

# تزریق دی اکسید کربن

«بخش سوم»

عباس خدادادی اسکی

در شماره های پیش در خصوص توجه بیش از پیش تزریق دی اکسید کربن برای ازدیاد برداشت، معیارهای اعمال تزریق، رفتار قازی و امتزاج پذیری، مکانیسمهای جایجایی، طرح پروژه و مدلهای منابع دی اکسید کربن مطالبی عنوان شده در این شماره بخش سوم و پایانی این مطلب را می خوانید:

## GASE HISTORIES

تزریق دی اکسید کربن سالها در مقیاس کوچک در میادین مختلف آزمایش شده است. اما اغلب این پروژه های غیر امتزاجی اولیه به دلیل عدم نتایج ترغیب کننده، مورد پیگیری قرار نگرفت.

تمایل فزاینده کنونی برای تزریق دی اکسید کربن که از اوایل ۱۹۷۰ میلادی آغاز شد، به مجموعه ای از مسایل از قبیل، قیمت های بالاتر نفت و عمر رو به اتمام اکثر سیلابزنی های آبی و نیاز به پروسه های مناسب ازدیاد برداشت ارتباط دارد.

همانطور که در جدول I نشان داده شده است، پروژه های تزریق دی اکسید کربن برای زمانهای نسبتاً کم شروع شده است و اکثر این پروژه ها برای زمان طولانی فعال نبوده اند تا بتوانند نتایج اقتصادی و مهندسی صریحی به دست بدهند.

در لیست پروژه های تزریق دی اکسید کربن که در جدول نشان داده شده است، دو پروژه در تری نیداد و دو پروژه در مجارستان، پیشرفت داشته اند اما از اینها اطلاعات منتشر شده زیادی در دست نیست (Q&G, Journ., March 27, 1978).

### میدان Kelly - Snyder ، تگزاس ( آمریکا )

واحد SACROC از میدان Snyder - Kelly در تگزاس، یکی از موارد پروژه های عظیم جریان امتزاجی دی اکسید کربن است. قسمت اعظم این واحد که توسط شرکت شورون در دست گرفته شده است، در اختیار پنج کمپانی است.

ابعاد این پروژه در سه محدوده به ابعاد تقریبی ۱۱۰۰۰ ، ۹۰۰۰ ، ۱۳۰۰۰ جریب فرنگی است (acres=43560ft<sup>2</sup>) این محدوده، تقریباً ۹۸ درصد میدان را که شامل حدود 2/1 BSTB نفت در (Peen Formation) ، Canyon Reef است، در بر می گیرد.

به دلیل منابع محدود دی اکسید کربن، ناحیه مورد نظر به سه فاز عمده تقسیم شد.

در این بین، الگوی تزریق در مساحت ۱۶۰ جریب فرنگی، نه نقطه ای است.

تزریق دی اکسید کربن برای فازهای I، II و III به ترتیب در ژانویه ۱۹۷۲، مارس ۱۹۷۳، نوامبر ۱۹۷۶ آغاز شد. طرح اولیه برای تزریق، تزریق توده ای از CO<sub>2</sub> به اندازه ۲۰٪ حجم فضای تیدروکربن در نظر گرفته شد اما بخشی از این حجم به دلیل مسایل اقتصادی، کاهش پیدا کرد.

اکثر مناطق پروژه، سیلابزنی نشده بودند اما قبل از تزریق دی اکسید کربن، برای افزایش فشار مخزن، تا فشار امتزاج، آب تزریق شده بود.

سپس تا زمان تزریق تمام حجم مورد نظر دی اکسید کربن، توده های آب و CO<sub>2</sub> به طور متناوب تزریق گردید.

بنابراین تزریق آب پیوسته صورت گرفته است.

نسبت تزریق آب - دی اکسید کربن بین مقادیر یک تا سه تغییر کرده است، در حالی که اندازه توده دی اکسید کربن در بازه ۱۵ - ۱۲ درصد حجم تیدروکربن بوده است.

در پایان سال اول تزریق (۱۹۷۷)، 344 BCF دی اکسید کربن و 683 MMBbls آب تزریق شده است.

حجم دی اکسید کربن تزریقی در فازهای I، II و III به ترتیب ۱۴/۳٪، ۱۰٪ و ۱۴٪ فضای تیدروکربن بوده است. نفوذ زودرس CO<sub>2</sub>، نصب تسهیلات استخراج و تزریق را در ارتباط با دی اکسید کربن، الزامی کرد.

جهت کنترل تولید دی اکسید کربن، افزایش نسبت آب دی اکسید کربن برای هدایت برنامه تزریق منطقه ای، ضروری می نمود.

دی اکسید کربن در فشار 2400psi (فشار فوق بحرانی) از

مخازن کربناته در مقایسه با سیلابزنی، این روش، نفت بیشتری را قابل استحصال می سازد.

این برداشت بیشتر نفت، در حدود ۶/۷ - ۵/۷ درصد نفت در جا است. ناهمگنی عمودی و سطحی مخزن، عوامل غالب در کنترل برداشت نفت است.

پروژه دی اکسید کربن به سطح بالای پیچیدگی های مهندسی و زمین شناسی نیاز دارد. حجم عظیمی از دی اکسید کربن در مسافت های طولانی قابل انتقال و تزریق موفقیت آمیز است. مشکلات عملیاتی در ارتباط با حمل، مقیاس بندی و خوردگی بسیار جدی هستند، اما راه حل های رضایت بخشی چاره اندیشی شده است.

طبق بررسی های به عمل آمده پروژه از نظر اقتصادی موفقیت آمیز بوده است.

طریق یک خط لوله ۲۲۰ مایلی و به قطر ۱۶ اینچ، از میادین گازی در جنوب غربی تگزاس، که به عنوان آلاینده گاز طبیعی از آن جدا شده بود، به SACROC تحویل داده شد. در ابتدای کار، خط لوله، مشکلات عملیاتی شدیدی را به همراه داشت، اما این مشکلات، در حال حاضر، به کنترل درآمد.

نرخ های تزریق بین 150 - 200 MMCFPD بوده است. از آنجا که این حجم کمتر از حجم مورد نیاز تزریق در صورت تزریق کامل و پیوسته است، لذا منبع دی اکسید کربن به طور متناوب فاز های موجود را تغذیه می کرد. (چاه های تزریقی هر فاز، با آرایش مدل نه منطقه ای تزریق مورد استفاده قرار گرفته بود).

این نحوه تغذیه، امکان بالانس توده های متوالی آب و دی اکسید کربن و بهترین پوشش عمودی و ناحیه ای در مخزن را به دست می دهد تا اینجای کار، این نتیجه محرز شد که در

(Dicharty, 1973; Kane, 1978; Stalkup, 1978).

TABLE I. MAJOR CO2 PROJECTS

Field	Formation	Depth (ft)	BHT (°F)	Oil Gravity (%API)	Permeability (md)	Porosity (%)	Sand		Miscibility Pressure (psi)	Field Spacing (Ac/Well)	Start Date (year)	Productive (acres)
							Thickness (ft)	(Gross)(Net)				
Arkansas												
Richie												
Union Co.	Baker - SS	2600	126	16	2750	31	0	8	None	20	1969	250
Lick Creek												
Bradley Co.	Meakin - SS	2250	110	17	1500	29	16	12	None	20	1976	1120
Louisiana												
Weeks Island		12000	225	33	3500	27	100	70	5500		1977	679
Mississippi												
Little Creek												
Lincoln Co.	Tusc - SS	10700	248	39	65	23	360	29	5000	40	1974	6310
Texas												
North Cowden												
Ector Co.	Grayburg - Dol	4300	94	35	7	11	409	125	NA	40	1973	37000
Crossell												
Crane Co.	Devonian - Ch	5300	106	44	3	22	110	80	1650	40	1972	1120
South Gillock												
Galveston Co.	Frio - SS	9000	214	38	900	28	61	36	NA	40	1972	5900
Kelly-Snyder												
Scurry Co.	Canyon - LS	6700	132	42	19	8	213	139	1600	51	1972	50000
Mead-Strawn												
Jones Co.	Strawn - SS	4475	135	41	9	9	NA	9	850	NA	1964	NA
Slaughter												
Hockley Co.	San Andres - Dol	4950	105	28	8	10	150	89	1075	34	1976	87000
Twolreds												
Loving Co.	Delaware - SS	4800	104	36	33	20	42	25	1400	40	1974	3000
Wasson												
Yoakum Co.	San Andres - Dol	4890	107	32	2	11	450	111	1250	20	1972	63500
West Virginia												
Granny's Creek												
Clay Co.	Big Injun - SS	2000	75	45	5	18	40	34	1000	10	1976	3000
Griffithville												
Lincoln Co.	Berea - SS	2300	83	43	8	11	22	12	1000	10	1976	10000
Rock Creek												
Roane Co.	Big Injun - SS	2000	73	45	20	22	40	35	1000	10	1976	11200

\*Supported by U.S. Dept. of Energy

اطلاعات اصلی مخزن « واحد SACROC »

اطلاعات فیزیکی مخزنی

3122p psig	فشار اولیه مخزن در عمق ۴۳۰۰ft -	Canyon Limestone	سازند
130 F	دمای مخزن در عمق ۴۳۰۰ft -	Anticlinal	ساختمان
41 API	گراویتی نفت	6700	عمق تقریبی ( فوت )
1850 Psig	نقطه حباب	-4500	سطح تماس آب و نفت ( فوت )
1000SCF/STB	GOR محلول	268	ضخامت ناخالص متوسط ( فوت )



نفت در یک تله چینه ای (Stratigraphic trap) که در سه وجه متصل شده است با تخلخل کاهش یافته و به عبارت دیگر با آب قابل تولید قرار گرفته است. نسبت های خالص به ناخالص ۱۰۰-۷۰ درصد است. تولید اولیه با مکانیسم Solution gas drive ، ۱۲/۹ درصد نفت اولیه را قابل استحصال می کند. یک برنامه حفظ فشار جزئی (Partial Pressure Maintenance) با استفاده از روش residue - gas injection انجام شد اما یک پروسه برداشت ثانویه بهتر مورد نیاز بود.

سیلابزنی ، به دلیل نفوذپذیری فوق العاده پایین نسبت به آب ، سودمند نبود.

زمانی که یک خط لوله از جنوب غربی تگزاس به واحد SACROC طوری طراحی شد که از نزدیکی cross unit North عبور کند ، دی اکسیدکربن در این واحد در اختیار گذاشته شد.

یک توافقنامه استجاری بین مجری واحد North cross (کمپانی Shell oil) و Canyon reef cooriers مجری خطوط لوله SACROC ، منعقد گردید که طبق آن BCFPD 20 گاز (۹۳٪ دی اکسیدکربن و ۷٪ متان) توسط این خطوط لوله به North cross منتقل گردد.

شش چاه تزریقی در کل محدوده (1700 acres) پروژه قرار دارد. گاز تولیدی دوباره به کلاهک گازی تزریق شد ، اما طرحهای آبی برای تزریق مجدد در تزریق گره های دی اکسید کربن موجود خبر می داد.

نرخهای تزریق دی اکسید کربن در بازه 15-20 MMCFPD در مواقعی با کاهش بخشی از این میزان به دلیل عدم توانایی خط لوله ، جهت جابجایی حجم های بالا و بخشی به دلیل عدم توانایی تامین نرخ تزریق مورد نظر تا سطح 20 MMCFPD بوده است.

در حالی که تولید در واحد North cross به اندازه پیش بینی های اولیه (زیاد و بالا) نبوده است ، پاسخ صریح و ترغیب کننده بوده است.

تاکنون شواهد نشان می دهد که مکانیزم جابجایی ، بسیار پیچیده است و احتمالاً پیچیده تر از پیش بینی های شبیه سازی عددی.

خواص سنگ

22%	تخلخل
4md	نفوذپذیری
35%	اشباع آب همزاد
110 ft	ضخامت متوسط ناخالص
80 ft	ضخامت متوسط مورد خالص
5300 ft	ضخامت متوسط مورد توجه

خواص سیال مخزن

44API	نفت خام
2500PSI	فشار اولیه مخزن
2328 PSI	فشار نقطه حباب

0.35 CP	ضریب حجمی نفت ، فالس در pb
3/93	تخلخل متوسط در یک ضخامت متوسط
19/4 MD	نفوذپذیری متوسط
21/9	اشباع آب اولیه
0/3	نسبت تحرک آب و نفت
8/00	نسبت تحرک دی اکسیدکربن ، نفت

مکانیسم های برداشت

اولیه	انبساط سیال و گاز محلول
ثانویه	سیلابزنی
ازدیاد برداشت	CO2 -WAG

داده های آماری

49900	مساحت سطحی (acres)
12/31/1977	وضعیت چاهها
648	چاههای Artificial
11	چاههای تولیدی
394	چاههای بسته
305	چاههای تزریقی

2113 MMSTB Original Stock tank in - plase	تولید انباشته
(1/1/1978)	آب
1809 MMB	دی اکسید کربن ، BCF
346	

نرخ جاری جریان (12/1977)

139886 bopd	نفت
136847 MCFPD	گاز فیدورکربن
35864 MCFP	دی اکسید کربن
411974 BPD	آب

نرخ جاری تزریق (12/77)

596191 BPD	آب
146903 MCFPD	دی اکسید کربن
(KANE 1978)	

Crosset field , Texas (USA)

این میدان در Crane و Upton Counties در غرب تگزاس واقع است و تا اواسط ۱۹۵۰ ، ۲۸ حلقه چاه در آن حفاری شد.

زمانی که این میدان در سال ۱۹۶۴ یکپارچه در نظر گرفته شد ، به واحد (North Cross و Devonian) تغییر نام یافت. سنگ مخزن در این واحد از دانه های چرت (chert) تری پلی تیک در ابعاد میکرو سکویی با اتصالات سیمان آهکی تشکیل شده است.



مغزه های گرفته شده با یک دستگاه مغزه تحت فشار ، نشان دهنده اشباع نفت باقیمانده به میزان پنج درصد ، در ناحیه نفوذ دی اکسیدکربن و اشباع کمتر در فاصله ۴۰۰ فوت در مقابل ۶۰ فوت با چاه ورودی بوده است این امر گویای این مسأله بود که جابجایی امتزاجی جزئی به فاصله ای معادل بیش از ۶۰ فوت و برای شکل گیری ، نیازمند است .  
حدود ۶۷۵ فوت مکعب دی اکسیدکربن برای تولید یک بشکه نفت مورد نیاز بود . کمتر از ۱۰٪ دی اکسید کربن تزریقی ، مجدداً تولید شده و گواهی بر channeling دی اکسید کربن موجود نبود .

نفوذپذیری کم ، خصوصاً در اطراف چاههای تولیدی ، باعث افزایش طول عمر جریان و در نتیجه اثر معکوس روی اقتصاد پروژه گردید .

(Holm,1971; Mcree,1977; and Stalkup 1978 )

مقادیر زیر تمامی خواص مخزن شنی Upper Strawn در میدان Mead است .

9/4%	نفوذپذیری ( متوسط برای ۱۱۳/۵ فوت مغزه )
4475ft	عمق مخزن Upper Zone
9 ft	ضخامت ناحیه مورد نظر ( متوسط )
3900	Total acre - feet of net pay (in unit)
12 md	نفوذپذیری متوسط نسبت به هوا
40%	اشباع آب همزاد
1807 psig	فشار اولیه مخزن
115 psig	فشار مخزن در تاریخ یکم ژانویه 1964
135 f	دمای مخزن
1500 psig	فشار اشباع نفت اولیه
1.29 psig	ضریب حجمی اولیه سازند
1.12	ضریب حجمی فعلی سازند
526 scf/stb	GOR محلول اولیه
41 API	Stock tank oil gravity
1.3 CP	ویسکوزیته نفت در دمای مخزن

مطالعه مغزه ، نمودارهای چاه پیمایی الکتریکی ، و اطلاعات تولید اولیه ، اطلاعات زیر را در اختیار قرار داد :

10.3 ft	ضخامت متوسط
11%	تخلخل متوسط
39%pv	نفوذپذیری متوسط به هوا
40%pv	نفت درجا مخزن
105	نفت بازیافت از روش اولیه (Bbl/acre - ft)
114	از نواحی اطراف چاه های ۱ تا ۵
	از نواحی اطراف چاه های ۷ ، ۹ تا ۱۰

(HOLM AND O'BRIEN,1971)

1600 PSI	فشار در شروع تزریق CO <sub>2</sub>
104 F	دمای مخزن
1986	ضریب حجمی سازند و فشار حباب
1688 SCF/STB	نسبت گاز محصول به نفت در فشار حباب
214 CO	وزن مولار
0.42 CP	ویسکوزیته در 1650 PSI
1650S PIA	فشار امتزاج

(Henderson, 1974; Mcree,1977; Pontivs and than,1977; and stalkup , 1978)

### Mead - Strawn Fild, Texas

پروژه میدان Strawn - Mead از سال ۱۹۶۴ تا ۱۹۶۸ توسط شرکت Union oil compan در مخزن یک Primary depleted Reservoir در غرب تگزاس و نزدیکی Albiena در دست گرفته شد .

هر دو مخزن Strawn ، ۴۵۰۰ تا ۴۹۰۰ فوت عمق ، و از جنس ماسه سنگ پنسیلوانیا هستند که تخلخل و نفوذپذیری آنها در همه جهات صفر (Pinch out) شده و تماس آب و نفت وجود ندارد .

تولید اولیه از روش انبساط گاز محلول (Solution- gas expansion) انجام گرفت .

فشار اولیه مخزن پیش از آزمایش تزریق دی اکسید کربن از ۱۸۰۷psig به ۷۱۵psig کاهش یافت .

بعد از تزریق آب جهت افزایش فشار مخزن ، حجم دی اکسید کربن معادل ۱۵ درصد حجم فضای خالی شد (۵۰۰۰ تن دی اکسید کربن که توسط تانکرها تا ۴۰۰ مایل حمل شدند) .

از طریق چهار چاه نسبتاً بی قاعده در مساحت ۳۳/۵ جریب فرنگی (acres) و طبق الگوی پنج نقطه ای مورد تزریق قرار گرفت .

آب نیز در سه چاه واقع در خارج منطقه آزمایش جهت حصول به فشار بالاتر در یک انتهای میدان ، تزریق گردید .

متوسط فشار مخزن در محدوده آزمایش دی اکسیدکربن ، در تمام طول دوره آزمایش حدود ۲۲۰۰ psi بوده است اما به دلیل نفوذپذیری و قابلیت تولید پایین چاهها ، در مورد اینکه آیا در جبهه جریان ، در تمام زمانها فشار امتزاجی حفظ شده است یا خیر ، اطمینان کامل وجود نداشت .

اگر چه در طی فشارافزایی ، بعضاً Water channel هم صورت گرفته است ، کمتر از ۵٪ دی اکسید کربن تولیدی در طول فاز جابجایی ، تولید شده است .

با مقایسه بازیافت (Recovery) از سه تولید کننده آزمایش ، با بازیافت دیگر چاهها که فقط سیلابزنی شده بود ، نتیجه حاصله ، حاکی از این بود که نفت تولیدی توسط جریان دی اکسیدکربن ۸۲ - ۵۳ درصد بیشتر بوده است .

این مقدار معادل ۱۲ - ۱۰ درصد افزایش بازیافت یا ۵۹ درصد نفت درجا در زمان شروع تزریق دی اکسیدکربن ، بوده است .



Wasson Field , Texas (U.S.A)

پروژه دی اکسیدکربن امتزاجی توسط شرکت Atlantic Richfield در واحد ویلارد از میدان بزرگ واسون در یوآکوم و Gavnes Counties of West Texas مورد آزمایش قرار گرفت.

سان آندریاس (San Andreas)، لایه دولومیتی و سخت از ناحیه حدود 5000ft تولید می کند.

بازیافت ثانویه در واحد Willard موفقیت آمیز بود اما حجم قابل توجهی نفت غیر قابل استحصال در محل باقی ماند.

دو آزمایش دی اکسید کربن امتزاجی برای بررسی این روش برای استفاده در مقیاس میدان، انجام پذیرفت.

یک آزمایش نمونه در آگوست ۱۹۷۲ و یک آزمایش بزرگتر، فاز I، از نوامبر ۱۹۷۲ تا فوریه ۱۹۷۵، هنگامی که

آزمایش بر اثر یک حادثه متوقف گردید، شروع شد. دی اکسید کربن که از یک کارخانه فرآورش گاز طبیعی

می آمد، مرکب از ۸۹ درصد دی اکسید کربن، پنج درصد سولفید تیدروژن و شش درصد گاز تیدروژن بوده است.

چهار حلقه چاه برای ارزیابی تزریق آزمایش نمونه به کار گرفته شدند. این چاهها روی یک خط مستقیم شمالی-جنوبی

قرار گرفته بود: (۱) تزریق دی اکسید کربن (۲) چاه مشاهده ای و عملیات چاه پیمایی واقع در ۱۰۰

فوتی شمال چاه تزریقی (۳) چاه نمونه گیری سیال و نمایش فشار واقع در ۱۲۵

فوتی چاه تزریقی (۴) چاهی که بعد از تزریق CO2 حفاری شد و توسط

Pressure core barrel مغزه گیری شد، در ۳۵ فوتی شمال چاه تزریقی در شروع آزمایش، آگوست ۱۹۷۲، مخزن در

مجاورت سه چاه آزمایشی، با Solution-gas-drive کاهش فشار داده بود.

تا دسامبر ۱۹۷۳ به منظور سیلابزنی منطقه، آب تزریق می شد، که در این زمان، تزریق دی اکسید کربن با توالی توده

های آب با نسبت یک به یک حجم مخزن شروع شد. بعد از فوریه ۱۹۷۵ آب به طور پیوسته تزریق شد و در مه

۱۹۷۶ از طریق Pressure core barrel از سازند مغزه گیری انجام شد.

اشباع متغیر نفت در بسترهایی که با دی اکسید کربن رویده شدند، دیده شده بود که این تغییرات در بازه ای از سه تا ۳۰

درصد pv گسترده شده بود. اپراتور با استفاده از یک شبیه ساز جریان امتزاجی

افزایش بازیافت نفت را در یک نمونه واقعی تزریق دی اکسید کربن معادل ۲۰ درصد حجم تیدروکربن و ۱۲ درصد نفت

درجا تخمین زد. آزمایش در ابعاد وسیع تر، فاز I، در محیط یک چاه معمولی

در نوامبر ۱۹۷۲ با تزریق مقادیر چاه شروع شد. آزمایش قبل از حصول نتیجه در فوریه ۱۹۷۵ بعد از یک

حادثه مخاطره آمیز، متوقف گردید. تزریق دی اکسید کربن انباشته کمتر از پنج درصد حجم

تیدروکربن بود.

این مقدار برای بهبود در افزایش تولید، ناکافی بوده است.

نتایج این آزمایشها منجر به نتایج زیر گردید:

عملکرد تزریق خوب بوده است و مخزن در بالاتر از فشار امتزاجی نگهداری شده بود.

نقشه های برش عمودی، مطابقت های عمودی خوبی را نشان می داد.

هیچ گواهی مبنی بر وجود مشکلات تفکیک گرانشی یا روش محیطی وجود نداشت.

هیچ جدایش گرانشی مهمی چه در گاز تیدروکربن آزاد اولیه و یا در دی اکسید کربن تزریقی مشاهده نگردید.

حدود ۹۷ درصد دی اکسید کربن تولیدی در فاز I در مخزن باقی ماند.

سه درصدی که تولید شده بود به علت افزایش فشار بیش از مقدار Fracture - extension pressure در دوره های

کوتاه زمانی، در بعضی از چاههای تزریقی بوده است. تولید دی اکسید کربن به طور مؤثری با پایین آوردن نرخ

تزریق دی اکسید کربن و فشارها برای برقراری متعادل با تزریق آب متناوب، کنترل گردید.

آزمایش قبل از تعیین حصول سوددهی، پایان یافت ولی نتایج ترغیب کننده بوده است.

مقادیر زیر خواص متوسط سنگ و سیال مخزن San Andreas در واحد Willard است:

خواص سنگ	مقدار
تخلخل	۳۰ درصد
نفوذپذیری	۲ میلی داریسی
ضخامت متوسط ناخالص	۱۸۰ فوت
عمق متوسط	۵۱۰۰ فوت

خواص سیال	مقدار
ویسکوزیته در نقطه حباب	۰/۹۷ سانتی پراز
گراویتی نفت	32 API
دمای مخزن	107 F

( Bilhartz , et al , 1978 ; Johnston , 1977 ; Mcree, 1977 ; O. & G. JOUR. Aougust 7 , 1972 ; March 27 , 1978 ; and stalk up 1978 ).

« پایان »

برای تهیه این نوشتار، بیش از ۱۰۰ مرجع غیرفارسی استفاده شد که به دلیل محدودیت جا، از ذکر آنها خودداری شده است. خوانندگان محترم می توانند در صورت نیاز به این منابع با دفتر نشریه تماس حاصل نمایند.





مهندس رامین هوشیار  
شرکت پایانه های صادرات مواد نفتی

# پرتوها

## « پرتوها »

پرتوها، عوامل فیزیکی زیان آور محیط کار هستند و در صنایع مختلف به خصوص صنعت نفت، کاربردهای فراوان دارند. اثرات پرتوها مانند سایر عوامل فیزیکی زیان آور محیط کار مانند گرما، سرما، ارتعاش و فشار سربعاً قابل لمس و محسوس نیست و چه بسا اثرات آن زمانی نمایان شود که دیگر دیر شده باشد. بنابراین باید به این پدیده که در زندگی بشر سودمند است و بشر از آن استفاده های مفیدی می نماید توجه زیادی معطوف گردد، چرا که غفلت و عدم رعایت اصول صحیح کار با پرتوها ممکن است خسارات جبران ناپذیری بر جای گذارند. به همین دلیل با توجه به ضررهای جبران ناپذیری که متوجه نسل کنونی و نسل آینده است، از سال ۱۳۵۴ امور حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی ایران، امور مربوط به پرتوهای یون ساز را در کشور نظارت و کنترل می نماید. پرتوها یا اشعه ها به طور کلی به دو دسته تقسیم می شوند که عبارتند از:

- × پرتوهای یون ساز مانند اشعه X، اشعه گاما، اشعه آلفا، اشعه بتا.
  - × پرتوهای غیر یون ساز مانند: اشعه ماوراء بنفش، پرتو نور مرئی، اشعه مادون قرمز، اشعه لیزر، امواج رادیویی، امواج میکروویو.
- کاربرد پرتوهای یون ساز:**
- آزمایشهای غیر مخرب، دسته ای از آزمایشهای ارزیابی و کنترل کیفیت اجسام و قطعات هستند که بدون آسیب وارد کردن به قطعه، وضعیت قطعه را از نظر عدم

پیوستگی، کیفیت و یا ترکیب شیمیایی سنجش می نماید.

یکی از روش های بازرسی غیر مخرب، پرتو نگاری یا رادیو گرافی (Radio Gaphy) است. در رادیو گرافی، قدرت نفوذ اشعه نسبت به تغییرات ضخامت قطعه و درجه ناهماهنگی و عدم پیوستگی موجود در آن متفاوت است که تغییرات به صورت ذرات مختلفی به رنگ سیاه روی فیلم ثبت می گردد. رادیو گرافی در صنعت نفت، جهت آزمایش محل های جوشکاری شده مانند لوله های نفت و گاز، مخازن نفت و گاز، دیگ های بخار و سایر سیستم های تحت فشار به کار می رود.

### مضرات پرتوهای یون ساز:

بدن انسان در مقابل تشعشعات X و گاما حساس بوده و صدمات زیادی می بیند. به همین علت ایمنی و حفاظت در برابر تشعشعات و جلوگیری از برخورد تشعشعات به بدن در هنگام پرتو نگاری صنعتی از اهمیت خاصی برخوردار است. در صورت عدم رعایت مسائل ایمنی در مقابل تشعشعات یون ساز عوارضی از قبیل التهابات پوستی، سرطان خون، تومورهای سرطانی، دگرگونی در ژن ها و بیماریهای وراثتی ایجاد می گردد.

سه عامل در کنترل تابش اشعه به بدن انسان باید در نظر گرفته شود:

- زمان: هرچه زمان قرار گرفتن فرد در معرض تشعشع کوتاه تر باشد مقدار تشعشع کمتری جذب بدن می شود.
- فاصله: هرچه فاصله فرد پرتو نگار از منابع تولید اشعه گاما بیشتر شود، تشعشعات رسیده به بدن کاهش می یابد.
- حفاظ: هرچه وزن مخصوص حفاظ بالاتر و لایه آن ضخیم تر باشد، تشعشعات کمتری قادر به عبور از آن است. مثلاً یک دیوار با لایه ضخیم سربی به مراتب بیشتر از یک دیوار نازک آلومینیومی از عبور تشعشعات جلوگیری می نماید.

### فاصله ایمنی:

#### SAFETY DISTANCE

حداقل فاصله ای که از منبع تولید اشعه (در حال تابش) باید وجود داشته باشد تا فقط میزان مجاز تشعشع به شخص پرتو نگار یا سایر اشخاص برسد، فاصله ایمنی نامیده می شود. فاصله ایمنی به دو طریق محاسبه می گردد:

+ با استفاده از دستگاه پرتو سنج: بدین طریق که آنقدر از منبع دور می شویم تا عقربه پرتو سنج مقدار مجاز را نشان دهد و

یا آنقدر دور می شویم تا صدای آژیر دستگاه پرتو سنج قطع گردد.

+ با استفاده از رابطه ریاضی: با استفاده از فرمول ذیل می توان فاصله ایمنی تا منبع پرتوزا را تعیین نمود.

$$S.D = \sqrt{\frac{I \times 1000 \times \text{out put}}{M.P.D.R}}$$

SD = فاصله ایمنی (متر)، I = شدت پرتو (کوری)، ۱۰۰۰ = تبدیل کوری به میلی کوری

OUT PUT = خروجی در یک متری (میلی رنتگن یا میلی کوری)

Permissible Dose Rate = M.P.D.P Maximum (برای افراد طبقه بندی شده ۲/۵ میلی رم در ساعت).

(برای افراد طبقه بندی نشده ۰/۷۵ میلی رم در ساعت).

افراد طبقه بندی شده، کارکنانی هستند که با دستگاههای تولید پرتو کار می کنند و افراد طبقه بندی نشده سایر افراد جامعه اند. کارکنانی که با دستگاههای پرتوزا کار می کنند باید همیشه فیلم بچ همراه داشته باشند و به طور متناوب مورد معاینه پزشکی قرار گیرند.

در موقعی که تمام بدن در معرض اشعه قرار می گیرد کل پرتو مجاز دریافتی از فرمول زیر به دست می آید.

$$D = (Dose) D = 5 (N - 18) \text{ rem}$$

N = سن شخص بر حسب سال  
با توجه به رابطه فوق، افراد ۱۸ سال و کمتر نباید در معرض پرتوها قرار گیرند.

مقدار مجاز اشعه دریافتی برای کارکنان شاغل با پرتوها به ترتیب ذیل است.

۲/۵ میلی رم در ساعت یا ۲۰ میلی رم در روز (۸ ساعت کار) یا ۱۰۰ میلی رم در هفته (۴۰ ساعت در هفته) یا ۱۳۰۰ میلی رم در فصل (۱۳ هفته) و یا ۵۰۰۰ میلی رم (۵ رم در سال).

اخیراً مقدار مجاز اشعه دریافتی برای کارکنان شاغل با پرتوها ۴/۵ رم در سال تعیین شده است. هر یک از کارکنان شاغل با پرتو، چنانچه مقادیر بیشتر از حدود فوق دریافت نمایند، باید طبق دستور پزشک از کارکردن با دستگاههای پرتوزا خودداری نمایند و نباید در این مدت در معرض پرتو قرار گیرند.

حداکثر مقدار مجاز اشعه دریافتی توسط افراد عادی ۰/۷۵ میلی رم در ساعت یا ۵۰۰ میلی رم در سال (۰/۵ رم در سال) است. این افراد معمولاً فیلم بچ با خود حمل نمی کنند.