مروری بر نمونه کاربردهای پی ال سی در مکانیزه کردن صنعت کشاورزی و صنایع غذایی

نگار آفاقی سردرود[1*]، رحمان فرخی تیمورلو[2]، مهران عسکرزاده صوفیانی

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه ارومیه

۲-عضوهیئت علمی گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه ارومیه

۳-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد تبریز

* ایمیل نویسنده مسئول:negarafaghi@yahoo.com

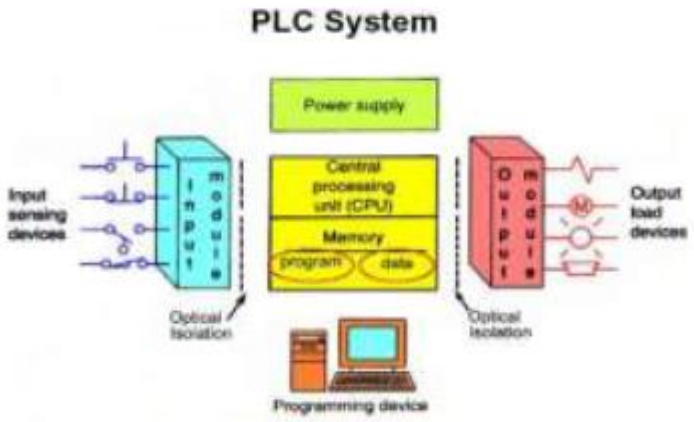
چکیده

کاربرد تکنولوژی در تمام بخش‌ها از جمله کشاورزی و صنایع غذایی دیده می‌شود. با مکانیزه کردن هر سیستمی بهره‌وری افزایش و خطای انسانی کاهش پیدا می‌کند. افزایش اتوماسیون احتیاج به سیستم‌های کنترلی برنامه پذیر آسان، قابل اعتماد، انعطاف پذیر و قوی دارد و PLC نیز یک کنترل کننده قوی و دقیق می‌باشد که عمدتا در مقاصد صنعتی به‌کار می‌رود. این کنترل کننده ورودی‌ها را دریافت می‌کند و براساس برنامه نوشته شده خروجی‌های لازم را برای ماشین یا فرآیندی که تحت کنترل آن است صادر می‌کند. در این مقاله چندین کاربرد PLC در زمینه کشاورزی و صنایع غذایی بررسی شده است. نتایج مطالعات انجام شده امکان استفاده از PLC را بعنوان سیستم کنترلی دقیق و قابل اعتماد برای سیستم‌های ساده و پیچیده ارائه می‌دهد.

کلمات کلیدی: اتوماسیون، کاربرد PLC، کشاورزی، صنایع غذایی

۱- مقدمه

PLC یا Program Logic Controller کنترل‌کننده برنامه پذیری است که از خانواده کامپیوترها به شمار می‌آید. این کنترل‌کننده ورودی‌ها را می‌گیرد و بر اساس برنامه‌ای که در حافظه آن نوشته شده خروجی‌های لازم را برای ماشین یا فرآیندی که تحت کنترل آن است صادر می‌نماید بنابراین PLC از سه قسمت اصلی مدول‌های ورودی، CPU و مدول‌های خروجی تشکیل شده است (ماهر و سعیدی، ۱۳۸۵). شکل ۱ شماتیک سیستم PLC را نشان می‌دهد.



شکل۱- شماتیک سیستم PLC (Aruna and Beena, 2015)

PLC معمولا قطعه اصلی سیستم اتوماسیون در صنعت می‌باشد (Bayindir and Cetinceviz, 2010) و برای اولین بار در صنایع اتوماسیون در اوخر دهه ۱۹۶۰ استفاده شد (Bartelt, 1997). PLC تکنولوژی قدیمی، تکنولوژی کامپیوتر و تکنولوژی ارتباطات را با قدرت کنترل قوی، عملیات انعطاف پذیر و قابلیت اعتماد بالا بهم دیگر مرتبط می‌کند و برای سیستم‌هایی که به مدت زمان طولانی کار می‌کنند و سیستم‌های که به کنترل دقیق نیاز دارند بسیار مناسب می‌باشد (Bolton, 2008). برنامه نویس قادر است به سه زبان FBD, LAD, STL برنامه نویسی کند. معمول‌ترین و ساده‌ترین زبان برای برنامه نویسی LAD می‌باشد چون برنامه نویس می‌تواند از دیاگرام مدار استفاده کند (Kilian, 2001).

ماشین‌های فرآوری محصولات و بسته‌بندی به اتوماسیون و سیستم کنترل نیاز دارند. کارخانجات تمایل دارند که ماشین‌های فرآوری محصول را با ماشین‌های بسته بندی ترکیب کنند. برای تطابق این دستگاه‌ها با هم‌دیگر می‌توان از سیستم کنترلی استفاده کرد. همچنین برای آبیاری محصولات کشاورزی و کنترل مواد موجود در آب می‌توان از PLC استفاده کرد (xin *et al* ,2012). در کارخانجات برای طبقه‌بندی محصولات نیز می‌توان از PLC استفاده کرد (Nanda, 2014).

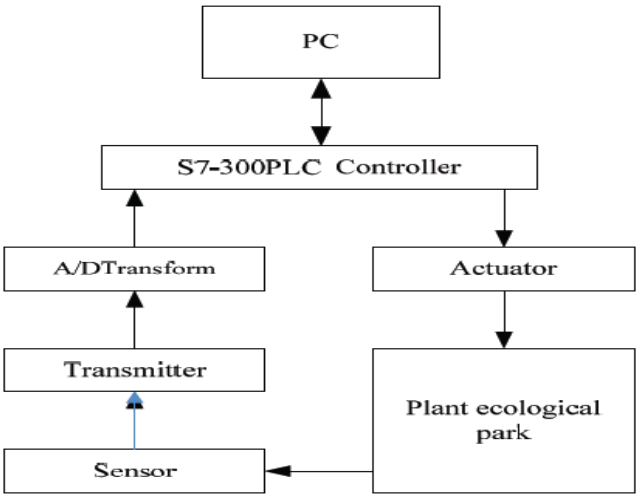
PLC ها کاربردهای وسیعی در سیستم پمپ، انرژی، کنترل موتور، سیستم مانتیورینگ و.... نیز دارند (Alphonsus and Omar Abdullah, 2016). در این مقاله به بعضی از کاربردهای خاص PLC در بخش کشاورزی و صنایع غذایی پرداخته شده است.

۲- مواد و روش‌ها

در اینجا به بررسی تعدادی از پروژه‌های کشاورزی که PLC در مورد آن‌ها مورد استفاده قرار گرفته اشاره می‌گردد.

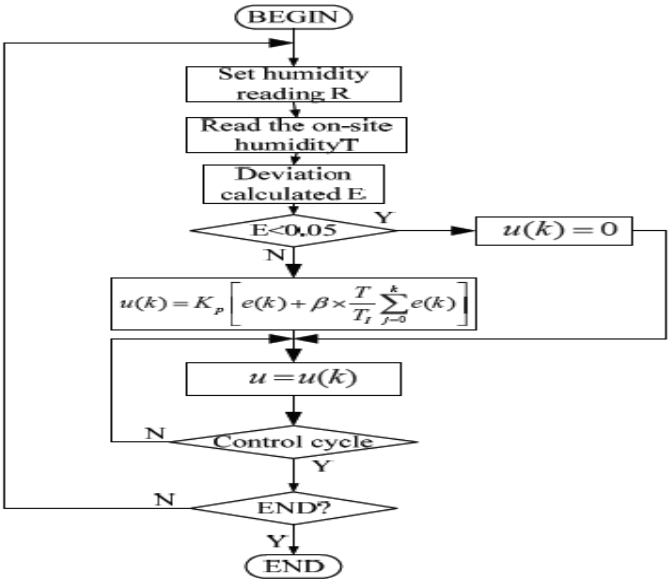
۲-۱ طراحی سیستم دقیق برای کنترل محتوای رطوبت و مواد معدنی برای گیاهان براساس PLC

مقدار رطوبت و مواد معدنی در دسترس از شرایط اساسی رشد و توسعه نرمال گیاه می‌باشند. بنابراین برای رشد مناسب گیاه این عوامل باید به نحوی کنترل شوند. در یک پروژه این کار با استفاده از کنترلر SIMATIC S7-300 PLC به‌طور دقیق انجام گرفت. کنترل رطوبت و مواد معدنی در دسترس گیاه نه تنها باعث کاهش مصرف کود و آب شد بلکه باعث بوجود آمدن محصولات زیاد و با کیفیت عالی نیز شد. محتوای آب، نیتروژن، فسفر و مواد معدنی دیگر از طریق سنسورها و الکترودها اندازه-گیری گردید و این داده‌ها به‌عنوان ورودی سیستم در نظر گرفته شدند و سیستم طبق برنامه نوشته شده در PLC، سیگنال‌های خروجی دیجیتال برای کنترل سیستم آبیاری و کوددهی صادر کرد تا گیاه در بهترین محیط رشد کند. چون PLC داده‌های ورودی دیجیتال را قبول می‌کند و خروجی سنسورهای اندازه‌گیری و الکترودها که به عنوان ورودی PLC هستند بصورت آنالوگ می‌باشد از یک مبدل آنالوگ به دیجیتال نیز استفاده شد (xin *et al*, 2012). در شکل ۲ ساختار سیستم کنترلی نشان داده شده است.



شکل ۲- ساختار سیستم کنترلی (xin *et al.*, 2012).

فلوچارت کنترل رطوبت در شکل ۳ آورده شده است. موقعی که انحراف مقدار رطوبت از مقدار تعریف شده کمتر از ۰/۰۵ باشد سیستم کنترلی فعال نیست و وقتی انحراف بیشتر از ۰/۰۵ باشد سیستم فعال می‌شود و برحسب مقدار انحراف دریچه های نازل را باز و بسته می‌کند.



شکل۳- فلوچارت کنترل رطوبت (xin *et al.*, 2012).

در نتیجه با استفاده از سیستم کنترلی در مقدار مصرف کود و آب صرفه‌جویی شد و عملکرد محصول نیز افزایش یافت. مقایسه بین مقادیر مصرف شده و عملکرد محصول در سیستم کنترلی و بدون سیستم کنترلی برای محصول سیب‌زمینی به ترتیب در جدول ۱ و ۲ آورده شده است (xin *et al*, 2012).

جدول ۱- مقایسه مقدار مصرف مواد معدنی و آب در سیستم کنترلی و بدون سیستم کنترلی (xin et al, 2012).

No. plots	Water (kg)	Nitrogen fertilizer (kg) NH_4HCO_3	Potash consumption (kg) KCl	The amount of phosphate (kg) $Ca(H_2PO_4)_2$
1- Natural growth	2365	14.1	3.5	15.6
2- Regulation of growth	1897	10.5	2.7	11.5

جدول۲- عملکرد محصول در سیستم کنترلی و بدون سیستم کنترلی (xin *et al*, 2012).

NO.	Production (kg)	Yield per plant (kg)	The average size (mm)	Average number of (个)	Starch production plant (g)
Natural growth	65.8	0.31	30	2.6	15.7
Regulation of growth	97.5	0.45	43	3.5	19.1

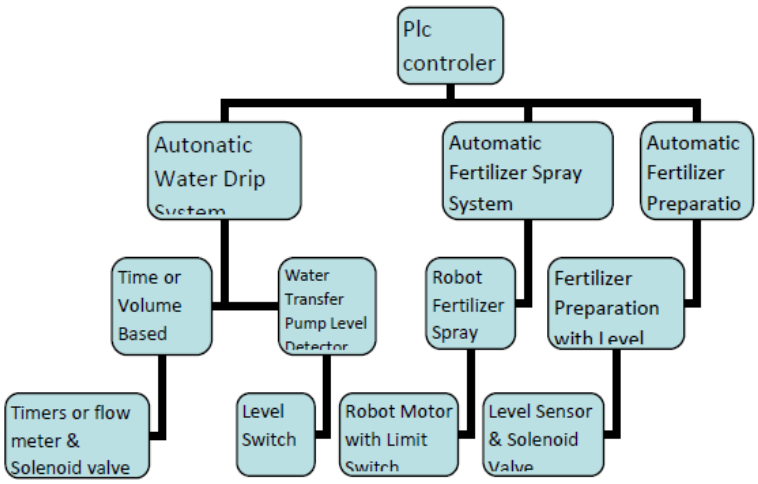
۲-۲ طرح کشاورزی مکانیزه با استفاده از PLC در هند

کشاورزان در هند با مشکلاتی از جمله کمبود آب، مصرف بیش‌اندازه کود و ترکیب نادرست کود با آب مواجه هستند. بنابراین طرحی ارایه گردید که با استفاده از سیستم اتوماتیک این موارد کنترل شوند.

برای سیستم آبیاری اتوماتیک از دو شیر الکتریکی در دو طرف زمین استفاده شده است. در این سیستم از یک PLC و یک شیر الکتریکی برای فراهم کردن آب و یک شیر الکتریکی دیگر در طرف دیگر زمین برای کنترل مقدار آب براساس مدت زمان آبیاری یا حجم آب مورد نظر استفاده شده است.

برای افزایش بهره‌وری، دقت و یکنواختی پاشش کود در مزرعه، کاهش خطای انسانی و هزینه کود پاشی از ربات استفاده کردند که با حرکت مداوم در مزرعه در روی ردیف محصول کود پاشی می‌کند و بعد از اتمام ردیف اول برای تکمیل عملیات به ردیف بعدی حرکت می‌کند.

برای آماده کردن اتوماتیکی کود با نسبت مناسب، از تکنیک سطح سنجی استفاده گردید. با رسیدن آب مخزن به حجم مورد نظر، کود مورد نیاز متناسب با حجم آب به مخزن ریخته می‌شود تا تناسب رعایت گردد. PLC شیر کنترلی که در مسیر لوله آب به مخزن و همچنین شیر الکتریکی که در مسیر مخزن کود به مخزن اصلی قرار دارند را کنترل می‌کند. در شکل ۴ کلیات طرح فوق نشان داده شد است (Nike *et al*, 2016).



شکل ٤- طرح کشاورزی مکانیزه با استفاده از PLC در هند (Nike *et al*, 2016)

۲-۳ گلخانه اتوماتیک و کنترل سیستم با استفاده از PLC

گلخانه گیاهان را از شرایط بد آب و هوایی، حشرات و بیماری‌ها محافظت می‌کند و به گیاهان اجازه می‌دهد که تحت شرایط بهینه رشد کنند. کیفیت و باروری محصولات به نحوه مدیریت گلخانه بستگی دارد. در تحقیق انجام گرفته، یک گلخانه اتوماتیکی طراحی شد که همه چیز را بدون دخالت بشر کنترل می‌کرد(Viraktamath *et al*, 2015).

از سنسورهای مختلفی از جمله سنسور دما، شدت نور، رطوبت خاک و ... در داخل گلخانه بعنوان ورودی‌هایPLC استفاده کردند و طبق برنامه نوشته شده که با زبان LAD نوشته شده بود بر حسب شرایط گلخانه خروجی‌ها مثل فن، چراغ‌ها و... کنترل می‌شدند.

سنسورهای ورودی استفاده شده در پروژه انجام شده عبارتند از:

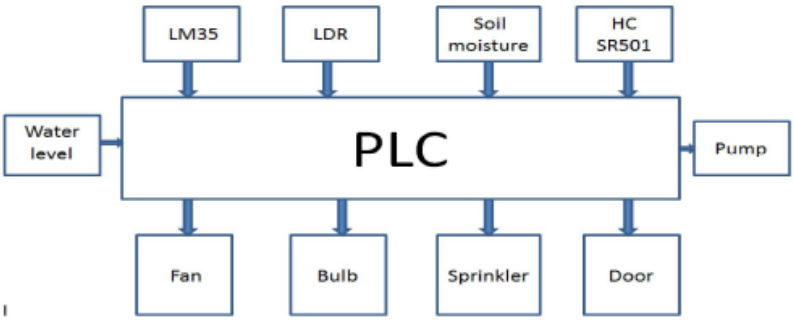
۱- LM 35: سنسور دما که با دقت °C ۱ کالیبره شده بود و رنج اندازه‌گیریش از C ° ۵۵- تا C ° ۱۵۰ بود. خروجی خطی بود و به‌ازای°C ۰،۱ mv ۱۰ جریان تولید می‌کرد.

۲-LDR (Light Dependent Resistor): بر اساس فتوسل کار می‌کند و موقعی که شدت نور کاهش پیدا می‌کند مقدار مقاومت نیز کاهش می‌یابد.

۳- سنسور سنجش رطوبت خاک: پروب محتوای رطوبت خاک از چندین سنسور رطوبت ساخته شده است و بر حسب نوع خاک نیز می‌تواند متغیر باشد.

۴- HC SR 501: سنسور تشخیص حرکت می‌باشد و براساس تکنیک اشعه مادون قرمز است.

در شکل ۵ دیاگرام بلوکی سیستم نشان داده شده است (Viraktamath *et al*, 2015).



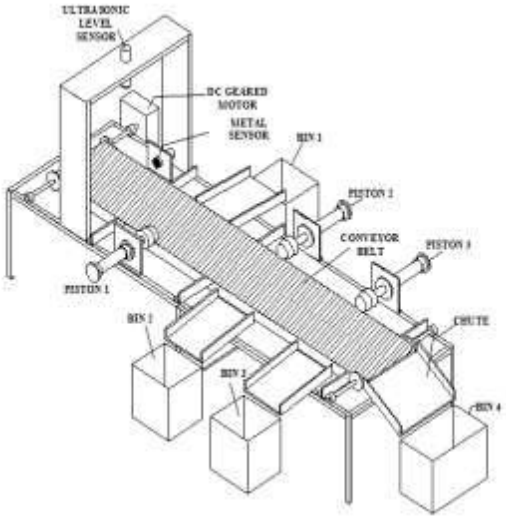
شکل ۵- دیاگرام بلوکی سیستم(Viraktamath *et al*, 2015)

در پروژه انجام گرفته توانستند گلخانه اتوماتیک را با موفقیت شبیه سازی و اجرا کنند. از این روش می‌توان در کنترل اتوماتیک دیگر پارامترهای گلخانه نیز استفاده نمود (Viraktamath *et al*, 2015).

۲-٤ سیستم طبقه بندی و نقاله اتوماتیک

این سیستم سورتینگ از یک نقاله که در اطراف آن سنسورهای التراسونیک و سیلندرهای نیوماتیکی قرار گرفته تشکیل شده است و برای طبقه‌بندی اجسام بر اساس ارتفاع استفاده می‌شود مثلا برای طبقه‌بندی سه ارتفاع ۴، ۸ و ۱۲ سانتی‌متری اگر ارتفاع بسته

توسط سنسور اولی ۴cm تشخیص داده شد و سنسور دومی که ارتفاع ۸cm را اندازه می‌گیرد فعال نشد ارتفاع بسته ۴cm تشخیص داده می‌شود و پیستون اولی فعال می‌شود و بسته را در ردیف اول (جعبه4cm) قرار می‌دهد ولی اگر سنسور دومی (۸cm) فعال شد توسط سنسور سومی (۱۲ cm) نیز تست می‌شود اگراین سنسور فعال نشد در ردیف دوم(۸ cm) و اگر فعال شد در ردیف سوم (۱۲ cm) قرار می‌گیرد. در شکل ۶ و ۷ به‌ترتیب طرح سیستم سورتینگ و تصویر سیستم آورده شده است (Aruna and Beena, 2015).



شکل ٦- طراحی سیستم سورتینگ (Aruna and Beena, 2015) . شکل ۷ - تصویر سیستم سورتینگ (Aruna and Beena, 2015).

از سنسورهای التراسونیک به عنوان ورودی PLC استفاده کرده‌اند. موقعی که سنسور جسم را تشخیص داد سیگنالی به پی‌ال‌سی ارسال می‌شود و طبق برنامه نوشته شده شرایط تحلیل می‌شود و خروجی به ولو نیوماتیکی ارسال می‌گردد که پیستون را برای طبقه‌بندی فعال می‌کند و سیستم فوق با دقت و بهره‌وری بسیار بالا توانست عمل طبقه‌بندی را انجام دهد (Aruna and Beena, 2015).

۳- نتیجه و بحث

از PLC که کنترل‌کننده برنامه‌پذیری است می‌توان در مکانیزه کردن بخش‌های مختلف کشاورزی برای کاهش نیاز به نیروی انسانی، افزایش دقت و انعطاف‌پذیری استفاده کرد. PLC قابلیت استفاده در بخش‌های ساده و پیچیده را دارا می‌باشد. بخش‌های مختلف کشاورزی از جمله سیستم آبیاری مزرعه، مرحله داشت گیاهان و فرآوری محصولات به اختصار مورد مطالعه قرار گرفته‌اند ولی هنوز بخش‌های زیادی در کشاورزی موجود است که باید تحقیق و پژوهش در مورد آن انجام بگیرد.

منابع

ماهر م.ر.،سعیدی ن.، ۱۳۸۵راهنمای جامع step 7، شرکت صابکو. جلد اول.

Bolton, W. 2008. Mechatronics electronic control systems in mechanical and electrical engineering.4thed.Pearson: Prentice Hall; 2008.p.440–66.

Bartelt, T.L.M. 1997. Industrial Electronics Devices. Systems and Applications. Albany, NewYork:DelmarPublishers;1997.p.329–413.

Bayindir R. and Cetinceviz Y., 2010. A water pumping control system with a programmable logic controller (PLC) and industrial wireless modules for industrial.

Kilian, C.T., Modern Control Technology: Components and Systems. 2nd ed. 2001: Delmar. Page: 511-560.

Viraktamath S.V., Hegadekatte S.D., Achari S.M., Khawast S.Y., Swapna G.M., 2015. Autoatic Green House Monitoring and Controlling System Using PLC, Proceedings of 40th IRF International Conference, 11th October 2015, Pune, India, ISBN: 978-93-85832-16-1

Babita Nanda, 2014. Automatic Sorting Machine Using Delta PLC, International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE) ISSN: 2349-2163

RyanAlphonsus E, Abdullah M.O., 2016. A review on the applications of programmable logic controllers (PLCs). Renewable and Sustainable Energy Reviews 60 (2016)1185–1205

Xin L., Guang Lu., Ming Yu, 2012. Design on the Precise Regulating Control System for Moisture and Nutrient of Plants Based on PLC ,2012, International Conference on Medical Physics and Biomedical Engineering, Physics Procedia 33 () 429 – 436

Naik N., Shinde R., patil G., margale N., 2016. "AGRICULTURE AUTOMATION USING PLC, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) e-ISSN: 2395 -0056

Shijun He, Junfeng Xu, Lu Zhang, 2000. The Application of Controller Free to Program in Intelligent Greenhouse System [J], basic automation, 7(4) 53-54

Aruna Y.V., Beena S., 2015. Automatic convey or System with In–Process Sorting Mechanism using PLC and HMI System, Journal of Engineering Research and Applications ISSN: 2248-9622, Vol. 5, Issue 11, (Part - 3) November 2015, pp.37-42