



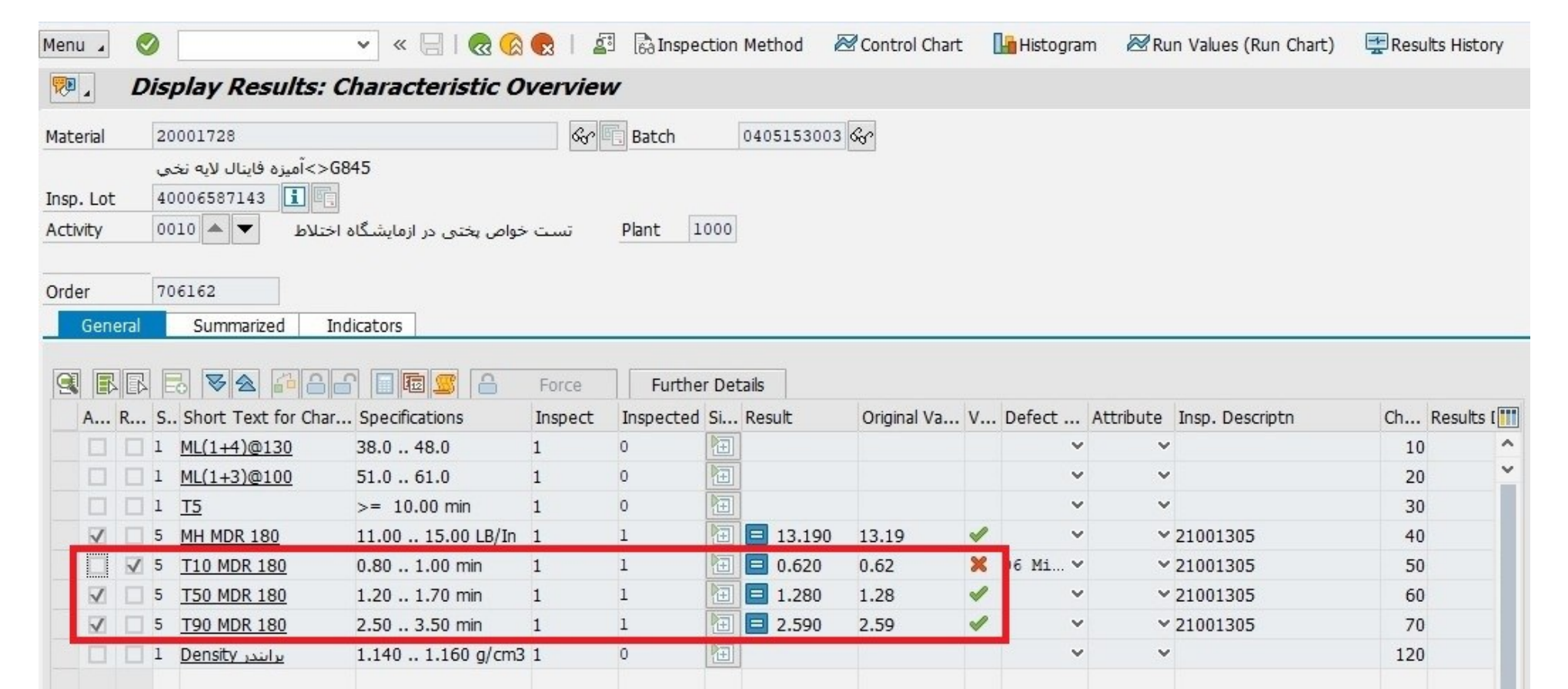
طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم یکپارچه انتقال و ثبت خودکار داده‌های آزمایشگاهی دستگاه صنعتی در سیستم SAP گروه صنعتی بارز

فرزاد حیدری^۱، علی دارابی نژاد^۲

^۱مدیر واحد نگهداری و توسعه نرم افزاری لاستیک بارز مجتمع کرمان؛ Farzadheydari9390@gmail.com

^۲مشاور ERP گروه صنعتی بارز؛ Darabinezhad@yahoo.com

دستگاه در نهایت، داده‌ها به سامانه SAP منتقل شده و در ماژول کیفیت (QM) ثبت می‌گردند. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، سیستم SAP به‌صورت خودکار مقادیر را با حدود مشخصات مقایسه کرده و وضعیت پذیرش یا رد بچ (UD) را تعیین می‌کند. این فرایند باعث حذف خطای انسانی و تسریع تصمیم‌گیری می‌شود.



شکل ۴: نتایج آزمون‌ها در SAP و صدور خودکار UD.

بحث و نتیجه گیری

نتایج اجرای این روش نشان داد که فرآیند انتقال داده‌ها از دستگاه صنعتی به سامانه SAP می‌تواند به‌طور کامل از مداخله انسانی بی‌نیاز گردد. این حذف وابستگی به اپراتور نه‌تنها موجب کاهش هزینه‌های نیروی انسانی شد، بلکه از بروز خطاهای انسانی در ثبت و انتقال داده‌ها جلوگیری کرد و دقت اطلاعات را به سطحی نزدیک به صددرصد رساند. افزون بر این، سرعت دسترسی به نتایج آزمایش‌ها به شکل چشمگیری افزایش یافت؛ به‌گونه‌ای که فاصله زمانی بین انجام آزمایش و ثبت نتایج در سامانه به حداقل ممکن کاهش پیدا کرد. این موضوع در محیط‌های تولیدی که تصمیم‌گیری سریع بر اساس داده‌های کیفی الزامی است، نقش کلیدی ایفا می‌کند.

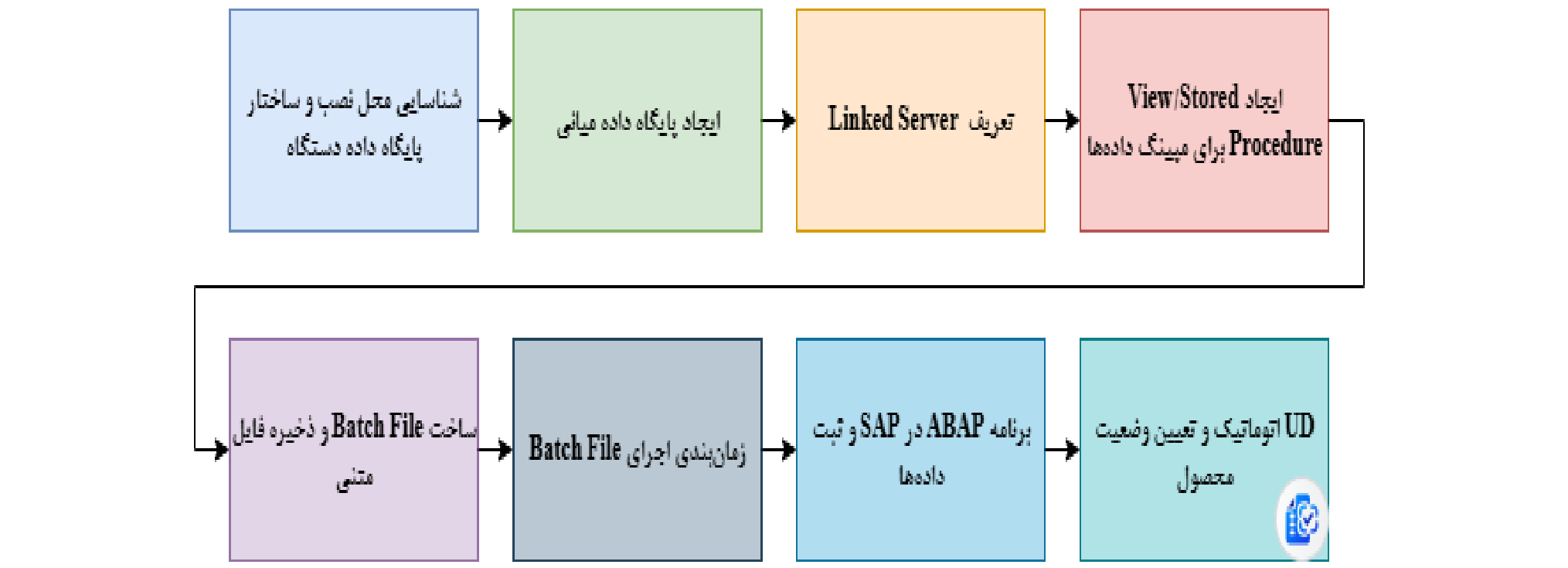
از دیگر پیامدهای مهم این رویکرد، ایجاد امکان رهگیری کامل مسیر داده‌ها از لحظه تولید در دستگاه صنعتی تا زمان ثبت در پایگاه داده SAP بود. این قابلیت رهگیری، ضمن افزایش شفافیت فرایند، امکان انجام ممیزی و تحلیل‌های کنترلی را فراهم ساخت و اطمینان از صحت و اصالت داده‌ها را برای مدیران و تیم‌های کیفیت تضمین نمود. همچنین، به کمک مکانیزم‌های تعبیه‌شده در SAP، تعیین وضعیت محصول تولیدی به‌صورت خودکار و بر اساس حدود تعریف‌شده برای هر آزمایش انجام گرفت که این امر موجب تسریع در تصمیم‌گیری‌های عملیاتی و کاهش وقفه‌های تولیدی شد.

منابع

- [1]Zhang, Su. "Apply SOA Paradigms in Cyber-Physical System to Enhance Interoperability: State-of-the-Art Review." arXiv preprint arXiv:1903.00065 (2019).
- [2] Raptis, Theofanis P., Andrea Passarella, and Marco Conti. "Data management in industry 4.0: State of the art and open challenges." Ieee Access 7 (2019): 97052-97093.
- [3] May, Norman, Alexander Böhm, Daniel Ritter, Frank Renkes, Mihnea Andrei, and Wolfgang Lehner. "SAP HANA Cloud: Data Management for Modern Enterprise Applications." In Companion of the 2025 International Conference on Management of Data, pp. 580-592. 2025.
- [4] CData (n.d.) Connect to SAP Data as a Linked Server via SQL Gateway [online]. CData. Available at: CData (accessed 2025).
- [5] Microsoft (2025) Linked Servers (Database Engine) - SQL Server and Azure SQL Managed Instance [online]. Microsoft Learn. Available at: Microsoft Learn (accessed 2025).
- [6] CData (2023) Create and Configure a SQL Server Linked Server [online]. CData Software blog. Available at: CData blog (accessed 2025).

برای اجرای خودکار این فرآیند، یک Batch File تهیه می‌شود که کوثری تبدیل داده را اجرا کرده، خروجی را در قالب یک فایل متنی ذخیره نموده و سپس آن را در مسیر اشتراکی سرور SAP کپی می‌کند. این عملیات با استفاده از ابزار زمان‌بندی سیستم‌عامل (Task Scheduler) در بازه‌های زمانی معین به عنوان مثال هر ۱۰ دقیقه اجرا می‌شود تا همواره آخرین داده‌های دستگاه در SAP در دسترس باشد.

در سمت SAP، یک برنامه ABAP توسعه داده می‌شود که فایل متنی را از مسیر اشتراکی خوانده و داده‌ها را در جداول مرتبط ثبت می‌نماید. سپس یک Job زمان‌بندی‌شده برای اجرای دوره‌ای این برنامه تعریف می‌شود تا فرآیند انتقال داده‌ها به‌طور کامل خودکار گردد. در مرحله پیشرفته‌تر، یک ماژول کنترلی در SAP پیاده‌سازی می‌شود که وضعیت محصول تولیدی را به صورت خودکار و بر اساس حدود تعریف‌شده برای هر پارامتر آزمایش تعیین می‌کند (UD اتوماتیک). این قابلیت موجب کاهش نیاز به مداخلات انسانی و تسریع تصمیم‌گیری‌های کیفی در خطوط تولید می‌گردد. مدل عملیاتی انتقال و پردازش نتایج آزمایشات در SAP در شکل ۱ آورده شده است.



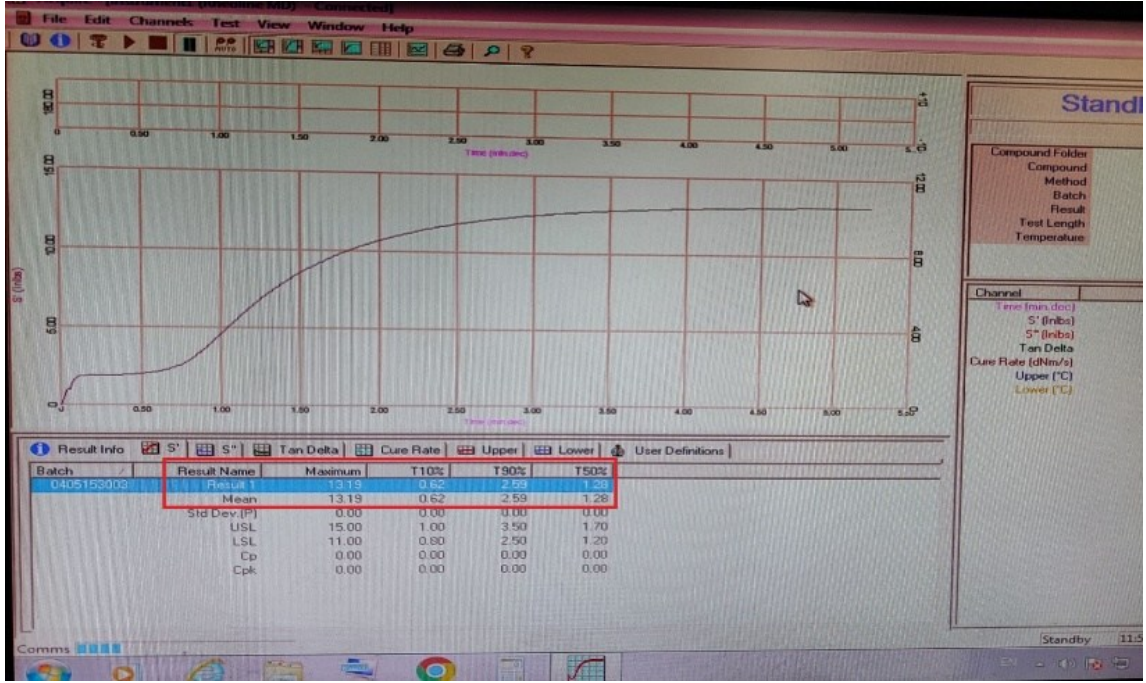
شکل ۱: مدل عملیاتی انتقال و پردازش نتایج آزمایشات در SAP

پیاده‌سازی این روش، مزایایی همچون کاهش خطاهای انسانی، افزایش سرعت جریان داده، اطمینان از یکپارچگی اطلاعات، و فراهم‌سازی بستر لازم برای تحلیل‌های پیشرفته کیفیت و تولید را به همراه دارد. همچنین این راهکار از نظر زیرساختی انعطاف‌پذیر بوده و قابلیت تطبیق با انواع پایگاه داده دستگاه‌های صنعتی و نسخه‌های مختلف SAP را دارا است. همان‌گونه که در شکل ۲ نشان داده شده است، در ابتدا نمونه‌ای از کامپاند برش داده شده و به همراه شناسه‌ی بچ مربوطه جهت انجام آزمون‌های کیفی به آزمایشگاه اختلاط ارسال می‌گردد.



شکل ۲: نمونه برش‌خورده کامپاند برای آزمون‌های آزمایشگاهی

پس از آن، دستگاه آزمایشگاهی داده‌های مربوط به خواص رئولوژیکی کامپاند را ثبت کرده و نتایج آزمون شامل T50، T90 و حداکثر گشتاور (MH) و ... به‌صورت مستقیم در پایگاه داده دستگاه ذخیره می‌شود. این داده‌ها در قالب اولیه خام بوده و به کمک لایه میانی برای SAP آماده‌سازی می‌شوند.



شکل ۳: نتایج آزمون رئومتر در پایگاه داده

چکیده
با پیشرفت صنعت و افزایش پیچیدگی فرآیندهای تولید، نیاز به تبادل سریع، دقیق و قابل اعتماد داده‌ها میان دستگاه‌های صنعتی و سامانه‌های مدیریتی همچون SAP بیش از پیش احساس می‌شود. نبود یک بستر ارتباطی پایدار میان پایگاه داده تجهیزات و سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP)، همواره منجر به بروز خطاهای انسانی، کاهش سرعت پردازش و دشواری در رهگیری اطلاعات گردیده است. در این پژوهش، روشی نوین برای برقراری ارتباط مستقیم میان یک دستگاه صنعتی و سامانه SAP ارائه شده است. این روش شامل طراحی و پیاده‌سازی یک پایگاه داده میانی بر بستر SQL Server، تعریف سرور پیوندی (Linked Server)، ایجاد کوثری‌های مپینگ داده و زمان‌بندی اجرای فرآیند انتقال اطلاعات می‌باشد. همچنین ماژولی برای تعیین خودکار وضعیت پذیرش یا رد نتایج آزمایش (UD) بر اساس حدود تعریف‌شده در SAP توسعه یافته است. نتایج پیاده‌سازی نشان می‌دهد که این راهکار ضمن کاهش خطای انسانی، موجب افزایش سرعت پردازش، بهبود قابلیت رهگیری داده‌ها و فراهم‌سازی زیرساختی مطمئن برای یکپارچه‌سازی اطلاعات تولیدی و کیفی در محیط‌های صنعتی می‌گردد.

واژگان کلیدی: دستگاه صنعتی، سرور پیوندی، اتوماسیون داده، SAP

۱. مقدمه در بسیاری از خطوط تولید، دستگاه‌های صنعتی به‌صورت مستقل عمل کرده و نتایج آزمایشات یا داده‌های تولیدی را در پایگاه داده داخلی خود ذخیره می‌کنند. این داده‌ها برای مدیریت تولید، کنترل کیفیت و گزارش‌دهی باید به سیستم‌های ERP مانند SAP منتقل شوند. استفاده از معماری سرویس‌گرا (SOA) در سیستم‌های سایبرفیزیکی برای افزایش قابلیت تعامل بین دستگاه‌های صنعتی و سیستم‌های ERP از جمله SAP، پیش‌تر بررسی شده است [۱]. علاوه بر این، مفهوم مدیریت داده در محیط‌های صنعتی شبکه‌ای و چالش‌های موجود در انتقال و هماهنگی داده‌ها در ساختار Industry 4.0 نیز در مطالعات متعددی مورد بحث قرار گرفته است [۲، ۳]. در سطح عملیاتی، کاربرد سرور پیوندی برای برقراری ارتباط بین SQL Server و منابع داده‌ای مختلف مانند SAP HANA یا SAP Business One با استفاده از SQL Gateway و درایورهای ODBC، روش مناسبی برای همگام‌سازی داده‌ها بدون تغییر ساختاری در اصل سیستم محسوب می‌شود [۴-۶]. انتقال داده‌ها به‌صورت دستی علاوه بر زمان‌بر بودن، مستعد خطا است. بنابراین طراحی یک روش خودکار که بتواند به‌صورت دوره‌ای داده‌ها را استخراج، پردازش و به SAP منتقل کند، اهمیت ویژه‌ای دارد.

روش انجام کار

در محیط‌های صنعتی امروزی، سرعت و دقت انتقال داده از تجهیزات تولیدی و آزمایشگاهی به سامانه‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP) از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از چالش‌های مهم در این زمینه، عدم وجود ارتباط مستقیم و استاندارد بین پایگاه داده دستگاه‌های صنعتی و سامانه‌های ERP مانند SAP است. برای رفع این مشکل، راهکاری بر پایه ایجاد یک لایه میانی داده، طراحی و پیاده‌سازی شده است که هم قابلیت دسترسی مستقیم به داده‌های دستگاه‌ها را فراهم می‌کند و هم امکان تبدیل و ارسال این داده‌ها به قالب قابل پردازش توسط SAP را مهیا می‌سازد.

در گام نخست، محل نصب نرم‌افزار دستگاه صنعتی شناسایی می‌شود و فایل‌ها یا سرویس‌های پایگاه داده مرتبط مانند Microsoft Access (یا SQL Server) شناسایی می‌گردد. بررسی ساختار جداول، کلیدهای اصلی، ارتباطات بین جداول و فیلدهای مرتبط با نتایج آزمایش و دسته‌های تولید (Batch) به‌منظور استخراج داده‌های مورد نیاز انجام می‌گیرد. این تحلیل اولیه، زیربنای طراحی ساختار انتقال داده و مپینگ آن به فرمت SAP را تشکیل می‌دهد.

پس از شناسایی ساختار داده‌ها، یک پایگاه داده SQL Server به‌عنوان پایپه داده میانی بر روی یک سیستم واسط راه‌اندازی می‌شود. این سرور نقش پل ارتباطی بین پایگاه داده دستگاه و سامانه SAP را ایفا می‌کند و می‌تواند به صورت محلی یا از طریق شبکه به پایگاه داده دستگاه متصل شود. برای دسترسی مستقیم و شفاف به داده‌های دستگاه، یک Linked Server در SQL Server تعریف می‌شود تا اجرای کوثری‌ها بر روی پایگاه داده دستگاه به‌صورت یکپارچه و بدون نیاز به انتقال فیزیکی فایل‌ها امکان‌پذیر گردد.

در ادامه، یک View یا Stored Procedure در SQL Server طراحی می‌شود که وظیفه اصلی آن، تبدیل داده‌های خام دستگاه به فرمت استاندارد و قابل پذیرش در SAP است. این فرآیند شامل الحاق (Join) جداول مرتبط، جایگزینی کدهای عددی با مقادیر متنی قابل فهم، و انجام عملیات Mapping برای انطباق ساختار داده‌ها با نیازهای SAP است. این مرحله تضمین می‌کند که داده‌های منتقل‌شده بدون نیاز به اصلاحات دستی، مستقیماً در فرآیندهای SAP قابل استفاده باشند.