

فرایند استنتاج خود شامل تکنیک استنتاج است که روشهای مختلف، نحوه ترکیب دانش درون پایگاه دانش و اطلاعات و حقایق درون حافظه کاری را با هم نشان میدهند.

### استدلال:

تعریف: استدلال فرآیند کار کردن با دانش، حقایق و استراتژی حل مسائل تا رسیدن به نتیجه است.  
انواع مختلف استدلال وجود دارد:

استدلال استنباطی (از معلول به علّت – از کل به جزء)

– استدلال استقرایی (از جزء به کل)

– استدلال انتزاعی

– استدلال قیاسی

– استدلال عقل سلیم

– استدلال غیر یک نواخت

انسان از استدلال استنباطی برای استنباط اطلاعات جدید از اطلاعات منطقاً مرتبط قبلی، بهره می گیرد. برای مثال یک کارآگاه جنایی، از مدارک صحنه جنایت و یک زنجیره از فرضیات شروع به تحقیق کرده (استنباط) و او را به تشخیص مجرم هدایت می کند. استدلال استنباطی از حقایق یا بدیهیات و دانش عمومی مرتبط در قالب قوانین یا استنتاجات منطقی بهره می گیرد. فرآیند با مقایسه بدیهیات (یا حقایق) و مجموعه ای از استنتاجات آغاز شده و به حقیقتی جدید ختم می شود.

برای مثال:

حقایق: اگر در زیر باران ایستاده باشم، خیس خواهم شد.

حقیقت: من زیر باران ایستاده ام

نتیجه: من خیس خواهم شد.

این گونه استدلال به سبب منطقی مورد توجه است و یکی از تکنیک های پرکاربرد در حل مسائل بر این پایه استوار است:

قانون « حذف استنتاج » است.

**If A is true and if A implies B is true, then B is true**

از مجموعه ای محدود از حقایق به نتیجه کلی می رسیم: از طریق فرآیند عمومی سازی

مثال

فرض: میمون ها در باغ وحش ارم موز می خورند.

فرض: میمون ها در باغ وحش کیش موز می خورند.

نتیجه: در حالت کلی، تمام میمونها موز می خورند.

## استدلال انتزاعی

استنباط در حقیقت استنتاجی است که از حقایق و قوانین استنتاجی موجود بدست . آمده و بطور منطقی درست است . انتزاع گونه ای استنباط است که استنتاج محتمل را ممکن می سازد. محتمل به این معنی که نتیجه از روی اطلاعات موجود بدست می آید اما ممکن است غلط باشد. مثال:

اگر **B** درست باشد و **A** نتیجه بدهد **B** آنگاه **A** درست است ؟

حقیقت: زمین خیس است. (**B**)

قانون استنتاج: اگر باران ببارد (**A**) زمین خیس می شود.

نتیجه: باران می بارد؟!

با داشتن تنها اطلاعاتی که از زمین خیس داریم، یک استنتاج ممکن این است که باران می بارد، اما ممکن است اینگونه هم نباشد و زمین به سبب دیگری خیس شده باشد. مثلاً باغبان علفها را آب داده است.

انسان یک مدل مغزی برای برخی مفاهیم که از تجربیاتش بدست می آید، می سازد. او این مدل را از طریق استدلال قیاسی بکار می گیرد تا وضعیت اشیاء را درک کند. بین دو موجودیت قیاس انجام می دهد، بدنبال تشابه ها و تفاوت ها می گردد. مثال:

ببر

گروه خاص از : حیوانات

تعداد پا: ۴

غذا: گوشت

محل زندگی: هند و جنوب آسیا

رنگ: زرد مایل به قهوه ای با خطوط موازی

بطور مثال شیر خیلی مانند ببر است و خیلی مشترکات با ببر دارد: هر دو گوشت خوارند و در هند زندگی می کنند. تفاوتیایی نیز دارند برای مثال رنگشان فرق دارد و در نقاط مختلفی زندگی می کنند. با این دیدگاه با کمک استدلال قیاسی می توان درکی از مفهوم جدید ایجاد کرد و بر اساس تفاوتها و شباهت ها آن مفهوم جدید با مفاهیم قبلی آن را شناخت.

انسان از گونه ای استدلال برای افزایش سرعت استدلال بهره می گیرد. استدلال عقل سلیم بیشتر روی قضاوت صحیح استوار است تا منطق.

مثال: شل بودن تسمه فن رادیاتور معمولاً موجب ایجاد صدای عجیب می شود.

یک مکانیک به اینگونه از استدلالها شاید براساس تجربیات سالهای زیاد برسد. و به محض شنیدن صدای ناهنجار تشخیص بدهد که تسمه شل

است. این گونه قوانین با گونه دانش که به روش اکتشافی مسئله را حل می کند متفاوت است. در روش اکتشافی در حقیقت جستجویی برای

یافتن راه حل استوار، تضمینی وجود ندارد که جهتی که انتخاب شده است جهتی است که حتماً به جواب برسد.

همانند جستجوی **Best-first Search** عمل می کند.

برای بسیاری از شرایط، بر اساس اطلاعاتی عمل می کنیم که ثابت هستند، منظور این است که در طی فرآیند حل مسئله حالت برخی حقایق ثابت می ماند. اینگونه استنتاج را یکنواخت می گوییم. اما در برخی از مسائل حالت حقایق تغییر می کند. مثال:

اگر باد بوزد، آنگاه پرچم تکان خواهد خورد.

در این شرایط اگر باد بوزد استدلال می کنیم که پرچم در حال تکان خوردن است، اما اگر وزش قطع شود، انتظار داریم که دیگر پرچم تکان نخورد. در حقیقت شرایط برای وزش باد تغییر خواهد کرد. لذا استدلال همیشه ثابت نیست در این شرایط باید سیستمی باشد که همواره بررسی کند که چه چیزی باعث ایجاد حقیقتی شده و اگر آن شرایط تغییر پذیرند آنگاه در صورت تغییر باید چه استدلالهایی مجدد گرفته شود.

## استنتاج

تعریف: استنتاج، فرآیند بکار گرفته شده در سیستم خبره است که اطلاعات جدید را از اطلاعات قبلی بدست می آورد. در این بخش به فرآیندهای انجام شده در موتور استنتاج در یک سیستم خبره نگاه خواهیم کرد و بررسی می کنیم که چگونه موتور استنتاج می فهمد که چه سوالی را از کاربر بپرسد، چگونه در پایگاه دانش حرکت کند، چگونه یک قانون از مجموعه قوانین انتخاب کند و **Fire** کند و چگونه اطلاعات استدلال شده بر جستجو تاثیر گذارند. در پایان دو دسته تکنیک استنتاجی پیشرو و پسرو را بررسی خواهیم کرد.

تعریف: حذف استنتاج، قانون منطقی است که ادعا می‌کند اگر بدانیم  $A$  درست است و از  $A$  می‌توان  $B$  را نتیجه گرفت، آنوقت  $B$  نیز درست است.

با حذف استنتاج از بدیهیات و حقایق به حقایق جدید می‌رسیم. مثال:

$E1 \rightarrow E2$  اگر دمای بدن  $< 35$  باشد آنگاه تب دارد

$E2 \rightarrow E3$  اگر بیمار تب داشته باشد آنگاه پیشنهاد می‌شود ۲ آسپرین بخورد

$E^1 =$  شامل «دما بیشتر از ۳۵ باشد» که: اگر در یکی از بیماران شرایط طوری باشد که:

$E^2 =$  بیمار تب دارد : آنگاه می‌توان استدلال کرد که :

$E^3 =$  پیشنهاد می‌شود ۲ عدد آسپرین بخورد : آنگاه می‌توان استدلال کرد که :

با کمک حذف استنتاج می توان از حقایق قبلی به حقایق جدید رسید و این عمل آنقدر ادامه پیدا می کند تا تمام اطلاعات ممکن جدید را بتوان بدست آورد. اما در برنامه های کامپیوتری بدنبال یک هدف هستیم، و می خواهیم واقعیتی را اثبات کنیم.

تعریف: استراتژی رفع، استنتاجی است که در سیستمهای منطقی بکار گرفته شده و صحت یک ادعا را تعیین می کند.

روش رفع سعی می کند ثابت کند با توجه به حقایق موجود  $P$  درست است و همچنین سعی می کند ثابت کند که  $\neg P$  نمی تواند درست باشد.

با هر دو روش مجموعه ای از حقایق جدید و تئوری های نقض بدست می آید.

فرض کنید دو ترکیب زیر را داریم:

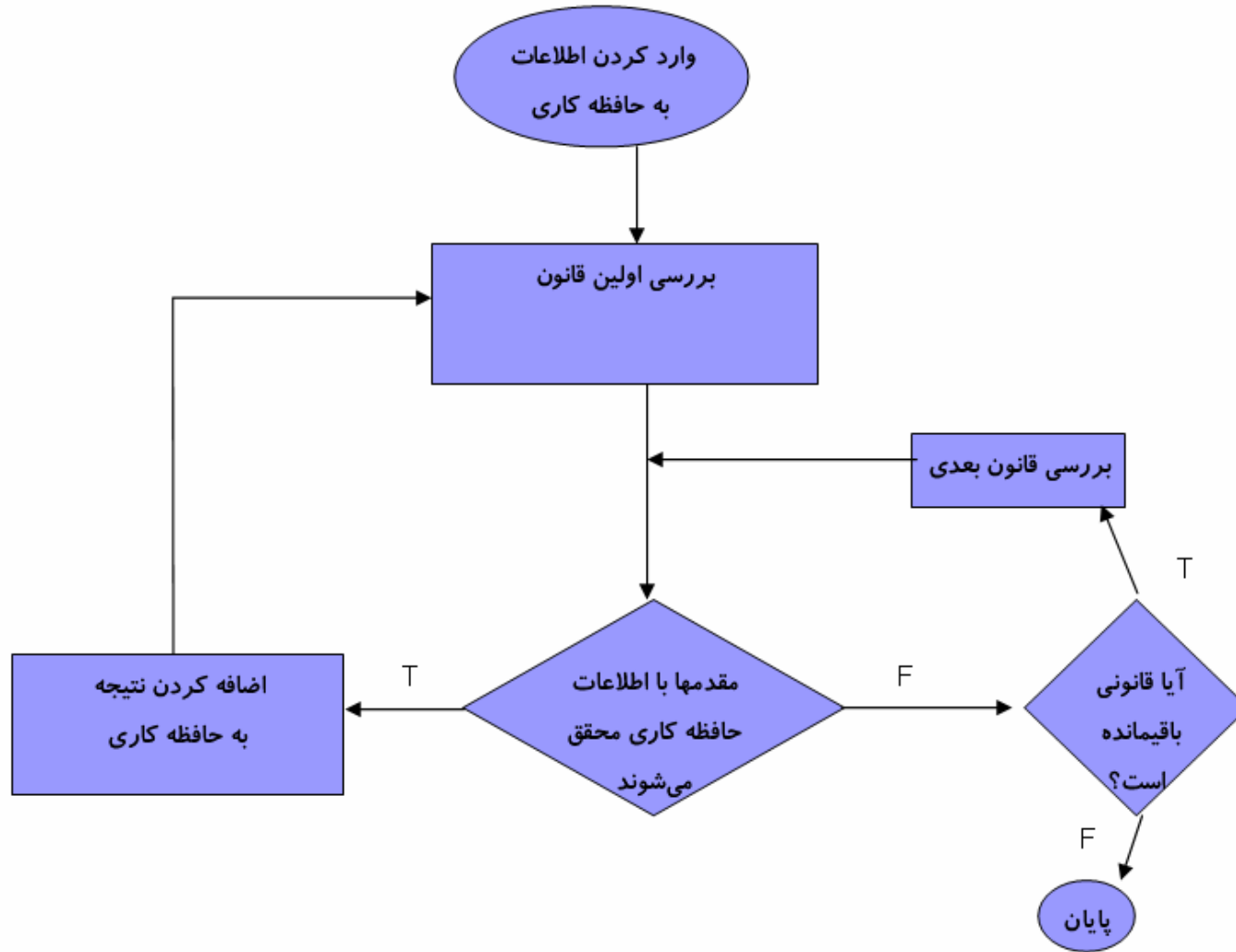
$\neg B \vee C$  و  $A \vee B$  با ترکیب آنها:  $(A \vee B) \wedge (\neg B \vee C) = A \vee C$  از طرف دیگر به مجموعه راه حل و

دانسته ها سعی می کنیم نتایجی که از نقیض Goal هم بدست می آید اضافه کنیم تا در نهایت به

یک تناقض برسیم و بر این اساس ثابت کنیم که عکس Goal نمی تواند درست باشد پس Goal درست است.



## زنجیره پیش رو (Forward-Chaining)



فرآیند یافتن راه حل بعضی مسائل از جمع آوری اطلاعات شروع می شود. روی اطلاعات استدلال صورت گرفته تا به نتایج منطقی برسیم. این شمای حل مسئله که جستجوی داده محور است زنجیره پیش رو نامیده می شود.

تعریف: زنجیره-پیش رو، استراتژی استنتاجی است که با مجموعه ای معلوم از حقایق شروع کرده و حقایق جدید با کمک قوانینی که مقدم آنها توسط آن حقایق قبلی محقق می شود، بدست می آید.

این رویه تا رسیدن به حالت هدف یا تا بررسی تمام قوانینی که مقدم آنها توسط حقایق (شناخته شده یا بدست آمده) محقق می شود، ادامه پیدا می کند.

فرض کنید بیماری به پزشکی مراجعه می کند، مجموعه قوانین پزشک شامل موارد زیر است:

### **Rule 1**

IF بیمار گلو درد دارد

AND مضمون به عفونت باکتریایی است

THEN مطمئناً بیمار گلودرد میکروبی دارد

### **Rule 2**

IF دمای بدن بیمار بیش از ۴۰ درجه باشد

THEN بیمار تب دارد

### **Rule 3**

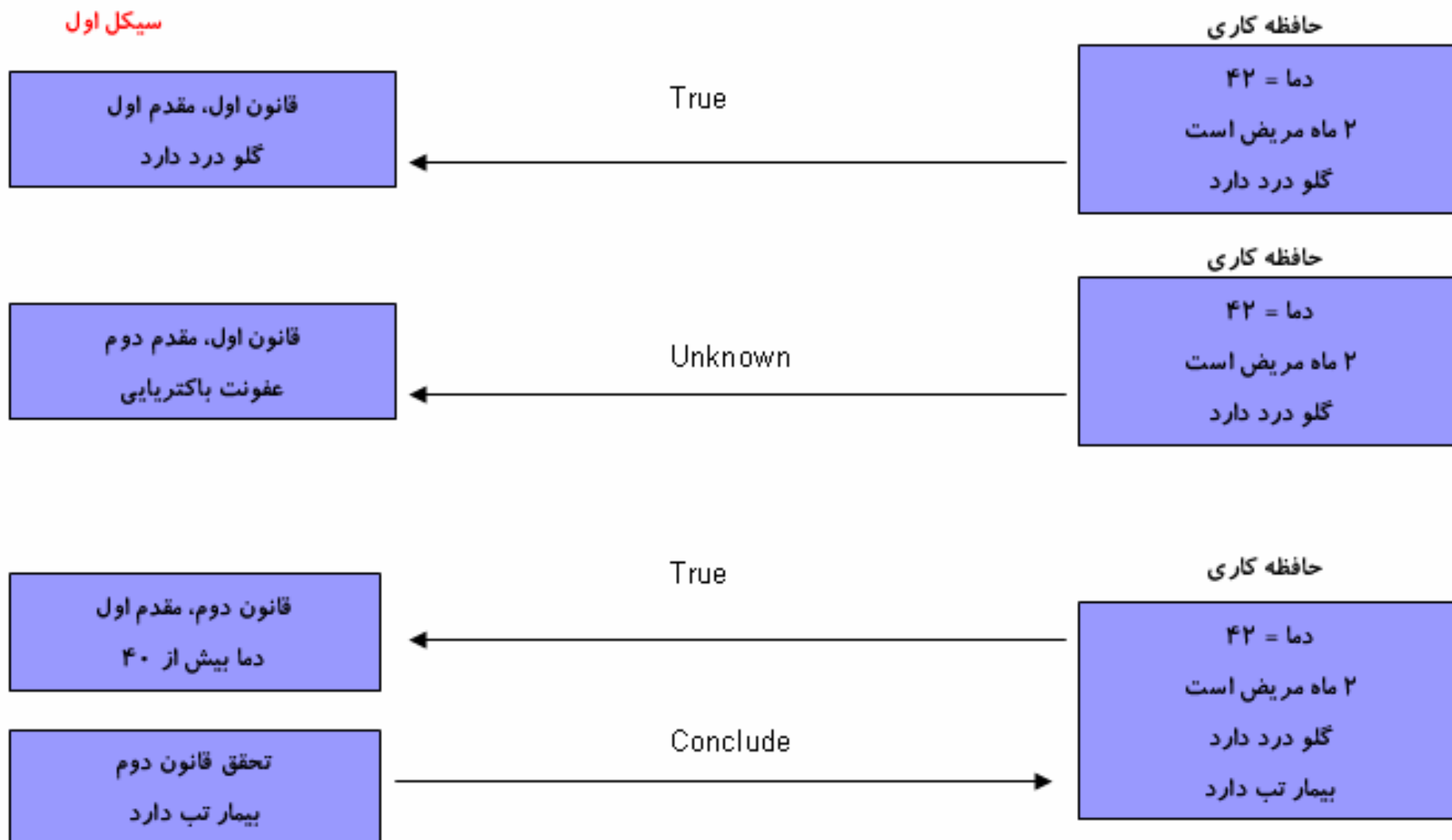
IF بیمار بیش از یک ماه مریض است

AND بیمار تب دارد

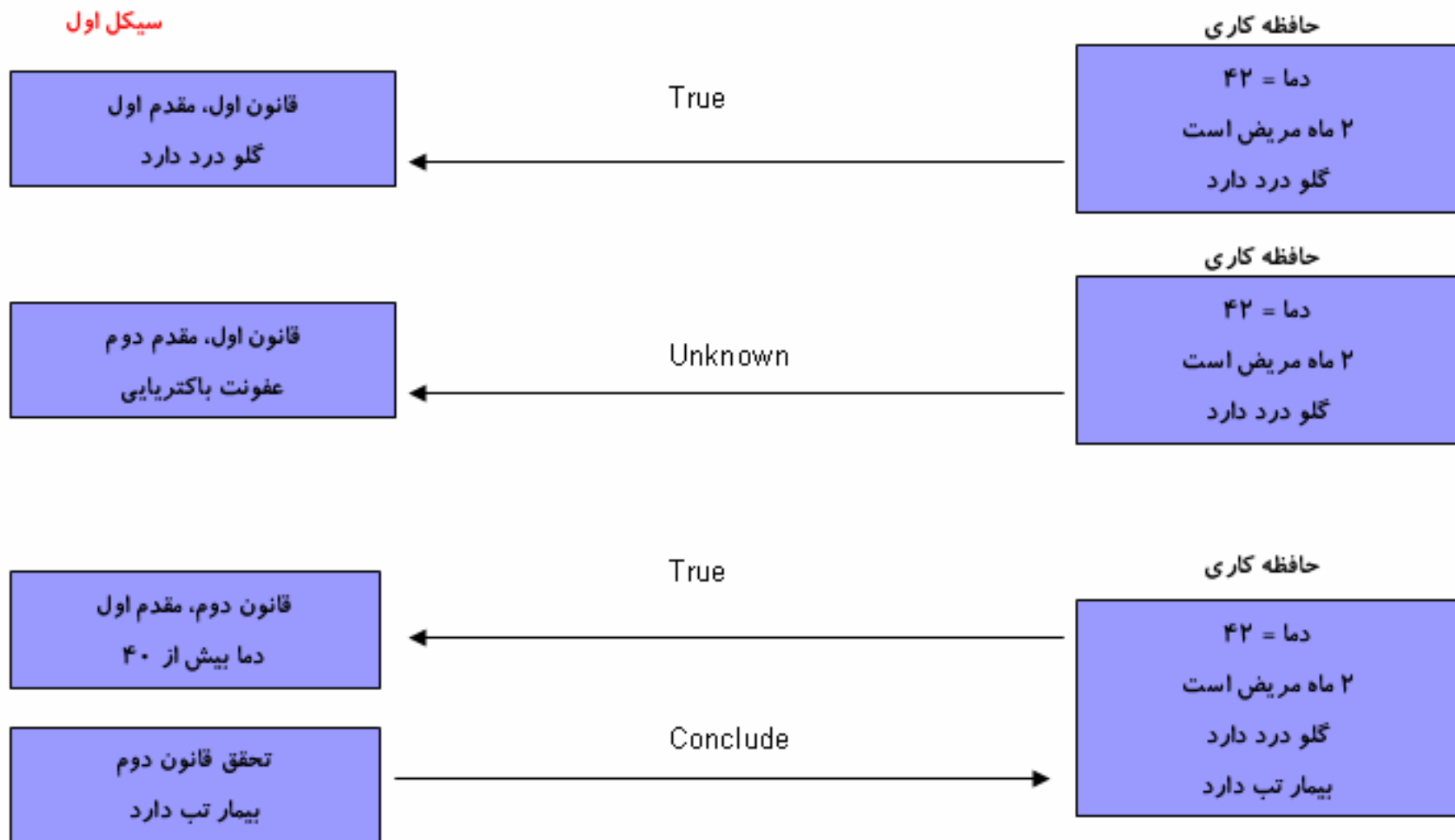
THEN بیمار مضمون به داشتن عفونت باکتریایی است

از طرفی دانسته‌های زیر در حافظه کاری اضافه می‌شود:  
 دمای بدن بیمار ۴۲ است.  
 بیمار به مدت دوماه بیمار است.  
 بیمار درد در ناحیه گلو دارد.

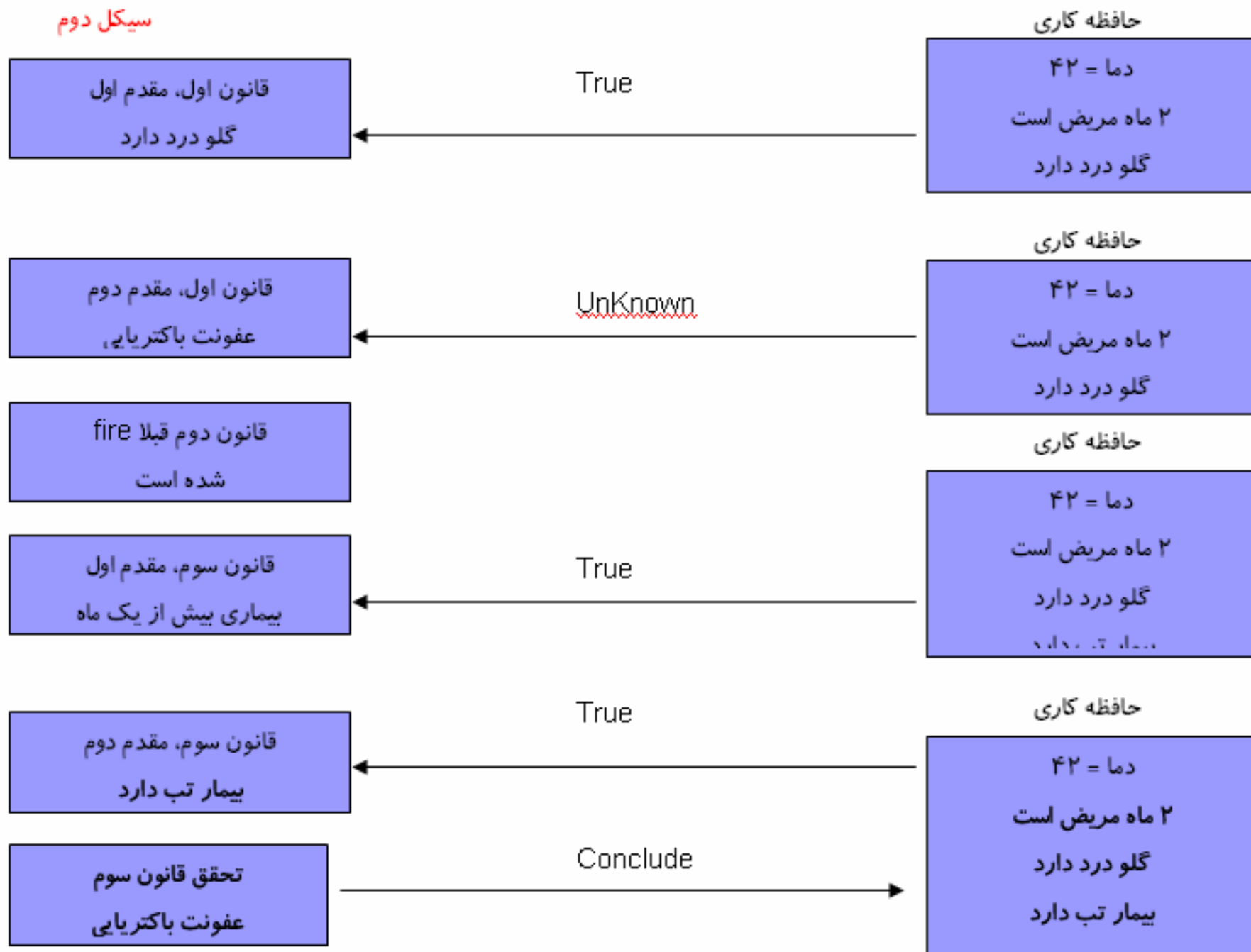
### سیکل اول

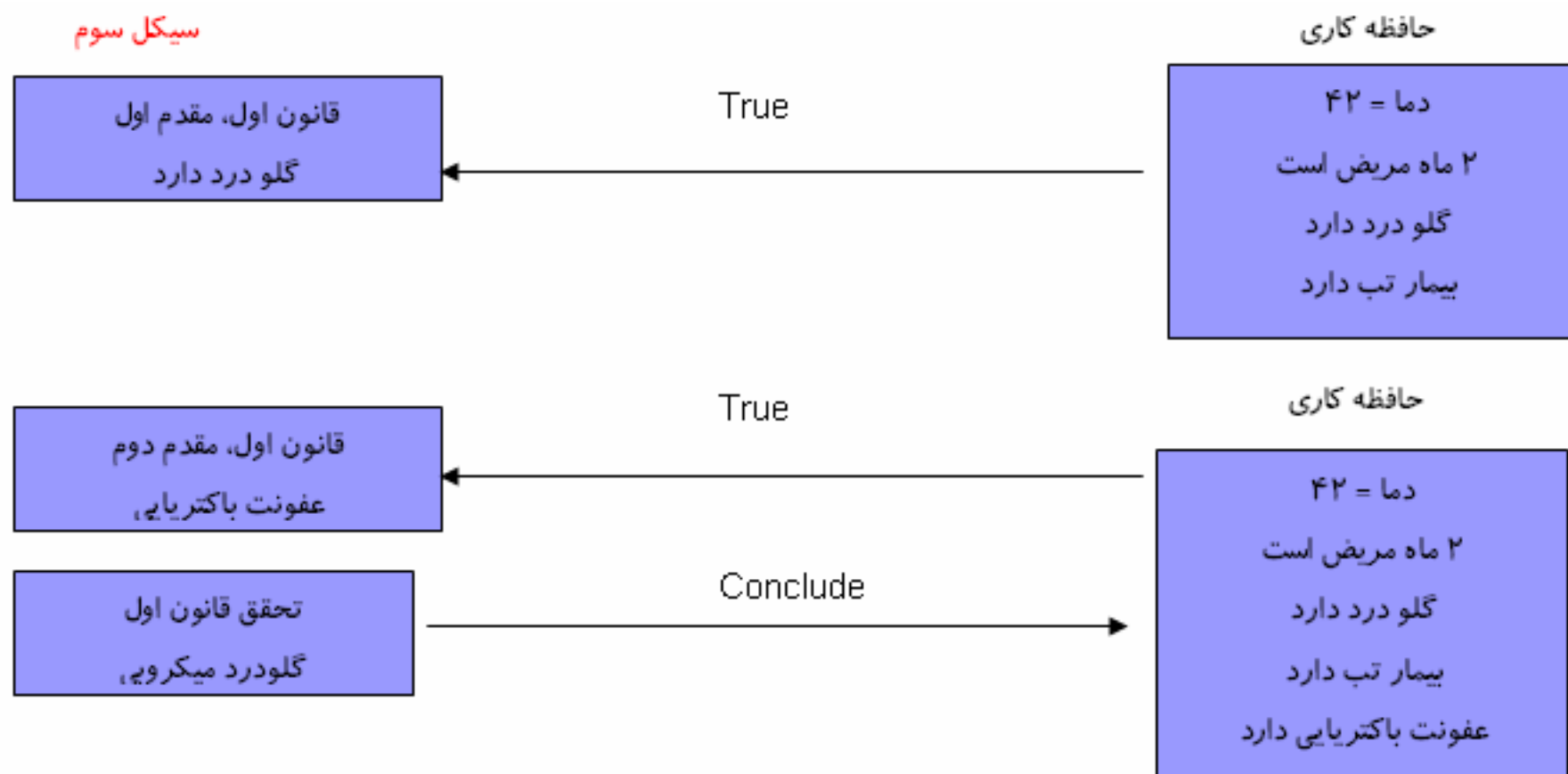


### سیکل اول



## سیکل دوم





با کمک نمودار های شکل ۲ تا ۴ که روش زنجیره پیش رو را نشان می داد ، سه حقیقت زیر قابل استنتاج است:  
بیمار تب دارد.

بیمار مضمون به بیماری باکتریایی است.

مطمئن هستیم که بیمار گلودرد میکروبی دارد.

در برخی کاربردها این روش بسیار مفید است اما در مسائلی که اطلاعات بدرد نخور زیاد وجود دارد ، کارایی ندارد. مثال:

#### **Rule 4**

IF بیمار تب داشته باشد

THEN بیمار باید در خانه بماند

#### **Rule 5**

IF بیمار باید در خانه بماند

THEN بیمار می تواند کتاب بخواند

با اعمال قوانین فوق به این نتیجه هم می رسیم که بیمار باید کتاب بخواند که می توان اطلاعاتی بدرد نخور قلمداد کرد.

## حل تداخل ها:

در مثال قبل دیدیم که قوانین به ترتیب بررسی شده و اولین قانونی که مقدمه‌هایش محقق شدند، نتیجه‌گیری شده و به مجموعه حقایق اضافه کرده و سیکل بعدی مجدد شروع می‌شود.

در حل برخی مسائل ممکن است به تداخل برسیم، بدین معنا که دو قانون مختلف محقق شده و هدف با دو پاسخ متفاوت بدست آید. برای حل این تداخل، **دو استراتژی وجود دارد:**

قوانین به ترتیب اجرا شده و اولین قانونی که fire می‌شود، بعدی دیگر در نظر گرفته نمی‌شود.

به قوانین درجه اهمیت می‌دهیم (با عددی که به قانون نسبت می‌دهیم وزن دارشان می‌کنیم). لذا در مجموعه قوانینی که می‌توانند محقق شوند قانونی fire می‌شود که وزن قانونش بیشتر است.

تعریف: حل تداخل، استراتژی است که برای انتخاب توالی قانون اجرا شده بکار گرفته می‌شود زمانیکه بیش از یک قانون می‌توانند fire شوند.



لذا در این گونه سیستم ها سه فرآیند تشخیص - حل - اقدام وجود دارد:

- **تشخیص:** مقدم تمام قوانین با حقایق درون حافظه کاری تطبیق داده شده و تمام قوانینی که می توانند محقق شوند مشخص می شوند.
  - **حل:** اگر بیش از یک قانون اجرا شود، یکی از قوانین بسته به استراتژی مشخص انتخاب می شود.
  - **اقدام:** قانون اجرا شده و نتیجه آن به حقایق حافظه کاری افزوده می شود.
- استراتژی های انتخاب قوانین معمولاً شامل موارد زیر هستند:

- ❑ اولین قانونی که با حافظه کاری منطبق شود.
- ❑ قانونی که بالاترین اولویت را داشته باشد.
- ❑ قانون خیلی خاص: قانون خاصتر نسبت به قانون کلی تر ارجحیت دارد، قانونی خاص تر است که مقدمه های بیشتر باشند. ایده اصلی آن است که هر چه قانون از اطلاعات بیشتری استفاده کند، پس دقیق تر است.
- ❑ قوانینی که به اطلاعاتی اشاره دارد که جدیداً به حافظه کاری اضافه شده: این روش روی اطلاعات جدیدتر جهت گیری دارد.
- ❑ قانونی که قبلاً اجرا شده، اجرا نمی شود. که در تمام سیستمها حتماً وجود دارد و از ایجاد **LOOP** جلوگیری می کند.
- ❑ تمام قوانین را اجرا می کند اما در خطوط مجزای استدلالی: به این مفهوم که تمام قوانین موازی را اجرا کرده و نتایج آنها را در حافظه های کاری موازی اضافه می کند تا به هدف های متفاوت و گاهاً جایگزین برسد.