طراحی و ساخت دستگاه غنی سازی آب جهت آبیاری قطره ای در گلخانه های هیدروپونیک (۴۹۳)

ایرج ولی نژاد[۱] ، علیرضا محمد شهری[۲] ، مهدی عربیان[۳]

چکیده

سیستم های غنی سازی آب در صنایع مختلف از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. این سیستم در صنایع گلخانه ای هیدروپونیک جهت آبیاری قطره ای و افزودن و غنی سازی آب به منظور تغذیه مناسب گیاه تحت کشت به ر می رود. از مزایای استفاده از این سیستم کاملا مکانیزه علاوه بر دقت بالا در ترکیبات مواد افزودنی به آب به طور بر خط، می توان به قابلیت استفاده از آن در سیستم آبیاری حلقه بسته اشاره نمود که از هدر رفتن مواد افزوده شده به آب و نیز خود آب که در مناطق کم آب از اهمیت ویژه ای برخوردار است اشاره نمود. با استفاده از تجهیزات پیشرفته سنسوری و عملگرهای خاص جهت تزریق مواد افزودنی و استفاده از سیستم های پردازشگر از قبیل کامپیوتر صنعتی و نیز PLC می توان به طور پیوسته تمامی پارامترهای مورد نظر از قبیل PH ، EC ، دما و فلوی سیال را با استفاده از الگوریتم های کنترلی هوشمند کنترل نمود. استفاده مجدد از آب برگشتی علاوه بر صرفه اقتصادی در به هدر نرفتن آب و مواد افزودنی به آن، تأثیر بسزایی در بهداشت محیط زیست خواهد داشت. سیستم کنترل دائماً اطلاعات مواد موجود در آب را توسط سنسورهای مختلف اندازه‌گیری نموده، میزان عبور (دبی) و سرعت را نیز محاسبه می کند و هم زمان با توجه به اطلاعاتی که از آب ورودی دارد، میزان تزریق مواد مورد نیاز را تنظیم می‌نماید. عملیات اندازه‌گیری پس از تزریق مواد دوباره انجام شده و میزان تزریق تصحیح می‌گردد. سیستم غنی سازی آب مورد نظر در این مقاله جهت استفاده در گلخانه هوشمند دانشگاه علم و صنعت ایران طراحی و ساخته شده است.

۱- آزمایشگاه تحقیقاتی مکاترونیک، دانشگاه آزاد اسلامی قزوین
۲- پژوهشکده الکترونیک، دانشگاه علم و صنعت ایران

مقدمه :

گیاهان برای رشد به نور خورشید، محیط مناسب و آب احتیاج دارند و برای رشد بهینه گیاه، آب باید دارای مواد معدنی مناسب و با اندازه‌های مشخص باشد. با توجه به اینکه آب مناسب همیشه موجود نمی‌باشد سیستم غنی سازی در ابتدا مواد معدنی مضر آب را جدا کرده (اصطلاحا سبک سازی) و سپس مواد مورد نیاز را با توجه به میزان موجود آنها در آب به صورت بر خط(online) به آب اضافه می کند. در این طرح مواد غنی سازی در مخازن جداگانه قرار گرفته و توسط انژکتورهای مخصوص به آب تزریق می-شوند. سیستم کنترل دائما اطلاعات مواد موجود در آب را توسط سنسورهای مختلف اندازه‌گیری نموده، میزان عبور(دبی) و سرعت را نیز محاسبه می کند و همزمان با توجه به اطلاعاتی که از آب ورودی دارد، میزان تزریق مواد مورد نیاز را تنظیم می‌نماید. عملیات اندازه‌گیری پس از تزریق مواد دوباره انجام شده و میزان تزریق تصحیح می‌گردد.

استفاده از مواد شیمیایی در سیستم های آبیاری که آبیاری شیمیایی نامیده می‌شود، به صورت تجربی در سالهای گذشته مخصوصا در کاربرد کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گرفت. اولین دلیل برای استفاده از آبیاری شیمیایی مقرون به صرفه بودن این روش از نظر اقتصادی است. به طور معمول، این روش یعنی استفاده از مواد شیمیایی در آب، آبیاری بسیار ارزان‌تر از روش‌های دیگر می‌باشد. این روش نه تنها تمام نیازهای گیاهان را برآورده می‌سازد بلکه از نظر آلودگی محیط، آلودگی را به کمترین حد خود خواهد رساند. با آبیاری شیمیایی، موادشیمیایی تنها در مواقع لزوم مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرند و مقدار کمی از مواد شیمیایی با بارش بارانهای سنگین از خاک شسته شده و منجر به آلودگی محیط می شوند. از جمله امتیازات استفاده از این روش می توان به کاهش آسیب رساندن به کاربر و کاهش مقدار مواد شیمیایی مورداستفاده اشاره کرد.

از این روش برای تولید انواع گیاهان پرورشی از جمله پرورش گل رز و محصولات متنوع زراعی استفاده شده است. به عنوان مثال می توان به نقش آن در تولید گوجه فرنگی ، سیب زمینی و ...اشاره کرد.

گیاهان برای رشد به هفده عنصر به شرح زیر نیازمند است:

C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl, Ni کودهای استفاده شده باید شامل موادی باشند تا این عناصر را به گیاه برسانند. کودها به دو دستهٔ ماکرو و میکرو طبقه بندی میشوند. کودهای ماکرو کودهایی هستند که گیاه به مقدار فراوانی به آنها احتیاج دارد و شامل دو دسته اولیه و ثانویه می باشند. نوع اولیه شامل N ،P و K بوده و نوع ثانویه Mg، S و Ca می‌باشد.

البته انواع مختلف گیاه به مقدارهای متفاوتی از کود احتیاج دارند و در مورد نوع میکرو این مسئله مهم‌تر می‌باشد.کودهای کامل شامل کود ماکرو اولیه بوده که در بسته‌های آماده با نام‌های تجاری N,P,K موجود هستند.

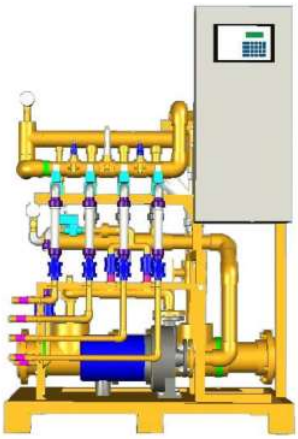
PH و EC پارامترهای مهم آب غنی شده هستند. مقدار PH آب غنی شده برای مصرف گیاه باید در حدود ۶ تا ۶,۵ با توجه به نوع گیاه پرورشی تنظیم شود. تزریق اسید باید به نحوی انجام گیرد که این میزان در محدوده مجاز ثابت بماند. EC میزان هدایت الکتریکی مایع بوده و با واحد میکروزیمنس اندازه‌گیری می شود. میزان EC رابطه مستقیم با TDS یا همان سختی کل دارد.میزان EC باید بین ۰,۸ تا ۱,۵ بر اساس نوع گیاه ثابت بماند. میزان تزریق مواد غنی سازی نسبت به دبی آب اصلی باید کنترل شده تا این پارامترها در محدوده مجاز ثابت بمانند[۱].

مواد و روش‌ها :

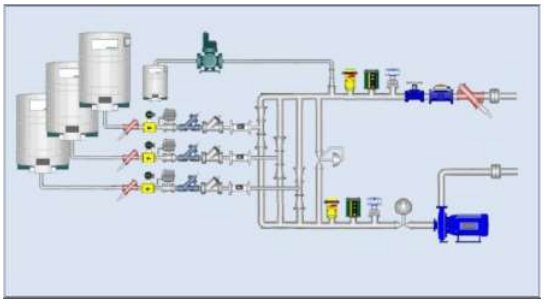
هدف از طراحی این دستگاه اضافه نمودن مواد معدنی مورد نیاز گیاه ،به آب آبیاری سیستم می‌باشد. طراحی این دستگاه در سه مرحله مکانیک ،الکترونیک ،مانیترینگ و کنترل انجام گرفته است.

طراحی و ساخت مکانیکی:

سازه اصلی دستگاه که کل قطعات بر روی آن نصب می‌شود باید توانایی تحمل بار استاتیکی، دینامیکی را داشته باشد. بدلیل اینکه محیط کاری این دستگاه همیشه دارای رطوبت بالایی بوده و آبریزی زیادی خواهیم داشت لذا ساختار دستگاه باید از جنسی انتخاب شود که احتمال زنگ‌زدگی منتفی گردد. به همین دلیل استفاده از آلومینیوم یا استیل کامل منطقی است. البته استفاده از آهن با روکش‌های خاص نیز



امکان پذیر و باعث کاهش هزینه خواهد شد. در شکل زیر ساختار دستگاه و نقشه اجرایی نمایش داده شده است.



شکل(۱): ساختار دستگاه و نقشه اجرایی غنی ساز آب

همان‌طور که در شکل (۱) ه می‌شود این سیستم دارای ۴ مخزن است که ۳ مخزن آن برای کودهای شیمیایی و ۱ مخزن برای اسید در نظر گرفته شده است. در این سیستم بعد از اندازه‌گیری دبی آب ورودی ، EC، PH و دمای آب ورودی توسط سنسورهای نصب شده در مسیر ورودی اندازه‌گیری می‌شود و با توجه به مقدار مواد مورد نیاز برای بدست آوردن محلول نهایی مناسب ، مواد شیمیایی و اسید در طول مسیر به آب تزریق می‌شوند و در نهایت بعد از تزریق در مسیر خروجی آب غنی شده پارامترهای مهم دوباره اندازه‌گیری می‌شوند[۲].

روش‌های ترکیب مواد غنی ساز بر اساس تجهیزات به کار رفته در آنها طبقه‌بندی می‌شوند. ساده‌ترین روش تزریق مواد، روش اختلاف فشار است. در این روش هیچگونه احتیاجی به تجهیزات الکتریکی نمی‌باشد و دارای دقت پایین بوده و امکان تزریق تناسبی نیز نخواهد بود. در ساخت دستگاه از روش اختلاف فشار .به علت دقت پایین استفاده نشده است. در روش مکش (ونتوری) با عبور سیال از ونتوری در مسیر سوم ونتوری ،یک اختلاف فشار و مواد غنی ساز از این محل با آب اصلی ترکیب می شوند. از این روش به علت ساده بودن قطعات دستی ،نصب آسان و مناسب بودن برای تزریق تناسبی، برای ترکیب کودهای شیمیایی که در سه مخزن قرار گرفته‌اند استفاده می‌کنیم. در روش دوزینگ پمپ می‌توان با تحریک هیدرولیکی یا برقی مواد غنی ساز را در مسیر اصلی تزریق کرد. این روش از دقت بالایی جهت ترکیب تناسبی مواد برخوردار بوده و به دلیل عدم کاهش فشار خط و سادگی اتوماتیک‌سازی، یکی از پر مصرفترین روش های ترکیب می باشد. برای ترکیب اسید جهت تنظیم میزان PH ، از دوزینگ پمپ استفاده شده است.

از آنجایی که بعضی از قطعات مانند شیرها ،انژکتورها و ... در مقابل ذرات معلق در آب آسیب‌پذیر هستند و امکان گرفتگی آنها وجود دارد، لذا وجود فیلتر در مسیر ورود سیال همیشه از ملزومات است. به همین دلیل در مسیر ورودی آب اصلی و مسیر ورود کودهای شیمیایی از فیلتر استفاده می‌کنیم. از شیرهای برقی (سلونوئیدی) که در آنها یک مگنت (سیم پیچ) باعث ایجاد میدان

مغناطیسی شده و با حرکت یک کپسول مسیر عبور سیال باز و بسته می‌شود، به عنوان عناصر نهایی جهت اعمال سیگنال کنترلی استفاده شده است. دبی عبوری سیال را می‌توان با شیر دستی نیز تنظیم نمود. با استفاده از این شیرها می‌توان با داشتن ماکزیمم سرعت سیال میزان نهایی دبی را در اندازه خاص محدود کرد. از این نوع شیر برای کالیبراسیون دستگاه برای کار در محدوده و بازه مشخص استفاده می‌کنیم. شیرهای یک طرفه برای عبور سیال در یک جهت و جلوگیری از حرکت در جهت مقابل، در مسیر ورودی کودهای شیمیایی قرار گرفته است[۳].

یکی از پارامترهای مهم برای کنترل این دستگاه داشتن مقدار اب گذرنده در واحد زمان است. فلومتر الکترونیکی میزان حجم مایع عبوری بر زمان را بصورت یک سیگنال الکترونیکی نمایش می‌دهد بسیاری از این فلومترها دارای توتالایزر جهت نمایش مجموع مایع عبوری هستند. از این فلومتر برای داشتن سیگنال فیدبک جهت کنترل استفاده می‌کنیم. علاوه بر فلومتر الکترونیکی از فلومتر مکانیکی برای تنظیم وکالیبراسیون شیرهای دستی در مسیر ورود کودهای شیمیایی استفاده می‌کنیم. فلومتر مکانیکی از یک استوانه شفاف (شیشه ای یا پلاستیکی) تشکیل شده و بر اثر عبور سیال از پایین به سمت بالا هرم معکوس داخل آن شناور کرده و این هرم را در یک وضعیت از این استوانه قرار می‌دهد. مدرج بودن استوانه امکان خواندن میزان حجم مایع عبوری بر ساعت را می‌دهد.

شکل(۲) :نمای کلی دستگاه غنی ساز آب

طراحی و ساخت تجهیزات الکترونیکی:

طراحی و ساخت فلومتر:

روش‌های مختلفی جهت اندازه‌گیری دبی عبور سیال استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها، روش توربینی است که در آن عبور سیال باعث چرخش یک پروانه (محوری یا شعاعی) می‌شود سرعت چرخش پروانه میزان دبی را بدست می دهد. بدلیل ساخت آسان روش توربینی در این دستگاه از این نوع استفاده شده است. همان‌طور که گفته شد ساخت روش توربینی ساده بوده اما روش توربینی دارای دقت بالایی نیست[۴]. در این سیستم نیز دقت روش توربینی کافی بوده و خطای آن قابل اغماض است .چرخش-های پروانه توسط دو عدد سنسور اثر میدان (HALL) دریافت می‌شود. بر روی پروانه یک قطعه آهن ربا نصب شده و با هر چرخش یکبار سنسورها تریک می‌شوند .نرم‌افزار میکرو کنترلری که پالس‌های هال سنسورها را دریافت می‌کند با دریافت پالس از هال سنسور اول منتظر پالس سنسور دوم می‌شود و پس از دریافت پالس هال سنسور دوم یک دور پروانه را به حساب می‌آورد. در صورت توقف دبی و احتمال لرزش در مقابل یکی از هال سنسورها سیستم دچار خطا نخواهد شد. اگر پالس‌ها پی در پی نباشد و این شرایط تکرار شود سیستم خطای فلومتر را اعلام می‌کند.

طراحی و ساخت درایو سنسور PH:

سه قسمت برای اندازه‌گیری PH مورد نیاز است :

۱- سنسور اندازه‌گیری شامل الکترود اندازه‌گیری الکترود مرجع و سنسورها

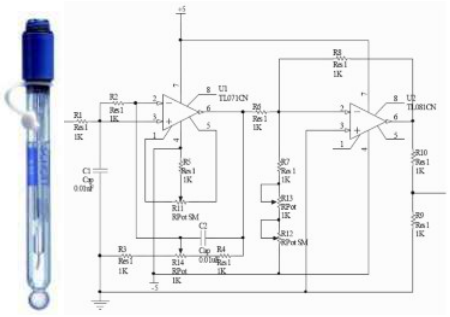
۲- مدار تقویت کننده

۳- مدار ندازه‌گیر

سنسور اندازه‌گیری در شکل (۳) نمایش داده شده است. این سنسور مانند یک باطری عمل می‌کند که قطب مثبت مانند الکترود اندازه‌گیری و قطب منفی مانند الکترود مرجع می‌باشد.

این الکترود به یون هیدروژن حساس است و میزان ولتاژ خروجی از الکترود مستقیما به مقدار یون هیدروژن بستگی دارد وقتی سنسور داخل مایع غوطه ور می‌شود میزان خروجی بر حسب دما تغییر می‌کند پس باید سیستم اندازه‌گیری بر اساس دما میزان اندازه‌گیری شده را تصحیح کند سنسور PH نیز مانند باطری دارای عمر نامتناهی نیست ولی در محلول خنثی عمر طولانی دارد الکترود مرجع دارای امپدانس برابر چند کیلو اهم بوده ولی الکترود اندازه‌گیری دارای همان امپدانس ۴۰۰ مگا اهم می باشد. مدار اندازه‌گیری باید دارای امپدانس بالایی باشد تا ولتاژ این الکترود را اندازه گیرد، مدار اندازه‌گیری به شکل زیر می‌باشد. به ازای هر یک عدد PH در دمای اتاق (25C) به میزان ۵۹/۱۶ میلی ولت خروجی خواهیم داشت. میزان ولتاژ الکترود بین ۴۱۴- تا ۴۱۴+ ولت می‌باشد.

مدار اندازه گیری PH به شکل (۳) می باشد.



شکل ۳ : مدار اندازه‌گیری PH و نمونه‌ای از سنسور اندازه‌گیر

الکترود به IC1 متصل می‌شود، IC1 یک اپ امپ با امپدانس بسیار بالاست.

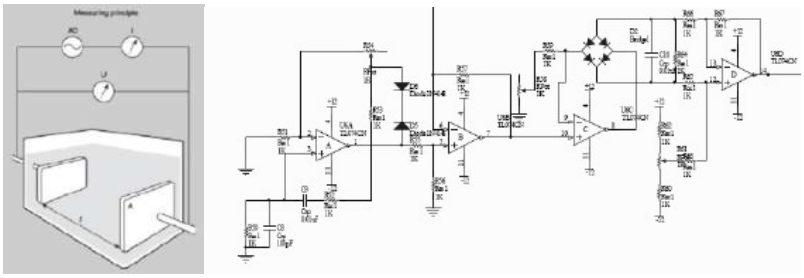
میزان تقویت‌کنندگی IC با پتانسیومتر R14 تنظیم می شود . C2 برای تثبیت آمپلی فایر است و R5/R11 آفست آمپلی فایر را تنظیم می‌نماید. سیگنال تقویت شده به مدار آفست و د می‌شود. IC2 یک اپ امپ بسایر متداول ست. مقدار آفست توسط R12 و R15 تنظیم می‌شود. این مدار برای آفست حدود ۲۰ ولت طراحی شده است. در خروجی مدار یک تقسیم کننده ولتاژ نیز پیش‌بینی شده است. ولتاژها به شکل زیر می‌باشد :

- قبل از IC1 : از ۴۱۴- تا ۴۱۴+ ولت
- بعد از IC1 : ۲+ تا ۲- ولت
- بعد از IC2 : ۰ تا ۴ ولت

طراحی و ساخت درایو سنسور EC:

همان‌طور که در شکل (۴) نمایش داده شده است الکترود سنسور EC شامل دو قطب (سطح $۱\,cm^2$ با فاصله $۱\,cm$) که در محلول غوطه ور می‌شود و ولتاژ AC به آن اعمال می‌گردد. میزان جریان انتقال یافته، جهت اندازه‌گیری مقاومت استفاده می‌شود. البته پس از یکسو سازی میزان دما نیز باعث تصحیح مقدار خوانده شده می‌گردد.

مدار شکل زیر شامل سه قسمت اسیلاتور، تقویت کننده و یکسو ساز می باشد.



شکل ٤ :مدار اندازه گیری EC

در قسمت اسیلاتور یک منبع سینوسی متناوب معادل1KHZ اخته می‌شود و قسمت تقویت کننده با فرض یک مقاومت ناشناخته، پرآب در حقیقت یک پای یک مقسم ولتاژ در ورودی اپ امپ می‌باشد. در صورتیکه هدایتی وجود نداشته باشد خروجی اپ امپ برابر ورودی + (پایه ۵) میباشد وقتی هدایت افزایش پیدا میکند مقدار فیدبک منفی (متناسب با ضریب تقویت اپ امپ) کاهش می‌یابد، چون مقداری از سیگنال توسط پراب زمین هدایت می شود فیدبک کم یعنی تقویت بالا را به همراه خواهد داشت. در قسمت یکسو سازی، ولتاژ AC به DC تبدیل شده و سپس توسط اپ مپ scale می‌شود[5] .

شکل ٥ :فلومتر و سنسورهای به کار رفته در سیستم

مانیتورینگ و کنترل:

روش‌های مختلف استفاده از میکروکنترلر ،IPC و PLC جهت کنترل استفاده می‌شود و ترکیب این روش‌ها نیز امکان ÷ذیر است. در این مقاله از PLC جهت جمع آوری اطلاعات و ارسال فرمان و پردازش‌های اولیه و ارسال آنها به IPC جهت ارتباط با کاربر و پردازش‌های خاص و پیچیده استفاده شده است. سایز PLC مورد نظر برای ساخت از نوع ماجولای و متوسط در نظر گرفته شده است. این PLC شامل تجهیزات CPU ، ماجول ورودی دیجیتال با ۱۶ ورودی ،ماجول خروجی دیجیتال با ۱۶ خروجی ،ماجول کنترل حلقه بسته با حداکثر ۴ حلقه ،ماجول ورودی آنالوگ می باشد. شکل کامل این PLCدر شکل (۶) نمایش داده شده است. ماجول cpu شامل یک پروسسور با سرعت 40MHz همراه با حافظه و کنترل شبکه CAN و RS485 (MODBUS) ، RS232 و همچنین RTC و ترمینال خواندن حافظه SD می‌باشد. بک پین این PLC مشابه PLC های ماجولای متوسط شرکت‌های سازنده، یک ریل برای بستن ماجول‌ها می اشد. ماجول‌ها توسط یک سوکت DType و9 پین به همدیگر متصل می‌شوند. تغذیه PLC نیز بصورت یک ماجول در کنار cpu برروی Back Plan ق ر می‌گیرد و از طریق کابل ارتباط شبکه تغذیه مورد نیاز PLC و ماجول‌ها را به آنها می‌رساند [۴].

این تغذیه بصورت سوئیچینگ بوده و ولتاژ های ۱۲+ و ۱۲− و ۵+ و ۵− ولت را تولید کرده و در اختیار ماجولها قرار می‌دهد بجز ماجول ورودی و خروجی آنالوگ همگی ولتاژ ۵+ ولت استفاده کرده و این ماجول تمامی ولتاژها را استفاده می‌کند.

بدلیل ایکه تمامی ماجول‌های جانبی نیاز به یک cpu همراه با کنترل شبکه سریال CAN و ۲۳۲ دارند یک برد کوچک شامل این مدار ساخته شده و این برد بصورت سوکتی بر روی برد اصلی ماجول نصب می‌شود.

میکرو کنترلر استفاده شده در این برد ساخت شرکت ATMEL با نام AT89C51CCOL بوده که یک میکروکنترلر بسیار قدرتمند همراه با پشتیبانی کنترلر CAN و همچنین از نظر نرم افزاری دارای بوت لودر نیز می‌باشد.

ماجول ورودی دیجیتال به صورت استاندارد با ورودی 24V طراحی شده و دارای دو پورت ۸ تایی می‌باشد. هر پورت دارای یک پایه مشترک و ۸ پایی ورودی بصورت PNP (استاندارد زیمنس) می‌باشد. تمامی ورودی‌ها از طریق یک اپتوکوپر با میکروکنترلر ارتباط داشته و تا ۵۰۰ ولت ایزوله هستند. روشن شدن هر کدام از ورودی‌ها و همچنین ارتباط ماجول با cpu اصلی توسط LED بر روی ماجول نمایش داده می‌شود.

ماجول خروجی دیجیتال نیز بصورت استاندارد برای خروجی 24v طراحی شده و دارای دو پورت ۸ تایی می‌باشد و هر پورت دارای یک پایه مشترک و ۸ پایه خروجی بصورت NPN می‌باشد. برای هر خروجی یک لپه (آی سی ۲۸۰۴) با حداکثر ولتاژ 50v در نظر گرفته شده است. فعال شدن هر یک از خروجی‌ها و همچنین ارتباط با cpu اصلی توسط یک LED روی ماجول نمایش داده میشود.

ماجول کنترلر حلقه بسته بصورت PID توانایی کنترل چهار حلقه بطور همزمان را دارد.

مانند تمام حلقه‌ها یک اکچواتیور آنالوگ به همراه یک فیدبک مورد نیاز است و در این ماجول نیز چهار اکچواتیور بصورت ۱۲ خروجی دیجیتال به همراه چهار کانال ورودی فیدبک بصورت ۱۲ ورودی پالس (تعداد پالس نمایشگر میزان ورودی آنالوگ است) در نظر گرفته شده است. مقادیر set point و PID توسط cpu اصلی PLC به این ماجول ارسال شده و این ماجول با تغییر مقدار اکچواتیور سعی در تثبیت میزان فیدبک می‌کند.

مجول ورودی آنالوگ دارای ۴ ورودی ولتاژ و ۴ ورودی جریان می‌باشد. با توجه به تقویت کننده طراحی شده میزان ورودی ولتاژ در حد میلی‌ولت و میزان جریان در حالت استاندارد ۲۰-۰ یا ۲۰-۴ میلی‌آمپر در نظر گرفته شده است.

میزان تفکیک اسن ماجول 10Bit بوده و مقدار ورودی را بین ۰ تا ۲۰۴۸ نگاشت میکند.

جهت مانیتورینگ سیستم از یک PC بهمراه یک LCD ، ۱۴ اینچ استفاده شده است. در این سیستم امکان استفاده از زبان‌های مختلف برنامه‌نویسی مقدور می‌باشد. زبان امه‌نویسی انتخاب شده ویژوال C++ محصول شرکت میکرو سافت می‌باشد. سیستم مانیتورینگ اطلاعات مورد نظر را از PLC سیستم گرفته و نمایش می‌دهد . همچنین تنظیمات سیستم از این طریق به PLC منتقل می‌شود. نرم افزار مانیتورینگ دارای امکانات زیرمی‌باشد :

- مانیتورینگ عملیات
- تنظیم پارامترها و زمان بندی
- ثبت و ارسال اطلاعات و نمودارها
- کالیبراسیون
- کنترل دستی دانومات
- نمایش خطاها

شکل ٦ : نمای کلی PLC

برای مانیتورینگ عملیات PC با خواندن حافظه PLC اطلاعات مورد نیاز عملیات را نمایش می‌دهد.پارامترهای فیزیکی که این سیستم نمایش می‌دهد بشرح زیر است :

- حجم آب عبوری
- حجم مواد غنی سازی اضافه شده به تفکیک K,P,N
- حجم اسید تزریق ده
- PH ورودی و خروجی آب
- دمای ورودی و خروجی آب
- میزان PH و EC تعیین شده
- وضعیت سطح تانک‌های مواد غنی ساز و اسید

وضعیت شیرها و پمپ

اطلاعات اکچوایتورهای سیستم نمایش داده می‌شود این اطلاعات بشرح زیر هستند:

- میزان باز بودن شیرهای تناسبی مواد غنی ساز
- روشن یا خاموش بودن پمپ اصلی
- تعداد ضربان در زینگ پمپ و وضعیت کنونی

تاریخ و ساعت

نرم افزار PLC شامل قسمت‌هایی است که که می‌تواند عملیات کنترل ورودی و خروجی‌های دیجیتال و ارتباط آنها ،اعلام خطاها ،دریافت ورودی‌های آنالوگ و ارسال به ماجول کنترل حلقه بسته ،محاسبه میزان کود و ارسال آن به ماجول کنترل حلقه بسته و تنظیم پارامترهای کنترل حلقه بسته را انجام دهد. تمامی ماجول‌های PLC دارای یک نرم افزار firmwere برای کنترل ورودی‌ها و خروجی‌های خارجی و همچنین ارتباط با cpu هستند. اما ماجول کنترل حلقه بسته بدلیل عمل کنترل که انجام می‌دهد دارای نرم افزار مفصل‌تری می‌باشد. برای محاسبه میزان کود CPU پس از اولین دریافت مقدار EC آب ورودی که دارای تغییرات بسیار کم می‌باشد میزان تزریق کود را برای هر نوع محاسبه می‌کند .این میزان ضربدر ضریب فلو ورودی برای ماجول کنترل حلقه بسته فرستاده می‌شود. سنسور EC دومی که برای این طرح در نظر گرفته شده فقط برای نمایش می‌باشد .
ماجول کنترل حلقه بسته پس از دریافت میزان SET POINT مقدار شیر تناسبی را بقدری ز می‌کند تا مقدار تنظیم شده روی فلومتر خوانده شود. توسط یک حلقه PI خطاها محاسبه شده و دوباره اعمال می‌شود .

نتیجه‌گیری و پیشنهادات :

در بسیاری از گلخانه‌ها امکان برگشت مواد آبیاری وجود دارد. این سیستم به دلیل داشتن سنسورهای EC و PH و دما در مسیر ورودی قابلیت ترکیب برگشت مواد آبیاری شده با آب نرم را دارا بوده که در صورت کمبود مواد مغذی، مواد لازم دوباره به آن اضافه گردیده و برای آبیاری مجدد مورد استفاده قرار می گیرد.

با اضافه کردن چند سنسور در خاک و همچنین سنسور اندازه‌گیری تابش نور می‌توان میزان مورد نیاز مواد غنی‌سازی را تصحیح نمود. بدین معنی که با افزایش میزان تابش، میزان نیاز گیاه به مواد غنی‌ساز تغییر میکند و همچنین سنسورهای داخل خاک می‌تواند گزارشی از نحوه استفاده مواد و میزان افزایش مواد داخل خاک (مصرف نکردن مواد توسط گیاه و عدم احتیاج گیاه) تهیه و میزان مواد مغذی_ساز را تصحیح کند.

سیستم دارای پورت‌های232 ، 485 ،CAN می‌باشد و امکان رد و بدل کردن اطلاعات بر روی شبکه را دارد. لذا سیستم کنترل اصلی گلخانه می‌توان فرامین مختلف مثل روشن و خاموش شدن، نسبت ترکیب، میزان PH و EC را به به دستگاه ارسال نماید.

در قسمت کنترلی این دستگاه از الگوریتم کنترلی ساده PI استفاده شده است با مرور زمان به دلیل گرفتگی لوله ها بر اثر رسوب مواد غنی ساز و حتی گرفتگی سنسورها مدل سیستم دچار تغییرات شده و کنترل کننده PI بدلیل وابستگی به مدل سیستم عملکرد مطلوب را به همراه نخواهد داشت. لذا در بخش کنترلی سیستم می توان از روشهای مختلف تطبیقی برای تعیین ضرایب کنترل کنندهPID استفاده کرد. این سیستم به دلیل وجود سنسور PH دارای تاخیر زمانی زیادی می‌باشد، به همین دلیل استفاده از روشهای کنترل هوشمند عملکرد بهتری را نسبت به روش‌های کلاسیک به همراه خواهند داشت.

فهرست منابع :

1-Hochmuth . G. J. 2002. Production Systems : Florida Greenhouse Vegetable Production. Handbook, v(2).

2- Smajstrla, A, Clark, G, Haman , D.Z and Zazueta , F.S . 1994. Design of Agricultural Irrigation Systems in Florida.

3- Boman, B, Skukla, S, Haman, D. 2004. Chemigation Equipment and Techniques for Citrus. Univ, of Florida,IFAS.

4- fedro, S, Allen, G. 2002.irrigation system controllers. university of florida, ifas extension.

5- Th.H. Gieling, G. van Straten, H.J.J. Janssen, H. Wouters . 2005. ISE and Chemfet sensors in greenhouse cultivation . Sensors and Actuators , 74–80.

6- Krishna, S. Nemali, M. 2006. An automated system for controlling irrigation in potted plants. Scientia Horticulturae, v(110): 292–297