طراحی سیستم نورپردازی مناسب برای مواد غذایی نیمه شفاف با استفاده از توصیف‌گرهای ماتریس هم–وقوعی

سهامه شفیعی[۱]، سعید مینایی[۲]، نصرالله مقدم چرکری[۳]، محسن برزگر[۴]

۱- دانشجوی دکتر مکانیک ماشین‌های کشاورزی- دانشگاه تربیت مدرس، ص پ ۱۱۱-۱۴۱۵
s.shafiee80@gmail.com

۲- دانشیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی- دانشگاه تربیت مدرس

۳- استادیار گروه کامپیوتر- دانشگاه تربیت مدرس

۴- دانشیار گروه صنایع غذایی- دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

طراحی یک سامانه ماشین بینایی بایستی به‌گونه‌ای باشد که کمترین عملیات پردازش تصویر را در پی داشته باشد. در این راستا نخستین گام انتخاب یک سیستم نورپردازی مناسب است. در این پژوهش روش‌های مختلف نورپردازی در ماشین بینایی برای مواد غذایی نیمه شفاف و نیمه جامد بررسی گردید (نمونه مورد آزمایش عسل بوده است). چهار روش نورپردازی که عمدتا در ماشین بینایی استفاده می‌شوند به‌کار برده شد شامل: نورپردازی از زیر، نورپردازی زمینه تیره (دارک فیلد ۹۰ درجه و دارک فیلد ۴۵ درجه)، نورپردازی زمینه روشن، و نورپردازی پخش شده. انتخاب بهترین روش نورپردازی با استفاده از محاسبه توصیف‌گرهای ماتریس هم–وقوعی شامل انرژی، تباین، همگنی و همبستگی انجام شد. نتایج نشان داد که دو نوع نورپردازی زمینه تیره و زمینه روشن، برای مایعات نیمه شفاف به‌دلیل ایجاد انعکاس و در نتیجه تولید یک سطح با شدت غیریکنواخت مناسب نمی‌باشند. نورپردازی پخش شده و نورپردازی از زیر تصاویری تولید کردند که توصیف‌گرهای ماتریس هم–وقوعی آن‌ها به‌ترتیب برای انرژی، همگنی و کنتراست عبارت‌اند از ۱، ۱، ۰، و مقدار همبستگی نیز تعریف نشده است. نورپردازی پخش شده، یک محفظه با نوردهی بسیارخوب ایجاد می‌کند اما در کناره‌های ظرف حاوی نمونه مقداری انعکاس دیده می‌شود. نورپردازی از زیر یک سطح کاملا یکنواخت و بدون هیچ‌گونه انعکاس تولید می‌کند. بنابراین در زمان نیاز به تولید شدت یکنواخت در کل سطح نمونه بهتر است از این روش استفاده شود.

کلمات کلیدی: بافت محصول، سیستم نورپردازی، ماتریس هم- وقوعی، ماشین بینایی

مقدمه

اجرای پردازش‌های سطح پایین تصاویر ضروری‌ترین و اولین مرحله در هر کاربردی از ماشین بینایی است که به نورپردازی مناسب در محیط کار نیاز دارد. انتخاب و جای‌گذاری دوربین‌ها و منابع نور یکی از مهم‌ترین مراحل در ایجاد یک سامانه ماشین بینایی موفق است چون گرفتن تصویری با کیفیت بالا تا حد زیادی الگوریتم‌های بینایی را ساده نموده و قابلیت اطمینان آن‌ها را بهبود می‌بخشد (Cowan *et al*, 1992). پردازش‌های سطح پایین در پردازش تصویر مانند قطعه‌بندی، اولین مرحله‌ی کاربرد ماشین بینایی هستند. این پردازش‌ها روی تصاویر مقیاس خاکستری و تحت شرایط نوری مختلف، به صورت‌های متفاوتی انجام می‌شود، به دو روش می‌توان این وضعیت را بهبود بخشید: ۱) مقاوم ساختن پردازش‌های سطح پایین نسبت به تغییرات نورپردازی ۲) داشتن یک نورپردازی کنترل شده با استفاده از منابع نور خارجی. در کاربردهایی که سرعت کار مهم است استفاده از روش دوم بهتر است. نورپردازی خوب و یکنواخت بسیار حایز اهمیت است. نورپردازی غیریکنواخت می‌تواند باعث ایجاد خطا در طبقه‌بندی شود (Cowan *et al*, 1991; Haralik, 1995). چهار اصل مهم برای روشنایی در ماشین بینایی وجود دارد که عبارتند از:

۱- هندسه: رابطه سه بعدی بین نمونه، نور و دوربین.

۲- ساختار یا الگو: شکل نوری که به سمت نمونه هدایت می‌شود.

۳- رنگ یا طول موج: نور بوسیله نمونه و زمینه آن چگونه جذب یا منعکس می‌شود.

۴- فیلترها: که برخی طول موج‌ها یا مسیرهای نوری را عبور داده و یا مسدود می‌کنند.

تباین[1] موثر با استفاده از هندسه‌ای شامل حرکت نمونه، نور یا دوربین تا زمان رسیدن به تشخیص درست تغییر می‌کند. برای مثال یک نور حلقوی هم محور با دوربین (نوری که در اطراف دوربین نصب شده است) انعکاسی در سطوح شفاف ایجاد می‌کند که با حرکت دادن ساده‌ی نور به خارج از محور نقاط انعکاسی نیز به خارج از دید دوربین هدایت می‌شوند. در این زمینه تاکنون پژوهش‌هایی انجام شده است.کوان و همکاران روشی برای تعیین مکان دوربین و منبع نور به‌صورت خودکار ارائه نمودند (Cowan *et al*, 1991). لی وهمکاران یک روش برنامه‌ریزی ریاضی را برای تعیین موقعییت بهینه حسگر و منبع نور به‌کار بردند (Haralik, 1995)، ایشان موقعیت بهینه دوربین را مکانی تعریف کردند که در آن تصاویر تولیدی کمترین تغییرات را در اندازه‌گیری‌های مدنظر داشته باشد. منابع نوری که هم اکنون در ماشین بینایی استفاده می‌شوند عبارتند از: لامپ‌های فلورسنت، جیوه، قوس زنون، لامپ‌های سدیم فشار بالا، فیبرهای نوری کوارتز- هالوژن و دیودهای نورافشان یا LED. لامپ‌های فلورسنت، کوارتز-هالوژن و LED انواع سیستم‌های روشنایی هستند که درماشین بینایی به‌ویژه برای ارزیابی درمقیاس کوچک تا متوسط به‌کار می‌روند،

[1] contrast

درحالی‌که لامپ‌های بخار جیوه ،لامپ‌های زنون و سدیم در کاربردهای مقیاس بالا یا جاهایی که به منبع نور خیلی روشن نیاز است استفاده می‌شوند. در سال‌های اخیر تکنولوژی LED در پایداری، شدت روشنایی و کم هزینه بودن بهبود یافته است، و سیستم‌های روشنایی بر اساس دیودهای نورافشان ارزان‌تر و رایج‌تر شده‌اند. این لامپ‌ها مصرف انرژی کمی دارند و گرمای کمتری تولید می‌کنند. در پژوهش حاضر نیز لامپ‌های LED به‌کار شد. روش‌های نورپردازی مورد استفاده در ماشین بینایی عبارتند از:

۱- نورپردازی از زیر[1]

۲- نورپردازی پخش شده[2]

۳- زمینه روشن[3]

۴- زمینه تیره[4]

نورپردازی از زیر یک کنتراست ثابت ایجاد می‌کند و معمول‌ترین کاربرد آن تشخیص وجود یا عدم وجود سوراخ و درز، محل یا جهت قطعات و نیز برای اندازه‌گیری اشیا است. نورپردازی پخش شده اغلب روی نمونه‌های براق یا صیقلی یا نمونه‌های با انعکاس پیچیده به‌کار می‌رود ولی به یک نور چند جهتی نیاز است. نورپردازی زمینه روشن، روش نورپردازی است که بسیار شبیه به نورپردازی است معمول روزانه، مانند نور خورشید است. این نوع نورپردازی که "جهتی" است انتخابی مناسب برای ایجاد تباین و به‌دست آوردن جزییات توپوگرافی نمونه است. نورپردازی زمینه تیره را ما هر روزه در زندگی خود استفاده می‌کنیم. کاربرد مؤثر نورپردازی زمینه تیره به این دلیل است که بیشتر نور برخوردی را که باعث ایجاد نقاط سفید می‌شود به خارج از دید دوربین می‌برد. جنبه مهم دیگر نورپردازی زمینه تیره، انعطاف‌پذیری آن است. در این پژوهش بهترین روش نورپردازی از میان روش‌های نورپردازی ذکر شده برای مواد غذایی نیمه شفاف و نیمه جامد (نمونه مورد آزمون عسل) انتخاب شد. در این تحقیق برای نخستین بار در جهان از تحلیل بافت تصویر برای انتخاب بهترین روش نورپردازی استفاده شد.

مواد و روش‌ها

سامانه ماشین بینایی

[1] Back lighting
[2] Diffuse lighting
[3] Bright Field
[4] Dark Field

برای آماده‌سازی سامانه ماشین بینایی یک محفظه چوبی با ابعاد ۵۰×۳۰×۳۰ سانتی‌متر مکعب ساخته شد. درون محفظه دو قاب به ترتیب در فواصل ۱۵ و ۴۰ سانتی‌متر از کف قرار گرفتند که یکی به‌منظور قرار گرفتن صفحه پلکسی گلس روی آن در نورپردازی از زیر و دیگری برای نصب لامپ‌ها در نورپردازی از بالا ساخته شدند. دیواره‌های داخلی کابینت، برای جلوگیری از ایجاد هرگونه انعکاس نور با پارچه سیاه پوشانده شد. لامپ‌های استفاده شده از انواع Power LED یک وات با دمای رنگ ۳۰۰۰ کلوین و روشنایی ۱۳۰ لومن بر وات بود. لامپ‌ها پس از قرار گرفتن روی PCB به‌صورت موازی به یکدیگر متصل شدند. ولتاژ لامپ‌ها روی ۳/۳ ولت تنظیم و سپس روش‌های مختلف نورپردازی به شرح زیر آزمایش شد.

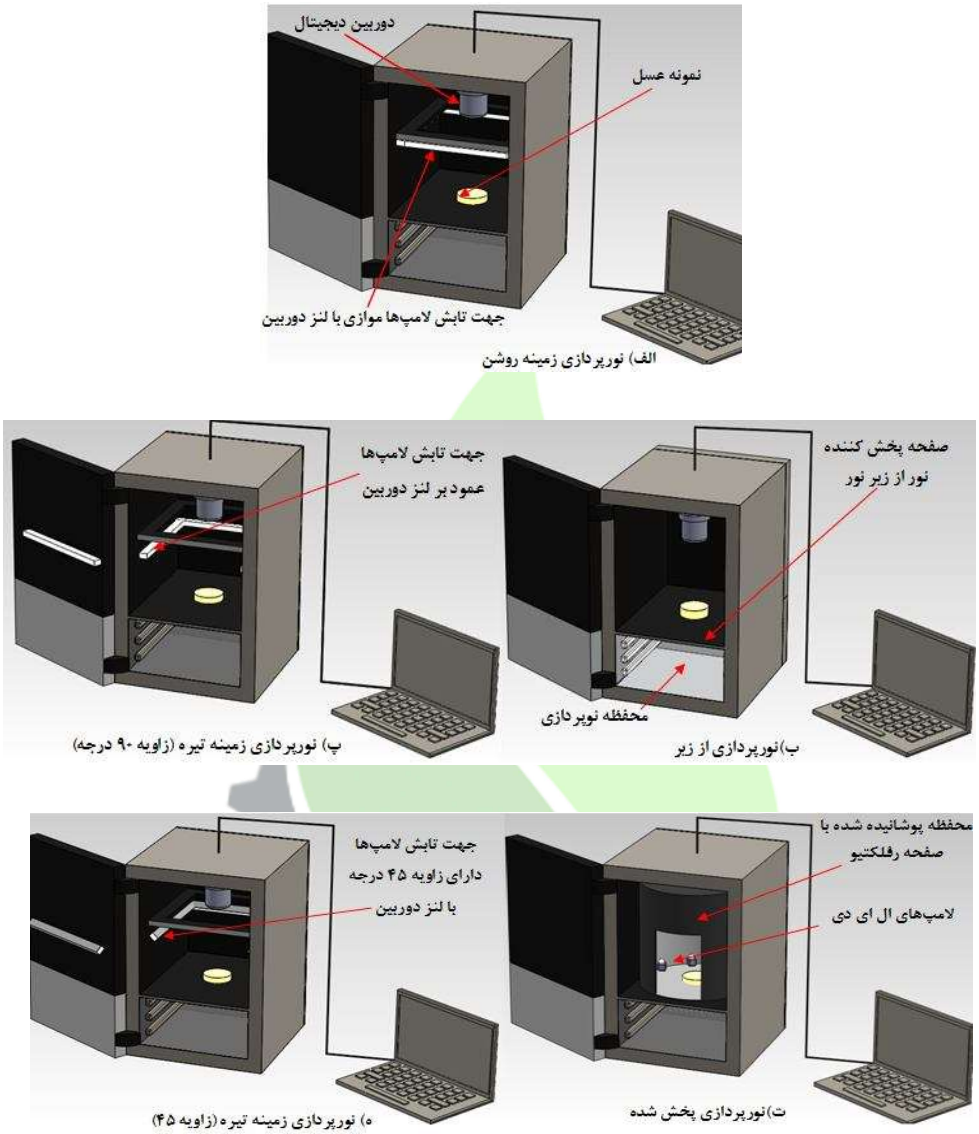
نورپردازی از زیر

دیواره‌های درونی محفظه چوبی از کف محفظه تا ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر با یک پوشش بازتابشی[1] مناسب پوشانیده شد. سپس در ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری یک صفحه پلکسی گلس قرار گرفت. لامپ‌های LED روی یک پی سی بی بطول ۲۸ سانتی متر قرار داده شدند و بصورتی که در شکل یک (ب) دیده می‌شود سه ردیف از این لامپ‌ها در کناره های محفظه ودر زیر صفحه پخش‌کننده نور نصب شدند. دوربین در قسمت بالای محفظه و در مرکز آن قرار گرفت. نمونه روی صفحه پخش‌کننده نور و در مقابل دوربین قرار گرفت. به‌منظور حذف انعکاس زمینه، پس‌زمینه اطراف نمونه با پارچه سیاه پوشانیده شد، سپس توسط دوربین تصویر گرفته شد (شکل یک-

نورپردازی پخش‌شده

به‌منظور انجام این نوع نورپردازی، درون یک محفظه استوانه‌ای به ترتیبی که در شکل ۱ (پ) دیده می‌شود با صفحه بازتابشی کاملا پوشانیده شد و سپس لامپ‌ها در نقاطی مشخص در کف محفظه نصب شدند و نمونه در مرکز استوانه قرار گرفت. به‌منظور جلوگیری از هرگونه نفوذ نور خارجی به‌درون محفظه، دوربین و محفظه نورپردازی در داخل جعبه چوبی قرار داده شدند.

[1] Reflective



شکل ۱- روش‌های مختلف نورپردازی

نورپردازی زمینه تیره (زاویه ۹۰ درجه و ۴۵ درجه)

برای انجام این نوع نورپردازی ، لامپ‌ها در قسمت زیرین یک قاب که در زیر دوربین در درون محفظه چوبی قرار گرفته به‌گونه‌ای نصب شدند که دارای زاویه ۹۰ درجه با افق و جهت تابش آن‌ها عمود بر لنز دوربین باشد (شکل۱- ت). برای انجام نورپردازی با زاویه ۴۵ درجه، زاویه لامپ‌ها نسبت به لنز دوربین، ۴۵ درجه تغییر داده شد (شکل ۱- ت).

نورپردازی زمینه روشن

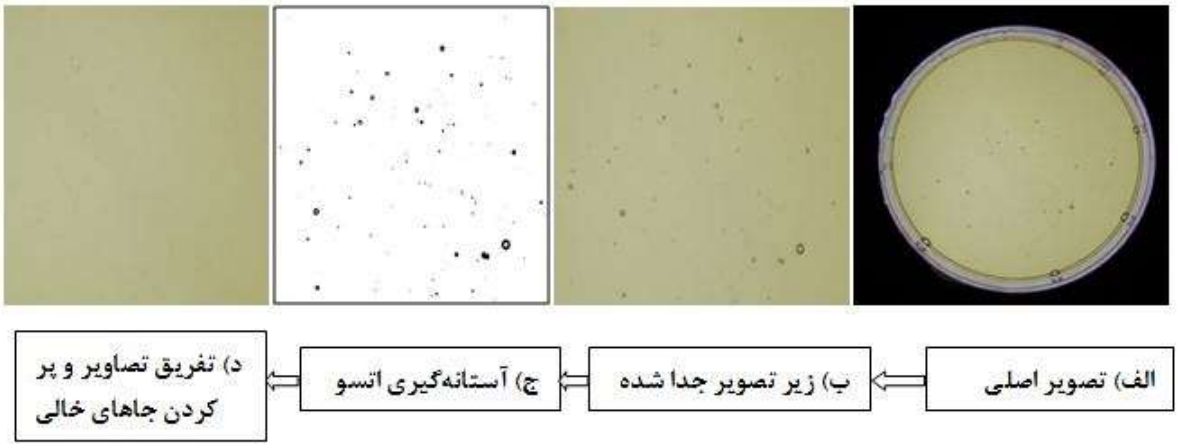
در این روش لامپ‌ها، موازی با لنز دوربین در لایه زیرین قاب نصب شده و درون محفظه قرار گرفتند (شکل ۱-الف).

تصویربرداری

تصاویر با استفاده از دوربین دیجیتال Canon 550D Kiss X4 با قابلیت تصویربرداری از راه دور گرفته شد. دوربین در بالای محفظه تصویربرداری قرار گرفت و از طریق کابل به رایانه متصل شد تا از طریق رایانه کنترل شود. در هنگام تصویربرداری، درب محفظه کاملا بسته می‌شد تا تغییرات نور محیط بیرون بر روی تصاویر تهیه شده بی‌تاثیر باشد. تصویربرداری و برخی تنظیمات دوربین توسط نرم افزار Zoom Browser Ex. 6.7 انجام شد و تصاویر در فایل‌های مشخصی برای پردازش‌های بعدی ذخیره شدند. دوربین و لامپ‌ها به‌مدت یک‌ساعت قبل از تصویربرداری روشن می‌شد تا شرایط پایدار حاصل شود. کلیه تنظیمات دوربین به‌صورت دستی انجام شد و حالت‌های تنظیم خودکار خاموش شد. تمامی تصاویر در شرایط کاملا یکسان مطابق جدول یک گرفته شد.

پردازش تصاویر

از آن‌جا که در درون نمونه مورد آزمایش (در این تحقیق عسل) ممکن است مواد ریز خارجی و یا حباب وجود داشته باشد، بنابراین پس از اخذ تصاویر باید پردازش‌های اولیه روی آن‌ها انجام شود. ابتدا از هر تصویر یک زیرتصویر به‌صورتی جدا شد[1] که مستطیلی از مرکز ظرف حاوی نمونه انتخاب شود (شکل ۲– ب). در زیر تصویر انتخاب شده حباب‌های داخل نمونه عسل، توسط یک آستانه گیری اتسو[2] از تصویر اصلی جدا شدند (شکل ۲– ج) سپس این تصویر از تصویر اصلی تفریق گردید و جای خالی حباب‌ها با نقاط همسایگی آن‌ها پر شد (شکل ۲– د).



شکل ۲– مراحل پردازش تصویر

[1] Image cropping
[2] Otsu thresholding

توصیف‌گرهای بافت

تحلیل بافت تصویر با استفاده از ماتریس هم–وقوعی[1] (G) سطح خاکستری انجام شد. ماتریس هم–وقوعی روشی برای استخراج ویژگی‌های بافتی تصویر در حوزه مکان است. بیشترین روش مورد استفاده برای تحلیل بافت تصویر، استخراج ویژگی‌های مختلف از ماتریس هم– وقوعی بوده است (Haralick et al, 1973). هر ویژگی بافتی از مجموعه‌ای از توزیع احتمالات ماتریس هم– وقوعی برای یک تصویر محاسبه می‌شود. ماتریس هم–وقوعی احتمال رخداد یک پیکسل سطح خاکستری را در یک جهت و فاصله‌ی خاص از پیکسل‌های همسایگی‌اش اندازه می‌گیرد و با استفاده از تابع P(I ,j ,d, h) نشان داده می‌شود. نماد i نشان دهنده سطح خاکستری در نقطه‌ای به مختصات (x ,y) ، j مقدار سطح خاکستری پیکسل همسایگی در فاصله d و جهت h از نقطه (x, y) است. در این تحقیق ویژگی‌های بافتی ماتریس هم–وقوعی در حالی محاسبه شدند که مقدار فاصله برابر با یک و جهت $\theta=0°$ در نظر گرفته شد. چهار توصیف‌گر برای محاسبه ماتریس هم–وقوعی شامل انرژی، کنتراست، همگنی و همبستگی با استفاده از معادلات موجود در جدول ۲ محاسبه شدند.

جدول ۱– شرح و معادلات توصیف‌گرهای استفاده شده برای مشخص کردن ماتریس هم– وقوعی (Xiaoli et al, 2008)

توصیف‌گر	شرح	فرمول
همبستگی	معیاری از چگونگی همبستگی پیکسل به همسایه‌اش روی کل تصویر. بازه مقادیر ۱ تا ۱– است، که متناظر با همبستگی‌های مثبت و منفی کامل است. اگر انحراف استاندارد صفر باشد، این معیار تعریف نمی‌شود.	$\sum_{i=0}^{X}\sum_{j=0}^{Y}\frac{(i-\mu_i i)(j-\mu_i j)\,p(i,j)}{\sigma_i\sigma_j}$ $\mu_i=\sum_{i=0}^{X} i\sum_{j=0}^{Y}p(i,j)\ ,\ \mu_i=\sum_{j=0}^{Y} j\sum_{x=0}^{X}p(i,j)$ $\sigma_i=\sqrt{\sum_{i=0}^{X}(i-\mu_i)^2\sum_{j=0}^{Y}p(i,j)}$ $\sigma_j=\sqrt{\sum_{j=0}^{Y}(j-\mu_j)^2\sum_{i=0}^{X}p(i,j)}$
کنتراست	معیاری از اختلاف شدت بین یک پیکسل و همسایه آن روی کل تصویر. در یک تصویر با شدت یکسان، مقدار آن صفر است.	$\sum_{i=0}^{X}\sum_{j=0}^{Y}\lvert i-j\rvert^2\,p(i,j)$
همگنی	نزدیکی مکانی توزیع مقادیر در G را به قطر، اندازه‌گیری می‌کند. بازه مقادیر [0,1] است و در یک تصویر با شدت ثابت مقدار آن یک است.	$\sum_{i=0}^{X}\sum_{j=0}^{Y}\frac{p(i,j)}{1+\lvert i-j\rvert}$
انرژی	معیاری از یکنواختی در بازه [0,1] است. انرژی برای تصویر ثابت یک است.	$\sum_{i=0}^{X}\sum_{j=0}^{Y}p(i,j)^2$

[1] Gray level Co-occurrence

پس از محاسبه ماتریس هم- وقوعی برای تصاویر حاصل از روش‌های مختلف نورپردازی، روش نورپردازی که توصیف‌گرهای تصویر آن شامل انرژی، کنتراست، همبستگی و همگنی به‌ترتیب ۱، ۰، ۱ و تعریف نشده باشند بهترین روش نورپردازی خواهد بود. کدنویسی با استفاده از نرم‌افزار Matlab 2012.a انجام شد.

نتایج و بحث

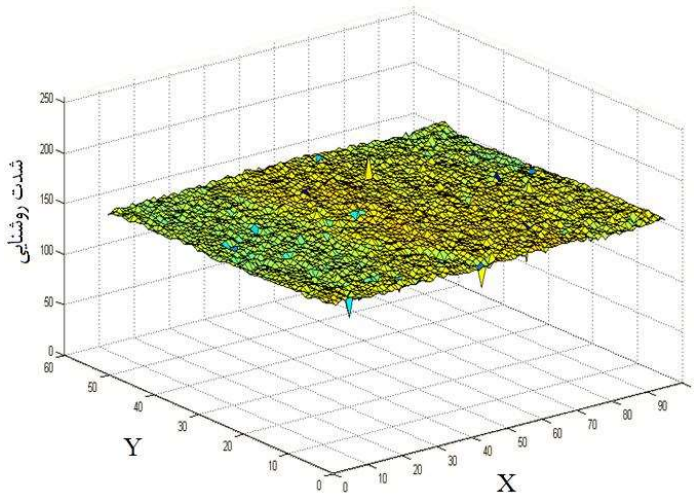
هدف از انجام این آزمایش‌ها یافتن بهترین روش نورپردازی برای مواد غذایی نیمه شفاف و نیمه جامد با استفاده از توصیف‌گرهای بافت بود. بهترین روش، روشی است که یک تصویر با شدت یکنواخت ایجاد کند. از آن‌جا که نمونه مورد آزمایش یعنی، عسل دارای بافت کاملا یکنواخت است، برای این نمونه توصیف‌گرهای ماتریس هم‌وقوعی باید شبیه یک نمونه با بافت کاملا صاف و یکنواخت باشد. عناصر این ماتریس عبارتند از انرژی، کنتراست، همگنی و همبستگی. در یک تصویر ثابت، مقدار انرژی و همگنی یک بوده، مقدار تباین صفر است و همبستگی نیز وجود ندارد. نتایج محاسبه توصیف‌گرهای ماتریس هم-وقوعی برای تصاویر حاصله از هر روش نورپردازی در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود روش‌های نورپردازی از پایین و نورپردازی پخش شده توانسته‌اند تصاویری با شدت یکنواخت را ایجاد کنند. البته در مشاهدات انجام شده دیده شد که در روش نورپردازی پخش شده در کناره‌های ظرف حاوی نمونه انعکاس دیده می‌شود که، به‌دلیل اینکه زیر تصویر تهیه شده از این نقاط دور بوده است این اثر در محاسبه عناصر ماتریس هم وقوعی دیده نمی‌شود.

جدول ۲- مقدار توصیف‌گرهای ماتریس هم‌وقوعی محاسبه شده برای تصاویر حاصل از روش‌های مختلف نورپردازی

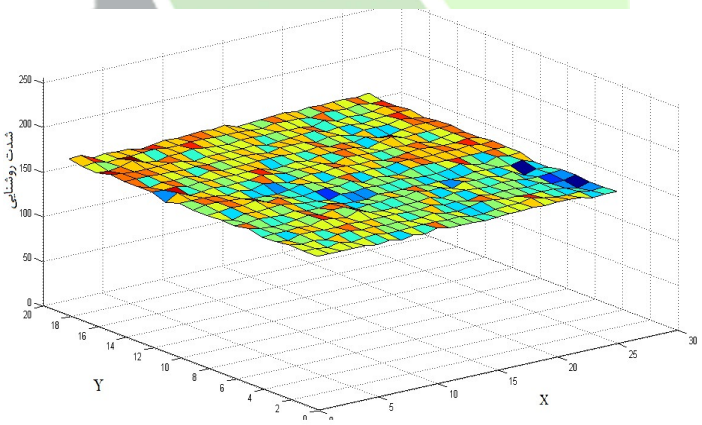
روش نورپردازی	انرژی	کنتراست	همگنی	همبستگی
پخش شده	۱	۰	۱	**وجود ندارد**
نورپردازی زمینه روشن	۰/۸۰	۰/۰۰۶	۰/۹۸	**۰/۸۰**
زمینه تیره (۴۵ درجه)	۰/۹۸	۰/۰۰۴	۰/۹۹	**۰/۶۲**
زمینه تیره (۹۰ درجه)	۰/۹۰	۰/۰۰۴	۰/۹۹	**۰/۹۴**
نورپردازی از پشت	۱	۰	۱	**وجود ندارد**

نمودار شدت سطح تصاویر پردازش شده چهار نمونه عسل که در نورپردازی زمینه روشن، نورپردازی زمینه تیره، نورپردازی پخش‌شده، و نوپردازی از زیر، گرفته شده‌اند به‌ترتیب در شکل‌های سه تا شش دیده می‌شود. همانطور که دیده می‌شود، برای تصویری که نورپردازی آن از زیر بوده است شدت روشنایی در سطح نمونه، کاملا یکنواخت است. همچنین برای تصویری که در نورپردازی پخش‌شده گرفته

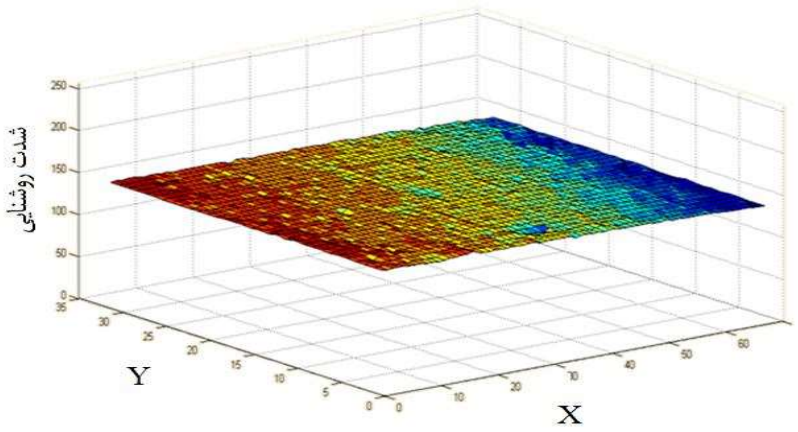
شده است، تغییرات شدت روشنایی در سطح تصویر، نسبت به تصویری که نورپردازی آن زمینه تیره بوده است کمتر است. در شکل ۳ دیده می‌شود که تغییرات شدت سطح در تصویری که در نورپردازی زمینه روشن گرفته شده است نسبت به سایر روش‌های نورپردازی بیشتر است.



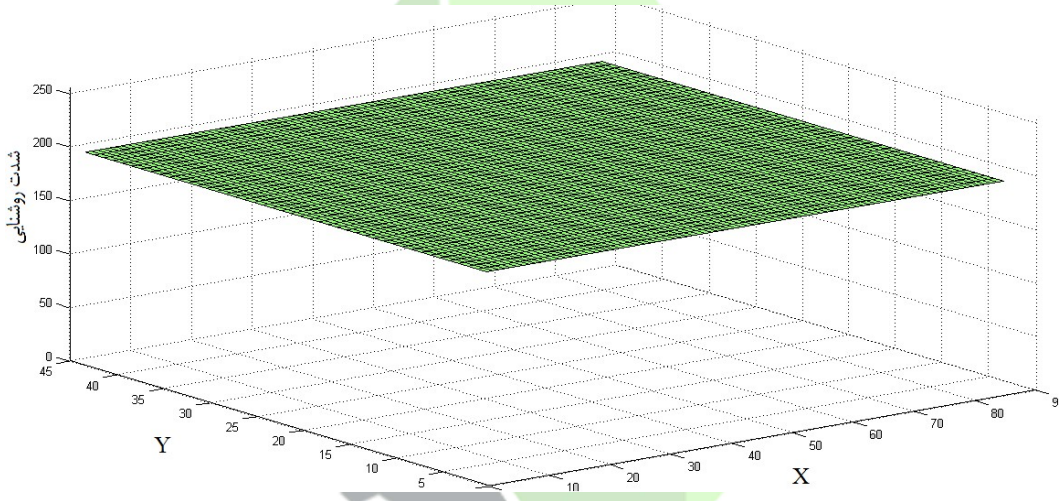
شکل۳- نمودار تغییرات شدت روشنایی در سطح تصویر اخذ شده در نورپردازی زمینه روشن



شکل ۴- نمودار تغییرات شدت روشنایی در سطح تصویر اخذ شده در نورپردازی زمینه تیره



شکل ۵- نمودار تغییرات شدت روشنایی در سطح تصویر اخذ شده در نورپردازی پخش‌شده



شکل۶- نمودار تغییرات شدت روشنایی در سطح تصویر اخذ شده در نورپردازی از زیر

نتیجه‌گیری کلی

کاربرد ماشین بینایی به کیفیت تصاویر اخذ شده توسط آن بستگی دارد که عمدتا به دو عامل دوربین و سیستم نورپردازی وابسته است. پس از انتخاب دوربین مناسب، طراحی یک سیستم روشنایی خوب که پرتوهای یکسانی را در سراسر صحنه، بدون وجود روشنایی خیره کننده یا سایه‌ها ایجاد کند، و از نظر طیفی در طول زمان یکنواخت و پایدار باشد، دارای اهمیت است. هدف پژوهش حاضر طراحی بهترین سیستم نورپردازی برای مواد غذایی مواد غذایی نیمه شفاف و نیمه جامد، مانند عسل بوده است. مطلوب‌ترین روش نورپردازی روشی است که، کمترین میزان تغییرات در شدت روشنایی در سطح تصویر را داشته باشد و تصویر کاملا ثابت ایجاد کند. پردازش و

تحلیل بافت تصاویر حاصل از روش‌های نورپردازی آزمایش شده، نشان داد که روش نورپردازی از زیر به‌دلیل ایجاد شدت یکسان در سراسر نمونه مورد آزمایش و همچنین عدم وجود هرگونه انعکاس و روشنایی خیره کننده در صحنه مورد آزمایش و ایجاد تصویری کاملا ثابت، برای نورپردازی مواد غذایی نیمه شفاف بهترین روش نورپردازی است. لذا این روش نورپردازی در طراحی یک سامانه ماشین بینایی برای مواد غذایی نیمه جامد یا مایع قابل توصیه است.

منابع

1- Cowan, C.K. 1991. Automatic camera and light-source placement using CAD models, in: Workshop on Directions in Automated CAD-based Vision, pp. 22–31.
2- Cowan, C.K., B. Modayur, J.L. DeCurtins. 1992. Automatic light-source placement for detecting object features, in: Proceedings of SPIE, vol. 1826, pp. 397–408.
3- Haralick, R.M., K. Shanmugam, I. Dinstein. 1973. Textural features for image classification. IEEE Trans. On System, Man, & Cyber., 3, 610–621.
4- Li, S., R.M. Haralick, L.G. Shapiro. 1995. Optimal sensor and light source positioning for machine vision. Computer Vision and Image Processing. 61 (1) 122–137.
5- Li, X., Y. He, Z. Qiu, D. Wu. 2007. Texture discrimination of green tea categories based on least squares support vector machine (LSSVM) classifier. International Symposium on Photoelectronic Detection and Imaging. 6625,16–12.

Appropriate lighting system design for semitransparent food material using co-occurrence matrix descriptors

Sahameh shafiee[1*] Saeid Minaei[2] Nasrollah Moghadam-charkari[3] and Mohsen Barzegar[4]

1-Ph.D Student, Department of Agricultural Machinery Engineering, Tarbiat Modares University
s.shafiee80@gmail.com
2- Associate Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, Tarbiat Modares University
3-Assistance Professor, Department of Computer science, Tarbiat Modares University
4-Associate Professor, Department of Food Science and Technology , Tarbiat Modares University

Abstract

A machine vision system should be so designed to minimize image the extent of image processing needed. In this way, the first step is the selection of an appropriate lighting system. This study, investigated different lighting methods of machine vision for semi-transparent and semi-solid foods (here tested with honey). Four lighting methods primarily used in machine vision systems, including: back-lighting, dark field (90° and 45°), bright field and defuse lighting were studied. Selection of the best method for lighting was done by estimation of the co-occurrence matrix descriptors including: energy, contrast, homogeneity and correlation. Results show that dark field and bright field lighting are not suitable for semi-transparent food stuff due to the incidence of reflection and non-homogenous intensities. Defuse and back-lighting produce images that their co-occurrence matrix descriptors are 1, 1, and 0 respectively for energy, homogeneity and contrast as well as undefined correlation. Defuse lighting, create a chamber with good lighting features but it generate reflection in sample container besides. Back-lighting produce a homogenous intensity in sample surface without any reflection, so this method is preferable for homogenous intensity production in total surface of sample.

Keywords: Co-occurrence matrix; lighting system; Machine vision; Texture.