

باسمه تعالی

سند طراحی آزمون

توسعه بستر MLOps

به سفارش

شرکت سامانه گستر سحاب پرداز

فناوری

اطلاعات و ارتباطات

ارائه دهنده

شرکت فناوری اطلاعات آرمان دید نو

آدین

زمستان ۱۴۰۲

فهرست مطالب

۱- مقدمه	۲
۲- کلیات آزمون‌ها	۲
۲-۱- مفاد آزمون‌ها	۳

۱- مقدمه

سند حاضر به منظور ارائه سند طراحی آزمون پروژه «توسعه بستر MLOps» به سفارش شرکت سحاب گستر پرداز تهیه شده است. تمرکز این سند بر طراحی سناریوی آزمون و شرط شکست یا موفقیت آزمون‌ها بوده و جزئیات آزمون‌ها و نحوه پیاده‌سازی در این بخش مطرح نیست؛ بنابراین، طبق زمان‌بندی پروژه در موعد تحویل دهی هر مؤلفه، جزئیات دقیق پیاده‌سازی هر آزمون در کد مشخص خواهد شد.

۲- کلیات آزمون‌ها

در پیشنهاد حاضر، انواع متنوعی از آزمون برای مؤلفه‌های مختلف در نظر گرفته شده که در ادامه توضیح داده خواهند شد. در نهایت یک آزمون یکپارچگی کل سامانه نیز انجام خواهد شد که عملکرد کل سامانه را مستقل از عملکرد تک‌تک مؤلفه‌ها مورد بررسی قرار خواهد داد. نکته قابل توجه آن است که هر مؤلفه باید بتواند مستقل از عملکرد بقیه مؤلفه‌ها با دریافت ورودی‌های مشخص در حیطه تعریف شده، آن‌ها را پردازش کرده و خروجی‌های مدنظر را ایجاد کند. همچنین پیش‌نیاز این آزمون‌ها، ایجاد داده‌های متناسب با هر مؤلفه است که عملکرد آن مؤلفه مورد آزمایش قرار گیرد. به علاوه، در برخی آزمون‌ها، عملکرد مؤلفه در قبال رخداد خطا آزموده می‌شود. این خطا می‌تواند ناشی از وجود ورودی نامناسب، ایجاد مشکل برای یکی از زیرسامانه‌های مؤلفه، یا ایجاد مشکل برای یکی از مؤلفه‌هایی که مورد استفاده این مؤلفه، مانند پایگاه داده باشد. برای آزمودن عملکرد مؤلفه در قبال ورودی نامناسب، می‌توان آزمون‌های واحد با ورودی‌های نامناسب ایجاد کرد و عملکرد مؤلفه را در قبال آن‌ها سنجید. برای آزمودن عملکرد مؤلفه در هنگام رخداد مشکل برای زیرساخت‌ها، می‌توان برق یکی از سرورها یا اتصال شبکه آن را قطع کرد و منتظر ماند تا فرایند با موفقیت به انتها برسد و در عملکرد مؤلفه هیچ اختلالی مشاهده نشود. برای حالتی که مؤلفه دیگری که این مؤلفه به آن وابسته است دچار مشکل شود، می‌توان مؤلفه دیگر را شبیه‌سازی کرد و سپس آن را دچار مشکل نمود، یا می‌توان توسط روش‌های مانند استفاده از داکر، مؤلفه دیگر را بالا آورد و سپس در آن اختلال ایجاد کرد. همچنین، برای آزمون سرعت، می‌توان درخواست‌هایی به صورت هم‌زمان برای مؤلفه ارسال کرد و زمان پاسخ را بررسی نمود. در صورتی که مؤلفه

پردازشی باشد، می‌توان داده مشخصی را ورودی داده و زمان ایجاد خروجی را بررسی کرد. پیش‌نیاز این کار، ایجاد داده‌های واقعی است به نحوی که سرعت واقعی مؤلفه سنجیده شود. هنگامی که یک سامانه از مؤلفه‌های مختلفی تشکیل شده، حتی در صورتی که تمام مؤلفه‌ها آزمون‌های مستقل خود را به خوبی بگذرانند، همواره نیاز است تا ارتباط و اتصال این مؤلفه‌ها به یکدیگر مورد بررسی قرار گیرد. یکی از شایع‌ترین مشکلاتی که در ارتباط مؤلفه‌ها با یکدیگر رخ می‌دهد، تغییر در قالب ورودی / خروجی مؤلفه یا شیوه‌نامه ارتباطی مؤلفه‌ها است. با داشتن آزمون یکپارچگی، اطمینان حاصل می‌شود که بعد از ایجاد هر تغییر، کل سامانه به صورت یکپارچه به درستی کار می‌کند. تحویل گیری نهایی سامانه منوط به یکپارچگی بخش‌های مختلف و تأیید کارکرد نهایی سامانه است. کلیه مراحل مندرج در مستندات توسط تیم کارفرما با حضور نماینده مجری، اجرا و صحت‌سنجی خواهد شد.

۲-۱- مفاد آزمون‌ها

در این بخش، نحوه کلی آزمون موارد سند Soc مورد تأیید کارفرما، برای مفادی که امکان طرح آزمون مشخص برای آن‌ها وجود دارد، بیان شده است.

کد آزمون	شماره	قابلیت
۰۰۱	۱-۱	ارائه ابزار، محیط و استانداردهای مناسب برای تحلیل اولیه داده و EDA
-	۱-۲	سیستم نسخه‌گذاری کد
۰۰۲	۱-۳	ارائه نوت‌بوک‌های تعاملی به منظور توسعه مدل
-	۱-۴	امکان یکپارچگی با مخازن کنترل کد (Git)
-	۲-۱	Data Gathering
۰۰۳	۲-۲	قابلیت نسخه‌گذاری داده
۰۰۴	۲-۳	امکان ایجاد پایپ لاین، استخراج Feature و Feature Engineering
۰۰۵	۲-۴	Offline Feature Store
۰۰۶	۲-۵	Online Feature Store
۰۰۷	۲-۶	کنترل دسترسی به داده‌ها
۰۰۸	۳-۱	Model training and tuning
۰۰۹	۳-۲	نسخه‌گذاری مدل
۰۱۰	۳-۳	استقرار مدل
۰۱۱	۳-۴	مانیتورینگ مدل

قابلیت خودکارسازی فرایند یادگیری و استقرار مدل	۳-۵	-
قابلیت تنظیم خودکار هایپرپارامترها	۳-۶	۰۱۲
Automated model retraining	۳-۷	-
مقیاس پذیری	۴-۱	۰۱۳
امنیت	۴-۲	۰۱۴
Multi-Tenancy	۴-۳	-
قابلیت اطمینان و دسترس پذیری	۴-۴	-
یکپارچگی با بستر ابری سحاب	۴-۵	-
مانیتورینگ، پایش	۴-۶	۰۱۵
مدیریت لاگ	۴-۷	۰۱۶

جدول ۱. مفاد Soc

در ادامه جزئیات سناریوی آزمون‌ها و شروط پیاده‌سازی آن‌ها مطابق جدول مشخص شده از سوی کارفرما تکمیل شده‌است. لازم به ذکر است در برخی موارد رد آزمون‌های طراحی شده، برخی از بندهای جدول موردنیاز نبوده و با علامت "-" تکمیل شده‌است.

۲-۲- لیست آزمون‌ها

شماره آزمون	کد آزمون	عنوان آزمون
۱	۰۰۱	ارائه ابزار تحلیل داده
۲	۰۰۲	ارائه نوت‌بوک‌های تعاملی به منظور توسعه مدل
۳	۱-۰۰۳	امکان نسخه‌گذاری داده‌ها
۴	۲-۰۰۳	صحت نسخه‌گذاری داده‌ها
۵	۰۰۴	استخراج Feature
۶	۱-۰۰۵	ذخیره‌سازی در Offline feature store
۷	۲-۰۰۵	ویژگی‌های Offline feature store
۸	۱-۰۰۶	ذخیره‌سازی در Online feature store
۹	۲-۰۰۶	ویژگی‌های Online feature store
۱۰	۰۰۷	میزان دسترسی به دادگان توسط کاربران
۱۱	۱-۰۰۸	آموزش مدل
۱۲	۲-۰۰۸	پایپ لاین Tuning
۱۳	۱-۰۰۹	نمایش تاریخچه مدل
۱۴	۰۰۹-۲	بازگشت به مدل قبلی
۱۵	۱-۰۱۰	استقرار مدل برای نخستین بار
۱۶	۲-۰۱۰	استقرار مدل جدید با وجود مدل قبلی
۱۷	۰۱۱	پایش، هشدار و بازآموزی مدل
۱۸	۰۱۲	تنظیم خودکار هایپرپارامترها
۱۹	۰۱۳	مقیاس‌پذیری
۲۰	۰۱۴	امنیت ارتباطی میان سرویس‌ها
۲۱	۱-۰۱۵	اندازه‌گیری SLA مانیتورینگ در پایین آمدن سرویس‌ها
۲۲	۲-۰۱۵	اندازه‌گیری SLA مانیتورینگ در بالا آمدن سرویس‌ها
۲۳	۳-۰۱۵	مانیتورینگ، پایش مصرف منابع
۲۴	۰۱۶	مدیریت لاگ

جدول 2 عناوین آزمون‌ها

کد آزمون	۰۰۱	عنوان آزمون	ارائه ابزار تحلیل داده
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	ارائه ابزار، محیط و استانداردهای مناسب برای تحلیل اولیه داده و EDA
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)			
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون	<ul style="list-style-type: none"> بالا آمدن ابزار مناسب به منظور تحلیل و نمایش داده امکان دسترسی به داده در محیط ابزار 		
نقاطی که در آزمون باید سنجیده شوند (Watchpoints)	<ul style="list-style-type: none"> راه اندازی و تعامل با ابزار به منظور تحلیل و نمایش داده 		
پیش شرط های آزمون	<ul style="list-style-type: none"> دسترسی به storage داده فراهم باشد. 		
سناریوی آزمون	<ul style="list-style-type: none"> ابتدا از اجرای روند نصب ابزار پیشنهادی و اتصال به storage داده اطمینان حاصل می کنیم. سپس یکی از مؤلفه دلخواه از ابزار بر روی داده اعمال می گردد. 		
شرط موفقیت کامل	<ul style="list-style-type: none"> ابزار پیشنهادی با موفقیت بالا آمده و اعمال یک مؤلفه تحلیلی با موفقیت بر روی داده صورت گرفته است. 		
شرط شکست	<ul style="list-style-type: none"> در فرایند به کارگیری ابزار یا نصب آن با خطا مواجه شده ایم. 		

کد آزمون	۰۰۲	عنوان آزمون	ارائه نوت‌بوک‌های تعاملی به منظور توسعه مدل
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	ارائه نوت‌بوک‌های تعاملی به منظور توسعه مدل
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		ارائه نوت‌بوک‌های تعاملی به منظور توسعه مدل	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون		<ul style="list-style-type: none"> • بالا آمدن نوت‌بوک‌های تعاملی به منظور توسعه مدل • امکان اجرای کد در محیط نوت‌بوک 	
نقاطی که در آزمون باید سنجیده شوند (Watchpoints)		<ul style="list-style-type: none"> • راه‌اندازی و تعامل با نوت‌بوک به منظور توسعه کد 	
پیش‌شرط‌های آزمون		<ul style="list-style-type: none"> • زیرساخت MLOps در دسترس باشد. 	
سناریوی آزمون		<ul style="list-style-type: none"> • ابتدا از اجرای روند نصب Jupyter اطمینان حاصل می‌کنیم. • سپس کتابخانه جدید در فضای Jupyter نوت‌بوک نصب می‌گردد. 	
شرط موفقیت کامل		<ul style="list-style-type: none"> • Jupyter نوت‌بوک با موفقیت بالا آمده و کد نصب یک مؤلفه با موفقیت به اتمام رسیده است. 	
شرط شکست		<ul style="list-style-type: none"> • در فرایند بالا آمدن Jupyter نوت‌بوک یا نصب مؤلفه با خطا مواجه شده شویم. 	

کد آزمون	۰۰۳-۱	عنوان آزمون	امکان نسخه‌گذاری داده‌ها
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	قابلیت نسخه‌گذاری داده‌ها
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		فرایند ورژن‌گذاری داده‌ها این امکان را ایجاد می‌کند که از تغییرات داده‌ها اطلاع حاصل شود. همچنین، نشان‌دهنده آن است که مدل‌های موردنظر برای آموزش از چه نسخه‌ای از داده‌ها استفاده کرده‌اند.	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون	<ul style="list-style-type: none"> فرایند نسخه‌گذاری داده‌ها دریافت و ذخیره‌سازی داده مبتنی بر نسخه 		
نقاطی که در آزمون باید سنجیده شوند (Watchpoints)	<ul style="list-style-type: none"> کنترل داده‌ها و ورژن آن‌ها 		
پیش‌شرط‌های آزمون	<ul style="list-style-type: none"> داده‌ها بر روی دیتابیس قرار گرفته و دسترسی‌های لازم به داده‌ها فراهم شود. 		
سناریوی آزمون	<ul style="list-style-type: none"> ابتدا آخرین نسخه داده از دیتابیس استخراج می‌گردد. آنگاه با تغییر اندکی همچون Insert داده جدید بر روی داده اولیه، داده جدید Push می‌شود. مجدد نسخه‌گذاری داده‌های تغییر یافته توسط در دیتابیس بررسی می‌گردد. 		
شرط موفقیت کامل	<ul style="list-style-type: none"> نسخه داده اولیه از X به X+1 تغییر یافته‌است. 		
شرط شکست	<ul style="list-style-type: none"> نسخه داده اولیه تغییر نکرده‌است. 		

کد آزمون	۰۰۳-۲	عنوان آزمون	صحت نسخه‌گذاری داده‌ها
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	قابلیت نسخه‌گذاری داده‌ها
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		فرایند ورژن‌گذاری داده‌ها این امکان را ایجاد می‌کند که از تغییرات داده‌ها اطلاع حاصل شود. همچنین، نشان‌دهنده آن است که مدل‌های موردنظر برای آموزش از چه نسخه‌ای از داده‌ها استفاده کرده‌اند.	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون	<ul style="list-style-type: none"> فرایند صحت نسخه‌گذاری داده‌ها و ردیابی تغییرات در نسخه‌گذاری داده‌ها 		
پیش‌شرط‌های آزمون	<ul style="list-style-type: none"> داده‌ها بر روی دیتابیس قرار گرفته و دسترسی‌های لازم به داده‌ها فراهم شود. 		
سناریوی آزمون	<ul style="list-style-type: none"> ابتدا تغییر اندکی همچون Insert بر روی داده اولیه موجود اعمال شده و داده جدید Push می‌شود. سپس آخرین نسخه و نسخه قبلی داده‌ها با یکدیگر مقایسه می‌گردد. 		
شرط موفقیت کامل	<ul style="list-style-type: none"> تغییرات بین دو نسخه داده، معادل با تغییرات اعمال شده مدنظر باشد. 		
شرط شکست	<ul style="list-style-type: none"> تغییرات بین دو نسخه داده، معادل با تغییرات اعمال شده مدنظر نباشد. 		

کد آزمون	۰۰۴	عنوان آزمون	استخراج Feature
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	Feature engineering
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		قابلیت Feature engineering	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون	<ul style="list-style-type: none"> بررسی feature engineering در پایپ لاین 		
پیش شرط های آزمون	<ul style="list-style-type: none"> Feature store بالا باشد. داده خام دارای چندین ستون اصلی در دسترس باشد. 		
سناریوی آزمون	<ul style="list-style-type: none"> یک پایپ لاین دو مرحله ای شامل تعریف feature view و بررسی آن ایجاد می کنیم. پایپ لاین بر روی داده های خام اجرا می شود. خروجی Feature view به ازای داده خام بررسی می گردد. 		
شرط موفقیت کامل	<ul style="list-style-type: none"> خروجی دقیقاً برابر چند ستونی که با Feature view تعریف باشد. 		
شرط شکست	<ul style="list-style-type: none"> خروجی برابر با Feature view تعریف شده نیست. 		

ذخیره‌سازی در Offline feature store	عنوان آزمون	۰۰۵-۱	کد آزمون
Offline feature store	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	کارکردی	نوع آزمون
قابلیت Offline Feature Store		شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	
زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد	اهمیت نیازمندی
<ul style="list-style-type: none"> ذخیره‌سازی داده‌ها در offline feature store 		هدف آزمون	
<ul style="list-style-type: none"> داده‌ای نسبتاً حجیم به صورت Historical Batch و دارای Timestamp داشته‌ایم. داده دارای دو نسخه متفاوت باشد. 		پیش‌شرط‌های آزمون	
<ul style="list-style-type: none"> ابتدا داده مدنظر را در Offline store ذخیره می‌کنیم. داده‌های هر نسخه را می‌خوانیم. 		سناریوی آزمون	
<ul style="list-style-type: none"> دیتاهای Historical دریافت شده از offline store برای هر نسخه موجود باشد. 		شرط موفقیت کامل	
<ul style="list-style-type: none"> دیتاهای Historical دریافت شده از offline store برای هر نسخه موجود نباشد. 		شرط شکست	

ویژگی‌ها در Offline feature store	عنوان آزمون	۰۰۵-۲	کد آزمون
Offline feature store	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	کارکردی	نوع آزمون
قابلیت Offline Feature Store		شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	
زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد	اهمیت نیازمندی
<ul style="list-style-type: none"> ارسال ویژگی‌های موردنظر برای یادگیری مدل از طریق offline feature store 		هدف آزمون	
<ul style="list-style-type: none"> داده‌ای نسبتاً حجیم به صورت Historical Batch و دارای Timestamp داشته‌ایم. داده دارای دو نسخه متفاوت باشد. 		پیش شرط‌های آزمون	
<ul style="list-style-type: none"> داده با نسخه‌های مختلف به صورت Historical دارای Timestamp را در offline store ذخیره می‌کنیم. دو feature view در offline feature store ایجاد می‌کنیم. سپس ویژگی‌های موردنظر جدید را با ترکیب از دو feature view تعریف شده می‌سازیم. داده آخرین نسخه را از طریق feature view می‌خوانیم. داده نسخه ما قبل آخر را از طریق feature view می‌خوانیم. 		سناریوی آزمون	
<ul style="list-style-type: none"> feature view جدید بر روی دو نسخه آخر داده اعمال شده است. 		شرط موفقیت کامل	
<ul style="list-style-type: none"> feature view جدید بر روی دو نسخه آخر داده اعمال نشده است. 		شرط شکست	

Online feature ذخیره سازی store	عنوان آزمون	۵۵۶-۱	کد آزمون
Online feature store	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	کارکردی	نوع آزمون
Online Feature Store قابلیت		شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	
زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد	اهمیت نیازمندی
<ul style="list-style-type: none"> • ذخیره سازی داده های جریانی در Online feature store 		هدف آزمون	
<ul style="list-style-type: none"> • داده جریانی Historical داشته باشیم. • داده جریانی دارای دو نسخه متفاوت باشد. 		پیش شرط های آزمون	
<ul style="list-style-type: none"> • ابتدا داده مدنظر را در Online store ذخیره می کنیم. • داده را می خوانیم. 		سناریوی آزمون	
<ul style="list-style-type: none"> • دیتاهای دریافت شده از Online store برابر با آخرین نسخه داده باشد. 		شرط موفقیت کامل	
<ul style="list-style-type: none"> • دیتاهای دریافت شده از Online store برابر داده مدنظر نباشد یا اصلاً داده ای دریافت نشود. 		شرط شکست	

Online feature store	ویژگی‌های	عنوان آزمون	۰۰۶-۲	کد آزمون
Online feature store	مرجع	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	کارکردی	نوع آزمون
Online Feature Store قابلیت			شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	
زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد	اهمیت نیازمندی	
• ارسال ویژگی‌های موردنظر برای سرو مدل از طریق Online feature store			هدف آزمون	
• داده جریانی Historical در دو نسخه موجود باشد.			پیش شرط‌های آزمون	
• داده جریانی اول را در Online store ذخیره می‌کنیم.			سناریوی آزمون	
• feature view ایجاد می‌کنیم.				
• داده جریانی آخرین نسخه را از طریق feature view می‌خوانیم.				
• feature view جدید بر روی نسخه آخر داده جریانی اعمال شده است.			شرط موفقیت کامل	
• feature view جدید بر روی دو نسخه آخر داده جریانی اعمال نشده است.			شرط شکست	

کد آزمون	۰۰۷	عنوان آزمون	میزان دسترسی به دادگان توسط کاربران
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	کنترل دسترسی به دادگان
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)			
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون		<ul style="list-style-type: none"> سطح دسترسی کاربران مختلف به دادگان 	
پیش شرط های آزمون		<ul style="list-style-type: none"> دو تا کاربر با دسترسی متفاوت داشته ایم. online store و offline store داشته ایم. یک object storage برای ذخیره مدل داشته ایم. 	
سناریوی آزمون		<ul style="list-style-type: none"> کاربر اول داده به online store وارد می کند. کاربر اول داده به offline store وارد می کند. کاربر اول یک مدل در object storage ذخیره می کند. کاربر دوم تلاش می کند به دادگان دسترسی داشته باشد. 	
شرط موفقیت کامل		<ul style="list-style-type: none"> عدم دسترسی به دادگان کاربر اول توسط کاربر دوم 	
شرط شکست		<ul style="list-style-type: none"> دسترسی به دادگان کاربر اول توسط کاربر دوم 	

کد آزمون	۰۰۸-۱	عنوان آزمون	آموزش مدل
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	Model training and tuning
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)			
صحت عملکرد یادگیری مدل از بخش‌های بسیار مهم در MLOps می‌باشد که باید یک مدل فرایند یادگیری خود را همواره طی کرده و در بهترین حالت خود قرار گیرد.			
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون	<ul style="list-style-type: none"> امکان آموزش مدل جدید با داده‌های جدید 		
پیش‌شرط‌های آزمون	<ul style="list-style-type: none"> دیتا در offline store وجود داشته‌باشد. 		
سناریوی آزمون	<ul style="list-style-type: none"> یک پایپ لاین آموزش مدل جدید بر روی داده جدید ایجاد می‌کنیم. پایپ لاین ایجاد شده را اجرا می‌کنیم. 		
شرط موفقیت کامل	<ul style="list-style-type: none"> پایپ لاین به اتمام رسیده باشد. مدل جدید در storage ذخیره‌شده باشد. 		
شرط شکست	<ul style="list-style-type: none"> فرایند دچار timeout شود. 		

کد آزمون	۰۰۸-۲	عنوان آزمون	پایپ لاین Tuning
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	Model training and tuning
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)			
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون	<ul style="list-style-type: none"> امکان Tune مدل قدیمی با داده‌های جدید 		
پیش شرط‌های آزمون	<ul style="list-style-type: none"> دیتا جدید در offline store وجود داشته باشد. مدل از قبل آموزش دیده در Storage ذخیره شده باشد. زمان تقریبی آموزش و خروجی مدل از قبل آموزش دیده را داریم. 		
سناریوی آزمون	<ul style="list-style-type: none"> یک پایپ لاین آموزش مبتنی بر اجرای مدل قبلی ایجاد می‌کنیم. پایپ لاین ایجاد شده را اجرا می‌کنیم. 		
شرط موفقیت کامل	<ul style="list-style-type: none"> پایپ لاین به اتمام رسیده باشد. زمان Tune مدل کمتر از زمان آموزش مدل باشد و خروجی مدل جدید، حدود خروجی مدل قبل باشد. مدل جدید در storage ذخیره شده باشد. 		
شرط شکست	<ul style="list-style-type: none"> فرایند دچار Timeout شود. 		

کد آزمون	۰۰۹-۱	عنوان آزمون	نمایش تاریخچه مدل
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	نسخه‌گذاری مدل
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		نسخه‌گذاری مدل این امکان را می‌دهد که فرایند یادگیری و tuning مدل را ارزیابی کنیم و در صورت لزوم به مدل‌های قبلی بازگردیم.	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون	<ul style="list-style-type: none"> امکان دسترسی به تاریخچه مدل‌های ذخیره‌شده 		
پیش‌شرط‌های آزمون	-		
سناریوی آزمون	<ul style="list-style-type: none"> ابتدا دو پایپ لاین آموزش را اجرا کرده و ذخیره‌سازی دو مدل را انجام می‌دهیم. سپس درخواست برای نمایش تمام مدل‌های موجود را می‌فرستیم. 		
شرط موفقیت کامل	<ul style="list-style-type: none"> دریافت تاریخچه مدل‌های ذخیره‌شده 		
شرط شکست	<ul style="list-style-type: none"> عدم دریافت تاریخچه مدل‌ها 		

کد آزمون	۰۰۹-۲	عنوان آزمون	بازگشت به مدل قبلی
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	نسخه‌گذاری مدل
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		نسخه‌گذاری مدل این امکان را می‌دهد که فرایند یادگیری و tuning مدل را ارزیابی کنیم و در صورت لزوم به مدل‌های قبلی بازگردیم.	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون		<ul style="list-style-type: none"> امکان جابه‌جایی مدل در حال سرو به مدل قبلی 	
پیش‌شرط‌های آزمون		<ul style="list-style-type: none"> مدل ۲ برای سرو، بالا باشد. مدل ۱ قبلاً train شده و نسخه‌گذاری شده در storage داشته‌ایم. خروجی مدل ۱ و مدل ۲ را به‌ازای داده ورودی خاص محاسبه کردیم. 	
سناریوی آزمون		<ul style="list-style-type: none"> شروع به ارسال درخواست به inference (که فعلاً با مدل ۲ بالا است) مدل ۲ را به مدل ۱ برمی‌گردانیم. در یک حلقه درخواست سرو را ارسال و جواب را بررسی می‌کنیم، تا وقتی که جواب از مدل ۱ دریافت شود. 	
شرط موفقیت کامل		<ul style="list-style-type: none"> دریافت جواب جدید از مدل ۱ 	
شرط شکست		<ul style="list-style-type: none"> فرایند دچار Timeout شود. 	

کد آزمون	۱۰-۱	عنوان آزمون	استقرار مدل برای نخستین بار
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	استقرار مدل
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		قابلیت ایجاد و مدیریت پایپ لاین CI/CD/CT به منظور استقرار خودکار مدل	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون		<ul style="list-style-type: none"> اندازه‌گیری زمان سرو مدل 	
پیش‌شرط‌های آزمون		<ul style="list-style-type: none"> داده ورودی خاص یک مدل قبلاً train شده و نسخه‌گذاری شده در storage موجود باشد 	
سناریوی آزمون		<ul style="list-style-type: none"> ابتدا فرایند سرو مدل را با پایپ لاین CI/CD اجرا می‌کنیم. شروع به ارسال درخواست داده ورودی خاص به inference می‌کنیم. خروجی سرو را ملاحظه می‌کنیم. زمان اولین پاسخ سرو مدل بعد از شروع پایپ لاین سرو اندازه‌گیری می‌کنیم. 	
شرط موفقیت کامل		<ul style="list-style-type: none"> پایپ لاین سرو مدل deploy شود و خروجی داده شود. 	
شرط شکست		<ul style="list-style-type: none"> پایپ لاین سرو مدل deploy نشود و خروجی داده نشود. 	

کد آزمون	۱۰-۲	عنوان آزمون	استقرار مدل جدید با وجود مدل قبلی
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	استقرار مدل
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		قابلیت ایجاد و مدیریت پایپ لاین CI/CD/CT به منظور استقرار خودکار مدل	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون		<ul style="list-style-type: none"> امکان جابه‌جایی مدل جدید با مدل در حال سرو و اندازه‌گیری زمان بالا آمدن مدل جدید 	
پیش شرط‌های آزمون		<ul style="list-style-type: none"> داده ورودی خاص خروجی مدل ۱ و مدل ۲ به‌ازای داده ورودی خاص مدل ۱ قبلاً train شده و نسخه‌گذاری شده در storage موجود باشد مدل ۱ بر روی داده ورودی خاص در حال اجرا باشد فرایند آموزش مدل ۲ اجرا شده و مدل ذخیره شده است. 	
سناریوی آزمون		<ul style="list-style-type: none"> پایپلاین سرو را مجدد اجرا می‌کنیم تا آخرین مدل (۲) با مدل (۱) در حال سرو جابه‌جا شود. شروع به ارسال درخواست به inference جدید می‌کنیم. خروجی سرو را مقایسه می‌کنیم. زمان تغییر خروجی جدید در سرو را اندازه‌گیری می‌کنیم. 	
شرط موفقیت کامل		<ul style="list-style-type: none"> پایپ لاین سرو مدل ۲ deploy شود و خروجی جدید داده شود. 	
شرط شکست		<ul style="list-style-type: none"> پایپ لاین سرو مدل ۲ deploy نشود و خروجی جدید داده نشود. 	

کد آزمون	۱۱	عنوان آزمون	پایش، هشدار و بازآموزی مدل
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	پایش مدل
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		پایش مستمر کارایی مدل مستقر شده در محیط عملیاتی	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون		<ul style="list-style-type: none"> جایگزینی مدل با دقت پایین با مدل با دقت بالا بعد از فعال شدن هشدار. 	
پیش شرط های آزمون		<ul style="list-style-type: none"> داده های ورودی از پیش بررسی شده و برچسب خورده با لیبل «قدیمی» و «جدید» متناظر با خروجی با دقت بالا و دقت پایین برای یک مدل ساده از پیش تعیین شده یک مدل ساده برای سرو، بالا باشد. 	
سناریوی آزمون		<ul style="list-style-type: none"> مانیتورینگ و هشدار مدل را فعال می کنیم. داده های قدیمی را برای سرو ارسال می کنیم. سپس داده های جدید را برای سرو ارسال می کنیم. از زمان ارسال داده های جدید برای تست تا زمان فعال شدن هشدار را اندازه گیری می کنیم. انتظار داریم به صورت خودکار مدل پس از فعال سازی هشدار مجدداً شروع به بازآموزی بر روی داده های جدید کرده و سپس جایگزین مدل قبلی در سرو شود. 	
شرط موفقیت کامل		<ul style="list-style-type: none"> دقت مدل بعد از فعال سازی هشدار باید افزایش یابد. 	
شرط شکست		<ul style="list-style-type: none"> فرایند دچار timeout شود. دقت مدل افزایش پیدا نکند. 	

کد آزمون	۱۲۰	عنوان آزمون	تنظیم خودکار هایپرپارامترها
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	قابلیت تنظیم خودکار هایپر پارامترها
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		ایجاد مجموعه‌ای از ابزارها برای خودکارسازی فرایند تنظیم پارامترها به منظور افزایش کیفیت و سرعت در بهینه‌سازی مدل.	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف در آزمون		<ul style="list-style-type: none"> تنظیم خودکار هایپر پارامترها در MLOps 	
پیش شرط‌های آزمون		<ul style="list-style-type: none"> قابلیت تنظیمات هایپرپارامترها موجود باشد. مدلی مشخص، دارای پارامترهای محدود و نتایج مشخص خروجی مدل به ازای هر یک از پارامترها داریم. 	
سناریوی آزمون		<ul style="list-style-type: none"> برای مدل مشخص مذکور، تنظیمات هایپرپارامترها در پایپلاین انجام می‌دهیم. پایپ لاین اجرای تنظیم هایپرپارامترها را اجرا می‌کنیم. 	
شرط موفقیت کامل		<ul style="list-style-type: none"> مدل مشخص با پارامترهای مدنظر ذخیره شود. 	
شرط شکست		<ul style="list-style-type: none"> در فرایند اجرای پایپلاین خطا رخ دهد. مدل جدید با بهترین هایپرپارامتر انتخابی ذخیره نشود. 	

آزمون	۱۳۰	عنوان آزمون	مقیاس پذیری
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	مقیاس پذیری
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		این مازول امکان افزایش منابع را برای کاربران در سطح محیط کار را برآورده می کند	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون		<ul style="list-style-type: none"> • امکان افزایش منابع کاربر باتوجه به منابع موجود 	
پیش شرط های آزمون		<ul style="list-style-type: none"> • وجود زیرساخت MLOps • وجود سخت افزار آزاد برای افزایش منابع • یک کاربر با ۲ هسته پردازنده و ۸ گیگ حافظه و ۵۰ گیگ فضای دیسک داریم. • وجود یک پایپلاین با زمان اجرای حدوداً n 	
سناریوی آزمون		<ul style="list-style-type: none"> • سپس منابع کاربر را به ۴ هسته و ۱۶ گیگ حافظه و ۵۰۰ گیگ دیسک، افزایش می دهیم. • آنگاه متناسب با پردازنده اضافه شده، پایپلاین را اجرا می کنیم. • سپس یک فایل با حجم ۱۰۰ گیگی کپی می کنیم. • همچنین پردازشی که ۱۰ گیگ حافظه مصرف کند را اجرا می کنیم. 	
شرط موفقیت کامل		<ul style="list-style-type: none"> • امکان استفاده از منابع تخصیص داده شده • پردازشی جدید با ۴ هسته در زمان کمتری مثلاً حدود $n/2$ انجام می گردد. 	
شرط شکست		<ul style="list-style-type: none"> • عدم امکان استفاده بیشتر از منابع جدید 	

کد آزمون	۱۴هـ	عنوان آزمون	امنیت ارتباطی میان سرویس‌ها
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	امنیت
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		این مازول برای بهبود عملکرد و برقراری امنیت میان سرویس‌ها و رمزگذاری داده‌های بین سرویسی مورد اهمیت است	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون	<ul style="list-style-type: none"> عدم وجود داده به صورت plain text در هیچیک از ارتباطات بین سرویس‌ها 		
پیش شرط‌های آزمون	<ul style="list-style-type: none"> سامانه مدیریت رمزگذاری راه‌اندازی شده باشد. کل پایپ لاین MLOps بالا باشد. 		
سناریوی آزمون	<ul style="list-style-type: none"> با ابزارهای sniffing (همچون tcpdump) کل ترافیک شبکه را شنود می‌کنیم. کل چرخه MLOps را اجرا می‌کنیم. درخواست ترافیک http را تنظیم می‌کنیم. 		
شرط موفقیت کامل	<ul style="list-style-type: none"> عدم دریافت خروجی http در کل اجرای پایپ لاین 		
شرط شکست	<ul style="list-style-type: none"> دریافت خروجی http در کل اجرای پایپ لاین 		

کد آزمون	۱۵-۱	عنوان آزمون	اندازه‌گیری SLA مانیتورینگ در پایین آمدن سرویس‌ها
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	مانیتورینگ و پایش
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		جمع‌آوری متریک و پایش وضعیت سیستم و عملکرد مؤلفه‌های مختلف	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون	<ul style="list-style-type: none"> اندازه‌گیری SLA مانیتورینگ در پایین آمدن سرویس‌ها 		
پیش‌شرط‌های آزمون	<ul style="list-style-type: none"> سامانه MLOps بالا باشد. اتصال سامانه مانیتورینگ برای آیتم‌های موجود در MLOps فعال باشد. سرویس مدنظر (همچون پایپ لاین) بالا باشد. 		
سناریوی آزمون	<ul style="list-style-type: none"> ابتدا پاد مربوط به سرویس مدنظر را پایین می‌آوریم. سامانه مانیتورینگ را به‌صورت آنلاین برای سرویس مدنظر رصد کرده و منتظر گزارش از دسترس خارج شدن سرویس مدنظر می‌مانیم. 		
شرط موفقیت کامل	<ul style="list-style-type: none"> گزارش خرابی سرویس در مدت زمان SLA داده شود 		
شرط شکست	<ul style="list-style-type: none"> زمان مدنظر بگذرد و گزارش خرابی داده نشده باشد. 		

کد آزمون	۱۵-۲	عنوان آزمون	اندازه‌گیری SLA مانیتورینگ در بالا آمدن سرویس‌ها
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	مانیتورینگ و پایش
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		جمع‌آوری متریک و پایش وضعیت سیستم و عملکرد مؤلفه‌های مختلف	
اهمیت نیازمندی	تأثیر نیازمندی	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون	<ul style="list-style-type: none"> اندازه‌گیری SLA مانیتورینگ در بالا آمدن سرویس‌ها 		
پیش‌شرط‌های آزمون	<ul style="list-style-type: none"> سامانه MLOps بالا باشد. اتصال سامانه مانیتورینگ را برای آیتم‌های موجود در MLOps فعال باشد. یکی از سرویس‌ها (همچون پایپ لاین) پایین باشد. 		
سناریوی آزمون	<ul style="list-style-type: none"> ابتدا یکی از سرویس‌ها (همچون پایپ لاین) را در نظر می‌گیریم. سرویس مدنظر را اجرا می‌کنیم. سامانه مانیتورینگ را به‌صورت آنلاین برای سرویس مدنظر رصد کرده و منتظر گزارش بالا آمدن سرویس مدنظر می‌مانیم. 		
شرط موفقیت کامل	<ul style="list-style-type: none"> گزارش بالا آمدن سرویس در مدت زمان SLA داده شود 		
شرط شکست	<ul style="list-style-type: none"> زمان مدنظر بگذرد و گزارش بالا آمدن داده نشده باشد. 		

کد آزمون	۱۵-۳	عنوان آزمون	مانیتورینگ، پایش مصرف منابع
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	مانیتورینگ و پایش
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		جمع‌آوری متریک و پایش وضعیت سیستم و عملکرد مؤلفه‌های مختلف	
اهمیت نیازمندی	تأثیر نیازمندی	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون		<ul style="list-style-type: none"> مانیتورینگ میزان مصرف منابع سرویس‌ها 	
پیش‌شرط‌های آزمون		<ul style="list-style-type: none"> سامانه MLOps بالا باشد. اتصال سامانه مانیتورینگ را برای آیتم‌های موجود در MLOps فعال باشد. یکی از سرویس‌ها (همچون پایپ لاین) در حال اجرا باشد. 	
سناریوی آزمون		<ul style="list-style-type: none"> سامانه مانیتورینگ را به‌صورت آنلاین برای سرویس مدنظر رصد کرده و منابع زیرساختی مورد استفاده سرویس مدنظر را، گزارش می‌کنیم. 	
شرط موفقیت کامل		<ul style="list-style-type: none"> نمایش میزان مصرف منابع مؤلفه‌های مختلف سرویس در سامانه مانیتورینگ 	
شرط شکست		<ul style="list-style-type: none"> عدم نمایش میزان مصرف منابع مؤلفه‌های مختلف سرویس در سامانه مانیتورینگ. نمایش نادرست میزان مصرف منابع مؤلفه‌های مختلف سرویس در سامانه مانیتورینگ. 	

کد آزمون	۱۶	عنوان آزمون	مدیریت لاگ
نوع آزمون	کارکردی	بند متناظر در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)	مدیریت لاگ
شرح نیازمندی در سند مرجع (RFP/SoC/Requirements)		جمع‌آوری، تبدیل و ارائه لاگ‌های عملکردی مؤلفه‌های سامانه به‌صورت متمرکز	
اهمیت نیازمندی	زیاد	تأثیر نیازمندی	زیاد
هدف آزمون	<ul style="list-style-type: none"> بررسی امکان بازبینی لاگ‌های سرویس‌ها برای درک بهتر از خطاها بررسی دسته‌بندی فایل‌های لاگ‌ها بر روی سرویس‌ها 		
پیش‌شرط‌های آزمون	<ul style="list-style-type: none"> وجود یک App با قابلیت تولید لاگ‌های سطوح مختلف. سامانه مدیریت لاگ بالا باشد. اتصال App موردنظر به سامانه مدیریت لاگ. سطوح لاگ‌گیری برای App در سامانه لاگ‌گیری مشخص شده باشد. 		
سناریوی آزمون	<ul style="list-style-type: none"> ابتدا App اجرا می‌گردد. در سامانه مدیریت لاگ بر اساس سطوح مختلف لاگ‌های App را فیلتر می‌کنیم. 		
شرط موفقیت کامل	<ul style="list-style-type: none"> امکان دسترسی و بررسی لاگ‌ها بر اساس نام App و سطح خطا 		
شرط شکست	<ul style="list-style-type: none"> ارسال نشدن لاگ‌ها 		