بررسی شاخص عملکرد وزن خشک گیاه در دو سیستم کنترل فازی و سنتی

پیام جوادی کیا[۱]، رضا علیمردانی[۲]، محمود امید[۳]و شاهین رفیعی[۳]

۱ استادیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه

۲و ۳-به ترتیب استاد و دانشیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

Pjavadikia@gmail.com

چکیده

در این تحقیق عملکرد دو سیستم کنترل فازی و سنتی بر روی گیاه مورد ارزیابی قرار گرفته است. برای این منظور دو گلخانه مشابه در نظر گرفته شد که از لحاظ حجم و دیگر عوامل مؤثر کاملاً با هم یکسان باشند. سپس در هر دو گلخانه ۳۰ گلدان که هر گلدان حاوی ۱۰ بوته از گیاه ریحان کاشته شد و در نحوه کشت گلدان ها از طرح آماری بلوک کامل تصادفی استفاده شد. این طرح آماری در کل حدود ٦۰ روز به طول انجامید و در پایان پس از برداشت محصول وزن خشک قسمت های مختلف گیاه مورد بررسی قرار گرفت که نتیجه افزایش میانگین به میزان ۱۵۰ درصد در وزن خشک در سیستم کنترل فازی را نشان داد. به عبارتی سیستم کنترل فازی تأثیر بسیار مثبتی بر روی وزن خشک گیاه داشت.

واژه‌های کلیدی: کنترل فازی، کنترل سنتی، گلخانه، ریحان، وزن خشک

مقدمه

ساخت و ساز گلخانه در طول دهه‌ی اخیر به طور قابل ملاحظه ای پیشرفت داشته است. (Cunha & Oliveira, 2003) پیشرفت تکنولوژی و کنترل محیط کشت و نیز رقابت جهانی در گلخانه ها موجب افزایش کیفیت محصولات، بهره وری و سود اقتصادی شده است و این امر به کمک مدیریت بهتر و با کاهش هزینه های تولید مانند کاهش مصرف آب و انرژی انجام پذیرفته است (Pohlheim and Heibner, 1999; Sigrimis et al., Trabelsi et al., 2007; 2000). کنترل آب و هوا برای کشاورزی دقیق جهت تولید محصولات بیشتر و بهتر بسیار ضروری است (Herrero et al., 2008).

در تحقیقات انجام شده در زمینه سیستم های کنترل فازی گلخانه، اکثر محققین به شبیه سازی سیستم طراحی شده در محیط های مربوط به نرم افزار MATLAB و دیگر نرم افزارها پرداخته اند.

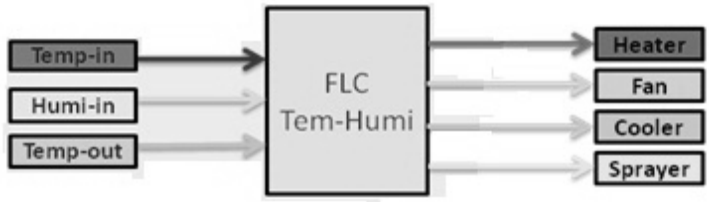
(Sriraman and Mayorga, 2007; Gates et al., 1999; Herrero et al., 2008; Lishu et al., 2005; Nachidi et al., 2008; Trabelsi et al., 2007;) و یا در حالت های تجربی که بسیار نادر هم هستند، به مدت

حدود ۲ ساعت (Omid and Shafaaei, 2005; Pohlheim and Heibner, 1999) و یا ماکزیمم ۲٤ ساعت (Castaneda et al., 2006; Pasgianos et al., 2003) سیستم کنترل طراحی شده شان را آزمایش کرده و اثر آن را بر پارامترهای کنترلی مورد بررسی قرار داده اند. در صورتی که در این تحقیق اثر سیستم کنترل فازی طراحی شده را بر روی عملکرد گیاه و به مدت ٦۰ روز مورد بررسی قرار داده شد. گیاه مورد نظر در این تحقیق ریحان گلخانه ای است که یک گیاه دارویی بوده و به عنوان سبزیجات هم در تابستان و هم در زمستان در ایران مصرف می شود.

مواد و روش‌ها

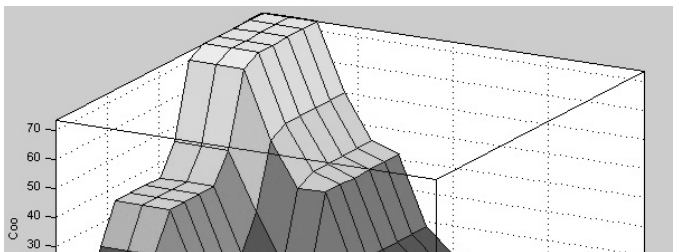
انجام این تحقیق شامل دو قسمت عمده می باشد که عبارتند از: طراحی سیستم کنترل فازی، پیاده سازی سیستم کنترل فازی و سنتی، که با اجرای یک طرح آماری مناسب داده‌ها تجزیه و تحلیل شدند.

طراحی سیستم کنترل فازی: سیستم کنترل فازی طراحی شده برای این تحقیق دارای سه ورودی و چهار خروجی است. سه ورودی آن شامل اختلاف دمای داخل گلخانه با مقدار مطلوب، اختلاف رطوبت نسبی هوای داخل گلخانه با مقدار مطلوب رطوبت نسبی هوا، اختلاف دمای خارج گلخانه با مقدار مطلوب دما می باشد و خروجی های این کنترلر شامل درصد توان هیتر، کولر، مه پاش و فن تهویه می باشد. ضمناً دو فن سیرکوله هم یکنواخت سازی هوای داخل گلخانه را از نظر مقدار دما و رطوبت بر عهده دارند که مستقل از سیستم کنترل فازی عمل می نمایند. توابع عضویت مربوط به ورودی ها در این کنترلر فازی از نوع مثلثی، S و Z شکل و توابع عضویت خروجی ها از نوع مثلثی می باشند. موتور استنتاج مینیمم ممدانی برای کنترلر استفاده شد و پایگاه قوانین متشکل از ۱۰۷ قانون می باشد. شکل ۱، تصویر کلی از این کنترلر را نشان می دهد و تصویری از نمودار سه بعدی سطح کنترلی کولر متناسب با تغییرات دمای داخل و خارج گلخانه در شکل ۲ نشان داده شده است.



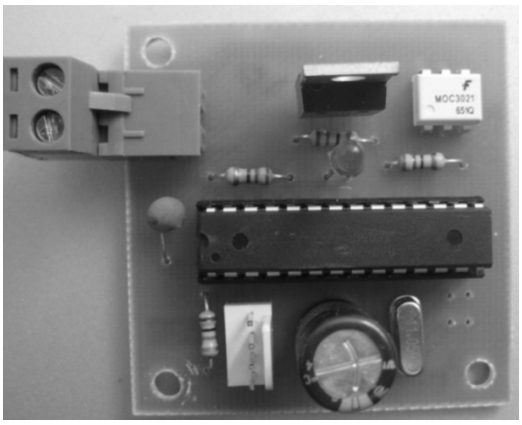
تعداد ورودی	نوع ورودی		مشخصه در شکل
سه	۱	اختلاف دمای واقعی با دمای مطلوب	Temp-in
	۲	اختلاف رطوبت واقعی با رطوبت مطلوب	Humi-in
	۳	اختلاف دمای بیرون با دمای مطلوب	Temp-out
تعداد خروجی		**نوع خروجی**	**مشخصه در شکل**
چهار	۱	درصد توان هیتر	Heater
	۲	درصد توان فن تهویه	Fan
	۳	درصد توان کولر	Cooler
	٤	درصد توان مه پاش	Sprayer

شکل ۱- تصویر کلی کنترلر فازی مورد استفاده



شکل۲- سطح کنترلی کولر متناسب با تغییرات دمای داخل و بیرون گلخانه

پیاده سازی سیستم کنترل فازی و سنتی: برای پیاده سازی کنترلر فازی ضروری است که عملگرها توانایی کارکرد در وضعیت های بیش از روشن و خاموش شدن را داشته باشند. بدین معنی که هر عملگر قادر باشد بیش از دو وضعیت مصرف توان را در خود ایجاد کند. به عنوان مثال دور فن تهویه بتواند به صورت دیجیتالی و از صفر تا صد در صد ماکزیمم توان مصرفی تغییر نماید تا اینکه بتوان بهترین وضعیت را برای عملگرها محاسبه کرد و ضمن کاهش مصرف انرژی بتوان پارامترهای کنترلی را مناسب‌تر کنترل نمود. برای این منظور مدارات الکتریکی خاصی طراحی و ساخته شد. به عنوان مثال تصویری از بورد الکتریکی کنترل دور کولر در شکل ۳، نشان داده شده است. سیستم کنترل سنتی با در نظر گرفتن حضور اپراتور یک سیستم کنترل حلقه بسته است و به عبارتی دیگر این اپراتور است که کنترل شرایط محیطی گلخانه را به عهده دارد. این نوع سیستم های کنترل در اکثر گلخانه های کشور رواج دارد. لذا این نوع سیستم برای مقایسه در نظر گرفته شده است.



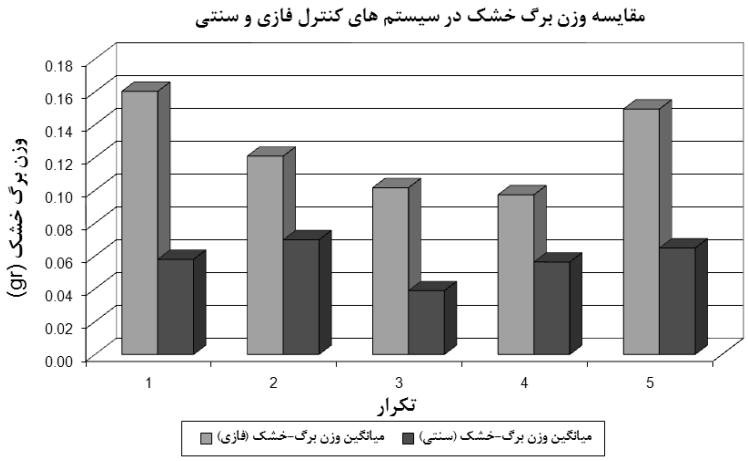
شکل۳- بورد چاپی کنترل دور کولر

پیاده سازی یک طرح آماری مناسب: در انجام این تحقیق حداکثر سعی ممکن انجام شد تا تمامی شرایط مورد نظر برای مقایسه یکسان در نظر گرفته شود. به عنوان مثال از یک نوع خاک و یک نوع بذر و در شرایط جغرافیایی یکسان برای مقایسه استفاده شد. ولی با این وجود و با توجه به تأثیر پارامترهای غیر قابل کنترل مانند اثر تغییرات دما و رطوبت و نور بیرون گلخانه و یا اثر تغییرات کیفیت خاک یا بذر و عوامل دیگر از طرح بلوک کامل تصادفی استفاده شد. بدین صورت که در یکی از گلخانه ها سیستم کنترل فازی و در دیگری سیستم کنترل سنتی پیاده شد و در هر کدام از گلخانه ها شش گلدان

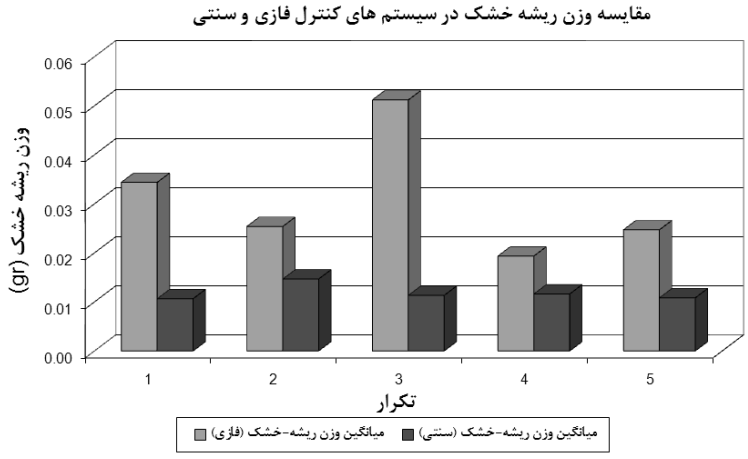
که هر گلدان حاوی ۱۰ بوته گیاه ریحان بود، به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد و در این طرح به طور کلی از پنج تکرار استفاده شد. اختلاف کشت هر تکرار حدود ٤ روز بود چرا که بذر گیاه ریحان در این مدت جوانه می زند.

نتایج و بحث

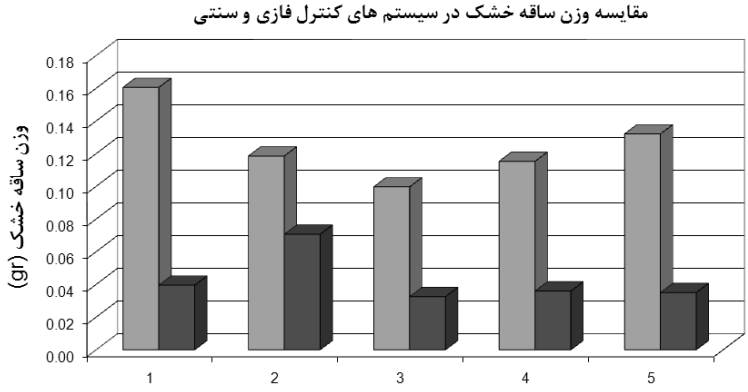
نتایج مقایسه شاخص های ارزیابی عملگرد ریحان که شامل وزن برگ خشک، وزن ریشه خشک، وزن ساقه خشک و وزن کل خشک می باشد، در دو سیستم کنترل فازی و سنتی در شکل های ٤ تا ۷ نشان داده شده است. در این نمودارها، هر ستون حاصل میانگین داده اندازه گیری شده از ٦۰ بوته می باشد و در نتیجه با توجه به ۵ تکرار، می توان گفت که در هر گلخانه ۳۰۰ بوته و در کل ٦۰۰ بوته اندازه گیری شده است. از نمودارهای رسم شده در شکل های ٤ تا ۷ به راحتی می توان افزایش عملکرد محصول را در گلخانه تجهیز شده دریافت.



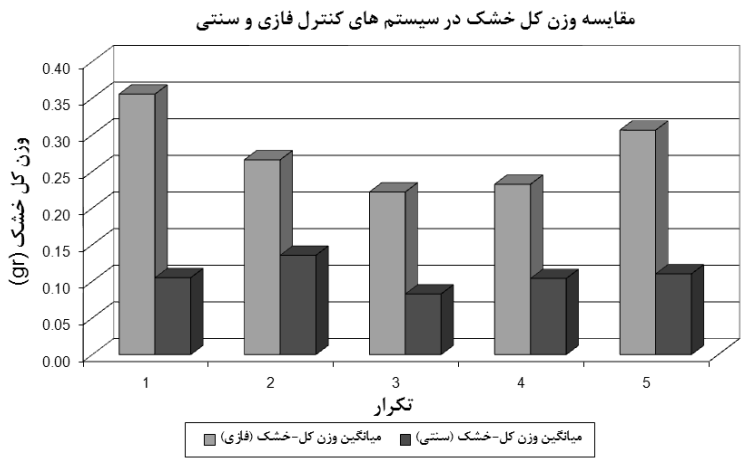
شکل ٤- نمودار مقایسه وزن برگ خشک ریحان در دو سیستم کنترل فازی و سنتی



شکل ۵- نمودار مقایسه وزن ریشه خشک ریحان در دو سیستم کنترل فازی و سنتی



شکل ٦- نمودار مقایسه وزن ساقه خشک ریحان در دو سیستم کنترل فازی و سنتی



شکل ۷- نمودار مقایسه وزن کل خشک ریحان در دو سیستم کنترل فازی و سنتی

ولی به نظر می رسد این افزایش نسبتاً نا منظم در عملکرد محصول در تکرارهای مختلف ناشی از شرایط رشد مختلف و یا پارامترهای غیر قابل کنترل باشد که خطای آزمایش در طرح بلوک کامل تصادفی استخراج شده است. نتایج تحلیل های آماری که در نرم افزار SPSS 17 انجام شده است، در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- میزان درصد افزایش در شاخص های ارزیابی ریحان گلخانه ای در سیستم کنترل فازی

شاخص ارزیابی	سیستم سنتی	سیستم فازی	درصد رشد سیستم فازی
میانگین وزن برگ- خشک (gr)	۰/۰٦	۰/۱۳	۱۱۸/٦۹
میانگین وزن ساقه- خشک (gr)	۰/۰٤	۰/۱۳	۱۹۳/۰٤
میانگین وزن ریشه- خشک (gr)	۰/۰۱	۰/۰۳	۱٦۲/۲۱
میانگین وزن کل- خشک (gr)	۰/۱۱	۰/۲۸	۱۵۷/۳۲

در جدول ۱، میانگین داده های اندازه گیری شده برای ۳۰۰ بوته نشان داده شده است و در ستون سمت چپ درصد افزایش رشد عملکرد هر یک از شاخص های مورد ارزیابی محاسبه شده است. همانطور که از جدول مشخص است، درصد افزایش عملکرد محصول در گلخانه مجهز به سیستم کنترل فازی بیش از ۱۵۰٪ می باشد.

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می شود، چون مقدار P برای بلوک ها بزرگتر از ۰/۰۵ است، تکرار(بلوک) ها بر شاخص های ارزیابی گیاه تأثیر ندارد و چون مقدار P برای تیمارها، به غیر از تیمار وزن ریشه خشک، کوچکتر از ۰/۰۱ است، اثر تیمار در سطح ۱٪ معنی دار می باشد، اما در مورد تیمار وزن ریشه خشک، چون مقدار P کوچکتر از ۰/۰۵ است، درنتیجه

اثر تیمار در سطح ۵٪ معنی دار می باشد و نشان می دهد که بین شاخص مورد ارزیابی گیاه در گلخانه تجهیز شده به سیستم کنترل فازی و گلخانه سنتی اختلاف معنی داری وجود دارد.

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص های ارزیابی ریحان گلخانه ای در طرح بلوک کامل تصادفی

* معنی دار در سطح احتمال ۱٪ **ns**- اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

نتیجه گیری کلی:

در این تحقیق سیستم کنترل فازی و سیستم کنترل سنتی در دو گلخانه مشابه پیاده سازی شده و بر اساس طرح آماری بلوک کامل تصادفی با پنج تکرار که هر تکرار شامل ٦٠ بوته از گیاه ریحان در شش گلدان می باشد، در فاصله های زمانی ٤ روز از هم برای هر تکرار کشت شد. شاخص های مورد ارزیابی شامل وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه و وزن

عامل مورد ارزیابی در طرح	منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P
وزن برگ خشک	تیمار	۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۳٤/۵۰۷**	۰/۰۰٤
	بلوک	٤	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۵	۱/٦٨٦	۰/۳۱۳
	خطا	٤	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۳		
	کل	۹	۰/۰۱۵			
وزن ساقه خشک	تیمار	۱	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۵۰/۱۷۹**	۰/۰۰۲
	بلوک	٤	۰/۰۰۱٤۹	۰/۰۰۰۳۷۵	۱/۱۱۹	۰/٤۵۸
	خطا	٤	۰/۰۰۱۳٤	۰/۰۰۰۳۳۵		
	کل	۹	۰/۰۱۹۸۳			
وزن ریشه خشک	تیمار	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱۳/۳۳۳ns	۰/۰۲۲
	بلوک	٤	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۷۵	۱	۰/۵
	خطا	٤	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۷۵		
	کل	۹	۰/۰۰۱٦			
وزن کل خشک	تیمار	۱	۰/۰۷٤	۰/۰۷٤	٤۵/۲۳۵**	۰/۰۰۳
	بلوک	٤	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲۲	۱/۳۵۵	۰/۳۸۸
	خطا	٤	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱٦		
	کل	۹	۰/۰۹۰			

خشک کل بود و نتیجه آزمایش نسبت به شاخص های مورد آزمایش افزایش بیش از ۱۵۰٪ رشد در گلخانه مجهز به سیستم کنترل فازی نشان داد که این نتیجه از کنترل دقیق شرایط آب و هوایی جهت فراهم آوردن شرایط مناسب جهت رشد ریحان گلخانه ای حاصل شده است.

منابع و مآخذ

Castaneda Miranda, R., Ventura Ramos, E., del Rocıo Peniche Vera, R., & Herrera Ruiz, G. (2006). Fuzzy Greenhouse Climate Control System based on a Field Programmable Gate Array. Biosystems Engineering , 165-177.

Cunha, J. B., & Oliveira, J. P. (2003). Optimal management of greenhouse environments. EFITA Conference, (pp. 559-564). Hungary.

Gates, K. S., Chao, K., & Sigramis, N. (1999). Fuzzy Control Simulation of Plant and Animal Environments. ASAE Annual Inter , 99, 31-96.

Herrero, J., Blasco, X., Martinez, M., Ramos, C., & Sanchis, J. (2008). Robust identification of non-linear greenhouse model using evolutionary algorithms. Control Engineering Practice , 16, 515-530.

Lishu, W., Guanglin, F., Qiang, F., & Xiangfeng, X. (2005). Study On Sunlight Greenhouse Temperature and Humidity Fuzzy Control System. Nature and Science , 3 (1), 67-74.

Nachidi, M., Benzaouia, A., & Tadeo, F. (2008). Temperature and humidity control in greenhouses using the takagi-sugeno fuzzy model. Proceedings of the IEEE International Conference on Control Applications, (pp. 2150-2154).

Omid, M., & Shafaaei, A. (2005). Temperature and relative humidity changes inside greenhouse. Int. Agrophysics , 19, 324-335.

Pasgianos, G., Arvanitis, K., Polycarpou, P., & Sigrimis, N. (2003). A nonlinear feedback technique for greenhouse environmental control. Computers and Electronics in Agriculture , 40, 153-177.

Pohlheim, H., & Heibner, A. (1999). Optimal Control of Greenhouse Climate using Real-World Weather Data and Evolutionary Algorithms. Genetic and Evolutionary Computation Conference (pp. 1672-1677). San Francisco: CA: Morgan Kaufmann.

Sigrimis, N., Anastasiou, A., & Rerras, N. (2000). Energy saving in greenhouses using temperature integration: a simulation survey. Computers and Electronics in Agriculture , 26, 321-341.

Sriraman, A., & Mayorga, R. V. (2007). Climate control inside a greenhouse: An intelligence system approach using fuzzy logic programming. Journal of Environmental Informatics , 10 (2), 68-74.

Trabelsi, A., Lafont, F., Kamoun, M., & Enea, G. (2007). Fuzzy identification of a greenhouse. Applied Soft Computing Journal , 7 (3), 1092-1101.

Abstract

In this study the effect of two conventional and fuzzy climate control system on basil plant performance were evaluated. To this end, two similar greenhouses, which were completely identical in terms of volume, geographic location, operators and other factors, were selected. In both greenhouses were planted 30 pots and in each pot 10 sprig of basil plant. Cultivation method was according to randomized complete block design. In total, Statistical design lasted 60 days and At the end after harvesting, dry weight of various plant parts were analyzed, the result showed that average rate of dry weight in the fuzzy control system has increased until 150 percent. In another words fuzzy control system had very positive effect on dry weight of plant.
Keywords: fuzzy control, conventional control, greenhouses, basil, dry weight.