

# CPRE

## Certified Professional for Requirements Engineering

سطح مبنای  
سرفصل

Stan Bühne

Martin Glinz

Hans van Loenhoud

Stefan Staal

# IREB

1. افراد و آموزش دهندگان ممکن است از این برنامه درسی به عنوان مبنایی در سمینارهای خود استفاده کنند، مشروط بر اینکه حق چاپ به اثبات رسیده و در مطالب سمینار گنجانده شود. هر شخصی که قصد استفاده تبلیغاتی از این سرفصل را داشته باشد، به اجازه کتبی از بورد بین المللی مهندسی نیازمندی‌ها احتیاج دارد.
2. فرد یا گروهی از افراد می‌توانند از این برنامه درسی به عنوان پایه‌ای برای مقالات، کتاب‌ها یا سایر نشریات مشتق شده استفاده کنند، به شرطی که داشتن حق چاپ برای نویسندگان و IREB e.V به عنوان منبع و صاحب این سند در چنین نشریاتی اذعان شده باشد.

© IREB e.V.

تمام حقوق محفوظ است. هیچ بخشی از این مستند بدون اجازه کتبی قبلی از نویسندگان و یا IREB e.V قابل چاپ و ذخیره‌سازی در سیستم‌های رایانه‌ای یا هر شکل و وسیله دیگری نظیر وسایل الکترونیکی، مکانیکی، فتوکپی، ضبط کردن یا موارد دیگر نیست.

### قدردانی

این سرفصل در ابتدا در سال 2007 توسط Karol Frühauf، Emmerich Fuchs، Martin Glinz، Rainer Grau، Chris Rupp و Colin Hood، Frank Houdek، Peter Hruschka، Barbara Paech، Klaus Pohl است. آن‌ها توسط Ian Alexander، Joseph Bruder، Samuel Fricker، Günter Halmans، Peter Jaeschke، Sven Krause، Steffen Lentz، Urte Pautz، Suzanne Robertson، Dirk Schüpferling، Johannes Staub، Thorsten Weyer و Joy Beatty پشتیبانی شدند.

نسخه 3 یک بازنگری اساسی است که توسط Stefan Staal و Stan Bühne، Martin Glinz، Hans van Loenhoud، Camille Salinesi و Karol Frühauf، Rainer Grau، Kim Lauenroth، Chris Rupp پشتیبانی شده‌اند.

در طول این بازنگری اساسی، بازخوردها توسط Xavier Franch، Karol Frühauf، Rainer Grau، Frank Houdek، Thorsten Weyer ارائه شدند. بازخورد تکمیلی توسط Hans-Jörg Steffe و Wim Decoutere ارائه شدند.

بررسی‌ها توسط Christoph Ebert، Barbara Paech و Chris Rupp انجام شده است.

در تاریخ 22 ژوئیه 2020 به توصیه Xavier Franch و Frank Houdek توسط شورای IREB تایید شده است. ترجمه انگلیسی به فارسی این متن توسط آیدین ضیاپور سُهی، آراز ساعی ارسی، حسن حقیقی و محمود نشاطی انجام شده است. ما از تمامی این افراد بابت مشارکتشان تشکر می‌کنیم.

حق کپی رایت © 2007-2022 برای این سرفصل به همراه نویسندگان ذکر شده در بالا محفوظ است. این حقوق به بورد بین المللی مهندسی نیازمندی‌ها منتقل شده است. (IREB)، کارسلروهه، آلمان

### مقدمه

در تابستان سال 2017، ما اقدام به برگزاری یک نظرسنجی در ارتباط با مدرک سطح مقدماتی حرفه‌ای گواهی شده برای مهندسی نیازمندی‌ها (CPRE) کردیم. هدف از این تحقیق، دریافت بازخورد در مورد ارتباط عملی بازار این گواهینامه از منظر آموزش دهندگان و گواهی شده‌های CPRE است که به عنوان مهندسين نیازمندی‌ها مشغول به کار هستند. [MFeA2019] این نظرسنجی نشان می‌دهد که هنوز سرفصل سطح پایه CPRE Foundation v2.2، به صورت کلی مهمترین نیازهای بازار را پاسخ می‌دهد و دانش مهندسی نیازمندی‌های مرتبط به کاندیدهای شرکت در آزمون را فراهم می‌کند. با این وجود، ما بازخوردی دریافت کردیم که برخی از تکنیک‌ها در عمل دیگر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، در حالی که سایر تکنیک‌ها در جستجو برای پیشرفت‌های توسعه تکرارپذیر و تطبیقی، از میان رفته‌اند. این بازخورد مطابق با برداشت IREB از تغییرات در زمینه مهندسی نیازمندی‌ها (RE) بود. بنابراین ما با حذف محتوای قدیمی و

اضافه کردن موارد جدید، یک ویرایش اساسی در سرفصل سطح مقدماتی CPRE ایجاد کردیم. نسخه 3 از برنامه درسی اصلاح شده بیانگر وضعیت مهندسی نیازمندی‌های معاصر است که هر دو رویکرد برنامه محور و چابک را مورد پوشش قرار می‌دهد. از کاندیداهایی طبق این سرفصل، به دنبال گرفتن گواهینامه CPRE هستند، انتظار می‌رود که دارای دانش مقدماتی توسعه سیستم مبتنی بر رویکردهای برنامه محور و چابک باشند.

### هدف از این مستند

این سرفصل به تعریف سطح مقدماتی گواهینامه حرفه‌ای مهندسی نیازمندی‌ها که توسط بورد بین‌المللی مهندسی نیازمندی‌ها (IREB) معرفی شده است می‌پردازد. این سرفصل مقدمات طراحی و ایجاد مطالب درسی را برای آموزش دهندگان فراهم می‌کند. دانشجویان می‌توانند از این سرفصل برای آمادگی شرکت در آزمون استفاده کنند.

### محتوای سرفصل

سطح مقدماتی نیازهای کلیه افراد درگیر در موضوع مهندسی نیازمندی‌ها را برطرف می‌کند. این سطح شامل افرادی است که در نقش‌هایی مانند مهندس نیازمندی‌ها، تحلیل‌گر کسب‌وکار، تحلیل‌گر سیستم، مالک محصول یا مدیر محصول، توسعه دهنده، مدیر پروژه، مدیر فناوری اطلاعات یا کارشناس دامنه فعالیت دارند.

این سرفصل و کتابچه راهنمای مربوطه از اصطلاح "RE" برای مهندسی نیازمندی‌ها استفاده می‌کند.

### محدوده محتوا

CPRE مقدماتی به بحث در رابطه با اصول بنیادی هر سیستم (نظیر برنامه‌های کاربردی موبایل، سیستم‌های اطلاعاتی یا سیستم‌های فیزیکی-سایبری) می‌پردازد. علاوه بر این، سطح مقدماتی CPRE هیچ فرآیند توسعه خاصی را مبنای کار خود قرار نمی‌دهد و همچنین به یک دامنه کاربرد خاص متصل نمی‌شود. تا زمانی که اهداف آموزشی این سرفصل کاملاً پوشش داده شود، این امکان وجود دارد که آموزش دهندگان به ارائه آموزش‌هایی بپردازند که بر انواع خاصی از سیستم‌ها، فرآیندها یا حوزه‌های کاربردی متمرکز باشد.

### سطح جزئیات

سطح جزئیات این سرفصل موجب سازگاری تدریس و آزمون در سطح بین‌المللی می‌شود. برای رسیدن به این هدف، این سرفصل از موارد زیر تشکیل شده است:

- اهداف آموزشی عمومی
- محتوا به همراه شرح اهداف آموزشی
- ارجاع به متون بیشتر (در صورت لزوم)

### اهداف آموزشی / سطوح دانش شناختی

کلیه واحدها و اهداف آموزشی در این سرفصل به یک سطح شناختی اختصاص داده شده‌اند. سطوح زیر در این سرفصل مورد استفاده قرار گرفته اند:

- **L1: دانستن** (توصیف، برشمردن، مشخص کردن، شناسایی، نامگذاری، به یاد آوردن، ...) - یادآوری یا بازیابی مطالب قبلاً آموخته شده.
- **L2: درک** (تشریح کردن، تفسیر کردن، تکمیل کردن، خلاصه کردن، توجیه کردن، طبقه‌بندی، مقایسه کردن، ...) - درک / ساختن معنی از مواد یا موقعیت‌های داده شده.
- **L3: اعمال** (مشخص کردن، نوشتن، طراحی، توسعه دادن، پیاده‌سازی، ...) - استفاده از دانش و مهارت در موقعیت‌های معین.

سطوح بالاتر شامل پایین‌تر می‌شوند. توجه داشته باشید که تمامی اصطلاحاتی که در واژه‌نامه به عنوان اصطلاحات پایه معرفی شده‌اند، باید مورد یادگیری قرار گیرند (L1)، حتی اگر به طور صریح در اهداف آموزشی ذکر نشده باشد. واژه‌نامه در صفحه اصلی IREB جهت دانلود در دسترس است

<https://www.ireb.org/downloads/#cppe-glossary>

### ساختار سرفصل

این سرفصل از هفت بخش اصلی تشکیل شده است. هر بخش یک واحد درسی (EU) را پوشش می‌دهد. عناوین فصل اصلی شامل سطح شناختی فصل‌های آن‌ها است که شامل بالاترین سطح زیر فصل‌های آن‌ها می‌شود. مدت زمان نشان داده شده شامل زمان مورد نیاز برگزاری یک دوره آموزشی برای آن بخش است. شرکت‌های آموزشی برای اختصاص وقت بیشتر آزاد هستند، با این حال باید نسبت‌های واحدهای درسی را حفظ کنند. اصطلاحات مهم مورد استفاده در یک فصل در ابتدای فصل ذکر شده است.

### مثال

واحد درسی 4 روش‌هایی برای تشریح نیازمندی‌ها (L3)

مدت زمان: 4 ساعت و 30 دقیقه

اصطلاحات: منبع نیازمندی‌ها، مرز سیستم، زمینه سیستم، استخراج نیازمندی‌ها، اعتبارسنجی نیازمندی‌ها، ذینفعان، مدل کانو، تناقض، حل تناقض

این مثال نشان می‌دهد که فصل 4 شامل اهداف آموزشی در سطح L3 است و چهار ساعت و نیم برای آموزش مطالب در این فصل در نظر گرفته شده است.

هر فصل شامل فصل‌های فرعی است. همچنین عناوین آن‌ها شامل سطح شناختی محتوای آن‌ها است.

اهداف آموزشی (EO) قبل از متن اصلی ذکر شده است. شماره گذاری، زیر فصل مرتبط را نمایش می‌دهد. به عنوان مثال، هدف آموزشی EO 4.2.1 در بخش 4.2 توضیح داده شده است.

### ترتیب مباحث در برنامه درسی

ترتیب فصل‌ها در این سرفصل شامل یک ترتیب منطقی از مباحث مرتبط است. با این حال، نیازی نیست موضوعات ذکر شده دقیقاً به این ترتیب آموزش داده شوند. آموزش دهنده‌ها می‌توانند مطالب را به هر ترتیبی آموزش دهند (از جمله در هم آمیختن موضوعات مربوط به واحدهای آموزشی) که متناسب با آن در متن آموزش خود مناسب می‌دانند و متناسب با مفاهیم آموزشی آن‌ها است.

### آزمون

این سرفصل مبنای آزمون گواهینامه سطح مقدماتی CPRE است.

یک سؤال در آزمون می‌تواند مطالب مربوط به چندین فصل از سرفصل را پوشش دهد. تمامی فصل‌های موجود در سرفصل (1 تا 7 EU) می‌توانند مورد آزمون قرار گیرند.

فرمت آزمون به صورت چند گزینه‌ای است.

امتحانات می‌توانند بلافاصله پس از یک دوره آموزشی یا به صورت مستقل از دوره‌ها (به عنوان مثال، در یک مرکز امتحان) برگزار شوند. لیستی از نهادهای صدور گواهینامه IREB در وبسایت در دسترس است <https://www.ireb.org>.

نسخه	تاریخ	نظر
3.0.0	1 فوریه 2021	" اولین نسخه فارسی "
3.1.0	1 اکتبر 2022	<p>رفع اشتباهات تایپی و ارجاعات در کل سند برای بهبود خوانایی.</p> <p>واحد درسی 1:</p> <p>هدف یادگیری EO 1.3.2 به EO 1.1.2 منتقل شد.</p> <p>EO 1.2.2 و EO 1.3.1 به روز شد.</p> <p>واحد درسی 3:</p> <p>هدف آموزشی EO 3.1.3 به روز شد.</p> <p>واحد درسی 3.1.2: مجدداً بر روی سطوح انتزاع پاراگرافها کار شد.</p> <p>واحد درسی 3.4: تمام انواع مدل‌هایی که نیازی به اعمال در سطح پایه ندارند به زیربخش جدید 3.4.6 منتقل شده‌اند.</p> <p>عنوان "مستندات مورد نیاز و ساختارهای مستندات" به روز شد.</p> <p>واحد درسی 4:</p> <p>واحد درسی 4.1: شرح ذینفعان و نقش‌های ذینفعان تدقیق شد.</p> <p>واحد درسی 4.2: مقدمه و توجیه تکنیک‌های دیزاین و ایده‌پردازی در جهت دقیق‌تر شدن، به روزرسانی شده است.</p> <p>واحد درسی 4.3: عنوان "حل تعارضات در مورد نیازمندی‌ها" به روز شد.</p> <p>واحد درسی 6:</p> <p>واحد درسی 6.3.1 و واحد درسی 6.5.2 اندکی اصلاح شده است.</p>
3.1.1	1 ژانویه 2024	طراحی جدید شرکتی
3.2.0	26 فوریه 2024	اصلاحات چیدمان برای طراحی جدید شرکت

5.....	تاریخچه نسخه	
6.....	محتوا	
9.....	معرفی و بررسی اجمالی مهندسی نیازمندی‌ها (L2)	1
9.....	1.1 مهندسی نیازمندی‌ها: چستی (L1)	
10.....	1.2 مهندسی نیازمندی‌ها: چرایی (L2)	
10.....	1.3 مهندسی نیازمندی‌ها: موقعیت (L2)	
10.....	1.4 مهندسی نیازمندی‌ها: چگونگی (L1)	
10.....	1.5 نقش و وظیفه مهندس نیازمندی‌ها (L1)	
11.....	1.6 چه مواردی را باید در مورد مهندسی نیازمندی‌ها بیاموزید (L1)	
12.....	اصول بنیادی مهندسی نیازمندی‌ها (L2)	2
12.....	2.1 بررسی اجمالی اصول (L1)	
12.....	2.2 اصول توضیح داده شده (L2)	
16.....	محصولات کاری و روش‌های مستندسازی (L3)	3
17.....	3.1 محصولات کاری در مهندسی نیازمندی‌ها (L2)	
17.....	3.1.1 ویژگی‌های محصولات کاری (L1)	
17.....	3.1.2 سطوح انتزاع (L2)	
18.....	3.1.3 سطح جزئیات (L2)	
18.....	3.1.4 جنبه‌هایی که باید در محصولات کار در نظر گرفته شود (L1)	
19.....	3.1.5 دستورالعمل‌های مستندسازی عمومی (L1)	
19.....	3.1.6 محصولات کاری را برای استفاده برنامه ریزی کنید (L1)	
19.....	3.2 محصولات کاری مبتنی بر زبان طبیعی (L2)	
20.....	3.3 محصولات کاری مبتنی بر الگو (L3)	
	3.4 مدل‌ها	21
21.....	3.4.1 نقش مدل‌ها در مهندسی نیازمندی‌ها (L2)	
22.....	3.4.2 زمینه مدلسازی (L2)	
22.....	3.4.3 ساختار مدل سازی و داده (L3)	

22.....	عملکرد و جریان مدل سازی (L3)	3.4.4
23.....	مدلسازی حالت و رفتار (L2)	3.4.5
23.....	انواع مدل های دیگر در مهندسی نیازمندی ها (L1)	3.4.6
23.....	واژهنامه ها (L2)	3.5
24.....	مستندات نیازمندی ها و ساختارهای مستندسازی	3.6
25.....	نمونه های اولیه در مهندسی نیازمندی ها (L1)	3.7
25.....	معیارهای کیفی برای محصولات کاری و نیازمندی ها (L1)	3.8
27.....	روش های برای بسط دادن نیازمندی ها (L3)	4
27.....	منابع نیازمندی ها (L3)	4.1
29.....	استخراج نیازمندی ها (L2)	4.2
30.....	حل تعارضات مربوط به نیازمندی ها (L2)	4.3
31.....	اعتبارسنجی نیازمندی ها (L2)	4.4
32.....	فرآیند و ساختار کاری (L3)	5
32.....	معیارهای تاثیرگذار (L2)	5.1
32.....	جنبه های فرآیند مهندسی نیازمندی ها (L2)	5.2
34.....	بیکربندی فرآیند مهندسی نیازمندی ها (L3)	5.3
36.....	روش های مدیریت برای نیازمندی ها (L2)	6
36.....	مدیریت نیازمندی ها چیست؟ (L1)	6.1
36.....	مدیریت چرخه عمر (L2)	6.2
36.....	کنترل نسخه (L2)	6.3
37.....	بیکربندی ها و مبنای (L1)	6.4
37.....	ویژگی ها و دیدگاه ها (L2)	6.5
38.....	قابلیت ردیابی (L1)	6.6
38.....	رسیدگی به تغییر (L1)	6.7
38.....	اولویت بندی (L1)	6.8
40.....	پشتیبانی ابزار (L2)	7

40.....	ابزارهای مهندسی نیازمندی‌ها (L1)	7.1
41.....	معرفی ابزار (L2)	7.2
42.....	منابع	



# 1 م معرفی و بررسی اجمالی مهندسی نیازمندی‌ها (L2)

هدف: درک چستی مهندسی نیازمندی‌ها و اصول آن

مدت زمان: 1 ساعت

شرایط: نیازمندی‌ها، مشخصات نیازمندی‌ها، مهندسی نیازمندی‌ها (RE)، ذینفع، سیستم، مهندس نیازمندی‌ها

## اهداف آموزشی

- هدف آموزشی 1.1.1 یادآوری واژگان بنیادی (L1)
- هدف آموزشی 2.1.1 درک تفاوت‌های انواع مختلف نیازمندی‌ها (L2)
- هدف آموزشی 1.2.1 تشریح ارزش مهندسی نیازمندی‌ها (L2)
- هدف آموزشی 2.2.1 برشمردن علائم و دلایل کیفیت نامناسب مهندسی نیازمندی‌ها (L1)
- هدف آموزشی 1.3.1 دانستن اینکه از مهندسی نیازمندی‌ها در چه جاهایی می‌توان استفاده کرد و در چه جاهایی اتفاق می‌افتد (L1)
- هدف آموزشی 1.4.1 دانستن وظایف اصلی مهندسی نیازمندی‌ها و متناسب سازی فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها برای اجرا (L1)
- هدف آموزشی 1.5.1 مشخص کردن نقش و وظایف مهندسی نیازمندی‌ها (L1)
- هدف آموزشی 1.6.1 به یاد داشتن این مورد که یک مهندس نیازمندی‌ها باید چه مواردی را فرا گیرد (L1)

## 1.1 مهندسی نیازمندی‌ها: چستی (L1)

مردم و سازمان‌ها دارای آرزوها و نیازهایی هستند که می‌خواهند موارد جدید ساخته شده یا موارد موجود تکامل یابند. ما این نوع از نیازها را *نیازمندی* می‌نامیم.

مواردی که باید ساخته شده یا تکامل یابند شامل:

- محصولات که به مشتریان ارائه می‌شوند
- خدماتی که در دسترس مشتریان قرار می‌گیرند
- دیگر تحویل‌دانی‌ها مانند دستگاه‌ها، روال‌ها یا ابزارهایی که به مردم و سازمان‌ها که برای رسیدن به هدفی خاص کمک می‌کنند.
- ترکیبات یا مؤلفه‌های محصولات، خدمات یا سایر تحویل‌دانی‌ها

همه این موارد را می‌توان به عنوان سیستم در نظر گرفت. در این سرفصل، ما از اصطلاح سیستم برای بیان انواع مواردی که *ذینفعان* به آن نیاز دارند استفاده می‌کنیم. *ذینفعان* اشخاص یا سازمان‌هایی هستند که بر نیازمندی‌های یک سیستم تأثیر می‌گذارند یا تحت تأثیر آن سیستم قرار می‌گیرند.

هدف مهندسی نیازمندی‌ها مشخص کردن و مدیریت نیازمندی‌های مرتبط با سیستم‌ها به گونه‌ای است که سیستم‌های اجرا شده و مستقر، خواسته‌ها و نیازهای ذینفعان خود را برآورده سازند.

ما میان سه نوع از نیازمندی در مهندسی نیازمندی‌ها تفاوت قائل هستیم [Glin2020]

- *نیازمندی‌های عملکردی* مربوط به نتیجه یا رفتاری است که باید توسط عملکرد یک سیستم ارائه شود. این مورد شامل نیازمندی‌های داده یا تعامل یک سیستم با محیط آن است.
- *نیازمندی‌های کیفی* مربوط به دغدغه‌های مربوط به کیفیت است که تحت پوشش نیازمندی‌های عملکردی مانند کارایی، دسترس‌پذیری، امنیت یا قابلیت اطمینان نیست.
- *فیدها* نیازمندی‌هایی هستند که فضای راه حل را فراتر از آنچه برای برآورده کردن نیازهای عملکردی و کیفی معین مورد نیاز است، محدود می‌کنند.

## 1.2 مهندسی نیازمندی‌ها: چرایی (L2)

مهندسی نیازمندی‌های مناسب موجب ایجاد ارزش افزوده در روند توسعه و تکامل یک سیستم می‌شود:

- کاهش ریسک توسعه سیستم اشتباه
- درک بهتر از مشکل
- مقدمات تخمین تلاش و هزینه توسعه
- پیش‌نیاز برای آزمون سیستم

علائم معمول مهندسی نیازمندی‌های ناکافی شامل نیازهای تعیین نشده، نامشخص یا نادرست هستند. به خصوص این اتفاق به دلایل زیر رخ می‌دهد:

- اقدام با عجله برای ساخت سیستم
- مشکلات ارتباطی بین طرف‌های درگیر
- فرض این که نیازمندی‌ها کاملاً مشهود هستند
- دانش و مهارت ناکافی در مهندسی نیازمندی‌ها

## 1.3 مهندسی نیازمندی‌ها: موقعیت (L2)

RE می‌تواند در مورد نیازمندی‌های هر نوع سیستمی اعمال شود. با این حال، کاربرد اصلی برای RE امروزه توسط سیستم‌هایی ارائه می‌شود که در آن نرم‌افزار نقش اصلی را ایفا می‌کند. چنین سیستم‌هایی معمولاً از مؤلفه‌های نرم‌افزار، عناصر فیزیکی و عناصر سازمانی تشکیل شده‌اند.

نیازمندی‌های می‌توانند در قالب موارد زیر اتفاق بیفتند:

- نیازمندی‌های سیستمی آنچه یک سیستم باید انجام دهد
- نیازمندی‌های ذینفع آنچه ذینفعان بسته دیدگاه خود می‌خواهند
- نیازمندی‌های کاربر آنچه کاربران بسته دیدگاه خود می‌خواهند
- نیازمندی‌های دامنه خواص دامنه مورد نیاز
- نیازمندی‌های تجاری اهداف تجاری و نیازهای سازمان

## 1.4 مهندسی نیازمندی‌ها: چگونگی (L1)

وظایف اصلی مهندسی نیازمندی‌ها شامل استخراج (4.2)، مستندسازی (3)، اعتبارسنجی (4.4) و مدیریت (6) نیازمندی‌ها می‌شود. استفاده از ابزار پشتیبان (7) ممکن است در انجام این وظایف کمک کننده باشد. تجزیه و تحلیل نیازمندی‌ها و حل و فصل تضاد مرتبط با آن‌ها (4.3) بخشی از فعالیت استخراج است. برای انجام صحیح فعالیت‌های مهندسی نیازمندی‌ها، باید یک فرآیند مناسب برای آن توسط طیف گسترده‌ای از امکانات تنظیم شود (5).

## 1.5 نقش و وظیفه مهندس نیازمندی‌ها (L1)

مهندس نیازمندی‌ها به طور معمول عنوان شغلی نیست بلکه نقشی است که در آن افراد به ایفای نقش در حوزه‌های زیر می‌پردازند:

- استخراج، مستندسازی، اعتبارسنجی و یا مدیریت نیازمندی‌ها را به عنوان بخشی از وظایف خود انجام بدهند.
- دانش عمیقی از مهندسی نیازمندی‌ها داشته باشند.
- می‌تواند شکاف بین مشکل و راه‌حل‌های بالقوه را پر کند.

در عمل، تحلیل‌گران کسب‌وکار، متخصصان برنامه، مالکان محصول، مهندسين سيستم و حتی توسعه دهندگان در نقش یک مهندس نیازمندی‌ها عمل می‌کنند.

## 1.6 چه مواردی را باید در مورد مهندسی نیازمندی‌ها بیاموزید (L1)

این سرفصل شامل مجموعه مهارت‌های اساسی است که یک مهندس نیازمندی‌ها باید فرا بگیرد. این مورد شامل اصول اساسی مهندسی نیازمندی‌ها (2)، نحوه مستندسازی نیازمندی‌ها در قالب‌های مختلف (3)، نحوه شرح دادن نیازمندی‌ها به کمک روش‌های مختلف (4)، نحوه تعریف و کار با فرآیندهای مناسب مهندسی نیازمندی‌ها (5)، نحوه مدیریت نیازمندی‌های فعلی (6) و نحوه استفاده از ابزار پشتیبان می‌شود.

## 2 اصول بنیادی مهندسی نیازمندی‌ها (L2)

هدف دانستن و درک اصول مهندسی نیازمندی‌ها

مدت زمان 1 ساعت 30 دقیقه

اصطلاحات زمینه، نیازمندی، مهندسی نیازمندی‌ها (RE)، ذینفع، درک مشترک، اعتبارسنجی

### اهداف آموزشی

- هدف آموزشی 1.1.2 بر شمردن اصول مهندسی نیازمندی‌ها (L1)
- هدف آموزشی 1.2.2 به خاطر سپردن اصطلاحات مرتبط با اصول (L1)
- هدف آموزشی 2.2.2 تشریح اصول و چرایی اهمیت آن‌ها (L2)

### 2.1 بررسی اجمالی اصول (L1)

مهندسی نیازمندی‌ها توسط مجموعه‌ای از اصول بنیادی اداره می‌شود که در مورد کلیه وظایف، فعالیت‌ها و عملکردها در مهندسی نیازمندی‌ها اعمال می‌شود. نه اصل زیر تشکیل دهنده پایه‌ای برای روش‌های ارائه شده در فصل‌های بعدی این سرفصل هستند.

1. ارزش-محور: نیازمندی‌ها وسیله‌ای برای رسیدن به یک هدف هستند و به خودی خود به عنوان هدف شناخته نمی‌شوند.
2. ذینفعان: مهندسی نیازمندی‌ها در مورد پاسخ به خواسته‌ها و نیازهای ذینفعان است.
3. درک مشترک: توسعه موفقیت‌آمیز سیستم‌ها بدون پایه مشترک غیرممکن است.
4. زمینه: سیستم‌ها را نمی‌توان در انزوا درک کرد.
5. مشکل - نیازمندی - راهکار: سه گانه ناگزیر در هم تنیده.
6. اعتبارسنجی: نیازمندی‌های اعتبارسنجی نشده بی‌فایده هستند.
7. تکامل: تغییر نیازمندی‌ها یک رویداد تصادفی نیست، اما به هر حال اتفاق می‌افتد.
8. نوآوری: موارد مشابه کافی نیست.
9. کار سیستماتیک و منضبط: بدون مهندسی نیازمندی‌ها نمی‌توانیم کاری از پیش ببریم.

### 2.2 اصول توضیح داده شده (L2)

**اصل 1 ارزش محوری: نیازمندی‌ها وسیله‌ای برای رسیدن به یک هدف هستند و به خودی خود به عنوان هدف شناخته نمی‌شوند**

ارزش یک نیازمندی برابر است با منافع آن منهای هزینه استخراج، مستندسازی، اعتبارسنجی و مدیریت نیازمندی. مزایای یک نیازمندی، سطحی است که کمک می‌کند تا:

- سیستم‌هایی بسازید که خواسته‌ها و نیازهای ذینفعان آن را برآورده سازد.
- در هنگام توسعه سیستم خطر خرابی و انجام کارهای پر هزینه را کاهش دهید.

## اصل 2 ذینفعان: مهندسی نیازمندی‌ها در مورد راضی کردن ذینفعان، خواسته و نیازهای آنها است

از آنجا که RE در مورد درک خواسته‌ها و نیازهای ذینفعان است، برخورد صحیح با ذینفعان به عنوان یک فعالیت اصلی در RE به حساب می‌آید. هر ذینفع در زمینه سیستمی که باید ساخته شود نقش دارد - به عنوان مثال کاربر، ارباب رجوع، مشتری، اپراتور یا تنظیم کننده قوانین نظارتی. یک ذینفع ممکن است ایفا کننده بیش از یک نقش به صورت همزمان باشد. برای شرايطی که نقش‌های ذینفعان توسط افراد بسیاری ایفا می‌شوند، توصیفات داستان محور پرسونا می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب مورد استفاده قرار گیرند. تنها در نظر گرفتن نیازهای کاربران نهایی یا مشتریان کافی نیست. انجام این کار بدان معنی است که ما ممکن است نیازهای مهم سایر ذینفعان را از دست بدهیم. کاربرانی که باز خوردی در مورد سیستم در حال استفاده ارائه می‌دهند نیز باید به عنوان ذینفعان در نظر گرفته شوند. ذینفعان ممکن است نیازها و دیدگاه‌های متفاوتی داشته باشند که منجر به تعارض و تضاد در نیازمندی‌ها شود. این وظیفه مهندسی نیازمندی‌ها است که به شناسایی و حل این تعارض‌ها بپردازد. درگیر شدن افراد مناسب در نقش‌های ذینفع مرتبط، برای موفقیت مهندسی نیازمندی‌ها بسیار حائز اهمیت است. روش‌های شناسایی، اولویت‌بندی و کار با ذینفعان در 4 تشریح شده است.

## اصل 3 درک مشترک: توسعه موفقیت آمیز سیستم بدون پایه‌ای مشترک غیرممکن است

RE باعث ایجاد، تقویت و ایجاد تفاهم مشترک بین طرفین درگیر یعنی: ذینفعان، مهندسين نیازمندی‌ها و توسعه دهندگان می‌شود. دو نوع درک مشترک وجود دارد:

- درک مشترک صریح (دستیابی به نیازمندی‌های مستند و توافق شده)
- درک مشترک ضمنی (بر اساس دانش مشترک در مورد نیازها، چشم‌اندازها، متن و غیره)

دانش دامنه، همکاری موفقیت آمیز قبلی، فرهنگ و ارزش‌های مشترک و اعتماد متقابل، عوامل مؤثر در ایجاد درک مشترک هستند، در حالی که مسافت فاصله جغرافیایی، برون سپاری یا تیم‌های بزرگی که میزان تغییرات بالایی دارند جزئی از موانع محسوب می‌شوند. روش‌های اثبات شده برای دستیابی به درک مشترک شامل ایجاد و ازنامه‌ها (3.5)، ایجاد نمونه‌های اولیه (3.7) یا استفاده از یک سیستم موجود به عنوان یک مرجع می‌باشد. روش‌های ارزیابی درک مشترک شامل نمونه‌هایی از نتایج مورد انتظار، کاوش نمونه‌های اولیه یا برآورد هزینه اجرای یک نیازمندی می‌شود. مهم‌ترین روش برای کاهش تأثیر سوء تفاهم، استفاده از فرآیندی با حلقه‌های بازخورد کوتاه است.

## اصل 4 زمینه: سیستم‌ها را نمی‌توان در انزوا درک کرد

سیستم‌ها در یک زمینه تعبیه شده‌اند. بدون درک آن زمینه، به درستی مشخص نمودن یک سیستم، امری غیر ممکن است. در RE، زمینه یک سیستم بخشی از محیط آن سیستم است که برای درک سیستم و نیازمندی‌های آن ضروری است. مرز سیستم مرز بین یک سیستم و زمینه اطراف آن است. در ابتدا، مرز سیستم اغلب مشخص نیست و حتی ممکن است با گذشت زمان تغییر کند.

شفاف سازی مرز سیستم و تعیین رابط‌های خارجی بین سیستم و عناصر زمینه‌ای که با آن تعامل برقرار می‌شود از وظایف اصلی RE محسوب می‌شود. در عین حال، باید دانه سیستم - یعنی دامنه مواردی که می‌توانند هنگام توسعه سیستم ساختاردهی و طراحی شوند - مشخص شود. همچنین ما باید مرز زمینه را در نظر بگیریم که بخش‌های مرتبط با مهندسی نیازمندی‌ها را از سایر بخش‌ها جدا می‌کند.

هنگام مشخص کردن یک سیستم، فقط در نظر گرفتن نیازمندی‌های موجود در مرز سیستم کافی نیست. همچنین در مهندسی نیازمندی‌ها موردی که باید در نظر بگیرید شامل:

- تغییر در زمینه‌ای که ممکن است بر نیازمندی‌های سیستم تأثیر بگذارد.
- نیازمندی‌های واقعی مرتبط برای سیستم (و نحوه نگاشت آن‌ها به نیازمندی‌های سیستمی).
- مفروضات زمینه که باید در جهت کارآمد ساختن سیستم و برآورده کردن نیازهای دنیای واقعی در نظر گرفته شوند.

## اصل 5 مشکل-نیازمندی-راه حل: سه گانه ناگزیر در هم تنیده

مشکل زمانی پیش می‌آید که ذینفعان از وضعیت موجود راضی نیستند. نیازمندی‌ها برای رهایی از مشکل یا ساده کردن آن، آنچه ذینفعان به آن نیاز دارند را ثبت می‌کنند. یک سیستم اجتماعی-فنی که این شرایط را برآورده می‌کند، راه حل نامیده می‌شود.

مشکلات - نیازمندی‌ها - راه‌حل‌ها لزوماً به این ترتیب بروز نمی‌کنند. ایده‌های راه‌حل ممکن است به ایجاد نیازهای کاربر منجر شود که این موارد باید به عنوان نیازمندی‌ها مورد نظر قرار گیرند و در یک راه‌حل پیاده‌سازی شوند. این مورد معمولاً در هنگام نوآوری اتفاق می‌افتد.

- مشکلات، نیازمندی‌ها و راه‌حل‌ها به شدت در هم تنیده شده‌اند: آنها نمی‌توانند در انزوای حل شوند.
- با این وجود، مهندسين نیازمندی‌ها تا حد امکان به جداسازی مشکلات، نیازمندی‌ها و راه‌حل‌ها از یکدیگر در هنگام تفکر، برقراری ارتباط و مستندسازی می‌پردازند. این جداسازی دغدغه‌ها منجر به آسان‌تر شدن مدیریت وظایف مهندسی نیازمندی‌ها می‌شود.

## اصل 6 اعتبارسنجی: نیازمندی‌های اعتبارسنجی نشده بی فایده هستند

سرانجام باید تأیید کنیم که سیستم مستقر، خواسته‌ها و نیازهای ذینفعان را برآورده می‌کند. به منظور کنترل ریسک ذینفعان ناراضی، اعتبارسنجی نیازمندی‌ها باید از ابتدا در حین مهندسی نیازمندی‌ها اجرا شود. ما باید بررسی کنیم که آیا:

- توافق در مورد نیازمندی‌ها ما بین ذینفعان حاصل شده باشد،
- خواسته‌ها و نیازهای ذینفعان با نیازمندی‌ها مطابقت داشته باشد.
- فرضیات زمینه (مورد اصل 4 مشاهده شود) منطقی باشد.

روش‌های اعتبارسنجی نیازمندی‌ها در 4.4 مورد بحث قرار گرفته است.

## اصل 7 تکامل: تغییرات نیازمندی‌ها یک تصادف نیست، اما امری عادی است.

سیستم‌ها و نیازمندی‌های آن‌ها منوط به تکامل هستند. این بدان معنی است که آنها دائماً در حال تغییر هستند. درخواست‌های تغییر نیازمندی یا مجموعه‌ای از نیازمندی‌ها ممکن است ناشی از موارد زیر باشند:

- تغییر فرآیندهای تجاری
- راه‌اندازی محصولات و خدمات جدید توسط رقبا
- مشتریانی که اولویت‌ها یا نظرات خود را تغییر می‌دهند
- تغییر در تکنولوژی
- تغییر قوانین یا مقررات

▪ بازخورد از کاربران سیستم شامل درخواست برای ویژگی جدید و یا تغییر یافته علاوه بر این، نیازمندی‌ها ممکن است به هنگام بازخورد از ذینفعان هنگام اعتبارسنجی نیازمندی‌ها، به دلیل تشخیص اشتباهات در موارد قبلی منتخب یا به دلیل تغییر نیازهای ذینفعان، تغییر کنند.

در نتیجه، مهندسين نیازمندی‌ها باید دو هدف به ظاهر متناقض را دنبال کنند:

- نیازمندی‌های لازم برای تغییر
- ثابت نگه داشتن نیازها

جزئیات مرتبط به چگونگی دستیابی به این هدف در 6.7 مورد بحث قرار گرفته است.

## اصل 8 نوآوری: موارد مشابه کافی نیست

تحويل دادن مواردی که ذینفعان دقیقاً آن‌ها را می‌خواهند، فرصت ساخت سیستم‌هایی که ذینفعان را بهتر از آنچه که فکر کنند خوشحال کند، از بین می‌برد. مهندسی مناسب نیازمندی‌ها تنها سعی در راضی کردن ذینفعان نمی‌کند بلکه آن‌ها را خوشحال و هیجان‌زده کرده و یا در آن‌ها احساس امنیت ایجاد می‌کند. این تمام چیزی است که به نوآوری مرتبط می‌شود.

مهندسی نیازمندی‌ها در قالب‌های ذکر شده در زیر به شکل‌دهی سیستم‌های نوآور می‌پردازد:

- در یک مقیاس کوچک با تلاش برای ارائه ویژگی‌های جدید هیجان‌انگیز و سهولت در استفاده.
- در مقیاس بزرگ با تلاش برای ایجاد ایده‌های جدید سازنده بازارهای جدید و مختل‌کننده بازارهای فعلی

در 4.2، در مورد چندین روش برای تقویت نوآوری در مهندسی نیازمندی‌ها بحث شده است.

## اصل 9 کار سیستماتیک و منضبط: ما نمی‌توانیم بدون مهندسی نیازمندی‌ها کاری از پیش ببریم

صرف نظر از روند توسعه واقعی مورد استفاده، نیاز برای به کار گرفتن فرآیندها و روش‌های مناسب در جهت انتخاب سیستماتیک، مستندسازی، اعتبارسنجی و مدیریت نیازمندی‌ها وجود دارد. صرف نظر از روند توسعه واقعی مورد استفاده، ما باید فرآیندها و روش‌های مناسبی را برای انتخاب سیستماتیک، مستندسازی، اعتبارسنجی و مدیریت نیازمندی‌ها به کار گیریم. حتی هنگامی که یک سیستم به صورت تک-کاره توسعه می‌یابد، یک رویکرد سیستماتیک و منضبط نسبت به RE باعث افزایش کیفیت سیستم می‌شود.

هیچ فرآیند یا عمل واحدی در RE وجود ندارد که در هر موقعیت معینی یا حداقل در اکثر موقعیت‌ها به خوبی کار کند. کار سیستماتیک و منضبط بدان معنی است که مهندسين نیازمندی‌ها:

- فرآیندها و روش‌های مرتبط با آن‌ها را با مشکل، زمینه و محیط مشخص سازگار کنند.
- همیشه از یک روند و مجموعه روش‌های مشابه استفاده نکنند.
- از فرآیندها و روش‌های قبلی موفق مهندسی نیازمندی‌ها بدون تأمل استفاده نکنند.

برای هر تلاش مجدد، فرآیندها، روش‌ها و محصولات کاری باید انتخاب شوند که متناسب با شرایط خاص باشد. جزئیات در 3، 4، 5 و 6 به تفصیل ذکر شده‌اند.

### 3 محصولات کاری و روش‌های مستندسازی (L3)

هدف: درک نقش بنیادی محصولات کاری در مهندسی نیازمندی‌ها و توانایی ساخت محصولات کاری

مدت زمان: 7 ساعت

اصطلاحات: محصول کاری، محصولات مبتنی بر زبان طبیعی، محصولات کاری مبتنی بر الگو، محصولات کاری مبتنی بر مدل، واژنامه، معیارهای کیفی، مشخصات نیازمندی‌ها

#### اهداف آموزشی

- هدف آموزشی 1.1.3 شناسایی ویژگی‌های محصولات کاری RE و برشمردن انواع متفاوت محصولات کاری (L1)
- هدف آموزشی 2.1.3 دانستن این مورد که هر محصول کاری می‌تواند برای چه مواردی مورد استفاده قرار گیرد و مدت طول عمر محصولات کاری (L1)
- هدف آموزشی 3.1.3 تشریح کردن سطوح انتزاع نیازمندی‌ها، از جمله نحوه انتخاب سطوح مناسب انتزاع و سطوح جزئیات (L2)
- هدف آموزشی 4.1.3 دانستن جنبه‌هایی که باید در محصولات کاری مورد توجه قرار گیرد و روابط متقابل بین این جنبه‌ها (L1)
- هدف آموزشی 5.1.3 ذکر کردن دستورالعمل‌های کلی مستندسازی (L1)
- هدف آموزشی 6.1.3 تشریح کردن چرایی اهمیت برنامه ریزی محصولات کاری برای استفاده (L1)
- هدف آموزشی 1.2.3 شناسایی محصولات کاری مبتنی بر زبان طبیعی و مزایا و معایب آن‌ها (L1)
- هدف آموزشی 2.2.3 تشریح قوانین نوشتن نیازمندی‌های مناسب مبتنی بر زبان طبیعی (L2)
- هدف آموزشی 1.3.3 شناسایی دسته‌بندی‌های محصولات کاری مبتنی بر الگو و مزایا و معایب آن‌ها (L1)
- هدف آموزشی 2.3.3 مشخص کردن نیازمندی فردی و یک داستان کاربر با استفاده از الگوی عبارت (L3)
- هدف آموزشی 3.3.3 مشخص کردن مورد کاربرد با استفاده از الگوی فرم (L3)
- هدف آموزشی 1.4.3 درک نقش، هدف و استفاده مدل‌ها در مهندسی نیازمندی‌ها (L2)
- هدف آموزشی 2.4.3 درک مزایا و محدودیت‌های مدل‌سازی در مهندسی نیازمندی‌ها (L2)
- هدف آموزشی 3.4.3 دانستن اصطلاحات مدل، زبان مدل‌سازی، مدل فعالیت، نمودار فعالیت، مدل کلاس، نمودار کلاس، مدل زمینه، نمودار زمینه، مدل دامنه، مدل هدف، مدل تعامل، مدل فرآیند، نمودار توالی، نمودار حالت، ماشین حالت، نمودار ماشین حالت، مورد کاربرد، نمودار مورد کاربرد (L1)
- هدف آموزشی 4.4.3 درک نحوه انتخاب نوع مدل مناسب برای مشخص کردن نیازمندی‌ها در شرایط معین (L2)
- هدف آموزشی 5.4.3 درک و تفسیر الگوهای ساده نوشته شده در UML تا حد امکان از انواع ذکر شده: مدل‌های زمینه، موردهای کاربرد و نمودارهای مورد کاربرد، مدل‌های دامنه، مدل‌های کلاس، مدل‌های فعالیت، مدل‌های فرآیندی و نمودار حالت (L2)
- هدف آموزشی 6.4.3 مشخص کردن یک مدل ساده از داده‌های سیستم یا اشیاء مورد در یک دامنه با استفاده از نمودار کلاس یو.ام.ال (L3)
- هدف آموزشی 7.4.3 مشخص کردن یک عملکرد ساده سیستم یا فرآیند کاری با یک نمودار فعالیت یو.ام.ال (L3)
- هدف آموزشی 1.5.3 تشریح کردن هدف از واژنامه‌ها و نحوه ایجاد آن‌ها (L2).
- هدف آموزشی 1.6.3 شناسایی اسنادی که اغلب برای مشخصات نیازمندی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (L1)
- هدف آموزشی 2.6.3 تشریح کردن این مورد که کدامیک از بخش‌های مستند در راستای خدمت رسانی به کدامیک از اهداف فعالیت می‌کنند و معیار ساختار بندی آن‌ها (L2)
- هدف آموزشی 1.7.3 دانستن انواع نمونه‌های اولیه و موقعیت‌های استفاده از آن‌ها (L1)
- هدف آموزشی 1.8.3 دانستن معیارهای کیفی برای یک نیازمندی واحد (L1)
- هدف آموزشی 2.8.3 دانستن معیارهای کیفی برای محصولات کاری (L1)



## 3.1 محصولات کاری در مهندسی نیازمندی‌ها (L2)

یک محصول کاری یک نتیجه ثبت شده سطح میانی یا نهایی است که در یک فرآیند کاری ایجاد می‌شود. انواع مختلفی از محصولات کاری در RE وجود دارند که از جمله آن‌ها می‌توان از طرح‌های گرافیکی کوتاه مدت، مجموعه‌های در حال تکامل داستان‌های کاربر و اسناد نیازمندی‌های قراردادی مشخص شده که به طور رسمی در صدها صفحه منتشر می‌شوند، نام برد.

### 3.1.1 ویژگی‌های محصولات کاری (L1)

محصولات کاری با توجه به هدف، نحوه ارائه، اندازه و طول عمر مشخص می‌شوند. در عمل محصولات کاری زیر اغلب برای اهداف مشخصی اتفاق می‌افتند. توجه داشته باشید که یک محصول کاری ممکن است شامل محصولات کاری دیگر باشد.

- محصولات کاری برای یک نیازمندی واحد شامل نیازمندی‌های فردی و داستان‌های کاربر می‌شوند.
- برای مجموعه‌ای از نیازمندی‌های منسجم، محصولات کاری شامل موردهای کاربرد، مدل‌های گرافیکی از نوع (3.4)، تشریح وظیفه، توضیحات رابط خارجی و اپیک‌ها می‌شوند.
- محصولات کاری که مستندات یا ساختارهای مستند جامع را تشکیل می‌دهند شامل مشخصات نیازمندی‌های سیستم، بک لاگ‌های محصول و اسپرینت، و نقشه‌های داستان است.
- سایر محصولات کاری شامل واژه‌نامه‌ها، یادداشت‌های متنی، تصاویر، اسکچ‌ها و نمونه‌های اولیه می‌شوند.

محصولات کاری می‌توانند به شکل‌های مختلفی به نمایش در آیند:

- مبتنی بر زبان طبیعی (3.2)
- مبتنی بر الگو (3.3)
- مبتنی بر مدل (3.4)
- سایر اشکال نمایشی نظیر طراحی یا نمونه‌های اولیه (3.7)

اکثر محصولات کاری به صورت الکترونیکی در قالب فایل‌ها، پایگاه‌های داده یا ابزارهای مهندسی نیازمندی‌ها ذخیره می‌شوند. محصولات غیررسمی و موقت کاری ممکن است در مکان‌های دیگر نظیر در قالب کاغذ یا استیکی نوت‌هایی بر روی یک بورد کانبان نیز ذخیره شوند.

وقتی به طول عمر محصولات کاری نگاه می‌کنیم، بین سه دسته از آن‌ها تفاوت قائل می‌شویم:

- محصولات کاری موقت: برای پشتیبانی از ارتباطات و ایجاد درک مشترک ایجاد شده‌اند.
- محصولات کاری در حال تحول: با گذشت زمان در چندین تکرار ظهور می‌کنند؛ به برخی از متا داده‌ها نیاز دارند، ممکن است کنترل تغییر اعمال شود.
- محصولات کاری پایا: این دسته از محصولات شامل محصولاتی هستند که به بازار عرضه و یا منتشر شده‌اند. در این جا به یک مجموعه کامل از متا داده (6.5) نیاز دارید. کنترل تغییر باید دنبال شود (6.3، 6.4).

محصول کاری موقت ممکن است به یک محصول کاری تحول یافته (با نگهداری و اضافه کردن متا داده) تبدیل شود. به طور مشابه، یک محصول کاری موقتی یا در حال تحول می‌تواند با بازتولید یا راه‌سازی به محصول کاری پایا تبدیل شوند.

### 3.1.2 سطوح انتزاع (L2)

نیازمندی‌ها اغلب در بسیاری از سطوح مختلف انتزاع وجود دارند - از جمله، نیازمندی‌های سطح بالا برای یک فرآیند تجاری جدید تا نیازمندی‌هایی در سطحی با جزئیات دقیق، مانند واکنش یک مؤلفه نرم‌افزاری خاص به یک رویداد استثنا.

انتخاب سطح مناسب انتزاع به موضوعی که باید مشخص شود و هدف از مشخصات بستگی دارد. با این وجود حائز اهمیت است که نیازمندی‌هایی که در سطوح مختلفی از انتزاع قرار دارند را با یکدیگر ترکیب نکنید. در محصولات کاری کوچک و محصولات کاری متوسط، نیازمندی‌ها باید کم و بیش در سطح انتزاع مشابه باشند.

در محصولات بزرگ کاری نظیر مشخصات نیازمندی‌های سیستم، نیازمندی‌های موجود در سطوح مختلف انتزاع باید با ساختار بندی جداگانه مستند مشخصات نگهداری شوند (3.6) ممکن است یک نیازمندی در سطح بالایی از انتزاع، در قالب چندین نیازمندی دقیق در سطوح پایین تر و ملموس تر اصلاح شود.

هنگامی که نیازمندی‌های سطح بالای تجاری و ذینفعان نظیر مشخصات نیازمندی‌های تجاری، مشخصات نیازمندی‌های ذینفعان یا اسناد چشم‌انداز در محصولات کاری پایا بیان شده باشند، از مشخصات نیازمندی‌های سیستمی پیشی می‌گیرند. در سایر زمینه‌ها، نیازمندی‌های تجاری، نیازمندی‌های ذینفع و نیازمندی‌های سیستمی ممکن است همزمان تکامل یابند.

### 3.1.3 سطح جزئیات (L2)

سطح جزئیاتی که باید در نیازمندی‌ها مشخص شود بستگی به عوامل مختلفی به ویژه موارد زیر دارد:

- زمینه مشکل و توسعه
- سطح درک مشترک از مشکل
- میزان آزادی اختیار عمل طراحان و برنامه نویسان
- در دسترس بودن بازخورد سریع ذینفعان در هنگام طراحی و اجرا
- هزینه در مقابل ارزش مشخصات دقیق
- استانداردهای اعمال شده و محدودیت‌های نظارتی

هرچه سطح جزئیات در نیازمندی‌های مشخص شده بیشتر باشد، احتمال اینکه در نهایت چیزی غیر منتظره یا نامشخص حاصل شود، کمتر می‌شود. با این حال، با افزایش سطح جزئیات، هزینه مشخصات نیز افزایش می‌یابد.

### 3.1.4 جنبه‌هایی که باید در محصولات کار در نظر گرفته شود (L1)

هنگام مشخص کردن نیازمندی‌ها در محصولات کاری، جنبه‌های مختلفی باید در نظر گرفته شوند.

1. نیازمندی‌ها مبتنی بر نوع خود (1.1) در قالب موارد زیر دسته‌بندی می‌شوند:

- (a) نیازمندی‌های عملکردی
- (b) نیازمندی‌های کیفی
- (c) قیدها

2. نیازمندی‌های عملکردی بر جنبه‌های مختلفی از عملکرد سیستم متمرکز هستند:

- (a) ساختار و داده
- (b) عملکرد و جریان
- (c) حالت و رفتار

3. در نهایت، نیازمندی‌ها تنها در زمینه قابل درک هستند (اصل 4 در 2):

- (a) زمینه سیستم، شامل بازیگران خارجی
- (b) مرز سیستم و رابط‌های خارجی

روابط و وابستگی‌های زیادی میان جنبه‌های ذکر شده وجود دارد. به عنوان مثال، یک درخواست صادر شده توسط یک کاربر (زمینه) ممکن است یک انتقال حالت (حالت و رفتار) را آغاز کند که عملی را انجام می‌دهد و به دنبال آن عمل دیگری (عملکرد و جریان) انجام می‌شود که به داده (ساختار و داده) نیاز دارد تا نتیجه را برای کاربر (زمینه) در یک بازه زمانی معین فراهم کند (کیفیت).

برخی از محصولات کاری بر جنبه‌های خاص و برخی دیگر بر جنبه‌های انتزاعی متمرکز هستند. خصوصاً این شرایط در مورد مدل‌های نیازمندی دیده می‌شود (3.4). سایر محصولات کاری نظیر مشخصات نیازمندی‌های سیستم، تمامی جنبه‌ها را در بر می‌گیرند. هنگامی که جنبه‌های مختلف در محصولات کاری جداگانه مستندسازی می‌شوند، این محصولات کاری یا فصل‌ها باید به صورت سازگار با یکدیگر نگهداری شوند.

### 3.1.5 دستورالعمل‌های مستندسازی عمومی (L1)

مستقل از تکنیک‌های مورد استفاده، دستورالعمل‌های زیر در هنگام تولید محصولات کار اعمال می‌شوند:

- نوعی از محصول کاری را انتخاب کنید که متناسب با هدف مورد نظر باشد.
- به جای تکرار مجدد محتوای مشابه، از ارجاع به آن محتوا بهره‌گیری کنید.
- اطمینان حاصل کنید که هیچ تناقضی بین محصولات کاری وجود ندارد، به ویژه هنگامی که جنبه‌های مختلفی را پوشش می‌دهند.
- همواره از اصطلاحات همانگونه که در واژه‌نامه تعریف شده‌اند استفاده کنید.
- محصولات کاری را به صورت مناسب ساختاردهی کنید.

### 3.1.6 محصولات کاری را برای استفاده برنامه ریزی کنید (L1)

زمینه هر پروژه و هر دامنه متفاوت است، بنابراین مجموعه‌ای از محصولات کاری حاصل شده باید برای هر یک از تلاش‌ها تعریف شوند. در نتیجه، موارد زیر باید مورد توافق قرار گیرند:

- نیازمندی‌ها در کدام یک از محصولات کاری و با چه هدفی باید ثبت شوند؟
- کدام سطوح انتزاع باید در نظر گرفته شوند؟
- تا چه میزان از جزئیات باید در هر سطح انتزاع ثبت شود؟
- نیازمندی‌ها چگونه در این محصولات کاری ارائه می‌شوند؟

محصولات کاری مورد استفاده باید در مراحل اولیه یک پروژه تعریف شوند. این شامل مزایای مختلف زیر است:

- به برنامه ریزی تلاش‌ها و منابع کمک می‌کند.
- اطمینان حاصل می‌کند که از نویتیشن‌های مناسب استفاده شده است.
- تضمین می‌کند که تمام نتایج در محصولات کاری درست ثبت شده باشند.
- تضمین می‌کند که به تجدید مجدد اطلاعات و "ویرایش نهایی" نیاز نیست.
- به جلوگیری از افزونگی و در نتیجه کار کمتر و نگهداری راحت‌تر کمک می‌کند.

### 3.2 محصولات کاری مبتنی بر زبان طبیعی (L2)

از زمان شروع مهندسی نیازمندی‌های سیستماتیک، نیازمندی‌های مربوط به زبان طبیعی در عمل راه اصلی برای مشخص کردن نیازمندی‌ها بوده‌اند.

محصولات کاری مبتنی بر زبان طبیعی مزایای عمده‌ای نظیر موارد زیر دارند:

- زبان طبیعی بدون محدودیت بسیار تشریحی و انعطاف پذیر است.
- تقریباً هر نیازمندی قابل تصور از هر جنبه‌ای را می‌توان به زبان طبیعی بیان کرد.
- از زبان طبیعی در زندگی روزمره استفاده می‌شود و در مدرسه تدریس می‌شود، بنابراین برای مطالعه و درک متون به زبان طبیعی هیچ آموزش خاصی لازم نیست.

این مزایا شامل این هزینه می شوند که متونی که به زبان طبیعی نوشته می شوند، اغلب می توانند به روش های مختلفی تفسیر شوند که این امر سبب بروز مشکلاتی به هنگام مشخص کردن نیازمندی ها می شود. علاوه بر این، کشف ابهامات، حذفیات و ناسازگاری در چنین متن هایی دشوار و گران است.

نوشتن نیازهای خوب مبتنی بر زبان طبیعی می تواند توسط موارد زیر پشتیبانی شوند:

- نوشتن جملات کوتاه با ساختار مناسب.
- تعریف و استفاده مداوم از واژگان واحد (3.5)
- جلوگیری از اصطلاحات مبهم.
- دانستن اشکالات نوشتار فنی که در بخش زیر لیست شده اند.

هنگام نوشتن اسناد فنی به زبان طبیعی، برخی از مشکلات شناخته شده وجود دارند که باید از آن ها جلوگیری کرد یا با احتیاط از آن ها استفاده کرد [GoRu2003].

مواردی که از آن ها باید اجتناب کرد:

- توضیحات نا کامل
- اسامی نا مشخص
- شرایط نا مشخص
- مقایسه های نامشخص

مواردی که باید با احتیاط استفاده شوند:

- بیان منفعل
- سنجه های عمومی (نظیر "همه" یا "هرگز")
- نام گذاری ها (به عنوان مثال، اسامی برگرفته شده از فعل، نظیر "تأیید اعتبار")

### 3.3 محصولات کاری مبتنی بر الگو (L3)

محصولات کاری مبتنی بر الگو برای رفع برخی از کاستی های محصولات کاری مبتنی بر زبان طبیعی با ارائه ساختارهای از پیش تعریف شده برای نیازمندی ها مورد استفاده قرار می گیرند.

- *الگوهای عبارت* یک ساختار نحوی از پیش تعریف شده را برای عبارت ارائه می دهند که نمایانگر یک نیاز است، به خصوص یک نیازمندی فردی یا یک داستان کاربر.
- *الگوهای فرم* مجموعه ای از زمینه های از پیش تعریف شده را به شکلی ارائه می دهند که به عنوان مثال برای نوشتن یک مورد کاربرد یا یک نیازمندی کیفی باید پر شوند.
- *الگوهای مستند* برای مستند نیازمندی ها یک ساختار از قبل تعریف شده فراهم می کنند.

الگوهای مختلف در متن مرتبط شرح داده شده اند. [ISO29148]، [MWHN2009] و [Rupp2014] الگوهای عبارت را برای نیازمندی های فردی فراهم می کنند. [Cohn2004] یک الگوی عبارت پرکاربرد را برای داستان های کاربر تعریف می کند و [Cock2001] الگوهای فرمی را برای موردهای کاربرد تشریح می کند. [Laue2002] الگویی را برای تشریح کردن وظایف پیشنهاد می دهد. [ISO29148] و [RoRo2012] الگوهایی را برای تمامی مشخصات فراهم می کند. علاوه بر این، مشتری ممکن است استفاده از الگوهای خاص مشتری را در یک پروژه تجویز کند.

مزایای محصولات کاری مبتنی بر الگو:

- ارائه یک ساختار واضح و قابل استفاده مجدد
- کمک به جمع آوری مرتبط ترین اطلاعات

- یکپارچه نشان دادن نیازمندی‌ها و مشخصات نیازمندی‌ها
- بهبود کلی کیفیت نیازمندی‌ها و مشخصات نیازمندی‌ها

معایب و اشکالات محصولات کاری مبتنی بر الگو:

- مردم اغلب بر روی تکمیل الگو تمرکز دارند، نه محتوای آن.
- جنبه‌هایی که در الگو گنجانده نشده‌اند احتمالاً حذف می‌شوند.

## 3.4 مدل‌ها

نیازمندی‌های بیان شده در زبان طبیعی محدودیت‌هایی [David1993] به ویژه در رابطه با به دست آوردن نمای کلی در مورد مجموعه ای از نیازمندی‌ها و درک روابط بین نیازمندی‌ها دارند. مدلسازی نیازمندی‌ها به این محدودیت‌ها پاسخ می‌دهد.

### 3.4.1 نقش مدل‌ها در مهندسی نیازمندی‌ها (L2)

یک مدل بازنمایی، انتزاعی از بخش موجود از واقعیت یا بخشی از واقعیتی است که باید ایجاد شود. مفهوم واقعیت شامل هر مجموعه قابل تصویری از عناصر، پدیده‌ها یا مفاهیم از جمله سایر مدل‌های دیگر است. با توجه به مدل، به بخش مدل شده واقعیت اصلی گفته می‌شود. نمونه‌هایی برای مدل‌های خارج از حوزه مهندسی نرم افزار، مدل‌های اطلاعات ساختمان (BIM) [ISO19650] هستند که عناصر مورد نیاز برای برنامه ریزی، ساخت و مدیریت ساختمان‌ها و سایر عناصر ساختمانی را مدل می‌کند.

در مهندسی نیازمندی‌ها، مدل‌ها به درک روابط و ارتباطات بین نیازمندی‌ها کمک می‌کنند و نمای کلی از نیازمندی‌ها ارائه می‌دهند. این مورد در حالی که خلاصه‌ای از تمامی جنبه‌های دیگر است، در درجه اول با تمرکز بر روی بعضی از جنبه‌ها - مانند رفتار - به دست می‌آید. به دست آوردن یک نمای کلی با استفاده از یک نوتیشن گرافیکی امکان پذیر خواهد بود. با این حال، مدل‌ها ممکن است به صورت غیر گرافیکی مانند جداول نیز نمایش داده شوند.

مدل‌های نیازمندی‌ها در مقایسه با نیازمندی‌های بیان شده در زبان طبیعی از مزایایی برخوردار هستند:

- درک روابط و ارتباطات میان نیازمندی‌ها با مدل‌های گرافیکی آسان‌تر از زمانی است که از زبان طبیعی برای این کار استفاده می‌شود.
- تمرکز روی یک جنبه واحد، بار شناختی را برای درک نیازهای مدل کاهش می‌دهد.
- زبان‌های مدلسازی نیازمندی‌ها دارای نحو محدود هستند که حذفیات و ابهامات را کاهش می‌دهند.

از سوی دیگر مدل‌ها دارای محدودیت‌هایی نیز هستند:

- نگهداری مدل‌هایی که بر جنبه‌های مختلفی از یکدیگر متمرکز هستند، چالش برانگیز است.
- اطلاعات مدل‌های مختلف جهت درک شدن نیاز به یکپارچه شدن دارند.
- مدل‌ها در درجه اول روی نیازمندی‌های عملکردی تمرکز می‌کنند. اکثر نیازمندی‌ها و محدودیت‌های کیفیت را نمی‌توان در مدل‌هایی با تلاش معقول بیان کرد.
- نحو محدود یک زبان مدل‌سازی گرافیکی نشان می‌دهد که تمامی موارد مرتبط به اطلاعات را نمی‌توان در یک مدل بیان کرد.

بنابراین، اغلب مدل‌های نیازمندی‌ها و نیازمندی‌های نوشته شده به زبان طبیعی با یکدیگر ترکیب می‌شوند.

در مهندسی نیازمندی‌ها از مدل‌ها در موارد زیر استفاده می‌شود:

- مشخص کردن نیازمندی‌ها (عمدتاً عملکردی) به صورت جزئی و یا کلی به عنوان ابزاری برای جایگزینی نیازمندی‌های ارائه شده به صورت متنی.
- جداسازی واقعیت پیچیده در جنبه‌های تعریف شده و مکمل. هر جنبه توسط یک مدل خاص نشان داده شده است.
- پارامتری کردن نیازمندی‌های متنی به منظور ارتقاء درک این نیازمندی‌ها با توجه به روابط میان آن‌ها.

▪ اعتبارسنجی نیازمندی‌های متنی با هدف شناسایی حذفیات، ابهامات و ناسازگاری‌ها.

زبان‌های مدل‌سازی برای تشریح مدل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی زبان‌های مدل‌سازی نظی [OMG2017] UML یا BPMN [OMG2013]، به حالت استاندارد در آمده‌اند. وقتی نیازمندی‌ها توسط یک زبان مدل‌سازی غیر استاندارد مشخص شود، قهرمانی لازم است که نحو و معناشناسی زبان مدل‌سازی مورد استفاده را توضیح دهد.

مدل‌های بسیاری هستند که قابلیت استفاده از آن‌ها در مهندسی نیازمندی‌ها وجود دارد. یک مهندس نیازمندی‌ها باید درک کند کدامیک از مدل‌ها برای تعیین نیازمندی‌ها در شرایط معین مناسب‌تر است.

در مرحله اولیه، مهندس نیازمندی‌ها اغلب با مدل‌سازی زمینه یا اهداف سیستم مورد نظر شروع می‌کند (3.4.2).

### 3.4.2 زمینه مدل‌سازی (L2)

مدل‌هایی که بر جنبه زمینه تمرکز دارند، تعبیه ساختاری یک سیستم به محیط آن و تعامل بین یک سیستم و بازیگران در متن سیستم را مشخص می‌کنند.

مدل‌های زمینه به تعیین یک سیستم و بازیگرانی که با آن سیستم تعامل دارند می‌پردازد. یک مدل زمینه ای همچنین رابط‌های بین یک سیستم و متن آن را ترسیم می‌کند (به عنوان مثال، از نظر مبادله اطلاعات).

نمودارهای زمینه ای به عنوان زبان مدل‌سازی گرافیکی برای تشریح مدل‌های زمینه ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. هیچ نحو استاندارد برای نمودارهای زمینه ای وجود ندارد. نمودارهای زمینه ای از تجزیه و تحلیل ساختاری [DeMa1978] یا نمودارهای خطی متناسب سازی شده [Glin2019]، برای تشریح مدل‌های زمینه ای مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در زبان مدل‌سازی [OMG2017] UML، نمودارهای مورد کاربرد روشی برای مدل‌سازی یک سیستم و زمینه آن از نظر موردهای کاربرد سیستم و بازیگران در متن سیستم هستند که از طریق موردهای کاربرد با سیستم تعامل دارند.

موردهای کاربرد به مدل کردن تعامل پویا میان بازیگر در زمینه سیستم و سیستم از دید بازیگر می‌پردازد. موردهای کاربرد بیشتر با استفاده از الگوهای فرمی به زبان طبیعی (3.3) یا با استفاده از نمودارهای فعالیت UML (3.4.4) نوشته شده‌اند.

### 3.4.3 ساختار مدل سازی و داده (L3)

مدل‌هایی که بر جنبه‌های ساختار و داده تمرکز دارند، نیازمندی‌های مرتبط با خصوصیات ساختاری غیر پویای یک سیستم یا یک دامنه را مشخص می‌کنند.

مدل‌های ایستا دامنه، اشیاء (تجاری) و روابط میان آن‌ها را در یک حوزه مشخص تعیین می‌کنند. این موارد می‌توانند با استفاده نمودار کلاس UML تشریح شوند [OMG2017].

مدل‌های کلاس در وهله اول کلاس‌های یک سیستم و ویژگی‌ها و روابط میان آن‌ها را مشخص می‌کنند. کلاس‌ها نمایانگر موجودیت‌های ملموس و ناملموس در دنیای واقعی هستند که سیستم برای انجام وظایف خود باید از آن آگاه باشد. نمودارهای کلاس UML اغلب به عنوان زبان مدل‌سازی برای مدل‌های کلاس مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### 3.4.4 عملکرد و جریان مدل سازی (L3)

مدل‌هایی که بر جنبه‌های عملکرد و جریان تمرکز دارند، نیازمندی‌های مرتبط به توالی اقدامات مورد نیاز برای تولید نتایج مورد نیاز از ورودی‌های داده شده یا اقدامات مورد نیاز برای اجرای یک فرآیند (تجاری) از جمله جریان کنترل و داده‌ها بین اقدامات و شخص مسئول هر عمل را مشخص می‌کنند.

مدل‌های فعالیت برای مشخص کردن عملکرد سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرند. در زبان مدل‌سازی [OMG2017] UML، نمودارهای فعالیت برای تشریح مدل‌های فعالیت مورد استفاده واقع می‌شوند. آنها عناصری را برای مدل‌سازی اقدامات و جریان کنترل

میان آن‌ها فراهم می‌کنند. همچنین نمودارهای فعالیت تشریح فرد مسئول برای هر اقدام را نیز دارا هستند. عناصر مدل سازی پیشرفته (تحت پوشش سطح مقدماتی CPRE) روشی برای مدل سازی جریان داده‌ها را فراهم می‌کند.

مدل‌های فرآیندی برای تشریح فرآیندهای تجاری یا فرآیندهای فنی مورد استفاده واقع می‌شوند. این مدل‌ها قابلیت تشریح توسط نمودارهای فعالیت UML یا زبان‌های خاص مدلسازی فرآیند نظیر BPMN را دارند [OMG2013]. در سطح مقدماتی CPRE، ما تنها از نمودارهای فعالیت UML برای مدلسازی فرآیند استفاده می‌کنیم.

### 3.4.5 مدلسازی حالت و رفتار (L2)

مدل‌هایی که بر حالت و رفتار متمرکز هستند، نیازمندی‌های رفتار یک سیستم یا یک جزء دامنه را از نظر واکنش‌های وابسته به حالت به حوادث یا پویایی تعامل مؤلفه مشخص می‌کنند.

ماشین‌های حالت وقایعی را که باعث انتقال از یک حالت به حالت دیگر شده و اقداماتی را که باید هنگام انتقال حالت انجام شوند را مدل می‌کنند. نمودارهای حالت [Hare1988] ماشین‌های حالتی با حالت‌های هستند که به صورت سلسله‌مراتبی و یا مرتباً تجزیه می‌شوند. ماشین‌های حالت شامل نمودارهای حالت می‌شوند که می‌توانند در زبان مدل سازی UML [OMG2017] با نمودارهای ماشین‌های حالت (که به آن نمودارهای حالت نیز گفته می‌شود) تشریح شوند.

### 3.4.6 انواع مدل‌های دیگر در مهندسی نیازمندی‌ها (L1)

در سطح پایه CPRE، درک و کاربرد مدل‌ها به انواع مدل‌های انتخابی و مهم محدود می‌شود. انواع مدل‌های دیگری نیز وجود دارد که در مهندسی نیازمندی‌ها استفاده می‌شود. در سطح مبانی CPRE، دانستن آن‌ها و اینکه برای چه استفاده می‌شوند، کافی است.

مدل‌های هدف نشان‌دهنده مجموعه‌ای از اهداف، اهداف فرعی و روابط بین آن‌ها است. مدل‌های هدف همچنین ممکن است شامل وظایف و منابع مورد نیاز برای دستیابی به یک هدف، بازیگرانی که می‌خواهند به یک هدف برسند و موانعی که مانع دستیابی به یک هدف می‌شوند، باشد.

در SysML [OMG2019]، نمودارهای تعریف بلوک قابلیت‌سازگار شدن جهت تشریح نمودارهای زمینه‌ای با استفاده از بلوک‌های کلیشه‌ای برای سیستم و بازیگران را دارند. نمودارهای تعریف بلوکی همچنین می‌توانند برای مدل سازی ساختار یک سیستم از نظر موجودیت‌های مفهومی سیستم و روابط بین آن‌ها استفاده شوند.

مدل‌های داستان دامنه، می‌توانند برای مدلسازی عملکرد و جریان، از طریق مشخص کردن داستان‌های بصری در مورد نحوه تعامل بازیگران با دستگاه‌ها، مصنوعات و سایر موارد موجود در یک دامنه، به طور معمول با استفاده از نمادهای خاص دامنه، به کار روند [HoSch2020]. آنها روشی برای درک دامنه برنامه‌های کاربردی سیستم هستند.

مدل‌های تعاملی به مدلسازی تعامل‌های میان اشیاء و بازیگران می‌پردازد. نمودار توالی UML روشی پر استفاده برای مشخص کردن تعاملات میان اشیاء است.

## 3.5 واژه‌نامه‌ها (L2)

در هر تلاش مهندسی نیازمندی‌ها که بیش از یک نفر را درگیر خود کند، خطر عدم درک مشترک از اصطلاحات وجود دارد - این بدان معنی است که برخی افراد اصطلاحات یکسانی را به روش‌های مختلف تفسیر می‌کنند. برای پاسخ به این مشکل، درک مشترک از اصطلاحات مربوطه در یک واژه‌نامه ثبت می‌شود.

واژه‌نامه مجموعه اصلی تعاریف برای اصطلاحات زمینه‌خاص، اصطلاحات روزمره با معنای ویژه در متن، اختصارها و کلمات اختصاری است. مترادف‌ها (اصطلاحات مختلف با معنی مشابه) باید به همین ترتیب علامت گذاری شوند. کلمات با آوای مشابه (اصطلاحات مشابه با معنی مختلف) باید اجتناب شود یا به همین ترتیب علامت گذاری شوند.

قوانین زیر برای واژنامه‌ها اجرا می‌شوند:

- واژنامه را بصورت مرکزی مدیریت کنید.
- واژنامه را در تمامی دوره توسعه سیستم حفظ کنید.
- فرد یا گروه کوچک مسئول برای واژنامه تعیین کنید.
- از استایل و ساختار یکپارچه برای واژنامه استفاده کنید.
- ذینفعان را درگیر کنید و در مورد اصطلاحات به توافق برسید.
- واژنامه را در دسترس تمامی افراد درگیر قرار دهید.
- استفاده از واژنامه را اجباری کنید.
- محصولات کاری را برای استفاده صحیح از واژنامه بررسی کنید.

### 3.6 مستندات نیازمندی‌ها و ساختارهای مستندسازی

مستندهای مشخصات نیازمندی‌ها (3.1.1) شامل چندین محصول کاری می‌شود. بنابراین مهم است که چنین اسناد و مدارکی را با ساختار کاملاً تعریف شده مرتب کنید تا بتوانید مجموعه‌ای از نیازمندی‌ها را در اختیار داشته باشید. علاوه بر نیازمندی‌ها، یک سند نیازمندی می‌تواند شامل اطلاعات و توضیحات دیگری نظیر واژنامه، شرایط پذیرش، اطلاعات پروژه یا ویژگی‌های اجرای فنی باشد. همچنین ممکن است نیازمندی‌ها به جای اسناد کلاسیک در ساختارهای مستندسازی سازماندهی شوند.

اسناد متداول مورد استفاده عبارتند از:

- مشخصات نیازمندی‌های ذینفع
- مشخصات نیازمندی‌های کاربر (زیر مجموعه‌ای از مشخصات نیازمندی‌های ذینفع که تنها نیازمندی‌های کاربر را پوشش می‌دهد)
- مشخصات نیازمندی‌های سیستم
- مشخصات نیازمندی‌های تجاری
- مستند چشم‌انداز

ساختارهای مستند جایگزین که اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

- بک لاگ محصول
- بک لاگ اسپرینت
- نقشه داستان

انتخاب ساختار مستندات و سازماندهی داخلی ساختار انتخابی به این موارد بستگی دارند:

- فرآیند توسعه انتخاب شده (5)
- نوع و دامنه توسعه
- قرارداد (مشتری ممکن است استفاده از یک ساختار مستندسازی داده شده را تجویز کند)
- اندازه مستند

ممکن است الگوهای مستندسازی به ساختار مشخصات نیازمندی‌ها کمک کنند. الگوها در متن در متن [Vole2020]، [RoRo2012] و در استاندارد در دسترس هستند [ISO29148]. ممکن است الگوها از پروژه‌های قبلی مشابه مورد استفاده مجدد قرار گیرند یا ممکن است توسط مشتری تحمیل شوند. همچنین ممکن است یک سازمان تصمیم بگیرد الگویی را به عنوان یک استاندارد داخلی ایجاد کند.



### 3.7 نمونه های اولیه در مهندسی نیازمندی‌ها (L1)

در مهندسی نیازمندی‌ها، نمونه های اولیه وسیله ای برای تعیین نیازمندی‌ها با استفاده از مثال هستند و برای اعتبارسنجی نیازمندی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. به طور خاص، در صورتی که ذینفعان درگیر مایل به نوشتن و بررسی محصولات، مبتنی بر زبان طبیعی، مبتنی بر الگو یا مدل‌های مبتنی بر مدل نباشند، می‌توان از نمونه های اولیه استفاده کرد.

نمونه های اکتشافی [LiSZ1994] برای ایجاد درک مشترک، شفاف سازی نیازمندی‌ها یا اعتبارسنجی نیازمندی‌ها در سطوح مختلف وضوح استفاده می‌شوند. آن‌ها پس از استفاده دور ریخته می‌شوند.

- **وایرفریم‌ها** نمونه های اولیه با وضوح پایین هستند که با مواد یا ابزار ساده طراحی شده‌اند که بیشتر برای بحث و اعتبارسنجی ایده های طراحی و مفاهیم رابط کاربری مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- **موکاپ‌ها** نمونه های اولیه با وضوح متوسط هستند. هنگام مشخص کردن سیستم های دیجیتال، از صفحه نمایش ها و جریان های کلیک واقعی استفاده می‌کنند که عملکرد واقعی ندارند. در اصل این موارد برای مشخص کردن و اعتبارسنجی رابط های کاربری مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- **نمونه های اولیه بومی** نمونه هایی با وضوح بالا هستند که برای اطمینان حاصل کردن ذینفعان از اینکه آیا سیستم، کار و رفتار مورد انتظار را انجام می‌دهد یا خیر، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

بسته به درجه وضوح، نمونه های اکتشافی می‌توانند تبدیل به محصول کاری گران قیمتی شوند. بنابراین همواره توازنی میان هزینه و ارزش به دست آمده وجود دارد.

نمونه های اولیه تکاملی [LiSZ1994] سیستم های آزمایشی هستند که هسته مرکزی سیستم مورد نظر را تشکیل می‌دهند. سیستم نهایی با گسترش و بهبود تدریجی سیستم پیلوت در چندین تکرار تکامل می‌یابد.

### 3.8 معیارهای کیفی برای محصولات کاری و نیازمندی‌ها (L1)

یک نیازمندی نیاز به رعایت معیارهای کیفی خاص دارد تا به عنوان یک نیازمندی خوب در نظر گرفته شود. در مهندسی نیازمندی‌های مدرن با روش های مبتنی بر ارزش (اصل 1 در 2) میزان تحقق ملاک کیفیت با ارزش ایجاد شده توسط این شرط می‌تواند مطابقت داشته باشد. این بدان معنا است که لازم نیست نیازمندی‌ها کلیه معیارهای کیفی را به طور کامل رعایت کنند - اما هرچه ارزش یک نیازمندی بالاتر باشد، معیارهای کیفی مرتبط تر هستند، تا خطر شکست را کاهش دهند.

کفایت و درک پذیری از مهم ترین معیارهای کیفی برای نیازهای واحد هستند. بدون آن‌ها، نیازمندی صرف نظر از تحقق سایر معیارهای دیگر، بی فایده یا حتی مضر است.

معیار کیفی برای نیازمندی‌های واحد

- کفایت (تشریح درست و توافق شده نیازهای ذینفع)
- ضروری
- شفاف
- کامل (جامع)
- قابل درک
- قابل تایید

همانگونه که در 3.1.1 تشریح شده است، نیازمندی‌ها اغلب در محصولات کاری مختلف ثبت می‌شوند که نیازهای واحد یا چندگانه را پوشش می‌دهد. از معیارهای کیفی فوق برای ایجاد نیازمندی‌های با کیفیت بالا در یک محصول کاری استفاده می‌شود. برای محصولات کاری که بیش از یک مورد نیازمندی را پوشش می‌دهند، معیارهای کیفی زیر نیز باید در نظر گرفته شوند.

معیارهای کیفی برای محصولات کاری که نیازمندی‌های چندگانه را پوشش می‌دهند:

- سازگار
- غیر زائد
- کامل (هیچ نیاز شناخته شده و مرتبط از قلم نیفتاده باشد)
- قابل ویرایش
- قابل ردیابی
- تطبیق داده شده

## 4 روش‌هایی برای بسط دادن نیازمندی‌ها (L3)

هدف: درک کردن نحوه استفاده از روش‌های شناسایی منابع نیازمندی‌ها، ایجاد نیازمندی‌ها، شناسایی و حل تعارضات و اعتبارسنجی نیازمندی‌ها

مدت زمان: 4 ساعت و 30 دقیقه

اصطلاحات: منبع نیازمندی‌ها، مرز سیستم، زمینه سیستم، استخراج نیازمندی‌ها، مذاکره نیازمندی‌ها، اعتبارسنجی نیازمندی‌ها، ذینفع، مدل کانو، حل تناقض

### اهداف آموزشی

- هدف آموزشی 1.1.4 تعیین کردن مرزهای سیستم برای تمرکز بر نیازمندی‌های مرتبط (L3)
- هدف آموزشی 2.1.4 به خاطر آوردن منابع مربوطه برای ایجاد سیستم (L1)
- هدف آموزشی 3.1.4 شناسایی ذینفعان و یادداشت لیست ذینفعان (L3)
- هدف آموزشی 4.1.4 درک مزایای مدیریت ذینفعان (L2)
- هدف آموزشی 1.2.4 درک نحوه کمک مدل کانو به استخراج نیازمندی‌های درست (L2)
- هدف آموزشی 2.2.4 درک تفاوت میان تکنیک‌های جمع آوری و تکنیک‌های طراحی و ایجاد ایده (L2)
- هدف آموزشی 3.2.4 درک نحوه انتخاب تکنیک درست استخراج در شرایط معین (L2)
- هدف آموزشی 1.3.4 به خاطر آوردن انواع مختلف تعارض (L1)
- هدف آموزشی 2.3.4 درک فعالیت‌های لازم برای حل تعارضات (L2)
- هدف آموزشی 3.3.4 درک نحوه به کار گرفتن تکنیک درست حل تناقضات (L2)
- هدف آموزشی 1.4.4 درک چرایی اعتبارسنجی اسناد مورد نیاز (L2)
- هدف آموزشی 2.4.4 به خاطر سپردن چهار جنبه مهم اعتبارسنجی نیازمندی‌ها (L1)
- هدف آموزشی 3.4.4 درک نحوه به کارگیری تکنیک مناسب برای اعتبارسنجی نیازمندی‌ها (L2)

### 4.1 منابع نیازمندی‌ها (L3)

کیفیت و کامل بودن نیازمندی‌ها به منابع مرتبط با نیازمندی‌ها بستگی زیادی دارد. از دست دادن یک منبع مرتبط منجر به درک ناقص نیازمندی‌ها یا به وجود آمدن نیازمندی‌های ناقص خواهد شد. شناسایی منابع نیازمندی‌ها یک فرآیند تکراری و بازگشتی است که به بررسی مجدد و مداوم نیاز دارد.

درک مشترک (اصل 3 در 2) از زمینه سیستم در حال توسعه، پیش‌نیازی برای شناسایی منابع نیازمندی‌های مرتبط است. ناخیزه میان مرز سیستم و مرز زمینه، زمینه (سیستم) نامیده می‌شود (اصل 4 در 2). زمینه (سیستم) برای درک ماهیت نیازمندی‌ها مورد نظر برای توسعه و در نتیجه شناسایی منابع اصلی آن نیازمندی‌ها مورد نیاز است.

منابع نیازمندی‌ها در سه نوع دسته‌بندی می‌شوند:

- ذینفعان
- مستندات
- سیستم‌ها

ذینفع سیستم (Glin2020) را برای تعریف مرتبط مشاهده کنید. همچنین اصل 2 را در 2 مشاهده کنید (منبع اصلی برای نیازمندی‌ها تلقی می‌شود. نقش‌های متداول ذینفعان شامل [BiSp2003]:

- کاربران (کاربران نهایی نیز نامیده می‌شوند):
- اسپانسرها
- مدیران
- توسعه دهنده‌ها
- مسئولین

## ▪ مشتریان

علاوه بر این، افراد یا سازمان هایی که تحت تأثیر یک سیستم قرار می گیرند باید به عنوان ذینفعان (غیر مستقیم) در نظر گرفته شوند. شناسایی سیستماتیک ذینفعان باید در ابتدای شروع توسعه صورت گیرد و نتایج باید در کل توسعه به عنوان یک فعالیت مداوم مدیریت شود. این شامل شناسایی نقش های ذینفعان و افراد در این نقش ها می شود. برای تمام سیستم های دارای رابط کاربری، کاربران نهایی سیستم یک گروه ذینفع را تشکیل می دهند که مهندس نیازمندی ها به آن ها دارد. کاربران نهایی باید در گروه هایی (برای مثال بر اساس نقش ها، وظایف یا مسئولیت های مشابه) گردآوری شوند. هنگامی که کاربران نهایی را بتوان به صورت جداگانه شناسایی کرد، نمایندگانی از هر گروه باید انتخاب شوند. در غیر این صورت، پرسوناها را می توان برای نمایش گروه های کاربر نهایی مربوطه تعریف کرد [Coop2004].

منابع بالقوه برای شناسایی ذینفعان مرتبط و نقش ذینفعان عبارتند از:

- چک لیست های ذینفعان متداول و نقش ها
- ساختارهای سازمانی
- مستندسازی فرآیند تجاری
- گزارش های بازار
- ذینفعان اولیه برای شناسایی ذینفعان دیگر

ذینفعان باید در یک لیست به روز ذینفعان با (حداقل) اطلاعات زیر مستند شوند:

- نام
- وظیفه (نقش)
- داده های ارتباطی و شخصی دیگر
- میزان حضور موقتی و مکانی در طول پروژه
- ارتباط
- حوزه و میزان تخصص
- اهداف و علاقه مندی های مرتبط با پروژه

مشخص نبودن حقوق و تعهدات ذینفعان یا عدم رسیدگی به نیازهای آن ها، ممکن است به مشکلات مرتبط با آن ها ختم شود. مدیریت ارتباط ذینفعان [Bour2009] یک راه موثر برای مقابله با مشکلات آن ها است.

در بیشتر زمینه های سیستم، منابع بیشتری در دسترس هستند. آن ها همچنین باید برای یک سیستم جدید موفق در نظر گرفته شوند، زیرا بیشتر ذینفعان به صورت "ناخودآگاه" در مورد نیازمندی های خود در قالبی واضح صحبت نمی کنند. (4.2)

منابع دیگر برای نیازمندی ها شامل:

- سیستم های موجود و به ارث رسیده
- مستندات فرآیند
- مستندات نظارتی و قانونی
- قوانین مختص به سازمان
- اطلاعات (بازاریابی) درباره کاربران بالقوه آینده

با مشاهده موارد مشابه در دامنه های متفاوت دیگر، می توان به شناسایی منابع دیگری برای نیازمندی ها پرداخت.

## 4.2 استخراج نیازمندی‌ها [L2]

در طول استخراج، این وظیفه مهندس نیازمندی‌ها است تا علاوه بر درک خواسته‌ها و نیازهای ذینفعان، از جمع‌آوری تمامی نیازمندی‌های مرتبط از منابع نیازمندی‌ها با استفاده از تکنیک‌های مناسب اطمینان حاصل کند. نکته اصلی در استخراج، تبدیل مطالبات ضمنی، خواسته‌ها و انتظارات به نیازمندی‌های صریح است.

برای استناد به نیازمندی‌ها، شناخت ماهیت و اهمیت هر نیاز ضروری است. این موارد ممکن است از پروژه‌ای به پروژه دیگری و یا با گذشت زمان تغییر کند. مدل کانو [KaeA1984] نیازمندی‌ها را در سه گروه دسته‌بندی می‌کند:

- دلپذیرها (مترادف‌ها: عوامل هیجان، نیازمندی‌های ناخودآگاه)
- راضی‌کننده‌ها (مترادف‌ها: عوامل عملکرد، نیازمندی‌های آگاهانه)
- ناراضی‌کننده‌ها (عوامل اساسی، نیازمندی‌های ناخودآگاه)

تکنیک‌های مختلف زیادی برای بیان این دسته از نیازمندی‌ها وجود دارند. ما بین موارد زیر تفاوت قائل می‌شویم:

- تکنیک‌های جمع‌آوری
- تکنیک‌های طراحی و ایده‌پردازی

تکنیک‌های گردآوری تکنیک‌هایی برای استخراج نیازمندی‌ها هستند [BaCC2015] که با بررسی منابع مختلف به استخراج راضی‌کننده‌ها و ناراضی‌کننده‌ها کمک می‌کند.

در اینجا چهار دسته اصلی از تکنیک‌ها را می‌توان ذکر کرد:

- تکنیک‌های سوال پرسیدن
- تکنیک‌های همکاری
- تکنیک‌های مشاهده
- تکنیک‌های مبتنی بر مصنوع

دیزاین و تکنیک‌های ایده‌آفرینی برای تحریک خلاقیت در طول استخراج نیازمندی‌ها در نظر گرفته شده است. هدف آنها ایجاد ایده برای حل یک مشکل و کشف ایده‌های طراحی است [Kuma2013]. این کار ممکن است به نیازمندی‌های جدید یا نوآورانه منجر شود که اغلب دلپذیر (delighters) هستند. نمونه‌های رایج چنین تکنیک‌هایی طوفان مغزی [Osbo1979]، قیاس‌ها (Analogies)، نمونه‌سازی اولیه (برای مثال موکاپ‌ها)، سناریوها و استوری‌بوردها هستند.

تفکر دیزاین یک مفهوم گسترده‌تر مرتبط با به طراحی و تولید ایده است. رویکردهای متفاوتی مانند d.school [Sdsc2012] و Designing for Growth [LiOg2011] وجود دارند که مجموعه وسیعی از تکنیک‌ها را ارائه می‌دهند و می‌توانند برای استخراج نیازمندی‌ها استفاده شوند.

تکنیک‌های استخراج باید قادر به تشخیص انواع نیازها - نیازمندی‌های عملکردی، کیفی و قیدها باشند. اغلب نیازمندی‌های کیفی و قیدها در عمل مورد توجه کمتری قرار می‌گیرند.

برای استخراج نیازمندی‌های کیفی، یک مدل کیفی نظیر استاندارد ISO 25010 [ISO25010] باید به عنوان یک چک‌لیست مورد استفاده واقع شود. این مدل همچنین قابلیت کمک کردن در کمی کردن نیازمندی‌ها را نیز دارد.

قیدها را می‌توان با در نظر گرفتن محدودیت‌های احتمالی در حوزه فضای بالقوه راه‌حل - نظیر موارد فنی، حقوقی، سازمانی، فرهنگی یا محیطی یافت.

انتخاب تکنیک‌های استخراج صحیح یک صلاحیت مهم اساسی است که به عوامل مختلفی از جمله موارد زیر بستگی دارد:

- نوع سیستم
- مدل چرخه عمر توسعه نرم‌افزار

- افراد درگیر
- شرایط سازمان

اغلب بهترین نتیجه از ترکیب کردن تکنیک‌های مختلف استخراج حاصل می‌شود. [CaDJ2014] یک رویکرد سیستماتیک را برای انتخاب تکنیک‌ها نشان می‌دهد.

### 4.3 حل تعارضات مربوط به نیازمندی‌ها (L2)

تکنیک‌های استخراج به خودی خود از سازگار بودن، کامل بودن، منطبق بودن و مواردی از این قبیل در نیازمندی‌ها اطمینان حاصل نمی‌کنند. (3.8). با این حال در انتها، کلیه ذینفعان باید کلیه نیازمندی‌های مربوط به خود را درک و بر روی آن‌ها توافق کنند. اگر برخی از ذینفعان موافق نباشند، این وضعیت به عنوان تعارض شناخته می‌شود که باید حل و فصل شود. تکنیک‌های مناسب برای حل تناقض باید بر اساس نوع تناقض و اطلاعات مرتبط با زمینه انتخاب شوند. این امر مستلزم درک عمیق از ماهیت تضاد نیازمندی‌ها و نگرش ذینفعان درگیر است.

تسک‌های شناسایی و حل تعارضات شامل:

- شناسایی تعارض
- تحلیل تعارض
- حل و فصل تعارض
- مستندسازی از تعارض حل شده (تصمیم گرفته شده)

تفاوت قائل شدن میان انواع تناقضات مفید است [Moor2014]. انواع زیر از تعارضات اغلب مورد توجه مهندس نیازمندی‌ها است:

- تعارض در موضوع
- تعارض داده
- تعارض در علاقه مندی
- تعارض در ارزش
- تعارض در ارتباط
- تعارض در ساختار

برای حل و فصل موفقیت آمیز تعارضات، می‌توان از تکنیک‌های متداول زیر استفاده کرد:

- توافق
- سازش
- رای گیری (Voting)
- غلبه
- تعریف انواع مختلف (Definition of variants)

علاوه بر این، چندین تکنیک کمکی دیگر نظیر تکنیک‌های ذکر شده در زیر وجود دارد:

- در نظر گرفتن تمامی واقعیت‌ها
- به علاوه - منهای - علاقه مندی
- ماتریس تصمیم‌گیری

## 4.4 اعتبارسنجی نیازمندی‌ها (L2)

اعتبارسنجی نیازمندی‌ها، گامی بسیار با اهمیت در راستای ارائه یک سیستم موفق است (اصل 6 در 2) اطمینان حاصل کردن از نیازمندی‌های کیفی پیش از شروع کار موجب کاهش هدر رفت موارد مرتبط در ادامه راه خواهد شد. اعتبارسنجی نیازمندی‌ها به معنای بررسی کیفیت محصولات کار در دست و همچنین نیازمندی‌های مستقل است. (برای جزئیات بیشتر 3.8 را مشاهده کنید).

جنبه‌های مهمی که در اعتبارسنجی نیازمندی‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد عبارتند از:

- درگیر کردن ذینفع مناسب
- جدا کردن شناسایی و رفع نقص
- اعتبارسنجی از دیدگاه‌های مختلف
- اعتبارسنجی مکرر

تکنیک‌های بسیاری برای اعتبارسنجی وجود دارند (نظیر [GiGr1993]، [OleA2018]) این تکنیک‌های اعتبارسنجی اغلب در گروه‌های زیر دسته‌بندی می‌شوند:

- تکنیک‌های بررسی نظیر:
  - Walkthroughs
  - بازرسی
  - تکنیک‌های اکتشافی نظیر:
    - نمونه سازی اولیه
    - آزمون آلفا و آزمون بتا
    - آزمون A/B [KoTh2017]
    - ساخت کمینه محصول پذیرفتنی (MVP)
    - توسعه نمونه

این تکنیک‌ها در تشریفات و نحوه انجام کار متفاوت هستند. انتخاب تکنیک مناسب به عواملی از قبیل مدل چرخه عمر توسعه نرم‌افزار، بلوغ فرآیند توسعه، پیچیدگی و سطح ریسک سیستم، هرگونه الزام قانونی یا نظارتی و یا نیاز به دنباله حسابرسی بستگی دارد.

## 5 فرآیند و ساختار کاری (L3)

هدف: مفاهیم فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها را توضیح دهید و از پیکربندی‌های مناسب فرآیند استفاده کنید

مدت زمان: 1 ساعت و 15 دقیقه

اصطلاحات: فرآیند، فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها

### اهداف آموزشی

- هدف آموزشی 1.1.5 دانستن معیارهای مهم اثرگذار بر فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها (L1)
  - هدف آموزشی 2.1.5 دانستن معیارهای مهم تاثیر گذار بر فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها و چرایی تاثیرگذاری آن‌ها (L2)
  - هدف آموزشی 1.2.5 درک جنبه‌های مورد نیاز برای پیکربندی فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها (L2)
  - هدف آموزشی 1.3.5 دانستن پیکربندی‌های متداول فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها (L1)
  - هدف آموزشی 2.3.5 درک گام‌های پیکربندی فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها (L2)
  - هدف آموزشی 3.3.5 انتخاب و اعمال پیکربندی مناسب فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها برای تنظیمات ساده سیستم و توسعه (L3)
- داشتن یک فرآیند برای شکل دادن و ساختاردهی کار مهندسی نیازمندی‌ها که در یک زمینه معین انجام می‌شود، ضروری است. از آنجا که هیچ فرآیند مهندسی نیازمندی‌های کاملی برای هر نوع شرایطی وجود ندارد (1.4)، باید یک فرآیند مهندسی نیازمندی‌های متناسب پیکربندی شود که مبتنی بر زمینه توسعه و سیستم متناسب سازی شده باشد.

فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها، جریان اطلاعات و الگوی ارتباطی بین شرکت کنندگان مختلف (نظیر مشتریان، کاربران، مهندسين نیازمندی‌ها، توسعه دهندگان، کارشناسان آزمون) را شکل می‌دهد و همچنین محصولات کاری که باید مورد استفاده یا تولید قرار گیرد را تعریف می‌کند. بنابراین، فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها چارچوبی را برای انتخاب، مستندسازی، اعتبارسنجی و مدیریت نیازمندی‌ها فراهم می‌کند.

### 5.1 معیارهای تاثیرگذار (L2)

معیارهای بسیاری بر پیکربندی فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها تاثیر می‌گذارند. معیارهای اصلی تاثیرگذار عبارتند از:

- کلیات تناسب فرآیند: فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها باید متناسب با روند کلی توسعه سیستم باشد.
- زمینه توسعه
- ظرفیت و دسترس پذیری ذینفعان
- درک مشترک
- پیچیدگی و حساسیت سیستمی که باید توسعه یابد
- قیدها
- میزان زمان و بودجه در دسترس
- نوسانات نیازمندی‌ها
- تجربه مهندسين نیازمندی‌ها

تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر، اطلاعاتی در مورد چگونگی پیکربندی فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها ارائه می‌دهد. همچنین عوامل تاثیرگذار، حوزه پیکربندی احتمالی فرآیند را محدود می‌کنند. به عنوان مثال، هنگامی که ذینفعان فقط در ابتدای پروژه در دسترس هستند، هیچ فرآیندی را نمی‌توان انتخاب کرد که بر بازخورد مداوم ذینفعان استوار باشد.

### 5.2 جنبه‌های فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها (L2)

سه جنبه تعیین کننده وجود دارد که هنگام پیکربندی فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها باید مورد توجه قرار گیرند [Glin2019].



### جنبه زمان: خطی در مقابل تکرار پذیر

در یک فرآیند خطی، نیازمندی‌ها در یک مرحله از فرآیند مشخص می‌شوند. در یک فرآیند تکرار پذیر، نیازمندی‌ها به صورت تدریجی با تعیین اهداف کلی و برخی از نیازمندی‌های اولیه و سپس اضافه کردن یا اصلاح الزامات در هر تکرار مشخص می‌شوند.

معیارهای انتخاب فرآیند مهندسی نیازمندی‌های خطی عبارتند از:

- روند توسعه برای سیستم بصورت برنامه ریزی شده و عمدتاً خطی است.
- ذینفعان نیازمندی‌های خود را می‌دانند و می‌توانند آنها را از پیش مشخص کنند.
- یک مشخصات جامع نیازمندی‌ها به عنوان یک مبنای قراردادی برای برون سپاری طراحی و اجرای سیستم مورد نیاز است.
- مسئولین نظارتی در مراحل اولیه توسعه نیاز به مشخصات جامع و به صورت کاملاً رسمی منتشر شده در مرحله اول دارند.

معیارهای انتخاب فرآیند تکرار پذیر مهندسی نیازمندی‌ها:

- روند توسعه برای سیستم تکرار پذیر و چابک است.
- بسیاری از نیازمندی‌های مقدماتی شناخته نشده‌اند اما در طول توسعه سیستم ظهور کرده و تکامل می‌یابند.
- ذینفعان در دسترس هستند به گونه ای که حلقه های بازخورد کوتاه به عنوان ابزاری برای کاهش ریسک ساخت سیستم اشتباه ایجاد می‌شود.
- مدت زمان توسعه برای بیش از یک یا دو تکرار، امکان پذیر است.
- توانایی تغییر راحت نیازمندی‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است.

### جنبه هدف: تجویزی در مقابل اکتشافی

در یک فرآیند تجویزی، مشخصات نیازمندی‌ها در قالب یک قرارداد مطرح می‌شود: تمامی نیازمندی‌ها لازم الاجرا هستند و باید اجرا شوند. در یک فرآیند مهندسی نیازمندی‌های اکتشافی، تنها اهداف از پیش شناخته می‌شوند، در حالی که نیازمندی‌های مشخص باید مورد بررسی قرار گیرد.

معیارهای انتخاب فرآیند مهندسی نیازمندی‌های تجویزی:

- مشتری برای توسعه سیستم به یک قرارداد ثابت نیاز دارد.
- عملکرد و دامنه بر هزینه و مهلت های اتمام کار مقدم هستند.
- توسعه سیستم مورد نظر ممکن است به حالت مناقصه درآمده یا برون سپاری شود.

معیارهای انتخاب فرآیند اکتشافی مهندسی نیازمندی‌ها:

- ذینفعان در ابتدا تنها ایده مبهمی در مورد نیازمندی‌های خود دارند.
- ذینفعان به شدت درگیر هستند و بازخورد مداوم را ارائه می‌دهند.
- مهلت و هزینه بر عملکرد و دامنه تقدم دارند.
- به طور واضح مشخص نیست که در واقع کدام نیازمندی‌ها و به چه ترتیبی باید عملی شوند.

### جنبه تارگت: مبتنی بر مشتری در مقابل مبتنی بر بازار

در یک فرآیند مهندسی نیازمندی‌های مبتنی بر مشتری، سیستم توسط مشتری سفارش داده می‌شود و توسط یک تولید کننده ساخته می‌شود. در یک فرآیند مهندسی نیازمندی‌های مبتنی بر بازار، سیستم به عنوان یک محصول یا خدمات برای یک بازار توسعه داده می‌شود و بخش‌های کاربر خاصی را هدف قرار می‌دهد.

معیارهای انتخاب مهندسی نیازمندی‌های مبتنی بر مشتری:

- این سیستم عمدتاً توسط سازمانی که سیستم را سفارش داده و برای توسعه آن مبلغی پرداخت کرده مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- ذینفعان مهم عمدتاً با سازمان مشتری در ارتباط هستند.
- امکان شناسایی افراد حقیقی برای هر یک از نقش‌های ذینفعان وجود دارد.

- مشتری خواهان مشخصات نیازمندی‌ها است که می‌تواند در قالب یک قرارداد به او ابلاغ شود.
- معیارهای انتخاب فرآیند مهندسی نیازمندی‌های مبتنی بر بازار:
- سازمان در حال توسعه قصد دارد سیستم را در برخی از بخش‌های بازار به عنوان محصول یا خدمت به فروش برساند.
- کاربران آینده نگر به صورت جداگانه قابل شناسایی نیستند.
- مهندسين نیازمندی‌ها باید نیازمندی‌ها را به گونه ای طراحی کنند که نیازهای پیش بینی شده از کاربران هدف را برآورده سازند.
- مالکان محصول، فعالان بازاریابی، طراحان دیجیتال و معماران سیستم از ذینفعان اصلی هستند.

### نکات و اخطارها

- معیارهای ارائه شده در بالا اکتشافی هستند و به صورت قوانینی ثابت در نظر گرفته نمی‌شوند. به عنوان مثال، برون سپاری توسعه سیستم ترجیحاً با یک فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها تجویزی انجام می‌شود تا یک روش اکتشافی. زیرا قرارداد بین مشتری و تأمین کننده به طور معمول بر اساس مشخصات جامع نیازمندی‌ها منعقد شده است. با این وجود، مذاکره بر روی یک قرارداد خارج از سازمان نیز بر اساس یک فرآیند مهندسی نیازمندی‌های اکتشافی امکان پذیر است.
- فرآیندهای مهندسی نیازمندی‌های خطی تنها در صورتی کار می‌کنند که یک فرآیند پیچیده برای تغییر نیازمندی‌ها موجود باشد.
- فرآیندهای خطی مهندسی نیازمندی‌ها دلالت بر حلقه‌های بازخورد طولانی دارند: نیازمندی‌ها باید در جهت کاهش ریسک ساخت سیستم اشتباه، مورد اعتبارسنجی قرار گیرند.
- هنگام تعریف یک فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها، خطی و تجویزی معمولاً با هم انتخاب می‌شوند.
- اغلب فرآیندهای اکتشافی مهندسی نیازمندی‌ها جزوی از فرآیندهای تکرار شونده هستند (بر عکس این مورد نیز صدق می‌کند).
- در یک فرآیند مبتنی بر بازار، بازخورد کاربران تنها روشی است که می‌توان به کمک آن از پاسخ دهی محصول به نیازهای کاربران هدف اطمینان حاصل کرد.
- جنبه مبتنی بر بازار، به خوبی با جنبه‌های خطی و تجویزی ترکیب نمی‌شود.

## 5.3 پیکربندی فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها (L3)

در یک زمینه توسعه سیستم خاص، افراد مسئول مهندسی نیازمندی‌ها باید به پیکربندی این فرآیند اعمال شده بپردازند. بر اساس تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر در 5.1، می‌توان از ترکیب مناسبی از جنبه‌های فرآیند شرح داده شده در 5.2 آن استفاده کرد [Glin2019]. در زیر، سه ترکیب متداول تشریح شده اند:

### فرآیند مهندسی نیازمندی‌های مشارکتی: تکرارپذیر، اکتشافی و مبتنی بر کاربر

تولیدکننده و مشتری از نزدیک همکاری می‌کنند. ذینفعان به شدت در فرآیندهای مهندسی نیازمندی‌ها و توسعه درگیر هستند.	مورد برنامه اصلی:
بک لاگ محصولات با داستان‌های کاربر و یا شرح وظایف، نمونه‌های اولیه	محصولات کاری متداول:
تعامل مداوم بین ذینفعان، مالکان محصول، مهندسين نیازمندی‌ها و توسعه دهندگان؛ ممکن است شامل بازخورد کاربران شود	جریان اطلاعاتی متداول:

## فرآیند انعقاد قرارداد: به صورت متداول خطی (در برخی از اوقات تکرارپذیر) و تجویزی و مبتنی بر مشتری

مشخصات نیازمندی‌ها مبنای قراردادی برای توسعه یک سیستم توسط افرادی است که در این مورد برنامه اصلی: مشخصات درگیر نشده‌اند و در تعامل با اندکی از ذینفعان پس از مرحله نیازمندی‌ها قرار دارند.

مشخصات نیازمندی‌های سیستم کلاسیک، متشکل از نیازمندی‌ها و مدل‌های مبتنی بر زبان محصولات کاری متداول: طبیعی

اکثراً از سمت ذینفعان به مهندس نیازمندی‌ها جریان اطلاعاتی متداول:

## فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها مبتنی بر محصول: تکرارپذیر و اکتشافی و مبتنی بر بازار

یک سازمان، نرم‌افزاری را مشخص کرده و توسعه می‌دهد تا به عنوان یک محصول یا خدمت مورد برنامه اصلی: به فروش رسانده یا منتشر کند.

بک لاگ محصول، نمونه‌های اولیه محصولات کاری متداول:

تعامل بین مالک محصول، بازاریابی، مهندسی نیازمندی‌ها، طراحان دیجیتال، توسعه دهندگان جریان اطلاعاتی متداول: و (شاید) بازخورد سریع مشتریان / کاربران

توجه داشته باشید که ممکن است زمینه‌های سیستمی و توسعه‌ای وجود داشته باشند که هیچ یک از پیکربندی‌های ذکر شده برای آن مناسب نباشد. به عنوان مثال، محدودیت‌های نظارتی ممکن است استفاده از فرآیندی را که مطابق با استانداردهای داده شده مانند ISO / IEC / IEEE 29148 باشد، تحمیل کند [ISO29148].

هنگام پیکربندی یک فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها، توصیه می‌کنیم از یک روش پنج مرحله‌ای استفاده کنید:

1. عوامل مؤثر را تحلیل کنید (5.1)
2. معیارهای مرتبط با جنبه را ارزیابی کنید (5.2)
3. پیکربندی فرایند
4. محصولات کاری را تعیین کنید (3)
5. روش‌های مناسب را انتخاب کنید

## 6 روش‌های مدیریت برای نیازمندی‌ها (L2)

هدف: درک نیاز و مزیت مدیریت نیازمندی‌ها

مدت زمان: 2 ساعت

اصطلاحات: مدیریت نیازمندی‌ها، مدیریت تغییر، قابلیت ردیابی، ویژگی‌های نیازمندی‌ها، چرخه عمر نیازمندی‌ها، اولویت بندی

### اهداف آموزشی

- هدف آموزشی 1.1.6 دانستن چستی مدیریت نیازمندی‌ها و چرایی نیاز به آن (L1)
- هدف آموزشی 1.2.6 تشریح این مورد که چرا محصولات کاری نیازمندی‌ها به یک مدل وضعیت یا مدل چرخه عمر نیاز دارند (L2)
- هدف آموزشی 1.3.6 توضیح دهید که مفهوم نسخه سازی نیازمندی‌ها در یک موقعیت پروژه معین چگونه به نظر می‌رسد. (L2)
- هدف آموزشی 1.4.6 آشنایی با موارد استفاده از پیکربندی‌های نیازمندی‌ها و مبنای آن (L1)
- هدف آموزشی 1.5.6 دانستن هدف از ویژگی‌های مورد نیاز (L1)
- هدف آموزشی 2.5.6 توضیح دهید که مجموعه‌ای از ویژگی‌های مناسب برای نیازمندی‌ها در یک موقعیت پروژه مشخص چگونه به نظر می‌رسد. (L2)
- هدف آموزشی 3.5.6 تشریح هدف از دیدها و نام گذاری برای هر یک از دیدهای نیازمندی‌ها (L2)
- هدف آموزشی 1.6.6 تشریح دلایل قابلیت ردیابی نیازمندی‌ها (L1)
- هدف آموزشی 2.6.6 تشریح تفاوت میان ردیابی ضمنی و صریح به صورت خلاصه (L1)
- هدف آموزشی 3.6.6 دانستن نحوه مستندسازی قابلیت ردیابی صریح (L1)
- هدف آموزشی 1.7.6 دانستن نحوه کنترل تغییرات در رویکردهای خطی (مبتنی بر برنامه) و چاپک (L1)
- هدف آموزشی 1.8.6 دانستن دلیل اولویت بندی و معیارهای ارزیابی معنادار (L1)
- هدف آموزشی 2.8.6 بیان گام‌های اولویت بندی نیازمندی‌ها (L1)
- هدف آموزشی 3.8.6 ذکر کردن دسته‌بندی‌های مختلفی از تکنیک‌های اولویت بندی (L1)

### 6.1 مدیریت نیازمندی‌ها چیست؟ (L1)

مدیریت نیازمندی‌ها فرآیند مدیریت نیازهای موجود است که در محصولات مختلف کاری ثبت شده‌اند. به ویژه، این مفهوم شامل شرایط ذخیره سازی، تغییر و ردیابی نیازمندی‌ها است [Glin2020]. مدیریت نیازمندی‌ها بسته به روند توسعه و بستر توسعه انتخاب شده می‌تواند به روش‌های مختلف و در سطوح مختلف اتفاق بیفتد - به عنوان مثال به [Leff2011]، [Rupp2014]، [WiBe2013] مراجعه کنید. صرف نظر از شرایط، وظیفه مدیریت نیازمندی‌ها، حفظ نیازمندی‌ها به گونه‌ای است که همه نقش‌ها در یک پروژه می‌توانند به طور مؤثر و کارآمد با یکدیگر کار کنند.

### 6.2 مدیریت چرخه عمر (L2)

مدیریت چرخه عمر به روند پیگیری کلیه محصولات کاری با توجه به وضعیت موجود در چرخه عمر آن محصولات اشاره دارد. هر یک از مستندات مورد نیاز و هر محصول کاری دارای چرخه زندگی خاص خود است: ساخته می‌شود، قبل از بررسی ارزیابی و تصحیح می‌شود، دوباره بر روی آن کار می‌شود، تلفیق می‌شود، مورد توافق حاصل می‌شود و موارد دیگر. برای اینکه مشخص شود کدام محصول کاری در کدام حالت قرار دارد، یک مدل چرخه عمر لازم است که هر وضعیت چرخه عمر مجاز و انتقال وضعیت را مشخص کند. وضعیت واقعی یک محصول کاری از جمله (اغلب) تاریخ انتقال آن، همواره باید روشن باشد.

### 6.3 کنترل نسخه (L2)

کنترل نسخه مورد نیاز به روند پیگیری کلیه محصولات کاری در طی تکامل آن‌ها اشاره دارد. هرگونه تغییر در یک محصول کاری باید با نسخه جدید منعکس شود. نسخه سازی اجازه می‌دهد تا تاریخچه یک محصول کاری به اصل آن برگردد و بازبانی یک محصول کاری به نسخه‌های قبلی اتفاق افتد. برای این منظور، کنترل نسخه نیاز به سه اقدام دارد:

- یک شماره نسخه برای شناسایی منحصر به فرد نسخه یک محصول کاری.
- تاریخچه چیزی که تغییر کرد.
- مفهومی برای ذخیره محصول کاری.

نسخه گذاری باید برای تمامی محصولات کاری مدنظر قرار گیرد [WiBe2013]. شماره نسخه اغلب حداقل از دو بخش تشکیل شده است: نسخه و اینکریمنت.

## 6.4 پیکربندی ها و میناها (L1)

پیکربندی نیازمندی ها مجموعه کاملی از محصولات کاری است که شامل نیازمندی ها می شود. هر پیکربندی برای یک هدف خاص تعریف شده است و حداکثر یک نسخه از هر محصول کاری را شامل می شود [Glin2020]. به عنوان مثال، هدف از پیکربندی بازبینی مجموعه ای از محصولات کاری یا تسهیل تخمین تلاش مورد نیاز برای توسعه است.

مینا یک پیکربندی پایدار و کنترل شده از محصولات کاری است که برای برنامه ریزی انتشار یا سایر نقاط عطف تحویل در یک پروژه مورد استفاده قرار می گیرد [Glin2020].

پیکربندی دارای خصوصیات زیر است:

1. ارتباط منطقی
2. همخوانی
3. منحصر به فرد
4. غیر قابل تغییر
5. مینای تنظیم مجدد

## 6.5 ویژگی ها و دیدگاه ها (L2)

ویژگی ها برای مستند کردن متاداده های مهم برای یک محصول کاری مورد نیاز هستند و به طور معمول برای پاسخ به تعدادی از سوالات مهم در طول چرخه پروژه یا چرخه عمر محصول مورد استفاده قرار می گیرند.

هدف از استفاده از ویژگی ها برای مشخص کردن نیازمندی ها این است که اعضای تیم و سایر ذینفعان بتوانند اطلاعات مورد نیاز خود را در هر نقطه از پروژه به دست آورند.

تعیین مجموعه ویژگی های مرتبط، به نیازهای اطلاعاتی ذینفعان مختلف در پروژه بستگی دارد. استانداردهای موجود نظیر [ISO29148]، یک نمای کلی از مرتبط ترین ویژگی ها را فراهم می کنند.

دیدها گزیده ای از مجموعه ای از نیازمندی ها است که تنها حاوی مطالبی است که در حال حاضر مورد نظر هستند. از نظر فنی، یک دید ترکیبی از تنظیمات فیلتر و مرتب سازی است که با ذخیره کردن ترکیب انتخاب شده، می تواند در دسترس سایر افراد قرار گیرد یا قابل استفاده مجدد باشد.

ما بین سه نوع از دیدها تفاوت قائل هستیم:

- دیدهای انتخابی
- دیدهای پیش بینی کننده
- دیدهای تجمیع کننده

در بیشتر موارد، دیدهای نیازمندی ها، ترکیبی از دیدهای انتخابی، پیش بینی کننده و تجمیع کننده برای ایجاد گزارش ها است.

## 6.6 قابلیت ردیابی (L1)

قابلیت ردیابی [GoFi1994]، توانایی ردیابی یک نیازمندی از مبدأ آن (یعنی ذینفعان، اسناد، توجیحات و غیره) و ارسال آن ها به محصولات کاری بعدی (به عنوان مثال موردهای آزمایش) و همچنین سایر نیازمندی‌هایی است که به این نیازمندی بستگی دارد.

قابلیت ردیابی یک پیش نیاز برای مدیریت نیازمندی‌ها است و اغلب توسط استانداردها، قوانین و مقررات به صراحت مورد تقاضا واقع می شود. پیاده‌سازی قابلیت ردیابی اساساً به معنای حفظ وابستگی بین محصولات کاری مختلف (0) در سطوح مختلف انتزاع (3.1.2)، سطوح جزئیات (3.1.3) و به همه پیشینیان (Predecessors) و جانشینان (Successors) مربوطه به دلایل تجزیه و تحلیل، انطباق و اطلاعات است.

قابلیت ردیابی را می توان بطور ضمنی با ساختاریابی و استاندارد سازی محصولات کاری یا به طور صریح با مرتبط کردن محصولات کاری به یکدیگر بر اساس شناسه های منحصر به فرد آنها در اشکال مختلف مستند کرد [HuJD2011]. فرم های رایج شامل هایپر لینک ها، مرجع ها، ماتریس ها، جداول یا نمودار ها هستند.

## 6.7 رسیدگی به تغییر (L1)

نیازمندی‌ها ایستا نیستند. تغییرات در نیازمندی‌ها به دلایل مختلف اتفاق می افتند و باید به درستی انجام شوند (اصل 7 در 2). به عنوان مثال با ایجاد یک درخواست تغییر رسمی یا با اضافه کردن یک مورد جدید به بک لاگ محصول.

تصمیم گیری، برنامه ریزی و کنترل اجرای یک تغییر بستگی به رویکرد توسعه و به زمانی که تغییر ایجاد می شود بستگی دارد.

در یک رویکرد خطی، تصمیم گیری در مورد تغییر اغلب توسط یک هیئت کنترل تغییر (در پروژه‌ها) یا یک هیئت مشورتی تغییر (در اجرا) گرفته می شود. در یک رویکرد تکرارپذیر، مالک محصول تغییرات را در بک لاگ محصول اعمال کرده و بر این اساس مورد جدید را اولویت بندی می کند.

## 6.8 اولویت بندی (L1)

تمامی نیازمندی‌ها از اهمیت یکسانی بهره مند نیستند ([Davi2005]). ارزیابی و اولویت بندی برای تعیین مناسب ترین نیازمندی‌ها برای انتشار و یا انکریمنت محصول بعدی استفاده می شود.

ارزیابی نیازمندی‌ها مبنایی برای اولویت بندی آنها است که اغلب با استفاده از معیارهای ارزیابی چندگانه از جمله ارزش تجاری، فوریت، تلاش، وابستگی و سایر موارد دیگر تعیین می شود.

اولویت یک نیازمندی، اهمیت یک نیازمندی واحد را نسبت به سایر نیازمندی‌ها با توجه به معیارهای خاص توصیف می کند [Glin2020]. اولویت بندی خود بر اساس یک معیار واحد یا معیارهای متعدد انجام می شود. این عمدتاً به تکنیک اولویت بندی انتخاب شده بستگی دارد.

گام های اولویت بندی:

- اهداف اصلی و قیدها را برای اولویت بندی تعریف کنید
- معیارهای ارزیابی مطلوب را تعریف کنید
- ذینفعانی که باید درگیر شوند را تعریف کنید
- نیازمندی‌هایی که باید اولویت بندی شوند را تعریف کنید
- تکنیک اولویت بندی را تعیین کنید
- اولویت بندی را اجرا کنید

تکنیک‌های اولویت بندی می توانند در گروه های زیر دسته بندی شوند:

- تکنیک‌های اولویت بندی تک کاره
- تکنیک‌های اولویت بندی تحلیلی

## 7 پشتیبانی ابزار (L2)

هدف: ارائه یک مرور کلی در مورد نقش ابزارها و جنبه‌های مهندسی نیازمندی‌ها برای اجرا

مدت زمان: 30 دقیقه

اصطلاحات: ابزار، ابزار مهندسی نیازمندی‌ها

### اهداف آموزشی

- هدف آموزشی 1.1.7 دانستن تفاوت انواع ابزارهای مهندسی نیازمندی‌ها (L2)
- هدف آموزشی 1.2.7 توضیح دهید هنگام معرفی ابزارهای مهندسی نیازمندی‌ها چه چیزی را باید در نظر بگیرید (L2)

### 7.1 ابزارهای مهندسی نیازمندی‌ها (L1)

فرآیند RE توسط ابزارهایی پشتیبانی می‌شود که وظایف و فعالیت‌های اختصاصی را پشتیبانی می‌کنند. از آنجا که فرآیند RE کاملاً منحصر به فرد هستند (5)، ابزارهای موجود RE فقط بر جنبه‌های خاصی از مهندسی نیازمندی‌ها متمرکز می‌شوند و به ندرت از همه فعالیت‌ها پشتیبانی می‌کنند. قبل از انتخاب ابزار، مهندسين نیازمندی‌ها باید تصمیم بگیرند که کدام وظایف و فعالیت‌ها باید در طول فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها باید پشتیبانی شوند و چگونگی آن را مشخص کنند. ما میان ابزارهایی که از موارد زیر پشتیبانی می‌کنند، تفاوت قائل هستیم:

- مدیریت نیازمندی‌ها:
- تعیین و ذخیره ویژگی‌های مورد نیاز
- اولویت بندی نیازمندی‌ها
- مدیریت نسخه‌ها و پیکر بندی‌ها
- ردیابی و نیازمندی‌های ردیابی
- مدیریت تغییرات نیازمندی‌ها
- مدیریت فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها:
- اندازه گیری و گزارش گیری در مورد فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها
- اندازه گیری و گزارش گیری در مورد فرآیند کیفیت محصول
- مدیریت جریان کاری مهندسی نیازمندی‌ها
- مستندسازی دانش مرتبط با نیازمندی‌ها
- به اشتراک گذاشتن نیازمندی‌ها
- ایجاد درک مشترک از نیازمندی‌ها
- مدل نیازمندی‌ها
- همکاری در مهندسی نیازمندی‌ها
- آزمون/شبیه سازی نیازمندی‌ها

ابزارها معمولاً با ترکیبی از ویژگی‌های فوق الذکر همراه هستند. ممکن است ابزارهای مختلفی برای اطمینان از پشتیبانی کردن از تمامی وظایف مهندسی نیازمندی‌ها با یکدیگر ترکیب شوند.

گاهی اوقات، انواع دیگری از ابزارها نظیر آفیس یا ابزارهای مدیریت موارد برای مستندسازی و مدیریت نیازمندی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ابزارها محدودیت‌هایی دارند و تنها باید در صورتی مورد استفاده قرار گیرند که فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها تحت کنترل بوده و نیازمندی‌ها هماهنگ و سازگار باشند.



## 7.2 معرفی ابزار [L2]

انتخاب ابزار مهندسی نیازمندی‌ها هیچ تفاوتی با انتخاب ابزاری برای اهداف دیگر ندارد. تعریف هدف، زمینه و نیازمندی‌ها قبل از انتخاب ابزار می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد [Fugg1993].

یک ابزار مناسب فقط پس از معرفی روش‌ها و تکنیک‌های مناسب RE مورد جستجو قرار می‌گیرد. معرفی ابزار به مسئولیت‌ها و رویه‌های واضح مهندسی نیازمندی‌ها نیاز دارد. در فرآیند معرفی یک ابزار مهندسی نیازمندی‌ها، جنبه‌های زیر مرتبط هستند:

- تمام هزینه‌های چرخه عمر را فراتر از هزینه‌های لایسنس در نظر بگیرید
- منابع ضروری را مدنظر قرار دهید
- از پروژه‌های پایلوت برای جلوگیری از ریسک استفاده کنید
- ابزار را با توجه به معیارهای تعریف شده ارزیابی کنید
- نحوه استفاده از ابزار را به کارمندان آموزش دهید

- [AnPC1994] Annie I. Antón, W. Michael McCracken, Colin Potts: Goal Decomposition and Scenario Analysis in Business Process Reengineering. CAiSE (Conference on Advanced Information Systems Engineering), 1994, 94–104.
- [BaCC2015] K. Baxter, C. Courage, K. Caine: Understanding Your Users: A Practical Guide to User Research Methods, 2nd edition. Morgan Kaufmann, Burlington, 2015.
- [BiSp2003] K. Bittner, I. Spence: Use Case Modelling. Pearson Education, Boston, 2003.
- [Bour2009] L. Bourne: Stakeholder Relationship Management: A Maturity Model for Organisational Implementation. Gower Publishing Ltd, Burlington, 2009.
- [CaDJ2014] D. Carrizo, O. Dieste, N. Juristo: Systematizing requirements elicitation technique selection. Information and Software Technology 2014, 56(6): 644–669.
- [Cock2001] A. Cockburn: Writing Effective Use Cases. Addison–Wesley, Boston 2001.
- [Cohn2004] M. Cohn: User Stories Applied – For Agile Software Development. Addison–Wesley, Boston, 2004.
- [Coop2004] A. Cooper: The Inmates Are Running the Asylum: Why High–Tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity. Que, Indianapolis, 2004.
- [Davi2005] A. M. Davis: Just Enough Requirements Management – Where Software Development Meets Marketing. Dorset House Publishing, New York, 2005.
- [Davi1993] A. M. Davis: Software Requirements – Objects, Functions, & States, 2nd edition, Prentice Hall, New Jersey, 1993.
- [DeMa1978] T. DeMarco: Structured Analysis and System Specification. Yourdon Press, New York, 1978.
- [Fugg1993] A. Fuggetta: A classification of CASE technology. IEEE Computer 1993, 26 (12): 25–38.
- [GiGr1993] T. Gilb, D. Graham: Software Inspection. Addison Wesley, Boston, 1993.
- [Glin2019] .M. Glinz: Requirements Engineering I. Course Notes, University of Zurich, 2019 <https://www.ifi.uzh.ch/en/rerg/courses/archives/hs19/re-i.html#resources> .  
.Last visited July 2020
- [Glin2020] .M. Glinz: A Glossary of Requirements Engineering Terminology. Version 2.0 <https://www.ireb.org/en/downloads/#cpre-glossary>.Last visited July 2020 .
- [GoFi1994] O. Gotel, A. Finkelstein: An Analysis of the Requirements Traceability Problem. 1st International Conference on Requirements Engineering, Colorado Springs, 1994. 94–101.
- [GoRu2003] R. Goetz, C. Rupp: Psychotherapy for System Requirements. 2nd IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'03), London, 2003. 75–80.

- [GRL2020] Goal oriented Requirement Language. University of Toronto, Canada <https://www.cs.toronto.edu/km/GRL>. Last visited May 2020.
- [Hare1988] D. Harel: On Visual Formalisms. *Communications of the ACM* 1988, 31 (5): 514–530.
- [HoSch2020] S. Hofer, H. Schwentner: Domain Storytelling — A Collaborative Modeling Method. Available from Leanpub <http://leanpub.com/domainstorytelling> Last .visited July 2020
- [HuJD2011] E. Hull, K. Jackson, and J. Dick: *Requirements Engineering*. Springer, 3rd Ed, 2011.
- [ISO29148] ISO/IEC/IEEE 29148: Systems and Software Engineering – Life Cycle Processes – Requirements Engineering, International Organization for Standardization, 2018.
- [ISO19650] ISO 19650: Organization and Digitization of Information about Buildings and Civil Engineering Works, including Building Information Modelling (BIM)– Information Management Using Building Information Modelling – Part 1 and 2, International Organization for Standardization, 2018.
- [ISO25010] ISO/IEC/IEEE 25010:2011: Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- System and software quality models. International Organization for Standardization, Geneva, 2011.
- [Jack1995] M. A. Jackson: *Software Requirements and Specifications: A Lexicon of Practice, Principles and Prejudices*. Addison–Wesley, New York, 1995.
- [Jack1995b] M. Jackson: The World and the Machine. 17th International Conference on Software Engineering 1995 (ICSE 1995). 287–292.
- [KaeA1984] N. Kano et al.: Attractive quality and must–be quality. *Journal of the Japanese Society for Quality Control* 1984, 14(2): 39–48. (in Japanese)
- [KoTh2017] R. Kohavi, S. Thomke: The Surprising Power of Online Experiments – Getting the most out of A/B and other controlled tests. *Harvard Business Review*, Sept–Oct 2017: 74–82.
- [Kuma2013] V. Kumar: *101 Design Methods – A Structured Approach for Driving Innovation in Your Organization*. John Wiley & Sons, Hoboken, 2013.
- [Laue2002] S. Lauesen: *Software Requirements. Styles and Techniques*. Addison–Wesley, Harlow, 2002.
- [Leff2011] D. Leffingwell: *Agile Software Requirements, Lean Requirements Practices for Teams, Programs, and the Enterprise*. Addison–Wesley, Boston, 2011.
- [LiOg2011] J. Liedtka, T. Ogilvie: *Designing for Growth: A Design Thinking Tool Kit For Managers*. Columbia University Press, 2011.
- [LiSZ1994] H. Lichter, M. Schneider–Hufschmidt, H. Zullighoven: Prototyping in Industrial Software Projects – Bridging the Gap Between Theory and Practice. *IEEE Transactions on Software Engineering* 1994, 20 (11): 825–832.

- [MFeA2019] D. Méndez Fernández, X. Franch, N. Seyff, M. Felderer, M. Glinz, M. Kalinowski, A. Volgelsang, S. Wagner, S. Bühne, K. Lauenroth: Do We Preach What We Practice? Investigating the Practical Relevance of Requirements Engineering Syllabi – The IREB Case. *CibSE 2019*: 476–487.
- [Moor2014] C. W. Moore: *The Mediation Process – Practical Strategies for Resolving Conflicts*, 4th edition. John Wiley & Sons, Hoboken, 2014.
- [MWHN2009] A. Mavin, P. Wilkinson, A. Harwood, and M. Novak: Easy Approach to Requirements Syntax (EARS). 17th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'09), Atlanta, Georgia, 2009. 317–322.
- [OleA2018] K. Olsen et al.: *Certified Tester, Foundation Level Syllabus – Version 2018*. International Software Testing Qualifications Board, 2018.
- [OMG2013] ,Object Management Group: *Business Process Model and Notation (BPMN) version 2.0.2*. OMG document formal/2013–12–09 <http://www.omg.org/spec/BPMN>. Last visited July 2020 .
- [OMG2017] ,Object Management Group: *OMG Unified Modeling Language (OMG UML) .version 2.5.1*. OMG document formal/2017–12–05 <https://www.omg.org/spec/UML/About-UML/>. Last visited July 2020 .
- [OMG2019] Object Management Group: *OMG Systems Modeling Language (OMG SysML™), Version 1.6*. OMG Document formal/19–11–01. <https://www.omg.org/spec/SysML/>. Last visited January 2022.
- [Osbo1979] A. F. Osborn: *Applied Imagination*, 3rd revised edition. Charles Scribner’s Sons, New York, 1979.
- [RoRo2012] S. Robertson and J. Robertson: *Mastering the Requirements Process*, 3rd edition. Addison–Wesley, Boston, 2012.
- [Rupp2014] C. Rupp: *Requirements–Engineering und Management*, 6. Auflage. Hanser, München, 2014. (in German).
- [Sdsc2012] Stanford d.school: *An Introduction to Design Thinking*. Hasso Plattner Institute of Design, Stanford, 2012 <https://dschool-old.stanford.edu/groups/designresources/wiki/36873>. Last visited July 2020 .
- [vLam2009] Axel van Lamsweerde: *Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications*. Chichester: John Wiley & Sons, 2009.
- [Vole2020] .Volere: *Requirements Resources* <https://www.volere.org> Last visited July .2020
- [WiBe2013] K. Wiegers and J. Beatty: *Software Requirements*, 3rd edition. Microsoft Press, Redmond, 2013.