

طراحی الگوریتم بینایی رایانه‌ای برای تشخیص فلفل دلمه جهت برداشت روباتیک در شرایط نور طبیعی

علی مقیمی^۱ - محمدحسین آق‌خانی^۲ - محمودرضا گلزاریان^{۳*}

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۲۱

چکیده

در سال‌های اخیر، اتوماسیون در بخش کشاورزی به‌خصوص کشت گلخانه‌ای بیش از پیش مورد توجه محققین و همچنین استقبال تولیدکنندگان قرار گرفته است. دلیل اصلی این مسئله کاهش هزینه‌های تولید به‌ویژه هزینه نیروی انسانی و شرایط سخت کاری در فضای گلخانه می‌باشد. در این پژوهش سامانه بینایی یک روبات برای برداشت فلفل دلمه ارائه می‌شود که قادر به تشخیص فلفل دلمه‌ای سبز رنگ روی بوته در شرایط نور طبیعی می‌باشد. چالش بزرگ پیش روی این تحقیق و برخی محصولات دیگر، مشابهت رنگ محصول با برگ‌ها به‌خصوص در شرایط نور طبیعی بود. برای غلبه بر این چالش، یک شاخص جدید بافتی بر پایه تخمین چگالی لبه تعریف و در ترکیب با شاخص‌های رنگی شامل رنگمایه، شدت اشباع رنگی و سبزیگی تشدید شده (EGI) برای شناسایی میوه‌های مورد نظر استفاده شد. برای ارزیابی سامانه نرم‌افزاری روبات، از بوته‌های مختلف ۵۰ تصویر تهیه و از مجموع ۱۰۷ فلفل دلمه موجود در فضای کاری بازوی روبات سامانه قادر به تشخیص ۹۲ عدد از آن‌ها (دقت تشخیص ۸۶٪) بود. با استفاده از پارامتر تعریف شده بافتی، خطای سامانه در شناسایی پس‌زمینه مخصوصاً برگ‌ها به‌عنوان فلفل دلمه‌های سبز به‌میزان ۹۲/۹۸ درصد کمتر از آنالیز صرفاً رنگی شد، که نشان از مؤثر بودن شیوه تعریف شده جدید در این پژوهش دارد. از مهم‌ترین عوامل بروز خطا، علاوه بر تشابه رنگی میان فلفل دلمه و برگ، می‌توان به سطح براق و ناصاف فلفل دلمه اشاره نمود که به‌ترتیب باعث بازتابش زیاد و ناهمگنی روشنایی روی سطح فلفل دلمه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: برداشت خودکار، بینایی رایانه‌ای، پردازش تصویر، روبات، شاخص بافت تصویر

مقدمه

گرفته است. این محصول سرشار از ویتامین‌های مختلف از جمله A، B6، C، K و همچنین مواد معدنی مانند فسفر، کلسیم و منیزیم می‌باشد.

از سوی دیگر تغییر در برنامه غذایی مردم و گرایش بیشتر به غذاهای آماده^۴ و رژیم غذایی سبزیجات که فلفل دلمه یکی از مواد لازم برای تهیه آن‌ها می‌باشد نیز باعث رشد مصرف و تولید آن شده است.

لذا با توجه به تقاضای روز افزون و امکان تولید فلفل دلمه در گلخانه و در شرایط اقلیمی متفاوت، تولیدکنندگان بیشتر تمایل به تولید این محصول را پیدا نمودند. طبق آمار سازمان کشاورزی آمریکا^۵ تولید این محصول در جهان از حدود ۱۰۰۰۰۰۰ تن در سال ۱۹۹۰ به حدود ۲۶۰۰۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۷ رسیده است. البته آمار دقیقی از میزان تولید و مصرف این محصول در داخل کشور وجود ندارد.

از طرف دیگر، همچنان تولیدکنندگان با محدودیت‌هایی در تولید محصولات گلخانه‌ای به‌خصوص محصولاتی مانند فلفل دلمه و

در سال‌های اخیر به‌دلیل محدودیت‌های منابع و تقاضاهای خارج فصل، تولید و مصرف محصولات گلخانه‌ای رشد چشمگیری داشته است. کاهش هزینه‌های تولید به‌ویژه هزینه نیروی انسانی از یک سو و شرایط سخت کاری در فضای گلخانه توسعه تجهیزات خودکار در صنعت گلخانه را توجیه‌پذیر کرده است. استفاده از روبات‌ها در این صنعت به لحاظ محیط کاری و شرایط نسبتاً مناسب مورد توجه محققین از یک سو و مورد استقبال تولیدکنندگان از سوی دیگر می‌باشد. این تحقیق تلاشی در خصوص استفاده از روبات برای برداشت محصول فلفل دلمه‌ای است.

محصول فلفل دلمه در سال‌های اخیر در خارج از کشور و تا حد زیادی در داخل کشور مورد توجه تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان قرار

۱- دانشجوی دکتری مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲ و ۳- دانشیار و استادیار گروه مهندسی بیوسیستم و اعضای مرکز پژوهشی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
* - نویسنده مسئول: (Email: m.golzarian@um.ac.ir)

4- Fast food

5- United state department of agriculture (USDA)