



دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

جزوه درسی

مهندسی نرم افزار پیشرفته

تھیہ کنندہ: دکتر فریدون شمس

نسخہ دوم: بهمن ماه ۱۳۸۷

## فهرست مطالب

۱- مشکلات توسعه نرم افزار و بررسی مسئله پیچیدگی در نرم افزار.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۱
۱-۲- بحران نرم افزار.....	۱
۱-۳- متداولوژی و ضرورت توجه به آن.....	۳
۱-۴- تفاوت روش توسعه نرم افزار و سخت افزار.....	۵
۱-۵- شیوه مقابله با بحران نرم افزار.....	۸
۱-۶- پیچیدگی ذاتی نرم افزار.....	۹
۱-۷- عوامل پدید آورنده پیچیدگی ذاتی .....	۱۱
۱-۸- ساختار سیستم های پیچیده.....	۱۴
۱-۹- ویژگی های سیستم های پیچیده .....	۱۷
۱-۱۰- پیچیدگی سازمان یافته و سازمان نایافته .....	۱۹
۲- معرفی اصول شی گرائی برای مقابله با پیچیدگی.....	۲۱
۲-۱- پیشینه تاریخی.....	۲۱
۲-۲- تجربید (چکیده سازی، انتزاع) .....	۲۳
۲-۳- پنهان سازی جزئیات (محصور سازی) .....	۲۶
۲-۴- واحد بندهی.....	۲۷
۲-۵- سلسله مراتب.....	۲۹
۲-۶- مزایای مدل شی و کاربردهای آن.....	۳۱
۳- آشنائی با مفاهیم اولیه شی گرائی .....	۳۳
۳-۱- مفاهیم اساسی .....	۳۳
۳-۲- رابطه بین کلاس ها.....	۳۷
۴- شناسایی کلاس ها .....	۴۰
۴-۱- طبقه بندی.....	۴۰
۴-۲- منابع تشخیص کلاس ها.....	۴۱
۴-۳- رهیافت های شناسایی کلاس ها .....	۴۱
۴-۴- فرآیند شناسایی کلاس های اولیه .....	۴۲
۴-۵- روش CRC .....	۴۴
۴-۶- طبقه بندی .....	۴۹
۴-۷- لایه بندی .....	۵۰

۵۴ .....	-۸-۴ مقوله‌بندی.....
۵۶ .....	-۹-۴ کارت‌های CRC و مقوله بندی.....
۵۸ .....	-۵ فرآیند توسعه نرم‌افزار در متدولوژی USDP
۵۸ .....	-۱-۵ فرآیند توسعه نرم‌افزار.....
۵۸ .....	-۲-۵ مشخصات فرآیندهای توسعه موفق.....
۵۹ .....	-۱-۲-۵ تکرار و توسعه تدریجی.....
۶۱ .....	-۲-۲-۵ مدیریت نیازمندی‌ها.....
۶۲ .....	-۳-۲-۵ استفاده از معماری مبتنی بر مؤلفه‌ها.....
۶۲ .....	-۴-۲-۵ مدلسازی تصویری نرم‌افزار.....
۶۳ .....	-۵-۲-۵ بررسی کیفیت نرم‌افزار.....
۶۴ .....	-۶-۲-۵ مدیریت پیکربندی.....
۶۵ .....	-۳-۰ متدولوژی‌های توسعه نرم‌افزار .....
۶۶ .....	-۴-۵ معرفی Unified Software Development Process
۶۷ .....	-۱-۴-۵ محورهای USDP
۶۸ .....	-۲-۴-۵ USDP توسعه
۶۹ .....	-۶ بورسی فرآیند توسعه RUP
۷۰ .....	-۱-۶ ابعاد فرآیند RUP
۷۳ .....	-۲-۶ ساختار ایستا.....
۷۴ .....	-۱-۲-۶ نقش.....
۷۵ .....	-۲-۲-۶ فعالیت.....
۷۶ .....	-۳-۲-۶ فرآورده.....
۷۹ .....	-۴-۲-۶ نظم.....
۸۱ .....	-۵-۲-۶ عناصر ثانوی RUP
۸۲ .....	-۳-۶ ساختار پویا .....
۸۴ .....	-۱-۳-۶ فاز آغازین .....
۸۶ .....	-۲-۳-۶ فاز تشریح .....
۸۸ .....	-۳-۳-۶ فاز ساخت .....
۸۹ .....	-۴-۳-۶ فاز انتقال .....
۹۱ .....	-۷ نظم‌های RUP
۹۱ .....	-۱-۷ نظم مدلسازی حرفه .....
۹۲ .....	-۱-۱-۷ مفاهیم نظم مدلسازی حرفه .....
۹۳ .....	-۲-۱-۷ مهمترین نقش‌های نظم مدلسازی حرفه .....

۹۴.....	مهمتین فرآوردهای نظم مدلسازی حرف .....	-۳-۱-۷
۹۶.....	گردش کار نظم مدلسازی حرف .....	-۴-۱-۷
۹۸.....	پشتیبانی ابزار از نظم مدلسازی حرف .....	-۵-۱-۷
۹۸ .....	نظم نیازمندی ها.....	-۲-۲-۷
۹۹.....	فرآیند شناسایی و استفاده از نیازمندی ها .....	-۱-۲-۷
۱۰۱.....	مهمتین نقش های نظم نیازمندی ها.....	-۲-۲-۷
۱۰۱.....	مهمتین فرآوردهای نظم نیازمندی ها.....	-۳-۲-۷
۱۰۲.....	گردش کار نظم نیازمندی ها .....	-۴-۲-۷
۱۰۴.....	پشتیبانی ابزار از نظم نیازمندی ها.....	-۵-۲-۷
۱۰۴ .....	نظم تحلیل و طراحی .....	-۳-۷
۱۰۵.....	مهمتین نقش های نظم تحلیل و طراحی .....	-۱-۳-۷
۱۰۶.....	مهمتین فرآوردهای نظم تحلیل و طراحی .....	-۲-۳-۷
۱۰۶.....	گردش کار نظم تحلیل و طراحی .....	-۳-۳-۷
۱۰۸.....	پشتیبانی ابزار از نظم تحلیل و طراحی .....	-۴-۳-۷
۱۰۸ .....	نظم پیاده سازی .....	-۴-۷
۱۰۹.....	مهمتین نقش های نظم پیاده سازی .....	-۱-۴-۷
۱۰۹.....	مهمتین فرآوردهای نظم پیاده سازی .....	-۲-۴-۷
۱۱۰.....	پشتیبانی ابزار از نظم پیاده سازی .....	-۳-۴-۷
۱۱۰ .....	نظم آزمایش .....	-۵-۷
۱۱۱.....	مهمتین نقش های نظم آزمایش .....	-۱-۵-۷
۱۱۱.....	مهمتین فرآوردهای نظم آزمایش .....	-۲-۵-۷
۱۱۱.....	گردش کار نظم آزمایش .....	-۳-۵-۷
۱۱۳.....	پشتیبانی ابزار از نظم آزمایش .....	-۴-۵-۷
۱۱۳ .....	نظم استقرار .....	-۶-۷
۱۱۳.....	مهمتین نقش های نظم استقرار .....	-۱-۶-۷
۱۱۴.....	مهمتین فرآوردهای نظم استقرار .....	-۲-۶-۷
۱۱۵.....	گردش کار نظم استقرار .....	-۳-۶-۷
۱۱۵ .....	نظم مدیریت پروژه .....	-۷-۷
۱۱۶.....	مهمتین نقش های نظم مدیریت پروژه .....	-۱-۷-۷
۱۱۶.....	مهمتین فرآوردهای نظم مدیریت پروژه .....	-۲-۷-۷
۱۱۷.....	گردش کار نظم مدیریت پروژه .....	-۳-۷-۷
۱۱۸.....	نظم مدیریت پیکربندی .....	-۸-۷
۱۱۹.....	مهمتین نقش های نظم مدیریت پیکربندی .....	-۱-۸-۷

۱۱۹.....	مهمترین فرآورده نظم مدیریت پیکربندی.....	-۲-۸-۷
۱۲۰.....	گردش کار نظم مدیریت پیکربندی.....	-۳-۸-۷
۱۲۰.....	پشتیبانی ابزار از نظم مدیریت پیکربندی.....	-۴-۸-۷
۱۲۰ .....	نظم محیط .....	-۹-۷
۱۲۱.....	مهمترین نقش‌های نظم محیط.....	-۱-۹-۷
۱۲۱.....	مهمترین فرآورده نظم محیط.....	-۲-۹-۷
۱۲۱.....	گردش کار نظم محیط.....	-۳-۹-۷
۱۲۲.....	پشتیبانی ابزار از نظم محیط.....	-۴-۹-۷
<b>۱۲۳.....</b>	<b>- مدلسازی موارد کاربری .....</b>	<b>-۸</b>
۱۲۳.....	مقدمه.....	-۱-۸
۱۲۴.....	مفاهیم اساسی مدلسازی موارد کاربری .....	-۲-۸
۱۲۶.....	سازماندهی موارد کاربری.....	-۳-۸
۱۲۸.....	ایجاد مدل موارد کاربری.....	-۴-۸
۱۳۲.....	مثال تعمیرگاه.....	-۵-۸
۱۳۵.....	مشکلات مدلسازی موارد کاربری.....	-۶-۸
۱۳۵.....	تفاوت مدلسازی مورد کاربری و تحلیل سیستم.....	-۷-۸
<b>۱۳۶.....</b>	<b>- مدلسازی کلاس‌ها.....</b>	<b>-۹</b>
۱۳۶.....	منابع اصلی تشخیص کلاس‌ها.....	-۱-۹
۱۳۷.....	ایجاد نمودار کلاس.....	-۲-۹
۱۳۸.....	مدلسازی کلاس‌ها در RUP.....	-۳-۹
۱۳۸.....	مدل تحلیل.....	-۴-۹
۱۳۹.....	مدل طراحی.....	-۵-۹
۱۴۰.....	مدل داده‌ای.....	-۶-۹
۱۴۱.....	مثال تعمیرگاه.....	-۷-۹
<b>۱۴۴.....</b>	<b>- مدلسازی تعامل و رفتار.....</b>	<b>-۱۰</b>
۱۴۵.....	نمودار ترتیبی .....	-۱-۱۰
۱۴۵.....	نمودار تعامل مثال تعمیرگاه.....	-۲-۱۰
۱۴۷.....	نمودار همکاری .....	-۳-۱۰
۱۴۸.....	نمودار حالت .....	-۴-۱۰
۱۴۹.....	تکنیک‌های مدلسازی حالت .....	-۵-۱۰
۱۵۰.....	نمودار حالت مثال تعمیرگاه.....	-۶-۱۰
۱۵۲.....	نمودار فعالیت.....	-۷-۱۰

۱۰۳.....	-۸- مراحل ایجاد نمودار فعالیت
۱۰۴.....	-۱- مدلسازی مولفه‌ها و استقرار
۱۰۴.....	-۱-۱- بسته
۱۰۴.....	-۱-۱-۱- مفاهیم مرتبه با بسته‌ها
۱۰۶.....	-۲- کاربرد بسته‌ها در مدلسازی
۱۰۷.....	-۲-۲- مدلسازی مولفه
۱۰۸.....	-۱-۲-۱- مفهوم مولفه
۱۰۹.....	-۲-۲-۱- استفاده مجدد و پیاده‌سازی مولفه‌ها
۱۰۹.....	-۳- برنامه‌نویسی شی‌گرا و توسعه برمنای مولفه
۱۶۰.....	-۴- نقش واسط در مولفه‌ها
۱۶۱.....	-۵- جایگزینی پذیری مولفه‌ها
۱۶۱.....	-۶- انواع مولفه‌ها
۱۶۲.....	-۷- روش‌های مدلسازی مولفه‌ها
۱۶۳.....	-۳-۱- مدلسازی استقرار
۱۶۵.....	-۱۲- روش‌های سریع الانتقال (چابک) توسعه نرم‌افزار
۱۶۵.....	-۱-۱- متداولوژی سنگین وزن
۱۶۸.....	-۲-۱-۱- مقایسه متداولوژی‌های سنگین وزن و سبک وزن
۱۶۸.....	-۱-۲- روش اجرا
۱۶۹.....	-۲-۲- معیار موقیت
۱۶۹.....	-۳-۲- اندازه پروژه
۱۶۹.....	-۴-۲- سبک مدیریت
۱۷۰.....	-۵-۲-۱- مستندسازی
۱۷۰.....	-۶-۲-۱- تعداد چرخه‌ها
۱۷۱.....	-۷-۲-۱- اندازه تیم
۱۷۱.....	-۸-۲-۱- برگشت سرمایه
۱۷۱.....	-۳-۱-۲- بیانیه چابک
۱۷۳.....	-۴-۴-۱- متداولوژی‌های چابک
۱۷۴.....	-۵-۱-۱- متداولوژی XP
۱۷۴.....	-۱-۵-۱- ارزش‌های XP
۱۷۶.....	-۲-۵-۱- مدل فرآیندی
۱۷۸.....	-۳-۵-۱- نقش‌ها و مسئولیت‌ها
۱۸۰.....	-۴-۵-۱- فرآورده‌های XP
۱۸۱.....	-۵-۵-۱- فعالیت‌های XP

۱۸۳	.....Feature Driven Development	۱۲-۶-۶-۱
۱۸۴	.....فرآیند FDD	۱۲-۶-۱-۱
۱۸۶	.....نقش‌ها و مسئولیت‌ها	۱۲-۶-۲-۲
۱۸۹	.....بهترین تجربیات	۱۲-۶-۳-۳
۱۹۰	.....SCRUM	۱۲-۷-۷-۲
۱۹۰	.....فرآیند Scrum	۱۲-۷-۱-۱
۱۹۳	.....فرآوردها	۱۲-۷-۲-۲
۱۹۴	.....نقش‌ها و مسئولیت‌ها	۱۲-۷-۳-۳
۱۹۵	.....Crystal	۱۲-۸-۸-۱
۱۹۶	.....مزایا و معایب متداول‌زی‌های خانواده	۱۲-۹-۹-۱
۱۹۸	.....الگوهای طراحی	۱۳-۱-۱
۱۹۸	.....عوامل ایجاد الگوهای طراحی	۱۳-۱-۱-۱
۲۰۰	.....تعريف الگوی طراحی	۱۳-۱-۲-۲
۲۰۱	.....طبقه‌بندی الگوها	۱۳-۱-۳-۳
۲۰۳	.....تاریخچه الگوی طراحی	۱۳-۱-۴-۴
۲۰۳	.....ساختار الگوی طراحی	۱۳-۱-۵-۵
۲۰۴	.....ساختار پیشنهادی الکساندر	۱۳-۱-۵-۵-۱
۲۰۴	.....ساختار پیشنهادی Polti	۱۳-۱-۵-۵-۲
۲۰۵	.....ساختار پیشنهادی الگوی GoF	۱۳-۱-۵-۵-۳
۲۰۸	.....بررسی چند الگوی طراحی	۱۳-۱-۶-۶-۱
۲۰۸	.....الگوی طراحی Abstract Factory	۱۳-۱-۶-۶-۱-۱
۲۱۱	.....الگوی طراحی Bridge	۱۳-۱-۶-۶-۲
۲۱۴	.....الگوی طراحی Composite	۱۳-۱-۶-۶-۳
۲۱۷	.....الگوی طراحی Decorator	۱۳-۱-۶-۶-۴
۲۲۱	.....الگوی طراحی Mediator	۱۳-۱-۶-۶-۵
۲۲۴	.....الگوی طراحی Observer	۱۳-۱-۶-۶-۶
۲۲۷	.....ضدالگوها	۱۳-۱-۶-۷-۲
۲۲۹	.....ضدالگوی توسعه Lava Flow	۱۳-۱-۶-۷-۱-۱
۲۲۹	.....ضدالگوی توسعه Blob	۱۳-۱-۶-۷-۱-۲
۲۳۱	.....شبکه‌های پتری	۱۴-۱-۱-۱
۲۳۱	.....روش‌های مدلسازی رفتار سیستم	۱۴-۱-۱-۱-۱
۲۳۲	.....تاریخچه شبکه‌های پتری	۱۴-۱-۱-۲-۲
۲۳۳	.....عناصر شبکه پتری	۱۴-۱-۱-۳-۳

۴-۴- تعریف شبکه پتری	۲۳۳
۴-۵- خصوصیات رفتاری شبکه‌های پتری	۲۳۵
۴-۶- زیرنوع‌های شبکه پتری	۲۳۷
۴-۷- شبکه‌های پتری رنگی	۲۳۷
۴-۸- زمان در شبکه پتری	۲۳۸
۴-۹- کاربرد شبکه پتری در مهندسی نرم‌افزار	۲۳۸
۴-۹-۱- تبدیل نمودار موارد کاربری	۲۳۹
۴-۹-۲- تبدیل نمودار ترتیبی	۲۴۰
۴-۹-۳- تبدیل نمودار مولفه	۲۴۲
۴-۱۰- نمونه ATM	۲۴۳
۴-۱۱- کاربرد شبکه پتری در مدلسازی فرآیند	۲۴۶
<b>۱۵- توسعه بر پایه عامل</b>	<b>۲۴۷</b>
۱-۱- عامل	۲۴۷
۱-۱-۱- عامل‌ها و اشیاء	۲۴۹
۱-۱-۲- طبقه‌بندی عامل‌ها	۲۵۰
۱-۱-۳- سیستم‌های چندعامله	۲۵۱
۱-۲- مهندسی نرم‌افزار عامل‌گرا	۲۵۱
۱-۲-۱- متداولوژی توسعه GAIA	۲۵۳
۱-۲-۲- متداولوژی Troops	۲۵۴

## ۱- مشکلات توسعه نرم افزار و بررسی مسئله پیچیدگی در نرم افزار

### ۱-۱- مقدمه

توسعه نرم افزار در سال های اخیر دچار تحولات گسترده ای شده است، بطوریکه امروزه نرم افزار نقش دو گانه ای را بازی می کند. در یک نقش به عنوان محصول نهائی<sup>۱</sup> محسوب می شود و در نقش دیگر، به عنوان تولید کننده محصول نهائی است. در نقش اول، نرم افزار، پتانسیل بالقوه سخت افزار را به فعالیت می رساند و در این نقش - در کاربردهای گوناگونی که مورد استفاده قرار می گیرد از تلفن همراه گرفته تا کامپیوترهای بزرگ<sup>۲</sup> - به عنوان تبدیل کننده (تولید، مدیریت، بازیابی، بهنگام سازی و نمایش) اطلاعات عمل می نماید. این اطلاعات می تواند به سادگی یک بیت و به پیچیدگی یک شیوه سازی چند رسانه ای<sup>۳</sup> باشد. اما در نقش دوم، نرم افزار به عنوان ابزار اساسی کنترل سیستم های کامپیوترا (سیستم عامل)، کنترل شبکه های کامپیوترا و طراحی و توسعه نرم افزارهای دیگر (ابزارها و محیط های برنامه نویسی) عمل می کند. بعقیده صاحبنظران، نرم افزار یکی از نیروهای اصلی و محرك قرن بیست و یکم خواهد بود، زیرا مهمترین محصول قرن که همان اطلاعات است را پردازش می نماید. امروزه، نرم افزار عاملی حیاتی در گردش کار موسسات، کارخانجات، صنعت حمل و نقل، پزشکی، بانکداری، شیوه سازی سیستم های علمی و صنعتی و دیگر موارد است. همچنین کاربردهای نرم افزار از نمایش بهتر و قابل استفاده تر اطلاعات شخصی گرفته تا مدیریت اطلاعات سازمان های بزرگ و فراهم کردن یک بستر اطلاعاتی قوی (همچون اینترنت) که بوسیله آن ایده دهکده جهانی تحقق گردیده، گسترش یافته است.

### ۱-۲- بحران نرم افزار

در نیمه دوم قرن بیست، نقش نرم افزار دستخوش تغییرات زیادی شده است. پیشرفت شگرف سخت افزار، تغییرات اساسی در معماری سیستم های کامپیوترا، افزایش شگفت انگیز ظرفیت حافظه های

<sup>1</sup> End-Product

<sup>2</sup> Mainframes

<sup>3</sup> Multimedia Simulation

اصلی و جانبی و ارزان شدن آنها، عواملی بوده اند که باعث افزایش تقاضا برای سیستم‌های کامپیوتری گردیده اند. این عوامل در کنار ضعف روش‌های توسعه نرم‌افزار و ناتوانی این روش‌ها در کنترل پیچیدگی نرم‌افزار باعث بوجود آمدن معضلاتی در تولید آن شد، که به آنها اصطلاح «بحران نرم‌افزار<sup>۱</sup>» اطلاق می‌شود.

عالیم و نشانه‌های این بحران عبارت بودند از [۱]:

- ناتوانی نرم‌افزار در بهره‌گیری کامل از پیشرفت سریع، قدرت و اطمینان پذیری رو به افزایش سخت‌افزار.
- ناتوانی روش‌های توسعه نرم‌افزار در پاسخگویی به افزایش تقاضای سیستم‌های اطلاعاتی پیچیده.
- هزینه‌های هنگفتی که برای توسعه نرم‌افزار پرداخته می‌شد.
- تأخیری (احياناً تا سال‌ها) که در توسعه نرم‌افزار رخ می‌داد.
- عدم تامین مشخصات و نیازمندی‌های مورد نظر کاربر.
- کیفیت پایین، نامطمئن و ناکارا بودن نرم‌افزار.
- هزینه‌های هنگفت نگهداری نرم‌افزار، چرا که قدرت ما در نگهداری سیستم‌های موجود منوط به کیفیت طراحی و وجود منابع مناسب است. از آنجاییکه -معمولًاً- سطح اغلب طراحی‌ها پایین بوده و منابع مناسب وجود نداشت، نگهداری پر هزینه می‌گردد.

متأسفانه یکی از نتایج نامطلوب این بحران، هدر دادن منابع انسانی است که مهمترین و گرانبهاترین سرمایه به شمار می‌آیند. در واقع، تعداد متخصصان کامپیوتر و برنامه‌نویسان خوب برای پاسخگویی به نیاز کاربران کافی نیست. از طرف دیگر اهمیت صنعت نرم‌افزار و نقش آن در کاربردهای علمی، تجاری، صنعتی و دیگر قلمروها روز به روز برجسته تر می‌شود. با توجه به این نکته آیا سزاوار نیست که پی راه حل مناسب برای این بحران باشیم؟

---

<sup>1</sup> Software Crisis

### ۱-۳- متدولوژی و ضرورت توجه به آن

چنانکه بیان نمودیم، یکی از علل اساسی بحران نرم افزار عدم وجود روش های مناسبی برای توسعه نرم افزار است. با توجه به این مقدمه ضرورت روی آوردن به یک متدولوژی مدون که تا حد زیادی مشکلات فوق را بر طرف نماید نظر بسیاری از دست اندرا کاران تولید سیستم های نرم افزاری را به خود جلب نموده و در نتیجه متدولوژی های گوناگون ارائه گردیده است.

برای روشنتر شدن بحث، ابتدا به بیان فرق بین متدولوژی و متد می پردازیم [۱]:

«متد عبارت است از فرآیندی منظم برای تولید مجموعه ای از مدل ها که هر کدام بخشی از سیستم نرم افزاری در حال تولید (یا توسعه) را تشریح نموده و با یک علامت گذاری روش نمایش داده شده اند.»  
«متدولوژی عبارت از مجموعه ای از متد ها که در تمام چرخه حیات سیستم نرم افزاری اعمال شده و بر یک نوع نگرش کلی درباره جهان نرم افزار متکی باشند.» توجه داشته باشید که تعریف ذکر شده از واژه متدولوژی با تعریف آن در علم و فلسفه تفاوت می نماید. در واقع اینجا مقصود از متدولوژی، متدولوژی توسعه نرم افزار است. یک متدولوژی توسعه نرم افزار باید حداقل ۷ ویژگی زیر را داشته باشد [۱]:

**۱- ارائه تعاریفی از مفاهیم اولیه بکار رفته در متدولوژی:** در واقع، دیدگاه های اصلی یک متدولوژی درباره روش حل مسئله باید روشن باشد. مثلاً برای ایجاد یک ساختمان باید مولفه های بکار رفته در آن مانند آجر و آهن تعریف شده باشد. مثال دیگر، هنگامیکه متدولوژی شی گرائی نرم افزار را بعنوان مجموعه ای از اشیاء مستقل که با یکدیگر به صورت هوشمندانه همکاری می نماید تلقی می کند، باید بتواند تعریف روشنی از شی ارائه نماید.

**۲- ارائه مدلی برای فرآیند تولید:** مدل فرآیند<sup>۱</sup> تولید عبارت از الگوی توسعه نرم افزار است. بعارت بهتر، مدل فرآیند گام های لازم برای توسعه نرم افزار (همان نحوه و ترتیب استفاده از متد ها) و چگونگی انتقال از یک گام به گام دیگر را بیان می نماید. انتظار می رود بین متدولوژی و فرآیند تولید ساخته و سازگاری وجود داشته باشد. برای مثال متدولوژی ساخت یافته که نرم افزار را بصورت مجموعه ای از گام های متوالی تعریف می نماید با فرآیند تولید «آبشاری» که توسعه نرم افزار را به تعدادی مرحله متوالی (که هر کدام باید خاتمه یابد تا دیگری شروع نماید) تقسیم نموده یک سازگاری وجود دارد. در حالیکه ذات متدولوژی شی گرائی که بر مفهوم «کلاس»

<sup>1</sup> Process Model

متکی بوده با یک فرآیند تولید متکی بر تکرار و توسعه افزایشی بیشتر سازگار است. چراکه فرآیند

کشف کلاس‌های یک مسئله خود یک فرآیند تکراری و تدریجی می‌باشد.

**۳-داشتن مدل زیر بنائی(مدل معماری)**: مشخص نمودن مراحل لازم برای ساختن یک ساختمان امر ضروری است ولی وقتی می‌توان گفت که این عمل موفق است که بدانیم چه نوع ساختمانی می‌خواستیم ایجاد نماییم و آیا این ساختمان ایجاد شد یا نه؟ در نرم‌افزار نیز همینطور است یعنی یک متدولوژی علاوه بر معرفی فرآیند تولید باید بتواند توضیح دهد که نرم‌افزار ساخته شده با این متدولوژی چگونه خواهد بود؟ یعنی ساختار کلی سیستم و نحوه ارتباط مولفه‌های سیستم با یکدیگر و روش‌هایی که این ساختار را قادر به تامین کلیه ویژگی‌های کلیدی سیستم می‌سازد، که همان معماری نرم‌افزار است.

**۴-ارائه یک شیوه علامت گذاری استاندارد**<sup>۱</sup>: وجود یک شیوه علامت گذاری استاندارد که با رعایت آن مدل‌های گوناگون تولید می‌شوند برای یکنواختی در که همه دست اندکاران تولید از سیستم در حال تولید ضروری می‌باشد.

**۵-معرفی تکنیک‌هایی برای پیاده‌سازی متدولوژی**: مقصود همان معرفی روش‌های مختلفی است که در مراحل تولید باید اعمال گردند. اهمیت این روش‌ها در چند نکته نهفته است: اولاً روش‌ها یک نوع نظم در فرآیند ایجاد سیستم‌های نرم‌افزاری پیچیده را بوجود می‌آورند. همچنین بوسیله روش‌ها، فرآورده‌هایی تولید شده که بعنوان وسائل ارتباطی بین افراد تیم عمل نمایند و بالآخره بوسیله این روش‌ها می‌توان نقااطی را در طول زمان تولید معرفی نمود که در آن مدیریت روند پیشرفت پروژه را ارزیابی کرده و خطرات بالقوه را کنترل می‌نماید.

**۶-ارائه معیارهای برای ارزیابی نتایج حاصل از بکارگیری متدولوژی**<sup>۲</sup>: یک متدولوژی باید معیارهایی در اختیار افراد تیم قرار دهد که بوسیله آن می‌توان درباره درستی یا نادرستی نحوه بکارگیری متدولوژی در یک پروژه قضاوت نمود. مثلاً از یک متدولوژی شیگرایی انتظار می‌رود که معیارهایی برای مقایسه بین دو مدل کلاس یا تعیین میزان قابلیت استفاده مجدد از یک مولفه را

<sup>1</sup> Standard Notation

<sup>2</sup> Software Metrics

معرفی نماید. وجود این معیارها می‌تواند بحث استاندارد پذیری و قابلیت اعتماد و کارایی را گسترش دهد.

## ۷- وجود ابزار اتوماتیک برای کمک به تولید و اجرای مدل‌های مبتنی بر

**متدولوژی**: این ویژگی جزو متدولوژی نیست ولی برای تضمین بکارگیری کارا و صحیح و تسهیل در امر بهره‌برداری از آن ضروری می‌باشد.

با توجه به آشنائی نسبتاً دیرینه بشر با روش‌های مهندسی و اینکه مهندسی سخت‌افزار با مشکلات مهندسی نرم‌افزار مواجه نشده است، این سؤال مطرح می‌گردد که آیا استفاده از روش‌های سنتی مهندسی در توسعه نرم‌افزار، مشکلات آنرا برطرف نمی‌سازد؟

در پاسخ باید گفت که مسلماً استفاده از روش‌هایی کلی<sup>۲</sup>- که بشر تا به امروز شناخته- در کنترل پیچیدگی سیستم‌های نرم‌افزاری- چنانکه خواهیم دید- باید کارساز باشد ولی این روش‌ها بسیار کلی هستند. به عبارت دیگر اگر جزئیات بکاربردن روش بخصوصی را نیز مد نظر داشته باشیم، خواهیم دید که در توسعه نرم‌افزار بعنوان یک محصول نهائی امکان استفاده از روش‌هایی است که در ساخت و تولید محصولاتی دیگری همچون سخت‌افزار به کاربرده می‌شود، مشکل خواهد بود اما بکارگیری این روش‌ها بعنوان یک ایده در نظر سازندگان نرم‌افزار هنوز از جلوه خاص برخوردار بوده و زمینه چالش در این مورد را فراهم می‌نماید.

## ۱-۴- تفاوت روش توسعه نرم‌افزار و سخت‌افزار

«فرآیند توسعه نرم‌افزار یک فرآیند مهندسی<sup>۳</sup> است نه یک فرآیند ساختن<sup>۴</sup> سنتی.»

برای بیان تفاوت بین این دو فرآیند باید گفت [۴]:

در سخت‌افزار می‌توان با ساخت قطعاتی مانند IC‌های استاندارد و مجتمع سازی آنها به محصول نهائی دست یافت که خود حاصل انجام یک فرآیند اتوماتیک است. این همان فرآیند تولید سنتی است. در مقابل، در توسعه نرم‌افزار امکان ساخت فیزیکی محصول بر اساس محصولات موجود کوچکتر از طریق سرهم بندی آنها بسادگی وجود ندارد. بلکه برای دستیابی به محصول نهائی نرم‌افزار لازم است یک

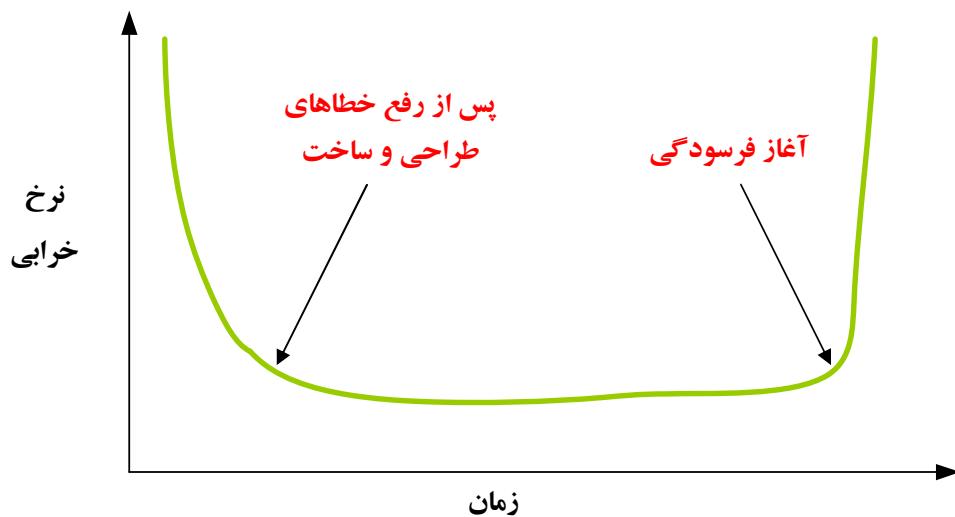
<sup>1</sup> CASE Tools

<sup>2</sup> مانند تجزیه (Decomposition)، تحرید (Abstraction) و سلسله مراتب (Hierarchy). نگاه کنید به فصل بعد

<sup>3</sup> Engineering Process

<sup>4</sup> Manufacturing Process

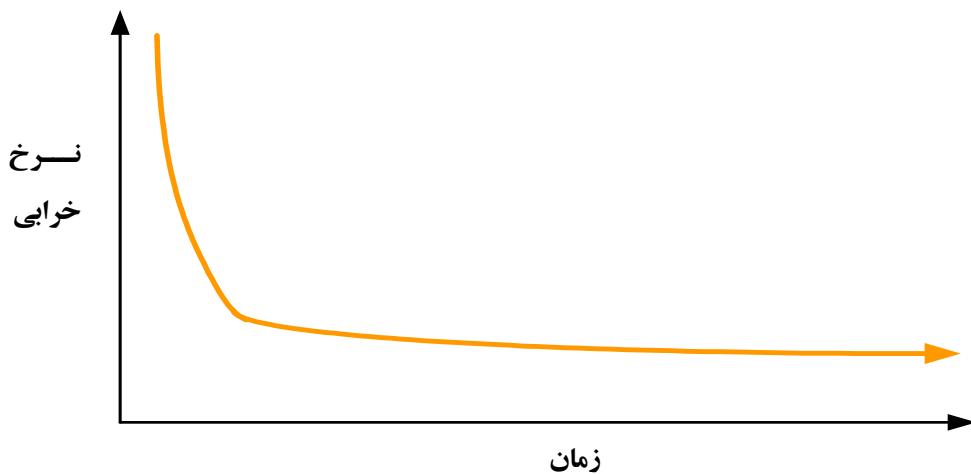
فرآیند مهندسی که برای هر کاربرد جدید منحصر به فرد است را دنبال نمود. این مسئله از متفاوت بودن طبیعت نرم افزار بعنوان یک محصول منطقی که بیشتر زایده فکر انسان بوده در مقابل سخت افزار بعنوان یک محصول فیزیکی که مواد اولیه موجود در آن تابع قوانین فیزیکی مشخصی است، ناشی می شود. از سوی دیگر، نرم افزار فرسوده نمی شود، بلکه فاسد می شود. در هنگام تولید یک قطعه سخت افزاری ممکن است مشکلات بیشماری بوجود آید، اما پس از تولید یک نمونه از محصول سخت افزاری، می توان آن را به تولید ابوه رساند. مدت زمانی که طول می کشد تا یک قطعه سخت افزاری فرسوده شود بسته به جنس قطعات بکار رفته در قطعه است و تولید کننده محصول سخت افزاری می تواند عمر مفید آن را بصورت تقریبی حدس بزند. پس از پایان عمر مفید یک قطعه سخت افزاری احتمال اینکه این قطعه دچار مشکل و عملکرد نادرستی از خود به نمایش بگذارد، افزایش می یابد تا جائیکه قطعه کاملاً فرسوده می شود، این موضوع در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. اما در نرم افزار اینگونه نیست، نرم افزار می تواند مدت ها بکار خود ادامه دهد و هیچگاه فرسوده نمی شود زیرا به جنس قطعات بکار رفته در آن بستگی ندارد. نرم افزار می تواند سال ها به کاربر خود جواب دهد و نیازهای کاربران را تامین نماید. اما با پیشرفت تکنولوژی و تغییر نیازمندی های کاربران نرم افزار کهنه می شود و دیگر جوابگوی نیاز کاربران نیست هر چند هنوز می تواند کار کند. بنابراین نرم افزار همانند سخت افزار دچار فرسایش نمی شود بلکه کهنه یا فاسد می شود.



شکل ۱-۱- منحنی نرخ خرابی سخت افزار نسبت به زمان

با نکاتی که ذکر گردید، نرم افزار برخلاف سخت افزار دارای فرسودگی نیست و منحنی خرابی

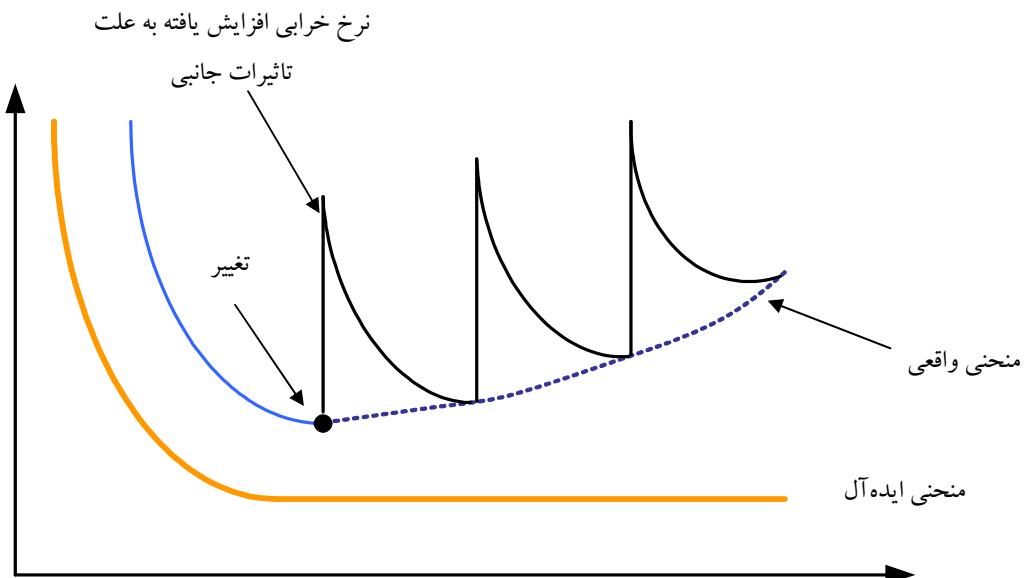
نرم افزار ایده‌آل همانند آنچه در شکل ۲-۱ نشان داده شده، است.



شکل ۲-۱- منحنی نرخ خرابی ایده‌آل نرم افزار نسبت به زمان

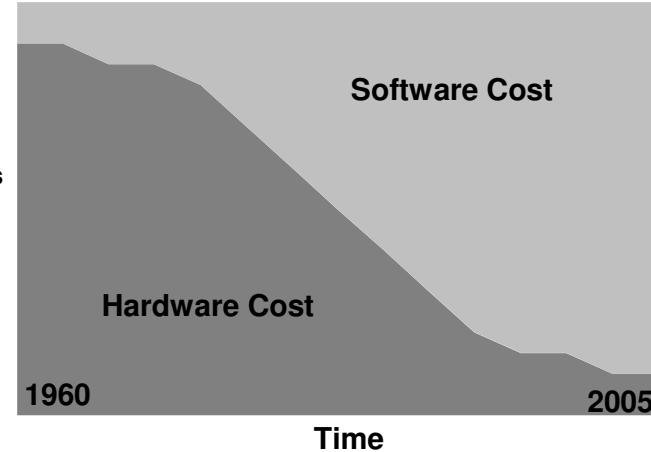
نکته جالب توجه این است که خرابی نرم افزار از منحنی خرابی ایده‌آل تبعیت نمی‌کند، بلکه با توجه به

تغییر نیازمندی‌ها و اصلاح نرم افزار برای پوشش این تغییرات، خرابی نرم افزار از منحنی شکل ۳-۱ تبعیت می‌نماید.



شکل ۳-۱- منحنی نرخ خرابی ایده‌آل نرم افزار نسبت به زمان

در سال‌های اخیر با توجه به دستیابی به فناوری‌های نوین در توسعه سخت‌افزار نسبت به سال‌های اولیه ظهور کامپیوتر، نرخ رشد هزینه‌های نرم‌افزار به سخت‌افزار افزایش چشمگیری داشته است. بطوریکه در سال ۲۰۰۵ نسبت هزینه سخت‌افزار به نرم‌افزار یک به ۵ برآورد شده است.



شکل ۱-۴- رشد هزینه نرم‌افزار نسبت به سخت‌افزار

بدلیل این تفاوت ذاتی بین نرم‌افزار و سخت‌افزار پیچیدگی‌های خاصی در ابعاد مختلف از جمله در تعریف نرم‌افزار، طراحی، پیاده‌سازی، تست و نگهداری آن وجود دارد که لازم است از ابزاری و روش‌هایی برای مقابله با این پیچیدگی‌ها استفاده نمود. در این راستا متدولوژی‌های مختلف، هر یک روش‌هایی و ابزار خاصی را برای کنترل و فائق آمدن بر این پیچیدگی مطرح نموده‌اند و از این جمله متدولوژی شی‌گرایی که در ادامه خواهیم دید.

## ۱-۵- شیوه مقابله با بحران نرم‌افزار

برای حل مشکلات نرم‌افزار نیاز به روش‌های فنی و سیستماتیک<sup>۱</sup> برای کنترل پیچیدگی نرم‌افزار (و در نتیجه بحران نرم‌افزار) احساس می‌شود. همچنین نیاز به یک فرآیند تولید مدون که چارچوب گام‌های مورد نیاز برای اعمال این روش‌ها- که نتیجه آن تولید یک نرم‌افزار با کیفیت عالی و قابلیت اعتماد بالا در حالیکه از نظر اقتصادی مقرن بصرفه باشد- وجود دارد. البته جایگاه ابزارهایی<sup>۲</sup> که بکاربردن این روش‌ها را در چارچوب یک فرآیند تولید معین آسانتر می‌نمایند، قابل اغماض نیست.

یکی از روش‌های مدعی نوآوری در زمینه کنترل پیچیدگی نرم‌افزار، شی‌گرایی است [۱].

<sup>1</sup> Technical and Systematic Methods

<sup>2</sup> Computer-Aided Software Engineering (CASE) Tools

روش‌های ارائه شده قبل از روش شی‌گرایی (که آنها را روش‌های سنتی می‌نامیم) توانمندی لازم برای طرح یک نگرش عمیق و در عین حال ساده به سیستم‌ها - به میزانی که در روش‌های شی‌گرایی بوده است- را نداشته‌اند.

تکنیک‌های سنتی موجود توان پاسخگویی به مثال‌هایی از سیستم‌های بزرگ و واقعی را نداشته، به عنوان مثال در مورد طراحی ساخت‌یافته<sup>۱</sup>، که در عمل بیشتر از بقیه روش‌های طراحی مورد استفاده قرار گرفته است، کاربردهای عملی نشان داده که برنامه‌نویسی ساخت‌یافته هنگامیکه تعداد خطوط برنامه از مرز ۱۰۰،۰۰۰ خط فراتر رود، این روش در کنترل برنامه با مشکل مواجه می‌گردد.

سیستم‌های بزرگ و کاربردهای جدیدی که روز به روز همراه با پیشرفت سخت‌افزارها مطرح شده‌اند نیازمند ساختاری برای مدیریت مدل‌های پیچیده‌تری بوده‌اند که تنها مکانیزم‌های موجود در تکنولوژی شی‌گرایی پتانسیل برخورد با گستردگی و پیچیدگی این سیستم‌ها را دارند. ایده اصلی برای فراهم آوری این پتانسیل تکیه بر مفهوم قابلیت استفاده مجدد<sup>۲</sup> و تعریف و ساخت مؤلفه‌های استاندارد با قابلیت کاربرد در محیط‌های مختلف است. همانطوری که بیان نمودیم روش‌ها، باید در چارچوب فرآیندها اعمال گردند.

فرآیندی که در تولید سیستم‌های سنتی به کار می‌رود فرآیند آبشاری می‌باشد. به نظر می‌رسد که فرآیند آبشاری برای تولید سیستم‌های جدید و پیچیده امروزی مناسب نیست، چراکه پایه و اساس این روش فهم کامل صورت مسئله و ثابت بودن نیازمندی‌ها بوده که در غیر از سیستم‌های بسیار ساده این مطلب صادق نیست. علاوه بر این، روش شی‌گرایی یک طبیعت تکراری و تدریجی دارد که با طبیعت ترتیبی این روش سنتی ندارد. بنابر این ما به یک فرآیند تولید قویتر نیاز داریم.

خلاصه، یکی از علل اساسی بحران نرم‌افزار عدم وجود روش‌های مناسبی برای توسعه نرم‌افزار بوده، و این بمعنی ناتوانی روش‌های موجود در کنترل پیچیدگی نرم‌افزار است. پس باید پیچیدگی نرم‌افزار را مورد بررسی قرار دهیم.

## ۱-۶- پیچیدگی ذاتی نرم‌افزار

در واقع می‌توان سیستم‌های نرم‌افزاری را با توجه به پیچیدگی‌شان به دو دسته کلی طبقه‌بندی کرد [۲]:

<sup>۱</sup> Structured Design

<sup>۲</sup> Reusability

• سیستم‌های نرم‌افزاری معمولی (غیر پیچیده): این سیستم‌ها معمولاً بوسیله یک نفر طراحی،

پیاده‌سازی و نگهداری می‌شوند. چنین سیستم‌هایی وقتی نیازهای مورد نظر کاربران خود را

برآورده نمی‌سازند با سیستم‌های جدید جایگزین می‌گردند، در واقع این سیستم‌ها ارزش

استفاده مجدد یا اصلاح را ندارند.

• اما در مقابل دسته فوق، دسته دیگری از سیستم‌های نرم‌افزاری وجود دارد که به آنها

نرم‌افزارهای با بنیه صنعتی<sup>۱</sup> اطلاق می‌شود. این دسته جزو سیستم‌های پیچیده به شمار می‌آیند

که بارزترین ویژگی آنها این است که در ک همه جزئیات آن از عهده قدرت ذهنی یک نفر

خارج است. در واقع اصطلاح بحران نرم‌افزار در رابطه با تولید مشکلات اینگونه سیستم‌ها

طرح شده است. مثال‌هایی از این سیستم‌ها عبارتند از سیستم‌های بلاذرنگ<sup>۲</sup>، پایگاه داده‌هایی

که باید میلیون‌ها رکورد ذخیره نمایند در حالیکه دستیابی صدھا کاربر به صورت همزمان به

داده‌ها با کارایی بالا را فراهم کند، سیستم‌های اطلاعاتی بزرگ و سیستم‌های هوشمند.

چنانچه قبل<sup>۳</sup> بیان کردیم یک تفاوت اساسی بین نرم‌افزار و دیگر ساخته‌های دست بشر وجود دارد

بدین صورت که نرم‌افزار یک محصول منطقی است که بیشتر زاییده فکر انسان بوده لذا بین عناصر اولیه

آن قوانین بنیادی حاکم نیست. در حالیکه محصولات دیگر ساخت بشر بگونه‌ای هستند که عناصر اولیه

تشکیل دهنده آن از قوانین فیزیکی معینی پیروی می‌نمایند [۵].

با توجه به این مطلب، دو نکته درباره پیچیدگی سیستم‌های نرم‌افزاری قابل ذکر است: یکی اینکه این

پیچیدگی با پیچیدگی سیستم‌های طبیعی و محصولات فیزیکی ساخت دست بشر یک تفاوت اساسی

دارد: مدل‌های ساده برای سیستم‌های طبیعی وجود دارد در حالیکه این مطلب برای سیستم‌های نرم‌افزاری

صادق نیست این همان مفهوم پیچیدگی غیر قانونمند است.

<sup>1</sup> Industrial-Strength Software

<sup>2</sup> Real-Time Systems

<sup>3</sup> Arbitrary Complexity با یک مثال پیچیدگی غیرقانونمند را بیشتر توضیح می‌دهیم: در صنعت عمران و ساختمان‌سازی

اگر مشتری از یک شرکت ساختمانی درخواست اضافه یک طبقه زیرزمینی به یک ساختمان صد طبقه را نماید، مسلماً یک

نوع شوخی تلقی خواهد شد! در صنعت نرم‌افزار چنین درخواستی کاملاً طبیعی بنظر می‌رسد! (البته از نظر

مشتری). علاوه بر این، مشتریان چنین استدلال می‌کنند که انجام این کار ساده است زیرا بیشتر از نوشتن چند خط برنامه

نیست!

نکته دوم این است که این پیچیدگی یک ویژگی ذاتی سیستم‌های نرم‌افزاری بزرگ است به عبارت دیگر نمی‌توان این پیچیدگی را از بین برد بلکه باید آن را کترل نمود.

## ۱-۷- عوامل پدید آورنده پیچیدگی ذاتی

اما چرا پیچیدگی یک خاصیت جدائی ناپذیر برای سیستم‌های نرم‌افزاری بزرگ است؟

در واقع، این پیچیدگی از چهار فاکتور ناشی می‌شود [۱]:

### (۱) پیچیدگی خود مسأله

معمولًاً سیستم‌های نرم‌افزاری بزرگ حاوی عناصری است که پیچیدگی آنها اجتناب ناپذیر بوده، این

پیچیدگی ناشی از:

❖ وجود نیازمندی‌های گوناگون و مختلف و گاهی حتی متضاد

چنانکه می‌دانیم نیازمندی‌ها به دو گروه کلی تقسیم می‌شوند: نیازمندی‌های وظیفه‌ای<sup>۱</sup> که

عبارتست از عملکرد خام سیستم و نیازمندی‌های غیر وظیفه‌ای<sup>۲</sup> که معمولًاً به صورت ضمنی بیان

می‌شوند مانند کارایی<sup>۳</sup>، قابلیت اعتماد<sup>۴</sup> و ... است. مثلاً یک سیستم هوشمند مانند رویات را در نظر

بگیرید: مشخص است که در ک عملکرد چنین سیستمی به اندازه کافی سخت است (نیازمندی‌های

وظیفه‌ای) حال اگر به این نیازمندی‌ها، نیازمندی‌های غیر وظیفه‌ای نیز اضافه گردد همان پیچیدگی

غیرقانونمند بوجود خواهد آمد.

❖ ناتوانی کاربر و مهندس نرم‌افزار در درک صحیح یکدیگر

معمولًاً برای کاربران توصیف نیازهای مورد نظر خود به صورتی قابل فهم برای توسعه‌دهنده<sup>۵</sup>

سیستم خیلی مشکل است. در موارد بسیاری کاربران فقط ایده‌های مبهمی از آنچه می‌خواهند

سیستم نرم‌افزاری حاوی آن باشد، را دارند. البته بدین معنی نیست که کاربر یا توسعه‌دهنده سیستم

(یا هر دو) مقصربند، بلکه به طور کلی - این مشکل ناشی از عدم وجود آشنائی کافی هر دو از

زمینه‌های کاری یکدیگر است. در واقع، کاربران و توسعه‌دهنده‌گان سیستم دارای دو دید مختلف

نسبت به مسأله و راه حل آن هستند و حتی اگر کاربر شناخت کافی از نیازهای خود داشته باشد، ما

<sup>1</sup> Functional Requirements

<sup>2</sup> Non-Functional Requirements

<sup>3</sup> Efficiency

<sup>4</sup> Reliability

<sup>5</sup> System Developers

هنوز به ابزاری که بتواند این نیازها را به صورت صحیح و دقیق بیان نماید احتیاج داریم (البته در راستای حل مشکل تعیین نیازمندی‌ها به کمک ابزارهایی مانند موارد کاربری و کارت‌های CRC<sup>۱</sup> گام‌های موثری برداشته شده است).

❖ تغییر نیازها در زمان طراحی سیستم و بعد از تولید آن

این فاکتور در افزایش پیچیدگی مسئله سهم بسزایی دارد. در واقع دیدن نمونه‌های اولیه سیستم<sup>۲</sup> و مستندات طراحی (در زمان طراحی) سپس استفاده از سیستم بعد از نصب آن، باعث پی بردن و درک بهتر و واقعیتر کاربر نسبت به نیازهای خود است.

از طرف دیگر خبرگی توسعه‌دهندگان سیستم نسبت به مسئله و راههای حل آن بیشتر می‌شود و می‌توانند سوالهای بهتری درباره جنبه‌های مبهم رفتار سیستم طرح نمایند و بدین صورت دید کاملتری نسبت به سیستم پیدا خواهند کرد.

## ۲) مشکل کنترل فرآیند تولید

سیستم‌های نرم‌افزاری روز به روز پیچیده‌تر می‌شوند. امروزه ما شاهد سیستم‌هایی نرم‌افزاری بزرگ هستیم که حجم آنها با صد هزار خط یا حتی یک میلیون خط اندازه‌گیری می‌شود. چنانکه قبل<sup>۳</sup> گفتم درک کامل و دقیق چنین سیستم‌های بزرگی از عهده یک نفر خارج است. حتی اگر سعی کنیم سیستم را به واحدهای<sup>۳</sup> با معنی تجزیه نماییم، باز با صدها واحد روبرو خواهیم گشت. پس ما به یک گروه یا یک تیم از متخصصین نیاز داریم.

به صورت ایده‌آل باید سعی کنیم از یک تیم با حداقل افراد استفاده نماییم ولی صرف نظر از اندازه تیم، توسعه مبتنی بر تیم‌ها همیشه با مشکلات مهمی روبرو بوده است، زیرا افراد بیشتر، به معنی ارتباطات پیچیده‌تر و در نتیجه هماهنگی بین افراد تیم مشکل‌تر می‌شود بخصوص اگر تیم از نظر جغرافیائی پراکنده باشد. در واقع مشکل کلیدی که توسعه تیمی با آن مواجه است همان مدیریت صحیح افراد تیم به طوری که یگانگی و یکپارچگی تحلیل و طراحی حفظ گردد.

<sup>1</sup> Class, Responsibilities, and Collaborators

<sup>2</sup> System Prototypes

<sup>3</sup> Modules

### (۳) استاندارد نبودن نرم افزار

معمولًاً یک شرکت ساختمان سازی برای ساختن یک ساختمان از مصالح ساختمانی با مشخصات استاندارد مانند آجر و آهن که بوسیله شرکت های دیگر تولید شده است، استفاده می نماید یا در صنعت سخت افزار مثلاً برای ساختن یک برد از IC های استاندارد ساخت شرکت های دیگر استفاده می شود و هرگز خود شرکت سازنده اقدام به ساختن همه قطعات مورد نیاز این بُرد نمی کند ولی متاسفانه چنین اتفاقی در صنعت نرم افزار به فراوانی رخ می دهد! اینها مثال هایی از استفاده مجدد<sup>۱</sup> بوده است، چیزی که صنعت نرم افزار شدیداً به آن نیازمند است. البته در این راستا گام های خوبی برداشته شده است (در قسمت مربوط به مؤلفه ها<sup>۲</sup> به تفصیل به این مطلب خواهیم پرداخت).

به علاوه، در صنعت ساختمان سازی استانداردهایی برای تضمین کیفیت مواد اولیه مورد نیاز وجود دارد در حالیکه صنعت نرم افزار از این نظر خیلی عقب مانده است! لذا تولید سیستم های نرم افزاری یک کار طاقت فرسا به شمار می آید.

### (۴) مشکل توصیف رفتار سیستم های پیچیده

از نظر رفتار می توان سیستم ها را به طور کلی - به دو گروه تقسیم نمود:

- ❖ **سیستم های پیوسته<sup>۳</sup>**: رفتار این سیستم ها بوسیله یک تابع پیوسته توصیف می گردد، که توسط آن می توان رفتار سیستم و عکس العمل آن در مقابل رویدادهای گوناگون را پیش بینی کرد.
  - ❖ **سیستم های گسسته<sup>۴</sup>**: این سیستم ها از تعداد متناهی حالت تشکیل شده است که این تعداد در سیستم های گسسته پیچیده معمولاً عدد بزرگی است. ویژگی بارز این سیستم ها این است که نمی توان انتقال بین حالت های مختلف سیستم بوسیله توابع پیوسته را مدل سازی نمود.
- لذا این امکان بالقوه وجود دارد که به ازای یک رویداد غیرمنتظره خارجی، سیستم از حالت فعلی به حالت جدید (و غیر مطلوب) منتقل گردد که این انتقال می تواند غیر قطعی<sup>۵</sup> باشد و در بدترین شرایط این رویداد می تواند حالت سیستم را خراب نماید. با توجه به اینکه کامپیوترهای دیجیتال سیستم های گسسته هستند و اینکه نرم افزار روی این دستگاه ها اجرا می گردد، پس ما با یک سیستم گسسته سروکار داریم.

<sup>1</sup> Reuse

<sup>2</sup> Components

<sup>3</sup> Continuous Systems

<sup>4</sup> Discrete Systems

<sup>5</sup> Non-Deterministic

حال به این مثال توجه نمایید: فرض کنید یک هواپیما بوسیله یک کامپیوتر کنترل می‌شود، چون با یک سیستم گسسته مواجه هستیم احتمال بروز حالتی مانند اینکه وقتی یک مسافر لامپ بالای سر خود را روشن کند. آنگاه -مثلاً- هواپیما به طور ناگهانی به سمت پایین حرکت نماید، وجود دارد! در یک سیستم پیوسته ما انتظار بروز چنین رویدادی را نداریم ولی متأسفانه در یک سیستم گسسته به علت اینکه طراحان سیستم فعل و انفعال‌هایی که بین تعدادی از رویدادهای ویژه رخ می‌دهد را در نظر نگرفته اند احتمال بروز چنین حالت‌هایی وجود دارد.

با توجه به مثال فوق و اینکه نرم‌افزار یک سیستم گسسته است، می‌بینیم که این خاصیت یکی از عوامل افزایش پیچیدگی سیستم‌های نرم‌افزاری است. پس برای رسیدن به نرم‌افزار با کیفیت و قابلیت اطمینان بالا چه باید کرد؟ این هدف جز با انجام آزمایش‌های گوناگون و جامع تحقق نمی‌یابد. لذا فاز تست در چرخه توسعه نرم‌افزار از اهمیت بسزایی برخوردار است. بنابر آنچه بیان شد، مشکل اصلی نرم‌افزار پیچیدگی ذاتی خود است. برای پیدا نمودن راه مقابله با آن باید خصوصیات کلی سیستم‌های پیچیده (اعم از کامپیوترا و غیر کامپیوترا) را بررسی نماییم.

## ۱-۸- ساختار سیستم‌های پیچیده

با ذکر چند نمونه از سیستم‌های پیچیده، ساختار و خصوصیات کلی آنها را بررسی می‌نماییم:

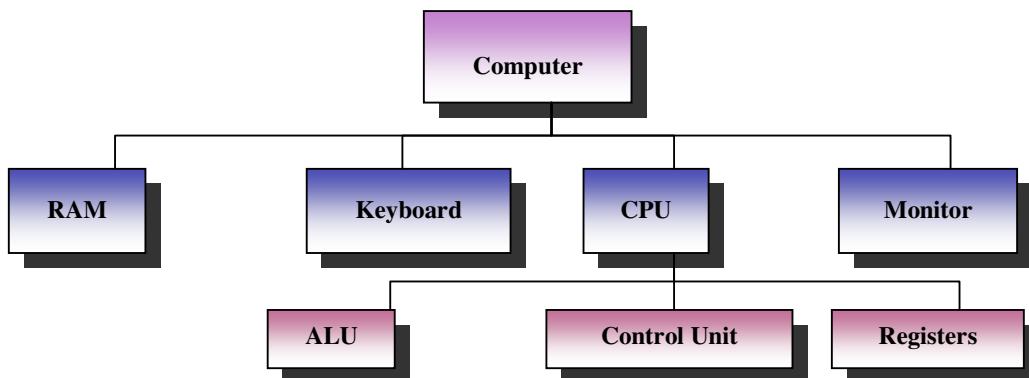
### ❖ کامپیوتر شخصی

کامپیوتر شخصی دستگاهیست که پیچیدگی آن از نوع متوسط است. چنانکه می‌دانیم کامپیوتر شخصی از مجموعه‌های اصلی مانند واحد پردازش مرکزی، نمایشگر، صفحه کلید و حافظه جانبی مانند دیسک سخت و ... تشکیل می‌شود. هر کدام از این مؤلفه‌ها به نوبه خود از مؤلفه‌های کوچکتر تشکیل می‌گردد مثلاً CPU از واحد کنترل، ALU، ثبات‌ها و ... تشکیل می‌شود، همچنین ALU از مجموعه‌ای از ثبات‌ها تشکیل شده است.

این‌جاست که طبیعت سلسله مراتبی سیستم‌های پیچیده را می‌توان مشاهده نمود. در واقع علت درستی عملکرد کامپیوتر شخصی عبارت از فعالیت گروهی و مشترک مؤلفه‌های اصلی آن است. این مؤلفه‌های جداگانه با هم یک واحد منطقی تشکیل می‌دهند.

مسلمان قدرت ما در استدلال بر نحوه عملکرد کامپیوتر شخصی از طریق قدرت ما بر تجزیه این سیستم به اجزای کوچکتر که می‌توان هر کدام را به صورت جداگانه و مستقل از بقیه اجزاء بررسی نمود، حاصل شده است. لذا می‌توانیم مثلاً عملکرد نمایشگر را جداگانه از عملکرد دیسک سخت بررسی نماییم.<sup>۱</sup> توجه داشته باشید که سطوح ساختار سلسله مراتبی در سیستم‌های پیچیده، سطوح مختلف تجربید<sup>۱</sup> را نمایش می‌دهند که هر سطحی روی سطح پایین تراز آن بنا شده است. به هر سطحی از سطوح تجربید که نگاه کنیم می‌بینیم که اولاً این سطح بخودی خود قابل فهم است و ثانیاً این سطح سرویس‌هایی به سطوح بالاتر را ارائه می‌دهد. معمولاً<sup>۲</sup> یکی از این سطوح که مناسب‌تر است برای حل مسأله مورد نظر را انتخاب می‌کنیم.

مثلاً اگر با مشکلی در زمانبندی حافظه اصلی مواجه شویم باید این مشکل را در سطح گیت‌ها بررسی نماییم. اما استفاده از این سطح برای پیدا کردن علت اشکالات در یک برنامه کاربردی مناسب نخواهد بود.



شکل ۱-۵- ساختار سلسله مراتبی در کامپیوتر

#### ❖ گیاهان

- درباره ساختار گیاه به عنوان یک سیستم پیچیده نکات زیر قابل ذکرند:
- یک گیاه از سه قسمت اصلی تشکیل می‌شود: ریشه‌ها، ساقه‌ها و برگ‌ها که هر کدام نیز از قسمت‌های کوچکتر دیگری تشکیل می‌شوند. به علاوه این قسمت‌های کوچکتر به قسمت‌های ریزتر تقسیم می‌شوند و این روند تقسیم پذیری ادامه می‌یابد تا به سطح سلول‌ها برسیم که سلول‌ها نیز از ساختار پیچیده‌ای برخودارند. این همان ساختار سلسله مراتبی است

<sup>۱</sup> Abstraction Levels

که از همکاری اجزای مختلف گیاه بوجود می‌آید و هر سطح آن دارای پیچیدگی خاص خود است.

- همه اجزائی که در یک سطح واحدی از سطوح تجزیید واقعند با هم دیگر بوسیله راههایی که بخوبی تعریف شده است، ارتباط پیدا می‌کنند. برای مثال، بالاترین سطح تجزیید را در نظر بگیرید: در این سطح - که از سه مؤلفه اساسی ذکر شده تشکیل می‌شود - ریشه‌ها وظیفه جذب کردن آب و نمک‌های معدنی از خاک را دارند، ریشه‌ها با ساقه‌ها ارتباط برقرار می‌کنند که بوسیله ساقه‌ها مواد خام جذب شده به برگها منتقل می‌گردد. برگها به نوبه خود این مواد خام را بوسیله عمل فتوستز به غذا تبدیل می‌کنند.
- نکته دیگری که مشاهده می‌شود، وجود یک مرز مشخص بین درون و برون یک سطح تجزییدی است، لذا می‌توان گفت که آثاری که از یک برگ بروز می‌نماید - که نتیجه فعالیت‌های گروهی اجزای تشکیل دهنده برگ بوده - ارتباطی مستقیم با عناصر اصلی تشکیل دهنده ریشه را ندارد (یا اگر هم وجود داشته باشد خیلی ارتباط ضعیفی است) به عبارت ساده‌تر یک مرز روشن بین اجزاء سطوح مختلف تجزیید وجود دارد.
- همچنین وجود عناصر مشترک در ساختارهای مختلف یک گیاه ملاحظه می‌گردد. برای مثال سلول گیاهی را در نظر بگیرید: در واقع، سلول گیاهی به عنوان بلوک اصلی تشکیل دهنده همه ساختارها در گیاه عمل می‌کند ولی با وجود این، انواع مختلفی از سلول‌های گیاهی وجود دارد مانند سلول‌های حاوی کلوروپلاست، سلول‌های بدون کلوروپلاست و حتی سلول‌های مرده و سلول‌های زنده. در واقع، استفاده از یک ساختار مشترک یک کار اقتصادی تر و مقرن به صرفه تر بوده، و اصطلاحاً به آن اقتصاد در بیان<sup>۱</sup> گفته می‌شود. ساختمان جوامع بشری و ساختمان ماده نمونه‌های دیگری از سیستم‌های پیچیده است که در مورد آنها نکات مشابهی می‌توان مطرح نمود.

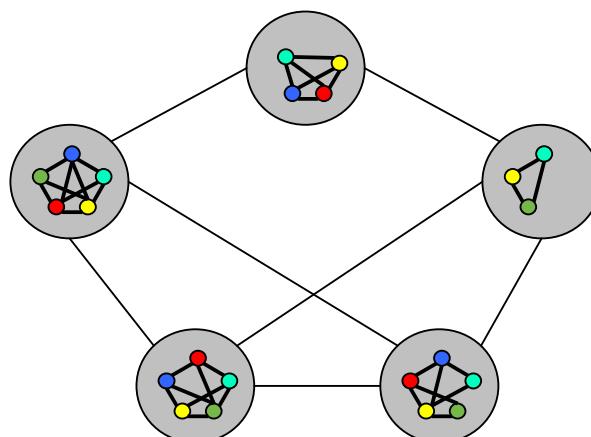
<sup>1</sup> Economy in Expression

## ۱-۹- ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده

با توجه به نمونه‌های ذکر شده پنج ویژگی مشترک بین تمامی سیستم‌های پیچیده را مشاهده می‌نماییم، که عبارتند از [۱]:

۱. در اغلب سیستم‌های پیچیده، پیچیدگی به صورت سلسله مراتب ظاهر می‌شود. به عبارت دیگر، یک سیستم پیچیده از چند زیرسیستم مرتبط به هم تشکیل شده که هر کدام به نوبه خود از چند زیر سیستم کوچکتر تشکیل می‌شود. این روند تجزیه ادامه می‌یابد تا به پایینترین سطح از مؤلفه‌های اولیه برسیم.

این حقیقت که اغلب سیستم‌های پیچیده دارای ساختار تقریباً تجزیه پذیر<sup>۱</sup> و سلسله مراتبی<sup>۲</sup> هستند، یک عامل اساسی است که در ک، توصیف و حتی دیدن این گونه سیستم‌ها و اجزای آن را برای ما آسان می‌نماید. در واقع می‌توان گفت که ذهن انسان سیستم‌هایی را می‌تواند بهتر درک و تحلیل کند که دارای ساختار سلسله مراتبی باشند.



شکل ۱-۶- سلسله مراتب پیچیدگی

نکته دیگر این است که معماری یک سیستم پیچیده تابعی است از مؤلفه‌های سیستم باضافه روابط سلسله مراتبی که بر این مؤلفه‌ها حاکمند. اما درباره طبیعت این مؤلفه‌های اولیه می‌توان گفت:

۲. انتخاب اینکه کدام یک از مؤلفه‌ها در سیستم اولی هستند، امری است نسبتاً دلخواه و تا حدود زیادی بستگی به دید طراح سیستم دارد.

<sup>1</sup> Nearly Decomposable

<sup>2</sup> Hierarchic

لذا مؤلفه‌هایی که از دید یک طراح اولی هستند از دید طراح دیگر در سطح بالایی از تجرید باشند.

سیستم‌های سلسله مراتبی را تجزیه پذیر<sup>۱</sup> گویند زیرا قابل تجزیه به اجزائی مشخص هستند. به بیان دقیق‌تر این سیستم‌ها، تقریباً تجزیه پذیرند. زیرا اجزای آنها به صورت کامل از یکدیگر مستقل نیستند و این نکته ما را به خاصیت سوم راهنمای نماید.

۳. در سیستمی که از چند زیرسیستم تشکیل می‌شود، ارتباط بین اجزای هر کدام از این زیرسیستم‌ها (ارتباط درون مؤلفه‌ای<sup>۲</sup>) قویتر از ارتباط بین خود زیرسیستم‌ها (ارتباط برونو مؤلفه‌ای<sup>۳</sup>) است. این حقیقت در جدا کردن خواصی که دارای نرخ تغییر زیاد بوده<sup>۴</sup> (ساختار داخلی مؤلفه‌ها) از خواصی که دارای نرخ تغییر پایین<sup>۵</sup> (ارتباط بین مؤلفه‌ها) است، کمک می‌نماید.

این تفاوت بین ارتباطات درون مؤلفه‌ای و ارتباطات برونو مؤلفه‌ای یک مرز مشخص و روشن بین ساختار داخلی یک مؤلفه و ارتباط آن با بیرون معرفی می‌نماید که به ما کمک می‌کند که هر مؤلفه را به صورت تقریباً جداگانه از بقیه سیستم بررسی و تحلیل نماییم.

همانطوری که در نمونه‌ها ملاحظه کردیم، بسیاری از سیستم‌های پیچیده بواسیله اقتصاد در بیان پیاده‌سازی می‌شوند. با توجه به این مطلب خاصیت چهارم را بیان می‌کنیم:

۴. سیستم‌های سلسله مراتبی معمولاً از تعداد کمی از زیرسیستم‌های مشخص و متفاوت تشکیل می‌شوند که این زیرسیستم‌ها به صورتهای گوناگون و ترتیب‌های مختلف ظاهر می‌شوند.

۵. معمولاً سیستم‌های پیچیده که به صورت محکم و استوار عمل می‌کنند حاصل تکامل سیستم‌های ساده‌ای هستند که به درستی عمل می‌کردن. سیستم‌های پیچیده که از ابتدا به صورت پیچیده طراحی می‌شوند، هرگز کارخواهند کرد.

اشیایی که در یک دوره تکامل سیستم، پیچیده به شمار می‌آیند در دوره بعدی به عنوان اشیاء اولیه مورد استفاده قرار خواهند گرفت که بواسیله آنها سیستم‌های پیچیده تری بنا خواهند شد.

<sup>1</sup> Decomposable

<sup>2</sup> Intracomponent Linkage

<sup>3</sup> Intercomponent Linkage

<sup>4</sup> High-Frequency Dynamics

<sup>5</sup> Low-Frequency Dynamics

## ۱-۰- پیچیدگی سازمان یافته و سازمان نایافته<sup>۱</sup>

### شکل اصلی سیستم‌های پیچیده<sup>۲</sup>

در سیستم‌های پیچیده دو نوع سلسله مراتب قابل مشاهده است [۱]:

- ساختار کلاس<sup>۳</sup>: این همان سلسله مراتب IS-A است که در بحث سلسله مراتب توضیح داده خواهد شد.
- ساختار شی<sup>۴</sup>: این همان سلسله مراتب PART-OF است که در بحث سلسله مراتب توضیح داده خواهد شد.

اگر این دو نوع سلسله مراتب را به خواص پنجگانه سیستم‌های پیچیده ضمیمه نماییم، شکل اصلی سیستم‌های پیچیده بدست خواهد آمد. مقصود این است که همه سیستم‌های پیچیده این شکل را بخود می‌گیرند. تجربه نشان داده است که موفق‌ترین سیستم‌های نرم‌افزاری پیچیده آنها بی‌بودند که در طراحی شان ساختار کلاس و شی و خواص پنجگانه سیستم‌های پیچیده مراعات شده است.

حال که ما نحوه طراحی سیستم‌های پیچیده را می‌دانیم، پس چرا توسعه نرم‌افزار هنوز با مشکلات

جدی رویرو است؟

در واقع ایده پیچیدگی سازمان یافته (که استفاده از شی گرائی و راهنمایی مدل شی<sup>۵</sup> باعث سازمان یافتنگی می‌شود)، یک ایده نسبتاً نو است و هنوز برای به کاربردن صحیح و کارای آن نیاز به تحقیقات و بررسی‌های بیشتر وجود دارد [۸]. ولی یک عامل مهمتری وجود دارد و که همان قدرت محدود ذهن انسان در پردازش پیچیدگی است. به عبارت دیگر ذهن انسان قادرست مقدار محدودی از اطلاعات همزمان را پردازش یا درک نماید. زمانیکه تجزیه و تحلیل یک سیستم نرم‌افزاری پیچیده را شروع می‌کنیم، با اجزای خیلی زیاد و روابط پیچیده‌ای که بر آنها حاکم است روبرو می‌شویم، که مشترکات کمی دارند. این مثالی از پیچیدگی سازمان نایافته است.

ما سعی می‌کنیم از راه فرآیند تحلیل و طراحی این پیچیدگی را سازمان‌دهی نماییم، ولی باید برای اینکار به چیزهای زیادی همزمان فکر کنیم زیرا چنانچه قبلًا توضیح دادیم سیستم‌های کامپیوتری،

<sup>1</sup> Organized and Disorganized Complexity

<sup>2</sup> Canonical Form of a Complex Systems

<sup>3</sup> Class Structure

<sup>4</sup> Object Structure

<sup>5</sup> Object Model

سیستم‌های گستته هستند بنابراین با فضای حالت بسیار بزرگ و پیچیده روبرو خواهیم شد که متأسفانه در ک آن برای یک نفر کار غیر ممکنی است. تجارب روانشناسی نشان می‌دهد که حد اکثر تعداد قطعه‌های اطلاعاتی که مغز انسان همزمان می‌تواند در ک نماید  $7 \pm 2$  است [۹].

با توجه به این محدودیت ما در مقابل یک معضل قرار داریم:

از طرفی پیچیدگی سیستم‌های نرم‌افزاری روز به روز در حال افزایش است، و از طرفی دیگر قدرت پردازش همزمان مغز انسان محدود است. چگونه می‌توان این معضل را حل نمود؟

### نقش تعزیه

در واقع تکنیک کترول و تسلط بر پیچیدگی همان اصل بسیار معروف تفرقه بیانداز و حکومت کن.<sup>۱</sup> برای استفاده از این اصل سیستم را به اجزای کوچکتر و کوچکتر تقسیم می‌کنیم سپس هر کدام از آنها را به تنهایی حل می‌کنیم. بدین صورت ذهن برای در ک هر سطح از سیستم مجبور نخواهد بود همه اجزاء را در نظر بگیرد بلکه با تعداد محدودی از اجزاء سروکارخواهد داشت. بنابر این محدودیت ذهن انسان بر طرف نخواهد شد.

### اما به چه صورت باید این اصل را اعمال کنیم؟

برای پاسخ به این سوال مدل شی و اصول اساسی آن را در فصل بعدی مطرح خواهیم نمود.

<sup>1</sup> Divide and Rule

## ۲- معرفی اصول شی گرائی برای مقابله با پیچیدگی

### ۱-۱- پیشینه تاریخی

با توجه به پیچیدگی روز افزون سیستم‌های نرم‌افزاری، روش‌های مقابله با آن نیز به نوبه خود تکامل یافته‌اند. در روزهای اولیه عصر کامپیوتر نقش نرم‌افزار در یک سیستم کامپیوتری نقش ثانویه تلقی شده و هزینه اساسی طراحی یک سیستم کامپیوتری برای سخت‌افزار پرداخت می‌شد. چون در آن روزها قابلیت سخت‌افزار بسیار محدود بوده، برنامه‌ها ساده و کوچک بوده و زبان رایج همان زبان ماشین بود. سپس برای تسهیل در نوشتمن برنامه‌های بزرگتر زبان اسambilی ابداع شد. با اینکه در آن زمان سخت‌افزار همه منظوره وجود داشت اما نرم‌افزارها تک منظوره بودند بدین معنی که برای کاربرد بخصوصی طراحی شده‌اند.<sup>۱</sup> بیشتر نرم‌افزارها بوسیله یک نفر طراحی، پیاده‌سازی، تست، نگهداری و حتی اجرا می‌شد لذا ظاهرا نیازی به مستند سازی نبوده است، و با توجه به طبیعت شخصی این محیط، فرآیند طراحی به صورت ضمنی در ذهن برنامه‌نویس صورت می‌گرفت بدون اینکه طرح خود را روی وسیله‌ای در خارج از ذهن خود مانند کاغذ نمایش دهد.

ولی در اوایل دهه ۷۰ میلادی این وضعیت شروع به دگرگونی نمود. سخت‌افزار سریعتر، قابل اطمینان‌تر و ارزان‌تر شده است و این پیشرفت شگفت‌انگیز سخت‌افزار باعث اقتصادی شدن فرآیند خودکارسازی بسیاری از کاربردهای صنعتی و تجاری و این بمعنی افزایش تقاضا برای سیستم‌های نرم‌افزاری پیچیده‌تر است. در مقابل این فشار زبان‌های سطح بالا<sup>۲</sup> بعنوان ابزارهای مهم تولید سیستم‌های نرم‌افزاری وارد صحنه شده‌اند. در واقع این سیستم‌ها بازدهی برنامه‌نویسان منفرد و تیم‌های نرم‌افزاری را افزایش داده بودند.

در دهه ۶۰ و ۷۰ میلادی توجه پیشگامان رشته نرم‌افزار به «طراحی» بعنوان ابزار مهم مقابله با پیچیدگی سیستم‌های نرم‌افزاری معطوف گشته است. لذا در این دو دهه و بعد از آن روش‌های زیادی ابداع شده است که مهمترین آنها طراحی ساخت یافته است. با توجه به تقسیمی که آقای Sommerville پیشنهاد کرده است، سه طبقه‌بندی کلی برای روش‌های طراحی نرم‌افزار وجود دارد [۵].

<sup>1</sup> Custom-Build Software

<sup>2</sup> High Level Languages

## ❖ طراحی ساخت یافته (یا بالا به پایین)

در این روش هر واحد در سیستم یک گام از یک فرآیند کلی را نمایش می‌دهد. به عبارت دیگر سیستم نرم‌افزاری به صورت مجموعه‌ای متوالی از توابع دیده می‌شود. تاکید بیشتر این روش روی فرآیندهای سیستم و نه روی داده‌های آن است. به علاوه ارتباط میان این دو (داده و فرآیند) ارتباط ضعیفی تصور شده است.

## ❖ طراحی مبتنی بر دادها<sup>۱</sup>

در این روش ساختار سیستم با نگاشت ورودی‌ها به خروجی‌ها تعیین می‌شود. این روش مانند طراحی ساخت یافته در بعضی از کاربردهای پیچیده موققیت خود را ثابت نموده است بخصوص در زمینه سیستم‌های اطلاعاتی که در آن یک رابطه مستقیم بین ورودی‌های سیستم و خروجی‌های آن وجود دارد.

## ❖ طراحی شی‌گرایی

نگرش شی‌گرایی یک روشی برای تفکر در مورد یک مسئله با استفاده از مفاهیم موجود در دنیای واقعی به جای مفاهیم موجود در دنیای کامپیوتر است. زیر ساخت اساسی برای این نوع تفکر همان مفهوم شی است که ضمن مدل سازی اشیاء واقعی (با توجه به میزان تجزیید مورد نظر) قابلیت تلفیق ساختمان داده‌ها و رفتار و اعمال روی آن را در یک واحد به نام شی دارد.

در این نگرش دنیای نرم‌افزار را به عنوان سیستم‌هایی می‌توان در نظر گرفت که شامل مجموعه‌ای از اشیاء مستقل از همدیگر بوده ولی بین آنها روابطی حاکم است که بر اساس مدل‌سازی این روابط و اثرات متقابل آنها، ارائه راه حلی برای یک مسئله از طریق نرم‌افزار در دنیای واقعی میسر می‌شود.

در مدل شی تعریف یک سیستم و عناصر اصلی آن بر چهار اصل زیر استوار است:

▪ تجزیید یا چکیده سازی<sup>۲</sup>

▪ پنهان سازی جزئیات یا محصورسازی<sup>۳</sup>

▪ واحد بندهی<sup>۴</sup>

▪ سلسله مراتب<sup>۵</sup>

<sup>1</sup> Data-Driven Design

<sup>2</sup> Abstraction

<sup>3</sup> Encapsulation

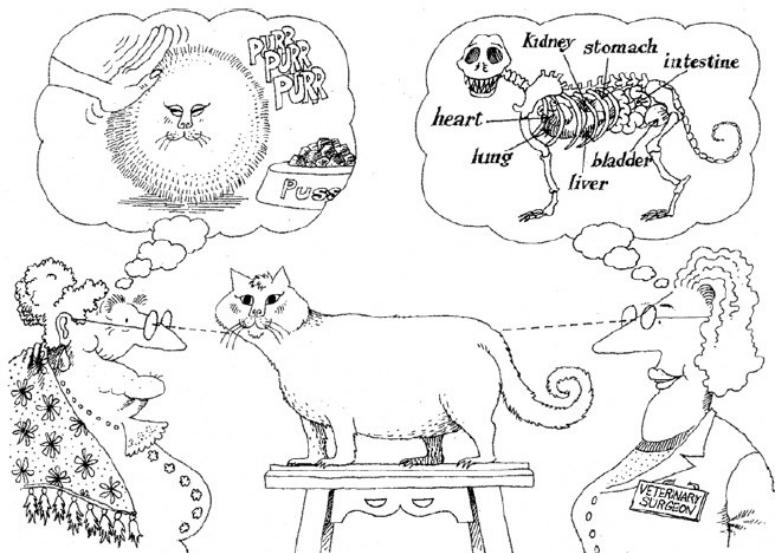
<sup>4</sup> Modularity

<sup>5</sup> Hierarchy

در ادامه به ارائه توضیحی درباره هر کدام از این مفاهیم می‌پردازیم.

## ۲-۲- تجرید (چکیده‌سازی، انتزاع)

تجرييد عبارتست از فرآيند متمرکر شدن و تاكيد کردن روی ويزگي ها و رفتارهای اصلی و ذاتی یا مهم یک شی - نسبت به يك ديد مشخص - و ناديءه گرفتن ويزگي ها موقت یا غير مهم آن شی - البته نسبت به همان دید - است. اين فرآيند به ساختن يك مدل یا يك ديد از آن شی منتهی می گردد که به اين مدل نيز تجرید (يا به عبارت دقیق‌تر مجرد) گفته می شود.



شکل ۱-۲- تمرکز بر ويزگي ها در تجرید

### ❖ نقش تجرید در کنترل پیچیدگی

اصل تجرید به مدل‌ساز یا طراح سیستم کمک می‌کند که به عوض در نظر گرفتن همه جزئیات مربوط به یک سیستم تنها ابعاد اساسی آن را - از زاویه دید خود - مد نظر قرار دهد. در واقع جزئیات بی‌شماری در مورد یک پدیده و یا یک سیستم می‌تواند مطرح باشد که توجه به همه آنها در آن واحد کاری غیر ضروری و نامطلوب است و بدین ترتیب می‌توان اشیاء موجود در یک سیستم را به طور مستقل و فارغ از سایر جزئیات غیر مهم (از دید طراح) بررسی نمود. از این رو تجرید ابزاری مهم برای کنترل و غلبه بر پیچیدگی به شمار می‌آید.

نکات زیر درباره تجرید مطرح است:

- چون همیشه تجربید با توجه به یک دید معین و برای یک منظور مشخص ساخته می‌شود، بنابراین برای یک شی انواع گوناگونی از تجربید وجود دارد. عنوان مثال وقتیکه می‌خواهیم آناتومی بدن انسان را مورد مطالعه قرار دهیم، می‌توان این کار را با توجه به چند دید انجام داد: مثلاً برای متخصص ارتوپدی مشاهده اسکلت بندی انسان حائز اهمیت بوده در صورتیکه برای متخصص اعصاب مشاهده نقشه سیستم عصبی انسان و برای متخصص خون مشاهده سیستم گردش خون در انسان مورد توجه است. اینها همه انواع گوناگونی از تجربید برای شی واحدی که همان انسان است. در واقع هر متخصص از زاویه تخصص خود به بدن انسان می‌نگردد لذا هر کدام، سایر جزئیات دستگاه بدن عنوان یک مکانیزم همه جانبه را نادیده می‌گیرد، و فقط روی جنبه مورد نظر خود متوجه می‌شود.
- تجربید همواره با نمود خارجی<sup>۱</sup> از یک شی سروکار دارد. به عبارت دیگر تجربید روی اینکه یک شی چیست و چه کار می‌کند تاکید مینماید و جزئیات مربوط به نحوه پیاده‌سازی آن شی را نادیده می‌گیرد.
- تجربید سطوحی دارد، هرچه به سمت بالای آن سطوح حرکت کنیم به معنای تاکید کردن و متوجه شدن روی اطلاعات مهمتر است. همچنین حجم اطلاعاتی که باید بدانیم و تعداد قطعه‌های اطلاعاتی کمتر می‌شود. بر عکس هرچه به سمت پایین حرکت نماییم با جزئیات بیشتر، تعداد قطعات بیشتر و حجم اطلاعات بزرگتر روبرو می‌شویم. بنابراین با انتخاب سطح تجربید مناسب، می‌توان به میزانی از جزئیات که دلخواه و مورد نظر طراح باشد پرداخت و از تراحم سایر جزئیات جلوگیری نمود.
- همه تجربیدها دارای ویژگی‌های ساکن<sup>۲</sup> و پویا<sup>۳</sup> هستند. عنوان مثال شی فایل را در نظر بگیرید، یک فایل دارای اسم، اندازه و محتویات است. خود این ویژگی‌های ثابتند ولی مقادیر آنها متغیرند زیرا اسم، اندازه و محتویات در طول حیات فایل تغییر می‌یابد.

## ❖ انواع تجربید

تجربید دارای انواع مختلفی است که بشرح زیر می‌باشد [۲]:

<sup>1</sup> Outside View

<sup>2</sup> Static

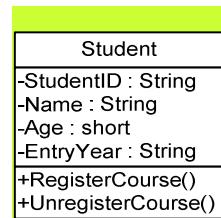
<sup>3</sup> Dynamic

۱. تجريد موجوديت<sup>۱</sup>: يك مدل مفید از يك موجوديت واقعی(شي)-که در قلمرو مسئله مطرح است- را نمایش می دهد.

Real Object: Student



Abstraction: Student



شكل ۲-۲- تجريد موجوديت

۲. تجريد رفتار<sup>۲</sup>: يك مجموعه عمومي از اعمال<sup>۳</sup> که عملکرد يکسانی دارند را نمایش می دهد. مانند عمل اضافه کردن به لیست.

۳. تجريد مجازی<sup>۴</sup>: عبارتست از مجموعه ای از اعمال متکی بر يك سطح پايانتر از خود و يا اين که خود به عنوان يك سطح پايانتر برای استفاده يك سطح بالاتر مورد استفاده قرار می گيرند. مثال آن معماری لايه اي پروتکل TCP/IP است.

مهمترین نوع تجريد همان تجريد موجوديت است و باید سعی و تلاش ما بر این باشد که فقط از این نوع تجريد در مدل خود استفاده نماییم زیرا فقط این نوع با موجودیت های واقعی تطبیق می نماید. مثال هایی از تجريد عبارتند از:

- بيان روابط میان اجزاء يك سیستم مکانیکی توسط يك معادله ریاضی.
- استفاده از يك نماد برای نمایش حضور يك موجودیت در يك صحنه خاص (مثالاً شکل زیر برای نمایش انسان)



- نمایش گرافیکی از رفتار يك سیستم.

<sup>1</sup> Entity Abstraction

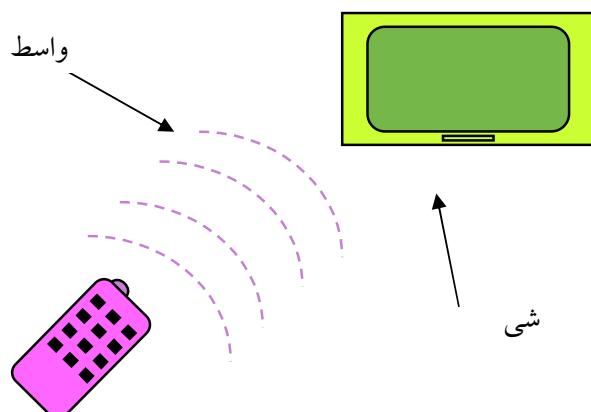
<sup>2</sup> Action Abstraction or Procedural Abstraction

<sup>3</sup> Operations

<sup>4</sup> Virtual Abstraction

### ۳-۲- پنهان سازی جزئیات<sup>۱</sup> (محصور سازی)

پنهان سازی جزئیات عبارت از عدم پذیرش تاثیرات ناخواسته و یا کنترل نشده و محدود کردن راه های دسترسی و استفاده از یک شی است. این فرآیند با جداسازی ویژگی های اصلی یک شی - که برای اشیاء دیگر قابل دسترسی است - از جزئیات پیاده سازی این شی - که ممکن است از بقیه اشیاء مخفی شود - انجام می پذیرد. عبارت بهتر پنهان سازی جزئیات همان فرآیند مخفی سازی جزئیات پیاده سازی یک شی است.



شکل ۳-۲- محصور سازی

برای درک که بهتر این مطلب از مفاهیم برنامه نویسی شی گرا کمک می گیریم: می دانیم که مفهوم تجرید با ساختار Class در اغلب زبان های شی گرا پیاده سازی می شود که در این زبان ها هر کلاس باید دو قسمت داشته باشد:

- واسط<sup>۲</sup>: در واقع همان تجرید یک شی بوده زیرا در این قسمت توصیف رفتار مشترک بین همه نمونه های کلاس بیان می شود. سرویس های یک کلاس تنها بوسیله واسط آن دسترسی پذیرند.
- پیاده سازی: در این قسمت رفتار مورد نظر کلاس پیاده سازی می شود.

#### ❖ نقش پنهان سازی جزئیات در کنترل پیچیدگی

در مورد دسترسی به اشیاء و استفاده از آنها نیز، در مواردی بسیار برای جلوگیری از خرابکاری های احتمالی و خطرات متقابل آنها نسبت به یکدیگر لازم است که اشیاء بشکل کاملا حمایت شده و تعریف شده ای اعمال مرتبط با یکدیگر را انجام دهند و بدین صورت گستره خطاهای در خود شی محدود می شود

<sup>1</sup> Encapsulation

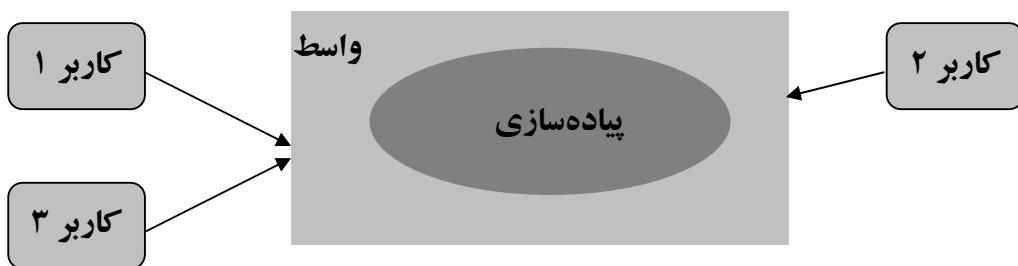
<sup>2</sup> Interface

و نگهداری برنامه آسانتر می شود. همچنین با استفاده از پنهان سازی جزئیات، تغییرات در پیاده سازی یک شی-تا وقتی که بواسطه آنرا تغییر نکرده باشد-می تواند به آسانی و با قابلیت اعتماد بالا انجام شود و بدون اثرباری روی اشیاء استفاده کننده از سرویس های این شی است.

نکات زیر درباره پنهان سازی مطرح است:

- قاعده محصورسازی ایجاب می کند که ارتباط بین اشیاء تنها از راه واسطه ها باشد. به عبارت دیگر هیچ قسمی از یک سیستم نرم افزاری نباید به جزئیات داخلی یک قسمت دیگر وابسته باشد.

شکل ۴-۴ نمونه ای محصورسازی واسط را نشان می دهد.



شکل ۴-۴- نمونه ای از محصورسازی

- گاهی بین دو مفهوم تجزید و محصورسازی خلط می شود، برای بیان رابطه این دو با یکدیگر باید گفت که می توان از تجزید به عنوان مکانیزم تعیین جزئیاتی که باید پنهان شود، استفاده نمود اما خود عمل پنهان سازی جزئیات (که شامل طراحی واسط و پنهان سازی پیاده سازی) را محصورسازی گویند.
- محصورسازی یک مفهوم نسبی است: آن چیزی که در یک سطح از تجزید مخفی است می تواند نمود خارجی یک سطح دیگری باشد.

## ۴-۲- واحد بندی

قبل از بیان مفهوم واحد بندی مفاهیم واحد، انسجام و وابستگی را توضیح می دهیم.

### ۰ واحدها

واحدها عبارت از واحد تشکیل دهنده ساختار فیزیکی سیستم نرم افزاری است. به بیان دیگر در یک سیستم نرم افزاری طراحی شده به روش OO، کلاس ها و شی ها ساختار منطقی سیستم را تشکیل می دهند و با گروه بندی تجزیدهای منطبقاً مرتبط در یک واحد، ساختار فیزیکی سیستم مشخص می گردد.

برای در کم بهتر این مفهوم طراحی یک بورد کامپیوتری را در نظر بگیرید، در این فرآیند ابتدا با استفاده از گیت های منطقی (NAND, AND, NOR,...) رفتار مورد نظر را پیاده سازی می نماییم (سطح طراحی منطقی). اما برای پیاده سازی این طرح باید از IC های موجود که عبارت از بسته های استاندارد شده این گیت ها هستند، استفاده شود. در این مثال بسته های IC با واحدهای نرم افزاری متاظرند.

## • انسجام<sup>۱</sup>

انسجام عبارتست از خاصیتی متعلق به درجه ارتباط عملکردی<sup>۲</sup> عناصر داخلی یک واحد نسبت به هم است. واحد A را در نظر بگیرید، اگر همه عناصر A برای رسیدن به یک هدف منسجم و واحد با هم همکاری می کنند پس A یک واحد کاملاً منسجم<sup>۳</sup> است. به هر اندازه که عناصر واحد A وظایف گوناگونی را انجام می دهند و به هر اندازه که ارتباط این وظایف با هم دیگر ضعیف باشد، به همان اندازه درجه انسجام ضعیفتر خواهد بود.

## • وابستگی<sup>۴</sup>

وابستگی عبارتست از درجه ارتباط واحدهای گوناگون بهم دیگر است. دو واحد A و B را در نظر بگیرید. اگر در کم عملکرد واحد A مستلزم در کم نسبتاً کامل عملکرد واحد B باشد پس درجه وابستگی بین A و B بالا<sup>۵</sup> خواهد بود. اما اگر این رابطه ضعیف است انگاه درجه وابستگی بین A و B ضعیف<sup>۶</sup> خواهد بود.

حال می توان واحد بندی را تعریف نمود:

«سیستمی را واحد بندی شده گویند که به مجموعه ای از واحدهای منسجم و معنی دار که وابستگی بین آنها حداقل است، تجزیه شده باشد.»

## ❖ نقش واحد بندی در کنترل پیچیدگی

یکی از روش های مقابله با پیچیدگی سیستم ها شکستن یک مسئله به اجزایی کوچکتر است که میزان هزینه و تلاشی را که باید صرف حل چنین اجزایی کوچکتری بنماییم در مجموع کمتر از زمانی است که بخواهیم کل مسئله را یکباره حل کنیم.

<sup>1</sup> Cohesion

<sup>2</sup> Function Relatedness

<sup>3</sup> Completely Cohesive

<sup>4</sup> Coupling

<sup>5</sup> A and B are Highly Coupled

<sup>6</sup> A and B are Loosely Coupled

بعارت دیگر فرض کنید مسئله P را به زیر مسئله‌های P1، P2 و P3 قابل شکستن می‌باشد. آنگاه رابطه

زیر خواهیم داشت:

$$\text{Complexity (P)} > \text{Complexity (P1)} + \text{Complexity (P2)} + \text{Complexity (P3)}$$

زیرا وقتی P شکسته شود، وابستگی بین P1، P2 و P3 در نظر گرفته نمی‌شود.

بنابراین می‌توان نوشت:

$$E(P) > E(P1) + E(P2) + E(P3),$$

تلاش:

نکات زیر درباره واحدبندی مطرح است:

- اگر شرایط بیان شده در تعریف واحدبندی رعایت گردد آنگاه واحدهای بدست آمده قابلیت استفاده مجدد خواهد داشت.
- تعداد اجزا: اگر مسئله به  $n$  قسمت شکسته گردد آنگاه  $\frac{n(n-1)}{2}$  رابطه بین قسمت‌ها خواهیم داشت. حال اگر  $n$  بالا رود آنگاه با واحدهای بسیار کوچک روپرداز خواهیم بود که خود یک مشکل پدید می‌آورد. یکی از وظایف طراح اینست که متوسط  $n$  را بدست آورد (بر اساس سرویس‌های لازم در سیستم تعیین می‌گردد).
- معیار تجزیه: تعیین معیاری مناسب برای شکستن یک سیستم به واحدهای کوچکتر مهمترین عامل موفقیت در استفاده از خاصیت واحدبندی بوده و در عین حال به هیچ وجه کار آسانی نیست (در واقع سختی این کار متناظر با سختی انتخاب مجموعه کلاس‌های مناسب یک مسئله است). لذا در انتخاب واحدها باید دقت کافی به خرج داد چه بسا انتخاب ناآگاهانه گاهی بدتر از عدم استفاده از خاصیت واحدبندی است. اگر این کار بدرستی انجام شود و همچنین واحدهای بدست آمده به خوبی مستند شوند آنگاه مزیت سوم واحدبندی روشن می‌شود زیرا تقسیم برنامه به واحدهای خوش تعریف<sup>1</sup> که به خوبی مستند شده باشند در آسان کردن درک برنامه و نگهداری آن نقش مهمی ایفا می‌نماید.

## ۲-۵- سلسله مراتب

تا به حال سه مفهوم از مفاهیم اساسی مدل شی مطرح نموده و نقش هر کدام در کنترل پیچیدگی نرم‌افزار را بیان نمودیم. برای رعایت پیوستگی مطالب و روشن شدن نقش سلسله مراتب، تسلسل منطقی

<sup>1</sup> Well-Defined Modules

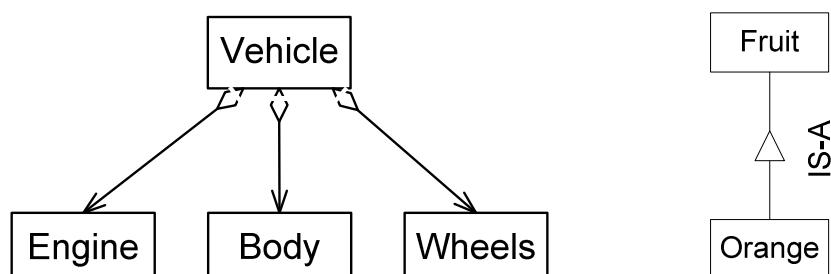
مکانیزم‌های مدل شی برای مقابله با پیچیدگی سیستم‌های نرم‌افزاری را بیان می‌کنیم: گام اول در این راه متمرکز شدن روی ویژگی‌های اساسی سیستم و نادیده گرفتن جزئیات غیر مهم آن نسبت به یک دید معین که همان مفهوم تجربید است. در بیشتر سیستم‌های واقعی با وجود استفاده از این خاصیت معمولاً با کلاس‌های (تجربیدهای) زیادی که در ک همزمان آنها برای ما بسیار مشکل است، رو برو خواهیم گشت.

گام دوم پنهان نمودن نمای داخلی سیستم و محدود کردن روش دسترسی به اشیاء بواسیله استفاده از واسطه‌ها است. همچنین واحدبندی از طریق ارائه راهی بمنظور دسته بندی تجربیدهای منطقاً مرتبط کمک شایانی می‌کند. اما این به تنها بی کافی نیست و اغلب مجموعه‌ای از تجربیدهای خود تشکیل دهنده یک سلسله مراتب هستند. با تشخیص این سلسله مراتب ها و در نظر گرفتن آنها در طراحی، در ک ما نسبت به مسئله به صورت قابل توجهی افزایش می‌یابد.

سلسله مراتب به صورت زیر تعریف می‌شود:

«سلسله مراتب عبارت از مرتب ساختن تجربیدهای در سطوح مختلف است.»

سلسله مراتب دارای چند نوع بوده که مهمترین آنها سلسله مراتب ساختار کلاس (IS-A)<sup>۱</sup> و سلسله مراتب ساختار شی (PART-OF<sup>۲</sup>) می‌باشد (شکل ۵-۲).



شکل ۵-۲- رابطه IS-A و رابطه PART-OF

وراثت مهمترین شکل سلسله مراتب IS-A بوده و یک عنصر اساسی در سیستم‌های شی گرا است. وراثت عبارت است از «رابطه بین چند کلاس که در آن یک کلاس در ساختار، رفتار یا هر دو با یک کلاس (وراثت یگانه)<sup>۳</sup> یا چند کلاس (وراثت چندگانه)<sup>۴</sup> دیگر شرکت دارد.» به عبارت بهتر، وراثت

<sup>1</sup> also Kind-Of or Generalization/Specialization Relationship

<sup>2</sup> also Aggregation or Whole/Part Relationship

<sup>3</sup> Single Inheritance

<sup>4</sup> Multiple Inheritance

عبارت است از سلسله مراتبی از تجزیدها که در آن کلاس فرزند خصوصیات کلاس پدر را به ارث می برد.

در واقع کلاس فرزند یک تخصیصی از کلاس عمومی تر (کلاس پدر) را نمایش می دهد.

بدین صورت که کلاس فرزند علاوه بر فیلدها (ساختار) و عملیات (رفتار) اختصاصی خود شامل

ساختار و رفتار کلاس پدر است. با توجه به این مطالب به خوبی روشن است که با استفاده از وراثت

می توان سیستم های را ساخت که دارای ویژگی اقتصاد در بیان باشد.

سلسله مراتب دوم همان سلسله مراتب PART-OF است که در آن یک کلاس از یک یا چند کلاس

دیگر تشکیل می یابد. مثلاً یک کامپیوتر از یک پردازشگر، مانیتور و صفحه کلید تشکیل می شود.

#### ❖ نقش سلسله مراتب در کنترل پیچیدگی

با سازمان دهی قطعه های اطلاعاتی منفصل (تجزیدها) در سلسله مراتب های PART-OF و IS-A در ک

ما نسبت به سیستم بهبود می یابد. اساساً ذهن انسان به گونه ای شکل گرفته که ترجیح می دهد برای

مدیریت بهتر یک مسئله آنرا در لایه های متفاوتی از تجزیدها مورد بررسی قرار دهد.

اهمیت سلسله مراتب PART-OF در این است که روابطی که بین اشیاء مختلف در یک سیستم

موجود بوده و نحوه همکاری این اشیاء را که به صورت الگو هایی<sup>۱</sup> از فعل و افعالاتی<sup>۲</sup> که بین آنها رخ

می دهد بیان شده اند، را نمایش می دهد.

اهمیت سلسله مراتب IS-A در این است که افونگی<sup>۳</sup> موجود در سیستم را مدیریت نموده و بوسیله

آن سیستم هایی با خاصیت اقتصاد در بیان را می توان پیاده سازی کرد. یک نکته قابل توجه است که

استفاده از وراثت با پنهان سازی تام، تعارض دارد زیرا مستلزم دسترسی مستقیم کلاس فرزند به بعضی از

عملیات و داده های اختصاصی<sup>۴</sup> کلاس پدر است.

### ۶-۲ - مزایای مدل شی و کاربردهای آن

▪ هدف نهایی تکنولوژی شی گرا انجام فرآیند توسعه نرم افزار شیوه به روشی که در تولید سخت افزار

استفاده می گردد، یعنی از طریق گروه بندی اشیا در لایه های مختلفی از تجزید است.

<sup>1</sup> Patterns

<sup>2</sup> Interactions

<sup>3</sup> Redundancy

<sup>4</sup> Private Members

- تکنیک‌های سنتی موجود توان پاسخگویی به پیاده‌سازی گونه‌های مختلف از سیستم‌های پیچیده امروزی را ندارند. این سیستم‌ها نیازمند ساختاری برای مدیریت مدل‌های پیچیده‌اند. مکانیزم‌های موجود تکنولوژی شی‌گرایی پتانسیل برخورد با گستردگی و پیچیدگی سیستم‌های تجارتی امروز را دارند.
- از طریق کاربرد اشیاء به عنوان واحد مجتمع پذیر تفکیک ناشدنی، تاثیرات یک تغییر را محدود می‌نماییم که این خود، تشخیص تاثیرات تغییر پیشنهادی را آسانتر نموده و هزینه و زمان لازم برای تغییر را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر این اشیاء وابستگی به اطلاعات دربرگرفته شده را محدودتر کرده و این خود نیز اثر تغییر را کاهش داده و نهایتاً زمان توسعه نرم‌افزار را نیز کاهش خواهد یافت.
- محصورسازی و جداسازی لایه‌های معماری نرم‌افزار باعث ایجاد مقیاس پذیری و قابلیت توسعه تدریجی یک سیستم می‌شود.
- قابلیت انعطاف برای اجرای اشیاء بصورت توزیع شده در زمانیکه یک سیستم بزرگ از مجموعه‌ای از اشیاء تعریف شده است بوجود خواهد آمد. اشیاء نیازمند به قدرت پردازش بالا در سایت‌های قویتر قرار می‌گیرند و بر اساس نیازمندی‌های جغرافیایی این توزیع انجام می‌گیرد.
- قابلیت استفاده مجدد: امروزه تمایل زیادی به سمت ساخت عناصر نرم‌افزاری استاندارد که می‌توان از آنها-بدون تغییر- در توسعه نرم‌افزارهای مختلف استفاده نمود (معادل نرم‌افزاری IC). ساخت مؤلفه‌ها<sup>1</sup> که بر دیدگاه شی‌گرایی مبتنی است می‌تواند زمینه ساز چنین تحولی باشد.

---

<sup>1</sup> Components

## ۳- آشنایی با مفاهیم اولیه شی‌گرائی

### ۱-۱- مفاهیم اساسی

#### ▪ شی<sup>۱</sup>

کلمه Object در فارسی تحت عنوان مفهوم، ایده عینیت، هدف و شی ترجمه شده است که متسافانه هیچیک از این عناوین بیانگر معنی دقیقی از کلمه Object نیستند. اما شاید نزدیکترین کلمه معادل فارسی همان «شی» یا «چیز» باشد و البته مقصود ما از شی یک مفهوم کلی است بگونه‌ای که دارای هویت بوده و قادر به بروز رفتار و ثبت حالات (وضعیت) خود باشد. مثلاً یک ماشین نمونه کاملی از یک شی است. انسان، درخت، موجودات زنده و حتی عناصر بی‌جان نیز گونه‌ای از اشیاء هستند که در دنیای واقعی دارای هویتی مستقل بوده و از خود رفتار نشان داده (چه رفتار فعال [عمل] و چه رفتار غیر فعالانه [عكس العمل]) و نیز حالتی در آنها وجود دارد که گویا یکی از وضعیت‌های کلی است که آن شی می‌تواند در آن بسر بردد. بسته به فضا و محیطی که به آن می‌اندیشیم و سطح تجربید مورد علاقه می‌توان اشیاء را تمیز داده و بگونه‌ای کاملاً روشن تبیین نمود.

از نظر تکنیک شی‌گرائی، یک شی دارای سه مشخصه ذاتی زیر می‌باشد [۱]:

۱. هویت<sup>۲</sup>: آن ویژگی از یک شی است که آن را از سایر اشیاء متمایز می‌سازد. هویت نهفته در ذات شی است لذا دو شی که از همه جهات مشابه یکدیگر باشند، همچنان دو شی به شمار می‌آیند نه یک شی.

در زبان‌های شی‌گرا هویت یک شی با یک اسم منحصر بفرد (یا یک Handle) نمایش داده می‌شود.

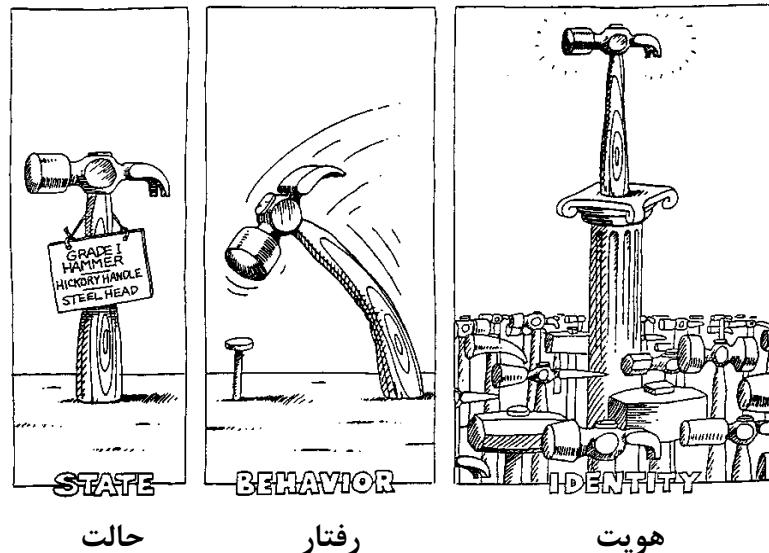
۲. حالت<sup>۳</sup>: حالت یا وضعیت یک شی در بردارنده تمام خواص آن شی (معمولًا ایستا) بعلاوه مقدادیر جاری (معمولًا پویا) برای هر یک از این خواص است.

۳. رفتار<sup>۱</sup>: رفتار؛ چگونگی عمل و عکس العمل یک شی در قالب تغییر حالت در مقابل دریافت و یا ارسال پیام است، را نشان می‌دهد.

<sup>1</sup> Object

<sup>2</sup> Identity

<sup>3</sup> State



شکل ۱-۳- شی و مشخصات آن

مثال‌هایی از اشیاء عبارتند از:

- موجودیت‌های خارجی<sup>۱</sup>
- اسباب<sup>۲</sup>
- نقش‌ها<sup>۴</sup>: مدیر، کارمند، معمار نرم‌افزار
- واحدهای سازمانی<sup>۵</sup>
- مکان‌های فیزیکی
- ساختارها

در زبان‌های شی گراییک شی به صورت زیر نمایش داده می‌شود:

Object Name
Attributes
Operations

شکل ۲-۳- نمایش شی در زبان‌های شی گرا

<sup>1</sup> Behaviour

<sup>2</sup> External Entities

<sup>3</sup> Things

<sup>4</sup> Roles

<sup>5</sup> Organization Units

مثال: کتاب

• هويت: کتاب

• صفات(حالت):

- اطلاعات فهرست نويسى

- مكان نگهداری فيزيكى

- وضعیت فعلی(امانت/رزرو/آزاد)

• رفتار:

- ثبت اطلاعات کتاب

- جستجو

- سفارش دادن

بنابراین می توان گفت که:

Object = Data Structure (S) + Algorithm(s)

اگر به جهان بنگریم اشیاء زیادی پیدا می کنیم که عبارتند از نمونه هایی از یک مفهوم کلی تر که آنرا کلاس می نامیم. برای مثال ماشین پیکان که رنگ زرد دارد و متعلق به آفای فلاں یک شی است. این شی نمونه ای از یک مفهوم کلی تر که همان ماشین می باشد.

▪ کلاس<sup>1</sup>

مجموعه ای از اشیاء که دارای ساختار و رفتار مشترک باشند را یک کلاس می نامیم. مزیت گروه بندی اشیاء در مفهوم کلاس مدیریت بهتر و قابلیت استفاده مجدد است. در واقع یک الگوی کلی داریم که بر حسب نیاز اشیائی از آن برداشت می نماییم. چنانکه می دانیم نوع داده مجرد<sup>2</sup> امکانی را فراهم می آورد که باعث شناسائی(معرفی) اشیاء از طریق بیان ساختار و رفتار آنها بدون نیاز به پیاده سازی آن ساختار یا رفتار می شود.

در زبان های شی گرا کلاس از دو قسمت تشکیل شده:

Class Decleration → ADT

Class Body → Behaviour Implementation

---

<sup>1</sup> Class

<sup>2</sup> Abstract Data Type

مثالی از یک کلاس (به زبان C++)

```
Class Student {  
    Private:  
        long student_id;  
        char name[30];  
        char birth_date[12];  
        int entry_year;  
        enum State{HAS_WORK = 1, HAS_NOT_WORK = 0};  
        State cur_state;  
  
    Public:  
        Student () ; //Constructor  
        ~Student () ; //Destructor  
        void ChangeState( State new_state );  
        void Display( );  
};
```

توجه داشته باشید که در برنامهنویسی شی گرا، هر شی کلاس خود را می‌شناسد.

#### ▪ نمونه<sup>۱</sup>

یک نمونه به یک مورد مشخص از یک کلاس اشاره می‌نماید. عمل تعریف یک شی در برنامهنویسی شی گرا را Instantiation گویند. برای مثال: Studenet s1, s2;

#### ▪ ارتباط بین اشیاء

مکانیزم ارتباط بین اشیاء و بهرمندی از سرویس‌ها (عملیات) آنها از طریق تبادل پیام<sup>۲</sup> صورت می‌گیرد.

در شی گرایی اصل Encapsulation از طریق محدود کردن راه استفاده اشیاء از یکدیگر در مکانیزم تبادل پیام اعمال می‌گردد. برای تصور بهتر تبادل پیام به مفهوم Client/Server عنوان مدلی مناسب برای نشان دادن ارتباط توجه کنید.

«شی ارسال کننده پیام تقاضا دهنده<sup>۳</sup> حساب شده و شی دریافت کننده پیام سرویس دهنده محسوب می‌گردد<sup>۴</sup>.»

مثال: شی O1 پیام Get به شی O2 می‌فرستد (شکل ۳-۳)

<sup>1</sup> Instance

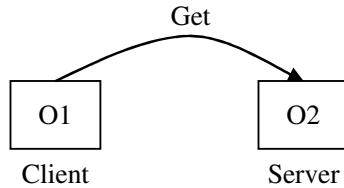
<sup>2</sup> Message Passing

<sup>3</sup> Client

<sup>4</sup> Server

در C++ این پیام به صورت درخواست اجرای Method به نام Get() از O2 نمایش داده می‌شود:

```
O2.Get( param_list );
```



شکل ۳-۳- رابطه Client/Server

- **نقش‌ها:** برای تعیین رفتار یک شی می‌توان از مسئولیت (نقش) آن شی استفاده نمود.
- **واسطه‌ها<sup>۱</sup>:** واسطه‌ها نحوه استفاده از یک کلاس بدون نیاز به شناسائی جزئیات پیاده‌سازی آن را به ما نشان می‌دهند. در C++ خود تعریف کلاس (که معمولاً در File Header قرار می‌گیرد) واسطه حساب می‌شود.

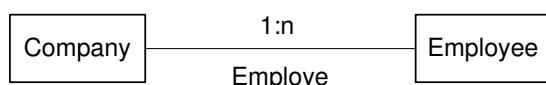
سه نوع واسط وجود دارد:

۱. **عمومی<sup>۲</sup>:** برای همه استفاده‌کنندگان قابل دسترسی است.
۲. **اختصاصی<sup>۳</sup>:** تنها برای همان کلاس و دوستان آن کلاس قابل دسترسی است.
۳. **حفظات شده<sup>۴</sup>:** تنها برای خود کلاس، دوستان کلاس و زیرکلاس‌ها<sup>۵</sup> قابل دسترسی است.

## ۲-۳- رابطه بین کلاس‌ها

به صورت کلی ۳ نوع ارتباط اصلی بین کلاس‌ها وجود دارد:

- **رابطه انجمنی<sup>۶</sup>:** نوعی وابستگی معنی‌بُر<sup>۷</sup> بین کلاس‌های متفاوت که با حذف وابستگی عملاً هیچ ارتباط بین دو کلاس وجود نخواهد داشت. مثال:



شکل ۴-۳- رابطه انجمنی

<sup>1</sup> Interfaces

<sup>2</sup> Public

<sup>3</sup> Private

<sup>4</sup> Protected

<sup>5</sup> Subclasses

<sup>6</sup> Association

<sup>7</sup> Semantic Relationship

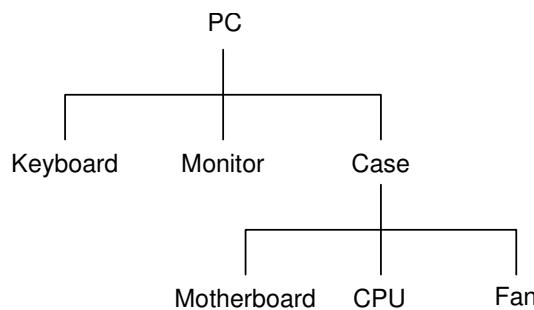
در این رابطه دو مسئله اهمیت دارد:

۱) نوع وابستگی

۲) درجه وابستگی

• **رابطه تجمعی<sup>۱</sup>:** زمانی که یک شی از تعدادی اشیاء دیگر تشکیل می‌گردد، این رابطه را

تجمعی (جزئی-از) گویند (شکل ۵-۳).



شکل ۵-۳- رابطه تجمعی

• **رابطه وراثت<sup>۲</sup>:** وراثت عبارت از رابطه بین چند کلاس که در آن یک کلاس در ساختار و

رفتار یا هر دو با یک کلاس (وراثت یگانه) یا چند کلاس (وراثت چندگانه) دیگر شرکت دارد.

بعارت دیگر وراثت عبارتست از سلسله مراتبی از تحریدها<sup>۳</sup> که در آن کلاس فرزند<sup>۴</sup> خصوصیات

کلاس پدر<sup>۵</sup> را به ارث می‌برد.

در واقع کلاس فرزند یک تخصیص<sup>۶</sup> از کلاس پدر را نمایش داده و همزمان کلاس پدر یک تعمیم<sup>۷</sup>

از کلاس فرزند به حساب می‌آید.

مثال:

A Rose IS-A Flower

A Flower IS-A Plant

<sup>1</sup> Aggregation

<sup>2</sup> Inheritance or Generalization/Specialization or IS-A Relationship

<sup>3</sup> Abstract Hierarchy

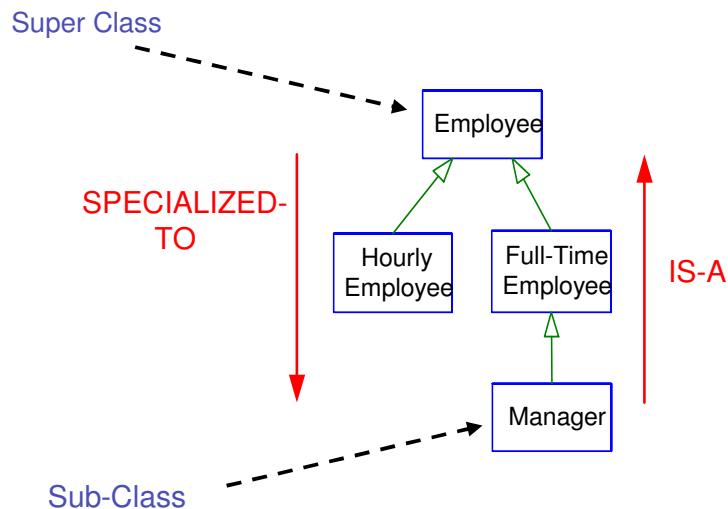
<sup>4</sup> Subclass

<sup>5</sup> Superclass

<sup>6</sup> Specialization

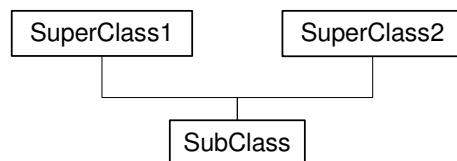
<sup>7</sup> Generalization

شکل ۶-۳ مثالی از وراثت یگانه را نمایش می‌دهد.



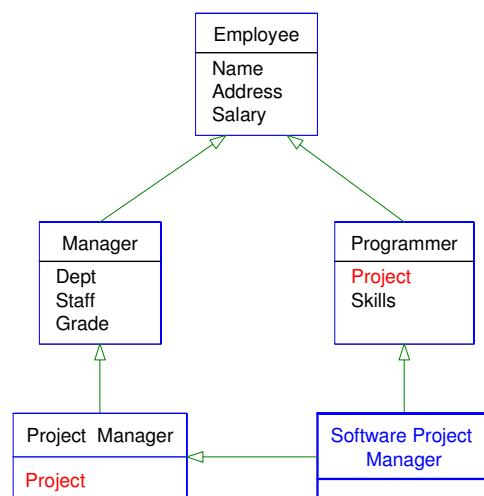
شکل ۶-۳- وراثت یگانه

شکل ۷-۳ مثالی از وراثت چندگانه را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۳- وراثت چندگانه

به عنوان نمونه می‌توان انواع کارمند را به صورت شکل ۸-۳ نشان داد.



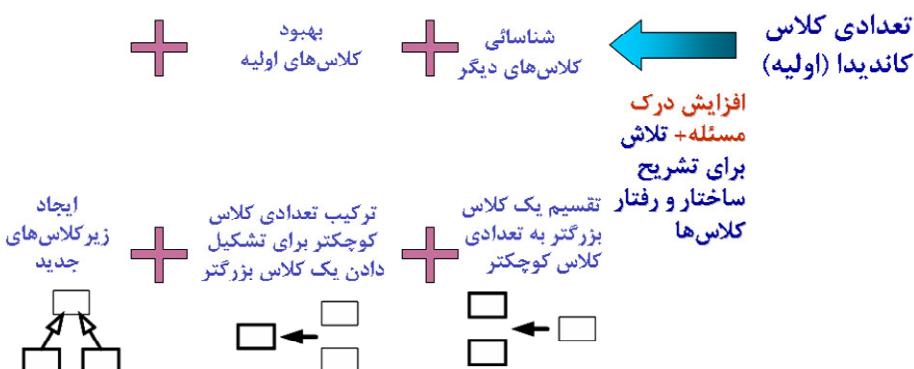
شکل ۸-۳- نمونه‌ای از وراثت - انواع کارمند

## ۴- شناسایی کلاس‌ها

### ۴-۱- طبقه‌بندی

شناسایی کلاس‌ها و یافتن آنها در هر مسئله نیاز به درک شفافی از کلاس‌ها و طبقه‌بندی آنها دارد. طبقه‌بندی<sup>۱</sup> کلاس‌ها ابزاری است که بواسیله آن، ما انسان‌ها دانش خود را مرتب می‌سازیم. از سوی دیگر، با استفاده از طبقه‌بندی توانایی ارتباط با سایر انسان‌ها نیز فراهم می‌شود، چرا که افراد یک جامعه دارای مفاهیم و معیارهای طبقه‌بندی یکسان هستند که هنجارها، قوانین، سنن و رفتارهای جامعه را شکل می‌دهند. مطمئناً یک طبقه‌بندی کامل وجود ندارد و طبقه‌بندی‌های متفاوت با توجه به معیارهای متفاوت و گوناگون وجود دارند.

در متداول‌ترین شی‌گرا طبقه‌بندی کمک می‌کند تا کلاس‌هایی انتخاب شوند که با توجه به معیارهای محدودیت‌های موجود سازگار باشند. فرآیند طبقه‌بندی متداول‌ترین شی‌گرا، فرآیند تدریجی و افزایشی است، چرا که با هر بار طبقه‌بندی به دسته‌بندی بهتری خواهیم رسید. نکته مهمی که باید در نظر داشت، دستیابی به راه حل مناسب است و نه راه حل طلایی. به عبارت بهتر، شناسایی کلاس‌ها باید تا آنجا ادامه یابد که کلاس‌های مناسبی برای مسئله شناسایی و یافته شود و این امر می‌تواند با در نظر گرفتن قانون ۲۰/۸۰ انجام شود. در شکل ۱-۴ فرآیند طبقه‌بندی و کمک آن در شناسایی و بهبود کلاس‌هایی شناسایی شده به صورت مختصر نشان داده شده است.



<sup>۱</sup> Classification

## ۴-۲- منابع تشخیص کلاس‌ها

بطور کلی دو منبع اصلی برای شناسایی کلاس‌ها وجود دارد:

- فضای مسئله: با استفاده از مدل تحلیل می‌توان برخی از کلاس‌ها را شناسایی نمود.
- فضای راه حل: با استفاده از مدل توصیفی حاصل از راه حل اولیه ایجاد شده، می‌توان کلاس‌های بهبود یافته را ایجاد نمود.

در واقع می‌توان گفت که فرآیند شناسایی کلاس‌ها شامل دو فعالیت کشف کلاس از فضای مسئله و ابداع کلاس‌های جدید از فضای راه حل است.

## ۴-۳- رهیافت‌های شناسایی کلاس‌ها

برای شناسایی کلاس‌ها دو رهیافت وجود دارد [۲]:

### ❖ مبتنی بر داده<sup>۱</sup>

در این روش‌ها مبنای شناسائی کلاس‌های مناسب سیستم، شناسائی ساختار داده‌های مورد نیاز هر کلاس است. فرآیند تعیین کلاس‌ها با پرسیدن دو سوال صورت می‌گیرد:

۱- ساختار هر کلاس چیست؟

۲- چه عملیاتی بوسیله هر کلاس انجام می‌گیرد؟

برای پاسخ به این سوالات دو گام انجام می‌شود. در گام اول داده‌های مورد نیازی که باید نگهداری شوند، یافت می‌شوند و در گام دوم، عملیات مورد نیاز بر اساس ساختار داده‌های پیشنهادی را تعیین می‌شوند. بدین ترتیب مجموعه‌ای از کلاس‌ها یافت می‌شوند که باید نگهداری شوند. اما نکته اصلی در این روش وابستگی سرویس‌های کلاس به ساختار داخلی کلاس است که بنویه خود سبب وابستگی سرویس‌گیرندگان به ساختار داخلی کلاس خواهد بود. این وابستگی سبب نقض اصل محصورسازی و استفاده از واسط می‌باشد و با هر تغییری در ساختار داخلی کلاس، سرویس‌گیرندگان دچار تغییر می‌شوند. به عبارت بeter، این روش سبب طراحی مبتنی بر داده خواهد شد و وابستگی داده‌ای را در نظر می‌گیرد. تنها مزیت این روش، سادگی استفاده و بکارگیری آن است.

<sup>1</sup> Data-Driven

## ❖ مبتنی بر وظیفه<sup>۱</sup>

در این روش‌ها مبنای شناسائی کلاس‌های مناسب سیستم، شناسائی مسئولیت‌های<sup>۲</sup> مورد نیاز هر کلاس است. فرآیند تعیین کلاس‌ها با پرسیدن دو سوال صورت می‌گیرد:

۱- هر کلاس چه مسئولیتی دارد؟ (چه عملیاتی بوسیله این کلاس انجام می‌گیرد؟)

۲- این شی، چه اطلاعاتی باقیه اشیاء به اشتراک می‌گذارد؟

برای پاسخ به این سوالات دو گام اول، عملیات مورد نیاز تعیین می‌شوند و در گام دوم ساختار دادهای مورد نیاز تعیین می‌شوند. بدین ترتیب مجموعه‌ای از کلاس‌های تعیین می‌شوند که سرویس‌های آن‌ها بستگی به ساختار داخلی کلاس ندارند. بنابراین، سرویس گیرنده‌گان نیز مستقل از ساختار داخلی خواهد شد. نگاه اصلی در این روش به هر کلاس، عبارت از موجودیتی است که در هر آن می‌تواند نقش سرویس‌دهنده یا نقش سرویس گیرنده را ایفا نماید.

هر کلاس در نقش سرویس‌دهنده می‌تواند فراهم کننده خدمات برای<sup>۳</sup> نوع سرویس گیرنده باشد:

۱. سرویس گیرنده‌گان خارجی<sup>۴</sup>

۲. سرویس گیرنده‌گان مشتق شده<sup>۵</sup>

۳. خود کلاس<sup>۶</sup>

بزرگترین مزیت این روش به حداکثر رساندن محصورسازی در سطح طراحی است که باعث افزایش قابلیت نگهداری و انعطاف‌پذیری سیستم نسبت به تغییرات آتی خواهد گردید.

در واقع، تفاوت اصلی این دو روش در نقطه شروع شناسائی کلاس‌ها می‌باشد. در روش اول مبنای کار، شناسائی کلاس‌ها بر اساس ساختمان داده‌های مورد نیاز مسئله می‌باشد. در حالیکه در روش دوم کلاس‌ها بر اساس وظیفه‌ها شناسائی می‌شوند.

## ۴-۴- فرآیند شناسایی کلاس‌های اولیه

فرآیند شناسایی کلاس‌های اولیه حاوی گام‌ها و مراحل زیر است:

۱. استفاده از طبقه‌بندی‌های پیشنهاد شده بوسیله متداول‌وارثی‌های شی‌گرا

<sup>1</sup> Responsibility-Driven

<sup>2</sup> Responsibilities

<sup>3</sup> External Clients

<sup>4</sup> Derived Clients

<sup>5</sup> Self Client

۲. تحلیل دامنه<sup>۱</sup>

۳. تحلیل موارد کاربری<sup>۲</sup>

۴. تحلیل لغوی صورت مساله<sup>۳</sup>

۵. استفاده از الگوها<sup>۴</sup>

۶. کارت‌های CRC

در ادامه به بررسی هر یک از این مراحل می‌پردازیم.

#### ❖ طبقه‌بندی‌های پیشنهاد شده

منابع بالقوه زیر برای شناسائی کلاس‌های اولیه به صورت ذیل پیشنهاد می‌شوند:

۱. دستگاه‌ها<sup>۰</sup>: دستگاه‌ای که برنامه با آنها تعامل دارد

۲. نقش‌ها: نقش‌های گوناگون که کاربر در تعامل با سیستم ایفا می‌نماید

۳. محل‌های فیزیکی (مانند دفاتر، سایتها,...) که برای سیستم مهم هستند

۴. سازمان‌ها: مجموعه‌های سازماندهی شده (مردم، منابع،...) که دارای ماموریت‌های مشخصند

۵. مفاهیم منطقی: اصول و ایده‌های منطقی که در منطق کاری سازمان بکار گرفته می‌شوند

۶. ساختار: همان روابط IS-A و PART-OF

۷. دیگر سیستم‌ها: سیستم‌های خارجی که برنامه با آنها تعامل دارد

#### ❖ تحلیل دامنه

عبارتست از شناسائی کلاس‌ها و اشیاء مشترک در همه برنامه‌های کاربردی متعلق به یک دامنه

مشخص (مانند کامپایلرهای سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی،...). در این روش، با دیدن سیستم‌های مرتبط

و اسناد آنها و با صحبت با کارشناسان خبره در زمینه سیستم مورد نظر می‌توان کلاس‌های کلیدی یک

سیستم را حدس زد.

<sup>1</sup> Domain Analysis

<sup>2</sup> Use-Case Analysis

<sup>3</sup> Problem Statement Analysis

<sup>4</sup> Patterns

<sup>5</sup> Devices

## ❖ تحلیل موارد کاربری

هر مورد کاربرید «دبنهای از عملیات است که یک سیستم انجام می‌دهد تا یک نتیجه قابل مشاهده و ارزشمند برای کاربر فراهم نماید». با استفاده از تحلیل موارد کاربری که در فصول بعد آنها را بیان می‌نمائیم می‌توان کلاس‌های کلیدی را یافت نمود.

## ❖ تحلیل لغوی صورت مساله

با تحلیل صورت مکتوب مساله می‌توان کلاس‌های اولیه را بدست آورد. برای اینکار نیاز است تا دو گام زیر انجام شود. در گام اول نام‌ها و فعل‌های موجود پیدا می‌شود و در گام دوم نام‌ها و فعل‌های غیرضروری باید حذف می‌شود. به این ترتیب تعدادی از کلاس‌ها و عملیات کاندیدا یافت می‌شوند.

## ❖ استفاده از الگو

یک الگو، یک مساله طراحی که در یک زمینه مشخص مرتبًا تکرار می‌گردد را توصیف کرده و سپس یک راه حل کلی و تکرارپذیر برای آن ارائه می‌کند. هر الگو در حقیقت برای پاسخ به یک مشکل ایجاد شده است و بنابراین می‌توان در سیستم‌هایی که خواص مفهومی مشترک داشته و همان مسئله را دارند مورد استفاده قرار بگیرد. استفاده از الگوهای معتبر می‌تواند باعث توسعه قابلیت استفاده مجدد در سطح طراحی گردد و قابلیت اطمینان نیز را بالا ببرد.

## ❖ استفاده از روش کارت‌های CRC

کارت‌های CRC روشی غیررسمی<sup>۱</sup> برای شناسائی و توصیف کلاس‌ها، رفتار و مسئولیت‌های آنها و همکارانی (کلاس‌های دیگر) که به کمک آنها وظایف خود را انجام می‌دهند. در ادامه به بررسی روش CRC خواهیم پرداخت.

## CRC - ۴-۵

در این روش هر کلاس در مسئله متناظر با یک کارت<sup>۲</sup> اینچ بوده که دارای ۳ فیلد نام کلاس، وظایف کلاس<sup>۳</sup> و همکاران کلاس<sup>۳</sup> در انجام وظایف خود می‌باشد.

<sup>1</sup> Informal

<sup>2</sup> Class Responsibilities

<sup>3</sup> Class Collaborators

Class Name	
Responsibilities	Collaborators

شکل ۲-۴- نمونه‌ای از کارت CRC

همانطوریکه گفتیم این روش مبتنی بر وظیفه می‌باشد. یعنی مبنای شناسائی کلاس‌ها وظایف و مسئولیت‌های آنها می‌باشد. ولی چطور وظیفه کلاس را قبل از خود کلاس بشناسیم؟ در حقیقت، در بیشتر مسئله‌ها یک سری کلاس‌های مشهود و واضح وجود داشته که شناسائی آنها می‌تواند مبنای شناسائی کلاس‌های دیگر باشد.

بعارت روشنتر اگر بازی هر کلاس مشهود وظایف سپس همکاران آنرا بنویسیم می‌توان بقیه کلاس‌ها را شناخت. برای شناخت کلاس‌های جدید به ازای هر وظیفه یا مسئولیت یک کلاس تلاش می‌کنیم جوابی برای این سوال که «اگر این وظیفه بخواهد انجام شود چه اتفاقی می‌افتد؟» پیدا نماییم بدین صورت همکاران کلاس شناسائی خواهند شد.

از قابلیت‌های روش CRC می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- ❖ سادگی روش: بر اساس یک بازی ساده با کارت‌ها
- ❖ طبیعی بودن روند کار و نمایش سناریوهای واقعی
- ❖ فرآیندگرایی براساس کار گروهی

برای مدلسازی با استفاده از کارت‌های CRC نیاز است تا گام‌های ذیل انجام شود:

۱. موارد کاربری کلیدی سیستم را مرور کنید.
۲. در صورت نیاز یکی (یا ترکیبی) از تکنیک‌های یافتن کلاس‌های اولیه را برای شناسائی مجموعه‌ای از کلاس‌های کاندیدا بکار ببرید.

۳. به ازای هر مورد کاربری گام‌های زیر را انجام دهید.

الف) از کلاس‌های موجود، کلاس‌هایی که مناسب این مورد کاربری است را مشخص نمایید.

ب) اگر کلاس مناسبی وجود نداشته باشد پس کلاس جدیدی را ایجاد نمایید.

ج) مسئولیت‌های کلاس را تشخیص دهید:

- ❖ این کلاس باید چه وظیفه‌ای را انجام دهد؟
- ❖ اگر وظیفه‌ای را در اختیار دارید، این وظیفه متعلق به کدام کلاس است؟
- ❖ بعضی از مسئولیت‌ها بوسیله همکاری کلاس با دیگر کلاس‌ها انجام می‌پذیرند، بنابراین عجله نکنید.

د) همکاران کلاس را تشخیص دهید:

- ❖ سناریوی «What if ...?» را اجرا کنید
- ❖ همکاری هنگامی رخ می‌دهد که یک کلاس نیازمند اطلاعاتی باشد که در اختیار ندارد
- ❖ همکاری هنگامی رخ می‌دهد که یک کلاس نیازمند به روزرسانی اطلاعاتی باشد که در اختیار ندارد
- ❖ در هر همکاری، حداقل یک کلاس آغازکننده باید وجود داشته باشد

ه) کارت‌های CRC را دور میز چرخش دهید:

- ❖ کارت‌های کلاس‌هایی که با یکدیگر همکاری دارند نزدیک هم قرار دهید
- ❖ هر چه همکاری قویتر باشد نزدیکی دو کلاس به یکدیگر می‌بایست بیشتر باشد
- ❖ کارت‌های پر(شلوغ) را در وسط میز قرار دهید
- ❖ کارت‌ها را دور میز بچرخانید
- ❖ از کسانی که در جلسه شرکت دارند بخواهید که به کارت‌های در حال چرخش توجه نمایند
- ❖ حاضرین در جلسه ارتباطات جدیدی بین کلاس‌ها تشخیص خواهند داد
- ❖ سناریوی «چه می‌شود اگر...?» را اجرا نماید

به عنوان نمونه، مسئله معروف تولید کننده<sup>1</sup> و مصرف کننده را در نظر بگیرید: در این مسئله تولید کننده یک Item تولید می‌نماید که مصرف کننده آنرا مصرف می‌کند. برای هماهنگی این دو کلاس به یک بافر میانی نیاز داریم (که خود یک کلاس است). کارت‌های این مسئله به صورت شکل ۳-۴ هستند.

<sup>1</sup> Produce & Consumer Problem

Consumer		Producer	
Responsibilities	Collaborators	Responsibilities	Collaborators
GetItem () ConsumeItem ()	Buffer	ProduceItem () PutItem ()	Buffer

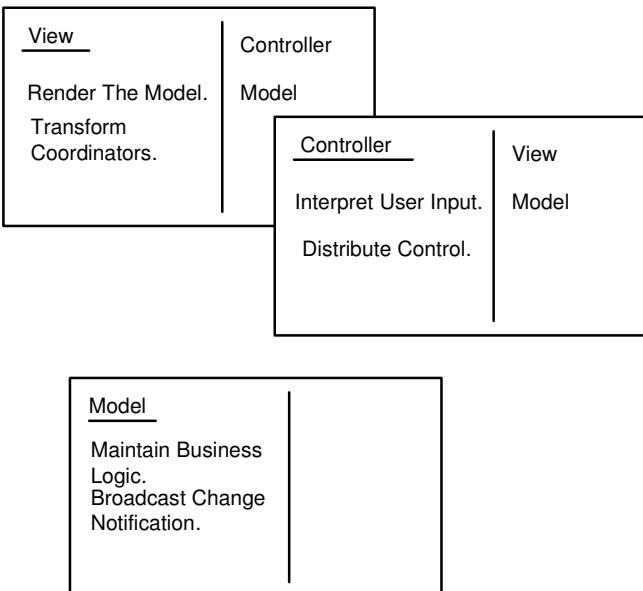
  

Buffer	
Responsibilities	Collaborators
SeizeBuffer () ReleaseBuffer ()	

شکل ۴-۳- مسئله تولید کننده/صرف کننده

کلاس تولید کننده را در نظر بگیرید: مسئولیت این کلاس اینست که یک عنصر تولید نماید و در بافر قرار دهد که برای تولید آن احتیاج به همکاری ندارد. در هنگام قرار دادن Item در بافر نیاز به همکار دارد که خود بافر است. بافر طوری است که یک عنصر بیشتر در آن جا می‌گیرد و غیرفعال<sup>۱</sup> نیز هست. به عنوان نمونه دیگر می‌توان الگوی MVC را در نظر گرفت. هر الگوی معماری در حقیقت برای پاسخ به یک مشکل ایجاد شده است و بنابراین می‌توان در سیستم‌هایی که خواص مفهومی مشترک داشته و همان مسئله را دارند مورد استفاده قرار بگیرد. استفاده از الگوهای معماری معتبر می‌تواند باعث توسعه قابلیت استفاده مجدد در سطح طراحی گردد و قابلیت اطمینان نیز را بالا ببرد. الگوی MVC از سه کلاس View پایه استفاده می‌کند. کلاس Model برای نگهداری اطلاعات پایه مورد استفاده می‌گیرد، کلاس Controller برای نمایش نمودارهای مختلف و اصلاح این نمودارها مطابق با تغییر داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، کلاس Conttoller که جزئیات انتخاب کاربر را بیان می‌کند. همکاری بین این سه کلاس سبب نمایش تغییرات روی نمودار و کنترل نمودارهای مختلف می‌شود. کلاس‌های و وظایف این سه کلاس در شکل ۴-۴ ارائه شده‌اند.

<sup>۱</sup> می‌توان اشیاء را به دو قسم تقسیم نمود: فعال (Active) و غیر فعال (Passive). شیء فعال روی اشیاء دیگر تاثیر می‌گذارد (با فرستادن پیام) و شیء غیر فعال تاثیر می‌پذیرد. اگر شیء فعال و غیر فعال باشد آنگاه Agent نامیده می‌گردد.



شکل ۴-۴- کلاس‌ها و وظایف مربوط به هر کلاس با استفاده از الگوی CRC

از جمله مزایایی روش CRC می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- ❖ نقطه مناسبی برای شروع تحلیل (جرقه ذهنی)
- ❖ پوشش جنبه‌های اصلی یک سیستم (Encapsulation, Instantiation, Communication)
- ❖ قابلیت شبیه‌سازی رفتار سیستم (مرور سناریو)
- ❖ قابلیت انتقال حرکت در اطراف و تجمع
- ❖ با نمودار کلاس‌ها سازگار است
- ❖ امکان کارگروهی
- ❖ بیان معناری یک سیستم
  - در اختیار گرفتن جوهر<sup>۱</sup> نرم‌افزار
  - استفاده از ایده Client/Server
  - نداشتن مشکل سیم‌بندی<sup>۲</sup> (یکی از معایب شی‌گرایی سطح پائین بودن آن است که سبب می‌شود که فرد در گیر با ارسال پیام شود و اینکه هر پیام به کدام کلاس ارسال می‌شود، این مسئله معروف به سیم‌بندی است)

<sup>1</sup> Essence

<sup>2</sup> Wire Syndrome

#### ○ مقوله‌بندی<sup>۱</sup>

❖ رضایت کاربران

❖ تحلیل بوسیله خبرگان

اما کارت‌های CRC در اجرا دارای مشکلاتی نیز هستند

○ مشکل برقراری ارتباط با کاربران

○ کارت‌های CRC تنها بخشی از نیازمندی‌های یک سیستم شی‌گرا را تشکیل می‌دهند

#### ۴-۶- طبقه‌بندی<sup>۲</sup>

در یک سیستم نرم‌افزاری انواع گوناگونی از اشیاء معنی دار وجود دارد. این اشیاء در سطوح متفاوتی از انتراع<sup>۳</sup> (بستگی به میزان پرداختن به جزئیات) قرار دارند. مثلاً در یک سطح می‌توان کامپیوتر را یک شی فرض نمود ولی در یک سطح پایینتر خود کامپیوتر از تعدادی اشیاء تشکیل شده است. مقوله‌بندی و لایه‌بندی کمک می‌کند تا دسته‌بندی مناسبی برای اشیاء ارائه دهیم. هر کدام از ذینفعان به سیستم از یک زاویه دید معین می‌نگرند و دسته‌بندی خاصی را مدنظر قرار می‌دهند، به همین جهت دسته‌بندی و استفاده از این دیدگاه‌ها می‌تواند کمک موثری در شناخت سیستم نماید.

برای دسته‌بندی و توصیف دیدگاه‌های مختلف دو اصل وجود دارد:

۱. از دید چه کسی این سیستم توصیف می‌گردد؟

۲. میزان پرداختن به جزئیات چه قدر است؟

جواب به سوال اول در واقع توصیف لایه‌بندی<sup>۱</sup> و جواب به سوال دوم توصیف مقوله‌بندی است. شکل

۴-۵ این تفاوت را نشان می‌دهد.

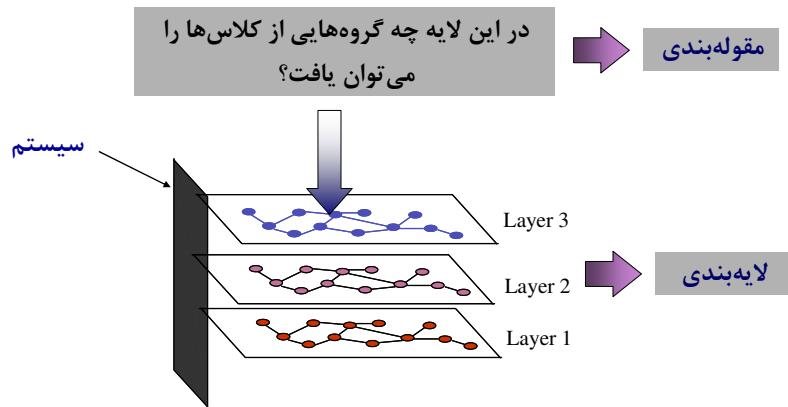
---

<sup>1</sup> Stereotyping

<sup>2</sup> Classification

<sup>3</sup> Abstraction

<sup>4</sup> Layering



شکل ۴-۵- تفاوت لایه‌بندی و مقوله‌بندی

#### ۴-۷- لایه‌بندی

در لایه‌بندی یک سیستم نرم‌افزاری به صورت تعدادی از لایه‌ها تقسیم‌بندی می‌گردد. هر لایه از تعدادی مولفه تشکیل شده که همکاری گروهی این مولفه‌ها بوجود آورنده رفتار لایه می‌باشد. استفاده از لایه‌بندی وابستگی‌ها را کاهش می‌دهد بطوریکه لایه‌های پایین تراز جزئیات و واسطه‌های لایه‌های بالاتر اطلاعی ندارند.

همچنین این روش می‌تواند به شناسائی بخش‌های قابل استفاده مجدد و تصمیم‌گیری در مورد مولفه‌های قابل خریداری و مولفه‌های قابل ساخت کمک نماید. می‌توان به معماری‌های متمن‌کر، معماری Client/Server و معماری Tier-3 عنوان نمونه‌های از لایه‌بندی در دنیای نرم‌افزار اشاره نمود. یک برنامه کاربردی از نظر منطقی به سه قسمت کلی (واسط کاربر<sup>۱</sup>، منطق حرفه<sup>۲</sup> یا منطق برنامه و سرویس‌های داده‌ای<sup>۳</sup>) تقسیم می‌شود. تفاوت این معماری‌ها در نحوه ارتباط این قسمت‌ها با یکدیگر می‌باشد.

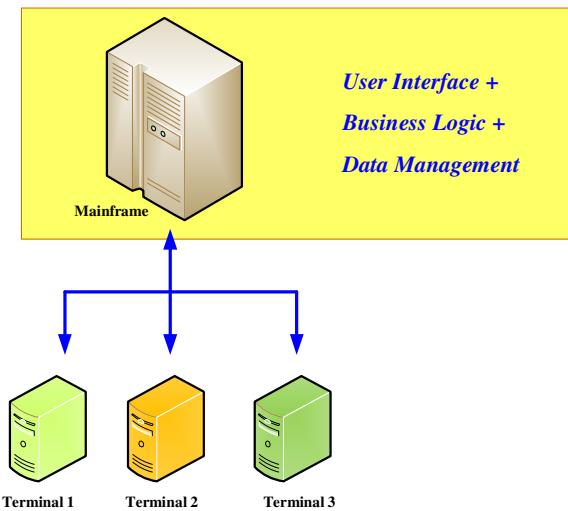
در معماری متمن‌کر این سه قسمت با یکدیگر شدیداً آمیخته شده که باعث ساختن سیستم‌های غیر انعطاف‌پذیر و غیر قابل نگهداری می‌شود، بنابراین در صورت نیاز به قدرت محاسباتی بیشتر پدیده جزایر برنامه‌های کاربردی<sup>۴</sup> به وجود می‌آید. عمده‌ترین مزیت این روش سادگی آن در طراحی و پیاده‌سازی است که در سال‌های اولیه توسعه نرم‌افزار مورد استفاده قرار می‌گرفت. شکل ۶-۴ این روش را نشان می‌دهد.

<sup>1</sup> User Interface

<sup>2</sup> Business Logic

<sup>3</sup> Data Services

<sup>4</sup> Applications Islands



شکل ۴-۶-معماری مت مرکز

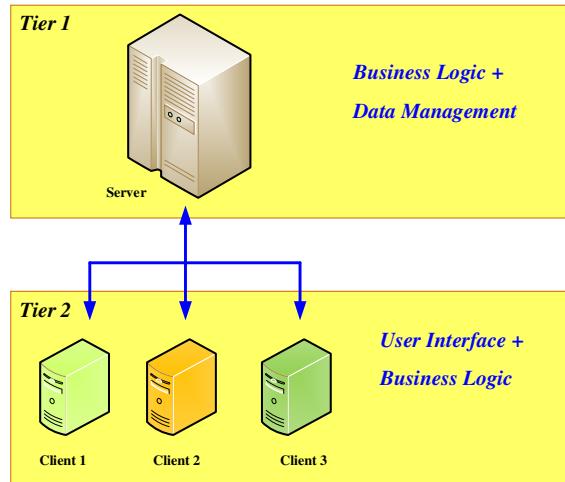
در معماری دوم یعنی Client/Server دو لایه داریم: لایه شامل واسط کاربر و منطق حرفه بوده و لایه Server سرویس های داده ای را به عهده گرفته است. این روش که به عنوان نسل بعدی معماری مت مرکز ارائه شده است، دارای مزایایی بسیاری نسبت معماری مت مرکز است که از جمله می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- واسط کاربر قابل استفاده مجدد است
- استفاده از مدل برنامه نویسی مبتنی بر رویداد
- وجود محیط های برنامه سازی یکپارچه و قوی مانند Delphi، Visual Studio .NET، و ... که امکان دسترسی به داده های قدیمی و جدید سازمان به صورت یکپارچه را فراهم می کنند
- امکان استفاده مجدد جزئی از منطق حرفه در قسمت سرویس دهنده

اما این معماری مشکلات مربوط به خود را نیز به همراه دارد که از آن جمله می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

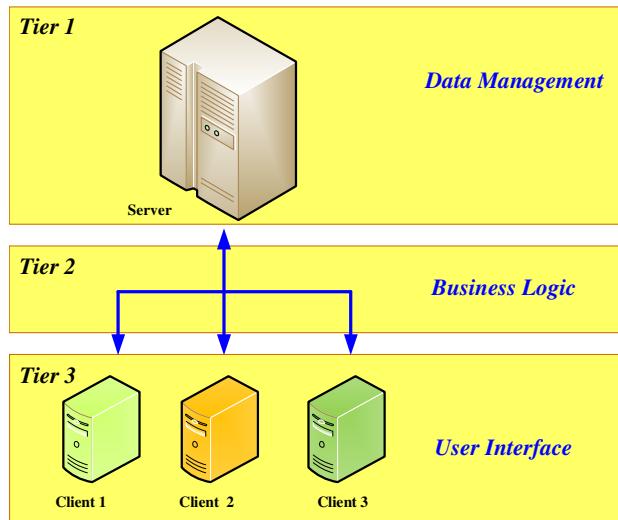
- محل منطق حرفه مشخص نیست
- تنها بخشی از منطق حرفه قابل استفاده مجدد است
- منطق حرفه قابل استفاده مجدد، معمولاً به صورت روال های ذخیره شده که متعلق به یک پایگاه داده معینی است، وجود دارد. به علت این وابستگی منطق حرفه قابلیت استفاده مجدد را در سطح تمام سازمان نخواهد داشت.

شکل ۷-۴ معماری Client/Server را نمایش می‌دهد. مشکلات این معماری سبب استفاده از معماری ۳-Tier شده است.



شکل ۷-۴-معماری Client/Server

در معماری سوم یعنی ۳-Tier این لایه‌ها از یکدیگر کاملاً جدا هستند که این ویژگی قابلیت استفاده مجدد در این سیستم‌ها را بالا می‌برد. در واقع، منطق حرفه بر روی سرویس‌دهنده مستقلی که به سرویس‌دهنده کاربردی<sup>۱</sup> معروف است، قرار می‌گیرد. شکل ۸-۴ این معماری را نمایش می‌دهد.



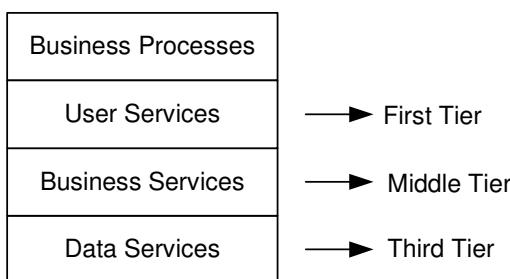
شکل ۸-۴-معماری ۳-Tier

<sup>1</sup> Application Server

بعنوان یک مثال اخیر می‌توان از متداولوثری شی‌گرای Select Perspective نام برد. این متداولوثری از معماری 3-Tier بهره برده و برایده سرویس مبتنی بوده که عبارتست از مجموعه‌ای منطقاً مرتبط از وظایف که بوسیله یک واسط قابل دسترسی می‌باشند.

در معماری Perspective (شکل ۹-۴) چهار لایه وجود دارد به شرح زیر می‌باشد:

۱. فرآیندهای حرفه<sup>۱</sup>: فرآیند حرفه عبارتست از مجموعه از فعالیت‌ها که یک یا چند ورودی دریافت کرده و خروجی ارزشمندی برای کاربر ایجاد می‌کند.
۲. سرویس‌های کاربر<sup>۲</sup>: وظیفه این لایه فراهم نمودن سرویس‌های ارتباط با کاربر(واسط کاربر)
۳. سرویس‌های حرفه<sup>۳</sup>: سرویس‌های عمومی که منطق حرفه سیستم را تشکیل می‌دهند. این سرویس‌ها داده‌ها را از سرویس‌های کاربر و سرویس‌های داده ای را گرفته و مورد پردازش قرارداده و اطلاعات تولید می‌نماید.
۴. سرویس‌های داده‌ای: این سرویس داده‌های مورد نیاز فرآیندهای حرفه متفاوت را فراهم می‌نمایند. سرویس‌های داده‌ای عمل پردازش داده‌ها به صورت مستقل از نحوه ذخیره‌سازی آنها انجام می‌دهند.



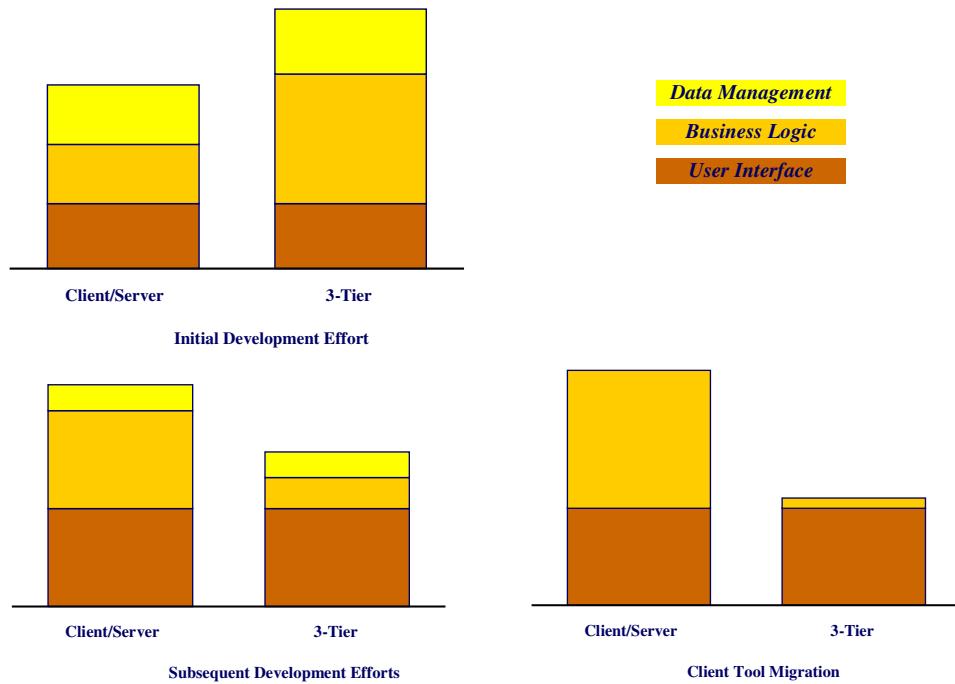
شکل ۹-۴- معماری Perspective

در مقایسه‌ای که بین دو معماری 3-Tier Client/Server و «میزان تلاش در توسعه اولیه»، «میزان تلاش‌های توسعه بعدی» و «ابزار انتقال» انجام شده است و در شکل ۱۰-۴ نشان داده شده است، مشخص شده است که معماری 3-Tier تنها در ابتدا هزینه زیادی دارد، اما در ادامه توسعه و با توجه به قابلیت استفاده مجدد آن، هزینه کمتری دارد.

<sup>1</sup> Business Process

<sup>2</sup> User Services

<sup>3</sup> Business Services



شکل ۴-۱۰- مقایسه بین معماری ۳-Tier و Client/Server

#### ۴-۸- مقوله‌بندی

مقوله‌بندی اشیاء کمک می‌کند که سطوح انتزاعی را شناخته شده و بدین صورت تمام افراد تیم می‌توانند در یک سطح واحدی از انتزاع فعالیت نمایند. عبارت بهتر، مقوله‌بندی روشی برای میزان کردن سطح انتزاع<sup>۱</sup> بین ذینفعان است.

در متداول‌تری‌های مختلف مسئله مقوله‌بندی به شکل‌های گوناگون مورد توجه قرار گرفته است. به عنوان نمونه در متداول‌تری USDP کلاس‌ها به سه گروه تقسیم می‌شوند:

❖ کلاس‌های مرزی<sup>۲</sup>

○ مثال: واسط کاربر، پروتکل‌های ارتباطی، واسط چاپگر، حسگرها و ...

❖ کلاس‌های کنترلی<sup>۳</sup>

❖ کلاس‌های موجودیتی<sup>۴</sup>

○ کلاس‌های موجودیتی مفاهیم کلیدی در سیستم در حال توسعه را نمایش می‌دهند.

<sup>1</sup> Abstract Level Tuner

<sup>2</sup> Boundary Classes

<sup>3</sup> Control Classes

<sup>4</sup> Entity Classes

در متادولوژی Perspective سه رده کلاس وجود دارند:

۱. اشیاء واسط / کاربری<sup>۱</sup>: منظور اشیائی هستند که وظیفه نمایش اطلاعات برای کاربران، دریافت اطلاعات از آنها و بطور کلی برقراری ارتباط کاربر با سیستم را به عهده دارند. این لایه متناظر با لایه اول مدل 3-Tier می‌باشد.
  - مثال: در سیستم هتل داری: اپراتوری که با سیستم کار می‌کند با فرم‌هایی (همان اشیاء کاربری) ارتباط دارد مانند: فرم رزور اتاق، فرم حساب شخص، گزارشی از تعداد افرادی که اتاقها را رزرو کردند و ...
۲. اشیاء حرفة: سرویس‌های مورد احتیاج نیازمندی‌های حرفة را فراهم می‌نمایند. بعبارت ساده‌تر منطق حرفة (منطق برنامه) از همکاری این اشیاء با یکدیگر بوجود می‌آید. این اشیاء با بکاربردن قواعد حرفة و استفاده از سرویس‌های داده‌ای، داده‌ها را به اطلاعات تبدیل می‌نمایند.
  - مثال: در سیستم هتل داری، اشیائی مثل رزرو کردن و سفارش مشتری مشاهده می‌شوند که سرویس‌های مورد انتظار از سیستم را فراهم می‌نمایند.
۳. اشیاء داده‌ای: برای فراهم نمودن سرویس‌های داده‌ای این اشیاء با یکدیگر همکاری کرده و با استفاده از سرویس‌های سیستم پایگاه داده‌ها (ذخیره/ بازیابی/ بهنگام سازی)، داده‌های مورد نیاز لایه‌های بالاتر را تامین می‌کنند. این لایه داده‌ها را به صورت اشیاء پایا<sup>۲</sup> ذخیره و بازیابی می‌نماید اگر DBMS مورد استفاده از نوع شی گرا باشد مشکلی پدید نمی‌آید اما اگر از مدل رابطه‌ای پیروی می‌کند آنگاه این لایه عمل نگاشت اشیاء پایا به مدل رابطه‌ای را انجام می‌دهند. در واقع هدف از وجود این لایه حفاظت لایه سرویس‌های حرفة از تغییرات در تکنولوژی DBMS‌ها می‌باشد.

<sup>1</sup> User/Interface Objects

<sup>2</sup> Local Object

<sup>3</sup> Corporate Object

<sup>4</sup> Persistent Objects

- مثال: در سیستم هتل داری: اشیائی مانند مدیر داده‌های حساب، تبدیل کننده داده‌های حساب و دستیابی به داده‌های حساب مشاهده می‌شوند که سرویس‌های داده‌ای مورد انتظار اشیاء دیگر را فراهم می‌نمایند
- یک طبقه‌بندی دیگر که خانم Wirs-Brock در روش RDD<sup>۱</sup> که یک روش وظیفه‌گرا بوده، ارائه نموده بشرح ذیل می‌باشد:
۱. اشیاء کنترل کننده<sup>۲</sup>: وظیفه اساسی این اشیاء فراخوانی و کنترل اشیاء دیگر.
  ۲. اشیاء هماهنگ کننده<sup>۳</sup>: باعث آغاز یک فعالیت شده و یا باعث هماهنگی بین اشیاء Client و اشیاء Server می‌شوند.
  ۳. اشیاء واسط<sup>۴</sup>: این اشیاء ارتباط بین سیستم و محیط خارج از خود را برقرار می‌نمایند.
  ۴. اشیاء فراهم کننده سرویس<sup>۵</sup>: اشیائی هستند که سرویس‌های بخصوصی فراهم می‌نمایند مانند Buffer.
  ۵. اشیاء نگهدارنده اطلاعات<sup>۶</sup>: شبیه اشیاء داده ای در تقسیم قبلی می‌باشند.
  ۶. اشیاء ساختار<sup>۷</sup>: برای نگهداری ارتباط بین اشیاء استفاده می‌شود.

## ۴-۹- کارت‌های CRC و مقوله بندی

می‌توان از کارتهای CRC برای تشخیص مقوله بندی اشیاء استفاده نمود. به عنوان مثال در یک سیستم بانکی مشتری می‌خواهد مبلغی از حساب خود برداشت نماید. می‌توان این مبلغ را شی تصور نمود. در واقع عمل برداشت مبلغ تراکنش<sup>۸</sup> حساب می‌شود. در کارت‌های CRC می‌توان از مفهوم وراثت بهره برد. برای مثال یک تراکنش مالی<sup>۹</sup> بعنوان Superclass و یک Withdraw تعیین کرد که مسئولیت‌های تراکنش مالی به ارث برده و علاوه بر آن مسئولیت‌های دیگری اضافه می‌نماید. در شکل ۱۱-۴ کارت CRC این مثال نمایش شده است.

---

<sup>۱</sup> Responsibility-Driven Design

<sup>۲</sup> Controller Objects

<sup>۳</sup> Coordinators Objects

<sup>۴</sup> Interface Objects

<sup>۵</sup> Services Provider Objects

<sup>۶</sup> Information Holder Objects

<sup>۷</sup> Structure Objects

<sup>۸</sup> Transaction

<sup>۹</sup> Financial Transaction

Withdrawal Transaction	
Supercalss:Financial Transaction	
Responsibilities	Collaborators
Knows account Knows amount Perfoms Withdraw Logs Transaction Initiates Dispensing cash	Cash Dispensy

شكل ۱۱-۴ - کارت CRC

در آغاز تراکنش Amount را از Account می کند سپس در فایل Log می نویسد که چه کسی در چه زمانی چه مبلغی از چه حسابی برداشته است و بالاخره به دستگاه پیغام (Initiates Dispensing Cash) می دهد که پول را تحويل دهید.

در پشت کارت CRC اطلاعات طبقه‌بندی را یاداشت می نماییم (شکل ۱۲-۴)

Withdrawal Transaction	
Purpose	Withdraws cash from an account and dispense it
Stereotypes	Service Provider ,Coordinator , Business Object

شکل ۱۲-۴ - پشت کارت CRC که در آن طبقه‌بندی Withdraw Transaction کلاس دیده می‌شود

این اطلاعات شامل هدف (وظیفه اصلی) و طبقه‌بندی شی می‌باشد.

## ۵- فرآیند توسعه نرم افزار در متدولوژی USDP

### ۵-۱- فرآیند توسعه نرم افزار

مجموعه‌ای از فعالیت‌های نیمه‌مرتبی که برای توسعه نرم افزار بکار گرفته می‌شوند را می‌توان تعریف ساده‌ای از فرآیند توسعه نرم افزار دانست. یک فرآیند توسعه نرم افزار چهار نقش اساسی دارد:

- مشخص نمودن ترتیب فعالیت‌هایی که باید صورت گیرد تا نیازمندی‌های کاربران به یک محصول واقعی تبدیل شوند
- بیان اینکه چه فرآوردهایی باید تولید شوند و در چه زمانی
- تعیین روش اداره وظایف توسعه‌دهندگان منفرد و تیمی، نقش‌های مورد نیاز در پروژه و انتساب این نقش‌ها به اعضای تیم
- فراهم نمودن معیارهایی<sup>۱</sup> برای اندازه‌گیری کیفیت محصولات پروژه و روند پیشرفت فعالیت‌های آن

در واقع در فرآیند تولیدی که بخوبی مستند شده باشد نرم افزارهای مورد نیاز به صورت منظم و قابل پیش‌بینی قابل تولیدند، اما در فرآیندی که بخوبی مستند نشده باشد، موفقیت بستگی به تلاش طاقت فرسای اعضای تیم دارد.

### ۵-۲- مشخصات فرآیندهای توسعه موفق

یکی از مشخصات بارز یک فرآیند توسعه خوب استفاده از تجربیات موفق<sup>۲</sup> بدست آمده از اجرای پروژه‌های نرم افزاری موفق است که این تجربیات موفق عبارتند از:

- استفاده از روش تکرار و توسعه تدریجی
- مدیریت نیازمندی‌ها
- استفاده از معماری مبتنی بر مولفه‌ها
- راهبری بر مبنای موارد کاربری

<sup>1</sup> Software Metrics

<sup>2</sup> Best Practice

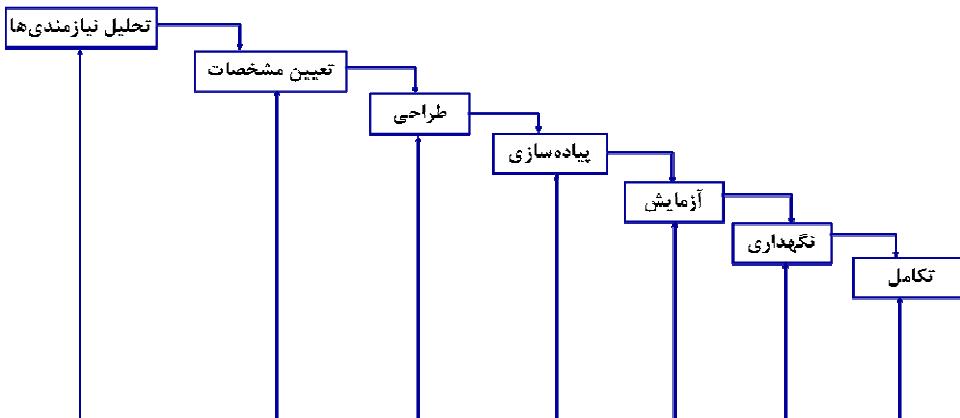
- مدلسازی تصویری نرم افزار

- کنترل تغییرات

- بررسی کیفیت نرم افزار

## ۱-۲-۵- تکرار و توسعه تدریجی

فرآیند تولید سنتی (آبشاری<sup>۱</sup>) شامل مراحل تحلیل نیازمندی‌ها، تعیین مشخصات، طراحی، پیاده‌سازی، آزمایش، نگهداری و تکامل<sup>۲</sup> است (شکل ۱-۵). ویژگی اساسی این روش، طبیعت ترتیبی آن بوده زیرا برای اینکه مرحله بعدی شروع شود باید مرحله قبلی کاملاً خاتمه یافته باشد. در واقع ریشه مشکل اصلی این روش همان شیوه نگرش است زیرا با توجه به این مطلب که معمولاً در مرحله آزمایش خطاهای کشف می‌شوند؛ برای کشف یک خطأ در پیاده‌سازی که ریشه آن اشتباہی در طراحی یا گردآوری نیازمندی‌ها بوده، باید همه مستندات طراحی بررسی شوند (که حجم آن در پروژه‌های بزرگ بسیار زیاد است) لذا این کار هزینه زیادی می‌طلبد. حال اگر به این هزینه، هزینه اصلاح خود خطأ هم اضافه شود به راز شکست بسیاری از پروژه‌هایی که در آن خطاهای طراحی دیر کشف می‌شود، پی می‌بریم! بطور خلاصه می‌توان گفت که در این روش با گذشت زمان هزینه ریسک بالاتر می‌رود.



شکل ۱-۵- مراحل توسعه در روش آبشاری [۴]

در واقع روش آبشاری برای پروژه‌های کوچک (کوتاه مدت) یا پروژه‌هایی که بیشتر جزئیات طراحی آن به خوبی شناخته شده مناسب است اما برای پروژه‌های بزرگ یا پروژه‌های جدید و غیر سنتی (مانند

<sup>1</sup> Waterfall Approach

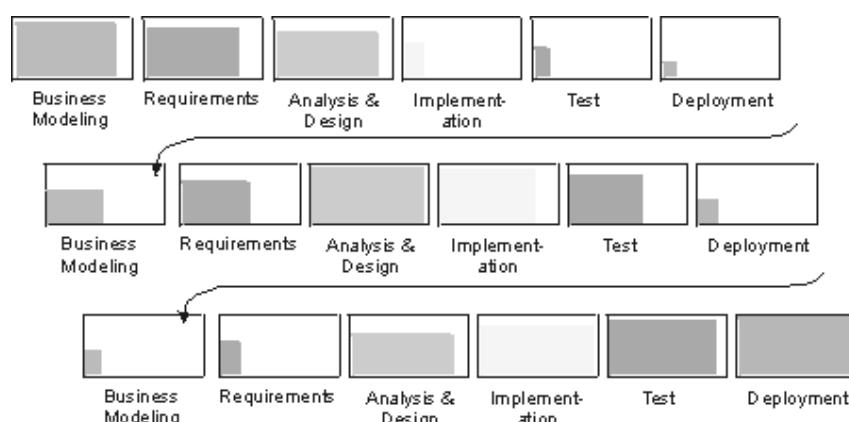
<sup>2</sup> Integration

سیستم‌های هوشمند و سیستم‌های اطلاعاتی بزرگ) این روش جوابگو نیست. علاوه بر این ریسک، این روش نیز بسیار بالاست.



شکل ۲-۵- هزینه ریسک در روش آبشاری

پس بیایید یک پروژه بزرگ را به چند زیر پروژه کوچک و متوالی تقسیم نموده واز روش آبشاری که در آن مدیریت ریسک نیز منظور شده است برای تولید هر کدام از این زیر پروژه‌ها استفاده نماییم. بدین صورت ما مقدار کمی از نیازمندی‌ها را مشخص نموده سپس در مورد همین مقدار، مراحل مدیریت ریسک، تحلیل، طراحی، پیاده‌سازی و آزمایش را انجام می‌دهیم. در تکرار بعدی یک مقدار دیگر از نیازمندی‌ها تشخیص نموده و این عملیات را در مورد آنها تکرار می‌نماییم. این همان روش تکرار و توسعه تدریجی است(شکل ۳-۵). در واقع روش توسعه تدریجی با یک بعدی بودن فرآیند توسعه نرم افزار(مثلاً روش آبشاری) سازگاری نداشته و یک روش دو بعدی می‌طلبد.



شکل ۳-۵- تکرار و توسعه تدریجی

چنانکه می‌بینیم در این روش ریسک‌ها به صورت زود هنگام تشخیص داده می‌شوند و هرگاه که ممکن است تلاش می‌شود تا با آنها مقابله شود.

ویژگی‌های روش تکرار و توسعه تدریجی [۴] را می‌توان به صورت ذیل عنوان نمود:

۱. تشخیص زود هنگام خطاهای که در درک مسأله، تحلیل یا طراحی رخ می‌دهند.
  ۲. تشخیص زود هنگام ناسازگاری‌های موجود بین تحلیل نیازمندی‌ها، طراحی و پیاده‌سازی.
  ۳. با توجه به شیوه عمل تکراری کاربر می‌تواند همیشه بر روند پیشرفت پروژه نظارت داشته باشد.
- همچنین می‌تواند نظر خود را ارائه نماید که در تشخیص بهتر نیازمندی‌های مسأله کمک می‌نماید.
۴. بوسیله این روش تیم توسعه سیستم می‌تواند روی قسمت‌های مهمتر پروژه متمرکز شود و از پرداختن به قسمت‌های کم اهمیت تر پرهیز نماید.

۵. آزمایش تکراری و مستمر امکان تشخیص بهتر روند پیشرفت پروژه را به ما می‌دهد.
۶. بارکاری<sup>۱</sup> تیم‌ها-بخصوص آزمایش کنندگان-روی چرخه تولید پروژه به صورت متوازن توزیع می‌شود.

در فرآیندهای توسعه نرم‌افزار بر مبنای روش شیگرا غیر از بکاربردن مفهوم توسعه تدریجی از روش تحلیل موارد کاربری و معما ری نرم‌افزار استفاده می‌گردد.

## ۲-۲-۵ مدیریت نیازمندی‌ها

نیازمندی عبارتست از شرطی یا قابلیتی که سیستم باید دارای آن باشد. در طول توسعه سیستم، اغلب نیازمندی‌های در حال تغییر می‌باشند و مدیریت نیازمندی‌ها با کنترل و سازماندهی تغییرات مواجه می‌شود. بطور کلی می‌توان وظایف مدیریت تغییرات را به صورت ذیل دانست:

- ۱) دریافت، سازماندهی و مستندسازی عملکرد مطلوب سیستم و محدودیت‌های موجود
- ۲) اعمال تغییرات مطلوب روی نیازمندی‌های جمع آوری شده
- ۳) ردیابی و مستند کردن اثرات بوجود آمده و تصمیم‌های اتخاذ شده

<sup>1</sup> Workload

برای مدیریت نیازمندی‌ها به یک روش منظم و سیستماتیک نیاز است تا بتوان نیازمندی‌ها را اولویت‌بندی، فیلتربندی یا ردیابی نمود. با استفاده از مدیریت نیازمندی‌ها امکان تشخیص واقعی و منصفانه عملکرد و کارایی سیستم بوجود می‌آیند و ناسازگاری‌ها به آسانی قابل کشفند.

### ۳-۲-۵- استفاده از معماری مبتنی بر مؤلفه‌ها

معماری سیستم عبارتست از تعیین ساختار کلی سیستم و روش‌هایی که این ساختار را قادر به تامین کلیه ویژگی‌های کلیدی سیستم<sup>۱</sup> می‌سازد. معماری سیستم شامل تصمیم‌گیری‌هایی در سطح کلان در موارد ذیل است:

- نحوه سازماندهی سیستم نرم‌افزاری
- انتخاب عناصر ساختاری و واسطه‌های آنها و مشخص نمودن رفتار این عناصر
- سازماندهی این عناصر در گروه‌های بزرگتر (زیرسیستم‌ها)
- سبک معماری مورد استفاده

علاوه بر ساختار و رفتار سیستم، معماری با مواردی از قبیل کارایی، انعطاف‌پذیری، استفاده مجدد و محدودیت‌های تکنولوژی و اقتصادی نیز سروکار دارد. یکی از شیوه‌های مهم معماری نرم‌افزار، توسعه مبتنی بر مؤلفه‌ها<sup>۲</sup> است زیرا این روش امکان استفاده مجدد از آنها را به ما می‌دهد.

از عده‌ترین ویژگی‌های استفاده از معماری می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود

- به داشتن یک معماری کشسان کمک می‌کند.
- قابلیت استفاده مجدد از مؤلفه‌ها و تکنولوژی‌های موجود افزایش می‌یابد.
- مؤلفه یک پایه خوب و مناسب برای مدیریت پیکربندی است.

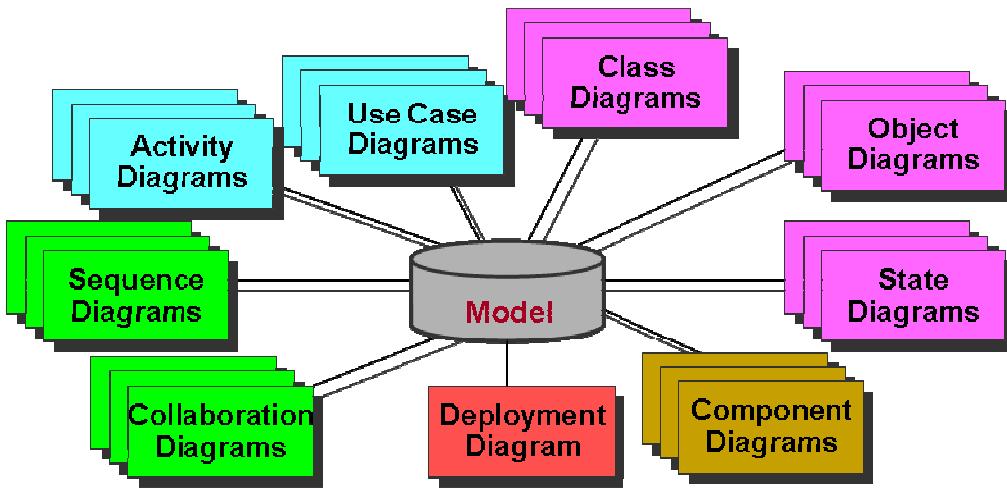
### ۴-۲-۵- مدلسازی تصویری نرم‌افزار

مدل عبارت از یک توصیف ساده شده، با توجه به یک نگرش معین، از سیستم است. انواع مدل‌ها می‌توانند در توصیف نرم‌افزار بکار گرفته شوند. شکل ۴-۵ برخی از مدل‌های مورد استفاده در توصیف نرم‌افزار را نشان می‌دهد. نکته با اهمیت در مدل‌سازی یکپارچگی و استفاده از مخزن مشترک برای ذخیره

<sup>1</sup> Cross-cutting Concerns

<sup>2</sup> Component-based Development

عناصر مدل‌های مختلف است. ارتباط بین عناصر مدل‌های مختلف می‌تواند کمک شایانی در درک نرم‌افزار به تیم توسعه و سایر ذینفعان نماید.



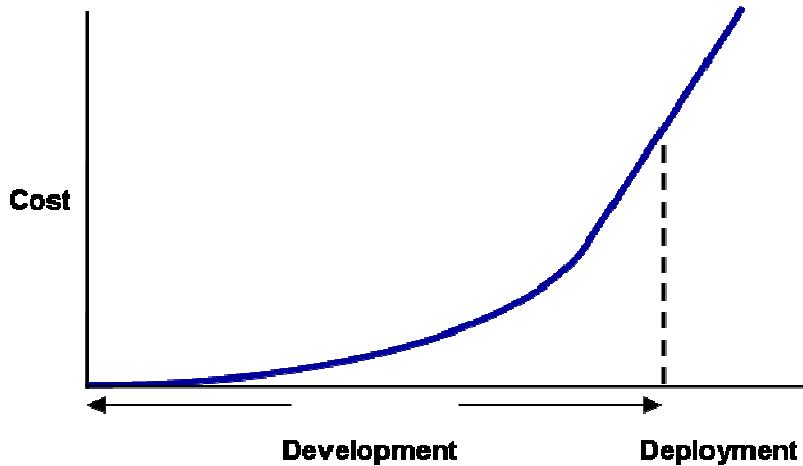
شکل ۵-۴- برخی از مدل‌های مورد استفاده برای توصیف نرم‌افزار

مدل‌سازی دارای ویژگی‌هایی است که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- امکان توصیف سیستم با میزان دلخواهی از جزئیات فراهم می‌آید.
- بوسیله مدل‌ها می‌توان طراحی سیستم را به صورت روشن و صریح بیان نمود.
- امکان تشخیص معماهای غیر قابل انعطاف و واحدبندی نشده فراهم می‌آید.
- نرم‌افزار خوب حاصل مدل‌های با کیفیت بالا است.

## ۵-۲-۵- بررسی کیفیت نرم‌افزار

برای رسیدن به یک نرم‌افزار با کیفیت عالی باید فرآیند تشخیص کیفیت به صورت مستمر و پیوسته از همان مراحل اولیه توسعه نرم‌افزار به اجرا درآید. در واقع، هزینه اصلاح خطاهای نرم‌افزار به صورت نمایی رشد می‌کند و این بدان معنی است که شناسایی زودتر خطاهای می‌تواند خسارات کمتری را متوجه تیم نماید. پس از استقرار سیستم، هزینه خطاهای بمراتب بیشتر از هزینه خطای قبل از استقرار است. شکل ۵-۵ هزینه خطاهای در مراحل مختلف نرم‌افزار را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۵- هزینه کشف خطا در مراحل مختلف توسعه نرم افزار

بررسی کیفیت نرم افزار ویژگی های دارد که از آن جمله می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- فرآیند تشخیص روند پیشرفت پروژه مبتنی بر واقعیت ها، نه بر حدس ها و محاسبات کاغذی خواهد بود
- این فرآیند ناسازگاری های موجود بین نیازمندی ها، طراحی و پیاده سازی را آشکار می سازد
- امکان کشف زود هنگام خطاهای را به ما می دهد و بدین صورت هزینه اصلاح آنها بشدت کاهش می یابد

## ۶-۲-۵- مدیریت پیکربندی

مدیریت پیکربندی، هنر تشخیص، سازماندهی و کنترل تغییراتی است که برای نرم افزار در مدت کار کرد خود (از ابتدای تولید تا خارج شدن از عمل) رخ می دهد. در واقع، یکی از مشکلات اساسی توسعه نرم افزار مدیریت پیکربندی است. این مشکل بویژه در پروژه های بزرگ که در آن تیم های متعددی با یکدیگر بر روی تکرارها، نشرها، محصولات و سکوهای متفاوت کار می کنند، قابل مشاهده است.

از عمدۀ ترین ویژگی های مدیریت پیکربندی می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- یک روش سیستماتیک و قابل تکرار برای کنترل تغییرات نرم افزار می باشد
- کنترل انتشار تغییرات را می توان مدیریت نمود
- کاهش تداخل بین کار توسعه دهنده گان که به صورت موازی با هم کار می کنند

- نرخ تغییر معیار مناسبی برای تشخیص وضعیت فعلی پروژه است

### ۳-۵- متدولوژی‌های توسعه نرم‌افزار

بطور کلی می‌توان متدولوژی‌های توسعه نرم‌افزار را به دو دسته کلی تقسیم نمود:

- متدولوژی‌های سنگین وزن<sup>۱</sup>

این نوع متدولوژی‌ها معمولاً<sup>۲</sup> مستندات، محصولات و فرآورده‌های بیشتری تولید می‌نمایند

- متدولوژی‌های سبک وزن<sup>۳</sup>

تاكيد بر توليد محصول نهايی و نه فرآورده‌ها و مستندات بسيار است

این دو دسته متدولوژی تفاوت‌های بسياری در نوع اجرا، ميزان مستنداتی که تولید می‌کنند و ... دارند که آنها را برای پروژه‌های خاصی مناسب می‌کنند. در ادامه به بررسی متدولوژی‌های سبک وزن (سریع‌الانتقال) و سنگین وزن از نقطه نظرات متفاوت خواهیم پرداخت.

- روش اجرا

- روش‌های سریع‌الانتقال بصورت سازگار<sup>۴</sup> عمل می‌کنند و با شرایط منطبق می‌شوند
- روش‌های سنگین وزن بصورت پیشگو<sup>۵</sup> عمل می‌کنند و سعی می‌کنند در آغاز همه چیز را پیش‌بینی کنند

- معیار موفقیت

- معیار موفقیت در روش‌های سریع‌الانتقال دستیابی به ارزش کاری<sup>۶</sup> است
- در روش‌های سنگین وزن معیار موفقیت پیش رفتن در راستای طرح اولیه است

- اندازه پروژه

- اندازه پروژه در روش‌های سریع‌الانتقال کوچک است
- اندازه پروژه در روش‌های سنگین وزن می‌تواند بسیار بزرگ باشد

- سبک مدیریت

- مدیریت در روش‌های سریع‌الانتقال بصورت غیرمتمر کر و آزاد است

---

<sup>1</sup> Heavyweight

<sup>2</sup> Lightweight

<sup>3</sup> Adaptive

<sup>4</sup> Predictive

<sup>5</sup> Business Value

- در روش‌های سنگین وزن مدیریت بصورت مطلق و استبدادی است
  - مستندسازی
  - مستندسازی در روش‌های سریع الانتقال بصورت بسیار محدود انجام می‌شود
  - در روش‌های سنگین وزن مستندسازی بصورت کامل و جامع انجام می‌شود
  - تعداد چرخه‌ها<sup>۱</sup>
  - تعداد چرخه‌ها در روش‌های سریع الانتقال بسیار زیاد است اما زمان آنها کوتاه است
  - در روش‌های سنگین وزن تعداد چرخه‌ها کم است ولی زمان آنها بسیار زیاد است
  - اندازه تیم
  - در روش‌های سریع الانتقال اندازه تیم کوچک است (بین ۲۰ تا ۳۰ نفر)
  - در روش‌های سنگین وزن اندازه تیم توسعه بزرگ است
  - برگشت سرمایه
  - در روش‌های سریع الانتقال سرمایه خیلی زود در طول پروژه بر می‌گردد
  - در روش‌های سنگین وزن برای برگشت سرمایه باید تا انتهای پروژه صبر کرد
- ## ۴-۴- معرفی Unified Software Development Process
- USDP فرآیند تولید مهندسی نرم‌افزار است که یک روش سیستماتیک و منظم برای ترتیب انجام فعالیت‌ها در یک پروژه نرم‌افزاری را پیشنهاد می‌نماید<sup>۲</sup>. این فرآیند دارای یک چارچوب فرآیند<sup>۳</sup> است که همه عناصر لازم برای تولید محصولات نرم‌افزاری از سیستم‌های سنتی و معمولی گرفته تا سیستم‌های هوشمند و سیستم‌های اطلاعاتی بزرگ را دربردارد. هدف این فرآیند، توسعه نرم‌افزارهایی با کیفیت عالی که علاوه بر برآوردن نیازهای کاربران خود، در زمان و با هزینه پیش‌بینی شده تولید شوند.

USDP از مدل شی‌گرایی حمایت نموده و از روش‌های مدرن توسعه نرم‌افزار مانند:

- استفاده از روش تکرار و توسعه تدریجی
- معماری مبتنی بر مولفه‌ها
- راهبری بر مبنای موارد کاربری

---

<sup>1</sup> Cycles

<sup>2</sup> Process Framework

- مدلسازی بصری نرم افزار
- کنترل تغییرات
- بررسی کیفیت نرم افزار
- پشتیبانی می نماید.

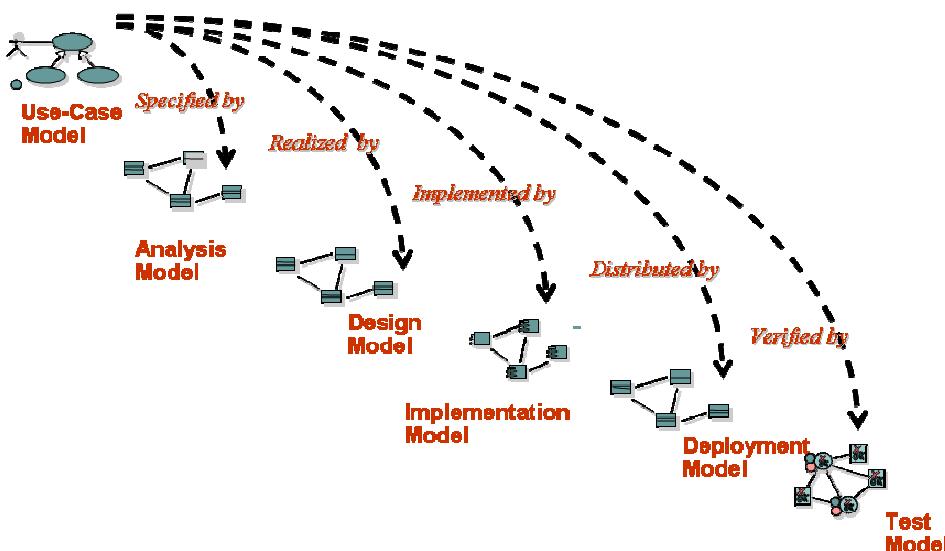
#### ۱-۴-۵- محورهای USDP

USDP دارای سه محور اصلی است که آن را از سایر متداول‌ترین های توسعه نرم افزار مجزا می‌کند. این

سه محور عبارتند از:

##### • راهبری بر مبنای موارد کاربری<sup>۱</sup>

مورد کاربری عبارت از دنباله‌ای از عملیات است که یک سیستم انجام می‌دهد تا یک نتیجه قابل مشاهده و ارزشمند برای کاربر فراهم نماید. در نگرش سنتی که عملکردهای سیستم مورد توجه قرار می‌گیرند بدبانی شناسایی عملکردهای سیستم هستیم. در نگرش مبتنی بر موارد کاربری بدبانی این هستیم که سیستم به ازای هر کاربر، باید چه عملکردهایی از خود نشان دهد؟ در این رویکرد، موارد کاربری به عنوان پیشان برای مدل‌های دیگر توسعه مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۶-۵)



شکل ۶-۵ - راهبری بر مبنای موارد کاربری

<sup>1</sup> Use-Case Driven

## • محوریت قرار دادن معماری<sup>۱</sup>

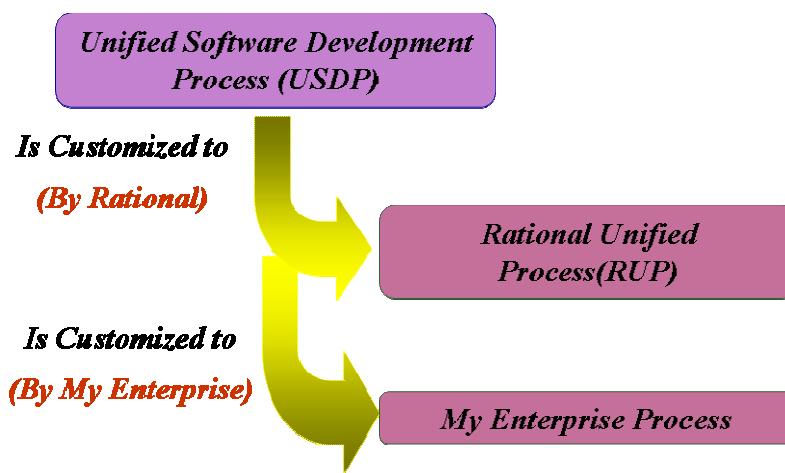
محوریت قرار دادن معماری در USDP به عنوان یکی از بهترین تجربیات توسعه نرم افزار، آن را از سایر متداول‌ترین های قبلی مجزا نموده است.

## • استفاده از روش تکرار و توسعه تدریجی<sup>۲</sup>

اساس فرآیند USDP توسعه تکراری و تدریجی است که این موضوع سبب دو بعدی بودن این فرآیند توسعه شده است.

### ۲-۴-۵ - توسعه USDP

USDP به عنوان ابزاری برای توسعه فرآیندهای توسعه جدید همچون RUP مورد استفاده قرار گرفته است. در واقع شرکت Rational با سفارشی نمودن فرآیند USDP و افزودن ابزارها، راهنمایها و ... محصولی به نام RUP را ارائه نموده است. اصولاً شرکت‌های نرم افزار متناسب با شرایط خود، فرآیند USDP را سفارشی می‌کنند تا بتوانند از آن در توسعه نرم افزارهای خود استفاده نمایند.



شکل ۷-۵- استفاده از USDP برای توسعه فرآیندهای دیگر

در فصل بعد به بررسی فرآیند RUP خواهیم پرداخت.

<sup>1</sup> Architecture Centric

<sup>2</sup> Iterative and Incremental Development

## ۶- بررسی فرآیند توسعه RUP

در حال حاضر، RUP به عنوان یکی از فرآیندهای توسعه بسیار مورد توجه قرار گرفته است. این فرآیند توسعه که اساس آن USDP است هم می‌تواند به عنوان محصول و هم به عنوان فرآیند مورد توجه قرار می‌گیرد.

### • RUP به عنوان فرآیند

فرآیند RUP یک روش نظاممند برای تخصیص کارها و مسئولیت‌ها در یک تیم توسعه نرم‌افزار می‌باشد و هدف آن توسعه نرم‌افزار با کیفیت بالاست که نیازهای کاربران نهایی را توسط یک برنامه و با بودجه قابل پیش‌بینی تأمین می‌نماید. RUP قابلیت شکل‌دهی و سفارشی‌شدن دارد، این موضوع بدین سبب است که هیچ فرآیند واحدی برای همه نرم‌افزارها مناسب نمی‌باشد. این فرآیند بهره‌وری تیم را با فراهم نمودن دسترسی تمام افراد تیم به پایگاه دانش سهل‌الوصول، راهنمایها، الگوهای ابزارهای کمکی برای همه فعالیت‌های توسعه، افزایش می‌دهد. با تأمین دسترسی همه اعضای تیم به یک پایگاه دانش، افراد هر قسمت، از یک زبان فرآیند و دید مشترک برای توسعه نرم‌افزار برخوردار خواهند شد. (شکل ۱-۶)



شکل ۱-۶ - RUP به عنوان فرآیند

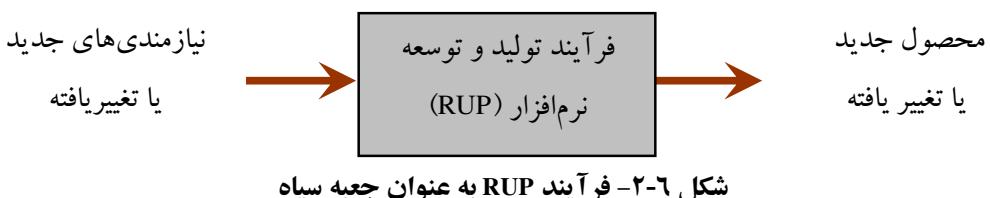
## • RUP به عنوان محصول

چون مستندسازی RUP بوسیله اسناد کاغذی میسر نیست از اسناد HTML برای مستندسازی آن استفاده شده است. به عنوان محصول، RUP شامل مجموعه‌ای کامل از مستندات و ابزارها است که استفاده کنندگان از آن را هدایت می‌کند. از جمله مهمترین مستندات و ابزارهای موجود در RUP می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- راهنمایی‌های لازم برای بکارگیری RUP به عنوان یک فرآیند تولید در مراحل مختلف توسعه نرم‌افزار
- راهنمایی‌های ابزار<sup>۱</sup>
- الگوهای<sup>۲</sup>
- یک Development Kit که چگونگی تغییر، گسترش و تنظیم ویژه RUP را نشان می‌دهد

### ۶-۱- ابعاد فرآیند RUP

بطور ساده، فرآیند RUP را می‌توان از سه زاویه مورد مطالعه قرار داد. در نگاه اول، فرآیند RUP مجموعه‌ای از نیازمندی‌های جدید و یا تغییریافته را دریافت داشته و محصول جدید یا تغییریافته را تحويل می‌دهد (شکل ۶-۲). در این نگاه، فرآیند توسعه نرم‌افزار به عنوان یک جعبه سیاه مطرح است که ورودی‌هایی را دریافت و خروجی‌های مناسب را نتیجه می‌دهد.



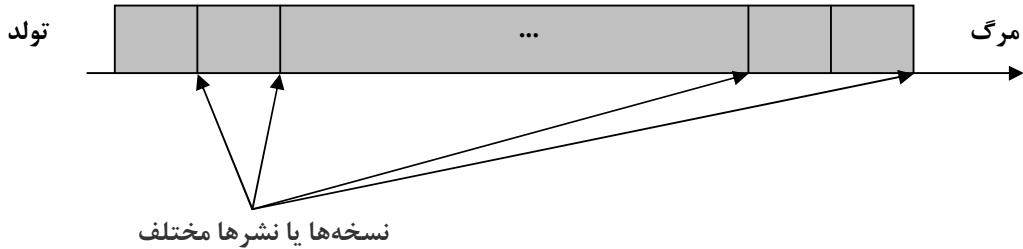
شکل ۶-۲- فرآیند RUP به عنوان جعبه سیاه

در نگاه دیگر می‌توان از زمان شروع توسعه نرم‌افزار تا پایان عمر نرم‌افزار را چرخه حیات نرم‌افزار نامید. در این مدت مجموعه‌ای از نشرها<sup>۳</sup> و نسخه‌ها<sup>۱</sup> برای نرم‌افزار تولید می‌شود که آن را کامل می‌کند.

<sup>1</sup> Tools Mentors

<sup>2</sup> Templates

<sup>3</sup> Releases



شکل ۳-۶- چرخه حیات نرم افزار

در واقع، نرم افزار یک محصول فیزیکی که یک بار تولید و مستهلك می شود نیست، بلکه مانند یک موجود زنده‌ای که در سازمان تولد و رشد کرده و در دوران حیات خود باید با تغییر نیازهای سازمان و اهداف و ماموریت‌های آن خود را تطبیق دهد. چرخه حیات نرم افزار را می‌توان با زندگی انسان تشییه نمود:

- تولد و مرگ دارد
- دارای دوره‌های گوناگون: کودکی، نوجوانی، جوانی، و پیری
- هر دوره دارای ویژگیها و نیازهای مختص خود است
- در میان دوره‌ها نیازهای مشترکی زیادی وجود دارد
- ولی شیوه برآوردن آنها از یکدیگر متفاوت است
- همچنین میزان تاکید روی هر کدام متفاوت است

در مورد نرم افزار نیز چنین مواردی صدق می‌کند

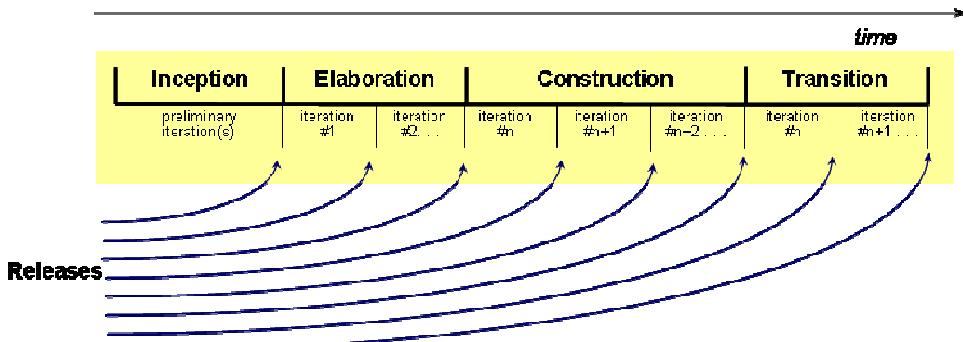
- دوران حیات یک سیستم نرم افزاری شامل دوره‌های گوناگونی است
- میان آنها فعالیت‌های مشترکی وجود دارد
- در هر دوره به اندازه معینی روی هر کدام از این فعالیت‌ها تاکید می‌شود
- هر کدام از این دوره‌ها می‌توانند فعالیت‌های ویژه خود را داشته باشند

در RUP دوران حیات یک نرم افزار به چهار مرحله آغازین، تشریح، ساخت و انتقال تقسیم می‌شود که در بخش‌های بعدی آنها را مورد مطالعه قرار می‌دهیم (شکل ۴-۶). سه مرحله اول شامل فعالیت‌های

---

<sup>1</sup> Versions

تولید یا توسعه نرم افزار بوده و مرحله چهارم در بردارنده انتقال نرم افزار به محیط واقعی و نگهداری آن است.

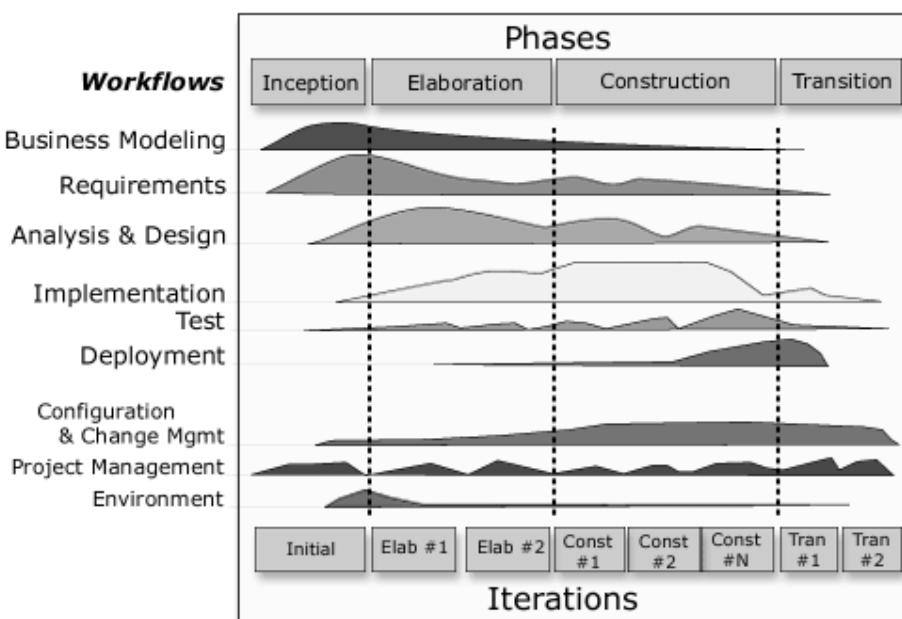


شکل ۶-۴- چرخه حیات نرم افزار در RUP

در نگاه سوم، RUP برخلاف فرآیندهای توسعه سنتی که یک بعدی هستند، فرآیندی دو بعدی است.

همانطوری که گفتیم RUP یک فرآیند تولید دو بعدی است (شکل ۵-۶):

- محور عمودی: این محور گردش کارهای اصلی را نشان می‌دهد.
- محور افقی (زمان): این محور ساختار چرخه توسعه نرم افزار در RUP در بستر زمان را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۵- دو بعد مختلف فرآیند RUP

بعد اول، جنبه ایستای سیستم را نمایش می‌دهد که شامل فعالیت‌ها، گرددش کارها، فرآورده‌ها و افراد است. این فرآیندها متناظر با مراحل فرآیند تولید سنتی هستند که شامل جمع آوری نیازمندی‌ها، تحلیل و طراحی، پیاده‌سازی و آزمایش است. به عبارت دیگر این بعد فرآیندهای خرد<sup>۱</sup> که بوسیله آنها روش تکرار و توسعه تدریجی پیاده‌سازی می‌شود را نشان می‌دهد.

بعد دوم، جنبه‌های پویای سیستم را نمایش می‌دهد. این جنبه‌ها به صورت چرخه‌ها<sup>۲</sup>، فازها<sup>۳</sup>، تکرارها<sup>۴</sup> و فرسنگ شمارها<sup>۵</sup> بیان می‌شوند. به عبارت دیگر این بعد فرآیندهای کلان<sup>۶</sup> را نشان می‌دهد.

## ۶-۲- ساختار ایستا

RUP نیز همانند سایر فرآیندهای توسعه نرم‌افزار یک فرآیند خشک<sup>۷</sup> که گام‌های آن کاملاً مشخص و از پیش تعريف شده باشد نیست (اصطلاحاً مانند کتاب آشپزی<sup>۸</sup> نیست!) بلکه یک فرآیند تدریجی و تکراری که در آن فضای ابداع و خلاقیت وجود دارد. در واقع، از یک فرآیند توسعه نرم‌افزار انتظار می‌رود که معین می‌کند چه کسی<sup>۹</sup>، چه چیزی را باید انجام دهد<sup>۱۰</sup>، به چه صورت<sup>۱۱</sup>، و در چه زمانی<sup>۱۲</sup>.

RUP برای این چهار سؤال، چهار عنصر مدل‌سازی زیر را ارائه می‌نماید [۳]:

۱. نقش: چه کسی باید انجام دهد

۲. فعالیت<sup>۱۳</sup>: چه چیزی را باید انجام دهد

۳. فرآورده<sup>۱۴</sup>: به چه صورت انجام دهد

۴. نظم<sup>۱۵</sup>: در چه زمانی انجام دهد

<sup>1</sup> Micro Processes

<sup>2</sup> Cycles

<sup>3</sup> Phases

<sup>4</sup> Iterations

<sup>5</sup> Milestones

<sup>6</sup> Macro Processes

<sup>7</sup> Rigid Process

<sup>8</sup> Cookbook

<sup>9</sup> Who

<sup>10</sup> What

<sup>11</sup> How

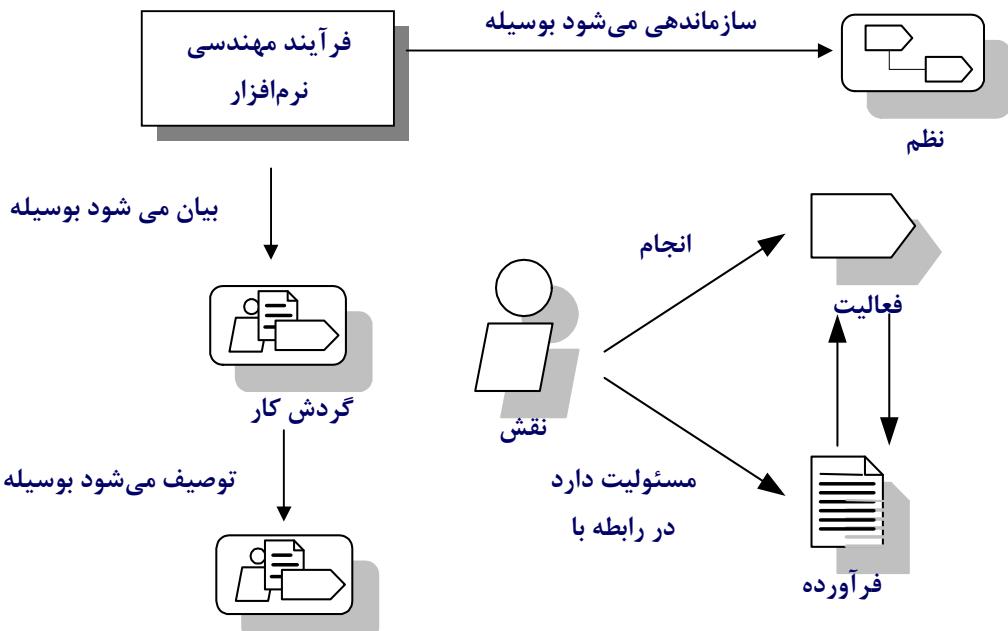
<sup>12</sup> When

<sup>13</sup> Activity

<sup>14</sup> Artifact

<sup>15</sup> Discipline

شکل ۶-۶ ارتباط بین عناصر اصلی بعد ایستای RUP و فرآیند مهندسی نرم افزار را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۶- ارتباط بین مؤلفه‌های اساسی بعد ایستای RUP و فرآیند مهندسی نرم افزار

در ادامه به توضیح این عناصر چهارگانه خواهیم پرداخت.

### ۱-۲-۶ نقش

این اصطلاح رفتار و مسئولیت‌هایی که یک نفر (یا یک تیم) در پروژه بعهده دارد را مشخص می‌نماید. این رفتار به صورت فعالیت‌هایی که باید این نفر انجام دهد، بیان می‌شود. همچنین مسئولیت‌ها این نفر در رابطه با تولید/بروز رسانی/استفاده از فرآورده‌ها بیان می‌شوند. هر فرد می‌تواند چند نقش ایفا کند و چند نفر می‌تواند یک نقش را ایفا نمایند (شکل ۷-۶).

احمد	طرح	طراحی کلاسها، ...
علی	طرح مورد کاربری	طراحی مورد کاربری، ...
	بازیگر طراحی	بازیگر طراحی، ...
جواد	معمار	تحلیل معماری، ..

## شکل ۶-۷- نگاشت افراد به نقش‌ها

تحلیلگر سیستم، طراح، معمار، مشتری، کاربر نهایی و ... نمونه‌های از نقش‌ها هستند.

توجه داشته باشید که برای هر نقش دانستن مجموعه‌ای از مهارت‌ها لازم است که بوسیله کسی که این نقش را بعهده دارد باید تامین شوند. در واقع، هر نقش نیازمندی مجموعه‌ای از مهارت‌ها است که فرد یا افراد گیرنده نقش باید دارا باشند.

## ۲-۲-۶ - فعالیت

کارهای که یک نقش باید انجام دهد به صورت فعالیت بیان می‌شوند. پس یک فعالیت عبارت از واحد انجام کار است. هر فعالیت دارای هدف مشخصی بوده و معمولاً<sup>۱</sup> به صورت تولید فرآورده‌های معینی بیان می‌شود. همچنین هر فعالیت به یک نقش انتساب داده می‌شود. در اصطلاح شی گرافی نقش یک شی فعال<sup>۲</sup> بوده و فعالیت‌هایی که بوسیله این نقش انجام می‌شوند همان عملیات آن شی خواهند بود.

مثال‌هایی از فعالیت‌ها شامل:

○ یافتن موارد کاربری و عامل‌ها بوسیله «تحلیل گر سیستم» انجام می‌شود

○ بازبینی طراحی که بوسیله «بازبینی کننده طراحی»<sup>۳</sup> انجام می‌شود

هر فعالیت از چند گام زیر تشکیل می‌شود:

۱) گام‌های اندیشیدن<sup>۴</sup>: در این گام‌ها نقش کار مورد نظر را در ک کرده و فرآورده‌های ورودی

را آماده می‌کند.

۲) گام‌های اجرا<sup>۵</sup>: نقش یک فرآورده را تولید یا بهنگام سازی می‌نماید.

۳) گام‌های بازبینی<sup>۶</sup>: نقش نتایج را ارزیابی می‌نماید.

برای در ک بهتر این گام‌ها، فعالیت «پیدا نمودن موارد کاربری و عوامل مربوطه» را برای نمونه مورد بررسی قرار می‌دهیم. این فعالیت از گام‌های زیر تشکیل شده است:

<sup>1</sup> Active Object

<sup>2</sup> Design Reviewer

<sup>3</sup> Thinking Steps

<sup>4</sup> Performing Ste

<sup>5</sup> Reviewing Steps

- ۱) عوامل را پیدا کنید.
  - ۲) موارد کاربری را پیدا کنید.
  - ۳) نحوه ارتباط عوامل با موارد کاربری را توضیح و توصیف نمایید.
  - ۴) موارد کاربری و عوامل را با هم بسته‌بندی نمایید.
  - ۵) مدل موارد کاربری را به صورت نمودار موارد کاربری را نمایش دهید.
  - ۶) مدل موارد کاربری را مستند سازید.
  - ۷) نتایج را ارزیابی نمایید.
- گام‌های ۱-۳ مربوط به اندیشیدن بوده، گام‌های ۶-۴ مربوط به اجرا بوده و گام ۷ مربوط به بازبینی است.

### ۳-۲-۶ فرآورده

فرآورده‌ها عبارتند از قطعه‌های اطلاعاتی (یا محصولاتی) که در طی فرآیند توسعه نرم‌افزار، تولید، استفاده یا بهنگام‌سازی می‌شوند (شکل ۶-۸). فرآورده‌ها به عنوان ورودی و خروجی (نتیجه) فعالیت‌های عمل می‌کنند. از دید شی گرافیکی، همانطوری که فعالیت‌ها به عنوان عملیاتی که یک شی انجام می‌نماید، عمل می‌کنند، فرآورده‌ها نیز - به عنوان پارامترهای این فعالیت‌ها به کار می‌روند. نمونه‌هایی از فرآورده‌ها عبارتند از:

- مدل‌ها، مانند مدل موارد کاربری، مدل طراحی و ...

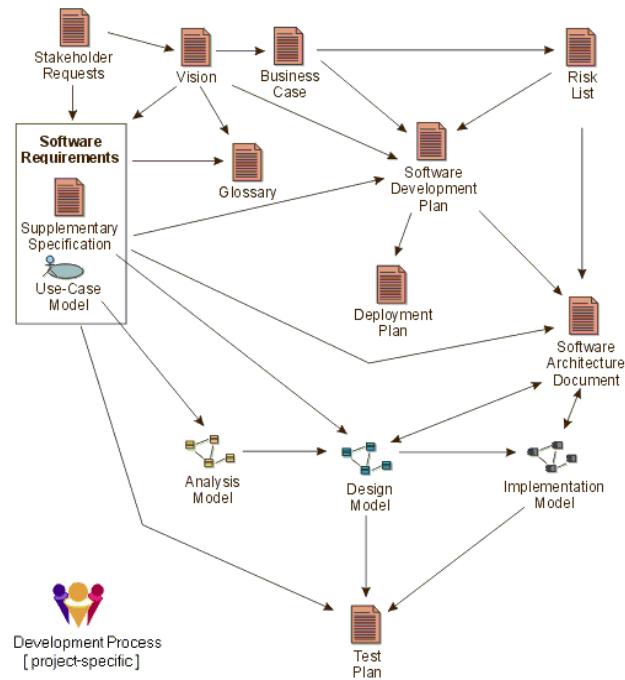
- عناصر مدل‌ها مانند کلاس‌ها، موارد کاربری، زیر سیستم‌ها

- مستندات، کد منبع<sup>۱</sup> و فایل‌های اجرایی

توجه داشته باشید که فرآورده‌ها یک مستند کاغذی نیستند. بسیاری از فرآیندهای توسعه نرم‌افزار روی عمل مستند سازی و بالاخص مستندسازی کاغذی تاکید می‌ورزند ولی RUP چنین دیدگاهی ندارد بلکه استفاده از ابزارهای نرم‌افزاری مناسب برای تولید و ذخیره نمودن فرآورده‌ها را تشویق می‌نماید. هرگاه نیاز به مستند کاغذی وجود داشته باشد می‌توان از همان ابزارها برای تولید نسخه کاغذی فرآورده‌های مورد نظر را استفاده نمود.

---

<sup>1</sup> Source Code



شکل ۶-۸- فرآوردهای اصلی در RUP

در RUP فرآوردهای در ۹ مجموعه طبقه‌بندی می‌شوند [۶]:

(۱) مجموعه مدلسازی حرفه

- مدل موارد کاربری حرفه<sup>۱</sup>
- مستند معماری حرفه<sup>۲</sup>
- مستند دورنمای حرفه<sup>۳</sup>

(۲) مجموعه نیازمندی‌ها

- مستند دورنما

- نیازمندی‌ها: نیازهای ذینفعان، مدل موارد کاربری و مشخصات تکمیلی<sup>۴</sup>

- برنامه مدیریت نیازمندی‌ها

(۳) مجموعه تحلیل و طراحی

- مدل تحلیل<sup>۱</sup>

<sup>1</sup> Business Use-Case Model

<sup>2</sup> Business Architecture Document

<sup>3</sup> Business Vision Document

<sup>4</sup> Supplementary Specification

- مستند معماری نرم افزار<sup>۱</sup>

- مدل طراحی

- مدل استقرار

۴) مجموعه پیاده سازی

- کد منبع و فایل های اجرائی

- فایل های داده ای مورد نیاز

۵) مجموعه آزمایش

- برنامه آزمایش<sup>۲</sup>

- روال آزمایش<sup>۳</sup>

- مدل آزمایش

- داده های آزمایش

۶) مجموعه استقرار

- برنامه استقرار

- محصول نهائی

- مستندات کاربر

- مواد آموزشی<sup>۴</sup>

۷) مجموعه مدیریت پیکربندی

- برنامه مدیریت پیکربندی<sup>۵</sup>

- مستند درخواست تغییر<sup>۶</sup>

۸) مجموعه مدیریت پروژه

---

<sup>1</sup> Analysis Model

<sup>2</sup> Software Architecture Document

<sup>3</sup> Test Plan

<sup>4</sup> Test Procedure

<sup>5</sup> Training Materials

<sup>6</sup> Configuration Management Plan

<sup>7</sup> Change Request Document

- فرآوردهای برنامه‌ریزی: برنامه توسعه نرمافزار، نقشه تکرار، فهرست ریسک‌ها و مورد

۱) حرفه<sup>۱</sup>

- فرآوردهای عملکردی مانند توصیف نشرها<sup>۲</sup>، تشخیص وضعیت پروژه، ...

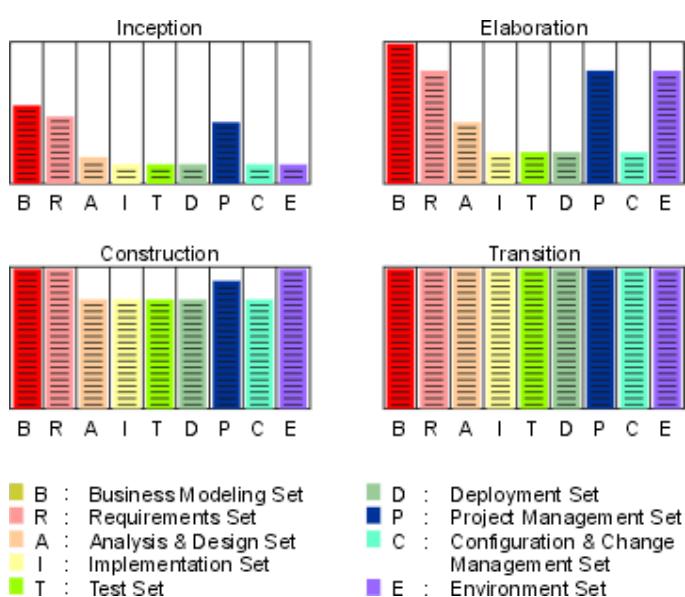
۳) مجموعه محیط<sup>۳</sup>

۴) مورد توسعه<sup>۴</sup>

- راهنمایی‌های مدلسازی حرفه

• راهنمایی‌های طراحی

در روش توسعه افزایشی این ۹ مجموعه در طی چرخه توسعه نرمافزار تکامل می‌یابند (شکل ۶-۹).



شکل ۶-۹- رشد مجموعه‌های فرآوردها در طی چهار فاز تولید

## ۶-۴-۲- نظم<sup>۰</sup>

نظم‌ها مجموعه‌ای از فعالیت‌های مرتبط با یکدیگر هستند که به یکی از نواحی مهم<sup>۱</sup> پروژه وابسته

باشند. ناحی مهم اشاره‌ای به مراحل کلاسیک فرآیند تولید آبشاری است. نظم‌ها طبیعت نیمه مرتبی

دارند و به دو گروه تقسیم می‌شوند: نظم فرآیندی<sup>۲</sup> و نظم پشتیبانی<sup>۳</sup>.

<sup>1</sup> Business Case

<sup>2</sup> Release Description

<sup>3</sup> Environment Set

<sup>4</sup> Development Case

<sup>5</sup> Discipline

نظم‌های فرآیندی عبارتند از:

- مدل‌سازی گردش کار حرفه<sup>۱</sup>
- جمع‌آوری نیازمندی‌ها
- تحلیل و طراحی
- پیاده‌سازی
- آزمایش
- استقرار

نظم‌های پشتیبانی<sup>۲</sup> عبارتند از:

- مدیریت پروژه
- مدیریت پیکربندی
- محیط

هر نظم با یک گردش کار<sup>۳</sup> نمایش داده می‌شود. هر گردش کار عبارت است از توالی مجموعه‌ای از فعالیت‌ها که نتیجه با ارزشی در پی دارند. در UML می‌توان گردش کارها را به صورت نمودار ترتیبی، همکاری یا فعالیت نمایش داد. در RUP معمولاً از نمودار فعالیت برای نمایش گردش کار استفاده می‌شود (شکل ۱۰-۶).

می‌توان مجموعه همه فعالیت‌ها را در گردش کارهای متعددی سازماندهی و طبقه‌بندی نمود. این مجموعه از فعالیت‌ها که ارتباط شدیدی با یکدیگر دارند، بهمراه مجموعه‌ای از فرآورده‌های مرتبط با آنها جزئیات گردش کار را ایجاد می‌کنند. جزئیات گردش کار، جریان اطلاعات-یعنی فرآورده‌های ورودی و خروجی-و نحوه ارتباط فعالیت‌ها بوسیله فرآورده‌های متفاوت را نمایش می‌دهد

---

<sup>1</sup> Area of Concerns

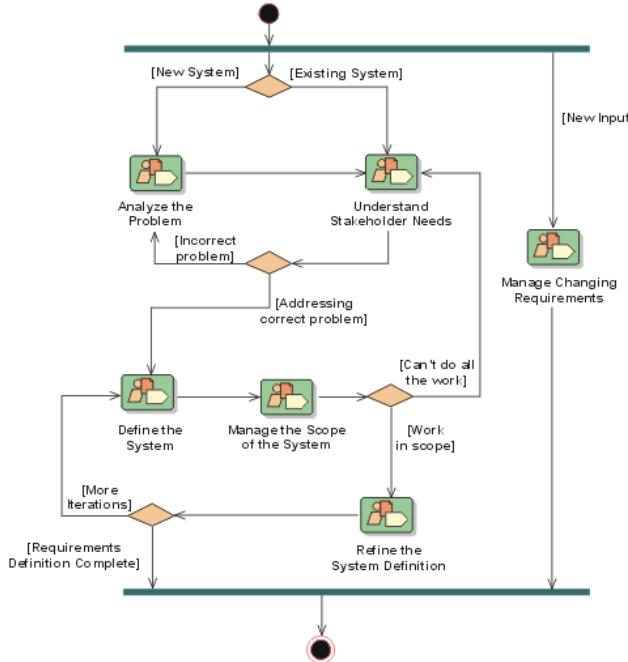
<sup>2</sup> Process Discipline

<sup>3</sup> Support Discipline

<sup>4</sup> Business Modeling Workflow

<sup>5</sup> Support Disciplines

<sup>6</sup> Workflow



شکل ۶-۱۰-۱- نمونه‌ای از یک نمودار فعالیت که گردش کار جمع‌آوری نیازمندی‌ها را نمایش می‌دهد

## ۵-۲-۶- عناصر ثانوی RUP

نقش‌ها، فعالیت‌ها (سازماندهی شده در گردش کار) و فرآورده‌ها، ستون فقرات ساختار ایستای RUP را تشکیل می‌دهند. اما مؤلفه‌های دیگری وجود دارند که با استفاده از آنها در ک و به کارگیری RUP آسانتر می‌شود:

- **راهنمایی**<sup>۱</sup>: فعالیت‌ها و گام‌ها معمولاً به صورت مختصر بیان می‌شوند تا بتوان از آنها بعنوان مرجع استفاده نمود. همراه فعالیت‌ها، گام‌ها و فرآورده‌ها، راهنمایها و جود دارند که عبارتند از قواعد پیشنهادی و اکتشافی<sup>۲</sup> که نحوه انجام این فعالیت‌ها و گام‌ها را بیان می‌نمایند.
- **الگو**<sup>۳</sup>: الگوهای عبارتند از مدل‌هایی یا نمونه‌هایی از فرآورده‌ها که بوسیله آنها می‌توان فرآورده‌های مورد نظر را ساخت. RUP حاوی الگوهای زیر است:

<sup>1</sup> Guideline

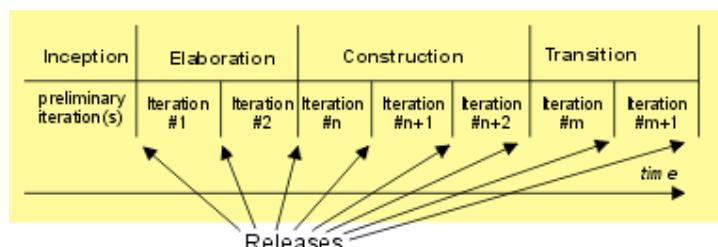
<sup>2</sup> Heuristics

<sup>3</sup> Template

- الگوهای Microsoft Word 97/2000 برای مستندسازی
  - الگوهای Microsoft Frontpage برای بهنگام سازی RUP
  - الگوهای Microsoft Project برای طرح و برنامه ریزی
- **راهنمای ابزار<sup>۱</sup>:** راهنمایی های ابزار عبارتند از روش های انجام گام های یک فعالیت بوسیله یک نرم افزار معین. در RUP راهنمایی های ابزار، روش انجام فعالیت های گوناگون بوسیله نرم افزار های شرکت Rational مانند: Test Studio، Clear Case، RequisitePro و Rose توضیح می دهند.
- **مفاهیم:** بعضی از مفاهیم پایه مانند: ریسک، تکرار، فرسنگ شمار و ... در قسمت های مختلف RUP توضیح داده شده اند.
- **چارچوب فرآیند<sup>۲</sup>:** مؤلفه های ذکر شده چارچوب انعطاف پذیر RUP را بوجود می آورند زیرا این مؤلفه ها قابل اضافه، بهبود یا جایگزینی با توجه به نیازهای سازمان هستند.

### ۶-۳- ساختار پویا

این بعد چرخه توسعه نرم افزار را از دیدگاه مدیریتی بررسی می کند. در دیدگاه مدیریتی چرخه حیات نرم افزار به تعدادی دوره<sup>۳</sup> تقسیم می شود که هر دوره با یک نسخه از محصول<sup>۴</sup> که به مشتریان تحویل داده می شود، خاتمه می یابد. هر دوره شامل چهار فاز آغازین<sup>۵</sup>، تشریح<sup>۶</sup>، ساختن<sup>۷</sup> و انتقال<sup>۸</sup> است. هر فاز به نوبه خود به تعدادی تکرار<sup>۹</sup> تقسیم می شود.(شکل ۱۱-۶)



شکل ۱۱-۶- رابطه فازها، تکرارها و نشرها

<sup>1</sup> Tool Mentor

<sup>2</sup> Proces Framework

<sup>3</sup> Cycle

<sup>4</sup> Software Generation

<sup>5</sup> Inception

<sup>6</sup> Elaboration

<sup>7</sup> Construction

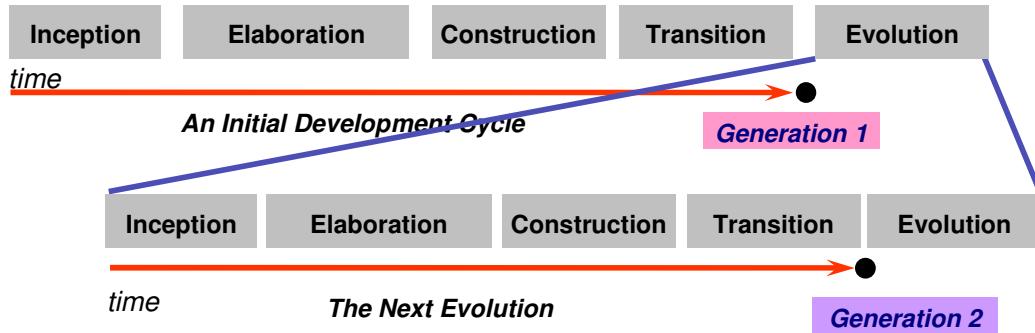
<sup>8</sup> Transition

<sup>9</sup> Iterations

در پایان هر تکرار یک نشر تولید می‌شود که عبارت است از زیر مجموعه‌ای قابل اجرا (نه ضرورتاً کد قابل اجرا بلکه می‌تواند نیز - یک نمونه باشد) از محصول نهائی که می‌تواند داخلی یا خارجی باشد. نشر داخلی بوسیله تیم توسعه‌دهندگان برای ارزیابی موفقیت یک تکرار و برای اهداف نمایشی استفاده می‌شود. در مقابل، نشر خارجی (مانند Beta Release) برای آزمایش بوسیله کاربران و مشتریان در اختیار آنها قرار می‌گیرد. سپس بر اساس نظرات آنها توسعه‌دهندگان اشکالات سیستم را برطرف می‌سازند. توسعه‌دهندگان بوسیله مدل‌های متعدد آنچه در این فازها رخ می‌دهد را مجسم می‌کنند. از دیدگاه مدیریتی ما به روشنی نیازمندیم که بتوان بوسیله آن روند پیشرفته پروژه را مشخص نمود به طوریکه مطمئن باشیم که گذشت تکرارهای متوالی ما را به سمت مقصد - همان محصول نهائی که نیازهای کاربران را برآورده سازد - می‌رساند.

همچنین ما نیاز داریم نقاطی را در زمان معین نماییم که در این نقاط بباییم و بر اساس ملاک‌های دقیق مشخص نماییم: آیا ادامه دهیم، ندهیم یا تغییر روش نماییم. این نقاط شبیه فرسنگ شمارهای بزرگراه‌ها هستند که بوسیله آن مشخص می‌شود چه فاصله‌ای تا رسیدن به مقصد مانده است. از اینجا به این نقاط فرسنگ شمار<sup>۱</sup> گویند. دو نوع فرسنگ شمارها داریم: اصلی<sup>۲</sup> و فرعی<sup>۳</sup>. از فرسنگ شمار اولی برای تعیین پایان یافتن یک فاز و از دومی برای تعیین پایان یافتن یک تکرار استفاده می‌شود.

هر تکرار، عبارتست از یک گذر کامل از همه نظم‌ها که همانطور که بیان شده، منتهی به یک نشر داخلی یا خارجی می‌گردد (شکل ۱۱-۶). پس از اتمام آخرین فاز و برای توسعه نسل بعدی نرم‌افزار، دوره بعدی شروع شده و تمام فازها دوباره انجام می‌شوند (شکل ۱۲-۶).



<sup>1</sup> Milestones

<sup>2</sup> Major Milestone

<sup>3</sup> Minor Milestone

## شکل ۱۲-۶ - توسعه نسل بعدی از نرم افزار

### ۶-۳-۱ - فاز آغازین

هدف اصلی این فاز بررسی امکان انجام پروژه از نقطه نظر اقتصادی و اطمینان از توافق همه ذینفعان روی صورت مسئله (پروژه) و اهداف آن است. این فاز به دلیل تلاش در توسعه نرم افزار جدید دارای اهمیت فراوانی است و در آن ریسک های نیازمندی و تجاری مهمی وجود دارد که باید پیش از اینکه اجرای پروژه مورد توجه قرار گیرند. برای پروژه هایی که بر توسعه سیستم موجود متوجه شوند، فاز آغازین کوتاهتر است، با اینحال این فاز برای حصول اطمینان از اینکه پروژه ارزش انجام دادن دارد و امکان پذیر نیز هست، انجام می شود. اهدافی که در این فاز دنبال می شوند، عبارتند از:

- تعیین محدوده سیستم نرم افزاری، شرایط مرزی و شرایط ارزیابی تکرارهای این فاز
- شناخت موارد کاربری مهم و حیاتی سیستم
- بدست آوردن یک معماری اولیه
- تشخیص زود هنگام خطرات احتمالی
- برآورد تقریبی هزینه، زمان و سودآوری پروژه
- برنامه ریزی برای فاز بعدی

از مهمترین فعالیت هایی که در این فاز انجام می شوند می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- تشخیص محدوده پروژه که با تعیین مهمترین نیازمندی های سیستم و شناخت محدودیت های موجود انجام می پذیرد. تعدادی از معیارهای ارزیابی محصول نهائی در اینجا مشخص می شوند.
- تهیه و آماده کردن مستند مورد کاری و ارزیابی جایگزین های موجود برای مدیریت ریسک، استخدام نیروی انسانی و برنامه ریزی پروژه
- موازنی بین فاکتورهای گوناگون مؤثر در تولید سیستم مانند هزینه و زمان موجود نیاز پروژه و سودآوری سیستم
- ارزیابی معماری پیشنهادی و جایگزین های موجود برای طراحی است، که تصمیم گیری در مورد خرید/تولید/استفاده مجدد از منابع موجود را نیز دربردارد. با این کار زمان و منابع مورد نیاز به صورت واقعی تر پیش بینی می شوند

مجموعه‌ای از فرآورده‌های در فاز آغازین توسعه داده می‌شوند که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل

اشاره نمود:

○ مستند دورنما

- یک دید اولیه و کلی، با نگرشی فنی، درباره نیازمندی‌های اصلی، ویژگی‌های کلیدی و

محدودیت‌های اساسی سیستم را به توسعه‌دهنده‌گان می‌دهد

○ مدل موارد کاربری

- در بردارنده همه موارد کاربری و عواملی که در این فاز قابل تشخیصند

○ واژه‌نامه

- شامل اصطلاحات مهمی که در پروژه استفاده می‌شود همراه تعریف دقیق آنهاست

○ مورد کاری ابتدائی

- شرح محیط شغلی

- فاکتورهای موقتیت (برآوردهای آمد، شناخت بازار و ...)

- برآوردهای مالی

- پیش‌بینی ابتدائی ریسک‌های احتمالی

- برنامه‌ریزی برای پروژه و زمانبندی آن (زمان شروع فازهای چهارگانه و تکرارهای آنها)

○ تخمین منابع مورد نیاز در این فاز یا کل پروژه است

○ مدل دامنه<sup>۱</sup> که از فهرست انعطاف‌پذیری بیشتری دارد

○ مدل حرفه<sup>۲</sup> که فرآیندها حرفه سیستم را بیان می‌نماید

○ نمونه‌هایی<sup>۳</sup> از سیستم مورد نظر

فاز آغازین دارای چند فرسنگ شمار با اهمیت است که عدم عبور از آنها به منزله عدم موقتیت در

توسعه خواهد بود. این فرسنگ‌شمارها عبارتند از:

❖ توافق ذینفعان روی تعیین محدوده سیستم و برآوردهای انجام شده روی زمان و هزینه مورد نیاز

---

<sup>1</sup> Domain Model

<sup>2</sup> Business Model

<sup>3</sup> Prototypes

❖ پایداری موارد کاربری تشخیص شده در این فاز است. پایداری معیاری برای کیفیت در ک

نیازمندی‌های سیستم تلقی می‌گردد.

❖ منطقی بودن برآوردهای هزینه‌ها، زمان مورد نیاز و ریسک‌ها. در واقع پاسخ به این سوال که آیا

برنامه فازها حاوی جزئیات کافی هستند؟

## ۲-۳-۶ - فاز تشریح

هدف اصلی این فاز تحلیل دامنه مسئله، بدست آوردن معماری مناسب و مستحکم برای سیستم، توسعه نقشه پروژه و جلوگیری از ریسک‌های حیاتی سیستم است. استحکام و پایداری معماری از طریق یک یا چند نمونه‌ی اولیه ساختاری ارزیابی می‌شود. اهداف این فاز عبارتند از:

- بدست آوردن یک معماری بنیادی<sup>1</sup> (پایا) مناسب و پایا بوده به طوریکه زمینه اصلی و نقطه شروع توسعه سیستم در فازهای بعدی باشد
- بدست آوردن یک دورنمای مناسب که بعنوان دورنمای بنیادی عمل می‌نماید
- بدست آوردن یک برنامه پایا (بنیادی) برای توسعه فاز ساخت
- نشان دادن این که معماری بنیادی قدرت پشتیبانی از دورنمای بودست آمده با هزینه و زمان مناسب دارد

از مهمترین فعالیت‌هایی که در این فاز انجام می‌شوند می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- توسعه و بدست آوردن جزئیات دورنمای
- مشخص نمودن محیط‌های توسعه مورد نیاز و جایگاه ابزارهای CASE در خودکارسازی فرآیند تولید
- توسعه معماری و انتخاب مؤلفه‌های لازم است. مؤلفه‌های در دسترس ارزیابی می‌شوند و درباره ساختن/خریدن/استفاده مجدد از مؤلفه‌های مورد نیاز، تصمیم‌گیری‌های لازم اتخاذ می‌شوند و بدین صورت می‌توان هزینه و زمان مورد نیاز فاز بعدی (ساخت) پیش‌بینی و برای آن برنامه‌ریزی مناسبی نمود

<sup>1</sup> Architecture Baseline

مجموعه‌ای از فرآورده‌های در فاز تشریح توسعه داده می‌شوند که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل

اشاره نمود:

- مدل موارد کاربری (حداقل باید ۸۰٪ آن کامل باشد) که در آن بیشتر موارد کاربری سیستم و عوامل آن، شناسائی و مستند شده باشند
- نیازمندی‌های تکمیلی<sup>۱</sup> که شامل نیازهای غیر وظیفه‌مندی و نیازمندی‌هایی که به یک مورد کاربری معینی انتساب داده نشده‌اند
- توصیف معماری سیستم
- نمونه (آزمایشگاهی) از یک معماری قابل اجرا
- فهرست ریسک‌های و موارد کاری بازبینی شده
- برنامه تفصیلی توسعه کل پروژه

فاز تشریح دارای چند فرسنگ شمار با اهمیت است که عدم عبور از آنها به منزله عدم موفقیت در

توسعه خواهد بود. این فرسنگ‌شمارها عبارتند از:

- ❖ آیا به یک دورنمای پایا<sup>۲</sup> رسیده‌ایم؟
- ❖ آیا معماری بدست آمده پایدار است؟
- ❖ آیا نمونه‌های اجرائی ساخته شده نشان می‌دهند که ریسک‌های اصلی به خوبی شناخته و راه مقابله با آن مشخص شده است؟
- ❖ آیا برنامه فاز ساخت حاوی جزئیات کافی است؟
- ❖ آیا همه ذینفعان بر توانایی دستیابی به دورنمای مورد نظر بوسیله اجرای دقیق نقشه فعلی و با توجه به معماری فعلی اتفاق نظر دارند؟
- ❖ آیا مصرف حقیقی منابع، تا به حال، با مصرف پیش‌بینی شده سازگار است؟

<sup>1</sup> Supplementary Requirement

<sup>2</sup> Stable Vision

### ۶-۳-۳- فاز ساخت

از یک نگاه، عبارتست از فرآیند تولید صنعتی<sup>۱</sup> که در آن روی مدیریت منابع، کنترل عملیات، بهینه‌سازی هزینه‌ها، زمانبندی و کیفیت تاکید می‌شود. در واقع، در این فاز تولیدات ذهنی ایجاد شده و مدل‌های تبدیل به واقعیت می‌شوند. اهداف این فاز عبارتند از:

- به حداقل رساندن هزینه‌های تولید بوسیله بهینه‌سازی استفاده از منابع و نادیده گرفتن بعضی از کارهای تکراری و غیر مهم
- بدست آوردن یک کیفیت عالی در سریعترین زمان عملی ممکن
- رسیدن به نسخه‌های قابل استفاده عملی کاربران (آلفا، بتا) در سریعترین زمان ممکن از مهمترین فعالیت‌هایی که در این فاز انجام می‌شوند می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:
  - مدیریت منابع و کنترل آن و همچنین بهینه‌سازی فرآیند تولید
  - تکمیل توسعه مؤلفه‌ها و انجام آزمایش‌های گوناگون با توجه شرایط ارزیابی
  - ارزیابی نشرها در مقایسه با دورنمای مطلوب (همان شرایط ارزیابی)

مجموعه‌ای از فرآورده‌های در فاز ساخت توسعه داده می‌شوند که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

○ محصول نهائی نرم‌افزار

○ دفترچه راهنمای کاربران

○ توصیف نشرهای فعلی

فاز ساخت دارای چند فرسنگ شمار با اهمیت است که عبارتند از:

❖ آیا نشر محصول به اندازه کافی محکم و پایدار است که برای استفاده کاربران آماده باشد؟

❖ آیا هزینه واقعی منابع با هزینه پیش‌بینی شده هنوز سازگار است؟

با توجه به اینکه پروژه به حالت ثابتی رسیده است، عدم عبور از این فرسنگ‌شمارها به معنی ایجاد

تکرار بیشتر و اصلاح زمانبندی پروژه است و منجر به عدم موفقیت پروژه نخواهد شد. در صورتی پروژه

به حالت عدم موفقیت خواهد رفت که تکرارهای این فاز خارج از حد بودجه و یا زمانبندی باشد و

مدیریت تصمیم به توقف پروژه بگیرد.

<sup>1</sup> Manufacturing

## ۶-۳-۴- فاز انتقال

هدف اصلی این فاز عملیاتی کردن نرم افزار یا انتقال آن به جامعه کاربران است. تمرکز این فاز بر این است که تصمین نماید نرم افزار برای کاربران نهایی آمده می باشد و می تواند در محیط کاربران نصب و راه اندازی شود. اهداف این فاز عبارتند از:

- انتقال نرم افزار به محیط کاربران و گرفتن نظرات آنها در مورد نحوه عملکرد سیستم جدید
- بدست آوردن توافق همه ذینفعان درباره کامل بودن Deployment Baseline و سازگار بودن آن با شرایط ارزیابی دورنما
- بدست آوردن Product Baseline نهایی در سریعترین زمان و با کمترین هزینه ممکن از مهمترین فعالیتهایی که در این فاز انجام می شوند می توان به موارد ذیل اشاره نمود:
  - انجام جنبه های مهندسی مربوط به استقرار شامل بسته بندی و نصب محصول
  - انجام فعالیت های بهینه سازی مانند اصلاح خطاهای سرعت بخشیدن به اجرای برنامه
  - انجام آزمایش بتا برای آزمایش سیستم و ارزیابی نتایج این آزمایش با توجه به عملکرد مورد انتظار کاربران

- آماده سازی مستندات، آموزش کاربران و آمادگی برای پاسخگویی و پشتیبانی از آنها
- اجرای هر دو سیستم، قدیمی و جدید با هم به صورت موازی، برای مدتی از زمان، برای مقایسه عملکرد این دو سیستم

مجموعه ای از فرآورده های در فاز انتقال توسعه داده می شوند که از آن جمله می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- تکمیل دفترچه راهنمای کاربران
- تکمیل دفترچه نصب و نگهداری
- مستند Notes Release که حاوی اطلاعات مربوط به اشکالات برنامه، شماره نسخه فعلی و ...

است

فاز انتقال دارای چند فرسنگ شمار با اهمیت است که عبارتند از:

❖ آیا کاربر راضی است؟

❖ هزینه های پیش بینی شده با هزینه های واقعی چه تفاوتی دارند؟



## ۷- نظم‌های RUP

فرآیند RUP دارای ۹ نظم است که هر نظم توسط تعدادی فعالیت انجام می‌شود تا به یک مجموعه فرآورده‌های خاص دست یافته شود. هر نظم را می‌توان در قالب نمودار فعالیت UML نمایش داد.

نظم‌های RUP به ترتیب عبارتند از:

۱. نظم مدلسازی حرفه<sup>۱</sup>
۲. نظم نیازمندی‌ها<sup>۲</sup>
۳. نظم تحلیل و طراحی<sup>۳</sup>
۴. نظم پیاده‌سازی<sup>۴</sup>
۵. نظم آزمایش<sup>۵</sup>
۶. نظم استقرار<sup>۶</sup>
۷. نظم مدیریت پروژه<sup>۷</sup>
۸. نظم مدیریت پیکربندی<sup>۸</sup>
۹. نظم محیط<sup>۹</sup>

در ادامه به بررسی هر یک از نظم‌های RUP می‌پردازیم.

### ۷-۱- نظم مدلسازی حرفه

نظم مدلسازی حرفه زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که پروژه دارای کاربران زیاد است و/یا حجم زیادی از داده‌ها/فرآیندها باید پردازش/تحلیل گردد. در غیر این دو صورت استفاده از نظم مدلسازی حرفه توصیه نمی‌شود. در این نظم، سعی به استفاده از مفاهیم مدلسازی حرفه می‌شود که قابل استفاده در

<sup>1</sup> Business Modeling Discipline

<sup>2</sup> Requirement Discipline

<sup>3</sup> Analysis & Design Discipline

<sup>4</sup> Implementation Discipline

<sup>5</sup> Test Discipline

<sup>6</sup> Deployment

<sup>7</sup> Project Management

<sup>8</sup> Configuration Management

<sup>9</sup> Environment

مهندسی نرم افزار نیز هستند. استفاده از روش های مشترک در مهندسی نرم افزار و مدلسازی حرفه دو

مزیت عمدی را به همراه خواهد داشت که عبارتند از:

- تسهیل در کار ارتباط بین این دو فعالیت که معمولاً<sup>۱</sup> به صورت مجزا انجام می شوند

- نگاشت فرآورده های مدلسازی حرفه به فرآورده های مدلسازی نرم افزار مشکل نخواهد بود

هدف از نظم مدلسازی حرفه، در کار رفتار سازمان و نحوه عملکرد آن است. با استفاده از مدلسازی

انجام شده اطمینان حاصل می شود که مشتریان، کاربران نهائی و توسعه دهنده گان دارای یک دیدگاه واحد و مشترک از سازمان هستند. به این ترتیب می توان نیازمندی های سیستم مورد نظر را با دقت و صحت بیشتری تعیین نمود. در نظم مدلسازی حرفه از مدل های حرفه استفاده می شود که شامل مدل مورد کاربری حرفه و مدل شی حرفه هستند.

### ۱-۱-۲- مفاهیم نظم مدلسازی حرفه

در نظم مدلسازی حرفه مفاهیم خاصی مورد استفاده قرار می گیرند، که در ادامه به بررسی آنها می پردازیم:

- حرفه (کسب و کار)<sup>۲</sup>

- سیستمی که نرم افزار مورد نظر بخشی از آن به شمار می رود

- مورد کاربری حرفه<sup>۳</sup>

- ترتیبی از کنش هایی<sup>۴</sup> که سازمان انجام می دهد و منجر به «نتیجه ارزشمند» و قابل

مشاهده برای عامل حرفه خاص می شود

- مورد کاربری حرفه در بردارنده تمام جریان های اصلی و فرعی است که منجر به ایجاد نتیجه ارزشمند و قابل مشاهده می شود

- عامل حرفه<sup>۴</sup>

- شخص یا سیستمی بیرون از حرفه که با آن تعامل دارد

- کارگر حرفه<sup>۱</sup>

---

<sup>1</sup> Business

<sup>2</sup> Business Use-Case

<sup>3</sup> Actions

<sup>4</sup> Business Actor

- تجربیدی از نیروی انسانی یا سیستم نرم افزاری است که نقشی در داخل حرفه ایفا می کند
- هر کارگر حرفه با کارگران دیگر تعامل داشته و یک یا بیشتر موجودیت حرفه را پردازش می نماید
- موجودیت حرفه<sup>۲</sup>
- حاوی قسمت مهم و پایای اطلاعات که هنگام اجرای مورد کاربری حرفه بوسیله کارگران/عاملان حرفه استفاده یا پردازش می شود
- اسناد کاغذی و فرم‌های در گردش نمونه‌هایی از موجودیت‌های حرفه هستند

### ۷-۱-۲- مهمنترین نقش‌های نظم مدلسازی حرفه

در نظم مدلسازی حرفه چهار نقش عمده وجود دارند که اغلب فرآوردها و محصولات این نظم را تولید می کند. در ادامه به بررسی این نقش‌ها می پردازیم.

#### ▪ تحلیلگر فرآیند حرفه<sup>۳</sup>

◦ وظیفه این نقش، تعریف معماری حرفه، موارد کاربری و عوامل حرفه و تعیین چگونگی تعامل آنها است. با مشخص شدن این موارد، تحلیل گر فرآیند حرفه، مدل مورد کاربری حرفه و مدل تحلیل حرفه را تهیه می نماید. تحلیل گر با روش‌های متداول همانند مصاحبه، پرسشنامه و ... اطلاعات مورد نیاز خود را فراهم می کند.

#### ▪ طراح حرفه<sup>۴</sup>

◦ وظیفه این نقش، تشریح جریان‌های موارد کاربری حرفه، تعیین کارگرها و موجودیت‌های حرفه است. طراح با استفاده اطلاعاتی که تحلیل گر در اختیار او قرار می دهد و با تجربه‌ای که دارد، موارد کاربری حرفه را تشریح می کند.

#### ▪ سهامداران (ذینفعان)

<sup>1</sup> Business Worker

<sup>2</sup> Business Entity

<sup>3</sup> Business Process Analyst

<sup>4</sup> Business Designer

- منظور از سهامداران در اینجا کاربران نهایی و مشتری است. وظیفه این نقش، فراهم نمودن اطلاعات ورودی و بازنگری طرح‌های توسعه‌دهندگان است. ذینفعان اطلاعات مورد نیاز برای تحلیل گر را فراهم نموده و پس از ایجاد موارد کاربری آنها را مورد بازنگری قرار می‌دهند تا صحت آنها را مورد تایید قرار دهند.

▪ بازبین فنی<sup>۱</sup>

- وظیفه این نقش، بازنگری فرآورده‌های ایجاد شده در این نظم است. بازنگری محصولات به منظور اطمینان از صحت ارتباط بین مدل مورد کاربری و عملکرد کاربران، صحت موجودیت‌ها و کارگرهای حرفه و محصولات تولید شده در این نظم است.

### ۳-۱-۲- مهمترین فرآورده‌های نظم مدلسازی حرفه

- در نظم مدلسازی حرفه مستندات و فرآورده‌های بسیاری در فازهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته و تولید یا اصلاح می‌شوند. در ادامه به بررسی مهمترین فرآورده‌های این نظم پرداخته می‌شود.

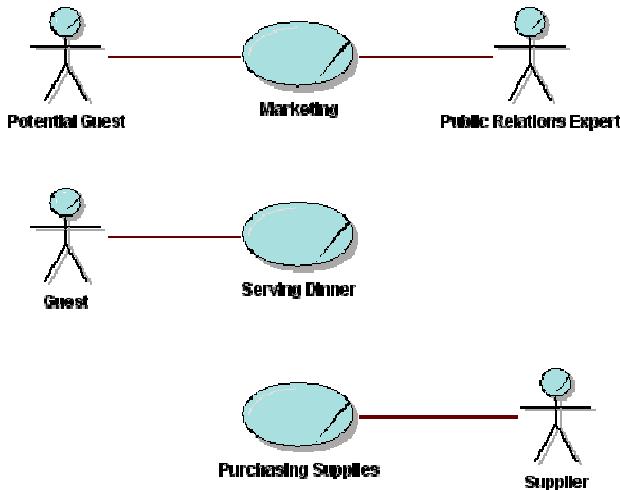
▪ مدل مورد کاربری حرفه<sup>۲</sup>

- این مدل توسط تحلیل گر فرآیند حرفه ایجاد می‌شود و هدف آن، نمایش عملکرد سازمان و تعیین حیطه مسئله است. شکل ۱-۷ نمونه‌ای از مدل مورد کاربری حرفه را نشان می‌دهد.

---

<sup>1</sup> Technical Reviewer

<sup>2</sup> Business Use-Case Model



شکل ۷-۱- نمونه‌ای از مدل مورد کاربری حرفه در یک رستوران

#### ▪ مدل تحلیل حرفه<sup>۱</sup>

- این مدل عینیت بخشیدن به موارد کاربری حرفه<sup>۲</sup> را به همراه تعامل آن با کارگرها و موجودیت‌های حرفه نشان می‌دهد. در واقع، این مدل تجربیدی از نحوه ارتباط بین کارگرها و موجودیت‌های حرفه و بیان اینکه چگونه ارتباط بین این دو سبب اجرای مورد کاربری حرفه می‌شود. در واقع این مدل، یک مدل شی حرفه<sup>۳</sup> است که توسط تحلیل گر فرآیند حرفه ایجاد می‌شود.

#### ▪ مشخصات تکمیلی حرفه<sup>۴</sup>

- شامل همه تعاریف مهم حرفه که در دو مدل فوق ذکر نشده‌اند، یا اجرارها و محدودیت‌هایی است که باید به دو مدل فوق اعمال شوند. این مشخصات تکمیلی توسط تحلیل گر فرآیند حرفه ایجاد می‌شود.

#### ▪ دورنمای حرفه<sup>۵</sup>

- اهداف و مقاصد مدلسازی حرفه را مشخص می‌کند. این کار توسط تحلیل گر فرآیند حرفه انجام می‌شود.

<sup>1</sup> Business Analysis Model

<sup>2</sup> Use-Case Realization

<sup>3</sup> Business Object Model

<sup>4</sup> Supplementary Business Specifications

<sup>5</sup> Business Vision

▪ مستند معماری حرفه<sup>۱</sup>

◦ حاوی نگاهی جامع بر جنبه‌های مهم حرفه از نظر معماری با توجه به دیدگاه‌های مختلف است. مستند معماری حرفه ابزاری برای ارتباط بین ذینفعان مختلف و تیم پروژه است، چرا که چیستی و چرا بی حرفه را بیان می‌کند. این مستند توسط تحلیل گر فرآیند حرفه ایجاد می‌شود.

▪ فرهنگ لغات حرفه<sup>۲</sup>

◦ شامل اصطلاحات مهم و تعاریف آنها که در نظم مدلسازی حرفه مورد نیاز هستند. این مستند توسط تحلیل گر فرآیند حرفه ایجاد می‌شود.

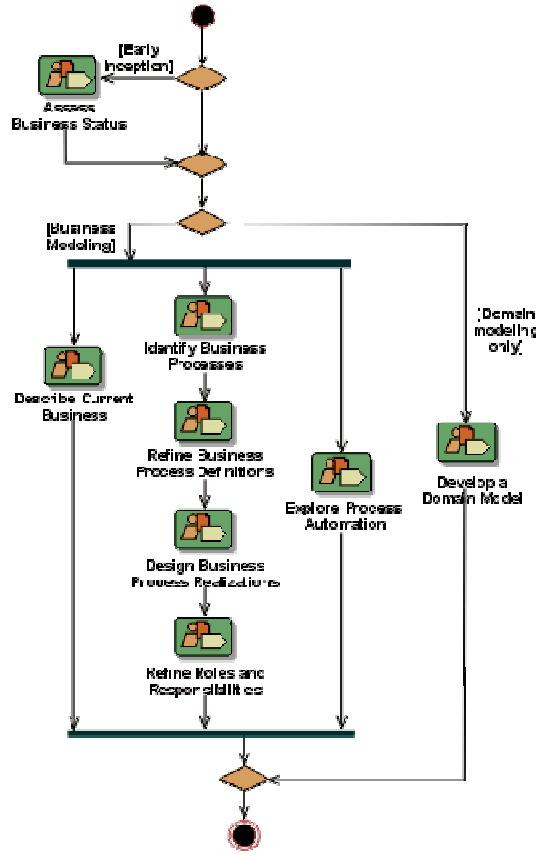
#### ۴-۱-۷- گردش کار نظم مدلسازی حرفه

گردش کار نظم مدلسازی حرفه در شکل ۲-۷ نشان داده شده است. این گردش کار هم شامل مدلسازی دامنه و هم شامل مدلسازی حرفه است. در این نظم، با شناخت حرفه و مدلسازی آن، مدل‌های تولید شده تبدیل به مدل‌های قابل درک توسط تیم توسعه می‌شوند.

---

<sup>1</sup> Business Architecture Document

<sup>2</sup> Business Glossary



شکل ۲-۷- گردش کار نظم مدلسازی کسب و کار

بطور کلی در نظم مدلسازی حرفه دو کار عمده انجام می شود که عبارتند از:

۱. تحلیلگر فرآیندهای حرفه، فرآیندهای اصلی حرفه و ذینفعان مشترک را شناسایی و به صورت

مدل موارد کاربری حرفه توصیف می نماید

- تحلیلگر حرفه، مفاهیم مهم را شناسائی و تعریف می کند

- وظیفه طراح حرفه تشریح تفصیلی موارد کاربری شناسائی شده، شناسائی نقش ها و

مسئولیت های مورد نیاز در حرفه و تعیین خروجی فرآیندهای حرفه است

- ذینفعان در نقش بازیزن فنی، جامعیت و درستی مدل حرفه را تعیین می کنند

۲. نگاشت مدل حرفه به مدل های نرم افزاری

- کارکنان حرفه همان عوامل سیستم هستند

- رفتار کارکنان حرفه نشان می دهد که خود کارسازی باید شامل چه فرآیندهایی باشد

- این ویژگی در یافتن موارد کاربری سیستم نیز کمک می کند

- موجودیت‌های حرفه می‌توانند اشیایی از سیستم باشند که باید نگهداری شوند
  - مدل حرفه در شناسایی کلاس‌های موجودی<sup>۱</sup> (در مدل تحلیل) کمک می‌کند

## ۱-۵- پشتیبانی ابزار از نظم مدلسازی حرفه

ابزارهایی که می‌توان در نظم مدلسازی حرفه از آنها استفاده نمود، عبارتند از:

- ابزار Rose برای مدلسازی تصویری با استفاده از نمادهای UML
- ابزار Requisite Pro برای نگهداری بخش‌های متنی مدل‌های تولید شده بوسیله Rose
- ابزار SoDA برای خودکارسازی فرآیند تولید مستندات

## ۲- نظم نیازمندی‌ها<sup>۲</sup>

این نظم در مورد مدیریت خواسته‌ها، نیازها و نیازمندی‌های کاربران و مالکان سیستم است. کاربران در ابتدا درخواست‌های خود را به صورت غیرشفاف یا می‌نمایند ولی با پیشرفت پروژه، شناخت بیشتری از نیازمندی‌ها پیدا نموده و این سبب تغییراتی در نیازمندی‌های اولیه پروژه خواهد شد تا جاییکه این تغییرات گاهی منجر به تغییرات عمده‌ای در روند پروژه خواهد شد.

نیازمندی‌های نرم‌افزار به دو دسته وظیفه‌مندی و غیروظیفه‌مندی تقسیم می‌شوند. نیازمندی‌های وظیفه‌مندی درخواست‌ها و خصوصیاتی هستند که باید در نرم‌افزار وجود داشته باشند و نیازمندی‌های غیر وظیفه‌مندی، درخواست‌ها و خصوصیاتی هستند که بودن آنها سبب بهبود نرم‌افزار خواهد شد. از جمله دسته‌بندی‌هایی که برای نیازمندی‌های غیروظیفه‌مندی انجام شده است می‌توان به دسته‌بندی FURPS اشاره نمود که عبارتند از:

- عملکرد<sup>۳</sup> که شامل ویژگیها، قابلیت‌های نرم‌افزار و امنیت است
- قابلیت استفاده<sup>۴</sup> که شامل زیبایی واسط کاربر، سهولت آموزش، سهولت استفاده، یکنوختی واسط کاربر و ... است.
- قابلیت اعتماد<sup>۱</sup> که شامل فرکانس بروز خطأ، برگشت‌پذیری<sup>۲</sup>، صحت، قابلیت پیش‌بینی و زمان میانگین بین خطأها است.

---

<sup>1</sup> Entity Classes

<sup>2</sup> Requirement Discipline

<sup>3</sup> Functionality

<sup>4</sup> Usability

- کارایی<sup>۳</sup> که شامل سرعت، قابلیت دسترسی، زمان پاسخ، حافظه مورد نیاز و ... است
- قابلیت پشتیانی<sup>۴</sup> که شامل قابلیت آزمایش، نگهداری، انعطاف‌پذیری در مقابل تغییرات، قابلیت توسعه<sup>۵</sup>، قابلیت پیکربندی<sup>۶</sup> و ... است.

از دیدگاه عملی تقسیم‌بندی قبل آنچنان حائز اهمیت نیست و ارزش طبقه‌بندی قبل، فراهم کردن یک الگو برای شناسایی نیازمندی‌ها و اطمینان از جامع بودن آن است. با داشتن درک درست نیازمندی‌ها که با دانستن «چراها» و «چگونه‌ها» حاصل می‌شود، می‌توان به درک درست و عمیقی از سیستم دست یافت. با توجه به توضیحات ذکر شده، می‌توان مفهوم ذینفعان را در این نظم یک مفهوم اساسی است. نظم نیازمندی‌ها اهداف خاصی را دنبال می‌کند که عبارتند از:

- برقراری و نگهداری موارد توافق با مشتریان و سایر ذینفعان در مورد کارهایی که سیستم باید انجام دهد
- ارائه شناخت بهتر از نیازمندی‌های سیستم برای استفاده توسعه‌دهندگان سیستم
- تعریف محدوده سیستم
- تهییه پایه‌ای جهت تخمین هزینه و زمان توسعه سیستم
- تعریف یک واسط کاربری برای سیستم با تمرکز بر روی نیازها و اهداف کاربران

## ۱-۲-۷- فرآیند شناسایی و استفاده از نیازمندی‌ها

فرآیند شناسایی نیازمندی‌ها و استفاده از نیازمندی‌ها فرآیندی است که از ابتدای توسعه نرم‌افزار تا پایان آن همواره مورد توجه قرار می‌گیرد. این فرآیند، با نیازها و درخواست‌های ذینفعان شروع می‌شود. درخواست‌های ذینفعان منجر به توسعه سند دورنما می‌شود و در این سند به صورت کلان بیان می‌شود. نیازمندی‌های ذینفعان به صورت تفصیلی در مدل موارد کاربری (حرفه) و مشخصات تکمیلی (حرفه) بیان می‌شود. این دو سند پایه‌ای برای توسعه نرم‌افزار و پوشش نیازمندی‌های کاربران هستند. عینیت بخشیدن

<sup>1</sup> Reliability

<sup>2</sup> Recoverability

<sup>3</sup> Performance

<sup>4</sup> Supportability

<sup>5</sup> Extensibility

<sup>6</sup> Configurability

به نیازمندی‌های کاربران در مدل طراحی و مستندات کاربر نهایی انجام می‌شود. در واقع، مدل‌های طراحی نشان می‌دهند که چقدر از خواسته‌های کاربران در غالب نیازمندی‌ها برآورده می‌شود.

روش‌های بسیاری برای جمع‌آوری و دریافت خواسته‌ها و نیازهای کاربران وجود دارد که از جمله معروفترین آنها می‌توان به مشاهده محیط کاربران، پرسشنامه، مصاحبه و نمونه‌سازی اشاره نمود. روش نمونه‌سازی<sup>۱</sup> در موردی استفاده می‌شود که خواسته‌های کاربران بصورت دقیق مشخص نیست و ایده آن نمایش نمونه‌ای از برنامه به کاربران برای درک بهتر محیط نرم‌افزار توسط کاربران و تعیین بهتر نیازمندی‌ها پس از آشنازی با محیط نرم‌افزار است.

هر نمونه، نمایش اجرایی از امکانات و توانائی‌های سیستم است و می‌تواند سبب کاهش مخاطرات و ابهامات درباره موضوعات زیر شود:

- امکان موقیت محصول از نظر تجاری و اقتصادی
- کارایی و پایداری تکنولوژی‌های کلیدی که در محصول استفاده خواهند شد
- قابلیت استفاده محصول
- درک نیازمندی‌ها

نمونه‌ها از نظر هدفی که دنبال می‌کنند به دو دسته رفتاری و ساختاری تقسیم می‌شوند. نمونه‌های رفتاری بدنیال نمایش رفتار خاصی از سیستم هستند در حالیکه نمونه‌های ساختاری بدنیال نمایش علاقه‌مندی‌ها و دغدغه‌های معمارانه یا فناوری هستند. از نظر نتیجه نیز نمونه‌ها به دو دسته نمونه‌های تکاملی<sup>۲</sup> و دورانداختنی<sup>۳</sup> تقسیم می‌شوند. نمونه‌های دورانداختنی پس از انجام کار و یافتن نیازمندی‌های مورد نظر، دورانداخته می‌شود، اما نمونه‌های تکاملی سرانجام منجر به نرم‌افزار نهایی می‌شوند.

فرآیند RUP از تولید و توسعه نمونه‌های ساختاری در فاز تشریح باضمیمه چند نمونه رفتاری حمایت می‌نماید.

<sup>1</sup> Prototyping

<sup>2</sup> Evolutionary Prototypes

<sup>3</sup> Exploratory Prototypes

## ۲-۲-۷- مهمترین نقش‌های نظم نیازمندی‌ها

در نظم نیازمندی‌ها چهار نقش عمده وجود دارند که اغلب فرآوردها و محصولات این نظم را تولید می‌کنند، این نقش‌ها عبارتند از:

- تحلیل گر سیستم
  - وظیفه اصلی تحلیل گر سیستم، راهبری فرآیند جمع‌آوری نیازمندی‌ها و تهیه مدل موارد کاربری است.
- تعیین کننده نیازمندی‌ها<sup>۱</sup>
  - وظیفه اصلی تعیین کننده نیازمندی‌ها، تشریح تفصیلی وظایف سیستم توسط تشریح نیازمندی‌ها است
- معمار نرم‌افزار<sup>۲</sup>
  - معمار نرم‌افزار، مسئول معماری نرم‌افزار و اجرارها و شرایط فنی تاثیرگذار بر طراحی و پیاده‌سازی سیستم است
- بازبین فنی
  - مسئولیت اصلی بازبین فنی، مرور و بازبینی محصولات و فرآوردها تولید شده در این نظم و ارائه بازخورد مناسب است.

## ۳-۲-۷- مهمترین فرآوردهای نظم نیازمندی‌ها

فرآوردهای نظم نیازمندی‌ها را می‌توان به دو سطح کلان و تفصیلی تقسیم نمود. فرآوردهای سطح کلان حاوی جزئیات کمی هستند و عبارتند از:

- درخواست‌های ذینفعان
  - حاوی هر نوع درخواستی از طرف ذینفعان (مشتری، کاربر نهایی، فروشنده و ...) در هنگام توسعه نرم‌افزار است. علاوه بر این، درخواست‌های ذینفعان حاوی هر نوع منبع خارجی مورد استفاده در پژوهه است. این مستند توسط تحلیل گر سیستم و در فازهای آغازین و تشریح ایجاد و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

<sup>1</sup> Requirements Specifier

<sup>2</sup> Software Architect

#### ▪ مستند دورنما<sup>۱</sup>

◦ دید ذینفعان پروژه از محصولی که تولید می‌شود، را نشان می‌دهد و حاوی نیازها و قابلیت‌های کلیدی محصول است. مستند دیدگاه در فاز آغازین و با مشارکت تحلیل‌گر سیستم ایجاد می‌شود.

#### ▪ طرح مدیریت نیازمندی‌ها<sup>۲</sup>

◦ فرآورده‌های نیازمندی‌ها، انواع نیازمندی و خصوصیات نیازمندی‌های مرتبط را تشریح می‌نماید. همچنین اطلاعاتی که می‌بایست جمع‌آوری شده، مکانیزم‌های کنترلی برای برای سنجش، گزارش‌گیری و کنترل تغییرات نیازمندی‌های محصول را مشخص می‌کند.

فرآورده‌های تفصیلی دارای جزئیات کامل‌تری هستند و عبارتند از:

- مدل موارد کاربری
- مشخصات تکمیلی
- پرده‌دانستان مورد کاربری<sup>۳</sup>
- فرهنگ لغات
- مخزن خصوصیات نیازمندی‌ها

### ۴-۲-۷ - گردش کار نظم نیازمندی‌ها

گردش کار نظم نیازمندی‌ها در شکل ۳-۷ ارائه شده است. این گردش کار هم شامل توسعه سیستم جدید و هم شامل بهبود سیستم موجود است. در این نظم، تحلیل‌گر سیستم به کمک ذینفعان سعی به مشخص نمودن محدوده سیستم می‌نماید. به عبارت بهتر مشخص می‌شود که سیستم می‌بایست چه کارهایی را انجام دهد و چه کارهایی را انجام ندهد. همچنین تحلیل‌گر نیازهای غیروظیفه‌مندی را شناسایی نموده تا در مستند دورنما مورد استفاده قرار گیرند.

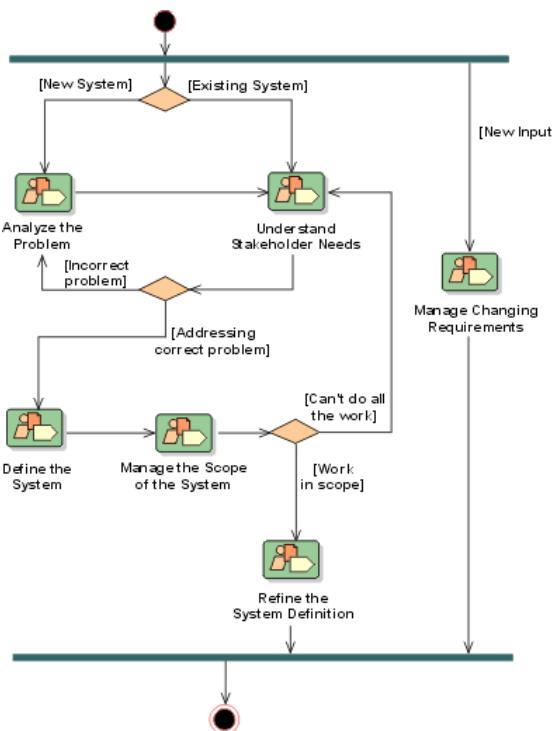
<sup>1</sup> Vision

<sup>2</sup> Requirements Management Plan

<sup>3</sup> Storyboard Use-Case

پس از شناسایی محدوده پروژه و تعیین موارد کاربری توسط تحلیل‌گر، به تعیین کننده نیازمندی‌ها<sup>۱</sup> مجموعه‌ای از موارد کاربری و مشخصات تکمیلی که باید جزئیات آن بیان گردد و سازگاری آن با سایر فرآورده‌ها احراز شود، انتساب پیدا می‌کند. همچنین طراح واسط کاربر<sup>۲</sup> به صورت موازی با تعیین کننده نیازمندی‌ها شروع به کار می‌نماید تا واسطه‌های اولیه کاربر را تولید نماید. در اغلب پروژه‌ها بین این دو نقش، هماهنگی نزدیکی وجود دارد. بدین معنی که تعیین کننده نیازمندی‌ها مجموعه‌ای از نیازمندی‌ها را مشخص می‌نماید و طراح واسط کاربر شکلی از واسط کاربر تهیه می‌کند تا تعیین کننده نیازمندی‌ها با بازبینی آنها به همراه ذینفعان بتوانند نیازمندی‌های خود را به صورت بهتر بیان کنند.

نقش دیگری که در نظم نیازمندی‌ها فعالیت می‌کند، معمار سیستم است. بیشتر کار معمار سیستم در تکرارهای اولیه است که با همکاری تحلیلگر سیستم و تعیین کننده نیازمندی‌ها یکپارچگی و درستی موارد کاربری مهم از دیدگاه معماری مورد بررسی قرار می‌گیرند. نقش بازبین فنی توسط همه کسانی (ذینفعان) که وظیفه آنها بررسی جامعیت و صحبت نیازمندی‌ها و اطمینان از درک درست آنها است، ایفا می‌شود.



شکل ۳-۷- گردش کار نظم نیازمندی‌ها

<sup>1</sup> Requirement Specifier

<sup>2</sup> User-Interface Designer

## ۵-۲-۷- پشتیبانی ابزار از نظم نیازمندی‌ها

ابزارهایی که می‌توان در نظم نیازمندی‌ها از آنها استفاده نمود، عبارتند از:

- ابزار Rose برای مدلسازی تصویری با استفاده از نمادهای UML
- ابزار RequisitePro در استخراج، ثبت و کنترل تغییرات نیازمندی‌ها کمک نموده و آنها را در یک پایگاه داده نگهداری می‌نماید
- ابزار SoDA برای خودکارسازی فرآیند تولید مستندات

## ۳-۳- نظم تحلیل و طراحی

هدف عمده این نظم تبدیل نیازمندی‌ها به خصوصیات طراحی است که چگونگی پیاده‌سازی سیستم مورد نظر را شرح می‌دهد. برای این کار نیاز است که نیازمندی‌های سیستم درک شده و سپس با انتخاب بهترین استراتژی پیاده‌سازی به طراحی سیستم تبدیل شود. در واقع، تبدیل نیازمندی‌ها به طراحی با استفاده از مواد کاربری و نیازمندی‌های غیروظیفه‌مندی تعیین شده، انجام می‌شود و این دو طراحی نرم‌افزار را راهبری می‌کنند.

مدل تحلیل یک مدل ایده‌آل از سیستم بوده که در آن نیازمندی‌های غیروظیفه‌مندی و محدودیت‌های پیاده‌سازی نادیده گرفته می‌شود. به عبارت بهتر در مدل تحلیل سیستم، مواردی که تحلیل سیستم را دچار محدودیت می‌کنند و مانع از تحلیل مناسب سیستم می‌شوند، نادیده گرفته می‌شوند از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به مشکلات اجرایی انجام عملیات به صورت دستی اشاره نمود که در صورت تاثیر در مدل تحلیل، سبب پیچیدگی غیرضروری نرم‌افزار می‌شود.

در توسعه مدل تحلیل تا حد ممکن از مقوله‌بندی استفاده می‌شود بدین ترتیب که تا آنجا که ممکن است کلاس‌های دسته‌بندی می‌شوند. این دسته‌بندی کمک می‌کند تا درک بهتری از کلاس‌های تحلیل به وجود آید. همانطور که در فصل ۴ در مورد مقوله‌بندی اشاره شد، مقوله‌بندی می‌تواند در متادولوژی‌های مختلف متفاوت باشد. در RUP که یکی از انواع متادولوژی‌های USDP است، کلاس‌هیل به سه دسته مرزی، کنترلی و موجودیت مقوله‌بندی می‌شوند. استفاده از این دسته‌بندی در تحلیل و همچنین طراحی کمک می‌کند که دیدی یکپارچه‌ای از مدل تحلیل بوجود آید.

پس از توسعه مدل تحلیل در این نظم، مدل طراحی نیز ایجاد می‌شود. در مدل طراحی سعی می‌شود تا مدل ایده‌آلی که در تحلیل مد نظر قرار داشته به مدلی واقعی از سیستم تبدیل شود. این مدل واقعی که مدل طراحی نام دارد حاوی محدودیت‌های پیاده‌سازی، نیازمندی‌های غیروظیفه‌مندی و تجربیات ذینفعان پروژه، بخصوص طراح (طراحان) است. مدل تحلیل و طراحی به عنوان مرجعی برای برنامه‌نویسان مورد استفاده قرار می‌گیرند و کمک می‌کنند تا برنامه‌نویسان در کمک یکسانی از نرم‌افزاری که می‌باشد توسعه یابد را بدست آورند.

### ۱-۳-۷- مهمترین نقش‌های نظم تحلیل و طراحی

در نظم تحلیل و طراحی پنج نقش عمدۀ وجود دارند که اغلب فرآورده‌ها و محصولات این نظم را تولید می‌کنند، این نقش‌ها عبارتند از:

- **معمار نرم‌افزار**
  - هماهنگی فعالیت‌های فنی و تولید فرآورده‌ها در طول پروژه بعلاوه بدست آوردن ساختار کلی هر دید معماری<sup>۱</sup> از عمدۀ ترین وظایف این نقش است.
- **طراح**
  - تشخیص مسئولیت‌ها، اعمال، صفات و روابط حاکم بین کلاس‌ها بعلاوه انجام تغییرات لازم برای اینکه کلاس‌ها مناسب پیاده‌سازی شوند از عمدۀ ترین وظایف این نقش است.
- **طراح پایگاهداده<sup>۲</sup>**
  - طراحی پایگاه‌های داده‌ای مورد نیاز وظیفه طراح پایگاهداده‌هاست.
- **طراح واسط کاربر<sup>۳</sup>**
  - طراحی واسط کاربر مورد نیاز وظیفه طراح واسط کاربر است.
- **طراح آزمایش<sup>۴</sup>**
  - تعریف روش آزمایش مورد نیاز برای آزمایش نرم‌افزار وظیفه طراح آزمایش است.

<sup>1</sup> Architectural View

<sup>2</sup> Database Designer

<sup>3</sup> User-Interface Designer

<sup>4</sup> Test Designer

## ۲-۳-۷- مهمنرین فرآوردهای نظم تحلیل و طراحی

مهمنرین فرآوردهای نظم تحلیل و طراحی عبارتند از:

- مدل تحلیل

- هدف از مدل تحلیل، عینیت بخشیدن به موارد کاربری به صورت تجربی از کلاس‌های طراحی است.

- مدل طراحی

- هدف از مدل طراحی ایجاد طرح کلی از سیستم<sup>۱</sup> است که در آن کلاس‌های کلیدی سیستم و روابط بین این کلاس‌ها مشخص شده‌اند. این مدل همانند سایر مدل‌ها در هر تکرار بهبود می‌یابد و حاوی جزئیات دقیق‌تری از کلاس‌ها می‌شود.

- مدل داده

- هدف از مدل داده‌ای، توصیف ساختار منطقی و فیزیکی داده‌های پایا<sup>۲</sup> سیستم است.

- مدل استقرار

- هدف از مدل استقرار نمایش نگاشت اشیاء و مولفه‌ها به سخت‌افزار مورد استفاده از جمله گره‌های شبکه، پردازنده‌های مورد استفاده در سیستم‌های چند پردازنده است.

- مستند معماری نرم‌افزار<sup>۳</sup>

- هدف از مستند معماری نرم‌افزار بیان دیدهای گوناگون معماری که از جمله مهمنرین Use-case View, Logical View, Implementation View, دیدهای می‌توان به Deployment View, Process View, Data View اشاره نمود.

## ۳-۳-۷- گردش کار نظم تحلیل و طراحی

گردش کار نظم تحلیل و طراحی در شکل ۴-۷ ارائه شده است. نظم تحلیل و طراحی دارای دو گردش کار است که یکی سطح بالا و برای ایجاد معماری و دیگری سطح پایین برای طراحی جزئیات است.

---

<sup>1</sup> System Blueprint

<sup>2</sup> Persistent

<sup>3</sup> Software Architecture Document

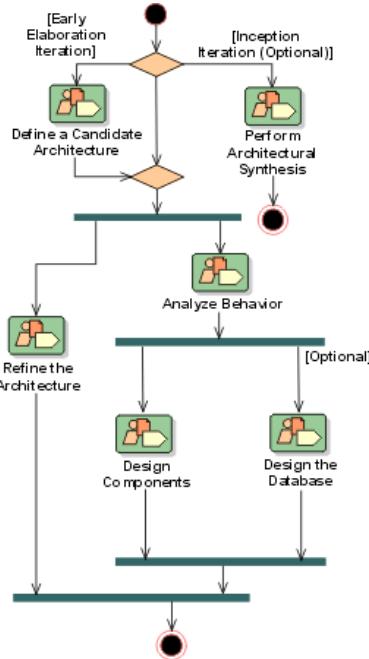
## ۱) ایجاد معماری سیستم (طراحی سطح بالا)

- ایجاد معماری شامل دو بخش تحلیل معماری و طراحی معماری است
- در تحلیل معماری، چگونگی سازماندهی معماری مشخص می‌شود.
- معمار در بالاترین سطح، الگوهای اساسی معماری، مکانیزم‌های کلیدی و راهنمائی‌های مدلسازی سیستم (لایه‌های سیستم، روش سازماندهی زیرسیستم‌ها و استراتژی استفاده مجدد) را مشخص می‌نماید
- پس از انجام تحلیل موارد کاربری به اندازه کافی، کلاس‌های حاصل برای شروع طراحی معماری بکار گرفته می‌شوند
- در طراحی معماری، کلاس‌های اصلی شناسائی شده و در بسته‌ها و زیرسیستم‌ها گروه‌بندی شده و بالاخره زیرسیستم‌ها در لایه‌ها سازماندهی می‌شوند
- با استفاده از دیدهای دیگر معماری (البته در صورت لزوم) طراحی معماری ادامه می‌یابد

## ۲) طراحی جزئیات

- با استفاده از نتایج تحلیل موارد کاربری، که در آن عینیت بخشیدن به موارد کاربری انجام شده است و با استفاده از معماری، طراح نرم‌افزار مشخصات کلاس‌ها و روابط موجود بین آنها را شناسائی می‌نماید و بدین صورت کلاس‌ها کامل‌تر خواهند شد
- سپس طراح سعی به تشخیص و پالایش واسطه‌های زیرسیستم‌ها که بوسیله آنها رفتار زیرسیستم‌ها نمایان می‌گردد، می‌نماید که سبب می‌شود موارد کاربری به صورتی کامل طراحی شوند
- هر عینیت بخشیدن موارد کاربری بوسیله تعیین اعمال روی کلاس‌ها یا زیرسیستم‌ها به صورت کامل مشخص می‌شود
- زمانیکه سیستم مورد نظر به پایگاه داده‌ها نیاز داشته باشد وظیفه طراح پایگاه، نگاشت کلاس‌های پایا<sup>۱</sup> به جداول پایگاهداده‌ها است

<sup>1</sup> Persistant Classes



شکل ۴-۷- گردش کار نظم تحلیل و طراحی

#### ۴-۳-۷ پشتیبانی ابزار از نظم تحلیل و طراحی

ابزارهایی که می‌توان در نظم تحلیل و طراحی از آنها استفاده نمود، عبارتند از:

▪ UML برای تحلیل و طراحی با استفاده از Rose

▪ به Rose Round-Trip Engineering از Round-Trip Engineering پشتیبانی می‌کند.

معنی حفظ هماهنگی بین کد تولید شده و مدل نمایش دهنده این کد. به عبارت بهتر با

▪ تغییر کد، مدل به روزرسانی می‌گردد و بالعکس)

▪ RUP ابزارهای راهنمای برای توضیح استفاده از UML و Rose در فازهای مختلف پروژه را ارائه

▪ می‌نماید

#### ۴-۷- نظم پیاده‌سازی

این نظم در مورد نمونه‌ها و چگونگی افزایش تدریجی در مجتمع‌سازی سیستم صحبت می‌کند. دو

مفهومی که در این نظم اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرد، ساخته<sup>۱</sup> و یکپارچه‌سازی<sup>۱</sup> هستند. ساخته،

<sup>1</sup> Build

نسخه‌ای کامل یا جزئی از سیستم که قابل استفاده و اجرا بوده (کد اجرائی) و زیرمجموعه‌ای از توانایی‌های محصول نهائی را به معرض نمایش می‌گذارد. یکپارچه‌سازی فعالیتی است که در آن مؤلفه‌های جداگانه نرم‌افزار با هم ترکیب می‌شوند و کل سیستم به عنوان یک واحد را بوجود می‌آورند. مجموعه‌ای از ساخته‌ها با یکدیگر یکپارچه شده و یک ساخته کامل از نرم‌افزار را ایجاد می‌نمایند.

نظم پیاده‌سازی چهار هدف عمده را دنبال می‌کند که عبارتند از:

- تعیین ساختار کد به صورت زیرسیستم‌هایی که در تعدادی از لایه‌ها سازماندهی شده‌اند
- پیاده‌سازی کلاس‌ها و اشیاء به صورت مؤلفه‌ها
- آزمایش مؤلفه‌های تولید شده
- یکپارچه‌سازی مؤلفه‌ها و کد تولید شده

#### ۱-۴-۷- مهمترین نقش‌های نظم پیاده‌سازی

در نظم پیاده‌سازی سه نقش عمده وجود دارند که اغلب فرآورده‌ها و محصولات این نظم را تولید می‌کنند، این نقش‌ها عبارتند از:

- پیاده‌ساز<sup>۱</sup>
- تولید، توسعه و آزمایش مؤلفه‌ها وظیفه نقش پیاده‌ساز است
- یکپارچه‌ساز<sup>۲</sup>
- برنامه‌ریزی و انجام یکپارچه‌سازی برای ایجاد ساخته‌ها وظیفه نقش یکپارچه‌ساز است
- معمار نرم‌افزار
- تبیین معماری نرم‌افزار که شامل تعیین و مستندسازی تصمیمات فنی کلیدی در مورد نیازمندی‌ها، طراحی، پیاده‌سازی و استقرار سیستم با استفاده از دیدهای مختلف وظیفه اصلی معمار نرم‌افزار در این نظم است

#### ۱-۴-۸- مهمترین فرآورده‌های نظم پیاده‌سازی

مهمترین فرآورده‌های نظم پیاده‌سازی عبارتند از:

---

<sup>1</sup> Integration

<sup>2</sup> Implementer

<sup>3</sup> Integrator

#### ▪ مدل پیاده‌سازی

◦ مجموعه‌ای از مؤلفه‌ها و زیرسیستم‌های حاوی آنهاست

▪ زیرسیستم‌های پیاده‌سازی

◦ مجموعه‌ای از مؤلفه‌ها و زیرسیستم‌ها که در سازماندهی مدل پیاده‌سازی با تقسیم آن به

قطعات کوچکتر، مورد استفاده قرار می‌گیرند

#### ▪ مؤلفه‌ها

◦ قطعه‌ای از کد نرم‌افزاری (دودویی یا اجرائی) که دسترسی به سرویس‌های آن تنها از

طریق یک واسط خوش‌تعریف انجام می‌شود

#### ▪ طرح یکپارچه‌سازی<sup>۱</sup>

◦ ترتیب پیاده‌سازی مؤلفه‌ها و زیرسیستم‌ها را مشخص می‌نماید

### ۴-۳-۴-۷ - پشتیبانی ابزار از نظم پیاده‌سازی

ابزارهایی که می‌توان در نظم پیاده‌سازی از آنها استفاده نمود، عبارتند از:

Rose برای تولید کد به زبان‌های متفاوت از جمله: C++, Visual Basic، Java و SQL ▪

Purify برای کشف خطاهای زمان اجرا<sup>۲</sup> ▪

Quantify برای تشخیص کارائی و سرعت بخش‌های متفاوت برنامه ▪

ClearQuest برای مدیریت تغییرات در نرم‌افزار ▪

### ۵-۵-۷ - نظم آزمایش

محور اصلی این نظم بررسی کیفیت نرم‌افزار از دو دیدگاه کیفیت محصول و کیفیت فرآیند تولید است. کیفیت محصول در مورد تولید نرم‌افزاری با کیفیت مطلوب است و کیفیت فرآیند تولید در مورد اجرای درست فرآیند توسعه نرم‌افزار است. در RUP کیفیت وظیفه همه افراد توسعه‌دهنده است و هر فرد با اجرای درست نقش خود می‌تواند هم در کیفیت محصول و هم در کیفیت فرآیند تولید نقش موثر داشته باشد.

<sup>1</sup> Integration Build Plan

<sup>2</sup> Run-Time Errors

اما در کنار کیفیت که به جنبه‌هایی چون قابلیت اعتماد، عملکرد، کارایی برنامه، کارایی سیستم می‌پردازد، محورهای دیگری چون مراحل آزمایش (نظیر آزمایش واحدها، آزمایش یکپارچگی، آزمایش سیستم و آزمایش پذیرش سیستم) و نوع آزمایش (آزمایش پیکربندی، آزمایش نصب) نیز در این نظم وجود دارند که در روند انجام این نظم نقش اساسی ایفا می‌کنند.

#### ۴-۵-۱- مهمترین نقش‌های نظم آزمایش

در نظم آزمایش دو نقش عمدۀ وجود دارند که عبارتند از:

- طراح آزمایش<sup>۱</sup>

○ برنامه‌ریزی، طراحی، پیاده‌سازی و ارزیابی آزمایش‌ها از عمدۀ‌ترین وظایف طراح

آزمایش است

- آزمایش‌کننده سیستم<sup>۲</sup>

○ این نقش، مسئولیت اجرای آزمایش‌های سیستم را به عهده دارد

#### ۴-۵-۲- مهمترین فرآورده‌های نظم آزمایش

مهمترین فرآورده‌های نظم آزمایش عبارتند از:

- برنامه آزمایش<sup>۳</sup>

○ این برنامه شامل اطلاعاتی درباره اهداف آزمایش، استراتژی آزمایش کردن و منابع

مورد نیاز برای پیاده‌سازی و اجرای آزمایش‌ها می‌باشد

- مدل آزمایش

○ این مدل شامل موارد آزمایش، روال‌های آزمایش و دستورالعمل‌های آزمایش<sup>۴</sup> است

#### ۴-۵-۳- گردش کار نظم آزمایش

گردش کار نظم آزمایش در شکل ۴-۷ ارائه شده است. فعالیت‌های انجام شده در نظم آزمایش را

می‌توان به پنج مرحله تقسیم نمود که در ادامه به بررسی هر یک خواهیم پرداخت.

<sup>1</sup> Test Designer

<sup>2</sup> System Tester

<sup>3</sup> Test Plan

<sup>4</sup> Test Scripts

## (۱) برنامه‌ریزی

- طراح آزمایش نیازمندی‌ها، منابع مورد نیاز و استراتژی‌های یک آزمایش را شناسائی نموده و در مستند برنامه‌ریزی، آنها را مستند می‌نماید

## (۲) طراحی

- طراح آزمایش هدف آزمایش را تحلیل نموده و مدل آزمایش را ایجاد می‌نماید

## (۳) پیاده‌سازی

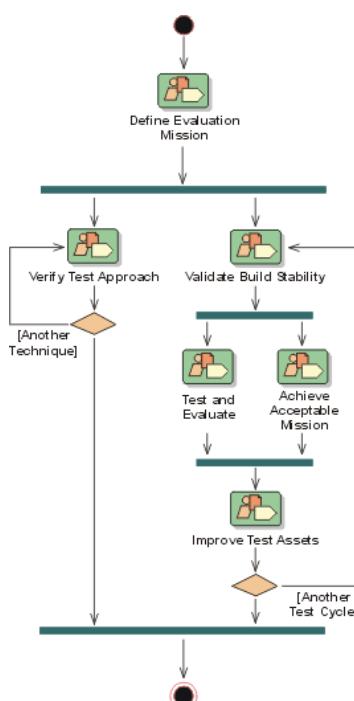
- طراح آزمایش روال‌های آزمایش را پیاده‌سازی می‌نماید. این فعالیت منجر به ایجاد دستورالعمل‌های آزمایش است

## (۴) اجرا

- آزمایش کننده، آزمایش‌ها را روی هدف اجرا می‌نماید و با بازبینی نتایج از صحت اجرای آزمایش‌ها مطمئن می‌گردد و هر گونه کاستی را مستند می‌سازد

## (۵) ارزیابی

- طراح آزمایش نتایج آزمایش‌ها را ارزیابی نموده و کیفیت کد تولید شده را بررسی می‌نماید



شکل ۵-۷- گردش کار نظم آزمایش

## ۴-۵-۷- پشتیبانی ابزار از نظم آزمایش

ابزارهایی که می‌توان در نظم آزمایش از آنها استفاده نمود، عبارتند از:

- امکان مدیریت و کنترل تمام فعالیت‌های آزمایش را می‌دهد Test Manager
- امکان ایجاد دستورالعمل‌های آزمایش را می‌دهد Rational TestFactory
- امکان ایجاد، اصلاح و اجرای آزمایش‌های تابعی خودکار<sup>۱</sup> Rational Robot

## ۶-۷- نظم استقرار

این نظم در بردارنده فعالیت‌های لازم برای عملیاتی و آماده نمودن نرم‌افزار برای کار در محیط کاربران نهایی است. این نظم حاوی سه حالت متفاوت برای استقرار محصول در محیط کاربران است:

- نصب سفارشی<sup>۲</sup>
- نرم‌افزار به صورت سفارشی برای کاربر تهیه شده است و امکان نصب به صورت سفارشی را به کاربر می‌دهد
- پیشنهاد استفاده از محصول Shrink Wrap
- نرم‌افزار به صورت بسته نرم‌افزاری ارائه می‌شود و کاربران با خرید نرم‌افزار از فروشگاه آن را نصب می‌نمایند
- دستیابی به نرم‌افزار از طریق اینترنت
- کاربر نرم‌افزار را از طریق اینترنت دانلود می‌کند و نصب را انجام می‌دهد

## ۶-۸-۱- مهمترین نقش‌های نظم استقرار

در نظم استقرار پنج نقش عمده وجود دارند که عملیات مربوط به این نظم را انجام می‌دهند:

- مدیر استقرار<sup>۳</sup>
- وظیفه مدیر استقرار برنامه‌ریزی انتقال محصول به محیط کاربران و تضمین اینکه برنامه بدرستی انجام می‌شود، است

<sup>1</sup> automated functional tests

<sup>2</sup> Custom Install

<sup>3</sup> Deployment Manager

▪ پیاده‌ساز

- وظیفه پیاده‌ساز در این نظم، توسعه و آزمایش مولفه‌ها با استفاده از استانداردهای پذیرفته شده در پروژه است

▪ توسعه‌دهنده دروس<sup>۱</sup>

- وظیفه توسعه‌دهنده دروس، توسعه مواد آموزشی مورد نیاز کاربران است

▪ مدیر پیکربندی

- فراهم نمودن زیرساخت و محیط مدیریت پیکربندی برای تیم توسعه وظیفه اصلی مدیر پیکربندی است

▪ نویسنده فنی

- نویسنده فنی در این نظم، مسئول تولید مواد مورد نیاز همانند راهنمای کاربران برای کاربران نهایی است

## ۲-۶-۷ - مهمترین فرآوردهای نظم استقرار

مهمترین فرآوردهای نظم استقرار عبارتند از:

▪ طرح استقرار<sup>۲</sup>

- هدف از طرح استقرار، توصیف مجموعه فعالیت‌های لازم برای نصب و آزمایش محصول تا براتی به محیط کاربران منتقل شود

▪ محصول

- محصول قابل عرضه به بازار از اصلی‌ترین فرآوردهای این نظم و در واقع پروژه است

▪ مواد آموزشی<sup>۳</sup>

- هدف از تهیه این مواد کمک به کاربران برای یادگیری بهتر و سریعتر محصول است

---

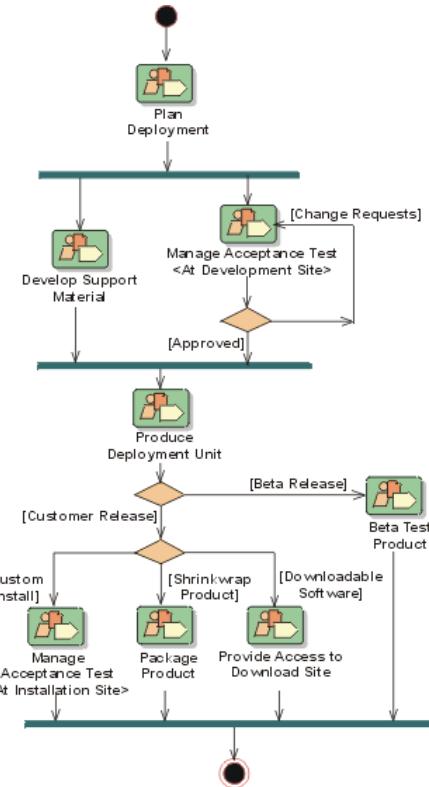
<sup>1</sup> Course Developer

<sup>2</sup> Deployment Plan

<sup>3</sup> Training Materials

### ۳-۶-۷- گردش کار نظم استقرار

گردش کار نظم استقرار در شکل ۶-۷ ارائه شده است. پس از توسعه نرم افزار و انجام آزمایش پذیرش، نرم افزار به یکی از سه طریق مطرح شده می تواند نصب شود که باید برای هر یک از روش ها، مستندات و مواد آموزشی مورد نیاز فراهم شود.



شکل ۶-۷- گردش کار نظم استقرار

### ۷-۷- نظم مدیریت پروژه

مدیریت پروژه نرم افزاری، هنر متوزن ساختن اهداف رقابتی، مدیریت خطرات و غلبه بر محدودیت ها برای تحويل موقیت آمیز محصولی است که هم نیازهای مشتریان (کسانی که برای سیستم پول می پردازند) و هم نیازهای کاربران را برآورده کند. این حقیقت که پروژه های بسیار کمی هستند که واقعاً موققیت آمیزند برای توضیح سخت بودن این کار کافی است. اهداف نظم مدیریت پروژه عبارتند از:

- فراهم کردن چارچوبی برای مدیریت پروژه های صرفاً نرم افزاری
- فراهم کردن رهنمودهای عملی برای طرح ریزی، تعیین نیروی انسانی، اجرا و نظارت بر پروژه ها

- فراهم کردن چارچوبی برای مدیریت ریسک
- نظم مدیریت پروژه در RUP تلاش نمی کند همه جنبه های مدیریت پروژه را پوشش دهد. در واقع این نظم جنبه های زیر را پوشش نمی دهد:
  - جنبه های کاریابی، آموزش و... در مدیریت نیروی انسانی
  - مدیریت بودجه
  - مدیریت قراردادها با مشتریان و توسعه دهنده گان
  - نظم مدیریت پروژه تنها جنبه های ذیل را پوشش می دهد:
  - مدیریت خطرات
  - برنامه ریزی «پروژه تکراری»<sup>۱</sup>
  - مراقبت از روند پیشرفت «پروژه تکراری» و تعیین معیارهای لازم برای این کار

#### ۱-۷-۷-۱- مهمترین نقش های نظم مدیریت پروژه

در نظم مدیریت پروژه دو نقش اصلی وجود دارند که عملیات مربوط به این نظم را انجام می دهند:

- مدیر پروژه
- وظیفه مدیر پروژه، برنامه ریزی، مدیریت و تخصیص منابع؛ شکل دهی به اولویت ها؛ هماهنگی تعاملات بین مشتریان و کاربران و در جریان بودن از روند پروژه است
- بازبینی کننده مدیریتی<sup>۲</sup>
- بازبینی کننده مدیریتی مسئول ارزیابی پروژه و فرآورده های مدیریت پروژه است

#### ۱-۷-۷-۲- مهمترین فرآورده های نظم مدیریت پروژه

مهمترین فرآورده های نظم مدیریت پروژه عبارتند از:

- طرح مدیریت خطر<sup>۳</sup>
- هدف از طرح مدیریت خطر، بیان چگونگی مدیریت خطرات مربوط به پروژه در زمان اجرای پروژه است

---

<sup>1</sup> Iterative Project

<sup>2</sup> Management Reviewer

<sup>3</sup> Risk Management Plan

▪ طرح پذیرش محصول<sup>۱</sup>

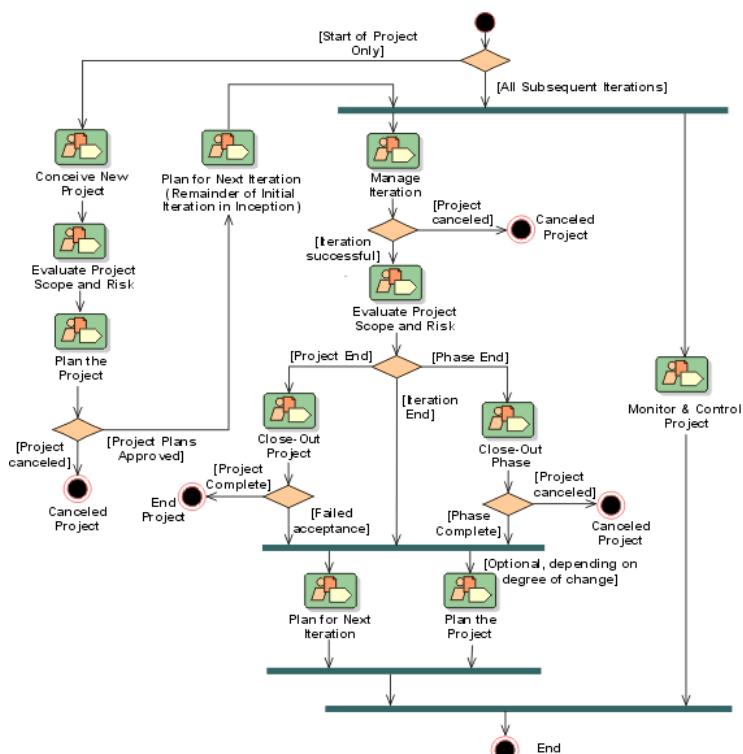
- هدف از طرح پذیرش محصول، بیان این است که چگونه مشتری محصولات پژوه را ارزیابی می‌کند؛ چه ملاک‌ها و معیارهایی را در نظر می‌گیرد

▪ طرح توسعه نرم‌افزار<sup>۲</sup>

- این طرح به بیان مجموعه‌ای یکپارچه و کامل از تمام اطلاعات مربوط به مدیریت پژوه می‌پردازد.

### ۳-۷-۷- گردش کار نظم مدیریت پژوه

گردش کار نظم مدیریت پژوه در شکل ۷-۷ ارائه شده است. این نظم از نظر تعداد عملیات بیشترین عملیات را در میان نظم‌ها به خود اختصاص داده است. در اغلب تکرارها فعالیت‌های این نظم به صورت منظم اجرا می‌شود تا خطرات پژوه در زمان مناسب مدیریت شوند.



شکل ۷-۷- گردش کار نظم مدیریت پژوه

<sup>1</sup> Product Acceptance Plan

<sup>2</sup> Software Development Plan

## ۸-۷- نظم مدیریت پیکربندی

نظم مدیریت پیکربندی بر کنترل تغییرات و حفظ یکپارچگی و سازگاری بین فرآورده‌های یک پروژه نرم‌افزاری تمرکز دارد. این نظم می‌تواند با استفاده از یک سیستم مدیریت پیکربندی انجام پذیرد. یک سیستم مدیریت پیکربندی<sup>۱</sup>، به مجموعه فرآیندها، روش‌ها و ابزارهایی که برای مدیریت پیکربندی و مدیریت درخواست تغییر<sup>۲</sup> استفاده می‌شوند، گفته می‌شود. سیستم مدیریت پیکربندی باید توانایی مقابله با سه مشکلات زیر را داشته باشد:

- بهروزرسانی همزمان<sup>۳</sup>
- اطلاع‌رسانی محدود<sup>۴</sup>
- نسخه‌های متعدد<sup>۵</sup>

این سه مشکل، چالش‌های عمدۀ هر سیستم مدیریت پیکربندی هستند که سیستم با به‌گونه‌ای با آنها مقابله می‌کند. نکته بسیار با اهمیت در این مشکلات، تاثیر آنها بر یکدیگر است. به عنوان نمونه بهروزرسانی همزمان بر داشتن نسخه‌های متعدد تاثیر مثبت دارد بدین معنی که با افزایش بهروزرسانی همزمان نیاز بیشتری به نسخه‌های متعدد وجود خواهد داشت.

ارتباط بین مدیریت درخواست‌های تغییرات، حسابداری وضعیت پیکربندی<sup>۶</sup> و مدیریت پیکربندی در شکل ۸-۷ نشان داده شده است. مدیریت درخواست‌های تغییرات اشاره به ساختار سازمانی دارد که هزینه، زمانبندی و تاثیر تغییر درخواست شده را بر محصول ارزیابی می‌کند. حسابداری وضعیت پیکربندی برای توصیف «حالت» محصول براساس نوع، تعداد، نرخ خطاهای یافته شده و اصلاح شده در زمان توسعه نرم‌افزار مورد استفاده قرار می‌گیرد. معیارهایی که در با استفاده از مقادیر این حسابداری حاصل می‌شود می‌توانند در ارزیابی پروژه مورد استفاده قرار گیرد. در هر سیستم مدیریت پیکربندی می‌باشد هر درخواست تغییر و نتایج حاصل از تغییر اعم از تغییرات انجام شده در نرم‌افزار یا در درخواست

<sup>1</sup> Configuration Management (CM) System

<sup>2</sup> Change Request

<sup>3</sup> Simultaneous Update

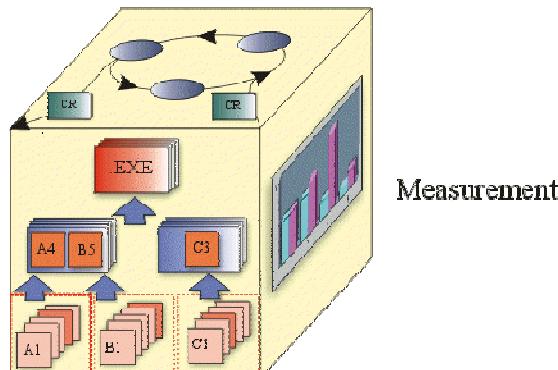
<sup>4</sup> Limited Notification

<sup>5</sup> Multiple Versions

<sup>6</sup> Configuration Status Accounting (Measurement)

نگهداری شود. برخی اوقات نیاز است که به نسخه‌ای قبلی از محصول مراجعه شود، به همین دلیل نیاز است تا تمام مشخصات نسخه‌های مختلف نرمافزار نگهداری شود.

#### Change Request Management (CRM)



#### Configuration Management (CM)

شکل ۸-۷- ارتباط مدیریت پیکربندی با مدیریت درخواست تغییرات و معیارها

### ۱-۸-۷- مهمترین نقش‌های نظام مدیریت پیکربندی

در نظام مدیریت پیکربندی دو نقش اصلی وجود دارند که عملیات مربوط به این نظام را انجام می‌دهند:

- مدیر پیکربندی
  - مسئولیت تهیه زیرساخت و محیط مدیریت پیکربندی برای تیم توسعه محصول بر عهده مدیر پیکربندی است
- مدیر کنترل تغییرات<sup>۱</sup>
  - مسئولیت کنترل فرآیند تغییرات بر عهده مدیر کنترل تغییرات است

### ۲-۸-۷- مهمترین فرآورده نظام مدیریت پیکربندی

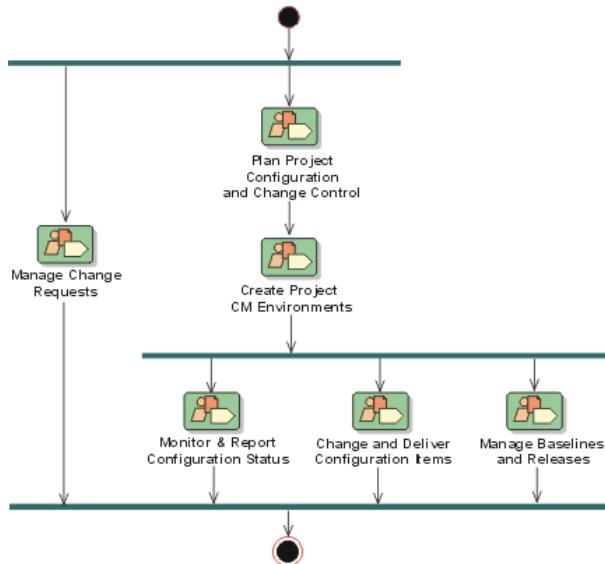
مهمترین فرآورده نظام مدیریت پیکربندی طرح مدیریت تغییرات<sup>۲</sup> است. هدف این طرح، توصیف تمام فعالیت‌های مدیریت کنترل تغییرات و پیکربندی که در طول توسعه محصول انجام می‌شود، است.

<sup>1</sup> Change Control Manager

<sup>2</sup> Configuration Management Plan

### ۳-۸-۷ - گردش کار نظم مدیریت پیکربندی

گردش کار نظم مدیریت پیکربندی در شکل ۹-۷ ارائه شده است.



شکل ۹-۷ - گردش کار نظم مدیریت پیکربندی

### ۴-۸-۷ - پشتیبانی ابزار از نظم مدیریت پیکربندی

ابزارهایی که می‌توان در نظم مدیریت پیکربندی از آنها استفاده نمود، عبارتند از:

برای مدیریت پیکربندی در نرم‌افزار ClearQuest ▪

برای مدیریت پیکربندی در نرم‌افزار برای تیم‌های کوچک ClearCase LT ▪

### ۹-۷ - نظم محیط

این نظم دربردارنده فعالیت‌هایی است که برای پیکربندی (اصلاح یا تنظیم ویژه) RUP برای یک

پروژه ضروری هستند. از جمله فعالیت‌های اصلی که در این نظم انجام می‌شود:

▪ تنظیم ویژه RUP

▪ تهیی راهنمایی‌های لازم برای تولید بیشتر فرآورده‌های پروژه (استانداردهای سازمان)

پیکربندی RUP اهمیت ویژه‌ای دارد. چه بسا پروژه‌هایی بعلت تولید محصولات غیرضروری یا

محصولات نادرست (عمل پیکربندی RUP به صورت صحیحی انجام نشده است) موفقیت‌آمیز نبوده یا

نتیجه مورد انتظار از آن بحسب نیامده است. در هر پروژه نیاز است تا متدولوژی RUP از نظر محصولاتی که باید تولید شود و فرآیند اجرا سفارشی شود.

#### ۱-۹-۷ - مهمترین نقش‌های نظام محیط

در نظام محیط دو نقش اصلی وجود دارند که عملیات مربوط به این نظام را انجام می‌دهند:

- مهندس فرآیند

◦ وظیفه مهندس فرآیند، تجهیز تیم پروژه با استفاده از یک فرآیند کارآمد؛ تضمین اینکه

افراد می‌توانند برآختی کار خود را انجام دهند، است

- متخصص ابزار<sup>۱</sup>

◦ وظیفه متخصص ابزار حمایت از ابزارهای مورد استفاده در پروژه است

#### ۲-۹-۷ - مهمترین فرآوردهای نظام محیط

مهمنترین فرآوردهای نظام محیط عبارتند از:

- فرآیند توسعه

◦ هدف از فرآیند توسعه، پیکربندی RUP برای حمایت از نیازهای پروژه است

- راهنمای خاص پروژه<sup>۲</sup>

◦ هدف از راهنمای خاص پروژه، راهنمایی برای انجام مجموعه فعالیت‌های پروژه است

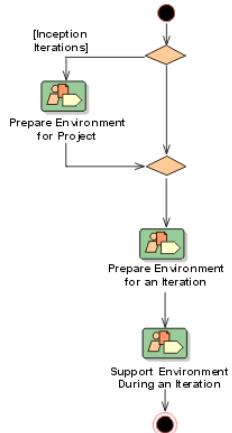
#### ۳-۹-۷ - گردش کار نظام محیط

گردش کار نظام محیط در شکل ۱۰-۷ ارائه شده است.

---

<sup>1</sup> Tool Specialist

<sup>2</sup> Project Specific Guidelines



شکل ۱۰-۷- گردش کار نظم محیط

#### ۴-۹-۷- پشتیبانی ابزار از نظم محیط

ابزار Process Workbench می‌تواند به عنوان تسهیل‌کننده کار مهندس فرآیند<sup>۱</sup> در پیکربندی RUP

مورد استفاده قرار گیرد.

---

<sup>1</sup> Process Engineer

## ۸- مدلسازی موارد کاربری<sup>۱</sup>

### ۱-۱- مقدمه

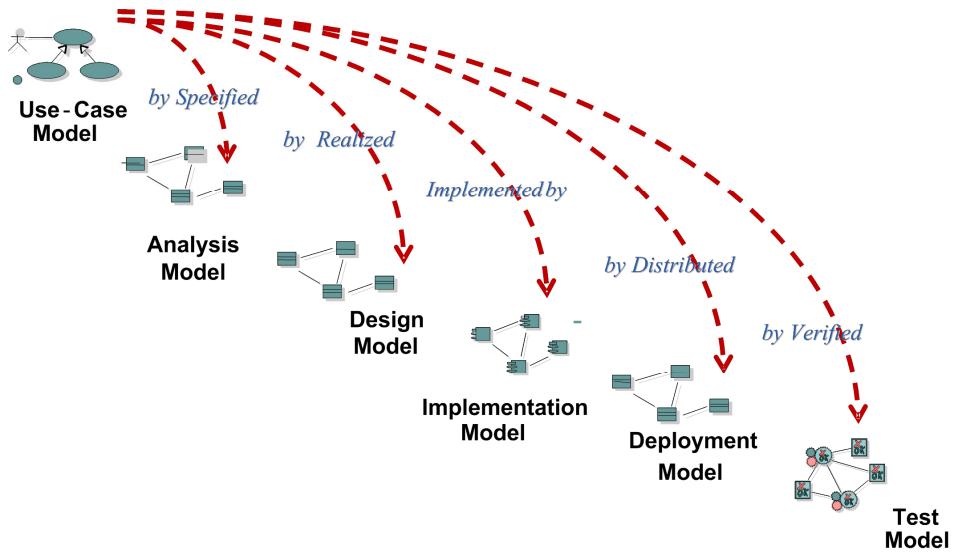
مدتها در فرآیندهای شی گرا و غیر شی گرا از سناریوها برای کمک به فهم نیازمندی های سیستم استفاده می شد. اما این سناریوها با اینکه همیشه تولید می شدند بندرت مستندسازی و نگهداری می شدند، تا زمانیکه Ivar Jacobson این وضعیت را با ارائه متدولوژی Objectory خود دگرگون نمود. او در متدولوژی خود نام این سناریوها را مورد کاربری<sup>۲</sup> گذاشت و آنرا محور اصلی کار خود قرار داد. بتدریج جامعه شی گرا به استفاده از موارد کاربری پرداخت و به اهمیت آن پی برد و آنرا بعنوان ابزار قوی معرفی نمود.

ویژگی بارز این روش این است که مسئله جمع آوری نیازمندی ها<sup>۳</sup> را از دیدگاه غیر تکنیکی بررسی می کرد. در واقع دو نگاه به یک سیستم وجود دارند: یکی نگاه به سیستم از بیرون آن (غیر تکنیکی) و دیگری نگاه فردی که می خواهد سیستم را بازآفرینی (تکنیکی). این دو دیدگاه کاملاً با یکدیگر متفاوتند. موارد کاربری نقشی اساسی در توسعه سایر مدل های موجود در توسعه نرم افزار دارد. بعنوان نمونه شکل ۱-۸ ارتباط مدل موارد کاربری را با سایر مدل های مورد استفاده در فرآیند توسعه نرم افزار RUP را نشان می دهد. مدل موارد کاربری پایه ای برای ایجاد مدل های تحلیل ایجاد می نماید. همچنین مدل های طراحی با استفاده از شناختی که در مدل های تحلیل کسب شده و با استفاده از مدل موارد کاربری نمایش داده می شوند، تهیه می شوند. سایر مدل ها همچون مدل آزمایش، مدل استقرار و مدل پیاده سازی نیز مستقیماً از مدل موارد کاربری تاثیر می پذیرند و می توان گفت استفاده از موارد کاربری مناسب در مدل موارد کاربری تاثیر مستقیمی در نتایج پروژه نرم افزاری می گذارد.

<sup>1</sup> Use-Case

<sup>2</sup> Use-Case(UC)

<sup>3</sup> Requirements Gathering



شکل ۱-۸- راهبری بر مبنای موارد کاربری

## ۲-۸- مفاهیم اساسی مدلسازی موارد کاربری

با درک اهمیت موارد کاربری می‌توان تعریف مورد کاربری را به صورت زیر ارائه نمود:

«دبaleای از عملیات است که یک سیستم انجام می‌دهد تا یک نتیجه قابل مشاهده و ارزشمند برای فرد

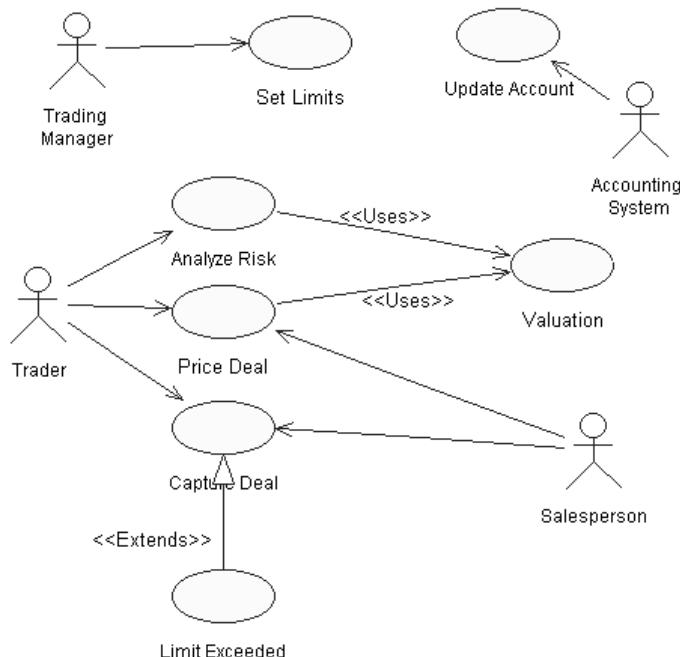
استفاده کننده از سیستم فراهم نماید.»

مثال: در یک سیستم واژه پرداز "تغییر خط یک متن انتخابی" یا "صفحه بندی خودکار یک متن" می‌تواند هر کدام (با توجه به تعریف فوق) یک مورد کاربری باشند. در زبان مدلسازی UML مورد کاربری را با یک بیضی نمایش می‌دهند که نام مورد کاربری در داخل بیضی (یا زیر آن) نوشته می‌شود. مورد کاربری از یک سناریو (جریان) اصلی تشکیل شده است و می‌تواند حاوی جریان‌های فرعی نیز باشد که نشان‌دهنده سایر روندهایی است که در انجام مورد کاربری اتفاق می‌افتد. کامل بودن موارد کاربری نسبی است و هر چه مورد کاربری دقیق‌تر بیان شود سبب افزایش درک از خواسته‌ها می‌شود. البته باید در نظر داشت که بیان مورد کاربری که از هر نظر کامل باشد، مد نظر نیست و در روند تکراری و افزایشی پروژه به تدریج موارد کاربری کامل می‌شوند.

مفهوم دیگری که مدل موارد کاربری مورد نیاز است مفهوم عامل<sup>۱</sup> می‌باشد. عامل در حقیقت شی خارج از حیطه سیستم است که مستقیماً با آن در ارتباط است. کاربران و کلیه سیستم‌های که با سیستم مورد نظر در ارتباط هستند عامل‌های آن هستند.

مثال: در شکل ۲-۸ چهار عامل دیده می‌شوند: Salesperson، Trading Manager و Trader، Accounting System. در این سیستم احتمالاً افراد زیادی با عنوان Trader وجود دارند اما چون همه یک نقش واحد دارند به ازاء همه یک عامل در نظر گرفته شده است. همچنین هر شخص مطرح در این سیستم می‌تواند نقش‌های متعددی داشته باشد. به عنوان مثال شخصی که است می‌تواند Trader، Salesperson هم باشد یا یک Trading Manager می‌تواند هم باشد. بنابراین در بدست آوردن عامل‌های یک سیستم بهترست به نقش‌های افراد بجای تیترهای شغلی آنها توجه شود.

رابطه موارد کاربری و عوامل m:n می‌باشد یعنی هر عامل می‌تواند اجرا کننده چندین مورد کاربری باشد و هر مورد کاربری هم می‌تواند بواسیله چند عامل اجرا گردد.



شکل ۲-۸- نمونه موارد کاربری

<sup>۱</sup> Actor

با استفاده از مورد کاربری و عامل‌ها که اصلی‌ترین عناصر مدل موارد کاربری هستند می‌توان رفتار سیستم را از دیدگاه کاربران بیان نمود. نمایش این رفتار در مدل موارد کاربری همانطور که در فصل‌های بعدی خواهیم دید، به صورت دقیق‌تر در نمودارهای چون ترتیبی و فعالیت بیان خواهد شد.

در توسعه سیستم با استفاده از مدل موارد کاربری بسته به اندازه سیستم، مجموعه‌ای از مدل‌های موارد کاربری مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. در صورتیکه سیستم کوچک باشد یک مدل مورد کاربری و در سیستم‌های با اندازه بزرگ‌تر بیش از یک مدل مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مجموعه از موارد کاربری، دید موارد کاربری را تشکیل می‌دهند. این دید، یکی از مهمترین دیدهای معماری است که اغلب برای معماران نرم‌افزار مهم و حیاتی است.

از جمله مدل‌های موارد کاربری با اهمیت که در سیستم‌های بزرگ اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرند، مدل مورد کاربری حرفه است. مدل موارد کاربری حرفه از مورد کاربری حرفه و عامل حرفه (عامل کاری) تشکیل شده است. مورد کاربری حرفه ترتیبی از کنش‌هایی است که سازمان انجام می‌دهد و یک نتیجه ارزشمند برای یک عامل کاری در پی دارد و عامل کاری شخص یا سیستمی بیرون از سازمان است که با سازمان تعامل دارد. شکل مورد کاربری حرفه و عامل کاری همانند مورد کاربری و عامل است با این تفاوت که خطی در گوش آن وجود دارد. به عبارت بهتر، مورد کاربری برای نمایش کنش‌های سیستم و مورد کاربری حرفه برای نمایش کنش‌های سازمان است.

### ۳-۸- سازماندهی موارد کاربری

در UML چهار روش ذیل برای سازماندهی موارد کاربری پیشنهاد می‌شوند:

#### ۱) بسته‌بندی<sup>۱</sup>

بسته‌بندی مکانیزمی عمومی است که برای گروه‌بندی عناصر منطقاً مرتبط در گروه‌های بزرگ‌تر پیشنهاد می‌شود. برای نمایش بسته از شکل Package موجود در UML استفاده می‌شود. با این روش مدل‌های موارد کاربری مرتبط در یک بسته قرار می‌گیرند.

#### ۲) رابطه عام/خاص<sup>۲</sup>

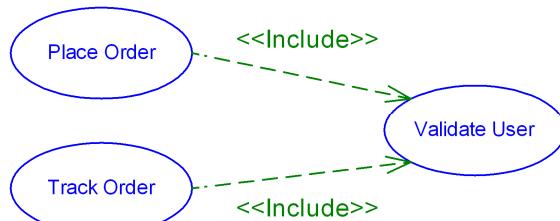
<sup>1</sup> Packaging

<sup>2</sup> Generalization/Specialization

رابطه عام/خاص که رابطه وراثت نیز اطلاق می‌شود، برای بیان ارتباط دو یا چند مورد کاربری یا عامل با یک مورد کاربری یا عامل عمومی تر مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان نمونه مورد کاربری «تائید اعتبار کاربر» می‌تواند با موارد کاربری خاص‌تری نظیر «چک کردن کلمه عبور» یا «بررسی اثر انگشت» انجام شود. برای نمایش رابطه عام/خاص از شکل استفاده می‌شود. عکس این رابطه نیز معنادار است، بدین معنی که یک مورد کاربری یا عامل عمومی تر توسط یک یا چند مورد کاربری یا عامل خاص‌تر ارتباط دارد.

#### ۳) رابطه «دربرداشتن»<sup>۱</sup>

رابطه در برداشتن وقتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که یک مورد کاربری برای انجام وظایف خود از مورد یا موارد کاربری دیگری استفاده می‌کند. شکل ۳-۸ نمونه‌ای از استفاده از رابطه در برداشتن را نشان می‌دهد. موارد کاربری Place Order و Track Order برای انجام عملیات خود نیازمند استفاده از مورد کاربری Validate User هستند.



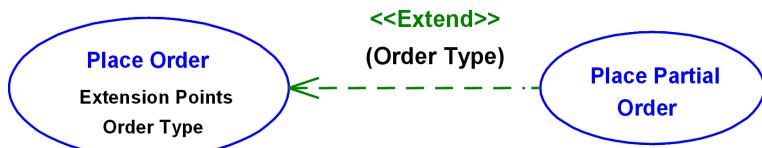
شکل ۳-۸- نمونه استفاده از رابطه در برداشتن

#### ۴) رابطه «گسترش دادن»<sup>۲</sup>

رابطه گسترش دادن وقتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که یک مورد کاربری احتمال دارد از یک مورد کاربری دیگری استفاده نماید. شکل ۴-۸ نمونه‌ای از استفاده از رابطه گسترش دادن را بین دو مورد کاربری نمایش می‌دهد. در این رابطه Place Order در برخی موارد به مورد کاربری Place Partial Order کاربری نمایش می‌یابد. به عبارت بهتر سفارش‌ها می‌توانند Partial Order باشند که در این صورت از مورد گسترش می‌یابد. Place Partial Order استفاده می‌شود.

<sup>1</sup> Include Relationship

<sup>2</sup> Extend Relationship



شکل ۸-۴- نمونه استفاده از رابطه گسترش دادن

کاربردهای رابطه گسترش دادن عبارتند از:

- برای مدلسازی بخش انتخابی مورد کاربری
- برای مدلسازی زیرجریانی از مورد کاربری پایه که تنها در شرایط خاصی به اجرا در می‌آید
- برای مدلسازی جریان فرعی پیچیده
- هنگامیکه در یک جریان فرعی از مورد کاربری، لازم باشد که جریان فرعی دیگر داشته باشیم

#### ۴- ایجاد مدل موارد کاربری

یکی از روش‌های ایجاد مدل موارد کاربری، روش جعبه سیاه<sup>۱</sup> بوده که در آن سیستم مورد نظر بصورت یک جعبه سیاه که به رویدادهای گوناگون که آغاز کننده آنها عوامل بوده عکس العمل نشان می‌دهد، دیده می‌شود. موارد کاربری راه‌های مختلف استفاده از جعبه سیاه بازی رویدادهای مختلف را نمایش می‌دهد. مراحل به کارگیری این روش بشرح ذیل می‌باشد:

##### ۱) صورت مسئله یا هدف سیستم را مشخص نمایید

با استفاده از صورت مسئله، اسناد موجود و فرآوردهای تولید شده (مانند دورنما، فهرست اصطلاحات، درخواست ذینفعان، مدل مورد کاربری حرفه و مدل شی حرفه) هدف سیستم را دوباره در ذهن خود مرور نمایید. در واقع هدف سیستم با جواب دادن به این سوال که "چرا می‌خواهیم سیستم را بسازیم؟" مشخص می‌گردد.<sup>۲</sup>

##### ۲) شناسائی عوامل و سازماندهی آنها

از تعریف مسئله شروع کرده و سوالاتی درباره اینکه چه کسانی (یا سیستم‌هایی) متصدی انجام سرویس‌هایی که سیستم مورد نظر باید فراهم کند، را می‌پرسیم. پاسخ این سوال‌ها منجر به تشخیص

<sup>1</sup> Black-Box Approach

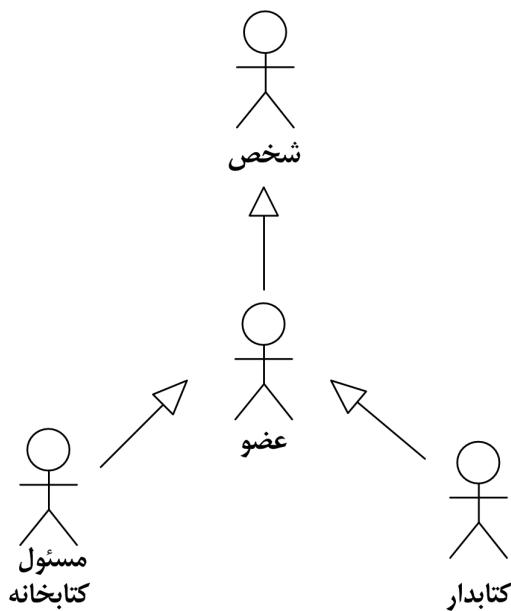
<sup>2</sup> اصطلاحاً به آن Statement of Purpose گویند.

عوامل اولیه سیستم می‌گردد. معمولاً اولین سوال که باید پرسیده گردد آیا مشتری به صورت مستقیم با سیستم در تماس است یا خیر؟ جواب این سوال می‌تواند منجر به یافتن اولین عامل سیستم گردد. با ادامه زنجیر سوال‌ها و متمرکر شدن روی نحوه برآوردن هدف‌های سیستم بقیه عوامل پیدا می‌شوند. سپس کاربران شناسائی شده با توجه به نقشی که در تعامل با سیستم ایفا می‌کنند، گروه‌بندی می‌شوند.

جواب به سوالات ذیل می‌تواند در یافتن عوامل سیستم مفید باشد

- چه نقش‌هایی از عملکرد اصلی سیستم استفاده خواهند کرد؟
- چه نقش‌هایی به پشتیبانی سیستم برای انجام کار خود نیاز دارند؟
- برای چه نقش‌هایی خروجی سیستم جالب یا ارزشمند است؟
- سیستم مورد نظر با چه سخت‌افزارهایی تعامل دارد؟
- سیستم با چه سیستم‌های خارجی (مکانیزه یا غیرمکانیزه) تعامل دارد؟

برای سازماندهی عوامل از رابطه عام/خاص استفاده می‌شود. شکل ۵-۸ نمونه‌ای از استفاده از رابطه عام/خاص را در گروه‌بندی عامل‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۵-۸- نمونه استفاده از رابطه عام/خاص در گروه‌بندی عامل‌ها

### ۳) شناسائی موارد کاربری و دسته‌بندی آنها

برای شناسائی موارد کاربری باید یک نگرش کاربر<sup>۱</sup> به سیستم داشته باشیم و از خودمان پرسیم نحوه ارتباط کاربر با سیستم چگونه خواهد بود و چه سرویس‌هایی مورد انتظار کاربر می‌باشد؟ در شناسایی موارد کاربری باید توجه داشت که مورد کاربری معادل روال یا تابع نیست و باید به نتیجه ارزشمندی از دید کاربر منجر شود و سیستم را از حالت شناخته شده به حالت شناخته شده دیگر منتقل نماید. برای شناسایی موارد کاربری از روی عامل‌های شناسایی شده، به ازای هر عامل سوالات ذیل را

پرسید:

- چه کارهایی باید سیستم انجام دهد تا نیاز این عامل برطرف شود؟
- آیا نیاز است که این عامل از رخدادن پاره‌ای از رویدادها در سیستم اطلاع پیدا نماید؟
- آیا نیاز است که این عامل سیستم را از رخدادن تغییرات ناگهانی یا خارجی خبر کند؟
- آیا سیستم رفتار درستی که مورد انتظار سازمان است را فراهم می‌نماید؟
- آیا همه ویژگی‌های وظیفه‌مندی مطلوب بوسیله موارد کاربری شناسایی شده، برآورده می‌گردد؟
- چه موارد کاربری وظیفه پشتیبانی و نگهداری سیستم را بعده دارد؟
- چه اطلاعاتی در سیستم باید تولید، استفاده یا به روزرسانی شود؟

سوالات مطرح شده منجر به شناسایی اغلب موارد کاربری سیستم خواهند شد، اما برخی از موارد کاربری به علت شرایط خاص گاهًا شناسایی نمی‌شوند. این موارد کاربری عبارتند از:

- ❖ موارد کاربری مربوط به آغاز و خاتمه سیستم
- ❖ موارد کاربری مربوط به نگهداری از سیستم: مانند افزودن کاربران جدید و پیکربندی پروفایل کاربران
- ❖ موارد کاربری مربوط به نگهداری داده‌های سیستم
- ❖ موارد کاربری مربوط به عملکرد مورد نیاز برای اصلاح یا تغییر رفتار سیستم

پس از شناسایی موارد کاربری، برای سازماندهی آنها می‌توانید از روابط «عام/خاص»، «گسترش دادن» و «شامل بودن» استفاده نمایید. در استفاده از هر یک از این روابط باید دقت کافی و مورد نیاز صورت

<sup>1</sup> User-Oriented

پذیرد تا نتیجه دلخواه بدست آید و استفاده اشتباه از این روابط ممکن است منجر به ایجاد سیستمی شود که برخی از عملیات را بدرستی انجام ندهد.

#### ۴) تعیین ارتباط میان عوامل و موارد کاربری

هنگام شناسائی موارد کاربری، بهتر است عواملی که با آنها تعامل دارند را نیز شناسائی نمایید تا مدل به صورت درست ایجاد شود. در هر رابطه، جهت رابطه بوسیله آغاز کننده تعامل معین می‌گردد.

#### ۵) بسته‌بندی عوامل و موارد کاربری مرتبط

با تقسیم مدل موارد کاربری به تعدادی بسته که هر کدام شامل تعدادی عامل و مورد کاربری مربوطه بوده، در کم و نگهداری مدل آسانتر می‌شود

#### ۶) ترسیم نمودار موارد کاربری

پس از شناسایی و دسته‌بندی موارد کاربری و عامل‌ها، نمودار موارد کاربری ترسیم می‌گردد. این نمودار کلیه موارد کاربری و عوامل را نشان می‌دهد.

#### ۷) تشریح موارد کاربری

هر مورد کاربری می‌بایست به گونه‌ای تشریح گردد تا توسعه‌دهنده‌گان بتوانند آن را پیاده‌سازی نمایند. عمدت‌ترین مواردی که در تشریح موارد کاربری ذکر می‌گردند عبارتند از:

- نام مورد کاربری: یک نام منحصر به فرد است.
- توصیف مختصر: یک توصیف فشرده از هدف و نقش مورد کاربری است
- جریان رخدادها: توصیفی از آنچه سیستم برای اجرای مورد کاربری باید انجام دهد
- نیازمندی‌های ویژه: این بخش به نیازهای غیروظیفه‌مندی که مختص این مورد کاربری بوده اشاره می‌کند
- پیش شرط‌ها<sup>۱</sup>: حالتی که سیستم باید دارای آن باشد تا بتوان این مورد کاربری را اجرا نمود
- پس شرط‌ها<sup>۲</sup>: فهرستی از حالت‌هایی که سیستم پس از اجرای این مورد کاربری دارای یکی از آنها خواهد بود
- نقاط گسترش: فهرستی از محل‌هایی در جریان مورد کاربری که در آنها رفتار اصلی این مورد کاربری بوسیله یک رفتار اضافی گسترش خواهد یافت

<sup>1</sup> Pre-Conditions

<sup>2</sup> Post-Conditions

## ۸) ارزیابی مدل

پس از تشریح موارد کاربری و ایجاد مدل موارد کاربری باید مدل مورد آزمایش قرار گیرد تا مشخص شود همه مشخصات مورد نظر را در بردارد. ارزیابی مدل موارد کاربری می‌تواند به صورت انتخابی یا با استفاده از مجموعه‌ای از مواردی که مورد کاربری می‌باشد حمایت کند، انجام می‌پذیرد.

### ۸-۵- مثال تعمیر گاه

با یک مثال تفصیلی نحوه اعمال گام‌های ذکر شده قبلی را بیان خواهد شد.

#### - صورت مسئله

"هدف سیستم فراهم نمودن مدیریت کارا برای همه جنبه‌های چرخه سرویس‌هی و تعمیر از تعریف کارهای<sup>۱</sup> مورد نیاز مشتریان گرفته تا خاتمه کارها می‌باشد" سیستم باید تسهیلات زیر را ارائه نماید:

- رزرو کارها (شامل سرویس و تعمیر)
- شناسائی قطعات یدکی مورد نیاز و درخواست آنها
- زمانبندی کارها
- ثبت جزئیات کارهای انجام شده
- مسائل مربوط به اتمام یک کار: مانند تحویل ماشین و محاسبه هزینه کار

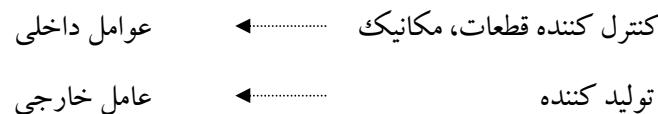
اینجا کارها بر دو نوعی: معمولی و اولویت دار

استثناهای: سرویس‌دهی به ماشین‌های صنعتی یا بسیار سنگین."

- شناسائی عوامل: اینجا مفهوم مشتری داریم که از سیستم انتظار سرویس دارد پس اولین عامل همان مشتری خواهد بود(عامل خارجی) حال این سوال را می‌پرسیم "ارتباط مشتری با سیستم چگونه است؟ مستقیم یا غیر مستقیم؟" هنگامیکه وارد جزئیات عمل سیستم می‌شویم در می‌یابیم که مشتری به "مسئول پذیرش مشتریان" کار مورد نظر خود را بیان کرده که این مسئول با استفاده از امکاناتی که سیستم در اختیار او گذاشته شده مانند(فرم‌های ثبت کارهای مطلوب،...) درخواست مشتری را یاداشت می‌نماید. بنابراین می‌توان گفت که عامل دوم همان مسئول پذیرش مشتریان می‌باشد. در ادامه این سناریو می‌بینیم که کنترل کننده قطعات درخواست مشتری را بررسی نموده و مشخص

<sup>۱</sup> اینجا مقصود از کارها همان Customer Jobs که شامل سرویس‌دهی و تعمیر می‌باشد.

می‌نماید آیا به قطعات یدکی نیاز است یا خیر؟ در صورت نیاز و عدم وجود قطعات در تعمیرگاه درخواست خرید را صادر نموده و به تولیدکننده می‌فرستد. بعد از تهیه قطعات مورد نیاز با توجه به زمانبندی کارها در تعمیرگاه روزی برای تعمیر ماشین معین می‌گردد(بوسیله مکانیک) بالاخره ماشین در روز مشخص تعمیر شده و پس از ثبت جزئیات کارهای انجام شده، اطمینان از رضایت مشتری و دریافت مزد به مشتری تحويل می‌گردد. در این سناریو عوامل زیر قابل شناسائی می‌باشند:



در جدول ۱-۸ عواملی که با سیستم در ارتباط مسقیم هستند لیست شده‌اند.

#### جدول ۱-۸ - فهرست عامل‌های تعمیرگاه

عامل	شرح
مسئول پذیرش مشتریان	مسئول ارتباط با مشتریان و شناسائی نیازهای آنها
کنترل کننده قطعات	مسئول نگهداری و تهیه قطعات یدکی مورد نیاز و پیش‌بینی نیازهای مشتریان
مکانیک	مسئول زمانبندی کارها و اطمینان از درستی انجام آنها

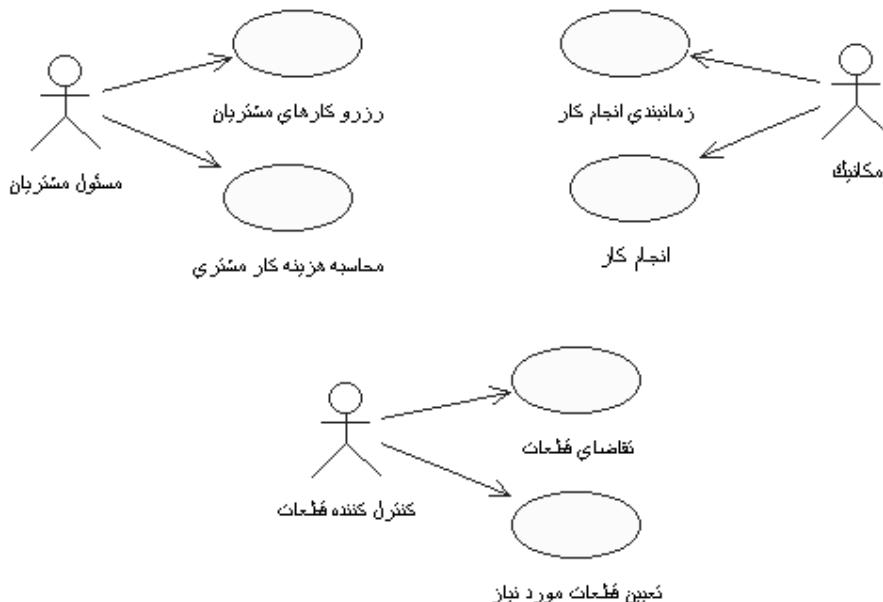
- شناسائی موارد کاربری: با توجه به سناریوی ذکر شده می‌توان موارد کاربری زیر را نام برد.

#### جدول ۲-۸ - فهرست موارد کاربری تعمیرگاه

عامل	رویداد محرك	مورد کاربری
مسئول پذیرش مشتریان	درخواست مشتری	ثبت کار مورد نیاز مشتری
کنترل کننده قطعات	فرارسانیدن زمان بررسی نیازهای مشتریان	تعیین قطعات مورد نیاز
کنترل کننده قطعات	عدم وجود قطعات لازم در تعمیرگاه	درخواست قطعات
سرمکانیک	فرارسانیدن زمانبندی کارها	زمانبندی کارها
سرمکانیک	فرارسانیدن زمان انجام کار	مدیریت کار از ابتدا تا خاتمه، اطمینان از درستی انجام آن و ثبت جزئیات کار انجام شده
اطمینان از رضایت مشتری، دریافت مزد کار و تحويل	رسیدن مشتری برای تحويل	

عامل	رویداد محرك	مورد کاربری
	ماشین	ماشین به مشتری

- ایجاد نمودار موارد کاربری: با توجه به آنچه بیان شد، نمودار در شکل ۶-۸ رسم شده است.



شکل ۶-۸- نمودار موارد کاربری مثال تعمیرگاه

- شرح موارد کاربری: بعنوان مثال مورد کاربری "رزرو کارهای مشتریان" را شرح می نماییم:

نام مورد کاربری	ردیف
هدف مورد کاربری	رزرو کارهای مشتریان
گام‌های مورد کاربری	تعیین کار مناسب که نیازهای مشتریان را به نحو احسن برآورد کند
	۱- بدست آوردن جزئیات خودرو و مشتری: ۱-۱ برای مشتریان فعلی جزئیات مربوط به آنها استخراج کنید. ۲-۱ برای مشتریان جدید مشخصات مورد نیاز(مانند: نام، آدرس، شماره خودرو، مدل آن، و سال ساخت) را ثبت نمایید. ۲- اگر کار مورد نیاز سرویس باشد، سرویس‌های مناسب مدل خودرو را پیدا کنید. ۳- اگر کار مورد نیاز تعمیر باشد، هزینه آنرا پیش بینی نمایید. ۴- بر زمان و ساعت کار با مشتری به توافق برسید. ۵- مشخصات ذکر شده بعد از تایید مشتری-را ثبت نمایید.

## ۶-۸- مشکلات مدل‌سازی موارد کاربری

در استفاده از مدل‌سازی موارد کاربری سه مورد مهم را باید در نظر داشت که عبارتند از:

- ❖ تها با مدل‌سازی از طریق موارد کاربری نمی‌توان همه جنبه‌های سیستم را مدل کرد. به عنوان نمونه نمی‌توان الگوریتم‌ها را از طریق موارد کاربری نمایش داد. در این مورد باید این گونه موارد را در ادامه مدل‌سازی و با ابزارهای مراحل تحلیل و طراحی نمایش داد.
- ❖ روی هم افتادگی در موارد کاربری بوجود می‌آید. در این مورد از پیش‌شرط‌ها و شرایط بعد از وقوع به منظور دقیق‌تر نمودن محدوده استفاده کنید.
- ❖ تشخیص اینکه چه موقع کار پایان یافته است. برای تشخیص این موضوع از قاعده ۲۰-۸۰ استفاده کنید. بدین معنی که به‌دنبال یافتن موارد کاربری و عامل‌ها به صورت کامل و جامع نباشد.

## ۷-۸- تفاوت مدل‌سازی مورد کاربری و تحلیل سیستم

مدل‌سازی موارد کاربری به تحلیل سیستم کمک می‌کند و سبب می‌شود تا تحلیل سیستم جامع‌تر و دقیق‌تر انجام شود. هر دو این فعالیت‌ها به منظور شناخت انجام می‌پذیرد و البته تفاوت‌هایی نیز با یکدیگر دارند که عبارتند از:

- از موارد کاربری برای تعیین نیازها استفاده می‌شود (در مرحله نیازمندی‌ها قبل از مرحله تحلیل)
- موارد کاربری به زبان قابل فهم برای مشتریان تهیه می‌شود ولی تحلیل برای تولید کننده سیستم نوشته می‌شود.
- در موارد کاربری، سیستم را از دید خدمات بیرونی نگاه می‌کنیم ولی در تحلیل از دید امکانات داخلی به سیستم نظر می‌کنیم.

## ۹- مدلسازی کلاس‌ها<sup>۱</sup>

در فصل ۳ و ۴، مفاهیم مرتبط به کلاس بعنوان جزء اصلی همه متدولوژی‌ها شی گرایان گردید. در این فصل به نحوه نمایش کلاس و گام‌های لازم برای رسم نمودار کلاس پرداخته خواهد شد. در واقع، مدلسازی کلاس‌ها در ادامه کار مدلسازی موارد کاربری و برای تکمیل مدل‌های تحلیل و طراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۱-۱- منابع اصلی تشخیص کلاس‌ها

قبل از اینکه مدلسازی کلاس‌ها بیان شود، بهتر است نکاتی در مورد شناسایی کلاس‌ها و اینکه کلاس‌ها از کجا و در چه مرحله‌ای شناسایی می‌شوند، مطرح شود. شناسایی کلاس‌ها از اولین مراحل پروژه شروع می‌شود از زمانی که مسئله بیان می‌شود. در واقع، در زمانی که مسئله‌ای برای توسعه نرم‌افزار مطرح می‌شود، کلاس‌های اولیه با روش‌هایی که قبل‌بیان شدند، شناسایی می‌شوند و در ادامه کار این کلاس‌ها بهبود می‌یابند. بطور کلی می‌توان از منبع اصلی کلاس‌ها را تشخیص داد: فضای مسئله و فضای راه حل. این دو نوع متفاوت کلاس را در اختیار قرار می‌دهند که به ترتیب کلاس‌های تحلیل و کلاس‌های طراحی هستند.

با توصیفاتی که از فضای مسئله وجود دارد می‌توان کلاس‌های تحلیل یا مدل تحلیل کلاس‌ها را ارائه نمود. این کلاس‌ها در ادامه بهینه شده و در مدلسازی طراحی کلاس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. فضای راه حلی که برای توسعه نرم‌افزار ارائه می‌شود سبب می‌شود که مدل طراحی کلاس‌ها ایجاد شود. ناگفته نماید که فضای راه حل از فضای مسئله تاثیر می‌پذیرد، بنابراین کلاس‌های طراحی از کلاس‌های تحلیل تاثیر می‌پذیریند.

کلاس‌های تحلیل و طراحی با توجه به تکرارهایی که در پروژه وجود دارند، کامل می‌شوند و همانطور که برای مدلسازی موارد کاربری ذکر گردید، بدنبال ایجاد کلاس‌های تحلیل یا طراحی جامع و کامل نباید بود و بهتر است با قاعده ۲۰-۸۰ کلاس‌های تحلیل و طراحی مناسب پروژه انتخاب شوند و کار توسعه نرم‌افزار ادامه پیدا کند.

<sup>1</sup> Class Modeling

## ۲-۹- ایجاد نمودار کلاس

برای رسم نمودار کلاس‌ها، مراحل زیر باید طی شوند.

(۱) **شناسائی کلاس‌ها:** برای شناسایی کلاس‌ها می‌توان از روش‌های زیر استفاده نمود:

❖ استفاده از کارت‌های CRC

❖ صورت مسئله و نیازهای وظیفه مندی<sup>۱</sup> تحلیل می‌کنیم: نام‌ها، کلاس‌ها یا صفات کاندید و فعل‌ها، اعمال یا ارتباط‌ها کاندید به حساب می‌آیند. این روش باید بدقت-وبا توجه به مفهوم کلاس و عدم اکتفا به تحلیل صرف واژه‌ها-بکاربرد و الیستی طولانی از کلاس‌های بی‌معنی خواهیم داشت.

❖ مراجعه به شرح موارد کاربری و تطبیق روش قبلی.

(۲) **ترسیم برداشت اولیه از نمودار کلاس:** در اینجا کلاس‌های کلیدی و روابط اساسی را مشخص نموده و از بقیه جزئیات صرف نظر می‌نماییم.

(۳) **تمکیل جزئیات کلاس‌ها:** در این مرحله جزئیات مورد نیاز برای هر کلاس از جمله صفات و اعمال هر کلاس به هر کلاس افزوده می‌شود.

(۴) **تمکیل و توسعه نمودار کلاس‌ها:** نمودار کلاس با استفاده از جزئیاتی که به هر کلاس افروزده شده است تمکیل می‌شود.

دو نکته مهم در ایجاد نمودار کلاس می‌بایست مد نظر قرار گیرند:

❖ استفاده از الگوهای معروف برای آسانی طراحی و بهره برداری از استفاده مجدد.  
❖ معمولاً، تا این مرحله نمودار پیچیده‌ای پدید خواهد آمد که با اعمال مفهوم روابط تجمعی، وراثت، وابستگی می‌توان از پیچیدگی آن کاهش نمود.

در قسمت‌های بعدی (نحوه ایجاد مدل تحلیل) مدلسازی کلاس بیشتر تشریح خواهد شد.

---

<sup>۱</sup>Functional Requirement

### ۳-۹- مدلسازی کلاس‌ها در RUP

مدلسازی کلاس‌ها در RUP با مدلسازی موارد کاربری شروع می‌شود. مدل موارد کاربری همانند صورت مسئله کلاس‌های تحلیل را مشخص می‌کنند. با استفاده از توصیفاتی که برای موارد کاربری وجود دارد از جمله Use-case Description و Supplementary Specifications کلاس‌های اولیه تحلیل شناسایی می‌شوند. در مرحله طراحی با استفاده از مستند معماری و مدل‌های تحلیل، کلاس‌های طراحی ایجاد می‌شوند.

در تحلیل سیستم برای هر کلاس موارد زیر تعیین می‌شود:

- ❖ رفتار
- ❖ ساختار سیستم
- ❖ نیازهای وظیفه‌مندی
- ❖ یک مدل کوچک

در طراحی سیستم برای هر کلاس موارد زیر تعیین می‌شود:

- ❖ عملیات و صفات کلاس
- ❖ کارایی
- ❖ سطح جزئیات نزدیک به کد واقعی
- ❖ نیازهای غیر وظیفه‌مندی
- ❖ یک مدل بزرگ

### ۴-۹- مدل تحلیل

یکی از مشکلات اصلی تولید سیستم‌های نرم‌افزاری انتقال از مرحله جمع‌آوری نیازمندی‌ها به مرحله طراحی است. در واقع پاسخ به این سوال که «چگونه می‌توان موارد کاربری را بعنوان نمایش‌دهنده نیازهای وظیفه‌مندی به کلاس‌ها بعنوان پیاده‌کننده رفتار این موارد کاربری، تبدیل کرد؟» می‌تواند با مدل تحلیل کلاس‌ها انجام پذیرد. این مدل ابزاری برای ارتباط مدل تحلیل و طراحی است.

برای یکپارچگی مدل‌سازی کلاس‌ها در تحلیل از سه نوع کلاس در RUP استفاده می‌شود که عبارتند

از:

- ❖ کلاس‌های مرزی
- ❖ کلاس‌های کنترلی
- ❖ کلاس‌های موجودیتی

برای استفاده از مدل موارد کاربری برای مدل تحلیل کلاس‌ها می‌بایست ابتدا موارد کاربری را عینیت بخشدید. پس از عینیت بخشدیدن به موارد کاربری مجموعه‌ای از کلاس‌های تحلیل اولیه ایجاد می‌شوند که می‌توانند در گام‌های بعدی مورد استفاده قرار بگیرند. به طور خلاصه می‌توان نحوه ایجاد مدل تحلیل را بدین صورت بیان نمود:

- ۱) ایجاد فراورده عینیت بخشدیدن به موارد کاربری
- ۲) تکمیل تشریح موارد کاربری
- ❖ به ازای هر مورد کاربری ایجاد شده، گام‌های ذیل را انجام دهید
- ۳) کلاس‌های تحلیلی را شناسائی نماید
- ۴) رفتار مورد کاربری را روی کلاس‌های تحلیلی بدست آمده توزیع کنید
- ❖ به ازای هر کلاس تحلیلی شناسائی شده، گام‌های ذیل را انجام دهید
- ۵) وظایف یک کلاس تحلیلی را تشریح نماید
- ۶) صفات یک کلاس و روابط آن با بقیه کلاس‌ها را شناسائی و تشریح نماید

## ۹-۵- مدل طراحی

مدل طراحی در راستای ایجاد مدل کلاس‌ها ایجاد می‌شود. مدل طراحی از روی مدل تحلیل بوسیله اعمال موارد زیر بدست می‌آید:

- ❖ ویژگیهای لازم برای پیاده‌سازی رفتار مطلوب سیستم
- مانند ماندگاری اشیاء، همزمانی، رسیدگی به خطاهای مدیریت تراکنش‌ها
- ❖ محدودیت‌های پیاده‌سازی
- استفاده از یک زبان برنامه‌نویسی مشخص
- ❖ نیازهای غیر وظیفه‌مندی
- مانند قابلیت اعتماد، زمان پاسخ، کارایی، سرعت سیستم

برای ایجاد مدل طراحی مجموعه‌ای از گام‌ها انجام شوند:

- (۱) کلاس‌های طراحی اولیه را ایجاد کنید
  - طراحی کلاس‌های مرزی
  - طراحی کلاس‌های موجودیتی
  - طراحی کلاس‌های کنترلی
- (۲) کلاس‌های ماندگار را شناسائی نماید
- (۳) مکانیزم دستیابی به هر کلاس را تعیین نماید
- (۴) عملیات هر کلاس را مشخص نماید
- (۵) حالت کلاس را مشخص نماید
- (۶) وابستگی‌ها را مشخص نماید
- (۷) روابط انجمنی و تجمعی را مشخص نماید
- (۸) رابطه عام/خاص را بدست آورید
- (۹) تداخل‌های احتمالی بین موارد کاربری را برطرف کنید
- (۱۰) نیازهای غیر وظیفه‌مندی را اعمال کنید
- (۱۱) نتایج بدست آمده را ارزیابی نماید

همانطور که در گام‌ها نیز مشخص است و قبل از نیز بیان گردد مدل‌سازی کلاس و استفاده از مفهوم کلاس به عنوان یکی از اصلی‌ترین مفاهیم مدل‌سازی در RUP است. کلاس‌های طراحی پس از کلاس‌های تحلیل (که از عینیت بخشیدن به موارد کاربری ایجاد می‌شوند) حاصل می‌شوند.

## ۶-۹- مدل داده‌ای

پس از ایجاد مدل طراحی نیاز است تا ساختار داده‌ها به صورت منطقی و فیزیکی مشخص شود. مدل داده‌ای این امکان را می‌دهد که ساختار داده‌هایی که نرم‌افزار می‌بایست ذخیره نماید، مشخص شود. به عبارت بeter، هدف مدل داده‌ای توصیف ساختار منطقی و فیزیکی داده‌های ماندگار است و هنگامی به این مدل نیاز است که نتوان ساختار داده‌ای ماندگار (ساختار داده‌ای لازم برای ذخیره کلاس ماندگار) را از ساختار کلاس ماندگار به صورت خودکار یا اتوماتیک تعیین نمود.

## ۷-۹- مثال تعمیرگاه

برای درک بهتر مدل طراحی و ایجاد مدل کلاس‌ها مثال تعمیرگاه که در فصل قبل توصیف گردید، ارائه می‌شود.

۱) شناسائی کلاس‌ها از شرح موارد کاربری بدست آمده در فصل قبل استفاده کرده و روش تحلیل

گرامری را در مورد آن اعمال می‌نماییم:

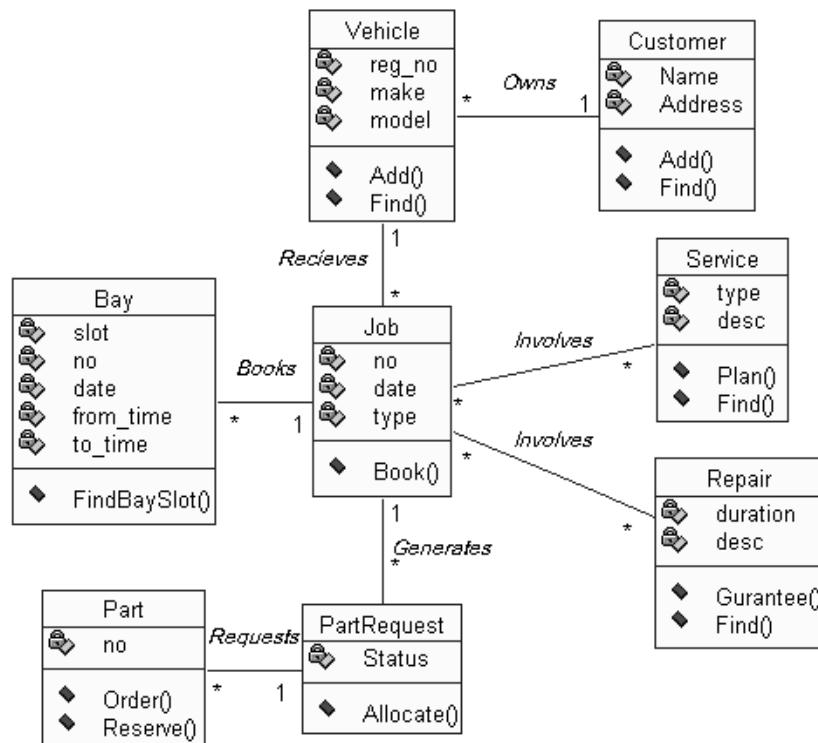
- شناسائی نامها: همانطوریکه بیان شد نامهایی که در دامنه مسئله مفهوم کلیدی داشته و ویژگی‌های ذکر شده در تعریف کلاس و شی را در بردارند، پیدا می‌نماییم
  - مشتری، خودرو، سرویس، تعمیر، کار.
  - نام و آدرس از صفات مشتری محسوب می‌شوند.
  - شماره ماشین و مدل آن از صفات ماشین محسوب می‌گردند. نوع سرویس(معمولی یا با اولویت) صفت سرویس محسوب می‌شود.
- چون نباید به تحلیل گرامری اکتفاد نمود می‌توان روابط زیر را اضافه کرد:
  - ماشین یک مالک دارد و آن مشتری است.
  - "کار" در رابطه با ماشین انجام می‌گیرد.
  - یک کار شامل سرویس، تعمیر یا هر دو می‌باشد.
- شناسائی فعل‌ها: اینجا باید اعمال مهم و اینکه هر عمل به کدام کلاس مربوط است را پیدا کنیم. این اعمال و کلاس‌های آنها در جدول ۱-۹ زیر قید شده‌اند.

### جدول ۱-۹- فهرست کلاس‌های کاندیدا مثال تعمیرگاه

کلاس(های) کاندیدا	عمل
مشتری، خودرو	پیدا کردن مشتری
مشتری	اضافه مشتری
سرویس	پیدا کردن سرویس‌ها
تعمیر	پیدا کردن تعمیرها
کار	رزرو کار

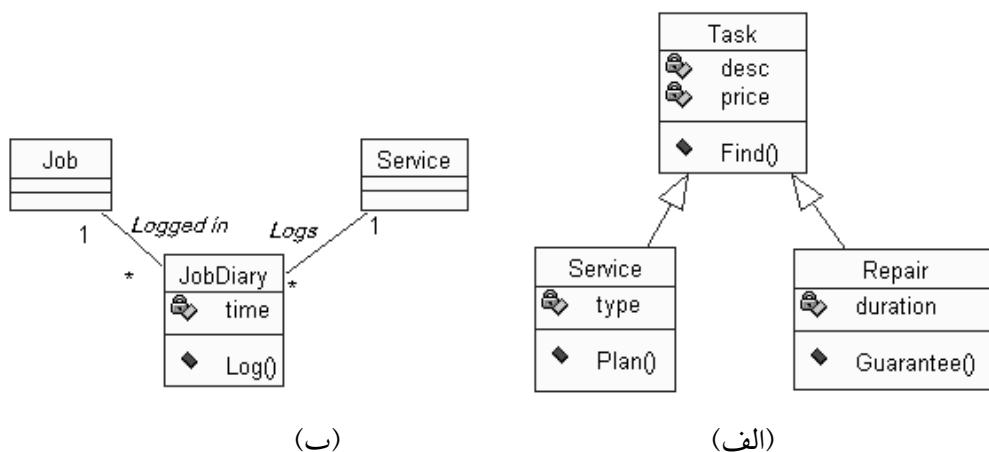
۲) ترسیم برداشت اولیه از نمودار کلاس

۳) تکمیل نمودار و افزودن صفات و اعمال مهم (شکل ۱-۹)



شکل ۱-۹- نمودار کلاس‌های مثال تعمیرگاه

۴) اعمال مفاهیم روابط تجمعی، وراثت و وابستگی (شکل ۲-۹)



(ب)

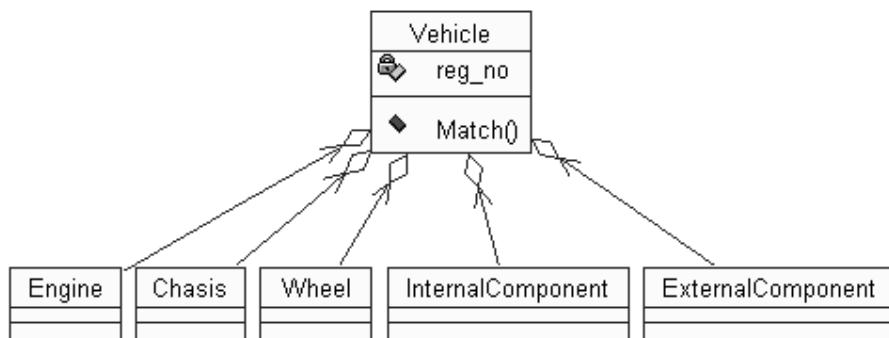
(الف)

شکل ۲-۹- اعمال رابطه وراثت و رابطه وابستگی به نمودار کلاس‌ها

در شکل ۲-۹-الف از مفهوم وراثت استفاده شده است. چون هر دو کلاس Service و Repair صفات و اعمال مشترک<sup>۱</sup> و متفاوتی دارند پس می‌توان یک Superclass Task معرفی نمود که صفات و اعمال مشترک آنها را دربرگیرد.

مواردی وجود دارد که در آن می‌توان برای رابطه وابستگی صفت‌هایی یا اعمالی درنظر گرفت. در این موارد این رابطه به صورت کلاس مدلسازی می‌گردد. برای مثال شکل ۲-۹-ب را در نظر بگیرید: در این شکل رابطه بین Job و Service رابطه چند به چند است. حال اگر بخواهیم زمان خاتمه یک سرویس متعلق به یک کار را ثبت نماییم، چکار باید کرد؟ یکی از راه‌ها این است که این زمان بعنوان صفتی برای یک کلاس سوم (JobDiary) در نظر می‌گیریم. این کلاس وابستگی بین دو کلاس اصلی را نمایش داده و با هر کدام رابطه یک به چند دارد.

شکل ۳-۹ در از رابطه تجمعی استفاده شده است. چنانکه می‌دانیم یک خودرو از اجزائی مانند موتور، شاسی<sup>۲</sup>، چرخ‌ها و غیره تشکیل می‌گردد.



شکل ۳-۹- اعمال رابطه تجمعی به نمودار کلاس‌ها

<sup>۱</sup> صفات مشترک مانند توصیف(Description) و قیمت اولیه(Price) و اعمال مشترک مانند(Find)

<sup>2</sup> Chasis

## ۱۰- مدلسازی تعامل و رفتار<sup>۱</sup>

همانطوریکه بیان کردیم می‌توان یک سیستم نرم‌افزاری از چند زاویه بررسی نمود. یک زاویه همان تمرکز بر ساختار و روابط حاکم بین اجزاء سیستم است. نمودار کلاس سیستم را از این زاویه مدلسازی می‌نماید. در واقع نمودار کلاس ساختار ایستای سیستم را توصیف می‌نماید. اما آیا این کافی است؟ مسلماً خیر! زیرا یک سیستم علاوه بر ساختار ایستای آن یک رفتار پویا-مبتنی بر ساختار ایستا-دارد که بیان کننده نحوه و ترتیب ارتباط اجزای مختلف سیستم با یکدیگر می‌باشد. یک خودرو از موتور، چرخ‌ها، شاسی و ... تشکیل می‌شود (ساختار ایستا) همچنین برای اینکه خودرو حرکت کند این اجزاء با ترتیب خاصی همکاری می‌کنند. رفتار پویا بوسیله مجموعه نمودارهای تعامل و حالت نمایش داده می‌شود.

در مدلسازی تعامل، همکاری گروهی از اشیاء در انجام یک عمل معین نشان داده می‌گردد. بطور کلی منظور از یک عمل معین، مورد کاربری می‌باشد و هر نمودار تعامل رفتار یک مورد کاربری را با توجه به اشیاء دخیل در آن و ارتباطات ما بین این اشیاء نشان می‌دهد. نمودار تعامل بر دو نوع است: یکی نمودار ترتیبی و دیگری نمودار همکاری که هر یک توضیح داده خواهد شد.

مدلسازی حالت روی ویژگی‌های بیرونی اشیاء و روابط آنها است. مفهوم کلاس جنبه ایستای یک موجودیت را دربر می‌گیرد در حالیکه مفهوم حالت روی رفتار آن موجودیت تمرکز می‌یابد. در حقیقت می‌توان اشیاء را به صورت ماشین‌های متناهی<sup>۲</sup> که در هر آن در یک حالت بخصوص بسر می‌برند، تصور کرد. تعداد این حالت‌ها متناهی می‌باشد. بنابراین برای هر شی یک نمودار حالت کشیده می‌شود که بیانگر تمام وضعیت‌هایی را که آن شی می‌تواند بر اثر بروز رخدادهای مختلف به خود بگیرد. برای مثال شی کتاب را در نظر بگیرید اگر به کتاب بعنوان یک FSM نگاه کنیم در می‌یابیم که کتاب حالت‌های گوناگونی دارد: حالت اولیه: وجود کتاب در کتابخانه، حال این کتاب می‌تواند-بعنوان مثال- حالت‌های "امانت داده شده" یا "گم شده" را بخود بگیرد. به رفتار یک شی در زمانهای متفاوت در یک سیستم چرخه حیات شی<sup>۳</sup> در آن سیستم گفته می‌شود.

<sup>1</sup> Interaction and Collaboration Modeling

<sup>2</sup> Finite State Machines (FSM)

<sup>3</sup> Object Life Cycle

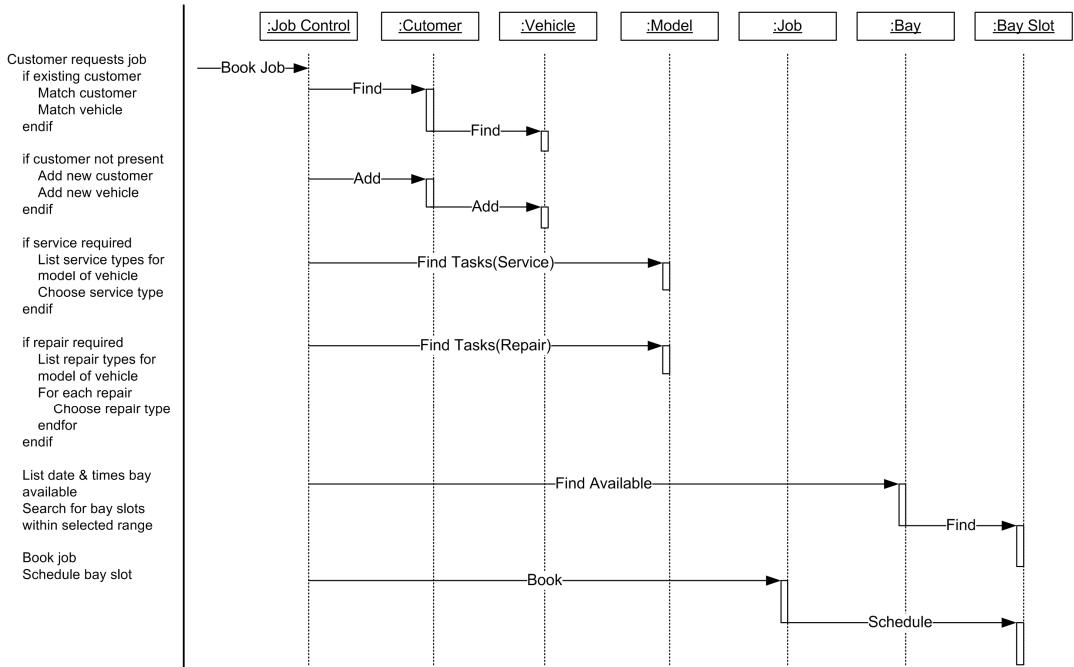
## ۱-۱- نمودار ترتیبی

نمودار ترتیبی معمولاً در بیان مراحل اجرای یک مورد کاربری استفاده می‌گردد. در این نمودار اشیاء به صورت جعبه‌هایی در بالای خطوط منقطع عمودی نمایش داده می‌شود. به هر یک از این خطوط عمودی، خط عمر آن شی گفته می‌شود. این اشیاء می‌توانند مجرد (بدون نام) باشند که نشانگر یک نمونه از یک کلاس است و به صورت `ClassName`::`Name` نامگذاری می‌شوند. همچنین اشیاء می‌توانند نشان دهنده نمونه واقعی باشند و به صورت `ClassName::ActualInstance` نامگذاری می‌شوند. پیامی که از یک شی به دیگری فرستاده می‌شود توسط خط جهت داری در میان خطوط عمر دو شی کشیده می‌شود. هر پیام نشان دهنده درخواست اجرای یک عمل یا اعلام رخ دادن یک رویداد بوده و می‌تواند شامل مجموعه‌ای از پارامترها و اطلاعات کنترلی باشد. دو بخش از اطلاعات کنترلی روی پیامها حائز اهمیتند. بخش اول یک شرط است که فقط در صورت تحقق پیام فرستاده می‌شود (بین دو علامت [ ] نوشته می‌شود). بخش دوم علامت تکرار که با \* نمایش داده می‌شود و معنای آن ارسال این پیام به چندین شی گیرنده می‌باشد.

برای نمایش بازگشت پیام از فلشی در جهت مخالف استفاده می‌گردد (→←). این فلش معنی بازگشت یک پیام است و بهتر است موقعی که بازگشت از یک پیام مفهوم خاصی را منتقل نمی‌کند این فلش نمایش داده نشود. در سمت چپ نمودار تعامل اشیاء می‌توان به صورت اختیاری-شرحی با فرم ساخت یافته برای مورد کاربری مورد نظر را نوشت. هدف این شرح تسهیل درک نمودار تعامل اشیاء می‌باشد. نمودارهای ترتیبی بسیار ساده و براحتی قابل درک می‌باشند و بعلاوه این نمودارها قابلیت نمایش فرآیندهای همزمان را دارند. برای درک بهتر، مثالی از یک نمودار ترتیبی تعمیرگاه ارائه می‌شود.

## ۱-۲- نمودار تعامل مثال تعمیرگاه

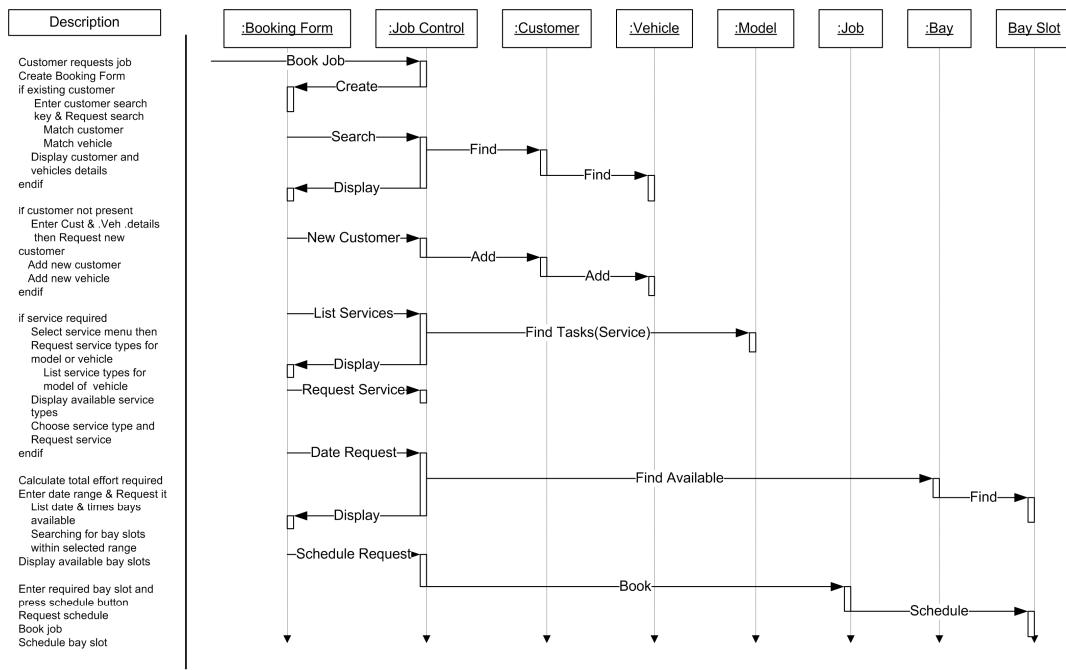
ترسیم نمودار تعامل اشیاء برای مورد کاری "ثبت کار استاندارد برای مشتری". برای ترسیم نمودار تعامل اشیاء، نخست شرح مورد کاربری مورد نظر را بررسی کرده سپس با مراجعت به نمودار کلاس اشیاء مهم را انتخاب می‌نماییم. نمونه اولیه این نمودار در شکل ۱-۱۰ نمایش داده شده است.



شکل ۱-۱۰- نمودار اولیه تعامل اشیاء برای مورد کاربری "ثبت کار استاندارد برای مشتری"

همانطوریکه در شکل ۱-۱۰ ملاحظه می کنید یک شی جدید-که در نمودار کلاس وجود نداشته-بنام Job Control اضافه گردیده است. هدف از اضافه این شی جدا نمودن اشیاء کاری از تغیرات در واسط کاربر می باشد. بدین صورت سطح استفاده مجدد بالا خواهد رفت. در واقع اضافه این شی نمونه ای از مواردی که در آن برای طراحی بهتر سیستم یک سری کلاس های کمکی به آن اضافه می نماییم. با رسیدن پیام Book Job شی Job Control فعال شده و کنترل بقیه اشیاء را بعهده می گیرد. در این شکل واسط کاربر نادیده گرفته شده است. برای اضافه آن باید شی Booking Form اضافه گردد. شکل ۲-۱۰ افزوده شدن واسط کاربر را در نمودار ترتیبی نشان می دهد.

در شکل ۲-۱۰ بر اثر درخواست ثبت کار مشتری پیام Book Job به شی Job Control فرستاده شده که به دنبال آن این شی پیام Create Booking Form به شی Booking Form می فرستد و بدین صورت اجرای مورد کاربری آغاز می شود.

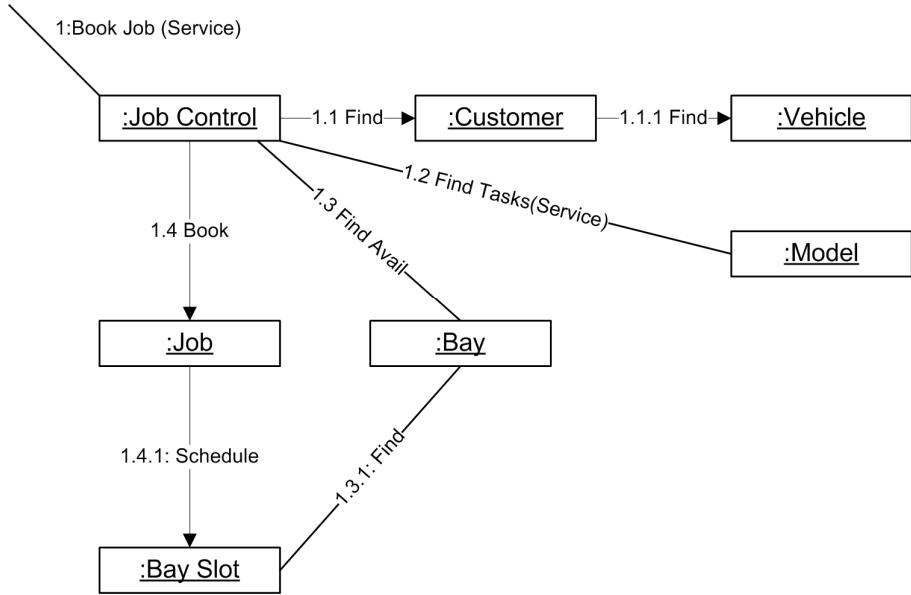


شکل ۲-۱۰- نمودار تفاصیل مورد کاربری "ثبت کار استاندارد مشتری" با واسط کاربر

### ۱-۳- نمودار همکاری

در این نمودار نیز اشیاء در مستطیل‌ها نمایش داده می‌شوند و فلش‌ها نیز نشان‌دهنده پیام‌های رد و بدل شده بین اشیاء هستند. اما در این نمودارها ترتیب انجام کار با شماره‌بندی پیام‌ها دنبال می‌گردد و شماره بندی بگونه‌ای انجام می‌گردد که هر شماره نشان می‌دهد این عمل از کجا آغاز شده است. در شکل ۳-۱۰ مثالی از یک نمودار همکاری دیده می‌شود.

به طور خلاصه می‌توان گفت که از نمودار تعامل در نمایش رفتار اشیاء مختلف در درون یک مورد کاربری استفاده می‌شود. این نمودار همکاری و ارتباط بین اشیاء را بخوبی به تصویر می‌کشد اما وارد جزئیات رفتار اشیاء نمی‌گردد. برای نمایش جزئیات رفتار یک شی در یک مورد کاری باید از مدل‌سازی حالت استفاده شود. از آنجا که نمودار همکاری نشان‌دهنده نحوه سازماندهی اشیاء می‌باشد، زمینه لازم برای اتخاذ برخی از تصمیمات در رابطه با این سازماندهی فراهم می‌گردد.



شکل ۳-۱۰- نمونه‌ای از یک نمودار همکاری

## ۴-۱۰- نمودار حالت

هدف از این نمودار، طراحی حالت رفتاری اشیاء است. حالت‌هایی که یک شی در زمان‌های مختلف دارد و ارتباط این حالت‌ها در این نمودار نمایش داده می‌شود. در واقع، این نمودار چرخه زندگی یک شی را نشان می‌دهد. نمودار حالت اغلب برای سه نوع شی مورد استفاده قرار می‌گیرد: (الف) اشیایی که حساس به تاریخچه خود هستند ب) اشیایی که دارای پیچیدگی رفتاری هستند و به سادگی قابل درک نیستند. ج) اشیایی که کنترل کننده اشیاء دیگر و باید به سیگنال‌های خارجی پاسخ گویند.

قبل از بیان تکنیک‌های مدلسازی حالت به بیان مفاهیم کلیدی آن می‌پردازیم:

❖ حالت: برای هر شی تعدادی متناهی از حالت‌ها وجود داشته که از صفات شی و روابط شی با اشیاء دیگر برای نمایش حالت آن استفاده می‌گردد. بنابر این مقادیر فعلی صفات و روابط شی بیانگر حالت فعلی آن می‌باشد. نکته جالب این است که شی اشیاء اصولاً به تاریخچه خود حساسیت دارند بدین معنی که اگر یک شی را ایجاد نمایید و روی آن اعمالی انجام دهید عمل بعدی از نتیجه اعمال گذشته- که در متغیرهای حالت ظاهر می‌شود- متأثر خواهد بود.

❖ انتقال: یک انتقال عبارت از تغییری در حالت شی که بوسیله یک محرک<sup>۱</sup> بوجود آمده است.

چون حالت‌های گوناگون وجود دارند نیاز به یک عامل تغییر دهنده که باعث انتقال از یک حالت به حالت دیگری می‌گردد، پیدا می‌شود. این عامل (موثر) می‌تواند در خواست انجام یک عمل، یک رویداد، یک شرط نگهبان و یا ترکیبی از اینها باشد. انتقال از هر حالت به حالت دیگر به صورت Event [Guard] / Action [Guard] بیان می‌شود.

❖ شرایط نگهبان<sup>۲</sup>: شرطی یا شرایطی که باید محقق گردد تا انتقال مربوطه انجام گیرد.

❖ متغیرهای حالت: مجموعه متغیرهایی که یک حالت را نشان می‌دهند.

## ۱۰-۵- تکنیک‌های مدلسازی حالت

تکنیک کلی این است که نخست دنبال اشیاء کلیدی رفته و تلاش می‌نماییم حالات گوناگون شی را پیدا کنیم. باید دنبال الگوهای ساده از رویدادها جستجو نماییم سپس به صورت تدریجی - الگوهای جایگزین مانند خطاهای و استثناهای را مطرح می‌کنیم. توجه داشته باشید که یک شی در طول چرخه حیات خود می‌تواند در چندین مورد کاربری شرکت نماید. عبارت دیگر ما اینجا - بر عکس نمودار تعامل - محدود به موارد کاربری نیستیم. الیته از موارد کاربری براس شناسائی حالت‌های اشیاء استفاده می‌کنیم.

گام‌های رسم نمودار حالت عبارتند از:

### ❖ تعیین و تعریف حالت‌ها

برای هر حالت نیاز است تا خصوصیات تغییرپذیر تعیین شوند. به عنوان نمونه باید نشان داده شود که بیشترین تعداد دانشجویانی که می‌توانند درس را انتخاب کنند، ۲۵ است و یا ارتباطی بین حالت درس دادن و پیشنهاد درس وجود وجود دارد.

### ❖ تعیین رویدادها

تعیین رویدادها از آنجا اهمیت دارد که یک رویداد می‌تواند سبب فعال شدن رویداد دیگر شود و یک فعالیت می‌تواند رویدادی را به شی دیگری ارسال دارد. نمایش کامل رویدادها و تغییراتی

<sup>1</sup> Trigger

<sup>2</sup> Guard

که در حالت‌های یک شی ایجاد می‌شود، بسیار اهمیت دارد، چرا که در صورتی که رویدادی نشان داده نشود بدین معنی است که سیستم در مقابل آن واکنشی تعریف شده ندارد.

#### ❖ تعیین انتقال‌ها

برای هر حالت، باید تعیین شود که چه رویدادی سبب انتقال به چه حالتی می‌شود. در واقع انتقال مشخص می‌کند که در پاسخ به ورود یک رویداد چه اتفاقی می‌افتد و سیستم باید به کدام حالت منتقل شود.

#### ❖ افزودن فعالیت‌ها<sup>۱</sup> و عملیات<sup>۲</sup>

فعالیت با عملیات از جنبه‌های مختلفی متفاوت هستند. فعالیت‌ها با یک حالت مرتبط هستند در حالیکه عملیات با یک انتقال مرتبط هستند. فعالیت‌ها با ورود به حالت، شروع می‌شوند و برای انجام نیاز به زمان دارند در حالیکه عملیات زمان بسیار کمی نیاز دارند. نکته بسیار مهم در تفاوت این دو، قابلیت توقف فعالیت و غیرقابل توقف بودن عملیات است.

### ۱۰-۶-نمودار حالت مثال تعمیرگاه

در این مثال کلاس کلیدی همان کلاس کار می‌باشد. با توجه به عملکرد سیستم رویدادهای خارجی و موارد کاربری مربوط به آنها را شناسائی می‌نماییم. شکل ۴-۱۰ فهرست موارد کاربری و رویدادهای مربوط به آنها را در مثال تعمیرگاه نشان می‌دهد.

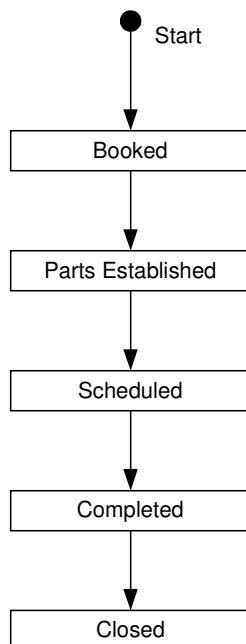
Use-Case	External System Event Name
Book Job for Customer	Job Requested
Establish Parts for Job	Parts Time
Request Parts for Job	Parts Requested
Schedule Job for Day	Schedule Time
Record Job Completion	Job Completed
Customer Arrives	Close Job with Customer

شکل ۴-۱۰- فهرست موارد کاربری و رویدادهای مربوطه

<sup>1</sup> Activities

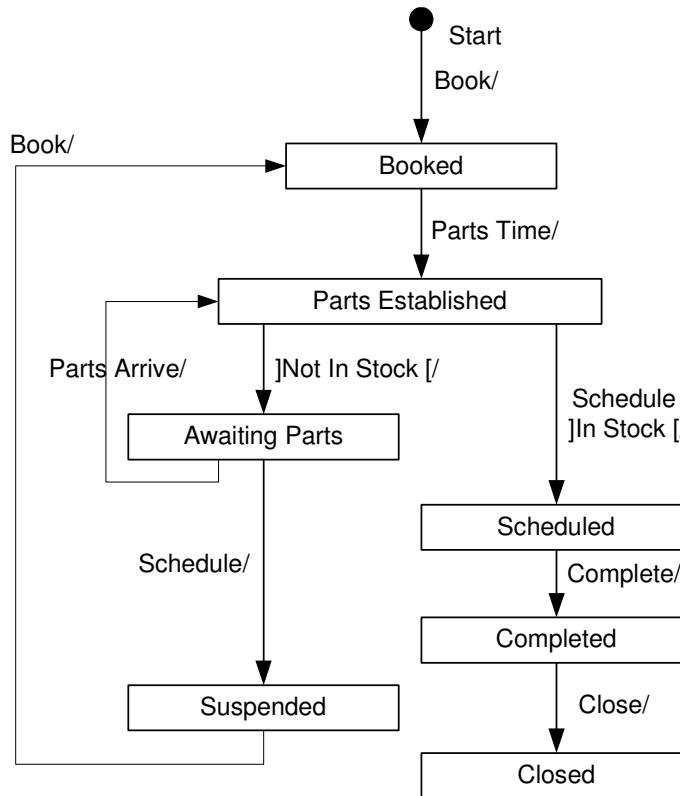
<sup>2</sup> Activities

توجه داشته باشید که رویداد Parts Requested هنگامی رخ می‌دهد که کنترل کننده قطعات اعلام نیاز نماید (زیرا قطعات در تعمیر گاه وجود ندارند). نمودار اولیه حالت در شکل ۵-۱۰ نمایش داده شده است. در این سیستم فرض بر این است که "کار" هنگامی زمانبندی می‌گردد که تمام قطعات مورد نیاز در تعمیر گاه باشد. این نیاز باید به صورت صریحی در نمودار ذکر شود، لذا از شرط نگهبان [In Stock] استفاده می‌نماییم (بین حالت‌های Parts Established و Scheduled). همچنین از یک شرط نگهبان دیگر [Not in Stock] استفاده می‌نماییم (بین حالت‌های Parts Established و Awating Parts) (شکل ۶-۱۰) نکته آخر این است که رویداد Parts Requested روی حالت شی Job اثر نمی‌گذارد. در واقع این شی به رویداد دیگری علاقمند می‌باشد که همان رسیدن قطعات مورد نیاز (Parts Arrive) تا بتواند خود را زمانبندی نماید. بنابر این رویداد رسیدن قطعات مورد نیاز به لیست رویدادها اضافه می‌گردد.



شکل ۵-۱۰- نمودار اولیه حالت برای شی کار

اگر زمانبندی کار فرارسد و قطعات مورد نیاز هنوز تهیه نشده است انجام کار باید به تعویق بیافتد (حالات Suspended) تا دوباره در چرخه ثبت یک کار شرکت نماید.



شکل ۶-۱۰- نمودار نهایی حالت برای شی کار

## ۷-۱- نمودار فعالیت

فلوچارتی است که جریان کنترل را از یک فعالیت به فعالیت دیگر نمایش می‌دهد. نمودار تعامل بر روی مدلسازی جریان‌های کنترلی میان اشیاء تاکید نموده در حالیکه نمودار فعالیت بر روی مدلسازی جریان کنترلی میان فعالیت‌ها که هر کدام متنسب به یک شی هستند، تاکید می‌کند. نمودار فعالیت نوع ویژه‌ای از نمودار حالت محسوب می‌شود که موارد استفاده آن در مدلسازی یک گردش کار<sup>۱</sup> و مدلسازی یک عمل<sup>۲</sup> است.

قبل از بیان مراحل ایجاد نمودار فعالیت برخی مفاهیم مرتبط با نمودار فعالیت را بیان می‌کنیم.

❖ **فعالیت:** فرآیند محاسباتی پیوسته و تجزیه‌پذیری که در یکی از حالات ماشین حالت اجرا می‌شود. گاهی نیاز است که یک فعالیت را تجزیه‌ناپذیر تعریف نماییم. آنگاه به فعالیت

<sup>1</sup> Workflow Modeling

<sup>2</sup> Operation Modeling

معمولی «حال فعالیت»<sup>۱</sup> گفته و به فعالیت تجزیه ناپذیر، «حال کنش»<sup>۲</sup> که نشاندهنده اجرای

یک کنش است، گفته می‌شود.

- ❖ انتقال: هنگامیکه یک فعالیت خاتمه می‌یابد، کنترل بلافصله به یک حالت دیگر انتقال پیدا می‌کند.
- ❖ انشعاب و ادغام: برای مدلسازی جریان‌های همزمان می‌توان از سطح همگام سازی استفاده نمود
- ❖ انجام‌دهنده فعالیت را نشان می‌دهد.

## ۱-۸-مراحل ایجاد نمودار فعالیت

مراحل ایجاد نمودار فعالیت به صورت زیر نشان داده می‌شود:

- ❖ گردش کار مورد نظر را تعیین نمایید. در یک سیستم واقعی مدلسازی همه گردش کارها در یک نمودار امکان‌پذیر نیست
- ❖ اشیاء حرفه کلیدی را انتخاب نمایید. این اشیاء می‌توانند موجودیت‌های واقعی که از واژگان سیستم استخراج شده یا می‌توان در سطح تجربی بالاتری قرار گیرند، باشند
- ❖ برای هر شی حرفه کلیدی یک Swimlane ایجاد نمایید
- ❖ پیش شرط‌های حالت ابتدائی و پس شرط‌های حالت پایانی را شناسائی نمایید. بدین صورت مرزهای گردش کار معین می‌گردد
- ❖ از حالت ابتدائی آغاز نمایید و فعالیت‌هایی که در طول زمان صورت می‌گیرند با توجه به مربوطه در نمودار فعالیت ترسیم نمایید
- ❖ بمنظور بیان رفتار فعالیت‌های پیچیده برای هر کدام یک نمودار فعالیت جداگانه ترسیم نمایید
- ❖ انتقال بین فعالیت‌ها را ترسیم نمایید. از جریان‌های ترتیبی آغاز کرده، سپس جریان‌های شرطی و بالاخره به ترسیم جریان‌های موازی (به صورت انشعاب و ادغام) پردازید

---

<sup>1</sup> Activity State

<sup>2</sup> Action State

## ۱۱- مدلسازی مولفه‌ها و استقرار

هنگام مدلسازی سیستم‌های نرم‌افزاری بزرگ به روش شی‌گرا، معمولاً<sup>۱</sup> با مدل‌هایی که حاوی تعداد بسیار زیادی از عناصر مدلسازی مانند کلاس‌ها هستند، روبرو خواهیم شد. در این موارد نیاز است تا کلاس‌ها به گونه‌ای دسته‌بندی و مدیریت شوند. درک و مدیریت صحیح مدل‌ها مستلزم سازماندهی عناصر این مدل‌ها در گروه‌های بزرگتر است تا بتوان تا حد ممکن پیچیدگی را کاهش داد. برای سازماندهی کلاس‌ها در یک گروه بزرگتر از مفهوم بسته<sup>۱</sup> استفاده می‌شود.

### ۱-۱- بسته

بسته، مکانیزمی عمومی برای سازماندهی عناصر مدلسازی در گروه‌های بزرگتر است تا بدین وسیله پیچیدگی وجود و ارتباط کلاس‌های زیاد در نرم‌افزارهای بزرگ کاهش یابد. هر بسته می‌تواند حاوی مجموعه‌ای از کلاس‌ها، موارد کاربری و یا هر نوع عنصر مدل‌سازی دیگر باشد که برای کاهش پیچیدگی نیاز به دسته‌بندی و مدیریت دارند. همچنین بسته‌ها می‌توانند شامل بسته‌های دیگر باشند. شکل ۱-۱ نحوه نمایش بسته را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱- نمایش بسته

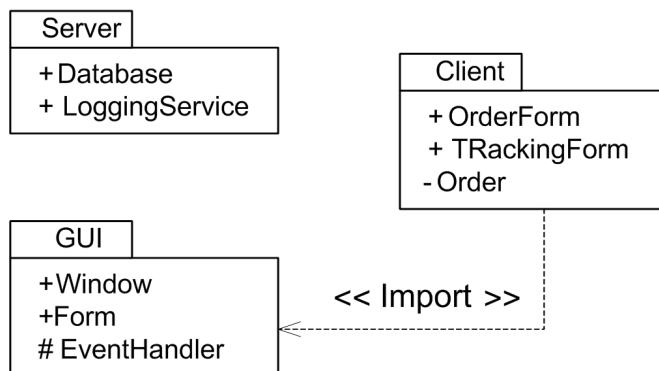
### ۱-۱-۱- مفاهیم مرتبط با بسته‌ها

برخی از مفاهیم مرتبه با کلاس برای بسته نیاز صادق است. عناصر بسته می‌توانند دارای قابلیت دستیابی عمومی یا محافظت شده یا خصوصی داشته باشند. عناصر عمومی بسته می‌توانند توسط عناصر خارج بسته دستیابی شوند، اما عناصر خصوصی تنها می‌توانند توسط عناصر داخل بسته مورد استفاده قرار گیرند. عناصر با خصوصیت محافظت شده تنها در بسته‌هایی فرزند قابل دسترسی هستند.

<sup>1</sup> Package

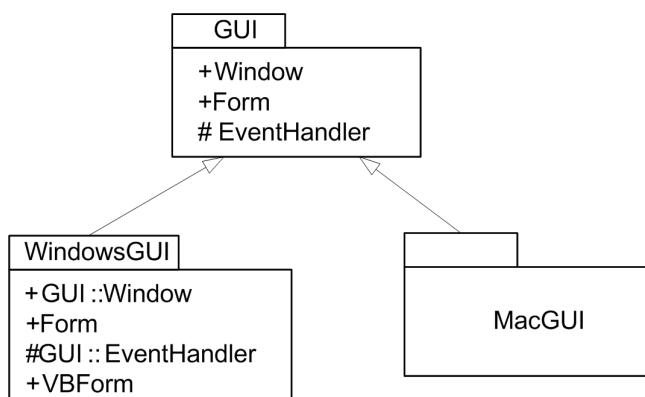
برخلاف موارد کاربری که با استفاده از روابط نظری `uses` از یکدیگر استفاده می‌کنند، بسته‌ها برای استفاده از مفهوم «وارد کردن»<sup>۱</sup> استفاده می‌کنند. در صورتیکه عنصری از یک بسته به عنصری از بسته دیگر نیاز داشته باشد، باید بسته دوم وارد شود. به عنوان مثال، فرض کنید دو کلاس الف و ب در دو بسته جداگانه وجود داشته باشند و هر کدام قابلیت دید «عمومی» را دارند. برای ینکه کلاس الف به کلاس ب دسترسی داشته باشد، باید بسته حاوی کلاس ب توسط بسته حاوی کلاس الف «وارد» شود. شکل ۲-۱۱ نمونه‌ای از وارد کردن بسته GUI توسط بسته Client را نشان می‌دهد.

علامت‌های `+` و `#` قبل از عنصر نشان‌دهنده قابلیت دستیابی عنصر است.



شکل ۲-۱۱-وارد کردن بسته GUI توسط بسته Client

شکل ۳-۱۱ نمونه‌ای از رابطه عام-خاص بین بسته‌ها را نشان می‌دهد. بسته‌ها در این زمینه رفتاری همانند کلاس‌ها دارند.



شکل ۳-۱۱-رابطه عام-خاص در بسته‌ها

<sup>1</sup> Import

علاوه بر «وارد کردن» ارتباط وابستگی<sup>۱</sup> نیز برای بسته‌ها معنادار است. اگر بسته‌ای از سرویس‌های بسته دیگری استفاده نماید، گویند بسته اولی به بسته دوم وابسته است. این وابستگی با یک فلاش جهت دار نمایش داده می‌شود. شکل ۴-۱۱ نمونه‌ای از رابطه وابستگی بین بسته‌ها را نمایش می‌دهد.

## ۱-۲-۱- کاربرد بسته‌ها در مدلسازی

بسته‌ها دو کاربرد رایج در مدلسازی دارند:

### ❖ مدلسازی گروه‌هایی از عناصر

رایجترین استفاده از بسته‌ها در گروه‌بندی عناصر مدلسازی منطقاً مرتبط است به صورتیکه بتوان با هر بسته عنوان یک واحد رفتار کرد. در این مورد بسته‌ها با کلاس‌ها تفاوت دارند و هر بسته قابلیت در برگیری مجموعه‌ای از عناصر را دارد و می‌تواند شامل بسته‌های دیگر باشد در حالیکه کلاس‌ها این قابلیت را ندارند.

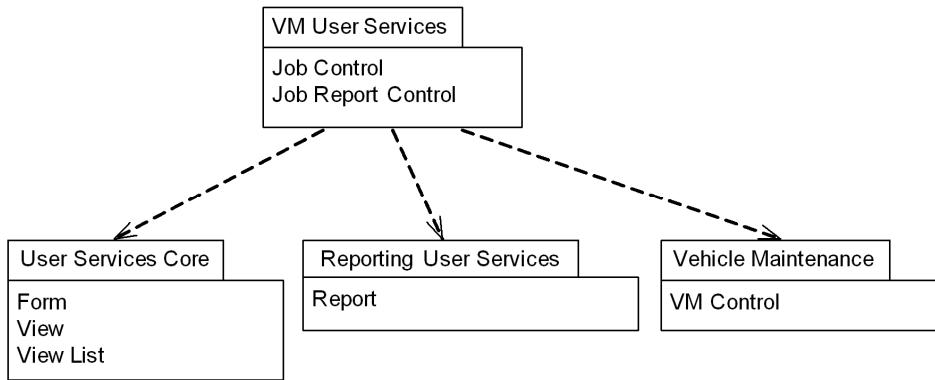
### ❖ مدلسازی دیدهای معماری

از مهمترین کاربردهای بسته‌ها در مدلسازی، استفاده از آنها به عنوان نمایش‌دهنده عناصر موجود در دید معماری است. برخی مفاهیم معماری همچون لایه دارای نماد در UML نیستند و از بسته به جای آنها استفاده می‌شود. علاوه بر این با استفاده از مفهوم بسته که توانایی نمایش سطح بالاتری از تجرید را دارد می‌تواند برخی دیدهای معماری را آسان‌تر نمایش داد.

به عنوان نمونه می‌توان به مثال تعمیرگاه اشاره نمود که با استفاده از مفهوم بسته می‌توان کلاس‌ها را سازماندهی نمود. شکل ۴-۱۱ نمونه استفاده از بسته برای مثال تعمیرگاه را نشان می‌دهد. چهار بسته که هر یک حاوی کلاس‌های مرتبط با خود هستند. User Service Core حاوی سه بسته برای نمایش و دریافت اطلاعات است. Reporting User Services شامل سرویس Report است که گزارش خدمات را ارائه می‌دهد. VM User Services شامل مجموعه‌ای از بسته‌های کنترل کار و کنترل گزارش کار است که کلاس‌های کنترلی هستند. همچنین سرویس کاری نگهداری ماشین<sup>۲</sup> بوسیله یک بسته مستقل فراهم شده است.

<sup>1</sup> Dependency

<sup>2</sup> Vehicle Maintenance or VM



شکل ۴-۱۱- نمونه استفاده از بسته در مثال تعمیرگاه

## ۱۱-۲- مدلسازی مولفه

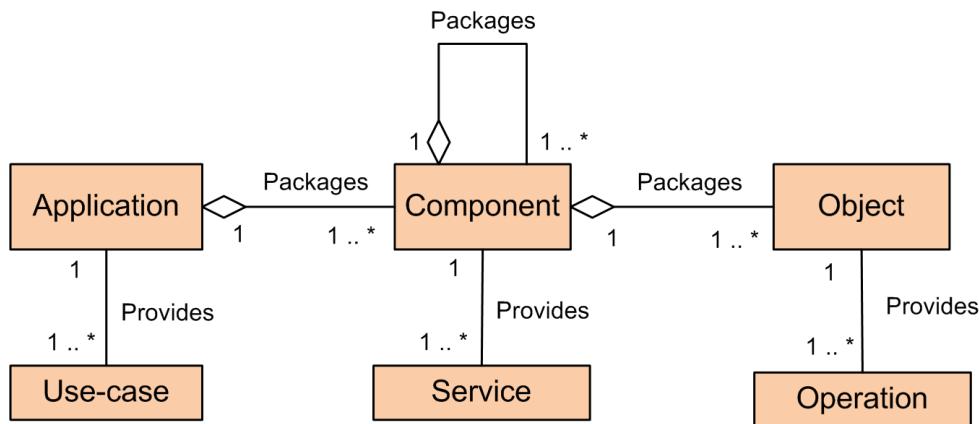
همانطوری که در بخش های قبلی بیان شد، روش موارد کاربری برای استخراج و نمایش نیازهای وظیفهمندی یک سیستم به کار می رود. بنابراین یک برنامه کاربردی از تعدادی موارد کاربری -که در مدل موارد کاربری دیده می شوند- تشکیل می شود. حال، بهترین شیوه پیاده سازی این موارد کاربری چیست؟ جواب این سوال در روشنی که برای مدلسازی منطقی بکار برده می شود، نهفته است. در سیستم های بسیار ساده نیاز به مدلسازی منطقی وجود ندارد اما در سیستم های واقعی نقش مدلسازی منطقی بسیار کلیدی است. مدلسازی منطقی در UML توسط کلاس ها انجام می شود و مدلسازی فیزیکی توسط مولفه ها انجام می شود.

یکی از سوالاتی که از دیر باز در متداولوژی های نرم افزاری مطرح بوده است عبارتست از اینکه چگونه یک سیستم بزرگ را به سیستم های کوچکتر تقسیم کرد؟  
 متداولوژی های شی گرا با مطرح کردن مفهوم کلاس تلاش نمودند به این سوال پاسخ دهند. همچنین به نظر سردمداران تکنولوژی شی گرائی کلاس واحد استفاده مجدد -که بزرگترین مزیت این روش حساب می شد- نیز هست. به نظر می رسد که در سیستم های نرم افزاری بسیار بزرگ استفاده تنها از مفهوم کلاس عنوان واحد تجزیه به تنها بی کافی نیست پس به یک ساختار حجمی تر هم در سطح طراحی و هم در سطح پیاده سازی نیاز است. نکته دوم این است که مکانیزم های استفاده مجدد که در زبان های برنامه نویسی شی گرا مطرح است محدود به برنامه های خود زبان می باشند. بدین علت زبان های شی گرا در مجسم کردن ایده IC نرم افزاری ناموفق عمل کرده است (البته تا حدودی).

## ۱-۲-۱- مفهوم مولفه

یک مولفه عبارتست از قطعه‌ای- معمولاً دودویی- از کد که پیاده‌سازی آن مخفی بوده و می‌توان از آن در نرم‌افزارهایی متفاوت- بوسیله واسطه آن- استفاده نمود. بعارت دیگر مولفه در نرم‌افزار متضاظر با IC در سخت‌افزار می‌باشد.

شکل ۱-۱۱ رابطه بین یک برنامه کاربردی، موارد کاربری، مولفه و اشیاء آن را نمایش می‌دهد. مولفه به عنوان واحد پیاده‌سازی با اشیاء به عنوان واحد منطقی ارتباط تنگاتنگی دارد و حاوی یک یا چند شی است. بعارت بهتر کلاس‌های منطقی با اشیاء که واحد فیزیکی هستند، پیاده‌سازی می‌شوند و مجموعه‌ای از کلاس‌ها که در یک بسته قرار می‌گیرند می‌توانند با یک مولفه پیاده‌سازی شوند.

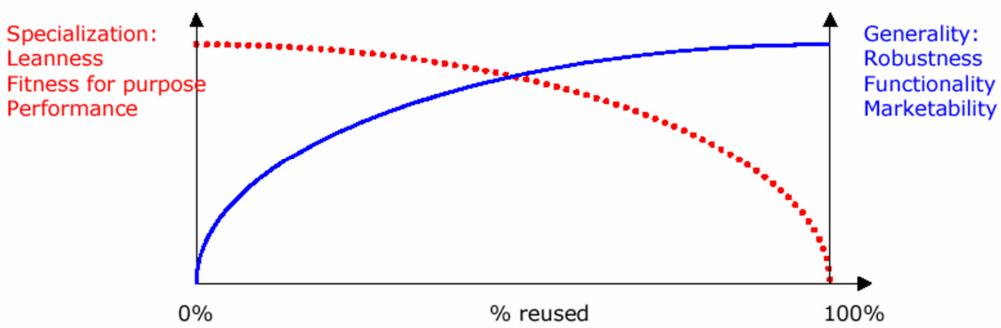


شکل ۱-۱۱- ارتباط مولفه با سایر عناصر موجود در یک برنامه کاربری

با توجه به این مقدمه ارزش مولفه‌ای معلوم می‌گردد چراکه مولفه‌ها با گروه‌بندی کلاس‌های منطقاً مرتبط در سطح طراحی (Packages) و پیاده‌سازی (Components) ساختار حجمی‌تر مورد نیاز را فراهم کرده و با پیروی از یک استاندارد خاص در تعریف واسطه‌های خود به ایده IC نرم‌افزاری جامع عمل پوشانده است. بدین صورت می‌توان گفت که بهتر است موارد کاربری به صورت مولفه‌های قابل استفاده مجدد (که فراهم کننده سرویس هستند) پیاده‌سازی شوند. هر مولفه از تعدادی کلاس منطبقاً مرتبط تشکیل می‌شوند.

## ۱۱-۲-۲- استفاده مجدد و پیاده‌سازی مولفه‌ها

میزان استفاده از مولفه‌ها در نرم‌افزار بسته به میزان عمومی‌سازی یا خصوصی‌سازی دارد. هر چه میزان عمومی‌سازی نرم‌افزار بیشتر باشد کارکرد، توانمندی و پذیرش بازار نرم‌افزار افزایش خواهد یافت. همچنین استفاده مجدد نرم‌افزار تا حد ممکن بالا خواهد رفت. اما در مقابل نرم‌افزار اهداف را به طور کامل برآورده نساخته، کارایی آن پایین آمده و نرم‌افزار حجمی‌تر ایجاد خواهد شد. شکل ۶-۱۱ توازن بین عمومی‌سازی و خصوصی‌سازی را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱۱- ایجاد توازن در استفاده از مولفه‌ها برای استفاده مجدد

با کاهش استفاده مجدد در نرم‌افزار و خصوصی‌سازی نرم‌افزار، کارایی افزایش می‌یابد. همچنین نرم‌افزار اهداف را به طور کامل برآورده خواهد ساخت و کم حجم‌تر خواهد شد. اما کارکرد و پذیرش بازار نرم‌افزار کاهش می‌یابد. توازن بین خصوصی‌سازی و عمومی‌سازی نرم‌افزار نشان‌دهنده میزان قابلیت استفاده مجدد مولفه‌ها است و تعیین این میزان بر عهده معمار نرم‌افزار است.

در پیاده‌سازی مولفه‌ها می‌توان به ازای هر مولفه یک یا چند واسطه پیاده‌سازی نمود و آنها را با مولفه مرتبط ساخت. این روش قابلیت استفاده مجدد از مولفه‌ها را افزایش می‌دهد. همچنین هر زیرسیستم در طراحی به یک یا چند مولفه در پیاده‌سازی تبدیل می‌شوند.

## ۱۱-۳- برنامه‌نویسی شی‌گرا<sup>۱</sup> و توسعه بر مبنای مولفه<sup>۲</sup>

هدف برنامه‌نویسی شی‌گرا ایجاد یک سیستم نرم‌افزاری مت Shankل از اشیاء مرتبط است، در حالیکه هدف توسعه بر مبنای مولفه ایجاد یک سیستم مت Shankل از تعدادی مولفه مرتبط است.

<sup>1</sup> Object-Oriented Programming (OOP)

<sup>2</sup> Component-based Development (CBD)

در واقع، هر مولفه در پایین ترین سطح، شامل مجموعه‌ای از اشیاء است. مولفه‌ها و کلاس‌ها دارای

ویژگی‌های مشترک هستند که در ذیل بیان شده‌اند:

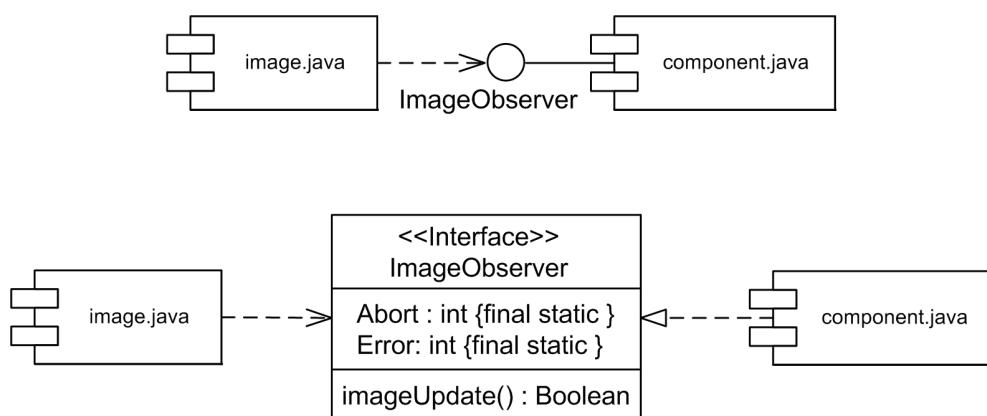
- ❖ دارای اسم هستند
- ❖ می‌توانند مجموعه‌ای از واسطه‌ها را پیاده‌سازی نمایند
- ❖ می‌توانند در روابط وابستگی، تعمیم پذیری و تجمعی شرکت نمایند
- ❖ قابلیت تو در تو بودن دارند
- ❖ می‌توانند در تعاملات شرکت کنند

تفاوت‌های بین مولفه‌ها و کلاس‌ها بدین شرح است:

- ❖ کلاس‌ها ساختار منطقی سیستم را تشکیل داده در حالیکه مولفه‌ها ساختار فیزیکی سیستم را تشکیل می‌دهند
- ❖ مولفه‌ها سطح تجربید بالاتری از کلاس‌ها را نمایش می‌دهند
- ❖ یک کلاس می‌تواند در بردارنده صفات و اعمالی که برای سرویس گیرندگان آن، به صورت مستقیم دسترسی پذیرند باشد، در حالیکه ساختار داخلی یک مولفه کاملاً کپسوله است

#### ۱۱-۲-۴- نقش واسط در مولفه‌ها

واسط عبارتست از مجموعه‌ای از اعمال که سرویس‌های ارائه شده بوسیله یک کلاس یا یک مولفه را مشخص می‌کند. هر مولفه می‌تواند دارای یک یا بیشتر واسط باشد. در شکل ۷-۱۱ مولفه component.java دارای واسطی به نام ImageObserver است که مولفه image.java از آن استفاده می‌کند.



شکل ۷-۱۱- استفاده از واسط برای مولفه و نحوه پیاده‌سازی آن

استفاده از واسط توسط رابطه وابستگی نمایش داده شده است. پیاده‌سازی این واسط در قسمت پایین imageUpdate به صورت یک کلاس که حاوی دو متغیر و متده است، بیان شده و ارتباط بین component.java و واسط، رابطه «عیینت بخشیدن» می‌باشد.

## ۱۱-۲-۵- جایگزینی پذیری مولفه‌ها<sup>۱</sup>

هدف بیشتر ابزارهای مبتنی بر مولفه‌ها فراهم نمودن محیطی است که در آن یک سیستم نرم‌افزاری بوسیله تجمعی تعدادی از قطعات باینری جایگزین پذیر ایجاد گردد. مولفه‌ها به عنوان یک واحد مستقل می‌توانند در صورت نیاز جایگزین یکدیگر شوند و بدین ترتیب قابلیت ارتقا و بهبود را برای یک نرم‌افزار فراهم سازند. از طرفی نرم‌افزاری که با استفاده از مولفه‌ها توسعه داده شده باشد می‌تواند وظایف و فعالیت‌ها خود را در صورت نیاز توسعه دهد که البته این به نحوه طراحی نرم‌افزار وابسته است.

## ۱۱-۲-۶- انواع مولفه‌ها

سه نوع مولفه‌ها در UML وجود دارد که عبارتند از:

- ❖ مولفه‌های استقرار<sup>۲</sup>: این نوع مولفه‌ها برای اجرای سیستم مورد نیاز هستند. از جمله این مولفه‌ها می‌توان با JVM برای نرم‌افزارهای برپایه جاوا و یا مولفه‌های مربوط به DBMS برای نرم‌افزارهای پایگاه داده‌ای اشاره نمود.
  - ❖ مولفه‌های محصول کاری<sup>۳</sup>: شامل مدل‌ها، کدهای منبع و فایل‌های داده که برای ایجاد مولفه‌های استقرار مورد نیاز هستند.
  - ❖ مولفه‌های اجرائی<sup>۴</sup>: این نوع مولفه‌ها در زمان اجرای نرم‌افزار ایجاد می‌شوند. از جمله این مولفه‌ها می‌توان به مولفه‌های COM+, CORBA و .NET اشاره نمود.
- مولفه‌ها این قابلیت را دارند که در بسته قرار گیرند و یک یا چند مولفه می‌توانند یک بسته را ایجاد کنند. در این صورت، از روابط وابستگی، تعمیم‌پذیری و تجمعی میان مولفه‌ها استفاده می‌شود تا بین مولفه‌ها ارتباط برقرار شود.

<sup>1</sup> Binary Replaceability

<sup>2</sup> Deployment Components

<sup>3</sup> Work Product Components

<sup>4</sup> Execution Components

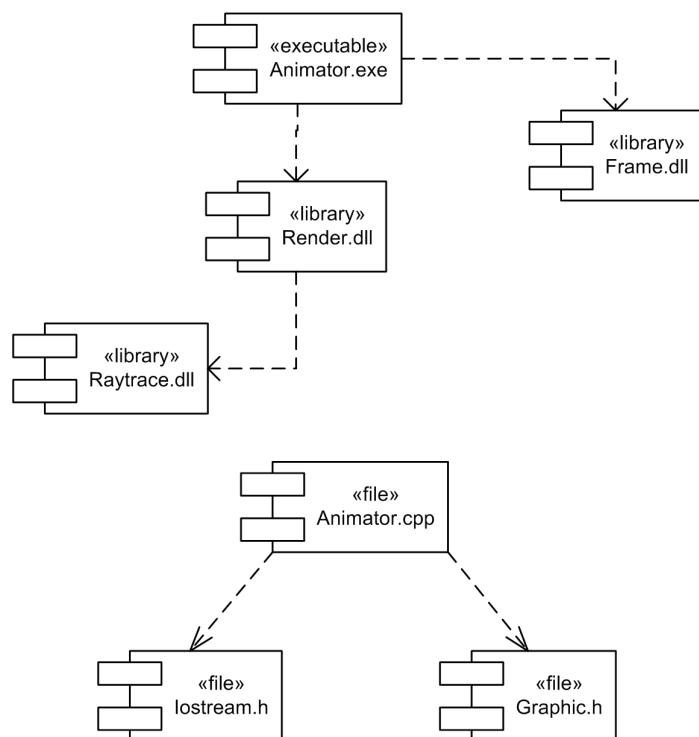
## ۷-۲-۱۱- روش‌های مدلسازی مولفه‌ها

برای مدلسازی مولفه‌ها از روابطی که در قسمت‌های قبلی بیان گردید همانند وابستگی، انجمنی و ... استفاده می‌شود تا ارتباط بین مولفه‌ها نمایش داده شود. در مواردی همچون مدلسازی فایل‌های اجرایی و کتابخانه‌ای می‌بایست برخی قواعد را در مدلسازی رعایت نمود که در ذیل بیان می‌شوند:

- ❖ نحوه تقسیم‌بندی سیستم فیزیکی را با توجه به فاکتورهای تکنیکی، مدیریت پیکربندی و قابلیت استفاده مجدد را مشخص نماید
- ❖ هر فایل اجرایی یا کتابخانه را به صورت یک مولفه مدلسازی نماید
- ❖ در صورت لزوم واسطه‌های کلیدی سیستم را معین کنید
- ❖ روابط موجود بین فایل‌های اجرایی، کتابخانه‌ها و واسطه‌ها را مدلسازی نماید

در مدلسازی جداول پایگاه داده‌ها، فایل‌های داده‌ای و مستندات، API‌ها و کدهای منبع نیز چنین

قواعدی می‌بایست رعایت شود. شکل ۸-۱۱ دو نمونه از مدلسازی مولفه‌های اجرایی و کد منبع را نشان می‌دهد.

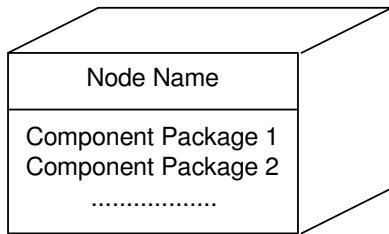


شکل ۸-۱۱- دو نمونه مدلسازی مولفه

### ۱۱-۳-مدلسازی استقرار

مدلسازی استقرار با استفاده از نمودار استقرار انجام می‌شود. این نمودار ارتباطات فیزیکی ما بین اجزاء سخت‌افزار و نرم‌افزاری یک سیستم را نشان می‌دهد. یک نمودار استقرار برای نشان دادن چگونگی پراکندن اشیاء روی گره‌های یک سیستم توزیع شده بکار می‌رود.

در نمودار استقرار یک مفهوم به نام گره<sup>۱</sup> وجود دارد. گره، عنصری فیزیکی است که در زمان اجرا وجود داشته و یک منبع محاسباتی را نمایش داده و به صورت کلی دارای حافظه و قابلیت پردازش است. در UML گره‌ها با نماد یک باکس نشان داده می‌شوند. (شکل ۹-۱۱)



شکل ۹-۱۱-نمایش یک گره در UML

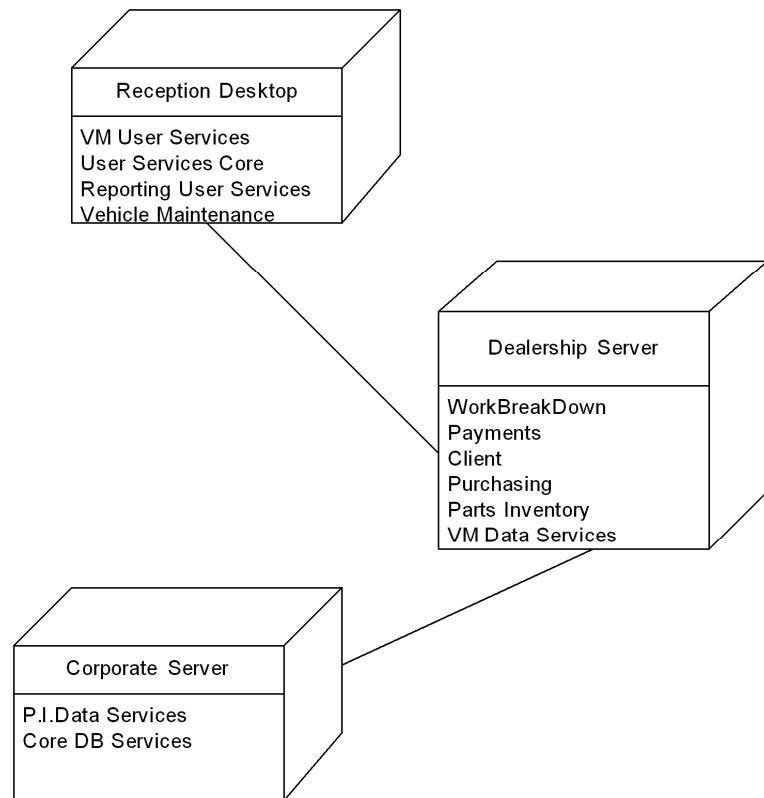
گره‌ها را می‌توان را در بسته‌ها گروه‌بندی نمود و آنها را سازماندهی نمود. همچنین می‌توان از روابط وابستگی، تعمیم‌پذیری و تجمعی میان آنها استفاده کرد. اما رایجترین رابطه میان گره‌ها، رابطه انجمنی است که معمولاً نمایش دهنده یک ارتباط فیزیکی میان گره‌ها مانند ارتباط Ethernet، گذرگاه مشترک یا حتی پیوند ماهواره‌ای باشد.

برای مدلسازی استقرار رعایت قواعد زیر می‌تواند منجر به توسعه نمودارهای استقرار مناسب‌تری شود:

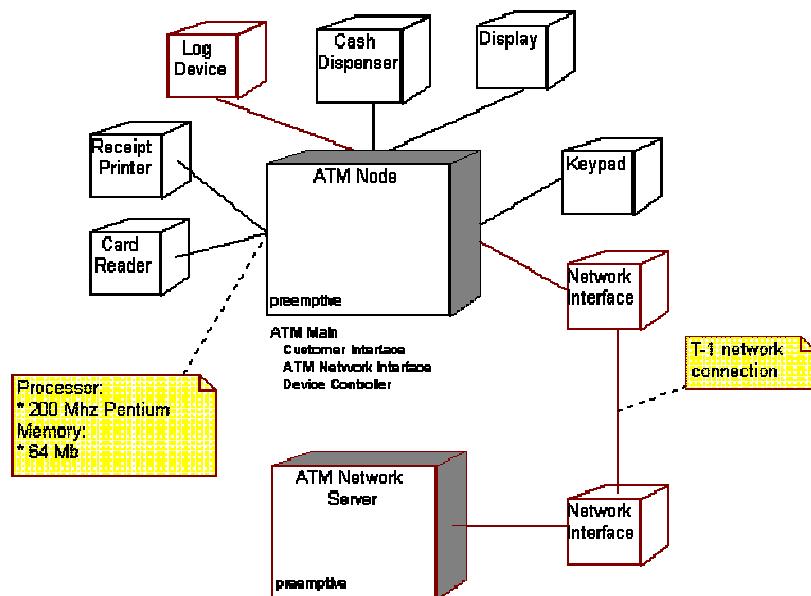
- ❖ هر کدام از منابع محاسباتی سخت‌افزاری که دید استقرار را تشکیل می‌دهند به صورت یک گره مدلسازی نماید
- ❖ اگر این منابع، پردازشگرها و یا دستگاه‌هایی مخصوصی باشند که جزئی از واژگان سیستم مورد نظر را تشکیل می‌دهند، از مکانیزم مقوله‌بندی برای بیان آنها استفاده نمایید
- ❖ صفات و اعمال هر گره را مشخص نمایید

شکل ۹-۱۱ و شکل ۱۰-۱۱ دو نمونه نمودار استقرار را نشان می‌دهد.

<sup>1</sup> Node



شکل ۱۱-۹- نمودار استقرار سیستم نگهداری خودرو(شامل سرویس و تعمیر و ...)



شکل ۱۱-۱۰- نمودار استقرار نمونه برای ATM

## ۱۲- روش‌های سریع الانتقال (چاپک) توسعه نرم‌افزار

در فصل یک در مورد فرآیند توسعه نرم‌افزار و اینکه این فرآیند مجموعه‌ای از فعالیت‌هایی است که نظم از پیش تعریف شده‌ای ندارند و برای نظم دادن به این فرآیند، متداولوژی‌های توسعه نرم‌افزار مطرح شدند. هر متداولوژی توسعه نرم‌افزار مشخص می‌کند، چه فرآورده‌ای، توسط چه کسی (نقشی) و در چه زمانی تولید شود. هم‌چنین در بخش ۳-۵ در مورد انواع متداولوژی‌های سبک و سنگین نرم‌افزار صحبت شد و اینکه تمام متداولوژی‌های توسعه نرم‌افزار را می‌توان در این دو دسته قرار داد و در فصل‌های گذشته در مورد متداولوژی RUP به عنوان یکی از متداولوژی‌های سنگین مطالب متنوعی بیان گردید و این متداولوژی با جزئیات تشریح گردید.

در این بخش به بررسی متداولوژی‌های سبک وزن و به خصوص متداولوژی‌های چاپک خواهیم پرداخت. اما قبل از بررسی این متداولوژی‌های به بیان مشکلات متداولوژی‌های سنگین وزن و مقایسه این دو گونه متداولوژی توسعه نرم‌افزار خواهیم پرداخت.

### ۱۲-۱- متداولوژی سنگین وزن

در ۲۵ سال اخیر روش‌های بسیار زیادی برای توسعه نرم‌افزار معرفی شدند اما امروزه تعداد بسیار اندکی از آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این موضوع تداعی گر این مطلب است که متداولوژی‌های توسعه نرم‌افزاری که ارائه می‌شدند، دارای مشکلاتی بودند که آنها را غیرقابل اجرا یا حداقل اجرای آنها را دشوار می‌ساخت و به همین دلیل اغلب آنها کمتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. شاید بتوان در یک عبارت کوتاه و کلی «متداولوژی‌های فعلی توسعه نرم‌افزار را بیش از اندازه ماشین گرا و مکانیزه دانست». این متداولوژی‌ها بصورت فرآیندی<sup>۱</sup> وارد جزئیات غیرضروری می‌شوند و البته به همین دلیل این نوع متداولوژی‌ها سنگین وزن می‌نامند. همین امر (ورود به جزئیات غیرضروری) سبب می‌شود که مشکلات این نوع متداولوژی‌های در اجرا بیشتر نمایان شود، از جمله اینکه:

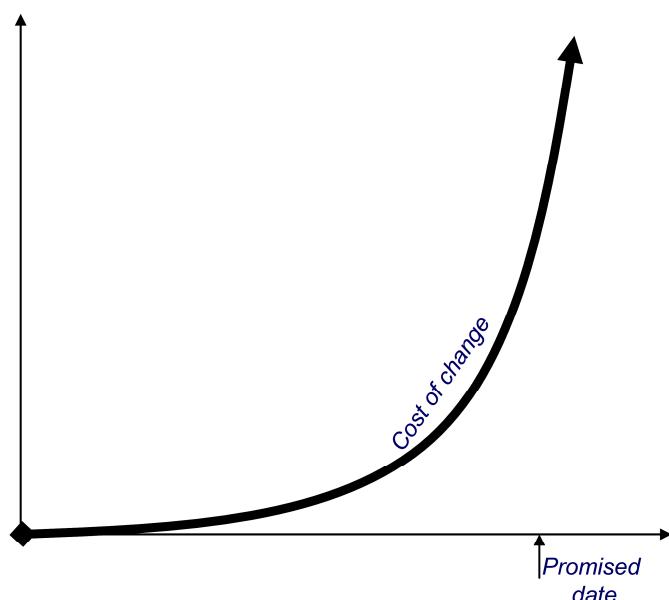
- ❖ مشتریان نرم‌افزارها حاضر نیستند که برای دست یافتن به نرم‌افزارهای مورد نیاز خود مدت زیادی منتظر بمانند. هر چند به عنوان تیم توسعه دهنده نرم‌افزار می‌توان به مشتری قبولاند که

<sup>۱</sup> فرآیند این نوع متداولوژی‌ها بدین صورت است که آنها را وارد جزئیات می‌کند

این انتظار خوب است و محصول با کیفیت تری تحویل می‌گردد، اما در واقع، اغلب مشتریان راه حل بهتر را در زمان کمتر ترجیح می‌دهند و به مستند نمودن و فعالیت‌های افزونه‌ای که در جریان توسعه نرم‌افزار توسط تیم توسعه نرم‌افزار انجام می‌شود، اهمیت نمی‌دهند. آنها ترجیح می‌دهند که این کار پس از توسعه نرم‌افزار و زمانی که نرم‌افزار به آنها تحویل داده شد، انجام شود!

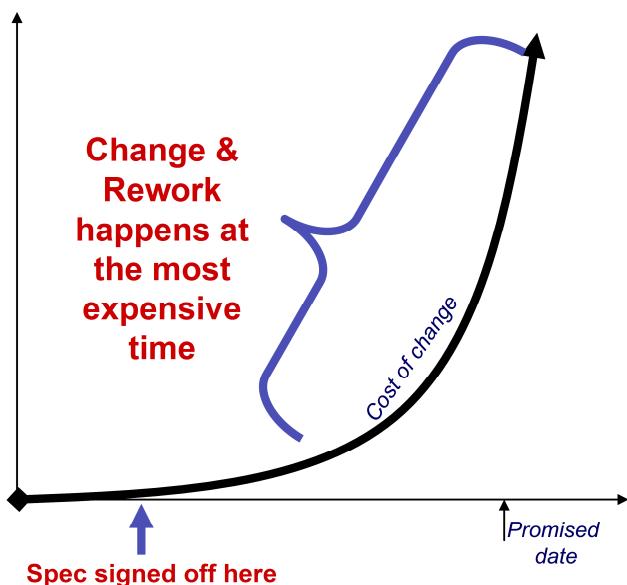
❖ رقابت بسیار شدید شرکت‌های تولید نرم‌افزار برای ارائه خدمات نرم‌افزاری به کاربران سبب می‌شود که استفاده از متداول‌وژی‌های سنگین وزن به صرفه نباشد. ایجاد انبوهی از مستندات که خواندن آنها برای توسعه بعدی نرم‌افزار، زمان زیادی را از تیم می‌گیرد. اغلب شرکت‌ها توسعه نرم‌افزار نیاز دارند تا توسعه‌های سریع تر و با کیفیت تر داشته باشند تا توسعه‌های پر مستندتر و با کیفیت تر!

❖ تغییرپذیری بسیار زیاد نرم‌افزارهای امروزی انکارناپذیر است. با افزایش مستندات حجم کاری که برای بروز رسانی مستندات نیاز است نیز بیشتر خواهد شد. با پیشرفت در پروژه و ایجاد تغییرات گسترده در مستندات، بروز نگهداری این مستندات به صورت تصاعدی افزایش می‌یابد. شکل ۱-۱۲ میزان تغییرات را در نرم‌افزار از ابتدای توسعه نرم‌افزار تا زمان تحویل نرم‌افزار را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۲- میزان رشد تغییرات از ابتدای توسعه نرم‌افزار تا زمان تحویل

توسعه دهنده‌گان توسعه نرم‌افزار خصوصاً توسعه دهنده‌گانی که از متداول‌لوژی‌های سنگین وزن استفاده می‌کنند با تغییرات به شدت مقابله می‌کنند تا بتوانند در زمان تعیین شده نرم‌افزار را تحويل دهنند. اما نکته بسیار مهمتر، زمان این تغییرات است که بیشتر در انتهای پروژه است، زمانی‌که تیم‌های توسعه نرم‌افزار برای جبران کمبود زمانی بیشترین حجم کاری را دارند<sup>۱</sup>. شکل ۲-۱۲ میزان رشد تغییرات در انتهای پروژه را نشان می‌دهد و اینکه تغییرات نرم‌افزار در زمانی درخواست می‌شود (امنهای پروژه) که بیشترین هزینه را برای شرکت توسعه دهنده نرم‌افزار دارد.



شکل ۲-۱۲- میزان رشد تغییرات در انتهای پروژه

تغییرات درخواست مشتریان در توسعه نرم‌افزار امری بدیهی است و اغلب متداول‌لوژی‌های توسعه نرم‌افزار روش‌هایی برای در نظر گرفتن این تغییرات ارائه می‌دهند. تغییرات نرم‌افزار (نه لزوماً همه تغییرات) سبب می‌شوند که کیفیت نرم‌افزار بهبود یافته و خواسته‌های مشتری بیشتر برآورده شود. اما از طرفی تغییرات (نه لزوماً همه تغییرات) سبب افزایش زمان توسعه نرم‌افزار می‌شوند و به همین دلیل توسعه دهنده‌گان با آن تاحد ممکن مقابله می‌کنند و سعی می‌کنند نرم‌افزار را در زمان پیش‌بینی شده ارائه دهنند. در واقع وقتی پروژه‌ای موفق است که از طرفی محصول با کیفیتی ارائه شود و از طرفی در زمان

<sup>۱</sup> واقعیت این است که کمتر اتفاق می‌افتد که تیم توسعه نرم‌افزار از زمان‌بندی خود جلو باشد و در اسرع وقت نرم‌افزار را تحويل دهد.

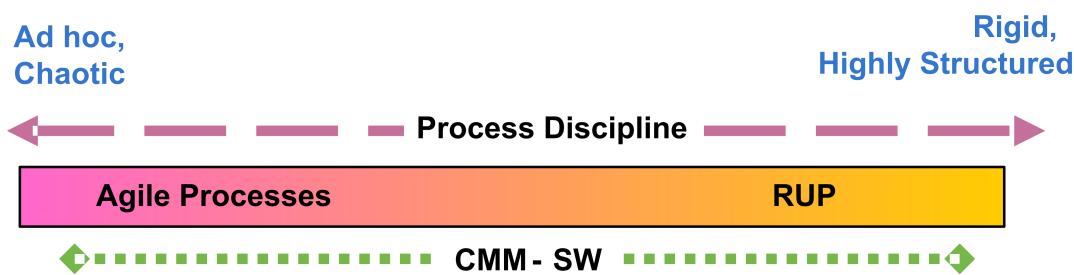
پیش‌بینی شده ارائه شود که اولی به معنی پذیرفتن تغییرات و دومی به معنی نپذیرفتن تغییرات است. به همین دلیل در هر پروژه‌ای باید روش‌های برای در نظر گرفتن تغییرات مناسب و نپذیرفتن تغییرات نامناسب و زمان‌بر وجود داشته باشد.

## ۱۲-۲- مقایسه متداولوژی‌های سنگین وزن و سبک وزن

این دو دسته متداولوژی تفاوت‌های بسیاری در نوع اجرا، میزان مستنداتی که تولید می‌کنند و ... دارند که آنها را برای پروژه‌های خاصی مناسب می‌کند. در ادامه به بررسی متداولوژی‌های سبک وزن خصوصاً متداولوژی‌های چابک و سنگین وزن از نقطه نظرات متفاوت خواهیم پرداخت.

### ۱۲-۱- روش اجرا

متداولوژی‌های سبک وزن بصورت سازگار<sup>۱</sup> عمل می‌کنند و با شرایط منطبق می‌شوند اما متداولوژی‌های سنگین وزن بصورت پیشگو<sup>۲</sup> عمل می‌کنند و سعی می‌کنند در آغاز همه چیز را پیش‌بینی کنند. استفاده از یک فرایند تقریباً منسجم در متداولوژی‌های سنگین وزن سبب می‌شود که آنها در اجرا به صورت از پیش تعريف شده عمل نمایند. شکل ۳-۱۲ تفاوت این دو متداولوژی را از نظر فرآیندی نشان می‌دهد. متداولوژی‌های سبک وزن فرآیندهایی بیشتر آشفته و ad-hoc دارند و در مقابل متداولوژی‌های سنگین وزن فرآیندهای خوش تعريف و خشک دارند. نکته بسیار مهمی که در مورد متداولوژی‌های سبک وزن می‌بایست در نظر داشت، تفاوت بی‌نظمی فرآیندی آنها با عدم وجود متداولوژی است. در این متداولوژی‌ها، تعريف متداولوژی‌ها به گونه‌ای است که اجازه بی‌نظمی تعريف شده‌ای را می‌دهد و منظور از بی‌نظمی عدم وجود نظم نیست!



شکل ۳-۱۲- نظام فرآیندی در متداولوژی‌های سبک وزن و سنگین وزن

<sup>1</sup> Adaptive

<sup>2</sup> Predictive

تحقیقات بر روی پروژه‌های مهندسی نرم‌افزاری موفق و ناموفق نشان می‌دهد که در اغلب پروژه‌های نرم‌افزاری پیش‌بینی فرایند توسعه نرم‌افزار به پارامترهایی چون مشتری، کارهای قبلی شرکت، خواسته‌ها، اجرهای بستگی دارد که پیش‌بینی را دشوار می‌کند.

## ۱۲-۲-۲- معیار موفقیت

معیار موفقیت در متداولوژی‌های سبک وزن دستیابی به ارزش کاری<sup>۱</sup> است در حالیکه در متداولوژی‌های سنگین وزن معیار موفقیت پیش رفتن در راستای طرح اولیه است. در صورتیکه طرح اولیه با تغییر جدی مواجه شود، متداولوژی‌های سنگین وزن با مشکل جدی از نظر هزینه و زمان روپرتوخواهند شد. به عبارت بهتر، طرح اولیه تاثیر بسیاری در اجرای متداولوژی‌های سنگین وزن دارد و انعطاف‌پذیری این متداولوژی‌ها به دیدگاه اولیه‌ای که در پروژه برقرار شده است، برمی‌گردد.

## ۱۲-۳- اندازه پروژه

اندازه پروژه در متداولوژی‌های سبک وزن کوچک است در حالیکه در متداولوژی‌های سنگین وزن می‌تواند بسیار بزرگ باشد. این مورد سبب می‌شود که متداولوژی‌های سبک وزن در پروژه‌های بزرگ مناسب نباشند و بالعکس. اما باید در نظر داشت که تحقیقات نشان داده است که اغلب پروژه‌های مهندسی نرم‌افزار، پروژه‌های کوچک هستند و تعداد پروژه‌های بزرگ کم است. همین موضوع سبب می‌شود که رویکرد استفاده از این متداولوژی‌های در شرکت‌های کوچک و متوسط بیشتر باشد.

## ۱۲-۴- سبک مدیریت

مدیریت در متداولوژی‌های سبک وزن بصورت غیرمتراکر و آزاد است در حالیکه در متداولوژی‌های سنگین وزن مدیریت بصورت مطلق و استبدادی است. این جمله بدین معنی نیست که در متداولوژی‌های سبک وزن هر کسی مدیریت و تصمیم‌گیری می‌کند و یا اینکه در متداولوژی‌های سنگین وزن استبدادی بودن اجازه اظهارنظر را به تیم توسعه نمی‌دهد، بلکه این امر نسبی است و این دو نوع متداولوژی نسبت به هم سنجیده می‌شوند. در متداولوژی‌های سنگین وزن با توجه به تعریف شده بودن وظایف و فعالیت‌ها، تصمیم‌گیری در مورد تغییر فرآیند اجرا و یا مستندات به نظر مدیریت ارشد بستگی دارد. در

<sup>1</sup> Business Value

متدولوژی‌های سبک‌وزن تصمیم‌گیری در مورد سبک اجرا تا حد زیادی به اعضای تیم و تصمیم‌گیری آنها بستگی دارد. این نوع تصمیم‌گیری امکان دخالت اعضای مختلف و همفکری و همین‌طور هم راستایی را فراهم می‌آورد.

#### ۱۲-۵- مستندسازی

مستندسازی در متدولوژی‌های سبک‌وزن بصورت بسیار محدود انجام می‌شود در حالیکه در متدولوژی‌های سنگین وزن مستندسازی بصورت کامل و جامع انجام می‌شود. یکی از اشکالاتی که به متدولوژی‌های سبک وزن گرفته می‌شود، عدم مستندسازی و یا مستندسازی کم آنهاست. اما نکته قابل تأمل در این متدولوژی‌ها استفاده از مستندسازی مورد نیاز است. به عبارت بهتر، در متدولوژی‌های سبک‌وزن میزان مستندسازی به نیاز پروژه بستگی دارد و وابسته به فرآیند از پیش تعریف شده نیست اما مطمئناً برخی از محصولات کلیدی همواره پروژه همواره تولید می‌شوند.

در متدولوژی‌های سنگین وزنی همانند RUP<sup>۱</sup> نیز دو نوع قالب<sup>۲</sup> برای اغلب مستندات وجود دارد: رسمی<sup>۳</sup> و غیررسمی<sup>۴</sup>. قالب غیررسمی اجازه می‌دهد که برخی چیزهایی که با توجه به پروژه غیرضروری می‌رسد، مستند نشود. مستندسازی در متدولوژی‌های سبک‌وزن بر این اصل است که مستندسازی به اندازه نیاز انجام شود. از طرف دیگر، مستندسازی بیشتر نیاز به حجم کاری بیشتر را در زمان وقوع تغییرات طلب می‌کند.

#### ۱۲-۶- تعداد چرخه‌ها<sup>۵</sup>

تعداد چرخه‌ها در متدولوژی‌های سبک‌وزن بسیار زیاد است اما زمان آنها کوتاه است در حالیکه در متدولوژی‌های سنگین وزن تعداد چرخه‌ها کم است ولی زمان آنها بسیار زیاد است. عمدترين دليل استفاده از چرخه‌های کوتاه‌تر دستیابی سریع به نشرهای نرم‌افزار است، اما نکته‌ای با اهمیتی که در نباید فراموش کرد، وجود چرخه‌های زیاد است که تیم توسعه را خسته می‌کند. این مشکل در تمام

<sup>1</sup> Template

<sup>2</sup> Formal

<sup>3</sup> Informal

<sup>4</sup> Cycles

متدولوژی‌هایی که از تکرار افزایشی و تدریجی استفاده می‌کنند، وجود دارد و در روش‌های سبک وزن نمود بیشتری پیدا می‌کند. در واقع، باید بین تعداد چرخه‌ها و زمان تکرار توازن ایجاد نمود.

#### ۲-۲-۱۲- اندازه تیم

در متدولوژی‌های سبک وزن اندازه تیم کوچک است (بین ۲۰ تا ۳۰ نفر)<sup>۱</sup> در حالیکه در متدولوژی‌های سنگین وزن اندازه تیم توسعه بزرگ است. این امر به اندازه پروژه مرتبط است، در پروژه‌های بزرگ تعداد افراد تیم بزرگ‌تر بوده و اغلب از متدولوژی‌های سنگین وزن استفاده می‌شود و در پروژه‌های کوچک‌تر که اغلب اندازه تیم نیز کوچک‌تر است، از متدولوژی‌های سبک وزن استفاده می‌شود.

#### ۲-۲-۸- برگشت سرمایه

در متدولوژی‌های سبک وزن سرمایه خیلی زود در طول پروژه بر می‌گردد در حالیکه در متدولوژی‌های سنگین وزن برای برگشت سرمایه باید تا انتهای پروژه صبر کرد. برگشت سرمایه اثر زیادی در دوام تیم‌های نرم‌افزاری دارد، چرا که اغلب شرکت‌های نرم‌افزار جزو شرکت‌های نرم‌افزار با سرمایه کم یا متوسط محسوب می‌شوند. همین امر در مورد شکست پروژه‌های نرم‌افزار نیز صادق است.

#### ۳-۱۲- بیانیه چابک

در سال ۲۰۰۱، ۱۷ نفر از افرادی که در زمینه‌ی روش‌های چابک فعالیت داشتند از جمله Kent Beck، Bob Martin در Snowbird به ابتکار Alistair Cockburn و Martin Fowler تبادل نظر و بحث به استراحت و اسکی پردازند. نتیجه‌ی این گردهمایی، بیانیه‌ای بود که به بیانیه چابک شهرت یافت. این بیانیه به چهار اصل زیر اشاره دارد.

- ❖ فردگرایی و تعامل برتر از فرآیندها و ابزارها
- ❖ نرم‌افزار قابل اجرا برتر از مستندات مفهومی
- ❖ همکاری با مشتریان برتر از مذاکرات قراردادگران

<sup>۱</sup> در صورتیکه اندازه پروژه بسیار کوچک باشد و تیمی با تعداد نفرات کمتر از ۱۰ نفر تشکیل می‌شود، توصیه می‌شود که از متدولوژی توسعه نرم‌افزار استفاده نشود بلکه محصولات مورد نیاز از یک متدولوژی انتخاب و نرم‌افزار توسعه یابد.

## ❖ پاسخ به تغییر برتر از دنبله‌روی از طرح

مورد اول به تکیه بر دانش افراد، توانایی و تعاملات بین آنها توجه دارد و بر تاکید بیش از حد بر روی فرآیندها، طرح‌ها و ابزارها انتقاد می‌ورزد. به عنوان مثال، محیط توسعه نرم‌افزاری را در نظر بگیرید که فرآیند و روندهای کاری به طور دقیق مشخص شده‌اند و ابزارهای جدید، پیچیده و با قابلیت به نسبت بالا در این محیط در دسترس افراد است اما تیم توسعه دهنده متشکل از افرادی کم مهارت با تعاملات ضعیف می‌باشد. چنین تیمی در توسعه نرم‌افزار به احتمال قوی دچار مشکل خواهد شد. چرا که کسانی که نرم‌افزار را توسعه می‌دهند، افراد هستند و نه ابزارها و فرآیندها. اشتباه نشود، فرآیندها و ابزارها مهم هستند اما مهمتر از آنها افرادی هستند که با آنها کار می‌کنند. البته این موضوع برای مدیریت معمولاً قابل پذیرش نیست، چراکه تفکری مبنی بر رابطه‌ی مستقیم بین زمان و افراد در ذهن دارند، یعنی می‌توان با افزایش افراد به نتیجه‌ی بهتری رسید در حالی که چنین موضوعی الزاماً صحیح نیست.

مورد دوم بر توجه بیشتر به ساخت نرم‌افزار به نسبت مستندسازی اشاره دارد. اگر از کاربر پرسیده شود که آیا آنها ترجیح می‌دهند، نرم‌افزار قابل اجرا و مناسب در اختیار داشته باشند و یا یک مستند ۱۰۰ صفحه‌ای، چه پاسخی شنیده می‌شود. در ۹۹ تا ۱۰۰ درصد موارد پاسخ نرم‌افزار مناسب خواهد بود. مستندات برای آموزش کاربران و تا حدودی برای نگهداشت سیستم مورد نیاز است. اما نبایستی فراموش شود که هدف اصلی توسعه نرم‌افزار است و نه توسعه مستندات.

در سومین اصل، مشکلی که همواره توسعه‌دهنده‌گان نرم‌افزار با آن روبرو هستند، مورد توجه است و آن عدم رسیدن به درک مشترک و همکاری نامناسب می‌باشد. داشتن قرارداد برای یک پروژه مهم است اما برای ارتباط با مشتری کافی نیست، در توسعه نرم‌افزار نیاز به مشارکت و همکاری متداوم با مشتری وجود دارد.

و مورد پایانی، به پاسخگویی به تغییرات اشاره می‌کند. خواسته‌های مشتری از نرم‌افزار تغییر می‌کند، محیط حرفاًی که نرم‌افزار مرتبط به آن است، تغییر می‌کند، تکنولوژی به مرور زمان تغییر می‌کند. تغییر یک واقعیت در توسعه‌ی نرم‌افزار است، واقعیتی که فرآیند توسعه باشیستی آن را پشتیبانی کند. داشتن طرحی برای پروژه اشتباه نیست بلکه اگر پروژه‌ای طرح نداشته باشد، جای نگرانی دارد. به هر حال در طرح پروژه، تمهداتی برای تغییرات احتمالی پیش‌بینی شود.

شاید در مواردی که اشاره شد، نظر بسیاری از توسعه‌دهندگان موافق با بیانیه باشد، اما اینکه در عمل چقدر پاییند به آنها هستند، حرف دیگری است. مدیرانی که بر درستی طرح اولیه اصرار می‌ورزند و تغییرات را نمی‌پذیرند، هنوز وجود دارند. اصولی که اشاره شد، روش‌های چابک به دنبال برآوردن آنها هستند و به قول Scott Ambler، مدل‌سازان چابک آنچه می‌گویند، انجام می‌دهند و آنچه انجام می‌دهند، می‌گویند.

## ۱۲-۴-۳-متدولوژی‌های چابک

اغلب روش‌های چابک اساس کار خود را بر افراد و توانایی‌های آنها قرار می‌دهند. فردگرایی در این روش‌ها، یکی از ارکان محسوب می‌شود و یکی از دلایل انعطاف‌پذیری این روش‌ها، همین اتکا بر افراد و توانایی‌های آنهاست. برخی تکنیک‌ها مانند برنامه‌نویسی-دونفره با این فردگرایی اनطباق پیدا می‌کنند. به طوریکه تیم دو نفره علاوه بر کدنویسی اختیار طراحی و شرکت در آزمون را نیز بر عهده می‌گیرد. این باعث افزایش نقش روز افرون برنامه‌نویسان در توسعه سیستم و بهره‌مندی هر چه بیشتر از تجربیات آنهاست. این موضوع در شرایطی است که برنامه‌نویس در روش‌های سنتی توسعه، اجرا کننده تصمیمات بالادستی دیگر ذینفعان پروژه به حساب می‌آمد. این ماجرا تا بدان جا بود که تخمین غلط مدیر پروژه در زمانبندی به حساب عدم کارآیی برنامه‌نویس نوشته می‌شد. مدیر پروژه‌ای که به علت دوری از عملیات واقعی توسعه و درگیر نبودن با مشکلات ریز آن، برآورد غلطی از توان اجرایی نیروهای خود دارد، برنامه‌نویسان را متهم به ضعف و عدم کارآیی می‌کند.

به عنوان پایه گذار روش XP بر این نکته تاکید دارد و به خاطرات تلخ یکی از دوستان Beck برنامه‌نویس خود اشاره می‌کند. با این اوصاف، شاید بتوان روش‌های چابک را دیدگاهی برخواسته از قشر توسعه‌دهنده سیستم مانند برنامه‌نویسان و طراحان دانست تا دیدگاهی مدیریتی که بیشتر در پی برنامه‌ریزی، بودجه‌بندی و زمانبندی‌های صورت گرفته در یک محیط مجرد است.

تقریباً از سال ۲۰۰۰ به بعد، روش‌های متنوعی در رده‌ی روش‌های چابک معرفی شده‌اند. این روش‌ها اغلب سعی بر پاییندی به اصول چابکی دارند. نمون ای از این روش‌ها در ذیل آمده است.

- ❖ Extreme Programming (XP)
- ❖ Feature Driven Development (FDD)
- ❖ Scrum
- ❖ Adaptive Software Development (ASD)

- ❖ Dynamic Software Development Method (DSDM)
- ❖ Crystal Family

در میان این روش‌ها طبق آمار ارائه شده روش XP، پرکاربردترین روش شناخته شده است. این روش را به طور اجمالی در بخش‌های بعدی بررسی می‌کنیم.

## ۱۲-۵-متدولوژی XP

متدولوژی XP یکی از متدولوژی‌های توسعه نرم‌افزار است که بر پایه اصولی مثل سادگی، ارتباط و بازخورد استوار است. این متده برای استفاده در تیم‌های کوچک که به توسعه سریع نرم‌افزار در یک محیط تغییرپذیر نیاز دارند طراحی شده است. ایده اصلی این متده متعلق به Kent Beck نویسنده کتاب Extreme Programming Explained می‌باشد که سال‌ها در زمینه توسعه نرم‌افزار با متدهای شی‌گرا کار کرده است. در واقع XP نتیجه تجربه او در استفاده از متدهای شی‌گرا بoviژه استفاده از زبان SmallTalk بود. اولین زبان محبوب شی‌گرا بود. XP موفق شد زیرا هدف اصلی آن رضایت مشتریان بود. این متده به توسعه دهنده‌گان این امکان را می‌دهد که بدون هیچ تردیدی به تغییر نیازهای مشتریان پاسخ دهند. این متده شیوه یک جدول معماست که از تکه‌های زیادی تشکیل شده و وقتیکه این تکه‌ها در کنار هم قرار گیرند تشکیل یک شکل می‌دهند. XP بر توسعه مبتنی بر آزمایش استوار است و به همه نقش‌ها از جمله مشتریان توجه خاص دارد و بعنوان یک اصل بر تعامل و همکاری متقابل بین نقش‌های کلیدی در توسعه نرم‌افزار تکیه می‌کند و تلاش می‌کند که محصول در حداقل زمان ممکن به مشتری تحویل داده شود. در چند سال اخیر پروژه‌های بسیار زیادی با این متدولوژی انجام شده است و اکثر آنها موفقیت آمیز بوده‌اند و این موفقیت موجب شده است که متدولوژی XP در بین توسعه دهنده‌گان نرم‌افزار محبوبیت خاصی پیدا کند و محققان برای کار کردن روی آن تشویق شوند چنانکه در چند سال اخیر چندین کنفرانس بین‌المللی در مورد این موضوع تشکیل شده است. این متدولوژی شامل ۱۲ فعالیت اصلی و پنج فاز است که به بررسی آنها می‌پردازیم.

## ۱۲-۵-۱- ارزش‌های XP

چهار ارزش معرفی می‌کند که تاثیر گذار بر فعالیت‌ها، نقش‌ها و محصولات در این روش هستند. این چهار ارزش ارتباط، سادگی، بازخورد و شجاعت هستند.

❖ ارتباط

اولین ارزش XP ارتباط است. بسیاری از مشکلات پروژه تا زمانی که بین افراد در رابطه با آنها، گفتگو صورت نگیرد، حل نمی‌شوند. گاهی اوقات یک برنامه‌نویس تغییری بنیادی در طراحی ایجاد می‌کند و به کسی نمی‌گوید. گاهی برنامه‌نویس از مشتری سوال نمی‌پرسد و بر مبنای نظر خود تصمیمی رالاحظ می‌کند. در مقابل، مشتری از برنامه‌نویس پرسش نمی‌کند و روند پیشرفت پروژه اشتباه گزارش می‌شود. در بعضی شرایط نیز، روابط نامطلوبی بین افراد وجود دارد و پروژه را دچار مشکل می‌کند. برنامه‌نویسی را در نظر بگیرد که به اعلام اخبار ناگوار از پروژه به مدیر، محکوم می‌شود و در مقابل مشتری اطلاعات مهمی را به برنامه‌نویس می‌گوید ولی برنامه‌نویس از آنها چشم پوشی می‌کند. برخی فعالیت‌ها در XP نیازمند روابط مناسب بین افراد است و XP بر این نکته تاکید می‌ورزد. در این روش نقشی وجود دارد که یکی از وظایف آن نظارت بر صحیح بودن روابط بین افراد پروژه است، این نقش مربی نام دارد.

#### ❖ سادگی

دومین ارزش XP سادگی است و انتظار می‌رود که ساده ترین چیزی که می‌تواند که کار می‌کند، استفاده شود. دستیابی به سادگی، معمولاً به آسانی به دست نمی‌آید. دلیل این مطلب آنست که معمولاً به احتمالات آینده فکر می‌شود، اگر این ویژگی نیز درخواست شود؟ اگر جایی دیگر نیز بدان نیاز شود؟ و نگرانی‌هایی از این دست معمولاً تیم را به سمت و سوی توسعه‌ی سیستمی پیچیده‌تر از آنچه مورد نظر است، می‌کشاند و از عواقب آن نرسیدن به زمان‌های مورد نظر و کار و هزینه‌ی بیشتری که صورت پذیرفته است. سادگی و ارتباط رابطه‌ی نزدیکی با یکدیگر دارند. با روابط مناسبتر، می‌توان دقیق‌تر سیستم و نیازمندی‌های آن را فهمید و در نتیجه از پیچیده شدن بیش از حد سیستم جلوگیری کرد و ساده‌ترین روش‌ها را برای توسعه سیستم به کار برد. در مقابل صحبت در رابطه با سیستمی که ساده‌تر باشد، آسان‌تر است و ارتباطات آسان‌تر و موافق‌تر صورت می‌گیرد.

#### ❖ بازخورد

در XP تاکید بر روی مانیتور کردن وضعیت سیستم به طور مرتب، دقیقه به دقیقه و روز به روز است. نمونه‌ای از این موضوع، آزمون واحد‌هاست. برنامه‌نویسان برای واحد‌هایی که توسعه می‌دهند، مورد آزمون‌هایی را می‌نویسند. مشتریان داستان‌های کاربری<sup>1</sup> را می‌نویسند و برنامه‌نویسان آنها را تخمین

<sup>1</sup> User Stories

می‌زنند. با توجه به این تخمین، در مورد کیفیت داستان‌های ایشان اطلاع کسب می‌کنند. آزمون کنندگان نیز

سیستم را آزمون و از سیستم بازخوردهایی را دریافت می‌کنند.

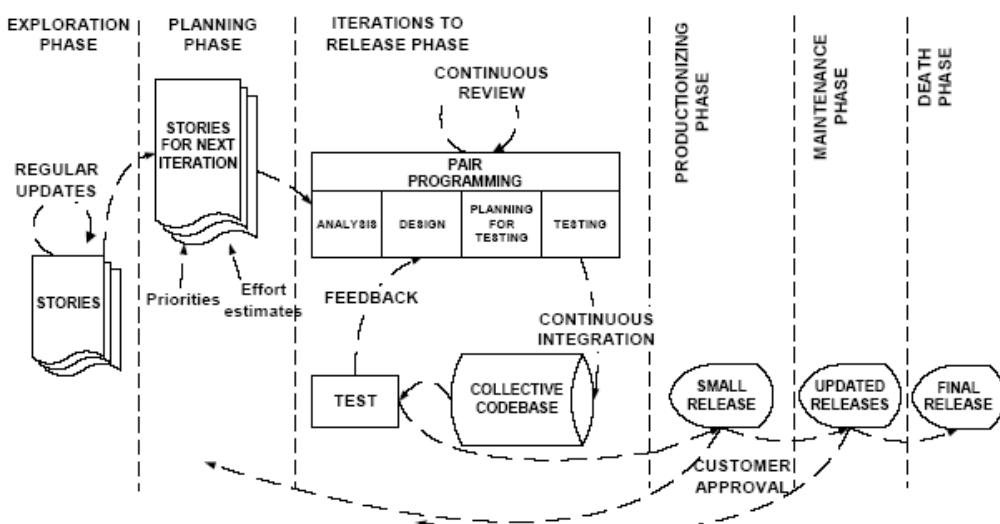
بازخورد وابستگی‌هایی با ارتباط و سادگی دارد. در صورت بازخورد بیشتر در رابطه با سیستم، ارتباطات آسانتر است. وقتی در حال گفتگو در مورد سیستم باشیم، متوجه خواهیم شد که چه مواردی را باید مورد آزمون و اندازه‌گیری قرار دهیم. به همین شکل، آزمون سیستم‌های ساده‌تر، آسانتر است. زمانیکه برای سیستم، موارد آزمون نوشته می‌شود، نگرشی از میزان سادگی سیستم بدست می‌آید.

#### ❖ شجاعت

زمانی که در توسعه سیستم، اشکالی مانند مشکل در طراحی کلان سیستم شناخته شود و به تبع آن مشکل در آزمایش سیستم بروز کند، تیم می‌بایست انسجام خود را حفظ کرده و در صدد رفع مشکل مربوطه باشد. نکته‌ی دیگر در این رابطه، بیرون انداختن کدی است که به نظر مناسب نوشته نشده است. اگر برنامه‌نویس در پایان روز به این نتیجه رسید که کد نوشته است به اندازه‌ی مطلوب مناسب نوشته نشده و طراحی قابل قبول را ندارد، بایستی آن را کنار گذاشته و فردا از ابتدا بر روی آن بخش تمرکز کند.

### ۱۲-۵-۲- مدل فرآیندی

مدل فرآیندی که مورد استفاده XP است در شکل ۴-۱۲ آمده است. این مدل از پنج فاز تشکیل شده است که در ادامه به تصریح هر یک از فازها خواهیم پرداخت.



## شکل ۴-۱۲- مدل فرآیندی روش XP

### ❖ ۱ اکتشاف<sup>۱</sup>

در این فاز مشتری مشغول نوشتن داستان‌های کاربری (فرآورده‌های XP را بینید) بر روی کارت‌های داستان به منظور نشر اولیه می‌شود. در این مدت برنامه‌نویسان به بررسی تکنولوژی مورد استفاده پرداخته و سعی می‌کنند برخی عملیاتی که سیستم نیاز دارد را در قالب تکنولوژی انجام دهند. برای این هدف، ممکن است از متخصصین تکنولوژی خارجی استفاده شود، چراکه برای کسانی که با تکنولوژی آشنا نیستند ممکن است انجام عملیاتی تحت تکنولوژی جدید به راحتی مقدور نباشد و یا مواردی از قلم بیفتند.

برنامه‌نویسان همچنین بایستی توجه با ایده‌های معمارانه داشته باشند. شاید نیاز به پیاده‌سازی ساده‌ای از برخی معماری‌های مدنظر برای سیستم باشد. در نهایت توجه به این نکته مهم است که در پایان تکرار اول در روش XP بایستی اسکلت سیستم بدست آید.

### ❖ برنامه‌ریزی<sup>۲</sup>

هدف اصلی فاز برنامه‌ریزی، موافقت بر روی تاریخی است که مجموعه با ارزش‌ترین داستان‌های کاربری بایستی انجام شوند. فعالیت بازی طراحی، برای این منظور صورت می‌پذیرد. اگر آمادگی در طول اکتشاف بدست آمده باشد، برنامه‌ریزی در یک یا دو روز صورت پذیرد.

### ❖ تکرار برای انتشار<sup>۳</sup>

زمانبندی به تکرارهای یک تا چهار هفته‌ای شکسته می‌شود. تکرار اول، معماری را مدنظر قرار می‌دهد. داستان‌های کاربری بایستی به گونه‌ای انتخاب شوند که نمای کلی از سیستم به وجود آید حتی اگر حاصل تنها اسکلتی از سیستم باشد. سوالی که بایستی مطرح شود این است که ارزشمندترین موارد برای نشر اول کدام‌ها هستند؟

در طول گذر از تکرارها متوجه انحراف از طرح خواهیم شد. ممکن است داستان‌هایی اضافه و یا برخی حذف و اصلاح شوند. در این شرایط نیازمند تغییر و به روز رسانی طرح هستیم. در پایان تکرار آخر، آماده‌ی رفتن به فاز بعدی که فاز تولید است، هستیم.

<sup>1</sup> Exploration

<sup>2</sup> Planning

<sup>3</sup> Iterations to release

## ❖ تولید<sup>۱</sup>

در این مرحله، نشر آماده اعتبارسنجی و در استفاده قرار گرفتن است. آزمون‌های جدیدی برای این منظور پیاده‌سازی و اعمال می‌شوند. آزمون‌ها معمولاً به طور موازی انجام می‌شوند. در این مرحله کارایی سیستم بررسی و سعی به تنظیم آن با توجه به اطلاعات طراحی می‌شود.

## ❖ تَّجَهِيداً شَتَّتٌ<sup>۲</sup>

پس از هر نشری نیازمند پشتیبانی از محصول هستیم. ممکن است وظیفه‌مندی‌های جدیدی به سیستم افزوده شود. ممکن است تلاش‌هایی برای بهبود کد نشر قبلی و یا تکنولوژی جدیدی که در نشر بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد، صورت پذیرد.

توسعه‌ی سیستمی که هم اکنون در استفاده نیست با سیستمی که در حال استفاده توسط کاربران است، متفاوت است. ممکن است فرآیند توسعه به علت مسائل به وجود آمده در محصول دچار وقوع شود. بایستی به تغییراتی که در نظر گرفته می‌شود، توجه ویژه‌ای شود. سیستم هم اکنون شامل داده‌هایی است که در تغییر سیستم بایستی در نظر گرفته شوند.

## ❖ مرگ<sup>۳</sup>

در اینجا مشتری دیگر نیازمندی مدنظر ندارد و یا ویژگی‌هایی را می‌خواهد که اقتصادی تشخیص داده نمی‌شود. زمان آنست که مستنداتی برای سیستم تولید شود.

## ۱۲-۳-۵- نقش‌ها و مسئولیت‌ها

در XP نقش‌های مختلفی برای انجام وظایف و دستیابی به اهداف متفاوت در فرآیند توسعه و فعالیت‌ها در نظر گرفته شده‌اند. این نقش‌ها به شرح ذیل هستند:

## ❖ برنامه‌نویس<sup>۴</sup>

برنامه‌نویسان علاوه بر نوشتن کد برنامه، به کمک مشتری موارد آزمون را می‌نویسند و کد برنامه را تا حد ممکن ساده و پایدار نگاه می‌دارند. موضوعی که در موقعيت XP اهمیت دارد، ارتباط مناسب و موثر هر برنامه‌نویس با دیگر برنامه‌نویسان و اعضای تیم است.

<sup>1</sup> Productionization

<sup>2</sup> Maintenance

<sup>3</sup> Death

<sup>4</sup> Programmer

## ❖ مشتری<sup>۱</sup>

مشتری آزمون‌های وظیفه‌مندی و داستان‌ها را می‌نویسد و تصمیم‌گیری آنکه چه موقع یک نیاز برآورده شده است، بر عهده مشتری است. علاوه بر این، مشتری اولویت پیاده‌سازی نیازمندی‌ها را تعیین می‌کند.

## ❖ آزمون‌کننده<sup>۲</sup>

آزمون‌کننده به مشتری در نوشتن آزمون‌های وظیفه‌مندی مناسب‌تر کمک می‌رساند. وی به طور منظم موارد آزمون را اجرا کرده و نتایج آزمون را اعلام می‌دارد. مسئولیت ابزارهای آزمون نیز بر عهده‌ی وی می‌باشد.

## ❖ پیگیری‌کننده<sup>۳</sup>

وی در طول پروژه بررسی می‌کند که تخمین‌های صورت گرفته، چقدر صحیح می‌باشد تا تخمین‌های آینده بپیش‌بینی شود. همچنین میزان پیشرفت هر تکرار را بررسی می‌کند تا میزان منابع و زمان را برای رسیدن به هدف ارزیابی کند و بررسی آنکه نیازی به تغییر در فرآیند باشد.

## ❖ موظی<sup>۴</sup>

فردی است که مسئول کل فرآیند می‌باشد. این فرد بایستی در کمی شفاف از XP داشته باشد تا بتواند دیگر اعضای تیم را راهنمایی کند.

## ❖ مدیر<sup>۵</sup>

مدیر وظیفه‌ی تصمیم‌گیری را بر عهده دارد. برای انجام این وظیفه، وی با اعضای تیم در ارتباط است تا وضعیت کنونی را بدست آورد و سختی‌ها و کمبودهای موجود را شناسایی کند.

## ❖ مشاور<sup>۶</sup>

مشاور عضوی خارجی است که در یک زمینه‌ی فنی، دانش مورد نیاز را دارد. مشاور اعضای تیم را در حل مشکلات در زمینه مربوطه یاری می‌کند.

<sup>1</sup> Customer

<sup>2</sup> Tester

<sup>3</sup> Tracker

<sup>4</sup> Coach

<sup>5</sup> Big Boss

<sup>6</sup> Consultant

## ۱۲-۴-۵- فرآوردهای XP

مجموعه‌ای از فرآوردها که در متداول‌تری XP تولید می‌شوند، در ذیل ارائه شده است.

### ❖ داستان‌های کاربری<sup>۱</sup>

معمولًاً بشکل متنی بوده و توسط مشتریان نوشته می‌شوند و از طریق آنها نیازمندی‌های سیستم مشخص می‌شود.

### ❖ طرح تکرار

مجموعه‌ای از داستان‌های کاربری است که توسط مشتری انتخاب می‌شوند و در یک تکرار که معمولًاً دو هفته طول می‌کشد، تولید می‌شود. طرح‌های تکرار با توجه به اولویت مشخص شده توسط مشتری اجرا می‌شوند و انتخاب آنها براساس بودجه تعیین شده توسط توسعه‌دهندگان خواهد بود.

### ❖ طرح نشر<sup>۲</sup>

مجموعه‌ای از طرح‌های تکرار را در قالب یک نقشه کلی برای رسیدن به نشرها نمایش می‌دهد. در واقع نشان می‌دهد که نشرها چه موقع و چگونه تولید می‌شوند.

### ❖ وظیفه<sup>۳</sup>

زیرمجموعه‌ای از داستان‌های کاربری هستند. وظایف از نظر فنی و کاری اولویت بالایی دارند و باید سریع انجام شوند. در مرحله طرح‌ریزی تکرارها (فعالیت‌های XP را بینید) مشخص می‌شوند.

### Metaphore ❖

نشان‌دهنده یک تصویر کلی از سیستم است. برای هر عنصر در سیستم یک نام در نظر گرفته می‌شود و ارتباط بین عناصر در گیر در سیستم از طریق Metaphore مشخص می‌شود.

### Spike ❖

یک راه حل ضربتی<sup>۴</sup>، برنامه ساده‌ایست که بوسیله آن می‌توان راه حل‌های بالقوه را کشف کرد. در مواردی که داستان‌های کاربری حساس و مهمند از این راه حل استفاده می‌شود.

<sup>1</sup> User Stories

<sup>2</sup> Release Plan

<sup>3</sup> Task

<sup>4</sup> Spike Solution

## XP-۵-۵- فعالیت‌های

برای تحقق ارزش‌های ذکر شده، فعالیت‌هایی در نظر گرفته شده است که به شرح ذیل می‌باشند.

### ❖ بازی طراحی<sup>۱</sup>

یک تعامل محصور<sup>۲</sup> بین مشتری و برنامه‌نویس در حین اجرای پروژه بدست می‌آید.

برنامه‌نویس کار لازم برای پیاده‌سازی گزارش‌های مشتری را تخمین می‌زند و مشتری در مورد

حوزه و زمان نشرها تصمیم گیری می‌کند. در واقع، مشتری براساس اطلاعات و تخمین‌هایی که

برنامه‌نویس در اختیارش قرار می‌دهد، طرح را بروزرسانی می‌کند. علاوه بر این، برای برنامه‌ریزی

نیاز به تصمیم گیری در موارد زیر وجود دارد:

◦ **محدود ۵.** چه میزان از مسئله بایستی در قالب سیستم توسعه داده شود تا محصول ارزشمند

باشد. فردی در رابطه با حرفه، این توانایی را دارد که بیان کند، چه میزان کافی نیست و چه

میزان بیش از حد است.

◦ **اولویت.** در اینجا بایستی تعیین شود که بین دو بخش A و B، کدامیک بایستی ابتدا

توسط برنامه‌نویسان توسعه داده شود.

◦ **توکیپ نشرها<sup>۳</sup>.** بایستی مشخص شود که چه میزان از سیستم توسعه یابد تا برای حرفه‌ای

که بدون نرم افزار است، مفید واقع شود که این تصمیم گیری اگر به تنها یک توسط

برنامه‌نویسان صورت گیرد، امکان اشتباه دارد.

◦ **روزهای نشر.** روزهای مهم نشر نرم افزار کدام‌ها هستند.

◦ **نشرهای کوچک<sup>۴</sup>.** نشرها بایستی تا حد امکان کوچک و در بر دارنده‌ی ارزشمندترین

نیازهای حرفه باشند. البته این بدان معناست که نشر بایستی ناقص نباشد یعنی نیمی از یک

ویژگی در نشر پیاده‌سازی شده باشد.

### ❖ طراحی ساده

<sup>1</sup> Planning game

<sup>2</sup> Close Interaction

<sup>3</sup> Composition of releases

<sup>4</sup> Short releases

طراحی سیستم با استی تا حد ممکن ساده باشد، تا ارزش سادگی که قبلاً بحث شد، برآورده کند.

### ❖ آزمایش

برنامه‌نویسان موارد آزمون را برای اطمینان از بخش کدی که می‌نویسند، تهیه می‌کنند که البته اینکار برای بخش‌هایی انجام داده می‌شود که امکان خطأ وجود داشته باشد.

### ❖ بهبود<sup>۱</sup>

در زمان پیاده‌سازی یک ویژگی برنامه، از طرف برنامه‌نویسان این سوال مطرح می‌شود که آیا می‌توان برنامه را ساده‌تر نوشت؟ در اینجا زمانیکه یک ویژگی اضافه می‌شود، برنامه‌نویسان سعی در ساده‌سازی برنامه دارند. نمونه‌ای از این ساده‌سازی، تبدیل کدهای کپی شده به متدهاست. این تغییرات نبایستی باعث تغییر در رفتار سیستم شود. در واقع، تلاش در جهت بهبود ساختاری سیستم است.

### ❖ زوج برنامه‌نویسی<sup>۲</sup>

تولید کد توسط دو برنامه‌نویس بر روی یک کامپیوتر با یک صفحه کلید و یک ماوس صورت می‌گیرد. در هر جفت، دو نقش وجود دارد. یک نفر بر نحوه پیاده‌سازی کد با استفاده از کامپیوتر مرکز می‌کند و دیگری به مورد آزمون‌های ممکن، نحوه ساده‌تر کردن طراحی و موضوعاتی از نگاه بالاتر مرکز دارد. دو نفری که در یک روز در قالب زوج برنامه‌نویس هستند، روز بعدی می‌توانند زوج خود را عوض کنند و هیچ مانعی در انتخاب زوج وجود ندارد.

### ❖ مالکیت جمعی<sup>۳</sup>

در برخی روش‌های توسعه بخش‌هایی از کد که توسط فرد خاصی توسعه داده شده است، در مالکیت وی است و تغییرات در آن قسمت توسط وی یا با اجازه‌ی وی صورت می‌گیرد. در این شرایط، اگر فردی که مالکیت بخشی از کد را دارد، دیگر با تیم توسعه همکاری نکند و یا مشکلی

<sup>1</sup> Refactoring

<sup>2</sup> Pair programming

<sup>3</sup> Collective Ownership

برایش پیش آید، توسعه دچار مشکل خواهد شد. در XP، مالکیت کد برای همه اعضاست و هر کس می‌تواند تغییرات مدنظرش را اعمال کند.

#### ❖ یکپارچه‌سازی مداوم<sup>۱</sup>

کدهای نوشته شده حداکثر پس از یک روز بایستی یکپارچه شوند. یک روش آن است که کد یکپارچه شده بر روی یک ماشین قرار گیرد و در زمانی که این ماشین آزاد است، زوج‌های برنامه‌نویس کد توسعه داده شده‌ی خود را با استفاده از این ماشین به کد یکپارچه اضافه کنند.

#### ❖ ۴۰ ساعت کار در هفته<sup>۲</sup>

افراد در تیم بایستی در طول هفته بیش از ۴۰ ساعت کار کنند و دلیل آن شاداب و سرزنش ماندن افراد در توسعه سیستم است.

#### ❖ مشتری مستقر در سایت<sup>۳</sup>

مشتری بایستی در کنار تیم توسعه حضور داشته باشد و به سوالات توسعه‌دهنده‌گان پاسخ دهد. منظور از مشتری فردی است که پس از آنکه سیستم توسعه یافته، از آن استفاده خواهد کرد. اگر شما مشغول توسعه‌ی یک سیستم حسابداری هستید، این فرد بایستی یک حسابدار باشد.

#### ❖ استانداردهای کد نویسی<sup>۴</sup>

اگر قصد برآنست که تمام برنامه‌نویسان، بتوانند در تمام بخش‌های سیستم فعالیت توسعه را انجام دهنند. یک روز بر روی یک بخش کد و روز بعد بخشی دیگر و در راستای فعالیت مالکیت جمعی بر کد حرکت کنیم، نیازمند داشتن استانداردهای برنامه‌نویسی در میان تیم توسعه دهنده‌ی نرم‌افزار هستیم.

## ۱۲-۶-متدولوژی Feature Driven Development

متدولوژی FDD در سال ۲۰۰۲ توسط Palmer و Felsing ارائه شده است. این روش تمام فرآیند توسعه نرم‌افزار را پوشش نمی‌دهد و بیشتر روی دو فاز طراحی و پیاده‌سازی متمرکز می‌شود. این روش

<sup>1</sup> Continuous integration

<sup>2</sup> 40 hour week

<sup>3</sup> On-site customer

<sup>4</sup> Coding standards

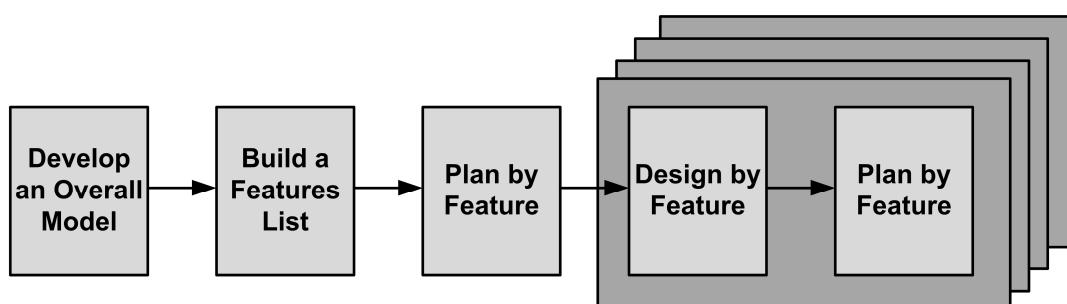
برای استفاده بهمراه سایر فعالیت‌های یک پروژه توسعه نرم‌افزار طراحی شده است و هیچ مدل فرآیند خاصی لازم ندارد. متدولوژی FDD مبتنی بر توسعه تکراری با انتخاب بهترین و موثرترین فعالیت‌هاست و بر روی جنبه‌های کیفی تاکید دارد و شامل نشرهای محسوس و پیگیری دقیق پیشرفت پروژه است. این روش شامل مجموعه‌ای از نقش‌ها، محصولات، اهداف و خطوط زمانی لازم در پروژه است.

فرآیند توسعه شامل تکرارهای بسیار کوتاه است و همه خواص مورد توسعه بصورت واضح داده می‌شوند که برای کاربر قابل فهم است. خواص مطرح شده در این روش از تکنیک‌های شی‌گرا پشتیبانی می‌کنند. در هر زمانی در طول پروژه می‌توان تخمین زد که تا پایان کار چقدر فاصله داریم. این کار توسط فرآوردهای زمانی خاصی که در این روش وجود دارد محقق می‌شود.

تعیین میزان پیشرفت پروژه در همه روش‌های چاپک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در این روش نیز تدابیر خاصی برای تشخیص میزان پیشرفت پروژه وجود دارد. گزارشات و مدل‌های ویژه‌ای در طول فرآیند توسعه تهیه می‌شوند که میزان کار انجام شده و میزان پیشرفت پروژه را نشان می‌دهند. در عین حال زمان اتمام هر تکرار و هر فاز تخمین زده می‌شود و چون فرآیند توسعه به بخش‌های کوچک تقسیم شده است این تخمین چندان دور از ذهن نیست.

## ۱-۶-۱- فرآیند FDD

FDD شامل پنج فرآیند ترتیبی است که از طریق آنها فعالیت‌های طراحی و پیاده‌سازی انجام می‌شود. شکل ۵-۱۲ مدل فرآیند FDD را نشان می‌دهد. قسمت تکراری فرآیند FDD (طراحی و ساخت) از توسعه چاپک حمایت می‌کند. هر تکرار از یک خاصیت، معمولاً ۲ تا ۳ هفته زمان می‌برد.



شکل ۵-۱۲- مدل توسعه FDD

❖ ایجاد مدل سراسری

فعالیت‌های این فاز عبارتند از:

- ایجاد یک مدل سراسری، زمانی آغاز می‌شود که متخصصان دامنه از نیازمندی‌های سیستم اطلاع کافی پیدا کرده باشند.
- از طریق یک WalkThrough که توسط متخصصین دامنه نمایش داده می‌شود، اعضای تیم و معمار یک توصیف سطح بالا از دامنه را می‌بینند.
- دامنه سراسری به چندین دامنه تقسیم می‌شود که برای هر یک از آنها یک WalkThrough با دامنه سراسری به چندین دامنه تقسیم می‌شود که برای هر یک از آنها یک جزئیات زیاد وجود دارد.
  - سپس اعضای هر دامنه یک Object Model دم‌دستی تهیه می‌کنند.
  - مجموعه این Object Model‌ها مدل سراسری را تشکیل می‌دهند.

#### ❖ ایجاد فهرست خصوصیات

فعالیت‌های این فاز عبارتند از:

- بوسیله Walk Through‌ها، Object model‌ها و مستندات نیازمندی‌های سیستم یک لیست جامع از خواص سیستم ایجاد می‌شود.
- تمامی وظایف مورد انتظار کاربر در آن لیست شده است.
- وظایف مربوط به هر دامنه مشخص شده است.
- این لیست توسط کاربران و ذی‌نفعان بازیبینی شده و تکمیلی می‌گردد.

#### ❖ برنامه‌ریزی با خصوصیات

فعالیت‌های این فاز عبارتند از:

- طرح‌ریزی بر اساس خواص، شامل ایجاد یک طرح سطح بالاست که در آن مجموعه خواص بر اساس اولویت‌شان مرتب شده‌اند.
- در این فرآیند باید زمانبندی صورت گیرد و فرسنگ شمارهای خاصی برای تحويل خواص ایجاد گردد.
- کلاس‌های شناسائی شده در فرآیند توسعه یک مدل سراسری در این مرحله به یک توسعه‌دهنده خاص بنام صاحب کلاس<sup>1</sup> تحويل داده می‌شوند.

---

<sup>1</sup> Class owner

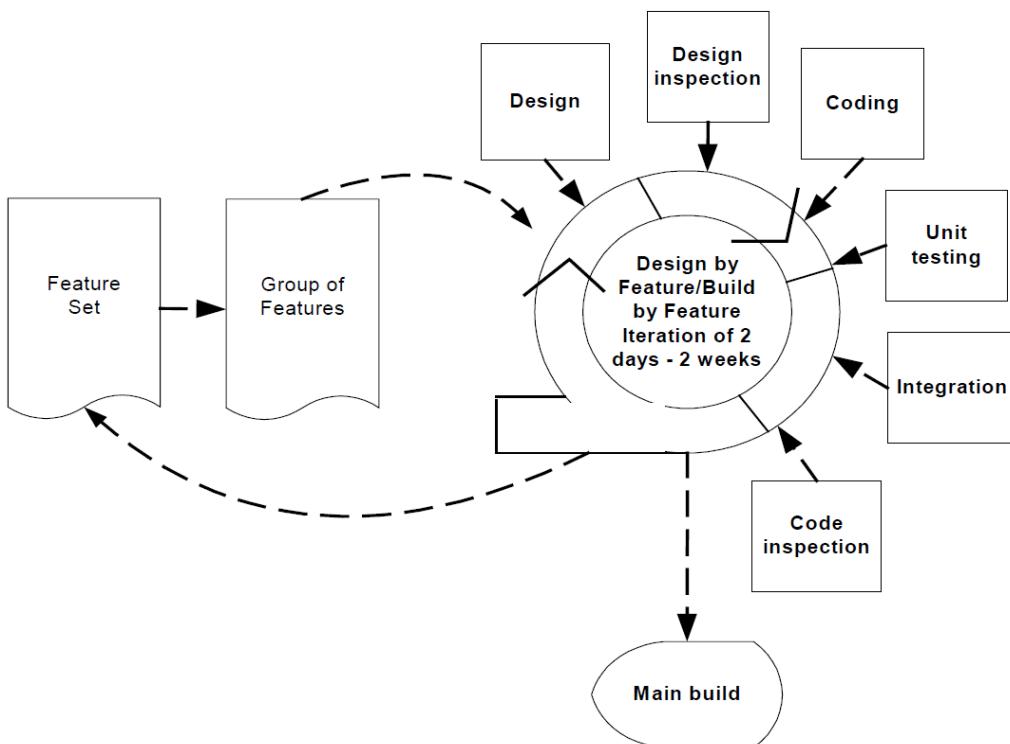
## ❖ طراحی و ساخت با خصوصیات

فعالیت‌های این فاز عبارتند از:

- یک گروه کوچک از مجموعه خواص برای پیاده‌سازی انتخاب می‌شوند و صاحبان کلاس‌ها یک تیم را برای توسعه این خواص انتخاب می‌کنند.
- این فاز یک فرآیند تکراری است که در طول آن خواص انتخاب شده پیاده‌سازی می‌شوند.
- هر تکرار بین چند روز تا دو هفته طول می‌کشد.
- این تکرار ممکن است شامل موارد طراحی، بازبینی طراحی، کدنویسی، آزمایش، یکپارچگی‌سازی و بازبینی باشد.

در پایان هر تکرار یک محصول اصلی خواهیم داشت و کار با خواص جدید ادامه پیدا می‌کند. شکل

۶-۱۲-۶ فرآیندهای طراحی با خصوصیات و ساخت با خصوصیات را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱۲-۶-۶ فرآیندهای طراحی با خصوصیات و ساخت با خصوصیات FDD

## ۱۲-۶-۲- نقش‌ها و مسئولیت‌ها

FDD نقش‌های خود را به سه دسته کلی تقسیم می‌کند:

- نقش‌های کلیدی

- نقش‌های حمایتی

- نقش‌های اضافی

شش نقش کلیدی در FDD عبارتند از:

- مدیر پروژه

- مسئول و مدیر مالی پروژه است. مدیر پروژه تنها کسی است که تصمیم نهایی را در مورد حیطه، زمانبندی و کارکنان پروژه می‌گیرد. یکی از عمدت‌ترین مسئولیت‌های مدیر پروژه، حفاظت از تیم پروژه از مشکلات خارجی و ایجاد شرایط مناسب برای کار کردن اعضای تیم در کنار یکدیگر است.

- معمار ارشد

- مسئول طراحی کلی سیستم و برگزاری کارگاه برای تیم است. معمار اصلی تنها کسی است که در مورد ویژگی‌های طراحی تصمیم نهایی را می‌گیرد.

- مدیر توسعه

- مسئول هدایت فعالیت‌های روزمره توسعه و حل برخی اختلاف‌نظرها در زمان توسعه نرم‌افزار است

- برنامه‌نویس ارشد

- برنامه‌نویس ارشد فردی است که تجربه توسعه نرم‌افزار داشته و در تحلیل نیازمندی‌ها و طراحی مشارکت می‌کند. همچنین این نقش، مسئول هدایت تیم‌ها در طراحی و توسعه خصوصیات جدید است. انتخاب خصوصیت جدید برای توسعه از مسئولیت‌های این نقش است.

- صاحب کلاس<sup>۱</sup>

- تحت هدایت برنامه‌نویس ارشد فعالیت نموده و طراحی، برنامه‌نویسی، آزمایش و مستندسازی را انجام می‌دهد. با توجه به اینکه FDD از شی‌گرایی حمایت می‌کند، به صاحب کلاس مجموعه‌ای از کلاس‌ها تخصیص داده می‌شود تا آنها را پیاده‌سازی نماید. بنابراین صاحب کلاس عضوی از تیم خصوصیات است.

---

<sup>1</sup> Class Owner

• متخصص دامنه

- این نقش می‌تواند کاربر، ذی‌نفع، تحلیل‌گر یا ترکیبی از این افراد باشد. وظیفه متخصص دامنه ارائه دانش در مورد نیازمندی‌های مختلف سیستم در حال طراحی است. در واقع، این نقش بر عهده فرد یا افرادی است که نیازمندی‌های را می‌شناسند.

پنج نقش حمایتی عبارتند از:

• مدیر نشر

- این نقش پیشرفت فرآیند توسعه را بازیبینی گزارشات برنامه‌ریز اصلی و تشکیل جلسات متعدد کنترل می‌کند و یک گزارش به مدیر پروژه ارائه می‌دهد.

• مشاور زبان<sup>۱</sup>

- افراد در مورد فرآگیری زبان و تکنولوژی جدید مورد استفاده در پروژه مسئولیت دارند و این نقش در این مورد بسیار مفید است.

• مهندس ساخت<sup>۲</sup>

- شخصی است که مسئول راهاندازی، نگهداری و اجرای فرآیند ساخت است، مدیریت نسخه‌ها، کنترل سیستم و انتشار مستندات از وظایف اوست.

• مسئول ابزار<sup>۳</sup>

- این نقش مسئول تولید ابزارهای کوچک باری توسعه، آزمایش و تبدیل داده در پروژه است نگهداری پایگاه داده وب سایتها از دیگر وظایف این نقش است.

• مدیر سیستم

- پیکربندی، مدیریت و رفع عیب سرورها شبکه و محیط‌های آزمایش از وظایف این نقش است.

سه نقش اضافی که در همه پروژه‌ها وجود دارند عبارتند از:

• آزمایش‌کننده

---

<sup>1</sup> Language Guru

<sup>2</sup> Build Engineer

<sup>3</sup> Toolsmith

- آزمایش کننده بررسی می کند که آیا سیستم در جهت رفع نیازهای مشتری پیش می رود یا خیر؟ این نقش ممکن است یک تیم مستقل یا قسمتی از تیم توسعه باشد.
- مستقر کننده<sup>۱</sup>
- این نقش در مورد استقرار نشرها مسئولیت دارد و ممکن است یک تیم جداگانه یا قسمتی از تیم توسعه باشد.
- نویسنده فنی
- مستندات کاربران توسط این نقش فراهم می شوند این نقش ممکن است یک تیم جداگانه یا قسمتی از تیم توسعه باشد.

هر عضو می تواند چندین نقش بازی کند و هر نقش ممکن است به چند عضو نسبت داده شود.

### ۱۲-۳-۶- بهترین تجربیات

متدولوژی FDD شامل مجموعه‌ای از بهترین تجربیات است که می توانند در طی فرآیند توسعه بر مبنای FDD مورد استفاده قرار گیرند. توسعه‌دهندگان FDD توصیه می کنند که تمام این تجربیات مورد استفاده قرار گیرند تا از خواص این متدولوژی به بهترین وجه استفاده شود. این تجربیات عبارتند از:

- Domain Object Modeling
- استفاده از استخراج و توضیح دامنه مسأله می تواند کمک شایانی به درک مسئله نماید
- Developing By Feature
- توسعه و بررسی میزان پیشرفت پروژه از طریق دنبال کردن پیاده‌سازی لیست وظایف و خواص مشخص شده
- Individual Class Ownership
- برای هر کلاس شخصی وجود داشته باشد که مسئول سازگاری، کارایی و صحت آن باشد
- Feature Teams
- اشاره به تیم کوچکی که به صورت پویا شکل گرفته‌اند، دارد
- Inspection
- استفاده از معروفترین و بهترین مکانیزه‌ای شناسایی خطاهای
- Regular Builds
- تضمین اینکه همیشه یک سیستم قابل اجرا و قابل نمایش دادن، وجود دارد

---

<sup>1</sup> Deployer

## Configuration Management •

داشتن تاریخچه تغییرات و نسخه‌های مختلف (بهمراه کد منبع)

## Progress Reporting •

روند اجرای فعالیت‌ها به صورت کامل و در سطوح مختلف سازمانی گزارش شود

## ۷-۱۲-متدولوژی SCRUM

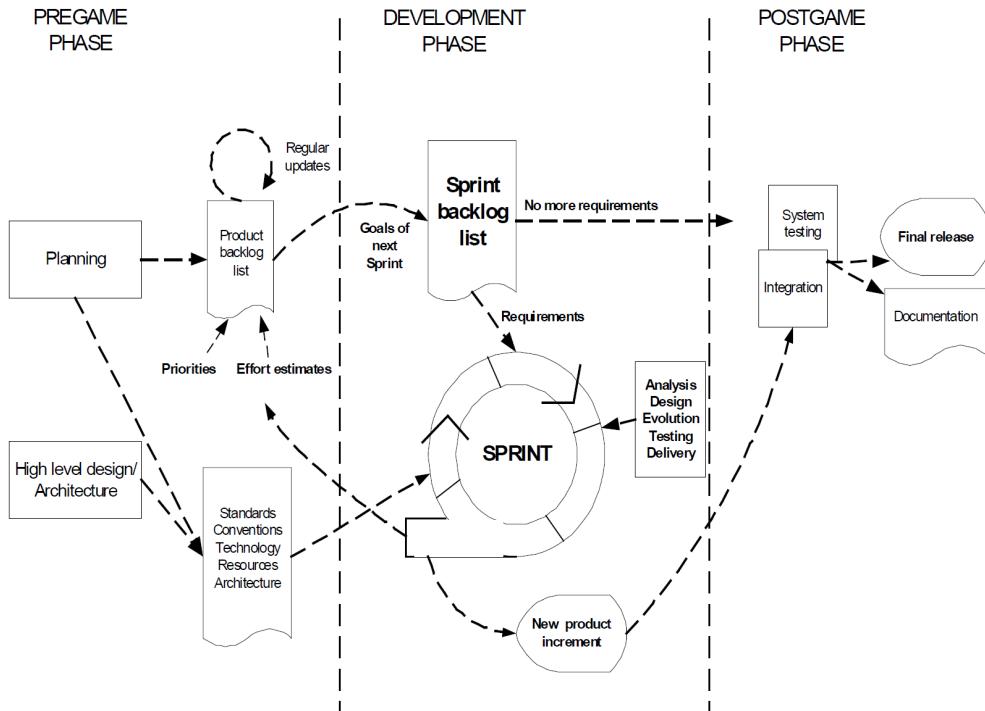
روش Scrum نخستین بار در سال ۱۹۸۶ توسط Nonaka و Takeuchi مطرح شد. لفظ Scrum از یک استراتژی در بازی راگبی گرفته شده است. این روش برای مدیریت فرآیند توسعه سیستم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تاکید اصلی این روش روی اصول انعطاف‌پذیری، سازگاری و سودمندی است. اما روش Scrum هیچ تکنیک خاصی را برای توسعه نرم‌افزار تعریف نمی‌کند. Scrum بر روی این مطلب متمرکز می‌شود که: چگونه اعضای تیم باید عمل کنند تا سیستم تولید شده، در یک محیط کاملاً تغییرپذیر انعطاف‌پذیری کافی داشته باشد. ایده اصلی Scrum این است که توسعه سیستم‌ها شامل چندین متغیر محیطی و تکنیکی است (نیازها، زمان، منابع و تکنولوژی) که احتمالاً در طول فرآیند توسعه تغییر می‌کنند و این مطلب فرآیند توسعه را پیچیده و غیرقابل پیش‌بینی می‌کند و انعطاف‌پذیری فرآیند توسعه سیستم را می‌طلبد تا بتواند در مقابل تغییر نیازها و اکنش مطلوبی از خود نشان دهد. Scrum به پیشرفت فعالیت‌ها مهندسی موجود کمک می‌کند. این روش شامل یک سری فعالیت‌های مدیریتی است که بواسیله آنها تمامی نقص‌ها و موانع موجود در فرآیند توسعه کشف می‌شوند. همچنین Scrum این امکان را می‌دهد که پروژه‌ای بزرگ را به پروژه‌ای کوچک تقسیم کنیم و به صورت موازی و همزمان این پروژه‌ها را انجام دهیم.

## ۷-۱-۱- فرآیند Scrum

فرآیند توسعه Scrum شامل ۳ فاز است که در شکل ۷-۱۲ نمایش داده شده است و عبارتند از:

- PreGame
- Development
- Post Game



شکل ۷-۱۲- فرآیند Scrum

در ادامه این فازها و نقش هر یک از آنها در فرآیند توسعه تشریح خواهد شد.

#### ❖ فاز PreGame

این فاز خود شامل دو فاز برنامه‌ریزی و طراحی سطح بالا است.

#### ❖ برنامه‌ریزی<sup>۱</sup>

فاز برنامه‌ریزی شامل تعریف سیستم در حال توسعه است و به عنوان یک محصول مهم در این فاز یک product backlog list (قسمت فرآورده‌ها را بینید) طراحی می‌شود که شامل تمامی نیازهای شناخته شده در سیستم است. نیازهای در این فاز اولویت‌بندی می‌شوند و کار لازم برای پیاده‌سازی آنها تخمین زده می‌شود و product backlog list با شناسایی نیازهای جدید به روز می‌شود و تغییر می‌کند. علاوه بر این، این فاز شامل فعالیت‌هایی مانند: تعریف تیم پروژه، ابزارها و سایر منابع، تشخیص خطرات، تعیین نیازهای آموزشی و بررسی روش‌های مدیریت است. در هر تکرار product backlog list توسط تیم توسعه بازیابی می‌شود تا برای استفاده و تکرار بعدی آماده شود. بطور کلی فاز برنامه‌ریزی شامل موارد زیر است:

- ایجاد یک backlog list جامع
- تعریف تاریخ تحویل و وظیفه‌مندی‌های هر نشر جدید

<sup>1</sup> Planning

- انتخاب نشرهای ضروری برای توسعه سریع آنها
- تعریف تیم پروژه برای ساخت نشر جدید
- شناسایی خطرها و پیش‌بینی برای کنترل مناسب آنها
- بازبینی موارد موجود در backlog
- تایید یا انتخاب مجدد ابزارهای توسعه
- تخمین هزینه هر نشر

### ❖ **معماری / طراحی سطح بالا<sup>۱</sup>**

در فاز معماری، یک طراحی سطح بالا از سیستم که همه موارد موجود در product backlog list را در بر می‌گیرد، انجام می‌شود. طراحی انجام شده مورد بازبینی قرار گرفته و به عنوان یک طرح برای پیاده‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این طرح‌های مقدماتی برای نشرها در این فاز تولید می‌شود. به طور کلی فعالیت‌های زیر در این فاز انجام می‌شوند:

- بازبینی موارد موجود در backlog
- شناسایی تغییرات لازم برای پیاده سازی موارد موجود در backlog
- تحلیل دامنه مسئله برای طراحی مدل دامنه
- تصحیح معماری سیستم برای پشتیبانی از نیازهای جدید
- تعیین مشکلات مربوط به پیاده‌سازی نیازهای تغییر یافته

### ❖ **فاز توسعه**

به این فاز ، فاز Game نیز گفته می‌شود. این فاز بعنوان یک جعبه سیاه رفتار می‌کند. متغیرهای محیطی و تکنیکی که در فاز قبلی شناسایی شدند و ممکن است در طول فرآیند توسعه تغییر کنند توسط فعالیت‌های انجام شده در قسمت sprint از این فاز کنترل می‌شوند.

هدف Scrum از کنترل این متغیرها این است که فرآیند توسعه در مقابل تغییر نیازها انعطاف‌پذیری داشته باشد. در فاز توسعه، سیستم در قسمت sprint توسعه داده می‌شود که چرخه‌های تکراری هستند که فعالیت‌های خاصی در آنها برای تولید محصول انجام می‌شود معماری و طراحی سیستم در طول یک

---

<sup>1</sup> High level design /architecture

sprint تکامل می‌یابند. یک sprint ممکن است از یک هفته تا یک ماه طول بکشد در واقع در یک کار توسعه انجام می‌شود.

#### ❖ فاز Postgame

در این فاز نشرها خاتمه می‌یابند. وقتی به این فاز می‌رسیم که توافق اساسی روی متغیرهای محیطی مانند نیازها صورت گرفته باشد و دیگر هیچ نیاز جدیدی وجود نداشته باشد. هم اکنون سیستم برای انتشار نشرها آماده است در این فاز فعالیت‌هایی مانند یکپارچه‌سازی، آماده‌سازی سیستم و مستندسازی انجام می‌شود.

### ۱۲-۷-۲- فرآوردهای

فرآوردهای Scrum به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند:

#### ❖ Product backlog

شامل یک صفت اولویت‌بندی شده وظیفه‌مندی‌های تکنیکی و کاری است که باید توسعه داده شوند. برای هر مورد مشخص شده در این فرآورده، مواردی مانند وضعیت، اولویت و تخمین کاری مربوط به آن مورد وجود دارد.

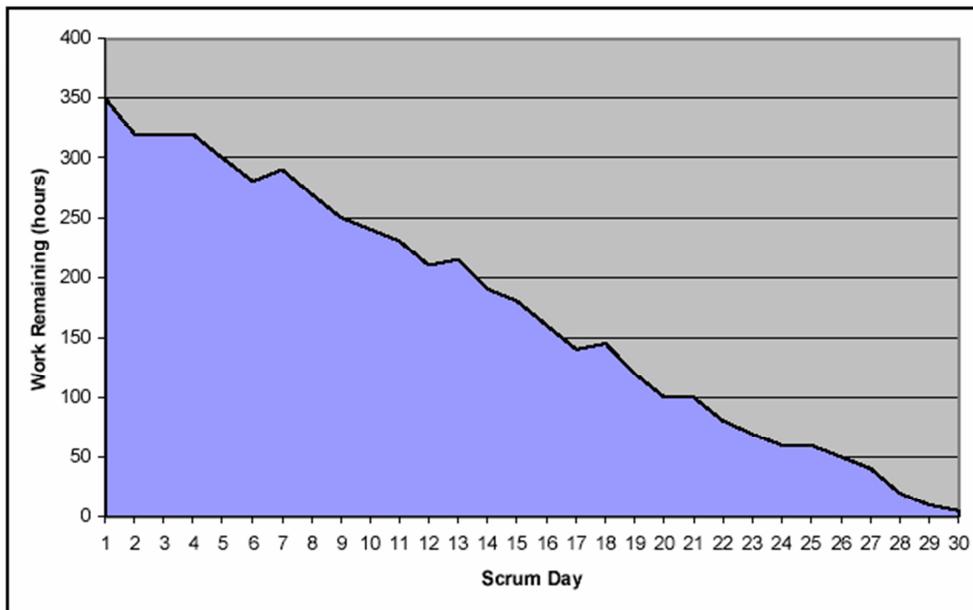
#### ❖ Sprint backlog

مجموعه‌ای از موارد کاری و تکنیکی که برای تکرار جاری<sup>۱</sup> زمانبندی شده‌اند، در آن وجود دارند. نیازها در این فرآورده به وظایف تبدیل می‌شوند. برای هر وظیفه یک شرح کوتاه وجود دارد و مشخص می‌شود که چه کسی مسئول انجام آن است و همچنین وضعیت و تعداد ساعت‌های باقیمانده تا تکمیل شدن هر وظیفه در این فرآورده مشخص می‌شود. backlog باید بصورت روزانه به روز شود.

#### ❖ Sprint burndown chart

ساعت‌های باقیمانده برای تکمیل شدن همه وظایف مربوط به یک sprint را در قالب یک گراف بصورت برجسته نمایش می‌دهد. در شکل زیر یک مثال ساده از آن دیده می‌شود. شکل ۱۲-۸-۱۲ این نمودار را نشان می‌دهد.

<sup>۱</sup> Current Iteration



شکل ۸-۱۲- نمودار Sprint BurnDown Chart در متدولوژی Scrum

### ۷-۳- نقش‌ها و مسئولیت‌ها

شش نقش مختلف در فرآیند توسعه Scrum وجود دارد که هر یک اهداف و وظایف خاصی دارند.

این نقش‌ها عبارتند از:

#### Scrum Master ♦

این نقش یک نقش مدیریتی جدید است که در Scrum معرفی شده است.

این نقش باید اطمینان بدهد که پروژه بر مبنای فعالیت‌ها، متغیرها و قوانین Scrum در حال انجام است

و مطابق طرح پیشرفته می‌کند. رئیس Scrum در طول پروژه با مشتریان و تیم توسعه در تعامل است.

#### Product Owner ♦

مالک محصول بطور رسمی در قبال مدیریت و کنترل پروژه و تهیه backlog مسئولیت دارد. او توسط

رئیس Scrum، مشتری و مدیر انتخاب می‌شود. او تصمیم نهایی را در مورد تولید backlog اتخاذ می‌کند و

همچنین در تخمین کار لازم برای موارد موجود در backlog دخالت می‌کند.

#### Scrum Team ♦

تیم توسعه وظیفه دارد که در مورد فعالیت‌های ضروری تصمیم‌گیری کند و به نحوی کار سازماندهی

را انجام دهد که به اهداف هر sprint برسیم. از جمله وظایف اصلی تیم توسعه می‌توان به موارد زیر اشاره

کرد:

- تخمین میزان کار لازم برای پروژه

- ایجاد و طراحی backlog مربوط به محصول

- بازبینی backlog مربوط به محصول

- پیش بینی موانع موجود و تلاش برای رفع آنها

#### Customer ♦

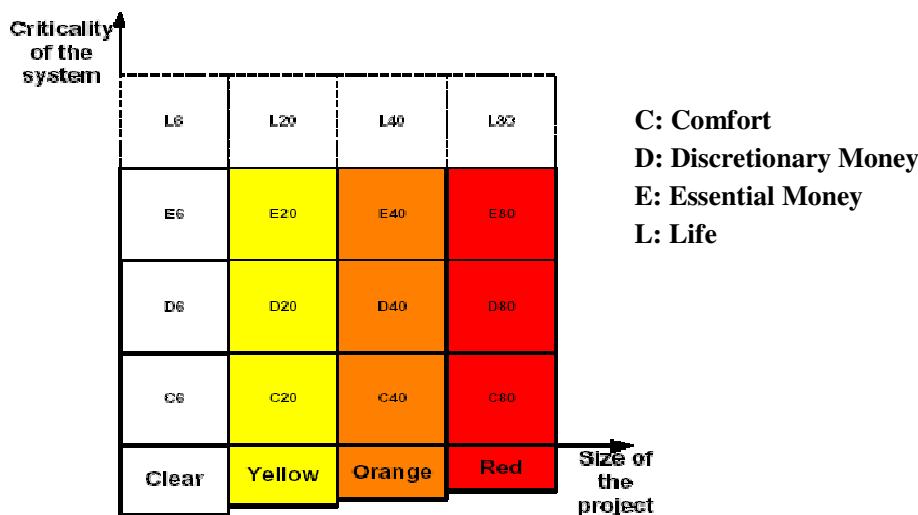
مشتری در فعالیت‌های مربوط به تولید موارد موجود در Backlog سهیم است.

#### Management ♦

تصمیم‌گیری نهایی در پروژه بر عهده مدیر است. علاوه بر این مدیر در تنظیم اهداف و نیازها دخالت می‌کند.

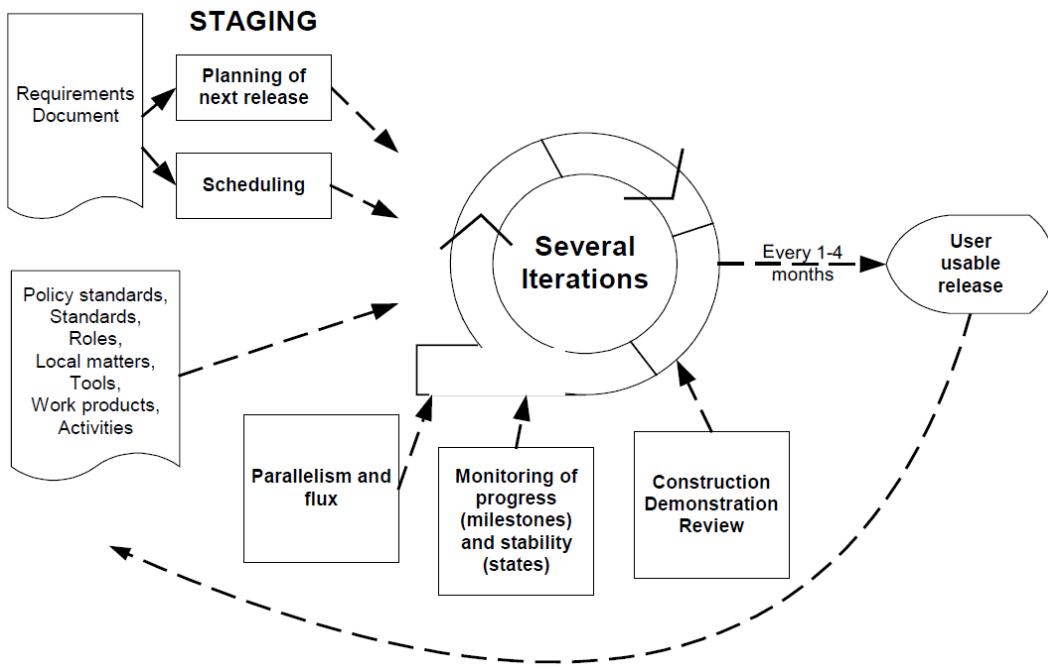
## ۱۲-۸-متدولوژی‌های خانواده Crystal

شامل مجموعه‌ای از متدولوژی‌های متفاوت است که مناسب‌ترین آنها برای هر پروژه منحصر به فرد انتخاب می‌شود. دارای اصولی هستند که متدولوژی‌ها را برای شرایط مختلف موجود در پروژه‌ها سفارشی می‌کند. روش Crystal پیشنهاد می‌کند که یک متدولوژی مناسب براساس اندازه و میزان بحرانی بودن پروژه انتخاب شود. برای این کار هر عضو از خانواده Crystal با یک رنگ مشخص می‌شود که میزان سنگینی متدولوژی را نشان می‌دهد. رنگ تاریکتر نشان دهنده متدولوژی سنگین‌تر است. شکل ۹-۱۲ متدولوژی‌های خانواده Crystal را به مراه درجه سنگینی آنها نشان می‌دهد.



شکل ۹-۱۲- ابعاد متدولوژی‌های خانواده Crystal

در متدولوژی های خانواده Crystal تمامی پروژه ها از توسعه افزایشی با بازه زمانی حداقل ۴ ماه استفاده می کنند. این متدولوژی های تأکید زیادی روی ارتباطات و همکاری بین افراد در گیر در پروژه است و هیچ فعالیت یا ابزاری را برای توسعه محدود نمی کنند. به عنوان نمونه می توان از فعالیت های XP و Scrum با هم در این روش استفاده کرد. شکل ۱۰-۱۲ نمونه ای از چرخه در Crystal نارنجی را نشان می دهد. این نوع Crystal شامل چند تیم است.



شکل ۱۰-۱۲- یک تکرار در Crystal نارنجی

## ۱۲-۹- مزایا و معایب متدولوژی های چابک

متدولوژی های چابک نسبت به سایر متدولوژی های مزایای و معایب خاص خود را دارند. مزایای این متدولوژی های را می توان به صورت زیر عنوان کرد:

- تأکید روی شرکت دادن مشتری در پروژه ها است که در پروژه های کاربردی بسیار مفید است
- تأکید روی کارگروهی و ارتباط متقابل که در بالا بردن راندمان کاری نقش مهمی دارد
- همه افراد در گیر در پروژه در قبال کیفیت محصول مسئولند
- سنجش مستمر کارهای انجام شده از مزایای بسیار مفید این روش ها است
- توسعه افزایشی که با روش های مدرن توسعه نرم افزار سازگار است
- طراحی ساده و روشن برای فرآیند توسعه

- بازیینی‌های مستمر که به بالا رفتن کیفیت کار برنامه‌نویسان کمک می‌کند  
عده‌ترین معایب متداول‌وارثی‌های چاپک عبارتند از:
  - بدلیل کمبود فعالیت‌های طراحی در این روش‌ها، اگر کد بیش از چند هزار خط باشد ممکن است فرآیند توسعه با موانع خطرناکی برخورد کند
  - کمبود مستندات مربوط به طراحی در این روش‌ها آنها را به پروژه‌های کوچک محدود می‌کند و قابلیت‌های استفاده مجدد را در آنها محدود می‌کند
  - کمبود فرآیندهای بازیینی ساخت یافته
  - کمبود فرآیندهای طراحی منظم و استفاده از بازیینی‌های غیر ساخت یافته باعث اتلاف زمان و هزینه می‌شود
  - کمبود طرح کیفیت. در این روش‌ها هیچ نوع طرح استانداردی برای ارزیابی کیفیت وجود ندارد
  - کمبود راهنمایی‌آموزشی برای استفاده از این روش‌ها

## ۱۳- الگوهای طراحی

در سال‌های اخیر توسعه سریع نرم‌افزار همواره یکی از دغدغه‌های شرکت‌های نرم‌افزار و ذی‌نفعان نرم‌افزار بوده است. تابحال روش‌های متفاوتی برای دستیابی به این هدف در فصل‌های گذشته مورد بررسی قرار گرفت که روش‌های چابک از جمله آخرین روش‌ها است. اما جنبه دیگری از توسعه سریع در نرم‌افزار می‌تواند از طریق استفاده مجدد مفاهیم، کدها، کلاس‌ها و حتی واسط نرم‌افزار اتفاق یافتد. چیزی که در حال حاضر، شرکت‌های نرم‌افزاری بسیاری از آن سود می‌برند و سعی به استفاده از کارهای قبلی خود برای توسعه نرم‌افزار فعلی خود دارند. این موضوع به عنوان الگو<sup>۱</sup> در نرم‌افزار شناخته شده که سابقه‌ای طولانی در نرم‌افزار و حتی سایر علومی دارد که با تجربه اجرایی همراه هستند.

استفاده از الگوهای عمده در زمان پیاده‌سازی نرم‌افزار و بیشتر توسط برنامه‌نویسان مطرح و مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما استفاده از الگوهای در طراحی و حتی معماری نرم‌افزار سبب ایجاد فضای تازه‌ای در توسعه نرم‌افزار شده است. در ادامه به بررسی این فضای پیش‌رو در مهندسی نرم‌افزار خواهیم پرداخت. به همین منظور ابتدا به بررسی عوامل ایجاد الگوهای طراحی، ارائه تعریف الگو، بیان تاریخچه و ساختارهای متقابل ارائه شده برای الگوهای خواهیم پرداخت. سپس ضدالگوهای که مفاهیم جدیدی در الگوهای طراحی هستند را مورد کنکاش قرار خواهیم داد.

### ۱۳-۱- عوامل ایجاد الگوهای طراحی

استفاده از شی‌گرایی در توسعه نرم‌افزار منجر به تحولات بسیاری در حوزه نرم‌افزار شد. شی‌گرایی ابتدا در پیاده‌سازی نرم‌افزار و سپس در طراحی و معماری نرم‌افزار مطرح شد و سبب استفاده از ایده‌هایی که لزوماً سابقه‌ای در برنامه‌نویسی رویه‌ای نداشتند، شد. از جمله این موارد می‌توان به الگوهای طراحی اشاره نمود که در برنامه‌نویسی رویه‌ای امکان بکارگیری نداشته و به همین دلیل سابقه‌ای آن به بعد از استفاده از شی‌گرایی در مهندسی نرم‌افزار برمی‌گردد. به عبارت بهتر، خصوصیات شی‌گرایی (تجزیید، محصورسازی، واحدبندی و سلسله مراتب) اجازه داده است تا الگوهای بتوانند در مهندسی نرم‌افزار مورد استفاده قرار گیرند اما عواملی سبب شده‌اند که برنامه‌نویسان، طراحان و حتی معماران نرم‌افزار به سمت

<sup>1</sup> Pattern

استفاده از الگو تمایل پیدا نمایند را می‌توان به صورت ذیل عنوان نمود. این عوامل در گذر زمان ایجاد شده و با تجربیاتی که در توسعه نرم‌افزار شی گرا انجام شد، حاصل شده‌اند.

- اغلب روش‌های تحلیل و طراحی شی گرا تاکید بسیاری بر استفاده از نمادها در طراحی دارند
- برای درک بهتر مفاهیم شی گرا مورد استفاده در توسعه نرم‌افزار نیاز است که نمادها و مفاهیم مشترک و یکسانی توسط برنامه‌نویسان، طراحان و سایر ذی‌نفعان مورد استفاده قرار گیرد. این موضوع دلیل ایجاد زبان یکپارچه UML است. نمادها و مفاهیم همچنین برای مستندسازی و ذکر خصوصیات می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند تا افراد بعدی که مستندات نرم‌افزار را می‌خوانند، بتوانند به درک درستی از چگونگی و مفاهیم مورد استفاده در نرم‌افزار دست یابند. همین امر سبب شده است که ایجاد الگو از کارهای گذشته ساده‌تر انجام شود.
- تحلیل و طراحی شی گرا متمرکز بر رسم نمودارهای مختلف است
- این موضوع که شی گرایی بر مدلسازی تصویری تاکید دارد را می‌توان به عنوان یکی از نقاط قوت این روش نام برد، چرا که مدلسازی تصویری به عنوان یکی از بهترین تجربیات توسعه نرم‌افزار مطرح است. اما تحلیل و طراحی شی گرا تنها رسم نمودار نیست و نقاشی خوب دلیل بر طراحی خوبی نیست. در طراحی شی گرا مفاهیم استفاده شده، نشان‌دهنده تفکرات طراح هستند که برنامه‌نویس می‌بایست آنها را پیاده‌سازی نماید. استفاده از ارتباطات بین کلاس‌ها که به صورت نمودار ارائه می‌شود، کمک می‌کند تا الگوهای طراحی بهتر تشخیص داده شوند. (قسمتی از نمودارها با توجه به قواعد ارتباطی شبیه یکدیگر هستند)
- طراحی شی گرای خوب نیاز به سال‌ها تجربه دارد
- موضوع مهمی که سبب شده است که الگوهای طراحی بیشتر مورد توجه قرار گیرند، نیاز به استفاده از تجربیات قبلی طراحان است. در واقع، کسب تجربه در طراحی شی گرا نیازمند تجربه بسیار در توسعه نرم‌افزار است و دانستن طراحی نرم‌افزار به اندازه دانستن گرامر زبان اهمیت دارد. الگوهای طراحی همانطور که در ادامه خواهیم دید کمک می‌کنند که این تجربیات منتقل شوند.

• بیشترین استفاده مجدد در هنگام طراحی اتفاق می‌افتد

○ سال‌ها تجربه در مهندسی نرم‌افزار نشان داده است که بیشترین حجم استفاده مجدد در طراحی و پیاده‌سازی نرم‌افزار اتفاق می‌افتد. در واقع، طراحی اولین مرحله از توسعه نرم‌افزار است (طراحی معماری نیز شامل این موضوع است) که می‌توان از فعالیت‌های گذشته در توسعه نرم‌افزار استفاده نمود. تجربه طراح کمک شایانی به چگونگی استفاده مجدد می‌نماید. الگوهای طراحی سبب افزایش قابلیت استفاده مجدد می‌شوند.

این عوامل سبب شدند که در گذر زمان الگوهای طراحی ایجاد و مورد استفاده قرار گیرند. در واقع، مجموعه‌ای از ساختارهایی که در هر نرم‌افزار تکرار می‌شوند، پیدا شده و سپس مورد استفاده قرار گرفتند. این ساختارهای تکرار شونده در سیستم‌های شی گرا که با تعریف دقیق‌تر آنها را الگو خواهیم نامید، سبب ارتقای تجزیه، انعطاف‌پذیری، واحدبندی و ظرافت<sup>۱</sup> شدن و حاوی اطلاعات ارزشمند طراحی هستند.

در اغلب موارد ساختارهای تکرار شده در یک نرم‌افزار شی گرانمی‌تواند به صورت مستقیم توسط نرم‌افزار دیگر مورد استفاده قرار گیرد (با توجه به تفاوت مسئله، حوزه و راه حل) بهمین دلیل شناسایی، دسته‌بندی و چگونگی استفاده از این ساختارهای تکرار شوند عمده‌ترین مسئله در توسعه نرم‌افزار شی گرا است.

## ۱۳-۲- تعریف الگوی طراحی

تعاریف مختلفی برای الگو ارائه شده است که یکی از بهترین تعاریف توسط Drik Riehle و Heniz Zullighoven ارائه شده است که بصورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. در این تعریف، الگو «تجزیه از یک شکل عینی که تکرار را در زمینه دلخواه نگاه می‌دارد» عنوان شده است. عنوان نمونه، در توسعه نرم‌افزار این تکرار بیشتر شامل مسائل طراحی می‌شود و الگوها با مسائل طراحی در گیر هستند. هر الگو نشان می‌دهد که چگونه مسئله خاصی را با راه حل خاصی حل می‌شود. اما الگو بیشتر از یک راه حل است و بیانگر این است که مسئله مورد نظر در زمینه خاصی اتفاق می‌افتد که در آن علاقه‌مندی‌های دیگری نیز وجود دارند. در واقع، راه حل پیشنهادی یک الگو حاوی نوعی ساختار است

<sup>1</sup> Elegance

که بین علاقهمندی‌های خاص یا اجبارها توازن برقرار می‌نماید تا بهترین راه حل برای مسئله در زمینه مورد نظر ارائه شود. هر الگوی طراحی شامل مجموعه‌ای از وابستگی‌ها، ساختارها، تعاملات و قراردادها<sup>۱</sup> است.

هر الگونامها و ساختار طراحی را به صورت صریح تعیین می‌کند و راه حلی نمونه برای مسئله‌ای در زمینه خاص مطرح می‌کند. در واقع، الگوها در تجربیات قبلی پیدا شده‌اند و ابداع نشده‌اند و راهی برای تسهیل ارتباطات بین ذینفعان هستند. یک الگوی خوب کارهای زیر را انجام می‌دهد:

- مسئله‌ای را حل می‌کند: الگوها راه حل‌ها را نشان می‌دهند نه راهبرد یا مفاهیم.
- یک مفهوم اثبات شده است: الگوها راه حل‌هایی اثبات شده برای انجام مسئله هستند.
- راه حل مشهود نیست: روش‌های حل مسئله زیادی سعی به اشتغال راه حل از مفاهیم اولیه می‌نمایند. بهترین الگوها راه حلی غیر مستقیم برای یک مسئله تولید می‌کنند.
- یک رابطه را توصیف می‌کنند: الگوها نه تنها مأذول‌ها را توصیف می‌کنند بلکه ساختارهای سیستم و مکانیزم‌ها را عمیق‌تر توصیف می‌کنند.

### ۱۳-۳-طبقه‌بندی الگوها

عموماً الگوها به سه دسته تقسیم می‌شوند اما به دلیل پذیرش زیاد کتاب Gang of Four و اینکه این کتاب اولین کتابی که در زمینه الگوهای معماری ارائه شده است اغلب تنها بر روی یک نوع الگو یعنی الگوهای طراحی تمرکز دارند و به هر نوع الگوی که در زمینه معماری باشد، الگوی طراحی گویند. طبقه‌بندی‌های متفاوتی از الگوها ارائه شده است که Frank Buschmann and et. al. در کتاب خود سه دسته از الگوهای معماری را به صورت زیر معرفی می‌نمایند:

- **الگوهای معماری<sup>۲</sup>:** الگوی معماری، طرح یا سازوکار ساختاری پایه را برای سیستم نرم‌افزار بیان می‌نماید. این الگو مجموعه‌ای از زیرسیستم‌های تعریف شده را فراهم می‌آورد، وظایفشان را مشخص می‌کند و دارای قوانین و خطوط راهنمائی برای سازماندهی ارتباط بین آنهاست.
- **الگوهای طراحی<sup>۳</sup>:** الگوی طراحی، مدلی برای تصحیح زیرسیستم یا مولفه‌های سیستم نرم‌افزاری یا ارتباط بین آنها را بیان می‌کنند. این الگو ساختارهای تکراری معمول در مولفه‌های

<sup>1</sup> Conventions

<sup>2</sup> Architectural Patterns

<sup>3</sup> Design Patterns

ارتباطی را توصیف می‌کند که در واقع مسائل طراحی عمومی را بدون داشتن زمینه (هر الگو دارای زمینه خاص است) خاص حل می‌کند.

• **idiom**: **Idiom** یک الگوی سطح پائین مخصوص زبان برنامه‌نویسی است. یک

چگونگی پیاده‌سازی جنبه خاصی از مولفه‌ها یا ارتباط بین آنها را با استفاده از خصوصیات زبان داده شده توصیف می‌کند.

تفاوت بین این سه نوع الگو در سطوح تجرید و جزئیات آنهاست. الگوهای معماری، راهبردهای سطح بالایی هستند که با مولفه‌های بزرگ و خصوصیات عمومی و مکانیزم‌های سطح بالای سیستم مرتبط است. این الگوها ساختارهای کلی یک سیستم نرم‌افزاری را تحت تاثیر قرار می‌دهد و بر تمام جنبه‌های سیستم نرم‌افزاری تاثیر می‌گذارند. الگوهای طراحی تکنیک‌های سطح میانه هستند که برخی ساختارها و رفتارهای موجودیت‌ها و ارتباطات بین آنها را مشخص می‌کنند. این الگوها ساختار کلی سیستم را تحت تاثیر قرار نمی‌دهند، اما در عوض ریز‌معماری‌های<sup>1</sup> زیر سیستم‌ها و مولفه‌ها را مشخص می‌کند. به عبارت بهتر، این الگوها بر هر زیرسیستم تاثیر می‌گذارند و از الگوهای معماری تاثیر می‌پذیرند. **Idiom** ها تکنیک‌های برنامه‌نویسی مخصوص زبان و مخصوص پارادایم هستند که جزئیات خارجی و داخلی ساختار یا رفتار یک مولفه را توصیف می‌کند.

Zullighoven و Riehle نیز طبقه‌بندی خاصی را برای الگوها ارائه نموده‌اند. این دو محقق، الگوها را به سه دسته ذیل تقسیم نموده‌اند:

• **الگوهای مفهومی**: شکل این الگوها با اصطلاحات و مفاهیم دامنه یک کاربرد توصیف می‌شود.

• **الگوهای طراحی**: شکل این الگوها با ساختارهای طراحی نرم‌افزار مثل اشیاء، کلاسها، وراثت، اجتماع و ارتباطات از نوع *use* توصیف می‌شود.

• **الگوهای برنامه‌نویسی**: شکل این الگوها بوسیله ساختارهای زبان برنامه‌نویسی توصیف می‌شود.

با مقایسه دو دسته طبقه‌بندی بالا می‌توان الگوهای برنامه‌نویسی را معادل با *idiom* در نظر گرفت. برای دو نوع دیگر از الگوهای ذکر شده در بالا، نویسنده‌گان طبقه‌بندی اول، مجموعه خود را براساس دیدگاه

<sup>1</sup> Micro-architecture

معماری بیان نمودند. در حالیکه نویسندهای دو کتاب از این دیدگاه آنها را طبقه‌بندی نمودند که آیا آنها زبان را از فضای مسئله استخراج می‌کنند یا از فضای راه حل استخراج می‌کنند.

### ۱۳-۴-تاریخچه الگوی طراحی

استفاده فعلی از اصطلاح الگو از نوشهای کریستوفر الکساندر<sup>۱</sup> معمار که کتاب‌های بسیاری در زمینه برنامه‌ریزی شهری و معماری ساختمان دارد، گرفته شده است. او در کتاب A Pattern Language سعی به ارائه زبانی برای الگوهای طراحی مورد استفاده در ساختمان نمود تا بتواند سرعت طراحی ساختمان را افزایش دهد. در سال ۱۹۸۷ دو محقق بنام‌های Ward Cunningham و Kent Beck با زبان برنامه‌نویسی Smalltalk و روی طراحی واسط کاربر کار می‌کردند که تصمیم گرفتند از برخی از ایده‌های الکساندر OOPSLA'87 برای توسعه یک زبان کوچک پنج الگویی استفاده نمایند. آنها در مقاله‌ای که در کنفرانس ارائه نمودند، الگوهای طراحی را معرفی نمودند.

پس از معرفی رسمی الگوهای Jim Coplien با استفاده از نتیجه کار منتشر شده دو محقق ذکر شده، کاتالوگی از idiom های زبان C++ را مهیا نمود و در کتابی آن را منتشر نمود. از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۲ اعضای مختلف Gang of Four<sup>۲</sup> با یکدیگر ملاقات نموده و کارهایی را در زمینه تهیه یک کاتالوگ از الگوها انجام دادند و در کارگاه آموزشی شی‌گرایی در سال ۱۹۹۱ آنها را معرفی نمودند. در آگوست سال ۱۹۹۳، Kent Beck و Grady Booch با یکدیگر در کلورادو ملاقات نمودند که در واقع این ملاقات پایه‌گذار گروه Hillside شد. کمی بعد از آن کتاب معروف «الگوهای طراحی» توسط Gang of Four منتشر شد که اولین کتاب معتبر در زمینه الگو است.

### ۱۳-۵-ساختار الگوی طراحی

هر الگو دارای قالب و ساختاری است که نشان‌دهنده خصوصیات آن الگو است. ساختارهای متعددی برای بیان الگوهای طراحی پیشنهاد شده است که هر یک سعی به مستندسازی خصوصیاتی از الگوها دارند که بتوانند در توسعه نرم‌افزار از آنها استفاده نمایند. هر الگو دارای چهار بخش اصلی است که در همه ساختارهای پیشنهادی برای الگو وجود دارند که عبارتند از:

- نام الگو: معمولاً برای الگو نامی انتخاب می‌شود تا گویای عملکرد الگو باشد

<sup>1</sup> Christopher Alexander

<sup>2</sup> John Vlissides, Ralph Johnson, Richard Helm, and Erich Gamma

• مسئله: نشان می‌دهد که چه وقت یک الگو می‌بایست مورد استفاده قرار گیرد. مسئله می‌تواند

شامل بیان مشکلات طراحی نیز باشد.

• راه حل: عناصر طراحی، ارتباط بین آنها، مسئولیت هر یک و نحوه همکاری بین آنها را بیان

می‌کند. در این قسمت، راه حل دقیق نشان داده نمی‌شود بلکه الگو مانند یک قالب کلی می‌ماند

که می‌تواند به مسائل بیان شده اعمال شود.

• نتایج: توازن‌های ایجاد شده و نتایج اعمال الگو در این قسمت بیان می‌شود.

در ادامه به بررسی چند ساختار پیشنهادی برای الگو خواهیم پرداخت.

### ۱۳-۵-۱- ساختار پیشنهادی الکساندر

الکساندر در کتاب A Pattern Language ساختاری اولیه‌ای را برای نگهداری اطلاعات مربوط به

الگوها و استفاده از آنها پیشنهاد داده است که می‌توان آن را از جمله اولین ساختارهای مطرح در حوزه

الگو دانست. این ساختار شامل نام الگو، زمینه الگو، مسئله (اجبارهای) که الگو حل می‌کند، راه حلی

(پیکربندی و چگونگی راه حل) که الگو ارائه می‌دهد و بیان ارتباط زمینه، مسئله و راه حل است. زمینه

الگو پیش شرایطی که بنظر می‌رسد تحت آن، مسئله و راه حل آن تکرار می‌شوند و راه حل ارائه شده برای

آن مسئله مطلوب است. زمینه، نشان‌دهنده کاربرد الگو است. می‌توان اینطور عنوان نمود که پیش شرایط

نشان‌دهنده پیکربندی اولیه سیستم قبل از اعمال الگو هستند. به عبارت دیگر، زمینه نشان‌دهنده فضایی

است که الگو در آن فضا تکرار می‌شود. تکرار الگو به معنی تکرار مسئله و راه حل الگو است.

### ۱۳-۵-۲- ساختار پیشنهادی Polti

ساختار دیگری که برای الگو پیشنهاد شده است، توسط Lucille Ray و Georges Polti در کتاب

Thirty-Six Dramatic Situations ارائه شده است که نسبت به ساختار پیشنهادی الکساندر دیدگاه

متفاوتی ارائه می‌دهد. این ساختار عبارتند از: نام الگو، عناصر الگو، توصیف الگو، نمونه‌های الگو، موارد

استفاده الگو و جزئیات الگو. توصیف الگو را می‌توان معادل زمینه الگو در ساختار الکساندر دانست.

وجود عناصر الگو سبب کاربردی تر شدن الگوهای مطرح شده با این ساختار می‌شود. همچنین بیان

جزئیات الگو سبب می‌شود که تمام زوایای دیگری که الگو بر آنها اثر دارد، مورد بررسی قرار گیرند.

### ۱۳-۵-۳- ساختار پیشنهادی الگوی GoF

قالبی را برای الگوهای معماری ارائه داده‌اند که اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرد و به «قالب GoF» مشهور است. خصوصیات پیشنهادی GoF اغلب مواردی که قالب‌های دیگر پوشش داده نشده است، در بردارد. خصوصیات پیشنهادی GoF برای هر الگو عبارتند از:

- **نام:** هر الگو باید دارای یک نام مشخص باشد. نام الگو اجازه می‌دهد تا یک کلمه یا عبارت کوتاه برای اشاره به الگو، خصوصیات و دانشی که الگو بهمراه دارد، مشخص شود. نام الگوی خوب، واژگانی برای اشاره به خصوصیات مفهومی الگو شکل می‌دهد. برخی اوقات الگو بیش از یک نام دارد، در این مورد بهتر است دیگر اسمی الگو مستندسازی شده تا بتوانند در صورت نیاز مورد استفاده قرار گیرند. برخی از اسمی مورد استفاده برای الگوها، علاوه بر نام مورد نظر، نشان‌دهنده طبقه‌ای از الگوها هستند.

- **طبقه‌بندی<sup>۱</sup>:** طبقه‌بندی براساس کاری که الگو انجام می‌شود. الگوها از نظری کاری که انجام

می‌دهند به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

- تولیدکننده<sup>۲</sup>: بر روی فرآیند ایجاد اشیا و کلاس‌ها تمرکز دارند

- ساختاری: بر روی ترکیب کلاس‌ها و اشیا تمرکز دارند

- رفتاری: بر روی رفتار کلاس‌ها و اشیا و توزیع وظیفه تمرکز دارند

به نظر الکساندر بهترین الگوهایی هستند که تولیدکننده هستند. الگوهای تولیدکننده فعال و پویا هستند. این الگوها نشان می‌دهند چگونه می‌توان چیزی را ایجاد نمود و می‌توانند در معماری‌های سیستم حاصل که در آن مشارکت داشته‌اند، مشاهده شوند. برخلاف این الگوها، الگوهای غیر تولیدکننده، ثابت و انفعالي هستند. این الگوها پدیده‌های تکراری را بدون نیاز به گفتن اینکه چطور آنها را مجددًا تولید نمود، توصیف می‌کنند. اغلب تلاش می‌شود که الگوهای تولیدکننده مستند شوند بدین دلیل که آنها نه تنها خصوصیات سیستم‌های خوب را نشان می‌دهند بلکه یاد می‌دهند چگونه آنها را بسازیم. جدول ۱-۱۳ طبقه‌بندی برخی از الگوهای طراحی را که توسط GoF انجام شده است، نشان می‌دهد.

<sup>1</sup> Classification

<sup>2</sup> Creational

Patterns Classification		Purpose		
		Creational	Structural	Behavioral
Scope	Class	Factory Method	Adapter	Interpreter Template Method
	Object	Abstract Factory Builder Prototype Singleton	Adapter Bridge Composite Decorator Facade Proxy	Chain of Responsibility Command Iterator Mediator Memento Flyweight Observer State Strategy Visitor

جدول ۱-۱۳- طبقه‌بندی الگوهای طراحی توسط GoF

- **منظور<sup>۱</sup>:** جمله‌ای که قصد مسئله مورد نظر الگو را شرح می‌دهد. به عبارت دیگر، در مسئله الگو به اهداف و موضوعاتی که الگو می‌خواهد در یک زمینه و اجراء خاص به آن پردازد، توجه می‌شود. اغلب، اجراء‌های الگو با اهداف مطرح شده در مسئله در تضاد هستند و الگو می‌بایست به روش‌هایی بین آنها توازن ایجاد نماید. بیان منظور الگو به صورت شفاف کمک می‌کند تا در که بهتری از کاری که الگو برای آن ایجاد شده، بدست آید.
- **نام‌های مشابه:** در صورتی که الگو دارای اسمی شناخته شده دیگری است، قید می‌شود.
- **انگیزه<sup>۲</sup>:** سناریویی که مشکل طراحی و اینکه چگونه کلاس‌ها و اشیای موجود در الگو مشکل را حل می‌کنند، نشان می‌دهد. این سناریو کمک می‌کند تا در که بهتری از توصیفاتی مربوط به الگو داشته باشد. عمدۀ ترین قسمت هر الگو بخش انگیزه آن است که نشان می‌دهد الگو توانایی حل مسئله را دارد و چگونگی حل مسئله توسط الگو تشریح می‌شود.
- **کاربرد پذیری<sup>۳</sup>:** وضعیتی که الگو می‌تواند به کار برد شود و همچنین نحوه شناسایی این وضعیت در اینجا بیان می‌شود. نمونه‌هایی از طراحی‌های ضعیف که الگو می‌تواند آنها را تقویت نماید و تشخیص اینکه در چه حالت‌هایی الگو می‌تواند بکار برد شود در این بخش بیان می‌شود.

<sup>1</sup> Intent

<sup>2</sup> Motivation

<sup>3</sup> Applicability

- **ساختار:** نمایشی گرافیکی از کلاس‌ها در الگو با استفاده از نمادگذاری OMT (با توجه به اینکه نماد UML در سال ۱۹۹۵ هنوز نهایی نشده بود، می‌توان از UML استفاده نمود). برای نمایش تعاملات می‌توانید از نمودار ترتیبی یا نمودار همکاری استفاده نمایید. کلاس‌های کلیدی و ارتباط بین آنها در این بخش نمایش داده می‌شود.
- **شرکاء<sup>۱</sup>:** کلاس‌ها و/یا اشیایی که در الگوی طراحی و انجام وظایف مشارکت می‌کنند. برای هر یک از شرکاء تعریفی که نشان‌دهنده نقش آنهاست، بیان می‌شود.
- **همکاران:** نحوه همکاری شرکاء در انجام وظایف الگوی طراحی در این قسمت بیان می‌شود. در واقع، مفاهیم و ساختاری که در بخش‌های انگیزه و ساختار به آنها پرداخته شده‌اند و در الگو مشارکت می‌کنند، در بخش قبل و این قسمت تشریح می‌شوند.
- **نتایج:** در این بخش در مورد اینکه الگو چگونه اهداف مورد نظر خود را برآورده می‌سازد، چه توازن‌ها و نتایجی با به کار بردن الگو بدست می‌آید و چه جنبه‌هایی از ساختار سیستم می‌توانند متفاوت باشند، صحبت می‌شود و نحوه پاسخ به این سوالات نشان داده می‌شود.
- **پیاده‌سازی:** نکات فنی، نقاط ضعف و دیگر نکاتی که باید در استفاده از الگو مد نظر قرار داد، در اینجا مورد بررسی قرار می‌گیرند.
- **نمونه کد:** بخش‌های از کد الگو به زبان C++ یا Smalltalk در این قسمت بیان می‌شود.
- **استفاده شناخته شده<sup>۲</sup>:** در این قسمت استفاده‌هایی که از این الگو شده که شناخته شده هستند و همچنین کاربردهای الگو در سیستم‌های موجود بیان می‌شود. این قسمت به ارزیابی الگو با بررسی اینکه آیا این الگو براستی راه حل اثبات شده‌ای برای یک مسئله تکراری است، کمک می‌کند.
- **الگوهای مرتبط:** ارتباطات پویا و ایستای بین این الگو و دیگر الگوها در همان زبان یا سیستم را نشان می‌دهد. اغلب الگوهای مرتبط دارای نیروهای مشترک، زمینه ابتدایی و متن سازگار با دیگر الگوها هستند.

---

<sup>1</sup> Participants

<sup>2</sup> Known Uses

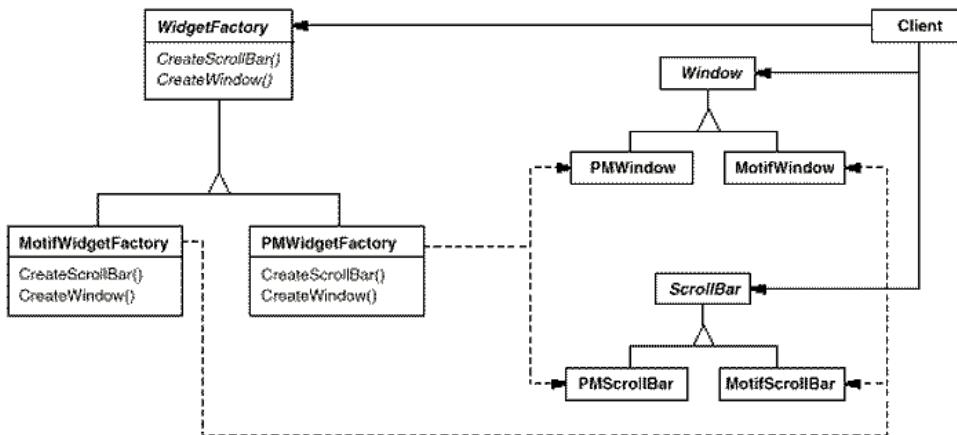
## ۱۳-۶-بررسی چند الگوی طراحی

در جدول ۱-۱۳ فهرست الگوهای طراحی معرفی شده توسط GoF به همراه دسته‌بندی آنها ارائه شده است. در ادامه به بررسی چند الگوی مطرح در طراحی نرم‌افزار خواهیم پرداخت. در بیان هر الگو از ساختار GoF برای بیان الگو استفاده شده است.

### ۱-۶-۱-الگوی طراحی Abstract Factory

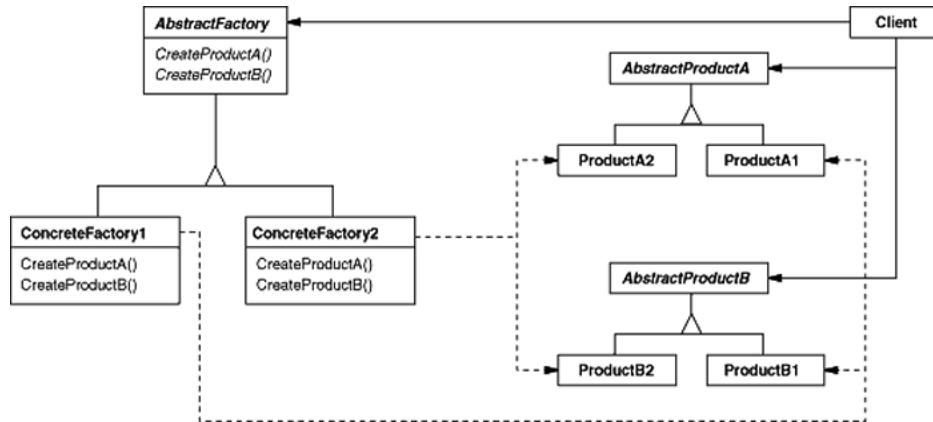
- **طبقه‌بندی:** ایجاد کننده آنها فراهم می‌کند
- **منظور:** رابطی برای ایجاد خانواده‌ای از اشیای مرتبط یا وابسته بدون مشخص کردن کلاس‌های آنها فراهم می‌کند
- **نام‌های مشابه:** Kit
- **انگیزه:** در نرم‌افزارهایی که نیاز به حمایت از چند نوع واسط کاربری وجود داشته باشد (هر واسط کاربری مجموعه‌ای از widget‌ها همانند Button، Scroll bar و Window می‌باشد) نیاز است تا نرم‌افزار به گونه‌ای انعطاف‌پذیر طراحی شود تا برنامه‌نویس مجبور به کدنویسی برای هر یک از واسطه‌های کاربری نشود. برای حل این مشکل، کلاس مجردی به نام WidgetFactory تعریف می‌شود که واسطی برای تعریف هر نوع widget در اختیار می‌گذارد. همچنین یک کلاس مجرد برای هر نوع از widget‌ها (از قبیل button و Scroll bar) وجود داشته و یک زیرکلاس عینی از Widget برای هر نوع واسط کاربری پیاده‌سازی شده است. واسطWidgetFactory دارای متدهای برای ایجاد و برگشت شی جدید از هر کلاس مجرد است که سرویس گیرنده‌ها این متدها را فراخوانی می‌کنند، بدون اینکه از کلاس عینی که مورد استفاده قرار می‌دهند، مطلع باشند. به این ترتیب سرویس گیرنده‌ها مستقل از کلاس واسط کاربری خواهند شد. شکل ۱-۱۳ کلاس‌های نمونه‌ای بیان شده و ارتباط بین کلاس‌ها را نمایش می‌دهد. دو واسط کاربر MotifWidgetFactory و PMWidgetFactory از کلاس مجرد WidgetFactory ایجاد شده‌اند تا مورد نظر برای هر واسط کاربری در آنها دیده شود. کلاس مجرد Window (نوع Widget) و دو کلاس عینی PMWindow و MotifWindow که برای هر دو نوع واسط کاربری پیاده‌سازی شده‌اند. سرویس گیرنده‌ها، با فراخوانی متدهای

موجود در Window، درخواست ایجاد Widgetfactory (در اینجا Scroll bar یا Widgetfactory) می‌کند. درخواست براساس نوع واسط کاربری درخواستی به یکی از کلاس‌های PMWidgetFactory یا MotifWidgetFactory می‌شود و این کلاس‌ها بسته به درخواست Widget مورد نظر را ایجاد و برگشت می‌دهند.



شکل ۱-۱۳- نمونه استفاده از الگوی Abstract Factory

- **کاربرد پذیری:** وقتی از الگوی Abstract Factory استفاده نمایید که:
  - سیستم می‌بایست مستقل از چگونگی تولید، ترکیب و نمایش محصولاتش باشد
  - سیستم می‌بایست توسط یک یا بیشتر محصول پیکربندی شود
  - خانواده‌ای از اشیا مرتبط به گونه‌ای طراحی شده‌اند که می‌بایست از یکدیگر استفاده کنند و شما مجبور این اجراء را در نظر بگیرید
  - وقتی می‌خواهید کتابخانه‌ای از محصولات مختلف ایجاد کنید و تنها واسط آنها را در اختیار قرار دهید
- **ساختار:** شکل ۲-۱۳ ساختار الگوی Abstract Factory را نشان می‌دهد. با توجه به شکل و توضیحاتی که قبلًا داده شد می‌توان محصولات بیشتری به غیر از ProductA و ProductB را در AbstractFactory قرار داد و به همین ترتیب نیاز است تا کلاس‌های ConcreteFactory1 و ConcreteFactory2 نیز تغییر یابند. هر ConcreteFactory یک واسط کاربر می‌ماند. پیاده‌سازی هر محصول به اندازه تعداد واسطه‌ایی که نیاز است، انجام می‌شود.



شکل ۲-۱۳- ساختار الگوی طراحی

- شرکاء: برای هر کلاسی که در شکل ۱-۱۳ ارائه شده، تعریف کوتاهی به همراه نمونه کلاس (از شکل ۱-۱۳) بیان می‌شود

(WidgetFactory) AbstractFactory ○

▪ واسطی برای عملیات تعریف می‌کند که اشیاء محصول مجرد را ایجاد می‌کند

(MotifWidgetFactory, PMWidgetFactory) ConcreteFactory ○

▪ عملیات مورد نیاز برای ایجاد اشیاء محصول را پیاده‌سازی می‌کند

(Window, ScrollBar) AbstractProduct ○

▪ واسطی برای هر نوع شی متعلق به محصول ایجاد می‌کند

(MotifWindow, MotifScrollBar) ConcreteProduct ○

▪ شیی از محصول را تعریف می‌کند که با استفاده از ConcreteFactory مربوطه

ایجاد می‌شود. در واقع، واسط AbstractProduct را پیاده‌سازی می‌کند

Client ○

▪ درخواست سرویس می‌کند و تنها واسطه‌های تعریف شده توسط کلاس‌های

AbstractProduct و AbstractFactory را مورد استفاده قرار می‌دهد

• همکاران: معمولاً یک نمونه از کلاس ConcreteFactory در زمان اجرای نرم‌افزار ایجاد

می‌شود. این نمونه، اشیاء هر محصول را که دارای پیاده‌سازی خاص هستند، ایجاد می‌کند.

برای ایجاد اشیاء محصولات دیگر، می‌بایست ConcreteFactory دیگری ایجاد شود.

تنها ایجاد اشیاء محصول را به ConcreteFactory ارسال می‌دارد.

- نتایج: الگوی AbstractFactory دارای مزایا و معایب زیر است:

- انعطاف‌پذیری را افزایش می‌دهد
- تجرید را افزایش می‌دهد
- توسعه آن برای حمایت از محصولات جدید دشوار است

- پیاده‌سازی

- استفاده از پارامترها راهی برای کنترل اندازه واسط است

- این الگو در واقع مجموعه‌ای از الگوهای ConcreteFactory و Factory Method اغلب یک Singleton (الگوی) است

## ۱۳-۶-۲- الگوی طراحی Bridge

- طبقه‌بندی: ساختاری

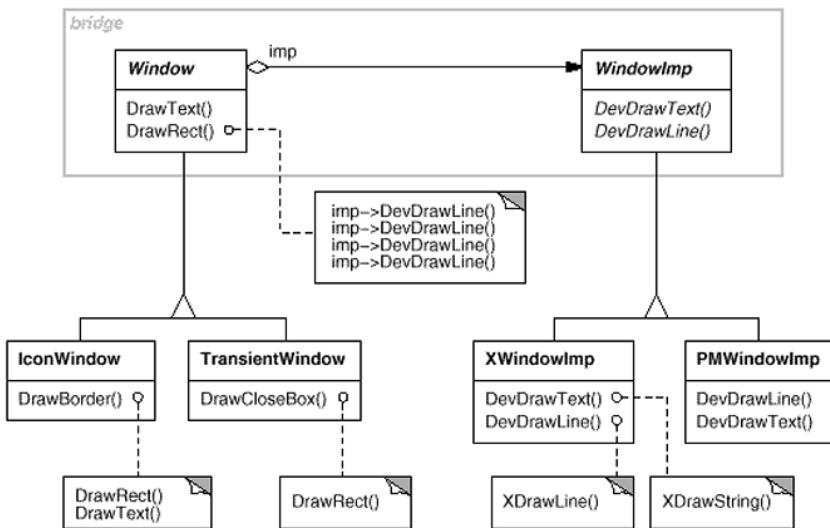
- منظور: برای جداسازی واسط مجرد(منطقی) از پیاده‌سازی‌اش (فیزیکی) مورد استفاده قرار می‌گیرد

- نام‌های مشابه: Handle/Body

- انگیزه: وقتی یک کلاس مجرد نیاز به چند پیاده‌سازی دارد معمولاً از وراثت استفاده می‌شود.  
در این صورت یک کلاس مجرد، واسط را به صورت مجرد تعریف نموده و چندین زیرکلاس عینی آن را به روش‌های مختلف پیاده‌سازی می‌کنند. اما این روش همیشه انعطاف‌پذیر نیست. وراثت یک پیاده‌سازی را به یک کلاس مجرد به صورت دائم نگاشت می‌کند و اصلاح و استفاده مجدد را دچار مشکل می‌کند.

الگوی Bridge راه حل مناسبی برای این مسئله است و با استفاده قرار دادن پیاده‌سازی‌ها در یک کلاس دیگر این کار را انجام می‌دهد. به عنوان مثال در صورتیکه بخواهید یک window قابل حمل که هم بر روی سیستم‌های XWindows تحت یونیکس کار کند و هم بر روی سیستم عامل ویندوز داشته باشد، الگوی Bridge با قرار دادن یک کلاس مجرد از Window و پیاده‌سازی‌های آن در یک کلاس سلسله مراتبی مجاز مشکل را حل می‌کند. در واقع، یک سلسله مراتب کلاس برای واسطه‌های Window، IconWindow، ...) Window

و یک سلسله مراتب برای پیاده‌سازی Window مخصوص به سیستم عامل (TransientWindow) وجود دارد که ریشه آن WindowImp است. زیر‌کلاس XWindowImp نمونه‌ای از پیاده‌سازی تحت سیستم عامل یونیکس است. شکل ۳-۱۳ این مسئله را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱۳- نمونه استفاده از الگوی Bridge

تمام عملیات زیر‌کلاس Window بر حسب عملیات مجرد واسط WindowImp پیاده‌سازی شده‌اند. این کار سبب می‌شود تجربیدهای Windows از پیاده‌سازی‌های وابسته به سیستم عامل جدا شود. به ارتباط بین Window و WindowImp یک Bridge گویند.

- **کاربرد پذیری:** وقتی از الگوی Bridge استفاده نمائید که:

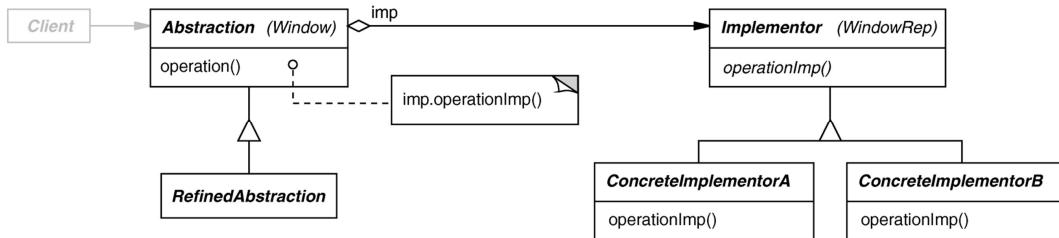
- نیاز است واسط و پیاده‌سازی اش باید با یکدیگر مجزا باشند

- نیاز به یک واسط واحد برای تعامل با دیگر کلاس‌ها باشد

- تغییر در پیاده‌سازی‌های کلاس نباید تاثیری رو سرویس گیرنده‌ها داشته باشد

- نیاز است که پیاده‌سازی کلاس کاملاً از دید سرویس گیرنده‌گان پنهان بماند

- **ساختار:** شکل ۴-۱۳ ساختار الگوی طراحی Bridge را نمایش می‌دهد. هر سرویس گیرنده به کلاس Abstraction متصل می‌شود. با استفاده از متدهای Implementor پیاده‌سازی می‌شود. پیاده‌سازی‌های متفاوت زیر‌کلاس Implementor هستند.



شکل ۱۳-۴- ساختار الگوی طراحی Bridge

- شرکاء: برای هر کلاسی که در شکل ۱۳-۴ ارائه شده، تعریف کوتاهی به همراه نمونه کلاس

(از شکل ۱۳-۳) بیان می‌شود

(Window) Abstraction ○

- واسط تجريد را تعریف می‌کند و ارجاعی به یک شی از نوع Implementor نگاه می‌دارد

(IconWindow) RefinedAbstraction ○

- واسط تعریف شده توسط Abstraction را توسعه می‌دهد

(WindowImp) Implementor ○

- واسطی برای کلاس‌های پیاده‌سازی تعریف می‌کند. اجرایی نیست که این واسط

دقیقاً با واسط Abstraction متناظر باشد. در واقع، دو واسط می‌توانند کاملاً

متفاوت باشند. واسط Implementor تنها عملیات اولیه را فراهم می‌کند و

عملیات سطح بالا را براساس این عملیات اولیه تعریف می‌کند.

(XWindowImp, PMWindowImp) ConcreteImplementor ○

- واسط Implementor را پیاده‌سازی و پیاده‌سازی عینی اش را تعریف می‌کند

- همکاران: کلاس Abstraction درخواست‌های سرویس گیرنده را برای شی Implementor ارسال می‌دارد

- نتایج: الگوی Bridge مزایای زیر را ارائه می‌دهد:

○ واسط مجرد و پیاده‌سازی از یکدیگر مجزا می‌شوند

○ پیاده‌سازی می‌تواند مجزا و متغیر باشد

- واسط باید به گونه‌ای عمومی باشد که همه رابطه‌ای که پیاده‌سازی می‌شوند را حمایت کند

### • پیاده‌سازی

- تنها یک پیاده‌ساز باید وجود داشته باشد

- ایجاد پیاده‌ساز صحیح دشوار است

- اشتراک پیاده‌سازها باید مد نظر قرار گیرد

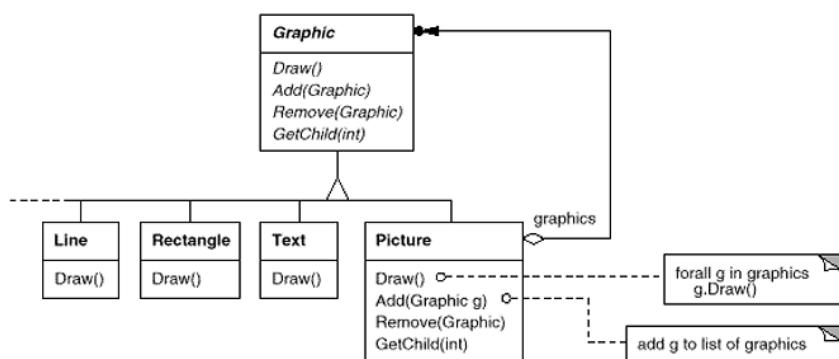
## ١٣-٦-٣- الگوی طراحی Composite

### • طبقه‌بندی: ساختاری

- منظور: ترکیب اشیا در ساختاری درختی برای نمایش سلسله مراتب Part-Whole

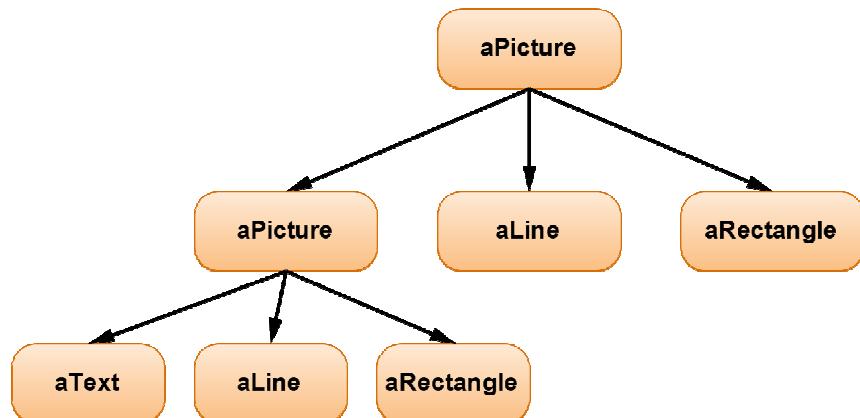
### • نام‌های مشابه: ندارد

- انگیزه: نرم‌افزارهای گرافیکی همانند ویرایشگرهای متن نیازمند نگهداری اطلاعات مربوط به عناصر پیچیده‌ای که خود از عناصر اولیه مانند متن و شکل تشکیل شده‌اند، هستند. با ترکیب این اشیاء، نگهداری آنها نیز دشوارتر می‌شود. یک طراحی ساده می‌تواند بدین گونه باشد که کلاس‌های عناصر اولیه با کلاس‌های عناصری که می‌توانند عناصر اولیه را در خود جای دهند، متفاوت باشد. با این روش، کد نرم‌افزار می‌بایست بین این نوع کلاس تفاوت قائل شود در حالیکه ممکن است از نظر کاربر این دو نوع با یکدیگر متفاوت نباشند. این تفاوت سبب پیچیده شدن بیش از حد نرم‌افزار می‌شود. شکل ۱۳-۵ نمونه‌ای از این ارتباط را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳-۵- ارتباط نمونه بین عناصر گرافیکی

با استفاده از الگوی Composite می‌توان این مشکل را به گونه‌ای حل نمود تا پیچیدگی نرم‌افزار کاهش یابد. کلید این کار استفاده از یک کلاس مجرد برای عناصر اولیه و عناصر ترکیبی است. به عنوان نمونه در مثال ذکر شده، این کلاس می‌تواند Graphic باشد. کلاس Graphic می‌تواند شامل متدهایی نظیر Draw باشد که مخصوص عناصر گرافیکی است. همچنین این کلاس شامل عملیاتی است که در عناصر ترکیبی مشترک است همانند دستیابی به فرزندان عنصر پیچیده. بدین ترتیب هر کلاس می‌تواند مجموعه‌ای از عناصر اولیه و پیچیده باشد. شکل ۶-۱۳ نمونه‌ای از ارتباط بین عناصر ساده و ترکیبی را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱۳- نمونه‌ای از ارتباط بین عناصر با استفاده از الگوی Composite

هر عنصر aPicture می‌تواند یک خط (aLine)، متن (aText)، مستطیل (aRectangle) یا یک شکل ترکیبی باشد.

- **کاربرد پذیری:** وقتی از الگوی Composite استفاده نمائید که:

- اشیا نیاز به ترکیب به صورت بازگشتی<sup>۱</sup> دارند

- نیاز به نمایش رابطه Part-Whole دارید

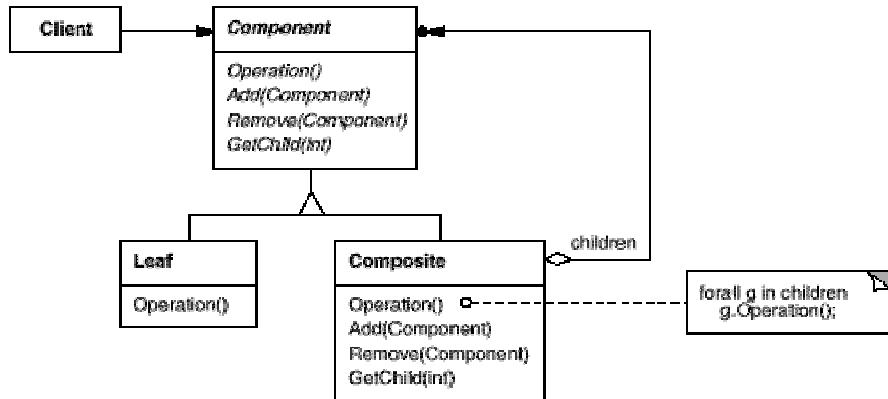
- تفاوتی بین اشیای ترکیبی و ساده وجود ندارند

- اشیا در ساختار می‌توانند واحد در نظر گرفته شوند

- **ساختار:** شکل ۷-۱۳ ساختار الگوی Composite را نشان می‌دهد. هر کلاس Component می‌تواند شامل برگ یا یک کلاس Composite دیگر باشد.

---

<sup>۱</sup> Recursive



شکل ۷-۱۳- ساختار الگوی طراحی Composite

- شرکاء: برای هر کلاسی که در شکل ۷-۱۳ ارائه شده، تعریف کوتاهی به همراه نمونه کلاس

(از شکل ۶-۱۳) بیان می‌شود

(Graphic) Component ○

- واسطی برای اشیاء در ترکیب تعریف می‌کند

▪ رفتار پیش‌فرض را برای هر واسط مشترک برای همه کلاس‌ها تاحد ممکن

پیاده‌سازی می‌کند

- واسطی برای دستیابی و مدیریت مولفه‌های فرزند تعریف می‌کند

(Rectangle, Line, Text, etc.) Leaf ○

- اشیاء برگ را در ترکیب‌شان نشان می‌دهد (برگ، گره‌ای است که فرزند ندارد)

- رفتار اشیاء اولیه را در ترکیب تعریف می‌کند

(Picture) Composite ○

- رفتار مولفه‌هایی که دارای فرزند هستند را تعریف می‌کند

- مولفه‌های فرزند را ذخیره می‌کند

- عملیات مرتبط با فرزندان را در واسط Component پیاده‌سازی می‌کند

Client ○

- با استفاده از واسط Composite عملیات خود را بر روی اشیاء انجام می‌دهد

• **همکاران:** سرویس گیرنده‌گان با استفاده از واسط کلاس Composite با اشیاء موجود در ساختار ترکیبی ارتباط برقرار می‌کنند. اگر شی مورد نظر برگ باشد، درخواست به صورت مستقیم مدیریت می‌شود و اگر شی مورد نظر ترکیبی باشد، درخواست به مولفه‌های فرزند ارسال می‌شود و منجر به عملیات بیشتری می‌شود.

• **نتایج:** با استفاده از الگوی طراحی Composite این نتایج حاصل می‌شود:

- همسانی: بدون در نظر گرفتن پیچیدگی همه اشیا یکسانند
- قابلیت توسعه: مولفه‌های جدید براحتی می‌توانند افروده شوند
- سربار: سربار تعداد اشیای جدید را کاهش می‌دهد

#### • پیاده‌سازی

- روشنی برای شناسایی والدین و فرزندان باید استفاده شود
- برای والدین و فرزندان از یک واسط استفاده می‌شود
- حذف یک فرزند مسئولیت دارد! (این فرزند می‌تواند فرزندانی داشته باشد و سبب ایجاد اشیای یتیم<sup>۱</sup> شود)

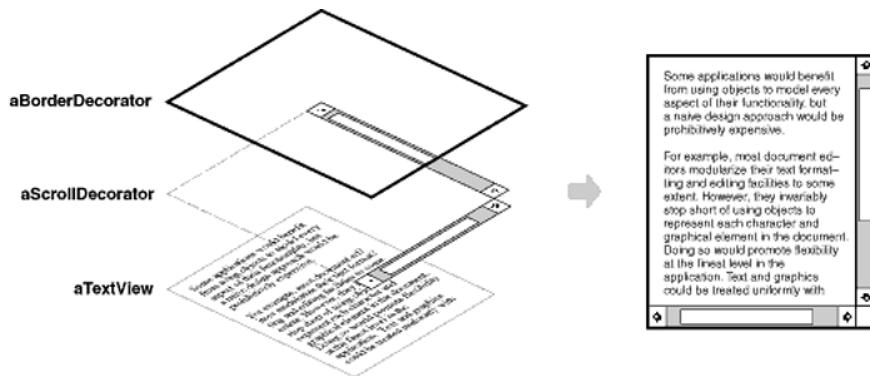
### ۱۳-۶-۴- الگوی طراحی Decorator

- **طبقه‌بندی:** ساختاری
- **منظور:** افزودن وظیفه جدید به یک شی به صورت پویا
- **نام‌های مشابه:** Wrapper
- **انگیزه:** برخی اوقات نیاز است تا مسئولیت‌هایی به اشیاء مستقل و نه به کل کلاس افزوده شود.  
به عنوان مثال در نرم‌افزارهای گرافیکی نیاز است خصوصیاتی شبیه به Border یا Scrolling به برخی از اشیاء اعمال شود. در این حالت، روش متداول استفاده از وراثت است. بدین ترتیب که Border از کلاس دیگری به ارث رسیده و به هر زیرکلاس اعمال می‌شود. این روش نامنطعف است، زیرا انتخاب Border به صورت ایستا و در زمان برنامه‌نویسی صورت می‌پذیرد و قابلیت تغییر ندارد. از طرفی انتخابی برای اینکه Border باشد یا نباشد، وجود ندارد.

---

<sup>1</sup> Orphan

روش دیگر قرار دادن مولفه در شی دیگری است که Border را اضافه می‌کند. این روش همان الگوی Decorator است و شی ایجاد شده Decorator نام دارد. Decorator به واسطه مولفه Decorator اعمال می‌شود و نحوه نمایش آن برای کاربران به صورت شفاف<sup>۱</sup> است. در خواست‌ها را به مولفه‌ها ارسال می‌دارد و می‌تواند شامل فعالیت‌های اضافی مانند رسم یک باشد. شفافیت Decorator اجازه می‌دهد تا از این الگو به صورت متعدد استفاده شود و وظایف مختلف افزوده شود.



شکل ۸-۱۳- استفاده از الگوی Decorator و Border در ایجاد

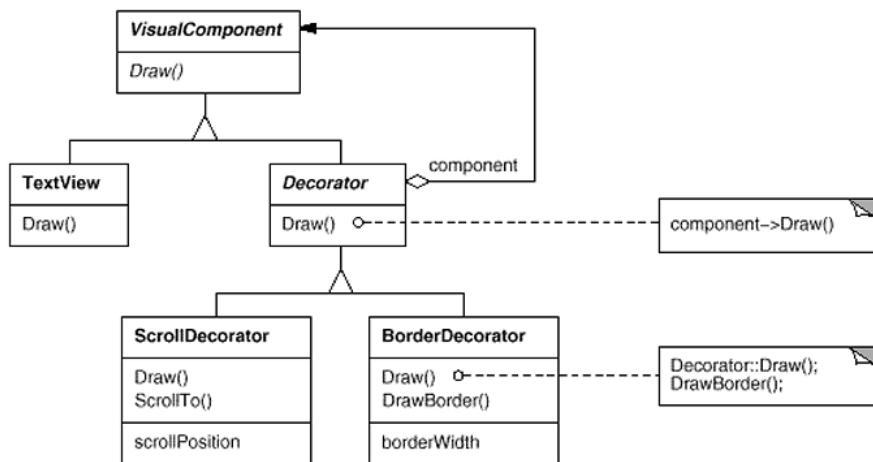
در شکل ۸-۱۳ نمونه‌ای از استفاده از الگوی Decorator را مشاهده می‌کنید. شی TextView را در پنجره نمایش می‌دهد. TextView به صورت پیش‌فرض فاقد Scroll Bar است، زیرا متنی را در پنجره نمایش می‌دهد. برای استفاده از Border نیز به همین ترتیب می‌توانیم از BorderDecorator استفاده نمود. برای استفاده از aBorderDecorator نیز به همین ترتیب می‌توانیم از aScrollDecorator استفاده نمود. شکل ۹-۱۳ نحوه ارتباط بین اشیاء را نشان می‌دهد. با این روش تمام درخواست‌ها را دریافت نموده و برای aTextView ارسال می‌دهد و به همین ترتیب برای aTextView ارسال می‌شود.



شکل ۹-۱۳- استفاده از الگوی Decorator و ارتباط بین اشیاء

<sup>۱</sup> Transparent

شکل ۱۰-۱۳ ارتباط بین اشیاء مختلف مثال نمونه را نشان می‌دهد، کلاس ScrollDecorator و زیرکلاس‌های Decorator هستند که خود تجربیدی برای تمام کلاس‌هایی است که مولفه‌های دیگر را ترئین می‌کنند.

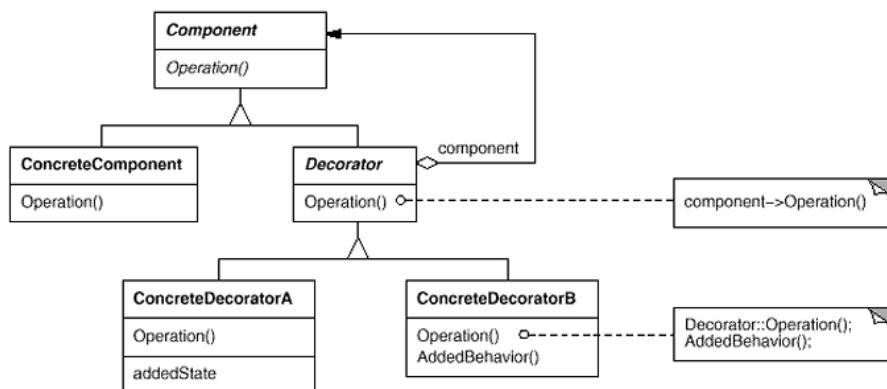


شکل ۱۰-۱۳ - ارتباط بین اشیاء مختلف در الگوی Decorator

#### • کاربرد پذیری: وقتی از الگوی Decorator استفاده نمایید که:

- نیاز به افزودن وظیفه جدید به یک شی به صورت پویا، شفاف و بدون تاثیر بر دیگر اشیا باشد
- نیاز به حذف وظیفه خاصی از یک شی به صورت پویا باشد
- توسعه کلاس به زیرکلاس‌ها غیرممکن باشد

#### • ساختار: شکل ۱۱-۱۳ ساختار الگوی Decorator را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱-۱۳ - ساختار الگوی طراحی Decorator

• **شرکاء:** برای هر کلاسی که در شکل ۱۳-۱۱ ارائه شده، تعریف کوتاهی به همراه نمونه کلاس

(از شکل ۱۳-۱۰) بیان می‌شود

(VisualComponent) Component ○

▪ واسطی برای اشیاء تعریف می‌کند که می‌توان مسئولیت‌هایی به صورت پویا به

آنها اضافه نمود

(VisualComponent) Component ○

▪ شبی که مسئولیت‌های اضافه می‌توان به آن ضمیمه شود

Decorator ○

▪ ارجاعی به شی Component نگاه می‌دارد و واسطی برای هماهنگی با واسط

تعريف می‌کند Component

(BorderDecorator, ScrollDecorator) ConcreteDecorator ○

▪ مسئولیت‌ها را به مولفه می‌افزاید

• **همکاران:** Decorator در خواست‌ها را به شی Component ارسال می‌دارد. ممکن است برخی

عملیات را قبل از ارسال یا بعد از آن انجام دهد.

• **نتایج:** این الگو دو قابلیت عمده و دو ضعف عمده دارد:

○ وظایف می‌توانند در زمان اجرا افزوده/حذف شوند

○ موجب کاهش رشد ساختار سلسله‌مراتبی می‌شود

○ سبب انسداد واسط می‌شود، چرا که Decorator و مولفه‌هایش یکسان نیستند

○ ترکیب decorator ها بسیار دشوار است

• **پیاده‌سازی**

○ مطابقت واسط decorator ها باید در نظر گرفته شود

○ برای decorator از کلاسی سبک و مجرد استفاده نماید

○ در صورتی که نیاز به افزودن یک وظیفه دارید، نیاز به تعریف کلاس برای decorator ندارید

## ١٣-٦-٥- الگوی طراحی، Mediator

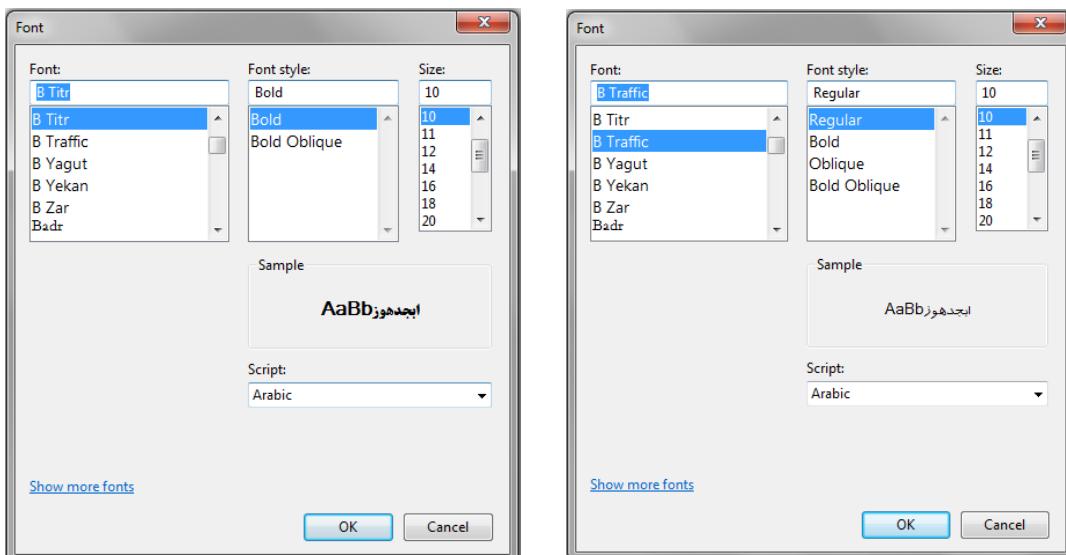
- طبقه‌ندی: (فتاری)

- منظور: تعریف شی که چگونگی تعامل بین اشیاء دیگر را پنهان سازد. این الگو اتصال

<sup>۱</sup> بین عناصر را با استفاده از آدرس دهی پویا بین آنها ارتقاء می‌دهد.

- ## • نامهای مشابه: ندارد

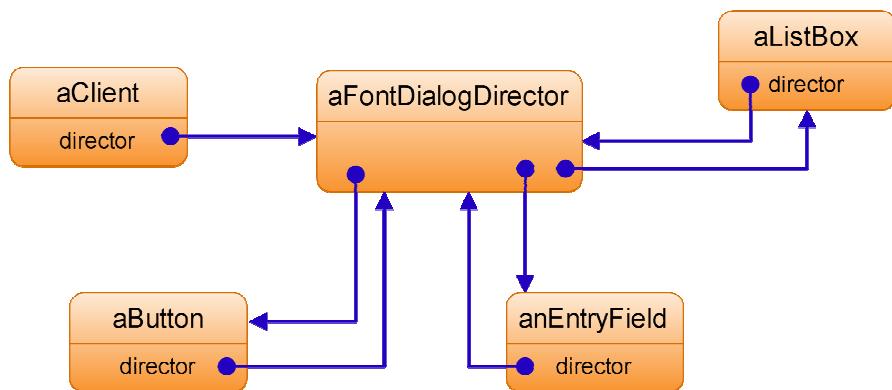
- ۰ انگیزه:** در نرم افزارهای شی گرا که ارتباط بین اشیاء با توجه به تقسیم شدن مسئولیت‌ها برخی اوقات بسیار پیچیده می‌شود، اغلب نیاز است تا اشیاء از وجود دیگری مطلع باشند و بهنوعی به هم وابسته می‌شوند. به عنوان مثال شکل ۱۲-۱۳ دو پنجره انتخاب فونت نمایش داده شده است که در آن با انتخاب فونت و خصوصیات آن، پیش نمایش آن در نمایش داده می‌شود. به ازای هر فونت برخی خصوصیات قابل اجرا هستند به عنوان مثال Font Style دو فونت مختلف می‌تواند متفاوت باشد. بنابراین بین شی Font Style و Font ارتباط تنگاتنگی وجود دارد و همین ارتباط بین Font و Size و نیز Font و Script وجود دارد. این ارتباط سبب می‌شود تا عناصر روی Form یعنی ListBox مربوط به فونت، ListBox مربوط به Font Style و Combo مربوط به Script به یکدیگر وابسته باشند.



شکل ۱۲-۱۳ - پنجره انتخاب فونت در نرم افزار Notepad

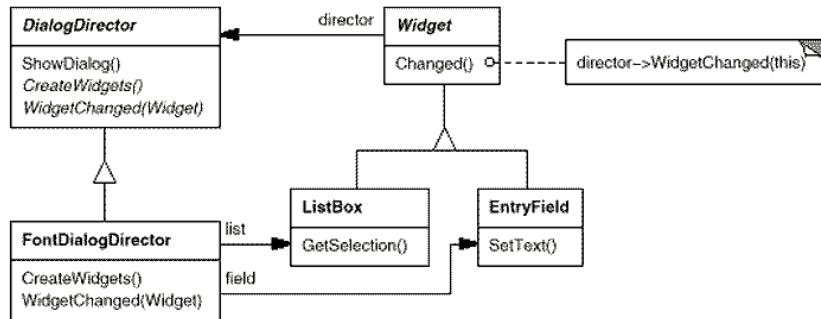
1 Loose Coupling

در این مثال ساده وابستگی بین عناصر سبب می‌شود تا برنامه‌نویس در کد برنامه نسبت به رفع این مشکل اقدام کند که این امر منجر به کاهش انعطاف‌پذیری خواهد شد. برای پرهیز از مشکل می‌توان از الگوی Mediator استفاده نمود. شی Mediator مسئول کنترل و هماهنگ‌سازی تعامل بین گروهی از اشیاء است. این شی، به عنوان یک واسطه بین اشیاء عمل می‌کند و اجازه نمی‌دهد اشیاء به صورت صریح با یکدیگر تعامل داشته باشند. اشیاء تنها به واسطه متصل می‌شوند و همین باعث می‌شود که ارتباطات بین اشیاء کاهش یابد. شکل ۱۳-۱۳ استفاده از الگوی Mediator را برای مثال پنجره فونت نشان می‌دهد.



شکل ۱۳-۱۳- استفاده از الگوی Mediator در مثال پنجره انتخاب فونت

شکل ۱۴-۱۳ ارتباط بین اشیاء مختلف با استفاده از الگوی طراحی Mediator در مثال پنجره فونت را نشان می‌دهد. هر شی در پنجره به عنوان یک Widget محسوب می‌شود. DialogDirector کلاس مجردی است که رفخار کلی پنجره را تعریف می‌کند. سرویس گیرنده‌گان متد ShowDialog را فراخوانی می‌کنند تا پنجره بر روی صفحه نمایش داده شود. متد CreateWidget متد مجردی است که برای ایجاد Widget (هر چیزی درون پنجره) مورد استفاده قرار می‌گیرد. متد WidgetChanged متد مجرد دیگری است که Widget‌ها آن را فراخوانی می‌کنند تا به سرپرست‌شان (Director) اطلاع دهند که تغییر نموده‌اند. بدین ترتیب DialogDirector همانند یک Mediator بین Widget‌ها و FontDialogDirector عمل می‌کند و تغییرات آنها را به اطلاع یکدیگر می‌رساند. همچنین ارتباط مستقیم بین Widget‌ها روی پنجره (همانند ListBox, Button, Combo) با یکدیگر برداشته شده است.

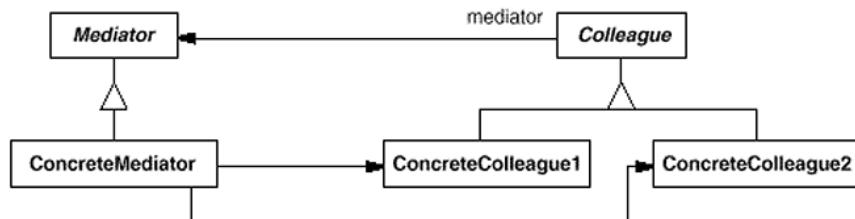


شکل ۱۴-۱۳- استفاده از الگوی طراحی Mediator

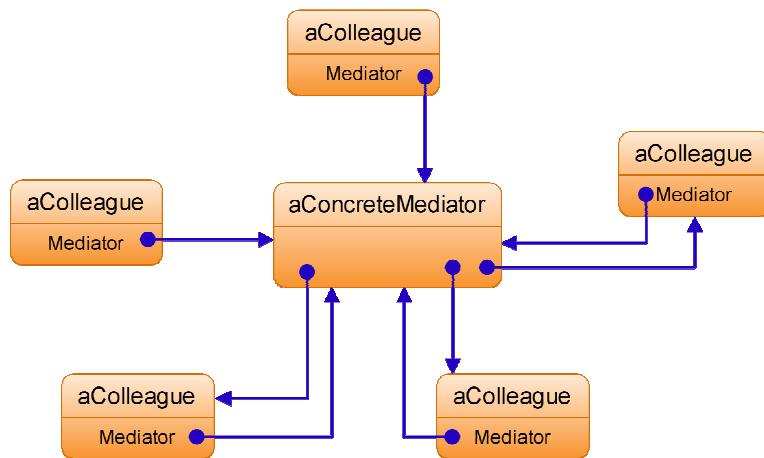
• کاربرد پذیری: وقتی از الگوی Mediator استفاده نمایید که:

- تعدادی شی با یکدیگر به صورت خوش تعریف تعامل دارند اما تعامل آنها پیچیده است
- استفاده مجدد یک شی به خاطر تعامل زیاد آن با دیگر اشیا دشوار باشد
- رفتاری بین چند کلاس توزیع شده و باید بدون استفاده از زیر کلاس ها سفارشی شود
- توسعه کلاس به زیر کلاس ها غیر ممکن باشد

• ساختار: شکل ۱۵-۱۳ ساختار و شکل ۱۶-۱۳ ارتباط اشیاء در این الگو را نشان می دهد.



شکل ۱۵-۱۳- ساختار الگوی Mediator



شکل ۱۶-۱۳- ساختار نمونه اشیاء با استفاده از الگوی Mediator

- شرکاء: برای هر کلاسی که در شکل ۱۳-۱۵ ارائه شده، تعریف کوتاهی به همراه نمونه کلاس

(از شکل ۱۳-۱۴) بیان می‌شود

(DialogDirector) Mediator ○

- واسطی برای ارتباط با اشیاء Colleague تعریف می‌کند

(FontDialogDirector) ConcreteMediator ○

- رفتارهای مشترک را برای ارتباط اشیاء Colleague پیاده‌سازی می‌کند

- اشیاء Colleague خود را می‌شناسد و نگهداری می‌کند

(ListBox, EntryField) Colleague classes ○

- هر کلاس Colleague خود را می‌شناسد

- هر کلاس Colleague با Mediator خود ارتباط دارد

- همکاران: Colleague درخواست‌ها را به شی Mediator ارسال و دریافت می‌دارند

- نتایج: این الگو دارای نقاط قوت و ضعف زیر است:

○ تعداد زیرکلاس‌ها را کاهش می‌دهد

○ اتصال سست بین کلاس‌های مجاور را افزایش می‌دهد

○ ارتباط چند به چند را به ارتباط یک به یک تبدیل می‌کند

○ یک کنترل‌کننده مرکزی ایجاد می‌کند

- پیاده‌سازی

○ نیازی به تعریف کلاس مجرد Mediator نیست زیرا کلاس‌های همکار می‌توانند با یک

Mediator کار کنند

## ۱۳-۶-۶- الگوی طراحی Observer

- طبقه‌بندی: رفتاری

- منظور: تعریف یک رابطه یک به چند بین اشیاء بصورتی که وقتی یک شی حالتش را تغییر

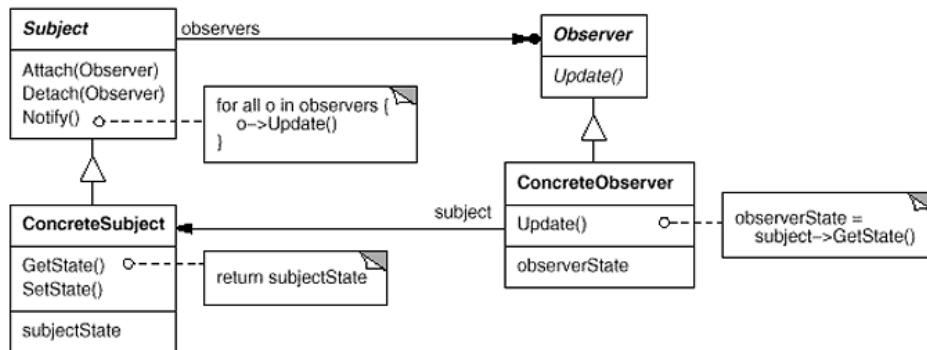
می‌دهد، بقیه اشیا مطلع شده و بروز شوند

- نام‌های مشابه: Dependents, Publish-Subscribe

- **انگیزه:** در نرم افزارهای شی گرا که ارتباط بین اشیاء با توجه به تقسیم شدن مسئولیت‌ها برخی اوقات بسیار پیچیده می‌شود، نیاز است تا سازگاری بین اشیاء مختلف حفظ شود. به عنوان مثال در یک نرم افزار صفحه گسترده که اطلاعات در قالب داده‌های خام وارد شده و سپس با استفاده از نمودارهای مختلف نمایش داده می‌شود، می‌بایست بین اطلاعات خام و نمودارها ارتباط برقرار شود تا در صورت تغییر اطلاعات، نمودارها نیز تغییر یابند.

الگوی Observer می‌تواند ارتباط بین اشیاء مختلف را به صورت مناسب برقرار نماید تا اشیاء از تغییرات یکدیگر مطلع شوند. اشیاء کلیدی این الگو Subject و Observer هستند. هر Subject می‌تواند به تعداد نامحدودی Observer متصل باشد. تمام Observerها از تغییر Subject مطلع می‌شوند.

- **کاربرد پذیری:** وقتی از الگوی Observer استفاده نماید که:
  - تجریدی دارای دو جنبه بوده و یکی به دیگری وابسته باشد
  - تغییر در یک شی سبب تغییر دیگر اشیا می‌شود و نمی‌دانید چه تعداد شی دیگر نیاز به تغییر دارند
  - یک شی نیاز به مطلع ساختن شی دیگر دارد و در مورد چگونگی آن شی اطلاعی ندارد
- **ساختار:** شکل ۱۷-۱۳ ساختار الگوی Observer را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷-۱۳ - ساختار الگوی Observer

- **شرکاء:** برای هر کلاسی که در شکل ۱۷-۱۳ ارائه شده، تعریف کوتاهی بیان می‌شود
  - Subject
  - واسطی برای افزودن و حذف اشیاء Observer فراهم می‌کند

- اشیاء Observer خود را می‌شناسد و هر تعداد Observer می‌تواند به یک Subject متصل شود
- واسطی بروز شونده برای اشیاء تعریف می‌کند که با تغییر Subject حالت تغییر می‌کند
  - Observer ○
  - ConcreteSubject ○
  - حالت مورد نظر اشیاء ConcreteObserver را ذخیره می‌کند
  - پس از تغییر حالت، اعلامی به اشیاء Observer ارسال می‌دارد
    - ConcreteObserver ○
    - ارجاعی به شی ConcreteSubject نگاه می‌دارد
    - حالت را ذخیره می‌کند که باید با شی مورد اشاره‌اش سازگار باشد
    - واسط بروزشونده‌ای برای Observer پیاده‌سازی می‌کند تا حالت را با شی مورد اشاره‌اش سازگار نگاه دارد
- **همکاران:** در صورت بروز تغییر Observer‌های خود را مطلع می‌سازد تا حالت خود را سازگار نگاه دارند
- **نتایج:** این الگو دارای نقاط قوت و ضعف زیر است:
  - واحدبندی: Subject و Observer‌ها می‌توانند مستقل باشند
  - قابلیت توسعه: می‌توان هر تعداد Observer تعریف نمود
  - قابلیت سفارشی شدن: Observer‌های متفاوت، دیدهای مختلف را نمایش می‌دهند
  - بروزرسانی غیرمنتظره: Observer‌ها اطلاعی از یکدیگر ندارند
  - سربار بروزرسانی: بروزرسانی سربار زیادی ایجاد می‌نماید
- **پیاده‌سازی**
  - نگاشت Subject‌ها به Observer‌های متناظرشان راهی ساده برای در جریان بودن Subject از بروزرسانی Observer است
  - ارجاع معلق به Subject‌های حذف شده باید مورد توجه قرار گیرند
  - از پروتکل‌های بروزرسانی ویژه Observer (مدل‌های push and pull) اجتناب نمائید

## ۱۳-۷- ضدالگوها

ایده ضدالگوها از آنجا ناشی شده است که اغلب کارهای منتشر در مهندسی نرمافزار به راه حل های سازنده و موثر تمرکز دارند. ضدالگوها بر راه حل های منفی و ناموفق تمرکز دارند و مجموعه ای از راه حل های متداول که برای حل یک مسئله اتفاق می افتد و بطور قطعی نتایج منفی یا ناموفق تولید نموده اند را توصیف می نماید. همانطور که نیاز به دانستن الگوها در زمینه خاص وجود دارد، دانستن وجود یا عدم وجود ضدالگو می تواند به توسعه بهتر نرمافزار کمک کند. در واقع، بسیاری از مهندسان نرمافزار می خواهند بدانند «آیا راهی که می روند به شکست منجر می شود». دانستن جواب این سوال می تواند در اجرای پروژه نقش موثری ایفا نماید.

به عنوان مثالی ساده از ضدالگوها می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- پنج پروژه از شش پروژه به شکست منجر شده اند!
- یک سوم پروژه های نرمافزاری رها شده اند!
- بودجه و زمان واقعی انجام پروژه بیش از دو برابر از آنچه تخمین زده می شود، است!!!

این موارد برای مدیر پروژه می توانند هشدار دهنده باشند و نشان دهنده مسائلی هستند که مدیر پروژه باید به آن فکر کند. از طرفی الگوها نیز می توانند به ضدالگو تبدیل شوند. این امر بدین دلیل است که اهداف و مسائلی که در گذشته مدنظر بوده اند، در حال حاضر کمتر مورد توجه قرار می گیرند.

به عنوان نمونه در جدول ۲-۱۳ نمونه ای از الگوهایی که قبل رایج بوده اند و در حال حاضر به ضدالگو تبدیل شده اند بهمراه الگوهایی که امروز متداول هستند، ارائه شده است. در دهه قبل مسائلی از قبیل برنامه نویسی ساخت یافته و معماری Client/Server به عنوان یک الگو مطرح بودند و سیستم های بسیاری با این روش ها توسعه پیدا نمودند، اما در حال حاضر استفاده از CBD و معماری سرویس گرا به عنوان یک الگو مطرح هستند و استفاده از برنامه نویسی ساخت یافته و معماری Client/Server جایی در سیستم های امروز ندارند و به عنوان یک ضدالگو مطرح شده اند.

با پیشرفت مفهوم ضدالگو در مهندسی نرمافزار می توان ارتباط مستحکم تری بین الگوها و ضدالگو یافت نمود. در واقع، الگو زمانی به ضدالگو تبدیل می شود که زمینه مسئله تغییر می کند و سبب می شود تا راه حل های پیشنهادی الگو جواب گو نباشد. در این حالت ضدالگو مطرح می شود که نشان می دهد که در صورت استفاده از الگوی قبلی دچار شکست خواهیم شد.

الگوهای امروز	الگوهای دیروز (ضدالگوهای امروز)
❖ فناوری مولفه‌ها	❖ برنامه‌نویسی ساختاریافته
❖ اشیا توزیع شده	❖ طراحی بالا به پائین
❖ معماری سرویس‌گرا	❖ معماری Client/Server
❖ استفاده مجدد از نرم‌افزار	❖ تولید کد از مدل
❖ عامل‌های نرم‌افزار <sup>۱</sup>	
❖ Web رابط	

جدول ۲-۱۳- مقایسه الگوهای قدیمی و جدید

تابعال مجموعه‌ای از ضdalگوها توسط نویسندهان مختلف ارائه شده است که این فهرست همواره در حال بروز شدن است. فهرستی از ضdalگوهای مطرح شده عبارتند از:

- ❖ Ambiguous viewpoint
- ❖ Boat Anchor
- ❖ Continuous obsolescence
- ❖ Cut-and-Paste Programming
- ❖ Dead End
- ❖ Functional decomposition
- ❖ Golden Hammer
- ❖ Input Kludge
- ❖ Lava Flow
- ❖ Mushroom Management
- ❖ Poltergeists
- ❖ Spaghetti Code
- ❖ The Blob
- ❖ Walking through a Minefield

همانند الگوهای ضdalگوها طبقه‌بندی‌های مختلفی ارائه شده است که از جمله مطرح‌ترین آنها به طبقه‌بندی ارائه شده توسط Brown است که ضdalگوها را به سه دسته مدیریتی، معماری و توسعه تقسیم نموده است. ضdalگوهای مدیریتی تمرکز بر مفاهیم مدیریت پروژه نرم‌افزاری دارند. ضdalگوهای توسعه در توسعه نرم‌افزار مورد استفاده قرار می‌گیرند و ضdalگوهای معماری در حوزه معماری نرم‌افزار کاربرد دارند. در ادامه به بررسی دو ضdalگوی مطرح توسعه خواهیم پرداخت.

<sup>1</sup> Agents

### ۱-۷-۱۳- ضدالگوی توسعه Lava Flow

- مشکل: استفاده از کد قدیمی و اطلاعات طراحی فراموش شده در طراحی دائم التغیر
- نمونه: به عنوان نمونه‌ای از این ضدالگو می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
  - طراح ارشد استعفانموده است
  - طراح جدید روش بهتری ارائه نموده است، اما بدلیل عدم آشنایی با کد نمی‌تواند آنها را حذف نماید
- علل: از جمله عواملی که سبب می‌شود ضدالگوی Lava Flow روی دهد، عبارتند از:
  - توزیع کنترل نشده کدهای اتمام نشده یا اصلاح نشده
  - بخش‌ها و مسیرهایی که برای تست در کد قرار داده شده بودند، حذف نشدند
  - شکاف در معماری بخاراط استفاده از فناوری قدیمی. شکاف در معماری وقتی بوجود می‌آید که معماری اولیه پس از شروع توسعه دچار تغییرات شکرف شود
  - فقدان معماری یا معماری بسیار ضعیف که کنار گذاشته شود
  - فقدان مدیریت پیکربندی در توسعه نرم‌افزار
- راه حل: برای حل مشکل این ضدالگو می‌توان از یک یا بیشتر راه حل زیر استفاده نمود:
  - استفاده از سیستم مدیریت پیکربندی سبب می‌شود که کدهای کنه شناسایی و حذف شوند
  - تکمیل نمودن طراحی قدیمی یا ایجاد یک طراحی جدید
  - استفاده از یک معماری سالم برای پیش‌بردن مراحل توسعه
  - استفاده از رابط در سطح سیستم که خوش‌تعریف، پایا و بدرستی مستند شده باشد

### ۲-۷-۱۳- ضدالگوی توسعه Blob

- مشکل: استفاده از سبک طراحی رویه‌ای منجر به ایجاد کلاسی با مسئولیت بسیار زیاد می‌شود در حالیکه بقیه کلاس‌ها تنها داده نگهداری می‌نمایند. در واقع، این کلاس همان کلاسی است که قلب معماری خواهد بود و پردازش و دیگر داده‌ها را انحصاری می‌نماید. حجم بسیار این کلاس و سنگینی بیش از حد سبب عدم انعطاف نرم‌افزار خواهد شد.

• **علل:** از جمله عواملی که ایجاد این ضدالگو می‌شوند، عبارتند از:

- فقدان دیدگاه معماری شی‌گرایی
- عدم وجود التزام به معماری
- طراح رویه‌ای معمار ارشد است
- عدم تمايل توسعه‌دهنگان در طراحی کلاس‌های جدید و کارآمد

• **راه حل:** مجموعه راه حل‌هایی که می‌توان برای حل این مشکل استفاده نمود، عبارتند از:

- توزیع مجدد وظیفه‌مندی
- جداسازی اثر تغییرات
- تعیین یا طبقه‌بندی خصوصیات و عملیات
- حذف «ارتباطات بسیار دور»، زائد یا غیرمستقیم
- حذف تمام ارتباطات موقت

## ۱۴- شبکه‌های پتری

نمایش رفتار سیستم‌های نرم‌افزاری همواره یکی از مهمترین مسائل حوزه مهندسی نرم‌افزار و به خصوص مدلسازی نرم‌افزار بوده است. در فصل ۱۰ به بررسی نمایش تعامل و رفتار سیستم پرداخته شد و نمودار ترتیبی، فعالیت و حالت به عنوان روش‌هایی برای مدلسازی رفتار معرفی شدند. این روش‌ها که جزئی از UML هستند، توانایی‌های کافی برای نمایش رفتار سیستم را ارائه می‌دهند. اما مسئله‌ای که مدلسازی و به خصوص مدلسازی رفتار را به یک مسئله مهم در مهندسی نرم‌افزار تبدیل می‌کند، اثر مستقیم روش مدلسازی بر ارزیابی سیستم است. هر چه مدل دارای عناصر ییشتی باشد، ارزیابی دشوار‌تر می‌شود و در صورتی که مدل از پشتونه ریاضی برخوردار باشد، ارزیابی ساده‌تر خواهد شد. در میان روش‌های مدلسازی، شبکه‌های پتری به عنوانی یکی از روش‌های با قابلیت ارزیابی بالا مطرح هستند که در ادامه این فصل به بررسی این شبکه‌ها خواهیم پرداخت.

### ۱۴-۱- روش‌های مدلسازی رفتار سیستم

به طور کلی سه روش برای مدلسازی رفتار وجود دارد:

- نمودار حالت<sup>۱</sup> و نمودارهای UML
- نمودار انتقال حالت<sup>۲</sup>
- شبکه‌های پتری<sup>۳</sup>

نمودار حالت و بقیه نمودارهای UML برای نمایش رفتار در فصل ۱۰ مورد بررسی قرار گرفتند. در نمودار انتقال حالت، سیستم توسط مجموعه‌ای از حالات نشان داده می‌شود که رویدادهای خارجی سبب حرکت روی حالات می‌شوند. با توجه به اینکه اغلب سیستم‌ها دارای حالات مختلف هستند، نمودار انتقال حالت بزرگ و پیچیده خواهد شد. این نمودار دارای دو عنصر حالت و انتقال است. عمله‌ترین مشکلات نمودار انتقال حالت را می‌توان به صورت زیر عنوان نمود:

- وقتی تعداد حالات و رویدادها افزایش یابد، پیچیدگی به صورت تصاعدی افزایش می‌یابد

<sup>1</sup> Statechart

<sup>2</sup> State Transition Diagram

<sup>3</sup> Petri Net

- ابهام در نمودار سبب افزایش پیچیدگی و تضعیف ارزیابی می‌شود

- با توجه به عدم وجود پشتوانه ریاضی توانایی ارزیابی کامل نمودار وجود ندارد

با وجود نقاط ضعف و مشکلات روش‌های مدلسازی رفتار در ارزیابی، استفاده از شبکه‌های پتری بسیار مورد توجه قرار گرفته است. شبکه پتری، مبتنی بر نظریه گراف بوده و با استفاده از قواعدی منطقی جریان فعالیت‌ها در سیستم را نمایش می‌دهد. چارچوب ریاضی شبکه پتری سبب می‌شود تا توانایی تحلیل، تایید صحت و ارزیابی مدل‌ها را داشته باشد. شبکه پتری قادر به توصیف سیستم‌هایی است که شامل مجموعه‌ای از رخدادهای گستره و پراکنده هستند، از جمله این رخدادها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- همزمانی و تعارض

- ترتیب‌ها، شاخه‌های شرطی و چرخه‌ها

- همگام‌سازی<sup>۱</sup>

- اشتراک منابع محدود و انحصار متقابل

- الگوهای مخابراتی، کنترلی و جریان‌های اطلاعاتی

## ۱۴-۲-قاریخچه شبکه‌های پتری

نظریه شبکه‌های پتری توسط Carl Adam Petri در سال ۱۹۶۲ در رساله دکتری ایشان ارائه شد. او از شبکه‌های پتری برای نمایش ارتباطات علت و معلول استفاده نمود. پس از آن تا سال ۱۹۷۰ این نظریه در دانشگاه MIT بسط داده شد و در مقالات و کنفرانس‌های متعددی ارائه شد. با حرکت محققان به استفاده از این روش برای ارزیابی، شناختی خوبی از شبکه پتری ایجاد گردید تا اینکه در سال ۱۹۷۵ اولین کنفرانس شبکه پتری و روش‌های مرتبط برگزار گردید.

شبکه‌های پتری در طول زمان کامل‌تر شدند و مفاهیم کاربردی تر و جدیدی‌تری به مفاهیم موردن استفاده آن افزوده شد. از جمله این مفاهیم می‌توان به افزوده شده زمان قطعی، زمان تصادفی و رنگ اشاره نمود. برخی از این مفاهیم منجر به تولید شبکه‌های خاصی شدند که از آن جمله می‌توان به شبکه‌های پتری رنگی اشاره نمود.

---

<sup>1</sup> Synchronization

### ۱۴-۳-عناصر شبکه پتری

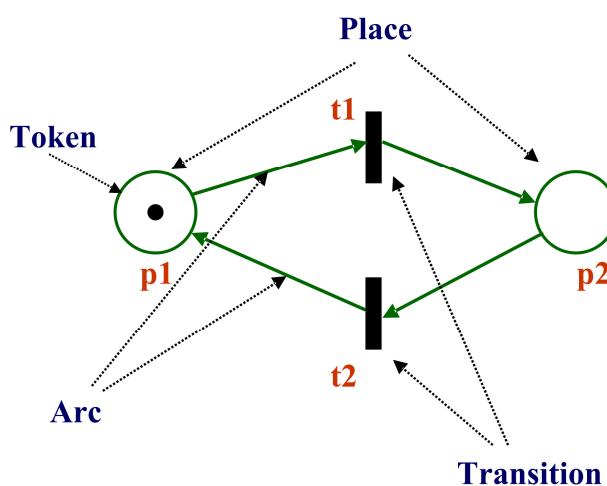
هر مدل شبکه پتری با استفاده از سه عنصر مدل می‌شود

- **مکان<sup>۱</sup>**: حالت سیستم را نشان می‌دهند

- **انتقال<sup>۲</sup>**: رویدادهایی را که سبب تغییر حالت سیستم می‌شوند را نشان می‌دهند

- **کمان<sup>۳</sup>**: ارتباط بین حالات را نشان می‌دهند

همچنین در هنگام نمایش اجرای شبکه پتری از نشانه<sup>۴</sup> برای بیان وضعیت فعلی شبکه پتری استفاده می‌شود. در واقع، نشانه‌ها در مکان‌ها قرار می‌گیرند. شکل ۱-۱۴ عناصر شبکه پتری و ارتباطات بین آنها را نمایش می‌دهد.



شکل ۱-۱۴-عناصر شبکه پتری

### ۱۴-۴-تعریف شبکه پتری

اساس شبکه‌های پتری بر پایه گراف، بنا نهاده شده است. اگر بخواهیم یک توصیف غیر رسمی از آن داشته باشیم می‌توان گفت که یک گراف جهتدار دو قسمتی است که از دو عنصر مکان و انتقال تشکیل شده است. یک توصیف رسمی از شبکه‌های پتری به شکل زیر می‌تواند باشد.

شبکه پتری، یک پنج تایی مرتب به شکل  $(P, T, I, O, M_0)$  است که:

<sup>1</sup> Place

<sup>2</sup> Transition

<sup>3</sup> Arc

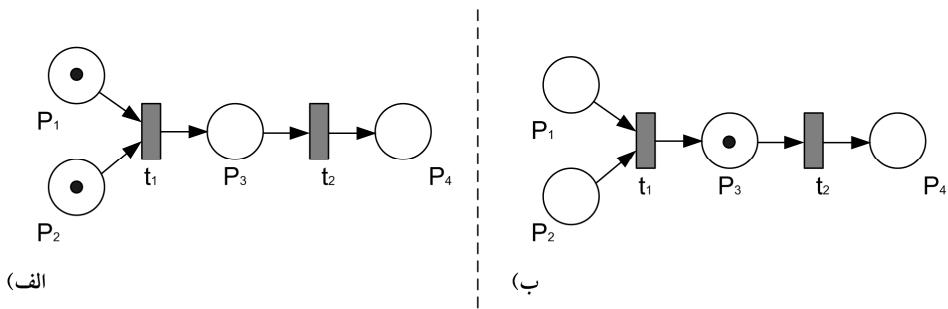
<sup>4</sup> Token

- $P$  یک مجموعه متناهی از مکان‌ها است
  - $T$  یک مجموعه متناهی از انتقال‌ها است
  - مجموعه ورودی‌ها ( $P \cap T = \emptyset$ )
  - مجموعه خروجی‌ها
  - مجموعه حرکات:  $M_0 : P \Rightarrow N_0$  تابع علامتگذاری اولیه<sup>۱</sup> نامیده می‌شود
- تابع  $I$  و  $O$  نمایش دهنده ارتباط میان مکان‌ها و انتقال‌ها هستند. اگر رابطه  $0 > I(P, T)$  برقرار باشد در اینصورت کمانی از مکان  $P$  به انتقال  $T$  وجود دارد. در این حالت به مکان  $P$ , یک مکان ورودی گفته می‌شود. اگر رابطه  $0 > I+(P, T)$  برقرار باشد در اینصورت کمانی از انتقال  $T$  به مکان  $P$  وجود دارد. در این حالت به مکان  $P$ , یک مکان خروجی گفته می‌شود. توابع تلاقي، اعداد طبیعی را به کمان‌ها منتسب می‌کنند که به این اعداد وزن کمان‌ها گفته می‌شود. زمانیکه هر مکان ورودی از انتقال  $T$  حداقل به تعداد وزن کمانی که آن را به انتقال  $T$  وصل می‌کند حاوی مهره باشد، در اینصورت گفته می‌شود که انتقال  $T$  فعال<sup>۲</sup> شده است. یک انتقال فعال می‌تواند آتش شود. در چنین حالتی انتقال مورد نظر به مقدار وزن هر یک از کمان‌های ورودی از هر یک از مکان‌های ورودی مهره برداشته و به مقدار وزن هر یک از کمان‌های خروجی در هر یک از مکان‌های خروجی مهره ایجاد می‌کند.
- تعداد اولیه مهره‌ها در شبکه با استفاده از تابع  $M_0$  که نشان‌دهنده تعداد مهره‌ها در هر مکان از شبکه است مشخص می‌شود. به تعداد مهره‌ها در شبکه، علامتگذاری شبکه می‌گویند. به  $M_0$ , علامتگذاری اولیه می‌گویند. زمانی که یک انتقال آتش می‌شود ممکن است علامتگذاری شبکه تغییر کند. شکل ۱-۱۴ یک شبکه پتری را نشان می‌دهد که از ۴ مکان و ۲ انتقال تشکیل شده است. شکل مذکور شبکه پتری را قبل و بعد از آتش شدن انتقال  $t_1$  نشان می‌دهد. بعد از آتش شدن انتقال  $t_1$ , یک مهره از مکان  $P_1$  و  $P_2$  برداشته می‌شود و یک مهره در مکان  $P_3$  ایجاد می‌شود. کمان ورودی به کمانی گفته می‌شود که از مکان به یک انتقال وارد می‌شود و نشان‌دهنده شرطی است که باید برآورده شود تا رویداد اتفاق بیفت. کمان خروجی به کمانی گفته می‌شود که از انتقال به مکان وارد می‌شود و نشان‌دهنده شرایط حاصل از وقوع رویداد است.

---

<sup>1</sup> Initial marking

<sup>2</sup> Fire



شکل ۲-۱۴- یک شبکه پتری قبل و بعد از آتش شدن یک انتق

در شبکه های پتری، شلیک شدن به صورت اتوماتیک و پس از فعال شدن انتقال انجام می شود. ممکن است که چند انتقال فعال شوند، اما در هر زمان تنها یک شلیک انجام می شود. حالت شبکه با توزیع نشانه ها در مکان ها نمایش داده می شود و به همین دلیل، حرکت نشانه ها و شلیک شدن سبب ایجاد حالت های مختلف می شوند.

أنواع حالاتی که در شبکه های پتری وجود دارند، عبارتند از:

- حالت اولیه<sup>۱</sup>: توزیع اولیه نشانه ها
- حالت قابل دستیابی<sup>۲</sup>: حالت قابل دستیابی از حالت اولیه
- حالت نهایی<sup>۳</sup>: حالتی که هیچ انتقالی فعال نباشد (حالت مرده)
- حالت خانه<sup>۴</sup>: حالتی که همواره امکان بازگشت به آن وجود داشته باشد. این حالت از هر حالت قابل دستیابی است

#### ۱۴-۵- خصوصیات رفتاری شبکه های پتری

شبکه های پتری دارای مجموعه ای از خصوصیات رفتاری هستند که نشان دهنده وضعیت آنهاست. این خصوصیات می توانند به حالت اولیه بستگی داشته باشند یا اینکه مستقل از حالت اولیه شبکه پتری باشند. در ادامه برخی از این خصوصیات رفتاری شبکه های پتری مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

- **قابلیت دستیابی**<sup>۵</sup>: این خصوصیت نشان می دهد که آیا همه حالت های موجود در شبکه پتری قابل دستیابی بوده و می توانند اجرا شوند. حالت  $M_n$  قابل دستیابی از حالت  $M_0$  است، اگر ترتیبی

<sup>1</sup> Initial State

<sup>2</sup> Reachable State

<sup>3</sup> Final State

<sup>4</sup> Home State

<sup>5</sup> Reachability

از شلیک‌هایی وجود داشته باشد که از  $M_0$  شروع شده و به  $M_n$  برسد. وجود حالت‌های غیرقابل

دستیابی نشان می‌دهد که قسمت‌هایی از مسئله به درستی در ک و مدلسازی نشده است.

• **کران‌دار بودن و مطمئن بودن<sup>۱</sup>:** در صورتیکه تعداد نشانه‌ها در هر مکان قابل دستیابی از

حالت اولیه، از تعداد خاصی کمتر باشد به آن شبکه کران‌دار گویند. در صورتیکه تعداد

نشانه‌ها  $K$  باشد به آن شبکه  $k$ -bounded گویند. شبکه  $1$ -bounded را شبکه مطمئن گویند. در

صورتیکه شبکه مطمئن می‌باشد می‌توان اطمینان حاصل کرد که با هر ترتیبی از شلیک‌ها،

سرریز در ثبات‌ها و بافرها به وجود نمی‌آید.

• **زنده بودن<sup>۲</sup>:** در صورتی شبکه پتری زنده است که بتوان هر حالت را با ترتیبی از شلیک‌های

مناسب فعال نمود. زنده‌بودن شبکه پتری معادل بدون بن‌بست بودن است. شبکه‌های پتری

دارای سطوح مختلف زنده‌بودن هستند ( $L_0 =$  مرده،  $L_1, L_2, L_3 =$  زنده)

• **معکوس‌پذیری<sup>۳</sup>:** یک شبکه پتری معکوس‌پذیر است اگر برای هر حالت  $M_n$  که از  $M_0$  قابل

دستیابی است،  $n$  نیز از  $M_0$  قابل دسترسی باشد. در صورتی  $M$  حالت خانه است اگر برای هر

حالت  $M$  قابل دستیابی از  $M_0$  از  $M$  قابل دستیابی باشد.

• **ماندگار<sup>۴</sup>:** یک شبکه پتری ماندگار است اگر در هر انتقال دوتایی، شلیک شدن یکی سبب

غیرفعال شدن دیگری نشود.

• **منصف بودن<sup>۵</sup>:** در صورتیکه در شبکه هر انتقال سرانجام شلیک شود و انتقالی وجود نداشته

باشد که شلیک نشود. در واقع، اگر در شبکه چرخه بی‌نهایت وجود داشته باشد و برخی از

انتقالات شلیک نشوند، شبکه از حالت منصف بودن خارج می‌شود اما در حالتیکه شبکه

بی‌نهایت باشد و همه انتقالات سرانجام شلیک می‌شوند، شبکه دارای انصاف است. دو نوع

شبکه دارای انصاف وجود دارد

◦: اگر تعداد دفعاتی که یک انتقال می‌تواند شلیک شود در حالیکه

انتقال دیگر شلیک نشده باشد، محدود باشد

<sup>1</sup> Boundedness and Safeness

<sup>2</sup> Liveness

<sup>3</sup> Reversibility

<sup>4</sup> Persistence

<sup>5</sup> Fairness

اگر تعداد دفعاتی که یک انتقال می‌تواند شلیک شود در Unbounded-Fairness ○

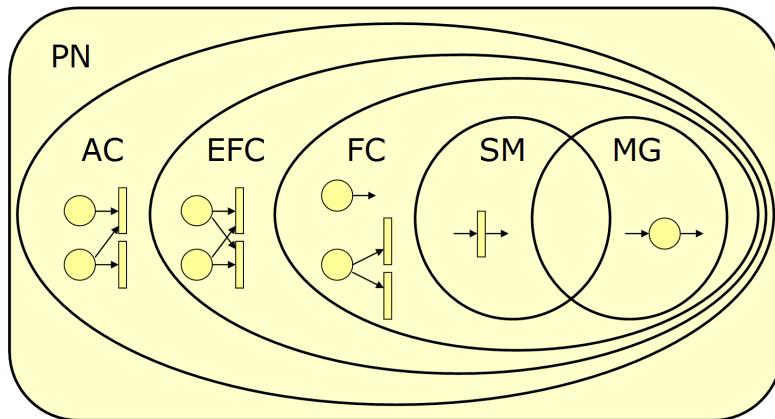
حالیکه انتقال دیگر شلیک نشده باشد، نامحدود باشد

## ۶-۳-زیرنوع‌های شبکه پتری

انواع مختلفی از شبکه‌های پتری از ابتدای معرفی این تئوری، معرفی و مورد استفاده قرار گرفته‌اند که هر یک خصوصیات و ویژگی‌های خاص خود را دارند، از آن جمله می‌تواند به انواع زیر اشاره نمود:

- Ordinary PNs
- State machine
- Marked graph
- Free-choice
- Extended free-choice
- Asymmetric choice (or simple)

ارتباط بین این زیرنوع‌های شبکه پتری در شکل ۳-۱۴ نمایش داده شده است



شکل ۳-۱۴- ارتباط بین انواع شبکه‌های پتری

## ۷-۱-شبکه‌های پتری رنگی

شبکه‌های پتری رنگی توسط Kurt Jenson به عنوان یک مدل توسعه یافته از شبکه‌های پتری معرفی شده است. علاوه بر مکان‌ها، انتقال‌ها و مهره‌ها در این شبکه مفاهیم رنگ، گارد<sup>۱</sup> و عبارت<sup>۲</sup> معرفی می‌شوند. مقادیر داده‌ای در این شبکه‌ها توسط مهره‌ها حمل می‌شوند. شبکه‌های پتری رنگی ارائه‌دهنده مدل‌های دقیق‌تری از سیستم‌های پردازشی غیرهمگام پیچیده هستند. در این شبکه‌ها، برخلاف شبکه‌های

<sup>1</sup> Guard

<sup>2</sup> Expression

پتری، مهره‌ها از یکدیگر قابل تمیز هستند. زیرا هر یک از مهره‌ها دارای صفاتی به عنوان رنگ هستند. در یک شبکه پتری رنگی، گارد، یک عبارت بولی است که به یک انتقال منتبه می‌شود و شرایطی برای فعال شدن کمان ورودی ایجاد می‌نماید. هر یک از مکان‌ها، کمان‌ها و انتقالات می‌توانند بسته به رنگی که دارند، دارای گارد مخصوص به خود باشند و وقتی حاصل گارد «درست» باشد، عملیات انجام می‌شود.

## ۱۴-۸- زمان در شبکه پتری

در شبکه‌های پتری می‌توان به هر نشانه، مقداری زمانی منتبه کرد، که به این مقدار زمانی زمانمهر<sup>۱</sup> گفته می‌شود. زمانمهر بیانگر اولین زمانی است که پس از برآورده شدن ورودی‌ها، نشانه می‌تواند شلیک شود. وقتی انتقال در حالت آماده است که زمان نشانه‌های مکان‌های ورودی انتقال کوچکتر و یا مساوی با زمان فعلی باشند و وقتی این زمان بیشتر باشد، شلیک انجام می‌شود. در شبکه‌های پتری مفهوم زمان از طریق عنصری با نام ساعت سراسری<sup>۲</sup> معرفی می‌شوند. مقادیری که این ساعت اختیار می‌کند بیان کننده زمان مدل است. این زمان می‌تواند یک عدد صحیح باشد که نشانگر زمان گستره است یا می‌تواند یک عدد حقیقی باشد که بیان کننده زمان پیوسته است..

برای آنکه بتوان یک رویداد که ۲ واحد زمانی طول می‌کشد را در یک شبکه پتری مدل کرد، باید انتقال متاظر با رویداد ، زمانمهرهایی برای مهره‌های خروجی تولید کند که ۲ واحد زمانی بزرگتر از مقدار ساعت سراسری باشد که در آن انتقال رخ داده است. این موضوع بدان معنا است که مهره‌های تولید شده تا ۲ واحد زمانی در دسترس نیستند. در شبکه‌های پتری مبتنی بر زمان، وقتیکه در زمان فعلی مدل هیچ انتقالی آماده نیست، زمان سیستم به جلو کشیده می‌شود تا حداقل یک انتقال در حالت آماده باشد.

## ۱۴-۹- کاربرد شبکه پتری در مهندسی نرم‌افزار

با توجه به سادگی و پشتوانه قوی ریاضی شبکه‌های پتری، می‌توان از این نوع شبکه‌ها در ایجاد مدل قابل اجرا از معماری استفاده نمود. با استفاده از مدل قابل اجرای ایجاد شده از این شبکه‌ها پتری می‌توان

<sup>1</sup> Timestamp

<sup>2</sup> Global clock

ارزیابی از رفتار و سایر نیازمندی‌های غیر وظیفه‌مندی در مهندسی نرم‌افزار داشت. همچنین برای ارزیابی سایر محصولات مهندسی نرم‌افزار مانند نمودار مورد کاربری، ترتیبی، فعالیت می‌توان از شبکه‌های پتری استفاده نمود. در واقع، شبکه پتری می‌تواند برای ارزیابی اغلب نمودارهای UML بکار گرفته شده است. این محصولات، با اجرای الگوریتم‌هایی به شبکه پتری تبدیل می‌شوند و سپس خصوصیات کیفی<sup>۱</sup> مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. خصوصیات کیفی کارایی و قابلیت اطمینان از جمله مهمترین خصوصیاتی هستند که با تبدیل نمودارها به شبکه پتری به صورت کمی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

در زمینه تبدیل نمودارهای UML به شبکه‌های پتری فعالیت‌های بسیاری صورت پذیرفته است که به‌طور خلاصه می‌توان این فعالیت‌ها را به صورت ذیل جمع‌بندی نمود:

- برای ارزیابی کارایی و قابلیت اطمینان، اطلاعات اضافی به توصیفات معماری اضافه می‌شود
- روش‌های کمی نتایج را به توصیفات معماری بازخورد می‌دهند
- بیشتر روش‌ها از سطح خود کارسازی بالایی برخوردار هستند
- بیشتر روش‌ها اجتماع مدل نرم‌افزار با مدل شبکه پتری را در سطح متوسط انجام می‌دهند

در ادامه به بررسی تبدیل چند نمودار UML به معادل شبکه پتری خواهیم پرداخت.

#### ۱-۹-۱- تبدیل نمودار موارد کاربری

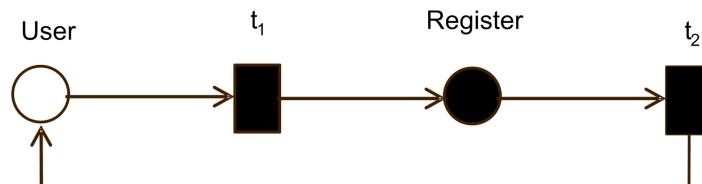
برای تبدیل نمودار موارد کاربری به شبکه پتری، ابتدا هر یک از موارد کاربری به همراه عامل‌ها به شبکه پتری با روش زیر تبدیل می‌شود:

- هر کاربر و مورد کاربری به یک مکان نگاشت می‌شوند
- ورودی هر مکان، انتقالی با یک گارد است. گارد شرط مربوط به صدا زدن مورد کاربری توسط کاربر را نشان می‌دهد
- یک انتقال برای برگشت نیز وجود دارد
- مکان مربوط به هر مورد کاربری با شبکه پتری حاصل از نمودار ترتیبی آن جایگزین می‌شود.

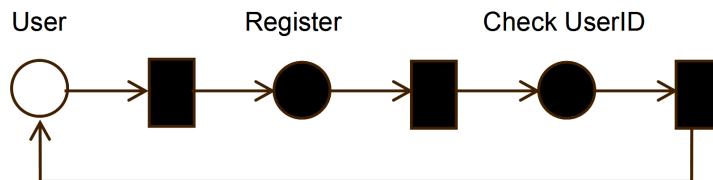
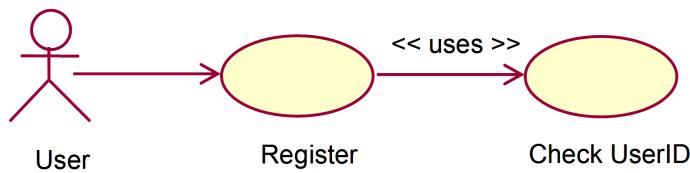
این مکان‌ها با دایره توپر نشان داده می‌شوند، تا از سایر مکان‌ها مجزا شوند. پس از انجام مراحل فوق، شبکه‌های پتری حاصل، ترکیب می‌شوند. (کنار هم قرار داده می‌شوند).

---

<sup>1</sup> Quality Attributes



شکل ۴-۱۴- تبدیل نمودار موارد کاربری به شبکه پتری

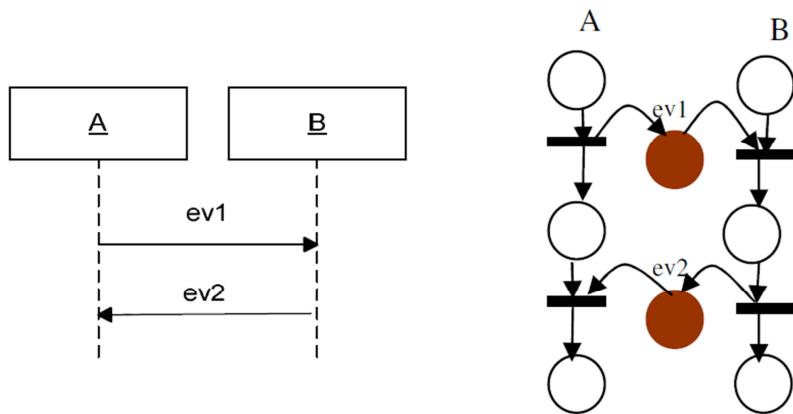


شکل ۵-۱۴- تبدیل نمودار موارد کاربری به همراه عبارت Uses

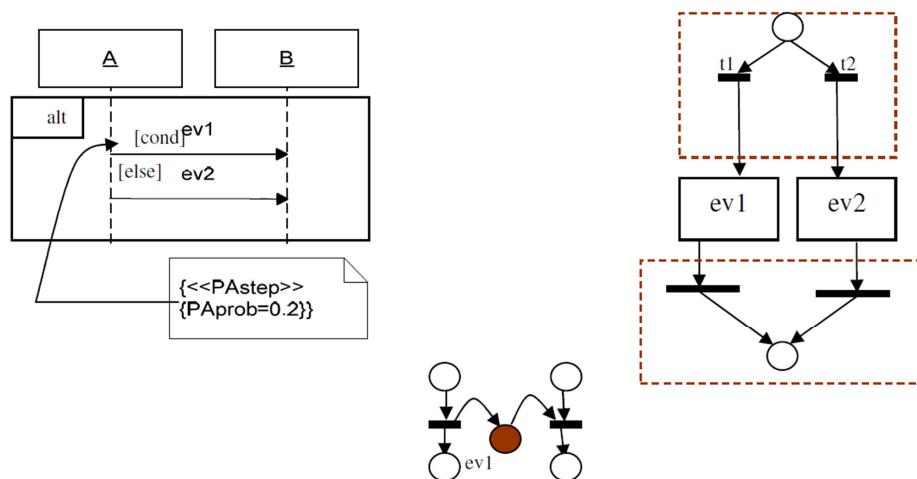
## ۱۴-۲- تبدیل نمودار ترتیبی

برای تبدیل نمودار موارد ترتیبی به شبکه پتری، مراحل زیر به ترتیب انجام می‌شود:

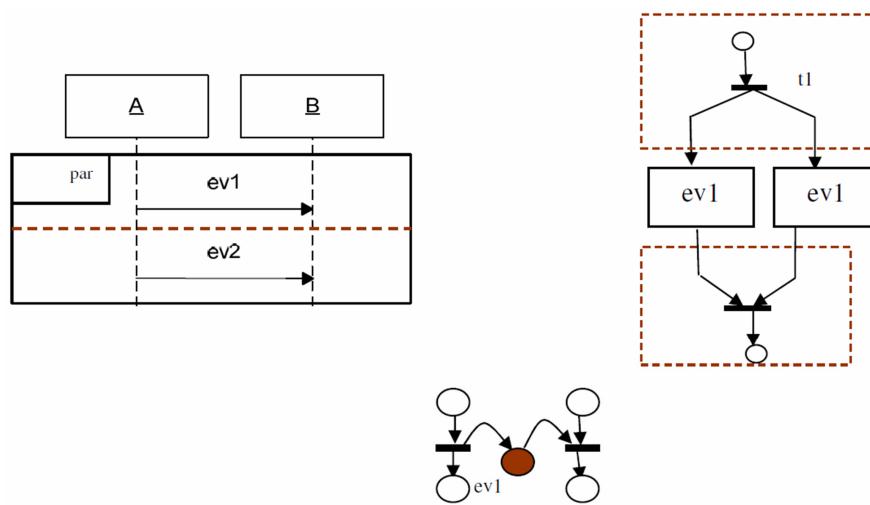
- به ازای هر پیام موجود در نمودار ترتیبی، مولفه‌های فرستنده و گیرنده آن به یک زیرسیستم شبکه پتری تبدیل می‌شوند
- شبکه‌های پتری حاصل، مطابق با ترتیب و ارتباط بین پیام‌ها ادغام می‌شوند
- در نهایت برای شبکه پتری حاصل، نشانه‌گذاری اولیه انجام شود



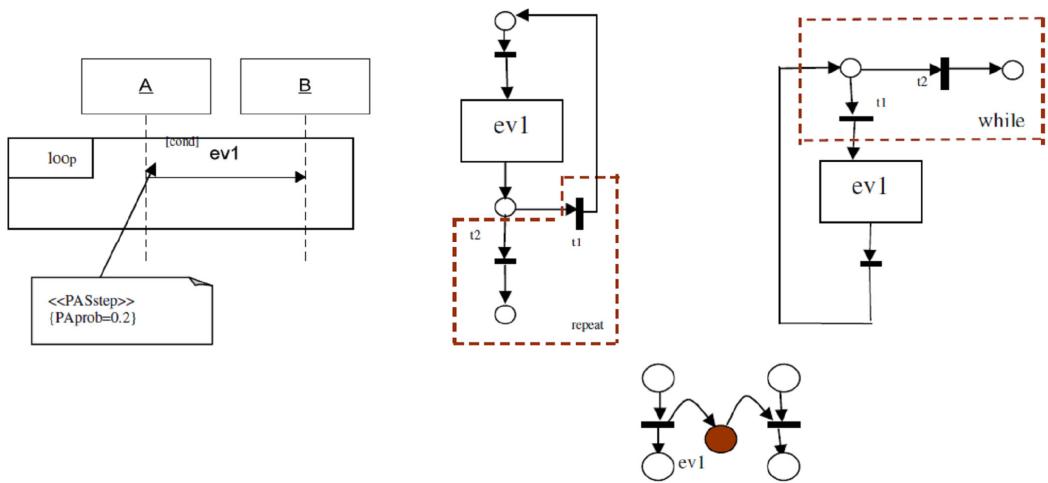
شکل ۶-۱۴- تبدیل ساختار ترتیب در نمودار ترتیبی به شبکه پتروی



شکل ۷-۱۴- تبدیل ساختار انتخاب در نمودار ترتیبی به شبکه پتروی



شکل ۸-۱۴- تبدیل ساختار توازنی در نمودار ترتیبی به شبکه پتروی



شکل ۹-۱۴- تبدیل ساختار تکرار در نمودار ترتیبی به شبکه پتری

### ۳-۹-۱۴- تبدیل نمودار مولفه

برای تبدیل نمودار موارد مولفه به شبکه پتری، مراحل زیر به ترتیب انجام می‌شود:

- هر یک از مولفه‌ها به صورت مجزا به شبکه پتری تبدیل می‌شوند
- شبکه‌های پتری حاصل مطابق با نوع ارتباط بین مولفه‌ها با هم ترکیب می‌شوند
- رفتار هر مولفه با عبارت مسیر<sup>۱</sup> نشان داده می‌شود. به عبارت بهتر، عبارت مسیر شامل ترتیب میان

عملیات یک مولفه است. همچنین فرض بر این است که کلیه عملیات انجام شده بوسیله هر

مولفه، ترتیب فراخوانی آنها و دفعات اجرا و انتخاب این عملیات مشخص است.

- در نهایت برای شبکه پتری حاصل، نشانه گذاری اولیه انجام شود

جدول ۱-۱۴ فهرستی از عملگرهای عبارت مسیر را ارائه می‌دهد.

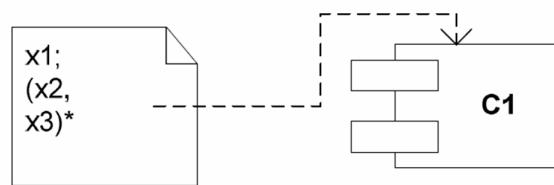
عملگر	شرح
:	ترتیب اجرای عملیات عملگر
,	انتخاب یک عمل از بین مجموعه‌ای از عملیات
+	تکرار یک یا بیشتر عملیات و عملگر
×	تکرار صفر یا بیشتر عملیات و عملگر

<sup>1</sup> Path expression

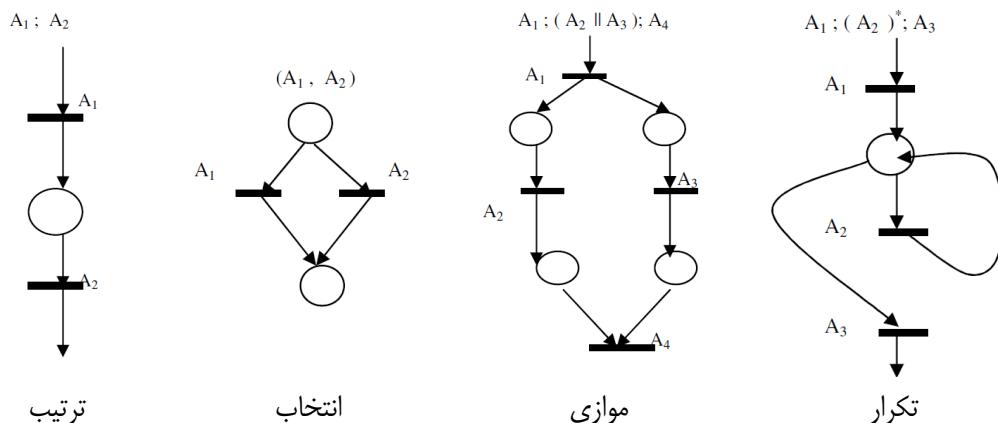
عملگر	شرح
	اجرای موازی عملیات
( )	عملگر مورد نظر بر کل عملیات داخل پرانتز اعمال می‌شود

جدول ۱۰-۱۴ - عملگرهای عبارت مسیر

شکل ۱۰-۱۴ نمونه‌ای از نمودار مولفه پالایش شده با عبارت مسیر را نشان می‌دهد که رفتار مولفه به نمودار مولفه اضافه شده است.



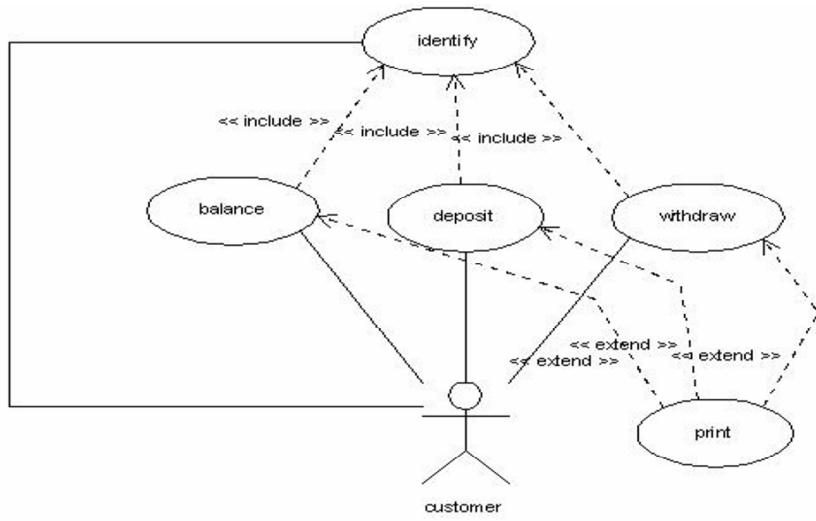
شکل ۱۰-۱۴ - نمونه‌ای از نمودار مولفه پالایش شده با عبارات مسیر



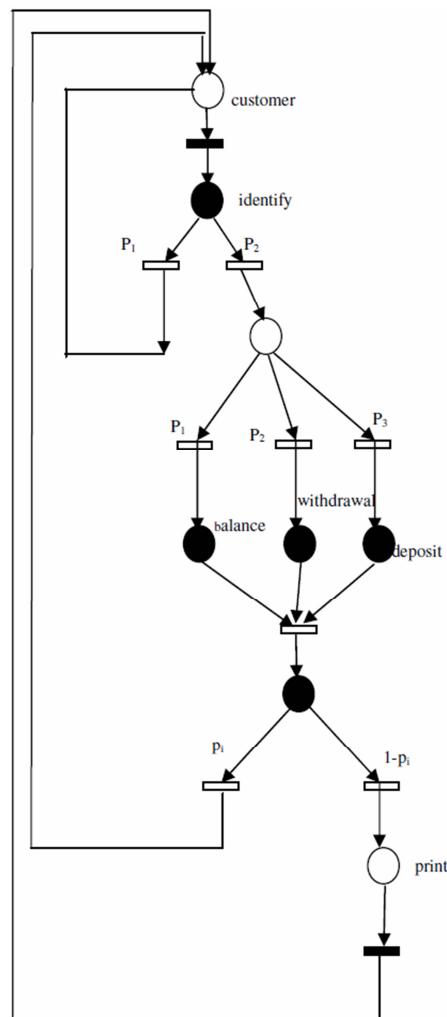
شکل ۱۱-۱۴ - نمونه‌ای از تبدیل مولفه با عملگرهای مسیر خاص

## ۱۰-۱۴ - نمونه ATM

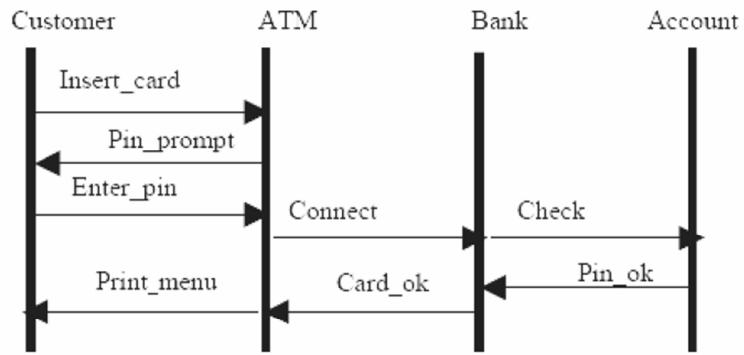
مسئله ATM در فصل‌های قبلی مورد بررسی قرار گرفت و نمودارهای مختلف آن ارائه شد. در این قسمت، با استفاده از تبدیلات بیان شده، نمودار موارد کاربری، ترتیبی و مولفه آن به شبکه پتری تبدیل خواهد شد. در ادامه پس از بیان هر نمودار مربوط به ATM، نمودار تبدیل آن نیز ارائه شده است.



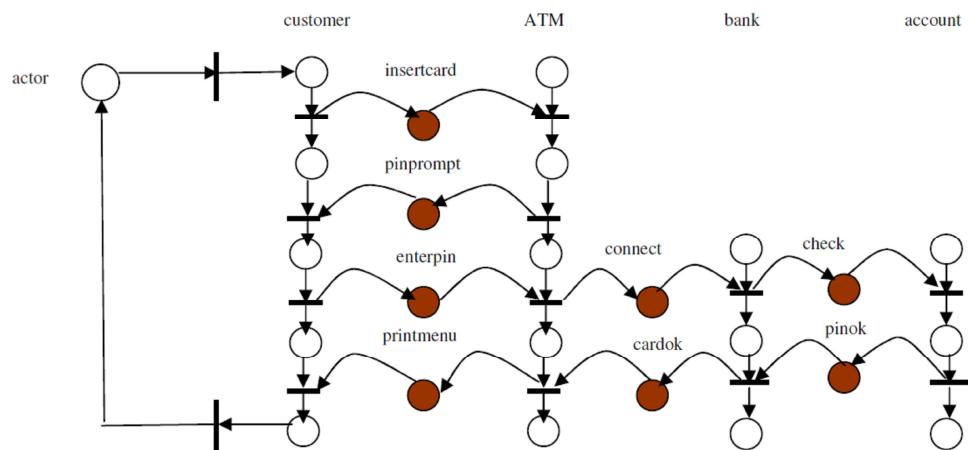
شکل ۱۲-۱۴ - نمونه نمودار مواردی کاربری ATM



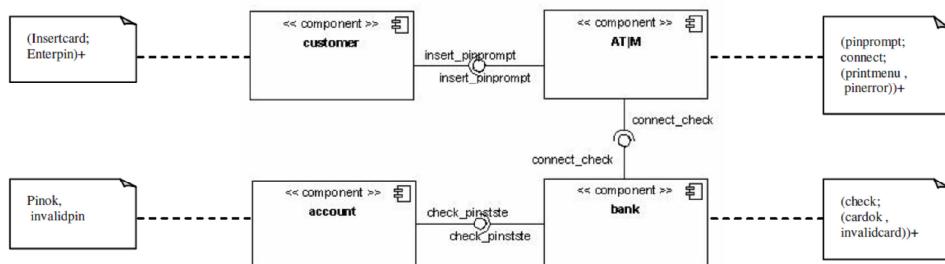
شکل ۱۳-۱۴ - شبکه پتری معادل موارد کاربری ATM



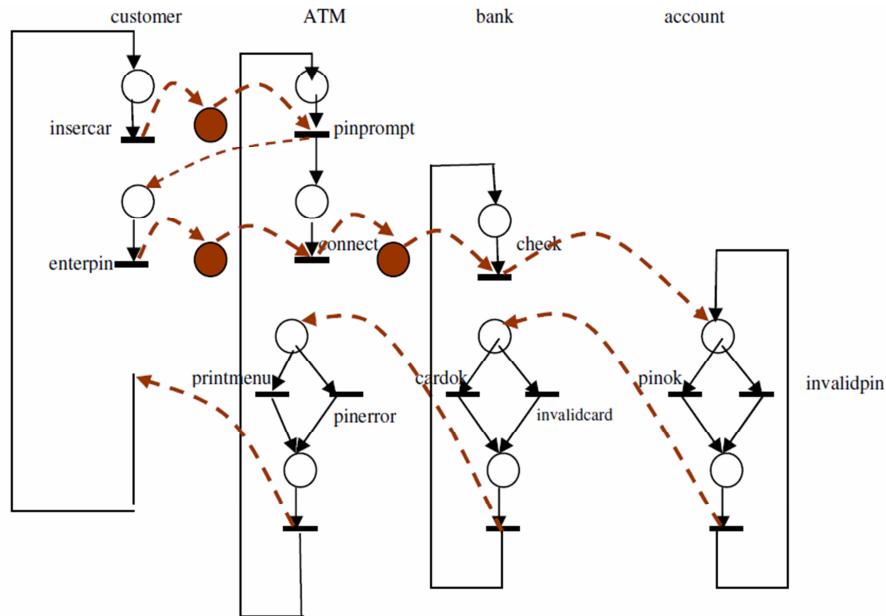
### شکل ۱۴-۱۴- نمونه نمودار ترتیبی ATM



شکل ۱۵-۱۴- شبکه پتری معادل نمودار ترتیبی ATM



### شکل ۱۶-۱۴- نمونه نمودار مولفه ATM



شکل ۱۷-۱۴- شبکه پتری معادل نمودار مولفه ATM

## ۱۱-۱۴- کاربرد شبکه پتری در مدلسازی فرآیند

شبکه های پتری علاوه بر مهندسی نرم افزار در مدلسازی فرآیندهای کسب و کار نیز می توانند مورد استفاده قرار گیرند. از عمدترين مزايای استفاده از شبکه های پتری در نمایش رفتار فرآيند می توان به موارد زير اشاره نمود:

- بيان صريح حالات و عمليات فرآيند
- ارائه يك مدل اجرائي از فرآيند با استفاده از شبکه پتری
- نمایش دقیق پیش شرط ها و پس شرط های عمليات
- مدلسازی ساده تر و دقیق تر
- قابلیت ارزیابی و رفع مشکلات

## ۱۵- توسعه بر پایه عامل

پیچیدگی ذاتی نرم افزار سبب شده است که راه حل های بسیاری برای حل آن ارائه شود. در فصل های گذشته روش هایی چون تجزیه، تجزیه و سازماندهی بیان گردید که سعی به حل پیچیدگی و یا کاهش آن دارند. این روش ها هر چند می توانند قسمتی از مسئله پیچیدگی را حل نمایند، اما در محیط های مدرن پیچیدگی به شکل های دیگری نیز ظاهر می شود که روش های ذکر شده فاقد توانایی لازم برای کاهش پیچیدگی آنها هستند. از جمله موارد پیچیدگی در محیط های مدرن می توان به هوشمندی، تعامل پذیری<sup>۱</sup>، سازگاری، ناهمگنی سکوها و محیط توزیع شده نرم افزار اشاره نمود. چنین محیط هایی نیاز به نرم افزار های دارند که

- نیاز به کاربر نداشته باشند و مستقل از او واکنش دهند
- بتوانند به سود ما تصمیم گیری نمایند
- با دیگر سیستم ها بر احتی تعامل برقرار کند
- در محیط های شبکه ای مختلف قابلیت اجرا داشته باشند
- با شرایط جدید محیط سازگار شوند

هر یک از این ویژگی ها سبب توسعه علوم و دانش حوزه خود شده اند، اما برآورده نمودن همه، سبب ایجاد زمینه جدیدی به نام «سیستم های چند عامله» شده است. سیستم هایی که عامله مفهوم جدیدی در حوزه نرم افزار نیستند و سابقه طولانی در این حوزه دارند، اما با توجه به ماهیت شان کمتر مورد توجه قرار گرفته اند. در این بخش به بررسی عامل های و توسعه سیستم های مبتنی بر عامل خواهیم پرداخت.

### ۱-۱- عامل<sup>۲</sup>

موجودیتی نرم افزاری (یا سیستم کامپیوتروی) است که مناسب محیط خاصی طراحی شده و قادر به انجام اعمال انعطاف پذیر و مستقل برای رسیدن به اهداف درنظر گرفته شده برای آن سیستم می باشد. در واقع، عامل ها، موجودیت هایی قابل تشخیص برای حل مسئله با محدوده و رابط خوش تعریف هستند و برای محیط های خاصی مناسب هستند.

<sup>1</sup> Interoperability

<sup>2</sup> Agent

آنها بسته به حالت شان و رودی‌هایی را از طریق سنسورها دریافت می‌کنند و را از طریق مجریان<sup>۱</sup> می‌گذارند. هر عامل برای برآورده نمودن اهداف خاصی طراحی شده است، به همین دلیل نمی‌توان عامل‌های یک محیط را در محیط‌های دیگر مورد استفاده قرار داد و این امر پیچیدگی طراحی عامل‌های را بیشتر می‌کند.

خصوصیات بیشماری برای عامل ذکر گردیده است که از عمدۀ ترین خصوصیات عوامل می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- خودگردانی<sup>۲</sup>
- اعمال اصلی بدون دخالت انسان یا عامل دیگری انجام می‌شود. ارتباط میان عامل‌ها با دیگر اجزا به صورت سلسه مراتبی نیست
- پیش‌فعال بودن<sup>۳</sup>
- یک عامل باید حتماً متظر فراخوانی باشد بلکه باید تحت شرایط خاص محیط فعال شود
- واکنش‌دهی<sup>۴</sup>
- عامل باید در برخی سیستم‌ها محیط خود را حس کرده و به تغییراتی که در آن رخ می‌دهد پاسخ دهد
- ارتباط با دیگران<sup>۵</sup>
- ممکن است یک عامل نرم‌افزاری عامل دیگری را فراخوانی کند، درباره آن استنتاج انجام دهد و یا با آن به مذاکره پردازد
- یادگیری
- براساس تغییراتی که در محیط رخ می‌دهد رفتار خود را تغییر می‌دهد
- انعطاف‌پذیری
- رفتارهایی که عامل انجام می‌دهد، از پیش تعیین شده نیستند

---

<sup>1</sup> effectors

<sup>2</sup> Autonomous

<sup>3</sup> Pro-activeness

<sup>4</sup> Reactivity

<sup>5</sup> Communicative

- هدف‌گرا<sup>۱</sup>

- تنها به محیط خود پاسخ نمی‌گوید بلکه بدنیال دستیابی به اهداف خود است

- متحرک<sup>۲</sup>

- توانایی جابه‌جا کردن خود از سیستمی به سیستم دیگر را دارد

- شخصیت<sup>۳</sup>

- دارای حالت بوده و شخصیتی مستقل است

### ۱-۱-۱- عامل‌ها و اشیاء

عامل‌ها خصوصیاتی شبیه به اشیاء دارند، از این رو لازم است که تفاوت‌ها و شبهات‌های آنها مورد بررسی قرار گیرد. از عمدۀ ترین شبهات‌های بین عامل‌ها و اشیاء می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- هر دو موجودیت‌هایی را تعریف می‌کنند

- عامل‌ها را اشیا فعال می‌نامند

- هر دو ساختار داخلی‌شان را بسته‌بندی می‌کنند

- به وسیله ارسال پیام با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند

از عمدۀ ترین تفاوت‌های بین این دو می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- عامل‌ها پیش‌فعال هستند

- اشیا قبل از آنکه فعال شوند باید درخواست دریافت کنند

- عامل‌ها از نظر ساختار درونی انعطاف‌پذیرند

- اشیا در واقع متدها و خواص را بسته‌بندی می‌کنند. اگر یک تابع به صورت خصوصی

در شی تعریف شده باشد اشیا دیگر امکان دسترسی به آن را ندارند

- هر عامل یک کنترل مخصوص به خود دارد

- کنترل در سیستم‌های شی گرا به صورت مرکزی انجام می‌شود

---

<sup>1</sup> Goal-oriented

<sup>2</sup> Mobile

<sup>3</sup> Character

- هر عامل می‌تواند در هر زمان که تشخیص بدهد و با توجه به شرایط با عامل دیگر ارتباط

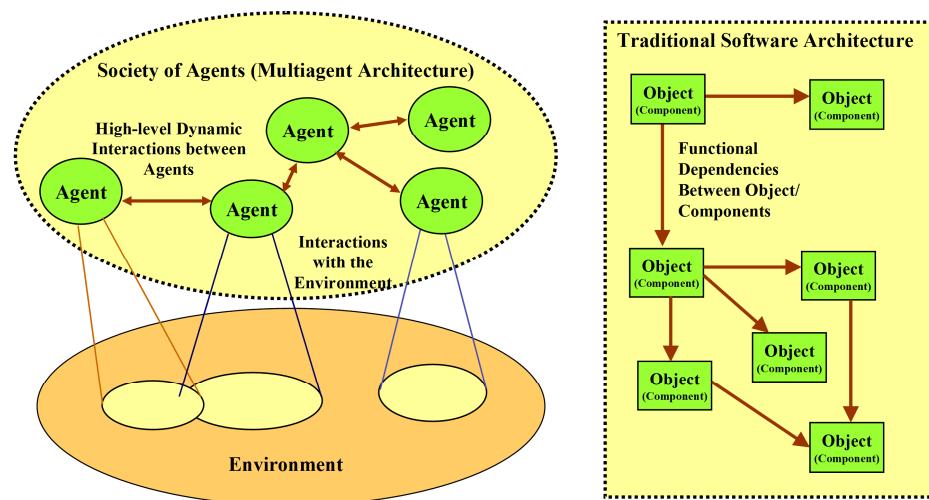
برقرار کند

- در روش شی‌گرا ارتباط‌ها به صورت مقطعی و از پیش تعیین شده در سیستم وجود

دارند که به وسیله کلاس‌های سلسله مراتبی تعریف می‌شوند

شکل ۱-۱۵ تفاوت‌های بین عامل‌ها و اشیاء را در اجرا نشان می‌دهد. عامل‌ها نسبت به اشیاء انعطاف

بیشتری در اجرا نشان می‌دهند.

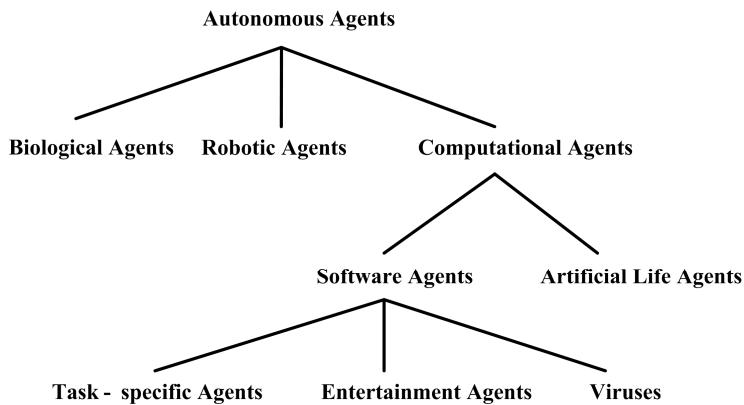


شکل ۱-۱۵- مقایسه بین عامل‌ها و اشیاء

## ۲-۱-۱۵- طبقه‌بندی عامل‌ها

طبقه‌بندی‌های متنوعی برای عامل‌ها ارائه شده است که هر یک با توجه به دیدگاه خاصی انجام شده است. عامل‌ها از نظر محیط، نوع عامل، هوشمندی، نوع کار و سایر پارامترها می‌توانند دسته‌بندی شوند.

شکل ۲-۱۵ انواع عامل‌ها را از نظر نوع ارائه می‌دهد. عامل‌های نرم‌افزاری که جزء عامل‌های محاسباتی محسوب می‌شوند به سه دسته تقسیم می‌شوند که ویروس‌های هوشمند یکی از آنها هستند.



شکل ۲-۱۵- طبقه‌بندی عامل‌ها از نظر نوع

### ۳-۱-۱۵- سیستم‌های چندعامله

سیستمی نرم‌افزاری که از مجموعه‌ای از عامل‌ها که با یکدیگر تعامل دارند، رقابت می‌کنند و همکاری دارند، تشکیل شده است. در این سیستم‌ها عامل‌ها می‌توانند دارای اهداف متفاوتی باشند. در واقع، عامل‌ها در فضایی که سیستم در اختیار آنها قرار می‌دهد، استفاده نموده و فعالیت‌های خود را انجام می‌دهند. در مسیر انجام عملیات، عامل‌ها همانند انسان‌ها با دیگر عامل‌ها تعامل دارند و اطلاعات ردو بدل می‌کنند.

### ۲-۱۵- مهندسی نرم‌افزار عامل‌گرا

طراحی سیستم‌های چند عامل‌ها و نرم‌افزارهایی که از عامل استفاده می‌کنند با نرم‌افزارهای متداول متفاوت است. در واقع برای استفاده از عامل‌ها نمی‌توان از روش‌های متداول تحلیل و طراحی استفاده نمود، چرا که روش‌های متداول نمی‌توانند به سوالات ذیل پاسخ گویند:

- چگونگی تجزیه مسئله
- چگونگی انتساب وظایف به عامل‌ها
- چگونگی هماهنگی، کنترل و ارتباط عامل‌ها
- چگونگی حل تعارض بین اهداف عامل‌ها
- چگونگی تصمیم‌گیری عامل در مورد سایر عامل‌ها و حالت‌شان

این سوالات و سوالاتی نظری آنها پیچیدگی طراحی نرم افزار عامل گرا را نشان می دهند. برای توسعه سیستم هایی که از عامل استفاده می کنند از متدولوژی های عامل گرا استفاده می شود. این متدولوژی تنها برای توسعه یک سیستم برپایه عامل مورد استفاده قرار می گیرند و با توجه به دستیابی به چنین هدفی طراحی و پیاده سازی می شوند. همچنین نکته ای که می بایست در نظر داشت این است که متدولوژی عامل گرا علاوه بر پاسخ به سوالات قبلی، باید روشی شفاف و منظم برای تحلیل، طراحی و توسعه سیستم های چند عامله ارائه دهند.

متدولوژی های عامل گرا به دو دسته اصلی تقسیم می شوند که عبارتند از:

- متدولوژی هایی که از روش های شی گرا ناشی شده اند
  - از جمله معروف ترین متدولوژی های برگرفته شده از شی گرا می توان به AUML، GAIA، Prometheus و ADEPT اشاره نمود. از جمله مزایای استفاده از این متدولوژی ها برای توسعه سیستمی برپایه عامل می توان به موارد زیر اشاره نمود:
    - برخی عامل را شی فعال می نامند و ادعا می کنند که روش های شی گرایی به تنهایی برای توسعه عامل ها کافی هستند
    - روش های شی گرا متدائل و شناخته شده هستند
    - یادگیری این متدولوژی ها توسط مهندسان نرم افزار سریعتر انجام شده و هزینه کلی تولید سیستم کاهش می یابد
    - امکان استفاده از برخی مدل های موجود در روش های شی گرا مانند موارد کاربری در عامل ها وجود دارد

این متدولوژی های معایب خاص خود را نیز دارند که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- عامل ها تجربید بالاتری نسبت به شی دارند، بنابراین نحوه شکستن مسئله در روش های مبتنی بر عامل نسبت به شی گرا متفاوت می باشد
- در روش های شی گرا تکنیکی برای مدل کردن حالت هایی مانند هدف گرایی و پیش فعال بودن وجود ندارد

## ▪ مدل کردن نحوه ارتباط میان عامل‌ها با استفاده از متدولوژی‌های شی‌گرا

امکان‌پذیر نیست

### • متدولوژی‌هایی که از مهندسی دانش ناشی شده‌اند

- در این متدولوژی‌ها بیشتر توجه به فرایند مهندسی دانش در توسعه سیستم متمرکز است.  
فرایند مهندسی دانش شامل فرآیند استخراج<sup>۱</sup>، ساختاربندی<sup>۲</sup>، شکل‌دهی<sup>۳</sup> و عملیاتی  
نمودن<sup>۴</sup> دانش است که در واقع هدفی است که عامل دنبال می‌کند. از جمله این  
متدولوژی‌های می‌توان به DESIRE، MAS-CommonKADS و Tropos اشاره نمود.  
عمده‌ترین مزیت استفاده از این متدولوژی‌ها برای توسعه سیستمی برپایه عامل «امکان  
استفاده از ابزارها و کتابخانه‌های هستان‌شناسی و روش‌های با قابلیت استفاده مجدد در  
حل مسائل» است و مهمترین مشکل این روش‌ها عدم در نظر گرفتن ویژگی‌های  
توزیعی عامل‌ها است که می‌تواند توسعه سیستم را دچار مشکل نماید.

## 1-2-15- متدولوژی توسعه GAIA

متدولوژی GAIA از معروف‌ترین متدولوژی‌های توسعه عامل برپایه شی‌گرا است. این متدولوژی اولین بار توسط Jennings و Wooldridge در سال ۱۹۹۹ معرفی شد و نسخه نهایی توسط Zambonelli در سال ۲۰۰۳ ارائه شد. متدولوژی GAIA همانند همه متدولوژی‌های شی‌گرا، از نیازمندی‌های توسعه شروع می‌کند و بعد از تشخیص نیازمندی‌ها سعی به طراحی نرم‌افزاری با دیدگاه عامل دارد. در واقع، این متدولوژی سعی دارد تیم توسعه‌دهنده را برای طراحی یک سیستم چند‌عامله خوش‌تعریف هدایت کند و با توجه به شناختی که تیم توسعه از متدولوژی شی‌گرا دارند، از مفاهیم شی‌گرایی نیز برای طراحی و توسعه سیستم استفاده نموده است. برخلاف برخی نظرات که اعتقاد دارند که متدولوژی‌هایی که پایه شی‌گرایی دارند نمی‌توانند برای نرم‌افزارهای مبتنی بر عامل بزرگ استفاده شوند، GAIA توانایی مدلسازی و حل پیچیدگی سیستم‌های چند‌عامله را نیز دارد.

<sup>1</sup> Eliciting

<sup>2</sup> Structuring

<sup>3</sup> Formalizing

<sup>4</sup> Operationalizing

از مهمترین نقاط ضعف این متدولوژی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- مسائل و مشکلات پیاده‌سازی در نظر گرفته نمی‌شوند
- تعیین نیازمندی‌ها و مدل‌سازی آنها مسکوت مانده است
- توسعه با این روش، ترتیبی است

## ۲-۲-۱۵- متدولوژی Troops

این متدولوژی اساساً عامل‌گرا طراحی شده است و بهمین دلیل در توسعه نرم‌افزارهای عامل‌گرا مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به عامل‌گرا بودن این متدولوژی، نمادگذاری<sup>۱</sup> عامل‌ها، اهداف و مسائلی از این قبیل در فرآیند توسعه دیده شده است که یکی از مهمترین نقاط قوت این متدولوژی است. از مهمترین ویژگی‌های متدولوژی Troops می‌توان به حرکت تدریجی فرایند توسعه عامل‌ها اشاره نمود. در واقع این متدولوژی با تعداد کمی از عناصر شروع می‌کند و تدریجیاً آنها را افزایش می‌دهد. در هر بار افزایش، جزئیات به صورت تدریجی افزوده می‌شوند و تعامل و وابستگی‌ها بررسی و بروز می‌شوند. هر گام از متدولوژی می‌تواند منجر به معرفی/حذف عناصر یا ارتباطات شود که این بسته به شناخت طراحان و توسعه‌دهندگان نرم‌افزار از عواملی است که می‌بایست پیاده‌سازی شوند.

از مهمترین نقاط ضعف این متدولوژی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- برای طراحی نرم‌افزارهای عامل پیچیده که ارتباطات بین ذینفعان پیچیده است، مناسب نیست
- تضمین کیفیت تنها با استفاده از الگوهای طراحی!
- راهنمایی‌هایی بسیار کمی در مورد گام‌ها و چگونگی انجام آن می‌توان یافت نمود
- تحویل دادنی‌های آن خوش-تعریف نیستند

---

<sup>1</sup> notions