مقدمه

عدم وجود مجموعه ای که حاوی مطالب جمع آوری شده ای راجع به مهندسی بهره برداری باشد محسوس بود . بالاخص در جهت نوآموزی کارکنان جدید و به خصوص برای شناخت بیشتر وظایف این قسمت از سازمان مهندسی نفت داشتن چنین مجموعه ای الزامی به نظر می رسید .

در مورد مهندسی بهره برداری و وظایف مربوط به آن رساله های متعددی موجود می باشند ، لیکن عموماً به زبان انگلیسی بوده و اغلب حاوی مطالبی است که در امر بهره برداری از مخازن ایران لااقل در حال حاضر کاربردی ندارند . لذا سعی گردید با توجه به مطالب موجود و در رابطه با کتب مربوطه شمه ای از این وظایف و مختصری راجع به نحوه انجام آنها گردآوری و تهیه گردد . در تدوین این مجموعه سعی شده است موضوعات مختلف در رابطه با طرز استفاده و کاربرد آنها در شرکت ملی نفت ایران مورد بحث قرار گیرند . لهذا ممکن است در نقاط دیگر عمومیت چندانی نداشته باشند . بعلاوه در هر مورد و تا حد امکان مأخذ نیز ذکر شده است .

اصولاً قسمتی از وظایف سازمان مهندسی نفت توسط بخش مهندسی بهره برداری صورت می گیرد . در حقیقت این بخش علاوه بر انجام وظایف محوله به خود در جهت مراقبت و بررسی وضع چاهها ووسایل مورد لزوم بهره برداری و بازدهی و رفع نقایص آنها ، سایر بخشهای مهندسی نفت را در پیشبرد بعضی کارهایشان بالاخص از طریق تهیه اطلاعات لازم همراهی می نماید . شاید بتوان گفت که مهندسی بهره برداری به منظور انجام وظایفش تقریباً با اکثر قسمتهای شرکت ملی نفت اعم از عملیات بهره برداری ، مهندسی ساختمان ، حمل و نقل و سایربخشهای سازمان مهندسی نفت در تماس دائم است .

قسمت اعظم کارهای مهندسی بهره برداری در رابطه با عملیات روی چاهها است که به طور قطع در محل چاهها و کارخانه های بهره برداری صورت می پذیرد . و بدیهی است با جمع آوری اطلاعات لازم از وضع چاهها و تجزیه و تحلیل آنها به منظور بالا بردن بازدهی اقدامات لازم را نیز انجام می دهد . کار عملی مهندسی بهره برداری بر روی چاهها پس از حفاری و از ابتدای تکمیل چاه شروع می شود گواینکه یک مهندس بهره برداری خوب حتی از آغاز حفاری چاه نیز بایستی در جریان مستقیم وضع آن قرار گیرد .

از آنجا که کمال مطلق امری غیرممکن می نماید و در عین حال که سعی گردیده این مجموعه به مطلوب نزدیکتر باشد ، معهذا نواقص و احیاناً اشتباهاتی را در برخواهد داشت و ادعائی در کامل بودن آن نیست . لذا بدین وسیله از صاحبنظران تقاضا می گردد که با اصلاح این کار مقدماتی همراه با گوشزد کردن نکات سازنده در گردآوری مجموعه هائی از این دست همکاری لازم مبذول دارند .

دراین مختصرعلاوه بر اشاره به نوع وظیفه محوله ، شمه ای راجع به طرز انجام آن ارائـه گردیده است وبدیهی است راههای پیشنهادی تنها راه حل مسائل و وظایف نخواهند بود .
در ضمن بدینوسیله از خانم پروانه غفوری به خاطر ماشین کـردن نوشـته هـا قـدردانی می گردد .
همچنین در ترجمه لغات از فرهنگ فنی نفت تألیف گروه ترجمه واژه های فنـی نفـت تـا حدامکان استفاده گردیده است .

مجیدلیاقت

فهرست مندرجات این مجموعه

موضوع	صفحه
وظایف مهندسی بهره برداری	
عملیات مربوط به چاه – کارهای محوله در واحد بهره برداری و مسیرتولید – وظایف فنی (طراحی)	
حفاری	
لایه آزمائی با ساق مته DST	
تسهیلات موجود در سرچاه – وسایل موجودروی سرچاه – وسایل موجود مجاورچاه	
مشبک کردن لایه تولیدی – انواع مشبک کننده ها – فاکتورهائی که در مشبک کردن مؤثرند – بازدهی مشبک کننده ها	
تمیزکردن چاه	
بررسی قابلیت نفوذپذیری	
اسیدزدن به چاه - مته های اسیدزدن – مشخصات اسیدها – فاکتورهائی که در اسیدزدن مؤثرند - انتخاب سیستم اسیدزدن – موادی که به اسیداضافه می شود – طراحی ماتریس اسید - طراحی ایجادشکاف در سنگ مخزن (همراه با مثال)	
اندازه گیری فشارداخلی و سرچاه و مسیرتولید	
اندازه گیری عمق نهائی چاه و از بین بردن موانع به وجود آمده در چاه	
اندازه گیری قطر داخلی چاه	
مراقبت از لوله های داخلی چاه از نظر خورندگی مواد اسیدی	
کشتن چاه (همراه با مثال)	
نمودارگیری	
مجموعه نمودارهای تولیدی – موارد استفاده – شرح مختصر ابزار لازم – محاسبات و بررسی ها (همراه با مثال)	
تعبیه کردن مسدودکننده در داخل چاه – دلایل نصب مسدودکننده – انواع مسدودکننده	
به جریان انداختن و یا زنده کردن چاه	
تجزیه و تحلیل فشار مخزن زیرزمینی – بازدهی چاه (همراه با مثال)	

موضوع	صفحه
آزمایش کامل چاه نفت و یاگاز - برنامه کار – اعمالی که بایست صورت گیرد – وسایل لازم – نحوه انجام آزمایش - بررسی نتایج بدست آمده (همراه با مثال)	
نمونه برداری از نفت و یا گازچاه	
اساس بررسی وضع یک مخزن هیدروکربن زیرزمینی	
لوله های نفت یا گاز – لوله های انتقال – لوله های جمع آوری	
تفکیک کننده ها - انواع از نظر عمل – انواع از نظر ساختمان – طراحی تفکیک کننده ها - ظرفیت تفکیک کننده ها در مورد گاز – ظرفیت تفکیک کننده ها در مورد نفت	
جریان سیالات	
انواع شیرها - شیردروازه ای – شیرتوپی – شیرمجرابند – شیرساچمه ای – شیریکطرفه – شیرخفه کن - شیرایمنی – شیرکنترل	
واحد بهره برداری - مجموعه انشعاب – لوله های مقسم – مجموعه های تفکیک کننده ها – مخزن تولید - توربینها و پمپها – اطاق کنترل	
محاسبه مقدار جریان گازومایع در لوله ها - تعاریف – محاسبه جریان گاز (همراه با مثال) – محاسبه جریان مایع (همراه با مثال) - طراحی کاهنده جریان (ORIFICE) همراه با مثال - نسبت گاز به نفت – ظرفیت چاه	
نمک زدائی	
شناخت نواقص موجود و رفع آنها در رابطه با افزایش بازدهی – بعضی‌ازمسائل‌چاه– بعضی‌ازمسائل‌مربوط‌به‌وسایل‌موجوددرسرچاه‌ومسیرتولیدپیش‌بینی‌قدرت تولید چاه	
درخواست وسایل لازم برای یک پروژه به خصوص (همراه با مثال)	
ضمیمه - قسمتی از مشخصات بعضی از لوله های پوششی (جداری) چاه - قسمتی از مشخصات بعضی از لوله های مغزی (TUBING) داخل چاه - علائم اختصاری بعضی از شیرها و وسایل موجود در مسیرلوله ها - قسمتی از مشخصات بعضی از لوله های مورد استفاده در شرکت ملی نفت ایران - جدول تبدیل بعضی از واحدهای اندازه گیری	

وظایف مهندسی بهره برداری

مهندسی بهره برداری با در نظر گرفتن دیدگاه فنی که دارد و نوع کاری که بـا آن مـرتبط است لااقل می بایست مختصری از وظایف بعضی بخش های مربوطه دیگـر یـک کمپـانی نفتی را بداند ، و در این صورت است که با نظر صائب تری مسائل مربوط به قسمت خود را حل نموده و بازدهی کارش چندین برابر خواهد بود .

به طور مثال یک مهندس بهره برداری خوب باید اطلاعاتی راجع به مخزن نفتی و بعـضی محاسبات مربوط به آنها را بداند و یا اینکه قابلیت طراحی لوله ها وظروف مختلف را تا آن حدی که در تصمیم گیری هایش لازم دارد ، داشته باشد . و به طور قطع از نحوه عملیات بهره برداری و طرز کار وسایل مورد احتیاج بدین منظـور اعـم از ابـزار دقیـق ، پمپهـا ، توربینها ، شیرهای مختلف و غیره ، بایستی سررشته کافی داشـته باشـد . در رابطـه بـا وظایف مهندسی بهره برداری مسئله بسیار مهمی که بد نیست بدان اشاره شـود اینـست که اقدام به هر کار بایستی پس از جمع آوری تمامی اطلاعات لازم و تجزیه و تحلیل آنهـا در حداقل وقت و کمترین خرج با حداکثر بازدهی صورت پذیرد . فاکتور قابل اهمیـت در عمل کرد یک مهندس بهره برداری در نظر گرفتن ایمنی کار است که مسلماً و مستقیماً به نوع کار بستگی دارد . بدیهی است قسمتی از وظایف مهندسی بهره برداری جنبه نظارت بر عملکرد بعضی از گروههای دیگر دارد .

وظایف مهندسی بهره برداری را شاید بتوان از نظر نوع کار به چند بخش تقسیم نمود که طبیعتاً اکثر آنها در رابطه با یکدیگر هدف نهائی را برآورده می نماینـد . تقـسیم بنـدی کارهای مهندسی بهره برداری به شرح زیر است :

(Well Perfor.) Jobs on well عملیات مربوط به چاه که شامل وظایف ذیل می شود .
(Drill stem test) لایه آزمائی چاه با ساق مته
(Bring in) به جریان انداختن چاه . این عمل به طریق مختلف صورت می گیرد .
تمیزکردن چاه ، که این بدانمعنی است که مواد زائد تولیدی همراه گاز و نفت خروجی از چاه به حداقل ممکن و لازم (Cleaning up) رسانده شود .
مشبک کردن لایه تولیدی چاه (Perforation) که خود برنامه ریزی خاصی دارد .
اندازه گیری فشار داخلی و سرچاه چه زمانی که چاه در جریان است و چه وقتی که بسته می باشد . Bottom hole & surface pressure survey
جمع آوری نمودارهای مختلف از وضع داخلی چاه به منظور بررسی موقعیت لایه تولیدی آن . در این حالت نمودارهای متفاوت با ابزار مختلف تهیه می گردند . Logging
plug setting مسدودکردن لایه تولیدی به طور موقت و یا دائم به منظور انجام برنامه های طرح ریزی شده به خصوص
Check and remove obstruction اندازه گیری عمق نهائی چاه در هر مرحله تولیدی و از بین بردن موانع به وجود آمده در مسیر لوله تولیدی چاه
اسیدزدن به سنگ مخزن ، به منظورهای مختلف و همچنین ایجاد شکاف و ترکهای مصنوعی در لایه تولیدی برای بالا Acidization & fracturing بردن قدرت تولید چاه .
Injectivity test بررسی قابلیت نفوذپذیری لایه تولیدی چاه .
کشتن چاه که در حقیقت به صفررساندن (منظور صفر مطلق نیست) فشار سرچاه می باشد این عمل Well Killing به علل مختلف وبه منظور انجام هدف های متفاوت صورت می پذیرد .
نمونه برداری از سیال تولید شده از چاه که ممکن است از سرچاه و یا از داخل چاه جمع آوری شود بدین ترتیب به کمک این نمونه ها در آزمایشگاه بسیاری از مجهولات راجع به سیال مزبور روشن خواهد شد . Bottom hole and surface sampling
بررسی وضع لوله های داخلی چاه از نظر فرسودگی و اندازه گیری قطر داخلی آن در موارد لازم ، که توسط وسایل Caliper survey مخصوصی انجام می گیرد .
Well Testing آزمایش کامل چاه همراه با نمودار برداری و به کمک تفکیک کننده سیار سرچاهی .

مواظبت از لوله های داخلی چاه و همچنین وسایل سرچاه از لحاظ خورندگی و فرسودگی سریع با استفاده از مواد بازدارنده مخصوص جهت اهداف مذکور . Inhibition
به طور کلی شناخت وسایل و طرز عملکرد تمامی ابزار موجود سرچاه و به خصوص شیرهای ایمنی سرچاه و داخل چاه X – mas tree (Well head facilities)
مشخص کردن سطح تماس گازونفت و آب در داخل چاه و مخزن نفتی
وظایف مربوط به انجام کارهای محوله در واحد بهره برداری و در مسیر جریان نفت و یا گاز از چاه به قرار زیر است : Production facilities
شناخت کامل دستگاهها و وسایل و ابزار دقیق موجود در یک واحد بهره برداری و همچنین نحوه عملکرد هر یک به طور نسبی اعم از پمپها ، توربینها ، کمپرسورها ، تفکیک کننده ها ، ابزار دقیق ، شیرها و غیره
اندازه گیری ظرفیت تفکیک کننده ها Separator capacity
محاسبه ظرفیت و همچنین اندازه گیری نسبت گاز به نفت تولیدی چاه Capacity & GOR test
بررسی وسایل موجود در مسیر تولید چاه و برطرف کردن موانع به منظور بازدهی بهتر چاه . De – bottlenecking
آزمایش از پمپها و کمپرسورها به منظور دریافت قدرت و ظرفیت آنها . Pump and Prim Mover Performance
شناخت کارخانه های نمک زدائی و نحوه استفاده از آنها Desalting Plants
وظایف فنی که مربوط به طراحی وسایل و انجام محاسبات لازم روی اطلاعات جمع آوری شده از چاه از واحد بهره برداری است .
محاسبات مربوط به مقدار نفت ویاگاز و میزان جریان آنها در لوله ها و ظروف متفاوت . Oil & Gas Measurments
طراحی ومحاسبه اندازه کاهنده جریان سیالات . Orifice Siza Calculations
طرح ریزی و محاسبات مربوط به اسیدزدن و یا ایجاد شکاف مصنوعی در سنگ مخزن . Acid Stimulation and fracture job desing
فن محاسبه و بررسی افزایش و یا افت فشار مخزن در اثر بستن و یا تولید از چاه به منظور مطالعه وضع آن و طرح اقدام لازم . Pressure Build up and Draw Down Analysis
محاسبات مربوط به جریان و روان بودن سیالات مختلف در حالتهای یک فازودوفاز One and Two Phase Flow Calculations
طراحی و طرز استفاده ار لوله ها اعم از اینکه هر نوع سیالی در آنها روان باشد . Process and Mechanical Design of Pipes
طراحی واحد بهره برداری و چند راهه ها و مجموعه انشعابات در مصارف مربوطه .

Design of Production Units and Manifolds .
انتخاب صحیح طرز جریان سیالات Selection of Proper Oil and Gas (One & Two Phase) Flow Profile .
Selection & Design of all Valves طرح و انتخاب مناسب انواع شیرها
مطالعات مربوط به پمپها . محل احتیاج آنها و محاسبه ظرفیت آنها . Pump Requirement study and Configurations .
مطالعه در رفع نواقص و بررسی بازدهی وسایل لازم برای بهره برداری De - Bottle Necking of Production Facilities
محاسبات مربوط به انواع طرق بهره برداری از چاهها نظیر گازرانی و یا راه اندازی به وسیله گازوغیره . Calculations of Gas Lift , Gas Kick - off etc .
Programming and Selection of Corrosion برنامه ریزی و انتخاب مواد زنگ زدائی کننده . Inhibitors
Initial برنامه ریزی و محاسبات مربوط به آزمایش اولیه چاههای اکتشافی با کمک تفکیک کننده سیار سرچاهی well testing on exploration gas and oil wells with the use of portable separator
بررسی ها و محاسبات روی نمودارهای مختلف تهیه شده از چاهها . Logging (production , T.D.T,Y – ray , etc .)
مطالعه بر روی پیشرفت مخروطی سیالات مخزن نفتی و انتخاب بهترین دبی تولیدی برای چاه . Coning theory and safe production rate calculations
Long range potential forcast پیش بینی دبی تولیدی چاهها در سالهای آینده .
Technical drawing رسم فنی
Computer applications کاربرد ماشین های محاسبه الکترونیکی
جریانهای یک فاز و دو فاز در حرکتهای عمودی و افقی

One and two phase calculations , vertical and horizental
کاربرد مدلهای مربوط به وسایل بهره برداری Production facilities model
مدلهای مربوط به فشار کاهی Flash calculations
محاسبات مربوط به دستگاههای اندازه گیری و کاهنده های دبی گاز و نفت . Choke and meter calculations for gas and crude
تئوریهای مقدماتی روی مدلهای مختلف مخازن زیرزمینی . Fundamentals of reservoir simulation models
گزارش نویسی فنی Technical reports
به طور کلی یک مهندس بهره برداری پس از اتمام و به نتیجه رساندن یک برنامه می بایست اعمال انجام شده و نتایج حاصله را بنحوی که مورد استفاده سایر بخش های مربوطه باشد ، گزارش کند . بدیهی است این گزارش در مرحله نخست مشخص کننده هدف و علت انجام آن پروژه خواهد بود . سپس حاوی کلیه اطلاعات موجود وجمع آوری شده می بایست . محاسبات انجام شده تا حد لازم در آن گنجانیده شده است . و در آخر حاصل نتایج و احیاناً پیشنهادات و دستور کار نیز ذکر گردیده است . علاوه بر گزارش مربوط به هر کار ، شمه ای از وظایف گزارش نویسی مهندسی بهره برداری به قرار زیر است :
گزارش مربوط به احتیاج وسایل مورد لزوم در بهره برداری که هر سه ماه یکبار تهیه می گردد . Quarterly advice for flowline and material requirements
درخواست کشیدن لوله ها و تعبیه وسایل مربوطه . Request for construction of flow lines
تهیه فرم مخصوص درخواست وسایل مورد احتیاج برای یک پروژه بخصوص . . R , statement of requirements
درخواست تعمیر چاهها Workover request
تهیه گزارش ماهیانه Monthly report

حفاری چاه

Drilling

پس از مطالعات مختلف زمین شناسی و انجام آزمایشهای متفاوت بر روی نمونه های سنگهای رسوبی و اعمالی نظیر لزره نگاری ، زمین شناسان به وجود نفت و یا گاز در یک محل پی می برند (امروزه تقریباً ثابت شده است که نفت از بقایای جاندارانی که میلیونها سال قبل بر روی زمین میزیسته اند به وجود آمده است) . سپس با توجه به موقعیت محل و بررسی تمام جوانب حفاری در آن منطقه شروع می گردد . بدیهی است در حوزه های شناخته شده با در نظر گرفتن برنامه توسعه ای و حدود مخزن نفتی (یا گاز) زیرزمینی و اینکه بهرحال بایستی نفت وگاز زیرزمین را استخراج نمود ، اقدام به حفر چاههای جدید می گردد .

بحث راجع به حفاری به هیچ وجه در این اندک نمی گنجد و احتیاج به تبحر کامل و اطلاعات وسیع و فرصت لازم دارد ، لذا در چند جمله آینده فقط اشاره ای به مختصری از کلیات می گردد . خوشبختانه کتب و جزوه های بسیار و افراد مطلع وجود دارند که جهت آشنائی با تکنیک حفاری بایستی بدانها مراجعه نمود .

معمولاً چاههائیکه قبل از تثبیت وجود نفت یا گاز حفر می گردند به نام چاههای اکتشافی معروفند (Exploration well) (در مناطق شناخته شده نیز چاه اکتشافی به دنبال هدف به خصوصی نیز ممکن است نظیر چاه شماره ۱۰۱ در میدان نفتی اهواز که جهت بررسی وضع مخزن نفتی جدیدی که در زیر مخزن مورد استفاده فعلی موجود است حفرگردید).

حفاری چاههای اکتشافی معمولاً با دقت بیشتری نسبت به حفر یک چاه در محل شناخته شده صورت میگیرد و خود دلایل بسیار دارد که مهمترین آن ناشناس بودن وضع لایه های زیرزمینی در حوزه جدید می باشد . در حین حفر این نمونه چاهها و حتی پس از اتمام حفاری سعی می گردد که حتی الامکان اطلاعات بیشتری (وبادقت بیشتر) کسب گردد چرا که اعمال بعدی که در این چنین حوزه هائی صورت می گیرد این اطلاعات را به عنوان مبنا در پیش خود دارد .

پس از کسب اطلاعات و به نتیجه رسیدن حفاری های اولیه و در جهت مشخص کردن محدوده مخزن نفتی و بررسی بیشتر بر روی لایه های زیرزمینی حوزه جدید ، چاههای توصیفی (Deleneation well) در محلهای محاسبه شده ای حفر می گردند .

سپس با توجه به وسعت میدان نفتی و پیش بینی حجم مورد بهره برداری طی محاسبات دقیق وسایل لازم برای تولیداز منطقه تأسیس گردیده و با برنامه ریزی حساب شده ای در حفر چاههای توسعه ای (Development well) اقدام می گردد .

لازم به یادآوری است که تمامی چاههائی که حفر می گردند در جهت استخراج نفت و یا گاز نمی باشد . بلکه با هداف متفاوت دیگری نیز چاه حفر میگردد . (چاههای دفعی Disposal well چاههای تزریقی آب و یا گاز Injection well ، و حتی در بعضی موارد چاههای مشاهده ای Observation well و غیره) .

حفاری خود تاریخچه مفصلی دارد و همانطور که در بالا اشاره شد هیچ جای بحثی در این مقوله ندارد . آنچه مسلم است اعمال حفاری از ابتدا به یک صورت نبوده و این تکنیک مانند سایر علوم توسعه یافته و همچنان رو به توسعه است .

در حال حاضر اکثراً عمل حفاری بامته Drilling Bit صورت می گیرد و قطعات جدا شده از لایه های در تماس با مته توسط سیالی که در چاه به دوران آورده می شود از چاه خارج می گردند . (بدیهی است طرز عمل به هیچ وجه باین سادگی که در یک جمله خلاصه شود نیست .) سیستم های جدیدتر حفاری نیز ابداع گردیده است لیکن هنوز چندان عمومیت ندارند و اکثراً در مراحل آزمایشی می باشند .

با مشخص کردن محل برای حفاری ، دکل حفاری (Drilling Rig) با تمامی تجهیزات اعم از پمپها ، لوله های حفاری و غیره به آن مکان انتقال داده می شود . دکل و کلیه وسایل بطریقی که جهت حفاری لازم است در محل تعبیه می گردند و سپس حفاری آغاز می گردد .

در شروع حفاری از مته های بزرگتر (با توجه به موقعیت محل در نظر گرفته می شود معمولاً با قطر بیش از ۱۸ اینچ) استفاده می گردد و به مرور که عمق چاه افزوده می گردد با در نظر گرفتن وضع لایه ها و موقعیت چاه از مته های با اندازه کوچکتر نیز استفاده می گردد . (به کوچکی حتی ۳ ۱/۲ اینچ) جهت انجام عمل مته به انتهای لوله حفاری (Drill pipe) بسته شده و تحت فشار بدوران آورده می شود . این فشار و دوران باعث می شود که سنگهای موجود در زیر مته خرد و کنده شوند . (لازم به ذکر است که مته ها خود نیز انواع متفاوت دارند که با توجه به جنس سنگ و موقعیت محل حفاری مورد نظر و اینکه کدامیک بهتر جوابگو خواهد بود مورد استفاده قرار می گیرند) . ذرات کنده شده توسط گل حفار (Drilling mud) که در حین عمل دائماً در چاه در حال دوران و گردش است Circulstion به خارج از چاه آورده می شود . این گل حفاری از بالای چاه وازدرون لوله حفاری به داخل چاه به طور مدام پمپ می گردد و از مجرای موجود درمته عبور کرده و از مسیر پشت لوله حفار و دیواره چاه مجدداً به بالای چاه برمی گردد که در این بالا

آمدن ذرات کنده شده را نیزبه همراه خودمی آورد . (گل حفاری فقط این مصرف را ندارد ، بلکه در سرد کردن خود مته ونیز کنترل فشار چاه نقش عمده ای را دارد .) به مرورکه چاه عمیق می شود به طول لوله حفاری افزوده می گردد و عمل ادامه می یابد . (گل حفاری همچنین در ثابت نگهداشتن دیواره چاه بی تأثیر نیست).

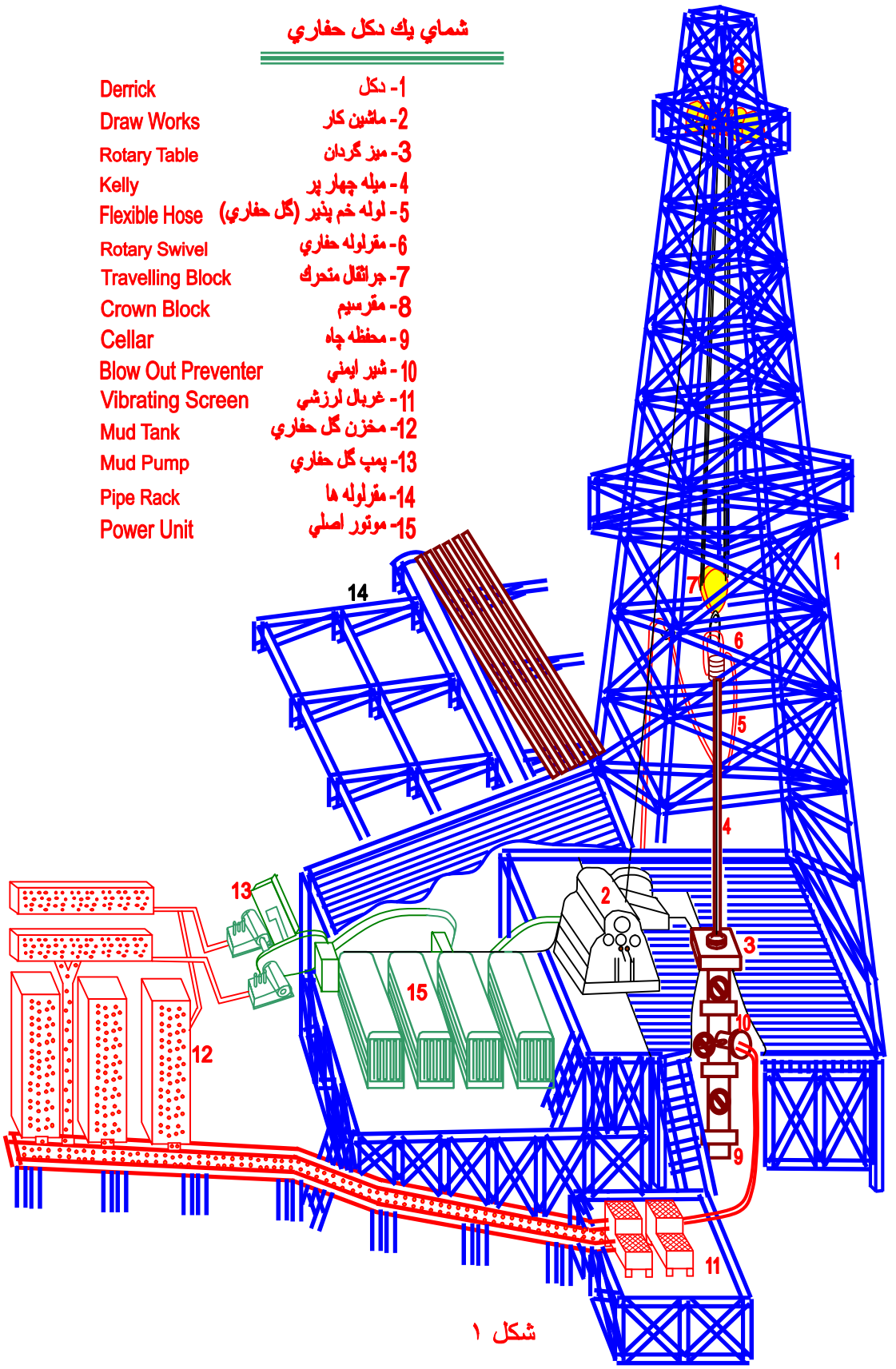
همزمان با ادامه حفاری بر روی دیواره چاه نیز پوشش فلزی (Casing) تعبیه می گردد . این عمل با توجه به موقعیت لایه در حین حفاری وضع چاه نیز صورت می گیرد و برای انجام آن لازم است که موقتاً عمل حفاری قطع گردیده و پوشش مورد نظر کار گذاشته شده و سپس حفاری ادامه یابد . به پشت این لوله پوششی نیز سیمان پمپ می گردد و جنس و اندازه آن بستگی به موقعیت چاه و قطر آن در همان شرایط به خصوص دارد . (این لوله برای جلوگیری از ریزش دیواره چاه ، قطع ارتباط بین لایه ها از داخل چاه و همچنین بهتر به کنترل در آوردن چاه تعبیه می شود .)

درحین‌حفاری‌از سنگ لایه ها برای مشخص کردن جنس و موقعیتهای دیگر آنها نیز نمونه برداری می گردد ، ممکن است که از ذرات بالا آورده شده توسط گل حفاری (Cuttings) نمونه بردای شود و یا ممکن است که نمونه گیری به صورت درآوردن مغزه Core باشد .

وزن و جنس گل حفاری با توجه به عمق چاه و فشار داخلی آن و موقعیت مخصوص حین عمل ، نیز تعویض می گردد که خود یکی از موضوعات بسیار مهم عمل حفاری می باشد .

شماي يك دكل حفاري

Derrick	1- دكل
Draw Works	2- ماشين كار
Rotary Table	3- ميز گردان
Kelly	4- ميله چهار پر
Flexible Hose	5- لوله خم پذير (گل حفاري)
Rotary Swivel	6- مقرلوله حفاري
Travelling Block	7- جرانقال متحرك
Crown Block	8- مقرسيم
Cellar	9- محفظه چاه
Blow Out Preventer	10- شير ايمني
Vibrating Screen	11- غربال لرزشي
Mud Tank	12- مخزن گل حفاري
Mud Pump	13- پمپ گل حفاري
Pipe Rack	14- مقرلوله ها
Power Unit	15- موتور اصلي



شكل ١

بهر حال و بدین صورت حفاری تا عمق نهائی موردنظر ادامه می یابد و باکـارگزاردن لولـه گم (Liner) (در حقیقت جداره پوششی که تمام دیواره چاه را فرا نمی گیرد و فقط فاصله محدودی را با توجه به موقعیت چاه می پوشاند و تاسرچاه ادامه ندارد) . و یا لوله مغـزی tubing (ازسرچاه تا عمق بخصوصی ادامه دارد و کاربرد آن بستگی به شرایط چاه و نحوه بهره برداری بعدی از آن دارد .)

کار رو به اتمام می رود . لازم به تذکر است که انجام عمل حفاری با دقت و احتیـاط و در حضور شیرهای ایمنی به خصوص B . O . P صورت می پـذیرد . بعـضی مواقـع قـسمت تولیدی‌چاه‌بادر نظرگرفتن موقعیـت محـل بـدون پوشـش فلـزی (open hole) تکمیـل می گردد .

در حین حفاری هرگاه به لایه ای که دارای نفت و یا گاز باشد برسند ، نسبت بـه ضـرورت آزمایش مقدماتی روی آن نفت و یا گاز همراه با اندازه گیری فشار انجام می گیرد (DST) پس حفر و تکمیل چاه دکل حفاری انتقال می یابد و پس از آن می بایست انجام هر عمـل دیگری با نظارت مهندسی بهره برداری صورت گیرد . احیاناً اگر چاه به جهاتی احتیاج بـه مرمت داشته باشد مجدداً می بایست از دکل حفاری استفاده نمـود کـه ایـن مـورد نیـز برنامه ریزی خاص خود را دارد .

بدیهی است یک مهندس بهره برداری خوب از ابتدای عمل حفاری و برای کسب اطلاع از چگونگی وضع چاه و موضوعاتی کـه در حـین حفـاری آن پـیش مـی آیـد و در آینـده بهره برداری از چاه دخالت خواهد داشت ، خود را در جریان قرار می دهد و حتی الامکان ازکم و کیف حفاری چاه اطلاعاتی بدست می آورد .

لایه آزمائی با ساق مته

Drill Stem Test

در حین حفاری و یا تکمیل چاه ، با برخورد به لایه ای از نفت و یا گاز ، در مورد آزمایش آن لایه تصمیم گیری می گردد . این آزمایش که در حضور دکل حفاری انجام می گیرد ، لایه آزمائی با ساق مته Drill Stem Test نامیده می شود و جهت انجام آن از ابزار بخصوصی استفاده می گردد . (Drill Stem Tool)

هدف اصلی از انجام این آزمایش جمع آوری نمونه ای از سیال مورد نظر و اندازه گیری فشار لایه می باشد و بدیهی است در صورتیکه بتوان آزمایش خوبی انجام داد ، به کمک اطلاعات کسب شده از چاه بسیاری از مجهولات مربوط به چاه و آن لایه بخصوص قابل محاسبه می باشند . به طور مثال : نفوذپذیری لایه (Permeability) ، شاخص بهره وری (Productivity Index) افت فشار (Drow Done) در دبی های مختلف و حتی راندمان تولیدی چاه (Flow Efficiency) نیز قابل محاسبه می باشند . علاوه بر آنها نمونه جمع آوری شده از سیال در صورت تحت آزمایش قرار گرفتن در آزمایشگاه ، بسیاری از مشخصات آن سیال را معلوم خواهد نمود .

دستگاه به توسط لوله های بخصوصی به داخل چاه فرستاده می شود (Drill Pipe) و به طور کل تشکیل شده است از دو (یابیشتر) دستگاه فشارسنج داخل چاه ، که فشار سنج بالائی، فشارداخلی لوله مزبور و فشارسنج پائینی فشار خارج آنرا اندازه گیری می نمایند . (به هر صورت فشار داخلی چاه اندازه گیری می شود) .

دستگاه توسط مجرابند (Packer) در عمق مورد نظر ثابت نگهداشته می شود . توسط شیرهائی که دارد قابلیت بازوبسته شدن را دارد . پس از قرار دادن دستگاه ، چاه را طبق برنامه ای تنظیمی بازکرده و سپس می بندند . در حقیقت فشار داخلی چاه را ، چه وقتی که باز است و چه زمانی که بسته می شود اندازه گیری می کنند .

طرز عمل دستگاه فشارسنج تقریباً مشابه همانست که در قسمت اندازه گیری فشار داخلی چاه مشروح است و با بیرون آوردن دستگاه از چاه ، نمودارهای رسم شده از فشار نسبت به زمان را توسط دستگاه بخصوصی می خوانند و از ارقام بدست آمده جهت انجام محاسبات استفاده می گردد .

سیال از طریق سوراخهائی که بر روی دستگاه موجود است به داخل آن نفوذ کرده و بدین ترتیب با گذشتن از مسیر داخلی آن به قسمت بالاتر می رسند که در نتیجه در

مسیر اندازه گیری فشار قرار می گیرد . اتفاق می افتد که سیال در مسیر حرکت (به خاطر همراه داشتن مواد زائد و به صورت معلق) فشارسنج فوقانی و یا حتی سوراخهای موجود بر روی دستگاه را به طور کل و یا مختصری مسدود نماید . بدیهی است در این صورت فشارهائی که از فشارسنج فوقانی خوانده می شوند چندان قابل قبول نیستند . (جهت توضیح صورت فشارهائی که از فشارسنج فوقانی خوانده می شوند چندان قابل قبول نیستند . (جهت توضیح کامل وکسب اطلاع بیشتر توصیه می گرددکه به کتابچه های مربوطه شرکت ها لیبرتون و یا جزوه (Well Testing - Van Poollen و یا هر جزوه دیگر که مطلبی راجع به این موضوع دارد مراجعه گردد) .

تسهیلات موجود در سرچاه

Well Head Facilities

پس از حفاری و تکمیل چاه به منظور کنترل آن و همچنین در جهت بهره برداری از چـاه نسبت به موقعیت و احتیاجات پیش بینی شده آن ، وسایلی بر روی چاه تعبیه می گردند . قسمتی از این وسایل مستقیماً بر روی خود چاه و بخـشی از آن در مجـاورت چـاه و در اتصال با قسمت اول کار گذاشته می شوند .

وسایل مذکور با توجه به مورد استفاده چاه ، نحوه تکمیـل آن ، فـشار و وجـود گازهـای اسیدی ، طراحی می گردند . مجموعه وسایلی که مـستقیماً بـر روی خـود چـاه تعبیـه می شوند به نام تاج چاه X- Mass Tree معروف است که مـدلهای مختلفـی نیـز دارد . (انواع مدلهای تاج چاه و مورد استفاده هر یک در مجموعه ای به همین نام در شرکت کلی نفت ایران به صورت استاندارد موجود است ، مذکور می باشد .

با وجود اختلاف در بعضی قسمتهای تاج چاههای مختلف ، در بسیاری از موارد نیز با هـم مشابه هستند و فقط گاهی نوع وسیله به کار رفته متفاوت می باشد در حینی کـه عمـل مشابه انجام می دهد . لذا در اینجا به طور اختصار و عام وسایل مختلف موجـود در تـاج چاه ذکر می گردند و در جزئیات مربوط به تاجهای متفاوت که خود چنانچـه اشـاره شـد مجموعه کتابی است وارد نمی شویم) .

۱- وسایل موجود بر روی تاج چاه از سطح زمین به بالا به ترتیب به قرار زیر تعبیه گردیده اند :

۱- سرلوله (فلنج) زیرین Base Flange : این سرلوله بر روی بزرگتـرین جـداره فلزی چاه که از زمین بیرون آمده است نصب می باشد و بقیه وسـایل موجـود در تاج چاه با اتکاء بر این سرلوله نصب می گردند . این سرلوله حود در بعضی موارد مبداء اندازه گیری عمق چاه می باشد .

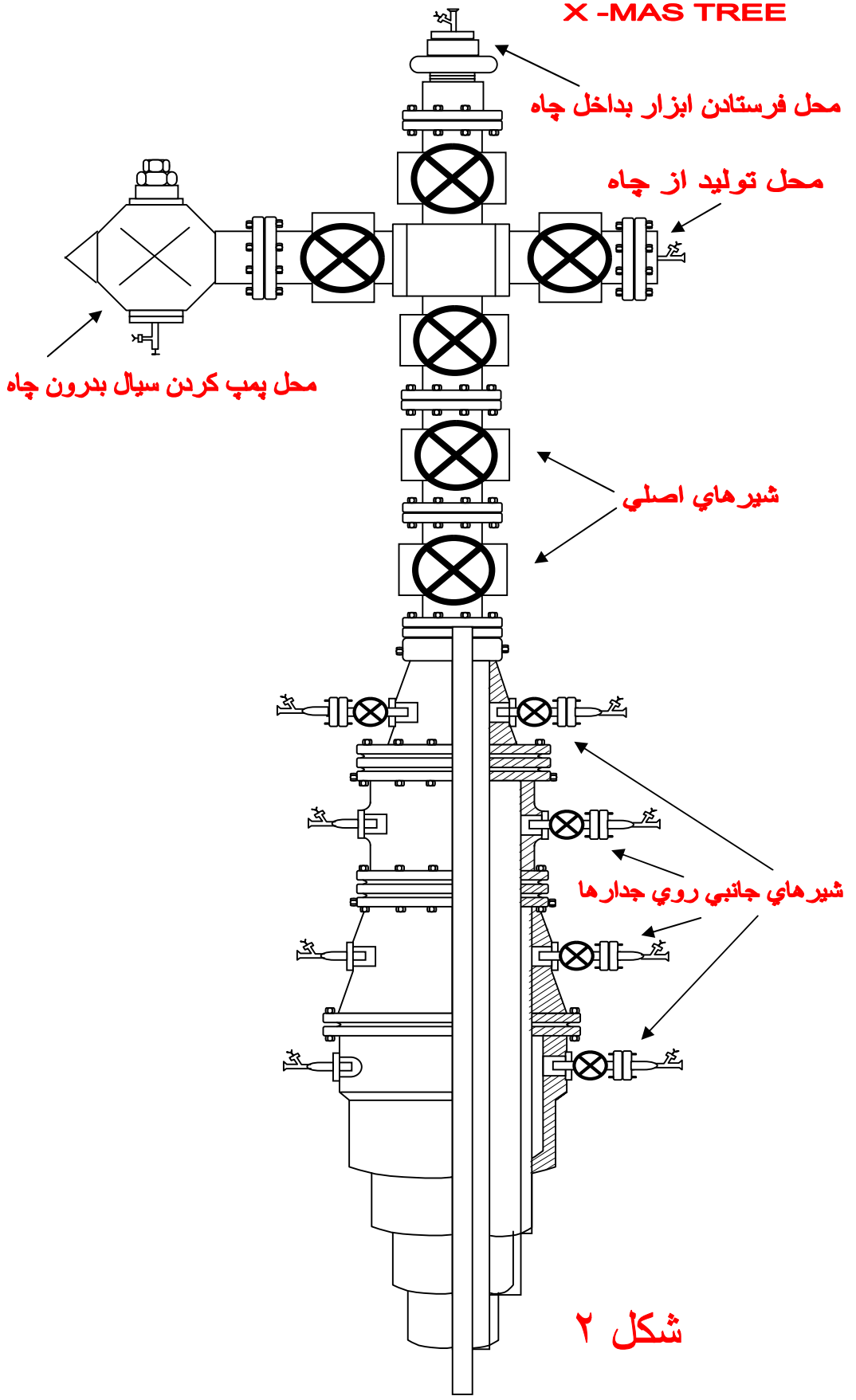
۲- شیرهای جانبی بر روی جدارهای مختلف چاه Side Valves : بررسـی وضـع بین ، جدارهای چاه از نظر فشار و نوع سیال موجود در آنها (اگـر وجـود دارد) از طریق این شیرها انجام می گیرد . بدون استثناء بر روی هر جداره شیر وجود دارد و معمولاً به ا ندازه ۲ اینچ می باشند . اگر طوری رو بروی چاه بایستیم که قسمت منحنی دار تاج چاه (Swept Bend) در مقابل رو باشد ، محل قرار گرفتن شیرهای مذکور در سمت راست ما بر روی تاج چاه می باشد .

۳- شیراصلی زیرین Bottom Main Valve : این شیر معمولاً از نـوع دروازه ای (Gate Valve) "وندریا" از نمونه توپی (Ball Valve) بوده و در اندازه معمـولاً ۶

اینچ می باشد . مهمترین نقطه دسترسی به چاه همین شیر است و در صورت خراب شدن لازم است که با حضور دکل حفاری (در صورتیکه نتوان چاه را به طور موقت مسدود کرد) بایستی تعمیر و یا تعویض گردد . بازوبسته کردن این شیر قدغن است و عموماً در حالت باز می باشد مگر اینکه اجازه عملیات با آن قبلاً صادر شده باشد . (علت این امر اینست که معمولاً بازوبسته کردن مداوم شیرها آنها را در معرض اشکالاتی قرار می دهد و چون این شیر از موقعیت بخصوصی برخوردار است از این نظر از زیاد کار کردن با آن احتراز می گردد) . محل قرار گرفتن آن درست در بالای شیرهای جانبی ذکر شده در بالا می باشد .

يك نمونه كامل از تاج چاه (معمولا بر روي چاههاي اكتشافي نصب ميگردد)

X -MAS TREE



شكل ٢

۴- شیراصلی فوقانی Top Main Valve : مشخصات این شیرچیزی شبیه شیراصلی زیرین است و محل قرار گرفتن آن در بالای شیراصلی زیرین می باشد . عموماً باز و بسته کردن چاه توسط این شیرانجام می گیرد .

۵- شیرایمنی سرچاه Surface Safety Valve : این شیر بر روی شیراصلی بالائی قرار می گیرد و اندازه آن معمولاً ۶ اینچ می باشد . وضعیت بخصوصی دارد که جهت بازوبسته شدن قابل تنظیم است و این تنظیم در جهت کنترل فشارچاه صورت می گیرد . بر روی نوع معمولی آن پیلوتهای مخصوصی نصب می گردند . یکی از این پیلوتها روی حداقل و دیگری روی حداکثر فشار موردنظر بسته به موقعیت چاه تنظیم می گردد .

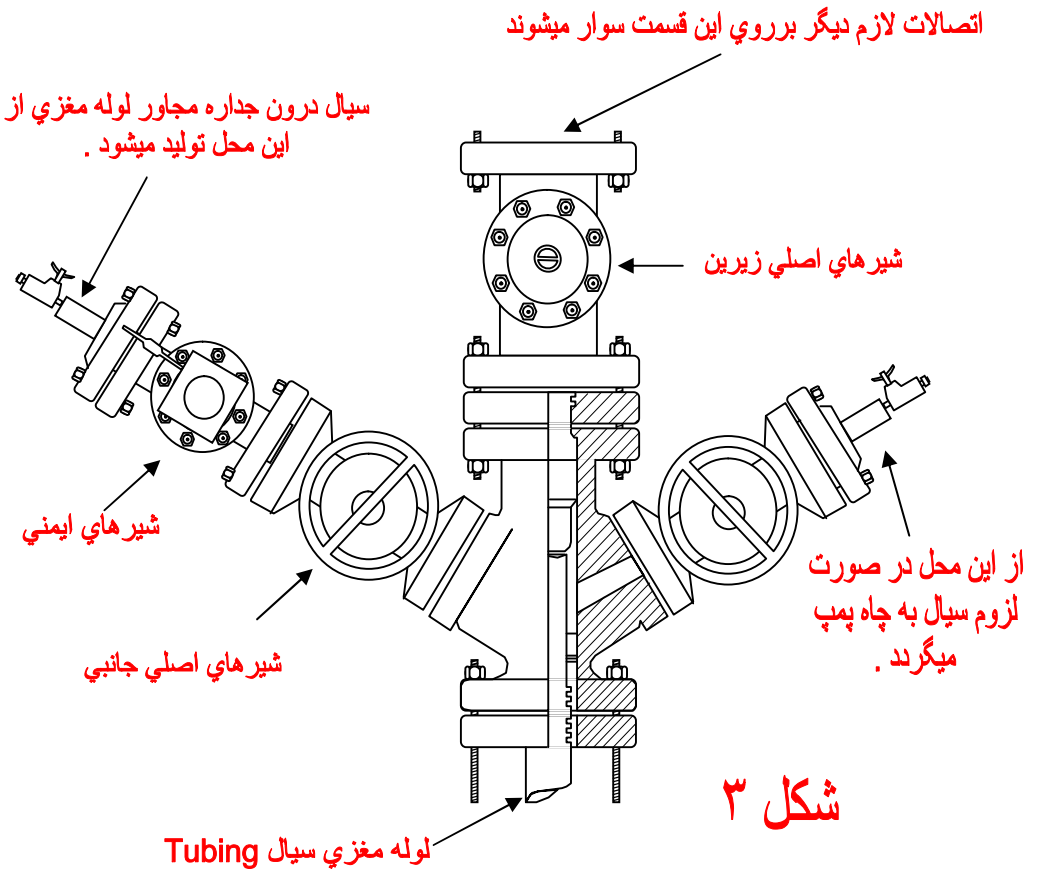
مدلهای جدید این شیر به کمک دستگاهی که در مجاور چاه تعبیه می گردد با Panel کار می کند .

۶- قسمت منحنی در حقیقت از یک سه راهه که از یک طرف بر روی شیرایمنی سرچاه وصل است و از طرف بالا به قسمت فوقانی چاه مربوط می شود دو راه سوم در مسیر لوله از چاه می باشد و به اندازه های متفاوت موجود است و نوع معمولی آن "۶ ×۶×۶(۶") اینچ می باشد که به خاطر شکل ظاهری به خصوصی کم دارد به نام فوق خوانده می شود .

۷- شیرفوقانی سرچاه Dip Valve : روی قسمت بالائی سه راهه فوق متصل می شود و معمولاً در اندازه ۳ یا ۴ اینچ است . در حقیقت مجرای ورود ابزار مختلف به چاه نیز می باشد و زمانی که قرار است عملی در داخل چاه صورت گیرد (مثلاً تهیه نمودار با اندازه گیری فشار داخلی چاه) با بازوبسته کردن این شیر عملیات کنترل می گردد علاوه بر آن هنگامیکه اندازه گیری فشار سرچاه منظور باشد مورد استفاده است .

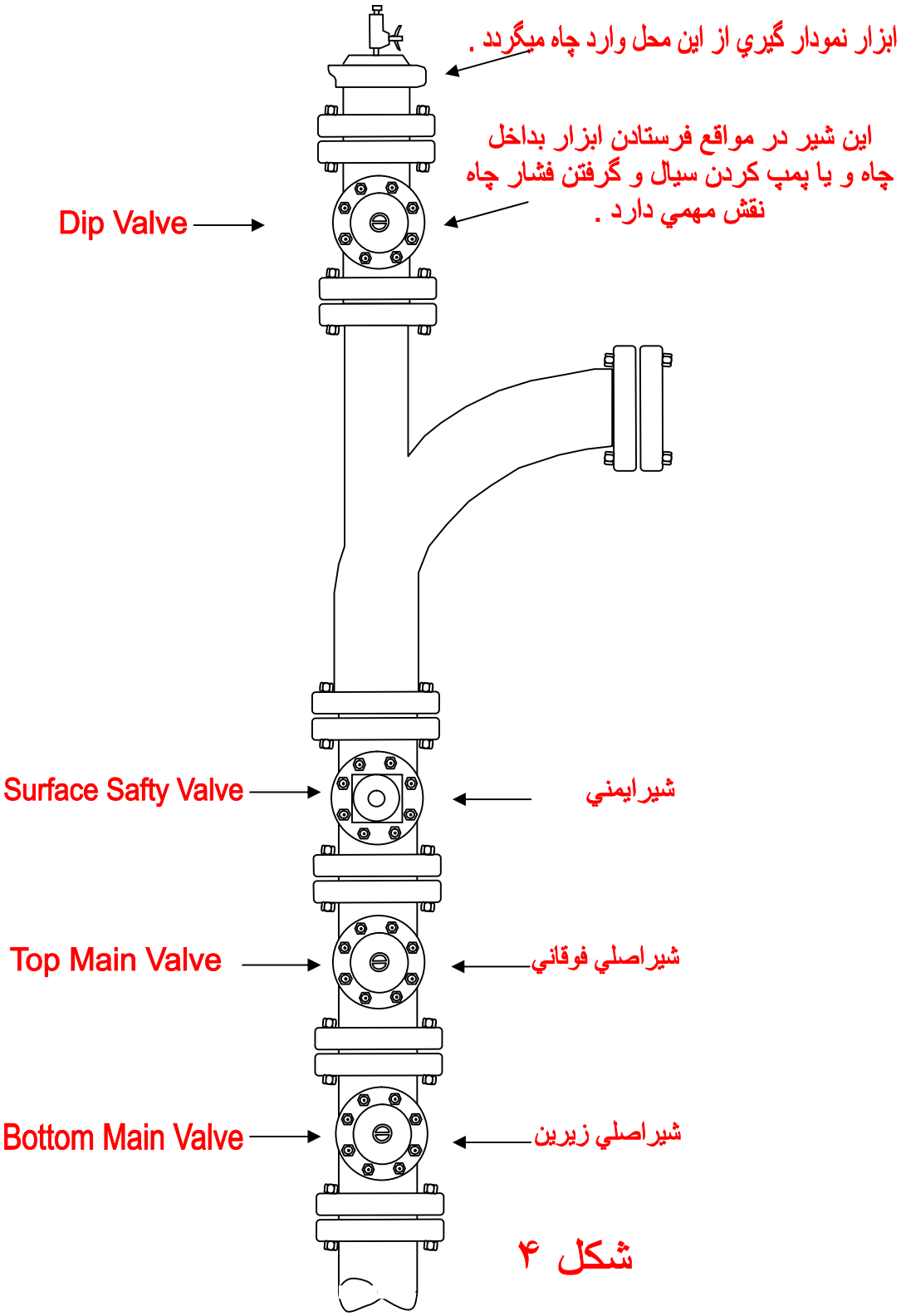
۸- قسمت فوقانی سرجداری معمولاً بر بالای شیرفوقانی سرچاه محلی تعبیه می شود که از آن برای انجام اتصالات مختلف (برای کارهای متفاوتی که در داخل چاه می باشد صورت گیرد) استفاده می گردد . در حقیقت شاید بتوان گفت که محل سر بطری می باشد و به همان صورت نیز به کمک درپوش مخصوصی بسته می شود . مجرای ورود ابزار مختلف به داخل چاه نیز همین جا است . در حال حاضر دو مدل از آن مورد استفاده است یکی آنکه جهت اتصال با وسایل مختلف فقط با چفت شدن در آنها محکم می شود .

قسمتي از تاج چاه



شكل ۳

يك نمونه ازقسمت فوقاني تاج چاه



شكل ۴

یادآوری : همانطور که در بالا اشاره شد قرار دادن وسایل فوق با توجه به وضع کلی چاه و نحوه پیش بینی بهره برداری از چاه می باشد و لذا مطالب ذکر شده در بالا فقط بـه طـور عام است و ممکن است با یک نمونه به خصوص تفاوتهای ظاهری داشته باشـد . مـسئله مهم قابلیت تحمل فشار می باشد که وسایل فوق بایستی متناوب با فـشار چـاه در نظـر گرفته شوند . در حال حاضر در شرکت ملی نفت ایران نمونه های استاندارد تـا جهـائی هستند که در فشارهای ۳۰۰۰، ۵۰۰۰و۱۰۰۰۰ پاوند براینچ مربع نسبت به موقعیت چاه مـورد استفاده دارد (استثنائاً چاه شماره ۱۰۱ اهواز دارای تاجی است که ۱۵۰۰۰ پاوندبراینچ مربع فشار را تحمل می کند .)

بد نیست اشاره شود که شکل ظاهری آنها نیز می تواند مـشخص کننـده قـدرت تحمـل فشار نیز باشد در عین حـال کـم و بـیش بارنگهـای بخـصوصی مـشخص مـی گردنـد . (فشارها۳۰۰۰ ، ۵۰۰۰و۱۰۰۰۰ پاوندبراینچ مربع به ترتیب با رنگهای نقره ای ، سبز و زیتـونی رنگ بر روی تاج چاه مشخص شده اند . تذکر داده می شـود کـه ایـن موضـوع چنـدان عمومیت ندارد .)

تمامی وسایل مذکور در بالا مانند درختی در داخل محفظـه ای بـه نـام (cellar) کـه در حقیقت مبداء حفاری چاه بوده است قرار دارنـد . طـول و عـرض ایـن محفظـه تقریبـاً ۳×۲ متراست وارتفاع آن بستگی‌به بلندی‌تاج چاه داردومعمولاً درحدود۵/ متر می باشد .

۲-وسایل دیگر موجود در سرچاه و در رابطه با تولید از چاه به قرار زیر می باشند :

۱- تله سنگ Stone Trap : این وسیله در مسیر تولید چاه قرار دارد و همـانطور که از اسم آن برمی آید در حقیقت به صـورت تلـه ای بـرای جلـوگیری از عبـور قطعات سنگ منحنی دار ذکر شده در بالا و قطع لوله منحنی شـکل دیگـری بـه طول تقریبی ۵ متر قرار می گیرد و بدین صورت در مسیر تولید چاه واقع می شود (در بعضی موارد پیش از آن نیز یک شیر دروازه ای قرار داده می شود) .

قبل از آنکه لوله تولید بدان متصل شود و همچنین بعد از اینکه لولـه نفتـی چـاه (flow line) بدان متصل شود محلهائی برای اندازه گیری فشار نیز در نظر گرفتـه می شوند (می توان محلهای نمونه گیری نیز تعبیه نمود).

تله سنگ خود ظاهراً به شکل لوله ای با ضخامت بیشتر از لوله های مجـاور خـود می باشد و طول آن تا حدود ۱/۵ متر و یا کمی بیشتر است . تله سـنگ دارای دو محل خروجی سیال می باشد که یکی در انتهای آن و به طرف گـودآتش اسـت و دیگری در سطح جانبی آن (بانتهای آن نزدیکتر) موجود است که محل اتصال لوله نفتی‌چاه‌نیزهست.(چاههائی‌که‌مورد بهره‌برداری‌نیستندمعمول تله سنگ ندارند .)

۲- شیر تولید Production Valve : لوله نفتی چاه به سطح جانبی تله سنگ اتصال دارد و درست مجاور محل اتصال شیری موجود است که با نام شیر تولید معروف است . معمولاً از نوع شیرهای دروازه ای است ولی نمونه های دیگر شیرها نیز استفاده گردیده اند . این شیر ابتدای لوله تولید چاه قرار دارد و معمولاً مورد استفاده آن برای برگرداندن تولید چاه به گودآتش و یا به بهره برداری می باشد . اندازه معمولی آن ۶ اینچ است (عمومیت تام ندارد) .

۳-لوله تولید Flow Line : بلافاصله بعد از شیر تولید شروع می شود و با توجه به موقعیت چاه به سمت نزدیکترین واحد بهره برداری به چاه کشیده می شود . قطر آن بستگی به قدرت تولید چاه و مشخصات منطقه دارد ، اندازه های ۶و۸ اینچ نمونه های معمولی هستند . (چاهی که تفکیک کننده سرچاهی دارد لوله تولیدش به سمت آن کشیده خواهد شد) . طول لوله تولید بستگی به دوری و نزدیکی چاه از واحد بهره برداری مورد نظر دارد .

۴- شیر روی لوله آتش Burning Line Vale : از این شیر که معمولاً شیر دروازه ای ۴ اینچ می باشد برای بازوبسته کردن جریان چاه به طرف گودآتش استفاده می گردد . محل قرار گرفتن آن در انتهای تله سنگ است .

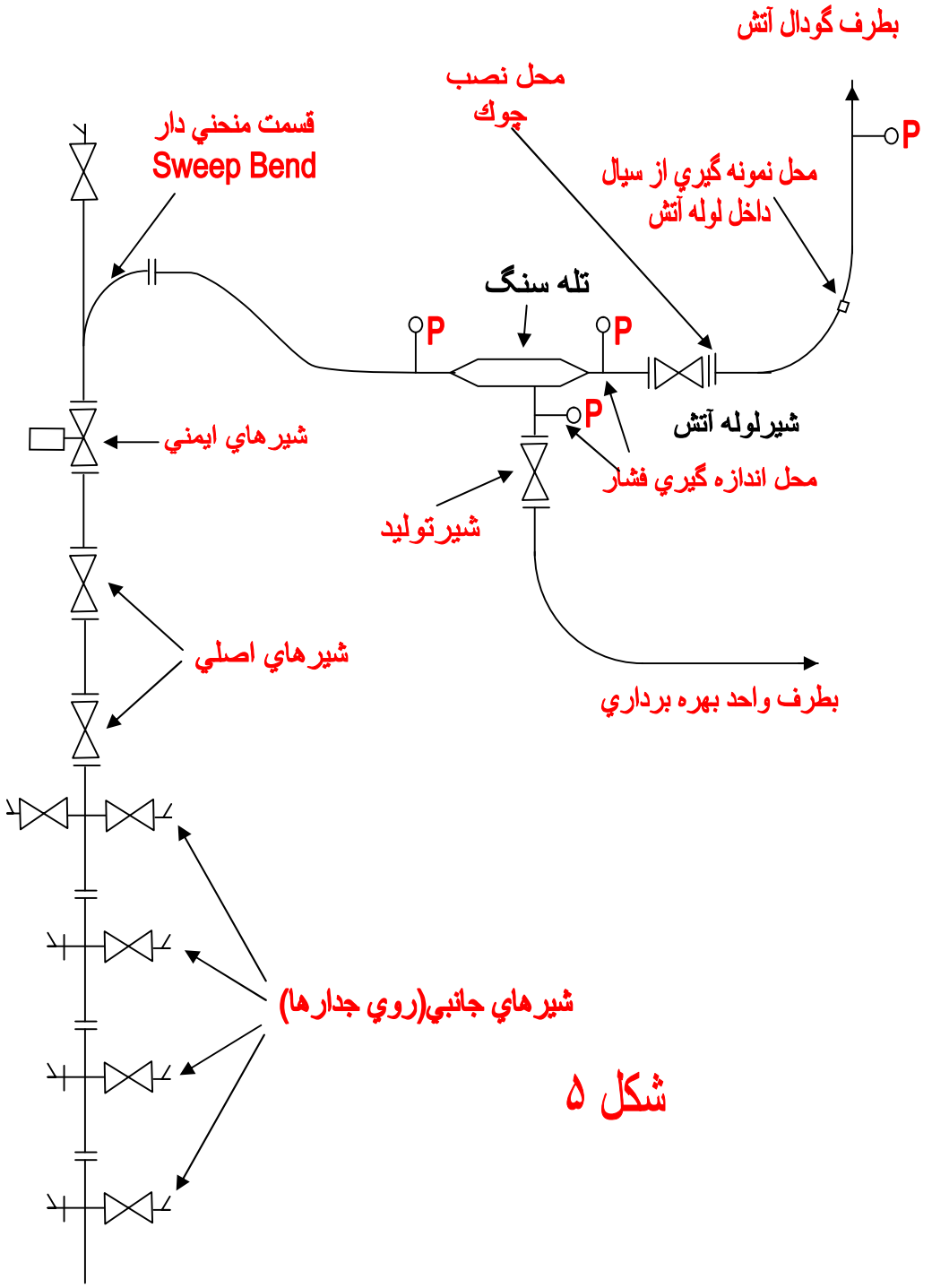
۵-محل تعبیه کردن چوک Choke Flange : درست بعد از شیرموجود بر روی لوله آتش دو سرلوله (flange) تعبیه می شوند که می توان در داخل آنها چوک (کم کننده دبی) قرار داد و در مواردی که چاه به طرف گود آتش در جریان است در کنترل مقدار دبی مورد استفاده قرار میگیرد .

۶-لوله آتش Sample Line : بلافاصله بعد از چوک لوله ای (معمولاً ۴ اینچ) کشیده می شود که تا گود آتش مجتور چاه امتداد می یابد و در حقیقت مسیر جریان چاه تاگودآتش خواهدبود .

۷-محل نمونه گیری Sample Point : حدود ۴ الی ۵ متر بعد از چوک فوق بر روی لوله آتش و در قسمت وسط آن (منظور اینست که در قسمت فوقانی و تحتانی لوله نسبت به همین قرار نمی گیرد) . محلی که شامل یک لوله ۱ یا ۱/۲ اینچی با شیری دروازه ای بهمین اندازه ها باشد در تماس با لوله آتش به آن تعبیه می گردد . از این محل برای نمونه گیری از سیال جاری در لوله آتش استفاده می گردد .

۸-محل اندازه گیری فشار در لوله آتش : در امتداد لوله آتش و محلی در حدود ۱۵۰ متری چاه بر روی لوله آتش محل اندازه گیری فشار تعبیه می گردد . (فاصله این مجل تا گودال آتش بایستی دقیقاً معلوم باشد . زیرا با توجه به فاصله آن تاگود آتش وفشاری‌که‌ازآن خوانده می شود ، می توان دبی چاه را در حالات مختلف تخمین زد).

نموداري از وسايل موجود در سرچاه



شكل ۵

۹-گودال آتش Burning Pit : گودیا گودال آتش در حقیقت محل سوزاندن سیال خروجی از چاه به منظور تمیزکردن و یا بررسی وضع چاه می باشد . در مجاورانتهای لوله آتش گودالی در زمین حفر می گردد و محل آن بستگی به موقعیت چاه دارد لیکن معمولاً در فاصله ای بیش از حدود ۴۰۰ متری قرار دارد . اندازه تقریبی آن گودالی با قطر ۴۰ متر است که عمقی حدود ۵ متر دارد .

۱۰-حصار چاه Wellhead Fencing : معمولاً در اطراف وسایل موجود در سرچاه حصاری برای محافظت کشیده می شود که تمامی تاج چاه و شیر تولید و شیر ورودی لوله آتش و چوک بعد از آن در داخل آن قرار می گیرند . دروازه ورودی آن دارای قفلهای بخصوصی می باشد که کلیدهای استاندارد دارد . این حصار ممکن است به صورت ورقه های آهن بهم چسبیده و یا به صورت میله های آهنی تعبیه گردد .

مشبک کردن لایه تولیدی چاه

Perforation

قسمت عمده تکمیل یک چاه مشبک کردن لایه تولیدی آن می باشد . این عمل کلاً بدان معنی است که ارتباط بین لایه تولید کننده و داخل چاه را برقرار می نمایند و در حقیقت با سوراخ کردن جداره پوششی چاه عمل صورت می پذیرد . انجام این امر پس از مطالعه کامل سنگ مخزن و مشخص کردن محل لایه تولیدی صورت می گیرد و در انجام آن بایستی دقت زیاد به کار برد بخصوص از نظر عمق زیرا که در صورت اشتباه و یا نقص در عمل مشکلات عدیده ای بروز خواهد کرد .

امروزه به دو صورت جداره پوششی را مشبک می نمایند . یکی توسط گلوله های بخصوصی که با روش مخصوصی به طرف دیواره فلزی چاه در عمق مورد نظر پرتاب می گردد و دیگری بوسیله شهاب فلزی که بوسیله باروت بوجود می آید . در حقیقت می توان گفت طرز عمل هر دو تقریباً مشابه است و فقط نوع گلوله ها متفاوت می باشد (بدیهی است زمانی که لایه تولیدی بودن پوشش فلزی تکمیل می گردد (open hole) دیگر عمل مشبک کردن لازم نیست .)

انواع مشبک کننده ها

۱- گلوله های مشبک کننده

درحقیقت مشابه گلوله های تفنگ عمل می نماید . بدانمعنی که پس ازانفجار مختصری که توسط باروت درداخل تفنگ انجام می گیرد گلوله ای فلزی از آن خارج و به سمت دیواره فلزی چاه پرتاب می گردد . کالیبر گلوله در اندازه های ۱/۸ تا ۱ اینچ موجوداست وسرعت نهائی درسر گلوله تا ۳۳۰۰ فوت در ثانیه می رسد . ازاین نمونه مشبک کننده درحال حاضر کمتر استفاده می گردد وعلت آن کمتر بودن کارآئی درمقام مقایسه با نوع دوم نیز می باشد.

۲-شهاب فلز مشبک کننده (جت)

در این حالت در حقیقت گلوله از دهانه فشنگ خارج نمی گردد ، بلکه انفجار در باروت باعث می شود که دیواره فلزی به خصوصی (liner) به حالت ذوب درآمده و تغییر شکل داده و در اثر فشار ایجادشده به خاطر انفجار به صورت جت به خارج از فشنگ راه یافته و به سمت دیواره فلزی چاه حرکت کند . جت به وجود آمده با سرعت زیادو ایجاد فشار و

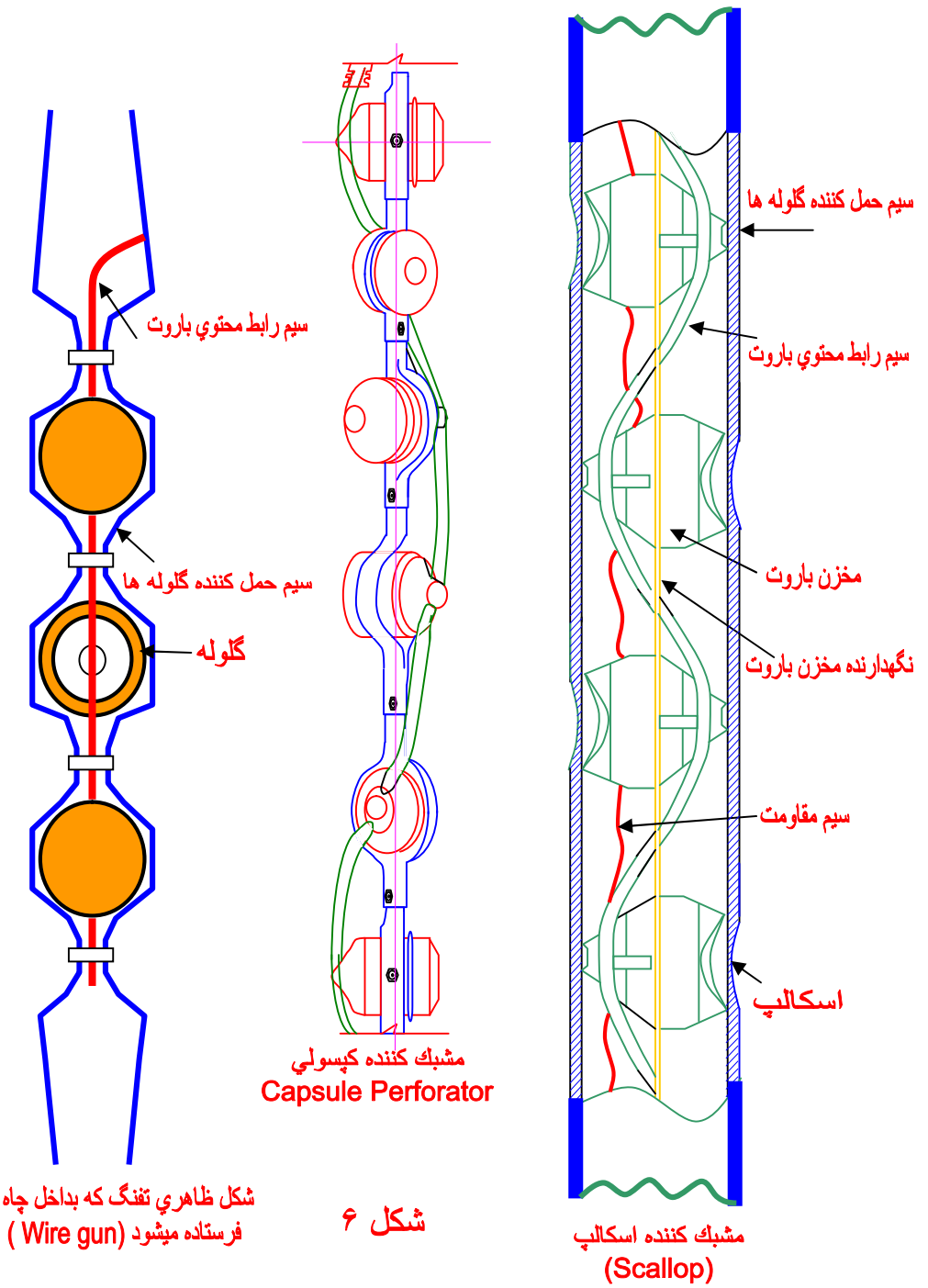
بخصوص حرارتی که دارد دیواره فلزی را سوراخ می نماید و از داخل آن عبور کرده به داخل سنگ مخزن نفوذ می کند . (شکل شماره .....)
همانطورکه دربالا اشاره شدقدرت این نمونه از نمونه گلوله ای بیشتر است وبه خاطر همین موضوع مواردا ستفاده بیشتری نیزدارد . این نوع مشبک کننده در اندازه های مختلف وباجنس پوشش خارجی متفاوت موجودمی باشد . (سرامیک باآلومینیم درپوش خارجی)

طرز عمل :

بدیهی است که عمل بایستی درون چاه و در مجاروت لایه مورد نظر صورت گیرد . لذا مشبک کننده ها را با وسایل مخصوص و با سیم تحت کنترل به داخل چاه می فرستند .
فشنگها در محفظه های مخصوصی که در روی میله حامل آنها موجود است تعبیه می گردند . به انتهای آنها سیم محتوی نوعی باروت نیز متصل می گردد و سپس این مجموعه توسط سیم به داخل چاه فرستاده می شود . هنگامیکه مشبک کننده ها به عمق مورد نظر رسیدند ، توسط عامل الکتریکی یک شوک وارد می شود که باعث ایجاد انفجار در سیم محتوی باروت می گردد . این سیم که به تمامی فشنگها نیز متصل است در مسیر انفجار در سیم محتوی باروت می گردد . این سیم سرایت کرده و باروت موجود در فشنگ نیز منفجر گردد . وبدیهی‌است که سپس فشنگ عمل اصلی خودراانجام می‌دهد .
آنچه مسلم است اینست که اندازه و شکل و مختصات فشنگها بر روی اثر نهائی آنها نیز مؤثرند و با توجه به نوع کار و شرایط لازم عمل مورد استفاده قرار می گیرند .
ایجاد شبکه ها بر روی لوله پوششی داخل چاه نیز می تواند به داخل (با در نظر گرفتن موقعیت داخل چاه) و در جهات مختلف صورت گیرد . مسلماً محل قرار گرفتن مشبک کننده ها و فاصله ای که تا دیواره چاه دارند در راندمان آنها مؤثر خواهد بود . به طور کل می توان شبکه ها را تحت کنترل به وجود آورد بدانمعنی که نسبت به موقعیت چاه و شرایط عمل نوع مشبک کننده ، می شود تمامی شبکه ها در یک جهت باشند و یا تحت زاویه ای با یکدیگر قرار گیرند . مسلماً این امر در سطح زمین و هنگام تعبیه نمودن فشنگها در داخل میله حامل صورت می گیرد . معمولی ترین نحوه مشبک کردن اینست که فشنگها یک در میان با زاویه ۱۸۰ درجه عمل می کنند و بدین صورت شبکه ها کاملاً و به طور یک در میان مقابل یکدیگر قرار میگیرند . اشکال شماره ۶ تا ۹ شکل ظاهری و طرز عمل و راندمان انواع مشبک کننده ها را نشان می دهند . (جهت اطلاع بیشتر به جزوه‌های‌مربوط به‌شرکت اسوویا کتابچه‌های‌شرکتهای شلمبرجر و کاپ گو مراجعه شود .)
تعداد شبکه ها در واحد طول نیز نسبت به موقعیت لایه ها و مشخصات آنها نیز متفاوت می باشد و معمولاً از ۱ ، ۲و۴ شبکه در فوت امری عادی است . (اکثراً ۴ شبکه در فوت

عمل می شود . این موضوع به خصوص در چاههای نفت مـورد نظـر اسـت . لـیکن در چاههای گاز معمولاً ۲ شبکه در فوت ایجاد میگردد) .

شكل ظاهري بعضي از مشبك كننده ها



شكل ۶

فاکتورهائی که در مشبک کردن مؤثرند

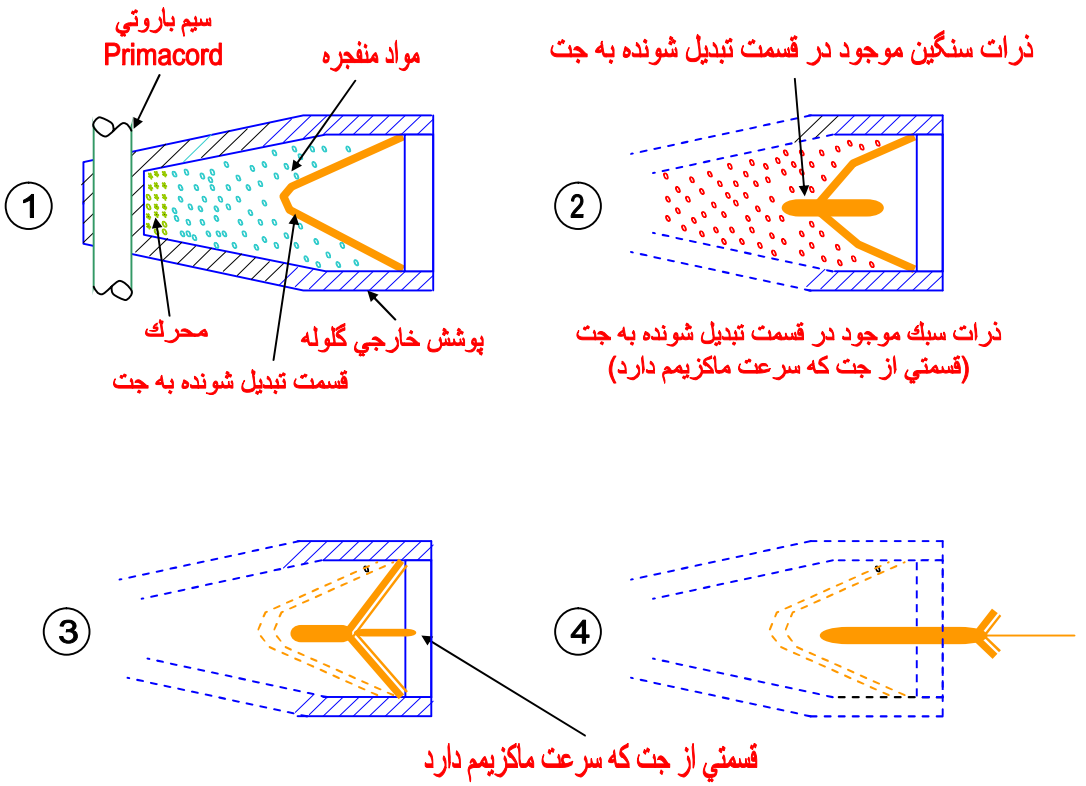
۱- مشخصات و موقعیت سنگ مخزن نیز در ایجاد شبکه ها دخالت مستقیم و تام دارد .

۲- فاصله قرار گرفتن فشنگ نسبت به دیواره فلزی که قرار است در آن شبکه ایجاد شود نیز از عوامل مهم می باشد . این امر در قطر ورودی به شبکه و عمق نفوذ آن در داخل سنگ مخزن مؤثر می باشد .

۳- شکل داخل چاه و جنس دیواره فلزی پوششی در عمل مشبک کردن تأثیر دارد .

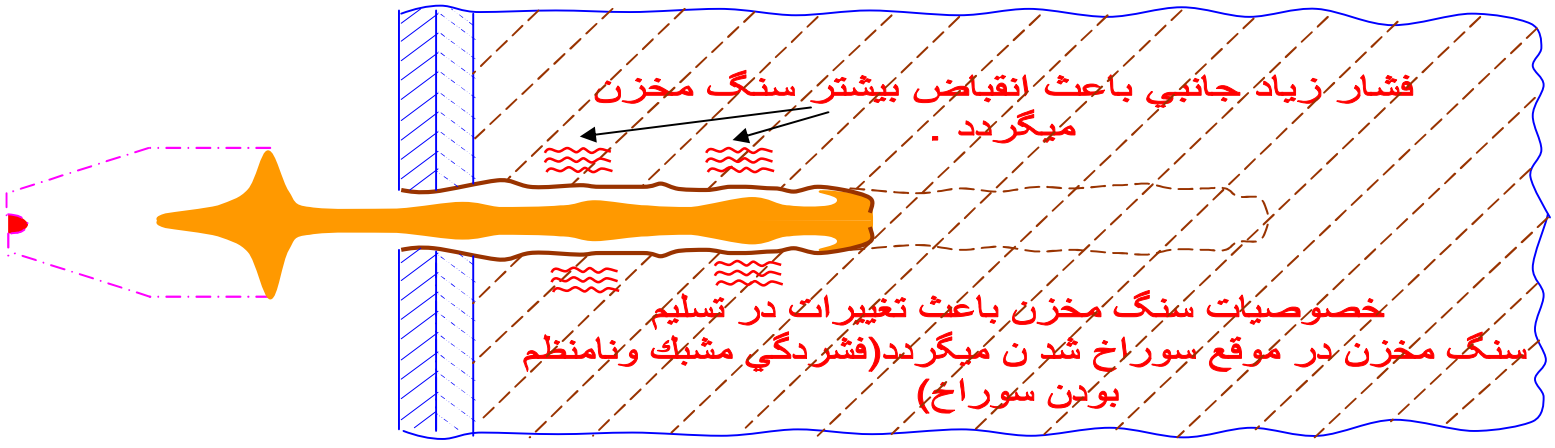
۴- به طور قطع نوع ، اندازه فشنگ ، مقدار باروت و شکل داخلی فشنگ در عمق مشبک کردن و بخصوص در راندمان آن بسیار مؤثر است .

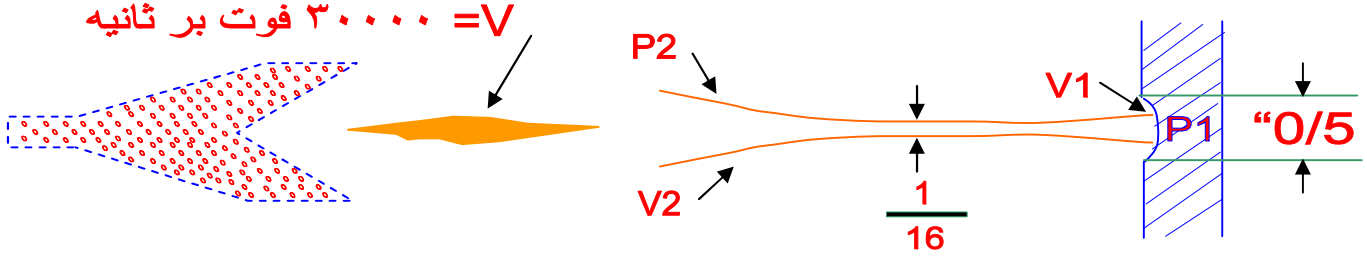
طريقه ايجاد جت در گلوله هايي كه كه بكمك جت مشبك مينمايند.



شکل ۷

PETROMAN





سرعت وفشار تقريبي جت

P1 ـ فشار در هدف تا $۱۵x۱۰^{6}$ psi

P2 ـ فشار جانبي در “۱/۲تا ۱۰^{5} psi

V1 ـ سرعت در جت تا ۳۰۰۰۰ فوت بر ثانيه

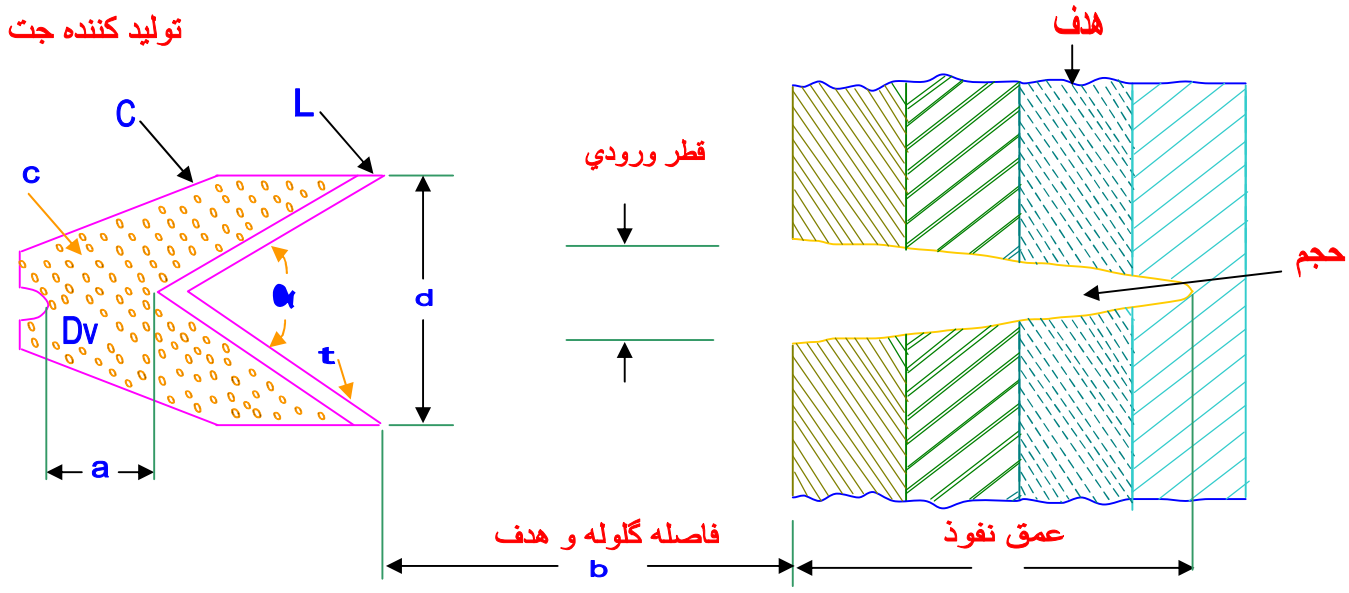
V2 ـ سرعت درانتهاي جت تا ۱۵۰۰۰ فوت بر ثانيه

شكل ۸

www.petroman.ir

PETROMAN

فاکتورهائي که در مشبك کردن با جت موثر هستند



شکل ۹

بمنظور افزايش :

۱- عمق نفوذ : بايستي کم شود و b,a,d,t,c,Dv افزوده گردد .

۲- قطر ورودي : بايستي و d اضافه گردد ودرعوض و b,t,Dv کاهش داده شود.

۳- حجم سوراخ : مقادير d,t بايستي افزايش يابد وازb کاسته گردد. بعلاوه Dv,L بايستي منظم گردند.

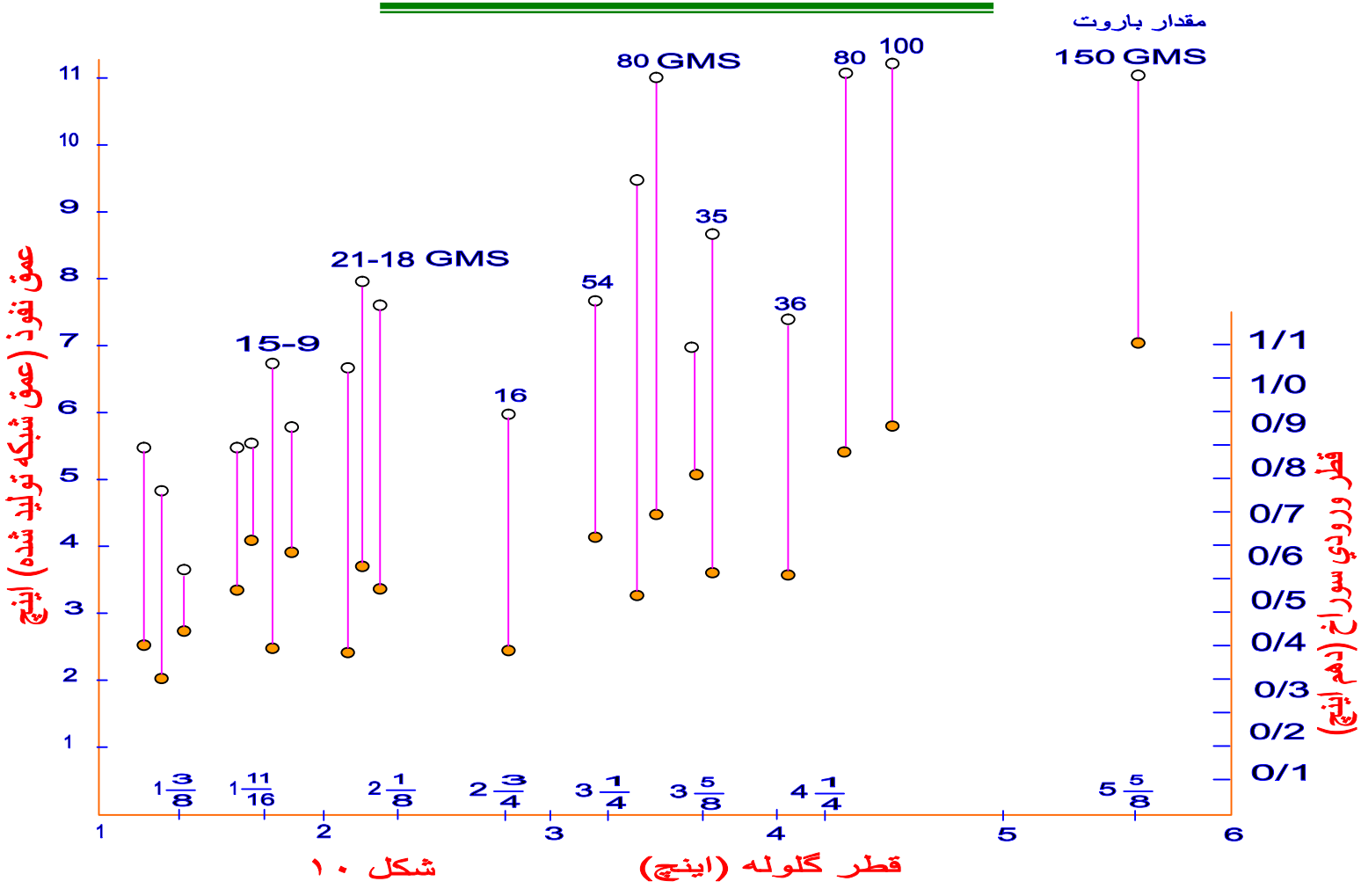
www.petroman.ir

راندمان عمل مشبک کردن

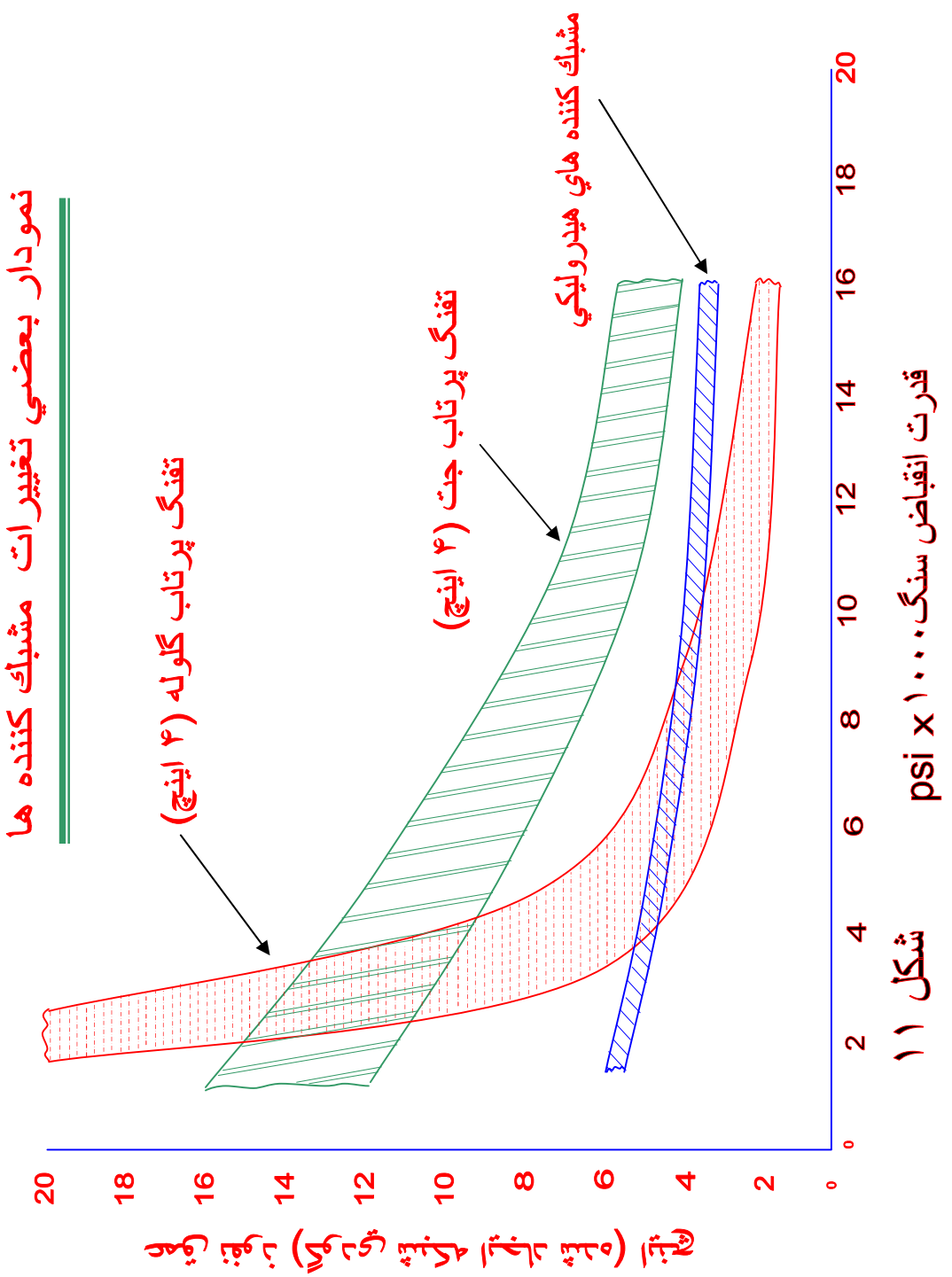
بدیهی است شبکه ای که در روی لوله پوششی ایجاد می گردد و ادامه آن نیز بـه داخـل سنگ مخزن نفوذ خواهد نمود دارای مشخصاتی می باشد . این مشخصات که عبارتند از قطر ورودی به داخل شبکه ، عمق شبکه و حجم شبکه به وجود آمده نیز در راندمان عمل دخالت مستقیم دارند . اشکال شماره ۱۰ ، ۱۱ اثر این فاکتورها را با توجه به نـوع فـشنگ نیز نشان می دهند .

پس از انجام عمل شبک کردن ، مواد زائدی که باقی می ماند (Debries) بـه داخـل چـاه ریخته می شود و فقط میله یا سیم حامل فشنگها از چاه خارج می گردند . این مواد زائـد اکثراً در حین تمیزکردن چاه خارج می شوند . به خصوص مواد زائدی که در داخـل خـود شبکه ها باقی می ماند در عمل تمیزکردن چاه از داخل آنها خارج شده و به همراه سـیال تولیدی از چاه خارج می گردد .
طول حفره ای که ایجاد می گردد به قدرت فشنگ بستگی دارد ، لذا در صورت لزوم تولید حفره با طول بیشتر و همچنین در مواردیکه (استثنائاً) جداره از چند لوله فلزی تـشکیل گردیده است ، باید قدرت فشنگ را افزایش داد . (به جزوه های شرکت شلمبرجر و اسـو مراجعه گردد) .

راندمان كارجت هاي مشبك كننده



شكل ١٠


نمودار بعضي تغييرات مشبك كننده ها
تفنگ پرتاب گلوله (۴ اينچ)
تفنگ پرتاب جت (۴ اينچ)
مشبك كننده هاي هيدروليكي
قدرت انقباض سنگ، ۱۰۰۰ x psi
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20

شكل ۱۱

تمیزکردن چاه

Clean Up

نفت تولیدی چاهها از نظر همراه داشتن مقدار آب ، نمک و رسوبات مختلف ، بـه منظـور مصارف تجارتی و قابل تصفیه بودن در پالایشگاهها مـی بایـست اسـتاندارد بخـصوصی داشته باشد . به طور کلی نفت خام خروجی از چاهها هیچگاه صددرصد خـالص و بـدون آب نیستند و بدیهی است آبی که همراه نفت از مخزن زیرزمینـی اسـتخراج مـی شـود مقادیری نمک های محلول را با خود دارد . به علاوه بعضی از رسوبات همراه نفت از زمین خارج می گردد . رسوبات همراه با نفت پس از عبور از ظروف مختلف که در مـسیر جـدا شدن گاز از نفت قرار دارند . (Separator) تهنشین شده وتقریباً به راحتی جدا می گردند . هر چه آب نمک همراه نفت در حداقل ممکن باشد ، نفت مرغوب تـر اسـت . بـه خـاطر همین موضوع است که تلاش می شود از تولید آب به همراه نفـت جلـوگیری گـردد . در حال حاضر استاندارد شرکت ملی نفت این است که حداکثر میزان نمـک و آب همـراه بـا نفت به ترتیب ۲۴ گرم بر متر مکعب و ۰/۱٪ حجمی باشد .

علاوه بر ناخالصی فوق ، در زمان حفاری ، چاه مقداری از گل حفاری به داخل لایه تولیدی نفوذ می کند که سپس در مراحل اولیه تولید از چاه به همراه نفت آن خارج می شود . این نمونه آب و رسوبات پس از مدتی باتمام می رسد . در حقیقت تمیزکردن چاه برای خـارج کردن همین آب و مواد زائد همراه آن صورت می گیرد .

جهت انجام عمل مذکور پس از بررسی وضع فشار چاه و به خصوص اندازه گیـری دقیـق فشار جدارهای مختلف ، چاه با دبی کم (حـدود ۳ تـا ۴ هـزار بـشکه در روز) در محـل مخصوصی که نزدیک چاه تعبیه شده است باز می گـردد . جریـان از طریـق لولـه هـای بخصوصی (Burning line لوله آتش) خواهد بود تا از آغـشته شـدن لولـه نفتـی چـاه Flow Line جلوگیری گردد و هم اینکه کنترل بهتری داشته باشد (وجود لوله آتش فقط و به تنهائی بدین منظور نیست) . موضوع مهم در این عمل اندازه گیری و مراقبت کامـل از فشار سرچاه و فشار جدارها می باشد . پیش از باز کردن چـاه حتـی المقـدور فـشار جدارها پس از اندازه گیری بایستی تخلیه گردد (مگر جداره بخصوصی که از قبـل وضـع خاص آن دانسته شده است) .

این عمل به منظور مراقبت از دیواره های فلزی چاه صورت می گیرد تا در معرض اخـتلاف فشار شدید که باعث مچاله شدن آنها می گردد (Colaps) قرار نگیرند .

از نفت خروجی چاه بدفعات نمونه برداری میگردد تا مشخص شود کـه چـه مقـدار آب و رسوبات قابل قبول است این موضوع بستگی به ظرفیت داخلی چاه دارد ، لـیکن معمـولاً

پس از دوالی سه ساعت که از باز کردن چاه گذشت ، نمونه گیری شروع می شود . نتایج حاصله از نمونه های جمع آوری شده در ساعات اولیه قابل قبول نیستند زیرا که از نفت موجود در داخل چاه می باشند و هنوز نفت داخل مخزن در این اندک مدت به سرچاه نرسیده است . جهت تمیزشدن حداقل دو تا سه برابر ظرفیت داخلی چاه ، بایستی که نفت از چاه نرسیده است . از مخزن نفتی به سرچاه رسیده باشد . حداقل نمک و آب اندازه گیری شده بر روی نمونه ها بستگی به شرایط تولیدی آن ناحیه دارد . لیکن تا حدود ۱٪ آب و حدود ۱۰۰ گرم بر متر مکعب نمک قابل قبول است . در نواحی که همراه نفت ، شن نیز تولید می گردد ، تمیرکردن نفت چاه از شن خود مسئله مهمی است در حقیقت عمل بازکردن چاه بهمان صورت می باشد با احتیاط بیشتر ، زیرا که در این حالت جلوگیری از سائیدگی فلزات در اثر سرعت حرکت شن Erosion فاکتور مهمی است . برای‌همین منظورهیچگاه شیرها را نبایست به صورت نیمه باز(جهت‌کنترل‌دبی)نگهداشت و استفاده از خفه کن (Choke) امری بدیهی است .

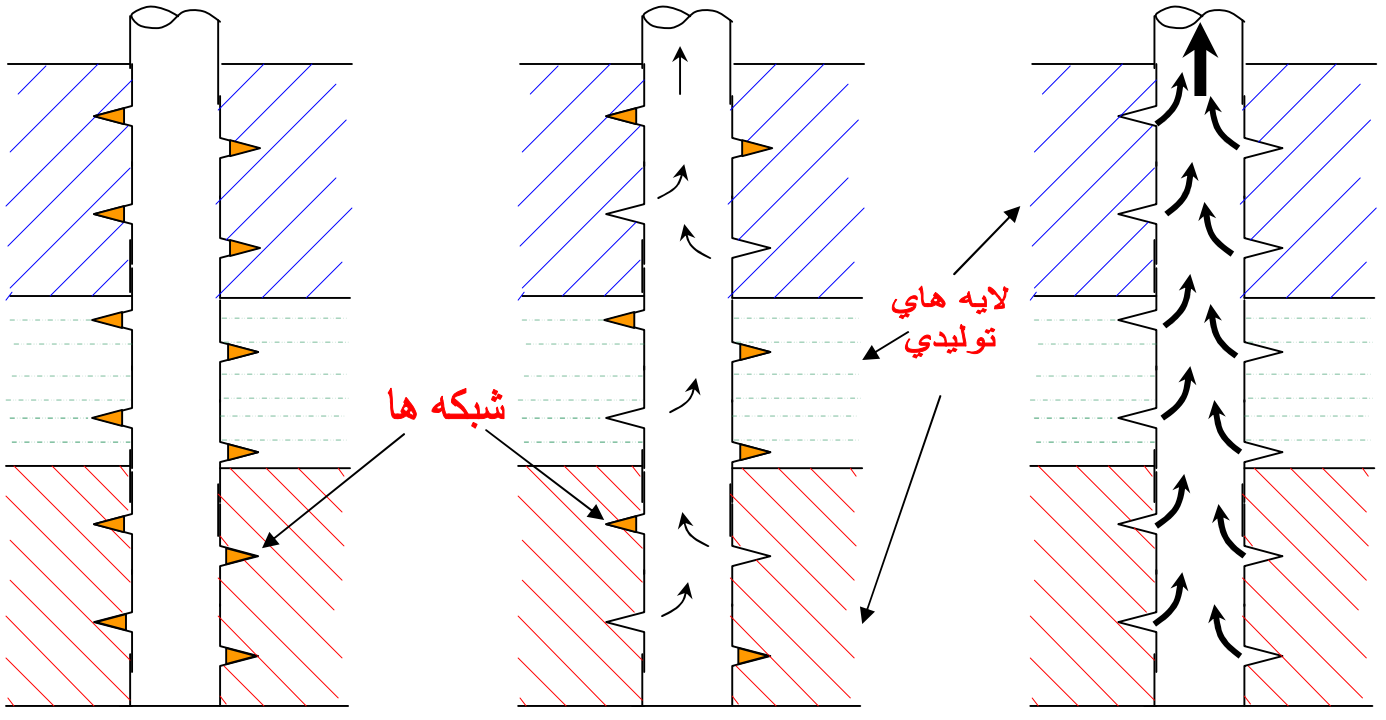
واحد اندازه گیری مقدار شن که عملاً جزو رسوبات می باشد ، واحد در میلیون است که در شرکت ملی نفت تا حداکثر ۲۰ واحد در میلیون تولید آن مجاز است .

نفت خارج شده از چاه در عمل تمیزکردن عموماً در محلی بنام گودآتش (Burning pit) سوزانده می شود هرگاه میزان آب و نمک و رسوبات تولیدی همراه نفت به میزانهای اشاره شده در بالا رسید . چاه جهت بهره برداری آماده است .

بدیهی است می شود چاههای نفت را در کارخانه های نمک زدائی تمیز نمود . البته این کارخانه ها جهت جداسازی آب از نفت چاههائی که تولید آب اضافی می نمایند تعبیه گردیده اند که خود ساختمان و طرز کار بخصوصی دارند .(در قسمت کارخانه نمک زدائی بدان اشاره شده است) .

به طور خلاصه تمیزکردن چاه بعد از حفاری آن صورت می گیرد که مسلماً بعد از بررسی وضع فشار و قدرت تولید چاه در مورد کار گذاشتن لوله نفتی و وسایل لازم جهت بهره برداری تصمیم مقتضی گرفته می شود . یا اینکه چاه پس از تعمیر احتیاج به تمیزکردن دارد که هدف اصلی در این حالت تخلیه مواد زائدی است که در حین تعمیر به داخل چاه و لایه تولیدی آن وارد شده است .

موقعيت شبكه هاي موجود درقسمت توليدي چاه درحين تميز كردن چاه



قبل از عمل تميز كردن چاه | در حين تميز شدن چاه | پس از تميز شدن چاه

شكل ۱۲

www.petroman.ir

بررسی قابلیت نفوذپذیری چاه

Injectivity test

بهره برداری از چاهها به لایه در نظر گرفته شده برای بهره برداری و نوع تکمیل آنها بستگی دارد . در مورد بعضی لایه ها (اکثراً) به منظور بالا بردن بهره دهی چاه ، برنامه ای جهت اسیدزدن به آنها تدوین می گردد . علاوه بر نمودارهای مختلف و نمونه برداری از سنگ لایه که در حین حفاری صورت می گیرد و به کمک آنها نفوذ پذیری لایه (Injectivity test) بررسی می گردد .

این عمل بدین علت صورت می گیرد که بهر حال ایده ای از قابلیت نفوذپذیری چاه کسب گردد . زیرا اگر اسید را بدون داشتن ایده فوق به داخل چاه پمپ کنیم و نفوذپذیری آن کم باشد آنگاه اسید در داخل دیواره فلزی چاه بدون حرکت می نماید و باعث خورندگی ودر نتیجه از بین بردن آن می شود .

این آزمایش با پمپ کردن یک سیال به داخل چاه انجام می گردد . بدین منظور سیال مورد نظر (دربیشتر موارد گازوئیل) توسط پمپ تحت فشار کنترل شده به داخل چاه تزریق می گردد و دبی پمپاژ با در نظر گرفتن فشار اندازه گیری می گردد .

کنترل فشار از این جهت مهم است که بایستی همیشه و حتماً کمتر از فشاری باشد که باعث شکافتن سنگ مخزن می گردد . زیرا در اینصورت سنگ لایه از حالت عادی خود خارج می شود و خود به خود نفوذپذیری آن بالاتر از حد نرمال لازم خواهد بود (در بعضی موارد عمل ایجاد شکاف و ترک در سنگ مخزن انجام می گیرد که آن بحثی جداست و در این مورد اعمال نمی گردد . (به قسمت اسیدزدن مراجعه شود) . (درضمن فشار قابل تحمل برای دیواره فلزی چاه بایستی در نظر گرفته شود) .

حجم سیالی که جهت پمپ کردن استفاده می شود نسبت به سطح کار متفاوت است و به طور معدل تا مجموع ۱۰۰ بشکه امری عادی است .

نتیجه عملی این آزمایش بدست آوردن ارقام فشار ودبی می باشد (مثلاً دبی ۳ بشکه دردقیقه با فشار ۲۰۰۰ پاوندبراینچ مربع) که جهت انجام عمل اسیدزدن مورد استفاده دارند . بدیهی است در فشار پائین ، داشتن دبی بالا مؤید خوب بودن قابلیت نفوذ لایه می باشد و بالعکس فشار پمپ بالا و دبی کم مشخص کننده لایه ای با قابلیت نفوذ کم است . به طور مثال اگر چاهی که پر از نفت است و لایه نفتی آن در عمق ۳۰۰۰ متر قرار دارد دارای قابلیت نفوذپذیری ۵ بشکه در دقیقه با فشار ۱۸۰۰ پاوندبراینچ مربع (سرچاه) باشد ، وضعی مناسب (متوسط خوب) دارد .

اسیـدزدن بـه چـاه

Acidizing

سنگ مخزن نفت و یا گاز و اصولاً هر سنگی از مجموعه ذراتی که تحت نیروهای مختلـف به همدیگر چسبیده اند تشکیل شده است این ذرات به خاطر هم اندازه و هم شکل نبودن نمی توانند به طور کامل به هم بچسبند و در نتیجه بین آنها خلل و فرج Porosity موجود است . میدانیم که این خلل و فرج با وجودیکه به مقیاس خیلی کوچک هستند)هیچگـاه خالی نیستند و بهرصورت سیالی که می تواند آب ، نفت و یا گـاز باشـد در داخـل آنهـا موجود است . حال اگر سیال موجود در سنگ بخواهد جریان پیدا کند ، لازم است که این سوراخهای ریز به نحوی به هم مرتبط باشند تا در اثر نیروئی بتوان سـیال را بـه حرکـت درآورد . بدیهی است که مسدود بودن و به همدیگر ارتباط نداشتن این سـوراخها باعـث می شود که سیال موجود درداخل آنها به صورت حبس شده باقی بماند (در اینصورت و در یک مخزن نفتی دیگر بزرگی و کوچکی سوراخها اهمیت نخواهد داشـت چـون بهرحـال نمی توان سیال را از داخل آنها عبور داد) . در اینجاست که لازم می آید که سنگ مخزن دارای نفوذپذیری Permeability باشد . واضح است هر چه که این خلل و فرج بیشتر بـا هم مرتبط خواهند بود و در این حالت است که نفوذپذیری آنهـا بـه حـدبالاتری رسـیده High permeability و در نتیجه جریان و عبور سیال از بین این خلل وفرج سـریعتر و راحت تر عملی می گردد . و با بحث فوق در مورد سـنگ مخـزن نفتـی درنهایـت بهتـر می توان نفت و یا گاز را از داخل خلل و فرج ذکر شده استخراج نمود .

در مورد مخازن نفت وگاز سعی بر این است که در صورت کم بـودن نفوذپـذیری سـنگ مخزن به نحوی در بالا بردن آن و در نتیجه تولید بهتر و راحت تر کوشش گردد . یکـی از طرقی‌که‌می‌توان‌به‌این‌موضوع دست‌یافت‌اسیدزدن‌به سنگ مخزن می باشد .

متـد های اسیـدزدن Acidizing Methods

۱- مـاتریـس اسیـد Matrix Acidizing

در این حالت اسید با فشار به داخل چاه پمپ می گردد . فـشار پمـپ کمتـر از فـشاری خواهد بود که ایجاد ترک و شکاف Fracturc در سنگ مخزن می نماید ، حتـی المقـدور تلاش این خواهد بود که اسید به تمـام جوانـب سـنگ مخـزن مجـاور بـه چـاه برسـد (Radial Penetration) . این سیستم اسیدزدن با خورندگی که بر روی مواد موجـود و

متشکله سنگ مخزن ایجاد می نماید ، باعث بزرگتر شدن خلل و فرج موجود و یا ایجاد خلل و فرج جدید می گردد که در نهایت سبب بالا رفتن نفوذپذیری سنگ می گردد . این طرز اسیدزدن به خصوص زمانی مورد استفاده دارد که هدف بالا بردن نفوذپذیری سنگ مخزن در محدوده ای نه چندان دور از چاه باشد .

۲- ایجادشکاف وترک درسنگ مخزن به وسیله اسید Acid Fracturing

میدانیم هر جسمی قابلیت تحمل فشار را تا حد معینی دارد که البته این فشار بستگی به جنسیت و مشخصات آن جسم دارد و بدیهی است هرگاه فشاری بیش از حد قابل تحمل آن جسم ، بدان وارد شود باعث درهم شکستن و یا حداقل ایجاد شکاف و ترک در آن جسم می نماید . در این حالت از اسیدزدن ، اسید با فشاری بالاتر از فشار شکنندگی سنگ مخزن به داخل چاه پمپ می گردد . (Frac Pressure) و بدین ترتیب در آن ایجاد شکاف و ترک می نماید . بدین ترتیب خلل و فرج (Porosity) موجود در سنگ مخزن به همدیگر مرتبط شده و نفوذپذیری (Permeability) آن بالا می رود . بدیهی است که علاوه‌بر ایجاد شکاف و ترک ، قدرت خورندگی خود اسید نیز موضوع را تشدید می نماید . لازم به تذکر است که عمل ایجاد شکاف بدون کمک اسید ممکن است . لیکن همانطوریکه اشاره شد وجود اسید و قابلیت خورندگی سنگ مخزن در انجام بهتر عمل نقش مهمی را ایفا خواهد نمود . در واقع ایجاد شکاف به کمک اسید باعث می شود که بعد از برداشتن فشار ، شکافها به حالت اول برنگردند و باقی بمانند .

۳- شستشو و تمیزکردن سنگ مخزن بوسیله اسید Acid Washing

این سیستم معمولاً جهت شستشو دادن مواداندودشده (Mud Cake) بر سنگ مخزن در محل تماس با چاه ، طرح ریزی می گردد (البته لازم است که این مواد بتوانند در اسید حل شوند) علت دیگر برای به کار بردن این روش تمیزنمودن مجرای شبکه های به وجود آورده شده (Perforations) بر روی دیواره چاه می باشد . معمولاً در این حالت اسید را در مجاور شبکه ها قرار می دهند (Spot) و تمیزکردن را به روش به گردش در آوردن سیال داخل چاه (Circulation) صورت می دهند .

به علاوه روش های فوق صوردیگری برای به کار بردن اسید موجود است . از بین بردن امولسیون (Emulsion)به وجود آمده در چاه ، یا بازکردن مجرائی برای خارج کردن آبی که در قسمتی از سنگ مخزن محبوس است (Water Block) از علل دیگر برای به کار

بردن اسید می باشند . به علاوه در زمانی که قرار باشد به کمک مایعی سنگین ایجاد شکاف در سنگ مخزن کرد ، برای کم کردن فشار از اسید کمک گرفته می شود .

مشخصات اسیدهائی که به کار گرفته می شوند Charactristicsof Acids Used

موفقیت عمل اسیدزدن ، بستگی به انتخاب نوع اسید ، مقدار آن و محدودیتهای مربوط به آن دارد . نمونه هائی از اسیدها که در عمل اسیدزدن به چاه مورد استفاده دارند به قرار زیر می باشند :

۱- اسیدهای معدنی

الف – اسید کلریدریک HCI

معمولی ترین اسیدی که به کار برده می شود اسیدکلریدریک است . این اسید با غلظتهای از ۵٪ تا ماکزیمم ۳۷٪ موجود است و نوع معمولی آن دارای ۱۵٪ وزنی درجه خلوص است . معمولاً جهت خورندگی سنگهای آهکی و دولومیت مورد استفاده دارد ، لیکن بدیهی است که بر سایر مواد موجود در سنگ مخزن که قابلیت حل شدن در آنرا داشته باشند ، اثر می گذارد .

چون اسیدی قوی است و بر فلزات اثر می کند ، لذا همیشه مواد ضد زنگ به همراه دارد . به علاوه جهت بهتر انجام دادن عمل اسیدزدن مواد مختلف دیگری به منظورهای متفاوت به آن اضافه می گردد .

ب – مجموع اسید کلریدریک و اسیدفلوریدریک HCI - HF

کاربرد این نوع اسید معمولاً در سنگهای سیلیسی می باشد و علت آن هم قدرت خورندگی سیلیس توسط اسیدفلوریدریک می باشد . در این حالت اسید فلوریدریک اثر خود را می کند و سپس اسید دوم (HCI) شروع به اثر گذاشتن می نماید . این مجموعه اسید مصرف چندان زیادی ندارد . به این مجموع Mud Acid نیز می گویند .

۲- اسیدهای آلی . اسیدفرمیک H – COOH و اسیداستیک $CH_3 - COOH$

معمولی ترین نوع اسید آلی که جهت اسیدزدن مصرف می شود ، اسید استیک است . این اسید معمولاً با غلظت وزنی تا ۱۰٪ موجود است و مانند نمونه فوق معمولاً برای خورندگی سنگهای آهکی و دولومیت مصرف دارد .

نسبت به اسیدکلریدریک دو مزیت دارد ، یکی اینکه بر محفظه های فلزی اثر نمی کند و قابلیت حفظ شدن در گرمای زیاد را دارد . دوم اینکه چون از اسیدکلریدریک ضعیف تر است عمل خورندگی سنگ مخزن را با تانی صورت می دهد و فرصتی است که راحت تر تمام قسمتهای در تماس ، اثر داشته باشد . لیکن اسیدی است بسیار گران (با مقایسه با قیمت اسیدکلریدریک) و به همین علت مصرفی به اندازه اسیدکلریدریک ندارد .
اسید فرمیک نیز خواصی تقریباً مشابه اسیدکلریدریک دارد ، لیکن لازم است یادآور شد که از آن سریعتر اثر می کند و تا حدی خوردندگی آن بیشتر است .

۳- اسیدهای پودرشده و یاکریستال مانند . سولفامیداسید Sulfamic Acid

کلرواستیک اسید Chloroacetic Acid

این نوع اسیدها از نظر عمل ضعیف تر از اسیدهای فوق الذکر می باشند ، لیکن چون به صورت پودر و یا کریستال هستند ، حمل و نقل آنها راحت تر است . در محل استفاده به راحتی در آب حل می شوند و مورد استفاده قرار می گیرند . اما مسئله مهم در مورد آنها درجه حرارت است . در حرارتهای بالای ۱۸۰ درجه فارنهایت تجزیه شده و خواص خود را از دست می دهند . از این نظر توصیه می گردد در حرارتهای بالای ۱۶۰ درجه فارنهایت مورد استفاده قرار نگیرند .

۴- هیبرید اسیدها Hybrid Acid Mixture

این نوع اسیدها عبارتند از مجموعه ای از اسیدهای معدنی و آلی ، که مسلماً نسبت به خواص هر یک مورد استفاده قرار می گیرند . به طور مثال چون سرعت عمل اسیدکلریدریک زیاد است برای افزایش عمر اثر اسیدقدری اسیداستیک که با سرعت کمتری اثر می کند بدان افزوده می شود . بدیهی است در این حالت اسیدهای معدنی اول اثر کرده و مادام که خاصیت اسیدی آنها از بین نرفته است ، اسید آلی همچنان به صورت فعال باقی است ، و بعد از اسید آلی شروع به عمل می کنند .
این نمونه اسیدها مجموعه هائی از اسیدکلریدریک – اسید استیک و یا اسیدکلریدریک – اسیدفرمیک و یا صور دیگر می باشند .
به‌کاربردن‌این‌مجموعه‌اسیدباعث‌می‌شود که عمق نفوذ اسید در سنگ مخزن افزایش یابد .

فاکتورهائی که در اسیدزدن تأثیر دارند Factors Affecting Acid Reactions

تا به حال راجع به انواع مته های اسیدزدن و نمونه اسیدهای مصرفی اشاره ای گردید و تا حدی مشخص شد که کدام اسید و از چه لحاظ بهتر خواهد بود . در عین حال جهت اسیدزدن فاکتورهای دیگری نیز دخالت دارند که لازم است بدانها اشاره شود . این فاکتورها به قرار زیر می باشند .

۱- فشار Pressure

جهت بررسی اثر این فاکتور ، بد نیست که موضوع با توجه به فعل و انفعال شیمیائی زیر موردبحث‌قرار گیرد . درمورد اسیدکلریدریک و سنگ کربنات به اختصار خواهیم داشت .

$$2HCI - CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 - Co_2 - H_2O$$

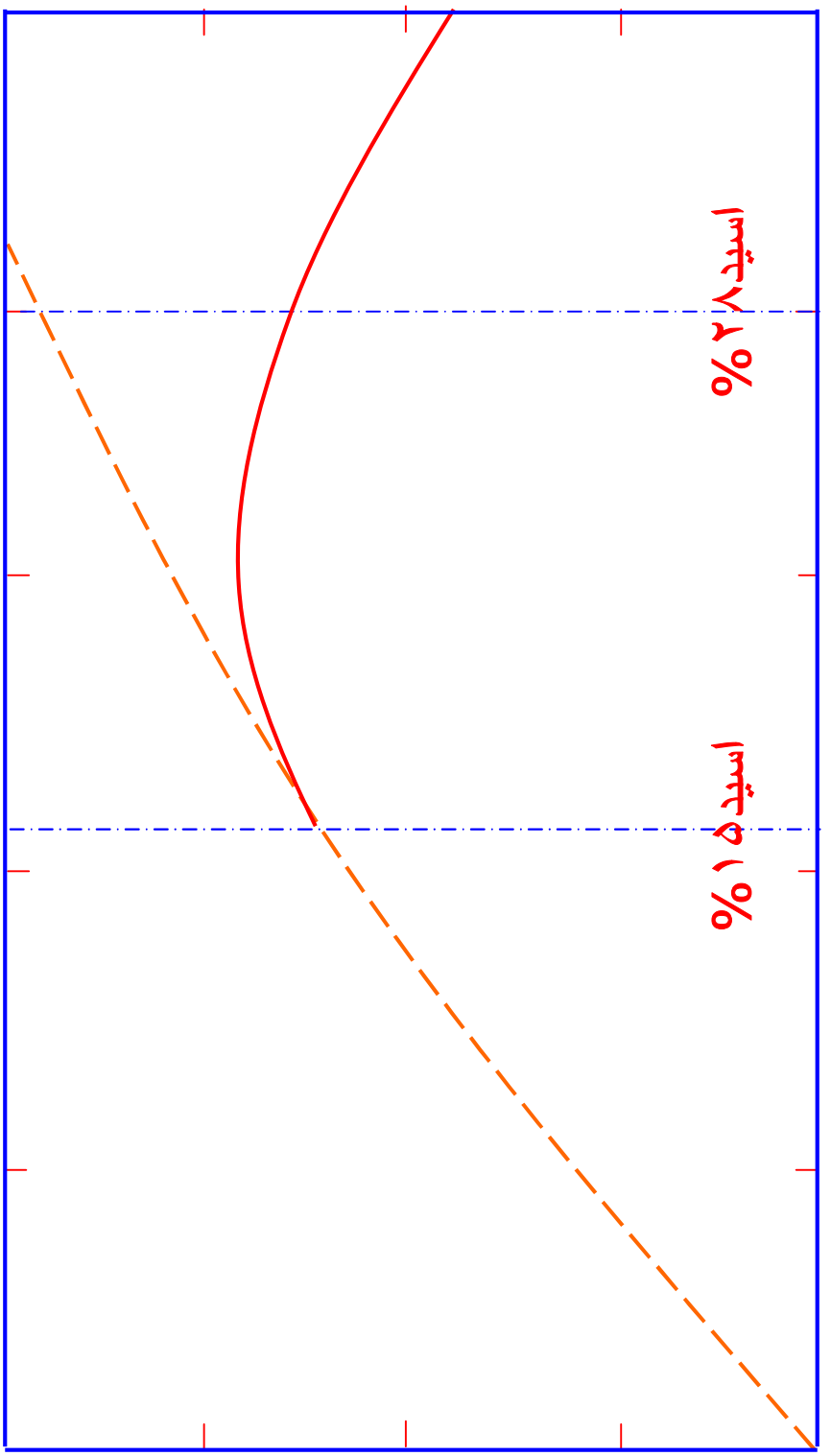
نتیجه فعل و انفعال ، آب گاز کربنیک و یک نمک محلول خواهد بود . محدودیت این فعل و انفعال در قدرت تماس (قابلیت تماس) یونهای آزاد شده هیدروژن ، به سطح سنگ خواهد بود . اگر مجموعه فوق به حالت سکون باقی بماند و هیچگونه تغییر محلی نداشته باشد ، تجزیه شدن مولکولهای خود باعث رکود فعل و انفعال خواهندشد . آزمایشهای عملی نشان داده است که سرعت فعل و انفعال در اتمسفر ، با مقایسه به تئوری تجزیه مولکولها ، تا حدود ۲۰ برابر افزایش خواهد داشت ، و این بدان علت است که در فشار اتمسفر حرکت گاز CO_2 و خارج شدن آن از محیط باعث به حرکت درآمدن مجموعه باقیمانده (به هم زدن) شده و در نتیجه از حال سکون خارج می گردد و به همین سبب تماس یونهای هیدروژن با سنگ آهک راحت تر صورت می گیرد . در نتیجه هر چه که فشار بر مجموعه کمتر باشد شدت فعل و انفعال بالاتر خواهد بود .

۲- غلظت اسید Acid Concentration

آزمایش های عملی و همچنین تئوریهای جدید در مورد اثر اسید کلریدریک بر سنگ آهک وجود رابطه زیر را ثابت کرده است .

$$r_H = -K(\gamma C)_H^{0.2}$$

فرمول نشان می دهد که بر خلاف تصورهای قبلی اثر اسید در فعل و انفعال رابطه چندانی مستقیمی با افزایش غلظت آن ندارد



شکل ۱۳

تعریف ارقام ذکر شده در فرمول به قرار زیر است :

r_H = شدت‌فعل‌وانفعال یونهای آزادشده هیدروژن بر حسب مول بر سانتیمتر مربع بر ثانیه

γ = ضریب قدرت اسیدکلریدریک در غلظت موجود در سطح تماس با سنگ آهک Activity Coeff

C = غلظت اسید بر حسب مول بر لیتر

$(\gamma c)_H$ = قدرت اسید

K = ضریب شدت فعل و انفعال

۳ – درجه حرارت Temperature

با توجه به فرمول ذکر شده در بالا ، ضریب شدت فعل و انفعال در ۷۵ درجه فارنهایت به میزان 7×10^{-6} محاسبه گردیده است . آزمایشات عملی نشان داده است که هر چه درجه حرارت افزایش یابد مقدار ضریب فوق بالا می رود ، تا حدی که در ۱۵۰ درجه فارنهایت اثر اسید کلریدریک بر سنگ آهک رامی توان بینهایت سریع تصور کرد . پس با افزایش درجه حرارت شدت فعل و افعال بیشتر می گردد و فقط محدودیت در حرکت و خروج گاز باقی می ماند که فاکتورهای دیگری در آن مؤثرند (فشار) .

۴- نوع اسید Acid Type

مشخص است که نوع اسید وقدرت آن بستگی به قابلیت جداشدن هیدروژن اسیدی (H^+) آن دارد .

$$HA \leftrightarrow H^+ + A^-$$

$$HCL \leftrightarrow H^- - CL^-$$

غلظت تعادلی مجموعه را می توان به قرار زیر تعریف نمود .

$$K_{HA} = \frac{[H^-] \leftrightarrow [A^-]}{[HA]}$$

در بالا K_{HA} ضریب تعادل مجموعه اسید خواهد بود که اصطلاحاً آنرا مقدار ثابت تجزیه اسید نیز گویند .

همانطوریکه می دانیم عامل قدرت اسید ، هیدروژن جدا شده از آن می باشد و در تعریف بالا هر چه یون هیدروژن آزاد شده بیشتر باشد ، مقدار K_{HA} افزایش خواهد یافت و در نتیجه اسید قوی تر است .

با توجه به مطالب فوق اسیدی که مقدار ثابت تجزیه آن بالا باشد اسید قوی و هر کدام که در آنها این مقدار کم باشد به نام اسید ضعیف معرفی می گردند .

برای درک بهتر موضوع و مقایسه قدرت اسیدها بد نیست که به جدول زیر توجه گردد .

جدول – ۱

اسیدهائی که در اسیدزدن به سنگ آهک مورد استفاده دارند

تعریف اسید	مقدار ثابت تجزیه اسید	وزن مولکولی اسید	نـوع اسیـد
اسیدقوی	۱۰ بزرگتر از ۱۰	۳۶/۴۷	اسیدکلریدریک HCI
اسید ضعیف	$۱/۵\times۱۰^{-3}$	۹۴/۵	اسیدکلرواستیک $CH_2Cl - COOH$
اسید ضعیف	۲×۱۰^{-4}	۴۶/۰۳	اسیدفرمیک H - COOH
اسید ضعیف	$۱/۸\times۱۰^{-5}$	۶۰/۰۵	اسیداستیک $CH_3 - COOH$
اسید ضعیف	$۱/۳\times۱۰^{-5}$	۷۴/۰۸	اسیدپروپیونیک $CH_3 - CH_3 - COOH$

۵- تعـادل شیمیـائـی Equilibrium in Acid Reaction

به طور کل یک فعل و انفعال شیمیائی تا وقتی ادامه دارد که مواد موجود و یـا بـه وجـود آمده در مجموعه به حال تعادل در آیند. در این حالت است که در مورد اثر یک اسید بـر یک نمک ، امکان دارد که مقداری از اسید اولیه بدون تأثیر باقی بماند . به طور مثـال در یک مجموعه اسید کلریدریک و سنگ آهک ، پس از به وجود آمـدن آب ، CO_2 و نمـک محلول ، فعل و انفعال به حال تعادل می رسد و حتی با وجود داشتن اسید و سنگ آهک در مجموعه ، دیگر فعل و انفعال صورت نخواهد گرفت در همین مورد اگر به نحوی گـاز را از مجموعه خارج کنیم ، مجدداً دو جسم (اسیدوسنگ آهک) با هم ترکیب می گردند تـا باز هم به حال تعادل درآیند . بدین ترتیب بایستی شرایط طوری فراهم آیـد کـه مـدت زمان برای رسیدن به حال تعادل بیشتر باشد و فرصت بیشتری بـه اسـید داده شـود تـا تمامی قدرت خودرابه کاربندد(به طورمثال فشارپائین باشدویادرجه حرارت ازدیاد یابد) .

بدیهی است این مسئله نیز بـه قـدرت اسـید بـستگی دارد . بـر روی مقـادیر مـساوی اسیدهای مختلف د رمجموعه های مشابه مطالعه گردیده است و مقدار درصد هر اسید که پس از به تعادل رسیدن فعل و انفعال مصرف گردیده محاسبه شده که در مورد بعضی آنها نتایج به قرار زیر بوده است :

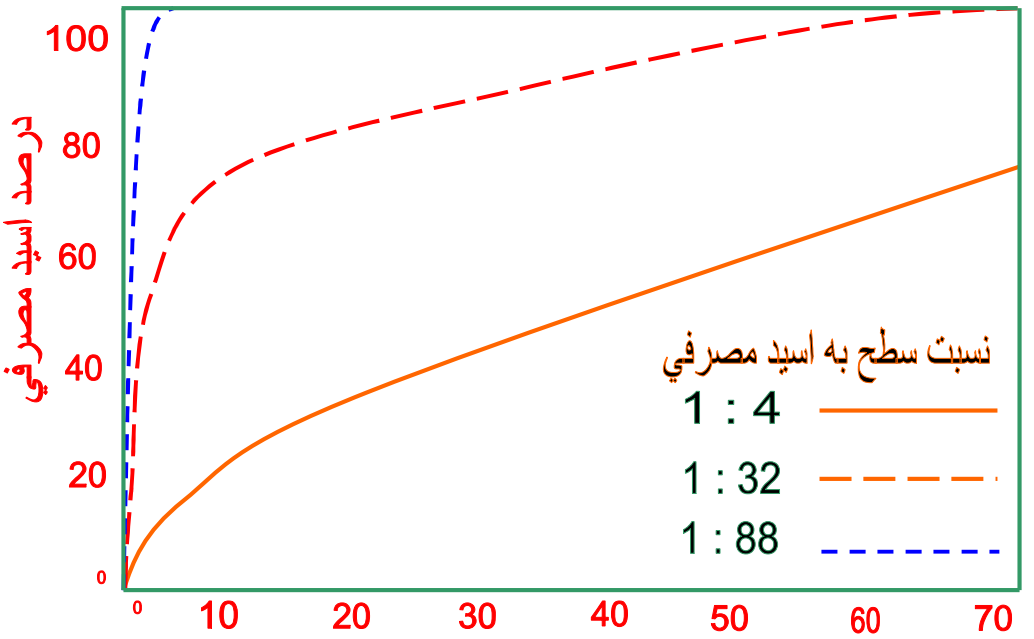
نوع اسید	درصد اسید مصرفی بعد از رسیدن به تعادل شیمیائی
کلریدریک	۹۹/۵
فرمیک	۸۴/۵
استیک	۴۶/۰
پروپیونیک	۳۱/۰

غلظت اولیه اسیدها در شروع فعل و انفعال ۳ مول در لیتر بوده است .

۶- نسبت سطح تماس سنگ مخزن به حجم اسید مصرفی Area To Volume Ratio

در اکثر بررسی ها و مطالعاتی که صورت گرفته ، موضوع نسبت سطح تماس سنگ مخزن به حجم اسیدی که در نظر گرفته می شود از فاکتورهای بسیار مهم به شمار آمده است . بدیهی است که عوامل دیگر نظیر فشار و درجه حرارت و غیره نیز در انجام فعل و انفعال دخالت دارند . لیکن این امر ثابت شده است که هر چه نسبت سطح تماس بر حجم اسید مصرفی بالاتر باشد ، انجام فعل و انفعال سریعتر و راحت تر خواهد بود .

منحني مصرف اسيد نسبت به زمان
براي اسيد ۱۵% و سنگ آهك

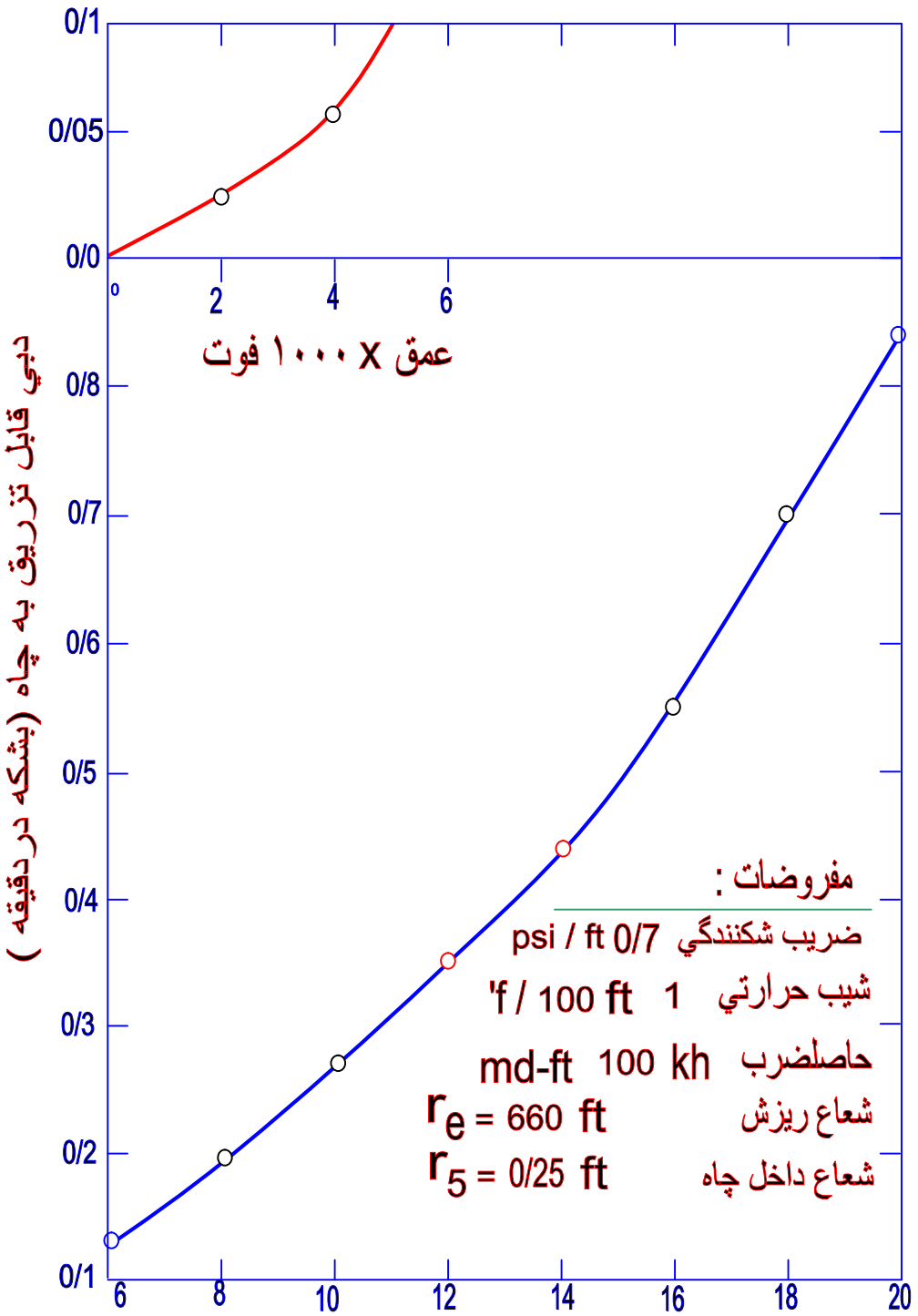


زمان (دقيقه)
شكل ۱۴

ج - ۲
نمونه اي از نسبت سطح به حجم اسيد مصرفي

شرايط	نسبت سطح به حجم
ماتريس	1 : 28000
تخلخل ۱۰%	
نفوذ پذيري ۱۰ md	
شكاف يا ترك ۰/۰۰۱ اينچ	1 : 3200
۰/۱۰ اينچ	1 : 32
۰/۲۵ اينچ	1 : 13

ماگزيمم دبي تزريقي به چاه در ماتريس اسيد(پيش از ايجاد شكاف در سنگ مخزن)



شكل ۱۵

۷- جنس و مشخصات سنگ مخزن Rock Charactristics

هرگاه اسید به داخل سنگ مخزن پمپ گردد ، به طور یقین قسمتهائی را در خود حل می کند که با آنها در تماس باشد . آزمایشات متعدد نشان داده است که اثر اسید بر سنگ مخزن به صورت یونیفورم نیست . این بدان علت است که تمامی قسمتهای سنگ مخزن دارای خواص یکسان نیستند . بدیهی است در یک مسیر که خلل و فرج موجود در سنگ مخزن بهتر به همدیگر مرتبط باشد ، اسید راحت تر از آن مسیر عبور کرده و چون در تماس با آن قسمت سنگ مخزن قرار می گیرد ، بر آن قسمت بهتر اثر می کند .
به طور خلاصه ، نوع و جنس مخزن ، خلل و فرج موجود در آن Porosity ، شیارها Fissures و فشردگی Compressibility آن و همچنین بعضی خواص دیگر آن در اسیدزدن تأثیر مهمی دارند .

انتخاب سیستم اسیدزدن به چاه Sclocelion of Acidizing Metbod

فاکتورهای مختلفی در انتخاب نحوه اسیدزدن به چاه دخالت دارند . که مسلماً با در نظر گرفتن آنهاسیستمی که هدف نهائی رابر آورده می نماید . جهت انجام در نظر گرفته می شود .
همانطور که قبلاً صحبت شد روش های مختلفی برای اسیدزدن به چاه موجود است .
ساده ترین روش اسید زدن ، پمپ کردن اسید بداخل چاه و یا نگاه داشتن آن در مجاور لایه تولیدی (Spot) به منظور تمیزکردن شبکه های موجود Perforations و در نهایت شستشوی داخل چاه بوسیله اسید می باشد . این امر در اکثر مواقع با حضور دکل حفاری جهت نگهداشتن اسید (Spot) در مجاور لایه و به جریان درآوردن سیال موجود در چاه (Circulation) صورت می گیرد . اسیدزدن در این حالت طراحی چندان مهمی ندارد و فقط کافی است که مقداری اسید در مجاور شبکه های موجود بر روی دیواره چاه و سطح تماس آنها با سنگ مخزن قرار گیرد . اصولاً در این سیستم اسیدزدن ، هدف افزایش نفوذپذیری سنگ مخزن نیست و فقط منظور تمیزکردن داخل شبکه های (Perforation) موجود و به عبارت ساده تر تمیز کردن مجرای ورود سیال از سنگ مخزن به داخل چاه می باشد . درنتیجه می توان گفت که تخصص چندانی برای طراحی چنین سیستمی احتیاج نیست . لذا با صرفنظر کردن از این روش به طرز انتخاب دو سیستم مهم و معمولی دیگر که کاربرد بیشتری نیز دارند می پردازیم .
جهت تصمیم گیری در مورد اسیدزدن به چاه ، موضوع مهم داشتن کلیه اطلاعات لازم و بدست آمده از چاه می باشد . کلیه اطلاعات موجود و با بدست آمده اعم از مشخصات سنگ مخزن ، موقعیت فشارچاه ، شاخص بهره وری (Productivity Index PI) و غیره ، تحت بررسی دقیق قرار می گیرند . با بررسی اطلاعات هدف نهائی از اسیدزدن مشخص

می گیرد ، (به طور مثال می توان در نظر گرفت که منظور از اسید زدن دو برابر کردن قدرت تولیدی چاه می باشد) .
حال با توجه به سیستمهای موجود و اینکه هر کدام چه معایب و محاسنی دارند و به طور کل کدامیک در رسیدن به هدف کمک می کنند ، تصمیم مقتضی در مورد روش اسیدزدن گرفته‌می‌شودوآنگاه آن سیستم برای کاربرد در مورد چاه تحت بررسی طراحی می گردد . پیش از هر چیز با توجه به اطلاعات و دانسته های مربوط به چاه ، بررسی می گردد که آیا اسیدزدن مسئله (در صورت وجود) چاه را حل خواهد نمود ؟ ماتریس‌اسیدMatrix Acidizing ویاایجادشکاف‌درسنگ‌مخزن (Fracture Acidizing)؟ و یا اینکه فقط یک شستشوی داخلی چاه لازم است Acid Washing که همانطور که در بالا اشاره شد روش آخر چندان طراحی بخصوصی را ایجاب نمی کند .

ماتریس اسید به طور کل در موارد زیر استفاده بیشتری دارد .

۱- در برطرف کردن اشکالات و خسارت وارده بر سنگ مخزن در حین حفاری Formation Damage مورد استفاده دارد . در نهایت برطرف کردن مسئله ذکرشده‌که‌درحقیقت‌عاملی برای‌تولید مناسب چاه می باشد ، منظورنظر است .
۲- افزایش تولید چاه در اثر ازدیاد نفوذپذیری سنگ مخزن یکی دیگر از موارد استفاده این سیستم می باشد . شاید با آن روش بتوان تولید را تا یک و نیم برابر افزود (در یک سنگ مخزن که دارای ساختمانی یونیفورم است) .
۳- این سیستم از اسیدزدن به علت اینکه مرز لایه های سنگ مخزن را به هم نمی زند ، یا تغییر بنیادی چندانی درآنها ایجاد نمی کند (It Does Not Disturb Zone Boundries) ، در اکثر مواقع مورد استفاده است . این بدان معنی است که در حالتهائی که تصور می رود در اثر ایجاد شکاف لایه های سنگ مخزن با هم مرتبط و باعث تولید آب و یا گاز ناخواسته می شوند ، جهت اسیدزدن از این روش استفاده می گردد .
موضوع مهم در اینمورد اینست که نفوذپذیری سنگ مخزن تا حدی باشدکه‌بتوان اسید به داخل آن پمپ نمود و بدیهی است در غیراینصورت‌انجام‌آن غیرممکن خواهد بود و بالطبع می بایست که در سنگ‌مخزن‌ایجادشکاف نمود . (Acid Fracturing).
عملاً نیز ثابت شده است که پمپ کردن اسید با این روش در داخل سنگ مخزنی که نفوذپذیری آن از ۵ میلی دارسی کمتر باشد مشکل است .
می توان این سیستم را در مورد لایه های شنی و کربنات به کار برد .

مواردی که ایجاب می کند از روش ایجاد شکاف استفاده کرد (Acid Fracture) به قرار زیر می باشند :

۱- سنگ مخزن و یا لایه موردنظر در عمقی پائین قرار دارد و از نظر ساختمان بقدری محکم است که با هیچ وسیله دیگر نمی توان آنرا جهت بهره برداری باز نمود .

۲- در مواردی که خود سنگ مخزن تا حدودی دارای شکافها و ترکهائی می باشد ، به منظوراتصال آنهابه یکدیگرودرنتیجه افزایش قدرت تولیدی، ازاین روش استفاده می شود .

۳- به عبارت دیگر با ایجاد شکاف باعث می شود که نفوذپذیری در جهت تولید نیز افزایش یابد . این مورد اسیدزدن در لایه های خسارت دیده در حین حفاری (Damage Formation) و در لایه های سالم (Undamaged) استفاده می گردد . در یک طراحی و کار کامل ، می توان به کمک این روش حتی قدرت تولیدی را تا دو برابر افزایش داد . فاکتورهای مختلفی در انجام این امر دخالت دارند که از جمله آنها می توان ، نفوذپذیری ، درجه حرارت، جنس سنگ مخزن و عمق آنرا نام برد .

محاسبات مربوط به اسیدزدن Acidizing Measurements

در چند عبارت آینده سعی می شود که راجع به شیمی فعل و انفعال و محاسبه قدرت حل کنندگی اسید صحبت گردد . زیرا تصور می رود با دارا بودن اطلاع مختصری راجع به محاسبات شیمیائی ، طراحی سیستم اسیدزدن بهتر عملی شود .

برای این منظور فعل و انفعال شیمیائی زیر که اثر اسیداستیک بر سنگ آهک است در نظر گرفته می شود .

$$2CH_3 - COOH + CaCo \rightarrow (CH_3 - Coo)_2 Ca + Co_2 + H_2O$$

نتیجه اثراسیداستیک بر سنگ آهک به وجود آمدن یک نمک ، آب و گاز کربنیک است .

در فعل و انفعال فوق واضح است که در شرایط تعادل ، از لحاظ مواد مصرفی و مواد به وجود آمده موازنه وزنی موجود است .

به عبارت دیگر جمع جرم اتمی اجسام تشکیل دهنده ملکولهای طرف راست معادله برابر است با همین مجموع در طرف دوم فرمول و هر دو برابر با ۲۲۰/۱۹ می باشد و به طور اختصار دو مولکول اسید استیک لازم است مصرف شود تا یک ملکول کربنات کلسیم (سنگ آهک) را کاملاً حل کند .

با در دست داشتن اطلاعات فوق می توان قدرت حل کردن اسید را محاسبه نمود ، در رابطه بالا خواهیم داشت :

$$\frac{\text{جرم کربنات کلسیم}}{\text{جرم اسیداستیک}} = \frac{۱۰۰/۰۹}{۲\times ۶۰/۰۵} = ۰/۸۳۳$$

و در رابطه بالا مشخص است که ۱۰۰ گرم (یاپاوند) اسیداستیک خالص فقط می تواند ۸۳/۳ گرم (یاپاوند) سنگ آهک خالص را در خود حل نماید . حال با توجه به این مطلب بدیهی است که در صورت داشتن ناخالصی در هر کدام نیز بهمین روش می توان مقدار لازم اسید را محاسبه نمود . واضح است با توجه به وزن مخصوص هر جسم می توان حجم مواد لازم و یا به وجود آمده است از یک فعل و انفعال را محاسبه نمود .

مثال :

با توجه به مطالب فوق چه حجم از سنگ آهک (بدون خلل و فرج) در داخل ۱۰۰۰ گالن اسید استیک با درجه خلوص ۱۰٪ حل خواهد شد ؟

- برای جواب ، لازم است که وزن مخصوص مواد فوق را بدانیم و به علاوه فاکتورهای تبدیل واحدها را نیز در نظر داشته باشیم . جهت مسئله ، وزن مخصوص سنگ آهک و اسید استیک با در نظر گرفتن وزن آب (۱ گرم بر سانتیمتر مکعب و یا ۶۲/۴ پاوند بر فوت‌مکعب) به‌ترتیب۲/۷۱ و ۱/۰۱۵۲ گرم‌برسانتیمتر مکعب در نظر گرفته خواهد شد .

لذا :

$$\text{وزن اسیدی که اثرمیکند} = \frac{(\text{گالن ۱۰۰۰})}{۷/۴۸}\left(\frac{۶۲/۴}{۱}\right)(۱/۰۱۵۲)(۱۰٪\ ۱/.) = \text{پاوند ۸۴۷}$$

اینک با توجه به قدرت حل کنندگی اسید در مورد کربنات کلسیم ، وزن کربنات قابل حل در مقدار اسید فوق بداین ترتیب خواهد بود :

پاوند ۷۰۵/۵ = ۰/۸۳۳ × ۸۴۷

که سپس حجم آن محاسبه می گردد :

$$\text{حجم سنگ کربنات کلسیم} = \frac{۷۰۵/۵}{۶۲/۴\times ۲/۷۱} = \text{فوت مکعب ۴/۱۷}$$

مقدار فوق به راحتی از طریق فرمول زیر قابل محاسبه است .

$$X = \frac{W_A P_A \gamma}{P_S}$$

که در آن

W_A : غلظت اسید γ : ضریب قدرت حل اسید

ρ_S, ρ_A : وزن مخصوص اسیدووزن مخصوص سنگ (جسم) موردنظر

X : حجم سنگ به واحد حجم اسید مصرفی

در رابطه به مثال فوق :

$$X = \frac{(۰/۱)(۱/۰۱۵۲)(۰/۸۳۳)}{۲/۷۱} = ۰/۰۳۱$$

و برای ۱۰۰۰ گالن اسید خواهیم داشت فوت مکعب سنگ آهک $\frac{۰/۰۳۱\times۱۰۰۰}{۷/۴۸} = ۴/۱$

مـوادی کـه به اسیـد اضافه می شوند Acid Additives

هر اسید علاوه بر مسئله ایجاد خورندگی ، خصوصیات مربوط به خود را دارد . با توجه به مشخصات اسید و نوع استفاده از آن ، مواد مختلفی به اسید اضافه می گردد که در تغییر و یا تعدیل بعضی خواص آن دخالت دارد . این مـواد خـود دارای مشخـصات بخـصوصی هستند و بالطبع مورد استفاده مشخصی بر آنها مرتبط است .

۱- مواد جلوگیری کننده از خورندگی فلزات (Corrosion Inhibitors) از جمله اجـسامی هستند که به اسیدها افزوده می گردند . همانطور که پیداست هدف از افزودن این مـواد جلوگیری کردن از ایجاد خورندگی در فلزات در اثر تماس با اسید می باشد . مواد افزوده شده به این منظور طبق خاصیتی که دارند ، بر روی فلز قشر نازکی به وجود می آورنـد و بداین ترتیب از تماس مستقیم اسید و فلز جلوگیری می کنند .
مقدار و نوع این نمونه مخلوط شونده ، بستگی به شرایط موجود دارد . و به طور مثال بـا توجه به غلظت اسید، درجه‌حرارت‌محیط وجنس فلز، مقدارونوع آنهادرنظرگرفته‌می‌شود .

۲-یکی دیگر از موادی که به اسید اضافه می گردد . موادی هستند که تماس و حل شدن سنگ مخزن را در اسید افزایش می دهند (Surfactants) . در حقیقـت اینگونـه اجـسام قابلیت جذب اسید را در سنگ مخزن زیاد می کنند و به علاوه از راکد ماندن اسید و یا به صورت امولسیون درآمدن آن جلوگیری می نمایند .

۳- نمکهای آهن که بهر حال به خاطر وجود اسید تولید می گردند و یـا خـود احیانـاً در سنگ مخزن موجود هستند در تماس با اسید کلریدریک به صورت کلرور درمـی آینـد . این نمک اخیر مادام که محیط اسیدی است (هنوز اسید تمامی خاصیت اسیدی خود را از

دست نداده است) ، به صورت محلول هستند و با بالا رفتن PH محیط به صورت رسوب در می آیند . بدیهی است رسوب کردن آنها باعث مسدود کردن خلل و فرج موجود در سنگ مخزن می گردد . جهت جلوگیری از رسوب این نمکها موادی به اسید افزوده می شود Complexing Agens .

۴- جهت کم کردن افت فشار (اصطکاک) در حین پمپ اسید موادی به آن افزوده می گردد (Agents Gelling) . به علاوه عمر اسید و عمق نفوذی آنرا نیز افزایش می دهد . این مواد اگر درجه روان بودن زیادتری داشته باشند (Viscosity) باعث جلوگیری از هرزروی (10ss) اسید نیز می شوند ، گواینکه برای ممانعت از بروز چنین مسئله ای مواد بخصوص دیگری نیز موجود است .

۵-برای انجام عمل اسیدزدن به صورت یونیفورم (اسید به حداکثر نقاط قابل دسترس سنگ مخزن برسد) موادی به آن افزوده می گردد Diverting Agents . این مواد در حقیقت به طور موقت باعث مسدود شدن قسمتهائی که نفوذپذیری زیادتر (به طور نسبی و با مقایسه با سایر قسمتهای سنگ مخزن) دارند گردیده و جهت جریان بدین ترتیب به سمت قسمتهای دیگر منحرف و باعث بازکردن مسیردرآنها و در نهایت بالا بردن نفوذپذیری آنهامی گردد . (معمولاً وقتی ضخامت لایه بیش از ۳۰ فوت باشد استفاده می گردند).

۶-اسید به محض تماس با سنگ مخزن شروع به حل قسمتهای در تماس با خود را می کند ، و هرچه که در سنگ مخزن فرو می رود از قدرت اسیدی آن کاسته می گردد . در نتیجه اثر آن در فاصله ای دورتر از چاه چندان قابل توجه نخواهد بود . لذا برای اینکه بتوان اسید قوی تر را تا عمق بیشتری در سنگ مخزن نفوذ داد . موادی به آن افزوده می شود که عمل اثر کردن اسیدرا کندتر می کند . (Retarding Agents) این امر باعث می شود تمامی قدرت اسید به محض تماس با سنگ مخزن از دست نرفته و در حین نفوذ به داخل سنگ نیز این قدرت را به همراه خود داشته باشد .

طراحی ماتریس اسید Design of Matrix Acidization Treatmant

همانطور که قبلاً اشاره گردید موضوع مهم در این مورد توجه به فشاری است تحت آن اسیدبه سنگ مخزن پمپ می گردد . یادآور می شود که بایستی فشار پمپ کمتر از فشاری باشد که ایجاد شکنندگی سنگ مخزن می نماید . موضوع دیگر دبی می باشد که

تحت آن اسید به سنگ مخزن پمپ می گردد . این امر با توجه به مشخصات سنگ مخزن و در نظر گرفتن حد فشار فوق نیز قابل محاسبه می باشد .

در مورد حجم اسیدی که بایستی استفاده گردد ، دقت زیادی مرتبط نیست . علت این امر قابل رویت نبودن اثر اسید در سنگ مخزن است که خود باعث می گردد بعضی از مجهولات لاینحل بماند . گو اینکه آزمایشهائی در سطح زمین و بر روی نمونه های سنگهای مختلف صورت پذیرفته است . مسئله مهم در این حالت وضع خلل و فرج موجود در سنگ است . می توان گفت حجم اسید با توجه به خلل و فرج Porosity موجود و در نظر گرفتن قسمت خسارت دیده سنگ در حین حفاری Damaged Zone ، (ویاتولید) مشخص می گردد .

اگرقسمت آسیب دیده سنگ مخزن را Damaged Zone با شعاع دوفوت در نظر بگیریم ، سطحی معادل ۱۲ فوت در ارتفاعی برابر با یک فوت خواهیم داشت . در این حالت با در نظرگرفتن ۳۵٪ فضای خالی به علت خلل و فرج موجود Porosity برای پرکردن آنها تا عمق ۲ فوت حجمی برابر با ۴۰ گالن بر فوت مایع لازم است . لذا جهت بهتر عمل کردن حداقل ۱۰۰ (یابیشتر) گالن اسید برای یک فوت ارتفاع سنگ مخزن در نظر گرفته می شود . این رقم تقریباً آزمایش شده و قابل پذیرش همگان است . لازم به تذکر است که تاحجم های ۲۰۰ گالن بر فوت نیز مصرف می گردد .

در مورد غلظت اسید بایستی گفت که بدیهی است هرچه غلظت آن بالاتر باشد قدرت حل کردن مقدار بیشتری از سنگ مخزن را خواهد داشت . لیکن آزمایش نشان داده است که قدرت حل اسید تا غلظت ۱۵٪ دارای رابطه ای خطی است لیکن با افزایش غلظت رابطه مستقیم از بین می رود و سپس تا ماکزیمم قدرت حل اسید در غلظت ۲۳٪ خواهد رسید . پس از آن نیز هر چه غلظت اسید بیشتر شده است از قدرت حل کردن اسید تا حدودی کاسته است . معمول است که در درجه هر چه حرارتهای کمتر از ۲۰۰ درجه فارنهایت تا ماکزیمم غلظت ۲۸٪ اسید به کار گرفته می شود .

با توجه به مطالب فوق روش زیر راه حلی است جهت طراحی ماتریس اسید . لازم به یادآوری است که جهت انجام طراحی تا حدامکان می بایست که اطلاعات مربوط به سنگ مخزن و چاه در دست باشد . بدیهی است پس از پمپ کردن اسید ، مایعی با وزن کمتر به داخل چاه پمپ می گردد (معمولاً گازوئیل) تا اسید باقیمانده در داخل چاه را به داخل سنگ مخزن براند . حجم این سیال معمولاً کمی بیشتر از ظرفیت داخلی چاه در نظر گرفته می شود تا مطمئن بود که تمامی اسید به داخل سنگ مخزن نفوذ کرده است . حدود یک ساعت بعد از اسید زدن چاه به منظور تمیزشدن باز می شود .

۱- محاسبه ضریب شکنندگی (Frac . Gradient) سنگ مخزن در صورتیکه جزء اطلاعات موجود نباشد این امر به کمک ضریب فشار لایه های فوقانی سنگ مورد نظر ممکن است .Ovrburden Pressure

I ضریب شکنندگی = α + (ضریب فشارلایه های فوقانی − α) فشار مخزن / عمق

در رابطه بالا α مقداری است ثابت بین ۰/۳۳ تا ۰/۵ که بستگی به نوع سنگ مخزن دارد و عملاً با آزمایش اندازه گیری می گردد و به طور تقریب فشارلایه های بالاتر در عمقهای کمتر از ۱۰۰۰۰ فوت برابر با یک و در عمقهای بالاتر تا ۱/۲ نیز در نظر گرفته می شود . بدیهی است که اگر ضریب شکنندگی سنگ مخزن بخصوصی در آزمایشهای اولیه فشار اندازه گیری شده باشد به کمک رابطه بالا مقدار α را می توان حساب کرد .

۲-فشاری که در عمق موردنظر ایجاد شکنندگی می کند محاسبه می گردد .

II فشارعامل‌شکسته‌شدن‌سنگ‌درعمق موردنظر = ضریب‌شکنندگی × عمق‌موردنظر

۳-ماکزیمم‌فشارپمپ که‌می توان‌با آن‌عمل کرد‌وایجادشکنندگی‌نکرد، بدین‌طریق‌حساب می شود .

III حداکثرفشارپمپ برای تزریق = (ضریب‌فشارستون‌مایع− ضریب‌شکنندگی) × عمق − A

مقدار ثابت A در حقیقت به منظور ایمنی در نظر گرفته می شود و هرگاه که ضریب شکنندگی مطمئن نباشد مقدار آن زیادتر فرض می گردد . می توان گفت بستگی به شرایط عمل دارد و از حداقل ۲۵ تا حتی حداکثر ۲۰۰ پاوندبراینچ مربع نیز متغیر است .

۴- پیش بینی دبی تزریقی که از طریق فومول دارسی محاسبه می گردد . (در حقیقت حداکثر دبی تزریقی)

$$q = \frac{4/918\times10^{-6}\,kh(p_w - p_e)}{\mu In(r_e / r_w)} \qquad \text{IV}$$

در رابطه فوق خواهیم داشت :

q : حداکثردبی تزریقی — Maximum injection rate , bbl / min

k : معدل نفوذپذیری — Average permeability , md

h : قطر لایه — Interval thichness , ft

p_w : فشارتزریق‌درعمق‌موردنظر — Bottom hole injection pressure , psig

p_e : فشار مخزن	Reservoir pressure , psig
μ : درجه روان بودن اسید	Acid viscosity at injection temp , cp
r_e : شعاع ریزش	Drainage radius , ft
r_w : شعاع داخل چاه	Wellbore radius , ft
In : لگاریتم نپری	Logarithm to base e

مثال : در مورد یک چاه اطلاعات زیر در دست است و می خواهیم برای آن ماتریس اسید طراحی کنیم .

k : نفوذپذیری ۱۰ میلی دارسی md

h : ضخامت اولیه ۶۰ فوت

D: عمق ۹۲۲۰ فوت

p_e: فشار فعلی مخزن در عمق فوق ۳۸۸۰ پاوندبراینچ مربع psi

μ : درجه روان بودن Viscosity

p_i : فشار اولیه مخزن در همان عمق ۴۶۱۰ psi و درجه شکنندگی اولیه سنگ مخزن ۰/۷۵ Fsi / Ft

Q: تخلخل ٪۳۵ Porosity

r_e : شعاع ریزش ۶۶۰ فوت

r_w : شعاع داخل چاه ۳ اینچ

۱- از فرمول I بالا ، با در نظر گرفتن ضریب فشار لایه های فوقانی برابر با ۱ مقدار & در شرایط (فشار فعلی مخزن) محاسبه می گردد .

$$۰/۷۵ = \alpha + (۱ - \alpha)\ \frac{۴۶۱۰}{۹۲۲۰}$$

$$\alpha = ۰/۵ \qquad \alpha = \frac{۰/۲۵}{۰/۵}$$

لذا ضریب شکنندگی در فشار فعلی مخزن خواهد بود .

$$\text{Frac . grad} = ./۵ + (۱ - ./۵)\ \frac{۳۸۸۰}{۹۲۲۰}$$

$$\text{Frac . grad} = ./۷۱ \quad \text{Psi / ft}$$

۲- فشاری که شروع به ایجاد شکاف در سنگ مخزن خواهد کرد برابر خواهد بود با :

$$p_f = ./۷۱ \times ۹۲۲۰ = ۶۵۴۶ \quad \text{Psi}$$

و با توجه به فرمول کلی (فرمول III در بالا) با در نظر گرفتن مقدار ثابت A = ۲۰۰ psi خواهیم داشت :

$$p_w = ./۷۱ \times ۹۲۲۰ - ۲۰۰$$

$$p_w = ۶۳۴۶ \quad \text{Psi}$$

۳- مشابه فشار فوق در سطح زمین بداین صورت محاسبه می گردد .

$$p_{wh} = (۰/۷۱ - ۰/۴۳)(۹۲۲۰) - ۲۰۰$$

$$= ۲۵۸۲ - ۲۰۰$$

$$= ۲۳۸۲$$

(۰/۴۳ psi / ft ضریب فشار ستون مایع در چاه در نظرگرفته شده است).

۴- ماکزیمم دبی تزریقی

$$q_{\max} = \frac{۴/۹۱۸ \times ۱۰^{-۶} (۱۰)(۶۰)(۶۳۴۶ - ۳۸۸۰)}{(./۳)(\ln ۶۶۰ / ./۲۵)}$$

$$q_{\max} = ۳/۰۸ \quad \text{bbi min}$$

۵- حجم اسید با توجه به تخلخل موجود (۳۵٪) و اینکه سنگ مخزن هنگام حفاری آسیب دیده است . به میزان ۱۰۰ گالن در فوت در نظر گرفته می شود . بنابراین ۶۰۰۰ گالن اسید منظور می گردد . درجه حرارت بالا است و لذا بهتر است اسید ۱۵٪ مصرف گردد . اینکه با در نظر گرفتن ارقام فوق ، اسید بایستی در فشاری کمتر از ۲۳۸۲ و دبی ماکزیمم ۳ bbl / min به داخل چاه پمپ گردد .

۶- افزودن مواد جلوگیری کننده از خورندگی فلز ، و دیگر مواد نظیر (Surfactants Diverting Agents) نیز ضروری به نظر می رسد .

تبصره :

عامل دیگری که در اسیدزدن به چاه مورد نظر قرار می گیرد ، توان پمپ می باشد ، که می توان آنرا از رابطه زیر محاسبه نمود .

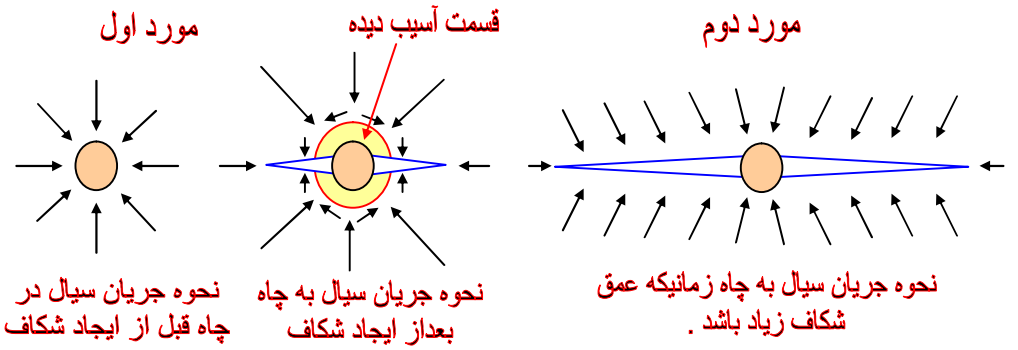
$$HH_P = 0/0245 \times P_S Q$$

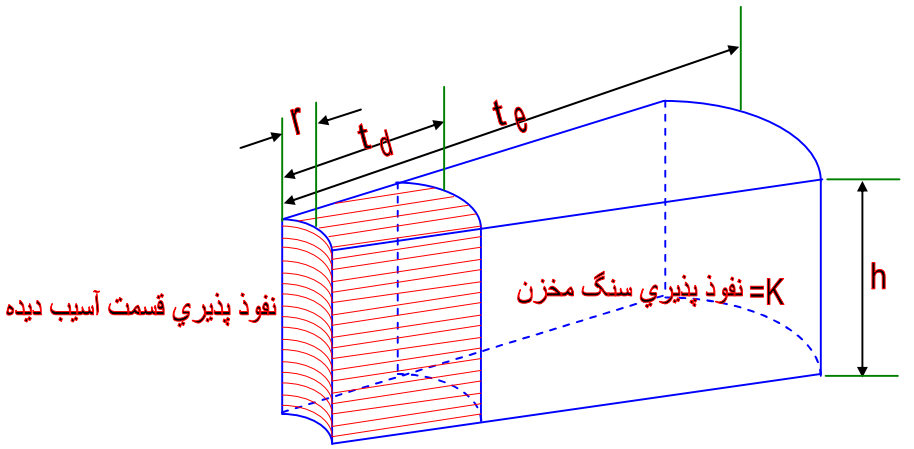
که در آن :

P_S : فشار سرچاه psi

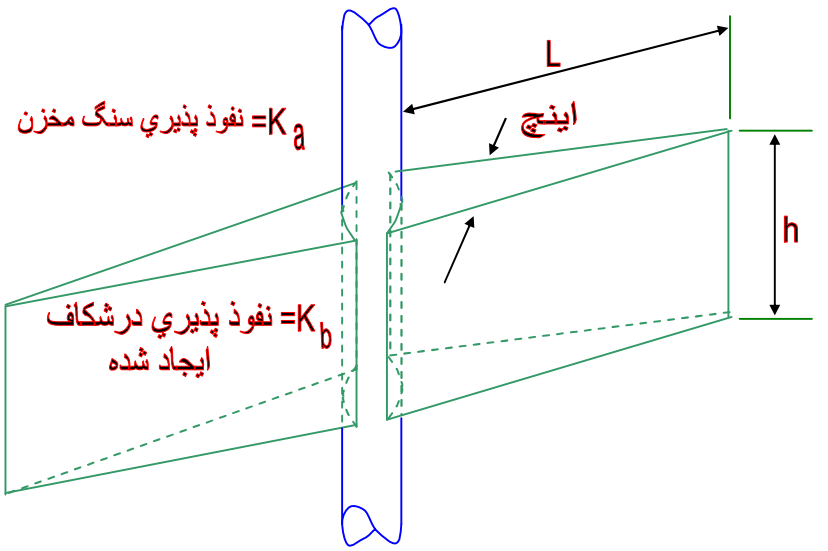
Q : دبی طراحی شده BBL / MIN

در کلیه موارد موضوع فوق مورد توجه می باشد .





طرح قطعه اي از سنگ مخزن در مجاور دهانه توليد چاه



طرح هندسي شكاف عمودي در سنگ مخزن

شكل ۱۶

طراحی عمل ایجاد شکاف در سنگ مخزن

پس ازبررسی وضع تولیدی چاه با مقایسه و در نظر داشتن موقعیت آن و همچنین وضعیت سنگ مخزن در مورد ایجاد شکاف تصمیم گیری می گردد . به طور مثال ، با مطالعه بر روی اطلاعات موجود نتیجه گیری می گردد که به علت پائین بودن نفوذپذیری لایه تولیدی ، برای ازدیاد بهره برداری می بایست در سنگ مخزن ایجاد شکاف نمود . در عین حال که برای حل مسئله می توان از فرمولها و نمودارهای موجود استفاده نمود ، لیکن حل نهائی چندان هم آسان نیست . علت این امر تحت کنترل نبودن نحوه ایجاد شکاف و مشخصات سیال موجود در سنگ مخزن است و حتی در بعضی موارد اطلاعات راجع به آنها نیز کامل نیست . شاید بتوان گفت در انجام این امر فقط سه فاکتور از مجموع فاکتورهای مؤثر در عمل ، تحت اختیار طراح می باشند .

۱- مایعی که قرار است با آن ایجاد شکاف نمود . نوع ، گران روی ، قابلیت هرزروی و حجم آن تا حد امکان در اختیار است .

۲- میزان و فشار تزریق سیال .

۳- مواد همراه سیال ، نوع ، اندازه (قطرماسه که دربالا به آن اشاره شد) و حجم این مواد تحت کنترل می باشد . نوع و جنس سیال مورد استفاده خود در ایجاد شکاف نقش مؤثری دارد و طول و عرض شکاف نیز بدان وابسته می باشد . بحث راجع به تئوری عمل خود مجموعه ای مفصل را شامل می گردد که علاوه بر تبحر لازم از حوصله این مختصر نیز خارج است . برای کسب اطلاعات بیشتر به مجموعه جزوه های کمپانی اسو در مورد مهندسی بهره برداری مراجعه گردد . در ضمن از جزوه های شرکت ها لیبرتون نیز می توان در اینمورد استفاده نمود .

(لازم به تذکر است که در بعضی موارد در عمل ایجاد شکاف در سنگ مخزن از اسید نیز استفاده می گردد و بدان علت است که علاوه بر تولید شکاف به خاطر دبی و فشار زیاد تزریق ، اسید نیز با خورندگی که دارد بازدهی کار را افزایش می دهد) . معمولاً همانطور که در بالا اشاره شد به همراه سیال شکافنده مقداری ماسه با اندازه حساب شده ای تزریق می گردد تا بعد از ایجاد شکاف با برقرارگرفتن در شکاف (Sand Bank) تولید مقاومتی نمایند که شکاف به صورت به وجود آمده ثابت بماند . اندازه ذرات ماسه و حجم آن با توجه به مختصات عمل قابل محاسبه می باشد .

در اینجا به منظور مختصر آشنائی نمونه مسئله ای آورده می شود . بدیهی است برای حل می بایست از نمودارها ، فرمولها و جداول موجود در این مورد استفاده نمود . جزوه های مربوط به شرکتهای هالیبرتون وداول حاوی مطالبی در این باره می باشند .

مثال :

اطلاعات زیردر مورد چاه معلوم است و سپس با توجه به آنها می خواهیم برنامه ای بـرای ایجاد شکاف در سنگ مخزن(لایه تولیدی) چاه تدارک ببینیم .

عمق H = ۸۰۰۰ فوت ـــــــ ضخامت مؤثر لایه تولیدی h = ۴۵ فوت

درجه حرارت داخل چاه T = ۱۸۰ O_F ـــــــ فشار مخزن P_e = ۳۵۰۰ پاوندبراینچ مربـع
نفوذپذیری سنگ مخزن K = ۸ میلی دارسـی ـــــــ درجـه تخلخـل ـــــــ درجـه تخلخل – ۲۰٪ = φ
ضریب شکنندگی سنگ مخزن F.G = ۷۲٪ پاونـدبراینچ مربـع بـر فـوت ـــــــ زمـان سیرصوت درسنگ مخزن = ۷۵ Sec / ft μ =
گران روی نفت ۲= C . P. μ ـــــــ چگالی P = ۵۳/۰۴ bb / ft^3
ضریب فشردگی $CK = 6 \times 10^{-4}$ Psi^{-1}
لوله های پوششی داخل چاه : ۵/۸ ۹ اینچ ۴۷/۵ پاوند ۷۸۰۰ فوت
لوله گم : ۷ اینچ ۲۹ پاونداز ۷۵۰۰ فوت تا عمق نهائی (TD)
عمق‌نهائی‌چاه۸۱۵۰ فوت ـــــ محل‌شبکه‌ها ۸۰۴۰ – ۸۰۰۰ فوت۴ بشکه‌درفوت Shots / ft
فشار قابل تحمل برای وسایل سرچاه ۵۰۰۰ پاوندبراینچ مربع
دبی نرمال چاه Q = ۱۸۰۰ بشکه درروز با فشار سرچاه = ۱۰۰۰ P_{WF} پاوندبراینچ مربع .

حل مسئله :

الف : انتخاب ماده شکافنده (اندازه ماسه)

۱- حد بالای فشار بسته (فشاری که با توجه به فشار سـرچاه شـروع بـه ایجـاد شکستگی در سنگ مخزن می نماید) . Closure Stross

$$S = (F.G)(H) - P_{WF}$$

$$S = ./۷۲ \times ۸۰۰۰ - ۱۰۰۰$$

$$= ۴۷۶۰ \ \text{Psi}$$

۲- با فرض اینکه عرض شکاف که ایجاد می گردد برابر w = ۰/۲ اینچ باشـد و بـا توجه به نمونه ماسـه هـای موجـود از نظـر انـدازه (۸/۱۲ ، ۱۰/۲۰ ، ۲۰/۴۰) و استفاده از شکل شماره ۱۷ نفوذپذیری در انواع ماسه را بدست می آوریم .

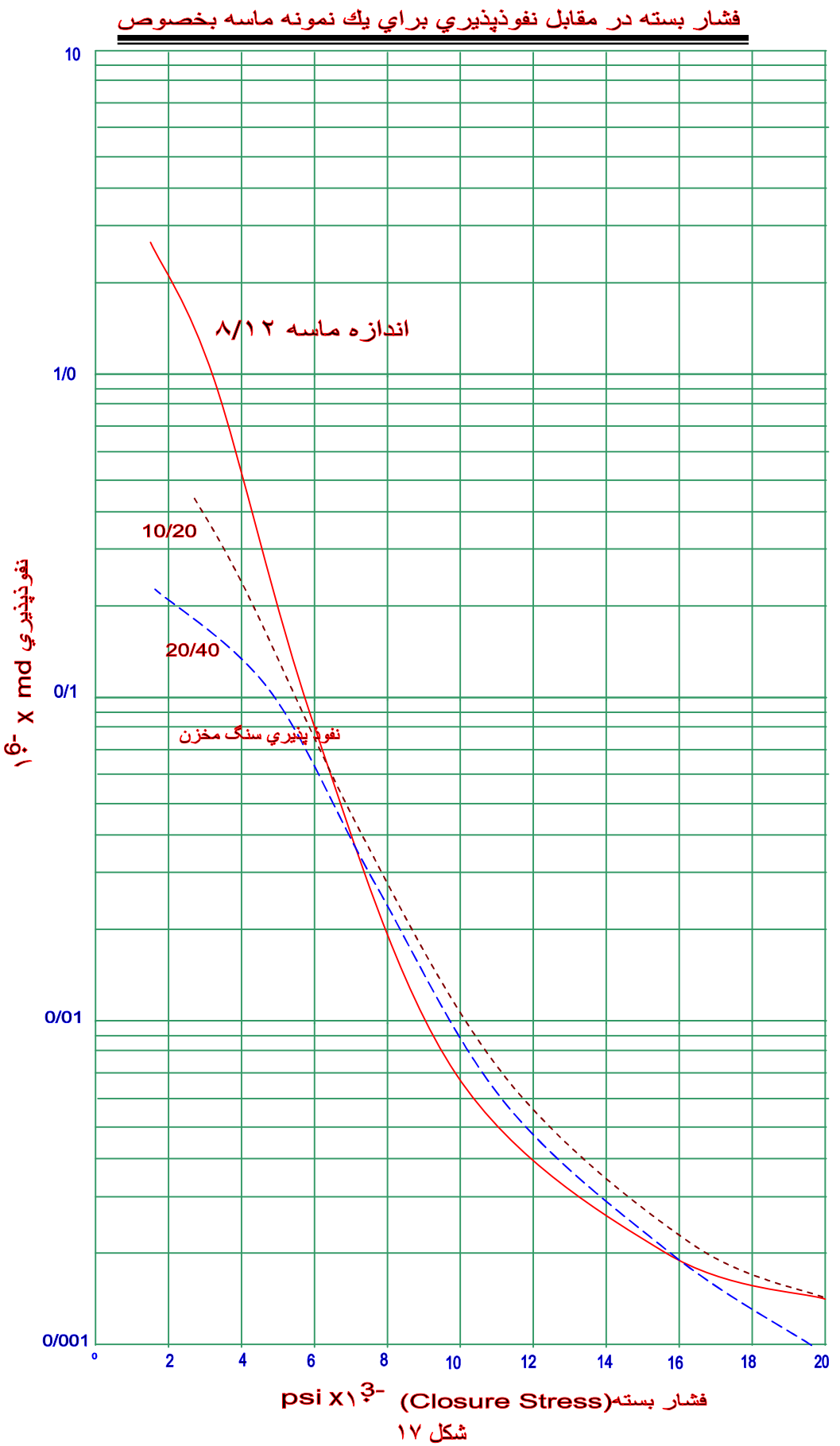
خواهیم داشت :

K ۸/۱۲ =۳۰۰۰۰۰ md

K ۱۰/۲۰=۱۸۰۰۰۰ “

K ۲۰/۴۰ =۱۰۰۰۰۰ “

و از آنجا مقدار WK_F / K را حساب می کنیم .


فشار بسته در مقابل نفوذپذيري براي يك نمونه ماسه بخصوص
اندازه ماسه ۸/۱۲
10/20
20/40
نفوذپذيري سنگ مخزن
نفوذپذيري md x ۱۰-۶
10
1/0
0/1
0/01
0/001
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
فشار بسته (Closure Stress) psi x۱۰-۳

شكل ۱۷

(ارقام ۸/۱۲ و ۲۰/۴۰ مربوط به مشخصات ماسه ار نظر اندازه می باشند به عبارت ساده تر می توان گفت با توجه به اندازه ماسه و عبور آن از داخل غربال های مخصوص این ارقام به آنها داده می شوند) .

نوع ماسه	WK_F / K
۸/۱۲	۷۵۰۰
۱۰/۲۰	۴۵۰۰
۲۰/۴۰	۲۵۰۰

۳- ماکزیمم طول مؤثر شکاف و نسبت افزایش بهره وری با استفاده از شکال ۱۸ . محاسبه می گردند . (دراینجا شعاع ریزش چاه r_o = ۶۶۰ فوت در نظر گرفته می شود) .

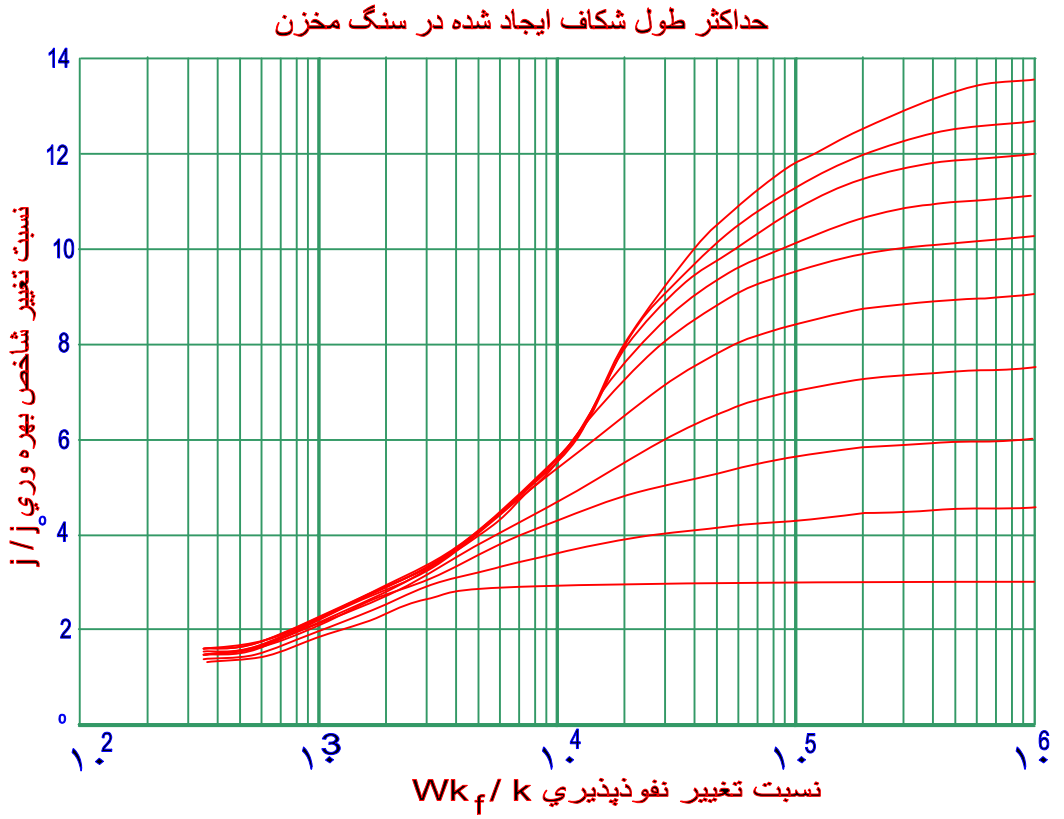
اندازه ماسه	ماکزیمم طول مؤثر شکاف $L/r_E(D)$	ماکزیمم افزایش بهره وری J/J_O
۸/۱۲	./۵ (۳۳۰ Ft)	۵/۱
۱۰/۲۰	./۴ (۲۶۴ Ft)	۳/۹
۲۰/۴۰	./۳ (۱۹۸ Ft)	۲/۹

اینک با توجه به ارقام بالا نتیجه گیری می گردد که اگر نوع ماسه (۸/۱۲) مورد استفاده قرار گیرد ، بخصوص به خاطر ایجاد طول شکاف بیشتر مقدار نسبت بهره وری را پیش از انواع دیگر افزایش می دهد . (این نسبت بهره وری عبارتست از شاخص بهره وری که در چاه به وجود می آید تقسیم بر شاخص بهره وری فعلی چاه) . لذا به نظر می رسد که برای انجام این عمل نوع ماسه (۸/۱۲) بهترین می باشد .

ب - انتخاب نوع سیال

۱- در قسمت اول مشخص گردید که بهتر است ماسه ۸/۱۲ مورد استفاده قرار گیرد لذا به خاطر بزرگی اندازه ماسه (با مقایسه با انواع دیگر مذکور)لازم است که مایعی که قدرت حمل آنرا داشته باشد در نظر گرفته شود . این مایع بایستی غلیظ تر باشد به عبارت دیگر دارای گران روی بیشتری باشد . با توجه‌به‌جدول شماره۳ سیال‌نوع(ب)دراین‌مورداستفاده بهتری خواهد داشت . به طور مثال می توان یکی از انواع زیر را مورد استفاده قرار داد .

۱- Silica flour # 20 # guar 20



شکل ۱۸

W : معدل عرض شکاف ، اینچ

K_f : نفوذپذیری درداخل شکاف ایجادشده ، md

K : نفوذپذیری سنگ مخزن ، md

J: شاخص بهره وری قبل از ایجاد شکاف

J_O: شاخص بهره وری قبل از ایجادشکاف

L: طول شکاف ایجادشده ، فوت

r_e: شعاع ریزش

WK_f : قدرت هدایت سیال در شکاف ایجادشده

نمودار فوق بر مبنای چاههائی به قطر داخلی ۶ اینچ (r_e = ۳) و با فاصله ۴۰ acre (acre = ۴۳۵۰۰ فوت مربع) از یکدیگر تهیه گردیده است . این نمودار با درنظر گرفتن فاصله چاهها برابر با A ، قابل تهیه برای سایر حالات نیز می باشد . بدین صورت :

$$\frac{J}{J_O} = \frac{3/095}{Log(0/472)(r_e / r_e)} \quad ، \quad WK_f / k = \sqrt{40/A} \quad ، \quad r_e = 104\sqrt{A}$$

جدول شماره-۳

لیست بعضی سیالهائی که می تواند ماده شکافنده(ماسه) باخود حمل کنند و درایجادشکاف درسنگ مخزن مورداستفاده دارند

نوع سیال	حدوددما ^{o}F	اندازه ومشخصات ماسه		
		ماسه ۸/۱۲	ماسه ۱۰/۲۰	ماسه ۲۰/۴۰
Guar Gum gel		ب	ب	ب
Oil (<100 c.p. Visc)		"	"	"
Oil (110-250 c.p.)	< ۲۰۰	"	"	الف
Oil (250-500 c.p)		"	الف	"
Oil (> 500 c.p.)		الف	"	"
YF8G	<۲۰۰	"	"	"
YFLOP	>۲۰۰	"	"	"
YF15P	>۲۰۰	"	"	"
MY – T – Gel 80	<۲۰۰	"	"	"
Hy – Gel 161	>۲۰۰	"	"	"
Maxi Gel I	>۲۰۰	"	"	"
Maxi Gel II	<۲۰۰	"	"	"

الف - پس از پمپ سیال به همراه ماسه ، توده ماسه در داخل شکاف به خوبی تشکیل نمی گردد .

No Appreciable Sandbank Build up

ب : توده ماسه به خوبی تشکیل می شود .

Sandbank Formed

۲- Poly Milsion

۳- Superfrac (500 cp no FLA)

۴- uperfrac (500 cp 20 # Adomice Mark Ii/1000 gal)

۲- پیش بینی میزان تزریق (فشارودبی قابل تزریق)

می دانیم که حداکثر فشار قابل تحمل برای وسایل سرچاه طبق صورت مسئله ۵۰۰۰ psi می باشد . با توجه به این موضوع در نظر خواهیم گرفت که فشار سرچاه در حین پمپاژ از این مقدار کمتر باشد به طور مثال در اینجا از فشار ۴۵۰۰ psi (۱۰٪ کمتر) درسرچاه بالاترنخواهیم داشت . (قدرت وسایل نیز درنظر گرفته می شود) .

فشاری که با توجه بـه فـشارجاری (۱۰۰۰ psi طبـق مـسئله) در مخـزن ایجـاد می نماید ، با در نظر گرفتن سـیالهای آب و Super Frac و همچنـین حـداکثر فشار پمپاژ سرچاه = ۴۵۰۰ psi چنین خواهد شد .

فشار داخل چاه برای فشار پمپاژ ۴۵۰۰ پاوند در سرچاه . در مورد آب

$$P = ۴۵۰۰ + ./۴۳ \times ۸۰۰۰$$

$$= ۷۹۴۰ \text{ psi}$$

درمورد Super Frac .

$$P = ۴۵۰۰ + (./۸۶)(./۴۳)(۸۰۰۰)$$

$$= ۷۴۵۸ \text{ psi}$$

برای نمونه سیالهای قابل مصرف (ذکر شده در بالا) اطلاعات زیر نیز موجود اسـت (در جزوه های پمپ کننده مواد به داخل چاه)

نـــوع سـیـــال	افت فشار Psi / 1000ft	میزان تزریق BPM	
		طراحی شده	حداکثر
Super Frac	۶۹۰	۱۰	۱۲
Polymulsion	۶۹۰	۱۵	۱۸
Silica flour # 20 # guar 20	۷۵۲	۳۰	۳۰

اینک باتوجه‌به‌حداقل‌فشاری‌که برای شکستن سنگ مخزن لازم است (۴۷۶۰ psi) و افت فشاری که از پمپ کردن سیالهای فوق حادث می شود و همچنین حـداکثر فشار قابل تحمل برای وسایل موجود سرچاه (۴۵۰۰ psi) ، به نظـر مـی رسـد کـه مصرف یکی از دو سیال Super Frac و یا Polymulision بهتر باشد .

۳- مشخصات شکاف ایجادشونده به کمک نمودارها و برنامه های مربوط به ایجاد شکاف و ترک قابل محاسبه می باشـند . در اینجـا از ذکـر ایـن مشخـصات خودداری میگردد .(به جزوه شرکت های لیبرتون و یا مجموعه یادداشـتهای کمپانی اسومراجعه گردد) .

۴- حدود حجم سیال :

با توجه به عرض شکافی که می بایست ایجاد شود و قبلاً ذکر شد W = ./۲ ایـنچ و مشخصات سیالهای انتخاب شده و همچنین طول مؤثر شکاف حجم قابل مـصرف پیدا می گردد . در اینجا حجم سیال برابر خواهد بود با حجم سیالی که ماسه را به همراه دارد به علاوه حجم سیال که باعث ایجاد حـداکثر مـؤثر طـول شـکاف در سنگ مخزن می گردد . جدول زیر بر همین اساس و با توجه بـه نـوع سـیالهای

مذکور در بالا تهیه گردیده است . حداکثر طول و عرض شکاف بـه ترتیـب ۳۳۰ فوت و ۲/. اینچ منظور گردیده است .

نوع سیال	برای حمل ماسه	داشتن حداکثرطول	حجم کل
Silica flour # 20 # guar 20	۲۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۳۰۰۰۰
Folymulision	۳۱۰۰	۷۹۰۰	۱۱۰۰۰
Superfrac (500 cp no FLA)	۴۱۰۰	۲۱۳۰۰	۲۵۴۰۰
Superfrac (500 cp 20 # Ad . mark II / 1000 Gal.)	۴۱۰۰	۲۱۳۰۰	۲۵۴۰۰

ج - درنظر گرفتن جنبه اقتصادی کار

در اینجا لازم است همانطور که قبلاً حساب شده در نظر گرفته شود کـه بـازدهی کار بعد از انجام عمل چه خواهد بود و چه استفاده ای مترتب می گردد . به علاوه با توجه به مواد مصرفی برای کار قیمت انجام کار ارزیابی گردیده و در مورد مـواد مختلف مقایسه گردد و در نهایت لازم است که نتیجه کار قبلاً پیش بینی گردد که اصولاً با خرجی می شود انجام عمل مقرون به صرفه خواهد بـود و یـا خیـر . بـه عبارت ساده تر هزینه انجام عمل بعد از اتمام کار جبران خواهد شده آنگاه بـرای انجام کار بادر نظر گرفتن کلیه اطلاعات موجود طراحی مناسب صورت می پذیرد . لازم است که در هر مورد مقدار بازدهی منظور گردد و جانب ایمنی بـا توجـه بـه فاکتور ایمنی که منظور می شود مراعات گردد .

اندازه گیری فشار داخلی و سرچاه و مسیر تولید

Rottom Hole & Surface Pressure Survey

یکی از عوامل مهم بهره برداری از مخـازن زیرزمینـی و تولیـد از چاههـا فـشار می باشد . دانستن فشار سیال در هر موقعیت به منظور کـاربرد در محاسـبات و اندازه گیریها امری اجتناب ناپذیر است . اندازه گیری فشار با وسـایل بخـصوصی

صورت می گیرد و بالاخص به خاطر اهمیتی که دارد ، دقت در اندازه گیری از ارزش فوق العاده ای برخوردار است .
این اندازه گیریها هم در اعماق مختلف چاه و هم پس از تولید در مسیر جریان سیال چاه صورت می گیرد .

۱- اندازه گیری فشار در مسیر جریان سیال چاه

با اندازه گیری فشاردراین حالت علاوه بر مشخص شدن قدرت تولیدی چاه ، می توان بعضی از اشکالات موجود در مسیر جریان (اعم از مسدود بودن لوله ها و شیرها ، ووضع کاهندهای موجود در مسیر (Orifice & Choke) را بررسی و رفع کرد . به علاوه فشار در کلیه محاسبات مربوط به جریان گاز ونفت در لوله ها و ظروف مختلف مورد استفاده دارد . (در خصوص استفاده از فشار در قسمتهای مربوطه توضیح لازم داده شده است) .
دستگاههای اندازه گیری فشار به دو صورت می باشند ، یا فقط نشان دهنده مقدار عددی فشار هستند و یا اینکه بر نشان دادن میزان فشار . ضابط آن نیز هستند(مقدارفشار به صورت نمودار بر روی فرم های مخصوصی ضبط می گردد) .
معمولاً نمونه اول مورد استفاده بیشتر دارد که با به طور دائم و یا موقت در محلهای اندازه گیری فشار نصب می شوند و طرز کار آنها مکانیکی و یا هیدرولیکی می باشد . هر دستگاه تا میزان معینی مدرج است و با توجه و یا پیش بینی مقدار فشار در مورد اندازه گیری فشار به کار می روند . جهت اندازه گیری فشار از فشارسنج قپانی(Dead Weight Tester) که با عامل هیدرولیکی (روغن) کار می کند می شود استفاده نمود (با این دستگاه فشار دقیقتر اندازه گیری می گردد و طرز عمل آن طبق قانون پاسکال می باشد) دستگاههای ضابط فشار اکثراً به طور دائم نصب می گردند و با فشار هوا کار می کنند ، و بخصوص در مواردی استفاده می گردند که فشار هر لحظه سیال منظور نظر است .

۲- اندازه گیری فشار داخلی چاهها

این امر با اهداف مختلف صورت می گیرد ، که اهم آن برسی وضع مخزن نفتی و قدرت تولیدی چاه با کاربرد فشار در محاسبات مربوط به خود می باشد . بدیهی است با توجه به محاسباتی که صورت می گیرد در صورت احتیاج تصمیماتی مقتضی جهت بهره برداری بهتر اتخاذ می گردد .
در حال حاضر به کمک دو نمونه دستگاههای مختلف که به کمک سیم تحت کنترل به داخل چاه فرستاده می شوند ، فشار داخلی چاه اندازه گیری می گردد .
بر حسب نیاز داخلی می تواند در زمان جریان چاه و یا در حالت بسته بودن آن

اندازه گیری گردد . موضوع مهم اینست که اگر فشار داخلی چاه در حال جریان اندازه گیری می گردد دبی چاه بایستی کاملاً تحت کنترل و به مقدار ثابت باشد .

دستگاههای اندازه گیری فشار داخل چاه عبارتند از :

الف : امرادا Amerada . این دستگاه فشار چاه را با عمل مکانیکی مشخص کرده و روی صفحه بخصوصی ضبط می نماید . در این حالت لوله مارپیچی بخصوصی ، با فشار متأثر می شود و این فشار را به سوزنی که قابلیت حرکت بر روی صفحه ضابط را دارد ، منتقل کرده و روی صفحه اثر می گذارد . بدینترتیب روی صفحه ، نموداری رسم می گردد که زمان را برحسب تغییرات محل سوزن نشان می دهد . هنگامیکه این دستگاه به سرچاه آورده شد ، صفحه ضابط بیرون آورده می شود و پس از مشخص کردن مقدار تغییرات بوسیله ماشین مخصوص ، ارقام بدست آمده با در نظر گرفتن ضریب دستگاه به عدد فشار تبدیل می گردند . بدیهی است در این حالت مادام که دستگاه از چاه خارج نشده و تغییرات نمودار بررسی نگردیده است مقدار فشار نیز معلوم نیست . پیش از شروع به ضبط تغییرات بر روی صفحه ضابط خط مبنا رسم می گردد و تغییرات محل سوزن با توجه به آن مورد بررسی قرار می گیرد . طول محورهای عمودی و افقی صفحه مقداری ثابت است و فقط می توان مقیاس زمان را که بر روی محور افقی صفحه است تغییر داد . این عمل به کمک ساعت بخصوصی که در داخل دستگاه تعبیه می گردد انجام می شود و بدین ترتیب می توان طول این محور را به مقیاسهای مختلف مدرج نمود . طول این محور را با تعویض ساعت می توان تا ۳ ، ۶ ، ۱۲ ، ۲۴ ، ۴۸ و یا ۷۲ ساعت مدرج نمود که بر حسب زمان مورد احتیاج در فواصل ذکر شده قابل تنظیم است . برای ضبط فشار در عمق های مورد نظر با توجه به درجه بندی محور زمان بایستی مدتی دستگاه را به حال سکون نگهداشت تا تغییرات ثبت گردد . (بدیهی است در حال حرکت نیز تغییرات ثبت می شود) .

ب : H . P . Gauge هیلوت پکر Hewllet Packerd . این دستگاه به کمک عوامل مغناطیسی و الکترونیکی کار می کند و دقت آن بیش از Amerada می باشد و با تغییر درجه حرارت شدیداً حساس است و در حقیقت فشار را با توجه به حرارت محل مورد نظر ضبط می نماید . در این حالت می توان مستقیماً فشار عمق بخصوص را در سطح زمین به کمک ماشینی که در رابطه با خود دستگاه کار می کند ، خواند . این ماشین علاوه بر نشان دادن مقدار عددی فشار . نمودار تغییرات آنرا بر حسب زمان ترسیم می نماید .

اندازه گیری عمق نهائی چاه و از بین بردن موانع به وجود آمده

Check and Remove Obstruction(Fishing)

هر چاه بعد از حفاری در عمق مورد نظر تکمیل می گردد . لیکن به علل مختلف این عمق اولیه تغییر می کند . گاهی تغییر عمق چاه (عمیق تر شدن و یا کمتر شدن عمق) طبق برنامه ریزی خاصی و به دلخواه صورت می گیرد که در اینجا این مقوله مورد بحث نیست . پس از تکمیل چاه و در حین بهره برداری عملیات مختلف روی چاه صورت می گیرد ، که باعث می شود از عمق نهائی چاه کاسته شود . به طور مثال مواد زائدی که بعد از مشبک کردن چاه به وجود می آیند در ته چاه باقی می مانند و یا هنگامیکه چاه تولید شن می کند ، مقداری از این شن ته چاه رسوب می کند و رفته رفته ضخامتش افزایش می یابد . امکان دارد حین عملیات ابزاری به داخل چاه سقوط کند که بایستی مشخص شود در چه عمقی قرار گرفته است . همچنین اتفاق می افتد که دیواره فلزی چاه در اثر عواملی مچاله شده (Colaps) . تجمع مواد آسفالتی خود نیز ایجاد مانع می نماید . در بیشتر موارد فوق این کم شدن عمق چاه باعث بروز اختلالاتی از نظر بهره برداری از آن خواهد شد . و بدین جهت است که بایستی دقیقاً محل مانع ایجاد شده مشخص گشته و در رفع آن اقدام گردد .

به منظور یافتن عمق چاه وسیله ای بخصوص به نام میله فرورونده Sinker bar توسط سیم و تحت کنترل دقیق به داخل چاه فرستاده می شود . سیم تحت کشش Tension به داخل چاه رانده می شود و در حین عملیات هنگامیکه میله فرورونده بر روی مانعی می ایستد ، سیم از حالت کشش خارج می شود و در این موقع است که با در نظر گرفتن سیمی که به داخل چاه رانده شده ، عمق چاه مشخص می گردد .

از جنسیت مانع با نمونه برداری می توان آگاهی یافت این خود در رفع مانع کمک خواهد کرد . یکی از راههای دفع مانع کوبیدن بر روی آن و انداختن آن به ته چاه می باشد (در بعضی مواردمانع درقسمتهای بالای چاه است) واین زمانی است که کمک گرفتن از دکل حفاری مورد نظرنیست . برای اینکاروسیله بخصوصی به نام چکش کوبنده (Impression Block) استفاده می گردد . که آنرا نیز توسط سیم به داخل چاه می فرستند و با کاربرد عمل مکانیکی و هیدرولیکی بر روی مانع می کوبند تا به ته چاه سقوط کند .

اگرمانع موجودابزارفلزی سقوط کرده در چاه باشد بایستی توسط ابزارياب (Fishing Tool) آنرا از چاه بیرون کشید . بدین منظور تا حد امکان مشخصات مانع بایستی روشن باشد ، چرا که هر وسیله ای توسط ابزارياب بخصوصی بیرون آورده می شود . نوع اتصالات

ابزاریاب و قسمت بالایی جسم مانده در چاه در عمل بیرون آوردن آن مهم است . انـواع مسدود کننده های موقتی که در چاه تعبیه می گردند و یاشیر ایمنی داخلی چاه بوسـیله ابزاریاب (مانده یاب) مخصوصی به بیرون آورده می شوند . در حقیقت قـسمت تحتـانی مانده یاب در قسمت فوقانی جسم مانده در چاه قفل می شود و در اکثر موارد توسط انجام عمل مکانیکی جسم را به بیرون می کشند .

در صورتیکه مانع از جنس شن و مواد آسفالتی باشد می توان آنـرا توسـط دلوچـه هـای بخصوصی (Bailer) از چاه خارج نمود . که در این حالت نیز این دلوچه توسـط سـیم بـه داخل چاه رانده می شود و در هر بار مقداری از مانع را که در خود جمع آوری کرده اسـت به‌بیرون می آورد . (دلوچه با ضربه روی مانع کوبیده می شود و در داخل آن فرو می رود . دریچه یک طرفه ای که در ته دلو قراردارد باز می شود و مقداری از شن به داخل دلو وارد می شود . پس از آن ، دلو به طرف بالا کشیده می شـود کـه بـلا فاصـله دریچـه بـسته می گردد و در نتیجه شن در داخل آنها مهار شده و به خارج از چـاه آورده مـی شـود) . بدیهی است این عمل بایستی به دفعات انجام گیرد تا تمامی مانع دفع گردد .

در صورتیکه نتوان با عملیات فوق مانع موجود را دفع کرد (بخـصوص وقتـی کـه دیـواره فلزی چاه مچاله شده باشد) از دکل حفاری کمک گرفته می شود .

<u>یـاد آوری :</u>

در مورد چکش کوبیده نیز باید گفت که جسم مانع در داخل چاه بر روی قـسمت سـربی چکش (قسمت تحتانی آن) اثر می گذارد که در بعضی موارد مشخص کننده ماهیت مـانع می باشد . بدین ترتیب تا حدودی جنسیت مانع قابل بررسی می باشد .

در بعضی موارد که مانع موجود به راحتی قابل حل در اسید باشد برای رفـع آن از اسـید استفاده می گردد .

اندازه گیری قطرداخلی چاه

Caliper Survey

دیواره های فلزی چاه معمولاً بایستی قطری ثابت داشته باشند ، لیکن اتفاق می افتد که در حین تولید از چاه قشری از مواد زائد روی آنها پوشانده شود و یا اینکه در اثر تماس با گاز اسیدی در آنها ایجاد خورندگی گردد که بدیهی است در اندازه قطر لوله تغییر حاصل می شود . اصولاً با مشخص کردن همین تغییرات وضع لوله بررسی می گردد . این امر درمورد دیواره بدون پوشش چاه (Open Hole) نیز صادق است که ممکن است در اثر اندوه شدن از قطر آن کاسته شده و یا در حین تولید و همراه با سیال قسمتهائی از آن جدا شده و ریزش نماید . (تورم لایه های گل رس Shale باعث کم شدن قطر می گردند). اندازه گیری قطر چاه و بررسی وضع نمونه ها به کمک ابزار بخصوصی (Caliper Tools) صورت می گیرد . این ابزار بوسیله سیم و تحت کنترل به داخل چاه فرستاده می شوند و د رمسیر پائین رفتن و یا بالا آمدن از چاه قطر لوله ها را اندازه گیری می کنند . این ابزار را شرکت های مختلف می سازند و خود عملیات با آنها را عهده دار هستند . (برای اطلاع دقیق از ساختمان و نحوه عمل آنها به کتابچه های شرکتهای مختلف Kinley , Schlumberger , Cop . Go , Otis مراجعه شود) .

این ابزار به صورت زیر می باشند :

۱- به صورت فنرهای نازکی که توسط دوسرشان حول یک محور(Caliper Arms) قرار گرفته اند(Schlumberger , Cop . Go) و در مسیر حرکت به دیواره چاه تماس دارند . در اثر ازدیاد قطر ، بازتر و در حالت کم شدن قطر جمع تر می شوند .
تغییرات آنها (بازتر وجمع تر شدن) توسط عامل الکتریکی به سطح زمین منتقل و ضبط میگردد . آنگاه بامقایسه با قطر اولیه لوله ، وضعیت جدید آن مشخص می گردد .
این نوع وسیله حساسیت چندانی ندارد و فقط برای اندازه گیری قطر به کار می رود .
(سوراخ های ایجاد شده در روی دیواره فلزی چاه در اثر خورندگی ، بوسیله این دستگاه مشخص نمی گردد) این دستگاه نمودار فطر داخلی چاه را نسبت به عمق چه در مسیر بالا آمدن و چه در جهت پائین رفتن در چاه ترسیم می نماید .

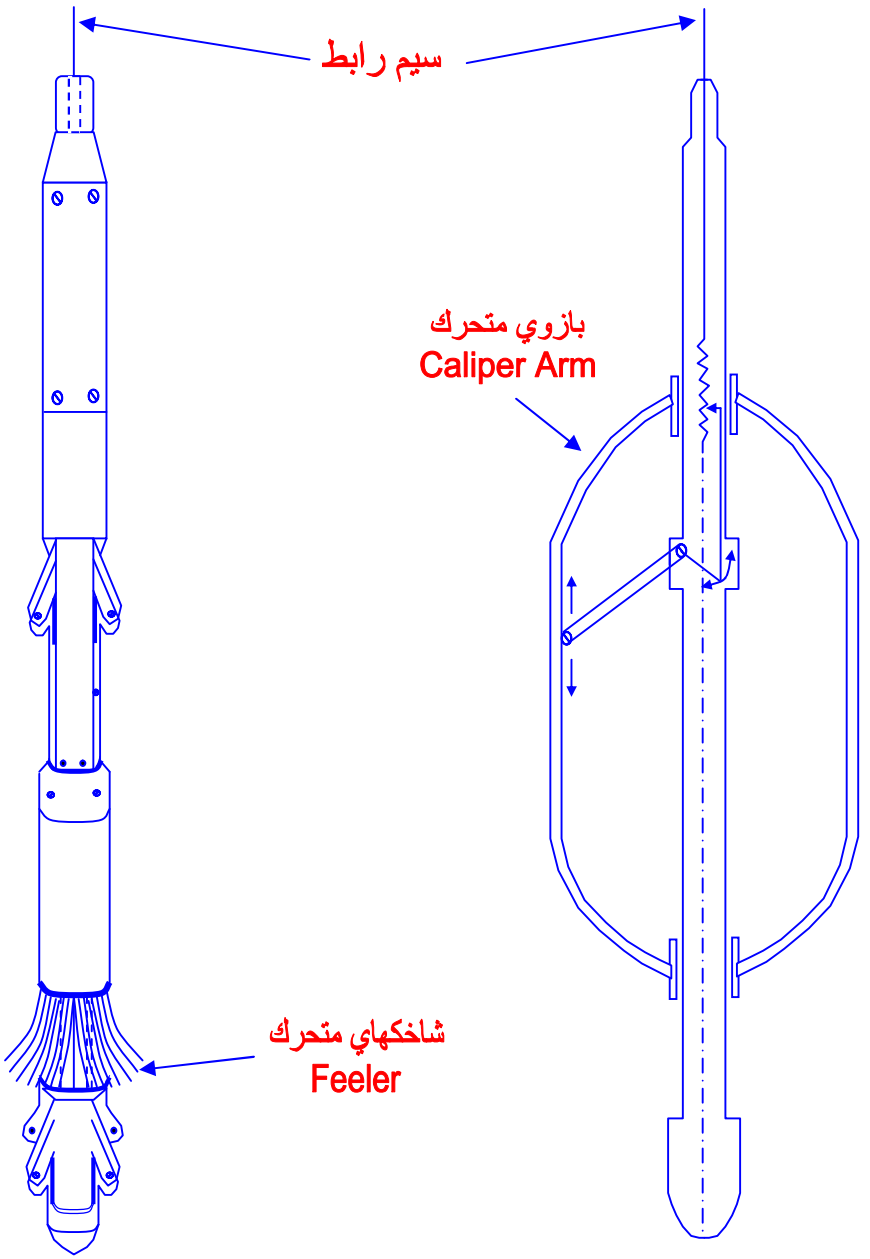
۲- ابزار دیگری وجود دارد با شاخکهای بخصوصی (Feeler) حول یک محور دایره ای شکل قرار دارند در مسیر حرکت این شاخکها حتی محل وجود سوراخهای کوچک روی دیواره فلزی چاه را مشخص می کنند و در هر لحظه نسبت به قطر لوله تغییرات موجود در آنرا نشان می دهند . تغییرات این شاخکها توسط عامل مکانیکی بر

صفحه ضابطی که درون دستگاه است ثبت میگردد (به غیر از ابزار مخصوص شرکت Gop . Go . که میتوان مستقیماً در هر لحظه تغییرات را به کمک عامل الکتریکی در روی زمین مشاهده کرد) . سپس دستگاه را از چاه خارج کرده و صفحه ضابط را بیرون آورده و وسط ماشین مخصوصی تغییرات خوانده می شود . اینگونه ابزار بسیار حساس می باشند و حتی عمق سوراخهای به وجود آمده را با ۰/۰۰۳ اینچ اندازه گیری می نمایند . در این حالت بعضی ابزار (Cop .Go) ماکزیمم و مینیمم عمق سوراخهای موجودرادرهرلحظه نشان‌می‌دهندوبرخی (Kinley) تمامی‌تغییرات‌راضبط می نماید .

موضوع مهم در مورد این ابزار اینست که بایستی اول آنها را تا عمق مورد نظر در چاه پائین برد و سپس در مسیر بالا آمدن شروع به کار خواهند کرد . به عبارت دیگر نمودار را فقط در مسیر بالا آمدن از چاه رسم می نمایند (به غیر از ابزار مربوط به شرکت Cop . Go که در هر دو مسیر عمل می کند) .
در مسیر پائین رفتن در چاه شاخکها به صورت مهار شده هستند و زمانی که شروع به بالا آمدن از چاه می نماید مهار شاخکها به طور اتوماتیک (توسط یک عامل مکانیکی) آزاد می شود و در این حالت دیگر نمی شود به عمق پائین تر رفت زیرا گیر می کند .

۳- طریقه دیگری جهت مشخص کردن قطر چاه مورد استفاده دارد و آن استفاده از حلقه سنجش (Gauge Ring) می باشد . این ابزار قطر دقیق چاه را اندازه گیری نمی کند و فقط جهت مشخص کردن حداکثر قطر ابزار دیگری که قرار است داخل چاه فرستاده شود ، به کار می رود .
این ابزار عبارتند از: استوانه های کوچک با قطر مشخص و مادام که هر کدام از آنها را بتوان به راحتی در داخل چاه حرکت داد ، قطرش به عنوان ماکزیمم قطر ابزاری که می تواند در چاه حرکت کند در نظر گرفته می شود . معمولاً از قطرهای کوچکتر شروع می کنند و یک یک توسط سیم به داخل چاه رانده می شوند تا زمانیکه به یکی از آنها که به خاطرقطرزیاد قابلیت حرکت در چاه را نداشته باشد برخورد نمایند . بدین ترتیب مینیمم قطر داخلی چاه و یا به عبارت دیگر ماکزیمم قطر خارجی ابزاری که می تواند در چاه به حرکت درآید معلوم می گردد .

شكل ظاهري دو نمونه از دستگاههاي اندازه گيري قطر داخلي چاه
Caliper Tools



دستگاه اندازه گيري قطر داخلي چاه
Schlumberger & Cop Go Tool

دستگاه اندازه گيري قطر داخلي چاه و
مشخص كننده سوراخهاي بوجود آمده بر
روي جدار فلزي چاه Cop Go Tool

شكل ۱۹

مراقبت از لوله های داخلی چاه از نظر خورندگی مواد اسیدی

Inhibition

لوله های پوششی که در داخل چاه تعبیه می گردند به طور دائم می مانند و قابل تعـویض نیستند . البته می توان آنها را در صورت لزوم به نحوی تعمیر کرد لیکن تعـویض تمـامی آنها غیرممکن است . لذا بایستی حتی المقدور از آنها مواظبت به عمل آید . (هنگامیکـه اسید به چاه زده می شود ، به مدت زیاد در معرض اسید قرار نگیرد و یا از تولید آب همراه با نفت چاههائیکه گاز اسیدی تولید می کنند حتی الامکان اجتناب شود) .

اهمیت نگهداری این لوله ها وقتی که چاه گاز اسیدی تولید می کند صدچندان می شود و به خاطر همین موضوع است که برای تکمیل چنـین چاههـائی کارگذاشـتن لولـه مغـزی (Tubing) یکی از واجبات است ، چرا که لوله مغزی رامی توان توسط دکل حفار تعـویض کرد . اما باز مسئله مواقبت از همین لوله مطرح است .

در چنین مواردی حین تکمیل چاه جداره مجاور لوله مغزی را از مایعی که با مواد ضدزنگ مخلوط است (Corrosion Inhibitor) پر می کنند . پس از تکمیل حتی المقدور سـعی می شود که این مایع تخلیه نگردد و یا در صورت لزوم مجدداً باز برگردد .

جهت مواظبت و جلوگیری از زنگ خوردگی لوله مغزی به دو صورت عمل می شود :

الف : تزریق مداوم مواد ضدزنگ ، در این حالت ایـن مـواد کـه اهـم آنهـا شـامپیون (Champion) و کانتول (Contol) می باشند و توسط پمپ کوچکی که در مجـاورت چـاه تعبیه شده است از طریق لوله جداری به داخل چاه پمپ می شود و آنگـاه همـراه سـیال تولیدی چاه از لوله مغزی خارج می گردد و در مسیر خروج پوششی روی دیواره لولـه بـه وجود می آورد که از تماس مستقیم گاز اسیدی با فلز جلوگیری شود . (فشار پمپ طوری در نظر گرفته می شود که در نقطه ای که با سیال تولیدی تماس پیدا می کنند فقط کمـی بیش از فشار سیال باشد و به طور قطع از فشار مخزن کمتر ، اگـر تولیـد از جـداره لولـه مغزی می باشد ، است مواد از طریق لوله مغزی پمپ می شوند) . حجم مواد تزریقـی بـه مقدار گاز اسیدی ، ظرفیت تولیدی چاه ، قطر لوله ها و همچنـین قـدرت مـاده ضـدزنگ بستگی دارد .

ب - تزریق لحظه ای (Fath Ishibitioc) . در این حالت هر از چند مدت که از تولیـد و بهره برداری از چاه گذشته چاه را بسته و محلول مواد ضدزنگ را از مسیر تولید به داخل آن پمپ می کنند و چند روزی چاه را به همان حال بسته نگاه می دارند . معمـولاً حجـم مواد تزریقی در هر بار معادل ظرفیت داخلی لوله مغزی می باشد .

استفاده‌ازدستگاههائی که‌سرعت‌رنگ‌خوردگی‌رامشخص‌مـی‌کننـد(Corosion Coupon)
روشی است جهت بررسی وضع لوله ها ، همچنین به کمـک دسـتگاههای انـدازه گیـری
قطرداخلـی‌چـاه‌ومـشخص‌کننـده‌عمـق‌سـوراخهای‌روی‌لولـه‌هـا (Caliper Burvey)
می توان از موقعیت آنها کسب اطلاع نمود .
(به قسمت اندازه گیری قطر داخلی چاه مراجعه شود) .

کشتن چاه

Well Killing

اصطلاحاً به چاهی کشته شده یا مرده اتلاق می شود که فشار سرچاه برابر با فشار اتمسفر باشد . چاه ممکن است به عللی مرده باشد (پائین بودن فشارمخزن نفتی ، مشبک نبودن لایه تولیدی و .....) که در اینجا منظورنظر نیست . عمل کشتن چاه Well Killing در موردی صورت میگیرد که جهت انجام هدفی لازم باشد فشار در چاه تحت کنترل باشد که مسلماً فشار اتمسفر راحت ترین فشار تحت کنترل است .
متروک کردن چاه به صورت دائم ، تعویض و یا تعمیر تاج چاه (X – Mas Tree) . در بعضی مواقع بیرون آوردن وسیله ای که در چاه مانده است . قسمتی از مواردی هستند که ایجاب می کند چاه کشته شود . به عبارت ساده تر همانطور که در بالااشاره شد ، کشتن چاه باعث می شود که چاه تحت کنترل باشد .

انجام عمل فوق در حقیقت با ایجاد ممانعت از نفوذ فشار مخزن نفتی به داخل چاه صورت می گیرد . بدیهی است که داشتن اطلاع کافی و دقیق از فشار مخزن جهت انجام امر فوق ازاهم ضروریات است . ساده ترین را ه کشتن چاه ، پمپ کردن سیالی سنگین به داخل آن می باشد (در بعضی موارد از مسدود کننده استفاده می شود) . حتی الامکان بایستی سعی شود که فشار پمپ پائین تر از فشاری باشد که باعث ایجاد ترک و شکاف در سنگ‌مخزن می کند . (درضمن از محدوده فشار قابل تحمل وسائل سرچاه بالاتر نباشد) .

بدین منظور ظرفیت داخلی چاه محاسبه می شود . بالاترین نقطه ای که فشار مخزن از آنجا وارد چاه می گردد در نظرگرفته می شود و آنگاه وزن ستون مایعی که می تواند در همان نقطه فشاری لااقل برابر (معمولاً کمی بیشتر) فشار مخزن ایجاد کند محاسبه می گردد . پس از تهیه سیال لازم (وزن مخصوص آن قبلاً حساب شده است) آنرا به داخل چاه پمپ می کنند . معمولاً ضریب ایمنی در نظر گرفته می شود و وزن سیال را سنگین تر و همچنین حجم آنرا قدری بیشتر مصرف می کنند .
بعضی مواقع (به خصوص چاه گاز) جهت اطمینان بیشتر و طولانی تر شدن مدت کشته ماندن چاه در حین عملیات از مواد ژلاتینی بخصوصی نظیر CMC استفاده می گردد . این مواد به طور موقت خلل و فرج سنگ فوق را مسدود می نمایند و پس از گذشت مدتی خاصیت ژلاتینی خود را از دست می دهند .

چاه اگر فعال بوده (دارای فشار باشد) و به طریق بالا کشته شود ، پس از گذشت مدتی بستگی به فشار چاه و نوع تولیدی آن و سیالی که جهت کشتن به کار رفته دارد) مجدداً فشار اولیه خود را کسب می نماید . برای همین علت است چاههائی که به عللی بایستی متروک گردند . علاوه بر کشتن آنها ، می بایست مسدود شده نیز در داخلشان تعبیه نمود و واضح است که این مسدود کننده درارتفاعی بالاتر از لایه فعال و یاتولیدی چاه جایگزین میگردد . گاه جهت کشتن چاه از مواد دیگری نظیر Mica Flake , Ball Sealer به عنوان مواد کمکی (دسترسی داشتن به تمام لایه ها و کشتن تمامی آنها استفاده می گردد .

مثال : مربوط به کشتن چاه

فشارداخلی چاه در حال سکون و در عمق ۲۸۴۰ متری ۴۱۵۰ پاوندبراینچ مربع است .

فشارسرچاه در حال سکون ۱۲۰۰ پاوندبراینچ مربع

- باتوجه‌به‌اطلاعات‌داده شده‌وشکل‌داخلی‌چاه‌مجهولات زیر محاسبه و معین می گردد .

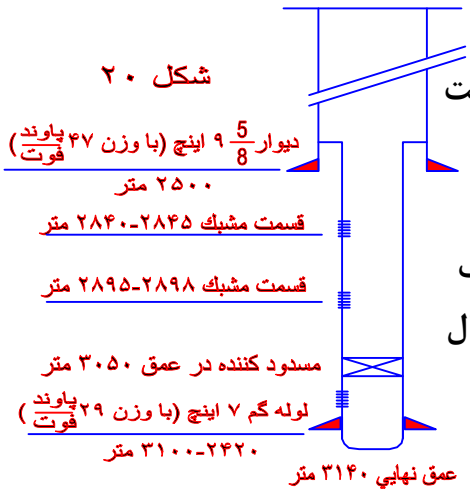
۱- ظرفیت داخلی چاه

۲- وزن سیالی که چاه را به کمک آن می توان کشت

۳- حجم سیال جهت مصرف برای کشتن چاه

۴- حداقل فشار پمپ درسرچاه برای شروع به کار

۵- اگر ضریب فشارسنگ مخزن برای تولید شکا ف ۷۰٪پاوندبراینچ مربع برفوت و تمامی چاه پر از سیال مورد احتیاج در بالا باشد .



مینیمم فشار پمپ که ایجادشکاف در سنگ مخزن می کند چیست ؟

۱- با استفاده از کتابچه اطلاعاتی ها لیبرتون ظرفیت چاه

محاسبه می گردد .

طول لوله ۵/۸ ۹ اینچ کهه در مسیر تولید می باشد با توجه به شکل ۲۴۲۰ متر است و طول لوله ۷ اینچ در مسیر تولید متر ۶۳۰=۲۴۲۰-۳۰۵۰ است .

ظرفیت یک فوت از هرکدام از لوله ا با توجه به وزن آنها از داخل جداول کتابچه مذکور اخراج می گردد که در این حالت برای لوله های ۵/۸ ۹ و ۷ اینچ به ترتیب ۰/۰۷۳۲ و ۰/۰۳۷۱ بشکه بر فوت می باشد . پس

ظرفیت لوله ۹ ۵/۸ اینچ = ۲۴۲۰ متر × ۱ فوت / ۰/۰۷۳۲ بشکه = ۵۸۱/۲ بشکه
۰/۳۰۴۸ متر فوت

ظرفیت لوله ۷ اینچ = ۶۳۰ متر × ۱ فوت / ۰/۰۳۷۱ بشکه = ۷۶/۷ بشکه
۰/۳۰۴۸ متر فوت

ظرفیت (حجم) داخل چاه = ۶۵۷/۹ ≈ ۶۵۸ بشکه

۲- سیالی که مصرف می شود بایستی حداقل فشاری معادل ۴۱۵۰ پاوندبراینچ مربع در عمق ۲۷۴۰ متری ایجاد نماید . ضریب فشار تولیدی این سیال بدین ترتیب چنین خواهد بود .

فوت / پاوندبراینچ مربع ۰/۴۴۵ = ۰/۳۰۴۸ متر × پاوندبراینچ مربع ۴۱۵۰
۱ فوت ۲۸۴۰ متر

ووزن مخصوص سیال چنین می شود :

پاوند ۶۴ = اینچ مربع ۱۴۴ × پاوندبراینچ مربع ۰/۴۴۵
فوت مکعب فوت مربع فوت

با توجه به اینکه وزن مخصوص آب خالص با همین واحد ۶۲/۴ است ، این سیال مختصری از آب سنگین تر خواهد بود . که می تواند مخلوطی از آب و نمک باشد .
در چنین مواردی ضریب ایمنی بایستی درنظر گرفته شود که تا ماکزیمم ۰/۰۵ فشار مورد نظر امری عادی است .
در مورد این مسئله با ۰/۰۴ ضریب ایمنی در مورد فشار ، وزن مخصوص سیال به صورت زیر محاسبه خواهد شد .

ضریب فشار سیال = فوت / پاوندبراینچ مربع ۰/۴۶۳ = ۰/۳۰۴۸ × ۴۱۵۰+۴۱۵۰×۰/۰۴ / ۱ / ۲۸۴۰

وزن مخصوص سیال = (PCF) فوت مکعب / پاوند ۶۶/۷ = ۱۴۴ × ۰/۴۶۳

۳-حجم سیال با توجه به ظرفیت داخلی چاه در نظر گرفته می شود . و می توان آنرا معادل ظرفیت چاه گرفت ، لیکن ضریب ایمنی تا ۱۰٪ نیز اعمال می گردد . در اینجا با در نظر گرفتن ضریب ایمنی ۰/۰۸ حجم سیال چنین خواهد شد .

بشکه ۷۱۰ = ۰/۰۸ × ۶۵۸ + ۶۵۸

معمول است که مقداری تا حدود ۱۰۰ بشکه از سیال علاوه بر مقدار لازم به سرچاه آورده می شود تا در صورت لزوم مورد استفاده قرار گیرد (مقدار اضافی بستگی به شرایط چاه و موقعیت محل و پیش بینی های انجام شده دارد) .

فشار چاه در حال سکون ۱۲۰۰ پاوندبراینچ مربع است و فقط کافی است که فشار پمپ اندکی بیش از ۱۲۰۰ پاوندبراینچ مربع باشد تا بتوان شروع به پمپ نمود (۱۲۵۰ پاوندبراینچ مربع) . این اضافه فشار بستگی دارد به ضریب ایمنی شخصی که مسئول کار است ! لیکن به طور قطع بایستی از مینیمم فشاری که باعث ایجاد شکاف در سنگ مخزن می گردد پائین تر باشد که می توان آنرا نیز حساب نمود .
باتوجه به ضریب فشار سنگ مخزن که۰/۷۰ است فشاری که در عمق ۲۸۴۰ متری می تواند ایجاد شکاف نماید عبارت خواهد بود از :

پاوندبراینچ مربع ۶۵۲۲ = فوت ۱ / متر ۰/۳۰۴۸ × فوت / پاوندبراینچ مربع ۰/۷۰ × متر ۲۸۴۰

حال اگر سیال فوق در داخل چاه باشد در عمق ۲۸۴۰ متری همانطور که محاسبه گردید فشاری معادل فشار مخزن یعنی ۴۱۵۰ پاوندبراینچ مربع ایجاد می نماید . تفاوت این دو فشار عبارت خواهد بود از مینیمم فشاری که پمپ عمل کند تا ایجاد شکاف در مخزن نماید (زمانی که چاه پر از سیال مورد نظر است) .

یعنی : پاوندبراینچ مربع ۲۳۷۲ = ۴۱۵۰-۶۵۲۲

بدین ترتیب مشخص می گردد که در خود مسئله فشار پمپ کردن را بایستی حتی الامکان پائین تر ازمقدار فوق در نظر گرفت بخصوص زمانی که چاه از سیال به کار گرفته شده پرباشد .

نمودارگیری
Logging

تقریباً تمام نفت وگازی که امروزه از مخازن نفتی (یاگاز)استخراج می شوند در شرایط طبیعی خود در خلل و فرج موجود در سنگ مخزن قرار دارند . (شاید روزی پلمه سنگهای نفتی (Oil Shales) و یا ماسه قیر(Tar Sands) نیز از نظر مصرف موجودیت خود را تحمیل نمایند ، لیکن اکنون چندان استفاده ای ندارند) .

بنابراین شناخت سنگ مخزن و کسب اطلاع بیشتر از لایه های تولید کننده در جهت بهسازی و توسعه بهره برداریو افزایش راندمان تولید تأثیر بسیاری خواهد داشت . یکی از روشهای متداول برای جمع آوری اطلاعات لازم و تحقیق راجع به سنگ مخزن ، نمودارگیری (Logging) از داخل چاهها می باشد . این نمودارها به وسیله ابزاری بخصوص که تحت کنترل و توسط سیم رابط به داخل چاه فرستاده می شوند تهیه می گردند . بدیهی است هر یک از نمودارها مصرفی خاص داشته و قسمتی از مجهولات را روشن می نماید . لذا به منظور تجزیه و تحلیل کامل سنگ مخزن و لایه تولیدی و بعضی مشخصات سیال موجود در لایه ، لازم است که نمودارهای مختلف تهیه گردند .

جنسیت سنگ مخزن ، نوع سیال موجود در سنگ ، درصد خلل و فرج میزان تخلخل) نفوذپذیری سنگ مخزن ، دما و فشار لایه های مختلف از جمله اطلاعاتی هستند که توسط نمودارها کسب می گردند .

توضیح راجع به تمامی انواع نمودارها و مصارف هر یک و همچنین انجام محاسبات متفاوت بر روی آنها خود بحث مفصلی است که از حوصله این مجموعه خارج است . (به کتابهای نمودارگیری شرکت شلمبرجر و یا جزوه های مربوط به شرکت اسو در مورد مهندسی بهره برداری مراجعه شود) .

در اینجا فقط اشاره ای به اسم بعضی از نمودارها می گردد و مختصراً موارد استفاده آنها ذکر می شود . آنچه مسلم است طرز استفاده از نمودارها و خواندن ارقام مورد نظر از آنها خود به هیچ صورت در این مختصر ممکن نیست . لازم به یادآوری است که در اکثر مواقع نتایج نهائی را در رابطه با مقایسه دو یا چند نمودار به دست می آورند .

۱- منحنی SP , The Spontaneous Potential Curve

این نمودار معمولاً به همراه نمودار دیگری که اکثراً نمودار مقاومت (Resistivity Log) می باشد تهیه می گردد (با نمودارهای دیگر نظیر نمودارصوتی (Sonic Log) نیز همراه می شود) .

اطلاعات زیر را می توان از آن کسب نمود :

الف : محل لایه های دارای قابلیت نفوذ

ب : محدوده لایه های فوق و رابطه آنها با یکدیگر

ج : مقدار مقاومت آب موجود در سنگ مخزن R_w

د : نشانه هائی از وضع کیفی لایه های پلمه سنگ

این نمودار بر حسب میلی ولت در مقابل عمق (متر) رسم می شود . منحنی رسم شده هر چه در جهت میلی ولت بالاتر(سمت راست) حرکت کند وجود پلمه سنگ (Shale) را محرز میکند و هر چه گاه به طرف حداقل میلی ولت (سمت چپ) حرکت کند دلیل وجود ماسه (Sand) می باشد .

موضوع مهم در مورد این نمودار اینست که بایستی حتماً در حین تهیه آن در داخل چاه سیالی که هادی جریان الکتریسیته می باشد وجودداشته باشد .

۲- نمودار CRL , Conventional Resistivity Logs

به کمک این نمودار مقاومت لایه های سنگ مخزن در مقابل جریان الکتریسیته اندازه گیری می گردد و توسط آن می توان ضخامت لایه ها را اندازه گیری نمود . نمودار روی محور مختصات یا محورهای عمق (متر) و مقاومت (اهم متر) رسم می گردد . به کمک این نمودار ضخامت حقیقی لایه ها که در محاسبه S_w به کار می رود اندازه گیری می شود .

۳- نمودار LL , DLL , The Laterolog & Dual Laterolog

در حقیقت این نمودارها با دقت بیشتری قابلیت هدایت الکتریسیته را در سنگ مخزن و لایه های آن اندازه گیری مینمایند و به همین ترتیب موقعیت سیالهای موجود در لایه ها از نظر قدرت هدایت الکتریسیته مشخص می شود .

به کمک این نمودار ضخامت لایه ها نیز اندازه گیری می گردد . این مجموعه نمودارها از سایر نمودارهای دیگر که مقاومت سنگ مخزن ولایه ها را بررسی می نمایند ، دقت بیشتری دارد .

۴- نمودار Induction Logging

مجموعه این نمودارها مقاومت " R " در مقابل در مقابل الکتریسیته و قابلیت هدایت لایه ها و سنگ مخزن را مشخص می نمایند . بخصوص زمانی مورد استفاده قرار می گیرند که گل حفاری موجود در چاه مخلوطی از مواد نفتی باشد Oil Base Mud .

درحقیقت فایده اصلی آنها نشان دادن ضخامت لایه ها می باشد و به کمک آن و با توجه به مقاومت مخصوص طبقات ، درجه اشباع سنگ مخزن نیز قابل محاسبه می باشد .

۵- نـمـودار Micro Log

جهت مشخص کردن لایه های نفوذپذیر و حتی در شرایط بخصوص اندازه گیری تخلخـل مورد استفاده دارد . مقدار R_{xo} (مقاومت ناحیه اشغال شده بوسیله گل حفاری) نیز قابـل اندازه گیری می شود .

۶- نـمـودار صوتی Sonic Log

این نمودار عبارت است از تغییرات زمان در حرکت یک موج صوتی در یک فوت از سنگ مخزن نسبت به عمق آن سنگ مخزن، واز آن اطلاعات مختلفی را می توان کسب نمود .

ازجمله :

الف : محاسبه درصد تخلخل سنگ مخزن

ب : در ارتباط با سایرنمودارها درجهت یافتن اطلاعات مربوط به لایه های سنگ مخزن

ج : در جهت مشخص کردن جنس لایه ها نیز مورد استفاده دارد .

د : زمان مذکور در بالا در امر لزره نگاری مورد استفاده دارد .

هـ : در مطالعات مربوط به لایه های با فشار زیاد از آن استفاده می شود .

یکی از راههای محاسبه تخلخل (Porosity) با استفاده از نمودار مذکور به قرار زیر است :

$$\phi = \frac{\Delta t_{log} - \Delta t_{ma}}{\Delta t_{f} - \Delta t_{ma}}$$

که در رابطه فوق :

ϕ : تخلخل سنگ مخزن Porosity

$Log^{\Delta t}$: زمان خوانده شده بر روی نموداربرحسب μ Sec / ft

$ma^{\Delta t}$: زمان عبور موج صوتی از داخل مواد موجود در سنگ مخزن

$f^{\Delta t}$: زمان عبورموج ازسیال مجاور با دستگاه که بستگی به سرعت سیال دارد . تقریبـاً برابر با ۱۸۹ μ Sec / ft برای سرعت سیال ۵۳۰۰ Ft / Sec می باشد .

جدول مقدار $\Delta t ma$ نسبت به جنس ماده موجود

جنـــس مـــاده		Sec / ft μ , $\Delta t ma$
سنگ ماسه	(Sand Stone)	۵۵/۵-۵۱
سنگ آهک	(Line Stone)	۴۷/۵
دولومیت	(Dolomits)	۴۳/۵
گچ خشک	(Anhydrite)	۵۰/۰
نمک	(Salt)	۶۷/۰
آهن	(Casing (iron))	۵۷/۰

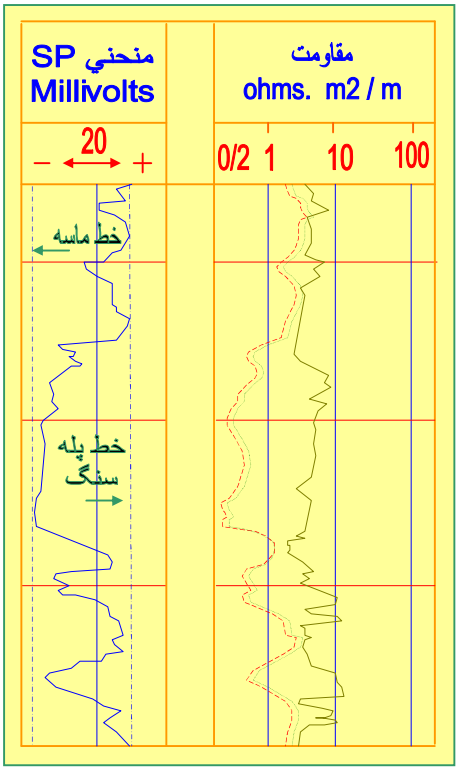
۷- FDL نمودار چگالی سنگ مخزن The Formation Density Log

مورد استفاده مهم آن در محاسبه درجه تخلخل است ، لیکن درشناخت‌نوع سنگ مخزن ، بررسی محل گاز چگالی هیدروکربن ها ، ووجودپلمه سنگ در لایه ها و نیز پاره ای مـوارد دیگر مورد استفاده دارد .

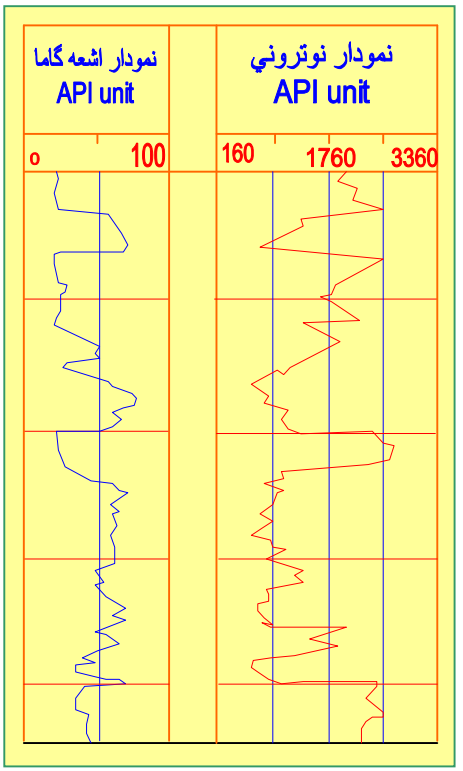
۸-نمـودار نوتـرونی (CNL) The Neutron Log

این نمودار نیز مثل اکثر نمودارهای مذکور در بالا در جهت یافتن و محاسبه تخلخل مورد استفاده دارد . موضوع مهم در مورد آن اینست که حساسیت زیادی به هیـدروژن دارد ، لذا فضای خالی داخل سنگ مخزن را که پر از آب و نفت باشد به خوبی مشخص میکنـد بخصوص در شناخت محل وجود نفت در لایه مورد استفاده دارد . در رابطه با این نمودار استفاده از نمودارهای چگالی وصوتی در بیشتر مواد الزامی است .

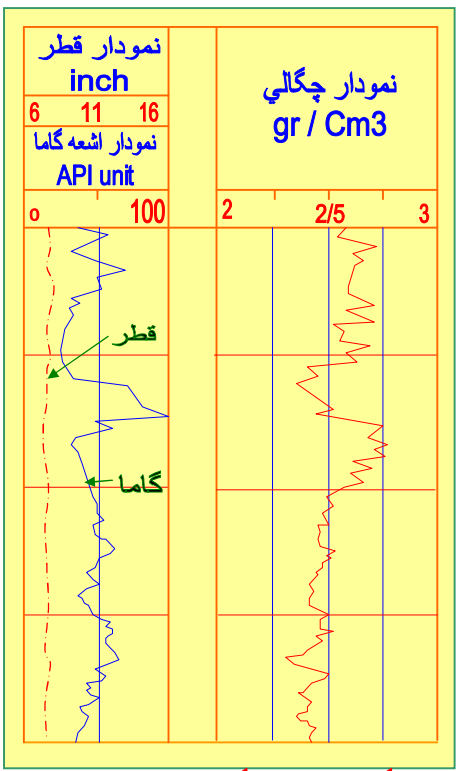
نمونه اي از شكل ظاهري بعضي از نمودارها



نمودارهاي SP و DLL در لايه ماسه اي



نمودارهاي نوتروني واشعه گاما
(GNT neutron)



نمودارهاي چگالي ، اشعه گاما و قطر داخلي چاه
(FDC , ϒ- RAY , Calliper)

شكل ٢١

۹- نمـودار اشعـه گـامـا The Gamma Ray - Log

اکثراً دریافتن محل وجود پلمه سنگ (Shale) در مورد استفاده دارد . لـیکن در جهـت یافتن وجود مواد رادیواکتیو در سنگ مخزن نیز بکار می رود کـه در حقیقـت خاصـیت اصلی آن نیز همین موضوع است . به همین علت نیز می توان از آن دریافتن محل زغال سنگ درلایه ها نیز استفاده برد . این نمودار رامی توان در چاههای دارای لولـه جـداری نیز تهیه کرد (در خین تعمیر چاه مورد استفاده دارد).

۱۰- نمودار Thermal Decay Time Log , TDT

مورد استفاده اصلی این نمودار در یافتن محـل تمـاس آب و نفـت اسـت . در حقیقـت حساسیت دستگاه تهیه کننده این نمودار در وجود کلر است . که بـدیهی اسـت در آب موجود در لایه ها به صورت مختلف ، (کلرورسدیم ، کلرورمنیزیم و ....) یافت می شود . نمودار با توجه به زمان اضمحلال نوترونهای حرارتی در داخل سنگ مخزن سطح تمـاس آب و نفت را اندازه گیری می کند .

در محاسبات مربوط به سطح تماس آب لازم است موقعیت این نمودار با نمودارهای دیگر نظیر (CNC , Gamma Ray) مقایسه گردد . با توجه به حساسیت آن در مقابل کلر ، اگر مقدار کلر کم باشد و بخصوص تخلخل کمتر از ۱۵٪ باشد می بایست که در جوابهای ایـن نمودار شک کرد .

۱۱- نمـودار تولیـد داخلـی چـاه The Production Logging

این نمودار درحقیقت با توجه به نتایج نمودارهای دیگری که جزء مجموعه آن می باشـد تهیه می گردد . در مشخص کردن محل تولیدی چاه ، درصد تولید لایه ها و محل تولیـد گاز و آب همراه نفت مورد استفاده دارد . شرح مفصل تری از نحوه تهیـه ایـن نمـودار و موارد استفاده آن در بخش دیگری از این مجموعه مندرج است .

۱۲- نمـودار سیمـان بنـدی VDL & CBL Cement Bond Log

می دانیم که پس از جایگزین کردن لوله های پوششی و لوله گم (Liner and Casing) در داخل چاه ، به پشت آنها سیمان پمپ می شود . این سیمان عمدتاً در رابطه بـا قطـع ارتباط لایه های حفاری شده و همچنین استحکام بخشیدن به ایستادگی لوله های فلزی پمپ می گردد . موقعیت این سیمان بندی بسیار مهم است زیرا بد بودن وضع آن باعـث ارتباط لایه ها از پشت دیواره فلزی چاه می شود . (اکثراً به خاطر وجود شیار و ترک و یا کم بودن و همگن نبودن سیمان ، آب و یا گاز تحت شرایطی به داخل لایه تولیدی نـشت

می نماید) . بررسی وضع سیمان از این لحاظ به کمک این نمودار انجام می گیرد . و لذا خوب و یا بد بودن وضع آن مشخص می گردد تا در رابطه با عملیات بهره برداری منظـور نظر واقع گردد .

تـذکـر :

به طور کل زمانی که وسیله ای توسط سیم به داخل چـاهی کـه در حـال جریـان اسـت فرستاده می شود احتیاط بخصوصی لازم است . بایستی نسبت به قطر داخلی چاه و قطر خارجی آن وسیله ، دبی چاه را کنترل کرد . به عبـارت دیگـر در هـر دبـی نمـی تـوان دستگاهی را به داخل چاه فرستاد . در این حالت اگر دبی در محدوده مناسب خود تنظیم نشده باشد ، (درصورت زیاد بودن نسبت به شرایط موجود) ممکن است کـه وسـیله را نتوان به راحتی به داخل چاه فرستاد (به خاطر سرعت حرکت سیال) و یا احتمال پرتـاب وسیله‌نیزمی‌باشد . این‌دبی قابل محاسبه نیز می باشد . لیکن برای عبوردادن وسیله ای با قطر خارجی ۱۱/۱۶ ۱ اینچ در چاه با قطر داخلی ۵/۸ ۹ ، ۷ و ۵ اینچ حـدوداً مـاکزیمم دبی ممکن ترتیب حدود ۴۸ ، ۳۰ و ۱۶ هزار بشکه در روز است .

نکته :

به طور کل برای فرستادن ابزار به داخل چاه ، محفظه بخصوصی به نام (Lubricator) که مشتمل بر لوله مخصوصی می باشد به قسمت فوقانی سرچاه وصل می گـردد . ابـزار در داخل آن قرار می گیرند و سیم متصل به ابـزار از بـالای آن و از مقـر بخـصوصی خـارج می گردد (Staffing Box) و سپس موتور محرک که در محلی مجاور چاه قرار می گیـرد متصل می شود . این لوله در حقیقت برای کنترل عملیات از هر لحاظ مورداستفاده دارد . لازم به تذکر است که برای اطمینان بیشتر در محلی که لوله به چاه متصل می شود یـک شیر جلوگیری کننده از فوران چاه (BOP) نیز تعبیه می گردد .

مجموعه نمودارهای تولیدی

Continuous Production Logging
Production Combination Tools (PCT)

توسط این مجموعه نمودارها در حقیقت نوع سیال تولیدی دمای داخل چاه ، محل لایه های تولید کننده و مقدار تولید آنها و همچنین اطلاعاتی از وضع داخلی چاه نیز کسب می شود . جهت تهیه هر نمودار ابزار بخصوصی نیز به کار می رود که این ابزار جملگی با یکدیگر متصل شده و به صورت یک مجموعه در می آیند وسپس این مجموعه ابزار توسط سیم و تحت کنترل به داخل چاه فرستاده می شوند . چون جملگی این نمودارها در حقیقت وضع تولیدی چاه را در داخل خود چاه مشخص می کنند ، بنابراین راحت تر است که به صورت مجموعه باشند . به علاوه زمانی که جهت تهیه تمامی نمودارها به کار می رود به مراتب حیلی کمتر از وقتی خواهد بود که خواهیم هر کدام از نمودارهای مجموعه را طی عملیات جداگانه ای تهیه نمائیم . گذشته از موضوعات فوق ، می توان در حین داشتن دستگاه در چاه ، دبی چاه را تغییر داد و نمودارها را در دبی های متفاوت تهیه نمود (حتی چاه را می توان بست که در این حالت دبی برابر با صفر است) .
ابزار این مجموعه که تهیه نمودارهای مختلف را باعث می شوند عبارتند از :
دبی سنج Flow Meter ، چگالی سنج Gradiomanemeter ، دماسنج Thermometer فشارسنج Manometer ، قطرسنج Caliper . به علاوه مجموعه فوق همیشه به همراه ابزار مشخص کننده محل اتصال لوله های جداری چاه (Collar Locator) نیز می باشد .
لازم به یادآوری است که تهیه نمودار فشار به دلخواه صورت می گیرد . بدان معنی که اگر لازم باشد دقیق داخل چاه اندازه گیری گردد می توان دستگاه فشارسنج داخلی چاه (امرادا Amerada و یا M . Q . Gauge به قسمت اندازه گیری فشار داخلی چاه مراجعه شود) . را نیز به مجموعه فوق وصل نموده و به داخل چاه فرستاد .
نمودارهای تهیه شده توسط ابزار مذکور در بالا همگی نسبت به عمق چاه ترسیم می گردند . به طور مثال دماسنج تغییرات درجه حرارت رانسبت به عمق چاه مشخص می کندویافشارسنج تغییرات فشارداخلی چاه را برحسب تغییرات عمق نشان می دهد .

۱- بعضی از موارد استفاده این مجموعه نمودار:

الف : در چاههائیکه از لایه های (عمق های) مختلف تولید می کنند ، محل تولید و درصد تولید هر لایه نیز بررسی و محاسبه می گردد .

ب : پیش و قبل از اسید زدن به چاه و در جهت بررسی اینکه کدامیک از لایه ها فعال تر شده اند و یا اصولاً آیا همگی لایه ها تولید می نمایند یا به عللی مسدود هستند .

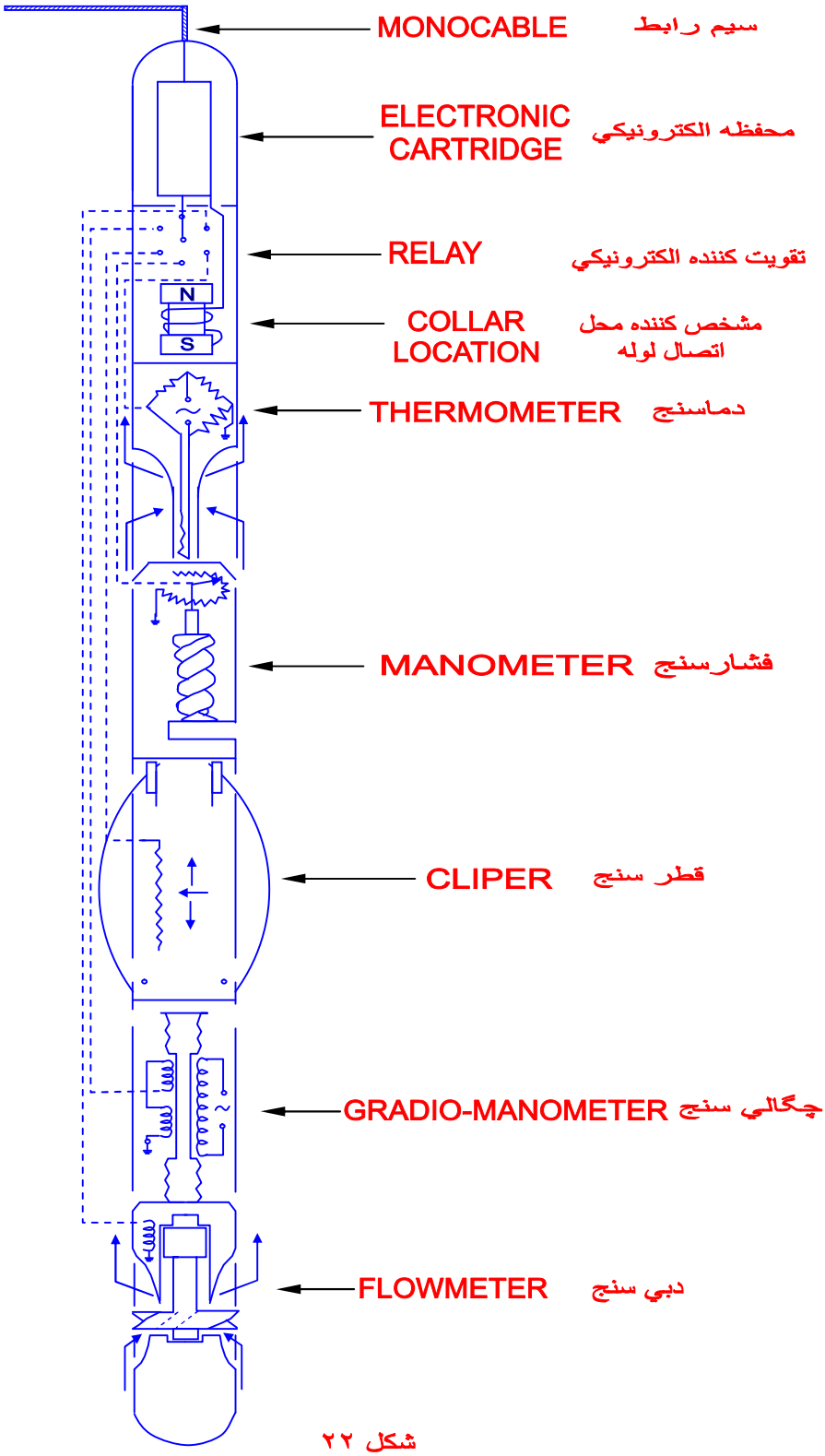
ج : درمورد چاههای تزریقی به منظور مشخص کردن نحوه تزریق به لایه ها میز به کارمی روند .

د : در مواقعی که چاه تولید آب و یا گاز ناخواسته می نماید ، در جهت یافتن و یا مشخص کردن محل تولید آنها مورد استفاده دارد .

هـ : به‌منظوربررسی‌قدرت‌تولیدی‌چاه‌بادرنظرگرفتن‌فشارداخلی‌چاه‌نیزاستفاده‌می‌گردند .

PRODUCTION COMBINATION TOOL (PCT)

دستگاه نمودار برداري از نحوه توليد چاه



شكل ٢٢

و : جهت بررسی جریان سیالات مختلف در پشت جدارهای داخلی چاه (به طور مثال حرکت آب در پشت لایه ها را بخصوص به کمک نمودار درجه حرارت) به کار می روند .

ز : نمودار حرارتی چاه توسط دماسنج تهیه می گردد .

ح : تحقیق د رمورد ارتباط لایه ها از داخل چاه (Cross) نیز به کمک این نمودار که در دبی صفر (چاه بسته) تهیه شده اند انجام می گیرد .

ط : نمودار چگالی داخلی چاه نسبت به عمق نیز تهیه می گردد Gradiomanometer که در بعضی محاسبات مربوط به چاه مورد استفاده دارد. در اصل اختلاف فشار اندازه گیری می گردد .

ی : سطح تماس گاز ونفت و نفت و آب نیز قابل بررسی می گردد .

ک : قطر داخلی چاه بخصوص در محل بدون پوشش (Open Hole) نیز توسط قطرسنج اندازه گیری می شود .

ل : دبی داخل چاه نیز اندازه گیری می گردد که بدیهی است می توان به کمک آن دبی تولیدی چاه را با درنظر گرفتن مقدار گاز همراه نفت محاسبه نمود .

۲- توضیح مختصری راجع به ابزار مصرفی

الف - دبی سنج Flowmeter

عمل اصلی این وسیله در حقیقت توسط یک پروانه (Spinner) که حول یک محور می چرخد صورت می گیرد . محل قرار گرفتن این پروانه به طریقی است که در مسیر حرکت دستگاه و نسبت به سرعت آن ، سرعت حرکت سیال را در هر دو جهت (بالا و پائین) اندازه گیری نمود . این پروانه یا به معنی دیگر این وسیله در اندازه های مختلف موجود است . تغییرات سرعت دوران پروانه توسط عامل الکتریکی به سطح زمین منتقل و به صورت نمودار ضبط می گردد .

محدودیتی که در این دستگاه موجود است ، اینست که دبی خیلی کم را نمی تواند اندازه گیری کند و به عبارت دیگر هرگاه دوران آن از ۵ دور در ثانیه کمتر باشد دقت عمل آن کاسته می شود .

(برای دبی های کم و حتی یافتن نشت درداخل چاه از وسیله دیگری که توسط مجرابند (Packer) در داخل چاه قرار می گیرد استفاده می شود . طرز عمل آن تقریباً مشابه همین نوع دبی سنج است با این تفاوت که تمامی جریان به ناچار از مجرای کوچکی که پروانه مذکور در آن قرار دارد حرکت می کند و در نتیجه روی دوران پروانه مؤثر ترخواهدبود. اسم این دستگاه (Packer Flowmeteer) می‌باشد) .

لازم به تذکر است که بهترین حالت استفاده از این دستگاه وقتی است که یک فاز سیال موجود باشد مانند آب و یا نفت و یا گاز بتنهائی و بدیهی است که این صورت ایده آل می باشد .

نموداری که به کمک این وسیله تهیه می گردد ، تغییرات دورانی پروانه مذکور را بر حسب دوران در ثانیه RPS نسبت به عمق نشان می دهد . می توان از این دستگاه جدا از مجموعه فوق استفاده نمود .

ب - دماسنج Thermometer

عامل اصلی خواندن دما در این دستگاه عبارت است از یک قیلامان فلزی (Metalic Filament) که مقاومت آن در اثر تغییر دما ، متفاوت می شود . در حقیقت این قیلامان یک بازوی مدار الکتریکی است که در نتیجه فرکانس یک اسیلاتور (Ocillator) را تغییر بازوی می دهد و در نمودار تولیدشده ، تغییرات فوق بر جسب تغییرات دما مدرج گردیده اند . نمودار تهیه شده تغییرات دما را نسبت به عمق نشان می دهد . یکی از مهمترین استفاده های این دستگاه در جهت

یافتن محل ورود گاز از مخزن به داخل چاه نفتی می باشد که به صورت سردشدن ناگهانی روی نمودار ظاهر می گردد .

دستگاه در درجه حرارت بین ۱۷۵ و صفر درجه سانتیگراد با دقت ۳ ± درجه کار می کند و معمولاً با قطر خارجی ۱۱/۱۶ ۱ و تحمل فشار تا ۱۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع(۱۵۰۰۰ psi) موجود است . می توان به طور جداگانه (خارج از سری مجموعه مذکور در بالا) و به جهت بررسی های مختلف وضع داخل چاه آنرا به کار برد .

ج - چگالی سنج Gradiomanometer

این دستگاه به طریقی طراحی گردیده است که تغییرات شیب فشار را در داخل چاه اندازه گیری می کند . این عمل با اندازه گیری فشار در دو نقطه مختلف (تعبیه شده در دستگاه) انجام می گیرد . لذا توسط آن می توان به نوع سیال موجود در چاه پی برد . در حقیقت فشار در هر نقطه نسبت به وزن سیال اندازه گیری میگردد (در مورد آب خواهیم داشت $\frac{d}{D}=1$ گرم بر سانتیمتر مربع برسانتیمتریا ۰/۴۳۳ پاوندبراینچ مربع برفوت). حساسیتدستگاه تا ۲٪ ± است . (۰/۰۳ ^{2} gr / cm)

عمل اندازه گیری فشارتوسط (Bellows) انجام می گیرد .

د - قطرسنج Caliper

در این دستگاه بازوهای مخصوصی حول محور ثابتی وجود دارند . بازوها توسط فنرهائی که به آنها وصل هستند نسبت به تغییرات قطر چاه بازتروجمع تر می گردند همیشه به جداره چاه چسبیده اند) . این تغییرات باعث تغییر مقاومت یک مدار الکتریکی می گردد که سپس در روی نمودار به صورت تغییرات قطر نسبت به عمق چاه مدرج می شود . بدیهی است مورد استفاده بیشتر این دستگاه درداخل قسمت بدون پوشش چاه (Open Hole) و جهت مشخص کردن قطر آن می باشد .

۳- نحوه بررسی و ومحاسبات بر روی نمودارها

محاسبات اصلی به کمک نمودار مربوط به دبی سنج می باشد . لیکن در بررسی آن لازم است که به تغییرات دیگر نمودارها نیز توجه نمود و آنها را مطابقت داد . به طور مثال اگر بر روی نمودار دبی تغییراتی موجود است (اضافه و یا کم شدن دوران پروانه در ثانیه)

بایستی جهت مقایسه در همان عمق تغییرات دما را نیز مشخص کـرده و مطابقـت داد . زیرا اگر این تغییرات به علت تولید لایه های بوده است ، در همانجا نیـز بـر روی نمـودار درجه حرارت بایستی تغییراتی ضبط گردیده باشد . همینطور نیز اگر چاه دارای قـسمت بدون پوشش (Open Hole) نیز می باشد ، بایستی به تغییرات قطـر نیـز مطابقـت داده شود . (دیواره فلزی چاه بایستی قطر ثابتی داشته باشـد مگـر اینکـه تغییراتـی در آن پیش بینی شده باشد) .

حال با توجه به تغییرات موجود در نمودارها و مطابقت دادن آنها ، محلهائیکه (لایـه هـا) دارای تولید بوده اند مشخص می گردند . همانطور که گفته شد تغییرات سـرعت دوران پروانه (Spinner) مشخص کننده میزان دبی خواهد بود .

ساده ترین راه برای مشخص کردن درصد تولیدی لایه ها اینست که بر روی نمودار دبی ، کمترین میزان سرعت دوران پروانه رامعلوم کرده و آنرا به صورت خط مبنای دبـی صـفر فرض نمود . (به مثال مراجعه شود) و به همین ترتیب بالاترین سرعت دوران پروانه را به صورت خط مبنای صددرصد دبی منظور نموده ، و آنگاه این دو خط ثالثی بـه هـم وصـل نمائیم (خطوط مبنا به موازات محور عمق خواهند بود و خط سوم کافی است که دو خـط مبنا را برروی صفحه قطع نماید) . حال خط سوم را به‌صددرجه مساوی تقسیم می کنیم . اینک تغییرات روی نمودار دبی را با خطوط موازی با مبنا بـر روی ایـن خـط آورده و در نتیجه‌درصدتولیدی‌هرلایه‌که‌باعث بروزآن‌تغییرات بوده‌است‌ازروی‌این‌خط‌خوانده‌می‌شود .

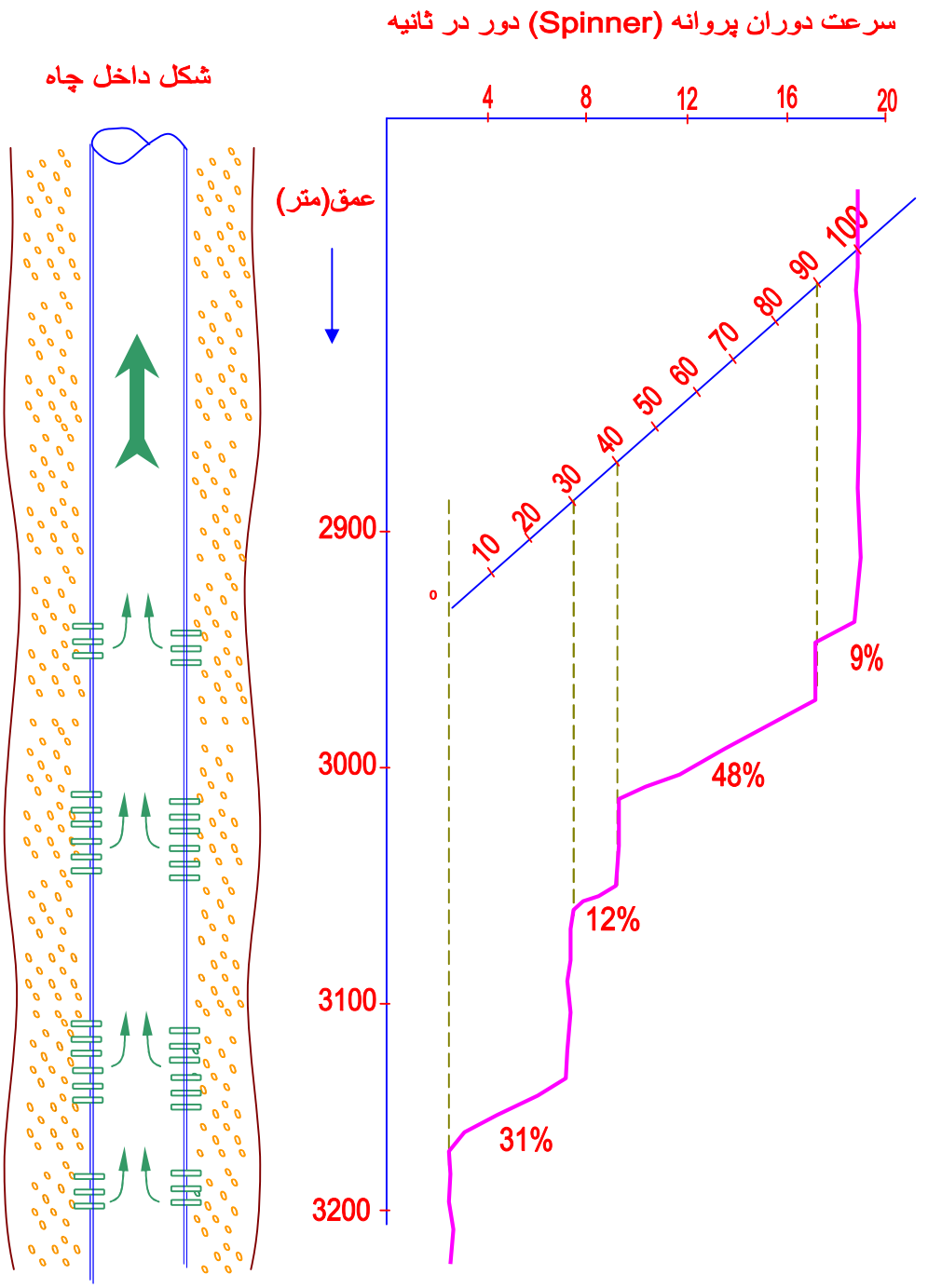
<u>طـریقـه عملـی محـاسبـه بـه قـرار زیـر اسـت :</u>

در اینجا لازم به تذکر است که جهت انجام این محاسبات می بایست که دبی سـنج را در چند سرعت متفاوت (بهتر است در ۵ سرعت باشد) درچاه به حرکت درآورده باشـیم تـا جهت بررسی اطلاعات دقیق تری در دست باشد . این عمل در محلی از چاه که جمع کل تولید نیز در جریان است انجام می گیرد (همـین عمـل زمـانی کـه چـاه بـسته اسـت می بایست انجام گیرد زیرا اطلاعات به دست آمده از سرعت دوران پروانه در محاسـبات به کار می رود) .

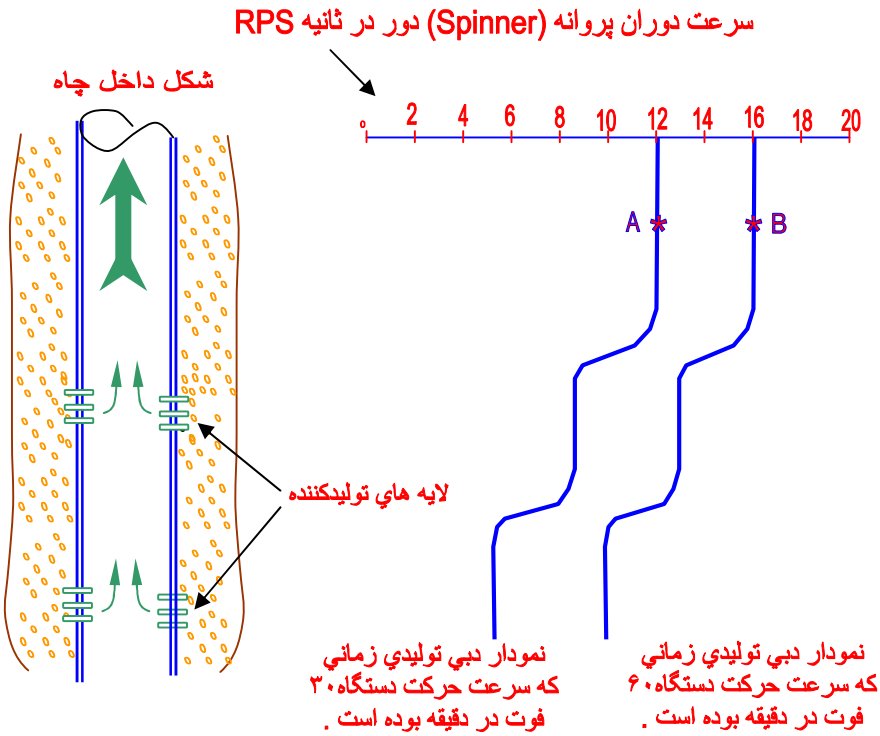
با توجه به تذکر فوق ، در قسمتی که کل تولید چاه در جریان است و قطـر داخلـی چـاه تقریباً ثابت است بر روی نمودار دبی که در سرعت های مختلف تهیه شده نقاطی در نظر می گیریم . سرعت سیم (سرعت حرکت دستگاه در داخل چاه) و سرعت دوران پروانه را از روی نمودار در همان نقاط می خوانیم . این نقاط را عیناً بر روی محور مختصات منتقل می کنیم (محور Y سرعت سیم و محور X سرعت دوران پروانه اسـت) مطـابق شـکل

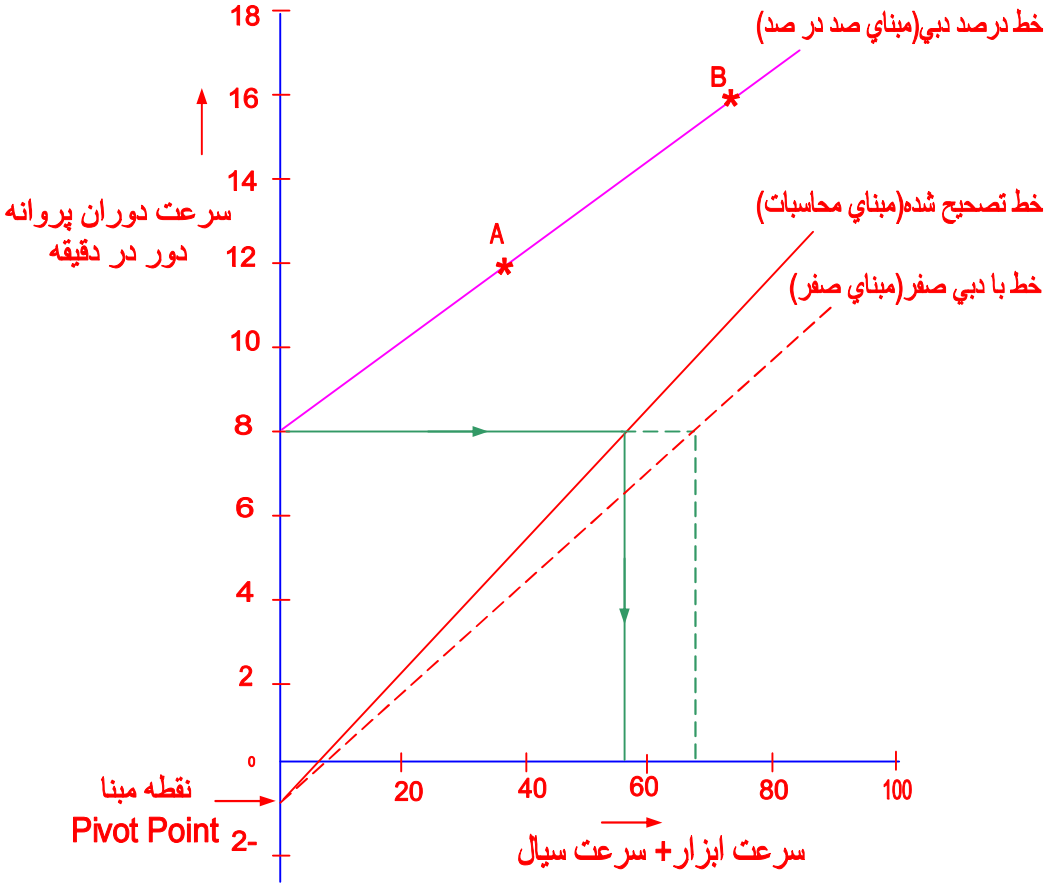
شماره (۲۴) از این نقاط خطی عبور می دهیم . این خط به عنوان خط صددرصد جریان در نظر گرفته خواهد شد .

روش ساده مشخص کردن درصد تولید لایه ها از روي نمودار دبي



شکل ۲۳


سرعت دوران پروانه (Spinner) دور در ثانیه RPS
شکل داخل چاه
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20
A
B
لایه هاي توليدكننده
نمودار دبي توليدي زماني
كه سرعت حركت دستگاه ۶۰
فوت در دقيقه بوده است .
نمودار دبي توليدي زماني
كه سرعت حركت دستگاه ۳۰
فوت در دقيقه بوده است .


خط درصد دبي(مبناي صد در صد)
خط تصحيح شده(مبناي محاسبات)
خط با دبي صفر(مبناي صفر)
سرعت دوران پروانه
دور در دقيقه
18 16 14 12 10 8 6 4 2 0 2-
A
B
20 40 60 80 100
نقطه مبنا
Pivot Point
سرعت ابزار+ سرعت سيال

شکل ۲۴

حال خط دبی صفر را بایستی بکشیم . اگر همانطور که در بالا اشاره شد سرعت دوران پروانه نسبت به سرعت حرکت دستگاه را در دبی صفر (زمانی که چاه بسته است) داشته باشیم . عیناً به همان صورت نقاطی از روی نمودار در سرعتهای متفاوت خوانده و بر روی محور مختصات مذکور منتقل می کنیم . خطی که این نقاط اخیر را به هم وصل می کند خط دبی صفر خواهد بود . (در صورت نداشتن نمودار این حالت از نقطه ای بر روی محور X (سرعت دوران پروانه) با مقدار ۱- تا ۱/۵- دور در ثانیه به نام نقطه مبنا یا (Pivot Point) خطی به موازات خط صددرصد رسم می کنیم و آنرا به عنوان خط دبی صفر به کار می بریم . اعداد ۱- و ۱/۵- با توجه به درجه روان بودن سیال (Viscosity) در نظر گرفته می شود که در محدوده ۰/۲ تا ۶ (Centi Poise) فرض شده است) .

درجریان متلاطم (Turbulent) سرعت حقیقی حرکت سیال از داخل دستگاه در حدود ۲۰٪ بالاتر از مقدار $\bar{V} = \frac{d}{A}$ می باشد . (q = دبی ، A = سطح مقطع و V= سرعت سیال)

لذا بایستی شیب خط با دبی صفر تصحیح گردد . با توجه به مطالب فوق و محاسبات علمی و عملی که صورت پذیرفته است ، شیب خط با دبی صفر به میزان ۱/۲ برابر تغییر داده م یشود (بدیهی است نقطه مبنا ثابت خواهد بود) . این خط جدید که در حقیقت تصحیح شده نیز می باشد در جهت انجام محاسبات بعدی مورد استفاده خواهد بود .

اینک هر تغییری که در سرعت دوران پروانه بر روی نمودار ضبط شده است بر روی محور X برده شده و خطی به موزات محور Y از آن رسم می کنیم تا خط تصحیح شده را قطع کند . مقدار Y این نقطه تقاطع در حقیقت سرعت سیال را در آن شرایط نشان می دهد .

حال اگر سطح مقطع را در همان محدوده تغییرات دوران پروانه به کمک نمودار قطر داخلی چاه مشخص کنیم به سادگی خواهیم داشت :

$$q = \bar{V} A$$

و از آنجا مقدار دبی معلوم میگردد . این عمل اگر بر روی کلیه تغییرات نمودار دبی انجام گیرد ، در نتیجه دبی لایه های مختلف چاه و در نهایت دبی کلی چاه و درصد تولید لایه ها نیز قابل محاسبه خواهد بود .

با توجه به شکل شماره ۲۴ و دقت در مثال زیر مسئله به کلی روشن خواهد شد .

مثال :

در آزمایشاتی که بر روی نفت تولیدی چاه شماره ۳ مارون در سال ۱۹۷۶ به عمل آمد ، مشخص گردید که نسبت گاز به نفت تولیدی چاه خیلی زیاد و خارج‌ازمیزان عادی است . لذا تصمیم گرفته شد که با تهیه نمودارهای تولیدی چاه محل تولید گاز اضافی در چاه

مشخص شود تا بتوان در رفع اشکال اقدام نمود . لذا در تاریخ ۷۶/۲/۲۵ در حالیکه چاه تولیدی معادل ۲۲ هزار بشکه در روز داشت نمودار تولیدی آن تهیه گردید .
شکل ۲۶ نمودارهای تهیه شده را نشان می دهد . با محاسباتی کـه بـر روی اطلاعـات کسب شده از نمودارها به عمل آمد وجود لایه های تولید کننده گاز تثبیت و مقدار تولید گاز آنها نیز محاسبه گردید . در نهایت تصمیم گرفته شد که چاه تحت تعمیر قرار گیـرد تا از تولید گاز بیش از حد جلوگیری به عمل آید .

طبق روشی که در بالا مذکور است ، شکلهای شماره ۲۵ و ۲۷ تهیه گردیدند و جـداول زیر نتیجه محاسبات را نشان می دهند .

جدول –۶

عمق متر	سرعت ابزار متردردقیقه	دوران پروانه دوردرثانیه	سرعت‌سیال متردر دقیقه	قطرچاه اینچ	دبی سیال درداخل چاه هزاربشکه درروز
۳۰۰۰	۶۵	↑ ۱۷ * ↓ ۳۴	۱۷۷	۶	۲۹/۲
۳۰۶۰	۶۵	↑ ۱۱/۷ ↓ ۲۷/۵	۱۳۶	۵/۸	۲۰/۹
۳۱۴۰	۶۳	↑ ۷/۵ ↓ ۲۳	۱۰۷	۵/۶	۱۵/۲۴
۳۱۸۰	۵۸	↑ - ۱ ↓ ۱۳/۵	۴۵	۵/۷	۶/۸۷
۳۲۲۵	۶۳	↑ -۷/۵ ↓ ۸/۲	۱۲	۵/۴	۱/۶

علامت ↑ تا ↓ جهت نمودار‌برداری را مشخص می کند . که آیا در حین بالا آمدن و یـا در موقع پائین رفتن آن در چاه نمودار تهیه گردیده است .

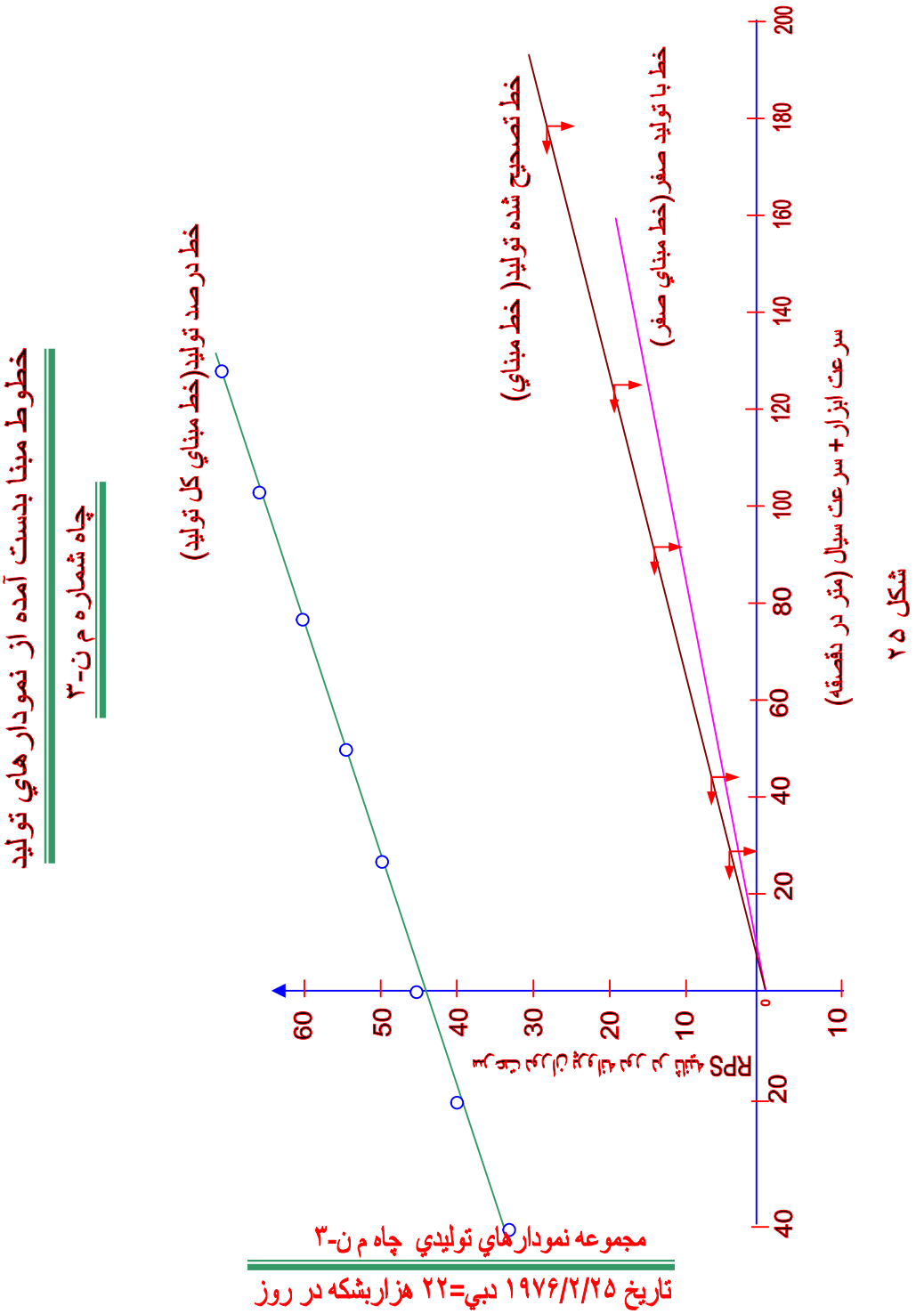
جدول –۷

عمق‌لایه (متر)	۲۹۷۰-۲۹۸۵	۳۰۲۰-۳۰۵۵	۳۱۰۰-۳۱۰۵	۳۱۷۰-۳۲۰۵	۳۲۵۰-۳۲۶۰
کل تولید MBD (در چاه)	۲۱	۸	۶	۱۳/۴	۱/۶
درصدکل تولیدازلایه ها ٪	۴۲	۱۶	۱۲	۲۷	۳
میزان تولیدگازازلایهMBD	۴/۵	۱/۸	۱/۲	۰/۹	۰
میزان تولیدنفت ازلایه MBD	۱۶/۵	۶/۲	۴/۸	۱۲/۵	۱/۶
درصدتولیدنفت ازلایه ها	۳۳	۱۲/۴	۹/۶	۲۵/۱	۱/۶
درصدتولیدگازازلایه ها	۹	۳/۶	۲/۴	۱/۹	۰
درصدتولیدگازازکل تولیدلایه	۲۱/۴	۲۲/۵	۲۰	۶/۷	۰

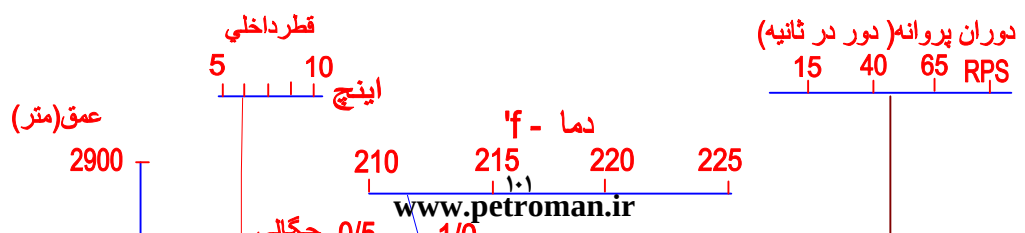
تولید چاه از قسمت حفاری شده بدون پوشش بود (Open Hole) . نمودارها و محاسبات نشان دادند از کل قسمت باز چاه برای تولید فقط فواصل ذکر شده در جدول فوق تولیـد

PETROMAN

کننده بودند . در ضمن لایه های فوقانی (ازهمین قسمتهای تولید کننده) تولیدگاز می نمایند . پس از بررسی و تجزیه تحلیل اطلاعات کسب شده تصمیم گرفته شد که دیواره بدون پوشش چاه توسط لوله گم (Liner) پوشانده شود و سپس قسمتهائی را که تولید نفت می نمایند از طریق شبکه هائی که روی لوله به وجود آورده می شود (Perforation) برای بهره برداری آماده نمود .



شکل ۲۵



www.petroman.ir

چاه شماره م ن-۳

نمودار تولید لایه ها در دبي۲۲ هزار بشکه در روز(۷۶/۲/۲۵)

www.petroman.ir

تعبیه کردن مسدودکننده در داخل چاه

Plug Setting

یکی از اعمالی که روی چاهها صورت می گیرد ، مسدود کردن قسمتی و یا تمامی لایه تولیدی چاه می باشد . این امربادر نظر گرفتن وضع چاه وجهت انجام هدفهای بخصوص

عملی می گردد . عمل مسدود کردن لایه تولیدی ممکن است به صورت موقت و یا به طوردائم انجام گیردکه بدیهی است بستگی‌به برنامه‌ریزی‌مربوط به عملیات روی چاه دارد . مسدود کننده ها توسط سیم و تحت کنترل به داخل چاه فرستاده می شوند و سپس در عمق مورد نظر و با روش خاصی تعبیه می گردند . به طور کلی عملی که توسط این مسدود کننده ها پس از تعبیه نمودن صورت می گیرد عبارتست از قطع ارتباط قسمتی از چاه که در زیر آن قرار گرفته با قسمت دیگر که در بالای آن وجود دارد . این بدان معنی است که اگر مسدود کننده عمل خود را به نحو احسن انجام دهد ، هیچگونه جریانی از آن عبور نخواهد کرد و دو طرف آن ، دو قسمت مجزا از هم خواهند شد .

۱- دلایل نصب مسدود کننده

بعضی از اهدافی که نیل بدانها ، کارگذاشتن مسدود کننده را ایجاب می کند عباتند از:

الف : قطع ارتباط لایه ای که تولید آب می نماید. به عبارت دیگر جلوگیری از تولید آب .

ب : در صورتیکه چاه در دو لایه (با دو نمونه نفت مختلف) تکمیل شده باشد ، جهت جلوگیری از تولید لایه زیرین مسدودکننده تعبیه می گردد . به طورمثال در چاهی که تا سازند بنگستان حفاری گردیده است لیکن هدف ، تولید از سازند آسماری است ، در بالای سازند بنگستان مسدودکننده نصب می گردد .

ج : در حین حفاری چاه اتفاق می افتد که اشکالی بروز کند که نتوان آن را رفع نمود و ادامه حفاری ممکن نشود . در صورت داشتن لایه تولیدی در بالای محل اشکال ، از آن قسمت توسط مسدود کننده قطع ارتباط می گردد و از لایه تولیدی که در بالا موجود است بهره برداری می گردد .

د : نصب مسدودکننده در چاههای دو تکمیلی (Dual Completion) به دفعات صورت می گیرد . بدیهی است اینگونه چاهها دارای لوله مغزی (Tubing) می باشند ، که یکی از لایه ها از داخل آن ودیگری از جداره مجاور آن تولید می کند . (لایه ای که از داخل لوله مغزی تولید می کند ، از نظر عمق پائین تر از لایه ای است که جداره مورد بهره برداری است) . حال اگر قرار باشد که لایه جداری مورد بررسی قرار گیرد به طور مثال فشار داخلی چاه در عمقی که از این لایه بهره برداری می شود اندازه گیری گردد ، لازم است که جهت جریان آنرا به لوله مغزی برگرداند . (این عمل توسط دریچه ای بخصوص انجام می گیرد که در طول لوله مغزی در محل مناسب تعبیه شده است . در

حقیقت شیراتصالی است که در داخل چاه ارتباط بین جداره و داخل لوله مغـزی را بـا بازوبسته شدن ، برقرار و یا قطع می کند .(Sliding Sleeve)
عمل بازوبسته کردن این دریچه توسط ابزاری که بوسیله سیم و از داخل لوله مغزی بـه داخل چاه فرستاده می شود انجام می گیرد . عملاً با یک عامل مکانیکی در صورت لزوم و تحت کنترل ، این درچه بازوبسته می شود) .
بهر حال در صورتیکه این درچه بازشود سیال موجـود در دو قـسمت بـا هـم مـرتبط می گردند . حال اگر منظور فقط بررسی وضع سیالی باشد که تولیـد آن از جـداره بـود ، لازم است که ارتباط آن با لایه پائینی قطع گردد . از این رو پیش از بـاز کـردن دریچـه مذکور ارتباط لایه پائینی به داخل لوله مغزی قطع می کنند . که این عمل با نصب مسدود کننده در محل تعبیه شده به خصوص صورت می گیرد . (در اینجـا ایـن سـئوال پـیش می آید که چرا بایستی وضع داخلی سیالی که جداره تولید می کند ، از داخل لوله مغـزی بررسی گردد ؟ جواب این است که ابزاری که به داخل چاه فرستاده می شـوند بـه هـیچ عنوان قابلیت عبوردادن ازجداره های چاه راندارند . اصولاً مکانیک فرسـتادن وسـایل و ابزار مختلف به داخل چاه بوسیله سیم چنین است که از سرچاه و نه از جدارها به داخـل آن وارد شوند) .

هـ : جهت تعویض تمامی و یا قسمتی از تاج چاه (X – Mas Tree) در داخل چاههائی کـه دارای لوله مغزی هستند مسدودکننده موقتی تعبیه می گردد . این عمـل بـرای ایمنـی بیشتردرحین‌عملیات‌می‌باشد .

و : در داخل بعضی از چاهها که عملیات حفاری آنها به عللی به طور موقت قطع می شود ، در صورت داشتن فشار و به منظور قطع ارتباط فشار داخل چاه به سرچاه ، مسدود کننده کار گذاشته می شود .

ز : چاههائیکه بنا به عللی مورد استفاده نیستند (اشکال مکانیکی دارند ، قابلیـت تولیـد ندارد ، در محلی منحرف از لایه تولیدی نفت حفرگردیده اند و ....) متروکه می گردنـد . در داخل تمامی آنها و به منظور متروکه نمودن آنها مسدود کننده تعبیه می شود . و این بدان جهت است‌که‌فشارلایه‌های‌پائین‌چاه‌به‌سرچاه منتقل نگردد (چاه‌متروکه ایمن باشد) .

ح : گاهی مواقع در چاههائیکه قرار است به مدت طولانی بسته بمانند ، صرفاً جهت ایمنی مسدودکننده نصب می گردد .

انـواع مسـدود کننـده هـا

الف : مسدودکننده های موقتی (Temporary Plugs) . این نمونه مـسدودکننده هـا در داخل لوله مغزی تعبیه می شوند . برای جایگزین نمودن آنها الزامـاً مـی بایـست محـل مخصوصی (Nipple) در داخل لوله مذکور قبلاً در نظر گرفته شده باشد . به عبارت دیگر هر نمونه از این مسدودکننده ها قابلیت جایگزین شدن در محل مخصوص خود را دارند .
این محل های مخصوص با فرم ساختمانی که دارنددرزمانی که لوله مغزی بـه داخـل چـاه فرستاده می شود ، در قسمت داخلی آن و در عمقهای حساب شده ای تعبیه می گردنـد .
در حقیقت این محلها طوری تعبیه می گردند که زائده های روی مسدودکننده(Dog Leg) در فرورفتگی موجود در آنها قرار می گیرد و از پائین رفتن و یا بالا آمدن آن (بدون عمـل مکانیکی) جلوگیری می نمایند . محل های ذکر شده در بالا جهت جایگزین نمودن ابـزار متفاوت و مسدودکننده های مختلف ساخته می شوند و هرکدام خواص مربوط بـه شـکل ساختمانی خود را دارند و جهت مشخص شدن به نامهای متفاوت خوانده می شـوند (N , XN , S , NO go , and .... Nipples) جهت اطلاع بیشتر و فرم سـاختمانی آنهـا بـه جزوه های مربوط به شرکتهای اوتیس Otis بیکر Baker و یا دیگر شرکتهای نظیر آنهـا مراجعه شود) .
مسدودکننده ها خود نیز دارای ساختمان مخصوصی می باشند و اکثراً به نـام شـرکتهای سازنده معروفند . از نظر نحوه عمل مشابه یکدیگر فقط اختلاف در ساختمان کلـی آنهـا است و مورد بحث در این مقوله نیست .
این مسدودکننده ها با سیم و تحت کنترل به داخل چاه فرستاده می شوند و زمانی که در محل موردنظر رسیدند توسط عامل مکانیکی جایگزین می گردند . برای بـه داخـل چـاه فرستادن آنها ، بایست از وسیله مخصوص گیرنده آنها استفاده گردد (به خاطر تفاوت در شکل و اندازه ظاهری آنها ، وسیله ای که آنها را به داخل چاه می بـرد متفـاوت اسـت) .
آنگاه که به محل مورد نظر (عمق درنظر گرفته شده که حتماً محل مخصوص جایگزینی آن مسدودکننده رادارد) رسید ، با یک عمل مکانیکی باعث می شوند که زائـده هـا (Dog Leg که در زمان رفتن به داخل چاه در جداره مسدود کننده مهار شده بودنـد) از مهـار خارج شوند و در فرورفتگی محل مخصوص (Nipple) قرار گیرند . توسط عامل مکـانیکی سیم و ابزاری که مسدود کننده را به همراه داشته است آزاد گشته و به سرچاه برگردانده می شود .
مسدودکننده ای که بدین صورت در چاه جایگزین گردیده توسـط درز بنـد Packing (در روی تمامی آنها موجود است ، و از مواد مخصوصی ساخته می شوند) محکم بـه قـسمت

داخلی لوله مغزی می چسبند و ارتباط دو طرف آن کاملاً قطع می گردد . (جهت اطلاع بیشتر از ساختمان و طرز عمل آنها به کتابها وجزوه های مربوط به شرکتهای , Baker Otis مراجعه شود .

از آنجا که از اسم این مسدودکننده ها بر می آید موقتی هستند و پس از رسیدن به هدف موردنظر (هدفی که باعث شده از مسدودکننده استفاده گردد) می بایست از داخل چاه بیرون آورده شوند . در اینجا نیز به منظور بیرون آوردن آنها بایستی از ابزار مخصوصی که می‌تواندبه آنها وصل شود (Cutcher) که نسبت به‌ساخت مسدودکننده‌متفاوت است) استفاده گردد .

در حقیقت این ابزار مجدداً توسط سیم و تحت کنترل به داخل چاه فرستاده می شوند و با فرم ساختمانی که دارند پس از تماس با مسدود کننده توسط عامل مکانیکی قفل می شوند و سپس می توان مسدودکننده را که بدین صورت گرفته شده است از چاه بیرون کشید .

بیرون آوردن این مسدودکننده ها در چند مرحله انجام می گردد که بستگی به نوع آنها دارد ، لیکن همگی درمرحله اول عمل مشابه به یکدیگر می باشند . در مرحله اول میله ای که از وسط مسدودکننده گذشته است (Prong) و از قسمت فوقانی و تحتانی آن عبور می کند ، بیرون کشیده می شود . با بیرون کشیدن این میله ، سیال موجود در دو طرف مسدودکننده با هم مرتبط می شوند و تبادل فشار می نمایند تا به حال تعادل درآیند . (در نمونه هائی که فاقد این میله می باشند توسط عامل مکانیکی باعث بازشدن مجرائی میگردند تا عمل تبادل فشار انجام گیرد .)

بهر حال برای بیرون آوردن مسدودکننده بایستی فشار دو طرف آن به حال تعدیل درآمده باشند ، در غیر این صورت فشار قسمت زیر آن معمولاً بالاتر از فشار قسمت فوقانی می باشد ، در اثر کوچکترین جابجائی مسدودکننده باعث پرتاب آن به قسمت بالا خواهد شد) . پس از بیرون آوردن میله ، مجدداً ابزار گیرنده به داخل چاه فرستاده می شود و به همان صورت که میله Prong بیرون کشیده شد ، بدنه مسدودکننده بیرون آورده می شود . لازم به یادآوری است که زائده ها Log Gog مجدداً توسط عامل مکانیکی مهارگشته و از داخل فرورفتگی محل مخصوص Nipple خارج می شوند .

این نمونه مسدودکننده ها وابزار گیرنده در قسمت اداره خدمات چاه ، شرکت ملی نفت ایران نیز موجودند و کارکنان این قسمت اینگونه خدمات را ارائه می دهند .

ب : مسدودکننده های دائم Plugs Permanent . قبل از هر چیز لازم است بدانیم که کلمه (دائم) از این نظر بدانها اطلاق می شود که در مقایسه با نوع بالا به راحتی از چاه

بیرون آورده نمی شوند و حتماً بایستی با حضور دکل حفاری و حفرکردن ، آنها را از چاه خارج نمود . و چون نقل مکان وخرج کار دکل حفاری بسیار زیاد است و به ندرت این مسدودکننده ها حفاری می گردند ، لذا عمر آنها طولانی است و از این لحاظ به آنها مسدودکننده دائم گفته می شود .

این نوع مسدودکننده نیز توسط سیم و تحت کنترل به داخل چاه فرستاده می شود و زمانی که به عمق موردنظر رسید جایگزین میگردد . جهت تعبیه نمودن آنها ، به محل مخصوصی احتیاج نیست و در طول لوله (با توجه به قطر آن) قابلیت جایگزینی دارد . (لازم به یادآوری است که اگر هدف جلوگیری ازتولید آب لایه ای می باشد ، بایستی با توجه به نمودار وضع سیمان ، سیال می تواند از پشت جداره و از طریق شبکه های موجود در بالای مسدودکننده به داخل چاه نفوذ نماید) .

۱- مسدودکننده سیمانی (Plus Plug) .

این نوع مسدودکننده دراندازه های مختلف موجود است و ساختمان آن عبارت است از کیسه بخصوصی که قابلیت انبساط دارد . آنرا به محفظه ای که پر از سیمان است وصل نموده و توسط سیم به داخل چاه می فرستند . زمانی که به محل موردنظر رسید توسط عوامل الکترونیکی و مکانیکی سیمان موجود در محفظه مذکور به داخل مسدودکننده ریخته می شود و باعث می گردد که منبسط گردد و بدین ترتیب به جداره چاه بچسبد . این مسدودکننده به طور ناگهانی رابطه قسمت زیرین و بالای خود را قطع نمی کند . چرا که در این صورت با توجه به اینکه سیمان هنوز نبسته است فشارقسمت زیرین و یا قسمت بالای آن باعث می شود که درمحل خود نایستدودر نهایت به قعر چاه سقوط کند . بدین منظور سوراخی در امتداد طول آن موجود است که توسط نوعی ساعت تنظیم کننده که در داخل آن وجود دارد ، به مرور بسته می شود . در حقیقت آنقدر زمان طول می کشد که سیمان کاملاً ببندد (حدود۱۸ ساعت) . پس از گذشت این مدت زمان مجدداً مقداری سیمان که باز توسط محفظه ای به داخل فرستاده می شود ، بر روی آن می ریزند تا محکمتر شود (معمولاً بین ۳ تا ۵ متر سیمان روی مسدودکننده ریخته می شود) .
موضوع‌مهم‌این‌است که سیمان مصرفی‌ازنوعی‌بخصوص‌می باشد .

این مسدودکننده قابلیت عبور دادن از لوله های کوچک را دارد (می توان آنرا از داخل لوله مغزی عبور داد) به عبارت دیگر به همان قطری که در روی زمین هستند در داخل چاه نخواهند ماند و در اثر پرشدن از سیمان قطری بزرگتر پیدا می کنند . (درحین کار گذاشتن این مسدودکننده نبایستی جریان داخل چاه از حد معینی بیشتر باشد در غیراین صورت بایستی چاه قبلاً کشته شود) .

۲- تـوپـک حـفـره بنـد Bridge Plug .

نوعی دیگر از مسدودکننده های دائم است . با مقایسه با نوع ذکـر شـده در بـالا دارای قدرت و عمر بیشتر می باشند . محدودیتی که دارد قطر خارجی آن می باشد که چـه در سطح زمین و چه درداخل چاه چندان متفاوت نیست (بامقایسه با نوع بـالا) لـذا از لولـه های مغزی با قطر کم نمی توان آنها را عبور داد . (به عبارت دیگر در طول مسیری که بـه عمق مورد نظر می رسد بایستی خداقل معادل قطر لوله در همان عمق داشته باشیم) .

این مسدودکننده نیز توسط سیم و تحت کنترل به داخل چاه فرستاده می شود . در عمق مورد نظر توسط عامل مکانیکی جایگزین می گردد . (زائده هـای موجـود در روی آن بـا فشار مکانیکی به داخل دیواره فرو می رود و به آن گیر میکند Lutch در ایـن موقعیـت نفوذ بندهای (Packing) موجود در روی آن محکم به جداره می چسبد و رابطه سـیال در دو طرف آن قطع می شود .

ج : بدون جایگزین کردن مسدودکننده (ازانواع بالا) می توان از تولید لایه ای جلـوگیری نمود و یا به عبارت دیگر شبکه های روی لوله را کور نمود . این عمل با پمپ کردن سیمان به داخل شبکه ها صورت می گیرد و انجام آن باحضور دکل حفاری ممکن است .

به جریـان انداختـن و یـا زنـده کردن چـاه

Bring in

زمانی می توان از یک چاه تولید بهره برداری نمود که دارای قدرت تولید باشد . به عبارت بهتر اگر فشار کافی نداشته باشد قابلیت جریان پیدا کردن را ندارد .

نداشتن فشار در سرچاه باتوجه به اینکه هیچ مـانع و مـسدودکننده ای درامتـداد لولـه تولیدی چاه تا لایه تولید کننده وجود ندارد ، دارای علل متفاوت است :

۱- فشار مخزن به علت مسدود بودن لایه تولیدی چاه قابلیت انتقال به داخـل چـاه و در نتیجه به جریان درآوردن سیال را ندارد .

الف : شبکه های ایجادشده بر روی دیواره چاه ارتباط بین مخزن زیرزمینی و داخل چاه را برقرارنمی نماید . در این حالت یا بایستی شبکه های جدیدی ایجـاد نمـود (بـا بررسـی دقیق راجع به مشخصات سنگ مخزن و موقعیت فشار آن لایه بخصوص) و یا اینکه همان قسمت را مجدداً مشبک کرد .

طرز عمل در قسمت مشبک کردن تولیدی شرح داده خواهد شد . (Perforation)

ب : سوراخهای موجود روی دیواره چاه از هر لحاظ مناسب هستند ، لیکن احتیاج به تمیزشدن دارند . می بایست جهت تمیز نمودن آنها از اسید استفاده گردد که نحوه انجام آن در قسمت اسیدزدن به چاه مشروح است .

ج : سنگ مخزن درمحل تولیدی چاه قابلیت عبور دادن سیال راندارد . به‌عبارت‌واضح تر نفوذپذیری آن کم است . این نقص با ایجاد شکاف و ترکهای مصنوعی در داخل سنگ مخزن زیرزمینی برطرف خواهد شد . در مبحث اسیدزدن به چاه در این خصوص صحبت شده است .

۲- ستون مایعی که در داخل چاه وجود دارد در مقابل فشار مخزن مقاومت می کند . سنگینی این ستون مایع (Hydrostatic Head) در محل لایه تولیدی چاه فشاری بیش از فشار مخزن به وجود می آورد . در این شرایط ممکن است که چاه جهت انجام برنامه ای کشته شده باشد (به قسمت کشتن چاه مراجعه شود) و یا اینکه اصولاً در شرایط عادی فشار مخزن در اثر تولید به حدی پائین رفته باشد که حتی ستون نفت خود چاه ایجاد مقاومت نماید . و یا تفاوت فشار مخزن و فشار ستون مایع در سرچاه مقدار قابل توجهی نباشد . (فشارسرچاه پائین باشد)

الف : به چاه فرصت کافی داده می شود تا در اثر مرور زمان سیالهای داخل آن از نظر فشار به حال تعادل درآیند و عمل جابجا شدن آنها صورت پذیرد واضح است در داخل چاه سیال سبکتر بعد از تعادل در قسمت بالاتر خواهد ایستاد . در بیشتر موارد فشار گاز مخزن باعث می شود که ستون مایع سنگین داخل چاه به مرور بدون مخزن نفوذکند و جای خود را به گاز خارج شده از مخزن بدهد . بدیهی است در این حالت فشار ستون سیال (که اینک عمدتاً گاز است) به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش می یابد . (این امر عمومیت چندانی ندارد و اتفاق افتاده است که چاه در صورت بسته شدن مرده است در مارون و گچساران) .
بدین ترتیب فشارمخزن زیرزمینی بالاترازفشارستون سیال می شود وراحت‌تربه سرچاه‌منتقل می گردد .
این حالت بیشتر درمورد چاههائی صادق است که جهت انجام هدفی کشته شده باشد .

ب : به طریق‌مصنوعی سیال در درون چاه را با سیالی سبکتر جایگزین کرد :

۱- در صورت وجود لوله مغزی (Tubing) . در داخل چاه و داشتن ارتباط از داخل این لوله به لوله جداری آن (یا اینکه دارای گیره Packer و دریچه مخصوص ارتباط دارد (Sliding Sleeve) و یا اصولاً گیره ای ندارد و لوله مغزی به صورت آویزان است) به طریق به گردش در آوردن مایعات داخل چاه (Circuiation) عمل فوق صورت می گیرد و این بدین صورت است که معمولاً سیال سبک (می تواند گازوئیل Gas Oil ، گازمایع LPG ، یا حتی ازت و یا مواد کف مانند (Foam) در بعضی موارد نفت خارج شده از همان مخزن یا مخزن نفتی دیگر باشد) ازداخل لوله مغزی به داخل چاه پمپ می گردد در حالیکه با فشاری که ایجاد می شود مایع اولیه داخل آن از طریق مجرائی که با جداره مجاورش دارد به بیرون رانده می شود . بدین ترتیب ستون مایع سبکتر می شود و از فشار مقاوم درمقابل فشار مخزن کاسته می گردد .

۲- زمانی که لوله مغزی در چاه تعبیه نگردیده است ، در صورت بالا بودن قابلیت نفوذپذیری سنگ مخزن همان سیال سبک را مستقیماً به داخل چاه پمپ‌می‌کنندودرنتیجه‌ستونی‌ازسیالی سبکتر ایجاد می شود (Rocking in) .

ج : به کمک دستگاه مکننده مخصوصی (Swabbing unit) چاه را زنده می کنند . به عبارت دیگر مایع درون چاه به خارج از آن مکیده می شود . این عمل تا حدودی خطرناک است و در بعضی موراد از انجام آن بهمین علت اجتناب می شود زیرا اتفاق افتاده است که به طور ناگهانی و غیرقابل کنترل فشار سرچاه زیاد شو د (فشار مخزن چاه به راحتی به سطح زمین منتقل گردد) . بهر حال این عمل بایستی تحت کنترل دقیق صورت پذیرد .

د : راه اندازی با گاز Kick off با سبک کردن نفت چاه فشار مضاعف و مصنوعی ایجاد می کنند . در این حالت تکمیل چاه حتماً همراه با تعبیه لوله مغزی است . و از طریق همین لوله و یا جداره مجاور آن (ازیک کدام) گاز با فشار حساب شده ای وارد چاه می کنند و از طریق مسیر دوم نفت داخل چاه به همراه آن گاز از چاه خارج می شود .
لوله‌مغزی‌درداخل‌چاه هیچ گیره ای (Packer) ندارد و از سرچاه آویزان است .

هـ : با سیستمهای مصنوعی که هر کدام به طریق بخصوصی کار میکنند ، نفت چاه را به سطح زمین می رسانند (بحث راجع به این سیستمها و طرز طراحی آنها از حوصله این مختصر خارج است وفقط به نام آنها اشاره می شود . طرز کاروطراحی آنها در کتب و

یادداشتهای مختلف موجود است . نظیر مجموعه یادداشتهای کمپانیهای شل SIPM و یا یادداشتهای کمپانی اسوESSO راجع به مهندسی بهره برداری) نام بعضی از این روشها به قرار زیر است:

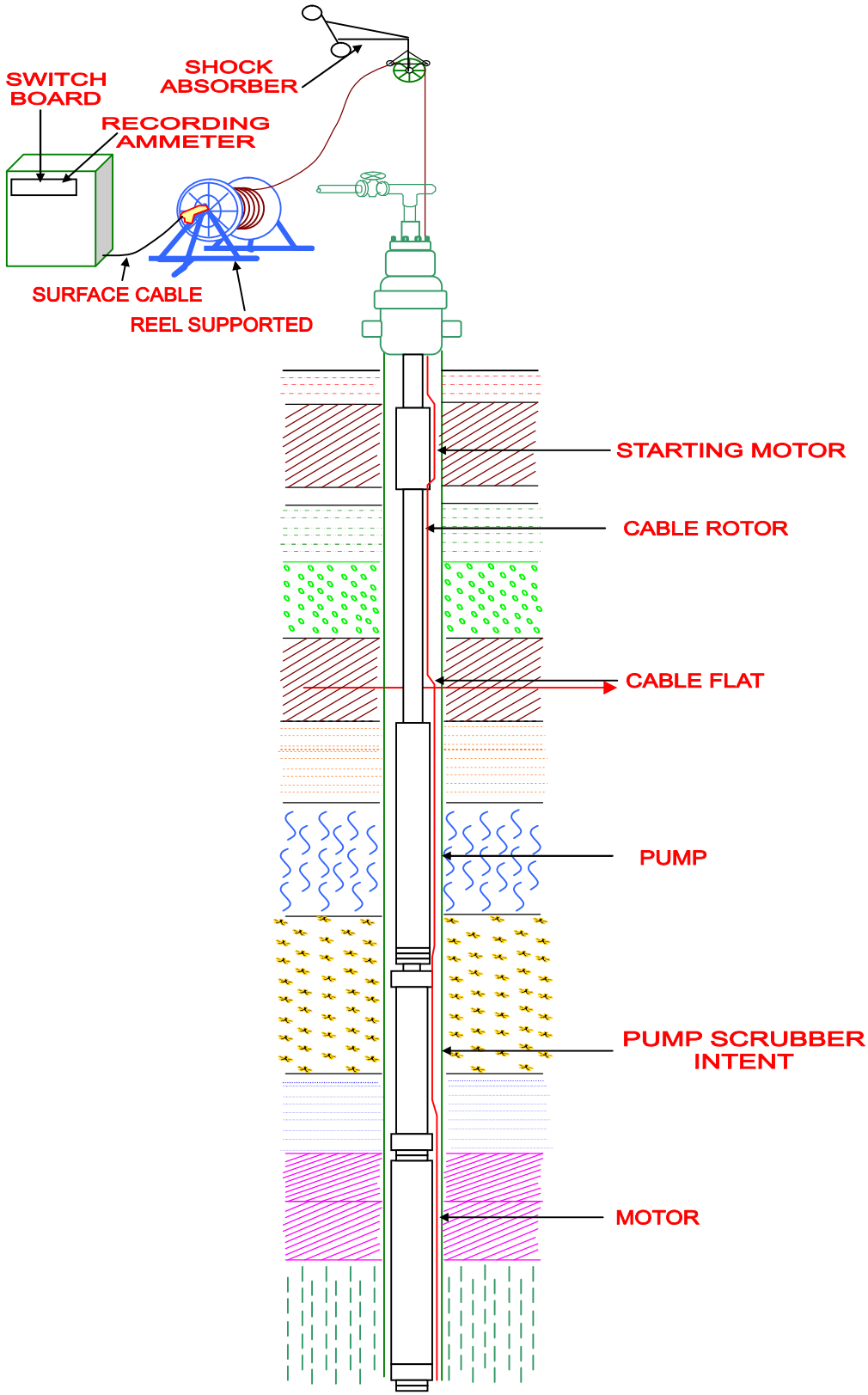
۱- گازرانی Gas Lift که تاحدودی‌مشابه‌راه اندازی باگاز (اشاره شددربالا)می باشد . ودرعمق های تا ۳۰۰۰ متر استفاده می شود .

۲- نوعی پمپ بخصوص در داخل چاه تعبیه می شود ، این پمپ با برق کار می کند Submersible Pump و روش پمپ کردن آن به صورت دورانی است Centrifugal در ضمن در هر عمقی قابل استفاده است .

۳- پمپ بخصوص دیگری که موتور آن در سطح زمین است و به صورت پیستون عمل می کند (Resiprocating) نفت را به سرچاه می آورد Suck Rod Pumping ، این روش درچاههای با عمق کم قابل اجرا است .

۴- فشارنفت بالا آمده از چاه بوسیله پمپ تقویت می شود . Booster Pump

و : فشار مخزن نفتی در اثر تولید زیاد به حدی پائین است که به هیچ وجه قابلیت هدایت سیال را به سر چاه ندارد . در این صورت روش های مختلفی جهت بالا بردن فشار مخزن به کار می رود که خود بحث مفصلی است . عمده این عمل وظیفه مهندسی مخازن زیرزمینی است . با تزریق گاز ، یا آب یا کاربرد سیستم های‌عملی‌دیگر درمحل های حساب شده ای از مخزن ، در حقیقت نفت موجود در لایه ها را به طرف چاههای تولید می رانند که به کمک یکی از روشهای ذکر شده در بالا به سر چاه آورده می شود .
لازم به تذکر است که انجام اکثر کارهای فوق درصورت حضور دکل حفاری قابل اجرا است که مسلماً بایستی با برنام ریزی بخصوصی صورت گیرند .

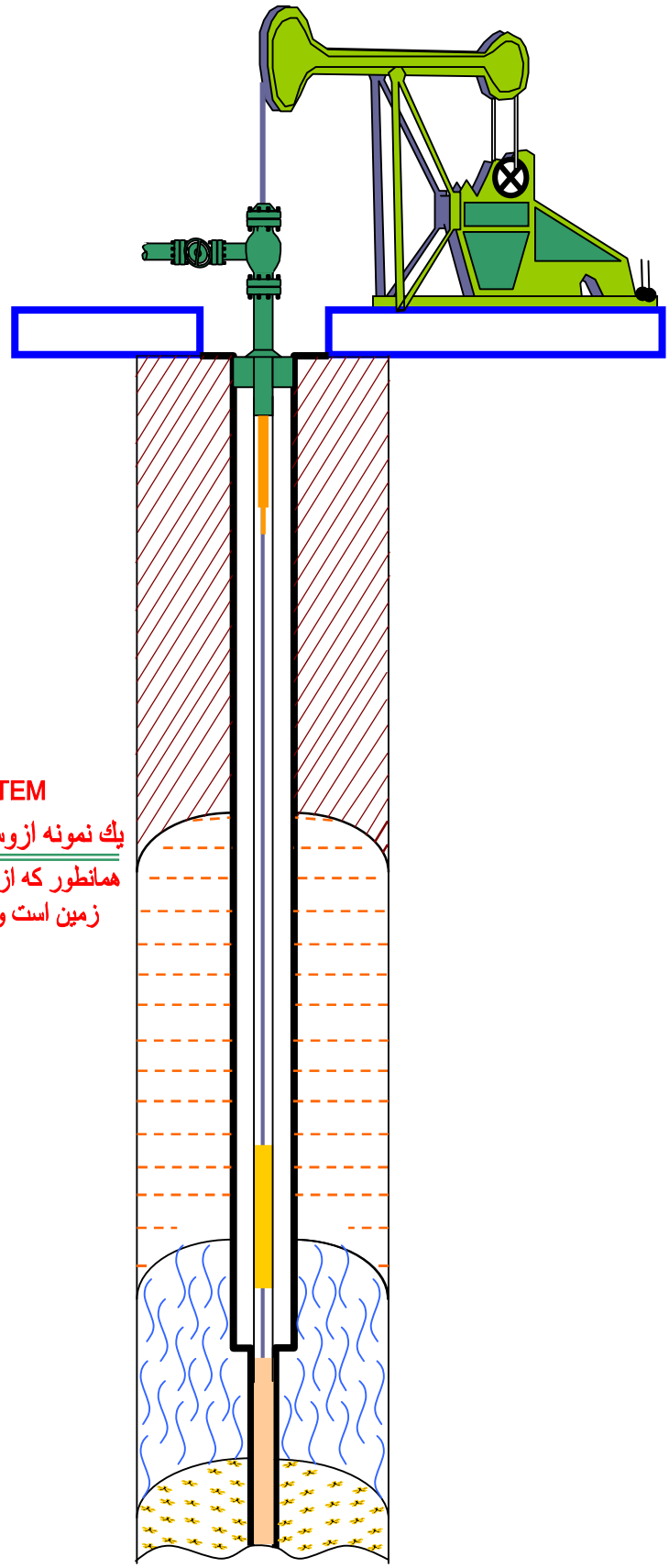


TYPICAL ELECTRIC SUBMERGIBLE INSTALLATION
(COURTESY REDA PUMP CO.)
يك نمونه از پمپ داخل چاه (استخراج مصنوعي)
شكل ٢٨

A MODERN
PUMPING SYSTEM

يك نمونه ازوسايل استخراج مصنوعي از چاه

همانطور كه از شكل پيداست موتور پمپ در سطح زمين است و پيستون بالا آورنده نفت درداخل چاه ميباشد .



A MODERN PUMPING SYSTEM

شكل ٢٩

تجزیه و تحلیل فشارمخزن

Pressure Build up Analysis

در امر بهره برداری و تولید از یک میدان نفتی ، بررسی و تجزیه و تحلیل فشار مخزن نفتی چاههای حفر شده در آن در طول عمر مخزن و در مراحل مختلف تولید ، یکی از ضروریات است . این موضوع در رفع اشکال و تصمیم گیری در مورد نحوه تولید و انجام کلیه برنامه ها در جهت بهره برداری بهتر مؤثرو لازم است . بنابراین که اندازه گیری فشار چاهها در مراحل مختلف تولید امری بدیهی است .

موضوع مهم بررسی افت فشار مخزن در هر لحظه از تولید می باشد .

به منظور تجزیه و تحلیل فشارها نسبت به بهره برداری از مخزن نفتی (یاگاز) با توجه به مشخصات مخزن از مته های مختلفی استفاده می گردد . در اینجا به یکی از روش ها اشاره می شود ، و به جهت جلوگیری از طول کلام از ایراد مقدمات صرفنظر می گردد .

روش مذکور در زیر مربوط به **Horner** می باشد .

یک مخزن نا محدود مفروض است . در این مخزن چاهی حفاری گردیده است که در مدت زمان **T** با دبی **q** مورد بهره برداری بوده ، فشار مخزن نفتی در حال جریان در چاه مزبور به طریق زیر محاسبه می گردد .

$$P_{WF} = P_i + \frac{q\mu}{4\pi Kh} E_i - \frac{\phi\mu..Cr^2}{4Kt} \qquad \textbf{(I)}$$

در هر زمان مورد نظربه صورت زیر درخواهد آمد .

$$P_{WF} = P_i + \frac{q\mu}{4\pi Kh} In\left(\frac{\gamma\phi\mu.Cr^2}{4Kt}\right) \qquad \textbf{(II)}$$

در نتیجه افت فشار چنین می شود .

$$P_i - P_{WF} = \frac{-q\mu}{4\pi Kh} In\left(\frac{\gamma\phi\mu Cr^2{}_w}{4Kt}\right)$$

حال اگر چاه که به مدت زمان **T** تولید کرده است ، به مدت بسته شود ، افت فشار در این زمان به طریق زیر محاسبه می گردد .

(افت فشاربه‌وجودآمده‌باتغییردبی **q** – درزمان ΔT) + (افت‌فشاردردبی **q** برای‌زمان $(t+\Delta t)$) $p_i - p_{ws}$

لذا :

$$P_i - P_{WS} = \frac{-q\mu}{4\pi Kh} In\left(\frac{\gamma\phi\mu.Cr_W{}^2}{4K(t-\Delta t)}\right) - \frac{q\mu}{4\pi Kh} In\left(\frac{\gamma\phi\mu.Cr_W{}^2}{4K\Delta t}\right)$$

و یا :

$$P_{WS} = P_i - \frac{q\mu}{4\pi Kh} In\left(\frac{t+\Delta t}{\Delta t}\right) \qquad \textbf{(III)}$$

حال اگر در رابطه فوق P_{WF} و P_{WS} به ترتیب معرف فشار مخزن در حال جریان و در شرایط بسته بودن می باشند .

لازم به یادآوری است که فرمولهای فوق برای یک مخزن نامحدود و متجانس است در حالیکه سیال موجود در آن دارای فشردگی ثابت باشد و فقط یک چاد در این مخزن حفر شده است .

It is a solution for an infinit , hemogeneous , one well reservir , containing a fluid of small and constant compressibility .

اگر فرمول فوق به صورت عملی و با واحدهای قابل محاسبه در مناطق نفتی نوشته شود ، به صورت زیر در خواهد آمد .

$$P_{WS} = Pi - 162.6\frac{q\mu B}{Kh} Log\left(\frac{t+\Delta t}{\Delta t}\right)$$

(واحدهاچنین‌است. فشار، psi ـــ دبی B/D ، K ـــ md ، H ـــ ft ، t . Sec ،)

فرمول‌فوق‌معادله‌منحنی‌خواهدبودکه شیب خط مماس بر آن چنین می شود .

$$M = \frac{162.6q\mu B}{Kh} \qquad \textbf{(IV)}$$

درمعادله III درصورتیکه‌چاه‌به‌مدت‌زمان‌بینهایت‌بسته‌شود، $\frac{T+\Delta T}{\Delta T} = 1$ خواهد شد و در نتیجه ادامه قسمت خط مستقیم منحنی (خط مماس) بر روی محور فشار P* را نشان می دهد . که در این حالت P = P* می شود . به عبارت دیگر فشار مخزن در حال سکون بعد از گذشت زمان بینهایت برابر با P * خواهد شد . این فشار در هر حالت بعد از اینکه ازمخزن نفت ویا گازبهره برداری شده‌باشد ، ازفشاراولیه‌مخزن کوچکتر خواهد بود .

جمع آوری اطلاعات جهت حل معادله فوق بدین صورت است که ، فشار چاه در حالت تولید اندازه گیری می گردد و در حینی که تغییرات فشار در حال تثبیت شدن می باشد ، چاه بسته می شود و فرصت می یابد که افت فشار دراثرتولیدراجبران نماید ، بدین‌ترتیب‌افزایش‌فشاردرزمانهای ΔT اندازه گیری می گردد . (فشار مخزن در اثر تولید کاهش می یابد و هرگاه که بهره برداری قطع گردد مجدداً افزاییش می یابد تا به مقدار اولیه خود برسد . اصولاً بهره برداری از یک مخزن باعث افت فشارمخزن‌می‌گردد) .

زمان T در معادلات فوق عبارت است از مدتی که چاه تحت دبی q مورد بهره برداری بوده است و چون در اثر عوامل مختلفه دبی چاه تغییر می یابد ، لذا مقدار صحیح T هیچگاه قابل اندازه گیری نیست .

دراینجاست که مقدار تقریبی (که در حقیقت نزدیکتراست) آن از رابطـه زیـر محاسـبه می گردد .

$$T = \frac{\text{جمع کل تولیداز چاه(بشکه)}}{\text{آخرین دبی تولیدی چاه(روز/بشکه)}} \qquad (V)$$

لازم به یادآوری است که روابط فوق عملاً در مورد کلیه مخازن نفـت و یـا گـاز و بـدون تغییرقابل تصمیم می باشد .

افت فشاردراثر اصطکاک در جداره چاه (پوسته) Skin effect , Skin Pressure

در بیشتر موارد اتفاق می افتد که نفوذ پذیری سنگ مخزن ، درسـت در مجـاور قـسمت تولیدی چاه در اثرحفاری آسیب دیده وکم می گردد . (آسیب پذیری دراثرمسدودشدن ، تحت فشار کاذب قرار گرفتن و با عوامل دیگر می باشد) .
این کاهش نفوذپذیری ، به طور قطع در بهره برداری از چاه مؤثر بوده وباعـث کـم شـدن دبی چاه میگردد . در حقیقت افت فشار ناخواسته ای ایجاد می نماید .
محل آسیب دیده را که در حقیقت محل تماس چاه با سنگ مخزن بوده و قسمت تولیدی آن نیز می باشد ، اصطلاحاً پوسته (Skin) گویند .
رابطه این افت فشاربادبی چاه به صورت زیر تعریف شده است :

$$\Delta P_{SKIN} = S\left(\frac{q\mu}{2\pi Kh}\right) \qquad (VI)$$

کسر $\left(\frac{q\mu}{2\pi Kh}\right)$ را دبی بدون واحد گویند و S عبارت است از فاکتورافت فـشار در پوسـته مذکور در بالا ، که پس از ادغام معادله فوق در معادله شماره II چنین خواهیم داشت .

$$P_{WF} = Pi + \frac{q\mu}{4\pi Kh} In\left(\frac{\gamma\phi\mu.Cr_w^{\,2}}{4Kt}\right) - S\frac{q\mu}{2\pi Kh}$$

و یا

$$P_{wf} = P_i + \frac{q\mu}{4\Delta Kh}\left[In\left(\frac{\gamma\phi\mu.Cr_W^{\,2}}{4Kt}\right) - 2s\right] \qquad (VII)$$

تعبیر فرمول فوق چنین است که فشار چاه جریان (P_{wf}) به اندازه $\frac{sq\mu}{2\pi Kh}$ که بـه خاطر وجود پوسته (Skin) بوده ، کاهش یافته است . بدیهی است پس از بسته شدن چـاه لااقل به همین اندازه به فشار داخلی چاه افزوده می گردد .

برای محاسبه این افت فشار ، لازم است که فشار داخلی چاه در حال جریان و پس از بسته شدن اندازه گیری گردد . (قبل و بعد از بستن چاه بایستی فشار داخل چاه اندازه گیری شود) .

در صورت محاسبه فاکتور (S) در رابطه (VI) با دردست داشتن بقیه ارقام مقدار ΔP_{Skin} قابل محاسبه می گردد .

لذا با ادغام معادلات III و VII که فشار داخل چاه را در قبل و بعد از بسته شدن محاسبه می کنند چنین خواهیم داشت .

$$P_{WS} - P_{WF} = \frac{-q\mu}{4\pi Kh}\left[In\left(\frac{\gamma\phi\mu.Cr_W{}^2(T+\Delta T)}{4Kt\times\Delta T} \right) - 2s \right] \qquad \textbf{(VIII)}$$

حال دررابطه فوق با فرض کوچک بودن ΔT در مقایسه با T و حذف آن عبارت $\frac{T+\Delta T}{T}$ برابر بایک خواهدشد. برای خارج کردن ΔT باقیمانده آنرابرابربایک ساعت فرض می کنیم $(\Delta T = 1)$ درنتیجه فشار چاه درحالت بسته بودن یعنی P_{WS} به صورت P_{1hr} فشار بعد از یک ساعت درخواهد آمد یعنی $P_{WS} = P_{1hr}$ (فراموش نشود که ΔT عبارت بود از فاصله زمانی کوچکی که با فشار داخل چاه پس از بسته بودن در آن مدت اندازه گیری می گردید) . اگر مقدار $\frac{q\mu}{4\pi Kh}$ را با توجه به روابط ذکر شده برابر معادل خود یعنی $\frac{m}{2/303}$ قرار دهیم چنین خواهیم داشت : (عدد ۲/۳۰۳ فاکتور تبدیل لگاریتم نپری به اعشاری است) .

$$S = 1.151\left[\frac{P_{1hr} - P_{wf}}{m} - \log\left(\frac{K}{\phi\mu.Cr_W{}^2} \right) + 3.23 \right]$$

در معادله بالا P_{wf} عبارت است از فشار داخلی چاه در حال جریان درست قبل از بستن چاه و P_{1hr} از روی قسمت خط مستقیم منحنی قابل ترسیم بعد از ساعت $\Delta T = 1$ قابل محاسبه می باشد .

اینک به کمک فاکتور مذکور مقدار ΔP_{Skin} قابل محاسبه می گردد . با توجه به اینکه رابطه m فرمول های فوق

$$m = 2.303\frac{q\mu}{4\pi Kh}$$

مقدار ΔP_{Skin} چنین خواهد شد .

$$\Delta P_{Skin} = 0.87\times s\times m$$

راندمان تولید چاه Flow Efficiency

به طور کل دبی تولیدی q باعث می گردد که فشار داخلی چاه همانطور که قبلاً اشاره شد کاهش یابد و از مقدار P * به برسد . تفاضل این دو مقدار فشار را افت فشار چاه در دبی q گویند .

$$\text{افت فشار} = \Delta P = P^* - P_{Wf}$$

اصطلاحاً حاصل تقسیم دبی بر افت فشار را شاخص بهره وری چاه گویند .

PI (Productivity Index)

و به طور کلی خواهیم داشت :

$$PI_{(A)} = \frac{q}{p} = \frac{q}{p^* - p_{WF}}$$

لیکن با توجه به مطالب ذکر شده در مورد تفاوت فشار داخلی چاه در حال جریان و زمان بسته بودن مقدار شاخص بهره وری به صورت زیر در می آید .

$$PI_{(I)} = \frac{q}{p^* - p_{Wf} - \Delta p_{skin}}$$

از تقسیم دو رابطه فوق در حقیقت راندمان بهره دهی چاه محاسبه می گردد .

$$\text{راندمان تولیدی چاه} = \frac{p^* - p_{wf} - \Delta p_{skin}}{p^* - p_{wf}}$$

تذکر :

سیستم ذکر شده در بالا یکی از جدیدترین و متداول ترین روشهای محاسبه افت فشار و بررسی وضع مخازن نفت و گاز می باشد . جهت مطالعات مختلف روی فشار مخازن نفت و گاز به سیستم دیگری نیز به علاوه روش فوق در شرکت ملی نفت ایران به کار گرفته می شود (Pollard) . در روش اخیر فشار P * در حقیقت طبق مدل فوق محاسبه می شود و تفاوت فقط در محاسبات مربوط به افت فشار می باشد . طبق بررسی های انجام شده روش (Pollard) در مورد مخازن بایستی استفاده گردد که در ساختمان آنها شکاف و ترک یا اصلاً موجود نیست و یا مقدار اندک می باشد . به همین علت دراکثر مخازن نفتی ایران که بدواً خودداری شکاف و ترک Fracture می باشند ، چندان قابل تعمیم نیست . در اینجا از ذکر چگونگی این روش خودداری می شود و فقط طی مثال طرز عمل آن نشان داده خواهد شد و مسلماً مقایسه ای خواهد بود با روش توضیحی در بالا که مثال مربوط به آن نیز مذکور می گردد .

(جهت آشنائی بیشتر به کتب مربوط به تجزیه و تحلیل فشار از جمله

Pressure build up and flow tests in wells

مربوط به Matthews و Russell مراجعه شود) .

مثـال :

جهت بررسی و مطالعه فشارو محاسبه افت فشار و راندمان تولیدی چاه اطلاعات زیر از چاه X دردست است .

کل تولید ازچاه	$Q = ۴\times۱۰^{6}$ BBL
ضخامت لایه تولیدی	h = ۴۸۵ Ft
درجه روان نفت مخزن	μ = ۱/۲ C . p.
فشردگی سنگ مخزن	$C = 4\times10^{-6}\ Psi^{-1}$
تخلخل سنگ مخزن	Q = ۱۵٪
قطر داخل چاه	d = ۶ In
ضریب انقباض	B = ۱/۳ Vol / Vol
دبی چاه	q = ۸۰۰۰ BBL / day

جدول تغییرات فشار مخزن بعد از بسته شدن چاه در فاصله زمانی ΔT

جدول –۸

ΔT	P_{WS}
۰/۰	۳۱۲۰ * P_{WF}
۰/۲	۳۳۹۲
۰/۳	۳۴۰۸
۰/۴	۳۲۲۰
۰/۵	۳۴۳۶
۰/۸	۳۴۶۸
۱/۰	۳۵۰۵
۱/۲	۳۵۳۶
۱/۵	۳۶۰۵
۲/۰	۳۶۷۵
۳/۰	۳۷۲۱
۴/۰	۳۷۲۶
۵/۰	۳۷۴۲
۶/۰	۳۷۴۷
۸/۰	۳۷۵۳
۱۰/۰	۳۷۶۰
۱۵/۰	۳۷۶۸

حل مسئله

۱- منحنی تغییرات فشار در مقابل $\frac{T+\Delta T}{\Delta T}$ را رسم می کنیم .

$$t = \frac{o}{q} = \frac{۴\times۱۰^{6}}{۸۰۰۰}$$

کل زمانی که چاه تولید کرده است . ساعت ۱۲۰۰۰= روز ۵۰۰ =

جهت رسم منحنی فوق تهیه جدول زیر لازم است .

جدول –۹

ΔT	P_{WS}	$\frac{T+\Delta T}{\Delta T}$	$P^* - P_{Wf} = \Delta P$
۰/۰	$P_{WF} = ۳۱۲۰$		۶۹۸
۰/۲	۳۳۹۲	۶۰۰۰۱	۴۲۶
۰/۳	۳۴۰۸	۴۰۰۰۱	۴۱۰
۰/۴	۳۴۲۰	۳۰۰۰۱	۳۹۸
۰/۵	۳۴۳۶	۲۴۰۰۱	۳۸۲
۰/۸	۳۴۶۸	۱۵۰۰۱	۳۵۰
۱/۰	۳۵۰۵	۱۲۰۰۱	۳۱۳
۱/۲	۳۵۳۶	۱۰۰۰۱	۲۸۲
۱/۵	۳۶۰۵	۸۰۰۱	۲۱۳
۲/۰	۳۶۷۵	۶۰۰۱	۱۴۳
۳/۰	۳۷۲۱	۴۰۰۱	۹۷
۴/۰	۳۷۲۶	۳۰۰۱	۹۲
۵/۰	۳۷۴۲	۲۴۰۱	۷۶
۶/۰	۳۷۴۷	۲۰۰۱	۷۱
۸/۰	۳۷۵۳	۱۵۰۱	۶۵
۱۰/۰	۳۷۶۰	۱۲۰۱	۵۸
۱۵/۰	۳۷۶۸	۸۰۱	۵۰

حال بر روی کاغذ مدرج (یک طرف بر حسب لگاریتم و دیگری به طور ساده مدرج شده است Semi Log) تغییرات P_{WS} را بر حسب $(T+\Delta T)/\Delta T$ رسم می کنیم . شکل شماره ۳۱ شیب خط مماس بر منحنی را پیدا می کنیم که در این مسئله خواهد بود .

m = ۵۸ $\frac{\text{پاوندبراینچ مربع}}{\text{سیکل}}$ **(Psi / Cycle)**

لذا خواهیم داشت

$$Kh = \frac{162/6\delta\mu B}{m}$$

$\frac{۱۶۲/۶ \times ۸۰۰۰ \times ۱/۲ \times ۱/۳}{۵۸}$ = ۳۴۹۸۷ میلی دارسی – فوت

و از آنجا $K = \frac{Kh}{h}$

نفوذپذیری **(Permeability)** میلی دارسی ۷۲/۱ = $\frac{۳۴۹۸۷}{}$ =

۲- مقدار P_{1hr} زمانی $\Delta t = 1$ باشدبرروی خط مماس می‌خوانیمP_{1hr} = ۳۷۰۲psi سپس مقدار فاکتور افت فشار پوسته (Skin factor) بدین صورت محاسبه می گردد .

r_w = d/۲ = ۶/۲ = اینچ ۳ = فوت ۰/۲۵

$$s = 1/151\left[\frac{P_{1hr} - p_{wf}}{m} - \log\left(\frac{k}{\phi\mu C r_W^{\,2}}\right) + 3/23\right]$$

$$= 1/151\left[\frac{3702 - 3120}{58} - \log\left(\frac{72/1}{./15 \times 1/2 \times 4 \times 10^{-6} \times \%625}\right) + 3/23\right]$$

در نتیجه S = ۴/۰۶

بنابراین $\Delta P_{skin} = ./۸۷ \times s \times m$

= ./۸۷× ۴/۰۶×۵۸

= پوندبراینچ مربع ۲۰۵

۳- ادامه خط مماس بر منحنی محور فشار را در نقطه ۳۸۱۸ = * P پاوندبراینچ مربع قطع می کند . از این رو راندمان چنین خواهد شد .

راندمان = $\dfrac{P^* - P_{WF} - \Delta P_{skin}}{p^* - p_{wf}}$

= (۳۸۱۸ – ۳۱۲۰ – ۲۰۵)/(۳۸۱۸ - ۳۱۲۰) = ./۷۰۶

۴- شاخص بهره وری چاه بدین صورت خواهد شد .

$$PI = \frac{q}{\Delta p} = \frac{q}{p^* - p_{wf}} = \frac{8000}{3818 - 3120} = 11/5$$

۵-از محاسبات فوق می شود نتیجه گرفت که بهره وری چاه پائین می باشد و احتمالاً به علت فیزیک ساختمانی سنگ مخزن است که دارای تخلخل پائین است . شاید بتوان در مورد این چاه برنامه اسید زنی ترتیب داد . بهر حال افت فشار چاه با دبی ۸۰۰۰ بشکه در

روز زیاد است . (بر مبنای اینکه افت فشار به خاطر پوسته و یا ماتریس است اسیدزدن معمولی و یا ایجاد شکاف طراحی می گردد) .

مسئله دیگر :

به منظور محاسبه مقدار افت فشار و پوسته از سیستم (Pollard) استفاده می گردد . برای بدست آوردن * P بایستی به همان صورت عمل نمود . اینک نمودار دیگری که عبارت است از رسم ΔP در مقابل Δ تهیه می کنیم . (مطابق شکل .....) جهت ترسیم کاغذ مدرج مشابه آنچه که اول به کار بردیم استفاده می گردد .

برروی محور X زمانهای ΔT وبرروی‌محور Y مقادیر $\Delta P = P^* - P_{WF}$ مشخص‌گردیده اند . در این حالت افت فشار چاه خود نیز به صورت مجموعه ای مقاومتها منظور می شود که فشار در پوسته Skin ، فقط قسمتی از آنست . به عبارت دیگر افت فشار به قسمتهای کوچکتر که هر کدام عامل به وجود آورنده ای دارند ، تجزیه می گردد . در مورد این مسئله پس از رسم منحنی ، خط مماس بر آن با امتداد قسمت مستقیم منحنی محور ΔP را در نقطه M که مشخص کننده افت فشار درماتریس است قطع می کند .

تفاوت مقدار عددی فشار در زمانهای مساوی از روی منحنی و این خط مماس نقاط دیگری را بر روی صفحه به وجود می آورند که خط عبوری از آن نقاط (مطابق شکل) در محل P محور ΔP را قطع می کنند .

در حقیقت مقدار F به مشابه افت فشار در شکلهای سنگ مخزن منظور می گردد .

اینک با توجه به مقادیر F و M میزان افت فشاردر پوسته ΔP_{skin} محاسبه می گردد .

$$\Delta P_{skin} = \Delta p - f - m$$

که در مورد این مسئله ΔP_{skin} = ۲۶۰ Psi خواهد بود .

با مقایسه با همین افت فشار ، مشخص است که مقدار عددی فشار به دست آمده در این حالت زیادتر است و می توان بحث نمود که به خاطر خطای بیشتری که در این نوع محاسبه است ، مقدار یافته شده از متداول دقیق تر است .

محاسبه افت فشار در پوسته Skin Perssure با روش Pollard

جمع کل افت فشار داخلی چاه در دبی ۸ هزار بشکه در روز ———

$\Delta P = P^* - P_{WF}$ = ۶۹۸ پاوندبراینچ مربع

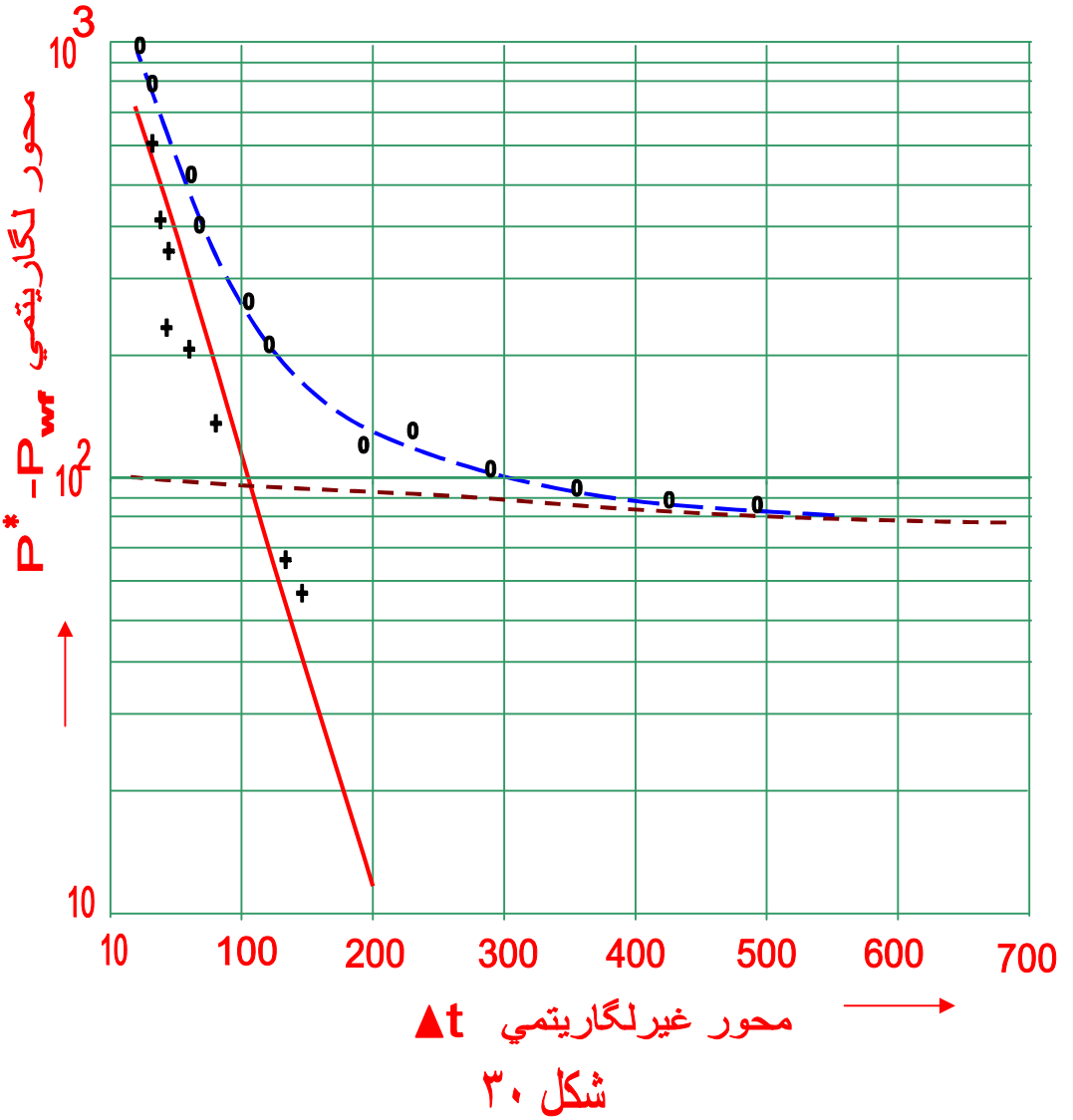
افت فشار در شکافهای لایه تولیدی Fissure resistances پاوندبراینچ مربع ۳۵۰ = F

افت فشار در ماتریس M =۸۸ " " " Matrix resistance

افت فشار در پوسته ΔP_{skin} = P – F – M Skin Pressure

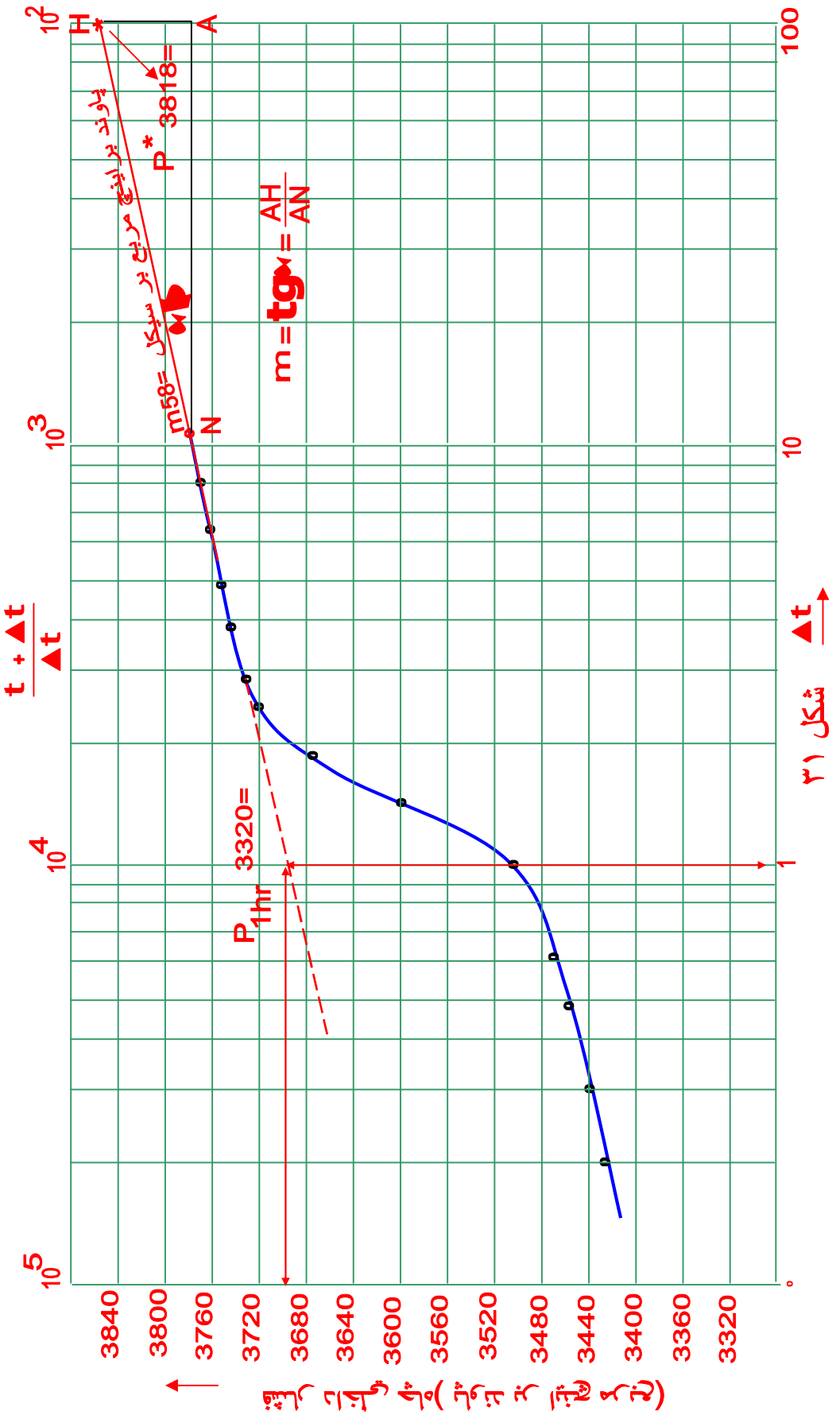
= ۶۹۸-۸۸-۳۵۰

ΔP_{skin} = ۲۶۰ پاوندبراینچ مربع



شکل ۳۰

PETROMAN



شکل ۳۱

www.petroman.ir

آزمایش کامل چاه نفت و یا گاز

Well Testing

بدیهی است جهت بهره برداری از چاه می بایست وسایلی تعبیه گردند . این وسایل شامل لوله های انتقال نفت وگاز ، شیرها و ابزار دقیق ، دستگاههای تفکیک کننده و در نهایت پمپها و توربینهای لازم جهت رساندن محصول به محل مصرف می باشد . طراحی تمامی وسایل مورد احتیاج بر مبنای وضع تولیدی ومشخصات سیال چاه است . لذا جهت مشخص کردن موقعیت چاه از نظر تولید و بررسی وضع آن لازم است که از چاه آزمایش دقیق به عمل آید . در مورد چاههائیکه در حوزه های شناخته شده حفر می گردند ، می توان از اطلاعات به دست آمده از سایر چاههای آن حوزه در مورد تعبیه نمودن وسایل لازم تصمیم مقتضی اتخاذ نمود . با توجه به این موضوع جهت بررسی قدرت تولید حوزه های اکتشافی و بهره برداری نشده ، کسب اطلاعات مربوط به‌آن امری بدیهی است . که این عمل با آزمایش کامل از چاههای حفاری شده در آن صورت می پذیرد .

در این صورت که هدف به دست آوردن کلیه اطلاعات مربوط به میدان نفتی (یاگاز) جدید است ، می بایست تمامی آزمایشها بر روی چاهها عملی گردند . این آزمایشات شامل تحقیق و بررسی بر روی وضع فشار مخزن ، موقعیت سنگ مخزن ، نمونه برداری از سیال تولیدی به جهت مشخص کردن خصوصیات آن ، تهیه نمودارهای مختلف از چاه و در آخر محاسبه ظرفیت تولیدی چاه و نسبت گاز به نفت خروجی از آن می باشد . انجام دقیق آزمایشات فوق امری الزامی است در نهایت با مشخص کردن وضع حوزه نفتی (یاگاز) ، جهت تعبیه وسایل لازم طراحی مناسب می گردد .

به منظور انجام آزمایش کامل بر روی چاه کلیه وسایل لازم اعم از تفکیک کننده سیار ، دستگاههای نمونه برداری ، وسایل تهیه نمودار وضع داخلی چاه و غیره ، با برنامه ریزی دقیق و مناسب به محل چاه منتقل می گردند .

در اینجا به منظور آشنائی به نحوه آزمایشها و کسب اطلاعات لازم ، اعمالی که انجام می گیرد به ترتیب و به طور خلاصه ذکر می گردند .

در اینجا به منظور آشنائی به نحوه آزمایشها و کسب اطلاعات لازم ، اعمالی که انجام می گیرد به ترتیب و به طور خلاصه ذکر می گردند .

۱- تـهیـه بـرنامـه کـار :

همانطوریکه برای انجام هر کار برنامه ریزی می گردد ، در اینجا نیز قبل از شروع بـه کـار برنامه ای تدوین می گردد . این برنامه با توجه بـه هـدف مـشخص شـده ای بـر مبنـای اطلاعات موجود راجع به چاه که در حین حفاری آن بدست آمده است تهیه مـی گـردد . بدین ترتیب برنامه شامل هدف کار ، وسایل لازم جهت انجام آزمایشها و نوع اعمالی کـه بایستی انجام گردد ، می باشد .

نمونه ای از یک برنامه آزمایش چاه نفت به قرار زیر است :

الف – هدف

بررسی قدرت تولید چاه ، نحوه تولید و جریان نفت محاسبه نسبت گاز به نفت تولیـدی و درنهایت جمع آوری نمونه های مختلف به منظور آزمایش و کسب اطلاعات از مشخـصات سیال ، هدف اصلی آزمایش را تشکیل می دهند . (در طی آزمایش ، چاه به دفعات بـاز و بسته می شود . در اینجا بد نیست اشاره شود که آیا زمانهـای بـسته و بـاز بـودن چـاه مساوی باشند یا اینکه آزمایش به صورت عادی انجام پذیرد . هرگاه زمـان بـسته و بـاز بودن چاه به طور مساوی باشد ، به سبب دقیت بیشتر و کسب اطلاعات دقیق تر ، نتیجـه آزمایش بیشتر می تواند مورد قبول باشد . (Isochoronical or normal test)

(همچنین تهیه منحنیهای مربوط به فشار ودبی چاه مورد نظر است) .

ب – تاریخچه چاه :

در اینجا به کلیه اطلاعات موجود در مورد چاه (اکثراً کسب شده درحین حفـاری) اشـاره می گردد و لازم است که نمودار ساختمان داخل چاه و وسایل موجود سرچاه نیز ضـمیمه گردد .

(Bottom hole and X – mas tree sketch)

به طور مثال :

چاه – A درلایه آسماری و در عمق ۳۴۵۰ متر تکمیل شده است . جداره ۵/۸ ۹ اینچ تـا ۲۷۰۰ متو لوله گم (Liner) در فاصله ۲۵۴۰ تا ۳۴۴۰ متر تعبیه گردیده اند . شبکه هـای موجود در لایه تولیدی چاه از عمق ۳۳۱۰ تا ۳۳۴۰ متر می باشند . طی آزمایش مقدماتی در زمان حفاری ، چاه با فشار جاری ۹۵۰ پاوند براینچ مربع در سرچاه تا میـزان ۵ هـزار بشکه در روز نفت تولید کرده است .

ج : اعمالی که بایست صورت گیرد:

در این قسمت کلیه اعمالی که انجام آنها در رسیدن به هدف لازم است ذکر می گردند . لازم به یادآوری است که معمولاً کارها به همان ترتیب که باید عمل شوند مذکور می گردند .

به طور مثال :

الف - از کلیه وسایل موجود در سرچاه که برای آزمایش چاه لازم هستند بازدید شود که اشکالی نداشته باشند ، حتی در صورت لزوم روی آنها آزمایش فشار به عمل آید .

ب – عمق نهائی چاه اندازه گیری گردد .

ج – نمودار تغییر درجه حرارت از سرچاه تا عمق نهائی تهیه شود .

د – فشار سرچاه و فشار داخلی آن در حال سکون اندازه گیری گردد (عمقهای مورد نظر جهت اندازه گیری فشار با توجه به مشخصات چاه داده می شوند)

هـ – چاه به منظور تمیزشدن به گودآتش باز شود .

(در اینجا لازم به یادآوری است که می توان شاخص بهره وری چاه را اندازه گیری کرده و در مورد احتیاج و یا عدم احتیاج به اسیدزدن تصمیم مقتضی اتخاذ نمود) .

و – چاه با دبی های مختلف در تفکیک کننده آزمایش شود (نسبت گاز به نفت تولید وهمچنین شاخص بهره وری چاه در هر دبی محاسبه گردد) . هم زمان با جریان چاه و در هر دبی ، از نفت‌وگازخروجی‌ازچاه‌وتفکیک‌کننده نسبت به احتیاجات نمونه برداری گردد .

ز – در زمانی که چاه در حال تولید است (در یک دبی و یا در تمامی دبی های آزمایشی نسبت به موقعیت چاه) نمودار تولید لایه ها تهیه گردد . (PCT Logging) (این نمودار نیز پس از انجام اعمال فوق و در حالتی که چاه بسته است تهیه می گردد) .

ح – از نفت داخل چاه نمونه گیری شود (نمونه‌گیری‌ازداخل چاه و در عمق مشخص شده) .

د - وسایل لازم

تفکیک کننده سیار سرچاهی ، دستگاههای اندازه گیری فشار ، دستگاههای مخصوص نمونه گیری و انجام آزمایشهای مقدماتی روی نمونه ها ، دستگاه تهیه نمودارهای مختلف (Logging Truck) ، دستگاههای عمق یاب و ابزاریاب داخل چاه (Wireline Unit) و بالاخره وسایل و ابزار جهت انجام اتصالات لازم ، از وسایلی هستند که مورد احتیاج می باشند .

(نوع و جنس وسایل بر حسب اطلاعات موجود از چاه نظیر فشار و تولید گاز اسیدی و غیره بایستی تعیین و قبلاً پیش بینی گردید . در بیشتر موارد دستگاه پمپ سیار (Pumping Unit) و سیالی که می توان چاه را با آن کشت جزء احتیاجات در محل

منظور می گردد) . نسبت به موقعیت دستگاههای ایمنی اعم از دستگاههای تنفسی و یا دستگاه اندازه گیری گازهای اسیدی ووسایل کمک های اولیه به محل برده می شوند .

۲- نحـوه انجـام آزمـایـش

شرح مختصری راجع به نحوه انجام یکایک اعمال مذکور در برنامه به طور جداگانه در این مجموعه مندرج است . لذا از توضیح بیشتر در این مورد خودداری مـی گـردد . اشـاره بدین مطلب لازم است که انجام کارهای فوق در چنین آزمایشهائی بایستی در نهایت دقت و ایمنی صورت گیرد و سعی گردد تا آنجا که ممکن است از اشتباه کاری جلوگیری شده و حداکثر اطلاعات در حداقل زمان و با ایمنی کامل جمع آوری شود . موضوع دیگر تـداوم کاراست بدین معنی که طبق برنامه کلیه آزمایشات در زمان لازم و مربوط به خود صـورت گیرد تا از دوباره کاری و اتلاف وقت و خرج بیشتر جلوگیری به عمل آمده باشد . معمـولاً شخصی که مسئول انجام کار است با کلیه افرادی که او را همراهـی مـی کننـد بایـستی هماهنگی نموده و همگی در حین آزمایش و در طول مدت آن به طور دقیق کلیه جوانـب کار مربوط به خود را در نظر داشته باشند .

۳- نـتیجـه گیـری از آزمـایش و تهیـه گـزارش و پیشنهـادات :

با انجام اعمال فوق کلیه اطلاعات لازم جهت بررسی و تحقیـق و انجـام محاسـبات لازم ، جمع آوری می گردند و در اینجاست که می بایست از کارهای انجام شده نتیجه مطلوب را گرفت .

یادآور می شود که نحوه انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل بر روی اطلاعـات جمـع آوری شده از هرعمل به طور جداگانه در بخشهای دیگر این مجموعه منـدرج اسـت و بـه نظـر نمی رسد که به توضیح مجدد احتیاج باشد و در اینجا به منظور آگاهی از طرز اسـتفاده از اطلاعات جمع آوری شده از یک چاه و تجزیه و تحلیل آن ، نمونـه ای ذکـر مـی گـردد . بدیهی است فرض بر این است که از نحوه انجام کارها (راجع بـه هـر کـدام مختـصراً در بخشهای مربوطه این مجموعه توضیح داده شده است) . اطلاع داریـم و در اینجـا نحـوه جمع آوری اطلاعات محاسبات مربوطه و تجزیه و تحلیل کلیه اطلاعات مذکور خواهد شد .

مثال

یک آزمایش کلی بر روی چاه شماره –۱ میدان نفتی قلعه نار در دزفول سال ۱۹۷۷ توسط نگارنده انجام گرفت . در اینجا شرحی از هدف آزمـایش و نحـوه جمـع آوری و تجزیـه و تحلیل اطلاعات راجع به چاه درج می گردد . حفاری چاه در ژانویه سال ۱۹۷۵ شروع و در

اوت همان سال چاه تکمیل گردید . در حین تکمیل چاه ، آزمایشهای مقدماتی بـر روی آن انجام گرفت و به چاه نیز اسید زده شد . در حین آزمایشهای مقدماتی چاه بـا فـشار جاری ۴۰ بار (۵۸۰ پاوندبراینچ مربع در سرچاه) به میزان ۱۶۰۰ مترمکعب نفـت در روز (۱۰ هزار بشکه در روز) تولید نمود .

۱- هـدف از انجـام آزمایـش

مشخص کردن قدرت تولید چاه ، بررسی وضع تولیدی بـه کمـک نمـودار تولیـد چـاه ، محاسبه نسبت گاز به نفت و همچنین جمع آوری نمونه های گاز و نفت جهـت آزمـایش و کسب اطلاع از نوع نفت و به طور کلی تجزیه و تحلیل وضع تولیدی چاه و در صورت نیـاز اسید زدن به چاه به جهت ازدیاد قدرت بهره دهی ، اهدافی بودند که در نتیجـه آزمـایش کلی چاه را باعث گردیدند .

۲- اعمـال انجام شـده و خلاصـه ای از اطلاعـات جمع آوری شده

الف - عمق نهائی چاه بوسیله ابزار عمق ، در ۳۱۲۱ متر حفار اندازه گیری گردید .

ب – نمودار درجه حرارت از سرچاه تاعمق نهائی تهیه شد . به کمـک آن شـیب درجـه حرارت به اندازه $^{O}F/m$ ۳۳٪ محاسبه گردید . در ضمن ماکزیمم درجه حرارات داخلـی چاه به میزان ^{O}F ۱۸۱ اندازه گیری شد .

ج – فشار داخلی چاه توسط دستگاه فشارسنج داخلی و در اعماق ۲۹۰۰ و ۳۱۰۰ متری بـه ترتیب به میزانهای ۴۳۵۷/۱ و ۴۵۸۳/۳ پاوندبراینچ مربع اندازه گیری گردید . فشارسنج قپانی(DWT فشارسرچاه را در حال سکون به مقدار ۱۰۸۵ پاوندبراینچ مربع نشان داد .)

د – چاه از طریق چوک ۳/۴ اینچ به جهت تمیز شدن به گودآتش باز شد . پـس از چهـار ساعت جزاین به تفکیک کننده برگردانده شد در این حالـت چـاه بـا فـشار جـاری ۹۱۵ پاوندبراینچ مربع (سرچاه) مقدار ۵/۵ هزار بشکه در روز تولید داشت .

در همین دبی ، شاخص بهره وری چاه محاسبه گردید و مشخص شد کـه افـت فـشار در پوسته زیاد است (Slin Press) و در نتیجه لازم است که جهت بهتر شدن وضـع چـاه بـه لایه تولیدی آن اسید زده شود .

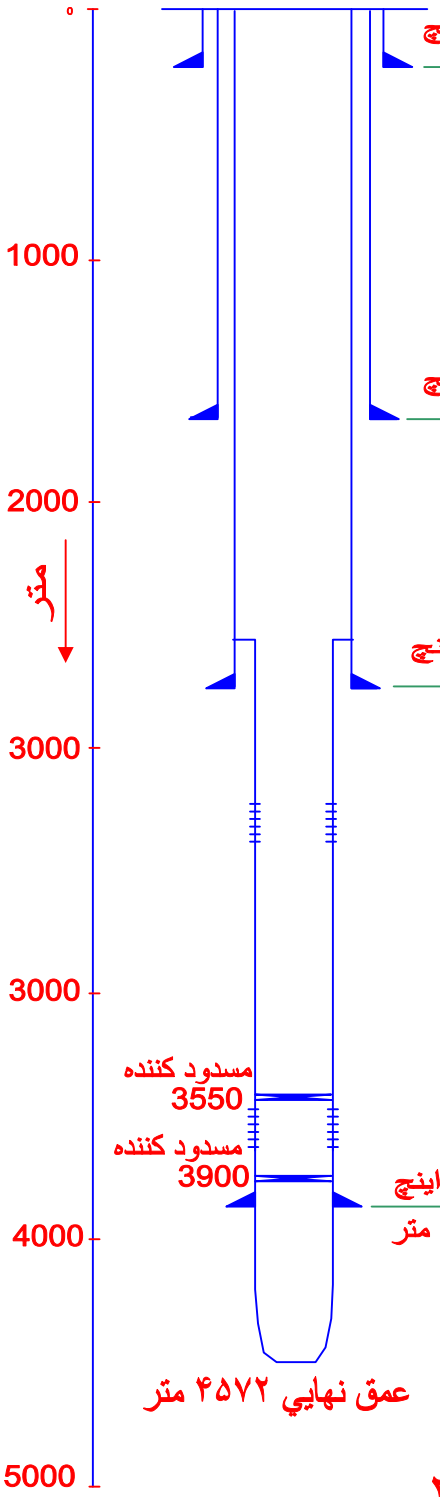
نمودار ساختمان داخلي چاه

ميدان نفتي : قلعه نار

شماره چاه : ق ر-۱

موقعيت : چاه اكتشافي نفت

ارتفاع از سطح دريا : ۴۷۲ متر



عمق مجموعه شبكه ها

1-	3493-3477
2-	3460-3445
3-	3120-3075
4-	3009-2993
5-	2988-2968
6-	2963-2940
7-	2908-2905

سازندهاي مختلف چاه:

نام سازند	عمق(متر)
آسماري	2785
پابده	3115
ايلام	3879
سروك	3962

شكل ۳۲

PETROMAN

گزارش اسیدزدن به چاه

جدول - ۱۰

ناحیه / حوزه مرکزی/ قلعـه نـار شـماره چـاه : ق ر-۱ تـاریخ : ۱۹۷۷/۲/۲۶

شماره عمل : ۲

۱- اطلاعات راجع به اسیدزدن به چاه دردوعمل گذشته

شماره عمل	تاریخ	عمق وضخامت لایه	حجم ونوع اسید	اطلاعات تزریق		مواد مخلوط دراسید
				دبی BPM	فشارpsi	
۱	حین تکمیل چاه	مترحفار ۳۱۲۰-۲۹۰۵	۱۲۰۰۰ گالن HCI	-	-	

شرح مختصر نتیجه عملیات :

۲- شـرایـط عـمـل

تعداد ونوع پمپ و قدرت آن: یک عدد پمپ واول Dowell با دقرت HHP-۵۲۰

نوع ومقدار ماده ضدزنگ: C-۱۵ به مقدار ۱٪ حجمی

نوع ومقداربقیه مواداضافه شده به اسید: - - - -

غلظت‌وحجم‌اسیدمصرفی(حجم‌ونوع‌سیال‌جایگزین‌شونده‌اسید): ۲۰۰۰۰ گالن HCL ۲۸٪ (۷۰۰ بشکه گازوئیل)

قطر ، طول وحجم لوله تولید: ۵/۸ ۹ اینچ ۲۶۴۳ متر ، ۷ اینچ ۴۷۷ متر (۶۹۲ بشکه)

۳-اطلاعات راجع به نحوه عمل

زمان شروع به پمپ کردن ۱۲۰۰ ساعت زمانی که اسید به لایه موردنظر رسیده است ۱۴۲۵ ساعت

فاصله زمانی Hr		دبی تزریق BFM		فشارتزریق PSI		حجم تزریقی درهرزمان	نوع سیال	نوع مخلوط شونده به اسید	افت فشاردراثرشکستن سنگ مخزن
از	تا	از	تا	از	تا				
۱۲۰۰	۱۲۰۵	۰	۸	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۲۰۰ گالن	اسید	-	-
۱۳۰۰	۱۳۲۰	۰	۸	۱۵۰۰	۱۲۰۰	۶۲۰۰ گالن	"	-	-
۱۳۲۰	۱۴۱۰	۸	۸	۱۲۰۰	۶۰۰	۱۲۶۰۰ گالن	"	-	خیر
۱۴۲۰	۱۴۴۵	۰	۸	۶۰۰	۶۰۰	۱۲۰ بشکه	گازوئیل	-	-
۱۴۴۵	۱۵۴۵	۸	۸	۶۰۰	۹۰۰	۵۸۰ بشکه	"	-	-

ساعت اتمام کار ۱۵۴۵ ساعت

فشارسرچاه در حال سکون بعد از ۵ دقیقه ۶۴۲ PSI

ساعت رسیدن نفت تمیز به سرچاه ۱۹۳۰ ساعت

مقدار وزمان فرستادن اسید قوی به آزمایشگاه : -

مهندس مسئول کنترانچی : گودرزی

تهیه گزارش توسط : لیاقت

ملاحظات :

فشارچاه درحال سکون بعد از ۱۵ دقیقه ۶۴۴ PSI

دبی چاه ۷۰۰۰ بشکه درروز – فشارجاری سرچاه ۹۸۱ PSI

مقداروزمان فرستادن اسیدمصرفی به آزمایشگاه: -

مهندس مسئول از طرف شرکت ملی نفت ایران : لیاقت

بررسی گزارش توسط : -

www.petroman.ir

نتیجه آزمایش چاه شماره ق ر-۱

جدول-۱۱

تاریخ	ساعت	اندازه چوک	فشار سرچاه	فشارلوله آتش psi	فشار تفکیک کننده psi	دبی نفت بشکه درروز	دبی گازمیلیون فوت مکعب درروز	نسبت گازبه نفت	وزن مخصوص نفت API	رسوبات ٪حجمی	گاز H2S ٪ حجمی	گاز CO2 ٪ حجمی
قبل از اسیدزدن به چاه												
۷۷/۲/۲۵	۱۴۰۰	۳/۴اینچ	۹۰۷	۷۴	۲۹۵	۵۶۰۰	۱/۱۰۰۵	۱۹۶/۵	۳۰/۶	۰	-۱/۰	۲/۰
“	۱۴۳۰	“	۹۰۱	۷۸	۲۹۵	۵۸۰۰	۱/۱۳۱۳	۱۹۵/۰	_	_	–	–
“	۱۵۰۰	“	۹۰۱	۷۲	۳۱۵	۵۵۰۰	۱/۰۹۵۷	۱۹۹/۲	۳۰/۶	۰	-۱/۰	۲/۰
“	۱۵۳۰	“	۹۰۲	۷۲	۳۱۵	۵۵۰۰	۱/۰۹۵۷	۱۹۹/۲	–	–	–	–

فشارداخلی چاه درحال سکون در عمق ۳۰۵۰ مترحفار ۴۵۱۸/۷ پاوندبراینچ مربع

فشارداخلی چاه درحال جریان در عمق ۳۰۵۰ مترحفار ۴۲۷۶/۹ پاوندبراینچ مربع

شاخص بهره وری ۲۲/۷ بشکه درروزبرپاوندبراینچ مربع

فشارسرچاه درحال سکون وبعد ازیک ساعت بسته شدن ۱۱۲۸ پاوندبراینچ مربع

بعد از اسیدزدن به چاه												
۷۷/۲/۲۸	۱۲۳۰	۳/۴ اینچ	۱۰۳۲	۸۷	۶۰۰	۶۵۳۱/۲	۱/۰۳۴۷	۱۵۸/۴	۳۰/۴	۰	–	–
“	۱۳۰۰	“	۱۰۳۵	۸۶	۶۰۰	۶۴۶۷/۵	۱/۰۳۹۸	۱۶۰/۷	–	–	–	–
“	۱۳۳۰	“	۱۰۳۹	۸۶	۶۰۰	۶۴۲۶/۱	۱/۱۰۷۰	۱۷۲/۲	۲۹/۶۶	۰	۱/۱۲	۱/۲۸
“	۱۴۰۰	“	۱۰۴۰	۸۵	۶۱۵	۶۳۵۲/۹	۱/۱۱۶	۱۷۴/۹	–	–	–	–
“	۱۴۳۰	“	۱۰۴۰	۸۲	۶۱۵	۶۱۹۸/۱	۱/۰۹۵۱	۱۷۶/۶	۲۹/۴۸	۰	۱/۱۲	۱/۲۸
	۱۵۰۰	فشارتفکیک کننده تقلیل داده شد .										
۷۷/۲/۲۸	۱۵۳۰	“	۱۰۳۵	۸۵	۴۱۵	۶۳۲۷/۲	۱/۲۴۴۲	۱۹۶/۶	–	۰	۱/۱۲	۱/۲۸
“	۱۶۰۰	“	۱۰۳۶	۹۵	۴۱۵	۶۹۹۱/۵	۱/۲۹۱۱	۱۸۴/۶	–	–	–	–
“	۱۶۱۵	“	۱۰۳۶	۹۵	۴۱۵	۶۹۷۸/۸	۱/۳۷۶۵	۱۹۷/۲	–	–	–	–

فشارداخلی چاه درحال سکون درعمق ۲۹۰۰ مترحفار ۴۳۵۷/۴ پاوندبراینچ مربع

فشارداخلی چاه درحال جریان درعمق ۲۹۰۰ مترحفار ۴۳۵۹/۴ پاوندبراینچ مربع

شاخص بهره وری ۶۸/۵ بشکه درروزبرپاوندبراینچ مربع

فشارسرچاه درحال سکون وبعد ازیک ساعت بسته شدن ۱۱۲۰ پاوندبراینچ مربع

نتیجه آزمایش چاه شماره ق ر-۱ جدول-۱۲

تاریخ	ساعت	اندازه چوک	فشار سرچاه	فشارلوله آتش psi	فشار تفکیک کننده psi	دبی نفت بشکه درروز	دبی گازمیلیون‌فوت مکعب درروز	نسبت گازبه‌نفت	وزن مخصوص نفت API	رسوبات ٪ حجمی	گاز H2S ٪ حجمی	گاز CO2 ٪ حجمی
۷۷/۲/۲۷	۱۵۳۰	۱/۲ اینچ	۱۰۸۴	۴۷	۳۰۵	۳۷۴۸/۳	۰/۹۸۴۶	۲۶۲/۶	۳۰/۲	۰	۱/۴۶	۵/۳۴
“	۱۶۰۰	“	۱۰۸۴	۴۷	۳۰۵	۳۷۳۵/۳	۰/۹۸۴۶	۲۶۳/۶	۳۰/۵	۰	۱/۴۶	۴/۱۴
“	۱۶۳۰	“	۱۰۸۴	۴۷	۳۰۵	۳۷۴۱/۴	۰/۹۸۴۶	۲۶۳/۱	۲۹/۹	۰	۱/۴۶	۳/۰۴
“	۱۷۰۰	“	۱۰۸۴	۴۷	۳۰۵	۳۷۴۳/۳	۰/۹۶۲۰	۲۵۶/۹	۲۹/۷	۰	۱/۴۶	۳/۰۴
فشارداخلی چاه درحال سکون ودرعمق ۲۹۰۰ مترحفار ۴۳۵۹/۷ پاوندبراینچ مربع												
فشارداخلی چاه درحال جریان و در عمق ۲۹۰۰ مترحفار ۴۳۱۱/۱ پاوندبراینچ مربع												
شاخص بهره وری ۷۷ بشکه درروزبرپاوندبراینچ مربع												
فشارسرچاه درحال سکون وبعد از یک ساعت بسته شدن ۱۱۲۵ پاوندبراینچ مربع												
۷۷/۳/۱	۷۰۰	۱ اینچ	۹۵۳	۱۹۰	۴۶۵	۱۴۴۵۷	۱/۲۰۴۰	۸۳/۲	۲۸/۸	۰	۱/۲	۳/۸
“	۱۷۳۰	“	۹۵۳	۱۸۷	۴۶۵	۱۴۲۲۵	۱/۴۶۰۳	۱۰۲/۶	–	۰	–	–
“	۱۸۰۰	“	۹۵۳	۱۸۵	۴۶۵	۱۳۹۷۱	۱/۸۸۸۲	۱۳۵/۱	۲۸/۶	۰	۱/۱۸	۲/۹۲
“	۱۸۳۰	“	۹۵۳	۱۸۵	۴۶۵	۱۳۶۷۷	۱/۹۹۴۰	۱۴۶/۷	–	۰	–	–
فشارداخلی درحال سکون ودرعمق ۲۹۰۰ مترحفار ۴۳۵۷/۲ پاوندبراینچ مربع												
فشارداخلی چاه درحال جریان و در عمق ۲۹۰۰ مترحفار ۴۱۸۸/۴ پاوندبراینچ مربع												
شاخص بهره وری ۸۱ بشکه درروز برپاوندبراینچ مربع												
فشارسرچاه درحال سکون وبعد از یکساعت بسته شدن ۱۱۲۲ پاوندبراینچ مربع												
۷۷/۳/۳	۷۳۰	۱۱/۴ اینچ	۹۴۰	۲۴۰	* _	۱۸۴۰۰	–	–	–	–	–	–
“	۸۰۰	“	۸۷۲	۲۳۰	–	۱۶۹۰۰	–	–	۲۹/۲	۰	۱/۱	۲/۹
“	۸۳۰	“	۸۷۷	۲۳۵	–	۱۷۸۰۰	–	–	–	–	–	–
“	۹۰۰	“	۸۸۰	۲۳۵	–	۱۷۸۰۰	–	–	–	–	–	–
“	۹۳۰	“	۸۸۰	۲۳۵	–	۱۷۸۰۰	–	–	–	–	–	–

* به علت ظرفیت تفکیک کننده در این حالت از آن استفاده نگردید . دبی چاه از روی منحنی تهیه شده به کمک آزمایشهای قبل مشخص گردید .

هـ – مقدار ۲۰۰۰۰ گالن اسید کلریدریک ۲۸٪ با فشار ۶۰۰-۱۵۰۰ پاوندبراینچ مربع و دبی ۸ بشکه دردقیقه به داخل چاه پمپ گردید . پس ازاتمام اسید ، توسط ۷۰۰ بشکه گازوئیل که بلافاصله بعد از آن به داخل چاه پمپ شد ، اسید از داخل چاه به درون مخزن نفتی رانده شد . سپس چاه مجدداً جهت تمیز شدن (خارج کردن اسید مصرف شده) به گودآتش باز شد . اطلاعات مربوط به این قسمت در جدول شماره –۱ مندرج است .

و – چاه با دبی های مختلف تحت آزمایش قرار گرفت . بدین منظور چاه در زمانهای متفاوت از طریق چوکهای ۱/۲ ، ۳/۴ ، ۸/۷ و ۱ اینچ به داخل تفکیک کننده باز شد . در کلیه حالات نسبت گاز به نفت تولیدی محاسبه گردید . به علاوه در هر حالت دستگاه فشارسنج داخلی ، درون چاه بود که در نتیجه فشار چاه را اندازه گیری کرده و شاخص بهره وری چاه نیز در هر دبی محاسبه شد . هر بار پس از چند ساعت تولید چاه بسته شد

و افزایش فشار مخزن نیز اندازه گیری گردید . جداول شماره ۱۱ ، ۱۲ ، نتیجه اطلاعات مکتسبه را نشان می دهد . محاسبات انجام شده بر روی بعضی از اطلاعات نیز آورده خواهند شد .

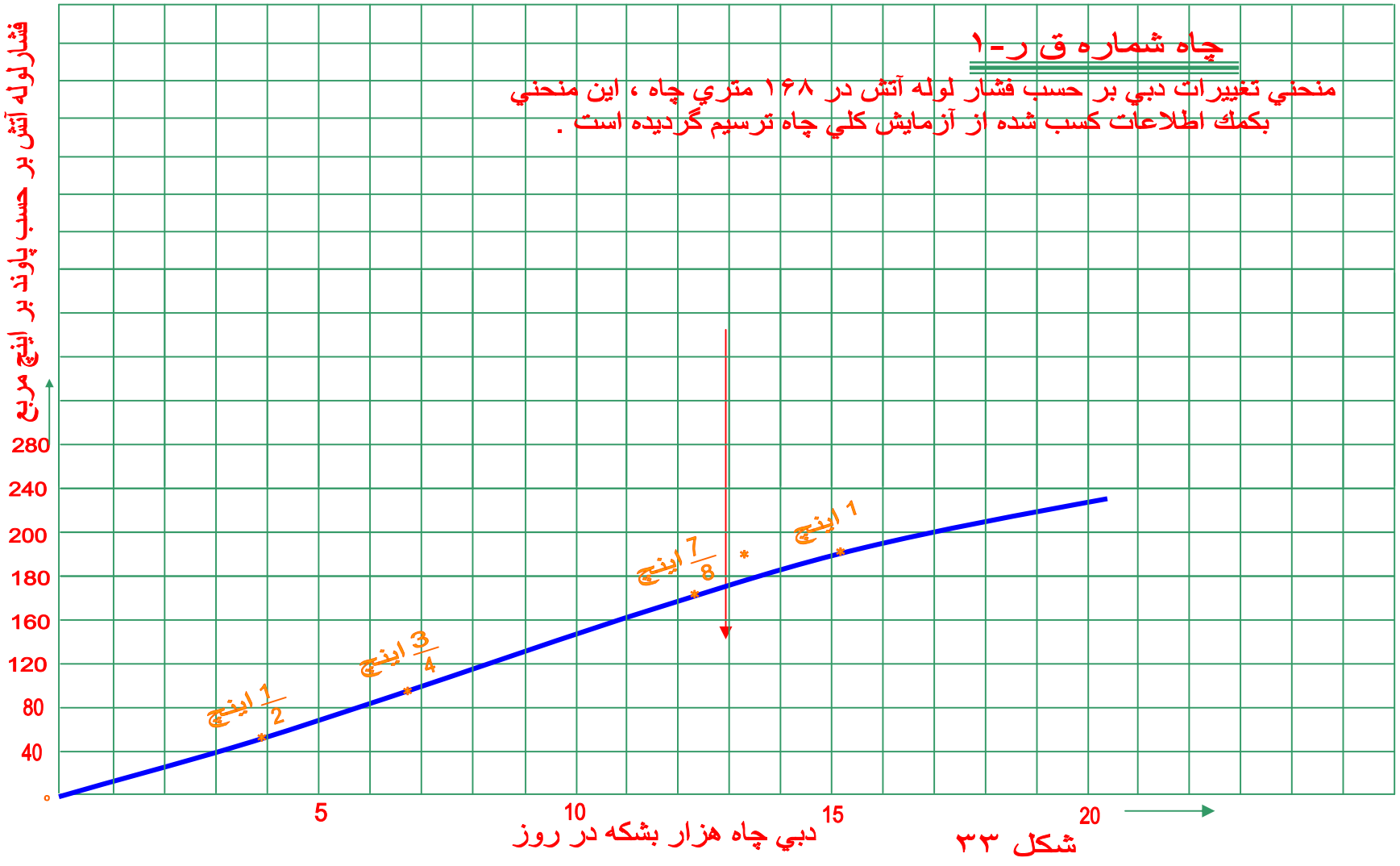
ر – زمانی که چاه از طریق چوکهای ۱/۲ و ۳/۴ اینچ جریان داشته نمودار تولیدی چاه بررسی وترسیم شد (PCT) نتایج بدست آمده درشکلهای ۳۲ تا ۳۵ نشان داده شده اند . به علاوه تهیه نمودار و لایه ها از طریق داخل چاه به هم دیگر جریانی ندارند . در همین عمل مقدار درصد تولید هر لایه نیز با توجه به دبی چاه در آن زمان محاسبه گردید که در همان اشکال میزان آنها مشخص شده است .

ح – به منظور مشخص کردن ماکزیمم تولید ، چاه از طریق چوک ۱۱/۴ اینچ باز شد . در این حالت به علت کم بودن ظرفیت عملی تفکیک کننده برای جداکردن گاز از نفت از آن استفادهنگردیدوفقطازرویوضع فشار سرچاه و فشار لوله آتش دبی چاه اندازه گیری شد .

ط – در هر بار که چاه باز بود از نفت چاه و همچنین از نفت و گاز خروجی از تفکیک کننده نمونه گیری به عمل آمد . نمونه های تحت فشار جهت تجزیه و تحلیل به آزمایشگاه ارسال گردید .

ی – از داخل چاه و از عمق ۲۹۰۰ متر (درست بالای شبکه ها) نمونه گیری گردید تا به منظور تجزیه و تحلیل فشار حجم و درجه حرارت (PVT) مورد استفاده قرار گیرد . فشار محل نمونه گیری ۴۳۵۲ پاوندبراینچ مربع بود و در حال نمونه گیری چاه با دبی حدود ۵۰۰ بشکه در روز جریان داشت (این دبی کم به علت این بود که می خواستیم فقط سیال حرکتی داشته باشد) .

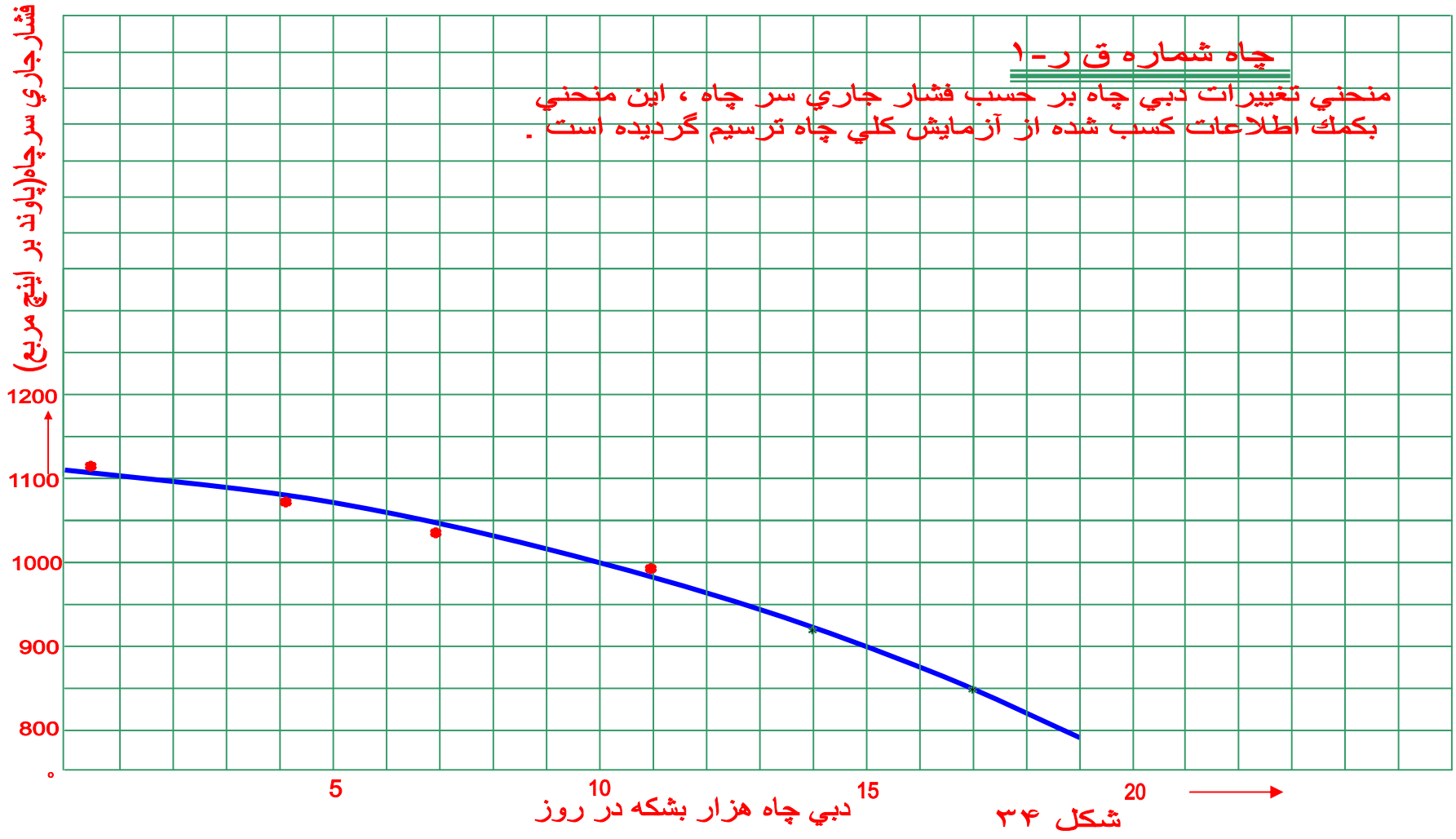
PETROMAN



شکل ۳۳

www.petroman.ir

PETROMAN



شکل ۳۴

www.petroman.ir

۳- محـاسبـات

الف – محـاسبـه دبـی چـاه

بدیهی است به کمک دستگاههای اندازه گیری بر روی تفکیک کننده سرچاهی و با توجه به فشار ودرجه حرارت و مشخصات سیال ، مقدار نفت و گاز قابل اندازه گیری می باشند . این مقادیر حساب شده در جداول شماره ۱۱ و ۱۲ نشان داده شده اند .

جهت محاسبه دبی نفت راه حل فرمولی نیز موجود است و می بایست نسبت گاز به نفـت چاه مشخص باشد . فرمولهای مربوط به این موضوع تجربی می باشند ، لذا ممکن است که نتوان آنها را در مورد کلیه چاهها تعمیم داد . یکی از این نوع فرمولها که توسط دبلیـو – سی – گیلبرت تهیه شده به قرار زیر است :

(W . C . Gilbert , paper No . 801 - 3011 API meeting May 6 , 1954)

معادله گیلبرت

$$B = \frac{P \times S^{1/89}}{435 \times 2^{./546}}$$

B : دبی نفت چاه بر حسب بشکه در روز B/D

P : فشار جاری چاه قبل از چوک پاوندبراینچ مربع PSI

S : اندازه (قطر)چ.ک برحسب ۱/۶۴ اینچ

R : نسبت گاز به نفت چاه بر حسب هزار فوق مکعب بر بشکه MSCF/B

در مورد این مثال و در شرایط

P= ۱۰۸۴ پاوندبراینچ مربع

R = ۰/۲۵۷ هزار فوت مکعب بربشکه

S= ۱ = ۳۲ اینچ
۲ ۶۴

خواهیم داشت :

$$B = \frac{(1084)(32^{1/89})}{(435)(./257^{.546})}$$

= ۳۶۵۹ بشکه در روز

همین دبی توسط دستگاههای اندازه گیری تفکیک کننده سرچاهی به میزان ۳۷۴۳ بشکه در روز محاسبه شده است .

ب – تجزیه و تحلیل فشار

باتوجه‌به‌مطالب‌ذکرشده‌درقسمت‌تجزیه وتحلیل‌فشاردرهمین‌مجموعه ، مقادیر K ΔP_{skin} و راندمان چاه دردبی های مختلف چاه محاسبه گردیده اند . بدیهی است جهت انجام این امر منحنی تغییرات فشار نسبت به زمان در هر حالت ترسیم شده و از کلیه اطلاعات جمع آوری شده از چاه استفاده گردیده است .

جهت دریافت نحوه انجام محاسبات به بخش تجزیه و تحلیل فشار مراجعه شود . در ضمن منحنی تغییرات فشار در یکی از حالات نیز در شکل شماره ۳۷ نشان داده شده است .

جدول زیر با توجه به اطلاعات موجود و استفاده از روش مذکور در قسمت تجزیه وتحلیل فشار و خلاصه و نتیجه بدست آمده را نشان می دهد .

اندازه چوک اینچ	دبی نفت بشکه درروز	P_{Ihr} پاوندبراینچ مربع	P_{WF} پاوندبراینچ مربع	K میلی دارسی	ΔP_{SKIN} پاوندبراینچ مربع
$*\frac{3}{4}$	۵۵۰۰	۴۵۱۲/۸	۴۲۷۶/۸	۲۷۷/۳	۱۳۸/۴
$\frac{1}{2}$	۲۷۴۳	۴۳۰۵/۵	۴۳۱۱	۴۲۳/۴	۶/۶۶
$\frac{3}{4}$	۶۹۹۱	۴۳۴۷/۸	۴۲۵۷/۴	۴۲۳/۰	۶/۶۴
1	۱۱۹۳۵	۴۳۳۷/۵	۴۱۸۸/۴	۴۲۳/۸	۶/۳۶

اطلاعات به کار برده شده عبارتند از :

μ = ۱/۷ C.P B = ۱/۱

ϕ = ۸/۸ C = ۵×۱۰$^{-6}$ psi

r_w = ./۲۵۷۵ فوت h = ۴۰۲

- دراین حالت وضع چاه قبل از اسیدزدن مشخص شده است و همانطور که معلوم است نفوذپذیری لایه کمتر از بقیه حالات و ΔP_{skin} بیش از سیار حالات است . با مقایسه با بقیه نمونه ها بهبود وضع چاه پس از اسیدزدن کاملاً مشهود است زیرا هم نفوذپذیری لایه اضافه شده وهم اینکه افت فشار کاهش یافته است .

در اینجا جهت محاسبه افت فشار پوسته ΔP_{skin} از روش دیگر نیز استفاده شده است . جهت مقایسه ارقام بدست آمده با مشابه آن با مته فوق به شکل شماره ۳۶ مراجعه شود (بخش تجزیه و تحلیل فشار مخزن) .

نمونه برداری از نفت و یا گازچاه
Sampling

جهت بررسی نوع و مشخصات نفت وگاز تولیدی چاه و مواد زائدی همراه آنها ، از سیال چاه نمونه برداری می گردد . نمونه گیری بصور مختلف و با اهداف متفاوت می باشد که ممکن است از داخل چاه و یا بعد از تولید جمع آوری گردد . علاوه بر نمونه برداری جهت جمع آوری اطلاعات و کاربرد آنها در محاسبات و تصمیم گیریهای مربوط به مهندسی بهره برداری ، بنا به تقاضای بعضی بخش های دیگر نمونه برداری انجام می گیرد . معمولاً نمونه برداری از سیال در حالتی صورت می گیرد که آن سیال در جریان باشد (مگر حالت استثنائی موجود باشد) چرا که بعضی مشخصات سیال در اثر رکود تغییر می کند . آزمایش از نمونه ها بر حسب الزام ممکن است که در محل صورت گیرد ، لیکن متداول

چنین است که به آزمایشگاه فرستاده شوندودرآنجا به کمک وسایل لازم مورد آزمـایش قرار گیرند .

جهت جمع آوری نمونه های بعد از تولید چاه ، محل های بخصوصی در مسیر تولید تعبیه گردیده اند و در صورتیکه لازم باشد از نقطه مخصوصی نمونه گیری گردد بایـستی محـل مناسب برای آن تعبیه شود . لازم است تذکر داده شود که نمونه هائی که از لوله هـای در مسیر جریان جمع آوری می گردند ، از قسمت وسط لولـه گرفتـه شـوند . مگـر اینکـه بخواهیم از جریان دوفاز در لوله ، نمونه گاز بگیریم که بدیهی است از بالاترین نقطـه روی لوله نمونه برداری می گردد . انواع نمونه گیری به قرار زیر می باشد :

۱- نمونه گیری معمولی که بدون درنظرگرفتن فشارجاری سیال انجام می گیرد . نمونه ها را می شود درظروف مختلف وبه مقادیر لازم جمع آوری کرد ، لیکن معمولاً در شیشه های بخصوص ۱۶ و یا ۸ اونسی و یا گالن های چهارلیتری جمـع آوری میگردنـد . ایـن طـرز نمونه گیری جهت انجام منظورهای زیر می باشد . (بدیهی اسـت در ایـن حالـت از گـاز نمونه برداری نمی گردد) .

الف – اندازه‌گیری‌وزن‌مخصوص‌نفت‌ودرجه‌سنگینی‌آن(Secific gravity & API) ^{O} (بـدین منظور به کمک وسیله ای بخصوص وزن مخصوص نفت را اندازه گیری می نمایند و سـپس مقدار آنرا در شرایط متعارفی محاسبه می نمایند . درجه سنگینی نفت یـا فرمـول زیـر محاسبه می گردد :

$$API^{O} = \frac{141/5}{SP.Gr60/60} - 131/5$$

ب - جهت اندازه گیری مقدار آب و نمک تولیدی همراه نفت :

به کمک دستگاههای مخصوصی مستقیماً مقدار نمک موجود در نفت را می تـوان انـدازه گیری کرد . و یا می شود که اگر مقدار آب همراه نفت قابل جداشدن باشد (بوسیله دوران Centrifuge) ، میزان نمک را در آب محاسبه نمود (بدیهی است با توجه بـه مقـدار آب و نمک و مقایسه آن با نمونه های شناخته شده می توان مشخص نمود که ایـن آب از کجـا تولید شده است) . در اینجا اصطلاحاً اگر مقدار نمک مستقیماً از روی خود نفـت انـدازه گیری شود آنرا (Salt Cotent) و اگر بر روی آب همراه نفـت انـدازه گیـری گـردد آنـرا (Salinity) گویند .

ج - اندازه گیری رسوبات تولیدی که در حقیقت با عبور دادن نمونه از صافیهای مخصوص آنها را جمع آوری کرده و با توجه به مقدار آنها در نمونـه ، میـزان تولیـد آنهـا محاسـبه می گردد .

(تولید شن جزء رسوبات فرض شده است)

د - به منظور اندازه گیری مقدار هیدروژن سولفوره موجود در نفت
هـ - جهت پاره ای آزمایشات زمین شناسی

۲ - نمونه گیری تحت فشار

الف - نمونه برداری از داخل چاه بوسیله ابزاری مخصوص و با کمک سیمی که کاملاً تحت کنترل است از هر عمق چاه که در نظر باشد نمونه برداری می گردد . در این حالت ظرف بخصوصی که قبلاً از یک نوع روغن پرشده است به داخل چاه فرستاده می شود و پس از آنکه در عمق مورد نظر نگهداشته شد توسط عوامل مکانیکی و هیدرولیکی نفت و یا گاز داخل چاه تحت فشاری که در همان عمق دارد جای آن روغن رامی گیرد . در نمونه گیری توسط ظرف نمونه برداری روسکا(Ruska Sampler) ، مستقیماً همان ظرف به‌آزمایشگاه فرستاده می شود ، در حالیکه در طریقه دیگری که عمل می گردد ، نمونه جمع آوری شده تحت همان فشار در سرچاه به داخل بطری فلزی مخصوصی منتقل می گردد و این بطری به آزمایشگاه ارسال می شود . (اگر فشار موجود در نمونه بالاتر از فشار اشباع نفت از گاز باشد می توان فشار اشباع نفت از گاز را در سرچاه اندازه گیری نمود ، البته این عمل در آزمایشگاه انجام می پذیرد) . موضوع مهم حصول اطمینان از جمع آوری نمونه است بدین معنی که مشخص شود آیا طرف نمونه گیری پر شده است و یا اینکه ابزار بکار رفته عمل خود را انجام نداده اند . در این حالت معمولاً چاه با دبی بسیار کم جریان می کند که فقط از ساکن ماندن نفت جلوگیری می شود . این نمونه برداری در حقیقت مهمترین و کاملترین نوع نمونه برداری است زیرا که کلیه اطلاعات لازم را می توان به کمک آزمایش آن نمونه کسب نمود . عمده ترین هدف از این نمونه گیری ، مشخص نمودن خواص سیال در فشار ، حجم و درجه حرارتهای مختلف است PVT Analysis به علاوه نسبت گاز به نفت ، نوع نفت ، اجزاء متشکله نفت وگاز ، میزان گازهای اسیدی موجود و بسیاری‌مجهولات دیگر مربوط به آن سیال نیزاندازه گیری و یا محاسبه می گردد .

ب – نمونه بردای از نفت و گاز خارج شده از چاه ، در این حالت به کمک ظروف بخصوصی که در اندازه های متفاوت (وقابلیت تحمل فشارهای مختلف) موجود هستند به روش جایگزین کردن نفت وگاز با سیالی دیگر که عمدتاً جیوه می باشد (در بعضی مواقع آب و یا نوعی روغن استفاده می شود) نمونه برداری صورت می گیرد . نکته مهم اینست که فشار داخل ظرف نمونه گیری بایستی حتماً با فشار محل نمونه برداری یکی باشد . (زیرا افت فشار باعث تغییر بعضی خواص نمونه خواهد شد) . این طرز نمونه برداری ، اعم از

اینکه نمونه گاز یا نفت باشد جهت اهداف متفاوت است که بعضی از آنها به قرار زیر مـی باشند .

۱- نمونه گیری نفت از سرچاه و یا در واحد بهره برداری جهت انجـام آزمایـشات معمولی (اندازه گیری نمک ، آب وزن مخصوص و رسوبات مختلف)
۲- نمونه گیری نفت از سرچاه و یا چندراهه واحد بهره برداری و همچنین بعـد از مراحـل اول ، دوم و سـوم جداسـازی . بـه‌منظورانـدازه‌گیـری‌ضـریب انقباض(Shrinkage Factor)
۳- نمونه‌برداری‌ازنفت‌جهت‌آزمایشات‌شیمیائی‌نمونه‌هـای(Assay Type A , B ,C Apalysis) دراین آزمایشات قسمت اعظم مجهولات مربوط به نفـت مـشخص می گردد .
۴- نمونه گیری از نفت جهت دوباره مخلوط کردن با گاز (معمولاً از نفت جداشـده در مرحلـه اول گرفتـه مـی شـود) و ایجـاد مخلـوط اولیـه و بررسـی آن Recombination Test
۵- نمونه گیری از گاز به منظور مشخص کردن اجزاء متشکله آن . (تـرجیح داده مـی شـود کـه مقـدار گازهـای اسـیدی د رمحـل انـدازه گیـری گـردد) . Compositional Analysis .
۶- نمونه گیری از گاز جهت اندازه‌گیری‌مقدارگازهای‌اسیدی‌وبخارآب‌موجوددرآن .
۷- نمونه برداری از گاز (معمولاً گازجداشده درمرحله اول جداسازی) برای مخلوط کردن با نفت و برگرداندن آن به حالت اولیه جهت بررسی . (نکته مهـم ایـن است که این نمونه بایستی با نمونه نفت ذکـر شـده در بـالا شـماره ۴ کـاملاً همزمان جمع آوری شود) .

۳- نمونه برداری از مانع ایجاد شده در چاه . توسط ابزار بخصوصی که با کنترل دقیق بـه داخل چاه فرستاده می شود از مانع ایجاد شده نمونه برداری می گـردد (Obstruction) . هدف اینست که جنسیت آن معلوم گردد تا جهت دفع آن بتوان اقدام نمود .

اساس بررسی وضع یک مخـزن هیدروکـربن زیرزمینـی
Fundamentals of Reservoir Engineering

به طور کلی هدف از انجام مطالعه بر روی وضع مخازن زیرزمینی کسب اطلاعات مختلـف راجع به فشار ، حجم بهره وری از سنگ مخزن ، مقدار نفت وگاز موجـود در آن و میـزان قابل استخراج آنها در هر لحظه از بهره برداری با توجه به شرایط موجود مـی باشـد . در عین حال پیش بینی قدرت تولید و در صورت لزوم با طراحی سیستم های مختلف تزریقی به منظور بالا بردن راندمان استخراج و همچنین تحقیق درمورد مخازن زیرزمینی جدیـد در رابطه با بهره برداری بیشتر نیز بعضی از هدفها را تشکیل می دهنـد . اصـولاً پـس از پی بردن به وجود نفت در یک منطقه (که با روش های آزمایشی عملی و نمـودار‌برداری و تجزیه و تحلیل نمونه های سنگ مخزن صورت می گیـرد) بایـستی مقـدار هیـدروکربن موجود در مخزن زیرزمینی محاسبه گردد (در بعضی موارد با توجه بـه اطلاعـات موجـود تخمین رده می شود) و میزان قابل بهره برداری از آن در هر زمان با توجه به میزان تولید و شرایط عمل و در نظر گرفتن بازدهی بهتر حساب شود . بدیهی است بادر نظـر گـرفتن تمامی مختصات و اطلاعات راجع به مخزن زیرزمینی ، پیگیری انجام مطالعـات از ابتـدای شروع به بهره برداری تا پایان عمر مؤثر آن و ابداع طرحهای جدید در جهـت بـالا بـردن راندمان نیز امری الزامی است .

اصولاً برای حل هر مسئله سعی می شود که تا حد امکـان روابـط ریاضـی یافـت شـود (درصورتیکه موجود باشد) و برای یافتن فرمول و یا راه حل د ربیشتر مـوارد مفروضـاتی درنظر گرفته می شوند و بدین ترتیب و بهرحال راه حل نزدیک بـه یقـین مـسئله پیـدا می گردد . حل مسئله مربوط به مخازن زیرزمینی نیز از این قانون مستثنا نیست . (شاید ایجاب کند در بعضی موارد و در مورد بعضی مسائل گفتن اینکه لاینحل است بهتر باشد تا یک تقریب بسیار دور برای حل آن درنظر گرفته شود) .
درمورد مخازن زیرزمینی نیز با توجه به کلیه جهات و انجام فرصتهائی ، مجموعه فرمولها و محاسباتی (Model) برای کلیه معلومات تعریف می گردد و به کمـک آنهـا در وضـع و موقعیت مخزن زیرزمینی مطالعه و سپس بررسی و آنالیز صورت می پذیرد . جهت انجـام ایـــن امـــر مـــدلهای متفـــاوتی موجـــود مـــی باشـــند و خوشـــبختانه وجـــود ماشینهای‌محاسبه‌الکترونیکی(کامپیوتر) نیزکاربردآنهاراآسان‌ترنموده‌است .
بحث راجع به انواع مدلها و نحوه کاربرد آنها و همچنین تجزیه و تحلیل نتـایج حاصـله از هـمل آن بر روی اطلاعات مربوط به یک مخـزن زیرزمینـی ، خـود مجموعـه هـا و کتـب

متعددی را شامل می گردد ، که به طور قطع احتیاج به تبحر کامل دارد . (ازجمله این کتب کتاب Modern Reservoir Engineering A Simulation Approach که توسط H . B . Crichlow تهیه شده است ، می باشد) .

در اینجا فقط مختصر آشنائی به نام و مبنای تعریف بعضی از مدلها که کاربرد بیشتری دارد اشاره می گردد :

۱- برنامه موازنه مواد The Material Balance

مبنای یکی از روشهای تحقیق در مورد وضع مخازن زیرزمینی ، روش موازنه مواد مختلف (مواد خروجی ، ورودی و موجود در سنگ مخزن) در سنگ مخزن می باشد. این مدل با وجود قدمتی که دارد ، همچنان در بعضی موارد به عنوان مبنای محاسبات در نظر گرفته می شود . به عبارت ساده در این حالت سنگ مخزن به صورت یک مخزن متجانس که در سراسر آن سنگ و سیال موجود به صورت همگن قرار دارد فرض می شود و بین مواد خروجی از آن(تولید در هر زمان) ، مواد ورودی آن (آب ورودی و سیالات تزریقی) و مواد موجود و یا باقیمانده در سنگ مخزن معادله حجمی توازن نوشته می شود . این معادله گاهی معادله بدون ابعاد خوانده می شود و بدان علت است که هیچگونه تغییری در جهات مختلف که باعث اختلاف با فرض اول باشد (متجانس و همگن بودن) متصور نیست . در این حالت درجه اشباع (Saturation) و فشار به طور مداوم و یکسان به سراسر مخزن منتقل می گردد و لذا تغییر فشار در هر لحظه و در هر نقطه از مخزن قابل تخمین و بررسی است .

با توجه به شکل معادله موازنه بدین صورت خواهد بود :

W_e (آب طبیعی ورودی) — W_P

G_i (گازتزریقی) — ورودی $S_g + S + S_W = 1$ خروجی — N_P

W_i (آب تزریقی) — G_P

$$N_P\left[B_t + B_g(R_P - R_{si})\right] + W_P = N\left[(B_t - B_{ti}) + \frac{B_{ti}}{1-S_{wi}}(C_f + S_w C_w)\Delta p + \frac{{}^{MB}t_i}{B_{gi}}(B_g - B_{gi})\right] + W_e + W_i + G_i B_g$$

سمت چپ معادله بالا مشخص کننده میزان تولید آب و نفت و گاز و طرف راست مربوط به انبساط حجمی و سیالهای موجود در سنگ مخزن و رابطه وجود آنها با یکدیگر و همچنین مواد تزریقی به داخل مخزن را نشان می دهد .

با توجه به معادله فوق و انجام یک سری تعبیر و تبدیل ریاضی می توان مجهولات زیر را محاسبه نمود . (بدیهی است با داشتن کلیه اطلاعات لازم و استفاده از بعضی فرمولهای دیگر)

الف – مقدار نفت موجود در سنگ مخزن Oil in Place (OIP) (با توجه به اطلاعات قبلی راجع به مخزن قابل محاسبه می باشد) .
ب – مقدار آب ورودی به مخزن از طریق فعالیت آبده طبیعی مخزن .
ج – اندازه‌گنبدگازوهمچنین‌مقدارگاز موجود د رمخزن (گاز همراه نفت و گازآزاد) .
د – تولید نفت ، گاز و آب در هر لحظه و باقیمانده نفت و گاز قابل بهره برداری با توجه به شرایط موجود .
لازم به یادآوری است که این مدل به صورت محاسبات فرمولی ریاضی و یا به کمک نمودارها قابل استفاده و تحلیل می باشد . چنین مدلی در حال حاضر در اداره مهندسی‌مخازن‌زیرزمینی‌شرکت‌ملی نفت ایران موجودو مورد استفاده است .
(A Suite of Material Balance Program)

۲ – شبکه‌آنالوگ مقاومت – ظرفیت Analog Resistance - Capacitance Networks

این روش معمولاً به نام آنالیزکننده الکتریکی موسوم است زیرا حرکت سیال را با مشابهت دادن به جریان الکتریسیته بررسی و در نتیجه مخزن زیرزمینی هیدروکربن را با نشانه به سیستم ظرفیت – مقاومت الکتریکی مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد . لذا با تحقیق بر روی فاکتورهای الکتریکی و تعمیرات آنها درهر لحظه از تولید سنگ مخزن ، پس ازتبدیل به واحدهای لازم موقعیت زمانی سنگ مخزن مشخص می گردد . معمولاً فاکتورها در مرحله اول به صورت ولتاژ وشدت جریان محاسبه می گردند و سپس به واحدهای لازم با توجه به تشابه مفروض تبدیل می گردند .

۳- مدل الکترونیک The Electroiytic Model

این مدل بر مبنای قانون اهم Ohmls low برای جریان در سیستم های هادی و قانون دارسی Darcy s Low برای جریان در یک سیستم متخلخل استوار است . اصولاً با وارد کردن یک ولتاژ به سیستم وحرکت یونهای منفی به طرف قطب مثبت و آنالیز این پدیده ، موقعیت سنگ و مواد موجود در آن مورد مطالعه و بررسی قرار می گیرد .

۴- مدل توانسنجی The Potantiometric Model

در این حالت سنگ مخزن زیرزمینی مورد مطالعه با یک مدل ساخته شده تحت تعادل مقایسه می گردد و وضعیت آن بررسی می شود . موضوع اصلی مقایسه در اینجا محدوده کلی مخزن (Res . Boundries) با توجه به حاصل ضرب نفوذپذیری و ضخامت لایه مورد نظر می باشد .
(Kh , Permeability - thickness product)

با در دست داشتن یک مدل ریاضی جامع می توان روشهای ممکن گوناگون را از لحاظ طرق مختلف تولید اولیه و ثانویه مطالعه نمود و با توجه به نتیجه آنها ، که معمولاً بیش از چند هفته وقت نیاز ندارد ، امتیازات یامفاد هر کدام از انواع مختلف تولید فوق الذکر را بررسی و بهترین آنرا درمورد مخزن پیاده کرد .
در حال حاضر مدلهای سه بعدی و مقطعی چندقطعه ای ، امتزاجی با سنگ مخزن شکافدار (fractured) و انباشته در ادراه مهندسی مخازن مورد استفاده هستند .

لوله های نفت وگاز
Lines

لوله ها به طور کل اعم از اینکه هر سیالی را از خود عبور دهند یکی از ضروریات صنعت نفت می باشند و از محل تولید در سرچاه تا واحدهای بهره برداری وسپس در رساندن به محل مصرف در پالایشگاهها و یا بنا در (جهت صادرات) به کار گرفته می شوند .
کاربرد لوله ها در هر محل و برای هر منظور طبق ضوابط خاصی می باشد و لازم است با توجه به شرایط و موقعیت محل استفاده طراحی گردند . این امر با در نظر گرفتن جنس و موقعیت سیالی که می خواهد از لوله عبور کند و شرایط محل عملی می گردد . بعضی از فاکتورهای مهم در رابطه با طراحی لوله ها به قرار زیرمی باشند :

۱- فشار

یک از عوامل بسیار مؤثر در طراحی لوله ها است و مقدار آن در ابتدای ورود سیال و چگونگی تغییرات آن به علل مختلف در مسیر جریان و همچنین اندازه فشار درمقصد لوله در کلیه محاسبات مربوط به لوله ها مورد نظر است . این فشارها با روش های متفاوت و استفاده از فرمولها ، نمودارها و جداول متنوع قابل محاسبه و بررسی می باشند و به طور کل عامل اصلی انتقال سیالی از نقطه ای به نقطه دیگر همین فشار است .

۲- دما

درجه حرارت سیال و محیط در هر قسمت از مسیر لوله عاملی است در نحوه انتقال آن سیال که با ضوابط بخصوصی قابل اندازه گیری و محاسبه می باشد و به طور قطع در محاسبات مربوط به طراحی لوله های به نحوی منظور می گردد .

۳- رژیم جریان

سرعت سیال و طرز حرکت آن در درون لوله ها خود تحت تأثیر عوامل متفاوت نظیر جنس سیال ، فشار ، درجه حرارت و مسیر عبور و اندازه لوله می باشد و به طور قطع درمحاسبات مربوط به طراحی لوله ها به نحوی منظور می گردد .

۴- جنس سیال

جنسیت سیال اعم از یک فاز(گاز وگازمایع) ویا دو فاز بودن(گاز به همراه مایع) و بالاخص ماهیت آن در کاربرد فرمولها و نمودارها و اشکال لازم برای طراحی لوله ها مؤثر است .

۵- دبی جریان

بدیهی است نسبت به مقدار جریان وکمی و زیادی آن ، اندازه (قطر) لوله تغییر می کند . لذا یکی از فاکتورهای مؤثر در رابطه با طراحی لوله ها مقدار(دبی) جریان سیال می باشد .

۶- مسیر عبور لوله

این موضوع خود بنحوی در تغییرات اکثرفاکتورهای فوق الذکر مؤثر می افتد و بدین ترتیب در محاسبات مربوط به لوله ها به طریقی وارد عمل می شود . (کوتاه ترین مسیر همراه با کمترین پستی و بلندی مورد نظراست) .

با توجه به موارد فوق و سایر اطلاعات موجود لازم طراحی لوله ها صورت می گیرد درنهایت قطر ، طول و جنس لوله مورد نظر برای یک مصرف بخصوص مشخص گردیده و مورد استفاده قرا رمی گیرد .

نگهداری لوله ها خود مسئله مهمی است که می بایست بدان توجه شود . لذا با در نظر گرفتن موقعیت و مسیر عبور لوله و همچنین جنس سیال جاری در آنها ، در جهت محافظت آنها (بخصوص جلوگیری از رنگ زدن) اقدام مقتضی به عمل می آید . (در مواقعی که لازم باشد بخصوص زمانی که لوله از زیرزمین عبور کند ، قسمت خارجی لوله با اجسام مخصوصی پوشانده شده و تحت محافظت قرارمی گیرند . یا زمانیکه سیال خارجی در آنها ایجاد خورندگی می کند . جهت جلوگیری از این موضوع می توان یا مواد جلوگیری از زنگ خوردگی به سیال اضافه نمود و یا حتی قسمت داخلی لوله را با اجسام مخصوصی پوشانید) .

لازم به یادآوری است که لوله ها ممکن است در سطح زمین و یا از زیرزمین کشیده شوند و این به شرایط محیط و عمل بستگی دارد . اکثر لوله های انتقال گاز از زیرزمین کشیده می شوند . شاید بتوان از نظر کلی در جهت مورد استفاده از لوله ها ، آنها را به سه گروه تقسیم بندی نمود .

۱- لولـه هـای نفـت و یـاگـاز چـاه Flowline

معمولاً به لوله هائی اطلاق می شود که نفت و یا گاز تولیدی چاه را از سـرچاه بـه واحـد بهره برداری و یا هر محل دیگری منتقل مینمایند . بدین ترتیب هر چـاه تولیـدی دارای لوله نفتی (یاگاز) می باشد که تولید آنرا به مقصد مشخصی انتقال می دهد . طراحی ایـن لوله نیز با توجه به ضوابط مذکور در بالا صورت میگیرد (این گروه در حال حاضر بـه طـور معمول در اندازه های ۴ ، ۶ ، ۸ و حتی ۱۰ اینچ موجود می باشند) .

۲- لولـه هـای انتقـال سیـال Transfer Line

این عبارت را شاید بتوان در کلیه موارد و حالات مختلف به هر لوله ای اطلاق نمود(حتـی لوله های نفت و گاز چاه نیز در حقیقت جزء آن هستند) . علت اینست که اصـولاً هـدف اصلی و اساسی استفاده ازلوله ها منتقل کردن سیالی از یک نقطه به نقطه دیگرمی باشد . لیکن شاید بتوان گفت این اصطلاح درمورد لوله هائی به کار گرفته می شود که سـیالی را جهت هدف مشخص شده ای منتقل می کنند ، نظیر لوله ای که گاز را برای مصرف گازرانی (Gas Lift) چاه به سرچاه می رساند و یا لوله نفت خروجی تفکیک کننده که آنرا بـرای پمپ شدن به پمپ منتقل می نمایند . بدین ترتیب کلیه لوله های موجـود در واحـدهای بهره برداری جزء این گروه می آیند و بدیهی است طراحی آنها نیز توجه به کلیه مسائل را شامل می گردد . (لوله های این گروه در اندازه های متفـاوت کوچـک و بـزرگ موجـود هستند) .

۳- لولـه هـای جمـع آوری Gathering Line

به لوله هائی گفته می شود که در حقیقت همانطور که از اسم آنهـا برمـی آیـد سـیالهای مشابه را از محلهای مختلف در خود جمع آوری کرده و عبور می دهد . نظیر (Main Oil Lines , M . O . L) که نفت های واحدهای بهره برداری یک منطقه را جمع آوری نمـوده و به مقصد معینی انتقال می دهد . تفاوتی که می توان بین این گروه و گـروه لولـه هـای انتقال سیال قائل شد این است که در اینجا مقصد مورد توجه است و نه هدفهائی کـه در آن مقصد ممکن است مترتب باشد . در صورتیکه در لوله های این گروه از اندازه ۱۲ اینچ به بالا می باشند . در موردلوله های جمع آوری گاز تا اندازه های حتـی ۶ ایـنچ نیـز مـورد استفاده هستند) .

لوله ها در صنعت به طور عام با قطر و درجه بخصوص خود معرفی میگردند (به طور مثال لوله ۸ اینچ درجه X – ۵۲ که این موضوع خود کم و بیش تمامی مشخصه های مربوط به لوله را دسته بندی و معرفی می نماید . در حال تقریباً تمامی لوله ها در اندازه ها و جنس های متفاوت در جهت مصارف مختلف موجود می باشند .

تفکیک کننده ها
Separators

همانطور که میدانیم سیال تولیدی از چاهها معمولاً به صورت دو فاز (نفت و گازو بعضی مواقع نیز به فاز مانند گازونفت و آب و یاگازونفت و ماسه و سنگ) تولید می گردند . لذا لازم است که برای به مصرف رساندن هر فاز به طور جداگانه آنها را به نحوی از یکدیگر جدا نمود . این عمل جداسازی در ظروف مختلف که تحت طراحی بخصوصی تهیه شده اند انجام می گیرند . این ظروف اصطلاحاً تفکیک کننده Separator نامیده می شوند .

تفکیک کننده ها از نظر کلی(عمل) تقریباً مشابه یکدیگرند ، لیکن از لحاظ ساختمان تفاوتهائی با همدیگر دارند . از نظر عمل تفکیک کننده ها را شاید بتوان به صورت زیر تقسیم بندی نمود .

انواع تفکیک کننده از نظرعمل

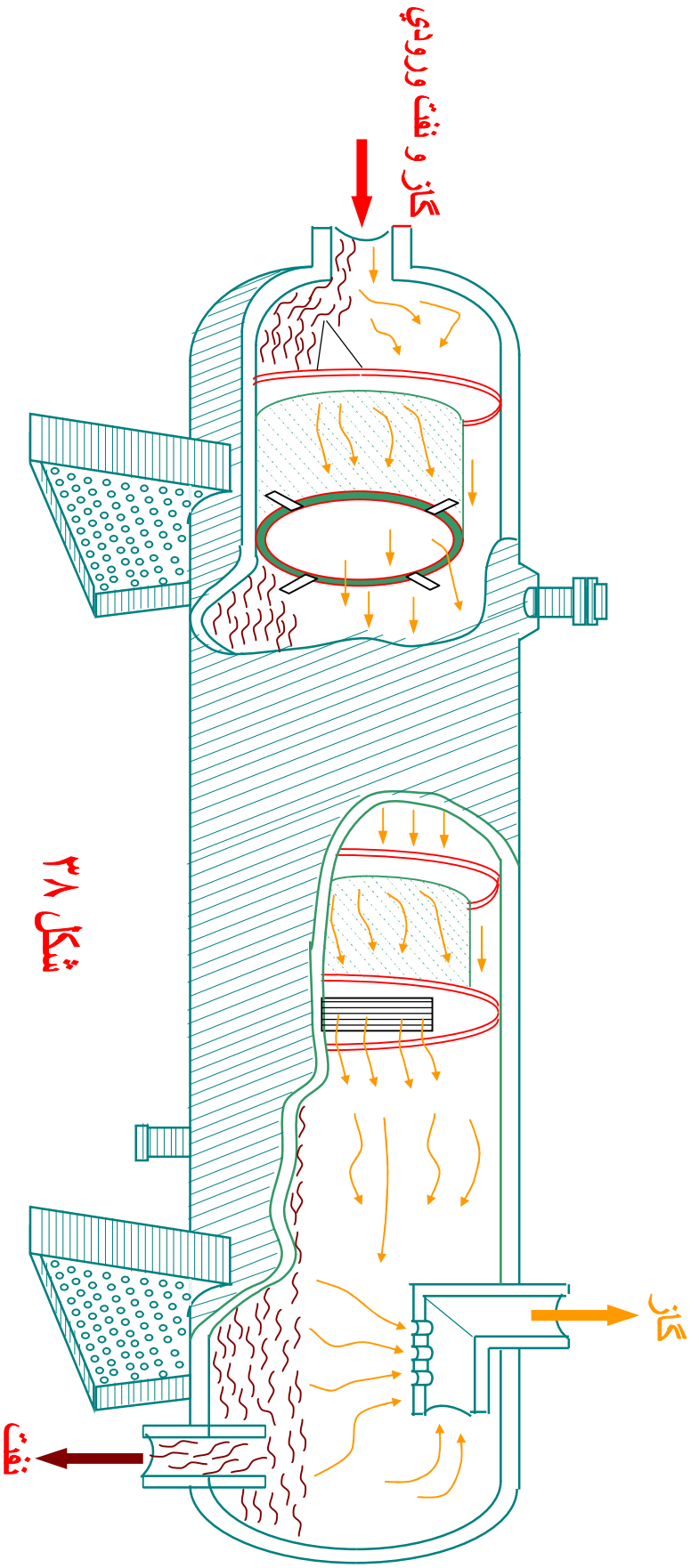
۱- Separator تفکیک‌کننده‌معمولی : که‌تحت شرایط عمل گازونفت را از یکدیگر جدا می سازد .

۲- Scruber دره گیر : در حقیقت نوعی تفکیک کننده است که در مواردی که نسبت گاز به نفت خیلی زیاد است برای جداسازی آنها مورد استفاده قرارمی گیرد .

۳- Knockout ظرف مایع گیر : که خود دو نمونه دارد یکی آنکه در مسیر جریان سیالی که مشتمل برآب و نفت وگاز است قرار می گیرد و آب را از یک طرف خارج می کند و گاز و هیدروکربورهای مایع را از طرف دیگری خارج می نماید به این نمونه Knockout Free Water گویند . نمونه دیگر آن Total Liquid Knockout می باشد که در مسیر گاز فشار قوی قرار می گیرد و حتی الامکان تمامی مایع همراه آنرا جدا می نماید .

ازنظرعمل تفکیک نمونه های دیگر تفکیک کننده نیز موجود می باشند نظیر Flash Chamber که تحت فشار پائین کار می کند و شاید به تفکیک کننده مرحله دوم جداسازی بتوان این نام را اطلاق کرد یا Expansion Vessel که گاز درداخل آن منبسط می گردد و در فضای با دمای کم عمل جداسازی صورت می گیرد . نوع دیگری به نام Dust Scrubber که در حقیقت همان Filcer معمولی است زیرا فیلتر نیز حود یک تفکیک کننده می باشد .

با توجه به مطالب فوق مورد بحث ما در اینجا نمونه معمولی تفکیک کننده ها است همان Separacor می باشد . صرفنظر از نحوه عمل از لحاظ ساختمان نیز تفاوتهائی در تفکیک کننده ها موجودند و می توان به طور عام نمونه ها را از نظر فرم ساختمان به صورت زیر طبقه بندی نمود .



شکل ۳۸

نمونه ای از یک تفکیک کننده دوفاز (نفت و گاز)

انـواع تفکیـک کننـده از نظـر ساختـمان

۱- تفکیک کننده های افقی

معمولی ترین نوع تفکیک کننده ها (در شرکت ملی نفت ایران نیز عمومی است) همچنین مدل می باشد که مواقعی که گاز زیاد به صورت محلول در مایع موجود است مورد استفاده قرار می گیرد . سطح تماس گاز و نفت در داخل آن زیاد است بدان معنی که گاز و نفت در سطح بزرگتری قابل تفکیک از هم هستند . لذا راحت تر از هم جدا می گردند . علاوه بر موضوع فوق برای ظرفیتهای زیاد نیز مناسب تر از انواع دیگر می باشد . از این مدل نمونه ای به صورت دو طرف مرتبط نیز موجود است .

Double Barrel Horizental

محسنات

الف : برای یک مقدار معلوم نفت و گاز استفاده از این تفکیک کننده ارزان تر خواهد بود .

ب : حمل ونقل آن و حتی به صورت سیار استفاده کردن از آن راحت است .

ج : برای یک اندازه مشابه با مدلهای دیگر ، نمونه افقی فضای بیشتری برای مایع و رسوبات دارد . ازاین رو درجداسازی سیالهای سه فاز نیزبیشترمورداستفادهقرارمی گیرد .

د : نفتی که تولید کف می کند **Foamy Crude** راحت تر در داخل این مدل از گاز جدا می گردد و این بدان علت است که سطح تماس بیشتری بین گازوگازمایع درون تفکیک کننده موجود است . (گو اینکه در این مورد نیز می توان جهت آرام کردن کف و راحت تر کار کردن مایعی مثل سیلیکان به داخل تفکیک کننده پمپ نمود) .

هـ : در مواردی که قرار است به منظور گرم کردن نفت از سیم برق در داخل تفکیک کننده استفاده شود باز این مدل ارجعیت دارد .

معایب

الف : در مورد نوسان سطح مایع (**Liquid Surge**) ظرفیت آن نسبت به نمونه های دیگر متغیر می باشد و چندان مناسب نیست .

ب : کنترل سطح تماس گاز ونفت بسیار مشکل است (با مقایسه با مدلهای دیگر) .

۲- تفکیک کننده های عمودی

مدل دیگری از تفکیک کننده ها می باشد که بخصوص زمانی که نسبت گاز به نفت سیال مورد نظر کم باشد مورد استفاده قرار می گیرد . با مقایسه با نمونه افقی سطح تماس گاز و نفت در آنها کم است .

محسنات

الف : درمواردی‌که‌سطح‌مایع نوسان‌دارد طراحی واستفاده ازآن راحت تر و ساده تر است .

ب : کنترل سطح مایع (ارتفاع مایع) چندان مشکل نیست .

ج : راحت تر از نمونه بالا قابل تمیزکردن می باشد .

د : با یک طراحی مناسب در شرایط استثنائی وجود ماسه ، گل حفاری به همراه نفت و یا مواد به وجودآورنده زنگ ، این مدل بهتر از نوع فوق است .

معایب

الف : حمل و نقل و به صورت سیار درآوردن آن مشکل است .

ب : با مقایسه نمونه بالا این مدل بسیارگران است .

ج : برای‌مقدارثابت‌گاز باتوجه‌به‌مدل بالا در این حالت لازم است قطر آن خیلی زیاد باشد .

۳- تفکیک کننده های کروی

در حال حاضر از این کمتر استفاده می گردد . به خصوص وقتی که نفت تولید کف می نماید استفاده از آن به حداقل می رسد . بهر حال در گذشته صنعت نفت(به طور کل خارج از ایران) مورد استفاده بیشتری داشت و صرفاً به خاطر ارزان تر بودن ، لیکن معایبی که بر آن مرتبت بود استفاده از آن را تقریباً متوقف کرد .

محسنات

الف : نسبت به خرج ساختمان و عملیات روی آن مقدار گاز جدا شده در این حالت بیشتر خواهد بود .

ب : به راحتی قابل تمیزکردن است

ج : می توان به راحتی از آن به عنوان تفکیک کننده سیار استفاده نمود .

د : از نظر موقعیت جمع و جوراست و فضای کمی را اشغال می کند .

معایب

الف : برای مقدار زیاد ظرفیت ازنظر اقتصادی مناسب نیست .

ب : در مورد نفتی که تولید کف می نماید راندمان کاری بسیار پائین دارد .

ج : کنترل سطح مایع در آن محدود است .

در حال حاضر در اکثر موارد در واحدهای بهره برداری موجود درایران با توجه به نـوع و مشخصات نفت تولیدی از تفکیک کننده های افقی استفاده می گردد . این مدل تفکیـک کننـده خودنیز از نظر ساختمان داخلی انواع مختلف دارد .

صحبت راجع به طرز عمل و مسائل مربوط به عملیات در امر جداسازی احتیاج به اطلاعات کافی و شرح مفصل دارد . خوشبختانه در این مورد کتب و نوشته های مختلف نیز موجود است . مراجعه به مجموعه یادداشتهای شرکت اسو در مورد مهندسی بهره برداری تاحدی مسائل را روشن تر می نماید . لذا بدین علت از بسط بیشتر کـلام درمـورد طـرز کـار و مسائل مربوط به تفکیک کننده ها خودداری می گردد .

شرایـط نرمـال عملیـات

به طور کل می توان گفت که در حالت نرمال عملیات در یک تفکیک کننده شـرایط زیـر موجود است :

الف : ته ریزگاز Carry Through به هیچ عنوان وجود ندارد . بـدان معنـی کـه گـاز جداشده گاز از مجرای خروج نفت خارج نمی گردد .

ب : سرریز نفت Carry Over در حداقل ممکن می باشـد(۱/. گـالن در میلیـون فـوت مکعب گازدرشرایط استاندارد) .

ج : در سطح تماس نفت وگاز کف موجود در حداقل ممکن باشد و این سـطح درنوسـان نیست (ارتفاع مایع درداخل تفکیک کننده ثابت باشد) .

د : فشار داخل تفکیک کننده در حد طراحی شده خود ثابت می ماند .

هـ : کوچکترین دره قابل تفکیک مایع به اندازه کره ای با قطر ۱۰ میکرون است .

و : درجه حرارت نرمال عملیات (۶۰ F^O) بالاتر از نقطه ای بر مـایع (Cloud Point) و همچنین بالاتر از نقطه میعان گاز (Hydrate Point) می باشد . (در شرایط استاندارد)

ر : به اندازه کافی محل برای تغییر ظرفیت موجود است (درمحدوده عملیات)

طـراحـی تفکیـک کننـده هـا

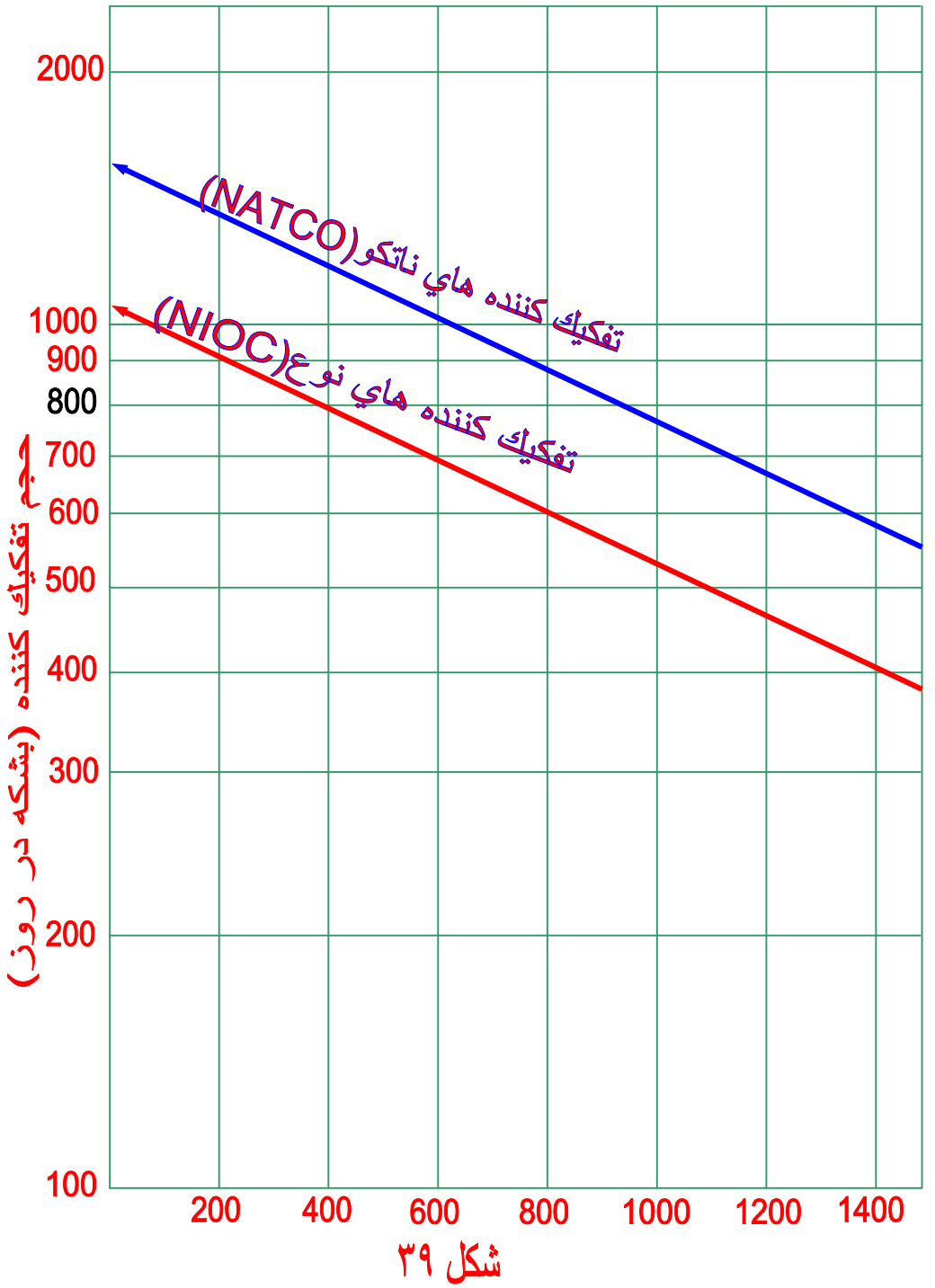
پرداختن کامل به این بخش از حوصله این مجموعه خارج است لیکن به طور اختصار صرفاً به منظور آشنائی اشاره ای به بعضی مطالب می گردد .

نحـوه انتخـاب تفکیـک کننـده هـا

الف : نمونه های تفکیک کننده که با توجه به مقدار گازونفت در حال و آینده ازنظر اندازه و شکل مناسب هستند در نظر گرفته می شود .

ب : از نظر قیمت و راندمان کار با توجه به شرایط موجود مقایسه می گردند .

ج : بررسی می گردد که آیا کدام یک از هر لحاظ (محـل نـصب ، دردسـت رس بـودن ، تعمیرات وغیره) مناسب تر است .



شکل ۳۹

(برمبنای اطلاعات موجود مربوط به نواحی مارون و آغاجاری)

تفکیک کننده نوع ناتکو ۸ فوت × ۴۰ فوت (حجم آن ۳۵۸ بشکه می باشد)
در ۲۵۰ پاوندبراینچ مربع با نفت آغاجاری و نسبت گاز به نفت ۶۳۰ فوت مکعب بربشکه درشرایط استاندارد .

حجم حقیقی گاز برحسب بشکه درشرایط استاندارد = $\frac{۶۳۰}{۵/۶۱} \times \frac{۱۴/۷}{۲۶۴/۷}$ = ۶/۲۳۶ بشکه

حجم واقعی گازونفت خواهد بود ۱+۶/۲۳۲۶ = ۷/۲۳۶ بشکه
با توجه به شکل زیر در مورد فشار مذکور و نوع تفکیک کننده ظرفیت برابر خواهد بود با
V = ۱۳۱۰ بشکه درروز

لذا ظرفیت تفکیک کننده خواهد بود $\frac{۳۵۸ \times ۱۳۱۰}{۷/۲۳۶}$ = بشکه درروز Q = ۶۴۸۱۲

زمان تفکیک برابر است $\frac{۱۴۴۰}{\text{حجم}}$ $\frac{۱۴۴۰}{۱۳۱۰}$ = ۱/۱ = $\frac{۱۴۴۰}{V}$ = T دقیقه

د : بررسی می گردد که آیا جریان نفت چاه با توجه به شرایط خود (ایجاد کف ، تولید شن و غیره) وضع تفکیک کننده را چگونه تحت تأثیر قرار می دهد .

هـ : همچنین کلیه جوانب دیگر که طراحی بخصوصی دارند (از جمله سیم برق برای گرم کردن نفت در داخل تفکیک کننده و یا تبدیل تفکیک کننده از دو فاز به سه فاز و غیره) در نظر گرفته می شوند .

مهمترین فاکتورهائی که در ظرفیت تفکیک کننده دخالت دارند عبارتند از جنسیت و کلیه مشخصات مربوط به نفت و نحوه جریان آن ، فشار و دمای عملیات و همچنین زمانی که برای جدا سازی فرصت داده می شود (Retention Time) . در حال حاضر دو نوع بخصوص تفکیک کننده در ایران مورد استفاده دارند که یکی نمونه AIOC است که در حقیقت قدیمی است و به صورت مورب (تحت زاویه کمتر از ۹۰ درجه با افق) تعبیه گردیده است . از این نمونه در اندازه های با قطر ۳ تا ۸ فوت و طول ۶۰ تا ۱۵۰ فوت موجود است . نوع دیگر که افقی است و معمولاً به نام سازند خود معروف است و اهم آنها ناتکو NATCO می باشد (نمونه های B & BS , Crawford Maloney نیز موجودند که هر دو نیز افقی می باشند) از این مدل در اندازه های با قطر ۶ تا ۱۰ فوت و طول ۲۵ تا ۴۰ فوت نیز موجود است .

ظرفیت تفکیک کننده در مورد گازو نفت

۱- ظرفیت تفکیک کننده در مورد نفت

این ظرفیت معادل است با حجم کل نفت بدون گاز در فاصله زمانی که برای تفکیک مورد نظر است Retention Time که معمولاً به مدت یک دقیقه برای جدا شدن گاز از نفت در نظر گرفته می شود .

$$q = \frac{V}{T}$$

V : حجم کل نفت بدون گاز ، فوت مکعب

T : زمان تفکیک ، دقیقه

Q : ظرفیت تفکیک کننده در مورد نفت ، فوت مکعب در دقیقه

با توجه‌به‌اینکه هر فوت‌مکعب‌دردقیقه‌معادل ۲۵۷ بشکه در روز است پس خواهیم داشت .

I $q = ۲۵۷ \frac{V}{T}$ بشکه درروز

و معمولاً دبی نفت در حدود نصف ظرفیت عملی در نظر گرفته می شود و خواهیم داشت :

II $q = ۱۲۸/۵ \frac{V}{T}$

درمورد یک تفکیک کننده افقی خواهیم داشت

III $V = ./۷۸۵ \; d^2 \frac{L}{2}$

که در رابطه بالا

V = حجم نفت بر حسب فوت مکعب

L = طول شل Shell بر حسب فوت

D = قطر داخلی تفکیک کننده بر حسب فوت

سپس با جایگزین کردن V از رابطه III در رابطه II در مورد دبی نفت خواهیم داشت .

IV $q = ۵۰/۴۳۶ \frac{d^2 L}{t}$

زمان T باتوجه‌به‌نوع‌نفت‌درنواحی‌مختلف‌معمولاً به‌صورت‌تجربه‌ای‌مشخص می گردد .

۲- ظرفیت تفکیک کننده در مورد گاز

این ظرفیت بستگی به سرعت بالا رفتن گاز در تفکیک کننده برای نگهداری یک ذره از مایع (Particle) دارد . اگر یک ذره از مایع را فه صورت کره فرض کنیم تحت نیروی ثقل به طرف پائین می آید . مقومت آن در مقابل گاز در حال فرود از رابطه زیر قابل محاسبه است .

(درحقیقت نیروهای‌وارد برآن‌ازرابطه‌زیرمحاسبه می گردد . (Souders , Brown

$$F_a = \frac{K\rho_g \pi d^2 v^2}{4} \qquad \text{V}$$

F_a = کل نیروی مقاوم درمقابل فرودذره

K = مقدار ثابت (به طور آزمایشی و عملی به دست می آید) .

D = قطر ذره مورد نظر

ρ_g = دانسیته گاز

V = سرعت خطی گاز نسبت به ذره

و نیروی وارده به خاطر ثقل خواهد بود :

$$F_g = \frac{\pi d^3}{6}(\rho_O - \rho_g)g \qquad \text{VI}$$

ρ_O = دانسیته ذره نفت است .

G = شتاب ثقل

اگر دو نیروی فوق با هم برابر باشند ، ذره مایع به صورت معلق در محل خود خواهد ماند .

$$F_a = F_g = \frac{K\rho_g \pi d^2 v^2}{4} = \frac{\pi d^3}{6}(\rho_o - \rho_g)g \qquad \text{VII}$$

با توجه به رابطه فوق خواهیم داشت .

$$V = \left[\frac{2gd(\rho_O - \rho_g)}{3K\rho_g}\right]^{./5} \qquad \text{VIII}$$

با در نظر گرفتن مقادیر ثابت D ، K و G رابطه زیر به دست می آید :

$$V = C\left(\frac{\rho_o - \rho_g}{\rho_g}\right)^{./5} \qquad \text{IX}$$

در این رابطه V سرعت گاز است بر حسب فوت بر ثانیه .

$\sqrt{2gd/3k}$ = مقدار ضریب تفکیک می باشد .

ρ_o = دانسیته نفت تحت شرایط تفکیک کننده پاوندبر اینچ مربع

ρ_g = دانسیته گاز تحت شرایط تفکیک کننده پاوندبراینچ مربع

دبی گاز جاری را می توان از رابطه زیر با توجه به شرایط استاندار محاسبه نمود(q_g بر حسب فوت مکعب در ثانیه) .

$$q_g = \frac{qsc \times \rho gsc}{86400 \times \rho_g} \qquad \text{X}$$

q_{sc} = دبی گاز بر حسب فوت مکعب در روز در شرایط استاندارد

ρ_g = دانسیته گاز در شرایط عمل پاوندبراینچ مربع

ρ_{gsc} = دانسیته گاز درشرایط استاندار پاوندبراینچ مربع

اگر سطح عبور را A فرض کنیم خواهیم داشت $A = \frac{d}{v} = \frac{\pi d^2}{4}$ که در این حالت d عبارت است از قطر داخلی تفکیک کننده .

با جایگزین کردن مقدار v و q به ترتیب از روابط IX و X درمعادله مقدار A چنین بدست می آید .

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{q_{sc}}{86400} \times \frac{\rho_{gsc}}{\rho_g} \left(\frac{\rho_g}{\rho_o - \rho_g} \right)^{./5} \times \frac{1}{c} \qquad \text{XI}$$

در نظر داریم که دانسیته گاز در حال جریان با توجه به مقادیر فشار و دما در شرایط عمل وشرایط استاندارد (T, P, T_{sc}, P_{sc}) از رابطه زیر به دست می آید .

$$\rho_g = \rho_{gsc} \times \frac{P}{P_{SC}} \times \frac{T_{SC} + 460}{T + 460} \times \frac{1}{Z} \qquad \text{XII}$$

Z در رابطه بالا ضریب انحراف از گاز کامل می باشد (Compressibility Factor)

جایگزین کردن مقدار ρ_g ازرابطه XII در رابطه XI فرمول زیر به دست می آید .

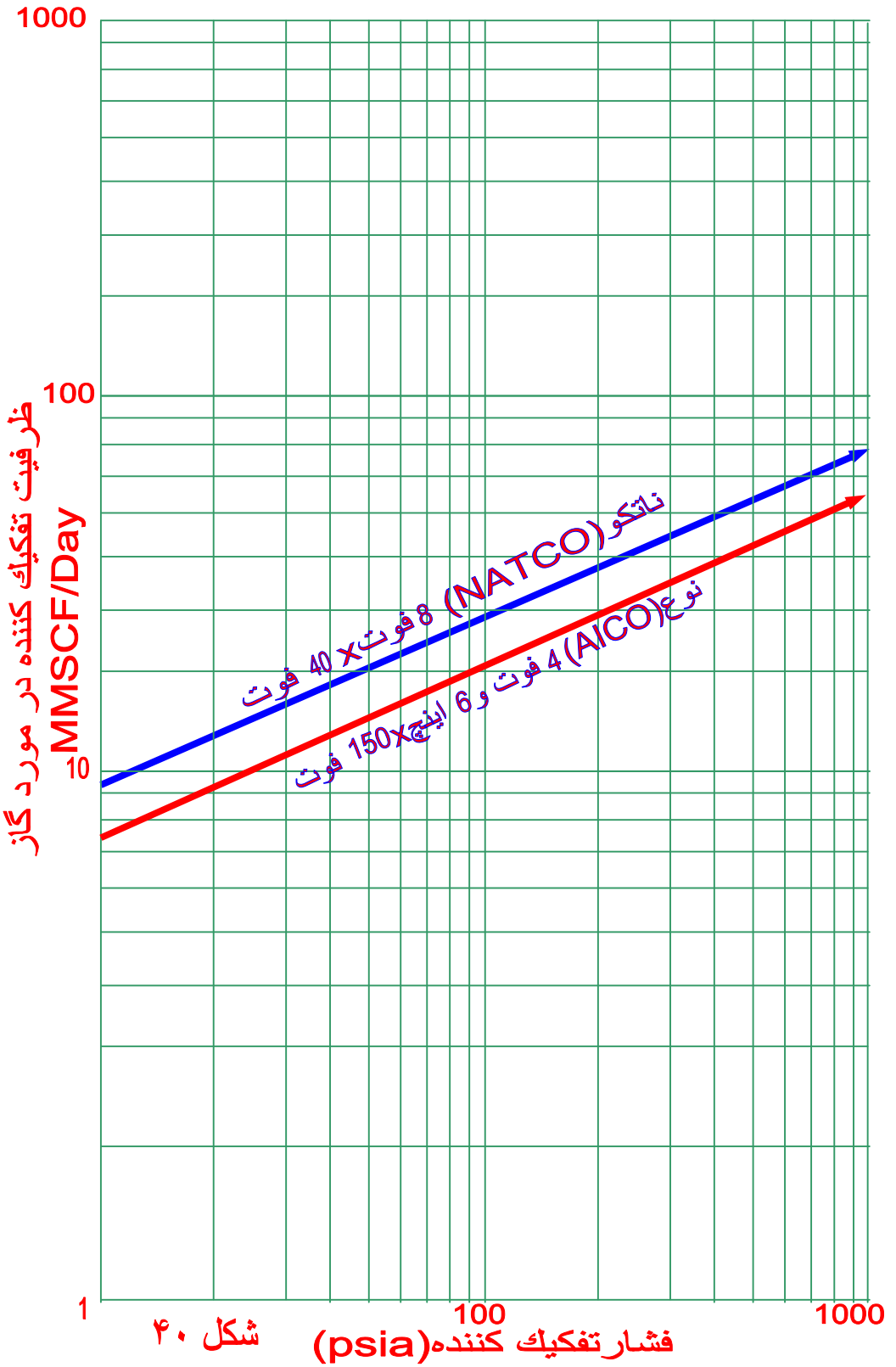
$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{z q_{sc}}{86400} \times \frac{P_{SC}}{P} \times \frac{T + 460}{T_{SC} + 460} \left(\frac{\rho_g}{\rho_o - \rho_g} \right)^{./5} \times \frac{1}{C}$$

که اگر مقدار q_{sc} (دبی گاز در شرایط استاندارد) را از معادله فوق حساب کنیم فرمول عملی زیر به دست می آید .

$$q_{sc} = \frac{67824 c d^2}{z} \times \frac{P}{P_{SC}} \times \frac{T_{SC} + 460}{T + 460} \left(\frac{\rho_O - \rho_g}{\rho_g} \right)^{./5}$$

مطالب فوق با توجه به مندرجات مجموعه نوشته های شرکت اسو درمورد مهندسی بهره برداری تهیه گردیده است . به علاوه در اغلب کتب مهندسی شیمی اشاره ای به این مطالب شده است .

ظرفيت تفكيك كننده در مورد گاز
برمبناي اطلاعات موجود مربوط به نواحي مارون و آغاجاري



شكل ۴۰

جریـان سیـالات در لوله هـا

Fluid Flow in Pipes

سیالها با قرار گرفتن در معرض نیرو تغییر شکل و مکان می دهند . تغییر مکـان سـیالها طی ضوابط بخصوصی صورت می گیرد و همیشه جریان در اثر اختلاف فشار می باشد (از طرف فشار بالاتر به سمت فشار پائین تر حرکت می نمایند).

نحوه جریان سیالها درشرایط وموقعیتهای متفاوت و بـا در نظـر داشـتن تمـامی جوانـب مختلف می باشد و اصولاً نحوه جریان در انتقال آنها تأثیر مستقیم دارد . معمولاً جریـان سیالات را به دو گونه تغییر می نمایند ، جریان یک فاز که فقط یک نوع سیال و به تنهائی (مثلاً گازویامایع) در مسیر مورد نظر در حرکت اسـت، و دیگـری جریـان دو فـاز کـه از مجموعه ای دو جنس سیال (گازومایع ، مایع و و جامدگازوجامد) تشکیل میگردد .

محاسبات مربوط به جریان سیالها اکثراً با توجه به دو تغییر فـوق صـورت مـی پـذیرد و بدیهی است درا ین مورد رساله ها ، کتب و روشهای متعددی موجود می باشند . جریـان سیالات باتعاریف دیگری نیز مورد بحث قرار گرفته اند ، نظیر جریانهای آرام (Iaminar) و جریانهای ملتهب (Turbulent) که با ضوابطی قابل تقسیم بندی می باشند .

مهمترین موضوع در امر جریان سیالها ، افت فشار به خاطر حرکت از یک نقطه بـه نقطـه دیگری می باشد . این مهم درمسیر حرکتهای متفاوت و بـا جـنس و موقعیـت سـیالها ، مختلف خواهد بود .

راجع به این موضوع و اصولاً نحوه بررسی جریانها و محاسبات مربـوط بـه آنهـا و انتقـال سیالها ، کتابها و نوشته های متعددی وجود دارند و درهر کدام بـه تفـصیل از روش هـای محاسبه متفاوتی سخن رفته است . در اینجا بهتر است از تئـوری و فرمولهـای مربوطـه بحثی به میان نیاید زیرا که هر چه گفته شود هنوز ناقص به نظر می رسد .

نحوه جریان سیالها با قرار گرفتن در تصمیم بندی فوق (جریانهای دو فاز) بهـر حـال بـا توجه به جنس و مقدار هر یک از فازها بصور زیر می باشد .

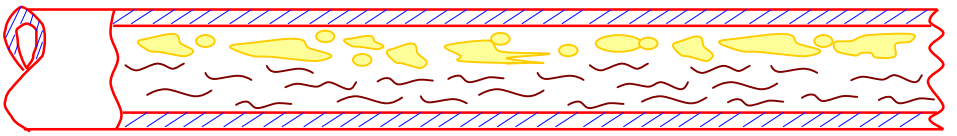
۱- جریـان حبابـی (Bubble Flow)

در این حالت حبابهای گازدر مـایع پخـش اسـت و بـا آن حرکـت مـی کنـد مـی تـوان گفت‌زمانی‌که سرعت مایع بین ۵ – ۱۵ و سرعت گاز بین ۱ – ۱۰ فوت بر ثانیه باشـد ، ایـن نحوه از جریان اتفاق می افتد .

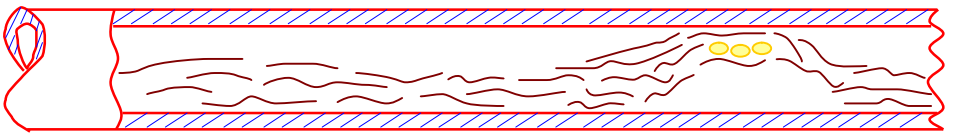
۲- جریان توپی (Plug Flow)

مجموعه های گازویا مایع متناوباً در قسمت فوقانی لوله به حرکت در می آیند و زمان بروز چنین نحوه جریان تقریباً در سرعتهای کمتر از ۲ فوت در ثانیه بـرای مـایع و کمتـر از ۳ فوت بر ثانیه برای گاز می باشد .

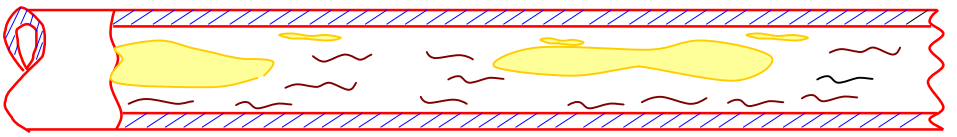
نحوه حرکت سیال در لوله



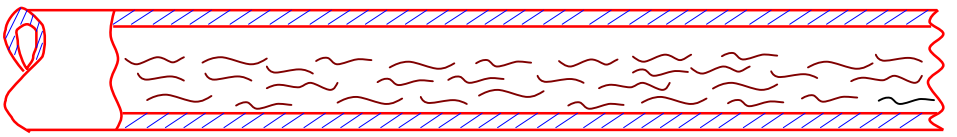
Bubble Flow جريان حبابي



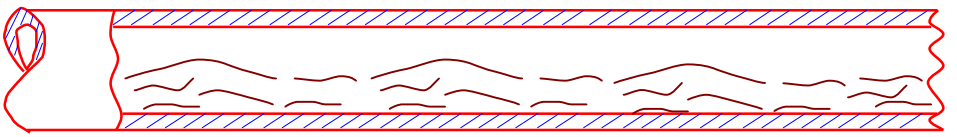
Slug Flow جريان لخته اي



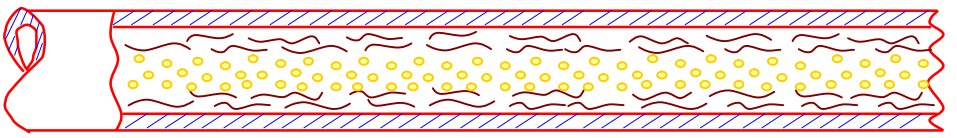
Plug Flow جريان توپي



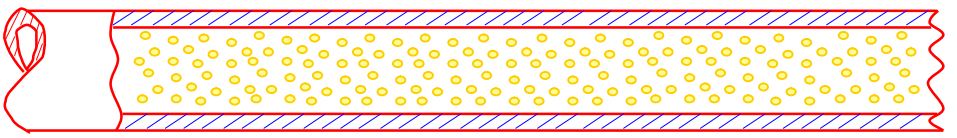
Stratified Flow جريان چينه اي



Wavy Flow جريان موجي



Annular Flow جريان حلقوي



Sparay(dispersed) Flowجريان پراكنده

شکل ۴۱

مسیر جریان

۳-جریان چینه ای (Stratified Flow)

مایع در قسمت پائین لوله و گاز از قسمت فوقانی آن (در مسیرافقی) حرکت می نماید . و می توان گفت سطح تماس گاز و مایع تقریباً صاف و واضح است . در حالی که سرعت مایع کمتر از ۵/. فوت بر ثانیه و سرعت گاز بین ۲-۱۰ فوت برثانیه باشد معمولاً چنین نحوه جریانی بوجود می آید .

۴- جریان موجی (Wavy Flow)

تقریباً مشابه جریان چینه ای می باشد با این تفاوت که سطح تماس گاز ومایع به صورت خط صاف نسیت و به شکل موج در مسیر جریان درمی آید . این نحوه از جریان زمانی که سرعت‌مایع‌کمترازا۱ فوت برثانیه و سرعت گاز حدود ۱۵ فوت برثانیه باشد اتفاق می افتد .

۵- جریان حلقوی (Annular Flow)

در این حالت معمولاً مایع در مسیر چسبیده به دیواره لوله حرکت می کند و گاز در وسط آن حرکت مینماید . ذرات مایع نیز به همراه گاز می باشد . زمان داشتن چنین نحوه جریان وقتی است که سرعت گاز بیش از ۲۰ فوت برثانیه بالغ باشد .

۶- جریان پراکنده (Spary or Dispersed Flow)

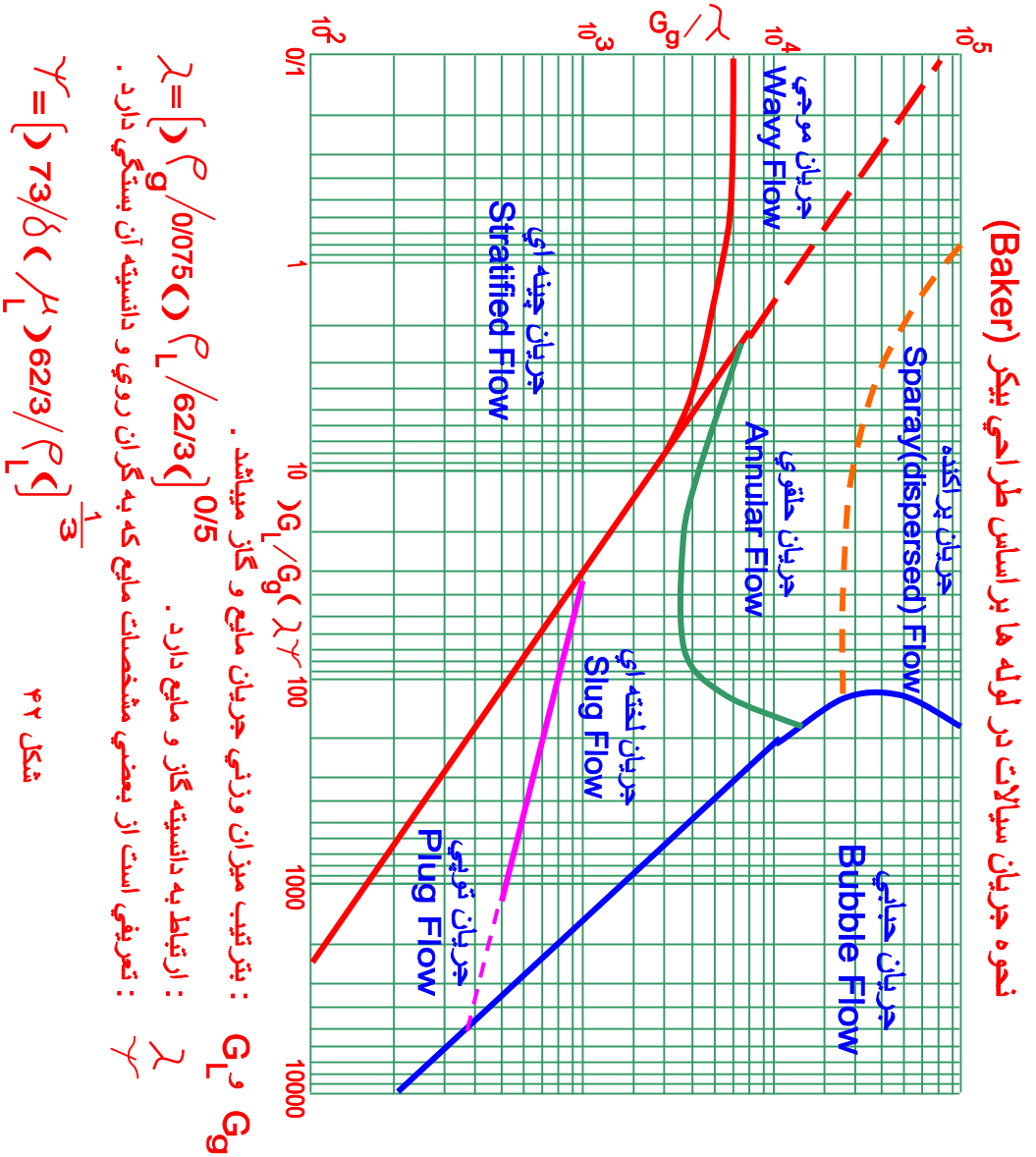
در حقیقت می توان گفت مایع به صورت قطرات بسیار کوچکی به همراه گاز در حرکت است و زمانی اتفاق می افتد که احتمالاً سرعت گاز بیش از ۲۰۰ فوت برثانیه باشد . (جریان هوای خشک وقتی که به آبی که در سطح زمین برخورد می نماید) .

۷- جریان لخته ای (Slug Flow)

در این حالت دفعتاً و به تناوب در مسیر جریان موجی ایجاد می شود که لخته ای از مایع به خاطر سرعت زیاد گاز از آن جدا شده و در مسیر حرکت با سرعتی بیش از سرعت نسبی مایع به حرکت در می آید . بروز چنین نحوه جریان معمولاً همراه با لرزش لوله و وسایل و ابزار موجود در مسیر جریان (شیرها و اتصالات) می باشد .

جهت انجام محاسبات مربوط به جریان سیالات روشهای متفاوتی موجود می باشد و وجود ماشینهای محاسبه الکتریکی کاربرد آنها را ساده تر نموده است . در حال حاضر در شرکت ملی نفت ایران مدلهای محاسبه ای متفاوتی موجود و مورد استفاده می باشند . از این‌مدلهابرای محاسبات مربوط به جریان سیالات در مسیرهای افقی (Horizental Flow) و مسیرهای عمودی (Vertical Flow) استفاده می گردد .

نام بعضی از مدلهای موجود که راهنمای استفاده از آنها و نحوه کاربردشان نیز در دست است به قرار زیر می باشد :



شکل ۴۲

G_L و G_g : بترتیب میزان وزنی جریان مایع و گاز میباشد .

λ : ارتباط به دانسیته گاز و مایع دارد .

ψ : تعریفی است از بعضی مشخصات مایع که به گران روی و دانسیته آن بستگی دارد .

$$\lambda=\left[\left(\rho_g/0/075\right)\left(\rho_L/62/3\right)\right]^{0/5}$$

$$\psi=\left[\left(73/\delta\right)\left(\mu_L/62/3\right)/\left(\rho_L\right)\right]^{\frac{1}{3}}$$

1. Production Facilities Model . (Two Phese)
2. Horizental and Vertical Flow Calculations NESOL
3. Flow Calculations VGQ 87
4. Pipe Flow I (Single Phase)

پیشنهاد می شود جهت آشنائی به تعاریف ، فرمولها و روشهای متفاوت محاسباتی در مورد جریان سیالها به کتب زیر مراجعه گردد .

1. Two Phase Flow in Pipes (H.D. Beggs and J.P. Brill)
2. Fluid Mechanies (Streeter , V.L.)
3. Flow of Complex Mixtures in Pipes (Gover and Aziz)
4. Two Phasa Flow Measurment With Orifices . (Murdock , J.W.)
5. Chemical Engineers Handbook. Section 5 (R.H. Perry & C.H. Chilton)

انـواع شـیـرهـا

Valves

شیرهای ابزاری هستند که در صنعت با توجه به موقعیت و نحوه عمل آنها مورد اسـتفاده دارند . مهمترین مورداستفاده آنها قطع ویا ایجاد جریان سیال در درون لوله ها می باشد . یک شیر ایده آل آنست که سیال را با کمترین مقاومت و ایجاد کمترین افت فشار از خود عبور می دهد و در معنی دیگر در وقت لازم از عبور سیال به هر صـورت از داخـل خـود جلوگیری می نماید . گاهی مواقع برای تنظیم جریان سیال نیز مورد استفاده دارنـد کـه این عمل با تغییر مسیر حرکت و یا ایجاد اندکی مقاومت صورت می پذیرد در بعضی مواقع و نوع بخصوصی از شیرها به طور اتوماتیک بازوبسته می شوند و از بروز اتفاقات مختلـف بدین وسیله جلوگیری می نمایند . نمونه دیگری از شیرها از برگـشت جریـان در مـسیر قبلی خود جلوگیری می نمایند .

شیرها انواع مختلف و موارد استفاده متنوع (نسبت با ساختمان آنهـا) دارنـد و توضـیح مفصل راجع به کلیات مربوط به آنها خود مجوعه ای را شامل مـی گـردد . در اینجـا بـه بعضی انواع مهم آن اشاره ای می گردد و مختصری راجع به هر یک فقط بهمنظور آشنائی آورده می شود . انواع عمده شیرها به قرار زیر می باشند:

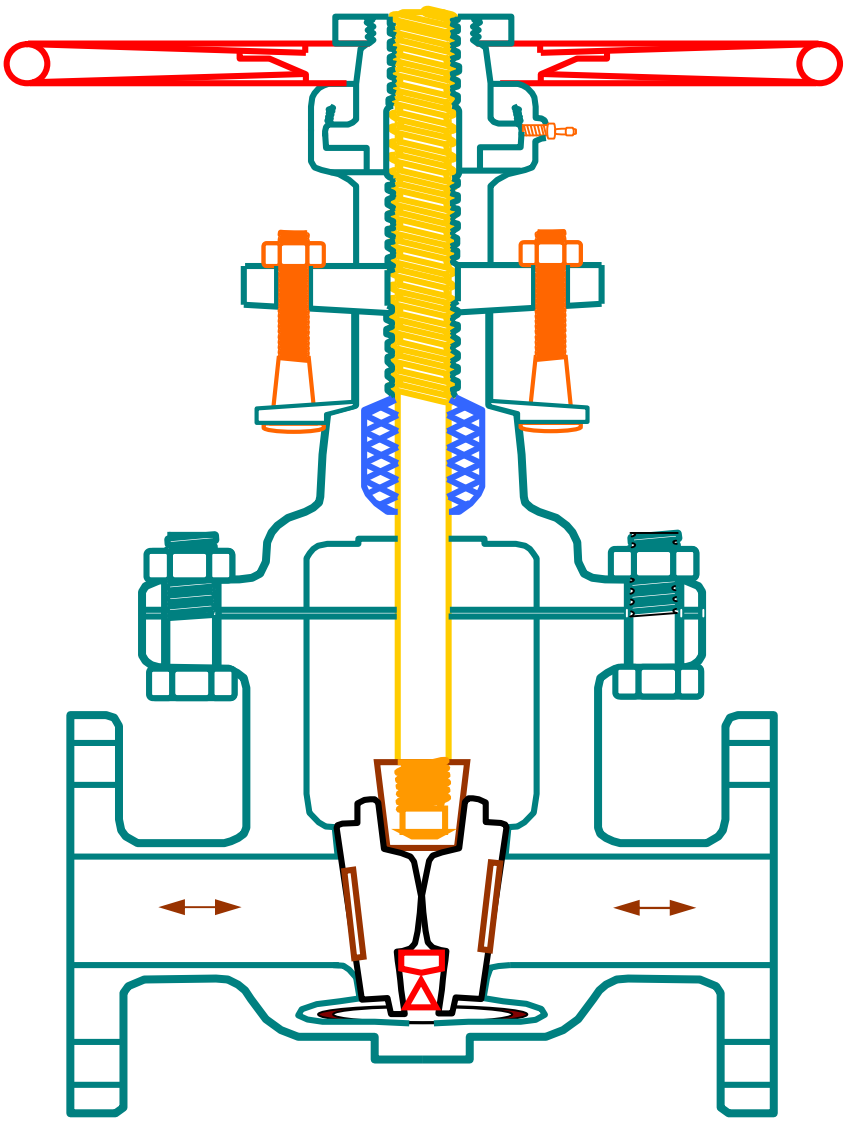
۱- شـیـر دروازه ای

عمل اصلی این شیردرحقیقت قطع کامل و یا ایجاد ارتباط بین دو جریان سیال می باشد . پس شیر عمومی ترین و پراستفاده ترین انواع شیرها نیز می باشد و همینطور که از اسـم آن بر می آید یه کمک دریچه (دروازه) که در مسیر حرکت سیال قابل تغییر مکـان دادن می باشد عمل می نماید این دروازه به صورت عمودی درمسیرجریان حرکت مـی کننـد و در مورد لزوم جریان را قطع می کنند و یا حتی تقلیل می دهد(افزایش می دهد) و یا بـه طور کامل ارتباط سیال دوطرف خود را برقرار مینماید . ایـن شـیرخود در نمونـه هـای مختلف با اندازه های متفاوت موجود می باشد . در حقیقت از سه قسمت اصلی تـشکیل شده است . بدنه که تمام قسمتهای شیردرون آن موجود است و توسط آن شیر بـه لولـه مجاور خود وصل می گردد . دوم قسمتی که اعضای متحرک شیر را به بدنـه وصـل مـی نماید و بالاخره اعضای متحرک شیر که باحرکت آنها بازوبسته شدن (بـا بازتروبـسته تـر شدن) شیرانجام می گیرد .

۲- شـیـر تـوپـی Ball Valve

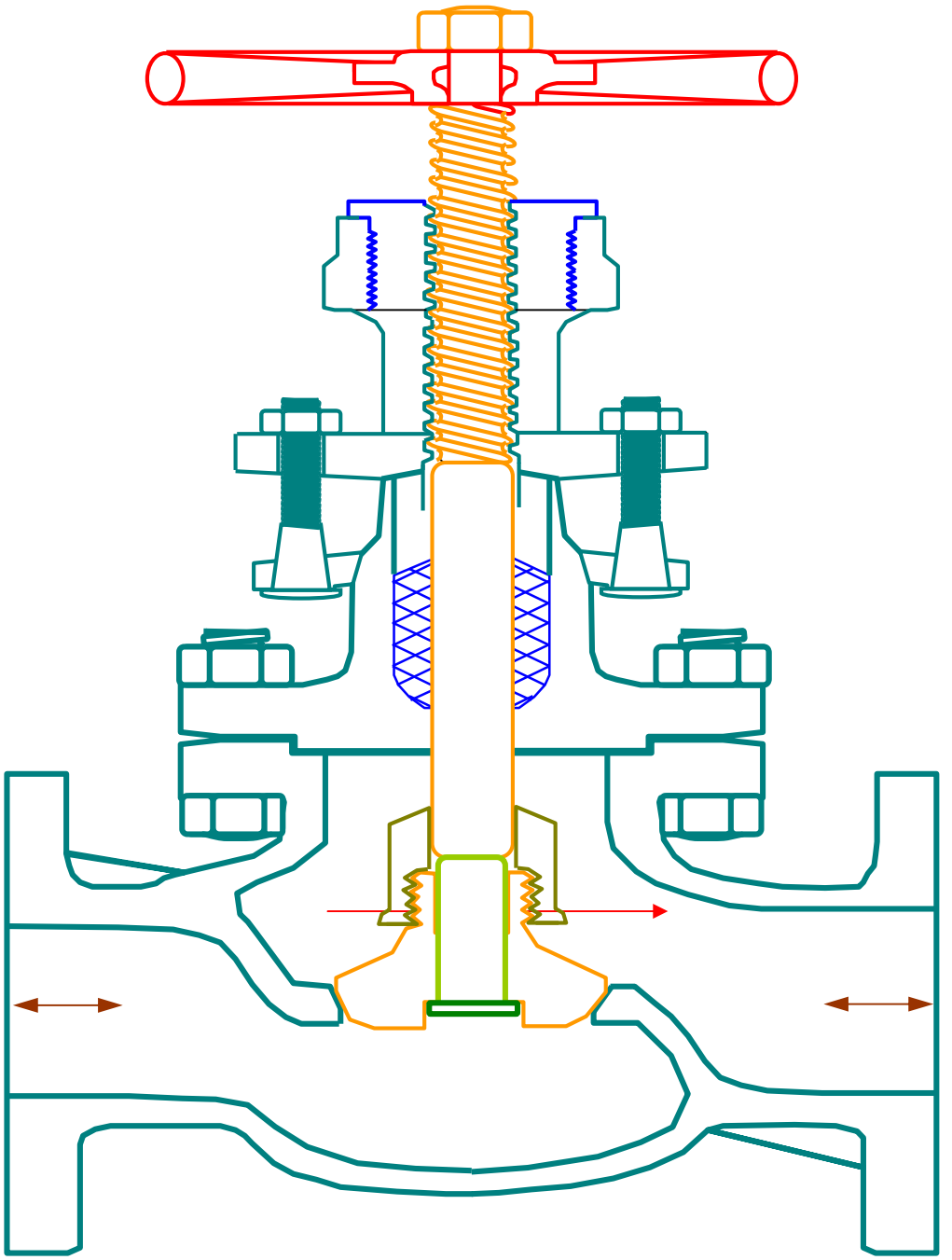
ازنظر کاز شیر کم و بیش همان کار شیر دروازه ای را انجام می دهد لیکن در اینجا به جای صفحه ای (دروازه) که در مسیر جریان سیال بود ، عمل بوسیله جسم کروی شکل کـه در

وسط آن مجرائی موجود است . انجام می گیرد / در وقت بازنمودن مجـرای مـذکور در مسیر حرکت سیال واقع می گردد و در وقت بسته بودن طرف دیگر جـسم محـل عبـور سیال را مسدود می نماید . این شیر از نظر ساختمان آسانتر و از نظـر قیمـت ارازنتـر از نمونه های دیگر (بامقایسه) می باشد . خیلی زودتربازمی شوند (با یک چهـارم دورچـرخ فلکه باز می شوند در صورتیکه شیردروازه تا حتی به دور چرخاندن چرخ فلکـه احتیـاج است تا شیر باز شود) . این شیر کمتر در محل خود محکم می شود و افـت فـشار کمـی ایجادمی نماید وبه راحتی قابل تعمیر می باشد . بر خلاف شیردروازه ای که وقتی نیمه باز است سیال به طور مستقیم حرکت می کند در اینجا در حالت نیمه باز حرکـت سـیال بـه طور مستقیم نیست .



WEDGE TYPE GATE VALVE

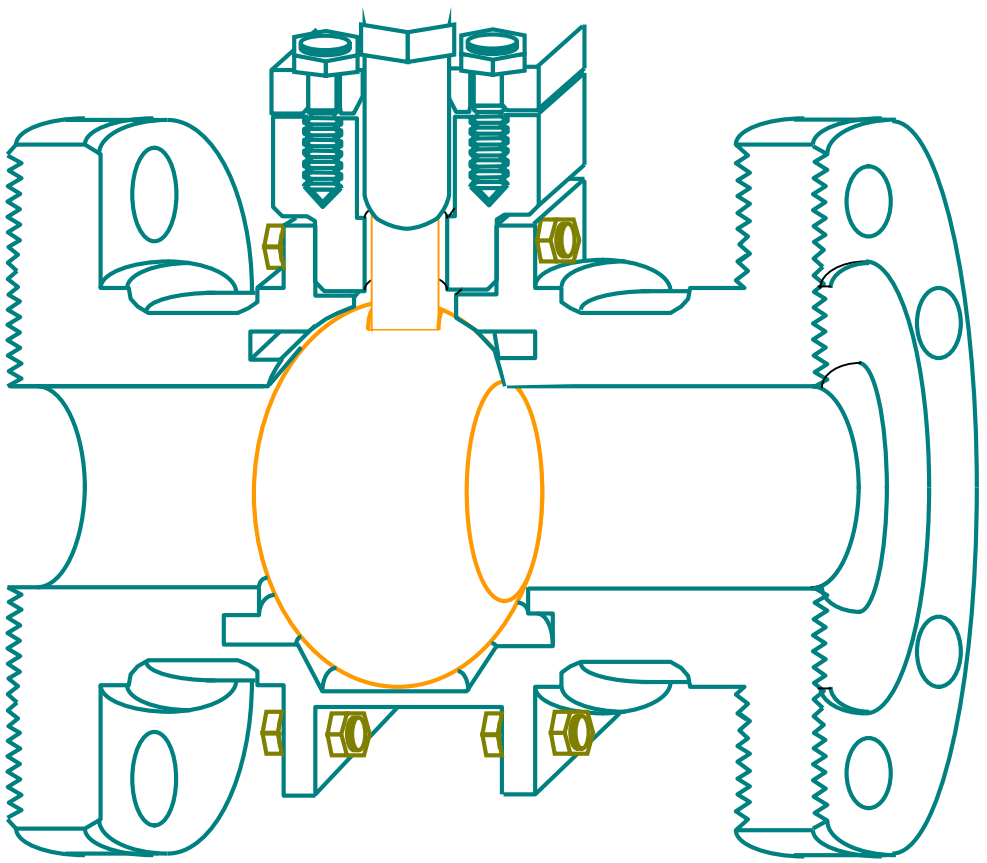
شکل ۴۳



GLOBE VALVE

شیر ساچمه اي

شکل ۴۶



WKM BALL VALVE

شیر توپي

شکل ۴۵

۳- شیر مجرابند Plug Valve

این نوع شیر اغلب کار شیر دروازه ای را نیز انجام می دهد . به خصوص در مورد کم وزیاد کردن دبی گاز در یک جریان مورد استفاده دارد . مخصوصاً که اگر مقدار جریان کم باشد در بیشتر مواقع برای تعمیر آن احتیاجی به جابجا کردن بدنه شیر نیست . به راحتی کاز می کند و اعضای متحرک آن نسبت به شیر دروازه ای کمتر است و زمان کمتری برای بازوبسته شدن آنها لازم است (معمولاً یک چارم دورچرخ فلکه آنرا در موقعیت باز شدن قرار می دهد) .

۴- شیر ساچمه ای Globe Valve

این نوع شیر مخصوص درمحلهائی که لوله های مسیر جریان کوچک هستند و لازم است دبی تحت تنظیم وکنترل باشد(کم و زیادکردن) مورد استفاده دارد . مسیر حرکت سیال درداخل شیر به طور مستقیم نیست و شاید به همین علت مقاومت بیشتری در مقابل جریان از خود نشان می دهد که خود باعث تنظیم جریان می گردد . در حقیقت حرکت یک دیسک که در مسیر جریان واقع می شود عمل بازوبسته نمودن (یا نیمه و بازونیمه بسته بودن) را انجام می دهد . در اینجا هر چه که مسیر حرکت دیسک کمتر باشد بهتر است چون سرعت بازوبسته شدن شیر زیادتر خواهد بود .

۵- شیر یکطرفه Check Valve یا Non Return Valve

همانطور که از اسم آن بر می آید از باز پس زدن جریان در یک لوله جلوگیری می نماید و به عبارت دیگر سیال فقط از یک طرف آن می تواند وارد شود و زمانی که در یک مسیر قرار دارد جریان سیال از طریق برعکس آن غیرممکن است (در سایر شیرها محل ورود سیال به شیر مطرح نیست و می تواند از دو طرف آن باشد ، لیکن در اینجا فقط سیال از یک طرف شیر می تواند وارد شود) . بهمین علت اگر در محلی قرار دارد و می خواهیم جریان را د رمسیر مخالف عادی خود دهیم بایستی این شیر را برعکس نمائیم و یا اینکه تیغه داخل آنرا درآوریم (که در صورت اخیر دیگر عمل این شیر انجام نخواهد گرفت و درست مثل لوله خواهد شد) .

۶- شیر خفه کن Choke Valve

در حقیقت نوعی شیر است که برای کنترل مقدار جریان از آن استفاده می گردد . می توان چوک های ثابت در آنها تعبیه نمود بدین معنی که با توجه به مقدار دبی لازم چوک مورد نظر را در آنها جایگزین کرد و در هر بار که لازم باشد مقدار جریان تغییر پیدا

کند(کم یا زیاد شود) بایستی چوک عوض کردد . نوع دیگری از این شیر موجود است که قابلیت تنظیم دارد بدین معنی که با دوران چرخ فلکه اندازه مجرای عبور را تغییر داد و آنرا در میزان مورد نظر نگهداشت به این نمونه شیر Adjustable Choke Valve گویند .

۷- شیر ایمنی Safety Valve

همانطور که از اسم آن بر می آید جهت ایمنی به کار می رود . این شیر قابل تنظیم بوده و با توجه به فشار جاری سیال تنظیم می گردد . بدین معنی که هرگاه فشار جریان بیش از فشار تنظیمی بر روی شیر باشد ، شیر به طور اتوماتیک جریان را قطع میکند (به همین صورت می توان این شیر را بر حسب حداقل فشار جاری تنظیم نمود و هرآینه که فشار جریان از فشار تنظیمی بر روی آن کمتر شود شیر به طور اتوماتیک می بندد) به همین علت در مسیر عبور سیالی که تغییر فشار ناگهانی در آن متحمل است از وجود این شیر استفاده می گردد . مدلهای مختلفی از این شیر موجود است لیکن همگی ازنظر عمل تقریباً مشابه یکدیگرند و به هر حال با توجه به یک فشار تنظیم شده بر روی آنها ، جریان را قطع می نمایند . نوع دیگر این شیر را می توان طوری تنظیم نمود که به طور اتوماتیک در موقع لزوم باز شود .

نوع دیگری از شیرهای ایمنی نیز موجود است که به آنها Safety Relief Valve گویند . این شیر بر خلاف نمونه بالا با توجه به شرایط تنظیمی بر روی آن و موقعیت عبور سیال در وقت لازم باز می شود ومسیر جریان را تغییر می دهد و یا به علارت ساده تر از فشار لوله می کاهد . به طور مثال در آخر لوله نفتی هرچاه تعبیه می گردد و زمانی که فشار از حد لازم بالاتر رفت و مابقی وسایل موجود (شیرکنترل ، شیرایمنی) عمل خود را به علتی انجام ندادند ، این شیر به طور اتوماتیک باز می شود و فشار لوله را خالی می کند .

۸ – شیر کنترل Control Valve

همانطور که از اسم آن بر می آید جهت کنترل جریان سیال در مسیر عبور آن قرار داده می شود . این شیر به طور اتوماتیک و معمولاً با فشار هوا کار می کند (در موقع لزوم می توان آنرا با دست باز وبسته نمود و بدیهی است در این حالت دیگر شیر کنترل نخواهد بود و فقط یک شیر معمولی است) . این شیر با توجه به موقعیت محل و اینکه چیزی را بایستی کنترل کند به طور اتوماتیک بازوبسته می شود (بازتر و بسته تر می شود) و در حقیقت با توجه به عامل دیگری که می بایست کنترل شود و مدام با شیر کنترل در رابطه است عمل شیر صورت می گیرد . به طو رمثال اگر قرار باشد فشار را کنترل کند از محل دیگری که فشارش موردنظر است (تحت کنترل می باشد) به طور مداوم با شیر ارتباط برقرار است و با تغییر فشار آن محل شیر بازتر و یا بسته تر می شود تا فشار لازم در آن محل ثابت بماند . معمولاً این شیر برای کنترل فشار ، دبی و یا سطح مایع در یک طرف مورد استفاده دارد ونسبت به تغییرات آنها نیزبازوبسته می گردد . از این شیر نمونه های مختلفی نیز موجود است لیکن طرز عمل آنها مشابه یکدیگر از این

شیر نمونه های مختلفی نیز موجود است لیکن طرز عمل آنها مشابه یکدیگر می باشد و فقط از لحاظ ساختمان با هم تفاوت دارند . (در بعضی نمونه ها فشار بیشتر هوا شیر را می بندد Air To Close و دربعضی دیگرفشارزیادترهوا شیر را بازتر می کند Air To Open) .

همانطور که در بالا اشاره شد شیرها در انواع متفاوت و جهت مصارف مختلف موجود می باشند . و علاوه بر اقسام بالا نیز نمونه های دیگری نظیر شیرپروانه ای Butterfly Valve ، شیر جلوگیری کننده از فشار Back Pressure Valve و غیره نیز موجودند . جهت اطلاع بیشتر راجع به آنها به کلیه جزوه های مربوطه احتمالاً مجموعه جزوه های شرکت اسو راجع به مهندسی بهره برداری نیز می توان مراجعه نمود .

واحد بهره برداری
Production Unit

یک واحد بهره برداری در حقیقت عبارت است از کارخانه ای با تمامی وسایل لازم که عمل جداسازی گازونفت تولیدی از چاهها در آن صوتن می گیرد و سپس گاز ونفت تفکیک شده به محل موردنظرارسال می گردند . انواع وسایل وابزارمختلف اعم از لوله ها ، شیرها ، دستگاههای تفکیک کننده ، پمپها ، توربینها ، ابزار دقیق و غیره اجزاء تشکیل دهده یک واحد بهره برداری می باشند . طراحی واحد بهره برداری با توجه به شرایط محل و درنظر داشتن مقدار ظرفیت و به طور کل موقعیت عمل ، خود تحت ضوابط خاصی صورت می گیرد . بحث راجع به نکات مختلف در طراحی و نحوه کار علاوه بر احتیاج به تبحر کامل مجموعه مفصلی را شامل می گردد که از حوصله این مختصر خارج است . در اینجا به قسمتهای اصلی واحد بهره برداری و کار آنها در رابطه باعملیات مورد نظر اشاره می گردد .

۱- مجموعه انشعاب Manifold

ابتدای شروع عملیات بر روی نفت تولیدی چاهها در واحد بهره برداری از این محل می باشد و لوله نفتی چاههای مربوط به هر واحد بهره برداری به ابتدای این قسمت متصل است . اجزاء متشکله یک مجموعه انشعاب و مورد استفاده هر یک به ترتیب از ابتدای

ورود لوله نفتی چاه و بر روی هر لوله به قرار زیر است . (ممکن است با توجه به موقعیت بخصوصی محل و نوع وسیله مربوط به نحوی با اجزاء طبقه بندی شده در زیر متفاوت باشد) . شکل شماره ۴۹ مراجعه گردد .

الف - شیر دروازه ای Gate Valve

محل قرار گرفتن آن بر روی لوله نفتی چاه درست بعد از ورود لوله به واحد بهره برداری می باشد . قطع کامل جریان چاه نیز به کمک این شیر در واحد بهره برداری انجام می گیرد . در اکثر واحد بهره برداریهای جدید چنین شیری منظورنگردیده‌است‌لیکن‌دربعضی‌مواردد‌رحین‌عملیات‌وجودآن‌لازم‌به نظرمی رسد .

ب - محل اندازه گیری فشار

که به صورت اتصالی جهت تعبیه فشارسنج موجود است .

ج - شیرایمنی

معمولاً جهت قطع جریان در مواقع اضطراری (افزایش شدید ویاافت سریع فشار) تعبیه می گردد . این شیر نیز با توجه به موقعیت و شرایط عملیات تنظیم می گردد .

د - محلهای اندازه گیری فشار ودما

درست بعد از شیرایمنی محلهائی بر روی لوله در نظر گرفته می شوند که می توان با اتصال فشارسنج و یا میزان الحراره ، فشار و دمای سیال عبوری را اندازه گیری نمود . این فشار و دما در محاسبه مقدار سیال جاری در لوله مورد استفاده قرار می گیرد .

هـ - محل نمونه گیری Sample Point

برای جمع آوری نمونه سیال جاری در لوله محل بخصوصی تعبیه می گردد تا بتوان بصورت مختلف (بدون فشار ویا تحت فشار) نمونه گیری نمود .

و - شیر کنترل

در حقیقت مقدار عبور سیال را با توجه به فشار موجود و لازم تحت کنترل درمی آورد . به عبارت دیگر مقدار دبی چاه به کمک این شیر در واحد بهره برداری کنترل (کم وزیاد) می گردد . در بعضی موارد در همین محل برای عبور دادن مقدار معین سیال یک شیرخفه کن (Choke Valve) تعبیه گردیده است و با تعویض چوک عمل کم و زیاد کردن دبی صورت میگیرد . این شیرکنترل به طور عام با توجه به فشار موجود در مرحله اول تفکیک مقدار دبی را تنظیم می نماید .

ز - کاهنده جریان Orifice

بعد از شیرکنترل و در محل محاسبه شده ای ، کاهنده جریان در بین دو سر لوله (Flange) تعبیه گردیده است که با توجه به افت فشار سیال درداخل آن مقدار جریان قابل محاسبه می باشد (به قسمت محاسبه مقدار عبور گازومایع از درون لوله مراجعه گردد) . این کاهنده جریان با دستگاه مربوط به خود که افت فشار سیال جاری در درونش را اندازه گیری می نماید ، با توجه به دبی کنترل شده توسط شیرکنترل مقدار سیال را قابل محاسبه می نماید .

ح - شیر یکطرفه

بعد از ابزار فوق بر روی هر لوله ورودی در محل مجموعه انشعاب قرار می گیرد و صرفاً به منظور جلوگیری از عبور برعکس سیال در لوله تعبیه می گردد . بدین معنی که باعث می شود همیشه تولید چاه از داخل آن عبور کرده و به طرف دستگاههای تفکیک برود و جلوگیری می نماید که نفت موجود در طرف دیگر آن به سمت چاه جریان یابد .

ط - محل اتصال به لوله های مقسم یا Headers

بعد از شیر یک طرفه لوله های ورودی نسبت به شرایط موجود به لوله های مقسم Headers که نفت را تفکیک کننده ها می برند متصل می گردند . تعداد محل های اتصال به موقعیت واحد بهره برداری ، تفکیک کننده ها و شرایط بهره برداری مربوط می گردد . به طور مثال به شکل شماره ۴۹ مراجعه شود .

ک - در انتهای هر لوله ورودی یک شیر ایمنی بخصوصی به نام Safety Relief Valve موجود است که تحت شرایط اضطراری در صورت بالا رفتن فشار لوله رفتن فشار لوله ورودی ، به طوراتوماتیک بازمی شود و فشار را تخلیه می کند . (بعد از این شیر لوله های موجود است که به طرف گود آتش ادامه داد ومواد تخلیه شده درآن بدین صورت به خارج از کارخانه برده می شود) .

۲-لوله های مقسم Headera

همانطور که در بالا اشاره شد لوله های نفتی ورودی به واحد بهره برداری پس از عبور از داخل ابزار موجود در مسیر به این لوله ها متصل می گردند . قبل از اتصال لوله ها نیز یک شیردروازه ای موجود است که می توان به کمک آن نفت هر چاه رادرهر کدام از لوله های مقسم که لازم باشد باز نموده و یا به صورت احتیاج بست . معمولاً تعدادی از چاههای هر واحد بهره برداری به هر لوله مقسم وصل هستند و جریان نفت آنها با توجه به شرایط و ظرفیت تفکیک کننده مربوط به آنها باز م یگردد . در اینجا لازم است اشاره شود که همیشه احتیاج نیست که تمامی چاهها به کلیه لوله های مقسم متصل باشند مگر لوله مقسمی که نفت را به سمت تفکیک کننده های آزمایشی می برد که در این صورت لوله نفتی تمام چاهها به این لوله مقسم متصل می گردد تا در موقع لزوم (بخصوص زمان آزمایش چاه) بتوانند به داخل آن جریان یابند . تعداد لوله های مقسم بستگی به تعداد مجموعه تفکیک کننده های موجود درواحدبهره برداری دارندولااقل‌به‌تعدادمجموعه های تفکیک کننده می باشند . زیرا هر لوله مقسم در این مورد در ارتباط با یک مجموعه تفکیک (مراحل ۱ ، ۲ و ۳) کار می کند . بدیهی است قطر لوله مقسم از قطر لوله های ورودی چاهها نیز افزون تر می باشد . لوله های مقسم به تمامی تفکیک کننده های یک مجموعه راه دارند لیکن در حالت عادی فقط جریان را به مرحله اول تفکیک هدایت می نمایند .

۳-مجموعه های تفکیک کننده

به طور نرمال در حال حاضر هر مجموعه تفکیک کننده (در واحدهای بهره برداری در ایران و به طور عام) از سه تفکیک کننده مجزا که مراحل اول ، دوم و سوم جداسازی را شامل می شوند تشکیل می گردد . مرحله چهارم جداسازی بین یک یا چند مجموعه تفکیک کننده مشترک است (بدین صورت مشخص میگردد که به طور عادی وجدا از موارد استثناء نفت تولیدی چاهها در ایران در چهار مرحله ازگاز همراه خود جدا می گردند) .

در واحدهای بهره برداری موجود لوله مقسم که شرح مختصر آن در بالا رفت ، نفت تولیدی یک یا چند چاه را به هر کدام از مجموعه های مورد نظر و مربوطه هدایت می نماید . به طور خیلی اختصار ، نفت از یک راه وارد تفکیک کننده مرحله اول می گردد و گازونفت در داخل آن تحت شرایط طراحی شده موجود جدا می گردند . گاز از یک مجرا و نفت جدا شده از مجرای دیگری ازتفکیک کننده خارج میگردند . (ممکن است که مرحله اول جداسازی بنا به عللی نظیر بعد مسافت چاه تا واحد بهره برداری ، کمی فشار تولید چاه و عوامل دیگری ، در مجاور خود چاه تعبیه گردد که در این صورت

به آن تفکیک کننده سرچاهی (Wellhead Separator) گویند . در این حالت نفت خروجی از این تفکیک گر به واحد بهره برداری می آید و بدیهی است که دیگر به مرحله اول نخواهدرفت و مستقیماً به مرحله دوم تفکیک کننده راه می یابد و قسمتی دیگر از گاز همراه آن تحت شرایط موجود آن تفکیک گر جدا می گردد و مجدداً نفت و گاز جدا شده از این مرحله از مجراهای خروجی از باقیمانده گاز همراه نیز جدا می گردد . نفت خروجی از این مرحله به مرحله چهارم یا مخزن واحد بهره برداری می رود . بر روی هر کدام از لوله های گاز یا نفت خروجی از هر تفکیک کننده شیر دروازه ای ، شیرکنترل ، محل اندازه گیری فشار و دما و همچنین بر روی تمامی لوله های گازخروجی و نفت خروجی از مرحله سوم نیز کاهنده جریان (برای اندازه گیری دبی) تعبیه گردیده اند (مقدار نفت خروجی ازمراحل اول ودوم و بخصوص مرحله دوم بندرت اندازه گیری می گردد و لذا چندان لزومی ندارد که برای اندازه گیری از کاهنده جریان استفاده گردد) . لوله های ورودی به هر تفکیک کننده بعد از اتصال به یک شیر دروازه ای به خود تفکیک کننده متصل می گردند . راجع به نحوه عمل تفکیک کننده ها ، انواع آنهاوطراحی مربوطه بحثی مفصل است و در قسمتی دیگرازهمین‌مجموعه‌اشاره ای به آنها گردیده است . لذا از توضیح بیشتر در این جا خودداری می گردد .

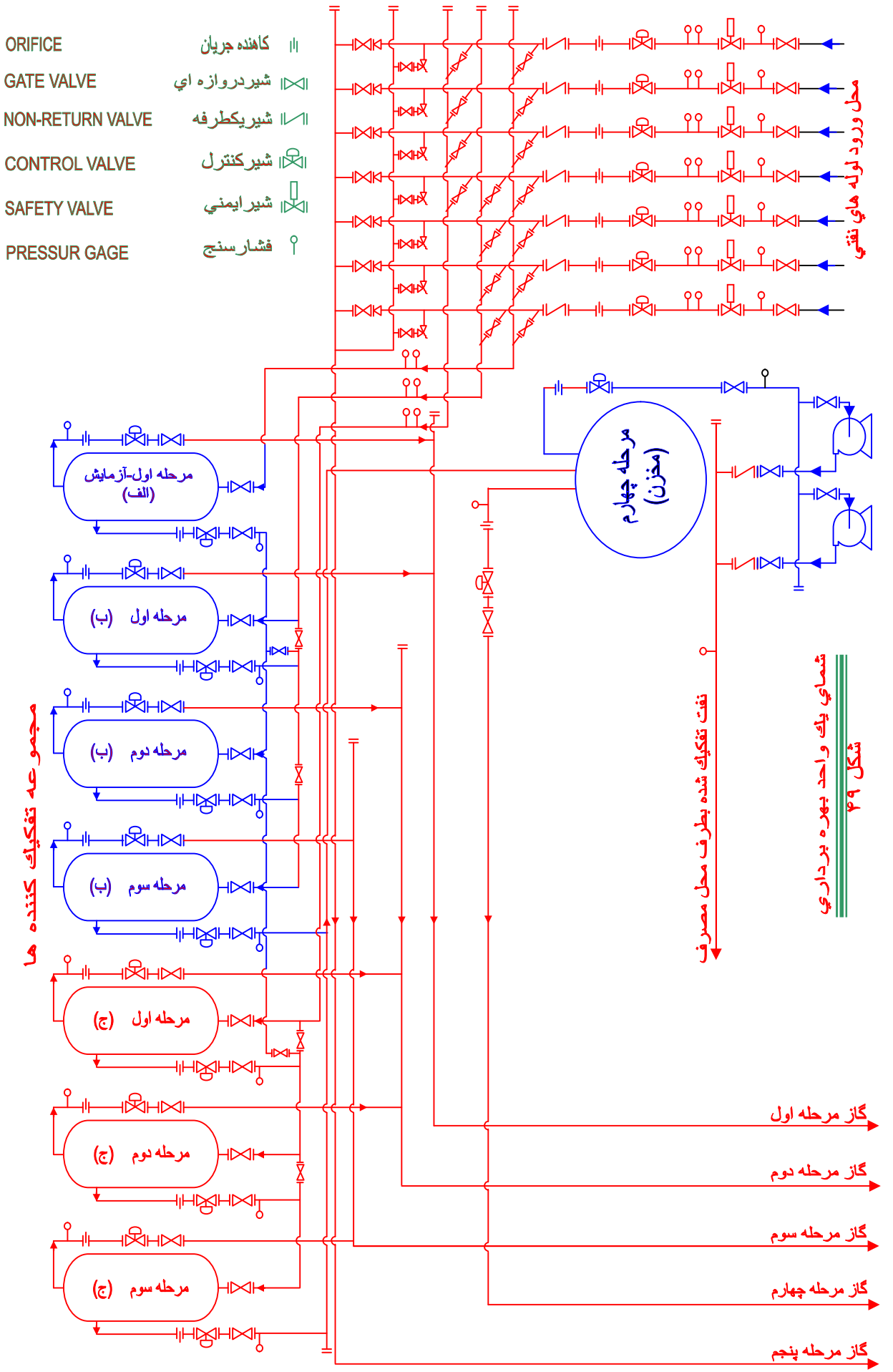
لازم به یادآوری است که گاز خروجی از هر مرحله بعد از اینکه با گاز خروجی مراحل مشابه از مجموعه های دیگر تفکیک مخلوط گردیدند مصرف مورد نظر خود می رسد . (شکل شماره ۴۹)

۴-مخزن تولید

در حقیقت مرحله چهارم جداسازی در واحد بهره برداری عبارت است از یک تفکیک کننده عمودی با فرمی خاص که تحت فشار نزدیک به اتمسفر عمل می کند . این مرحله به نام مخزن تولید معروف است . نفت مرحله سوم مجموعه های تفکیک مختلف در یک واحد بهره برداری (در صورتیکه بیش از یک مجموعه موجود است و در غیر این صورت نفت مرحله سوم همان مجموعه موجود) . بعد از مخلوط شدن با یکدیگربه این تفکیک کننده راه می یابند . در اینجا باقیمانده گاز همراه نفت نیز رفته می شود . موضوع مهم در اینجا اینست که تولید نفت بدون گاز در این مرحله می باشد و لذا مقدار نفت خروجی از این مرحله نیز دقیقاً اندازه گیری می گردد و معمولاً روش محاسبه طبق نقشه موارد است. گاز خروجی نیز چون بقیه مراحل از نظر مقدار دبی اندازه گیری می گردد . در اینجا نیز بر روی لوله ورودی یک شیر دروازه ای و بر روی لوله های نفت و گاز خروجی شیردروازه ای ، شیرکنترل ، محل اندازه گیری فشار ودما و همچنین کاهنده جریان جهت اندازه گیری دبی نیز تعبیه می شوند .

۵-تـوربینـها و پمپـها

نفت خارج شده از مرحله چهارم با مخزن توسط پمپ های موجود در واحد بهـره بـرداری برای ارسال به منطقه و یا محل موردنظر پمپ می گردنـد . در واحـدهای بهـره بـرداری موجود از انواع توربینها و پمپهای مختلف نسبت به شرایط عمـل و موقعیـت محـل نیـز استفاده گردیده است . و با توجه به مقتضات زمان و مکان از برق با گاز ویا حتی گازوئیل به عنوان نیروی محرکه نیز استفاده میگردد . پمپها با توجه به مقدار نفت تولیدی و بعد از مسافت مورد نظر برای ارسال نفت و همچنین فشار مورد احتیاج در آن محل بـا در نظـر داشتن کلیه مشخصات و مختصات موجود طراحی می گردنـد . موضـوع مهـم در اینجـا وجود پمپهائی که در حال کار می باشند . معمولاً یک پمپ دیگر از همان نمونه یـا نمونـه دیگری به عنوان یدک Spare موجود است تا در صورت از کار افتادن یکـی از پمپهـا در کار ، مورد استفاده قرار گیرد و یا در حینی که یکی از پمپها تحت ضوابطی کار نمی کنـد این یدکی مورد استفاده قرار گیرد تا عمل کارخانه قطع نگردد .


ORIFICE
كاهنده جريان
GATE VALVE
شيردروازه اي
NON-RETURN VALVE
شيريكطرفه
CONTROL VALVE
شيركنترل
SAFETY VALVE
شيرايمني
PRESSUR GAGE
فشارسنج
محل ورود لوله هاي نفتي
مرحله چهارم
(مخزن)
مرحله اول-آزمايش
(الف)
مرحله اول (ب)
مرحله دوم (ب)
مرحله سوم (ب)
مرحله اول (ج)
مرحله دوم (ج)
مرحله سوم (ج)
مجموعه تفكيك كننده ها
نفت تفكيك شده بطرف محل مصرف
شماي يك واحد بهره برداري
شكل ۴۹
گاز مرحله اول
گاز مرحله دوم
گاز مرحله سوم
گاز مرحله چهارم
گاز مرحله پنجم

PETROMAN

۶-اطاق کنترل Control Room

در حقیقت می توان گفت که مقر اصلی کنترل واحد بهره برداری مـی باشـد . در اینجـا تمامی قسمتهائی که به نحوی تحت کنترل هستند نیز در رابطه با عمل خود تحت مراقبت کامل می باشند . نمودار طرز کار وشرایط حمل کلیه شـیرهای کنتـرل و کاهنـده هـای جریان و همچنین نمودار وضع ارتفاع ستون مایع (Level) در تفکیک کننده ها و مخـزن نیز در اطاق کنترل ب روی دستگاههای ضابط نیز موجود می باشند و تغییرات لحظـه ای آنها کلاً قابل بررسی می باشد و احیاناً در صورت لزوم اکثر تغییرات را (به طورمثـال کـم وزیاد کردن فشار به وسیله بازتر و بسته تر کردن شیرکنترل و همچنین تغییر در ارتفـاع مایع در ظروف و غیره) از همین محل می دهند ، که در حقیقت با فرمـان دادن بـه شـیر کنترل (تعییر فشار هوائی که روی آن کار می کند) صورت می گیرد . همینطور وضع کـار توربینها و پمپها بر روی دستگاههای ضابط مشخص میگردند . در صورت لزوم نیز مقدار دما و فشار هر قسمت را که مورد نظر نیز باشد می توان با کمک دستگاههای ضابط موجود نیز مشخص کرد . بدیهی است این دستگاههای ضابط هر کدام با طرز عمل بخصوص خود مشخصه مربوط به محل مورد نظری را که دائم با آ" در تماس هستند نشان می دهند .

علاوه بر موارد فوق قسمتهای مختلف دیگری نیز در یـک واحـد بهـره بـرداری موجـود می باشند که مهمترین آنها دستگاههای تهیه هوای مربوط به شیرهای کنترل اسـت کـه خود از پمپها و ظروف لازم و لوله کشیهای مربوطه تشکیل شده است و قسمت مهم دیگر برق کارخانه است که ممکن است از برق سراسری تأمین گردد و یا در خود کارخانـه نیـز ژنراتور موجود باشد و خود این قسمت نیز با توجه به سیم کشیها و اتـصالات لازم خـود مجموعه ای را تشکیل می دهد . لوله های آبرسانی برای مصارف خنک کردن و یـا سـیار موارد نظیر آتش نشانی و غیره نیز تحت شرایط حساب شده ای موجود می باشند .

همچنین دستگاه خشک کننده گاز (Knock Out Vessel) نیز که در مسیر گاز خروجی تعبیه می گردند خود نیز کجموعه جداگانـه ایـست . پمپهـای کـوچکی کـه بـرای آرام کارکردن تفکیک کننده ها سیلیکان به داخل آنها پمپ می نماینـد ، یکـی از قـسمتهای دیگر یک واحد بهره برداری می باشند . (اکثراً در مورد نفتهائی که بعد از ورود به تفکیک کننده ایجاد کف Foam می نمایند نظیر قسمت اعظم نفت ایـران ، بـرای آرام کـارکردن تفکیک کننده تحت ضوابط طراحی شده و مخصوصی عملیاتی صورت میگیرد . در اینجا نیز سیلیکان به داخل تفکیک کننده ها پمپ م یگـردد) . در هـر واحـد بهـره بـرداری

آزمایشگاه کوچکی نیز موجود است که مقدار نمک تولیدی به همراه نفت هر چاه و حتی وزن مخصوص و مقدار رسوبات نفت نیز در آنجا قابل بررسی می باشند .
بهر حال در اینجا بایستی متذکر شد که یک واحد بهره برداری با وجودیکه ظاهراً فقط کارجدا سازی نفت وگاز تولیدی از چاهها را عهده دار است خود مجموعه ای مفصل است و به هیچ عنوان در چند جمله و چند صفحه نوشته نمی گنجد و لازم است که برای آشنائی لااقل از یک واحد بهره برداری به دقت دیدن کرد .

محاسبه مقدار جریان گازومایع – طراحی کاهنده جریان

Liquid and Gas Measurement and Orifice Design

یکی از مهمترین موضوعاتی که در صنعت بدان توجه زیادی می گردد مقدار سیال از داخل لوله ها می باشد . جهت محاسبه دبی سیال روش های متفاوتی به کار می رود . در اینجا صرفنظر از محاسن و معایب هر سیستم ، روشی که در شرکت ملی نفت ایران به طور معمول استفاده می گردد خلاصه می شود .
روش مورد استفاده فعلی بر مبنای اختلاف فشار جریان سیال در دو طرف یک کاهنده جریان (Orifice) استوار است . این بدان طریق است که در مسیر جریان سیال دو عدد سرلوله (Flange) تعبیه می گردد و یک کاهنده جریان در بین این دو سرلوله گذارده می شود . (قطر دهانه کاهنده جریان با توجه له محل مصرف و پیش بینی دبی معمولی و مشخصات سیال و در نظر داشتن قطر لوله طراحی میگردد . در همین فصل بدان اشاره خواهد شد) . بر روی دو سرلوله فوق الذکر محل اندازه گیری فشار منظور می شود (فشار قبل و بعد از کاهنده جریان قابل اندازه گیری می گردد) .
تأثیرات این دو محل فشار(قبل و بعد از ماهنده جریان در اثر عبور سیال) همزمان به دستگاه اندازه گیری واردمی شود و اختلاف فشار توسط دستگاه محاسبه می گردد و خود به صورت اختلاف فشار و یا مشخصه دیگری که دستگاه بر مبنای آن تنظیم شده است بر روی صفحه بخصوصی به صورت نمودار ضبط می گردد . ارقامی که از روی نمودار خوانده می شود با توجه به مشخصات دستگاه اندازه گیری در محاسبات مربوط به مقدار جریان مورد استفاده قرارمی گیرد . اصطلاحاً مقدار عددی را که هر لحظه ضبط می شود (نمودار در یک لحظه) مقدار خوانده شده توسط دستگاه می گویند (Meter Reading , Pen Reading , PR) . نمودار بر روی کاغذهای مخصوص و مدرج

شده نسبت به زمان ترسیم می گردد و لذا به کمک فرمول در هر لحظه مقدار دی قابل محاسبه است (کاغذهای مدرج بصور مختلف مدور یا نواری شکل و نحوه درجه بندی های متفاوت با توجه به مشخصات دستگاه اندازه گیری موجود می باشد) . دستگاههای اندازه گیری فوق خود محدوده معینی برای محاسبات دارند و میتوان آنها را در آن محدوده نسبت به موقعیت جریان تنظیم نمود. این محدوده را اصطلاحاً Meter Range (MR) گویند و در حقیقت مشخصه ای از دستگاه است که در فرمولهای بعدی مورد استفاده قرار می گیرد . (در حال حاضر دستگاههای اندازه گیری موجود معمولاً در فاصله ۸۰۰-۰ اینچ آب قابل تنظیم می باشند) . حال با توجه به توضیحات فوق و استفاده از فرمولهای مربوطه مقدار دبی گازومایع را در هر لوله و در هر لحظه محاسبه می کنیم . قبل از پرداختن به فرمولها و روش محاسبه بد نیست به بعضی تعاریف اشاره ای شود .

درجه حرارت مطلق

بر روی میزان الحراره ای که برر حسب سانتیگرادمدرج است ، صفر آن نقطه انجماد آب خالص تعریف شده است . این درجه صفر بر روی دما سنجی که بر حسب درجه فارنهایت مدرج است برابر با ۳۲ درجه فارنهایت می باشد . بنا به تعریف ۴۶۰ درجه فارنهایت زیر آنراصفرمطلق درجه حرارت میگوئیم .باتعریف فوق جسمی که حرارت دارد دارای ۵۱۰ = ۵۰ + ۴۶۰ درجه حرارت مطلق می باشد . این درجه حرارت را رنگین R می گویند .

درجه حرارت مبنا

معمولاً جهت انجام محاسبات وتهیه جداول و نمودارها به صورت یونیفورم ، درجه حرارتی رابه عنوان مبنادرنظرمی گیرند . این حرارت مبنامعمولاً برابر با ۶۰ $^{\circ}F$ و یا ۲۵ $^{\circ}C$ منظورمی گرددولذادرهرمحاسبه‌ای نسبت به این ارقام مربوطه تصحیح می گردند .

فشار مطلق

این فشار بنا به تعریف به فشاری گفته می شود که قدری از صفر مطلق و یا به عبارت دیگر اندکی از خلاء ، عامل بیشتر است . به طور معمول فشار اتمسفر را که برابر با ۱۴/۷ پاوندبراینچ مربع مفروض است ، به عنوان فشار مطلق در نظر گرفته می شود . به طور مثال مایعی که تحت فشار ۲۰Psig می باشد دارای فشار مطلق ۳۴/۷ = ۱۴/۷ + ۲۰ Psia می باشد .

فشار مبنا

بنا به تعریف در کلیه محاسبات مبنای فشار برابر با فشار اتمسفر یعنی ۱۴/۷۳ منظور می گردد .

وزن مخصوص

چگالی هر جسم عبارت است از وزن واحد حجم از آن جسم (Specific Gravity) نسبت به وزن واحد حجم هوا و آب به ترتیب برای گازها و مایعات . (وزن واحد حجم هر جسم وزن مخصوص آن جسم می باشد) .

گران روی Viscosity

عبارت خیلی ساده گران روی مایع و یا گاز را می توان قدرت چسبندگی آنها به جداره ظرف محتوی آنها تعریف نمود و این عبارت است از خاصیت هر سیال که چگونگی از حرکت سریع ملکولهای خود در مقایسه با سیال دیگر جلوگیری مینماید و به عبارت دیگر مقاومتی است در مقابل تغییر سرعت یک ذره در برابر دیگری که مجاور آن موجود است .

عدد رینولد Rrynold s number

عبارت است از عددی بدون واحد (Unitless) که بعضی خواص سیال و لوله عبوری آنرا به هم مرتبط نموده وباتوجه به مقدار آن ضریب اصطکاک در لوله ها قابل محاسبه می باشد . در اکثر محاسبات مربوط به جریان سیالات نیزوارد می گردد . (در ضمن رژیم جریان با داشتن مقدار عدد رینولد قابل بررسی می باشد) .

محاسبه جریان گاز

به منظور جلوگیری از اطاله کلام از مقدمات مربوط اثبات فرمولهای مربوطه خودداری می کرد و با توجه به طریق محاسبه فوق (اختلاف فشار در دو طرف کاهنده جریان) در محاسبات مربوطه به مقدار جریان گاز از فرمول زیر استفاده می گردد .

$$Q_g = KEd^2 (M.R)^{.5} \times f_g \times f_t \times f_p \times f_z \times (P.R)$$

در فرمول فوق K عبارت است از مقداری ثابت که در مورد گازهای معمولی مقدار K=۸۱۳۸/۶۴ استفاده می گردد .

مقدار E که بستگی به قطر داخلی لوله و قطر کاهنده جریان (Orfice) دارد از فرمول زیر محاسبه می گردد .

$$E = \frac{./۶}{\left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right)^{./5}}$$

ارقام d و D به ترتیب قطر کاهنده جریان و اندازه قطر داخلی لوله مـی باشـند . M . R عبارت است از همان مشخصه مربوط به دستگاه اندازه گیری که در ابتـدا صـحبتی از آن شد Meter Range

f_g : عبارت است از مقدار تصحیح شده وزن مخصوص گاز (با توجه به مبناهای مذکور در بالا) ومیتوان آنرا از رابطه زیر حساب کرد .

$$f_g = \left(\frac{1}{sp.gr.}\right)^{.5}$$

f_t : فاکتور تصحیح شده درجه حرارت گاز می باشد و از رابطه ذیل قابل محاسبه می گردد.

$$f_t = \left(\frac{520}{T+460}\right)^{.5}$$

که T در این رابطه درجه حرارت گاز جاری می باشد .

f_z : فاکتور انحراف از گاز کامل با توجه به فشار ، دما و حجـم گـاز موجـود مـی باشـد . Super Compressibility Factor با داشتن درجه انحراف گاز (Z) از رابطه زیر می توان آنرا محاسبه نمود (ضریب انحراف نسبت به گازهای کامل) .

$$f_z = \left(\frac{1}{z}\right)^{.5}$$

f_p : فاکتور فشار می باشد که بعد از تبدیل فشار جاری گاز به فشار مطلق از رابطه ذیـل محاسبه می گردد .

$$f_p = p^{.5}$$

P . R . : همانطور که در ابتدای مبحث ذکر گردید مقدار عددی نمودار رسم شده توسـط دستگاه اندازه گیری در هر لحظه از زمان می باشد . (بهتر است دسـتگاه طـوری تنظـیم شود که مقدار P.R بین ۴/. تا ۷/. باشد) . معمولاً در یک فاصله زمانی از مقادیر عـددی نمودار معدل گرفته می شود و از این معدل به عنوان PR استفاده می گردد .

لازم به تذکر است که مقدار دبی گاز با توجه به مطالب فوق در شرایط استاندارد محاسـبه می گردد $(psi14/7,^0F60)$. مقادیر $f_p, f_z, f_t, f_{g,e}$ با در نظر گرفتن مقادیر متفاوت T , P , Sp . Gr . D , D به صورت جداول و نمودارهای مختلف درآورده شده اند تـا بـه راحتـی بتوان ارقام مربوط به آنها را استخراج کـرده و مورداسـتفاده قـرار داد . ایـن جـداول و نمودارها به راحتی در دسترس می باشند . یادآوری می گرددکه معمـولاً دربیـشتر مـوارد ارقام d و D به صورت $B = \frac{d}{D}$ تعریف می شود .

حل مسئله :

با توجه به مطالب فوق

K = ۸۱۳۸/۶۴

$$E = \frac{./6}{\left(1-\frac{d^4}{D^4}\right)^{./5}} = \frac{./6}{\left(1-\frac{(3/06)^4}{(6/12)^4}\right)^{./5}} = ./6197$$

$$f_g = \left(\frac{1}{sp.gr}\right)^{./5} = \left(\frac{1}{./7}\right)^{./5} = 1/1952$$

$$f_t = \left(\frac{520}{T+460}\right)^{./5} = \left(\frac{520}{100+460}\right)^{./5} = ./9636$$

$$f_p = p^{./5} = (240+14/7)^{./5} = 15/9593$$

برای محاسبه f_z از فرمول فوق می توان با توجه به مقدار P و T و روابط و روشهای مربوطه در سیستم گازها مقدار Z را بدست آورد و سپس فرمول رابکار برد که در این صورت Z = ./۹۸۷۰ خواهد شد و یا مستقیماً از روی جداول موجود مقدار f_z را استخراج کرد که برابر با $f_z = 1/0061$ می باشد .

اینک با استفاده از فرمول مذکور چنین خواهیم داشت .

$$Q = KED^2(M.R)^{./5} \times f_g \times f_t \times f_p \times f_z \times (P.R)$$

=۸۱۳۸/۰۶۴/۶۱۹۷×(۳/۰۶)^2×(۴۰۰)$^{./5}$×۱/۱۹۵۲×۰/۹۶۳۶×۱۵/۹۵۹۳×۱/۶۱۰۰×۰/۶

در نتیجه فوت مکعب گازدرشرایط استاندارد Q = ۱۰۴۷۹۷۲۲

یابه‌عبارت‌ساده‌تر میلیون فوت مکعب گازدرشرایط استاندارد Q = ۱۰/۵

۲-محاسبه جریان مایع

با توجه به مطالب ذکر شده در محاسبه جریان گاز ، در مورد جریان مایعات نیز از فرمولی مشابه آنچه که در بالا اشاره شد استفاده می گردد . لیکن در اینجا اختلافات کوچکی موجود است .

فرمول به قرارزیر می باشد .

$$Q = KED^2(M.R)^{./5} \times f_g \times f_t \times f_m \times (P.R)$$

در فرمول فوق قسمتی از ارقام مشابه آنچه که در مورد گازاستفاده می گردد می باشند . در این حالت (مایع) مقدار K = ۱۹۴/۴۲ است . مقادیر $(P.R)f_g,(M.R),d,E$ نظیر آنچه که مورد محاسبه جریان گاز توضیح داده شده قابل استفاده هستند .

f_t در این حالت از رابطه زیر محاسبه می گردد .

$$f_t = [1 - 0/0005(T - 60)]^{/5}$$

که T عبارت از درجه حرارت جاری مایع می باشد و اما مقدار f_m که بستگی به عدد ثابت رینولد (R_e) دارد که خود با در نظر گرفتن گران روی مایع (Viscosity) قابل محاسبه است .

$$R_e = \frac{VD\rho}{\mu}$$

R_e : عدد ثابت رینولد Reynolds number

V : سرعت حرکت مایع فوت بر ثانیه

D : قطر فوت

P : وزن مخصوص مایع پاوندبرفوت مکعب

μ : درجه گران روی مایع (باتوجه به واحدهای فوق واحد مربوطه پاوندبرفوت Viscosity بر ثانیه خواهد بود)

جداول و نمدارهائی موجود است که با در نظر گرفتن R_e در مورد یک مایع مقدار f_m قابل استخراج است .

و لازم به یادآوری می باشد که برای محاسبه بقیه ارقام با توجه به داشتن مقادیر sp . Gr . T , D , d و μ جداول معتدد موجود است که مقدار فاکتورها را می توان در شرایط استاندارد در آنها استخراج کرده و در محاسبات به کار برد .

تذکر :

در رابطه R_e بالا می توان به جای V مقدار آنرا از رابطه $Q = VA$ یعنی $V = \frac{Q}{A}$ جایگزین نمود .

مثال :

با مفروضات زیر دبی جریان نفت را حساب می کنیم .

D = ۸/۱۲۵ اینچ d = ۴/۲۲۵ اینچ P.R. = /۵۵

μ = ۸/۳ سنی استوک C.S. ρ = ./۸۵ M.R. =۴۰۰

T = ۱۰۰ درجه فارنهایت

حل :

برای استفاده از فرمول ارقام و فاکتورهای لازم را محاسبه کرده و یـا از جـداول موجـود استخراج می نمائیم . لذا خواهیم داشت .

چون سیال مورد نظر نفت می باشد (مایع) پس $K = 194/42$

$$E = \frac{./6}{\left(1-\frac{d^4}{D^4}\right)^{./5}} = \frac{./6}{\left(1-\frac{(4/225)^4}{(8/125)^4}\right)^{./5}} = ./6232$$

$$f_g = \left(\frac{1}{Sp.Gr}\right)^{./5} = \left(\frac{1}{./85}\right)^{./5} = 1/0846$$

$$f_t = [1-0/0005(T-60)]^{../5} = [1-0/0005(100-60)]^{/5} = ./9899$$

و اما برای یافتن f_m لازم است که از روش تقریب و اشتباه (trial . and error) استفاده نمود . بدین معنی که یک مقدار Q فرض می کنیم و سپس مقدار R_e راحساب می نمائیم و به کمک آن مقدار f_m را یا از جداول و نمودارها و یا از فرمول محاسبه می نمائیم . پس از آن از طریق فرمول اصلی مقدار Q را با توجه به f_m بدست آمده حساب مـی کنـیم . اگر این Q برابر با مقدار مفروض بود که مسئله ای نیست و اگر نه مجدداً همین اعمـال را انجام می دهیم . تا در نهایت مقدار قریب به یقین f_m بدست آید . در مورد این مـسئله پس از انجام اعمال ذکر شده مقدار f_m چنین خواهد شد .

F_M =۱/۰۲

و لذا مقدار دبی با استفاده از فرمول به قرار زیر خواهد بود .

$$Q_o = KED^2(M.R)^{./5} \times f_g \times f_t \times f_m \times (P.R.)$$

$$= 194/42 \times ./.6232 \times (4/225)^2 \times 1/0846 \times ./9899 \times 1/02 \times ./55$$

Q = ۲۶۰۵۴ بشکه درروز

طـراحـی کـاهنـده جـریـان Orifice Size Design

جهت طراحی اندازه کاهنده جریان نیز می توان از فرمولهای مذکور در بالا(محاسبه مقدار گازونفت) استفاده نمود . برای این منظور لازم است که جنس و مشخصات سیال ، شرایط

جریان آن و محدوده دبی سیال معلوم باشد و پس از آن در امر طراحی کاهنـده جریـان اقدام نمود . بعلاوه لازم است که بعضی از ارقام را در محدوده قابل عمل فرض نمود . برای مقدار M.R. با توجه به اینکه بین ۸۰۰-۰ اینچ آب قابل تغییر است معمولاً در هم طراحی آن را بهتر است که رقمی مثل ۲۰۰ فرض کرد که با اندازه کافی محل تغییرات تا صفرو تـا ۸۰۰ راداشته باشد . در مورد PR. نیز رقمی را فرض می کنیم که با تغییر اندکی در شرایط بتواند محدوده زیادتری را شامل شود . در این مورد میدانیم که PR می تواند بین صفر تا یک تغییر کند و بهترین حالت اینست که بین ۵/. تا ۷/. باشد لذا به طور مثال آنرا معادل ۶/. فرض می نمائیم . مشخصات سیال اعم از محدوده دبی ، فشار ، دما ، وزن مخـصوص ، گران روی و غیره و همچنین مشخصات لوله عبور سیال نیز در دست می باشد .

حال با توجه به مطالب بالا طراحی انجام می گیرد . بدین منظور از روش تقریب و اشـتباه (trial and error) استفاده می گردد به این معنی که مقـداری بـرای d (قطـر کاهنـده جریان) فرض می کنیم و سپس مقدار دب را با در نظر گـرفتن بقیـه معلومـات محاسـبه می نمائیم . اگر Q محاسبه شده مقدار خواسته شد باشد که مسئله حل است در غیر این صورت مجدداً d دیگری فرض نموده و اعمال را دوباره انجام می دهیم . معمـولاً بهتـرین محدوده اندازه d طوری است که نسبت $\frac{d}{D}$ (قطر کاهنده جریان به قطرلوله) بین ۳/. تـا ۷/. باشد (به طور مثال درمرتبه اول ۵/. فرض می شود) . یا اینکه بهترین مقدار d وقتی است که اگر E (دررابطه های بالا) را از روی آن حساب کنیم درمحدوده بین ۵۸/. تا ۶۵/. قرار گیرد (این مقدار عملاً نشان داده است که بهترین حالت نیز می باشد .
لازم به یادآوری است که در مورد گازونفت روش حل مسئله تفاوتی ندارد و فقط مستلزم داشتن اطلاعات مربوط به آنها می باشد .

مثـال :

می خواهیم با داشتن شرایط زیراندازه قطرکاهنده جریان را طراحی کنیم .

D = ۸/۱۲۵ قطرداخلی لوله μ = ۱۰ C.S گران روی نفت در $T = 90^{O}F$

Sp.Gr = ./۸۶ بشکه درروز Q = ۳۲۰۰۰ (حدود)

حـل :

با توجه به مطالب مذکور در بالا مقادیر زیر فرض می گردند .

P.R. = ./۶۵ M.R. = ۲۰۰ اینچ آب

مقادیر f_t, f_g برای شرایط فوق بدین صورت محاسبه می شوند .

$$f_t = [1 - 0/0005(T - 60)]^{.5} = [1 - 0/0005(90 - 6-)]^{.5} = ./9925$$

$$f_g = \left(\frac{1}{Sp.Gr.}\right)^{./5} = \left(\frac{1}{./86}\right)^{./5} = 1/0783$$

فرمول مورد استفاده چنین است :

$$Q = KED^2 (M.R.)^{./5} \times f_g \times f_t \times f_m \times (P.R.)$$

که مقادیر MR, PR, K, f_t, f_g **معلومند و حاصلضرب آنها چنین است :**

$$C = (M.R)^{./5} \times (P.R.) \times K \times f_t \times f_g$$

$$= (200)^{./5} \times ./65 \times 194/42 \times 1/0783$$

$$C = 1912/667$$

مابقی ارقام بایستی با داشتن d محاسبه و معلوم گردند و اینک با جایگزین کـردن C در فرمول اصلی خواهیم داشت :

$$Q = C \times E \times d^2 \times f_m$$

حال برای d مقادیر مختلف را فرض می نمائیم وبه‌روش‌تقریب‌واشتباه (trial and error) مقدار اصلی آنرا می یابیم .

فرض اول : $\frac{d}{D} = ./54$ $\quad d = 8/125 \times ./54$ $\quad$ و اینچ $\quad d = 4/387$

از آنجا $E = ./6269$

$$E = \frac{./6}{\left(1 - \left(\frac{d}{D}\right)^4\right)^{./5}}$$

مقدار R_e **با توجه به واحدهای موجود خواهد بود .**

$$R_e = \frac{92/6 \times Q}{U \times d}$$

در این حالت

$$R_e = \frac{92/6 \times 32000}{10 \times 4/387} = 67545$$

از نمودارهای موجود مقدار f_m **خواهد شد .** $\quad f_m = 1/022$

با جایگزین کردن ارقام بدست آمده خواهیم داشت .

$$Q = C \times E \times d^2 \times f_m$$

$$= 1912/667 \times ./6269 \times (4/387)^2 \times 1/022$$

$$= 23584 \quad \text{بشکه دروز}$$

که با مقدار اصلی Q یعنی ۳۲۰۰۰ بشکه درروز متفاوت است . این موضوع به علت کوچک بودن اندازه d بوده است لذا بایستی مقدار آنرا بزرگتر فرض نمود .

فرض دوم : $\frac{d}{D} = ./6$ اینچ d = ۴/۸۷۵ و از آنجا E = ./۶۴۳۱ خواهد بود .

در این حالت مقادیر R_e و در نتیجه به کمک نمودار f_m به ترتیب ۶۰۷۸۳ و ۱/۰۲۴ خواهند شد .

پس : $Q = 1912/667 \times (4/875)^2 \times ./6431 \times 1/024$

$= 29934$ بشکه درروز

که باز هم با مقادیر معلوم است مقدار d کم بوده ، لذا فرض دیگری لازم است .

فرض سوم : $\frac{d}{D} = ./62$ و d = ۵/۰۳۷

طبق فرضهای فوق عمل می کنیم و خواهیم داشت :

$E = ./6499$ $R_e = 58828$ $f_m = 1/025$

و $Q = 1912/667 \times (5/037)^2 \times 1/025 \times ../6499$

$= 32326$ بشکه درروز

در اینجا با مقایسه معلوم می شود که تقریباً فرض مناسبی بوده است (با ۱٪ تقریب) و نتیجه گیری می نمائیم که همین مقدار d اندازه مطلوب خواهد بود و برای عملی تر بودن اعشار آنرا تصحیح می نمائیم و با توجه به تقریب اضافی Q مقدار آنرا اینچ d = ۵/۰۳ در نظر می گیریم .

محاسبه ظرفیت و نسبت گاز به نفت تولیدی چاه

CAPACITY AND GOR TEST OF THE WELL

می دانیم که نفت خروجی از چاه همیشه بهمراه خود مقداری گازدارد . این مقدار گازهمراه نفت در حوزه های مختلف نفتی متفاوت است و ازهر لحاظ بستگی به شرایط و موقعیت مخزن زیرزمینی نفت دارد . یکی از خصوصیات نفت تولیدی هر ناحیه با توجه به تمامی جهات نسبت مقدار گاز همراه نفت به مقدار نفت جداشده از گاز می باشد وبه عبارت دیگر این نسبت تعریفی از یکی از مشخصه های نفت تولیدی از هر ناحیه است .

نفت تولیدی چاه تحت ضوابط بخصوصی در دستگاههای مخصوص تفکیک نفت از گاز جریان می یابد ودر شرایط حساب شده ای گاز ونفت از هم جدا می گردند و سپس هر کدام به مصرف خود می رسند .

تفکیک گاز ونفت با توجه به مشخصات نفت تولیدی از نظر ترکیب ، فشار ، درجه حرارت و بطور کل تمامی خصوصیات درمراحل حساب شده ای انجام می گیرد . درحال حاضر در واحدهای بهره برداری موجود (ایران) برای تفکیک گاز از نفت از چهار مرحله استفاده می شود (بطور نرمال) ودر هر مرحله با در نظر گرفتن موقعیت نفت هر ناحیه شرایط بخصوصی فراهم آورده می شود . بطور کل در این مراحل با کم کردن فشارباعث می گردند که گاز همراه نفت از آن جدا گردد . مبنای انتخاب فشار در حقیقت گرفتن نفت مرغوب تر در آخرین مرحله با توجه به راندمان فرآورش بهتر می باشد . (راجع به مطلب جداسازی (SEPARATION) مقالات و کتب متعدد موجود است که جهت کسب اطلاع کامل ودقیق بایستی بدانها مراجعه گردد .)

طرز عمل تفکیک کننده ها در جداسازی گاز ونفت موثراست . با توجه به طراحی تفکیک کننده و شرایط عملی که برای آن در نظر گرفته شده است ، می بایست تمامی گازی که می تواند در آن مرحله از تفکیک جداگردد کاملاً جداشده واز طریق محل خروجی گاز بیرون رود و بهمین صورت نفت تحت شرایط طراحی شده از محل خروج نفت بطرف مرحله دیگر جداسازی (به شرط انیکه مرحله آخرنباشد) برود . دراین موضوع ، مهم این است که نفت سرریز نگردد (CARRY OVER) بدین معنی که همراه گاز مقداری از نفت خارج نشود و بهمین ترتیب نبایست که گاز جداشده از مجرای خروج نفت خارج گردد

(CARRY THROUGH) . این امر با توجه به فشار و موقعیت ساختمانی تفکیک کننده با تغییر سطح تماس گاز و مایع در داخل تفکیک کننده کنترل می گردد. حال با توجه به طریقه محاسبه مقدار جریان گاز ونفت در داخل لوله ها ، می توان مقدار گاز و نفت خروجی از تفکیک کننده را حساب نمود . در هر واحد بهره برداری معمولاً مجموعه ای از تفکیک کننده ها را بعنوان قسمت مربوط به آزمایش مورد استفاده قرار می دهند . این مجموعه خود نیز تمام مراحل تفکیک را بطور جداگانه دارد و معمولاً مجموعه تفکیک کننده های شماره الف (A) در هر واحد بهره برداری به امر آزمایش تخصیص می یابد .

محاسبه نسبت گازبه نفت چاه

چاه که توسط لوله تولید خود به واحد بهره برداری جریان دارد از طریق مسیر لوله ای که به مجموعه ای آزمایشی مربوط می شود . به این مجموعه جریان می یابد . نفت چاه به ترتیب از مراحل مختلف تفکیک (مراحل ۱و۲و۳) عبور می کند . در هر مرحله مقدار گازی که قابل تفکیک است جداشده و نفت خروجی به مرحله بعد راه می یابد . بدینصورت از روی فرمولهای مربوط به محاسبه جریان مقدار گاز خروجی هر مرحله با توجه به موقعیت آن مرحله محاسبه می گردد . نفت خروجی مرحله سوم به مخزن آزمایشی که تحت فشاری در حدود اتمسفر (بطورمثال ۰/۳ پاوندبر اینچ مربع) کنترل می گردد وارد می شود . بقیه گاز همراه نفت نیز دراین مرحله جدا می گردد که مثل بقیه حالات قابل محاسبه است (به بخش محاسبه جریان گاز ونفت مراجعه گردد) همینطور مقدار نفت خروجی این مرحله که در حقیقت نفت کاملاً جداشده از گاز می باشد محاسبه می شود . (مقدار نفت را می توان با توجه به ظرفیت مخزن ازروی ارتفاع نفتی که درزمان حساب شده ای بوجودمی آید محاسبه نمود . بدین ترتیب که درزمان صفر شیر خروجی نفت را می بندیم و ارتفاع نفت از ته مخزن را اندازه گیری می کنیم . سپس بعد از گذشت زمان تا مجدداً ارتفاع نفت را در مخزن اندازه گیری می نمائیم . حال به سادگی حجم نفت را از روی مشخصات مخزن (سطح مقطع ضرب در ارتفاع نفت) حساب می کنیم و با توجه به زمان تا مقدار حجم را برای یک روز برحسب بشکه محاسبه می نمائیم . این عمل را اصطلاحاً D I P گرفتن می گویند .

نفت خروجب از مخزن عبارتست از تولید نفت چاه ، حال اگر حجم گاز حساب شده در هر مرحله را به حجم کل نفت تولیدی چاه تقسیم می نمائیم ، نسبت گاز به نفت در آن مرحله بدست می آید . ولذا جمع کل این نسبتها نسبت کل گاز به نفت تولیدی چاه را خواهد

داد . بدیهی است که می بایست دقت گردد که در هیچ کدام از مراحل نفت سرریز و یا گاز نه ریز نگردند . (Carry Thro , Carry Over نباشد .)

ظرفیت چاه

بهمان صورت فوق چاه به مجموعه آزمایشی باز می گردد ومثل فوق تمامی محاسبات انجام می پذیرد . دراین مورد مهم است که سرریز نفت ونه ریز گاز در هیچکدام از مراحل نباشد . دبی چاه که در حقیقت نفت خروجی از مرحله چهارم (مخزن) می باشد حساب می گردد . حال بتدریج دبی چاه را افزایش می دهیم (این امربه کمک شیرکنترل که روی لوله ورودی نفت چاه موجود است انجام می پذیرد و بدین معنی که در هر مرتبه شیر بیشتر باز می گردد . ممکن است که در مسیر تولید خفه کن (Choke) موجود باشد لذا درهر بار اندازه آن بزرگتر می کنیم) درهر بار تغییر دبی را بامحاسبه نفت خروجی از مرحله چهارم حساب می کنیم .این امر ادامه می یابد تا آخرین دبی ممکن چاه محاسبه گردد . این دبی وقتی است که با وسایل موجود بیشتر بازکردن چاه ممکن نباشد ویادرحین افزایش دبی فشار چاه آنقدر کم گردد که دیگر نتواند به فشار مرحله اول برسد ویا آنکه چاه تولید آب ویا گاز ناخواسته بنماید . بدین ترتیب دبی چاه درست پیش از بروز یکی ازمسائل فوق بعنوان ظرفیت چاه تحت شرایط موجود معرفی می گردد و بدیهی است که نسبت گازبه نفت تولیدی آن در هر مرحله نیز قابل محاسبه می باشد .

برای انجام چنین کاری لازم است که تمامی دستگاههای اندازه گیری قبلاً بدقت مدرج گردند وفشار و درجه حرارت نیز بدرستی اندازه گیری شوند . درعین حال وزن مخصوص گاز و نفت درهر نقطه که لازم است بدقت اندازه گیری شود .

گاز			حدتنظیم اندازه گیر	عددثابت دستگاه اندازه گیری	معدل عدد نمودار	فشار psi	دما f	وزن مخصوص	ضریب انحراف ازگازکامل	دبی گاز MMSCF/D	نسبت گازبه نفتSCF/STB	ملاحظات
گازخروجی	مرحله اول		۵۰			۴۸۰	۶۷	۰/۶۶۹۳	۱/۰۵۱	۷/۲۸۶	۷۷۰	
		ضریب		۶۹۴۱۱۶	۰/۳۷	۲۲/۲۴۱۸	۰/۹۹۳۳	۱/۲۲۱۹				
	مرحله دوم		۱۰۰			۸۰	۵۹	۰/۸۶۶۴	۱/۰۱۸	۰/۹۰۹	۹۶	حدتنظیم اندازه گیرمناسب نبوده است. لذا معدل عددنمودارپائین است
		ضریب		۶۷۵۱۳۲	۰/۱۵۵	۹/۷۳۱۴	۱/۰۰۱۰	۰/۸۷۶۷				
	مرحله سوم		۲۰			۱۸	۵۵	۱/۲۸۴۱	۱/۰۱۳	۰/۳۴۱	۳۶	
		ضریب		۲۰۲۶۸۲	۰/۳۳	۵/۷۱۸۴	۱/۰۰۴۸	۰/۸۷۵۴				
	مرحله چهارم (مخزن)		۲۰			۰/۵	۵۸	۱/۵۰۰۴	۱/۰۰۲	۰/۲۸۳	۳۰	بهتربودن حدتنظیم اندازه گیرعوض شود تامعدل عددنمودارمناسبترباشد
		ضریب		۵۱۶۲۸۱	۰/۱۶	۳/۸۹۸۷	۱/۰۰۱۹	۰/۸۷۶۴				
										نسبت کل ۹۳۲		

کاز			حدتنظيم اندازه كير	عددثابت دستگاه اندازه كيري	معدل عدد نمودار	دما f	وزن مخصوص	ضريب تصحيح رژيم جريان	دبي نفت بشكه درروز	ضريب تصحيح دبي	دبي حقيقي نفت بشكه درروز
چندراهه ورودي			۲۰۰			۹۰	۰/۸٤۵۰		۲۰۸۹۱	۰/٤۵۳	۹٤٦٤
		ضريب		٤۰٦٤۲	۰/٤٦	۰/۹۹۲۵	۱/۰۸۷۸	۱/۰۳۵			
ع	مرحله سوم		۵۰			٦۷	۰/۸٤٦۰		۹۸٤۰	۰/۹٦۱	۹٤۵٦
		ضريب		۳٦۸٤٤	۰/۲۳	۰/۹۹۸۲	۱/۰۸۷۲	۱/۰۷			
	مرحله چهارم (مخزن)		۵۰			٦٤	۰/۸٤۷۵		۹٤۵۹	۱	۹٤۵۹
		ضريب		۵۷۹۲۰	۰/۱٤	۰/۹۹۹۰	۱/۰۸٦۲	۱/۰۷۵			

فشارجاري سرچاه ۱٦۸۰
درماي‌جاري‌سرچاه ۹٦ F
فشارقبل از تله سنک ۱٦۷۸
فشاربعدازتله سنک ۱٦٦۵
فشاردرچندراهه رودي ۶۰۰
دمادرچندراهه ورودي ۹۰

محاسبه ظرفیت تفکیک کننده در حین عمل

دراین حالت نفت ورودی به تفکیک کننده مورد نظر را افزایش می دهیم و کاملاً مواظب هستیم که سر ریز نفت و ته ریزگاز بدقت تحت کنترل باشد . ودرهربار افزایش نفت مقدار دبی خروجی نفت را اندازه گیری می کنیم . حال در حین عملیات زمانی می رسد که با توجه به ارتفاع نفت در تفکیک کننده اندکی افزایش نفت ورودی باعث سرریز نفت می گردد که بهیچ وجه قابل کنترل نیست مگر اینکه فشار تفکیک کننده تغییر یابد . (موضوع مهم این است که تفکیک کننده در شرایط موجود ازحال کنترل خارج شود مقدار ظرفیت آن تفکیک کننده را مشخص می کند .

برای یافتن ظرفیت تفکیک کننده چنین عمل می شود :

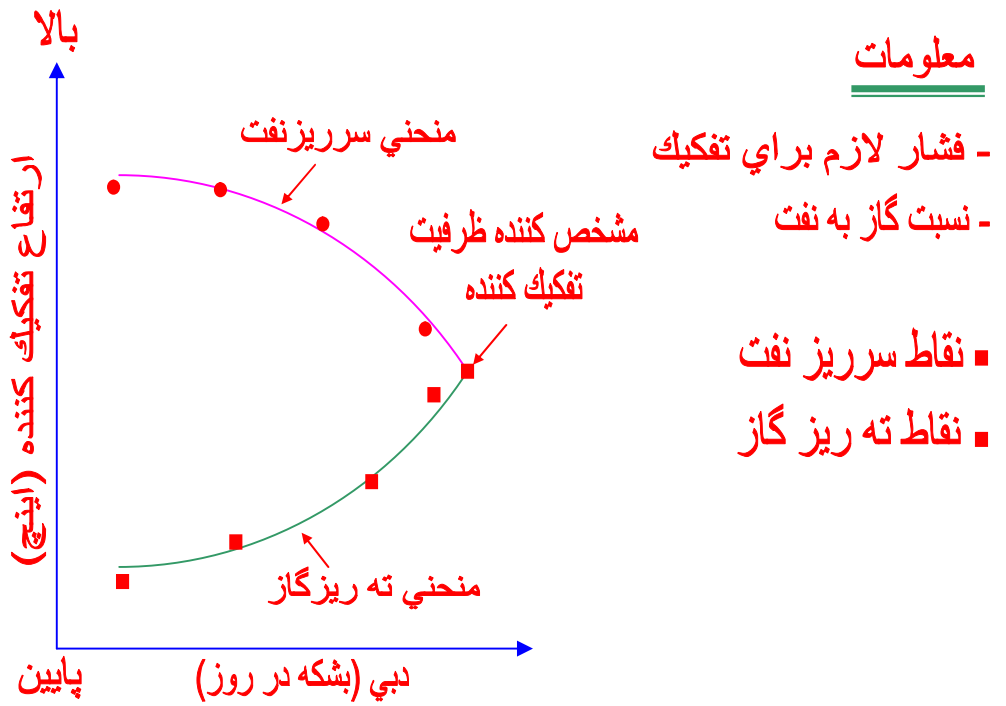
الف - جریان کمی بداخل تفکیک کننده ارسال می گردد و ارتفاع نفت (Level) طوری تنظیم می شود که سر ریز نفت و ته ریز گاز نداشته باشیم .

ب - دردبی ثابت ارتفاع مایع را در داخل تفکیک کننده افزایش می دهیم تا سر ریز نفت بوجود آید .

ج - در همان دبی ارتفاع مایع را می کاهیم تا ته ریز گاز بوجود آید .

د - دبی را افزایش می دهیم و مجدداً همین اعمال را تکرار می کنیم .

هـ - آنگاه از اطلاعات بدست آمده نمودار زیر راتهیه می نمائیم که نقطه تقاطع دو منحنی مشخص کننده ظرفیت تفکیک کننده می باشد .



نمـک زدائـی

Desalting

درحال حاضر مسئله وجود نمک بهمراه نفت تولیدی در بسیاری ازمناطق بـسیار مـشکل است ، این موضوع باعث گردید ه که جهت نمک زدائی طرحها و عملیات مختلفی صـورت پذیرد . با توجه به مبداء و منشاءتولید نمک بهمراه نفت معمولاً بصورت آب نمـک (اکثـر نمکهای سدیم ، پتاسیم و منیزیم) می باشد . وجود آب و در نتیجه نمک همراه آن باعث بروز خسارت در کلیه ابزار و همچنین افت کیفیت (وحتـی کمیـت) نفـت از هـر لحـاظ می گردد . (استثنائاً ممکن است نمک بصورت کریستال بانفت تولیـد گـردد). لـذا لازم است که ازتولید نمک درهر صورت و حتی الامکـان جلـوگیری نمـود . لـیکن دربعـضی (درحال حاضر بیشتر) موارد الزاماً اگر هدف بیرون کـشیدن نفـت از زیـر زمـین باشـد بایستی قبول کنیم که به همراه آن مقادیری آب تولید می گردد . ودر اینجـا اسـت کـه بمنظور بالابردن کیفیت نفت ، جدا کردن آب نمک و در نتیجه نمک از آن امری بدیهی به نظر می رسد .

معمولاً آب همراه نفت به صورت ذرات معلق درآن تولید می گردد (بستگی به مقـدار آب دارد . در بعضی نواحی خارج از ایران حتی بایـست گفـت کـه ذرات نفـت در آب معلـق هستند .) بطور عام برای نمک زدائی لازم است که بطریقی ذرات آب را کـه در حقیقـت منشاء نمک می باشند بوسیله ای در مجاور هم قرار داد و بصورت ذرات بزرگتر که قابلیت ته نشین شدن در ظرف را دارند در آورد و درنهایت با توجه به اینکه آب بخاطر سـنگینی نسبت به نفت در زیر نفت جمع می گردد ، نفت را از آب جدا نمود . این امر با متـه هـای مختلف صورت می گیرد و استفاده از مواد شیمیائی نیز امری الزامی است . عمومی ترین روش جداسازی آب حرارت دادن به نفت است که خود ممکن است به کمک گـرم کـردن مستقیم نفت صورت گیرد و یا غیر مستقیم و روش دیگری نیز هست که با افزودن مـواد شیمیائی بخصوص باعث می گردند که تحت شرایط عمل ذرات آب با یکدیگر جمع شده و آنقدر بزرگ شوند که بتوانند در مخلوط آب ونفت رسوب نمایند و لذا با فرصت کافی کـه به مخلوط داده می شود آب درون ظرف ته نشین می نماید . بدیهی است عمـل بهمـین سادگی که نوشته می شود نیست وطی انجام مراحل و خصوصیاتی نیز مرتبت است . لازم است که جهت بررسی بهتر موضوع به کتب و رساله های موجود راجع به نمک زدائی نیـز مراجعه کرد .

(D . Burris and C.E Natco , Tulsa , Okla) .

رفـع مشـکل

جهت زدودن نمک موجود در نفت همانطور که اشاره شد روش های متفاوتی موجود است که ممکن است وسایل لازم بصورت قسمتی از یک کارخانـه تفکیـک گـاز ونفـت مـورد استفاده باشند و یا دربعضی مـوارد بـصورت کارخانـه جداگانـه ای در رابطـه بـا واحـد بهره برداری (کارخانه تفکیک گاز و نفت) کار کنند . آنچه که مـا درایـران داریـم خـود مجوعه ای جداگانه است که بصورت کارخانه ای در مجاورت واحد بهره برداری مورد نظـر تعبیه گردیده است .

با وجود اختلافات مختصر ویا زیادی که در روشها و کارخانجات نمک زدائی موجود است ، بعضی از اعمال را که انجام می گردد می توان بصورت زیر خلاصه نمود .

۱- نفت از لحاظ فشار بحال تعادل آورده می شود (گاز همراه نفت جـدا مـی گـردد) و بدین ترتیب به آب آزاد همراه نفت (آنچه که بـصورت امولـسیون نیـست) اجـازه ته نشین شدن داده می شود .
۲- آب آزاد ته نشین شده از نفت قرار گرفته بر روی آن جدا می گردد (آبی که درمدت ۵ دقیقه د رظرف ته نشین می شود .)
۳- مواد شیمیائی بخصوصی به نفت افزوده می گردد . این مواد قادرنـد کـه امولـسیون (مخلوط آب ونفت) را شکسته و باعث گردند که ذرات آب جداشده و برای تـشکیل ذرات بزرگتر به همدیگر بچسبند . در اینجا لازم است که عمل مخلوط شدن بخوبی انجام گیرد .
۴- در صورت لزوم و در بعضی موارد حرارت نیز لازم است (درحقیقت برای کمک کردن به جمع تر شدن ذرات آب موجود در نفت بصورت امولسیون)
۵- عمل مقدماتی آبگیری از نفت (Dehydration) انجام می گیرد .
۶- آب تازه (حتی الامکان بدون نمک محلول و در غیر اینصورت با مقدار نمک حداقل) به نفت افزوده می شود . دراینجا هدف این است که آب نمک باقیمانده در نفت کـه دارای غلظت زیاد است رقیق شده و در حقیقت نفت شستشو داده می شود . عمـل مخلوط شدن و شستشوی نفت بایستی با دقت و بطور کامل صورت گیرد .
۷- مرحله نهائی آبگیری که در اینجا آب را مجدداً از نفت جدا می نمایند . (در حقیقت نمک زدائی)

یاد آور می گردد که مطالب فوق جنبه عمومی و کلی دارد و عملیات مربوط به نمک زدائی و نحوه طراحی کارخانه های مربوط خود بسیار مفصل است . لیکن بطور عـام مـی تـوان

گفت که همگی تقریباً عمل را در دو مرحله انجام می دهند . آبگیری و نمک زدائی Desalting , Dehydration بهر حال با متدهای متداول و مختلف شیمیائی ، مکانیکی و الکتریکی باعث می گردند که ذرات آب بهم بچسبند . (Coalescing) و سپس بخاطر نیروی ثقل بیشتری که به آنها نسبت به ذرات نفت مجاورشان وارد می گردد در ظرف ته نشین و در نتیجه مجتمع گردند و بتوان آنها را از نفت جدا نمود . (به جزوه ای که برای آشنائی مقدماتی کارکنان توسط اداره فرآورش و پروژه های خاص در این مورد تهیه شده است مراجعه گردد .)

درحال حاضر در شرکت ملی نفت ایران هدف این است که میزان نمک موجود برای مصرف صادرات در حد ۱۱-۸ واحد میلیون ودرنفت خوراک پالایشگاه به مقدار ۸-۵ واحد در میلیون باشد .

در شرکت ملی نفت ایران جهت انجام نمک زدائی در موارد متفاوت از تانک ته نشین کننده و همچنین از ظرف الکترواستاتیک نیز استفاده می شود . در بعضی از کارخانه ها هر دو و در بعضی دیگر ممکن است فقط از یک وسیله استفاده گردد . در مورد تانک ته نشین کننده باید گفت که قبل از ورود نفت و آب به تانک مواد شکننده امولسیون نیز به مخلوط افزوده می گردد . این عمل باعث بهم پیوستن ذرات آب و بزرگتر شدن آنها می گردد . در نتیجه زمانی که در ظرف ته نشین کننده (Coalescer Tank) فرصت کافی به آنها داده شود ، آب جدا گردیده و ته نشین می شود واز مسیر در نظر گرفته شده خارج می گردد . نوع دوم ظرفی که مورد استفاده دارد .

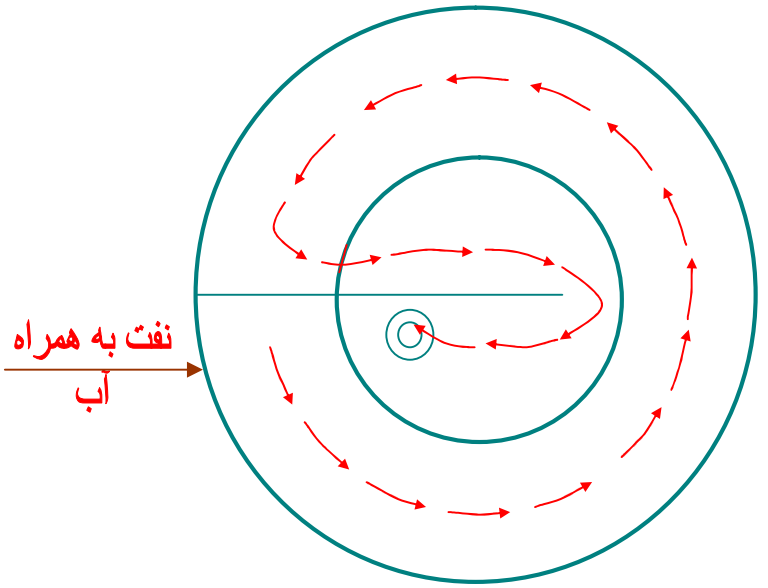
الکترواستانیک است ودر حقیقت توسط کامل برق فشار قوی که در داخل ظرف موجود است کار می کند (ELECTROSTATIC COALESCER) .

این برق باعث می شود که ترتیب قرار گرفتن ملکولها بعلت پولاریزه شدن تغییر کند ودر حقیقت ذرات کوچک آب بهم چسبیده و بزرگ شوند و بدین صورت با وزن زیادتری که پیدا می کنند ته نشین گردیده و سپس از نفت تفکیک گردند .

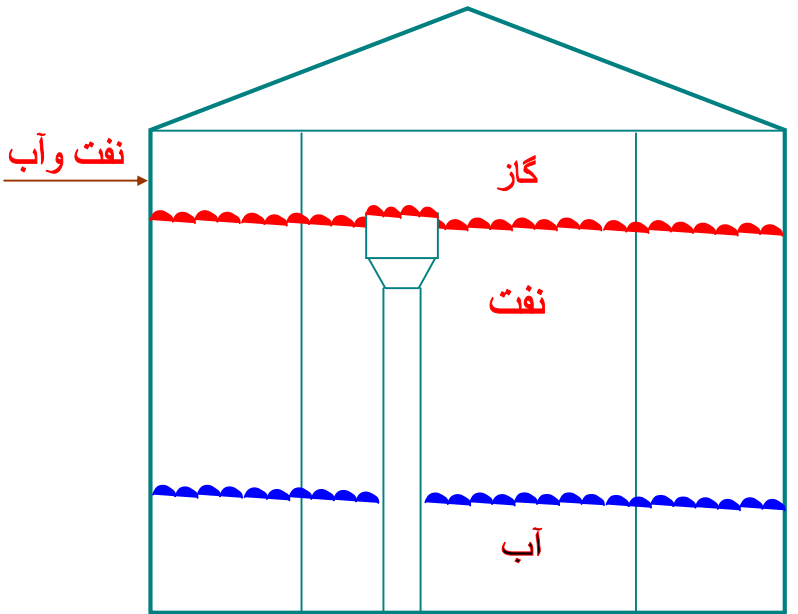
بهر جهت بایکی از روش های موجود آب و بعبارت بهتر نمک همراه نفت از آن جدا می گردد و باید گفت هیچگاه صد در صد آب ونمک قابل تفکیک نیست لیکن لااقل پیشرفت تا آن اندازه بوده است که میزان وجود آب نمک در نفت را به حداقل ممکن در حال حاضر رسانیده .

نمونه اي از يك ظرف مخصوص ته نشين شدن آب در كارخانه نمك زدائي

Coalescer Tank In Desalting Plant



نماي فوقاني ظرف



شناخت نواقص موجود در رفع آنها در رابطه با افزايش راندمان بهره وري

BOTTLE – NECKS AND DE - BOTTLE - NECKING
(TROUBLE - SHOOT ING)

نماي جانبي ظرف
شكل ٥٠

بررسی وضع تولیدی چاهها بطور کل و همچنین موقعیت وسایل موجود و مورد استفاده در رابطه با تولید مناسب تر یکی از اهم وظایف یک مهندس بهره بردار می باشد . با توجه به شرایط موجود در هر موقعیت می بایست راندمان کار از هر لحاظ در حداکثر ممکن باشد . درحین عملیات بهره برداری با در نظر گرفتن کلیه جوانب ممکن است مسئله بخصوص ویا شرایط نامناسبی (Bottle – Neck) از افزایش راندمان جلوگیری بعمل آورد ویا احیاناً تولید مناسب را دچار اشکال سازد . در اینجا لازم است که این مسئله در مرحله اول کاملاً شناخته شده وپس از بررسی و تجزیه وتحلیل کامل و بمنظوربالا بردن راندمان بنحوی که ایجاب می کندرفع‌گردد (De – Bottle - Necking) .
پس در استمرار عملیات با پیگیری موقعیتها در صورت وجود نواقص و مسائل بایست ابتدا آنها را شناخت و سپس در رفع و حل آنها اقدام مقتضی بعمل آورد .

چون عموم مسائل مشابه نیستند ودر هر موقعیت احتمال وجود نقص بخصوصی می رود ، لذا نمی توان کلیه موضوعات را بصورت لیست در آورد و همچنین رفع هر نقص با توجه به شرایط مربوط به آن قسمت می تواند عملی باشد و نمی توان کلیه مسائل را بدینصورت باهم مرتبط دانست و یا در رفع همگی مشابهتی قائل شد.
لذا در اینجا به بعضی از مسائل که ممکن است باعث افت راندمان عملیات گردند اشاره می گردد و همچنین در رابطه با حل آنها ، بعضی از طرق قابل اجرا ذکر می شود . لازم به تذکر است که مسائلی که عنوان می شود تمامی موضوعات را در بر نمی گیرند و راه حل رفع آنها الزاماً ممکن است که بهترین راه حل نباشد ، و صرفاً هدف از ذکر آنها ایجاد مختصر آشنائی می باشد (همانطوریکه اشاره شد مسائل متفاوت هستند و رفع آنها با توجه به شرایط مربوط به قسمت خودشان و محدوده عملی عملیات ممکن است .)

بعضی از مسائل چاه

۱- بهره وری

چاه (الف) در حوزه نفتی شناخته شده ای حفر گردیده است . با توجه به موقعیت و اطلاعات موجود راجع به مخزن زیرزمینی و سایر چاههای این حوزه و شرایط عملی بهره برداری انتظار می رود (پیش بینی می گردد) که این چاه بایست حدود ۲۰ هزار بشکه نفت در روز تولید نماید . لیکن آزمایش عملی (در وسایل لازم بهره برداری از چاه اعم از لوله نفتی ، واحد بهره برداری و غیره مسئله ای نیست) نشان می دهد که ظرفیت چاه حدود ۸ هزار بشکه در روز است ، یا بعبارت دیگر فشار جاری سرچاه در عوض اینکه ۱۲۰۰ پاوندبر اینچ مربع باشد مقداری در حدود ۷۰۰ پاوند بر اینچ مربع است . چاه چندین مرتبه مورد آزمایش قرار می گیرد و بالاخره مشخص می گردد که عدم تولید اضافی صرفاً بخاطر کمی قدرت بهره وری چاه می باشد . پس در اینجا مسئله ، بهره وری چاه است ولذا بایستی در بهبود آن اقدام نمود . حال باتوجه به عواملی (عامل) که باعث مسئله فوق می گردند و برای تطابق آنها با شرایط موجود بنحوه ممکن در حل مسئله اقدام می گردد . بعضی از مسائل و راه حل آنها چنین است :

- آیا شبکه های موجود در لایه تولیدی چاه باندازه کافی می باشد ؟

اگر نه که می بایست شبکه های جدیدی در لایه تولیدی (در صورت وجود محل) بوجود آورد . (NEW PERFORATION)

- آیا اصولاً شبکه ها درمحل مناسب ایجاد شده اند ؟ درمحل لایه تولیدی می باشد ؟

در صورت منفی بودن جواب باید در بستن شبکه های موجود و ایجاد شبکه های جدید در محل مناسب اقدام نمود .

آیا چاه تمیز شده است ؟

در این صورت احتیاج است که چاه تمیز گردد . (به قسمت تمیزکردن چاه مراجعه گردد.)

افت فشار در رابطه با تولید چیست و آیا چاه احتیاج به اسید زدن دارد ؟

که با بررسی وضع فشار چاه و افت فشار در اثر تولید مشخص می گردد که چاه احتیاج به اسید زدن دارد . که دراینصورت برنامه اسید زدن طرح ریزی می گردد . (به بخش اسید زدن به چاه مراجعه شود .)

آیا شبکه ها بخوبی رابطه مخزن را بادهانه چاه برقرارمی نمایند ؟

درصورت منفی بودن جواب لازم است که در همین محل مجدداً ایجاد شبکه نمود .

Reperforation

آیا وجود مانع در داخل چاه باعث افت فشار نگردیده است ؟

ممکن است وسیله ای در داخل چاه افتاده باشد . شن تولیدی از چاه ایجاد مانع کرده باشد ، دیواره فلزی چاه مچاله شده باشد و . . . . که با یافتن علت اصلی در رفع آن اقدام می گردد .

آیا اصولاً انتظاری که از چاه داریم بجاست ؟

روی اطلاعات موجود بررسی دقیق بعمل آید تا حقیقت امر مشخص گردد .

تولید آب باعث افت فشار نگردیده است ؟

می بایست محل تولید آب را یافته و آنرا مسدود نمود .

تکمیل چاه از نظر قطر لوله های داخلی مناسب است ؟ مثلاً لوله مغزی کوچک یا بزرگ نیست ؟

که‌بدیهی است با توجه به شرایط و موقعیت محل وعمل می توان اقدام لازم را به جا آورد . و همچنین سؤالات دیگر نظیر آنچه که گفته شد . بهر حال با بررسی تمامی جوانب نقص اصلی یا بعبارت دیگر عامل عمده یافته شده و درمورد این عامل اعمال ممکن صورت می پذیرد تا بهره وری چاه به حد بالاتر برسد .

۲- تولید آب ناخواسته

مشابه آنچه که در بالا گفته شد یکایک عوامل را که باعث تولید آب می گردند بررسی نموده وسپس با شناخت عوامل اصلی در رفع و یا تصحیح آن اقدام مقتضی بعمل می آید .

آیا حقیقتاً چاه بطور مدام تولید آب می کند ؟

که با آزمایش های عملی این امر مشخص می گردد .

آب تولیدی چه مشخصاتی دارد ؟

که با آمازیش دقیق بر روی نمونه هائی که جمع آوری می گردند مشخص می شود .

آیا آب تولیدی مربوط به زمان حفاری چاه است ؟

این آب در حقیقت همان است که همراه با گل حفاری در حین عملیات حفاری مورد استفاده بوده ودر مخزن‌نفوذ کرده است . با تمیز شدن چاه بایستی تولید آن از بین برود .

آیا آب مربوط به لایه دیگری بجز لایه تولیدی چاه است ؟

که با نمودارگیری مشخص می گردد . محل تولید آن دقیقاً بایستی معلوم شود . ممکن است احتیاج باشد که چاه تعمیر گردد . (لوله پوششی روی محل تولید کشیده شود . ویا سیمان بداخل محل تولید پمپ گردد و . . .)

آیا آب مربوط به لایه تولیدی چاه است ؟ از خود لایه تولید می شود ویا از لایه های زیرین و ازطریق پشت لوله پوششی بدان نفوذ می کند ؟ آیا آب موجود از قسمتهای پائین چاه از طریق مسدود کننده ای که در زیر لایه تولیدی است نشت می نماید ؟ آیا . . . که تمامی این مسائل بکمک تهیه نمودارها و انجام آزمایشهای متفاوت بایستی بررسی گردند ودر صورت لزوم با تعبیه نمودن مسدود کننده از تولید آب جلوگیری شود و یا ممکن است که لازم باشد بداخل شبکه های موجود و بمنظور بستن آنها (جلوگیری از تولید آب) سیمان پمپ شود . ودر آخر آیا بستن محل تولید آب ، تولید کلی چاه را کم نمی کند ؟ آیا لازم است شبکه های دیگری درمحلی‌که‌احیاناً موجود است ایجاد شوند ؟

۳- تولید گاز ناخواسته

آیا آزمایشی که انجام گرفته (اندازه گیری نسبت گازبه نفت) دقیق بوده است ؟
تمامی دستگاههای اندازه گیری مدرج بودند ؟
لازم است دقیقاً آزمایش مجدد تا اثبات کامل امر بعمل آید .

آیا از خود لایه باز برای تولید ، گاز تولید می شود ؟ آیا از قسمت فوقانی لایه و از طریق پشت دیواره فلزی چاه گاز نشت می کند ؟
که با تهیه نمودارهای مختلف محل نشت گاز اضافی مشخص می گردد . ممکن است لازم باشد که بداخل محل تولید گازسیمان پمپ نمود . ممکن است که لازم باشد بر روی محل تولید لوله پوششی دیگری کشید . اگر تولید چاه از قسمت دیواره بدون پوششی است . O.H لازم است که این قسمت توسط لوله فلزی پوشانده شود و در محلی که فقط نفت معمولی تولید می شود ایجاد شبکه نمود .

آیا اصولاً محل شبکه ها در قسمت گازی لایه تولید نیست ؟
که می بایست این شبکه ها مسدود گردند (با پمپ نمودن سیمان بداخل آنها) و شبکه های جدید ایجاد شوند .

آیا از محل اتصال لوله گم (LINER) با دیواره فلزی پوششی چاه (CASING) گازنشت می کند ؟ (ممکن است درحالت بخصوصی از این محل آب نشت کند) بهرحال با تهیه نمودار مسئله قابل بررسی است و بایستی که این محل تحت تعمیر قرار گیرد و گرنه به طریقی در اصلاح آن اقدام گردد .

۴-تولید ماسه

در حال حاضردر صورتیکه که مسئله چاه فقط تولید ماسه اضافی باشد فقط به کم کردن دبی چاه که باعث کم شدن دبی ماسه تولیدی نیز مـی گـردد اکتفـا مـی کنـیم . لـیکن می توان از تفکیک کننده های مخصوصی نیز استفاده نمود و چاه با همین مقدار ماسه نیز تولید کرد . در بعضی نقاط به کمک پمپ کردن مواد شیمیائی مخصوص بداخل چاه باعث می گردند که ذرات ماسه بیشتر به یکدیگر بچسبند واز تولیـد آنهـا کاسـته شـود . در محلهائی دیگر نیز موسوم است که چاه را بطریـق بخـصوصی تکمیـل مـی نماینـد و در حقیقت با تعبیه نمودن فیلتر در مقابل لایه تولیدی چاه از تولیـد شـن جلـوگیری بعمـل می آورند . GRAVEL PACKING

بعضی از مسائل مربوط به وسایل موجود در سرچاه ودر مسیر تولید

در اینجا به نظر می رسد که وضع داخلی چاه از هر نظر مناسب است لیکن در بهره برداری ازآن و بعلتی اشکالی موجود است که باعث افت راندمان گردیده است . ایـن عامـل نیـز بایستی یافته شود و رفع گردد . بطورمثال با وجود فشار کافی در سـرچاه بعلـت وجـود اشکال بهره برداری ازچاه بمیزان پیش بینی شده نیست .

آیا شیرهای سرچاه کاملاً بازهستند ؟
که بدیهی است کاملاً بررسی می گردد.

آیا تله سنگ موجود در مسیر تولید مسدود نشده است ؟
که با اندازه گیری دقیق فشار در دو طرف آن این امـر مـشخص مـی گـردد و درصـورت احتیاج تله سنگ تمیز می شود .

آیا با توجه به فشار چاه ودبی پیش بینی شده و فاصله چاه تا واحد بهره برداری احتیاج به تفکیک کننده سرچاهی نیست ؟
که این مسئله با در نظر گرفتن رژیم جریان (دو فاز بودن) و تمامی مـسائل دیگـر قابـل بررسی می باشد .

آیا لوله نفتی چاه مناسب است ؟ کوچک یا بزرگ نیست ؟
که باز با توجه به جریان دو فاز تولید چاه (گازونفت) مسئله قابل بررسی اسـت . وبطـور مثال لوله نفتی چاه احتیاج به دو راهه کردن (LCOP) ندارد ؟

آیا در مسیر تولید افت فشار نامناسب در عبور نفت از داخل ابزار مختلف (شیردروازه ای ، شیرکنترل ، شیرایمنی خمیدگی لوله و غیره) وجود ندارد ؟
بدیهی است با اندازه گیری فشار در دوطرف ابزار موجود و توجه به اندازه آنها نسبت به حجم عبوری مورد نظر می توان در صورت وجود اشکال آنرا یافت .

آیا مسیر لوله نفتی چاه مناسب است ؟
از پستی و بلندی زیادی عبور می کند ؟ احتیاج به تغییر محل دارد .

آیا مسیر نزدیکتری برای رساندن نفت چاه به واحد بهره برداری موجود نیست ؟
در صورت لزوم می توان اقدام کرد .

آیا تمامی شیرهای در مسیر تولید همگی باز بوده وعمل خود رابخوبی انجام میدهند ؟

آیا چوک نامناسب در مسیر تولید چاه موجود نیست ؟

آیا تفکیک کننده ای که چاه بداخل آن جریان دارد دارای ظرفیت کافیست ؟

آیا لوله نفتی دیگری با لوله نفتی چاه مشترک نیست ؟ تافشار موجود در لایه موردنظر را تحت تأثیر قرار دهد ؟
در این مورد باید گفت که اتفاق افتاده است که دوچاه دارای لوله نفتی مشترک می باشند و لذا تغییرات فشار در هر دو روی دبی هر چاه موثر است . (بایستی حتی الامکان سعی گردد چنین حالتی پیش نیاید .)

قدرت پمپ برای ارسال نفت از واحد بهره برداری به محل مورد نظرکافی است ؟
درمورد لوله های گاز رسانی آیا باشرایط عمل و موقعیت‌محل‌مایع درلوله جمع نمی گردد .

و به همین صورت درحین عملیات موقعیت هائی پیش می آید که لازم است دقیقاً بررسی گردیده و عامل پایین آورنده راندمان پس از مشخص شدن رفع و در نتیجه کارائی از هر لحاظ بالا برده شود .

پیش بینی قدرت تولید چاه

WELL POTENTIAL FORCAST

برمبنای احتیاجات اقتصادی و براساس میزان نفت قابل استخراج از مخازن نفت ، ادارات مربوط به بودجه و برنامه ریزی میزان نفت مورد لزوم در سالهای آینده را برآورد می نمایند . دراین برآورد مقدار لازم برای تولید از هر مخزن نفتی (PLANNED GUID CAPACITY PGC) پیش بینی می گردد .

مهندس بهره برداری با توجه به PGC و اطلاعات موجود راجع به مخازن زیرزمینی برآورد می نماید که قدرت تولیدی چاهها برای استخراج به میزان خواسته شده نسبت به مقدورات چیست و احیاناً درصورت لزوم حفر چاههای جدید ویا سپس وسایل تازه را پیش بینی می نماید .

جهت انجام این امر لازم است که یک یک چاهها از هر لحاظ موردبررسی قرار گیرند . اطلاعات مربوط به تغییرات فشار در اثر تولید در سالهای آینده و تغییرات سطح تماس گاز ونفت و نفت وآب نیز از طریق اداره مهندسی مخازن زیرزمینی تهیه می گردد .

مهندس بهره برداری با استفاده از اطلاعات تهیه شده توسط اداره مخازن زیر زمینی و وضع ساختمانی و موقعیت تولیدی چاههای نفت موجود و مسایل مربوط به آنها ، میزان قابل استخراج از هر چاه را درهرسال محاسبه می نماید . (جهت انجام این محاسبات ازمدلهای کامپیوتری موجود مانند (PRODUCTION FACILITIES MODEL) استفاده می گردد .) نتیجه این امر برآورد قدرت تولیدی هر چاه بطور جداگانه در هر ناحیه و درسالهای آینده می باشد ، که بدین ترتیب میزان قابل بهره برداری از هر منطقه با توجه به امکانات موجود مشخص می گردد . مقایسه مقدار قابل استخراج با مقدار PGC مربوط به آن منطقه احتیاج به حفر چاه جدید و با تاسیس کارخانه ها و یا وسایل تازه ای را می تواند در معرض بررسی قرار دهد . لذا درصورت لزوم درخواست تهیه وسایل و یا حفر چاه جدید یا تعمیر چاههای موجودنیزاز وظایف مهندسی بهره برداری خواهد بود .

اهیمت این موضوع در آن است که کلیه محاسبات انجام شده می بایست با شرایط موجود تطابق کامل داشته باشد و از همین جاست که می توان در ردیا قبول پیش بینی میزان تولید چاه اظهار نظر نمود .

بدین ترتیب پس از بررسی ها وتصویب نهائی شرح وسایل لازم برای رساندن میزان تولید به حد موردنظر تهیه و جهت اقدام گزارش می گردد . (درخواست کشیدن لوله های نفتی (REQUEST FOR CONST . & FLOWLINE) و همچنین گزارش مربوط به وسایل مورد لزوم برای تهیه بهره برداری که هر سه ماه یکبارتهیه می گردد QUARTERLY ADVICE FOR FLOWLINES AND MATERIAL REQUIREMENT از نمونه های مورد نظر می باشند).

درخواست وسایل لازم برای یک پروژه بخصوص

STATEMENT OF REQUIREMENTS , SOR

با بررسی هائی که در مورد موضوع بخصوصی صورت می گیرد ، طرح پروژ های که ایجـاد تاسیسات و یا صرف هزینه ای را شامل می شود ایجاب می نمایـد . بمنظـور درخواسـت انجام پروژه فرم بخصوصی تهیه می گردد SOR . STATEMENT OF REQUIREMENT فـرم درخواست انجام پروژه یا بعبارت دیگر شرح نیاز پروژه SOR می بایست حاوی اهم مطالب مربوط به پروژه درخواستی باشد ، دراین فرم راجع به نکات زیربطور خلاصه و مفید اشاره می گردد .

۱- موضوع پروژه
۲- علل ودلایل طرح پروژه
۳- تسهیلات مورد لزوم
۴- تخمین مخارج ونحوه صرف هزینه ها
۵- اسامی افرادویا سازمانهائی که بایستی در حین انجام پروژه با آنها مشورت بعمل آید .
۶- پروژه های دیگری که باین پروژه بستگی دارند و یا وابسته خواهند شد .

با تهیه فرم طبق ضوابط فوق شرح نیاز پروژه جهت بررسی و تبـادل نظرنهـائی و منظـور شدن در بودجه ، کل آماده می گردد . پس از تصویب نهائی ، پروژه جهت پیـاده شـدن و انجام کارهای مهندسی به افراد ذیصلاح ارجاع می گردد . درضمن لازم به یاد آوری است که پروژه‌های مختلف شماره بندی می گردند و این شماره منعکس کننده سال بودجه بندی آنها نیز می باشد .
در اینجا به منظور آشنائی به یک نمونه شرح نیاز اشاره می گردد :
انجام پروژه زیر تحت عنوان شماره ۱۲۹-۷۹ به تصویب رسیده است .

۱- مـوضـوع پـروژه
نصب دستگاه تفکیک اضافی در مرحله اول واحد بهره برداری شماره ۲ پازنان .

علـل ودلایـل طـرح پـروژه

الف - دلایـل لـزوم پـروژه

مقدار تولید برنامه ریزی شده برای واحد بهره برداری شماره ۲ پازنان برای سه سال آینده هفتاد هزاربشکه در روز است . باتوجه به سه مورد زیرکه باعث کم شدن ظرفیت حقیقی واحد بهره برداری است ، ثابت نگهداشتن ظرفیت کارخانه با اضافه نمودن دستگاه تفکیک اضافی در مرحله اول مورد لزوم می باشد .

۱-پیش بینی ازدیاد نسبت گازبه نفت تولیدی از ۱۰۸۸ تا حداکثر ۱۶۰۰ فوت مکعب در هربشکه
۲-جلوگیری از انتقال گاز تفکیک شده از یک مرحله تفکیک به مرحله بعدی پس از نصب کمپرسورهای گاز مربوط به پروژه های BR۳-۵۴۰۷ و BR۳-۶۴۰۷
۳-عمل کردن دستگاههای تفکیک مرحله اول در فشار ۴۵۰۰ پاوند اینچ مربع پس از نصب کمپرسورهای گاز سورکد در نتیجه دستگاه مرحله اول تفکیک سری " ب " که از نوع AIOC است باید از سرویس خارج گردد .

ب : علل طرح و انتخاب پروژه

علل طرح دربندالف ذکر گردیده است . همانطوری که اشاره شد افزایش ظرفیت واحد بهره برداری شماره ۱ پازنان ضروری است وتنها طریق ساده و اقتصادی آن اضافه نمودن دستگاه تفکیک اضافی در مرحله اول این واحد بهره برداری است . دستگاه تفکیک مورد نظر متعلق به پروژه شماره ۵۰۲۹ - ۳ : BR بوده که طی مذاکرات با اداره مهندسی بهره برداری حذف گردیده است و برای این پروژه از آن استفاده می گردد .

۲- تسهیلات مورد لزوم

بدین منظور لازم است که یک دستگاه تفکیک نفت و گاز از نوع (ناتکو) با اندازه ۴۰×۱۰ فوت بافشار کاری ۴۸ بار از پروژه حذف شده ۵۰۲۹ – ۳ : BR استفاده نموده و در واحد بهره برداری شماره ۱ پازنان نصب گردید .

۳- تخمین مخارج و نحوه صرف هزینه ها

- قیمت دستگاه تفکیک ۴۰×۱۰ فوت ۴۱۶/۰۰۰ دلار
- هزینه نصب دستگاه تفکیک و اتصالات آن ۸۰/۰۰۰ "
- هزینه های امور مهندسی و پیش بنی نشده (۲۵ درصد) ۱۲۴/۰۰۰ "

جمع مخازن ۶۲۰/۰۰۰ دلار

۴- اسامی افراد با سازمانهائیکه بایستی در حین انجام پروژه با آنها مشورت به عمل آید

- رئیس اداره مهندسی فرآورش و پروژه های خاص
- رئیس اداره مهندسی بهره برداری ناحیه گچساران
- رئیس اداره گاز و گاز مایع
- اداره مهندسی تعمیرات

۵- پروژههای دیگری که به این پروژه بستگی دارند

- پروژه اصلاح واحد بهره برداری شماره ۱- پازنان ۵۰۰۹ - ۳: BR
- پروژه دستگاه تفکیک اضافی مرحله اول در واحد بهره برداری شماره ۵۰۳۹-۳: BR
- پروژه‌نصب کمپرسورگازمرحله سوم وچهارم در واحد بهره برداری شماره ۱ پازنان BR : ۳-۶۴۰۷
- پروژه نصب کمپرسور گاز مرحله دوم در واحد بهره برداری شماره ۱ پازنان BR: ۳-۵٤۰۷

قسمتی از مشخصات بعضی از لوله های پوششی (جداری) چاه

Some Specifications of Casings and Kiners

قطراسمی Nine . Size اینچ	وزن پاوندبرفوت	قطرداخلی T.D. اینچ	حجم		
			گالن برفوت	بشکه برفوت	مترمکعب برمتر
۴ ۱/۲	۱۳/۵	۳/۹۲۰	۰/۶۲۶۹	۰/۰۱۴۹	۰/۰۰۷۷۸
	۱۵/۱	۳/۸۲۶	۰/۵۹۷۲	۰/۰۱۴۲	۰/۰۰۷۴۲
۵	۱۳	۴/۴۹۴	۰/۸۲۴۰	۰/۰۱۹۶	۰/۰۱۰۲۳
	۱۵	۴/۴۰۸	۰/۷۹۲۸	۰/۰۱۸۸	۰/۰۰۹۸۵
	۱۸	۴/۲۷۶	۰/۷۴۶۰	۰/۰۱۷۷	۰/۰۰۹۲۶
۵ ۱/۲	۱۷	۴/۸۹۲	۰/۹۷۶۴	۰/۰۲۳۲	۰/۰۱۲۱۳
	۲۰	۴/۷۷۸	۰/۹۳۱۴	۰/۰۲۲۱	۰/۰۱۱۵۸
	۲۳	۴/۶۷۰	۰/۸۸۹۸	۰/۰۲۱۱	۰/۰۱۱۰۵
۷	۲۹	۶/۱۸۴	۱/۵۶۰۳	۰/۰۳۷۱	۰/۰۱۹۳۸
	۳۲	۶/۰۹۴	۱/۵۱۵۲	۰/۰۳۶۰	۰/۰۱۸۸۲
	۳۵	۶/۰۰۴	۱/۴۷۰۸	۰/۰۳۴۰	۰/۰۱۸۲۷
۹ ۵/۸	۴۰	۸/۸۳۵	۳/۱۸۴۷	۰/۰۷۵۸	۰/۰۳۹۵۵
	۴۳/۵	۸/۷۵۵	۳/۱۲۷۳	۰/۰۷۴۴	۰/۰۳۸۸۴
	۴۷	۸/۶۸۱	۳/۰۷۴۷	۰/۰۷۳۲	۰/۰۳۸۱۹
	۵۳/۵	۸/۵۳۵	۲/۹۷۲۱	۰/۰۷۰۷	۰/۰۳۶۹۱
۱۳ ۳/۸	۶۱	۱۲/۵۱۵	۶/۳۹۰۳	۰/۱۵۲۱	۰/۰۷۹۳۸
	۶۸	۱۲/۴۱۵	۲/۲۸۸۶	۰/۰۱۴۹۷	۰/۰۷۸۱۰
	۷۲	۱۲/۳۴۷	۶/۲۱۹۹	۰/۱۴۸۰	۰/۰۷۷۲۵
۱۸ ۵/۸	۸۷/۵	۱۷/۷۵۵	۱۲/۸۶۱۸	۰/۳۰۶۲	۰/۰۱۵۹۷۴

- استخراج از کتابچه مربوط به شرکت هالیبرتون

قسمتی از مشخصات بعضی از لوله های مغزی داخل چاه

Some Specifications of Tubings

قطر خارجی O.D اینچ	وزن پاوندبرفوت		قطرداخلی I.D. اینچ	حجم		
	Upset	Non-Upset		گالن برفوت	بشکه برفوت	مترمکعب برمتر
۱/۰۵۰	۱/۲۰	۱/۱۴	۰/۸۲۴	۰/۰۲۷۷	۰/۰۰۰۶۶	۰/۰۰۰۳۴
۱/۳۱۵	۱/۸۰	۱/۷۰	۱/۰۴۹	۰/۰۴۴۹	۰/۰۰۱۰۷	۰/۰۰۰۵۶
۱/۶۶۰	۲/۴۰	۲/۳۰	۱/۳۸۰	۰/۰۷۷۷	۰/۰۰۱۸۵	۰/۰۰۰۹۶
۱/۹۰۰	۲/۹۰	۲/۷۵	۱/۶۱۰	۰/۱۰۵۸	۰/۰۰۲۵۲	۰/۰۰۱۳۱
۲/۰۶۳	–	–	۱/۷۵۱	۰/۱۲۵۱	۰/۰۰۲۹۸	۰/۰۰۱۵۵
۲/۳۷۵	–	۴/۰۰	۲/۰۴۱	۰/۱۷۰۰	۰/۰۰۴۰۵	۰/۰۰۲۱۱
	۴/۷۰	۴/۶۰	۱/۹۹۵	۰/۱۶۲۴	۰/۰۰۳۸۷	۰/۰۰۲۰۲
	۴/۹۵	۴/۸۰	۱/۸۶۷	۰/۱۴۲۲	۰/۰۰۳۳۹	۰/۰۰۱۷۷
۲/۸۷۵	۶/۵۰	۶/۴۰	۲/۴۴۱	۰/۲۴۳۱	۰/۰۰۵۷۹	۰/۰۰۳۰۲
	۸/۷۰	۸/۶۰	۲/۲۵۹	۰/۲۰۸۲	۰/۰۰۴۹۶	۰/۰۰۲۵۸
۳/۵	–	۷/۷۰	۳/۰۶۸	۰/۳۸۴۰	۰/۰۰۹۱۴	۰/۰۰۴۷۷
	۹/۳۰	۹/۲۰	۲/۹۹۲	۰/۳۶۵۲	۰/۰۰۸۷۰	۰/۰۰۴۵۳
	–	۱۰/۲۰	۲/۹۲۲	۰/۳۴۸۴	۰/۰۰۸۲۹	۰/۰۰۴۳۳
	۱۲/۹۵	۱۲/۷۰	۲/۷۵۰	۰/۳۰۸۵	۰/۰۰۷۳۵	۰/۰۰۳۸۳
۴	–	۹/۵۰	۳/۵۴۸	۰/۵۱۳۶	۰/۰۱۲۲۳	۰/۰۰۶۳۸
	۱۱/۰	–	۳/۴۷۶	۰/۴۹۳۰	۰/۰۱۱۷۴	۰/۰۰۶۱۲
۴/۵	۱۲/۷۵	۱۲/۶۰	۳/۹۵۸	۰/۶۳۹۲	۰/۰۱۵۲۲	۰/۰۰۷۹۴

- استخراج از کتابچه مربوط به شرکت هالیبرتون

علائم اختصاری بعضی از شیرها ووسایل موجود در مسیر لوله ها

Single - Line Pipe and Valve Simbols

اتصال بوسیله سرلوله Flanged	اتصال بوسیله پیچاندن Screwed	اتصال به کمک جوشکاری Welded	شـــــــرح	
			Joint	اتصال عادی
			Elboe 90 Deg	زانو ۹۰ درجه
			Elbow 45 Deg	زانو ۴۵ درجه
			Elbow turned up	زانو به طرف بالا
			Elbow turned down	زانو به طرف پائین
			Elbow long radius	زانو با شعاع زیاد
			Side outlet elbow (outilet down)	زانوکناره‌به‌طرف‌پائین
			Side outlet elbow (outlet up)	زانوکناره به طرف بالا
			Tee	سه راهه (با زوایه ۹۰ درجه)
			Tee outlet up	سه راهه به طرف بالا
			Tee outlet down	سه راهه به طرف پائین
			Cross	تقاطع (چهار راه)
			Expansion joint	اتصال قابل انبساط
			Gate valve	شیردروازه ای
			Angle check valve	شیریکطرفه زاویه دار
			Quick opening valve	شیرسریع بازشونده
			Check valve (Non return valve)	شیریکطرفه
			Gate valve motor operated	شیردروازه‌ای‌زوایه‌موتوردار
			Angle valve gate	شیردروازه ای زاویه دار
			Safety relief valve	شیراطمینان
			Globe valve	شیرساچمه ای
			Safety valve	شیرایمنی
			Safety valve (Otis)	شیرایمنی
			Diaphragm valve (regulator or control valve)	شیرکنترل
			Reducer	کاهنده
			Union	مهره (ماسوره)
			Lateral	سه راهه (غیراززاویه ۹۰درجه)
			Pump	پمپ
			Turbine	توربین

قسمتی از مشخصات بعضی از لوله های مورد استفاده در شرکت ملی نفت ایران

قطراسمی Nom . Size	قطر خارجی		وزن پاوند برفوت	ضخامت		حداکثرفشارقابل تحمل (مدل ساختمانی الف)							
	اینچ	میلی متر		Thich – ness اینچ	Well میلی متر	درجه«ب»		درجه-X-۴۲		درجه-X-۵۲		درجه-X-۶۰	
						PSI	بار	PSI	بار	PSI	بار	PSI	بار
	۰/۸۴۰	۲۱/۳	۰/۸۵	۰/۱۰۹	۲/۸	۶۵۴۰	۴۵۱						
			۱/۰۹	۰/۱۴۷	۳/۷	۸۸۴۰	۶۰۸						
			۱/۷۱	۰/۲۹۰	۷/۵	۱۷۶۴۰	۱۲۱۶						
۱	۱/۳۱۵	۳۳/۴	۱/۶۸	۰/۱۳۳	۳/۴	۵۰۹۷	۳۵۱						
			۲/۱۷	۰/۱۷۹	۴/۵	۶۸۶۰	۴۷۳						
			۳/۶۶	۰/۳۵۸	۹/۱	۱۳۷۰۱	۹۴۶						
	۱/۹۰۰	۴۸/۳	۴/۷۲	۰/۱۴۵	۳/۷	۳۸۴۶	۲۶۵						
			۳/۶۳	۰/۲۰۰	۵/۱	۵۳۰۵	۳۶۶						
			۶/۴۱	۰/۴۰۰	۱۰/۲	۱۰۶۱۰	۷۳۱						
۲	۲/۳۷۵	۶۰/۳	۳/۶۵	۰/۱۵۴	۳/۹	۳۲۶۸	۲۲۵	۲۱۶۰	۱۴۹				
			۵/۰۲	۰/۲۱۸	۵/۵	۴۶۹۲	۳۱۹						
			۹/۰۳	۰/۴۳۶	۱۱/۰	۹۲۵۲	۶۳۸						
۳	۳/۵۰	۸۸/۹	۶/۶۳	۰/۱۸۸	۰/۸	۲۷۰۷	۱۸۷	۱۹۵۱				۲۱۶۰	۱۴۹
			۸/۶۸	۰/۲۵۰	۶/۳	۳۶۰۰	۲۴۸	۲۱۶۰	۱۴۹				
			۹/۶۷	۰/۲۸۱	۷/۱	۴۰۴۶	۲۷۹						
۴	۴/۵۰	۱۱۴/۳	۸/۶۴	۰/۱۸۸	۴/۸	۲۱۰۶	۱۴۵	۱۵۱۹	۱۳۴	۳۱۲۸	۲۱۶	۲۱۶۰	۱۴۹
			۱۱/۳۵	۰/۲۵۰	۶/۳	۲۸۰۰	۱۹۳	۲۰۱۶	۱۳۹	۴۱۴۰	۲۸۵		
			۱۲/۶۷	۰/۲۸۱	۴/۸	۴۱۴۷	۲۱۷	۲۱۶۰	۱۴۹	۴۶۷۶	۳۲۱		
			۱۳/۹۸	۰/۳۱۲	۸/۰	۳۴۹۴	۲۴۱			۵۱۹۲	۳۵۸		
			۲۲/۵۲	۰/۵۳۱	۱۳/۵	۵۹۴۷	۴۱۰			۸۸۳۶	۶۰۹		
			۲۷/۵۴	۰/۶۷۴	۱۷/۱	۷۵۴۸	۵۲۰			۱۱۲۱۵	۷۷۳		
۶	۶/۶۲۵	۱۶۸/۳	۱۲/۸۹	۰/۱۸۸	۴/۸	۱۴۳۰	۹۹	۱۲۸۹	۸۹	۲۱۲۵	۱۴۶	۱۸۳۶	۱۲۶
			–	۰/۱۹۷	۵/۰	۱۵۰۰	۱۰۳			۲۲۳۰	۱۵۴		
			۱۸/۹۷	۰/۲۸۱	۷/۱	۲۱۳۷	۱۴۷			۳۱۶۴	۲۱۸		
			۲۱/۰۷	۰/۳۱۲	۸/۰	۲۳۷۴	۱۶۴	۲۱۳۸	۱۴۷	۳۵۳۰	۲۲۴	۲۱۶۰	۱۴۹
			۲۵/۰۳	۰/۳۷۵	۹/۵	۲۸۵۳	۱۹۷	۲۱۶۰	۱۴۹	۴۲۴۰	۲۹۲		
			۲۸/۹۷	۰/۴۳۸	۱۱	۴۴۴۱	۲۳۰			۴۸۸۳	۳۳۶		
۸	۸/۶۲۵	۲۱۹/۱	۱۶/۹۰	۰/۱۸۸	۴/۸	۱۰۹۹	۷۶	۹۸۶	۶۸	۱۶۳۲	۱۱۲	۱۴۱۱	۹۷
			–	۰/۱۹۷	۵/۰	۱۱۵۵	۸۰			۱۷۱۳	۱۱۸		
			۱۹/۶۴	۰/۲۱۹	۵/۶	۱۲۷۹	۸۸			۱۹۰۱	۱۳۱		
			۲۴/۷۰	۰/۲۸۱	۷/۱	۱۶۴۰	۱۱۳	۱۴۵۴	۱۰۰	۲۴۳۹	۲۰۸	۲۰۸۱	۱۴۳
			۳۳/۰۴	۰/۳۷۵	۹/۵	۲۱۹۲	۱۵۱	۱۹۷۲		۳۲۵۶	۲۲۴	۲۱۶۰	۱۴۹
			/۳۹ ۴۳	۰/۵۰۰	۱۲/۵	۲۹۴۱	۲۰۱	۲۱۶۰	۱۴۹	۴۳۴۱	۲۹۹		
۱۰	۱۰/۷۵	۲۷۳/۰	۲۴/۶	۰/۲۱۹	۵/۶	۱۰۲۷	۷۱	۱۰۴۴	۷۲	۱۵۲۵	۱۰۵	۱۴۹۸	۱۰۳
			۳۴/۲۴	۰/۳۱۲	۸/۰	۱۴۶۰	۱۰۱			۲۱۷۰	۱۵۰		
			۴۸/۱۹	۰/۴۳۸	۱۱/۰	۲۰۵۳	۱۴۱	۲۰۹۵	۱۴۴	۳۰۵۱	۲۱۰	۲۱۶۰	۱۴۹
			۵۴/۷۴	۰/۵۰۰	۱۲/۵	۲۳۴۴	۱۶۱			۳۴۸۳	۲۴۰		

قطراسمی Nom . Size	قطر خارجی		وزن پاوند برفوت	ضخامت		حداکثرفشارقابل تحمل (مدل ساختمانی الف)							
	اینچ	میلی متر		Thich – ness اینچ	Well میلی متر	درجه«ب»		درجه-X-۴۲		درجه-X-۵۲		درجه-X-۶۰	
						PSI	بار	PSI	بار	PSI	بار	PSI	بار
۱۰	۱۰/۷۵	۲۷۳/۰	۶۱/۲۰	۰/۵۶۲	۱۴/۲	۲۶۳۴	۱۸۲			۳۹۱۵	۲۷۰		
۱۲	۱۲/۷۵	۳۲۳/۸	۳۳/۳۸	۰/۴۵۰	۶/۳	۹۸۸	۶۸	۱۰۰۸	۶۹	۱۴۶۸	۱۰۱	۱۴۴۰	۹۹
			۴۵/۵۵	۰/۳۴۴	۸/۸	۱۳۶۰	۹۴	۱۳۸۹	۹۶	۲۰۲۰	۱۳۹	۱۹۸۰	۱۳۶
			۴۹/۵۶	۰/۳۷۵	۹/۵	۱۴۸۲	۱۰۲			۲۲۰۲	۱۵۲		
			۵۷/۵۳	۰/۴۳۸	۱۱	۱۷۳۲	۱۱۹	۱۷۶۴	۱۲۱	۲۵۷۲	۱۷۷	۲۱۶۰	۱۴۹
			۶۵/۴۳	۰/۵۰۰	۱۲/۵	۱۹۷۶	۱۳۶			۲۹۳۶	۲۰۲		
۱۴	۱۴	۳۵۵/۶	۵۴/۵۷	۰/۳۷۵	۹/۵	۱۳۵۰	۹۳	۱۳۷۵	۹۵	۲۰۰۶	۱۳۸	۱۹۶۵	۱۳۵
۱۶	۱۶	۴۰۶/۴	۴۲/۰۵	۰/۲۵۰	۶/۳	۱۱۷۰	۸۱	۸۰۶	۵۵	۱۱۷۰	۸۰	۱۱۴۵	۷۹
			۶۲/۵۸	۰/۳۷۵	۹/۵	۱۱۸۲	۸۱			۱۷۵۵	۱۲۱		
			۸۲/۷۷	۰/۵۰۰	۱۲/۵	۱۵۷۵	۱۰۹	۱۶۰۵	۱۱۰	۲۳۴۰	۱۶۱	۲۱۶۰	۱۴۹
			۱۰۲/۶۳	۰/۶۲۵	۱۶/۰	۱۹۶۸	۱۳۵			۲۹۲۵	۲۰۲		

قطراسمی Nom . Size	قطر خارجی		وزن پاوند برفوت	ضخامت		حداکثرفشارقابل تحمل (مدل ساختمانی الف)							
	اینچ	میلی متر		Thich – ness اینچ	Well میلی متر	درجه«ب»		درجه-X-۴۲		درجه-X-۵۲		درجه-X-۶۰	
						PSI	بار	PSI	بار	PSI	بار	PSI	بار
۱۸	۱۸	۴۵۷/۲	۵۹/۰۳	۰/۳۱۲	۸/۰	۰/۸۷۳	۶۰	۸۹۳	۶۲	۱۲۹۸	۸۹	۱۴۹۵	۱۰۳
			۷۰/۵۹	۰/۳۷۵	۹/۵	۱۰۵۰	۷۲	۱۰۷۳	۷۴	۱۵۶۰	۱۰۷	۱۸۰۰	۱۲۴
			۸۲/۰۶	۰/۴۳۸	۱۱/۰	۱۲۲۶	۸۵	۱۲۵۳	۸۶	۱۸۲۲	۱۲۵	۲۱۰۰	۱۴۵
۲۰	۲۰	۵۰۸/۰	۷/۱۶	۰/۳۴۴	۸/۸	۸۶۷	۶۰	۹۳۶	۶۴	۱۲۸۸	۸۹	۱۴۸۸	۱۰۳
			۷۸/۶۰	۰/۳۷۵	۹/۵	۹۴۵	۶۵			۱۴۰۴	۹۷	–	–
			۱۰۴/۱۳	۰/۵۰۰	۱۲/۵	۱۲۶۰	۸۷			۱۸۷۲	۱۲۹	–	–
۲۲	۲۲	۵۵۸/۸	۸۶/۶۱	۰/۳۷۵	۹/۵	۸۵۹	۵۹			۱۲۷۶	۸۸	–	–
۲۴	۲۴	۶۰۹/۶	۷۹/۰۶	۰/۳۱۲	۸/۰	۶۵۵	۴۵	۷۰۵	۴۸	۹۷۳	۶۷	۱۱۲۳	۷۱
			۹۴/۶۲	۰/۳۷۵	۹/۵	۷۸۸	۵۴			۱۱۷۰	۸۰	۱۳۵۰	۹۳
			۱۲۵/۴۹	۰/۵۰۰	۱۲/۵	۱۰۵۰	۷۲			۱۵۶۰	۱۰۷	۱۶۲۰	۱۱۱
۲۶	۲۶	۶۶۰/۴	۸۵/۷۳	۰/۳۱۲	۸/۰	۱۰۳۷	۷۱	۶۵۵	۴۵	۸۹۸	۶۲	–	–
			۱۰۲/۶۳	۰/۳۷۵	۹/۵	۱۲۴۷	۸۶	۷۸۵	۵۴	۱۰۸۰	۷۴	۷۲۷	۵۰
			۱۳۶/۱۷	۰/۵۰۰	۱۲/۵	۱۶۶۲	۱۰۸			۱۴۴۰	۹۹	۹۶۹	۶۷
۲۸	۲۸	۷۱۱/۲	۹۲/۲۶	۰/۳۱۲	۸/۰	–	–	۶۰۵	۴۲	۸۳۴	۵۷	۹۶۳	۶۶
			۱۱۰/۶۴	۰/۳۷۵	۹/۵	۶۷۵	۴۷	۷۲۷	۵۰	۱۰۰۳	۶۹	۱۱۶۰	۸۰
			۱۴۶/۸۵	۰/۵۰۰	۱۲/۵	۹۰۰	۶۲			۱۳۳۷	۹۲	۱۵۴۲	۱۰۶
۳۰	۳۰	۷۶۲/۰	۱۱۸/۶۵	۰/۳۷۵	۹/۵	۶۳۰	۴۳	۶۷۷	۴۶	۹۳۶	۶۴	۱۰۸۲	۷۵
			۱۵۷/۵۳	۰/۵۰۰	۱۲/۵	۸۴۰	۵۸	۹۰۷	۶۲	۱۲۴۸	۸۶	۱۴۴۲	۹۹
۳۶	۳۶	۱۹۴/۴	۱۳۴/۶۷	۰/۳۷۵	۹/۵	۵۲۵	۳۶			۷۸۰	۵۴	۹۰۰	۶۲
			۱۷۸/۸۹	۰/۵۰۰	۱۲/۵	۷۰۰	۴۸			۱۰۴۰	۷۲	۱۲۰۰	۸۳
۴۲	۴۲	۱۰۶۶/۸		۰/۳۷۵	۹/۵	۴۵۰	۳۱			۶۶۸	۴۶	۷۷۱	۵۳

						۴۱	۶۰۰	۱۲/۵	۰/۵۰۰			
۷۱	۱۰۲۸	۶۱	۸۹۱									

- در حال حاضر از نمونه ۴۲- X استفاده نمی گردد و لوله های موجود از این نوع مربوط به گذشته است .

جدول تبدیل بعضی از واحدهای اندازه گیری

واحدهای زیر	ضرب در	= واحد در سیستم متریک
اینچ	۲۵/۴	میلیمتر
فوت	۰/۳۰۴۸۰۰	متر
مایل	۰/۶۰۹۳۴۰	کیلومتر
فوت مکعب	۰/۰۲۸۳۱۷	مترمکعب
گالن امریکایی	۰/۰۰۳۷۸۵	مترمکعب
بشکه	۰/۱۵۸۹۸۷	مترمکعب
پاوند(وزن)	۰/۴۵۳۵۱۲	کیلوگرم(وزن)
فوت مکعب درشرایط متعارفی بربشکه	۰/۱۷۸۱۰۸	مترمکعب برمترمکعب(حجم/حجم)
پاوندبرفوت مکعب	۱۶/۰۱۸۴	کیلوگرم برمترمکعب
پاوندبرهزاربشکه	۲/۸۵۳۰۱	گرم برمترمکعب
هزاربشکه درروز	۱۵۸/۹۸۷	مترمکعب درروز
پاوندبراینچ مربع	۰/۰۶۸۹۵	بار
اتمسفر	۱/۰۱۳۲۵	بار
پاوندبراینچ مربع برفوت	۰/۲۲۶۲۰۵	باربرمتر
میلیون فوت مکعب درشرایط متعارفی درروز	۰/۰۲۸۳۱۷	میلیون مترمکعب درروز
بشکه درروز برپاوندبراینچ مربع	۲/۳۰۵۹۱	مترمکعب درروزبربار
بشکه‌برمیلیون‌فوت‌مکعب‌درشرایط‌استاندارد	۵/۶۱۴۴۳	سانتیمترمکعب برمترمکعب

شرایط استانداردددرموردمحاسبات‌مربوط به‌گازونفت‌برای‌دما = ۱۵ درجه‌سانتیگرادوبرای فشار = ۱/۰۱۳۲۵ بار منظور شده است .

شاخص مطالب ذکرشده

موضوع		شماره صفحه
آزمایش کامل چاه نفت یاگاز	Well Testing	
- مثال		
اساس بررسی وضع یک مخزن هیدروکربن زیرزمینی	(Fundamental of Res . Engg)	
اسیدزدن به چاه	(Acidixing)	
- طراحی ماتریس اسید	(Matrix Acidixation)	
- مثال		
اندازه گیری عمق نهائی چاه و از بین بردن موانع	(Check and Remove Obstruction)	
اندازه گیری فشارداخلی و سرچاه و مسیر تولید	(Bottom hole and Surface Press)	
اندازه گیری قطرداخلی چاه	(Caliper Survey)	
انواع شیرها	(Valve)	
بررسی قابلیت نفوذپذیری	(Injectivity Test)	
به جریان انداختن و یا زنده کردن چاه	(Bring in)	
پیش بینی قدرت تولیدی چاهها	(Well Potential Forcast)	
تجزیه و تحلیل فشارمخزن	(Press . Build up Analysis)	
- مثال		
تسهیلات موجود درسرچاه	(Well head Facilities)	
تفکیک کننده ها	(Separators)	
- انواع		
- طراحی		
تعبیه کردن مسدودکننده درداخل چاه	(Plug Setting)	
تمیزکردن چاه	(Clean up)	
جریان سیالات	(Fluid Flow)	
حفاری چاه	(Drilling)	
شرح نیاز وسایل لازم برای یک پروژه بخصوص	(Ststement of Requirements) , (SOR)	
شناخت نواقص موجود و رفع آنها رد رابطه با افزایش راندمان		
بهره وری	(Bottle aecks and De – bott .)	
طراحی کاهنده جریان	(Orifice)	
- مثال		
کشتن چاه	(Well Kiling)	
لایه آزمائی با ساق مته	(Drill Scem . Test)	
لوله های نفت وگاز	(Lines)	
مجموعه نمودارهای تولیدی	(PCT)	
موضوع		شماره صفحه
- مثال		
محاسبه ظرافیت و نسبت گاز به نفت تولیدی چاه	(Capacity and GOR Test)	
- مثال		
محاسبه مقدارجریان گاز ومایع	(Liquid and Gas Measurevekts)	
- مثال		
مراقبت از لوله های داخلی چاه از نظر خورندگی مواداسیدی	(Inhibition)	
مشبک کردن لایه تولیدی	(Perforanion)	

نمک زدائی	(Desalting)	
نمودارگیری	(Logging)	
نمونه برداری از نفت یاگاز	(Sampling)	
واحد بهره برداری	(Prodoction Unit)	
وظایف مهندسی بهره برداری		