

## حمید عظیمی<sup>۱</sup>، مسعود مصدق خواه<sup>۲</sup>

۱- منطقه هشت عملیات انتقال گاز ۲- استادیار دانشگاه پیام نور تهران، دانشکده فنی صنایع، گروه صنایع

واژه های کلیدی: سیستم خبره- دیاگرام پروسس و ابزار دقیق توربین های زیمنس- کتابچه های

تعمیراتی

### چکیده

تعمیر و عیب یابی توربین های تقویت فشار گاز همیشه کار مشکل و وقتگیری بوده است و انجام تعمیرات به دانش علمی و تجربی فرد خبره بستگی دارد. از طرفی الگوریتم یا راه حل عمومی خاصی وجود ندارد که بتواند عیوب توربین را به طور دقیق شناسایی نمود و بخصوص برای سیستمهای اتوماسیون و کنترلی پیچیده توربین، این مشکل حادث تر نیز می شود. شخص خبره با استفاده از وسایل اندازه گیری شبیه سازها با بهره گیری از توان علمی و تجربی خود و نتایج و مشاهدات تست، محل عیب را شناسایی می نماید و به مجموعه همه این فعالیت ها "عیب یابی" اطلاق می شود. در این تحقیق سیستم خبره همانند یک مشاور مطمئن در عیب یابی سیستمهای کنترلی توربین های گازی طراحی می شود. در طراحی این سیستم خبره، که مبتنی بر قواعد می باشد از روشهای مختلف عیب یابی مثل روش درک مستقیم، روش جداسازی، روش مقایسه و تطبیق، روش اندازه گیری پارامترها، عیب یابی از کلان به جزء و عیب یابی از تجهیزات و قطعات ساده به پیچیده استفاده شده است. پایگاه داده این سیستم شامل نقشه های شماتیک P&ID (دیاگرام فرایند و ابزار دقیق). جانمایی تجهیزات توربین و دستورالعملهای تست قسمت های مختلف توربین گازی می باشد. این سیستم خبره دارای یک رابط کاربر گرافیکی است که با زبان ویژوال بیسیک، برنامه نویسی شده است. پایگاه دانش این سیستم خبره در یک پوسته جدید به نام wxCLIPS نوشته شده است. در نرم افزار wxCLIPS از یک موتور استنتاج زنجیره پسر و با استفاده از قواعد زنجیره پیشرو استفاده می نماید. این سیستم خبره دارای بخش توضیح راه حل می باشد که علاوه بر اینکه قوانین فعال شده و پاسخهای کاربر را نمایش می دهد، راجع به معرفی دیاگرامهای P&ID و چگونگی استفاده از ابزارها و وسایل اندازه گیری و شبیه سازی، اصول عیب یابی، تئوری عملکرد، شرح وظایف قسمت مورد بررسی نیز

اطلاعاتی ارائه می دهد. سیستم خبره طراحی شده بوسیله ایجاد تعدادی عیوب فرضی و مقایسه رفتار سیستم با رفتار فرد خبره مورد ارزیابی قرار گرفته و اعتبار آن به اثبات رسیده است.

## ۱- مقدمه

یک سیستم خبره نیز با استفاده از قواعدی برای داده‌ها، همان روش فرد خبره را دنبال می‌کند. فرد خبره با استفاده از قواعد تجربی خود به تشخیص عیب می‌پردازد این تجربه‌ها ممکن است به صورت قواعدی از قبیل «اگر ولتاژ تغذیه ترانس‌میتور وجود ندارد، آنگاه فیوز ولتاژ را چک کن» و...، ذخیره شده باشد. بطور کلی به تمامی فعالیت‌هایی که موجب می‌شود شخص عیب‌یاب با استفاده از وسایل اندازه‌گیری، شبیه سازها، تسترها، نشریات فنی، جداول و فلوجارتهای عیب‌یابی و با بهره‌گیری از توان علمی و تجربی خود و همچنین با توجه به نتایج و مشاهدات تست به محل عیب پی برده و در دیاگرام‌های فرایند بخش معیوب را مشخص کند، عیب‌یابی اطلاق می‌شود. پدیده‌ای غیرعادی که از عیب ناشی می‌شود اساس و پایه تحلیل عیب می‌باشد؛ لذا شخص عیب‌یاب بایستی با بهره‌گیری اصولی از توان علمی و دانش فنی خود به تجزیه و تحلیل عیب بپردازد و با استفاده از وسایل اندازه‌گیری، تسترها و همچنین با توجه به نتایج حاصله از انجام چک و مشاهدات مربوط، مسیر مناسب را انتخاب کند تا از کوتاه‌ترین راه ممکن به محل عیب برسد، بدیهی است که تجربه عملی فرد عیب‌یاب نیز نقش بسزایی در انتخاب بهترین روش و سرعت عمل خواهد داشت. عیب‌یابی از جمله فعالیت‌های مهم، اساسی و ارزشمند در نگهداری تجهیزات و دستگاه‌ها می‌باشد که در واقع مقدمه و پیش‌نیاز تعمیرات اصلاحی محسوب می‌شود. چنین نتایجی حاصل آزمایشها و تجربه‌ها است. در حقیقت فرد خبره یاد گرفته است که چگونه و چه زمانی این تجربه‌ها را کسب و استفاده کند این تعریف دانش است. علاوه بر این وقتی یک فرد خبره این دانش را کسب می‌کند، ممکن است دانش جدید را از جوابهای سوالات یا داده‌های بدست آمده، اضافه کند. برای مثال «اگر فیوز ولتاژ قطع است، آنگاه ولتاژ ترانس‌میتور وجود ندارد» دانش جدید که «ولتاژ تغذیه ترانس‌میتور وجود ندارد» از داده دریافتی بدست آمده است، یعنی فیوز قطع می‌باشد سیستم توربین‌های گازی دارای قسمت‌های مختلفی می‌باشد که در این پروژه، ۵ بخش از دیاگرام‌های پروسس و ابزار دقیق<sup>۳</sup> مورد بررسی قرار می‌گیرد وظیفه خاصی را بر عهده دارند. یکی از این قسمت‌ها، وظیفه سوخت‌رسانی به توربین را بر عهده دارد به این ترتیب که در حین راه‌اندازی توربین در هر لحظه با عملکرد شیرهای کنترل سوخت، دور توربین و فشار گاز سوختی و .. را کنترل می‌کند. سیستم کنترلی PLC<sup>۴</sup>، با توجه به عملکرد بخش‌های مختلف، دستورهای مناسب به شیر کنترل سوخت ارسال می‌نماید که یک هماهنگی لازم در عملکرد توربین در قسمت‌های مختلف که شامل روغنکاری، تهویه هوای توربین، هوای ورودی به توربین و ... وجود دارد. قبل از راه‌اندازی توربین سیستم PLC همه قسمت‌های مختلف را

<sup>۳</sup>.Process&Instrument Diagram

<sup>۴</sup>.Program Logic Control

چک می نماید تا اگر ایراد وجود داشته باشد قبل از راه اندازی رفع گردد. و این باعث می شود که از صحت و درستی سیستم اطمینان حاصل شده و گرنه دستور Read to start صادر نمی گردد. توربین های گازی بر اساس دیاگرام های پروسس و ابزار دقیق (P&ID) به چندین قسمت تقسیم می شوند که به پنج بخش که مورد بررسی قرار خواهد گرفت عبارتند از:

۱- واحد کنترل سوخت (Gas Fuel system)

۲- واحد روغنکاری (Lub oil system)

۳- واحد جرقه زن مسیر سوخت (Ignition Gas system)

۴- واحد هوای ورودی به توربین (Air Intake Filler system)

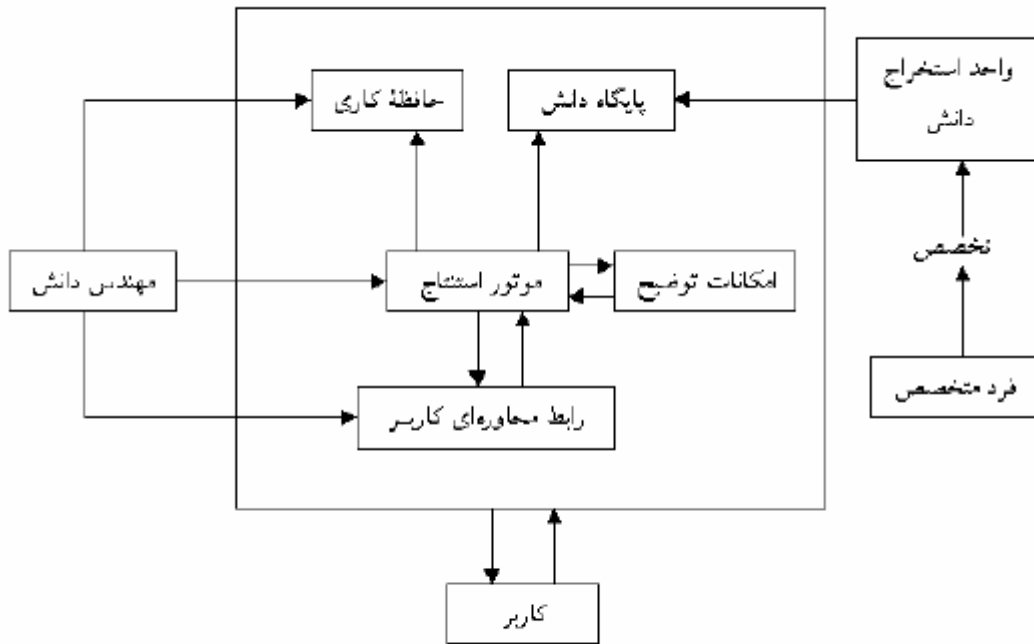
۵- واحد تهویه هوای ورودی به توربین (Ventilation system)

جهت تست هر قسمت از پروسس P&ID دستورالعمل هایی در نظر گرفته شده است. در صورتی که یکی از چک ها جواب ندهد (پاسخ یکی از چکها منفی باشد) مدار مربوطه معیوب می باشد و باید اقدام به رفع عیب نمود. تعمیرات توربین های گازی شامل سه رده تعمیراتی (اپراتورها، تعمیرات تأسیسات، تعمیرات اساسی) و یک رده مهندسی (خدمات فنی و مهندسی) می باشد مدت زمان عیب یابی، از جمله پارامترهای مهم در حفظ وضعیت عملیاتی توربین های گازی است. بعبارتی کاهش زمان عیب یابی در توربین های گازی یعنی افزایش بهره وری و وضعیت آمادگی راه اندازی توربین های گازی. مدت زمان عیب یابی به عوامل متعددی بستگی دارد که عبارتند از: دانش تئوری شخص عیب یاب از توربین های گازی، جزوات و کتب فنی، شرح دیاگرام ها و نقشه ها، جداول و عیب یابی.، توان علمی، تجربه و مهارت شخص عیب یاب.، تجهیزات، وسایل اندازه گیری، تسترها و سیمولاتورها را شامل میشود.

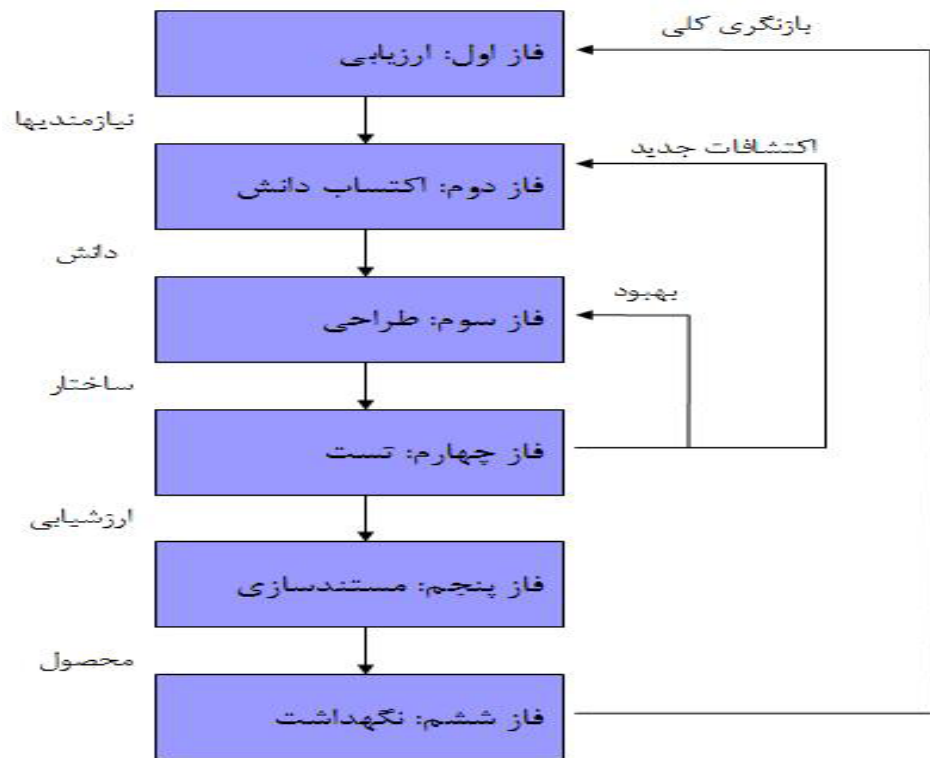
ساختار سیستم خبره پیشنهادی

در شکل (۱) و (۲) ساختار سیستم خبره نشان داده شده است. همانطوریکه در این شکل ملاحظه می گردد، این

سیستم خبره از واحدهای مختلفی تشکیل شده است



شکل ۱: ساختار سیستم خبره



شکل ۲ فازهای پیاده سازی یک سیستم خبره

وظیفه این واحد، کسب دانش از متخصصین و سازمان دادن آن در پایگاه دانش می‌باشد. حتی اگر یک نمایش دانش انعطاف‌پذیر برای یک موتور استنتاج قوی نیز تدارک دیده شود، پایگاه دانش ضعیف باعث می‌شود که سیستم توانایی و کارایی بالایی نداشته باشد. بنابراین کسب دانش نقش مهمی را در ساخت سیستم خبره ایفا می‌کند. اکتساب دانش بعلت مشکلی که متخصصین در توضیح تخصص خود با آن مواجهند یکی از دشوارترین مراحل در ساختن سیستم‌های خبره به شمار می‌رود. از آنجاییکه معلومات چنین اشخاصی طی سالها تجربه کسب شده است، اینگونه علوم برای متخصص حالت طبیعی و غیرقابل توضیح پیدا می‌کند. به عبارتی، سیستم‌های پشتیبانی می‌توانند برای استخراج دانش از متخصصان حوزه به جای مهندس دانش استفاده کنند. این دیدگاه در شرایطی که کشفیات افراد خبره نقش مهمی را بازی می‌کنند، از کارایی زیادی برخوردار می‌باشد. بطور کامل این امکان وجود دارد که دیدگاه مذکور، تمامی فرآیندهای فرعی کسب دانش را پشتیبانی نماید. برای کسب این معلومات از روش‌های گوناگونی استفاده شده است که عبارتند از:

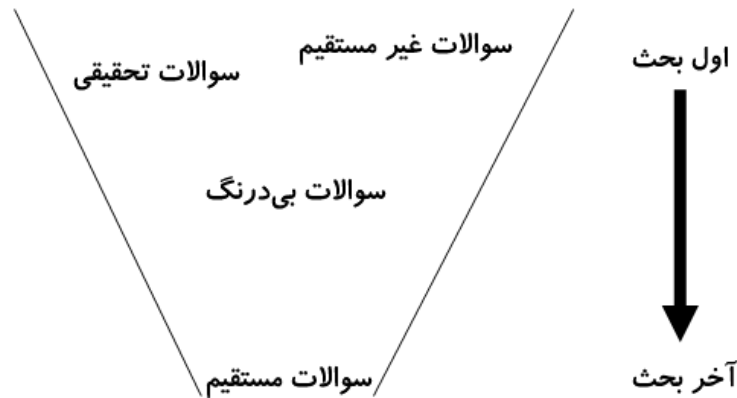
- ۱) کسب دانش بوسیله مصاحبه آزاد با تعمیرکاران با تجربه و متخصصان **توربیت‌های گازی**
- ۲) کسب دانش بوسیله مطالعه کتابچه‌های راهنمای توربین‌ها
- ۳) کسب دانش بوسیله تجزیه و تحلیل دیاگرام‌های **فرایند** ابزار دقیق
- ۴) ارایه یک مسأله (عیب) به متخصص و مشاهده و ثبت راه حل برطرف کردن آن.
- ۵) نظارت بر انجام فعالیت‌ها و وظایف یک متخصص به هنگام رفع عیب.
- ۶) مطالعه سوابق دستور کارهای سیستم (در این دستور کارها، عیب‌هایی که تاکنون اتفاق افتاده است و طریقه برطرف کردن آنها ثبت شده است).

در طی فرآیند اکتساب دانش، هدف اصلی مهندس دانش آن است که پرده از دانش فرد خبره بردارد. از طریق مصاحبه‌های مختلف، مهندس دانش بدنبال مفاهیم کلیدی مسئله و راه‌حلهایی که توسط افراد خبره در حل مسئله انجام می‌دهند، می‌گردد. مهندس دانش باید از مهارت لازم جهت هدایت جلسه مصاحبه برخوردار باشد تا در نهایت بتواند دانش فرد خبره را بطور موثر و در زمان کوتاه تری استخراج کند. بعد از آن مهندس دانش، مجموعه دانش استخراجی را طوری دسته‌بندی میکند که به طور موثر در سیستم خبره قابل اعمال باشد. مهندس دانش پکیج نرم افزاری مناسبی را انتخاب خواهد کرد که توانایی پذیرش دانش استخراجی باشد و شامل فرآیند استنتاج باشد. مهندس دانش همچنین مسئول کد کردن، تست کردن و تجدید نظر کردن سامانه است تا زمانی که سامانه به درج‌های از بلوغ رسیده باشد که کارایی یک فرد خبره را نشان بدهد. البته بعد از پایان پروژه مهندس دانش همچنان مسئول نگهداشت و توسعه سامانه خواهد بود. یکی از

روش‌های بسیار مفید برای استخراج و اقتباس دانش جدید از متخصصان حوزه دانش، مصاحبه می‌باشد. کسب دانش بوسیله مصاحبه به پشتیبانی استخراج دانش، بدون مهندس دانش کمک می‌کند.

ترتیب سوالات در مصاحبه با تکنیک کیفی

اگر از تکنیک ترتیب کیفی 1 شکل (3) در جهت ترتیب دهی به سوالات کمک بگیرید کارایی بیشتری بدست خواهید آورد. در این روش ابتدای بحث باید سوالات کلی مطرح شود و در طی بحث به سمت سوالات تخصصی تر حرکت کنیم.



شکل (3) تکنیک ترتیب کیفی

### مراحل استخراج دانش

فعالیت‌هایی که در استخراج دانش وجود دارد، یک سیکل طبیعی است که از جمع‌آوری دانش شروع شده، با تفسیر و تحلیل آنها ادامه پیدا کرده و در نهایت، روشهایی برای جمع‌آوری بیشتر دانش طراحی می‌شود.

### جمع‌آوری

بدست آوردن دانش از فرد خبره است. به توانایی برقراری ارتباط با دیگران احتیاج دارد و نیازمند آن است که فرد خبره را مجاب به همکاری کنید. در ابتدای پروژه کلیات و مفاهیم اولیه مسئله را کسب می‌کنیم و در جلسات بعدی اطلاعات خاص‌تر بدست می‌آید.

### تفسیر

این مرحله شامل مروری روی اطلاعات جمع‌آوری شده و شناسایی دانش کلیدی است. در مراحل اولیه که اطلاعات جمع‌آوری شده کلی‌تر است حاصل این مرحله می‌تواند شامل: هدف مسئله، قیدها و دامنه مسئله باشد. در مراحل بعدی گونه‌های مختلف دانش دیگر مد نظر خواهد بود.

### تحلیل

از تحقیقات انجام‌گرفته در مرحله تفسیر، بخش‌های اطلاعات کلیدی مشخص می‌شود و استراتژی حل مسئله و سازمان دانش تا حدودی معین می‌شود. در مراحل اولیه مفاهیم مهم توسط فرد خبره ارائه می‌شود. ارتباط مفاهیم و اینکه چگونه آنها را برای حل مسئله بهم مرتبط کنیم، را باید در این مرحله بدست آوریم. در مراحل بعدی همین کار را با جزئیات بیشتر ادامه می‌دهیم. ساختار ارائه دانش در این مرحله انتخاب می‌شود.

## رابط کاربری (Interface)

تعامل بین یک سیستم خبره و یک کاربر باید به فرم خیلی طبیعی باشد، همانند گفتگوی بین انسانها. برای این منظور در مورد رابط کاربری سیستم خبره باید توجه لازم انجام گیرد. یکی از نیازهای اصلی در رابط کاربری نحوه سوال پرسیدن است. برای آنکه اطلاعات قابل اعتماد از کاربر بدست آید، باید به نحوه طراحی سوالات دقت کافی بشود. برای همین منظور ممکن است مجبور به بکارگیری منوها، گرافیک، نمودار و دیگر ابزار تعاملی با کاربر شویم. حتی ممکن است ابزاری جهت تغییر و مشاهده اطلاعات درون حافظه کاری فراهم سازیم. زمانیکه کاربر بخواهد پاسخ سوالات قبلی را تغییر دهد این ابزار کمک خواهند کرد. (با کمک نرم افزار ویژوال بیسیک) شکل (۴)

شکل (۴): رابط کاربری در محیط ویژوال بیسیک

## شرح علت کار

یک سیستم خبره همچنین می تواند توضیح دهد چرا چنین سوالی از کاربر می پرسد. در شرایطی که با فرد خبره سوال و جواب **میکنیم**، ممکن است فرد از فرد خبره سوال کند که چرا چنین سوالی از او **میکنند**، پاسخ فرد خبره باعث اعتماد بیشتر فرد به فرآیند استدلالی **میشود** و به این نتیجه می رسد که دانش فرد خبره کامل و قابل دفاع است.

(if Q8 is False and 1nyyn is y

**then type.Fault is"**

I think your Fault is      you shoud execute next chech=y

### Explonations

Are there voltage(24vdc) at +.\_ terminal transmitter=n

Is fused is      ok?=y

Is wiring beetwen cjp(terminal at control room ) and transmitter is ok?=y

Are there voltage(24vdc)at supply in i/o card at conrool room?=y

you shoud execute next chech=y      " )

( if Q8 is False and 1nyyn is n

**then type.Fault is"**

I think your Fault is      mailfunction at i/o card or barrer=n

### Explonations

Are there voltage(24vdc) at +.\_ terminal transmitter=n

Is fused is      ok?=y

Is wiring beetwen cjp(terminal at control room ) and transmitter is ok?=y

Are there voltage(24vdc)at supply in i/o card at conrool room?=y

mailfunction at i/o card or barrer = " )

("question 1nyyn is "mailfunction at i/o card or barrer      " )

## موتور استنتاج (Inference Engine)

موتور استنتاج، ستون فقرات یک سیستم خبره است. یک موتور استنتاج با تفسیر دانش در پایگاه دانش، دست به استدلال می‌زند تا وظیفه نتیجه‌گیری در هر حوزه را به انجام رساند. کار واقعی موتور استنتاج، بکارگیری راهبردهای کنترل و جستجو است. دو رویکرد کنترل که در سیستم‌های مبتنی بر قاعده استفاده می‌شود، زنجیرهٔ پسرو و زنجیرهٔ پیشرو است. برخی از سیستم‌های ترکیبی هر دو رویکرد را بکار می‌گیرند.

الف) کنترل با زنجیرهٔ پسرو<sup>۵</sup>

از معمول‌ترین راهبردهای کنترل است که در قواعد به کار می‌رود. این روش، از یک یا چند هدف کار خود را شروع می‌کند و با بازگشت به عقب از تمام عبارات **Then** به سمت داده‌های اولیه می‌رود. در این مسیر تمام قواعدی که مرتبط با اهداف هستند مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

ب) کنترل با زنجیرهٔ پیشرو<sup>۶</sup>

<sup>۵</sup>.Backward chaining

<sup>۶</sup>.Forward chaining

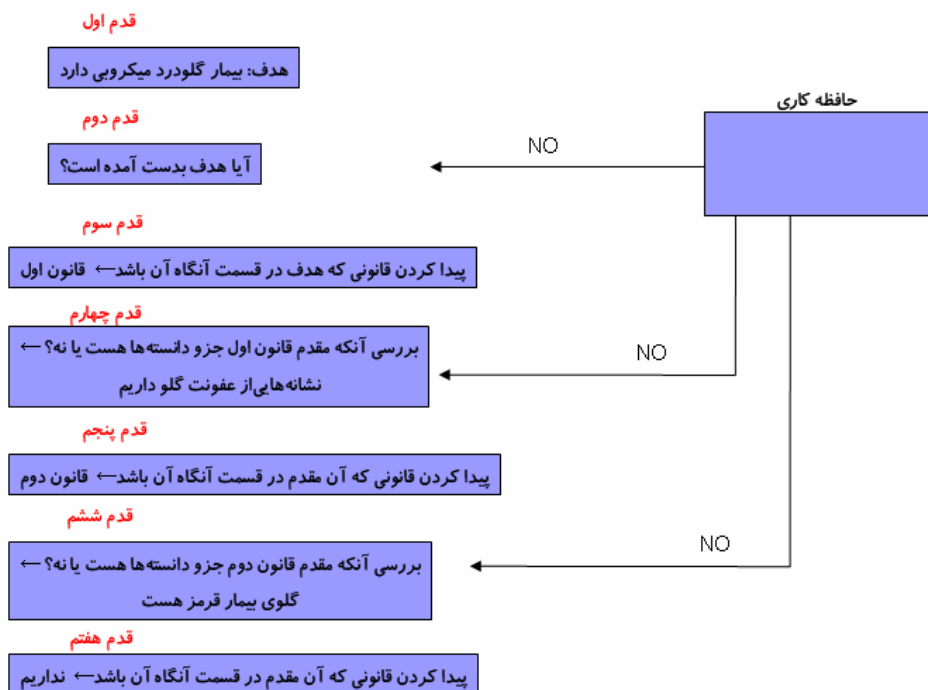


زنجیره پیشرو عکس زنجیره پسرو است. زنجیره پیشرو از داده‌های ورودی و از اولین قاعده شروع می‌کند و در کار جستجو پیش می‌رود تا به هدف برسد. وقتی موتور استنتاجی از راهبرد زنجیره پیشرو استفاده کند، ابتدا تمام حقایق را در حافظه کاری بررسی می‌کند. سپس در پایگاه قاعده به دنبال قاعده‌ای می‌گردد که جمله **If** آن مطابق با حقایق موجود در حافظه کاری باشد.

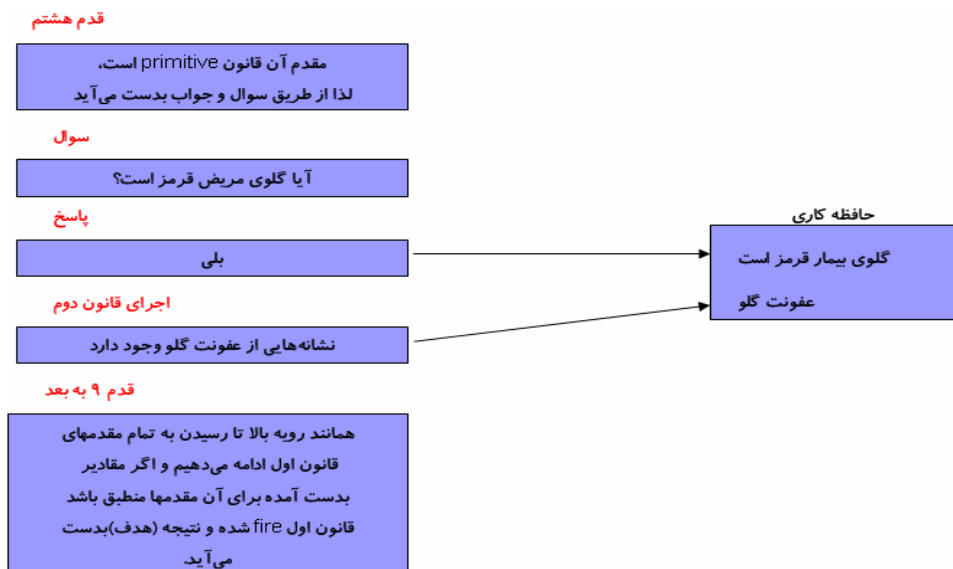
دستور العمل هدف (کنترل با زنجیره پسرو)

در زنجیره پس رو باید حداقل یک هدف داشته باشیم و سعی می‌کنیم تا آن را اثبات کنیم. گفته می‌شود . **Goal Agenda** در برخی سیستم‌ها مجموعه‌ای از اهداف مد نظر است، که به آن تعریف دستورالعمل هدف، مجموعه‌ای از اعداف است که باید به ترتیب گفته شده محقق شوند.

مثال:



شکل (۵) روش اعمال زنجیره استدلال پسرو مرحله اول



شکل (۶) روش اعمال زنجیره استدلال پسرو مرحله دوم

## حافظه کاری (Working Memory)

حافظه کاری شامل حقایق در مورد مسئله است که در طی اجرا بدست آمده است. تعریف: حافظه کاری، بخشی از یک سیستم خبره است که حقایق مسئله را که در طی اجرا بدست آمده است، در خود دارد. سیستم خبره اطلاعات بدست آمده در طی اجرا را که در حافظه کاری ذخیره می شود با قوانین تطبیق می دهد تا حقایق جدید استنتاج شده و آنها را در حافظه کاری قرار دهد. ممکن است به نتایجی نیز برسد که قبلاً در حافظه کاری وجود داشته است. برخی سیستم های خبره توانایی بهره گیری از پایگاه داده های خارجی، صفحه های گسترده و حتی سنسورها را دارند. که آناطلاعات به حافظه کاری منتقل شده و در جریان فرآیند استنتاج قرار می گیرد.

واحد پایگاه دانش

پایگاه دانش، همانطوریکه از نامش پیداست بخشی است که در آن، دانش یک سیستم خبره انباشته شده است. این واحد یکی از مهمترین بخشهای سیستم خبره است زیرا کیفیت این بخش تعیین کننده چگونگی برخورد کار بر یا متخصص با چون این سیستم خبره مبتنی بر قاعده است بنابراین برای نمایش دانش از روش قواعد تولید استفاده شده است. پایگاه دانش این سیستم خبره شامل ۸ قسمت کلی می باشد که عبارتند از: پایگاه داده قواعد، پایگاه داده لیست عیوب، پایگاه داده دستورا عمل چک ها، پایگاه داده شناسایی ایرادیابی بر اسال کتابچه تعمیراتی، پایگاه داده دیاگرام های پروسس و جانمایی قطعات ابزار دقیق، پایگاه داده نقشه بندی سیم ها در تابلوها، پایگاه داده کتابچه تعمیراتی و پایگاه داده دستورالعملهای کالیبراسیون.

۱- پایگاه داده قواعد

این پایگاه شامل مجموعه قواعدی است که توسط واحد کسب دانش سیستم خبره حاصل شده است. این قواعد به شکل "اگر ... آنگاه" می باشند که دانش فرد خبره در آن ذخیره میشود و استنتاج سیستم خبره براساس این قواعد صورت می گیرد.

```
(if 1 is y
then Q1 is True )
(if 1 is n
then Q1 is False)
(question 1 is "Are there voltage(24vdc) at +_ terminal transmitter " )
```

```
(if Q1 is True and 1y is y
then Q2 is True)
(if Q1 is True and 1y is n
then Q2 is False)
(question 1y is "Are there current (4-20mA) at transmitter " )
```

۲- پایگاه داده لیست عیوب

در این صفحه گرافیکی تلاش شده است که کلیه عیوب لیست شود تا کاربر در زمان مورد نیاز به مشاوره،

مستقیماً به عیب مورد نظر کلیک کرده تا به سیستم خبره لینک گردد و نتایج حاصل از طریق مشاوره در

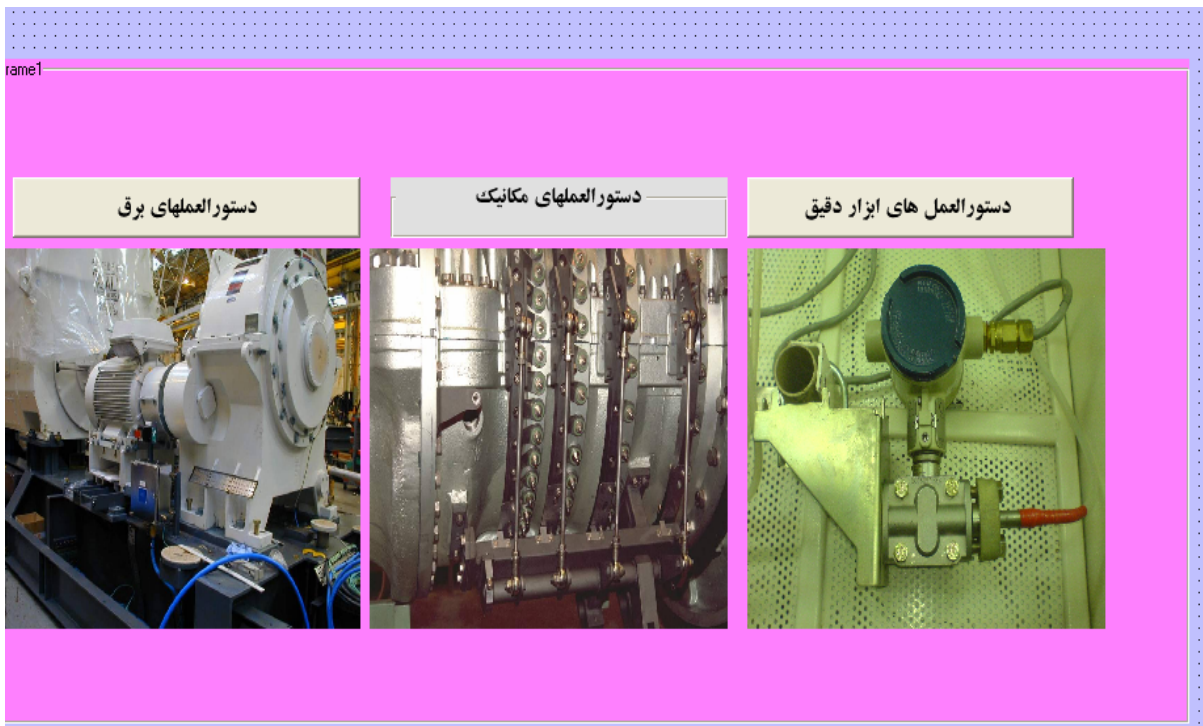
مرحله پایگاه داده دستورا عمل چک هاو پایگاه داده لیست عیوب یکسان باشد

۳- پایگاه داده شناسایی ایرادیابی بر اساس کتابچه تعمیراتی

شرکت طراح توربین مجموعه ای را تحت عنوان PROCEDURE FAULT ارائه نموده است تا در شرایطی بتوان عیب بوجود آمده را آنالیز و با کمک این دستورا عمل کلی به رفع عیب پرداخت در این پروژه سعی شده است با کمک امکان جستجو در محیط EXCELL و نرم افزار ویژوال بیسیک به کمک تعمیرکاران آمد

۴- پایگاه داده دستورا عمل چک ها

این پایگاه داده دستورا عملهای مربوط به یک چک را بصورت گرافیکی در اختیار کاربر قرار میدهد تا مشاورهای لازم در خصوص تعمیرات را ارائه دهد و در هر مرحله چک که نیاز شد به سیستم مشاوره خبره لینک گردد. شکل (۸)



پایگاه داده دستورا عمل چک ها شکل (۸)

۵- پایگاه دادهٔ دیاگرام های پروسس و جانمایی قطعات ابزار دقیق

این پایگاه داده زمینه ای را ایجاد کرده است تا کاربر برای شناسایی محل قطعات پروسس با کمترین زمان

ممکن لینک کرده و فایل PDF مربوطه باز شده تا نیاز تعمیراتی خود را رفع کند. شکل (۹)



شکل (۹): پایگاه دادهٔ دیاگرام های پروسس و جانمایی قطعات ابزار دقیق

۶- پایگاه دادهٔ نقشه بندی سیم ها در تابلوها

این پایگاه داده زمینه ای را ایجاد کرده است تا کاربر برای شناسایی سیم بندی قطعات ابزار دقیقی با

کدهای KKS بتواند در تابلوها با کمترین زمان ممکن ترمینالهای را شناسایی و به رفع عیب بپردازد

۷- پایگاه دادهٔ کتابچه تعمیراتی

این پایگاه داده زمینه ای را ایجاد کرده است تا کاربر برای شناسایی نیازهای خود بصورت صفحات گرافیکی

لیست موارد مورد نیاز را مشاهده نموده و در صورت نیاز به لینکهای خود مرتبط شده و اطلاعات تعمیراتی خود را

در کمترین زمان پیدا کرده و مورد مطالعه قرار دهد

2D-3	0101 Legend for Symbol 2042748	1A	0101 General Introduction 1CS37168
2D-3	MBB01 Power Turbine/Starting Gas Generator 2042749	1A	0201 Revision Routine 1CS51511
2D-3	MBH1001 Cooling/Sealing Air System 2042750	1A	0301 General Safety 1CS47746
2D-3	MBL01 Air Intake Filter System 2042751	1A	0401 Documentation Structure for Gas Turbine 1CS39054
2D-3	MBP01 Gas Fuel System 2042753	1A	0402 Documentation Structure 1CS52154
2D-3	MBQ01 Ignition Gas System 2042754	1A	0501 General List of Documentation -
2D-3	MBV01 Lube Oil System 3xAC Pumps 2042755	1A	0601 General List of Components -
2D-3	QFA01 Instrument Air System 2042756	1A	0701 KKS Designation System 1CS36949
2D-3	SAG01 Ventilation System, Gas Turbine 2042757	1A	0801 Component for Documentation Guideline 1CS47799
2D-3	SDB01 Compressor Washing System 2042758		
2D-3	SFY01 Gas Detection System		
2D-3	SGJ1001 Fire Extinguishing System		
2E-3	0101 Aggregate List	2A-3	0101 GT Operating Introduction 1CS39703
2E-3	0201 Instrument List	2A-3	0201 Operating Safety 1CS44273
2E-3	0301 Setting List	2A-3	0301 Requirements 1CS47149
2E-3	0401 Electrical Load List	2A-3	0302 Technical Delivery Terms DL1171-1
		2A-3	0303 Lubrication Oil Specification for Iran RTRGCC03/02
		2A-3	0304 Delivery Control of Lubricating Oil K-1171-7
		2A-3	05 In service monitoring of mineral turbine oils for Gas K8962-11

شکل (۱۰) کتابچه تعمیراتی

## ۸- پایگاه داده دستورالعمل‌های کالیبراسیون

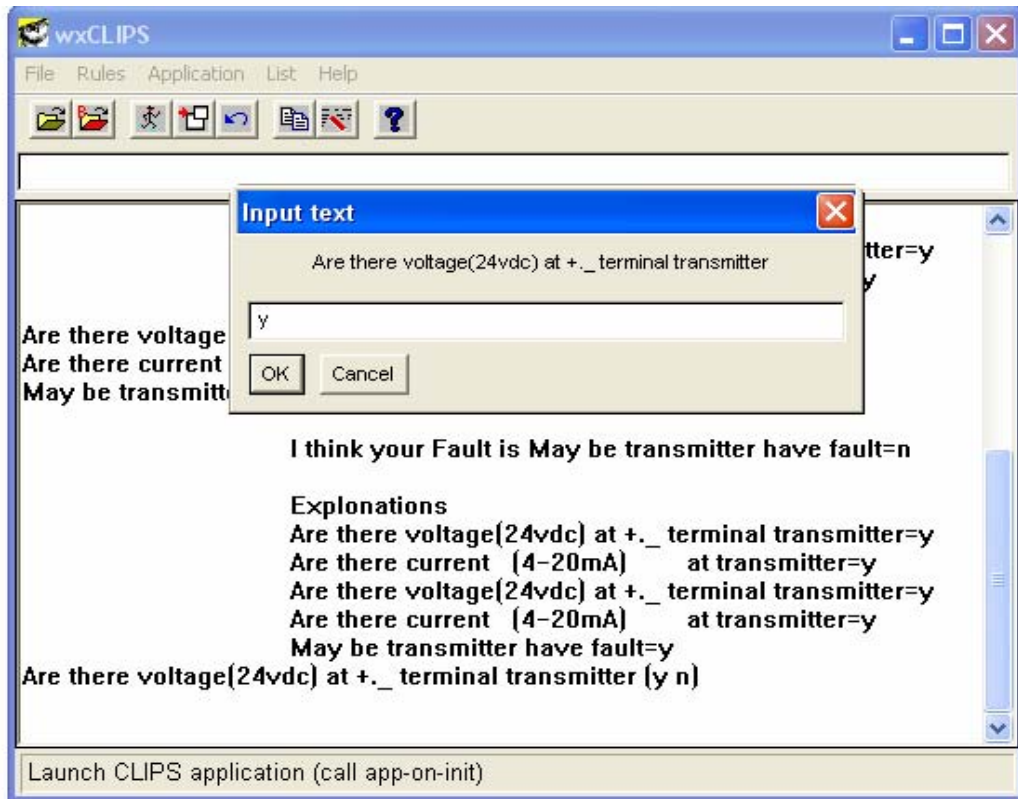
این پایگاه داده زمینه ای را ایجاد کرده است تا کاربر بتواند دستورالعمل‌های کالیبراسیون تجهیزات ابزار دقیقی را در صورت نیاز در صفحات گرافیکی پیدا و به لینک مربوطه رجوع کند.

## فرآیند عیب یابی

جهت طراحی این سیستم خبره، ابتدا پروژه را به قسمتهای کوچک تر تقسیم می نماییم و به این صورت که توربین را براساس P&ID در ۵ پنج واحد تقسیم نموده و هر قسمت را نیز به بلوکهای کوچک تری تقسیم می نماییم. سپس برای تست هر قسمت چکهایی تعریف نموده و دستورالعملهایی جهت انجام چکها تنظیم می نماییم. این چکها نیز از مراحل مختلفی تشکیل شده اند که هر کدام از مراحل به قسمتهای ساده را تست میکنند. جهت انجام این چکها، کاربر باید طبق دستورالعمل، اعمالی را انجام دهد. بعنوان مثال عملکرد ترانس میتر فشار را براساس ۵ مرحله در سیم بندی، سنسور فشار، کارت الکترونیکی، کارت I/O، نرم افزاری HMI&ENG، مورد بررسی قرار می نمایم. دستورالعملهای هر قسمت با موفقیت انجام شود در غیر اینصورت به لینک فایل WXCLIPS، منتقل می گردد و مشاوره لازم را ارایه مینماید. شکل (۱۱)

بنابراین قسمتهای ساده مورد نظر سالم می باشد. اگر تمام مراحل یک چک در حالت نرمال باشد، آن چک با موفقیت انجام شده و وارد چک بعدی می شویم در غیر اینصورت قسمتهای مورد آزمایش معیوب می باشد. از

این به بعد واحد استنتاج شروع به کار کرده و از کاربر سؤالاتی میکند که کاربر باید به آنها پاسخ صحیح و درست بدهد.

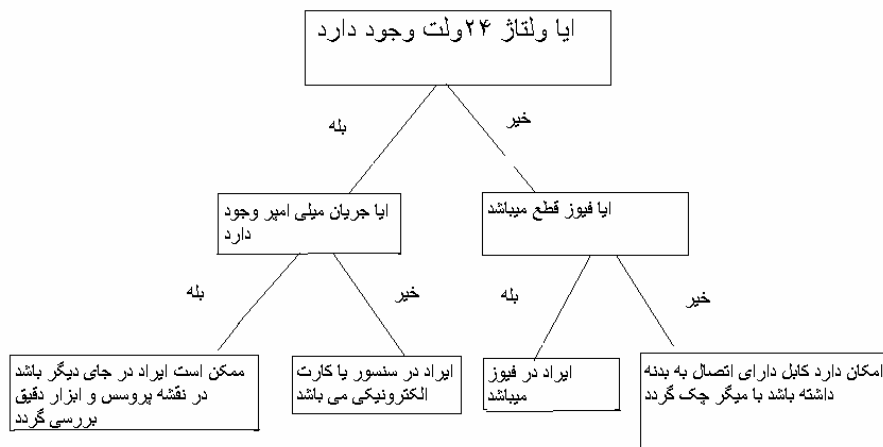


شکل ۱۱: فرایند عیب یابی در نرم افزار wxclips

### درخت تصمیم گیری (Decision Tree)

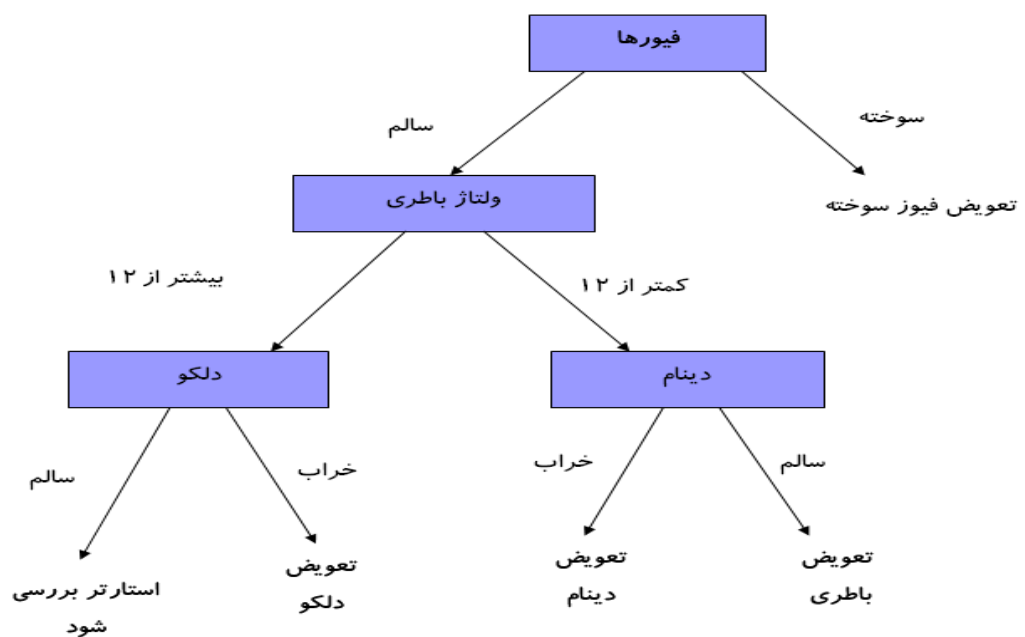
یک درخت تصمیم گیری نمایش گرافیکی از فضای جستجوی یک مسئله است. درخت ترکیبی از گره و یال است که یالها، گرهها را بهم مرتبط می سازد. هر گره بیانگر یک موضوع است که درمورد آن تصمیم گیری می شود و یالها بیانگر مقادیر ممکن میباشد. با بکارگیری اطلاعات مرتبط با مسئله، می توان در طول درخت حرکت کرده و راه حل مسئله را ارائه کرد. جهت نمایش واحد استنتاج، از درخت تصمیم استفاده شده است زیرا: اولاً یک ساختار تصمیم گیری هم یک طرح نمایش دانش و هم روشی برای استدلال درباره دانش خود میباشد. ثانیاً درختهای تصمیم پاسخگوی مسایلی هستند که دارای یک مجموعه جوابهای ممکن می باشند که از پیش تعیین شده اند که معمولاً مسایل رده بندی و تشخیص با ساختار مواجه می شوند. بعنوان مثال رده بندی و طبقه بندی عیبه با استفاده از درخت تصمیم در شکل (۱۲) نشان داده شده است و همچنین یک مسأله تشخیص ممکن است که به انتخاب یک علت خطا از میان مجموعه ای از علتهای ممکن، نیاز داشته باشد. همانطوریکه در شکل ۱۱ جهت فرایند عیب یابی و تشخیص خطا از درخت تصمیم استفاده شده است. ثالثاً

درختهای تصمیم روشی هستند که بوسیلهٔ مجموع های از راه حل‌های ممکن همراه با یک مجموعه ای از تصمیمات یا پرسشهایی که فضای جستجوی درخت تصمیم را کاهش می دهند، ناشی می شوند . جهت عیب یابی هریک از قسمت‌های که مربوط به مراحل های از چک می باشند، تعدادی قاعده وجود دارد که با پسوند **clp** ذخیره شده اند در فایل‌های جداگانه ای از نوع **wxCLIPS** زبان با استفاده از **wxCLIPS** مرحله ای از چک با موفقیت انجام نشد، فایل مربوط به آن فراخوانی شده و موتور استنتاج پایگاه دانش خود سؤالاتی را از کاربر می پرسد و سیستم خبره با استفاده از پاسخهای کاربر، تجزیه و تحلیل کرده و عیوب محتمل را شناسایی می کند و یا عیوب موجود را در محدودهٔ مشخصی به صورت لیست در اختیار کاربر قرار می دهد و دوباره از کاربر می خواهد تا قسمت‌های بعدی را تست می نماید



شکل ۱۲: نمونه ایراد بایی ترانسمیتر فشار در نمودار درختی

مثال نمونه:

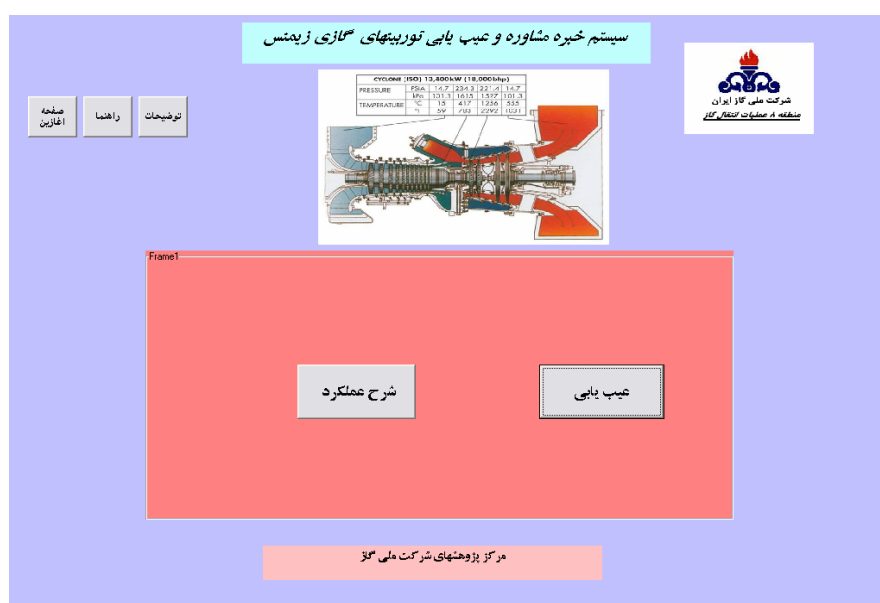


شکل ۱۳: مثال نمونه در فرایند تشخیص عیب خودرو





۲-رابط تصویری آیکون، جهت ارتباط با پایگاه داده دستورا عمل چک ها، پایگاه داده شناسایی ایرادیابی بر اسال کتابچه تعمیراتی، پایگاه داده دیاگرام های پروسس و جانمایی قطعات ابزار دقیق، پایگاه داده نقشه بندی سیم ها در تابلوها، پایگاه داده کتابچه تعمیراتی و پایگاه داده دستور العملهای کالیبراسیون ... از این نوع واسط استفاده شده است. با توجه به محیط گرافیکی قوی که ویژوال بیسیک در اختیار ما قرار میدهد، رابط کاربر این سیستم خبره به زبان ویژوال بیسیک نوشته شده است.



شکل ۱۶: واسط کاربر در نرم افزار ویژوال بیسیک

### ابعاد مختلف سیستم مطلوب :

با توجه به مشخصات و ابعاد مختلف مسئله که در بخش قبل مطرح شد، می توان از یک سیستم خبره مبتنی بر قاعده استفاده کنیم که دارای یک پایگاه دانش قوی مشتمل بر تمام قواعد، پایگاه داده دستورا عمل چک ها، پایگاه داده شناسایی ایرادیابی بر اسال کتابچه تعمیراتی، پایگاه داده دیاگرام های پروسس و جانمایی قطعات ابزار دقیق، پایگاه داده نقشه بندی سیم ها در تابلوها، پایگاه داده کتابچه تعمیراتی و پایگاه داده دستور العملهای کالیبراسیون، می باشد. یک مکانیزم استنتاج که عیب یابی و حل مسئله را انجام می دهد و یک رابط کاربر که گزارشهای لازم را به کاربر می رساند و بطورکلی با کاربر از طریق سؤال می .این دو ابزار عبارتند از :زبان برنامه نویسی دارای موتور استنتاج است و ویژوال wxCLIPS نرم افزار wxCLIPS . ویژوال بیسیک و یک پوسته سیستم خبره به نام بیسیک نیز دارای رابط کاربر گرافیکی خوبی می باشد .علاوه براین دارای واسط خارجی است و استفاده از آن ساده تر از بقیه زبانهای برنامه نویسی بوده و امکان ارتباط با پایگاههای داده نیز در آن براحتی برقرار می شود .در جدول 1 معیارهای انتخاب یک ابزار خاص برای توسعه سیستم خبره نشان داده شده است و چند نمونه از این ابزارهای توسعه، با هم مقایسه شده اند. معیارهای کلی برای

ارزیابی یک پوسته خاص برای توسعه سیستم خبره عبارتند از : سهولت استفاده، توانایی تکنیکی، محیط پشتیبانی توسعه، امکانات واسط کاربر، واسط خارجی، مجوز اجرا و پشتیبانی فروشنده.

Leonardo	wxCLIPS	CLIPS	VP-Expert	PROLOG	ابزارهای توسعه معیارها
مبتنی بر متن	گرافیکی	مبتنی بر متن	مبتنی بر متن	مبتنی بر متن	نوع نمایش
زنجیره پیشرو	زنجیره پیشرو	زنجیره پیشرو	زنجیره پیشرو	زنجیره پیشرو	مکانیزم استنتاج
ضعیف	متوسط	ضعیف	ضعیف	ضعیف	محیط پشتیبانی توسعه
ضعیف	قوی	ضعیف	ضعیف	ضعیف	واسط خارجی
مبتنی بر قاب و شی گزینی	مبتنی بر قاعده، قاب، شی و گرا و ...	مبتنی بر قاعده، قاب، شی و گرا و ...	مبتنی بر قاعده	مبتنی بر قاعده	توانایی تکنیکی
ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	توانایی ارتباط با سخت افزار
مشکل	بسیار مشکل	مشکل	مشکل	مشکل	سهولت استفاده
ضعیف	قوی	ضعیف	ضعیف	ضعیف	امکانات رابط کاربر

جدول ۱: مقایسه ابزارهای مختلف

## نتیجه گیری

حاصل این تلاش، یک سیستم خبره قانونمند است که با تشخیص علل خطای ایجادی در دیاگرامهای پروسس و ابزار دقیق عملیات اصلاحی لازم را برای راهنمایی تعمیرکاران تا رفع عیب کامل از این واحد، صادر می کند . جهت راحتی کار با این سیستم خبره، یک رابط کاربر گرافیکی با استفاده از زبان برنامه نویسی ویژوال بیسیک طراحی شد . پایگاه داده عیوب، علاوه بر اینکه باعث افزایش سرعت در امر عیب یابی می شود، بعنوان شناسنامه سیستم نیز عمل می کند . با وارد کردن عیبهایی که به مرور زمان رخ می دهند، این پایگاه داده را می توان روز به روز توسعه داد. این تحقیق به صورتهای زیر می تواند توسعه یابد

میتوان با توسعه این ساختار ایجاد شده در تمام قسمتهای توربین و کمپرسور گاز و تاسیسات سایت پایگاه دانش را با کمک کتابچه های تعمیراتی موجود در این پروژه و همچنین با استفاده از فرمهای مخصوص ایجاد شده نظرات افراد خبره را جمع آوری نمود و با گذشت زمان و بهبود مستمر به تکمیل این سیستم خبره پرداخت و همچنین می توان با استفاده از سیستم ماد باس اطلاعات را از طریق سخت افزاری و نرم افزاری در یک مجموعه کامپیوتری مورد آنالیز قرار داد تا بمحض ایجاد آلام بصورت ONLINE به بررسی عیوب پرداخت برای انجام

این کار باید یک واسط سخت افزاری طراحی شود بطوریکه فرمانها را از سیستم خبره دریافت کرده و به سایت منتقل نماید و همچنین پاسخ این فرمانها را از سایت دریافت و به سیستم خبره اطلاع دهد.

سیستم خبره نیز با دریافت این اطلاعات و مقایسه با اطلاعات موجود در پایگاه دانش خود میتواند عیب را تشخیص دهد. طراحی سیستم مخره خودکار . بطوریکه بتوان کلیه اعمالی که در حال حاضر این سیستم خبره از کاربر درخواست انجام آن را می دهد، سیستم خبره بتواند خودش انجام دهد و نتیجه گیری نماید . در صورتیکه احاطه کاملی بر اطلاعات توربین گازی حاصل شود، امکان ایجاد توابع عضویت فازی برای مدل سازی قواعد فراهم می شود که طبیعتاً نتایج حاصله به واقعیت نزدیکتر خواهند بود. ایجاد امکان توسعه سیستم با استفاده از واسط کاربر مناسبتر . برای نیل به این مقصود، نخستین اقدام، نوشتن یک فایل ویرایشگر و دومین اقدام، تدبیر مناسب جهت مشابه سازی انواع قواعد ممکن مورد استفاده در مرحله استنتاج میباشد. اضافه نمودن سیستم یادگیری مثل شبکه های عصبی و ژنتیکی، تا سیستم مخره پایگاه دانش خود را به مرور زمان توسعه دهد و سپس با اضافه نمودن تعدادی فرا قاعده و ترکیب سیستمهای فوق میتوان اقدام به طراحی چنین سیستمی نمود.

#### منابع:

- [1] Edward A. Feigenbaum , Handbook of artificial intelligence Heuris Tech /William Kaufman . Inc, 1981-2
- [2] Joseph Giarratano . et al., "An Intelligent SQL Tutor ." 1991 conference on intelligent computer-Aided Training [ICAT,91], pp. 309-316. 1991.
- [3] R.L. Ennis et.al., " A Continuous Real-time Expert system for omputer Operation , "IBM J . Res. Develop., 30[1]. Pp.14-28.1986
- [4] Dafydd Ab Hugh, "The Future of Flying ." AI expert , pp . 66-69, Jan 1986
- [5]John McDermott and Judith Bachant , "RI Revisited: Four years in the Trenches," AI Magazine, V .[3], pp. 21-32. fall 1984
- [6]Allen Newell and Herbert A . simon, Human Problem Solving Preentice-Hall 1972
- [7] R.E Uhring . J.W. hines, C. Black. D . J . Wrest, and X u, X " Instrumention Surveillance and Calibration Verification system . final Report . sandia National Laboratori Contract AQ-6982[ontractor University of Tennessee] . Marth 1996.
- [2] Jackson,p. "Introduction to Expert Systems"
- ۸- " حامد دهقان حقیقت " طراحی الگوریتم ساخت یک سیستم خبره جهت تشخیص سیستم خبره جهت تشخیص خطاء و رفع عیب در بویلر نیروگاه با استفاده از زبان برنامه نویسی C3. پایاننامه کارشناسی ارشد - سال ۱۳۷۶ - دانشگاه علم و صنعت - استاد راهنما " دکتر محمد رضا باهنر "
- ۹- " محمد جواد رنجبر باقی "نگهداری سیستم خبره
- پایاننامه کارشناسی ارشد - سال ۱۳۷۷ - استاد راهنما " دکتر محمد رضا کنگاوری "

۱۰- "حمید حسینی" طراحی یک سیستم خبره برای عملکرد تشخیص عیوب و نمایش مشخصه های ماشینهای الکتریکی بطور همزمان.

پایاننامه کارشناسی ارشد - سال ۱۳۷۷- دانشگاه دانشگاه شیراز - استاد راهنما "دکتر ابراهیم فرجاه"

۱۱- "سید علی میر صیفی فرد نیاسری" طراحی سیستم خبره برای تنظیم پارامترهای کنترل کننده در یک سیستم چند ورودی- چند خروجی .

پایاننامه کارشناسی ارشد - سال ۱۳۸۳- دانشگاه گیلان - استاد راهنما "دکتر سید علی میر صیفی فرد نیاسری"

۱۲- "علیرضا کاوه" طراحی سیستم خبره و تنظیم پارامترهای موثر ماشین تزریق بمنظور رفع معایب قطعات پلاستیکی

. پایاننامه کارشناسی ارشد - سال ۱۳۸۰- دانشگاه تهران - استاد راهنما "دکتر محمد محبوب جهرمی"

۱۳- طراحی سیستم خبره تشخیص عیب در قسمت ارتباطات دیسپاچینگ ملی

سیزدهمین کنفرانس برق-نویسنده "رویا امجدی فرد"-دانشگاه تربیت مدرس

۱۴- توسعه یک سیستم خبره جهت تشخیص خطاء سیستم برق مترو

نخستین همایش حمل و نقل ریلی شهری-نویسنده "محمد علی صندیدزاده، جواد موسوی و محمد باقر منهج"

۱۵- مهدی غضنفری، زهرا کاظمی "اصول و مبانی سیستمهای خبره". تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۲

۱۶- علیرضا زارع پور "مباحثی در برنامه نویسی پیشرفته و ویژوال بیسیک" تهران انتشارات نص ۱۳۷۹