

تست کارایی نرم‌افزار مدیریت داده در زیرساخت اندازه‌گیری هوشمند (AMI) منطبق بر طرح فهام

مهشید هلالی مقدم، فرزانه مرتضوی

نگار زمان‌زاده، شیدا سیدفرشی

گروه پژوهشی کامپیوتر

پژوهشگاه نیرو

تهران، ایران

هادی مدقق

سازمان بهره‌وری انرژی ایران

تهران، ایران

تراکشن‌های مهم در سیستم مانند قرائت از راه دور، قطع و وصل از راه دور، تغییر تنظیمات کنتورها از راه دور و... می‌باشد.

واژه‌های کلیدی — زیرساخت اندازه‌گیری هوشمند؛ نرم‌افزار مدیریت داده؛ آزمون کارایی؛ آزمون بار؛ آزمون فشار؛ طرح فهام

۱. مقدمه

یکی از مشکلات صنعت برق در حوزه نرم‌افزارهای کاربردی، تدوین روش‌هایی برای تحویل‌گیری نرم‌افزارها و ارزیابی صحت عملکرد و کارایی نرم‌افزارهای این حوزه است. از جمله سیستم‌های مهم و حیاتی در صنعت برق، زیرساخت اندازه‌گیری هوشمند (AMI)^۱ است. معماری سیستم اندازه‌گیری هوشمند طبق طرح فهام^۲ شامل کنتورهای هوشمند، جمع‌کننده‌ها، شبکه ارتباطی دو طرفه و نرم‌افزار قرائت و مدیریت داده (MDM)^۳ به منظور تبادل اطلاعات بین کنتورها، شرکت‌های توزیع و مشترکین است. با توجه به اهمیت و حساسیت بالای زیرساخت اندازه‌گیری هوشمند، قبل از بهره‌برداری، تمام اجزای آن از جمله نرم‌افزار مدیریت داده که جهت قرائت و مدیریت داده‌های جمع‌آوری شده می‌باشد، باید مورد آزمون قرار گیرد. در زیرساخت اندازه‌گیری هوشمند (AMI)، نرم‌افزار مرکزی مدیریت داده از جمله نرم‌افزارهای حیاتی و مهم برای مدیریت

چکیده — زیرساخت اندازه‌گیری هوشمند (AMI) از جمله مهم‌ترین زیرساخت‌های الکتریکی و اطلاعاتی در صنعت برق می‌باشد. از این رو اطمینان از عملکرد صحیح و کارایی مطلوب اجزای آن در شرایط مختلف از اهمیت و اولویت بالایی برخوردار است. یکی از اجزای اصلی زیرساخت اندازه‌گیری هوشمند، سیستم نرم‌افزاری مدیریت داده (MDM) می‌باشد. از جمله آزمون‌های مهم جهت سنجش کیفی عملکرد سیستم‌های نرم‌افزاری، آزمون کارایی است. آزمون کارایی چگونگی عملکرد سیستم از نظر معیارهای مرتبط با کارایی مانند سرعت، میزان تحمل‌پذیری خطا، بازده و زمان پاسخ به کاربر را مورد سنجش قرار می‌دهد. انجام آزمون کارایی دارای نیازمندی‌های خاص و مراحل پیش‌نیاز مشخصی می‌باشد. این آزمون در قالب آزمون‌های بار و فشار، جهت سنجش میزان برآوردن معیارهای کارایی توسط سیستم در دو حالت نرمال و تحت فشار اجرا می‌شود. در این مقاله، فرایند جامعی جهت تست کارایی سیستم نرم‌افزاری مدیریت داده (MDM) در AMI، با توجه به معماری‌های مختلف سیستم AMI، مبتنی بر معیارهای ارزیابی کارایی طرح فهام ارائه و روند کامل اجرای آزمون کارایی همراه با مراحل پیش‌نیاز آن، پارامترها و حالت‌های آن جهت اجرا بر روی سیستم نرم‌افزاری MDM تشریح شده است. در زیرساخت اندازه‌گیری هوشمند (AMI)، بار اعمالی به سیستم بر اساس تعداد کنتورهای متصل شده به آن و معیارهای ارزیابی کارایی مبتنی بر زمان لازم برای انجام

¹ Advanced Metering Infrastructure

^۲ فراسامانه هوشمند اندازه‌گیری و مدیریت انرژی

³ Meter Data Management

تراکنش‌های اجرا شده بر روی هر دو سیستم قابل مقایسه با ہم باشند و بر اساس معیار مورد نظر مقایسه شوند.

۴. اولویت‌بندی پرسش‌ها

۵. شناسایی محیط‌های آزمون و منابع مورد نیاز

۶. کد نمودن و آماده‌سازی آزمون‌ها

۷. تعیین بارهای اعمالی به سیستم

۸. اجرای آزمون‌ها و آنالیز آنها

۹. گزارش نمودن نتایج [۱، ۲].

۲.۱. نیازمندی‌های اجرای آزمون کارایی

آزمون کارایی یک آزمون تکرارپذیر است، از این رو فراہم آوردن پیش‌نیازهای لازم، برای دریافت نتایج سازگار و قابل مقایسه در تکرارهای مختلف آزمون لازم است. نیازمندی‌های آزمون کارایی عبارتند از:

۱- فراہم آوردن محیط اختصاصی آزمون

۲- انتخاب نقطه‌ی شروع یا وضعیت شروع یکسان

۳- ثابت نگہداشتن مراحل اجرای آزمون

۴- استفاده از داده‌های حقیقی یا واقع‌بینانه با حجم کافی

۵- تخصیص مرحله Warm up کافی (جهت رسیدن سیستم به

وضعیت پایدار)

۶- نگہداشتن سیستم در وضعیت ثابت به اندازه‌ی کافی (به منظور

دستیابی به کارایی معمول و پایدار سیستم)

۷- تهیه‌ی سند Read me برای آزمون شامل اطلاعات کلیدی مانند:

زمان اجرا، مدت زمان آزمون، هدف آزمون، تنظیمات نرم‌افزار و پیکربندی سخت‌افزار، نسخه‌ی از برنامه که مورد استفاده قرار گرفته است و متریک‌های کارایی (مثلاً میانگین زمان پاسخ، تعداد تراکنش در ثانیه و...)

۸- تایید تکرارپذیری آزمون [۳].

فرایند اجرای آزمون کارایی شامل سه مرحله‌ی آماده‌سازی پیش-

آزمون، اجرای آزمون و اجرای پس-آزمون است. مرحله پیش-آزمون شامل آماده‌سازی سرور MDM (متوقف کردن سرور MDM، restore کردن پایگاه داده، پاک کردن یا راه‌اندازی مجدد فایل‌ها، دایرکتوری‌ها و فایل‌های ثبت، راه‌اندازی مجدد سرور MDM) و فراہم ساختن ابزارها/اسکرپت‌های مانیتورینگ (در صورت لزوم) است. مرحله اجرای آزمون شامل راه‌اندازی ابزارها و اسکرپت‌های مانیتورینگ، warm up و اندازه‌گیری معیارهای کارایی در وضعیت پایدار سیستم می‌باشد. مرحله اجرای پس-آزمون شامل

مصرف پهنه‌ی وسیع مشترکین برق، قرائت کنتورها، صدور صورت حساب، مدیریت قطع و وصل مشترکین و ... می‌باشد. از این رو عملکرد درست و صحیح این نرم‌افزار و کارایی بالای آن از اهمیت بسیاری برخوردار است.

آزمون‌های سنجش کیفیت قابل اجرا بر روی یک سیستم نرم‌افزاری، شامل آزمون‌های عملکردی جهت سنجش صحت عملکرد نرم‌افزار و آزمون‌های غیر عملکردی جهت سنجش جنبه‌های غیر عملیاتی و کیفی سیستم نرم‌افزاری می‌باشد. روش‌های آزمون‌های غیر عملکردی بر آزمون نیازهای غیر عملکردی و جنبه‌های غیر عملیاتی و کیفی نرم‌افزار مانند کارایی، مقیاس‌پذیری، دسترس‌پذیری و قابلیت اطمینان تاکید دارد. آزمون کارایی از جمله مهم‌ترین آزمون‌های غیرعملکردی کلی و عمومی جهت تعیین چگونگی عملکرد سیستم از نظر اهداف مرتبط با مقوله‌ی کارایی مانند سرعت، میزان تحمل‌پذیری خطا، بازده و زمان پاسخ به کاربر است. انجام فرایند آزمون کارایی بر اساس معیارهای ارزیابی کارایی طرح فہام (فراسامانه‌ی هوشمند اندازه‌گیری و مدیریت انرژی)، بر روی نرم‌افزار مدیریت داده در سیستم‌های اندازه‌گیری هوشمند، از جمله نیازهای مهم و اساسی در راستای پیاده‌سازی فراسامانه هوشمند انرژی و ایجاد بستر لازم جهت پیاده‌سازی شبکه‌ی هوشمند در کشور می‌باشد. از این رو ارائه‌ی راهکاری جهت اجرای فرایند آزمون کارایی بر اساس معیارهای کارایی طرح فہام، می‌تواند در این راستا مفید و موثر واقع شود.

۲. آزمون کارایی

آزمون کارایی، آزمون غیرعملکردی با هدف تعیین چگونگی عملکرد سیستم از نظر اهداف مرتبط با مفهوم کارایی است. به طور کلی اجزای مهم انجام آزمون کارایی عبارتند از:

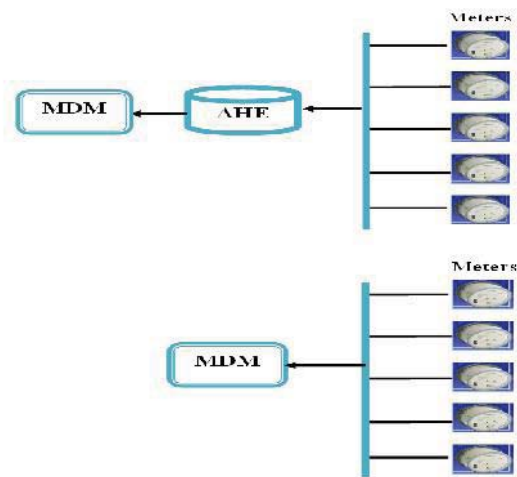
۱. شناسایی عناصر کارایی

۲. تعیین پرسش‌هایی که آزمون باید به آنها پاسخ دهد.

۳. تعیین یک معیار مشترک، در این مرحله باید یک معیار مشترک از کارایی سیستم تعیین شود که مورد قبول همه‌ی نهادهای مرتبط با فرایند آزمون باشد. برای مثال یک صفحه‌ی وب ممکن است دارای حجم کمی باشد اما صفحه‌ی دیگری ممکن است دارای فیلدها و تصاویر بسیار باشد. در این صورت تراکنشی که بر روی صفحه‌ی اول اجرا می‌شود بسیار سریعتر خواهد بود. در این حالت بیان این جمله که پیکربندی نوع اول سریعتر از نوع دوم است نادرست می‌باشد. این مقایسه زمانی درست است که

AHE و MDM بدون نیاز به کنتور و زیرساخت ارتباطی واقعی استفاده شود [۴].

شکل ۱ دو سناریوهای الف و ب در ارتباط با معماری سیستم AMI را نشان می دهد.



شکل ۱ سناریوهای معماری سیستم AMI

پیش از انجام آزمون کارایی باید معیارهای ارزیابی کارایی سیستم مشخص شود. بر اساس مستند فهم مهم ترین معیارهای ارزیابی کارایی سیستم AMI عبارتند از [۵]:

- سطح عملکرد برای قرائت های روزانه
 - o عمل قرائت ۹۷٪ کنتورها در ۸ ساعت انجام شود
 - o عمل قرائت ۹۹٪ کنتورها در ۱۰ ساعت انجام شود
- سطح عملکرد برای قرائت موردی و انفرادی
 - o عمل قرائت ۹۰٪ کنتورها در ۳۰ دقیقه انجام شود
 - o عمل قرائت ۹۹٪ کنتورها در ۱ ساعت انجام شود
 - o عمل قرائت ۹۹/۹٪ کنتورها در ۶ ساعت انجام شود
- سطح عملکرد برای قطع و وصل از راه دور
 - o انجام عمل قطع و وصل بر روی ۹۰٪ کنتورها در ۱۰ دقیقه

ذخیره سازی، ثبت و ارزیابی زمان شروع آزمون، مدت آزمون و متریک های کارایی که توسط ابزارهای آزمون مشخص شده اند، می باشد [۳].

۳. فرایند اجرای آزمون کارایی بر روی نرم افزار

مدیریت داده (MDM) در زیرساخت

اندازه گیری هوشمند (AMI)

پایه سازی MDM در زیرساخت اندازه گیری هوشمند در قالب دو سناریو قابل انجام است:

الف) نرم افزار MDM از نرم افزار AHE^۱ جدا است و در سیستم هر دو نوع نرم افزار MDM و AHE وجود دارد

ب) نرم افزار MDM و AHE یکی است یعنی نرم افزار MDM هم در نقش MDM عمل می کند و هم در نقش AHE

در سناریوی الف، یک نرم افزار از نوع AHE با MDM در ارتباط است و در واقع نرم افزار MDM اطلاعات مورد نیاز را از پایگاه داده ی نرم افزار AHE به دست می آورد. بنابراین در صورتی که سیستم را به صورت ساده شده در نظر بگیریم نرم افزار MDM با یک سیستم ذخیره داده ی متناسب در ارتباط است. لذا برای شبیه سازی شرایط سناریوی الف به منظور انجام آزمون کارایی می توان از یک پایگاه داده ی پر شده با داده های کنتور استفاده نمود.

در سناریوی ب نرم افزار MDM و AHE یکی است. بنابراین سیستم MDM با یک کانال ارتباطی به مجموعه ی کنتورها متصل است و داده های کنتورها از طریق کانال ارتباطی به صورت متوالی به سیستم MDM وارد می شود. برای شبیه سازی شرایط سناریوی ب در اجرای آزمون کارایی می توان از یک نرم افزار شبیه ساز کنتور که از طریق یک کانال ارتباطی و با نرخ ارسال داده ی مشابه شرایط واقعی با سیستم MDM در ارتباط است، استفاده نمود. از جمله نرم افزارهای شبیه ساز کنتور که قابلیت برقراری ارتباط با استفاده از پروتکل DLMS/COSEM^۲ را نیز دارا می باشد، نرم افزار شبیه ساز کنتور شرکت KEMA^۳ است. این نرم افزار دارای امکان تزریق بار ترافیکی به زیر ساخت ارتباطی می باشد و می تواند برای تست سیستم های

^۱ AMI Head-End

^۲ Device Language Message Specification/ Companion Specification for Energy Metering

^۳ شرکت KEMA از جمله شرکت های بزرگ در حوزه ی انرژی، در سطح دنیا می باشد

در دو حالت (نرمال و تحت فشار) مورد آزمون قرار می گیرد و معیارهای ارزیابی کارایی برای سیستم اندازه گیری می شود. تعداد مورد نظر کنتورها در فرایند آزمون کارایی، متناسب با نوع سیستم، نیاز آن و نوع آزمون کارایی مورد نظر می باشد.

آزمون کارایی در قالب دو حالت آزمون بار و فشار، جهت سنجش میزان برآوردن معیارهای کارایی بر روی سیستم اجرا می شود. آزمون کارایی باید ابتدا سیستم را بر اساس تعاریف مربوط به کارایی آن و بار نرمال مورد آزمون قرار دهد تا اطمینان حاصل شود که نیازمندی های سیستم را برآورده می سازد و در گام بعد باید سیستم را در اندازه های فراتر از تعاریف مربوط به کارایی آن و بر اساس باری فراتر از شرایط نرمال مورد آزمون قرار دهد تا زمانی که سیستم دچار شکست شود؛ به گونه ای که تعدادی از جنبه های رفتاری سیستم تحت بار مورد نظر، قابل استفاده نباشد. سپس باید علت و چگونگی شکست سیستم مورد تحلیل و آنالیز قرار گیرد [۱].

در حالت آزمون بار، سیستم با اعمال میزان بار مشخص و نرمال مورد آزمون قرار می گیرد. در این آزمون، پردازش تراکنش و پروسه های حیاتی از نظر زمانی، اندازه گیری و معلوم می شود که آیا نیازمندی های کارایی در سیستم برآورده می شود یا خیر و تعیین می شود که آیا انجام آزمون های کارایی بیشتر مانند آزمون فشار مفید می باشد یا خیر. [۶، ۷]. روند اجرایی آزمون کارایی در حالت آزمون بار عبارتست از:

- تعیین تراکنش ها و پروسه های حیاتی از نظر زمان

- تجزیه و تفکیک مراحل پروسه ها برای اندازه گیری زمان تراکنش

- تعیین نقاط مورد اندازه گیری

- تعیین بار مشخص کننده

- طراحی و اجرای موارد آزمون

- تحلیل نتایج [۱، ۶، ۸]

با توجه به اصول بیان شده، فرایند آزمون بار بر روی سیستم نرم افزاری مدیریت داده (MDM) عبارت است از اندازه گیری معیارهای کارایی سیستم به ازای اعمال میزان بار نرمال به سیستم. میزان بار نرمال عبارت است از تعداد کنتورهای متصل شده به سیستم در حالت نرمال و معمولی. در این آزمون، پروسه های حیاتی از نظر زمانی برای سیستم عبارتند از قرائت جمعی و موردی کنتورها، انجام عمل قطع و وصل کنتورها از راه دور، اعمال

○ انجام عمل قطع و وصل بر روی ۹۹٪ کنتورها در ۱ ساعت

○ انجام عمل قطع و وصل بر روی ۹۹/۹٪ کنتورها در ۶ ساعت

- سطح عملکرد برای دریافت آلام های افت تغذیه یا قطعی برق

○ دریافت آلام ها در ۱ ساعت برای ۹۰٪ کنتورها

- سطح عملکرد برای تغییر تنظیمات کنتورها از راه دور

○ انجام تغییرات بر روی ۹۰٪ کنتورها در ۳۰ دقیقه

○ انجام تغییرات بر روی ۹۷٪ کنتورها در ۱ ساعت

○ انجام تغییرات بر روی ۹۹٪ کنتورها در ۶ ساعت

- سطح عملکرد برای قرائت تنظیمات و وضعیت از راه دور در کنتور

○ قرائت وضعیت ۹۰٪ کنتورها در ۳۰ دقیقه

○ قرائت وضعیت ۹۷٪ کنتورها در ۱ ساعت

○ قرائت وضعیت ۹۹٪ کنتورها در ۶ ساعت

با توجه به معیارهای ارزیابی بیان شده در طرح فهام برای سیستم AMI و عملیات مهم مورد نظر برای ارزیابی کارایی، پارامترهای کارایی سیستم مدیریت داده، جهت اندازه گیری به ازای تعداد مشخصی کنتور عبارتند از:

- زمان قرائت جمعی ۹۷٪ و ۹۹٪ از کنتورها

- میانگین زمان قرائت موردی کنتورها بر روی ۹۰٪ نمونه های انتخاب شده

- زمان انجام عمل قطع و وصل بر روی ۹۰٪، ۹۹٪ و تمامی کنتورها

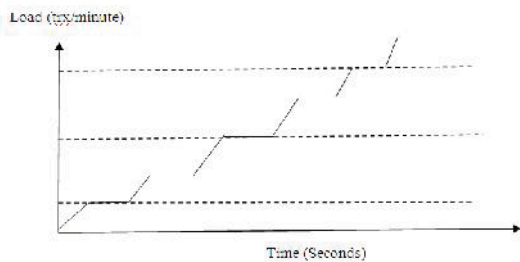
- در صورت تولید آلام خاصی توسط تمام کنتورها، زمان مورد نیاز جهت قرائت آلام ۹۰٪ کنتورها

- زمان مورد نیاز جهت اعمال تنظیمات بر روی ۹۰٪، ۹۷٪ و ۹۹٪ کنتورها

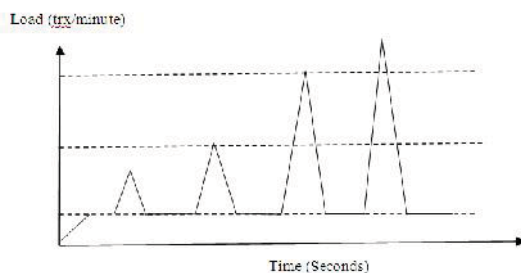
- زمان مورد نیاز جهت قرائت تنظیمات و وضعیت ۹۰٪، ۹۷٪ و ۹۹٪ کنتورها

آستانه های زمانی پارامترهای کارایی برای سیستم مدیریت داده با توجه به معماری سیستم AMI، نوع و ویژگی های ساختاری شبکه ی ارتباطی، نرخ ارسال داده در شبکه و بر اساس محدوده های ذکر شده در معیارهای ارزیابی کارایی طرح فهام برای سیستم AMI، تعیین می شود. پس از مشخص نمودن معماری سیستم AMI و تعیین معیارهای ارزیابی کارایی، سیستم در قالب یکی از دو سناریو مربوط به معماری سیستم و به ازاء تعداد مشخص کنتور

غیر قابل قبول نشان می دهد. شکل های ۲ و ۳ ویژگی های بار برای آزمون فشار مرحله ای و آزمون فشار پیک را نشان می دهد [۱، ۶، ۷].



شکل ۲ ویژگی بار برای آزمون فشار مرحله ای [۶]



شکل ۳ ویژگی بار برای آزمون فشار پیک [۶]

با توجه به نوع بار اعمالی به سیستم نرم افزاری MDM، آزمون کارایی بر روی سیستم MDM در حالت فشار از نوع آزمون فشار مرحله ای می باشد. در این سیستم، بار اعمال شده، تعداد کنتورهای متصل شده به سیستم می باشد. از این رو به منظور اجرای آزمون فشار بر روی سیستم MDM، در مراحل مختلف بار اعمالی به سیستم (تعداد کنتورهای متصل شده به سیستم) را افزایش می دهند و در هر مرحله پارامترهای کارایی مورد نظر سنجش و اندازه گیری می شوند. این روند تا جایی ادامه می یابد که میزان کارایی سیستم از حد کمینه قابل قبول کمتر شده و در واقع سیستم با شکست مواجه شود. حد کمینه قابل قبول برای معیارهای کارایی نیز با توجه به نیازمندی های سیستم مورد نظر تعیین می شود.

۴. نتیجه گیری

با توجه به حساسیت و اهمیت بالای عملکرد صحیح زیرساخت اندازه گیری هوشمند (AMI)، تست و سنجش کیفی عملکرد اجزای آن پیش از پیاده سازی امری مهم و حائز اهمیت است. از اجزای اصلی سیستم AMI،

تنظیمات بر روی کنتورها، قرائت تنظیمات و وضعیت کنتورها. بنابراین روند اجرایی آزمون بار بر روی نرم افزار مدیریت داده (MDM) عبارتست از:

- شناسایی پروسه های حیاتی از نظر زمانی در سیستم
- تفکیک مراحل پروسه ها برای اندازه گیری زمان پروسه ها (در صورت تفکیک پذیر بودن پروسه ها)
- تعیین نقاط آغاز و پایان اندازه گیری (برای مثال تعیین نقطه ی شروع فرایند قرائت و نقطه ی پایان فرایند قرائت)
- تعیین میزان بار نرمال بر سیستم
- اجرای آزمون
- اندازه گیری معیارهای کارایی مورد نظر

آزمون کارایی در حالت استرس یا فشار، شامل اعمال بار رو به افزایش به سیستم است. تفاوت آزمون بار و آزمون فشار در این است که هدف آزمون بار، اندازه گیری زمان پردازش معمولی سیستم می باشد اما آزمون فشار، بر بررسی تأثیر بار افزایشی بر زمان پردازش سیستم و نیز بررسی شرایطی که سیستم با شکست مواجه و متوقف می شود، تأکید دارد. چندین نوع آزمون فشار وجود دارد: آزمون فشار مرحله ای^۱، آزمون فشار بیشینه^۲. روند انجام آزمون فشار همانند آزمون بار می باشد، با این تفاوت که در آزمون فشار، به جای بار مشخص کننده، بار بیشینه به سیستم اعمال می شود. بار بیشینه با توجه به حوزه ی کاربرد سیستم و بر اساس نیازمندی های سیستم در حوزه ی مورد نظر تعیین می شود. در آزمون فشار بررسی می شود که آیا سیستم نیازمندی های لازم در ارتباط با زمان پاسخ دهی، نقطه ی شکست، بازیابی دوباره و امنیت سیستم را برآورده می کند یا خیر. در آزمون فشار مرحله ای، بار به صورت تدریجی افزایش یافته و سپس برای مدت زمان معینی ثابت نگه داشته می شود. این آزمون به منظور شناسایی رفتار سیستم در مقابله با باری که برای مدت زمانی طولانی، بیشتر از حد مجاز بوده است، انجام می گیرد.

در آزمون فشار بیشینه، بارهای بیشینه ی کوتاهی به سیستم اعمال می شود، در این حالت یا سیستم به صورت درست فرایند ترمیم و بازیابی را انجام داده و عملیات باقی مانده را پس از برطرف شدن پیک پردازش می کند؛ یا اینکه سیستم نمی تواند دوباره بازیابی شود و رفتارهای پیش بینی نشده ی

¹ Step stress test

² Peak stress test

سیستم نرم افزاری مدیریت داده (MDM) می باشد. از جمله آزمون های مهم سیستم های نرم افزاری، آزمون های غیر عملکردی جهت سنجش جنبه های غیر عملیاتی و کیفی سیستم می باشد. آزمون کارایی یکی از مهم ترین آزمون های غیر عملکردی است که چگونگی عملکرد سیستم را از نظر اهداف مرتبط با مقوله ی کارایی مانند سرعت، میزان تحمل پذیری خطا، بازده و زمان پاسخ به کاربر مورد سنجش قرار می دهد. آزمون کارایی در قالب دو حالت آزمون بار و فشار، جهت سنجش میزان برآوردن معیارهای کارایی بر روی سیستم اجرا می شود. در این مقاله، روشی جامع جهت تست کارایی سیستم نرم افزاری مدیریت داده (MDM) در سیستم AMI، با توجه به معماری های مختلف زیرساخت AMI مبتنی بر معیارهای ارزیابی کارایی طرح فهم ارائه شده است. در فرایند آزمون کارایی بر روی سیستم نرم افزاری مدیریت داده، بار اعمالی به سیستم تعداد کتورهای متصل شده به سیستم و معیارهای ارزیابی کارایی مبتنی بر زمان لازم برای انجام تراکنش ها و پروسه های مهم در سیستم مانند قرائت از راه دور، قطع و وصل از راه دور، تغییر تنظیمات کتورها از راه دور و... می باشد. در این مقاله روند کامل اجرای آزمون کارایی همراه با مراحل پیش نیاز آن، پارامترها و حالت های اجرای آن بر روی سیستم نرم افزاری MDM تشریح شده است و به این ترتیب روند ارائه شده می تواند به عنوان فرایندی مدون و ساخت یافته جهت انجام تست کارایی بر روی سیستم مدیریت داده (MDM) در زیرساخت اندازه گیری هوشمند (AMI) مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

- [1] Peter Farrell-vinay, "manage software testing", Auerbach Publications, Taylor & Francis Group, USA, 2008.
- [2] J.D. Meier, Carlos Farre, Prashant Bansode, Scott Barber, Dennis Rea, patterns & practices Performance Testing Guidance for Web Applications, Microsoft Corporation, 2007
- [3] Yongli An, MDM System Performance Testing: Guidelines and Instructions, IBM® InfoSphere® MDM Server.
- [4] <http://www.dnvkema.com/Images/DLMS%20Test%20Suite%20for%20Smart%20Meters.pdf>
- [5] معیارهای ارزیابی کارایی طرح فهم، سازمان بهره وری انرژی ایران
- [6] Derk-Jan Grood, TestGoal: Result-Driven Testing, Springer, 2008.
- [7] Roger S.Pressman, Software Engineering: a practitioner's approach, Higher education, 2010.
- [8] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb924372.aspx>, visited on 2012-12-16.