



مدل سازی میزان رشد گیاه خیار گلخانه ای با استفاده از بررسی تغییرات همگونی بافت تصویر

کیوان آصف پور و کیلیان^{۱*}، جعفر مساح^۲، حامد ابراهیم زاده^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه فنی کشاورزی دانشگاه تهران، ۲- دانشیار گروه فنی کشاورزی دانشگاه تهران، ۳- دانشجوی

کارشناسی ارشد اصلاح گیاهان باغبانی دانشگاه تهران

* keyvan.asefpour@ut.ac.ir

چکیده

امروزه استفاده از تکنیک‌هایی مانند ماشین‌بینایی و پردازش تصویر جایگاه مهمی در کشاورزی دقیق دارند. استخراج بردار ویژگی با استفاده از بافت تصویر، به عنوان یکی از ارکان علم پردازش تصویر به شمار می‌رود. همگونی یکی از خصوصیات مهم بافتی تصاویر است که به صورت شاخص میزان توزیع سطح خاکستری Grey-level برای یک پیکسل نسبت به پیکسل‌های مجاور تعریف می‌شود. در این مقاله، نتایج حاصل از اندازه‌گیری بردار همگونی بافت برگ گیاه خیار گلخانه‌ای (*Cucumis Sativus*) در یک دوره آزمایش از طول مدت رشد به وسیله یک سیستم پردازش تصویر رایانه‌ای ارائه شد. هدف از انجام این تحقیق، ارائه یک مدل برای تعیین دقیق میزان رشد گیاه خیار با استفاده از سیستم ماشین-بینایی بود. در بررسی برگ‌های نمونه که از گلخانه هیدروپونیک خیار به آزمایشگاه منتقل گردید، مشاهده شد که مقدار شاخص همگونی استخراج شده به میزان رشد گیاه بستگی دارد. نتایج نشان داد که برگ‌های مربوط به گیاهان با سن بیشتر، نسبت به برگ‌های مربوط به گیاهان با سن کمتر، دارای شاخص همگونی کمتر بودند. همچنین رابطه میان سن گیاه (بر حسب روز) و میزان شاخص همگونی مدل‌سازی شد. واژگان کلیدی: پردازش تصویر، میزان رشد گیاه خیار، گلخانه، مدل‌سازی، همگونی.

مقدمه

پیشرفت تکنولوژی در حیطه پردازش تصویر، گستره وسیعی از کاربردهای ماشینی‌بینایی را در کشاورزی گشوده و توسعه نرم‌افزارهای ویژه باعث افزایش قابلیت کاربرد تکنیک پردازش تصویر برای بازرسی میوه‌ها و محصولات کشاورزی به ویژه در زمینه کنترل کیفیت و دسته‌بندی آنها شده‌است. استخراج بردار ویژگی با استفاده از بافت تصویر، به عنوان یکی از ارکان علم پردازش تصویر به شمار می‌رود. به‌طور کلی بافت تصاویر را می‌توان بصورت یک تابع از تغییرات مکانی شدت روشنایی پیکسل‌ها تعریف نمود. خصوصیات بافت، میزان تغییرات هر سطح مانند همواری، نرمی، زبری و منظم بودن رنگ‌های تشکیل‌دهنده آن را اندازه‌گیری می‌کنند. اغلب روش‌های تحلیل بافت را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود:

- روش‌های آماری: اطلاعات مربوط به بافت که از خصوصیات آماری پیکسل‌ها استخراج می‌شود.



- روش های ساختاری: بافت بر اساس ترکیبی از ساختارهای اولیه که براساس قوانینی تعریف شده اند شناخته می شود، مانند استفاده از فیلترهای آشکارساز خط.
- روش های تبدیلی: در این روش، تصویر به شکل جدیدی تبدیل می گردد؛ به طوری که بافت در این فضای جدید به آسانی قابل تشخیص باشد، مانند مدل های گابور.

ژنگ و همکاران (Zheng *et al.*, 2006) با استفاده از سیستم ماشین بینایی، ۲۱ مشخصه آماری برای تعیین بافت میوه ها در نظر گرفتند. هر بافت بر اساس ماتریس های توابع چگالی احتمال برای تعیین پارامترهای مختلف تعریف شد. یوشادا و همکاران (Ushada *et al.*, 2007) نتیجه گرفتند برای تشخیص سلامتی گیاهان با استفاده از سیستم ماشین بینایی و شبکه عصبی مصنوعی (ANN)؛ سه پارامتر انرژی، کنتراست و همگونی جهت تعیین بافت تاج پوششی گیاهان مفید است. استوری و همکاران (Story *et al.*, 2010) یک سیستم بر پایه ماشین بینایی طراحی کردند که برای تشخیص زودهنگام کمبود کلسیم در محیط کنترل شده برای کاهو صورت گرفت. آنها از میزان روشنایی تصویر برای تعیین میزان انرژی تصویر استفاده کردند. پنج پارامتر سطح تاج پوششی گیاه، آنتروپی (شاخص یک دست بودن رنگ برگها)، انرژی (شاخص تیرگی و یا روشنی سطح برگ)، همگونی (شاخص میزان توزیع سطح خاکستری Grey-level برای یک پیکسل نسبت به پیکسل های مجاور) و کنتراست (شاخص اختلاف شدت فروزندی بین اجزا مختلف تصویر) برای تعیین وضعیت گیاه مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که با استفاده از سیستم ماشین بینایی، تشخیص کمبود کلسیم مورد نیاز گیاه، یک روز سریعتر از تکنیک مشاهده توسط کشاورز صورت پذیرفت. این آزمایشات به وسیله انتقال گیاهان کنترل شده و تیمار شده از گلخانه به محفظه آزمایش انجام شد.

هدف از انجام این تحقیق، ارائه یک مدل برای تعیین دقیق میزان رشد گیاه خیار به روش غیرتماسی و خودکار با استفاده از سیستم آزمایشگاهی ماشین بینایی رایانه ای بود. این روش، مقدمه ای بر شیوه نوین تعیین میزان رشد گیاه موردنظر در طول مدت رشد در مقایسه با میزان رشد بهینه همان گیاه می باشد. در نتیجه می توان از وضعیت سلامت گیاه مطلع شد و در صورت لزوم نوبت های کوددهی و میزان کود را برای دستیابی به حداکثر بازده، اصلاح کرد.

مواد و روش ها

۱) شرایط گلخانه برای رشد خیار گلخانه ای:

بذور خیار برای جذب آب به مدت ۴۸ ساعت در آب مقطر خیسانده شدند و سپس در داخل پشم شیشه ای ضد عفونی شده با محلول قارچ کش قرار داده شدند. گیاهچه ها پس از رشد مناسب و در مرحله دو برگگی به بسترهای کشت اصلی که در آنها از روش آبکشت باز استفاده شده بود، منتقل شدند. در زمان رشد و نمو گیاهان، عملیات مورد نیاز مرحله داشت از جمله تزریق مواد غذایی، سمپاشی، تنظیم نور و دما و ... در زمان های مناسب انجام گرفت. در مراحل اولیه رشد، محلول غذایی هر هفته یک بار و در مراحل رشد و نمو گیاه هر سه روز یک بار تعویض می شد. سه ردیف کشت در منطقه تقریبی وسط گلخانه و از هر ردیف ۲۰ گیاه به صورت تصادفی برای داده گیری در نظر گرفته شد. در طول مدت سه ماهه انجام آزمایش که یک ماه پس از مرحله دو برگگی شدن گیاه آغاز گردید، هر پنج روز یکبار در ساعت ۱۲ ظهر پنج برگ به صورت تصادفی از هر گیاه چیده شده و به آزمایشگاه منتقل شد. در مدت آزمایش، دما در ۲۵ درجه سانتیگراد برای روز (۱۴ ساعت) و ۲۰ درجه سانتیگراد برای شب (۱۰ ساعت) تنظیم شد.



۲) ثبت تصاویر از برگ ها:

در هر نوبت داده گیری، ۳۰۰ برگ گیاه به آزمایشگاه منتقل شد. آزمایشگاه شامل یک اتاقک کاملا تاریک بود و تصاویر از برگ ها به وسیله یک عدد دوربین رنگی دیجیتال (Lifecam, VX-3000, Microsoft, USA) گرفته و ثبت شدند. برای نورپردازی نیز از ماژول نوری شامل ۲۰۰ عدد LED سفید مهتابی با زاویه دید ۷۰ درجه استفاده شد. ماژول نوری در پشت دوربین و رو به سطح برگ قرار داده شد. فاصله لنز دوربین با برگ های خیار به اندازه 25 ± 3 سانتیمتر در نظر گرفته شد. از هر برگ دو تصویر در یک زمان و از یک موقعیت گرفته شد. همچنین دو تصویر دیگر نیز از سطح دیگر برگ گرفته شد. سپس میانگین تصاویر از نظر مقدار رنگ RGB به کمک برنامه نوشته شده در نرم افزار MathWorks MATLAB R2010b محاسبه شده و به صورت یک عکس اصلی برای پردازش آماده شد. در نتیجه تصاویر ثبت شده با دوربین دیجیتالی دارای کیفیت مناسب و کمترین تاثیر نویزها بودند.

۳) پردازش تصویر و ایجاد الگوی مناسب برای تحلیل:

تصاویر ثبت شده به کامپیوتر منتقل شد و به وسیله برنامه نوشته شده در نرم افزار MATLAB Image Processing Toolbox پردازش شد. از تصویر موجود، منطقه مورد نیاز که شامل برگ های گیاه خیار بود، به روش تفکیک کردن (Image segmentation Process) از پس زمینه استخراج شد. سپس ماتریس پیشامد مشترک سطح خاکستری (GLCM) برای تعیین همبستگی ارزش پیکسل های تشکیل دهنده بافت مورد استفاده قرار گرفت (Jain et al., 1995). از آنجا که بافت تصویر نسبت به راستای انتخابی مستقل است، چهار ماتریس مختلف برای زوایای ۰، ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ درجه محاسبه شد. هر ماتریس بر اساس توابع چگالی احتمال برای تعیین پارامتر همگونی بافت در نظر گرفته شد (Zheng et al., 2006; Ushada et al., 2007).

نتایج و بحث

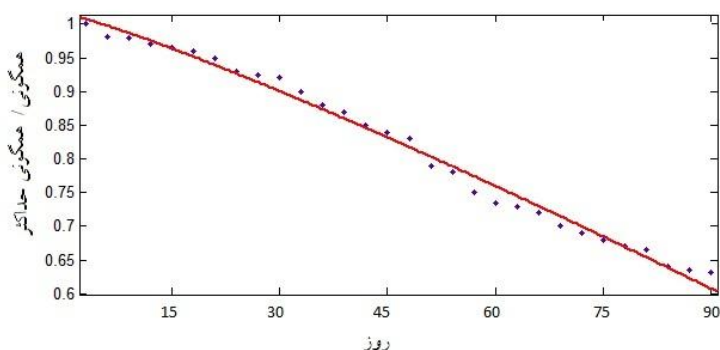
در طول مدت آزمایش، دمای میانگین روز، دمای میانگین شب، رطوبت نسبی در روز و رطوبت نسبی در شب به ترتیب $28 \pm 3/1$ درجه سانتیگراد، $21/1 \pm 2/6$ درجه سانتیگراد، $61/9\%$ و $62/0 \pm 9/2\%$ بود. میانگین مقدار کربن دی اکسید $415 \pm 22/0$ ppm بود.

نمودار ۱ تغییرات خصوصیت همگونی استخراج شده از برگ ها را نسبت به زمان نشان می دهد. برگ گیاهان با سن بیشتر دارای سطوح مختلفی از رنگ سبز بود، در حالی که برگ گیاهان جوانتر دارای رنگ تقریبا یک دست بود. در نتیجه مقدار همگونی برگ گیاهان با سن بیشتر دارای همگونی کمتری نسبت به برگ گیاهان با سن کمتر بود. با بررسی روند تغییر میزان همگونی در طول دوره سه ماهه رشد، این روند با رابطه توانی زیر برازش شد ($R^2=0.97$):

$$\frac{\text{همگونی}}{\text{همگونی حداکثر}} = -0.008 (\text{روز})^{1.152} + 1.015$$

مقدار همگونی حداکثر، در اولین مرحله داده گیری به دست می آید. با استفاده از رابطه فوق و قرار دادن مقدار "روز" و محاسبه همگونی و مقایسه آن با مقدار همگونی به دست آمده از پردازش تصویر، می توان از نحوه رشد و وضعیت سلامت گیاه مطلع شد و در صورت لزوم نوبت های کوددهی و میزان کود را برای دستیابی به حداکثر بازده، اصلاح کرد.

۱۱ و ۱۲ اسفندماه ۱۳۹۰ دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان دانشکده کشاورزی



نمودار ۱. تغییرات خصوصیت همگونی استخراج شده از برگها نسبت به زمان برای ردیف کشت

نتیجه گیری کلی

در این تحقیق خصوصیت بافت برگ گیاه خیار شامل همگونی برای تعیین وضعیت کلی رشد استخراج شد. نتایج نشان داد که مقدار شاخص همگونی به میزان رشد گیاه وابسته است. برگ گیاهان با سن بیشتر دارای سطوح مختلفی از رنگ سبز بود، در حالی که برگ گیاهان جوانتر دارای رنگ تقریباً یکدست بود. در نتیجه مقدار همگونی برگ گیاهان با سن بیشتر دارای همگونی کمتری نسبت به برگ گیاهان با سن کمتر بود. همچنین رابطه میان سن گیاه (بر حسب روز) و میزان شاخص همگونی مدل سازی شد.

منابع

1. Zheng C, Sun DW, Zheng L. 2006. Recent applications of image texture for evaluation of food qualities - a review. Trends in Food Science and Technology, 17: 113–128.
2. Ushada D, Murase H, Fukuda H. 2007. Non-destructive sensing and its inverse model for canopy parameters using texture analysis and artificial neural network. Computers and Electronics in Agriculture, 57: 149–165.
3. Story D, Kacira M, Kubota C, Akoglu A, An L. 2010. Lettuce calcium deficiency detection with machine vision computed plant features in controlled environments. Computers and Electronics in Agriculture, 74: 238–243.
4. Jain R, Kasturi R, Schunck BG. 1995. Machine Vision, McGraw-Hill, pp: 234–239.

Modeling of greenhouse cucumber grow-scale with Homogeneity changes of image Keyvan Asefpour Vakilian^{*1}, Jafar Massah², Hamed Ebrahimzadeh³

1 M.Sc. Student, Department of Agrotechnology, University of Tehran, Tehran, Iran

2 Associate Professor, Department of Agrotechnology, University of Tehran, Tehran, Iran



3 M.Sc. Student, Horticultural plant breeding, University of Tehran, Tehran, Iran

* keyvan.asefpour@ut.ac.ir

Abstract:

Nowadays Machine-vision and Image Processing are important techniques in Precision Agriculture. Trait vector extraction using image textures is one of the principles of image processing. Homogeneity (one of the textural features of image) is the determination of the related gray-level pixel distribution amongst the surrounding pixels in the image. In this article, results of measurement of Homogeneity for cucumber leaves' with a computer image processing method in an experiment were presented. The objective of the current study was Cucumber grow-scale modeling with machine-vision. The leaf samples were transported to the laboratory from hydroponic greenhouse. The value of homogeneity feature of older plant leaves' was lower than homogeneity feature of younger plants. Finally the relationship between the age of plant (in days) and the homogeneity feature was modeled.

Keywords: Cucumber grow-scale, Greenhouse, Homogeneity, Image Processing, Modeling.