

CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION)

SOFTWARE ENGINEERING

Developed by :Malihe Hashemi
Supervisor : Ahmad Abdollahzade

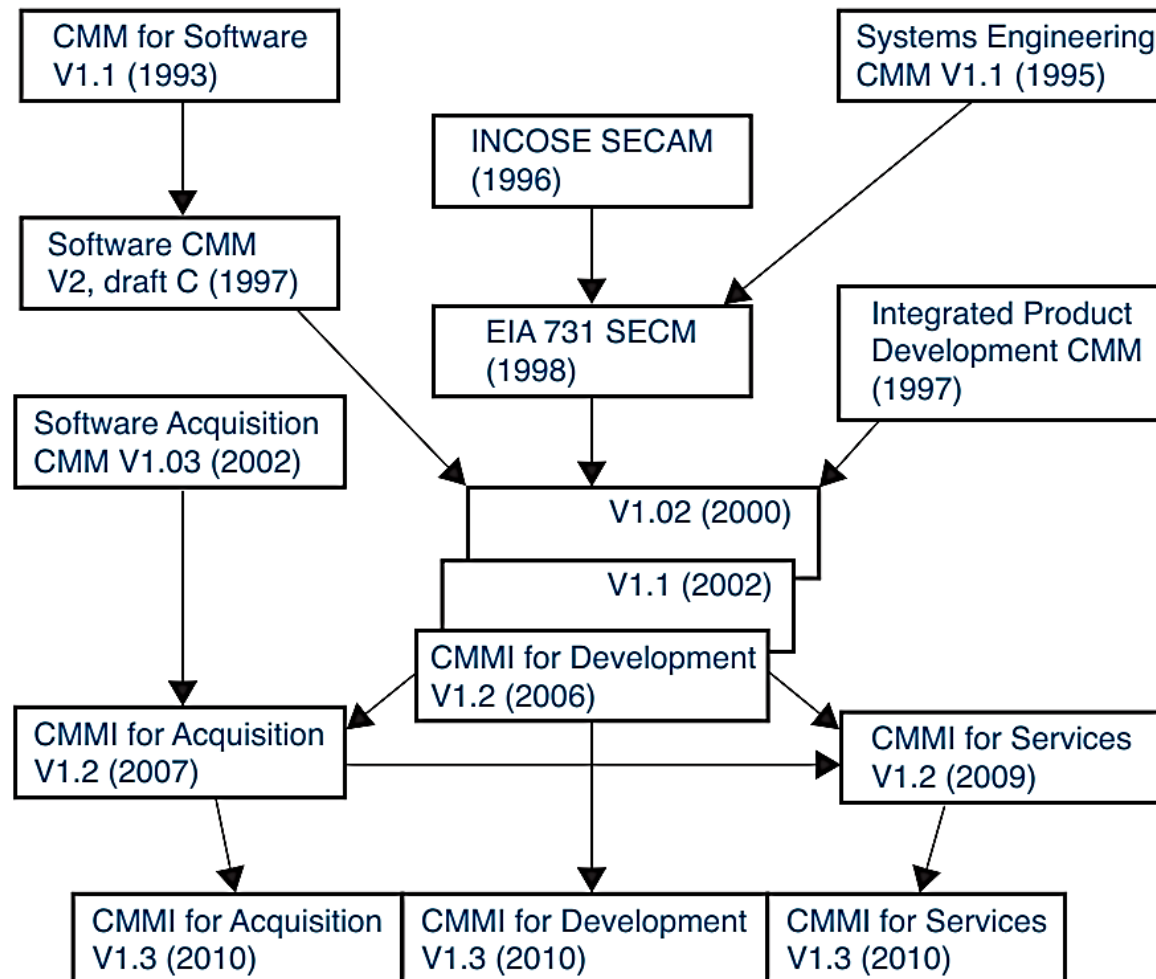
Intelligent systems lab (<http://ce.aut.ac.ir/islab>)

CMM (Capability Maturity Model)

تاریخچه CMM

- Software Engineering Institute (SEI) در سال ۱۹۸۶ تولید CMM را آغاز نمود.
- در سال ۱۹۹۲ نسخه اولیه CMM ایجاد و در سال ۱۹۹۳ این نسخه برای استفاده عموم ارائه گردید.
- این نسخه اولیه برای تولید و نگهداری نرم افزار تهیه شده بود. اما در ادامه SEI با توسعه دادن CMM آن را برای حوزه های مختلف توسعه داد. برخی از این حوزه ها عبارتند از:
 - System Engineering CMM (SE-CMM)
 - Trusted CMM (T-CMM)
 - Systems Engineering Capability Assessment Model (SECAM)
 - People CMM (P-CMM)
 - Software Acquisition CMM (SA-CMM)
 - Integrated Product Development CMM (IPD-CMM)

CMMI (Capability Maturity Model Integration)



❖ یکی از مشکلات استفاده از CMM وجود مدل های متعدد بود. به همین منظور ادغام این مدل های CMM به صورت یکپارچه مورد توجه قرار گرفت و در نتیجه ی آن CMMI شکل گرفت.

CMMI

◇ CMMI ویژگی های فرآیندهای موثر را شناسایی و جمع آوری میکند و سپس بر مبنای این اطلاعات، راهنمایی هایی در جهت بهبود فرآیند یک سازمان فراهم می آورد.

◇ CMMI بر بهبود فرآیند در سه حوزه تاکید که دارد که به عنوان constellation معرفی می شوند.

◇ **CMMI for Development (CMMI-DEV)**

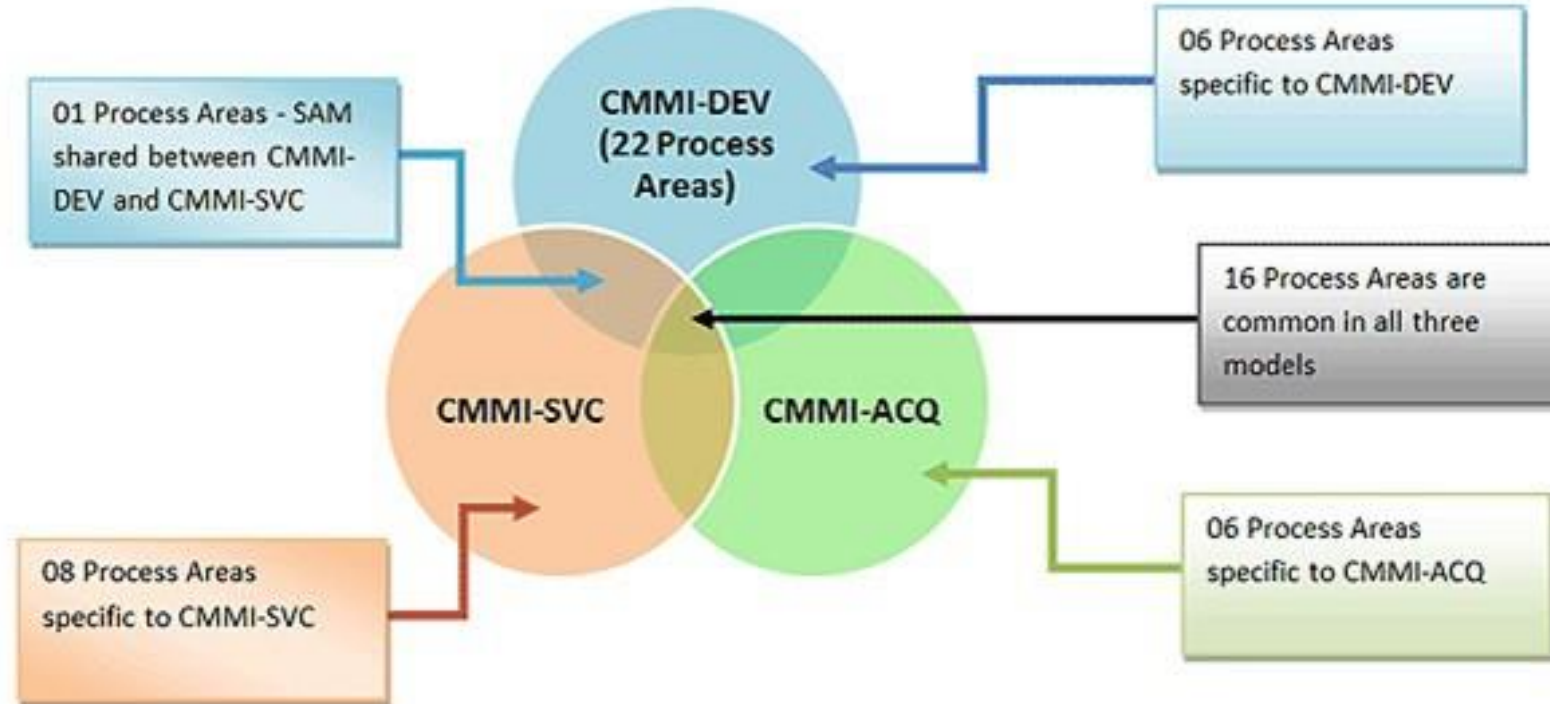
◇ CMMI for services (CMMI-SVC)

◇ CMMI for Acquisition (CMMI-ACQ)

CMMI

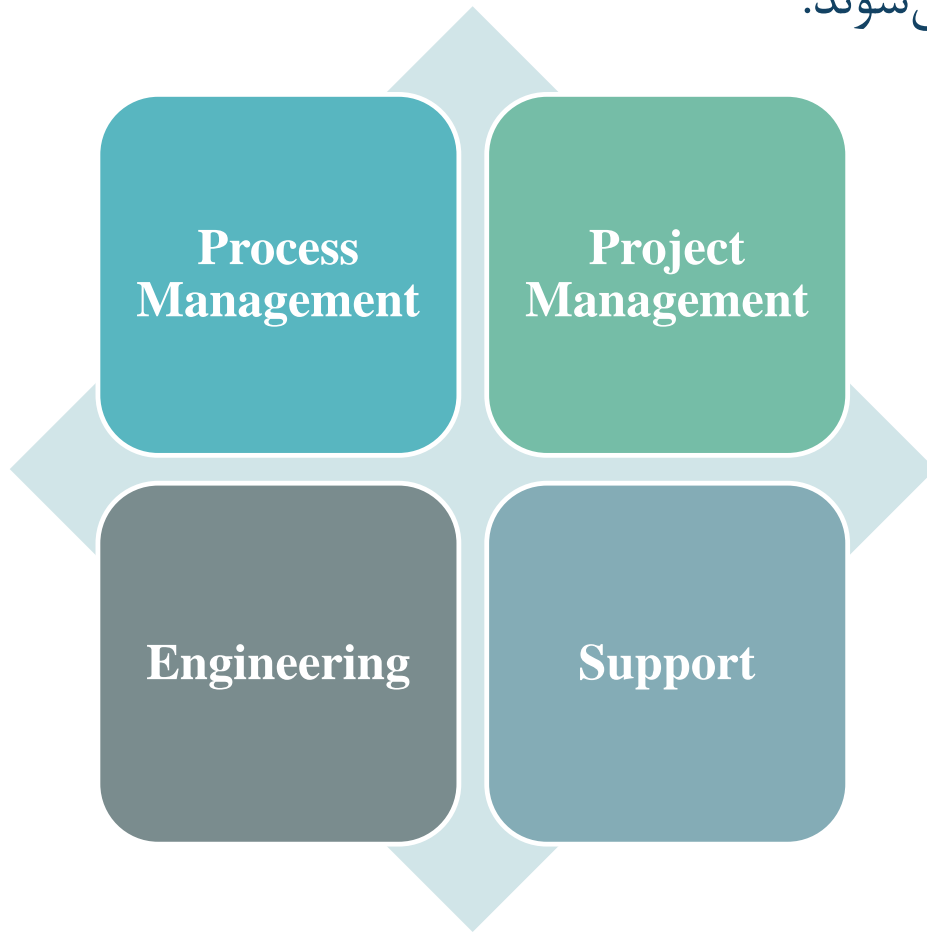
- ◆ در هر یک از این constellation ها، بهبود فرآیند از حوزه‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته است که به هر یک از آنها یک Process Area گفته می‌شود.
- ◆ هر Process area در حقیقت در بردارنده‌ی یک مجموعه از فعالیت‌های مرتبط با هم است؛ در صورتی که این موارد مجموعاً به درستی پیاده‌سازی شوند اهدافی که در این حوزه مد نظر برآورده می‌گردند.
- ◆ CMMI-DEV دارای ۲۲ عدد Process Area می‌باشد:
- ◆ Process Area ۱۶، اصلی هستند و برای هر سه constellation مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- ◆ یکی از آنها با حوزه‌ی سرویس دارای اشتراک است.
- ◆ ۵ عدد از آنها مختص development هستند.

CMMI



CMMI

◇ Process Area ها در CMMI-DEV به ۴ دسته تقسیم بندی می شوند:



CMMI

◆ Process Area ها در CMMI-DEV به ۴ دسته تقسیم بندی می شوند:

Process Management

OPD	Organizational Process Definition
OPF	Organizational Process Focus
OPM	Organizational Performance Management
OPP	Organizational Process Performance
OT	Organizational Training

Project Management

IPM	Integrated Project Management
PMC	Project Monitoring and Control
PP	Project Planning
QPM	Quantitative Project Management
REQM	Requirements Management
RSKM	Risk Management
SAM	Supplier Agreement Management

CMMI

◆ Process Area ها در CMMI-DEV به ۴ دسته تقسیم بندی می شوند:

Engineering

PI	Product Integration
RD	Requirements Development
TS	Technical Solution
VAL	Validation
VER	Verification

Support

CAR	Causal Analysis and Resolution
CM	Configuration Management
DAR	Decision Analysis and Resolution
MA	Measurement and Analysis
PPQA	Process and Product Quality Assurance

CMMI-DEV

◇ ◇ بهبود فرآیند در CMMI به صورت تدریجی است و برای این منظور مفهوم level به کار می‌رود.

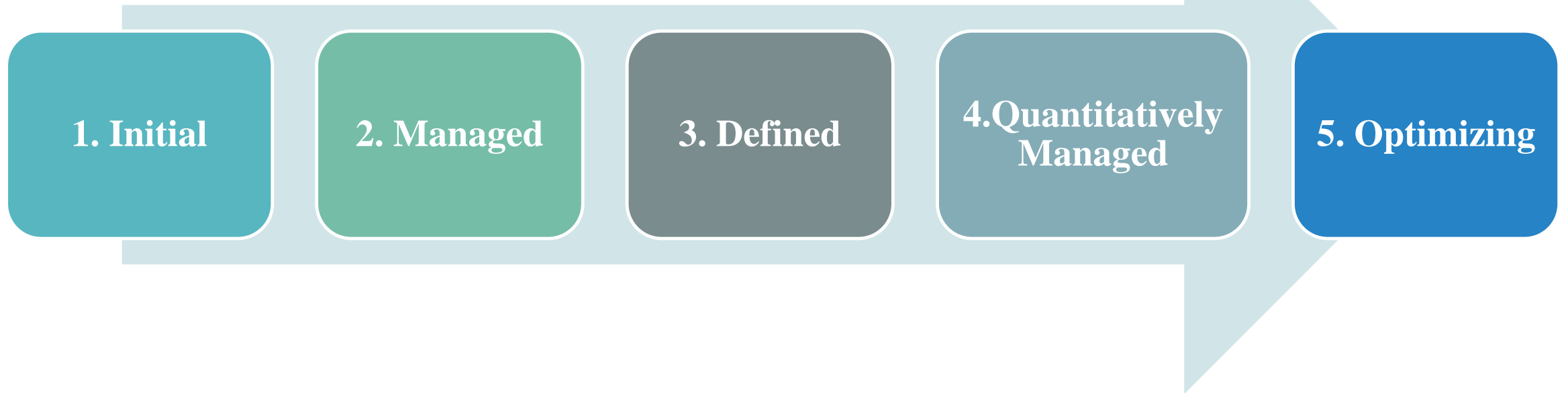
◇ ◇ بهبود فرآیند مبتنی بر level در CMMI به دو صورت امکان‌پذیر است که اصطلاحاً به آن representation گفته می‌شود:

◇ Staged Representation: با استفاده از maturity level وضعیت فرآیند را نسبت به مدل مشخص می‌کند.

◇ Continuous Representation: با استفاده از capability level وضعیت فرآیند را نسبت به یک process area بخصوص مشخص می‌کند.

Staged Representation

Maturity levels



Staged Representation

◇ هر یک از سطوح بلوغ فرآیند شامل اقدامات عمومی و اختصاصی مرتبط با مجموعه‌ای از **process area** هایی که برای این سطح تعریف شده اند که به صورت تدریجی کارایی سازمان را افزایش می‌دهند.

◇ سطح بلوغ فرآیند شاخصی از میزان کارایی آن می‌باشد. هر چه این سطح افزایش می‌یابد **process area** های پیچیده تر مد نظر قرار می‌گیرند.

Staged Representation

Maturity level 1- Initial

- ◆ فرآیند ساختار مشخصی ندارد و به صورت ad hoc انجام می پذیرد.
- ◆ کیفیت محصول نهایی قابل پیش بینی نیست و میزان موفقیت پروژه به میزان شایستگی و توانایی افراد تیم بستگی دارد.
- ◆ پروژه معمولاً مطابق با هزینه و زمان بندی پیش بینی شده پیش نمی رود و از آن میزان فراتر می رود.
- ◆ حتی اگر موفقیتی حاصل شود، این موفقیت قابل تکرار نیست.

Staged Representation

Maturity level 2- Managed ◇◇

- ◇ در این سطح فعالیت های اصلی مدیریت پروژه مورد توجه قرار گرفته و دنبال می شوند.
- ◇ فرآیندها به درستی برنامه ریزی شده و مطابق با سیاست های سازمان اجرا می گردند.
- ◇ منابع کافی و افراد با مهارت کافی به هر فعالیت اختصاص داده شده است.
- ◇ فرآیند مانیتور و کنترل و مرور می شود.
- ◇ وضعیت artifact ها در milestone های مشخص شده برای تیم مدیریت پروژه در دسترس است.
- ◇ بهبودهای حاصل شده و اقدامات انجام شده در طول فرآیند، همواره قابل تکرار است. به عبارتی پیشرفت حاصل شده در فرآیند نگه داری می شود؛ حتی در شرایطی که پروژه شرایط عادی ندارد و از جهات مختلف تحت فشار است.

Staged Representation

Maturity level 3- Defined

- ◆ در این سطح فرآیندها به صورت دقیق تعریف و مستند شده‌اند و برای آن‌ها رویه، ابزارها و متدهای مورد نیاز مشخص گردیده است. تعریف فرآیند به میزانی دقیق است که موارد زیر در آن مشخص باشند:
- ◆ هدف، ورودی‌ها، شرط شروع و ورود به فرآیند، فعالیت‌ها، نقش‌ها، گام‌های صحت‌سنجی، شرط خروج و خروجی‌ها و ...
- ◆ در این بخش با دنبال کردن استانداردهای سازمان سازگاری بیشتری در فرآیند ایجاد می‌گردد.
- ◆ در سطح ۲، فرآیند در پروژه‌های مختلف دارای تفاوت‌هایی است و در حقیقت فرآیند به صورت سازگار تعریف نشده است.
- ◆ در سطح ۳، با در نظر گرفتن یک مجموعه از استانداردهای سازمانی، فرآیندها به طور سازگار تعریف می‌شوند و تفاوت‌های آن‌ها در ضمن پروژه‌های مختلف و یا در حین اجرا در بخش‌های مختلف سازمان از پیش در نظر گرفته می‌شود. به این ترتیب برای ایجاد تفاوت بین فرآیندها راهنمایی‌هایی جهت تطبیق فرآیند با شرایط پروژه ارائه می‌گردد.

Staged Representation

Maturity level 4 - Quantitatively Managed ♦

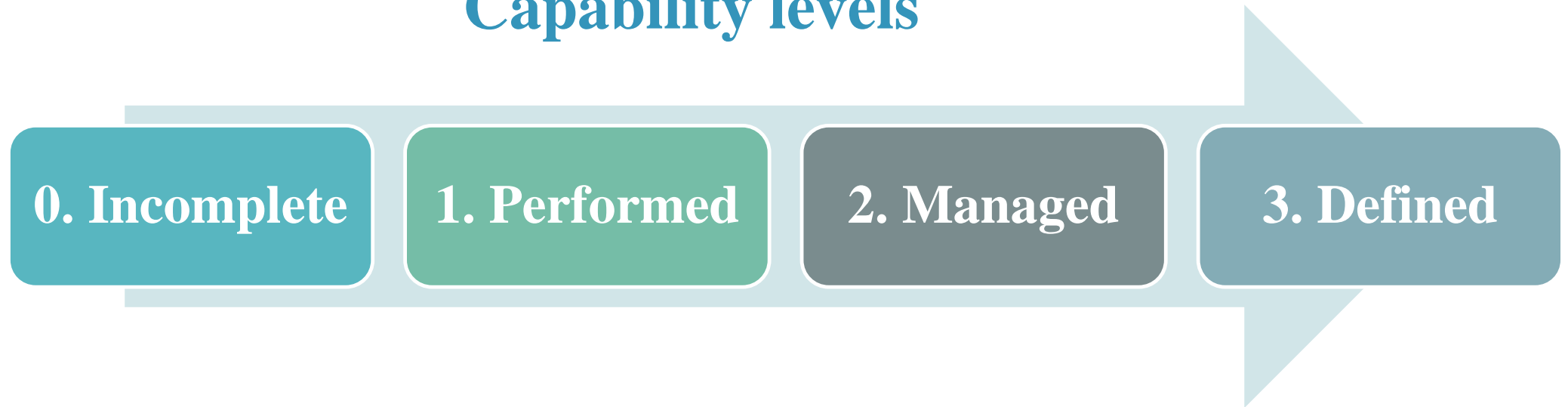
- ♦ در سطح ۴ ، برای مدیریت فرآیند و پروژه متریک ها و اهداف کمی منظور گردیده است که با استفاده از آن ها می توان کیفیت و کارایی را به صورت کمی مورد بررسی قرار داد.
- ♦ در این سطح کارایی عملکرد فرآیند قابل تخمین و اندازه گیری است.

Maturity level 4 – Optimizing ♦

- ♦ در این سطح براساس اطلاعات جمع آوری شده برای پروژه های مختلف و تحلیل آنها، علت های تفاوت کارایی با میزان مدنظر شناسایی میشود. با برطرف سازی این علل فرآیند به صورت مداوم بهبود داده می شود.

Continuous Representation

Capability levels



Continuous Representation

◈:Capability Level 0- Incomplete

◈ در این سطح، اهداف اختصاصی process area به طور کامل برآورده نشده است.

◈:Capability Level 0- Performed

◈ در این سطح فعالیت های لازم جهت برآورده سازی اهداف اختصاصی process area صورت گرفته است.

◈ بهبودهایی در این سطح انجام شده است اما چون اقدامات لازم صورت نپذیرفته است، این اثرات به صورت کلی حفظ نمی شوند و ممکن است از دست بروند.

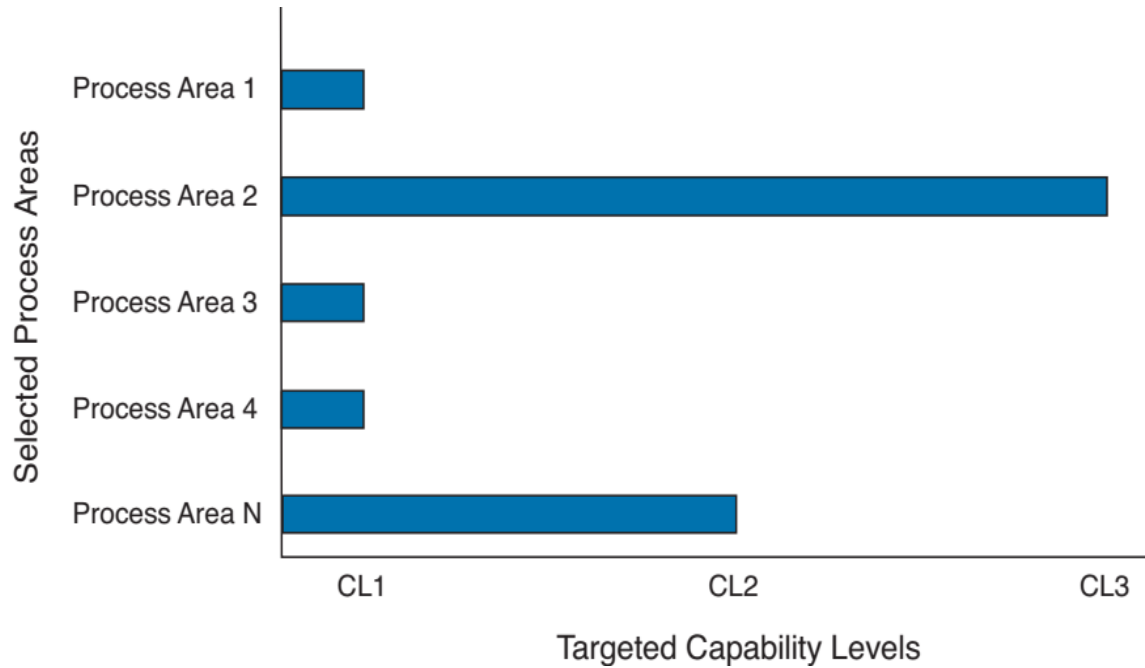
Continuous Representation

Capability Level 2- Managed ◇

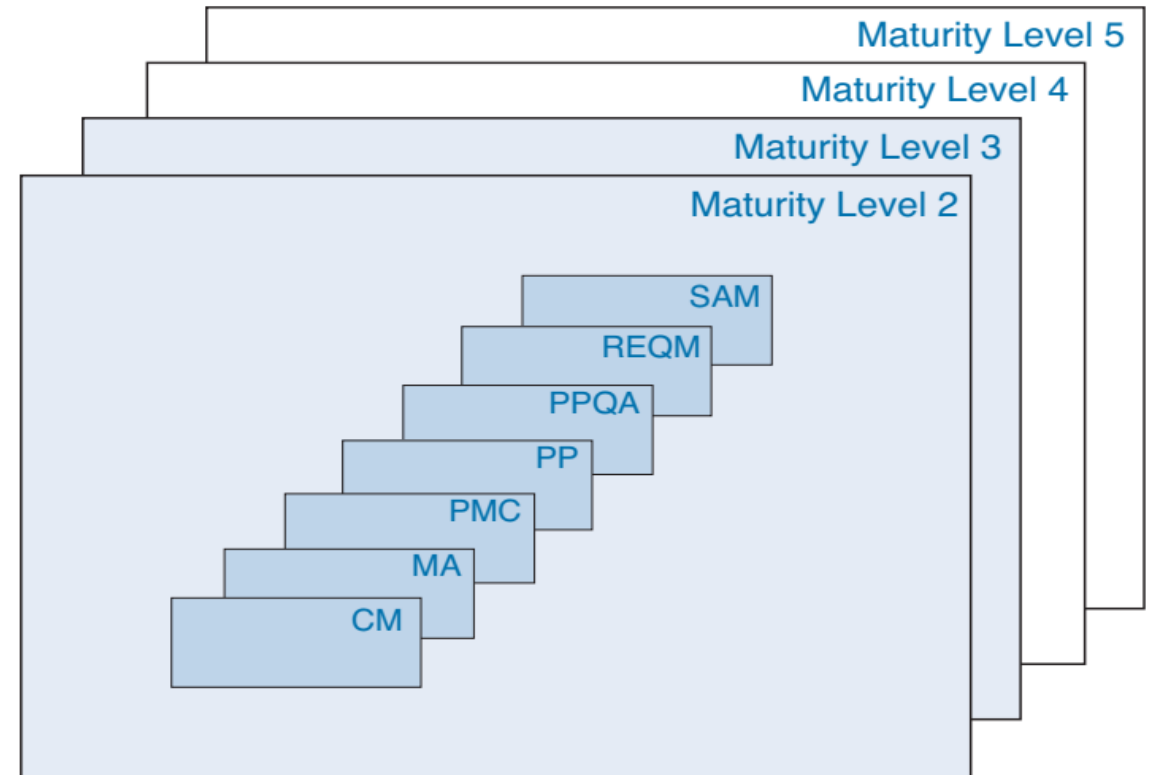
Capability Level 3- Performed ◇

CMMI

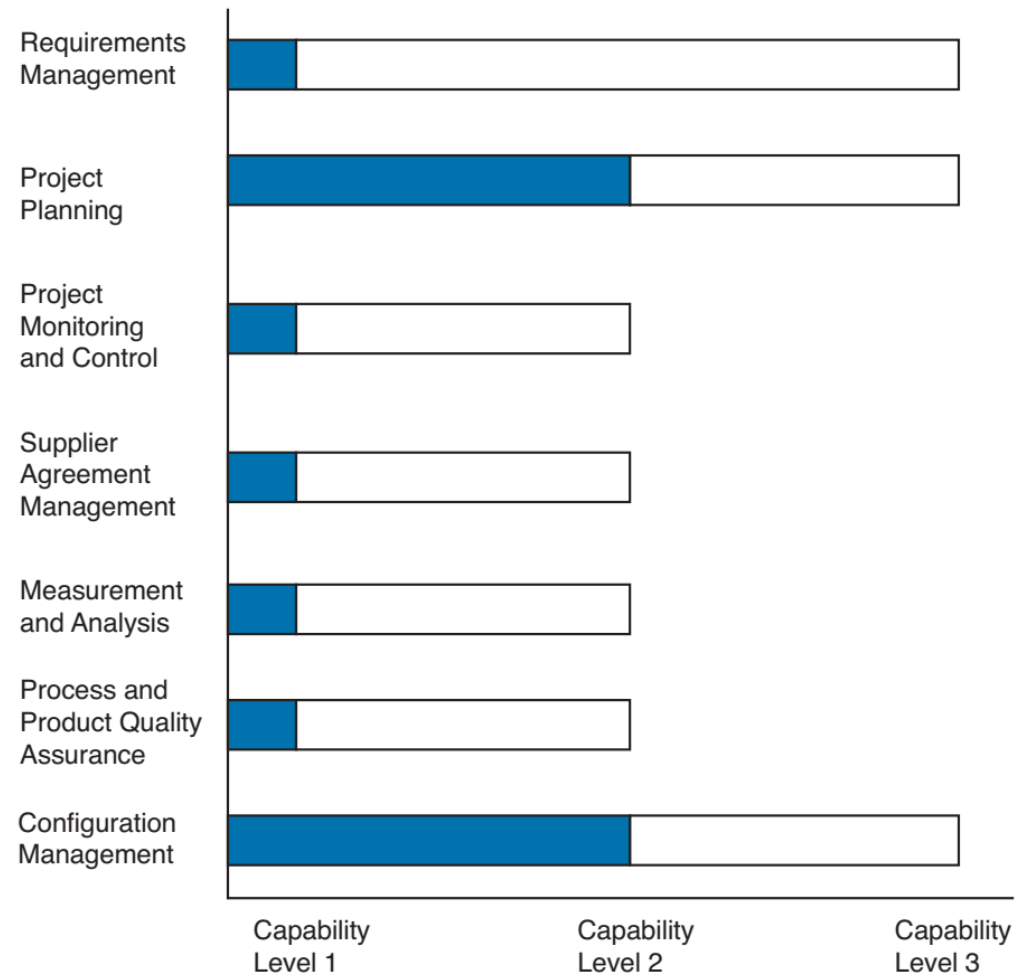
**Continuous
Target Profile**



**Staged
Selected Maturity Level**



CMMI



Target profile



Achievement profile



CMMI – Process Areas

Category : Project Management	
Process Area	Maturity level
Integrated Project Management (IPM)	3
Project Monitoring and Control (PMC)	2
Project Planning (PP)	2
Quantitative Project Management (QPM)	4
Requirements Management (REQM)	2
Risk Management (RSKM)	3
Supplier Agreement Management (SAM)	2

CMMI – Process Areas

Category : Process Management	
Process Area	Maturity level
Organizational Process Definition (OPD)	3
Organizational Process Focus (OPF)	3
Organizational Performance Management (OPM)	5
Organizational Process Performance (OPP)	4
Organizational Training (OT)	3

CMMI – Process Areas

Category : Engineering	
Process Area	Maturity level
Product Integration (PI)	3
Requirements Development (RD)	3
Technical Solution (TS)	3
Validation (VAL)	3
Verification (VER)	3

CMMI – Process Areas

Category : Support

Process Area	Maturity level
Causal Analysis and Resolution (CAR)	5
Configuration Management (CM)	2
Decision Analysis and Resolution (DAR)	3
Measurement and Analysis (MA)	2
Process and Product Quality Assurance (PPQA)	2

CMMI

Equivalent Staging ◇

- ◇ از این طریق می‌توان نتایج حاصل از بازنمایی مستمر (continuous) را با بازنمایی مرحله‌ای (staged) مقایسه نمود.
- ◇ مقایسه سازمان‌ها براساس capability level نسبت به maturity level دارای محدودیت‌هایی است. به عبارتی capability level زمانی برای این کار قابل استفاده است که سازمان‌های مورد مقایسه process area های یکسانی را برای بهبود انتخاب کرده باشند.
- ◇ برای همین منظور Equivalent Staging مطرح شده است تا بتوان سازمان‌هایی را که براساس capability level کار می‌کنند را نیز با هم مقایسه نمود.

<i>Name</i>	<i>Abbr.</i>	<i>ML</i>	<i>CL1</i>	<i>CL2</i>	<i>CL3</i>
Configuration Management	CM	2	Target Profile 2		
Measurement and Analysis	MA	2			
Project Monitoring and Control	PMC	2			
Project Planning	PP	2			
Process and Product Quality Assurance	PPQA	2			
Requirements Management	REQM	2			
Supplier Agreement Management	SAM	2			
Decision Analysis and Resolution	DAR	3	Target Profile 3		
Integrated Project Management	IPM	3			
Organizational Process Definition	OPD	3			
Organizational Process Focus	OPF	3			
Organizational Training	OT	3			
Product Integration	PI	3			
Requirements Development	RD	3			
Risk Management	RSKM	3			
Technical Solution	TS	3			
Validation	VAL	3			
Verification	VER	3			
Organizational Process Performance	OPP	4	Target Profile 4		
Quantitative Project Management	QPM	4			
Causal Analysis and Resolution	CAR	5	Target Profile 5		
Organizational Performance Management	OPM	5			

CMMI Model Components

Required Components ◇

◇ مولفه هایی هستند که برای دستیابی به بهبود در رابطه با یک process area خاص الزامی هستند.

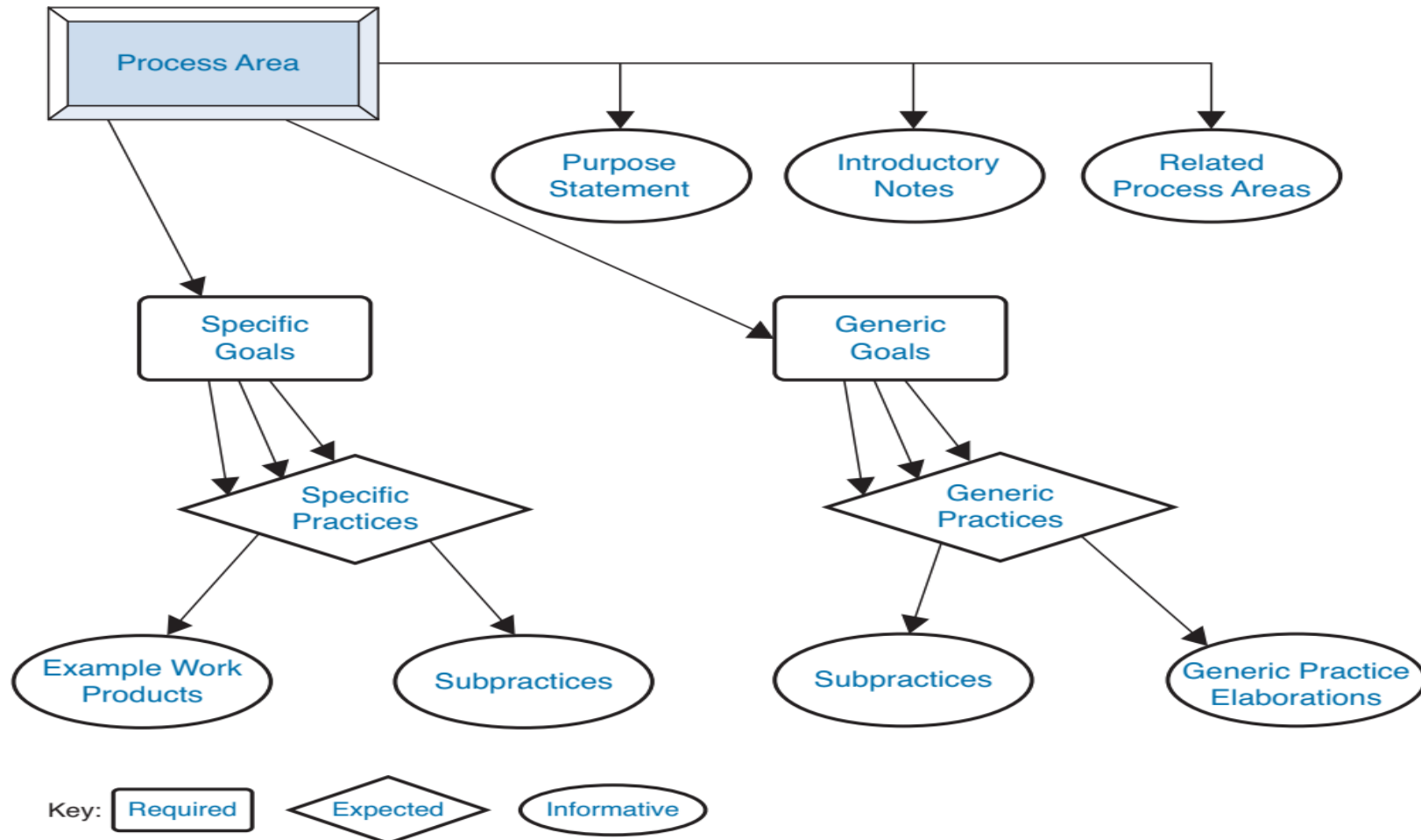
Expected Components ◇

◇ مشخص کننده ی فعالیت هایی هستند که برای برآورده سازی یک required component الزامی هستند.

Informative Components ◇

◇ موجب فهم بهتر کاربران نسبت به مولفه های دیگر می شوند.

CMMI Model Components



CMMI Model Components

Specific Goal ◇◇

- ◇◇ توصیف کننده‌ی ویژگی‌های به خصوصی است که برای برآورده‌سازی یک process area باید موجود باشند.
- ◇◇ هر specific goal تنها به یک process area مربوط است.

Generic Goal ◇◇

- ◇◇ این اهداف بر روی چندین process area قابل اعمال هستند؛ بنابراین به آن‌ها generic گفته می‌شود.
- ◇◇ یک generic goal توصیف کننده‌ی ویژگی‌هایی است که برای institutionalize نمودن فرآیندهایی که یک process area بخصوص را پیاده‌سازی می‌کنند الزامی است.

CMMI Model Components

Specific practice ◇

◇ توصیف کننده‌ی فعالیت‌هایی هستند که برای دستیابی به یک specific goal الزامی است.

Generic Practice ◇

◇ مشخص کننده‌ی فعالیت‌هایی است که قابل اعمال بر چندین process area می باشند.

◇ با دنبال کردن چنین فعالیت‌هایی که

Institutionalization

- ◆ فراهم آوردن سازگاری و یکپارچگی در رابطه با پیاده سازی فرآیند در یک سازمان
- ◆ این امر موجب می شود که استانداردهای یکسانی توسط تمامی افراد و گروه ها در سازمان دنبال شوند.
- ◆ فرآیندی که به این وضعیت برسد در زمان ها و شرایط بحرانی و بروز مخاطرات، با احتمال بالاتری همچنان به نیازمندی ها پاسخگو خواهد بود.
- ◆ میزان و سطح دستیابی به این وضعیت در اهداف عمومی گنجانده می شود:

Generic Goal	Progression of Processes
GG 1	Performed process
GG 2	Managed process
GG 3	Defined process

Generic Goals and Practices

Generic Goal	Description	Generic Practice	Description
GG1	Achieve Specific Goals	GP 1.1	Perform Specific Practices
GG2	Institutionalize a Managed Process	GP 2.1	Establish an Organizational Policy
		GP 2.2	Plan the Process
		GP 2.3	Provide Resources
		GP 2.4	Assign Responsibility
		GP 2.5	Train People
		GP 2.6	Control Work Products
		GP 2.7	Identify and Involve Relevant Stakeholders
		GP 2.8	Monitor and Control the Process
		GP 2.9	Objectively Evaluate Adherence
		GP 2.10	Review Status with Higher Level Management
GG3	Institutionalize a Defined Process	GP 3.1	Establish a Defined Process
		GP 3.2	Collect Process Related Experiences

GG 1 Achieve Specific Goals

The specific goals of the process area are supported by the process by transforming identifiable input work products into identifiable output work products.

GP 1.1 Perform Specific Practices

Perform the specific practices of the process area to develop work products and provide services to achieve the specific goals of the process area.

GG2 Institutionalize A Managed Process

The process is institutionalized as a managed process.

GP 2.1 Establish An Organizational Policy

Establish and maintain an organizational policy for planning and performing the process.

○ Policy ها برای هر Area process قابل بررسی است:

▪ Decision Analysis and Resolution (DAR)

- انتخاب تصمیماتی که باید براساس یک روش formal مورد ارزیابی قرار گیرند
- انتخاب معیارهای ارزیابی

▪ Measurement and Analysis (MA)

- انتظارات سازمان برای متناسب نمودن اهداف اندازه گیری و اقدامات لازم برای اندازه گیری با نیازمندی های اطلاعاتی و اهداف سازمان

▪ Requirements Development (RD)

- انتظارات سازمان در رابطه با جمع آوری، تحلیل و مدل سازی، صحت سنجی و اعتبارسنجی نیازمندی ها

▪ Project Monitoring and Control (PMC)

- انتظارات سازمان در رابطه با میزان پیشرفت و کارایی پروژه نسبت به برنامه پروژه
- اقدامات تصحیحی برای کاهش مغایرت بین نتایج دریافتی و نتایج برنامه ریزی شده

GG2 Institutionalize A Managed Process

The process is institutionalized as a managed process.

GP 2.2 Plan The Process

Establish and maintain the plan for performing the process.

- هدف از این فعالیت، مشخص نمودن اقدامات مورد نیاز برای انجام فرآیند و برنامه ریزی آن است که در رابطه با **process area** های مختلف صورت می گیرد.
- برنامه ریزی در مورد **process area** های مختلف می تواند در همان مستند برنامه پروژه گنجانده شود.

GG2 Institutionalize A Managed Process

The process is institutionalized as a managed process.

GP 2.3 Provide Resources

Provide adequate resources for performing the process, developing the work products, and providing the services of the process.

○ هدف از این فعالیت این است که از دسترس بودن منابع تعریف شده در برنامه پروژه در زمان مورد نظر اطمینان حاصل شود؛ منابع مربوط به هر process area باید مشخص گردیده باشد:

▪ Decision Analysis and Resolution (DAR)

- ابزارهای مدل سازی و شبیه سازی، ابزارهای تولید prototype

▪ Measurement and Analysis (MA)

- ابزارهای تحلیل آماری، ابزارهای جمع آوری داده

▪ Requirements Development (RD)

- ابزارهای توصیف نیازمندی، ابزارهای مدل سازی و شبیه سازی، ابزارهای تولید prototype، ابزارهای مدیریت و تعریف سناریو، ابزارهای ردیابی نیازمندی

▪ Project Monitoring and Control (PMC)

- ابزارهای زمان بندی و مدیریت پروژه، ابزارهای ردیابی و کنترل هزینه

GG2 Institutionalize A Managed Process

The process is institutionalized as a managed process.

GP 2.4 ASSIGN RESPONSIBILITY

Assign responsibility and authority for performing the process, developing the work products, and providing the services of the process.

GG2 Institutionalize A Managed Process

The process is institutionalized as a managed process.

GP 2.5 Train People

Train the people performing or supporting the process as needed.

○ هدف این فعالیت اطمینان یافتن از این است که افراد تیم دارای توانایی ها و دانش لازم برای انجام و پشتیبانی فرآیند می باشند:

■ Decision Analysis and Resolution (DAR)

- تحلیل فرمال تصمیم گیری ها
- روش های مورد استفاده برای ارزیابی گزینه های راه حل نسبت به معیارهای موردنظر

■ Measurement and Analysis (MA)

- روش های آماری
- جمع آوری و تحلیل داده ، فرآیند گزارش دهی
- به کارگیری روش های goal oriented برای به دست آوردن متریک ها

■ Requirements Development (RD)

- تحلیل دامنه کاربرد، تحلیل و تعریف نیازمندی ها، استخراج نیازمندی ها، توصیف و مدل سازی نیازمندی ها، ردیابی نیازمندی ها

■ Project Monitoring and Control (PMC)

- نظارت و کنترل پروژه ها ، مدیریت ریسک، مدیریت داده

GG2 Institutionalize A Managed Process

The process is institutionalized as a managed process.

GP 2.6 Control Work Products

Place selected work products of the process under appropriate levels of control.

- هدف این فعالیت حفظ جامعیت محصولات کاری موردنظر در طول چرخه حیات است. برای محصولات کاری مختلف در زمان های مختلف سطوح کنترل متفاوتی مورد استفاده قرار می گیرد. (برای مثال version management)
- محصولات کاری که باید در هر process area کنترل شوند متفاوت می باشد.

▪ Decision Analysis and Resolution (DAR)

- دستورالعمل هایی در مورد موقعیت هایی که در آن به فرآیند ارزیابی فرمال نیاز است.
- گزارش های ارزیابی که شامل راه حل های توصیه شده است.

▪ Measurement and Analysis (MA)

- اهداف اندازه گیری، توصیف معیارها و اندازه های به دست آمده، روش های جمع آوری و ذخیره سازی داده ها، مجموعه داده های historical اندازه گیری، نتایج تحلیل و گزارش های مربوطه، نتایج حاصل از ابزارهای تحلیل داده

▪ Requirements Development (RD)

- نیازمندی های ذی نفعان، نیازمندی های محصول، نیازمندی های واسطی

▪ Project Monitoring and Control (PMC)

- زمان بندی پروژه و وضعیت آن، متریک های اندازه گیری پروژه و تحلیل آن

GG2 Institutionalize A Managed Process

The process is institutionalized as a managed process.

GP 2.7 Identify And Involve Relevant Stakeholders

Identify and involve the relevant stakeholders of the process as planned.

○ هدف از این فعالیت اطمینان یافتن از مشارکت مورد انتظار ذی نفعان در حین اجرای فرآیند است.

○ نحوه ی مشارکت ذی نفعان در هر process area متفاوت می باشد.

▪ Decision Analysis and Resolution (DAR)

- فراهم سازی دستورالعمل ها جهت تعیین مواردی که به ارزیابی فرمال نیاز دارند، تعیین معیارهای ارزیابی، شناسایی و ارزیابی گزینه ها، انتخاب روش های ارزیابی ، انتخاب راه حل ها

▪ Measurement and Analysis (MA)

- مشخص نمودن اهداف و رویه های اندازه گیری، برآورد داده های اندازه گیری و ارائه بازخورد، indicator ها

▪ Requirements Development (RD)

- استخراج نیازمندی ها، مرور نیازمندی ها، مرور prototype ها و ارائه feedback، اولویت بندی نیازمندی ها

▪ Project Monitoring and Control (PMC)

- برآورد وضعیت پروژه نسبت به برنامه، مرور پیشرفت پروژه

GG2 Institutionalize A Managed Process

The process is institutionalized as a managed process.

GP 2.8 Monitor And Control The Process

Monitor and control the process against the plan for performing the process and take appropriate corrective action.

- هدف از این فعالیت نظارت و کنترل فرآیند است که شامل اندازه گیری ویژگی ها و متریک های متفاوت در رابطه با فرآیند و یا محصولات کاری تولید شده است. همچنین در این بخش باید میزان انحرافات سنجیده شود و اقدامات تصحیح کننده انجام پذیرد.
- محصولات کاری و متریک های مورد استفاده برای هر **process area** متفاوت است.
 - **Decision Analysis and Resolution (DAR)**
 - نسبت هزینه به سود در نتیجه استفاده از روش های ارزیابی در حین تصمیم گیری
 - **Measurement and Analysis (MA)**
 - میزان درصد برآورده سازی اهداف اندازه گیری
 - **Requirements Development (RD)**
 - زمان، هزینه و effort مورد استفاده برای rework
 - Defect Density
 - **Project Monitoring and Control (PMC)**
 - تعداد اقدامات اصلاحی پایان یافته و نا تمام
 - تعداد و نوع مرورهای انجام شده

GG2 Institutionalize A Managed Process

The process is institutionalized as a managed process.

GP 2.9 Objectively Evaluate Adherence

Objectively evaluate adherence of the process and selected work products against the process description, standards, and procedures, and address noncompliance.

GG2 Institutionalize A Managed Process

The process is institutionalized as a managed process.

GP 2.10 Review Status With Higher Level Management

Review the activities, status, and results of the process with higher level management and resolve issues.

GG3 Institutionalize A Defined Process

The process is institutionalized as a defined process.

GP 3.1 Establish A Defined Process

Establish and maintain the description of a defined process.

GG3 Institutionalize A Defined Process

The process is institutionalized as a defined process.

GP 3.2 Collect Process Related Experiences

Collect process related experiences derived from planning and performing the process to support the future use and improvement of the organization's processes and process assets.

Generic Practice	Roles of Process Areas in Implementation of the Generic Practice	How the Generic Practice Recursively Applies to Its Related Process Areas
GP 2.2 Plan the Process	Project Planning: The project planning process can implement GP 2.2 in full for all project-related process areas (except for Project Planning itself).	GP 2.2 applied to the project planning process can be characterized as “plan the plan” and covers planning project planning activities.
GP 2.3 Provide Resources	Project Planning: The part of the project planning process that implements Project Planning SP 2.4, “Plan the Project’s Resources,” supports the implementation of GP 2.3 and GP 2.4 for all project-related process areas (except perhaps initially for Project Planning itself) by identifying needed processes, roles, and responsibilities to ensure the proper staffing, facilities, equipment, and other assets needed by the project are secured.	
GP 2.4 Assign Responsibility		

Generic Practice	Roles of Process Areas in Implementation of the Generic Practice	How the Generic Practice Recursively Applies to Its Related Process Areas
<p>GP 2.5 Train People</p>	<p>Organizational Training: The organizational training process supports the implementation of GP 2.5 as applied to all process areas by making the training that addresses strategic or organization-wide training needs available to those who will perform or support the process.</p> <p>Project Planning: The part of the project planning process that implements Project Planning SP 2.5, “Plan Needed Knowledge and Skills,” and the organizational training process, supports the implementation of GP 2.5 in full for all project-related process areas.</p>	<p>GP 2.5 applied to the organizational training process covers training for performing the organizational training activities, which addresses the skills required to manage, create, and accomplish the training.</p>
<p>GP 2.6 Control Work Products</p>	<p>Configuration Management: The configuration management process can implement GP 2.6 in full for all project-related process areas as well as some of the organizational process areas.</p>	<p>GP 2.6 applied to the configuration management process covers change and version control for the work products produced by configuration management activities.</p>

Generic Practice	Roles of Process Areas in Implementation of the Generic Practice	How the Generic Practice Recursively Applies to Its Related Process Areas
<p>GP 2.7 Identify and Involve Relevant Stakeholders</p>	<p>Project Planning: The part of the project planning process that implements Project Planning SP 2.6, “Plan Stakeholder involvement,” can implement the stakeholder identification part (first two subpractices) of GP 2.7 in full for all project-related process areas.</p> <p>Project Monitoring and Control: The part of the project monitoring and control process that implements Project Monitoring and Control SP 1.5, “Monitor Stakeholder Involvement,” can aid in implementing the third subpractice of GP 2.7 for all project-related process areas.</p> <p>Integrated Project Management: The part of the integrated project management process that implements Integrated Project Management SP 2.1, “Manage Stakeholder Involvement,” can aid in implementing the third subpractice of GP 2.7 for all project-related process areas.</p>	<p>GP 2.7 applied to the project planning process covers the involvement of relevant stakeholders in project planning activities.</p> <p>GP 2.7 applied to the project monitoring and control process covers the involvement of relevant stakeholders in project monitoring and control activities.</p> <p>GP 2.7 applied to the integrated project management process covers the involvement of relevant stakeholders in integrated project management activities.</p>

Generic Practice	Roles of Process Areas in Implementation of the Generic Practice	How the Generic Practice Recursively Applies to Its Related Process Areas
<p>GP 2.8 Monitor and Control the Process</p>	<p>Project Monitoring and Control: The project monitoring and control process can implement GP 2.8 in full for all project-related process areas.</p> <p>Measurement and Analysis: For all processes, not just project-related processes, the Measurement and Analysis process area provides general guidance about measuring, analyzing, and recording information that can be used in establishing measures for monitoring actual performance of the process.</p>	<p>GP 2.8 applied to the project monitoring and control process covers the monitoring and controlling of the project's monitor and control activities.</p>
<p>GP 2.9 Objectively Evaluate Adherence</p>	<p>Process and Product Quality Assurance: The process and product quality assurance process can implement GP 2.9 in full for all process areas (except perhaps for Process and Product Quality Assurance itself).</p>	<p>GP 2.9 applied to the process and product quality assurance process covers the objective evaluation of quality assurance activities and selected work products</p>

Generic Practice	Roles of Process Areas in Implementation of the Generic Practice	How the Generic Practice Recursively Applies to Its Related Process Areas
<p>GP 2.8 Monitor and Control the Process</p>	<p>Project Monitoring and Control: The project monitoring and control process can implement GP 2.8 in full for all project-related process areas.</p> <p>Measurement and Analysis: For all processes, not just project-related processes, the Measurement and Analysis process area provides general guidance about measuring, analyzing, and recording information that can be used in establishing measures for monitoring actual performance of the process.</p>	<p>GP 2.8 applied to the project monitoring and control process covers the monitoring and controlling of the project's monitor and control activities.</p>
<p>GP 2.9 Objectively Evaluate Adherence</p>	<p>Process and Product Quality Assurance: The process and product quality assurance process can implement GP 2.9 in full for all process areas (except perhaps for Process and Product Quality Assurance itself).</p>	<p>GP 2.9 applied to the process and product quality assurance process covers the objective evaluation of quality assurance activities and selected work products</p>

Generic Practice	Roles of Process Areas in Implementation of the Generic Practice	How the Generic Practice Recursively Applies to Its Related Process Areas
<p>GP 2.10 Review Status with Higher Level Management</p>	<p>Project Monitoring and Control: The part of the project monitoring and control process that implements Project Monitoring and Control SP 1.6, “Conduct Progress Reviews,” and SP 1.7, “Conduct Milestone Reviews,” supports the implementation of GP 2.10 for all project-related process areas, perhaps in full, depending on higher level management involvement in these reviews.</p>	
<p>GP 3.1 Establish a Defined Process</p>	<p>Integrated Project Management: The part of the integrated project management process that implements Integrated Project Management SP 1.1, “Establish the Project’s Defined Process,” can implement GP 3.1 in full for all project-related process areas.</p> <p>Organizational Process Definition: For all processes, not just project-related processes, the organizational process definition process establishes the organizational process assets needed to implement GP 3.1.</p>	<p>GP 3.1 applied to the integrated project management process covers establishing defined processes for integrated project management activities.</p>

Generic Practice	Roles of Process Areas in Implementation of the Generic Practice	How the Generic Practice Recursively Applies to Its Related Process Areas
<p>GP 3.2 Collect Process Related Experiences</p>	<p>Integrated Project Management: The part of the integrated project management process that implements Integrated Project Management SP 1.7, “Contribute to the Organizational Process Assets,” can implement GP 3.2 in part or full for all project-related process areas.</p> <p>Organizational Process Focus: The part of the organizational process focus process that implements Organizational Process Focus SP 3.4, “Incorporate Experiences into the Organizational Process Assets,” can implement GP 3.2 in part or full for all process areas.</p> <p>Organizational Process Definition: For all processes, the organizational process definition process establishes the organizational process assets needed to implement GP 3.2.</p>	<p>GP 3.2 applied to the integrated project management process covers collecting process related experiences derived from planning and performing integrated project management activities.</p>

Process Area : Decision Analysis And Resolution		Support & Maturity Level 3
Purpose	Analyze possible decisions using a formal evaluation process that evaluates identified alternatives against established criteria.	
SG 1: Evaluate Alternatives		
– Decisions are based on an evaluation of alternatives using established criteria.		
	SP 1.1 Establish Guidelines For Decision Analysis Establish and maintain guidelines to determine which issues are subject to a formal evaluation process.	
	SP 1.2 Establish Evaluation Criteria Establish and maintain criteria for evaluating alternatives and the relative ranking of these criteria.	
	SP 1.3 Identify Alternative Solutions Identify alternative solutions to address issues.	
	SP 1.4 Select Evaluation Methods Select evaluation methods.	
	SP 1.5 Evaluate Alternative Solutions Evaluate alternative solutions using established criteria and methods.	
	SP 1.6 Select Solutions Select solutions from alternatives based on evaluation criteria.	

Process Area : Project Monitoring And Control		Project Management Process & Maturity Level 3
Purpose	Provide an understanding of the project’s progress so that appropriate corrective actions can be taken when the project’s performance deviates significantly from the plan.	
SG 1: Monitor the project against the plan		
Actual project progress and performance are monitored against the project plan.		
	SP 1.1 Monitor Project Planning Parameters	
	Monitor actual values of project planning parameters against the project plan.	
	SP 1.2 Monitor Commitments	
	Monitor commitments against those identified in the project plan.	
	SP 1.3 Monitor Project Risks	
	Monitor risks against those identified in the project plan.	
	SP 1.4 Monitor Data Management	
	Monitor the management of project data against the project plan.	
	SP 1.5 Monitor Stakeholder Involvement	
	Monitor stakeholder involvement against the project plan.	
	SP 1.6 Conduct Progress Reviews	
	Periodically review the project’s progress, performance, and issues.	
	SP 1.7 Conduct Milestone Reviews	
	Review the project’s accomplishments and results at selected project milestones	

Process Area : Project Monitoring And Control

Project Management Process & Maturity Level 3

Purpose	Provide an understanding of the project's progress so that appropriate corrective actions can be taken when the project's performance deviates significantly from the plan.
----------------	---

SG 2: Manage Corrective Action To Closure

Corrective actions are managed to closure when the project's performance or results deviate significantly from the plan

SP 2.1 Analyze Issues

Collect and analyze issues and determine corrective actions to address them.

SP 2.2 Take Corrective Action

Take corrective action on identified issues.

SP 2.3 Manage Corrective Actions

Manage corrective actions to closure.

Process Area : Requirements Development		Engineering& Maturity Level 3
Purpose	Elicit, analyze and establish customer, product, and product component requirements.	
SG 1: Develop Customer Requirements		
Stakeholder needs, expectations, constraints, and interfaces are collected and translated into customer requirements.		
	SP 1.1 Elicit Needs	
	Elicit stakeholder needs, expectations, constraints, and interfaces for all phases of the product lifecycle.	
	SP 1.2 Transform Stakeholder Needs Into Customer Requirements	
	Transform stakeholder needs, expectations, constraints and interfaces into prioritized customer requirements.	
SG 2: Develop Product Requirements		
Customer requirements are refined and elaborated to develop product and product component requirements.		
	SP 2.1 Establish Product And Product Component Requirements	
	Establish and maintain product and product component requirements, which are based on the customer requirements.	
	SP 2.2 Allocate Product Component Requirements	
	Refer to the Technical Solution process area for more information about selecting product component solutions.	
	SP 2.3 Identify Interface Requirements	
	Identify interface requirements.	

Process Area : Requirements Development		Engineering & Maturity Level 3
Purpose	Elicit, analyze and establish customer, product, and product component requirements.	
SG 3: Analyze And Validate Requirements The requirements are analyzed and validated.		
	SP 3.1 Establish Operational Concepts And Scenarios Establish and maintain operational concepts and associated scenarios.	
	SP 3.2 Establish A Definition Of Required Functionality And Quality Attributes Establish and maintain a definition of required functionality and quality attributes.	
	SP 3.3 ANALYZE REQUIREMENTS Analyze requirements to ensure that they are necessary and sufficient.	
	SP 3.4 Analyze Requirements To Achieve Balance Analyze requirements to balance stakeholder needs and constraints.	
	SP 3.5 Validate Requirements Validate requirements to ensure the resulting product will perform as intended in the end user's environment.	

Process Area : Measurement And Analysis

SG 1: Align Measurement And Analysis Activities

- Measurement objectives and activities are aligned with identified information needs and objectives.
- **SP 1.1 Establish Measurement Objectives**
 - Establish and maintain measurement objectives derived from identified information needs and objectives.
- **SP 1.2 Specify Measures**
 - Specify measures to address measurement objectives.
- **SP 1.3 Specify Data Collection And Storage Procedures**
 - Specify how measurement data are obtained and stored.
- **SP 1.4 Specify Analysis Procedures**
 - Specify how measurement data are analyzed and communicated

<i>Example Project, Organizational, or Business Objectives</i>	<i>Information Need</i>	<i>Measurement Objective</i>	<i>Measurement Information Categories</i>	<i>Example Base Measures</i>	<i>Example Derived Measures</i>
Shorten time to delivery Be first to market the product	What is the estimated delivery time?	Provide insight into schedule fluctuations and progress	Schedule and progress	Estimated and actual start and end dates by task	Milestone performance
					Percentage of project on time
					Schedule estimation accuracy
Increase market share by reducing costs of products and services	How accurate are the size and cost estimates?	Provide insight into actual size and costs compared to plan	Size and effort	Estimated and actual effort and size	Productivity
			Effort and cost	Estimated and actual cost	Cost performance Cost variance
Deliver specified functionality	Has scope or project size grown?	Provide insight into actual size compared to plan, identify unplanned growth	Size and stability	Requirements count	Requirements volatility
					Size estimation accuracy
				Function point count	Estimated vs. actual function points
				Lines of code count	Amount of new, modified, and reused code

<i>Example Project, Organizational, or Business Objectives</i>	<i>Information Need</i>	<i>Measurement Objective</i>	<i>Measurement Information Categories</i>	<i>Example Base Measures</i>	<i>Example Derived Measures</i>
Reduce defects in products delivered to the customer by 10% without affecting cost	Where are defects being inserted and detected prior to delivery?	Evaluate the effectiveness of defect detection throughout the product lifecycle	Quality	Number of defects inserted and detected by lifecycle phase Product size	Defect containment by lifecycle phase Defect density
	What is the cost of rework?	Determine the cost of correcting defects	Cost	Number of defects inserted and detected by lifecycle phase Effort hours to correct defects Labor rates	Rework costs
Reduce information system vulnerabilities	What is the magnitude of open system vulnerabilities?	Evaluate the effectiveness of mitigating system vulnerabilities	Information assurance	Number of system vulnerabilities identified and number of system vulnerabilities mitigated	Percentage of system vulnerabilities mitigated

Process Area : Measurement And Analysis

SG 2: Provide Measurement Results

- Measurement results, which address identified information needs and objectives, are provided.
- **SP 1.1 Obtain Measurement Data**
 - Obtain specified measurement data.
- **SP 1.2 Analyze Measurement Data**
 - Analyze and interpret measurement data.
- **SP 1.3 Store Data And Results**
 - Manage and store measurement data, measurement specifications, and analysis results.
- **SP 1.4 Communicate Results**
 - Communicate results of measurement and analysis activities to all relevant stakeholders.

Process Area : Requirements Management		Project Management Process & Maturity Level 2
Purpose	Manage requirements of the project’s products and product components and to ensure alignment between those requirements and the project’s plans and work products.	
SG 1: Manage Requirements		
Requirements are managed and inconsistencies with project plans and work products are identified.		
	SP 1.1 Understand Requirements	
	Develop an understanding with the requirements providers on the meaning of the requirements.	
	SP 1.2 Obtain Commitment To Requirements	
	Obtain commitment to requirements from project participants.	
	SP 1.3 Manage Requirements Changes	
	Manage changes to requirements as they evolve during the project.	
	SP 1.4 Maintain Bidirectional Traceability Of Requirements	
	Maintain bidirectional traceability among requirements and work products.	
	SP 1.5 Ensure Alignment Between Project Work And Requirements	
	Ensure that project plans and work products remain aligned with requirements	