مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(3) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (3) 2022

أتمتة عملية توزين المواد الأولية المُستخدمة في تصنيع البيتون الجاهز لتحسين جودة المُنتج

د. ثائر احمد إبراهيم*
م. خلود ياسر محمد**

(تاريخ الإيداع 12 /7 /2021 . قُبِل للنشر في 26 /4 /2022)

□ ملخّص□

تُشكّل مرحلة توزين المواد الأولية الجزء الأساسي في أي مُنشأة منتجة للإسمنت الجاهز، حيث يُعتبر نظام التحكّم بها ومراقبة عملها من الأمور الهامة التي يجب أن تتصف بالدقة والموثوقية لأنها تحدد نوع البيتون الجاهز. انطلاقاً من ذلك قمنا في هذا البحث بمحاولة تطوير نظام التحكّم والمراقبة غير الموثوق الخاص بمرحلة توزين المواد الأولية في أحد مصانع إنتاج البيتون الجاهز في مدينة طرطوس (منطقة سهل عكار)، لما له من الأثر السلبي الأكبر على جودة المُنتج النهائي.

يتمحور العمل على محاولة تلافي الأخطاء والمشاكل التي يعاني منها نظام التحكّم القديم بهدف الوصول إلى أفضل أداء ممكن وتسهيل عملية الصيانة وكشف العطل فور حدوثه، بالإضافة إلى الحد من هدر الوقت وتقليل الخسائر المادية. وذلك من خلال اقتراح بناء نظام تحكّم مؤتمت اعتماداً على المُتحكّم المنطقي القابلة للبرمجة "PLC" باستخدام منظومة التحكّم "S7-300" من شركة "SIEMENS" ذات المُعالج (CPU 313C-2DP) وتصميم نظام مراقبة مترافق مع نظام التحكّم باستخدام البرمجية (WINCC Flexible).

حيث تم توفير مايقارب (160−180) متر كعب من المواد الأولية شهريا" أي ما يعادل حوالي (28 مليون ليرة سورية) وبالتالي تقليل الكلفة وزيادة المردود حوالي 35% مقارنة بالنظام القديم.

الكلمات المفتاحية: نظام تحكم، نظام مراقبة، PLC، STEP7، WINCC Flexible.

*أستاذ مساعد – قسم الأتمتة الصناعية – كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس – طرطوس – سوريا.
** قسم الأتمتة الصناعية – قائم بالأعمال –كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس – طرطوس – سوريا.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(3) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (3) 2022

Automating the process of weighing raw materials used in making ready-made concrete to improve product quality

Dr. Their Ahmad Ibrahim*
Eng. Khuloud Yaseer Mohamad**

(Received 12 / 7/ 2021 . Accepted 26/ 4/ 2022)

□ ABSTRACT □

The stage of weighing raw materials is an essential part in any facility that produces ready-made cement, as the system of controlling it and monitoring its work is an important matter that must be characterized by accuracy and reliability because it determines the type of ready-mix concrete. Based on that, in this research, we tried to develop an unreliable control and monitoring system for the weighing stage of raw materials in one of the ready-mix concrete production plants in our region, because of its greatest negative impact on the quality of the final product.

The work is focused on trying to avoid errors and problems experienced by the old control system in order to reach the best possible performance, facilitate the maintenance process and detect malfunctions as soon as they occur, in addition to reducing wastage of time and reducing material losses. By proposing to build an automated control system based on the programmable logic controller "PLC" using the S7-300 control system from "SIEMENS" company with a processor (CPU 313C-2DP) and designing a monitoring system associated with the control system using software (WINCC Flexible).

Where approximately (160-180) cubic meters of raw materials were provided per month, equivalent to about (28 million Syrian pounds), thus reducing the cost and increasing the returns by about 35% compared to the old system.

Keywords: Control system, Supervision system, PLC, STEP7, WINCC Flexible.

*D. Their Ibrahim: Assistant Professor In Department Of Industrial Automation- Faculty of Technical Engineering - Tartous University- Syria

** Faculty of Technical Engineering – Tartous University–Tartous – Syria.

1- المقدمة :

أصبحت المُتحكّمات المنطقية القابلة للبرمجة (PLC) المكوّن الأساسي لأي نظام يعتمد أسلوب التحكم الحديث والمتطور الأمر الذي فرض تطوير الأجهزة المُلحقة بالمُتحكم (من حساسات ومُشغلات) من أجل تحقيق التوازن المنطقي في عملية بناء نظام التحكم، خاصةً في ظل زيادة قدرة المُتحكّمات المنطقية واتساع مجالات استخدامها على مختلف الأصعدة التي تحتاج إلى الاستجابة السريعة والتحكم الآلي والعمل ضمن مجال خطأ قليل جداً

تركز العمل في هذا البحث على تطوير نظام التحكم الخاص بمرحلة توزين المواد الأولية في مجبل لصناعة البيتون الجاهز.

يضم مجبل البيتون الجاهز قيد الدراسة على قبان للمواد الأولية المكونة للبيتون الجاهز وسيرين ناقلين لنقل هذه المواد الى سلة تجميع ومن ثم تفريغ هذه المواد الموزونة إضافة الى الاسمنت والماء ضمن شاحنة مخصصة لنقل البيتون الجاهز(جبالة).

أظهرت القياسات والدراسات الميدانية لموقع العمل (مجبل بيتون جاهز) أن هناك أخطاء في نسب أوزان المواد الأولية المكوّنة للبيتون الجاهز (غير ثابتة قد تختلف في كل خلطة) وهذا له الأثر السلبي الأكبر على جودة المنتج النهائي.

نبين فيما يلي أهم الأثار السلبية الناجمة عن آلية التوزين المتبعة:

1- كل بوابة تفتح لمدة زمنية (تجريبية) للسماح بنزول الوزن المطلوب من المادة (الكمية المحددة)، أي لا يوجد معايرة دقيقة للوزن وبالتالي الحصول على منتج ذو جودة متفاوتة.

2- في حال كانت الوزنة خارج حدود التسامح يتدخل العامل البشري (يقوم عامل من المجبل بإضافة أو ازالة الإحضارات بشكل يدوي) للوصول إلى الحد المقبول مما يتسبب في هدر الوقت.

3- وجود هدر كبير في الإحضارات عند اجراء الجرد الشهري للمجبل وبالتالي خسائر اقتصادية كبيرة للمعمل (المجبل).

4- عدم القدرة على تلبية متطلبات السوق من البيتون الجاهز لعدم قدرة نظام التحكّم المستخدم على انتاج كافة عيارات البيتون بسبب صعوبة التحكّم في توزين الإحضارات بشكل صحيح.

يمكن تلخيص مُشكلة البحث في النقاط الرئيسية التالية:

- العملية الإنتاجية في مصانع البيتون المحلية غير مؤتمتة بالشكل المطلوب، مما يؤدي إلى الحصول على مُنتج بمواصفات متفاوتة، وجودة غير موثوقة.
- أظهرت القياسات والدراسات الميدانية (تجريبية خاصة بالمجبل) لموقع العمل (مجبل بيتون جاهز) أن هناك أخطاء في نسب أوزان المواد الأولية المكوّنة للبيتون الجاهز (غير ثابتة، قد تختلف في كل خلطة) وهذا له الأثر السلبي الأكبر على جودة المنتج النهائي.

لحل المشكلة السابقة، محلياً، يتدخل عامل بشري لتصحيح نسب الأوزان قدر الإمكان مما يتسبب في هدر الوقت إضافة إلى أنّه من الصعب الاعتماد على وسائل التحكّم التقليدية لتحقيق ذلك، وبالتالي:

- عدم تحقيق مقاييس الجودة المطلوبة للبيتون الجاهز والذي قد يؤدي إلى رفض استلام المُنتج (ذو المواصفات غير الصحيحة) من قبل الزبون مما يترتب عليه خسارة مادية ومعنوية.
- تجدر الإشارة إلى أنّ المصانع المُؤتمتة مُكلفة وليست في مُتناول اليد (مشكلة الحظر على بلدنا). ومن ناحية أخرى، برمجيات هذه الأنظمة مُقفلة وبالتالي لا يوجد إمكانية للتعديل عليها.

كل هذه الأسباب والمشاكل أدت الى التفكير في طريقة جديدة وحديثة لمعالجة غياب الدقة والوثوقية وذلك لزيادة المردود وتقليل الهدر(في الوقت والمواد الخام) والحصول على منتج بمواصفات جيدة ومناسبة لسوق العمل .تركز العمل في هذا البحث على محاولة تلافي الأخطاء والمشاكل المبينة سابقا وذلك عبر الخطوات التالية:

- تصميم نظام تحكم جديد لعملية التوزين باستخدام المتحكم المنطقي القابل للبرمجة(plc).
- اختيار المتحكمات من شركة عالمية معروفة واستخدام برمجيات متطورة لتصميم برنامج التحكم.
- تصميم نظام مراقبة وتحصيل المعطيات باستخدام برنامج(WIN CC Flexible sp3 2008).

تم اسقاط خطوات الدراسة بشكل عملي ضمن مجبل البيتون الجاهز بهدف الوصول لأفضل أداء ومراقبة الية العمل عبر واجهة المراقبة التي سيتم تصميمها .[1] ، [2] .

2- أهمية البحث وأهدافه:

أولاً) أهميّة البحث: تكمُن أهمية البحث فيما يلي:

❑ إنّ تصميم نظام تحكّم مُؤتمت لأحد أهم مراحل تصنيع البيتون الجاهز(عملية الخلط والوزن للمواد الأولية) يحقق الفوائد التالية:

- ✓ ضمان النسب الصحيحة للمواد الخام الداخلة في خلطة البيتون بفضل خوارزمية التحكّم المُصممة.
- ✓ الاستجابة السريعة وتصحيح الأخطاء.
- ✓ الضبط الدقيق والمنتظم للبارامترات الأساسية للعملية الانتاجية (موثوقية في العمل).
- ✓ تحقيق جودة المنتج النهائي وفق المعايير العالمية.

❑ إنّ تصميم نظام مراقبة مترافق مع نظام التحكّم، يحقق المزايا التالية:

- ✓ المراقبة في الزمن الحقيقي (Real-time monitoring).
- ✓ الحصول على معلومات مهمة عن عملية الإنتاج تساعد في اتخاذ القرارات التي تحسن من جودة الإنتاج ورفع القدرة التنافسية.

❑ أهمية اقتصادية، تتمثل في:

- ✓ الحصول على مُنتج ذو نوعية جيدة مما يزيد من الأرباح المادية.
- ✓ تلافي الخسائر (استهلاك الطاقة، هدر المواد) الناجمة عن رفض المُنتج الذي لا يحقق المواصفات.
- ✓ تلافي فترات الانقطاع عن العمل (الناجمة عن التدخل البشري لتصحيح الأخطاء) والتي تتسبب في خسائر مالية.
- ✓ الاستغناء عن استيراد أنظمة التحكّم الحديثة والاعتماد على الخبرات المحلية.[3]

ثانياً) أهداف البحث:

الهدف العام هو تصميم وتنفيذ نظام التشغيل المؤتمت القائم للمرحلة الأولى من عملية تصنيع البيتون الجاهز (عملية توزين المواد الأولية)، على اعتبارها المرحلة الأكثر أهمية، وذلك من أجل: تحسين جودة المنتج النهائي (وفق المعايير العالمية)، وفق المراحل التالية:

1- تحليل العوامل الرئيسية التي تؤثر على دقة نظام التحكّم في حدود التسامح المقبول.
2- محاكاة نظام التحكّم المُصمم.
3- تصميم نظام المراقبة المترافق مع نظام التحكّم.
4- اختبار النظام المُصمم

3- طرائق البحث وموادّه :

في البداية قمنا بتوصيف نظام العمل الحالي في أحد معامل البيتون الجاهز الموجودة في منطقتنا، وإبراز المشاكل الموجودة فيه والتركيز بشكل خاصّ على مرحلة توزين الإحضارات. حيث سنقوم بتوصيف المتغيرات المؤثرة على بارامترات التحكّم.

من أجل تصميم نظام تحكّم لمرحلة توزين الإحضارات اعتمدنا على المتحكّم المنطقي القابل للبرمجة (PLC) من شركة "SIEMENS" الألمانية كونه المتحكّم الأعلى موثوقية و الأكثر كفاءة، واستخدمنا المُعالج ذو الطراز (CPU 313C-2DP) المناسب لمداخل ومخارج نظام التحكم المراد تصميمه والقادر على انجاز البرنامج المُصمم.

البرمجية التي استخدمت لكتابة برنامج التحكم هي (SIMATIC Manager STEP 7). ومن أجل تصميم نظام المراقبة المترافق مع نظام التحكم اعتمدنا على البرمجية "WINCC Flexible sp3 2008" المعتمدة من شركة "SIEMENS".[4]

4- نظام العمل الحالي في مجبل البيتون الجاهز ومشاكل نظام التحكّم:

يتكون مصنع إنتاج البيتون من العديد من الأنظمة الفرعية، لكن العامل الأكثر أهمية فيما يتعلق بنوع البيتون وخصائصه الميكانيكية والكيميائية هو نسبة المواد الخام الداخلة في الخلطة والتي تحدد نوع البيتون الجاهز.

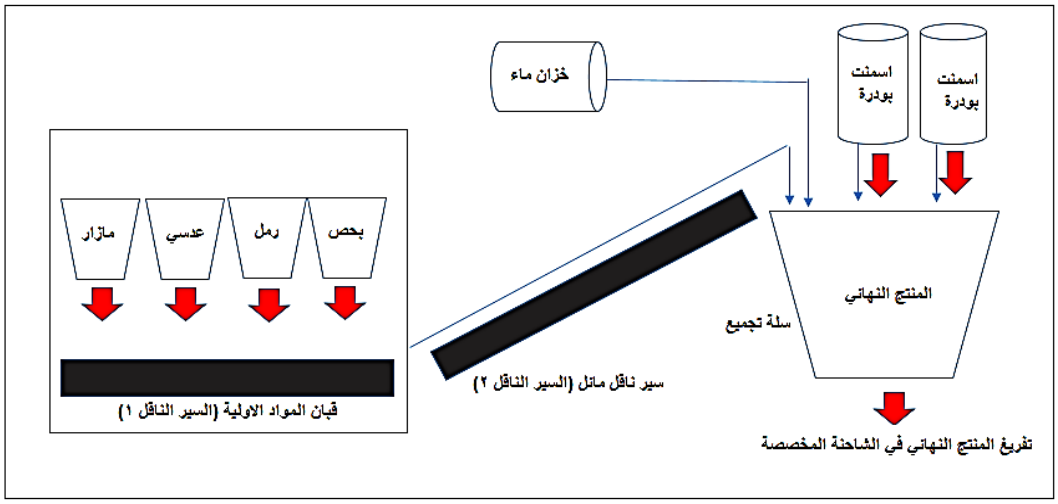
يمكن تقسيم مخطط عمل المجبل إلى ثلاثة مراحل رئيسية :

-مرحلة توزين المواد الأولية: ويتم فيها شحن المكونات الأولية إلى خزانات (حاويات) للمواد الأولية وتوزين هذه المواد.

-مرحلة المُنتج النهائي: حيث يتم تجميع الإحضارات وإضافة الإسمنت والماء لها.

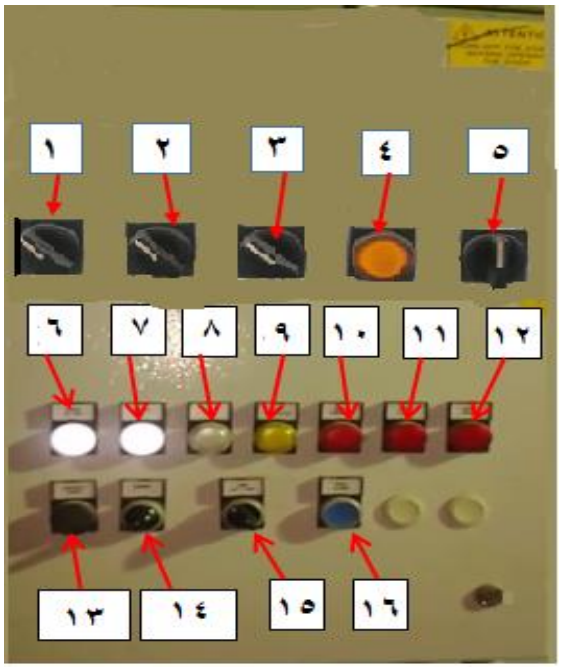
-مرحلة التفريغ والشحن: وتتلخص بتفريغ المُنتج النهائي ضمن الشاحنة المخصصة.

يوضح الشكل (1)، مخطط آلية عمل مجبل البيتون



الشكل (1): المخطط التكنولوجي لآلية عمل مجبل البيتون.

إنّ نظام التحكّم والمراقبة الحالي قديم وكلاسيكي، وقد أصبح ذو موثوقية منخفضة جداً، إذ أنّه يعتمد على لوحة تحكم كهربائية (Electrical Control Panel) تقليدية (توجد ضمن غرفة مُشغّل المجبل) يتم عن طريقها التحكّم ومراقبة الأجزاء الرئيسة للمجبل (قبان المواد الأولية، محركات السيور الناقلة، مضخة المياه) كما في الشكل (2).



الشكل (2) : لوحة التحكم الكهربائية التقليدية الموجودة في المجبل.

يبين الشكل (2) لوحة التحكّم والمراقبة التقليدية لمجبل البيتون الجاهز، والتي تضم مفاتيح يدوية ومصابيح ضوئية للدلالة عن حالة عمل الأجزاء المُراقبة، وذلك كما يلي:

1. مفتاح يدوي لفتح واغلاق بوابتي الخزان-1.
2. مفتاح يدوي لفتح واغلاق بوابتي الخزان-2.

3. مفتاح يدوي لفتح واغلاق بوابتي الخزان–3.
4. مصباح للدلالة على تشغيل الضاغط.
5. مفتاح يدوي لفتح واغلاق بوابتي الخزان–4.
6. مصباح للدلالة على وجود تيار كهربائي.
7. مصباح للدلالة على عمل قبان المواد الأولية.
8. مصباح للدلالة على تشغيل المضخة.
9. مصباح للدلالة على وجود مشكلة في المضخة.
10. مصباح للدلالة على مشكلة انقطاع فاز.
11. مصباح للدلالة على مشكلة انقطاع فاز.
12. مصباح للدلالة على مشكلة انقطاع فاز.
13. مفتاح يدوي لتشغيل المضخة.
14. مفتاح يدوي لإطفاء المضخة.
15. مفتاح يدوي لفتح بوابة التفريغ.
16. مفتاح يدوي لإغلاق بوابة التفريغ.

كذلك تضم لوحة التحكّم والمراقبة: القاطع الكهربائي الرئيسي (Circuit Breaker) لفصل ووصل الكهرباء إلى المجبل. الأوفرلود (Overloads) لحماية المحركات من أي حمل زائد.

5- اختيار منظومة التّحكّم المنطقي المُبرمج:

في الواقع، يمكن أن نجد العديد من منظومات الـ PLC التّي يمكن استخدامها، ولعل أشهرها وأفضلها هي المنظومات التّالية: سيمنز ((Siemens، شنايدر ((Schneider، آومرون ((Omron) وآلان برادلي ((Allen Bradlly، ... وغيرها. من أجل اختيار منظومة الـ PLC الأنسب لواقع عملنا والتّي يجب أن تتمتع بنظام تحكّم واتصال ذو موثوقية وجودة عالية وكفاءة ممتازة، يجب مراعاة النقاط الآتية:

1. التّوافق مع التّجهيزات التّي تعمل في المُنشأة لتحقيق نظام تحكّم مُنسجم يؤدي الغرض المطلوب منه لذلك يجب البحث عن الـ PLC الأفضل والأكثر توافقية.
2. ظروف وبيئة العمل التّي سيوضع فيها الـ (PLC) درجات الحرارة، التّشويش الكهرومغناطيسي، الغبار والأتربة، الاهتزاز الميكانيكي، ... الخ)، حيث تتفاوت الـ PLC في قدراتها على مقاومة هذه الظروف تبعاً لأنماطها وأنواعها.
3. عدد الأجهزة المُراد التحكّم بها عن طريق منظومة الـ PLC، حيث تتفاوت منظومات المُتحكّمات فيما بينها من حيث عدد المداخل (المعطيات) وعدد المخارج وأنواعها (المُشغلات).
4. الوظائف المراد إيعازها إلى الـ PLC حيث توفر الشّركات المصنعة مزايا إضافية لكل نموذج تبعاً للوظائف التّي ستوكل إليه، مثل العدادات السريعة، أو ساعات الزمن الحقيقي، ...الخ.

تم اعتماد منظومات التحكّم الخاصة بشركة " "SIEMENS للتحكّم في عمل مجبل البيتون الجاهز، كونها تحقّق جميع النقاط السابقة التّي ذكرناها، ونظراً لتوافقها الممتاز مع جميع أنواع المُشغلات، والحساسات بشكل عام. إضافة إلى أنّها منظومة تحكّم عالية الجودة والموثوقية، كما أن النظرة المستقبلية لشركة " "SIEMENSالألمانية، وترابط جميع إصداراتها مع بعضها البعض تُعدّ ميّزة مهمة أيضاً.[5]

تبين الأشكال (3) و(4) بعض منتجات شركة سيمنز.

الشّكل(3): وحدة التّغذية الكهربائية

الشّكل (4): وحدة مُعالجة مركزية من نوع "CPU 313C-2DP"

6- تصميم نظام التحكّم والمراقبة لعملية توزين المواد الأولية:

6-1- البارامترات الرئيسية لعملية التحكّم:

بعد الدراسة التفصيلية لمجبل البيتون الجاهز قمنا بتحديد البارامترات المطلوب مُعالجتها من قبل منظومة التحكّم المُختارة لبناء نظام التحكم الجديد الخاص بمرحلة توزين المواد الأولية في المجبل:

- نقاط المراقبة الخاصة بقبان المواد الأولية:

- حالة الجاهزية للقبان التي تُعبر عن جهوزية كل من (التغذية الرئيسية لمحرك القبان، الحماية الحرارية كونتاكتور التشغيل للمحرك، نسبة تعبئة وتفريغ المواد الأولية).

- حالة إيقاف / تشغيل محرك القبان.

- نقاط التحكم بقبان المواد الأولية:

- فتح واغلاق بوابات خزانات المواد الأولية.

- إقلاع محرك القبان.

- نقاط التحكّم الخاصة بالسير الناقل المائل:

- اقلاع محرك السير الناقل.

- توقف محرك السير الناقل.

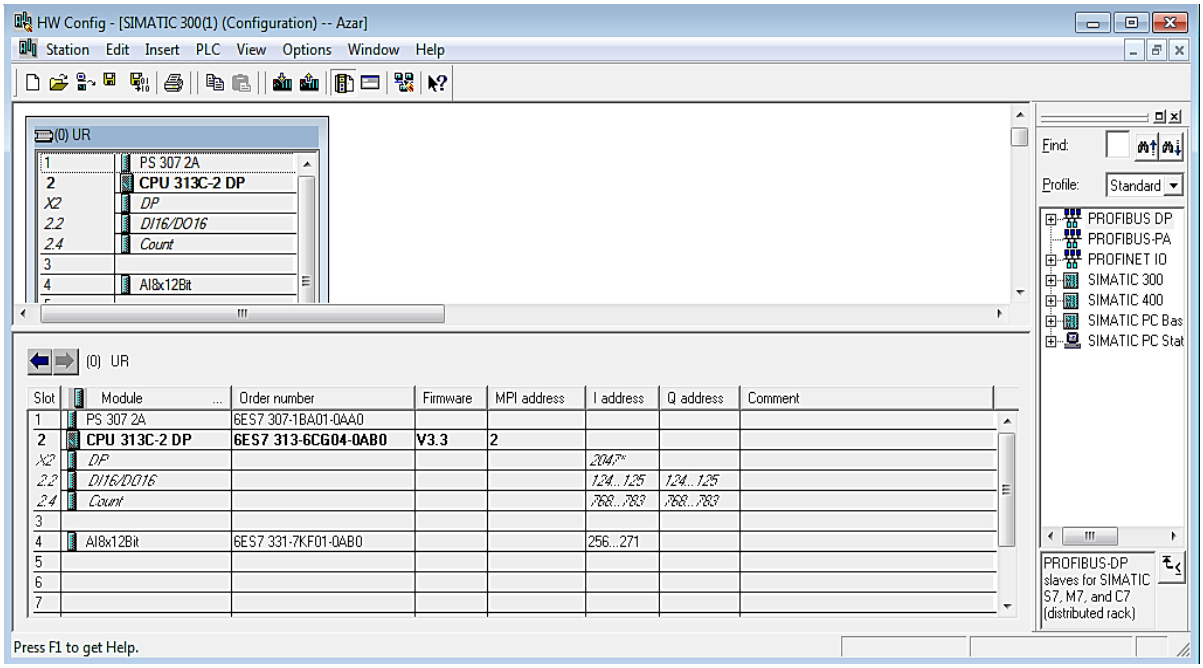
6-2- مراحل تصميم نظام التحكم والمراقبة:

6-2-1- التهيئة البرمجية:

أولاً) تهيئة برنامج الـ "SIMATIC Manager STEP 7":

الخطوة الأولى، قمنا بإعداد التهيئة المادية للمشروع وذلك عبر صفحة "Hardware configuration" حيث تم في البداية تحديد نوع المُعالج ونوع وحدة التغذية الخاصة به بالإضافة إلى وحدات التوسعة الخاصة بإشارات الدخل والخرج التي سنتعامل معها.

قمنا باختيار المعالج "CPU 313C-2 DP" مع وحدة التغذية المناسبة وهي من نوع "PS 307 2A" بالإضافة إلى وحدة خاصة بالإشارات التشابهية (دخل / خرج) من نوع "A18x/12Bit" وذلك لتوفير جميع الإشارات التي سيتعامل معها المُعالج كما هو موضح في الشكل (5).



الشّكل (5): التهيئة المادية للمشروع باستخدام "Hardware configuration".

الخطوة الثانية: تم اختيار نوع الاتصال المطلوب بين جهاز البرمجة لدينا وبين الـ PLC لنقل البرنامج من وإلى وحدة CPUحيث لابد من تعريف طريقة الاتصال والتي يمكن أن تكون عبر طريقتين، الأولى "MPI" والثانية "PROFIBUS".

في بحثنا هذا قمنا باختيار MPI لانه الأقل كلفة والأسهل استخداما".

6-2-2- تصميم نظام التحكّم المُبرمج:

قبل أن نبدأ بتصميم البرنامج، نقوم بعملية ترميز العناوين من خلال تحديد لائحة بالرموز الخاصّة بمكونات المجبل ووحدات التّحكم بالإضافة إلى الإجراءات الأساسية لعملية التوزين والتفريغ حيث نعطي لكل عنوان اسماً يدلّ عليه لتسهيل عملية البرمجة، ويكون ذلك في برنامج "Simatic Manager" من خلال البرنامج الفرعي محرر الرموز "Symbol Editor"؛ إذ ندخل الرمز والعنوان الخاصّ به.[6] و[7]

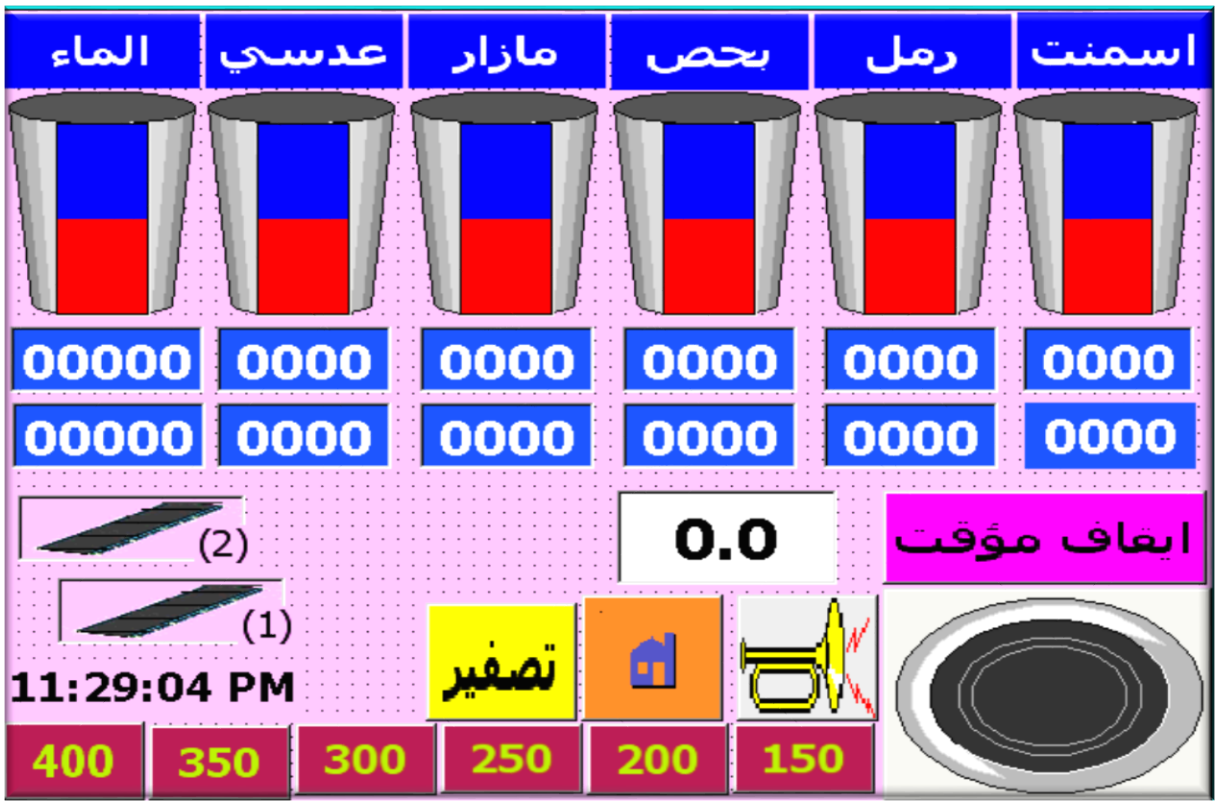
6-2-3- تصميم نظام المراقبة:

من أجل تصميم نظام للمراقبة مترافق مع نظام التحكّم، قمنا باستخدام برنامج "WINCC Flexible 2008".
عند تشغيل البرنامج، تظهر لنا الواجهة الرئيسية (الشاشة الأولى) "First Screen" والتي يمكن من خلالها اختيار نظام عمل المجبل، انظر الشكل(6) ، **حيث** تضم الواجهة الرئيسية لنظام المراقبة أربعة أوامر هي: أوتوماتيكي – نصف آلي – يدوي– المعايرات.

الشكل (6): الواجهة الرئيسية

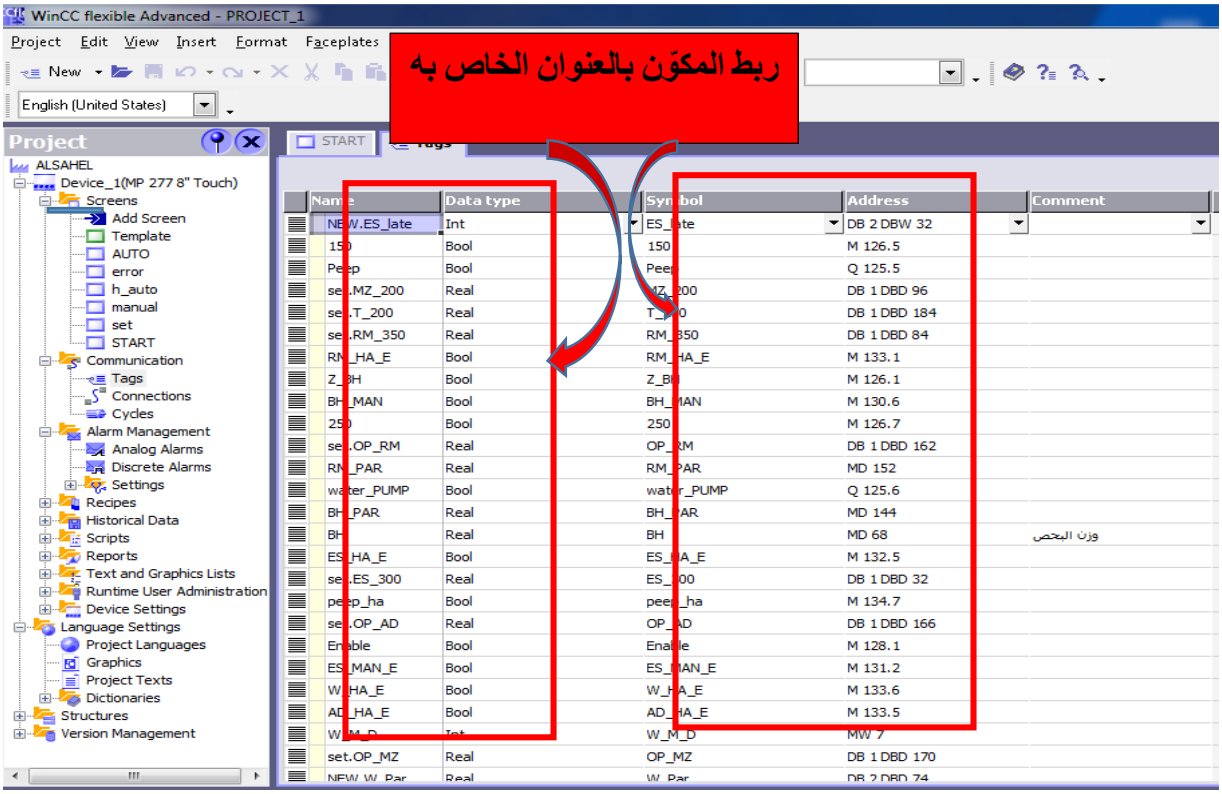
◄ عند اختيار الأمر "أوتوماتيك" من الواجهة الرئيسية تظهر لنا الصفحة الخاصة بنظام العمل الأتوماتيكي، الموضحة بالشكل (7). يظهر على هذه الشاشة، ما يلي:

- خزانات المواد الأولية على شكل بارات (تُظهر كمية المواد كنسبة مئوية أثناء عملية التعبئة والتفريغ).
- السيور الناقلة.
- عيارات البيتون والتوقيت الحقيقي للعمل.
- أمر (زر) للعودة إلى الصفحة الأولى ، أمر لتصفير العدادات وأمر للإيقاف المؤقت في حال حدوث أي طارئ بالإضافة لوجود إنذار للإعلام بانتهاء عملية التعبئة والتفريغ.



الشكل (7): واجهة نظام العمل الأتوماتيكي

قمنا بتعريف العناوين المراد ربطها مع مكوّنات واجهة التحكم والمراقبة وذلك من خلال صفحة "Tags" الشكل(8).



الشكل(8): تحديد وربط العناوين مع مكوّنات واجهة التحكم والمراقبة عبر برنامج WINCC Flexible.

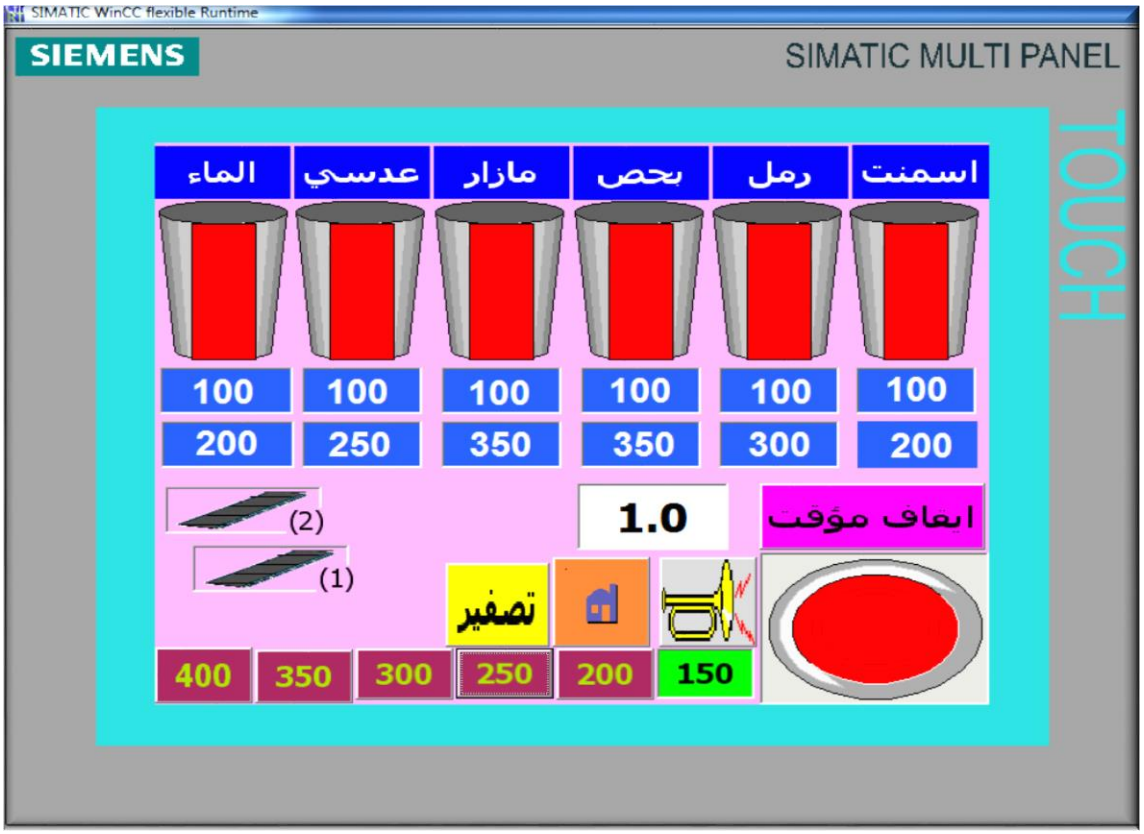
7- اختبار نظام التحكّم والمراقبة المُصمم:

بعد الانتهاء من تجهيز الحاسوب المسؤول عن عملية المراقبة والتحكّم وتزويده بالبرامج اللازمة والقيام بعملية التوصيل بينه وبين المُتحكّم المنطقي القابل للبرمجة "PLC"، قمنا بتشغيل نظام التحكّم والمراقبة ووضعه في حالة العمل.

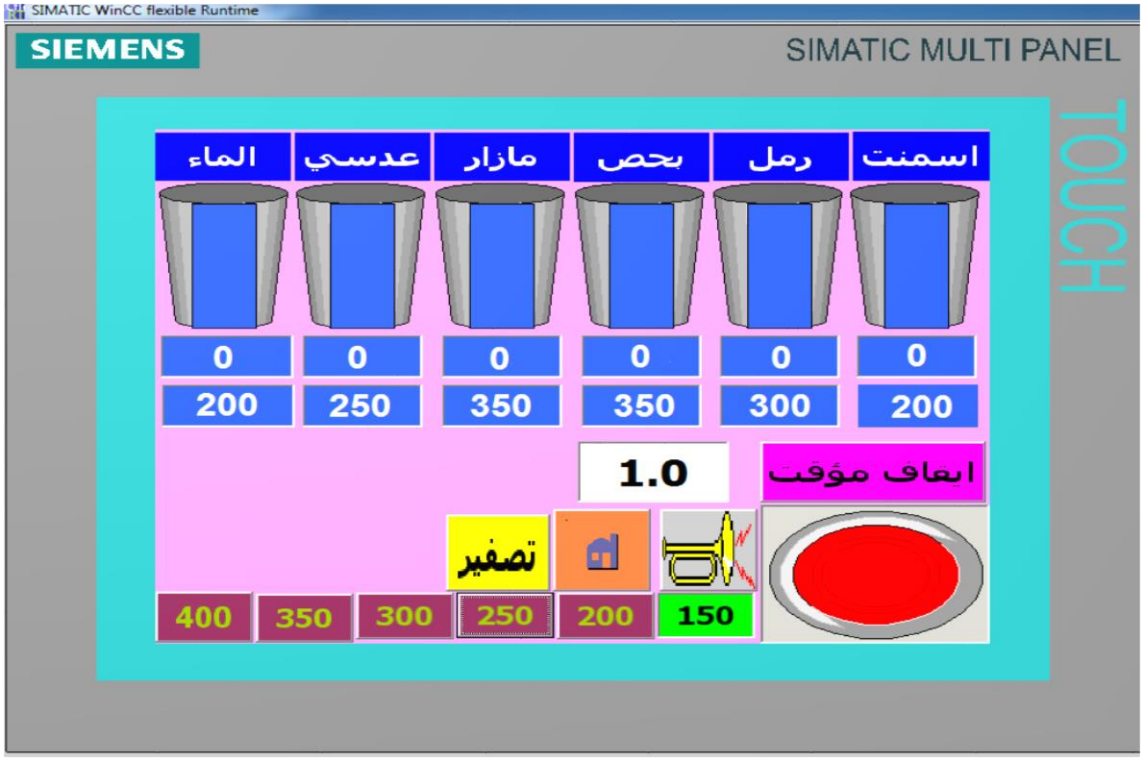
يبين الشكل (9) الواجهة التي ستظهر للمُشغّل (قبل البدء بعملية التشغيل)، حيث تكون الخزانات بلون أزرق (حالة توقف)، وتكون إشارة الجاهزية لكل محرك من محركات السيور الناقلة غير موجودة (حالة توقف) وتكون عيارات البيتون باللون البنفسجي (عدم تحديد العيار)، وعند اختيار عيار البيتون يتحول اللون إلى الأخضر.

الشكل (9): واجهة التشغيل (قبل البدء بعملية التشغيل).

عند بدء التشغيل يتحول لون الخزانات إلى اللون الأحمر وذلك عند اتمام عملية التوزين وتظهر السيور الناقلة وهي تتحرك، كما يظهر في الشكل (10)، ومن ثم تعود إلى اللون الأزرق عند انتهاء عملية التفريغ مع اختفاء السيور الناقلة عن واجهة التشغيل مع اصدار إنذار صوتي للدلالة على انتهاء عملية التفريغ كما يظهر في الشكل (11).



الشكل (10): واجهة التشغيل بعد بدء التشغيل.



الشكل (11): واجهة التشغيل (مرحلة التفريغ).

8- مناقشة النتائج:

الشكل (11) : نظام التحكم والمراقبة الجديد

بمقارنة نظام التحكّم والمراقبة الذي قمنا بتصميمه مع النظام القديم، نلاحظ ما يلي:

- ✓ سهولة اختيار عيار البيتون المطلوب.
- ✓ سهولة اختيار عدد الأمتار المطلوبة من الإحضارات وبدقة.
- ✓ إمكانية مراقبة عملية تعبئة وتفريغ الإحضارات بسهولة.
- ✓ إمكانية مراقبة حركة السيور الناقلة بسهولة.
- ✓ كما يوفر النظام المُصمم عملية معايرة دقيقة لأوزان الإحضارات مما يساهم في حل مشكلة الهدر الذي كان يتسبب بها النظام القديم.
- ✓ وبالتالي الحصول على مُنتج بمواصفات جيدة لسوق العمل.

9- الاستنتاجات والتوصيات

بعد أن قمنا بتصميم نظام تحكّم PLC (SIMATIC S7-300) لمجبل البيتون الجاهز نُلاحظ أنه تم تحسين موثوقية نظام العمل ضمن المجبل من خلال تلافي اغلب المشاكل للنظام القديم؛ مما ينعكس إيجابياً على الناحية الفنية وعلى الناحية الاقتصادية.

- يُمكننا تلخيص الإمكانيات التّي توفرها منظومة التّحكّم والمراقبة المُصممة، كما يلي:

- ✓ يحقق نظام التحكم الجديد النسب الصحيحة للمواد الخام الداخلة في خلطة البيتون بفضل الضبط الدقيق والمنتظم للبارامترات الأساسية للعملية الإنتاجية.
- ✓ يحقق نظام التحكم الجديد الاستجابة السريعة وتصحيح الأخطاء الناجمة بشكل افضل مما يوفر منتج نهائي وفق المعايير العالمية.

- ✓ يحقق نظام المراقبة الجديد المراقبة في الزمن الحقيقي (Real-time monitoring).

- أما من الناحية الاقتصادية فقد حققت منظومة التحكم والمراقبة المصممة النتائج التالية:
  - ✓ الحصول على مُنتج ذو نوعية جيدة مما يزيد من الأرباح المادية.
  - ✓ الحد من هدر المواد الحاصل وبالتالي تقليل الكلفة وزيادة المردود.
  - ✓ تلافي فترات الانقطاع عن العمل (الناجمة عن التدخل البشري لتصحيح الأخطاء) والتي تتسبب في هدر الوقت وتقليل الإنتاج.

- ❑ تعميم الحل: يمكن تعميم البحث على الكثير من المنشآت الصناعية المحلية ولا سيما وأننا في مرحلة إعادة الإعمار مثل: خطوط إنتاج المواد الغذائية، مطاحن الدقيق، تعبئة المنتجات، ... الخ.

ثانيا": التوصيات المستقبلية:

- ✓ نقترح إضافة المزيد من الحساسات لتسهيل عملية التحكم مثل (حساس انزياح السير الناقل – حساس لمعرفة حالة بوابات التفريغ –حساس قياس مستوى الاسمنت في السيلو)
- ✓ الاعتماد على الخبرات المحلية في عملية التطوير الصناعي بشكل عام وضمن مجال التحكم والمراقبة باستخدام المتحكمات المنطقية الحديثة بشكل خاص ولاسيما اننا في مرحلة إعادة الاعمار.

المراجع

1. Opeyemi Joshua1, and all., " A Comparative Analysis of Batching by Weight and Volume towards Improved Concrete Production", Construction Research Congress, ASCE, Nigeria, 2018.
2. ROBERT FASTand ALICIA PEDRON, "Weighing and blending (including granola processing)", Science direct, 2020.
3. Isife Joseph K and Sani Godwin, "DESIGN AND SIMULATION OF AN AUTOMATED POULTRY FEED MIXING MACHINE USING PROCESS CONTROLLER", Global scientific journals, 2019.
4. Barz Cristian and Oprea Constantin, "The control of an industrial process with PLC", IEEE, 2017.
5. Siemens. "*Working with STEP 7*. Siemens, Germany, 2017,132 Pages.
6. Jones.C.T. "*Step 7 in 7 steps*".1st, Jones, USA, 2020, 464 Pages.
7. Siemens. "*S7-300 Programmable Controller Hardware and Installation*". 2nd, Siemens, Germany, 2016, 359 Pages.

المراجع العربية

8. أحمد جوهرة، د. ثائر أحمد ابراهيم، "دراسة وتصميم نظام تحكم مؤتمت لقسم مطاحن المواد الأولية في شركة اسمنت طرطوس"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة التّقنية، جامعة طرطوس، 2016.