ارائه مدل شبیه سازی رایانه ای برای سیستم کنترل خودکار خشک کن خورشیدی

چکیده

از جمله روش های قابل اطمینان برای بررسی سیستم های کنترل و بهینه سازی آن، شبیه سازی و توسعه مدل رایانه ای سیستم می باشد. مدل های شبیه سازی شده قادرند رفتار سیستم را در شرایط مختلف بررسی نمایند و این در حالی است که آزمایش های واقعی برای بررسی سیستم های کنترل، ضمن صرف وقت و هزینه بالا همیشه امکان پذیر نمی باشد. از همین رو در این پژوهش سعی شد با استفاده از شبیه سازی رایانه ای به کمک نرم افزار MATLAB، سیستم کنترل خودکار دورفن یک خشک کن خورشیدی مدل شود. سپس به منظور ارزیابی مدل ارائه شده، سیستم کنترل پسخوردی ساخته شده و تحت آزمایش عملی قرار گرفت. نتایج حاصل از شبیه سازی نشان داد که موتور قادر است حول مقدار مطلوب نوسان نماید تا در نهایت به دور مطلوب نزدیک شود. به منظور ارزیابی مدل شبیه سازی شده با آزمایش عملی، آزمون نمونه های جفتی با توزیع t-student با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد. نتایج حاصل از آزمون نشان داد که بین دور اسمی فن و دور شبیه سازی شده و هم چنین دور واقعی فن و دور شبیه سازی شده، در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری وجود ندارد. بنابراین مدل شبیه سازی شده برای ارزیابی سیستم کنترل خودکار خشک کن خورشیدی بسیار مناسب می باشد.

کلیدواژه: کنترل خودکار، شبیه سازی، دور فن، MATLAB

www.matlabproject.ir

مقدمه

کاربرد سیستم های کنترل در علوم و مهندسی نقش اساسی داشته و به عنوان بخش مهم و ناگسستنی در فرآیند های صنعتی امروزی محسوب می شود. به عبارت دیگر کاربرد این سیستم ها، عامل دستیابی به کارایی بهینه سیستم های دینامیکی، افزایش بازده و تسهیل انجام کارهای تکراری دستی می باشد (دیانی، ۱۳۸۱).

کاربرد این سیستم ها در کشاورزی نیز به سرعت در حال افزایش است. کاهش هزینه سخت افزار و نرم افزار و پذیرش سریع تر این سیستم ها در کشاورزی منجر به افزایش استفاده از این سیستم ها گردیده است (Gates et al., 1999).

از جمله روش های مقرون به صرفه و قابل اطمینان برای بررسی سیستم های کنترل و بهینه سازی آن، شبیه سازی و توسعه یک مدل رایانه ای از سیستم می باشد. مدل های شبیه سازی شده قادرند رفتار سیستم را در شرایط مختلف بررسی نمایند و این در حالی است که بررسی سیستم ها در شرایط مختلف از طریق آزمون های عملی ضمن صرف وقت و هزینه بالا همیشه امکان پذیر نمی باشد. از همین رو در این پژوهش سعی شد با استفاده از شبیه سازی رایانه ای، سیستم کنترل خودکار دورفن یک خشک کن خورشیدی مدل شود. سپس به منظور ارزیابی مدل ارائه شده، سیستم کنترل ساخته و تحت آزمون عملی قرار گرفت. در انتها نتایج حاصل از شبیه سازی و آزمون عملی با یک دیگر مقایسه شدند.

پیشینه پژوهش

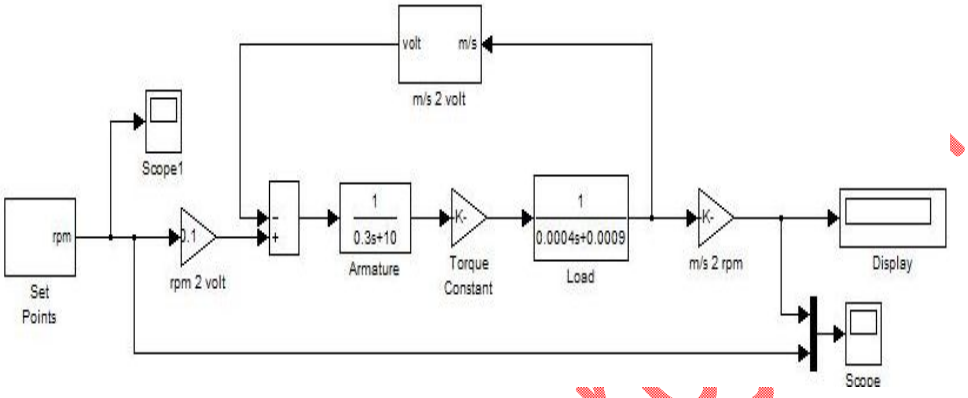
رانیکی و نلیست در سال ۱۹۹۰ با شبیه سازی توانستند تعداد پارامترهای کنترل یک خشک کن غلات رااز ۱۰ به ۵ کاهش دهند و با بهینه کردن کنترل سیستم گرمایش و فن، هزینه را ۳۴٪ کاهش دهند (Ryniecki andNellist, 1990). براس و مک فارلین در سال های ۱۹۹۲ و۱۹۹۳یک کنترل پسخورد- پیشخورد برای کنترل رطوبت درخشک کن های غلات جریان مختلط به کار بردند. الگوریتم این کنترلر شبیه سازی شده و آزمایش گردید(Bruce & Mcfarlane, 1992-1993). پرزکرآ و همکارانش در سال ۱۹۹۸ کنترل مر سوم و تطبیقی خ شک کن های دوار م ستقیم را از طریق شبیه سازی مورد ارزیابی قرار دادند. آنها یک مدل دینامیکی فرآیند را توسعه دادند (Perez- Correa,. et al.1998). استفانوباند و استاکی در سال ۲۰۰۰ با استفاده از برنامه شبیه سازی یک خشک کن، که با رایانه کنترل می شد، تحقیقاتی را روی تأثیر پارامترهای کنترل بر کل سیستم انجام دادند (Stefanoviand &Staki, 2000). کواینگ لیو و بیکر- آرکما در سال ۲۰۰۰ یک سیستم کنترل مدل پیشگو برای خشک کن های جریان عرضی به کاربردند. آزمایش های شبیه سازی روی یک خ شک کن مجازی ن شان داد که این کنترلر در گ ستره وسیعی از شرایط به خوبی عمل نموده، هم چنین دارای دقت و پایداری خوبی می باشد(QiangLiu& Bakker-Arkema, 2001). ستمپل و همکاران در سال ۲۰۰۱ از یک سیستم کنترل بر روی خشک کن های چای بستر سیال برای تعیین زمان خاموش نمودن دستگاه در پایان فرآیند خشک کردن ا ستفاده نمودند. در این تحقیق یک مدل شبیه سازی شده با نرم افزار MATLAB به کار برده شد. از این مدل برای تعیین منطقه عملیاتی خ شک کن و چگونگی تاثیر اختلالات مختلف بر روی زمان خ شک کردن قبل از اعمال ا ستراتژی های مختلف کنترل در عمل، ا ستفاده شد. آزمایش این سیستم کنترل ن شان داد که ن سبت به سیستم های د ستی می تواند کنترل موثر و بهتری را تامین نماید(Temple & Van Boxtel, 2001). همچنین دیدریکسن در سال ۲۰۰۱ یک مدل دینامیکی برای خشک کن دوار چندرقند توسعه داد. وی با استفاده از شبیه سازی مقایسه ای را با کنترل پیشخور سنتی و مدل کنترل پیشگو با عمل پسخور انجام داد (Didriksen, 2001). اسرزدنیکی و همکاران در سال ۲۰۰۵ یک سیستم کنترل را برای خشک کردن شلتوک برنج توسعه دادند. آنها از یک برنامه شبیه سازی خشک کردن برای بررسی تأثیرپارامترهای کنترل و عمل متقابل آنها و برای بهینه سازی فرآیند خشک کردن استفاده کردند و نتایج شبیه سازی و آزمایشها را برای تعیین کارایی سیستم کنترل مقایسه کردند(Srzednicki, 2005). اسمیتابیندو و همکاران در سال ۲۰۰۷ با استفاده از نرم افزاری در برنامه فرترن مدل شبیه سازی عملکرد خشک کن خورشیدی را برای خشک کردن موز ایجاد نمودند. مقایسه نتایج مدل و آزمایشها مدل شبیه سازی را تأیید نمودو توسط آن توانستند نسبت به بهینه سازی پارامترهای سیستم خشک کن اقدام نمایند (Smitabhindua, et al 2007).

مواد و روشها

- مدلسازی سیستم کنترل فن خشک کن

www.matlabproject.ir

برای بررسی رفتار سیستم، ساخت مدل شبیه سازی موتور الکتریکی AC که برای چرخاندن فن خشک کن به کار میرود و میکروکنترلر آن، در نرم افزار MATLAB7 مدنظر قرار داده شد. ساخت رابطهای نموداریکی[1] مانند دیالوگ‌هایی که در محیطهای ویژوال مانند بیسیک و C وجود دارند، دراین نرم افزار امکان‌پذیر است. به منظور برنامه نویسی این مدل و بررسی پاسخهای سیستم به ورودی های اعمال شده، از امکان شبیه سازیMATLAB که یک رابط گرافیکی است استفاده گردید. این مدل دارای دو پنجره خروجی یکی برای سرعت و موقعیت و دیگری برای ولتاژ موتور است. همچنین یک نمایش دهنده به منظور نشان دادن خروجی منفرد در وضعیت ورودی منفرد به کار برده شد.



شکل۱– شبیه سازی موتور الکتریکی AC با استفاده از نرم افزارMATLAB

مشخصات موتور شبیه سازی شده به شرح ذیل می باشد:

مقاومت آرمیچر، ۱۰Ω

ضریب القا آرمیچر، ۰/۳ H

ثابت گشتاور موتور، (K_i) ۳/۵۶ N.m/A

ثابت EMF عقب، (K_b) ۹/۵۴۹۵ Vs

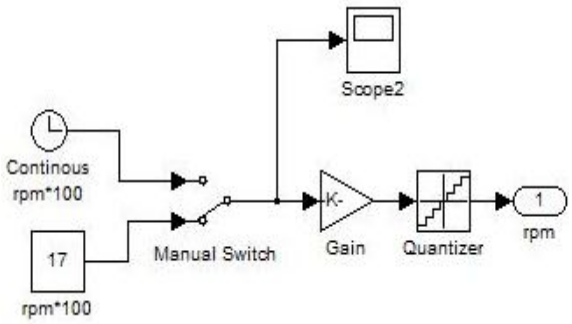
لختی شفت، ۰/۰۰۰۹ $kg.m^2$

کشش گرانرو شفت، ۰/۰۰۰۴ $kg.m^2/s$

برای تعیین ورودی مطلوب نیز مدلی ساخته شد که در آن کلیدی برای انتخاب حالت یک یا چند ورودی تعبیه شد که در حالت یک ورودی عملکرد فن را صرفاً برای یک ورودی بررسی می نماید و در حالت دوم عملکرد فن را به طور اتوماتیک از دور صفر تا ماکزیمم دور آن بدون دخالت کاربر بر سی می نماید. هم چنین یک پنجره خروجی برای نشان دادن ورودی مطلوب مدنظر قرار گرفت. در وضعیت انتخاب تک ورودی کافی است دور مطلوب مورد نظر را وارد کنیم و خروجی سیستم را کنترل کنیم برای این منظور بایستی کلید دستی، در وضعیت پایین قرار دهیم و در وضعیت انتخاب چند ورودی کافی است کلید دستی را در حالت بالا قرار دهیم.

www.matlabpr...

1Graphical User Interfaces



شکل ۲- شبیه سازی ورودی مطلوب

- ارزیابی مدل به وسیله آزمایش

پس از شبیه سازی سیستم کنترل خودکار دور فن خشک کن خورشیدی با استفاده از نرم افزار MATLAB ، به منظور ارزیابی مدل شبیه سازی شده، سیستم ساخته و تحت آزمون عملی قرار گرفت. فن انتخاب شده مربوط به خشک کن خورشیدی، از نوع لوله ای جریان محوری با قطر پروانه ۱۲cm بوده و مشخصات آن چنین است:

دبی هوا : ۲۱۰m3/h توان مصرفی :W ۳۸

ولتاژ : ۲۲۰ V جریان :A ۰/۲۵

دوربر دقیقه اسمی : ۲۳۰۰

فشار استاتیکی : ۸ mwc

فرکانس : AC – ۵۰HZ

به منظور کنترل دور فن یک کنترل پ سخوردی طراحی و ساخته شد. اجزاء ا صلی این سی ستم به شرح ذیل می با شد: دو عدد میکروکنترلرAVR چهل پایه، رگولاتور، دو عدد کریستال، مدار مجتمع MAX 232، فر ستنده – گیرنده فرو سرخ در داخل محفظه و در دو طرف فن (برای شمارش تعداد دور پره های فن)، اپتوکوپلر(ترویج گر نوری)، ترایاک BT136 ، آداپتور نه ولتی.

محاسبه سرعت فن از طریق دو حسگر فرستنده و گیرنده فرو سرخ انجام می شود. این حسگرها در دو طرف فن (در قسمت جلو و پشت پره های فن) روبروی یکدیگر قرار می گیرند. هر کدام از پره ها که از جلوی حسگر ها رد می شوند باعث می شود که ارتباط این حسگرها قطع شود. بدیهی ا ست، در هر دور فن تعداد دفعاتی که ارتباط حسگرها قطع می شود برابر با تعداد پره های فن ا ست. فن مورد آزمایش دارای ۶ پره می با شد و هر شش بار عبور پره ها از جلوی فن برابر با یک دور فن می با شد. دور بر دقیقه فن از محا سبه زمان بین دو پالس متوالی به دست می آید.

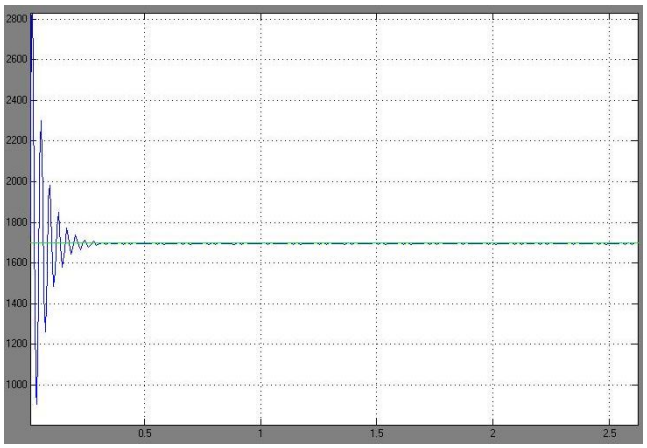
به منظور انجام آزمایش های عملی، یک برنامه نرم افزاری با استفاده از زبان برنامه نویسی Basic 6 Visual نوشته شد. این برنامه به صورت بسته نرم افزاری قابل نصب بر روی رایانه است. برنامه نویسی میکروکنترلر با زبان C و کامپایلر CodeVisionAVR می باشد که توسط پروگرامر در حافظه ROM میکروکنترلر ذخیره شد (باقری، ۱۳۸۵).

نتایج و بحث

الف- نتایج حاصل از شبیه سازی رایانه ای

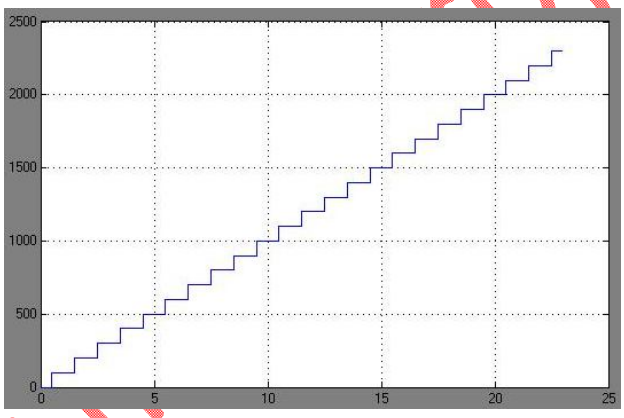
همانطور که در شکل۳ ملاحظه می شود، گرافی از ورودی منفرد rpm ۱۷۰۰ با خط صاف نشان داده شده است. این حالت در مواقعی اتفاق می افتد که توسط کنترلر یا به طور دستی تنها یک ورودی مورد نظر فرمان داده شود با استفاده از شبیه سازی MATLAB ملاحظه شد که پاسخ سیستم به صورت گراف دیگر خواهد بود. به عبارت دیگر دور فن حول مقدار مطلوب نوسان می نماید تا اینکه در نهایت به دور مطلوب نزدیک تر می شود. این نوسانات را می توان ناشی از ممان اینرسی قطبی سیستم و یا تأثیر خاصیت القایی سیم پیچ فن و نیز اثر اصطکاک های احتمالی دانست.

www.matlabproject.ir

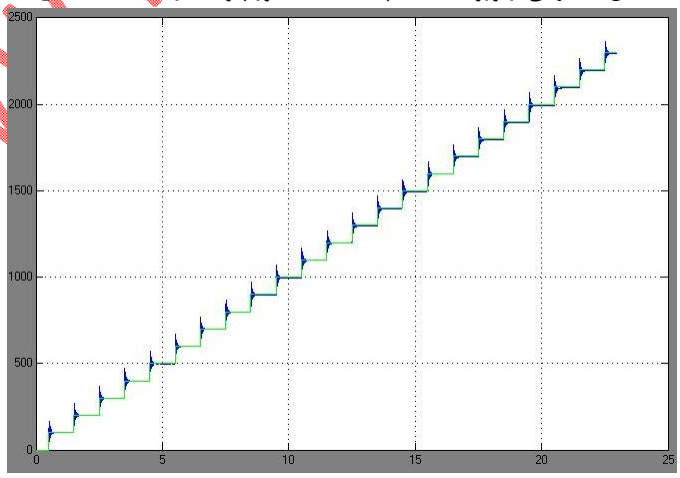


شکل۳- گراف ورودی منفرد ۱۷۰۰ rpm و نتیجه شبیه سازی آن

در شکل ۴ گرافی از ورودی های چند حالته به طور پیوسته نشان داده شده است این وضعیت زمانی مورد استفاده قرار می گیرد که کنترلر تصمیم به تغییر دور فن گرفته و فرمان مربوط را صادر نماید. در این هنگام که فن خود را با دور مطلوب قبلی هماهنگ نموده ناگهان دور مطلوب جدیدی را فرمان می گیرد. به وسیله این نوع ورودی می توان پاسخ سیستم را تقریباً در حالت دینامیکی درک کرد. همانطور که در شکل ۵ و۶ دیده می شود پاسخ سیستم نسبت به تغییر ناگهانی بسیار مطلوب است و سیستم بلافاصله خود را با دور مطلوب تطبیق می نماید.

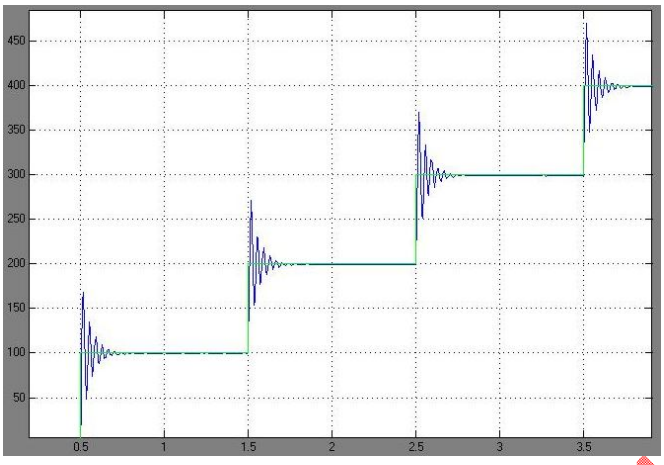


شکل۴- گرافی از ورودی های چند حالته به طور پیوسته از ۰ تا ۲۳۰۰rpm



شکل۵ – گرافی از ورودی های چند حالته به طور پیوسته از ۰ تا ۲۳۰۰ rpm و نتیجه شبیه سازی آنها

www.project.ir



شکل۶ – گرافی از ورودی های چند حالته به طور پیوسته از ۰ تا ۲۳۰۰ rpm و نتیجه شبیه سازی آن ها

ب- نتایج حاصل از آزمون عملی سیستم کنترل خودکار

به منظور بررسی مدل شبیه سازی شده برای کنترلر دور فن، آزمایشی انجام شد. در این آزمایش با استفاده از نرم افزار نوشته شده برای کنترل دور، دورهای متفاوتی به سیستم اعمال شد (دور اسمی فن). سپس برای اطمینان از حصول تامین دور مطلوب، پس از چند ثانیه دور واقعی که فن توانسته تامین کند از برنامه کنترلرخوانده شد (دور واقعی فن). دور اسمی فن از ۰–۲۳۰۰ دور در دقیقه می باشد. جدول۱ نتایج حاصل از اندازه گیری دور موتور را با استفاده از مدل شبیه سازی شده و آزمایش عملی نشان می دهد.

جدول۱– نتایج حاصل از اندازه گیری دور موتور با استفاده از مدل شبیه سازی و آزمایش عملی

دور شبیه سازی شده فن(rpm)	دور واقعی فن(rpm)	دور اسمی فن(rpm)	دور شبیه سازی شده فن(rpm)	دور واقعی فن (rpm)	دور اسمی فن (rpm)
۱۱۹۷	۱۱۹۶	۱۲۰۰	۰	۰	۰
۱۲۹۹	۱۲۸۱	۱۳۰۰	۹۹/۹۴	۱۰۲	۱۰۰
۱۴۰۰	۱۴۰۷	۱۴۰۰	۱۹۹/۹	۲۰۷	۲۰۰
۱۴۹۶	۱۴۸۸	۱۵۰۰	۲۹۹/۶	۳۰۵	۳۰۰
۱۶۰۰	۱۶۱۰	۱۶۰۰	۳۹۸/۸	۴۰۰	۴۰۰
۱۷۰۰	۱۷۱۷	۱۷۰۰	۴۹۹/۹	۵۱۶	۵۰۰
۱۷۹۹	۱۷۹۵	۱۸۰۰	۵۹۶/۹	۶۰۲	۶۰۰
۱۸۹۹	۱۸۸۲	۱۹۰۰	۶۹۷/۷	۶۸۹	۷۰۰
۱۹۹۹	۲۰۰۳	۲۰۰۰	۷۹۶/۷	۷۹۳	۸۰۰
۲۰۹۹	۲۰۸۳	۲۱۰۰	۸۹۶/۲	۹۰۲	۹۰۰
۲۱۹۸	۲۱۷۰	۲۲۰۰	۹۹۵/۹	۹۹۴	۱۰۰۰
۲۲۹۸	۲۲۹۷	۲۳۰۰	۱۰۹۶	۱۰۹۳	۱۱۰۰

نتیجه گیری

به منظور ارزیابی مدل شبیه سازی شده با آزمایش عملی، آزمون نمونه های جفتی با توزیع t-student با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد. نتایج حاصل از آزمون نشان داد که:

- بین دور اسمی فن و دور واقعی آن، در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری وجود ندارد.
- بین دور اسمی فن و دور شبیه سازی شده، در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری وجود ندارد.
- بین دور واقعی فن و دور شبیه سازی شده، در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری وجود ندارد.

در پایان می توان گفت استفاده از مدل شبیه سازی برای بررسی سیستم کنترل خشک کن خورشیدی، ارزیابی روشهای مختلف کنترل، تحلیل پاسخها و بهینه سازی سیستم امکان پذیر است.

www.matlabproject.ir

همان طور که نتایج حاصل از آزمون ها نشان می دهد، استفاده از مدل شبیه سازی برای ارزیابی سیستم کنترل خودکار دور فن خشک کن، بسیار مناسب بوده و هم چنین می توان از مدل شبیه سازی شده برای بررسی روش های مختلف کنترل و ارزیابی هر کدام از آن ها، تحلیل پاسخ ها و بهینه سازی سیستم به کار روند.

منابع

۱. باقری، ن. ۱۳۸۵. پایان نامه کارشناسی ارشد. طراحی، ساخت و ارزیابی سیستم کنترل خودکار دور فن به منظور بهینه سازی بازده انرژی در خشک کن های خورشیدی همرفت اجباری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران.

۲. دیانی، م. ۱۳۸۱. مهندسی کنترل. چاپ سوم، موسسه علمی فرهنگی نص. ۹۴۴ صفحه.

3. Bruce D. M and N. J. B Mcfarlane. 1992. Control of mixed - flow grain dryers: Testing of a Feedback - plus - feed forward Algorithm. Journal of Agricultural Engineering Research, 52: 11-23.

4. Bruce D.M and N.J.B Mcfarlane. 1993. Control of mixed - flow grain dryers: An Improved Feed back-plus-feed forward Algorithm. Journal of Agricultural Engineering Research, 56 (3): 225-238.

5. Didriksen, H. 2001 Model based predictive control of a rotary dryer Chemical Engineering Journal. 86(1-2): 53-60.

6.Gates, R. S., K. Chao and N. Sigramis. 1999. Fuzzy control simulation of plant and animal environments. ASAE Paper No. 993196.

7. Pérez-Correa J.R. Cubillos F, Zavala E., Shene C and Alvarez P.I..1998. Dynamic simulation and control of direct rotary dryers. Food Control 9(4): 195-203.

8. Qiang Liu and F.W. Bakker-Arkema. 2001. A Model-predictive controller for grain drying. Journal of Food engineering, 49(4): 321-326.

9. Ryniecki A. and Nellist M.E. 1990. Optimization of control systems for near-ambient grain drying: Part 2, the optimizing simulations. Journal of Agricultural Engineering Research. Vol 48:19-35.

10. Smitabhindua R., Janjaib S.and Chankong V. 2007. Optimization of a solar-assisted drying system for drying bananas. Renewable Energy 33(7): 1523-1531.

11. Srzednicki G. S., Ruili Houa A. and Driscoll R.H. 2005. Development of a control system for in-store drying of paddy in Northeast China. Journal of Food Engineering , 77(2): 368-377.

12. Stefanoviand Milan, M. Staki B.2000. Simulation of a computer-controlled dehydrator Computers and Electronics in Agriculture 29(1-2): 161-178.

13.Temple.S.J. and A.J.B Van Boxtel. 2001. Control of fluid bed tea dryer: design of controller and tuning. Computers and Electronics in Agriculture, 26(2): 159-170.

www.matlabproject.ir