مدارک PDP-BASIC & FEEDدر پروژه های نفت و گاز

در پروژه‌های نفت، گاز، پالایشگاه و پتروشیمی، وقتی لایسنسور مدرک PDP (Process Design Package) را تهیه کرده است، مهندسی پایه (Basic Engineering)باید بر اساس PDPو الزامات کارفرما توسعه پیدا کند؛ یعنی مدارک لایسنسور بررسی و تکمیل می‌شوند، طراحی بین دیسیپلین‌ها هماهنگ می‌شود و مبانی لازم برای ورود به مهندسی تفصیلی (Detailed Engineering)فراهم می‌گردد.

نکته مهم این است که تمام مدارک PDPالزاماً دوباره تولید نمی‌شوند .برخی مدارک مستقیماً از لایسنسور دریافت و تأیید می‌شوند، برخی توسعه می‌یابند و برخی دیگر، مانند مدارک جانمایی، تجهیزات، پایپینگ، برق، ابزار دقیق و سیویل، توسط تیم مهندسی پایه پروژه تهیه می‌شوند.

۱ .تفاوت مدارک فاز Basicو FEED

در عمل، اصطلاحات Basic Engineeringو FEEDدر بعضی شرکت‌ها هم‌پوشانی دارند؛ بنابراین مرز دقیق آن‌ها را باید از قرارداد پروژه استخراج کرد.

موضوع	مهندسی پایه (Basic Engineering)	FEED
مبنای طراحی	PDP، الزامات کارفرما و Design Basis	مبانی تثبیت‌شده طراحی و توسعه بیشتر
فرآیند	تثبیت موازنه‌ها، شرایط عملیاتی و طراحی اولیه	تکمیل طراحی برای تعریف دقیق‌تر محدوده EPC
تجهیزات	تعیین ظرفیت، شرایط طراحی و مشخصات اولیه	تکمیل Datasheetها و مشخصات خرید در محدوده FEED
پایپینگ	Concept Piping، کلاس‌ها، جانمایی اولیه	توسعه Layout، Routingو بررسی‌های مهندسی
برآورد هزینه	تخمین اولیه متناسب با سطح طراحی	تخمین دقیق‌تر هزینه و زمان اجرای پروژه
خروجی نهایی	مبنای طراحی و ورودی مهندسی تفصیلی	بسته مهندسی برای تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری و مناقصه EPC

در پروژه‌های دارای لایسنسور، ممکن است بخشی از مدارک فرآیند در PDPتقریباً در سطح FEEDباشد؛ اما این موضوع به‌تنهایی به معنای تکمیل FEEDکل واحد نیست.

۲ .مدارک مهندسی فرآیند (Process Engineering)

در پروژه‌ای که PDPتوسط لایسنسور تهیه شده است، دیسیپلین فرآیند معمولاً مسئول بررسی فنی PDP، تکمیل مدارک فرآیندی، هماهنگی با سایر دیسیپلین‌ها و تثبیت Design Basisاست .مدارک متداول عبارت‌اند از :

مدارک PDP-BASIC & FEEDدر پروژه های نفت و گاز

Process Engineering Associates,

ردیف	نام مدرک	وضعیت معمول در Basic Engineering
1	Process Design Basis / DBM	بررسی PDPو تکمیل مبانی طراحی پروژه
2	Process Description	بررسی و تکمیل شرح فرآیند
3	Heat & Material Balance (H&MB)	بررسی، تطبیق و نهایی‌سازی موازنه جرم و انرژی
4	Process Flow Diagrams (PFDs)	بازبینی و تکمیل بر اساس شرایط طراحی پروژه
5	Utility Flow Diagrams (UFDs)	تهیه یا تکمیل نمودارهای یوتیلیتی
6	Process & Utility P&IDs	توسعه، هماهنگی و تکمیل P&IDها
7	Process Equipment List	تهیه یا تکمیل لیست تجهیزات فرآیندی
8	Process Datasheets	بررسی و تکمیل اطلاعات فرآیندی تجهیزات
9	Line List	تهیه یا تکمیل لیست خطوط
10	Stream List / Stream Summary	تهیه یا به‌روزرسانی اطلاعات جریان‌ها
11	Utility Consumption Summary	تعیین مصرف یوتیلیتی‌ها در شرایط نرمال، حداکثر و راه‌اندازی، حسب نیاز
12	Process Operating & Control Philosophy	تدوین یا تکمیل فلسفه بهره‌برداری و کنترل
13	Process Control Narrative	شرح عملکرد سیستم‌های کنترل فرآیندی، در صورت نیاز
14	Relief Valve List & PSV Datasheets	تعیین سناریوهای فشار اضافی و مبانی سایزینگ
15	Flare Load Summary	جمع‌بندی بارهای تخلیه به فلر
16	Process Hydraulic Calculations	محاسبات هیدرولیکی خطوط و تجهیزات در محدوده قرارداد
17	Process Design Calculations	محاسبات سایزینگ تجهیزات و پارامترهای فرآیندی
18	Chemical & Catalyst Consumption	برآورد مصرف مواد شیمیایی و کاتالیست
19	Feed, Product & Effluent Specifications	تثبیت مشخصات خوراک، محصولات و پساب
20	Battery Limit Conditions	تعیین شرایط ورودی و خروجی واحد
21	Process Safeguarding / Interlock Requirements	تعریف الزامات حفاظتی فرآیند برای انتقال به ابزار دقیق
22	Process Document Register	فهرست مدارک و وضعیت انتشار آن‌ها

چه مدارکی معمولاً از PDPدریافت می‌شوند؟

این موضوع به Scopeقرارداد لایسنسور بستگی دارد، اما اغلب مدارک زیر در PDPوجود دارند یا بخشی از آن‌ها ارائه می‌شود:

- Process Description

مدارک PDP-BASIC & FEEDدر پروژه های نفت و گاز

- PFDو Heat & Material Balance
- Preliminary P&ID
- Process Equipment Listو اطلاعات اولیه تجهیزات
- Process Datasheets
- شرایط طراحی و مشخصات خوراک و محصولات
- Utility Requirements
- Operating Philosophyو اطلاعات کنترلی اولیه

اگر لایسنسور PFDو موازنه جرم و انرژی را در PDPارائه کرده باشد، وظیفه تیم فرآیند پروژه این نیست که آن‌ها را بدون دلیل از ابتدا بازسازی کند؛ بلکه باید صحت داده‌ها، انطباق با شرایط سایت، ظرفیت واحد، شرایط Battery Limitو نیازهای کارفرما را بررسی کند و تغییرات تأییدشده را اعمال نماید .

International Petrochemical Technologies

مدارک معمولاً متعلق به مهندسی تفصیلی هستند :محاسبات نهایی تمام خطوط، Isometricها، جزئیات اجرایی لوله‌کشی، مدارک ساخت، Loop Diagramها و مدارک نهایی .Vendorالبته برخی محاسبات فرآیندی یا مدارک خرید تجهیزات Long Leadممکن است طبق قرارداد زودتر تهیه شوند.

۳ .مدارک دیسیپلین Mechanical

باید میان Process Equipment Designو Mechanical Equipment Designتفاوت قائل شد . فرآیند ظرفیت، شرایط عملیاتی و Dutyرا مشخص می‌کند؛ مکانیک مسئول طراحی مکانیکی، انتخاب کد ساخت، متریال و مشخصات فنی ساخت تجهیز است.

ردیف	مدرک	شرح
1	Mechanical Design Basis	مبانی طراحی مکانیکی تجهیزات
2	Mechanical Equipment List	لیست تجهیزات مکانیکی
3	Equipment Mechanical Datasheets	دیتاشیت مکانیکی مخازن، درام‌ها، مبدل‌ها و سایر تجهیزات
4	Vessel / Column Specifications	مشخصات فنی ظروف و برج‌ها
5	Heat Exchanger Specifications	مشخصات فنی مبدل‌های حرارتی
6	Pump / Compressor Specifications	مشخصات مکانیکی پمپ‌ها و کمپرسورها
7	Storage Tank Specifications	مشخصات مخازن ذخیره، در صورت وجود
8	Mechanical Design Calculations	محاسبات اولیه یا موردنیاز طراحی مکانیکی در محدوده قرارداد

9	Material of Construction Recommendations	پیشنهاد متریال ساخت با هماهنگی فرآیند، خوردگی و بازرسی
10	Mechanical Equipment Requisition	درخواست فنی خرید تجهیزات
11	Technical Bid Evaluation (TBE)	ارزیابی فنی پیشنهاد فروشندگان، در صورت شمول
12	Preliminary Equipment GA / Outline Drawings	نقشه‌های اولیه ابعادی و جانمایی تجهیزات
13	Equipment Insulation Requirements	الزامات عایق‌کاری تجهیزات
14	Mechanical Specialty Item List	فهرست اقلام مکانیکی خاص، در صورت نیاز

در Basic Engineeringممکن است برای تجهیزات اصلی مانند برج، مبدل، پمپ و کمپرسور، مدارک خرید نیز تهیه شوند؛ اما نقشه ساخت نهایی، محاسبات تأییدشده سازنده و Certified Vendor Drawings معمولاً در مرحله خرید و مهندسی تفصیلی دریافت و بررسی می‌شوند .

در Basic Engineeringباید حداقل جانمایی اصلی تجهیزات، مسیرهای عمده خطوط، فضای تعمیرات و دسترسی، Pipe Rackو ارتباط با واحدهای مجاور به اندازه کافی روشن شود.

نقشه‌های Isometricساخت، Pipe Support Detail، Stress Analysisنهایی همه خطوط و MTO نهایی معمولاً به مهندسی تفصیلی تعلق دارند، مگر اینکه قرارداد سطح بالاتری از توسعه را برای FEEDیا Basic Engineeringتعیین کرده باشد .

H+M Industrial EPC+1

مسئولیت تهیه :Instrument Index، Control Valve Datasheetو برخی مدارک مشابه ممکن است بین فرآیند و ابزار دقیق تقسیم شود .برای مثال، فرآیند اطلاعات ظرفیت و شرایط عملیاتی شیر را تعیین می‌کند، درحالی‌که ابزار دقیق انتخاب عملگر، سیگنال کنترلی و مشخصات کنترلی را تکمیل می‌کند.

Loop Diagram، Wiring Diagram، Cable Scheduleنهایی و مدارک نصب تفصیلی عموماً در مرحله Detailed Engineeringتهیه می‌شوند .

ظرفیت ترانسفورماتورها، موتورهای اصلی، بارهای مصرفی، معماری توزیع برق و فضای موردنیاز پست باید تا سطح توافق‌شده مشخص شود .محاسبات نهایی کابل‌ها، Cable Schedule، مدارک اجرایی نصب و جزئیات نهایی سیستم زمین معمولاً در مهندسی تفصیلی تکمیل می‌شوند .

بارهای تجهیزاتی، مختصات و ابعاد فونداسیون‌ها باید با اطلاعات مکانیک، جانمایی پایپینگ و داده‌های سازنده هماهنگ باشند .نقشه‌های نهایی آرماتوربندی، جزئیات ساخت سازه و نقشه‌های اجرایی معمولاً در مرحله تفصیلی توسعه می‌یابند .

مدارک PDP-BASIC & FEEDدر پروژه های نفت و گاز

HAZOPمعمولاً پس از رسیدن P&IDها به سطح مناسب انجام می‌شود .اگر مطالعه در Basic Engineeringانجام شود، باید توصیه‌های آن در مدارک مربوط اعمال و پیگیری شوند؛ صرفاً تهیه گزارش HAZOPبدون بستن اقدامات، به معنای تکمیل طراحی ایمنی نیست .

۹ .مدارک Project Engineeringو دیسیپلین‌های پشتیبان

علاوه بر مدارک فنی، پروژه معمولاً به مدارک مدیریتی و هماهنگی زیر نیاز دارد:

- Project Design Basisو Design Criteria
- Engineering Execution Plan
- Scope of Workو Battery Limits
- Engineering Deliverables Registerیا MDR
- Project Scheduleو Engineering Schedule
- Design Review / Interdisciplinary Check Procedure
- Codes & Standards Register
- Interface Register
- Technical Query (TQ)و Design Clarification Register
- Technical Deviation Register
- Document Control Procedure
- Procurement Planو Long Lead Equipment List
- Project Cost Estimateو MTO Summary
- Constructability Review
- Engineering Risk Register
- Vendor Document Review Schedule

این مدارک بسته به Scopeممکن است توسط Project Engineering، Planning، Procurement، Document Controlیا دیسیپلین‌های فنی تهیه شوند .

در پروژه دارای PDP، مسئولیت لایسنسور و شرکت مهندسی به شرح ذیل میباشد:

مرحله اول Licensor —

مدارک PDP-BASIC & FEEDدر پروژه های نفت و گاز

تهیه فناوری و مدارک تعهدشده در PDP؛ از جمله شرح فرآیند، موازنه جرم و انرژی، PFD، اطلاعات تجهیزات اصلی، الزامات عملکردی و اطلاعات تخصصی فناوری.

مرحله دوم Basic Engineering Contractor —

بررسی PDP، توسعه مدارک در محدوده قرارداد، تکمیل اطلاعات سایت، طراحی تجهیزات و سیستم‌های جانبی، تهیه مدارک بین‌دیسیپلینی و رفع تعارضات طراحی.

مرحله سوم —کارفرما و لایسنسور

بررسی و تأیید مدارکی که طبق قرارداد نیازمند تأیید آن‌هاست؛ به‌ویژه تغییرات مؤثر بر عملکرد فرآیند، تضمین‌های لایسنسور و شرایط عملیاتی.

مرحله چهارم Detailed Engineering / EPC —

تبدیل مدارک تأییدشده پایه به مدارک نهایی خرید، ساخت، نصب، کابل‌کشی، پایپینگ، فونداسیون و راه‌اندازی.

این تقسیم مسئولیت، یک الگوی متعارف است؛ تعهد واقعی هر طرف را قرارداد لایسنس، قرارداد مهندسی و ماتریس مسئولیت مدارک تعیین می‌کنند .

Process Engineering Associates

۱۱ .چه مدارکی باید در Basic Engineeringحتماً تعیین تکلیف شوند؟

برای مدیریت صحیح پروژه، بهتر است تمام مدارک در MDRیکی از وضعیت‌های زیر را داشته باشند:

اقدام	وضعیت مدرک	کد پیشنهادی
دریافت و ثبت مدرک لایسنسور	Received from Licensor	A
بررسی فنی و انطباق با مبانی پروژه	Review / Verify	B
توسعه یا تکمیل توسط مهندسی پروژه	Update / Develop	C
تهیه مدرک جدید خارج از PDP	New Project Deliverable	D
انتقال به فاز تفصیلی، طبق Scope	Detailed Engineering	F

این کدها نمونه پیشنهادی برای مدیریت مدارک هستند و استاندارد الزام‌آور عمومی محسوب نمی‌شوند.

در پروژه‌ای مانند واحد تفکیک نفتا، اگر لایسنسور PDPرا ارائه کرده باشد، معمولاً وضعیت مدارک به این شکل خواهد بود:

- فرآیند :بررسی H&MB، تکمیل PFDو P&ID، کنترل مشخصات محصولات، تعیین مصرف یوتیلیتی‌ها و تأیید شرایط طراحی تجهیزات.
- مکانیک :تکمیل دیتاشیت مکانیکی برج‌ها، مبدل‌ها، درام‌ها، پمپ‌ها و مخازن و تهیه مشخصات خرید تجهیزات در محدوده قرارداد.

مدارک PDP-BASIC & FEEDدر پروژه های نفت و گاز

- پایپینگ :تهیه PMS، جانمایی تجهیزات، مسیرهای اصلی خطوط، Tie-inها و برآورد اولیه متریال.
- ابزار دقیق :تهیه Instrument Index، دیتاشیت شیرهای کنترلی، فلسفه کنترل، Cause & Effect و الزامات .DCS/SIS
- برق :تهیه Electrical Load List، SLDاولیه، لیست موتورها و مشخصات برق تجهیزات اصلی.
- سیویل و سازه :تعیین مختصات تجهیزات، بارهای فونداسیون، جانمایی فونداسیون‌ها و مبانی Pipe Rack.
- ایمنی :بررسی خطرات، طبقه‌بندی مناطق خطرناک، سناریوهای تخلیه اضطراری و الزامات Fire & Gas.

در چنین پروژه‌ای، وجود PDPبه این معنی نیست که تمام مدارک فوق از قبل آماده هستند؛ PDPمعمولاً تمرکز بیشتری بر فناوری و طراحی فرآیندی دارد، درحالی‌که مدارک سایر دیسیپلین‌ها باید متناسب با دامنه قرارداد توسعه یابند.