

## منطق و مهندسی معدن

نوشته :

دکتر توانا

استاد دانشکده فنی

عنوان «منطق و مهندسی معدن» شاید بنظر خواننده ابهام آمیز یا دست کم غیرلازم برسد: مگر نه اینست که مهندسی معدن مانند دیگر شعب مهندسی با ریاضیات سروکار دارد و اصول آن براساس قواعد ریاضی مبتنی است و در حل مسائل خود از قضایا و روشهای ریاضی مدد میگیرد و به بیان دیگر پایه آن بر ریاضیات و منطق استوار است. پس منظور از بکاربردن واژه «منطق» و مرتبط ساختن آن با «مهندسی معدن» چیست؟ باید خاطر نشان ساخت که مسلماً منظور از بکاربردن واژه «منطق» و مربوط کردن آن با اصطلاح «مهندسی معدن» نفی کردن نقش مؤثر ریاضیات در این رشته مهم نیست و همچنین مقصود از واژه «منطق» بحث لفظی و طرح منطق قدیم یا منطق ارسطویی نیز نمیباشد بلکه میخواهم نشان دهم که بسیاری از مسائل مهندسی معدن را که بروش ریاضی تحلیل پذیر نیست بکمک منطق جدید یا منطق علامتی میتوان حل کرد یا دست کم توضیح نمود.

**منطق جدید:** شاید خوانندگان این مقاله مانند نویسنده توجه کرده باشند که غالب هم میهنان محقق و دانشمند ما اخیراً در گفته ها و نوشته های خود از «جبر بول» یاد میکنند و بی تردید منظورشان محتوای کتابیست که در سال ۱۸۵۴ جرج بول ریاضی دان انگلیسی تحت عنوان «بررسی قوانین اندیشه»<sup>۱</sup> تألیف کرد و بعداً دانشمندانی مانند فرگه در آلمان و پئانو در ایتالیا و برتراند رسل و ویتگنشتاین در انگلستان و برخی از اعضای حوزه وین براساس آن منطق علامتی یا منطق جدید را بوجود آوردند و در این مختصر مورد استعمال جزئی از آنرا در مهندسی معدن خاطر نشان خواهم ساخت.

میدانیم در ریاضیات، مانند جبر، برای نشان دادن متغیرها معمولاً از حروف، مانند  $x$  و  $y$  و ... و جزاینها، استفاده میکنند و همچنین میدانیم که علامتها یا ثابت هائی، مثل  $+$  و  $-$  و  $\times$  و ... غیره، نیز

۱- Boole, G; «An Investigation of the Laws of Thought».

بکار میروند که همیشه تغییرناپذیرند. در منطق جدید هم علامتهائی بکار میروند که آنها را ثابتهای منطقی مینامند و ناچار فقط اجمالاً بآنها اشاره خواهیم کرد، ولی خواننده علاقمند میتواند به بحث مفصلی که برتراند راسل در اصول ریاضیات (ع) در این باره کرده است مراجعه کند. این علامتها یا ثابتهای منطقی را که تقریباً در تمام زبانها تغییرناپذیر هستند بوسیله نشانه هائی مینمایانند که آنها را «جمله پیوند» مینامند. مهمترین این جمله پیوندها عبارتند از: «نه»، «اگر... پس»، «یا»، «اگر فقط اگر». علامتهائیکه برای نشان دادن اینها بکار میروند بترتیب از اینقرارند:

« $\neg$ »، « $\rightarrow$ »، « $\wedge$ »، « $\vee$ »، « $\leftrightarrow$ »

و علامت پنجگانه فوق را بترتیب چنین مینامند:

«نفی»، «شرط یا دلالت»، «وصل یا اتصال»، «فصل یا انفصال»، «معادله یا ملازمه یا لزوم». در اینجا هم مانند ریاضیات متغیرها را بوسیله حروفی مانند  $p$  و  $q$  و  $r$  و... و غیره نمایش میدهند. اینک بذكر مثال بسیار ساده ای میپردازیم: فرض کنید بخواهیم این عبارت را (که جمله اصل خواهیم نامید) بوسیله «توابع جمله ای» و «جمله پیوندها» نمایش بدهیم: - «اگر شب باشد پس خورشید در آسمان نیست». با استفاده از حروف که بمثابة متغیرهای ما خواهند بود عبارت «شب باشد» یا بطور کلی «شب بودن» را به « $q$ » و «وجود خورشید در آسمان» را به « $p$ » نمایش میدهیم. با توجه باینکه علامت نفی را چنین « $\neg$ » پذیرفتیم پس «نبودن خورشید در آسمان» یا «خورشید در آسمان نیست» را میتوانیم اینطور نشان دهیم: « $\neg p$ » و ثابت منطقی «اگر... پس»، که در جمله اصل زیر کلمات آن خط کشیده ایم، طبق تعریف یاد کرده در بالا این علامت « $\rightarrow$ » خواهد بود. بنابراین سمبلیسم زیر جمله ما را نمایش میدهد:

$$(1) \quad q \rightarrow \neg p$$

بدیهیست «جمله عکس» چنین خواهد بود:

$$(2) \quad \neg p \rightarrow q$$

که بزبان محاوره ای چنین میشود «اگر خورشید در آسمان نباشد شب است» و از جمله اصلی (1) و جمله عکس (2) چنین بدست میآید:

$$q \leftrightarrow \neg p$$

که معادله یا جمله معادل یا جمله ملازم نامیده میشود.

و نیز در این مثال: «اگر سقراط انسان باشد و اگر انسان ناطق باشد پس سقراط ناطق است» عبارتهای «سقراط» و «انسان» و «ناطق» را بترتیب به « $p$ » و « $q$ » و « $r$ » نمایش میدهیم و در نتیجه تابع جمله ای زیر بدست میآید:

$$(3) \quad [(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow (p \rightarrow r)$$

ملاحظه میشود که در مثال اول از شرط یا دلالت استفاده شده است ولی در مثال دوم، علاوه بر

دلالت ، «وصل» یا «اتصال» نیز بکار رفته است . در نخستین مثال چون هم اصل دلالت و هم عکس آن هردو صادق بودند از آن معادله  $(\leftarrow \rightarrow)$  حاصل گشت ولی در بسیاری از دلالت‌ها ممکنست جمله عکس صادق نباشد : مثلاً این جمله «اگر  $x$  مثبت باشد پس  $x^2$  هم مثبت است» صادق است ولی ، جمله عکس کذب است زیرا ممکنست  $x^2$  مثبت است ولی  $x$  منفی باشد .

**جدول صدق و کذب** <sup>۱</sup> : قسمتی از منطقی جدید که ممکنست در مهندسی معدن مورد استفاده قرار گیرد جدول صدق و کذب است که بوسیله آن میتوان تحقیق کرد که جمله‌ها در چه مواردی صادق و در چه مواردی کاذب هستند . برای اینکه نحوه کار را نشان دهیم نخست «صدق» را بحرف «T» و کذب را به حرف «F» نمایش میدهیم و برای «تابع جمله‌ای»  $p \rightarrow q$  (نه  $p$ ) جدول صدق و کذبی بشرح زیر مینویسیم (برای اطلاعات بیشتر به ماخذ (۳) مخصوصاً (ه) مراجعه کنید) .

(جدول ۱)

p	$\neg p$
T	F
F	T

علاوه بر تابع جمله‌ای  $\neg p$  که بکمک نخستین جمله پیوندی که در پیش یاد کردیم بدست میآید، میتوان از چهار جمله پیوند دیگر (و  $\wedge$  ، یا  $\vee$  ، اگر ... پس  $\rightarrow$  ، اگر فقط اگر  $\leftarrow \rightarrow$ ) چهار تابع جمله‌ای از متغیر  $p$  و  $q$  نوشت و برای آنها جدول صدق و کذب مشترکی بشرح زیر تعیین کرد :

(جدول ۲)

p	q	$p \wedge q$	$p \vee q$	$p \rightarrow q$	$p \leftarrow \rightarrow q$
T	T	T	T	T	T
F	T	F	T	T	F
T	F	F	T	F	F
F	F	F	F	T	T

بجاست یادآور شویم که همکاران ما در بسیاری از رشته‌های علمی و فنی ، مثلاً در رشته مهندسی برق و الکترونیک ، از منطقی علامتی نه تنها در پژوهش بلکه در کارهای روشی خود استفاده میکنند . مثلاً در رشته برق و الکترونیک مدارهای «و» و «یا» که وضع صدق و کذب آنها در جدول فوق در ستونهای (از چپ

براست) سوم و چهارم مشخص گردیده است مورد استعمال دارد. برای روشن شدن نحوه کار مدارهای «و» و «یا» مثال بسیار ساده‌ای می‌آوریم:

یک لاسپ برق را بوسیله دو کلید  $p$  و  $q$  بدوطریق بمولد برق مثلاً بیک باتری میتوانیم وصل کنیم یعنی میتوانیم آنرا از طریق دو کلید بطور سری یا متوالی بمولد متصل سازیم یا دو کلید  $p$  و  $q$  را بطور موازی بهم وصل کنیم و سر راه چراغ قرار دهیم. در حالت اول (اتصال بطور سری) برای اینکه جریان برقرار باشد و چراغ روشن شود هر دو کلید باید بسته بمانند ولی در حالت دوم (اتصال بطور موازی) کافیهست که فقط یکی از دو کلید  $p$  و  $q$  بسته باشد تا چراغ روشن گردد. اگر بسته بودن کلید را به  $T$  و باز بودن آنرا به  $F$  نمایش دهیم و همچنین وجود جریان را در مدار (و بنا بر این روشن شدن چراغ) را به  $T$  و نبودن جریان و خاموشی چراغ را به  $F$  نمایش دهیم آنوقت وضع جریان در مدارهای «و» و «یا» و ارتباط آن با باز یا بسته بودن کلیدهای  $p$  و  $q$  در شرایط مختلف در ستونهای اول و دوم و سوم و چهارم (جدول ۲) (از چپ بر راست) ملاحظه می‌گردد. کاربرد منطقی علامتی در حسابگرها (کمپیوترها) بمراتب جالب تر است و خواننده علاقمند میتواند بپذیرد (۶) از صفحه ۱۰ بعد مراجعه کند.

### جدول صدق و کذب و مسائل اکتشاف و استخراج معدن: منطقی علامتی<sup>۱</sup> هنوز در مهندسی معدن

متداول نشده است. شاید این بی‌توجهی علل گوناگونی داشته باشد از جمله اینکه رشته‌های مهندسی معدن و زمین‌شناسی نسبتاً محافظه‌کارترند، ولی، هر چه باشد علت یا علل این عقب‌ماندگی، نمیتوان گفت که منطقی جدید مخصوصاً بحث صدق<sup>۲</sup> و کذب<sup>۳</sup> آن در این رشته بسیار مهم صنعت کاربرد میندی ندارد. بعکس بسیار سودمند است و برای مدیریت مثبت و سالم که با بوروکراسی زینابخش معمول در کشورهای رشیدیاب سروکاری ندارد بمثابة کمک نیرومندیست. اینکه برای روشن کردن این مطلب و توجه دادن اهل فن باین ابزار علمی مفید و نسبتاً قاطع یکی دو مثال می‌آوریم و برای سهولت و رعایت سادگی از ذکر جزئیات و تفصیل‌های فنی صرف نظر میکنم.

چاهی بمنظور رسیدن بذخایر معدنی مهمی در دست حفاریست و در عمق تقریبی معینی از سه لایه<sup>۴</sup>  $L_1$  و  $L_2$  و  $L_3$  ممکنست عبور کند.  $L_1$  جوانتر از  $L_2$  است که خود جوانتر از  $L_3$  میباشد.

ممکنست چاه از این سه لایه عبور بکند ولی ممکنست این لایه‌ها بطور معکوس قرار گرفته باشند یا برخی از آنها وجود نداشته باشد و نیز این احتمال وجود دارد که در نقطه نفوذ چاه سوانحی مانند وجود گسله موجب خرد شدن و درهم شدن لایه‌ها و میکروفسیلهای آنها شده باشد. تشخیص وضع لایه بوسیله میکروفسیلهای  $M_1$  و  $M_2$  و  $M_3$  و  $M_4$  مقدور است.

میدانیم که:

(۱) اگر  $L_1$  موجود باشد  $M_1$  مشاهده میشود (ولی عکس این تابع جمله‌ای محقق نیست).

۲) اگر  $L_3$  یا  $L_1$  و  $L_2$  وجود داشته باشد  $M_2$  مشاهده میشود ( ولی عکس این تابع جمله‌ای محقق نیست ) .

۳) اگر  $M_3$  بدست آید لایه  $L_1$  یا  $L_3$  وجود دارد .

۴) اگر  $M_4$  شناخته شود لایه  $L_2$  وجود دارد .

اکنون این مطالب را بوسیله «توابع جمله‌ای» زیر که سابقاً عناصر مشکل آنرا مختصراً بیان داشتیم

نمایش میدهیم :

$$\begin{aligned}
 & L_1 \rightarrow M_1 \\
 (4) \quad & L_3 \vee (L_1 \wedge L_2) \rightarrow M_2 \\
 & M_3 \rightarrow L_1 \vee L_3 \\
 & M_4 \rightarrow L_2
 \end{aligned}$$

اینک جدول صدق و کذب مربوط را در زیر مینویسیم . سهولت و بطور کلی ملاحظه میشود که تعداد ردیف‌های افقی به تعداد متغیرها وابسته است : اگر عده متغیرها ۲ یا ۳ یا ۴ یا ... باشند تعداد ردیف‌های افقی ۲<sup>۲</sup> یا ۲<sup>۳</sup> یا ۲<sup>۴</sup> یا ... خواهد بود . در اینمقال چون چهار متغیر داریم تعداد ردیف‌ها ۲<sup>۴</sup> = ۱۶ میباشد .

قبلاً خاطر نشان ساخته بودم که اگر طرفین یک دلالت کذب باشند خود دلالت کذب نیست چنانکه در آخرین ردیف (جدول ۲) دیده میشود . ولی در (جدول ۳) این امر را رعایت نکردم زیرا اطلاعات مندرج در (جدول ۳) فقط مربوط بیک طرف دلالت است نه دوطرف آن . موضوع دلالت و انواع دوگانه آن یعنی دلالت مادی<sup>۱</sup> و دلالت شکلی یا دلالت رسمی<sup>۲</sup> و اختلافاتی که بر سر تعبیر آن موجود است مبحث شیرینی است که بوسیله تارسکی درمآخذ (۵) از صفحه ۲۵ به بعد مذکور است ولی آوردن آن در اینجا بی‌مورد است باید دانست که ما در مبحث حاضر بشکل کلی دلالت کاری نداریم بلکه مطلب مورد علاقه ما طرف مجهول آنست که متضمن یک یا تمام لایه‌های  $L_1$  و  $L_2$  و  $L_3$  میباشد . همچنین باید متذکر شویم که نشانه‌های منطقی تغییر میکنند و تمام نویسندگان از یک سلسله نشانه استفاده نمیکنند یا بعبارت دیگر علامتهای منطقی هنوز «استاندارد» نشده‌اند . نشانه‌هایی که ما بکار برده‌ایم بنظرمان ساده‌تر و امکان وجود حروف سری برای آنها در چاپخانه بیشتر بوده است .

بدیهیست که بکار بردن «منطق علامتی» یا باصطلاح نادرست‌تر «جبر بول»<sup>۳</sup> در مهندسی معدن، مانند استفاده از آن در دیگر شعب تکنولوژی ، وقتی ثمربخش است که اصول معلومی دقیقاً مرعی شوند . مثلاً در مورد امور مربوط به اکتشاف و استخراج معادن باید :

(جدول ۳)

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
	$M_1$	$M_2$	$M_2$	$M_2$	$L_1 \rightarrow M_1$	$L_1 \vee (L_1 \wedge L_2) \rightarrow M_2$	$M_2 \rightarrow L_1 \vee L_2$	$M_2 \rightarrow L_2$	ملاحظات
۱	T	T	T	T	T	T	T	T	درست‌های ۵ و ۶ وجود $M_1$ و $M_2$ دلالت بر وجود قطعی لایه‌های مربوط ( $L_1$ به تنهایی) نمی‌کند. بنابراین فقط می‌توان گفت که $L_1$ و $L_2$ یا $L_3$ وجود دارد
۲	F	T	T	T	F	T	T	F	$L_1$ و $L_2$ وجود دارند ولی $L_3$ مفقود است
۳	T	F	T	T	T	F	T	T	ستون ۶ حاکی از اینست که لایه $L_1$ و $L_2$ وجود ندارند ولی سایر ستونها از جمله ۷ و ۸ حاکی از وجود آنهاست. پس غیر ممکن است
۴	F	F	T	T	F	F	T	T	۶ و ۷ حاکی از نبودن لایه‌ها ولی دیگر ستونها موید وجود آنها است: پس غیر ممکن است
۵	T	T	F	T	T	T	F	T	فقط وجود $L_2$ محققست. برای توضیح درباره فقدان $L_1$ و $L_3$ به ملاحظات ردیف ۱ مراجعه کنید
۶	F	T	F	T	F	T	F	T	وجود $L_2$ و فقدان $L_1$ محققست. برای توضیح به ملاحظات ردیف ۱ مراجعه فرمایید.
۷	T	F	F	T	F	F	F	T	وجود $L_2$ و فقدان $L_1$ و $L_3$ محققست.
۸	F	F	F	T	T	F	F	T	وجود $L_2$ و فقدان $L_1$ و $L_3$ محققست.

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	
	T	T	T	F	T	T	T	F	
۹	T	T	T	F	T	T	T	F	$L_1$ و $L_2$ وجود دارند
۱۰	F	T	T	F	F	T	T	F	وجود $L_2$ و فقدان $L_1$ محققست *
۱۱	T	F	T	F	T	F	T	F	وجود $L_1$ و فقدان $L_2$ محققست
۱۲	F	F	T	F	F	T	T	F	بمقایرت مفاد ستونهای ۶ و ۸ با ستون توجه کنید. غیر ممکن
۱۳	T	T	F	F	T	F	F	F	مبهم است *
۱۴	F	T	F	F	F	F	F	F	فقدان $L_1$ محققست *
۱۵	T	F	F	F	T	F	F	F	فقدان $L_1$ و $L_2$ با فقدان $L_3$ و $L_4$ محققست *
۱۶	F	F	F	F	F	F	F	F	فقدان $L_1$ و $L_2$ محققست. *

\* ملاحظات ردیف ۱ و همچنین باید که عکس دلالت ممکنست صادق نباشد توجه کنید موضوع اخیر در ابتدای مقاله مورد بحث قرار گرفته است.

۱- در نمونه گیری دقت کرد. امکان معرف بودن یا نبودن آنها را از طریق محاسبات ریاضی معلوم داشت .

۲- نمونه ها ممکنست، مانند مثال مورد بحث ما ، از کف چاه اکتشافی یا استخراجی کنده شده باشند و همراه سیال حفاری بسطح زمین آورده شده باشند: در اینصورت سرعت متوسط سیال حفاری، ترکیب شیمیائی و خواص فیزیکی و کولوئیدی آن ، وضع دیواره چاه و تغییر قطران در نقاط مختلف چاه و دیگر عوامل مربوط باید دقیقاً معین گردند .

۳- اگر نمونه ها بصورت مغزه<sup>(۱)</sup> از ته چاه گرفته شده باشد ، باید معلوم داشت که آیا مغزه گیری صد درصد موفقیت آمیز بوده است یا نه ؟ اگر تمام حفره مغزه گیر پر از نمونه باشد در آنصورت عمل مغزه گیری<sup>(۲)</sup> را میتوان صد درصد انجام یافته تلقی کرد ولی اگر مثلاً یک ربع طول دستگاه خالی و سه ربع آن پر باشد، واضحست که فقط ۷۵ درصد مغزه مورد نظر بدست آمده است . در این مرحله مسئله مهم تشخیص این مطلب است که نمونه از دست رفته از کدام قسمت از لایه ممکنست باشد ؟

بسهولت ملاحظه میشود که تعبیر و تفسیر نتایج جدول صدق و کذب وقتی مفید و اطمینان بخش است که باتوجه بعوامل گوناگون ، از جمله موارد مذکور در فوق ، و براساس عقل سلیم انجام گیرد .

این نکته را نیز بگوئیم که بکاربردن جدول صدق و کذب در مهندسی اکتشاف و استخراج معدن منحصر به شناختن و طبقه بندی میکروفسیلها نیست بلکه هر شاخص مناسب دیگری مانند کانی ها مخصوصاً کانی های سنگین ، چون ایلمنیت، آپاتیت، مونازیت ، زیرکن و جزاینها - یا عناصر اثری<sup>(۳)</sup> مانند استرونیوم و باریم و وانادیم وغیره را میتوان برای تنظیم کردن جدول صدق و کذب بکاربرد .

در خاتمه باید دانست که جدول صدق و کذب در مهندسی معدن موارد استعمال دیگری نیز دارد . برای مثال یک مورد دیگر را ذکر میکنیم که در ارزیابی ذخیره موثر است .

از تونل اکتشافی نمونه هائی بدست آمده است که ممکنست آهن فریک (Fe) یا کبالت یانیکل داشته باشد ولی قطعاً فاقد مس است . ازین نمونه ها ابتدا محلولهائی تهیه میکنند و برای شناختن ایونهای موجود در محلول این معرف ها را بکار میبرند: « نیتروزونفتل (n) » ، « دیمتیل گلیوکسیم (d) » ، اسید رویانیک (r) و تیوسیانات پتاسیم (t)<sup>(۴)</sup> .

فرض میکنم درباره معرفهای فوق مطالب زیر صادق باشند :

اگر کبالت موجود باشد ترکیب بانیتروزونفتل رنگ قهوه ای بوجود میآورد .

۱- Core

۲- Coring

۳- Trace Elements

۴- این معرفها بترتیب عبارتند از :

Nitrosonaphthol; Dimethylglyoxime; Rubeanic Acid; Potassium Thiocyanate .



اگر نیکل، یا، اگر هم کبالت و هم آهن موجود باشند ترکیب با دیمتیل گلیوکسیم رسوب قرمز می‌دهد.

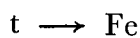
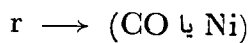
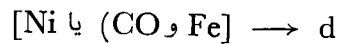
اگر اسید روبنائیک با محلول لکه رنگینی پدید آورد کبالت یا نیکل وجود خواهد داشت.

اگر با تیوسیانات پتاسیم رنگ قرمزی هویدا گردد وجود آهن فریک محرز است.

بسهولت مشاهده میشود که شکل منطقی این مسئله کاملاً با شکل مثال یاد کرده در پیش شباهت دارد. در واقع برای رعایت اختصار وسادگی عمداً این دو مثال مانند یکدیگر طرح و انتخاب شده‌اند تا از جدول صدق و کذب سابق استفاده بعمل آید و موضوع مقاله بیجهت بدرزا نکشد.

در اینجا نیز مطالب مفروض فوق را بوسیله «توابع جمله‌ای» که عیناً شبیه به «توابع جمله‌ای» (ع)

میباشند نمایش میدهیم:



n و r و d و t نشانه‌های معرفهائی هستند که در بالا مذکور افتاد و میتوان در (جدول ۳) آنها را بترتیب بجای  $M_1$  و  $M_2$  و  $M_3$  و  $M_4$  قرار داد. بهمین قیاس CO و Fe و Ni را در همان جدول میتوان بجای  $L_1$  و  $L_2$  و  $L_3$  قرار داد. در نتیجه حفظ کردن شکل جدول صدق و کذب محتوی آن، یعنی نتیجه گیری در موارد مختلف، نیز محفوظ میماند. ولی بدیهیست که در تعبیر و تفسیر نتیجه جدول باید عوامل مربوط بهمین مثال را بکار بست. از جمله با مراجعه به ساخت معتبر درباره تجزیه کیفی مواد شیمیائی، مانند ساخت (۱) می بینیم که درست است که کبالت با نیتروژن و نفتل لکه‌ای بوجود می‌آورد اما عناصر دیگری مانند آهن فریک، اورانیوم، مس و پالادیوم نیز همین لکه را پدید می‌آورند. بنابراین صادق بودن تابع جمله‌ای  $\text{CO} \rightarrow n$  دلیل بر صدق تابع  $\text{CO} \rightarrow n$  نخواهد بود و بنابراین  $n \leftarrow \text{CO}$  درست نیست. اگر معرف معلومی با عناصر مختلف، مثلاً اسید روبنائیک یا نیکل تنها یا با کبالت تنها، رنگهای متفاوتی بدهد این موضوع در تعبیر و تفسیر جدول باید دقیقاً منظور گردد و مطالب تخصصی از این قبیل که در مراجع و کتب معتبر مربوط به تجزیه شیمیائی مضبوط است و ذکر آنها در اینجا لزومی ندارد باید ملحوظ آید تا بتوان برخی از ابهامهای موجود در جدول (۳) را برطرف کرد.

با توجه با آنچه گذشت بخوبی معلوم میشود که با بکار بردن جدول صدق و کذب و قوانین تشکیل توابع جمله‌ای نسبتاً ساده بسیاری از مسائل اکتشاف و استخراج را میتوان حل کرد و قسمت‌های مبهم یا بی‌معنای آنرا مشخص ساخت و نتایج حاصل آمده را همراه با اطلاعات دیگر، چنانکه در متن مقاله گفته شد، اساس تصمیم صحیح برای بسط و توسعه یا محدود کردن عملیات قرار داد.

## مآخذ

- 1- Feigl, F; «Qualitative Analysis by Spot Tests»; Elsevier publishing Co; Inc; New York.
- 2- James, G.A; Wynd, J. G; «Stratigraphic Nomenclature of the Iranian oil Consortium Area». Tehran 1965.
- 3- Lewis, C.I; Langford, C.H; «Symbolic Logic» Appleton - Century - Croft, New York.
- 4- Russell, Bertrand «The Principles of Mathematics» George Allen and Unwin Ltd; London.
- 5- Tarski, A; «Introduction to Logic and to the Methodology of Deductive Sciences» Oxford University Press, New York.
- 6- Burroughs Corporation: «Digital Computer principles» Mc Graw - Hill, New York.