



همایش ملی مدیریت بحران آب

*The National Conference on Water Crisis Management*

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



## مدیریت آب در ازدیاد برداشت از مخازن نفت به روش سیلابزنی

مجتبی خانی<sup>۱</sup> سید امیر فرزانه<sup>۲</sup>

### چکیده

نفت ابتدا با انرژی طبیعی برداشت میشود. در سازند های دارای نفت، هیدروکربن در تخلخل های ماتریس سنگ، تحت فشار حبس هستند. فشار مخزن بسته به عمق و طبیعت رسوب نفت خام (سنگین یا سبک) متفاوت است فشار و درجه حرارت یک مخزن نفت معمولاً در محدوده ۱۵۰۰۰-۲۰۰۰ و ۱۵۰-۲۵ درجه سانتی گراد میباشد. با ایجاد ضربه به یک سازند فعال هیدروکربوری نفت و گاز به دلیل فشار مخزن خارج میشود. این فشار که نیروی انش نفت و گاز برای رسیدن به سطح است بتریج کاهش می یابد و به نقطه ای می رسد که برای بال کشیدن نفت به پمپ احتیاج است. افت فشار بتریج با زمان به نقطه ای می رسد که انرژی لازم برای جابه جایی نفت از مخزن به چاه کافی نیست و به منظور تولید نفت بیشتر، میبایست فشار مخزن را تأمین کرد برای ترمیم فشار و سهولت در تزریق آب یا گاز به داخل مخزن، چاه های تزریق جدید در اطراف چاه های تولیدی حفر و یا چاه های تولیدی مناسب به چاه های تزریقی تبدیل میشوند.

به موجب سیال(آب) تزریقی باعث اعمال نیرو به نفت و خارج شدن آن از تخلخل های سنگ به طرف چاه های تولیدی میشود. هر چند آب تمایل دارد از مناطق با نفوذ پذیری بالاتر، شکاف ها یا کانال ها عبور کند و مقدار متناهی نفت را پشت سر گذارد. استفاده از آب برای افزایش تولید نفت، تکنیکی با حداقل هزینه است که به آن سیلابزنی با آب گفته میشود.

**کلیدواژه:** تزریق آب - ازدیاد برداشت - مدیریت آب

۱- عضو انجمن مهندسی نفت دنیا (SPE) - عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد واحد مرودشت

۲- عضو هیئت علمی پاره وقت دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت



همایش ملی مدیریت بحران آب

*The National Conference on Water Crisis Management*

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



## مقدمه

معمولا عبارت بازیافت بازیافت ثانویه و بازیافت ثالثیه (ازدیاد برداشت) نفت برای تشریح روش های بازیافت و تولید هیدروکربن در طول عمر یک مخزن به کار برده میشود. در بازیافت اولیه تولید از مخزن به وسیله مکانیسم رانش طبیعی وبدون نیاز به تزریق (سیال آب یا گاز) انجام میشود. معمولا در دوره تولیدی فرایند بازیافت بازدهی زیادی ندارد و مقدار قابل توجهی از هیدروکربن قابل تولید در مخزن باقی خواهد ماند به همین دلیل اغلب سعی می شود که مکانیسم طبیعی به وسیله برخی از روش های مصنوعی نظیر تزریق آب یا گاز تقویت و پشتیبانی شوند. بازیافت ثانویه شامل اجرای این روشهای مصنوعی یعنی تزریق آب یا تزریق غیر امتزاجی گاز می باشد. معمولا مکانیسم بازیافت ثانویه پس از پایان دوره بازیافت اولیه انجام می شود. سیلابزنی (تزریق آب) یکی از متداول ترین روش بازیافت ثانویه به حساب می آید. با این وجود قبل از انجام هر گونه روش بازیافت ثانویه باید از عدم توانایی بازیافت اولیه مطمئن شد. زیرا اجرای روش های بازیافت ثانویه مستلزم صرف وقت و هزینه زیاد می باشند.

عوامل موثر بر تزریق آب (سیلابزنی)

- شکل هندسی مخزن

- خواص سیالات مخزن

- عمق مخزن

- سنگ شناسی و خواص سنگ مخزن

آب در مخزن نیز در تصمیم گیری انجام یا عدم انجام تزریق آب اهمیت دارد. اگر مکانیسم رانش آب فعال حاکم باشد نیازی به انجام تزریق آب نخواهد بود.

یکنواختی مخزن و پیوستگی ضخامت مفید آن:



همایش ملی مدیریت بحران آب  
*The National Conference on Water Crisis Management*  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



یکنواختی مخزن یکی از ملاک های موفقیت آمیزشدن تزریق آب می باشد. به عنوان مثال اگر در بین لایه های مختلف مخزن یک لایه با نفوذپذیری بسیار بالا که معمولا با نام لایه (دزد) شناخته می شود. قرار داشته باشند آب تزریقی در این لایه نفوذ کرده و از مسیر اصلی خود منحرف خواهد شد. وجود فشار تخلیه ای کم در لایه های با نفوذپذیری بالا یکی از عواملی است که موجب ایجاد عدم یکنواختی در حرکت آب تزریقی می شود. علاوه بر این در لایه های دزد اشباع نفت کم می باشد و لذا میزان بازیافت نفت از این لایه ها به وسیله تزریق آب نسبت به لایه های دیگر کم می باشد. پیوستگی افقی لایه مفید نیز یکی از عوامل موثر در موفقیت آمیزشدن عملیات تزریق آب به حساب می آید. بهترین حالت در تزریق آب این است که بین چاه تزریقی و چاه تولیدی هیچ گونه ناپیوستگی وجود نداشته باشد. هنگام طراحی عملیات تزریق آب لازم است که هرگونه ناپیوستگی وجود نداشته باشد. هنگام طراحی عملیات سیلابزنی (تزریق آب) لازم است که هرگونه ناپیوستگی بین چاه های نفتی تزریقی و تولیدی (گسل - شکاف یا هرگونه ناپیوستگی زمین شناسی) در نظر گرفته شده و براساس آنها الگوهای مناسب چاه های تزریقی و تولیدی انتخاب شوند. در واقع تولید نفت به وسیله این مکانیسم های رانش که انرژی طبیعی مخزن به حساب می آید و بدون فرآیندهای کمکی (مانند تزریق آب) به عنوان بازیافت اولیه نفت در نظر گرفته میشود

برای بررسی امکان انجام فرآیند سیلابزنی آب (تزریق آب) در یک مخزن باید مکانیسم رانش مخزن و بازیافت نهایی آن را در نظر گرفت.

وضعیت بازیافت نهایی مکانیسم های رانش مذکور در محدوده های تقریبی زیر است:

مکانیسم رانش	محدوده بازیافت نهایی نفت. %
--------------	-----------------------------



۳-۷	انبساط سیال و سنگ مخزن
۵-۳۰	رانش گاز محلول
۲۰-۴۰	رانش کلاهک گازی
۳۵-۷۵	رانش آب
<۸۰	رانش ریزش ثقلی
۶۰-۳۰	رانش ترکیبی

#### مخازن با رانش آب:

مخازن با رانش آب فعال کاندید خوبی برای انجام تزریق آب به حساب نمی آیند. وجود سفره آب فعال در این گونه مخازن به تنهایی برای تامین آب ورودی به مخزن کافی می باشد. ولی با این حال، در برخی مواقع و در مخازنی که رانش آب آنها فعال نمی باشد؛ ممکن است که تزریق آب به چند منظور انجام می شود:

۱- کمک به میزان تخلیه مخزن

۲- ایجاد یکتوزیع یکنواخت از آبرودی مخزن

۳- ایجاد توان بیشتر بین فضای خالی سنگ مخزن و فضایی که مورد هجوم آب قرار گرفته است.

بهترین زمان انجام سیلابزنی (تزریق آب):

برای تعیین بهترین زمان برای شروع تزریق آب باید عوامل زیر را در نظر گرفت:

- میزان پیش بینی شده بازیافت نفت ۲- دبی تولید نفت ۳- میزان سرمایه نقدی پول ۴- وضعیت دسترسی به تجهیزات آماده سازی

آب تزریقی و کیفیت آنها ۵- هزینه تصفیه و تزریق آب ۶- هزینه مربوط به تسهیلات نگهداری آب ۷- هزینه های حفاری چاههای

تزریقی آب یا تبدیل برخی از چاههای تولیدی به تزریقی



برخی از عوامل ذکر شده فوق مخالف یکدیگر عمل می کنند. بنابر این برای انجام عملیات انتخاب زمان شروع تزریق آب باید بهترین وضعیت انتخاب شود. مهمترین معیار برای موفقیت آمیز شدن یک عملیات تزریق آب این است که مقدار نفت باقیمانده در مخزن پس از پایان دوره بازیافت اولیه به اندازه ای باشد که انجام بازیافت ثانویه از نظر اقتصادی بصرفه باشد. البته بالا بودن اشباع نفت باقیمانده فقط به این معنا نیست که حجم نفت باقیمانده زیاد باشد بلکه شرایط نفوذ پذیری نسبی سیالات را نیز شامل میشود.

### انتخاب الگوهای سیلابزنی آب:

یکی از مراحل اولیه طراحی پروژه تزریق آب، انتخاب الگوی مناسب برای انجام تزریق آب می باشد. در این مرحله الگویی باید انتخاب شود که بر اساس آن باید آب تزریقی حداکثر تماس را با نفت مخزن داشته باشد. انتخاب و اجرای این الگو را میتوان به دو طریق انجام داد:

۱- تبدیل برخی از چاههای تولیدی به چاههای تزریقی ۲- حفاری چاههای تزریقی جدید

برای انتخاب الگوی مناسب عوامل زیر را باید در نظر گرفت:

- وضعیت نا همگن مخزن و نفوذ پذیری سنگ مخزن در جهت های مختلف

- جهت شکاف های طبیعی سنگ مخزن

- دسترسی به سیال تزریقی (آب)

- مدت زمان انجام تزریق

- فاصله چاهها از هم و بهره دهی و تزریق پذیری چاهها

نتیجه گیری:

سیلابزنی (تزریق آب) یکی از متداول ترین روش بازیافت ثانویه به حساب می آید استفاده از آب برای افزایش تولید نفت، تکنیکی با حداقل هزینه است. با توجه به موارد گفته شده مدیریت آب به عنوان سیال تزریقی به مخازن هیدروکربوری که شامل تزریق آب است، از مهمترین نکات در افزایش بهره دهی چاه تولیدی میباشد، و در صورت عدم نظارت صحیح مدیریت آب خسارات جبران ناپذیری را



همایش ملی مدیریت بحران آب  
*The National Conference on Water Crisis Management*  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



برای یک مخزن نفتی و ثروت خدادادی کشور به بار خواهد آورد. چه بسا مخزنی را که میتوان از آن سالیان سال تولید نمود در مدت کوتاهی به نابودی کشاند. مدیریت آب در تزریق آن به مخزن با توجه به نکات گفته شده توصیه میشود.

- ۱-Craft, b;and Hawkins,M;Applied Petroleum Reservoir Engineering.Englewood Cliff,Nj:prentice hall.۱۹۵۹.
- ۲-Craing,Jr;F.F;The Reservoir Engineering Aspects of Waterflooding.Dallas:Society of Petroleum Engineers of AIME, ۱۹۷۱
- ۳- Craing;F;Geffen,T;and Morse,R;”Oil Recovery Performance of Pattern Gas or Water Injection Operations from Model Tests,”JPT,jan.۱۹۵۵,pp.۷-۱۵,Trans.AIME,P.۲۰۴
- ۴-Dykstra,H;and Parsons;R;”The Prediction of Oil Recovery by Water Flood,”in secondary Recovery of Oil in the United States, ۲<sup>nd</sup> ed.Washigton,dc:American Petroleum INSTITUTE,۱۹۵۰,PP.۱۶۰-۱۷۴
- ۵-Fassihi,M;”Cobb,T;and Heur,G;”A Comparison of Waterflooding Evaluation Methods,”SPE Paper ۳۳۲ presented at SPE ۵th Biennial Secondary Recovery Symposium,Wichita Falls,TX,May ۷,۱۹۶۲.
- ۶-Johnson,C.,”Prediction of Oil Recovery by Waterfood-A Simplified Graphical Treatment of the Dykstra-Parsons Method,”Tranns.,AIME,۱۹۶۵.Vol.۲۰۷.pp۳۴۵-۳۴۶
- ۷-Stiles,W,”Use of Permeability Distribution in Waterfood Calculations” Tranns.,AIME,۱۹۴۹.Vol.۱۸۶.p.۹
- ۸-Welge,H,”A Simplified Method for Computing Oil Recovery By Gas or Water Drive.” Tranns.,AIME,۱۹۵۲



---

همایش ملی مدیریت بحران آب  
*The National Conference on Water Crisis Management*  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸

---



p.p ۹۸-۹۱

۹-Willhite,G.P.,Waterflooding.Dallas Society of Petroleum Engineers۱۹۸۶: