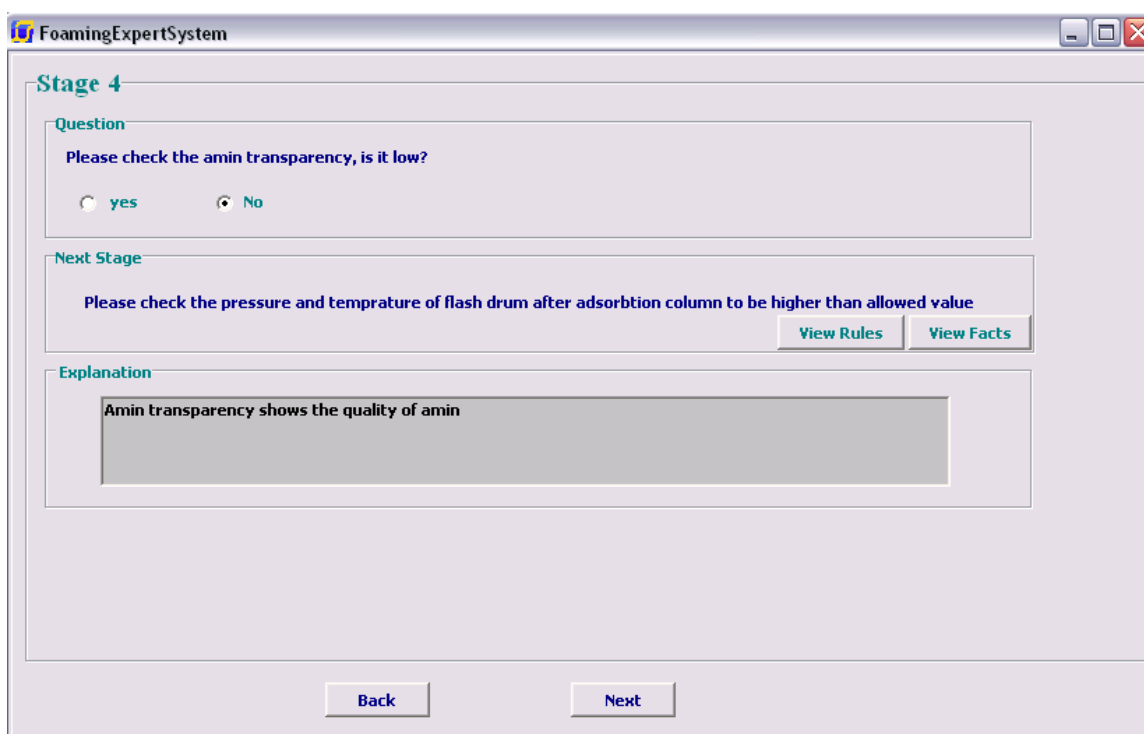
با توجه به پاسخ این مرحله، سوال مرحله بعدی در این مورد است که میزان خوردگی در سیستم چقدر است ؟



شکل (۱۱) دسته بندی اول سوال مرحله سوم

در صورت بیشتر بودن میزان خوردگی از 2PPm توصیه می شود که کاربر ابتدا جهت رفع مشکل خوردگی اقدام نماید و سپس وارد مرحله بعدی شود. اما در غیر اینصورت، توصیه می شود که به مرحله بعدی برود. این صفحه در شکل (۱۱) نشان داده شده است.

در مرحله بعدی از کاربر خواسته می شود که در مورد شفافیت آمین تحقیق کند. پاسخ گویی به این سوال کاربر را به مراحل بعدی که توصیه می باشند راهنمایی می کند. در شکل (۱۲) این صفحه نشان داده شده است.



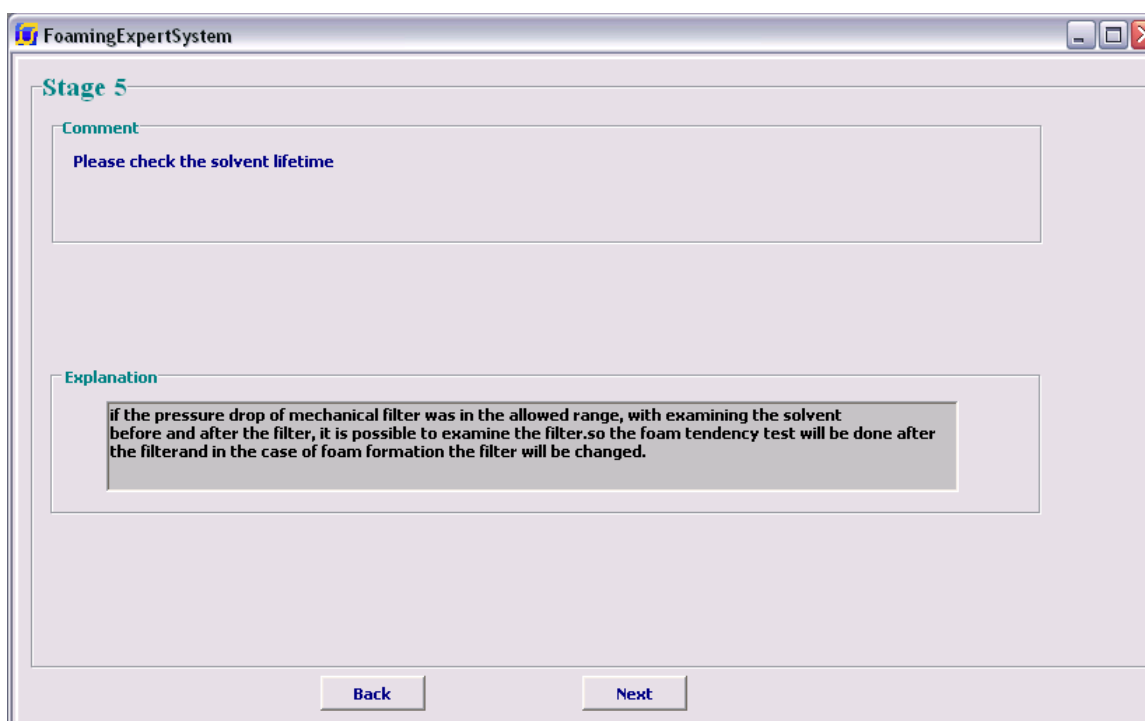
The screenshot shows a software window titled "FoamingExpertSystem". The main content area is titled "Stage 4" and contains the following elements:

- Question:** "Please check the amin transparency, is it low?" with radio buttons for "yes" and "No".
- Next Stage:** "Please check the pressure and temprature of flash drum after adsorbtion column to be higher than allowed value". Below this text are two buttons: "View Rules" and "View Facts".
- Explanation:** "Amin transparency shows the quality of amin".

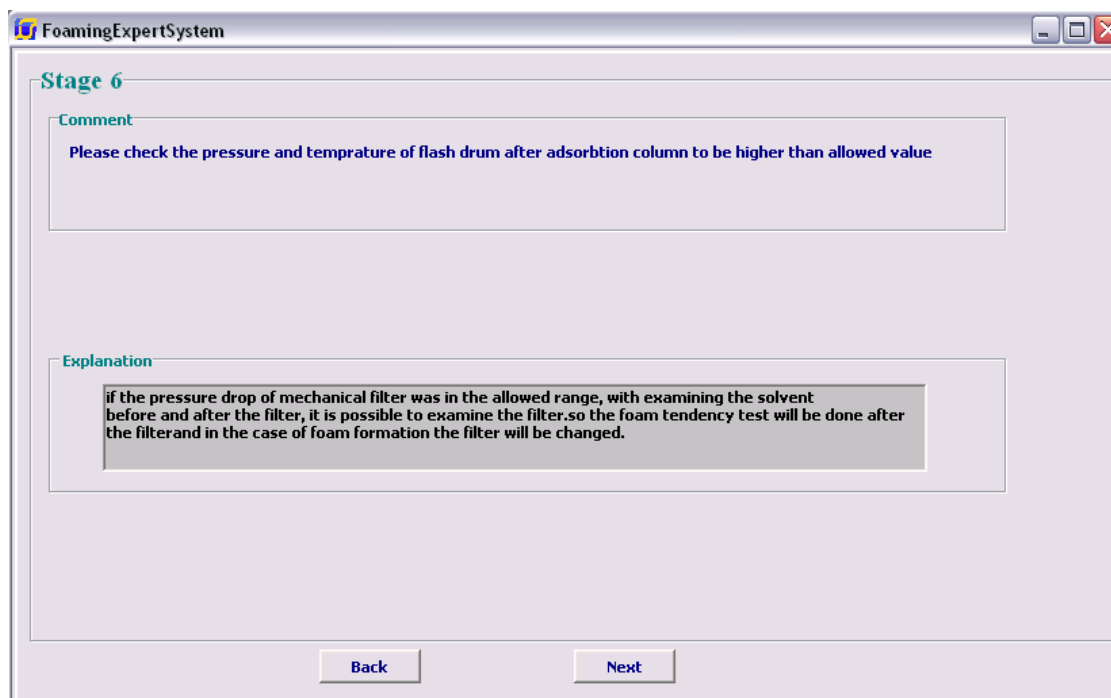
At the bottom of the window, there are two buttons: "Back" and "Next".

شکل (۱۲) دسته بندی اول سوال مرحله چهارم

مراحل بعدی به صورت Comment ارائه می شوند. و هدف از آنها دادن توصیه هایی به کاربر برای بررسی تمامی عوامل فومینگ است. شکل های (۱۳) و (۱۴) این صفحات را نشان می دهد.

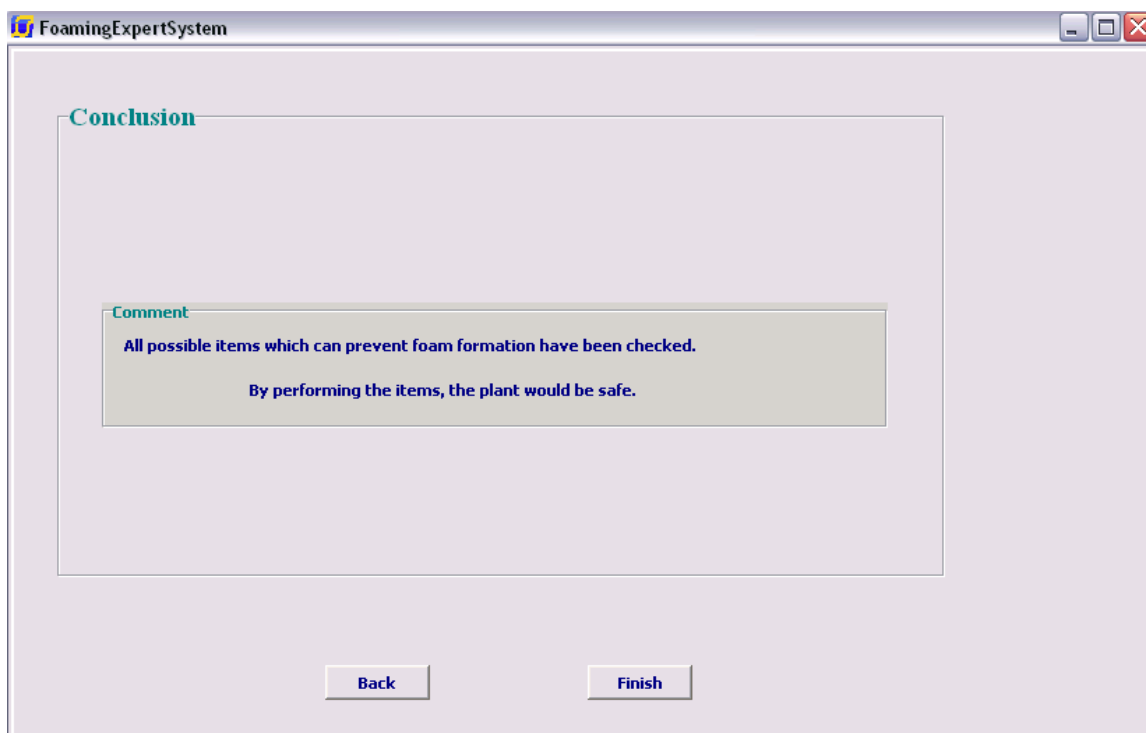


شکل (۱۳) دسته بندی اول مرحله پنجم



شکل (۱۴) دسته بندی اول مرحله ششم

در پایان مراحل، صفحه نتیجه گیری قرار دارد که بررسی شدن تمام موارد قابل بررسی را نشان می دهد.

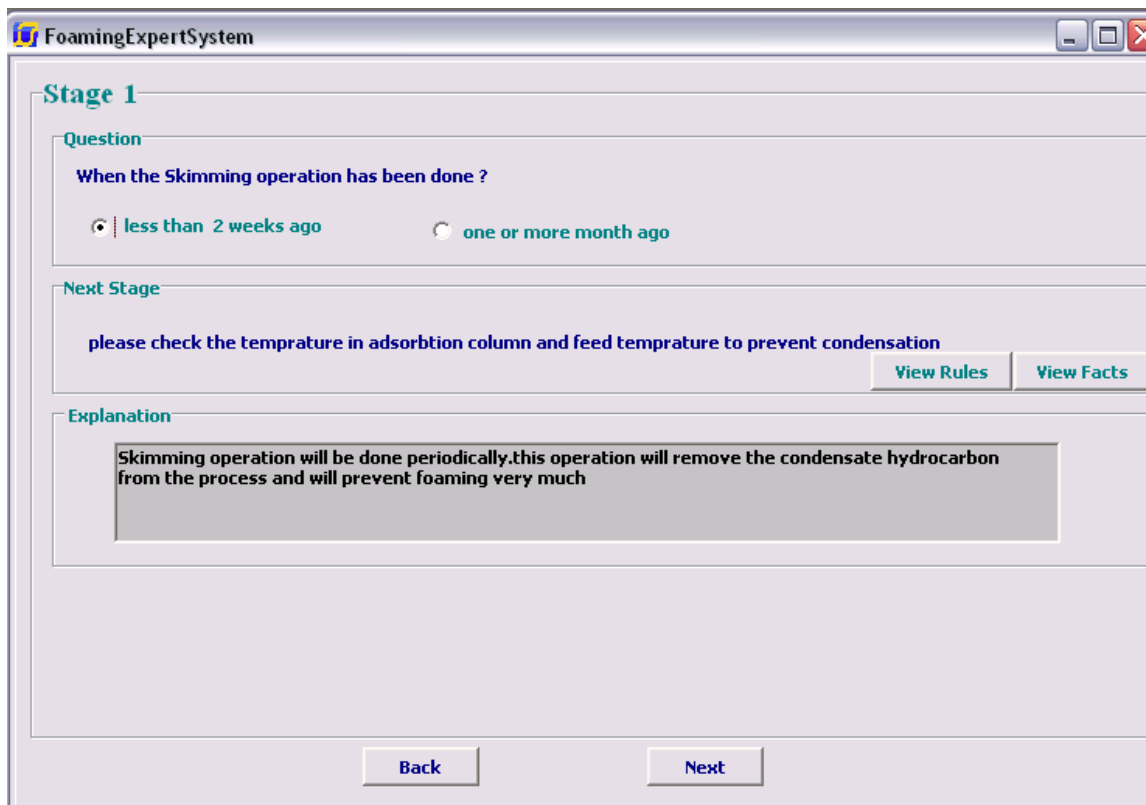


شکل (۱۵) دسته بندی اول صفحه نتیجه گیری



۲. حالت  $23 < \text{FoamingPercent} < 52$ 

در این حالت سری سوالات با سوال شکل (۱۶) شروع می شود:



**Stage 1**

**Question**

When the Skimming operation has been done ?

less than 2 weeks ago       one or more month ago

**Next Stage**

please check the temprature in adsorbtion column and feed temprature to prevent condensation

[View Rules](#)      [View Facts](#)

**Explanation**

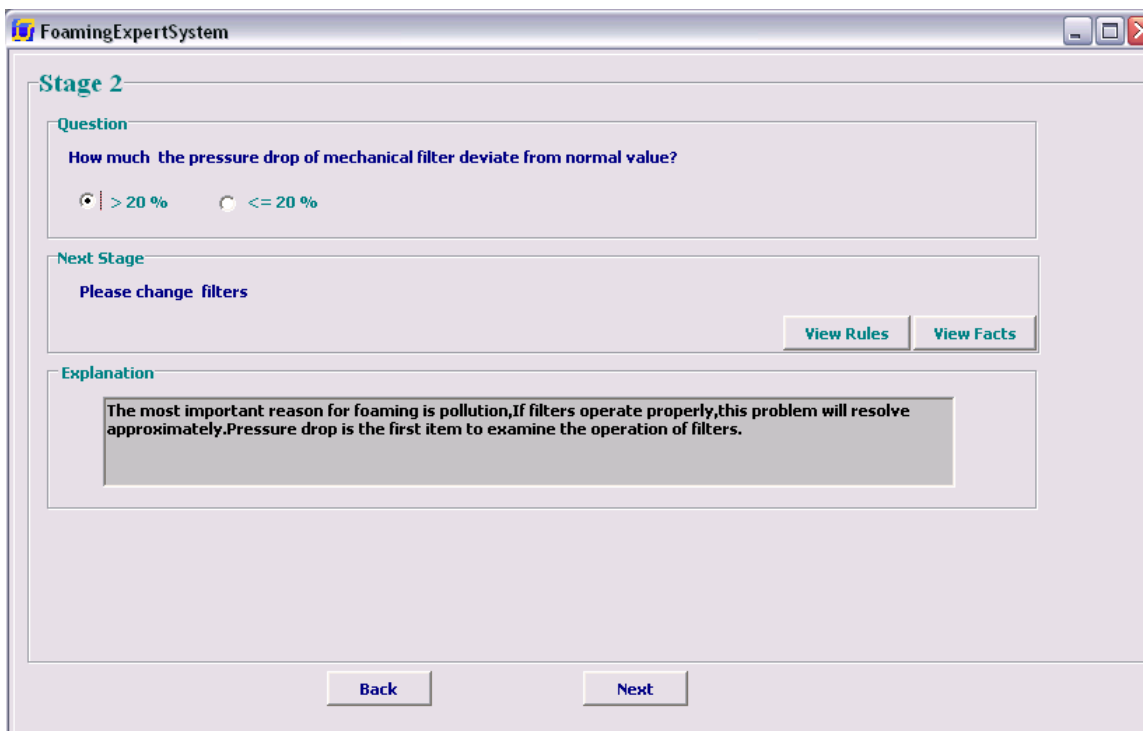
Skimming operation will be done periodically.this operation will remove the condensate hydrocarbon from the process and will prevent foaming very much

[Back](#)      [Next](#)

شکل (۱۶) دسته بندی دوم سوال مرحله اول

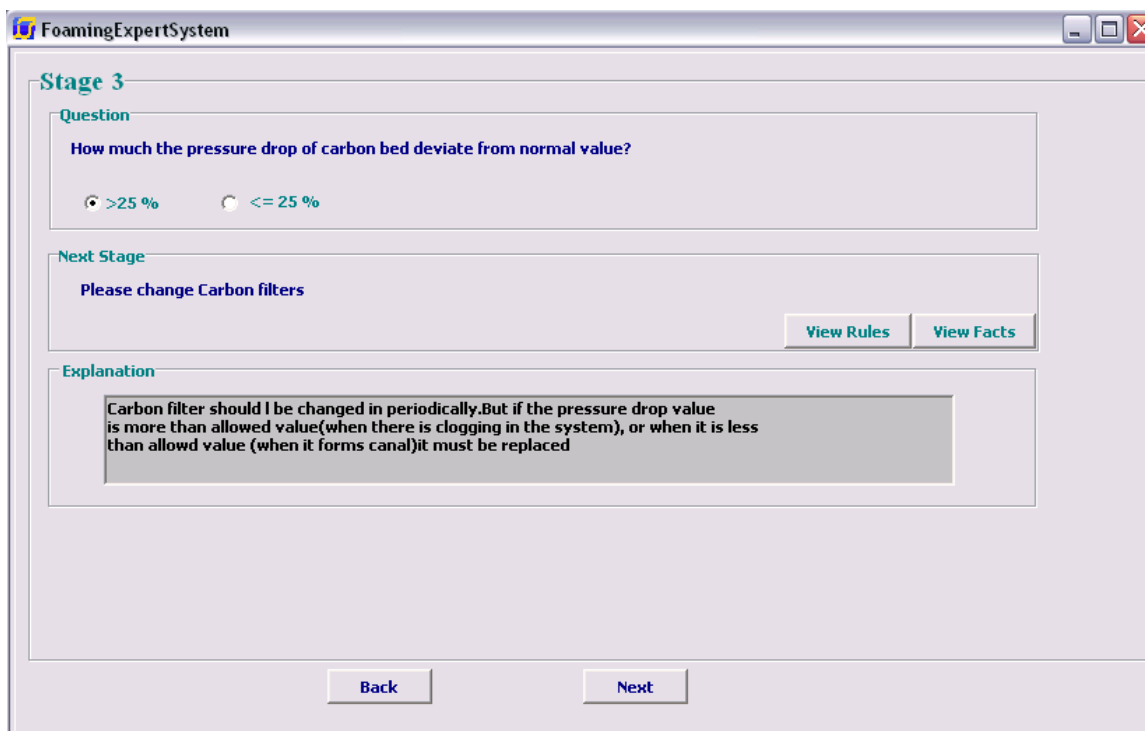
در صورتیکه عمل skimming بیش از یک ماه پیش انجام شده باشد، به کاربر توصیه می شود که ابتدا این عمل را انجام دهد و سپس سراغ مرحله بعدی برود. در مرحله بعدی از کاربر خواسته می شود که میزان تفاوت

افت فشار را از مقدار استاندارد وارد نماید. در صورتیکه افت فشار بیشتر از ۲۰ درصد باشد، به کاربر توصیه می شود که ابتدا فیلتر مکانیکی را تعویض کند سپس به مرحله بعدی برود. شکل (۱۷) این مرحله را نشان می دهد.



شکل (۱۷) دسته بندی دوم سوال مرحله دوم

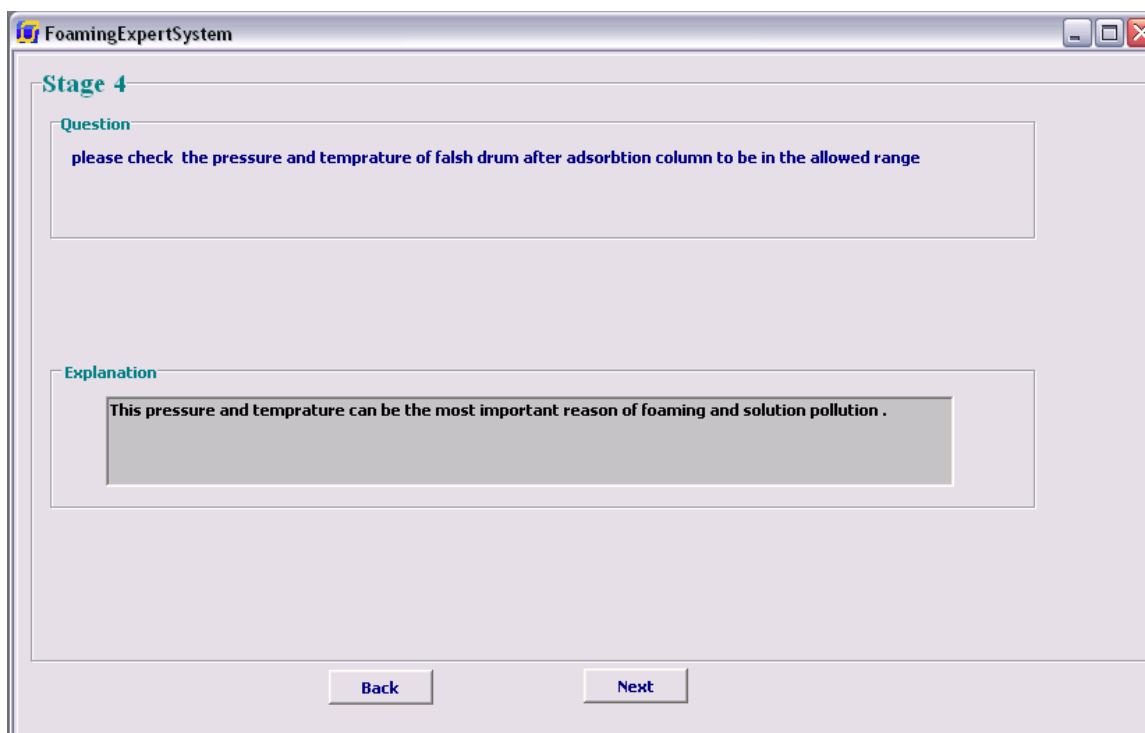
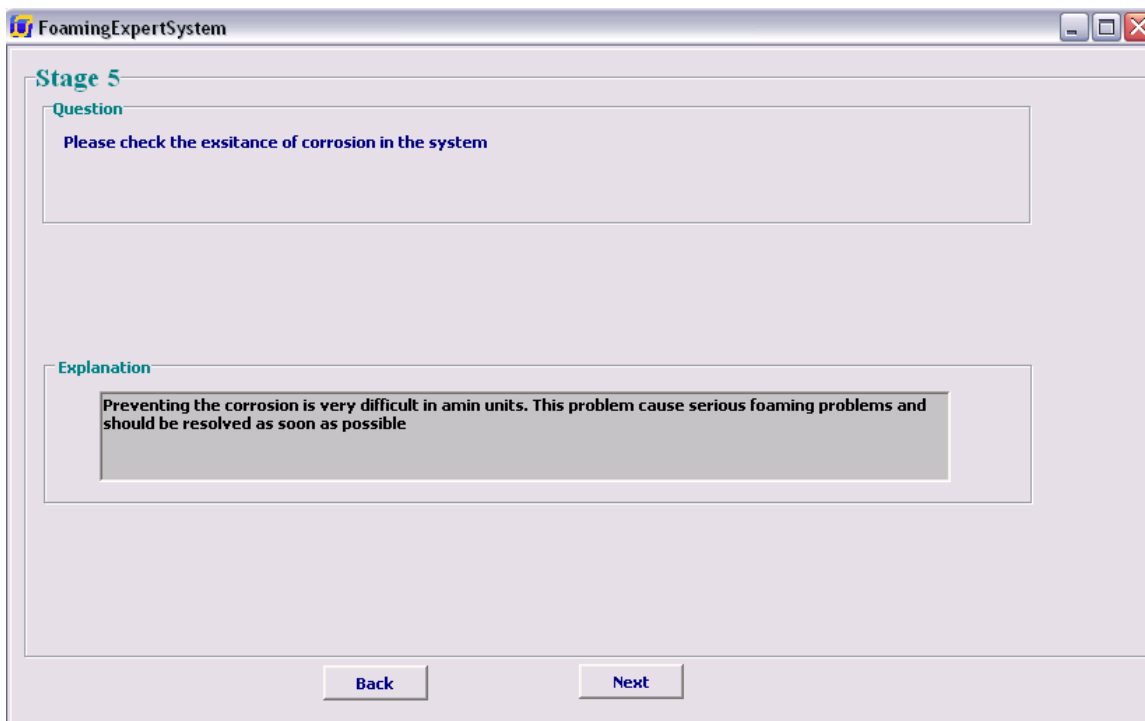
در مرحله بعدی از کاربر خواسته می شود که میزان افت فشار بستر کربنی از میزان مجاز را وارد نماید. همانطور که در شکل (۱۸) در صورت بیشتر بودن این مقدار از میزان مجاز توصیه می شود که فیلتر مورد نظر را تعویض کند سپس وارد مرحله بعدی شود.



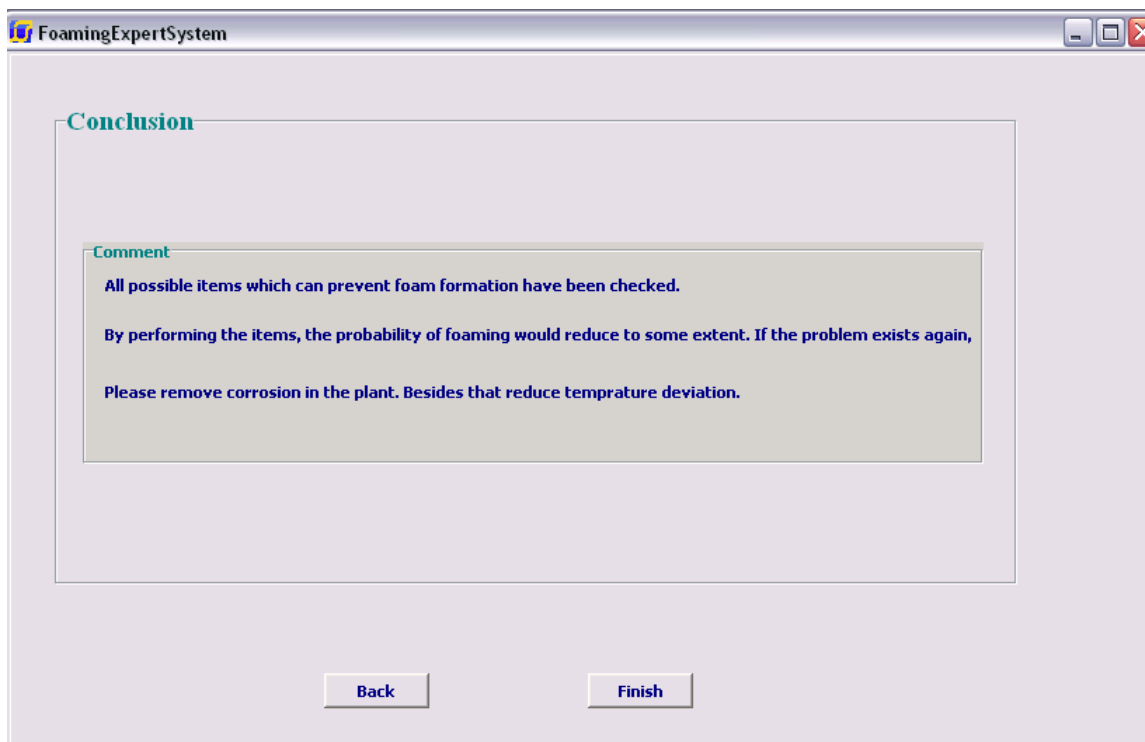
شکل (۱۸) دسته بندی دوم سوال مرحله سوم

مراحل بعدی به صورت comment به کاربر توصیه می شوند که در شکل های

(۱۹) و (۲۰) و (۲۱) نشان داده شده اند.



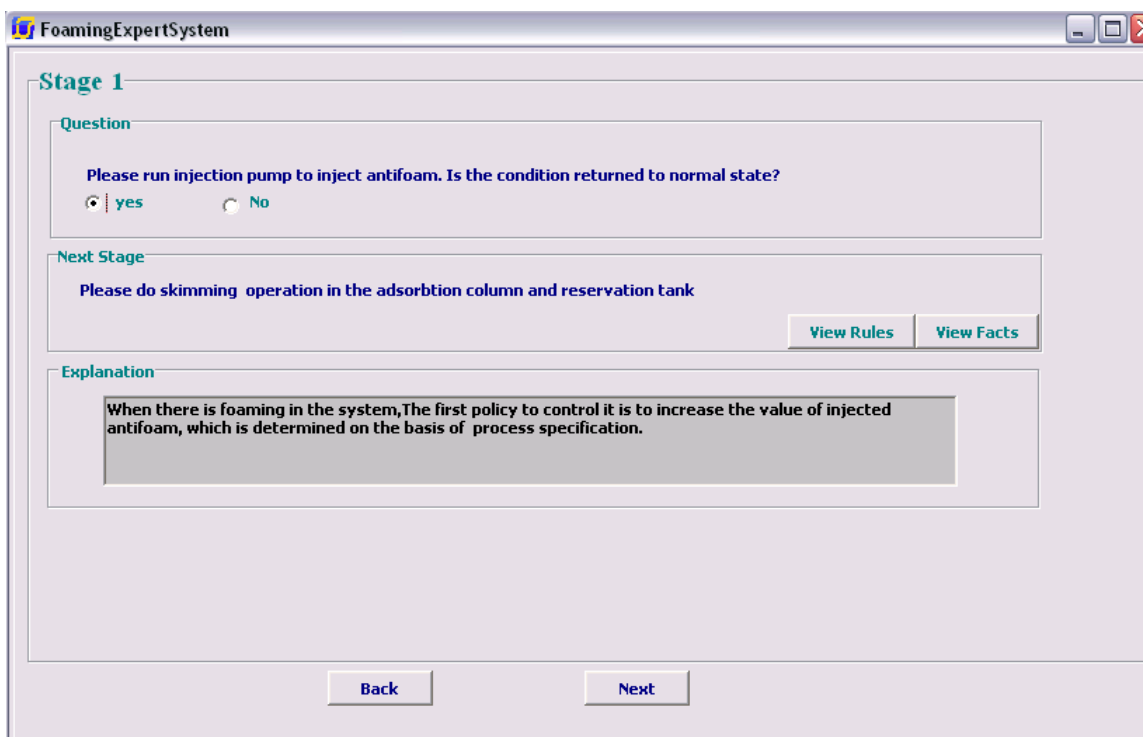
شکل (۲۰) دسته بندی دوم مرحله چهارم



شکل (۲۱) دسته بندی دوم مرحله نتیجه گیری

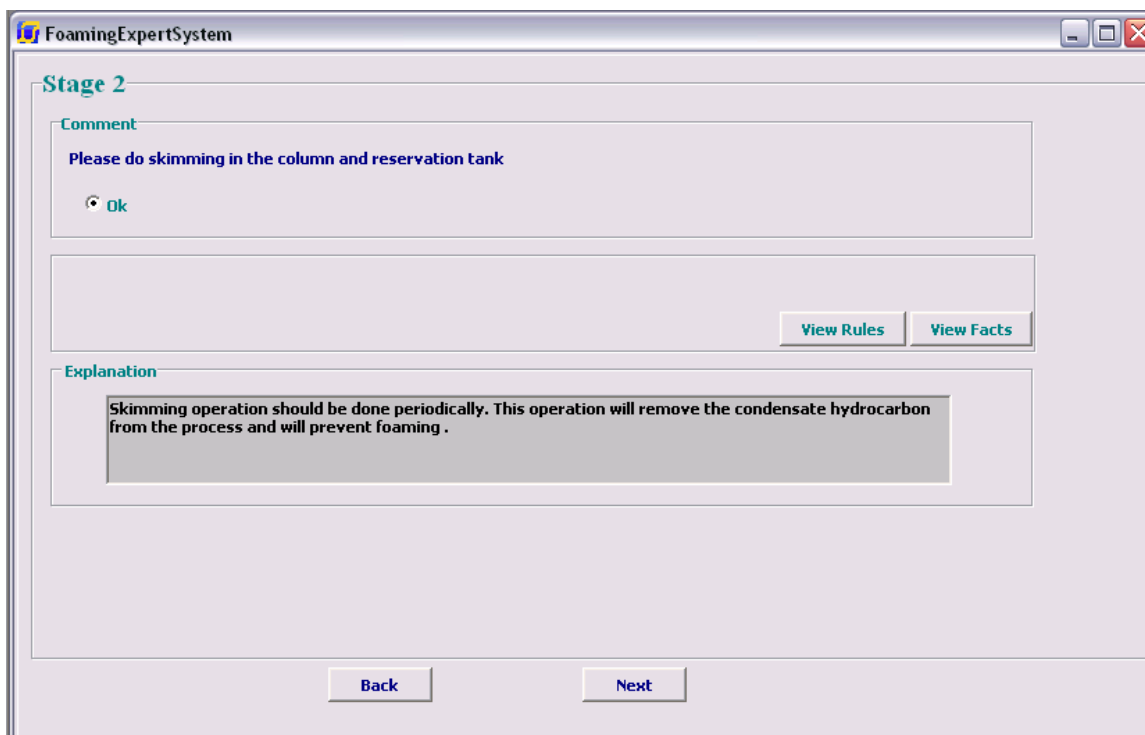
۳. حالت  $52 < Fomaingpercent < 100$

در صورتیکه مقدار درصد فومینگ بیشتر از ۵۲٪ باشد سری سوم سوالات از کاربر پرسیده می شوند. در این حالت در اولین مرحله خواسته می شود که آنتی فوم تزریق کند و سپس به سوال پاسخ دهد. شکل (۲۴) این صفحه را نشان می دهد.



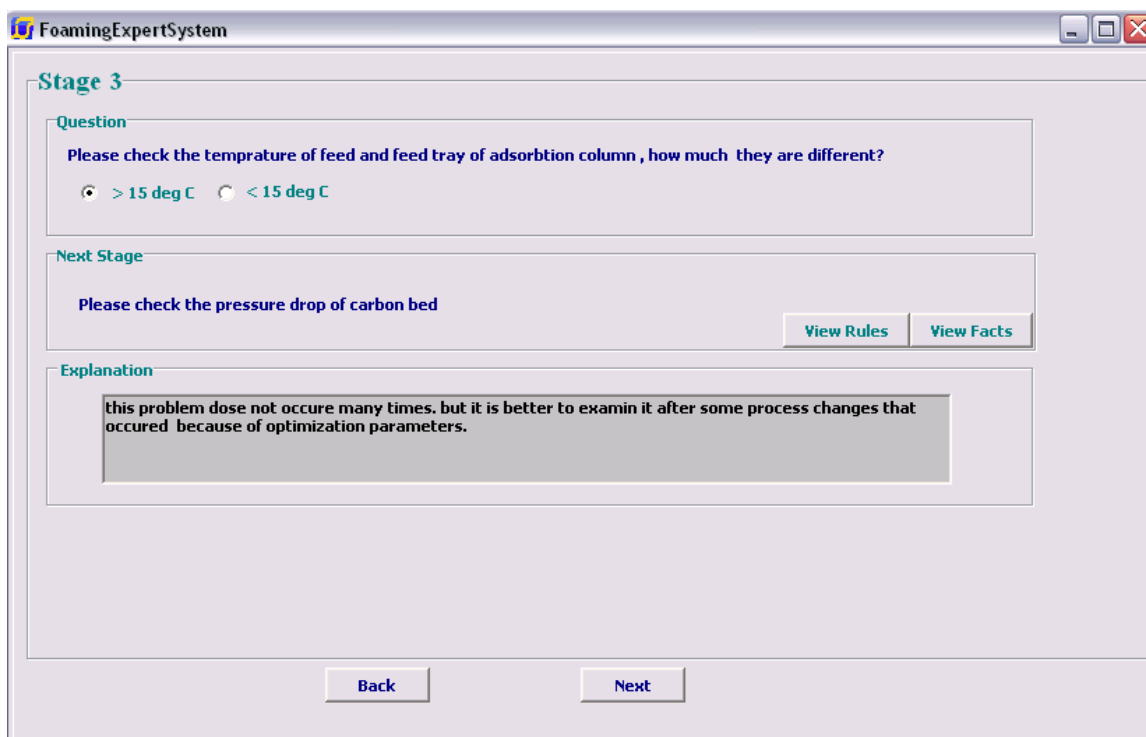
شکل (۲۲) دسته بندی سوم سوال مرحله اول

سپس در مرحله بعدی از کاربر خواسته می شود که حتما عمل Skimming را انجام دهد. انتخاب دکمه Ok به منزله انجام این عمل توسط کاربر می باشد .



شکل (۲۳) دسته بندی سوم سوال مرحله دوم

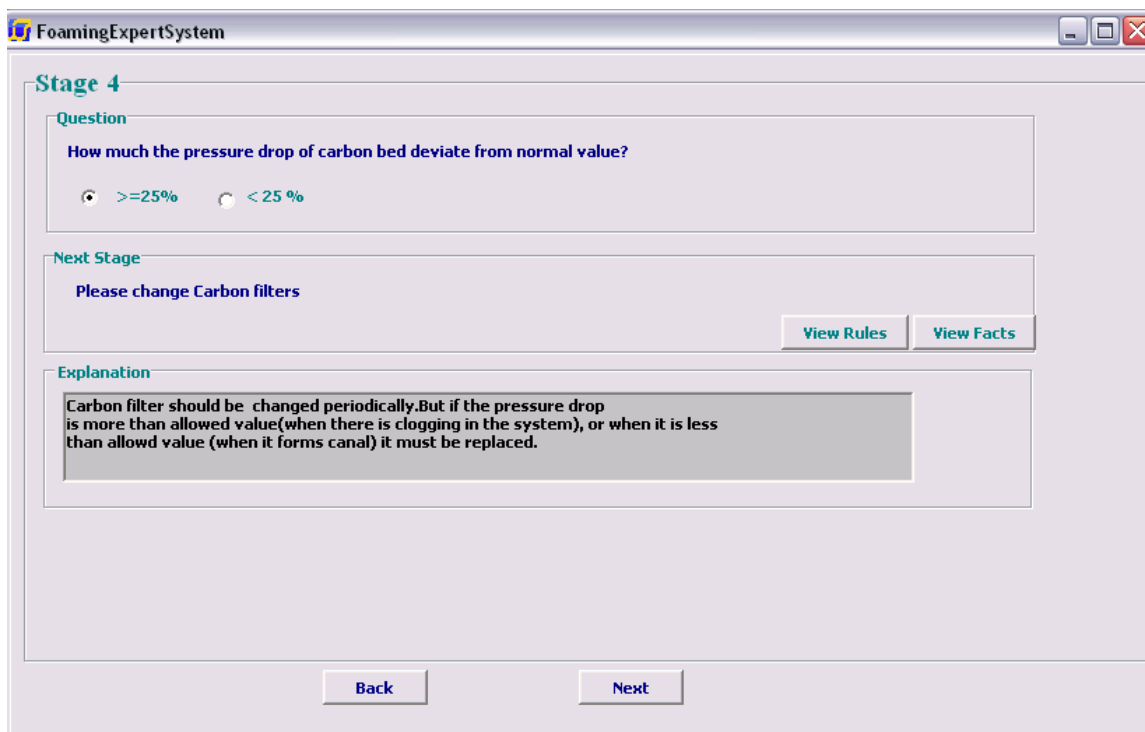
همانطور که در شکل (۲۴) نشان داده شده است، در مرحله بعدی در مورد اختلاف دمای خوراک و دمای سینی خوراک در برج جذب سوال می شود. در صورتیکه این مقدار بیشتر از ۱۵ درجه باشد به کاربر توصیه می شود که دبی خوراک و گرمای ری بویلر را کاهش دهد تا اختلاف دما کاهش یابد و سپس به مرحله بعدی برود. اما اگر این اختلاف دما بیشتر باشد، وارد مرحله بعدی می شود .



شکل (۲۴) دسته بندی سوم سوال مرحله سوم

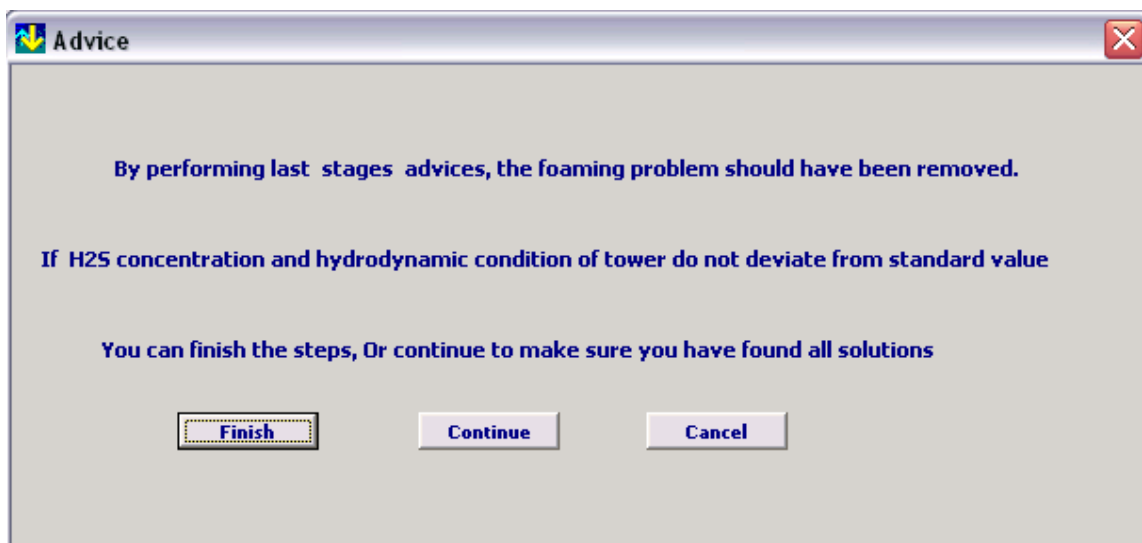
همانند مراحل قبلی همانطور که در شکل (۲۵) دیده می شود، در این مرحله کاربر باید اختلاف فشار بستر کربنی از مقدار استاندارد را وارد نماید. در صورتیکه این افت فشار بیشتر از حد مجاز باشد، توصیه می شود که بستر تعویض شود و سپس به مرحله بعدی برود.





شکل (۲۵) دسته بندی سوم سوال مرحله چهارم

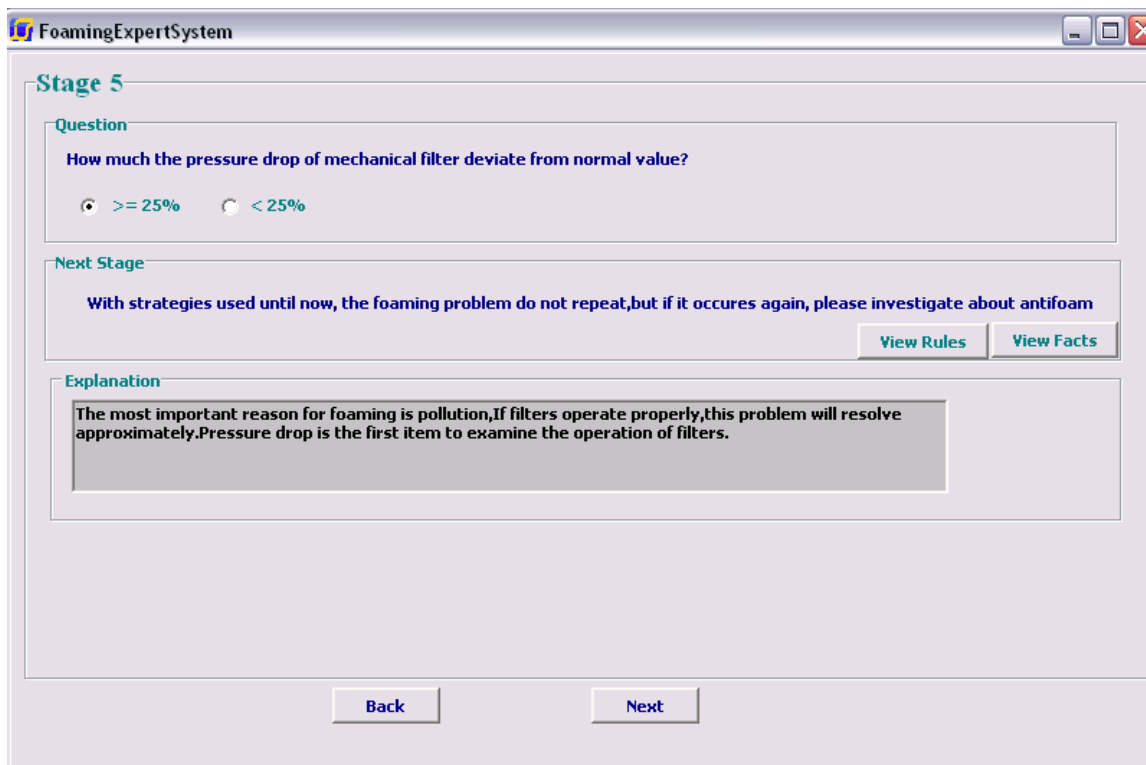
در اینجا قبل از رفتن به مرحله بعدی از کاربر خواسته می شود که تصمیم بگیرد مراحل را تمام کند یا ادامه دهد. شکل (۲۶) این صفحه را نشان می دهد.



شکل (۲۶) نمای صفحه توصیه برای اتمام یا ادامه

در صورتیکه گزینه Finish انتخاب شود از کاربر در مورد تمایل به بستن و خارج شدن از برنامه سوال می شود. اما در صورتیکه کاربر گزینه Continue را انتخاب کند، مراحل بعدی نمایش داده می شود. در صورت انتخاب Cancel کاربر می تواند در همان صفحه باقی بماند یا مراحل قبلی را ببیند.

در صورتیکه کاربر گزینه Continue را انتخاب کرده باشد، مرحله پنجم به کاربر نشان داده می شود. در شکل (۲۷) این مرحله نشان داده شده است.

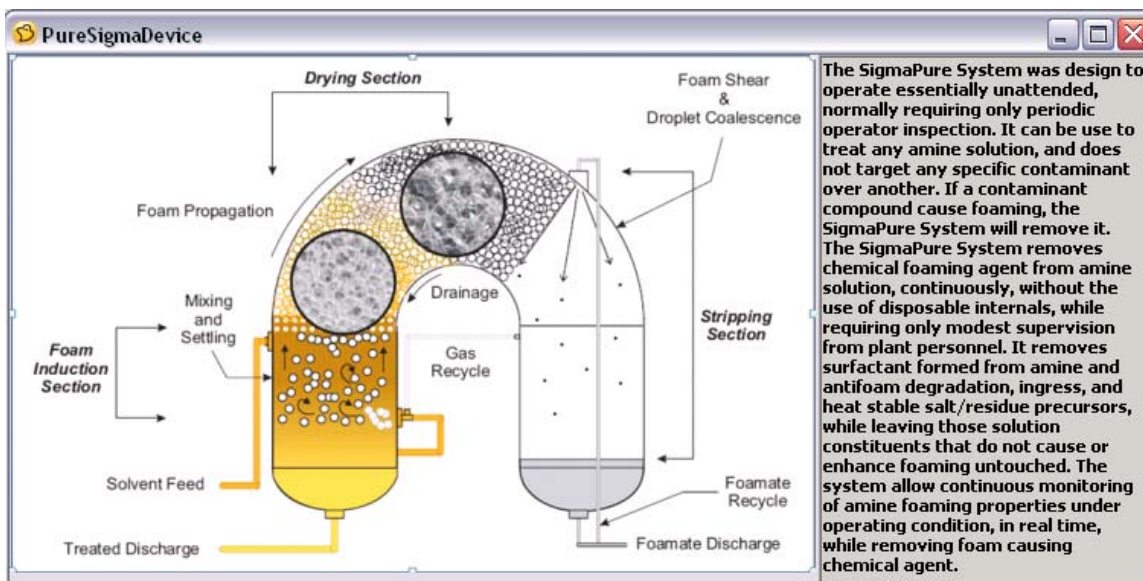


شکل (۲۷) دسته بندی سوم سوال مرحله پنجم

مرحله نهایی صفحه نتیجه گیری می باشد که به کاربر توصیه می کند که در صورت وجود

دستگاه SigmaPure برای نتیجه گیری بهتر استفاده کند. این صفحه در شکل (۲۸)

نشان داده شده است. انتخاب گزینه نمایی از این دستگاه را به کاربر نشان می دهد.



شکل (۲۸) نمای دستگاه SigmaPure

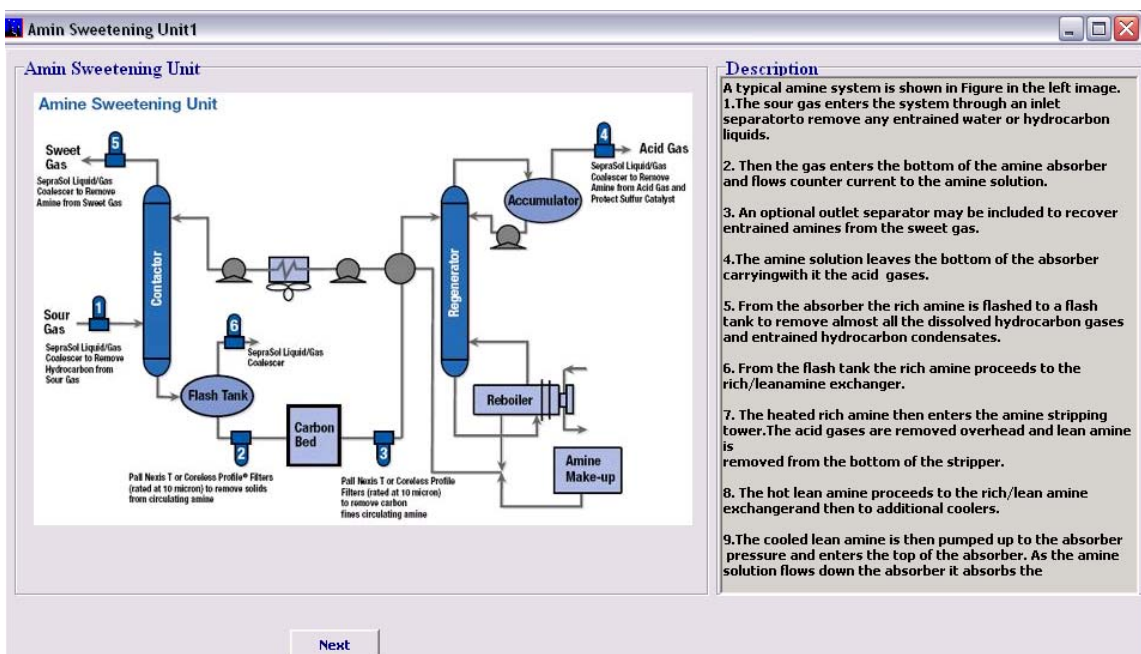
### توضیح واحد آمین

در این نرم افزار کاربر می تواند در مورد واحد آمین، اجزای آن و مشکل تولید کف اطلاعاتی را بدست آورد. در اینصورت می تواند از گزینه View که در منوی اصلی نرم افزار قرار دارد گزینه Amin Sweetening Unit را انتخاب نماید.



شکل (۲۹) انتخاب گزینه توضیح واحد آمین

با انتخاب این گزینه پنجره جدیدی باز می شود که در ابتدا تصویری از واحد آمین و مراحل فرآیندی را نمایش می دهد. همانطور که در شکل (۳۰) دیده می شود، در سمت راست تصویر توضیحی برای فرآیند دیده می شود.



شکل (۳۰) صفحه توضیح واحد آمین

با انتخاب دکمه Next کاربر می تواند به صفحه بعدی برود. در صفحه بعد این امکان وجود دارد که توضیح هر کدام از دستگاه ها با انتخاب دکمه مورد نظر دیده شود.

Amin Unit Parts	Description
<ul style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="radio"/> Separator</li><li><input type="radio"/> Amin Absorber</li><li><input type="radio"/> Amin Reboiler</li><li><input type="radio"/> Amin Cooler</li><li><input type="radio"/> Rich/Lean Amine Exchanger</li><li><input type="radio"/> Chemical Solvents</li><li><input type="radio"/> Flash Drum</li><li><input type="radio"/> Stripper</li><li><input type="radio"/> Carbon Bed</li></ul>	<p>Three phase separator are designed as either horizontal or vertical pressure vessel. The fluid enters the separator and hits an inlet diverter. This sudden change in momentum does the initial gross separation of liquid and vapor as discussed in Two Phase Separator. In most designs, the inlet diverter contains a downcomer that directs the liquid flow below the oil/water interface. This forces the inlet mixture of oil and water to mix with the water continuous phase in the bottom of the vessel and rise through the oil/water interface. This process is called "water-washing," and it promotes the coalescence of water droplets which are entrained in the oil continuous phase. The inlet diverter assures that little gas is carried with the liquid, and the water wash assures that the liquid does not fall on top of the gas/oil or oil/water interface, mixing the liquid retained in the vessel and making control of the oil/water interface difficult</p>

شکل (۳۱) توضیح هر کدام از دستگاه های موجود در واحد آمین

همانطور که در شکل (۳۲) دیده می شود، صفحه آخر توضیحی در مورد علت بروز مشکل تولید کف و سیستم خبره می دهد.

Foaming Problem	Expert System For Foaming Problem
<p>Foaming of alkanolamine solution is probably the, most common operating problem in amine treating units. It is most frequent encountered in the contactor, but may also occur in the stripper column.</p> <p>Foaming may result in excessive amine losses, off-specification product gas, and reduced operation rate, and can also be responsible for the production of off-specification, dark sulfur if foam is carried over the Claus sulfur plant.</p> <p>The phenomena which can result in foaming are:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Water-soluble surfactant in the feed gas which can be separated by flash drum</li><li>2. Liquid hydrocarbons which can be produced because of temperature or entered compressor lubricating.</li><li>3. Particulate contaminants contained in the feed gas or can be entered to the solution in the process like corrosion productions or something else</li><li>4. Oxygen contamination of the amine that can decay the solution and can entered the solution in storage tank of amine because of the pressure</li><li>5. Amine filter elements which can enter the solution in the filters</li><li>6. Contamination of the amine unit with greases and oil during a turnaround</li></ol>	<p>An expert system is software that attempts to provide an answer to a problem, or clarify uncertainties where normally one or more human experts would need to be consulted. Expert systems are most common in a specific problem domain, and is a traditional application and/or subfield of artificial intelligence. A wide variety of methods can be used to simulate the performance of the expert. In this part, fuzzy system is applied to depict an expert system in which it can denote reality of foaming problem (It has happened or not?).</p> <p>By introducing the answer of 9 question (as input) we can distinguish whether or not, foaming is the main problem.</p>

شکل (۳۲) توضیح مشکل تولید کف و سیستم خبره