# ارائه روشی کمی و کیفی در ارزیابی عملکرد فاکتورهای رنگی برای جداسازی گیاهان از پس زمینه بمنظور خودکارکردن شناسایی تصویری گیاهان

محمودرضا گلزاریان*[۱]، فاطمه صادقی[۲]، نرگس قانعی[۲]، فاطمه کاظمی[۳]

۱- استادیار گروه مهندسی ماشین های کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، m.golzarian@um.ac.ir

۲- دانشجویان کارشناسی گروه مهندسی ماشین های کشاورزی ، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استادیار گروه مهندسی باغبانی و فضای سبز، دانشگاه فردوسی مشهد

## چکیده

سامانه های بینایی رایانه ای قابلیت شناسایی خودکار اشیای مختلف از روی تصاویر را فراهم می کند. برای سامانه رایانه ای شناسایی گیاه از تصویر، جداسازی گیاهان از پس زمینه به کمک آستانه گذاری یکی از مراحل اولیه و اساسی این سامانه می باشد. کیفیت گیاه جدا شده از پس زمینه در مرحله جداسازی در استخراج ویژگیهای رنگی و شکلی که در الگوریتمهای بعدی که برای شناسایی گیاهان بکار می رود موثر است. بدین منظور، با کمک فاکتورهای رنگی بین گیاهان و پس زمینه تضاد ایجاد کرده تا عملیات آستانه گذاری موثرتر صورت گیرد. تاکنون، در منابع فاکتورهای مختلفی برای جداسازی گیاهان سبز از تصویر بکار رفته است که در هر تحقیق به موثر بودن فاکتورهای معرفی شده اشاره شده است. در این تحقیق، چند فاکتور جدید رنگی را معرفی کرده و بر مبنای نمودار توزیع فاکتورهای رنگی در ناحیه گیاهی و پس زمینه، معیاری کمی و شیوه ای کیفی را برای ارزیابی عملکرد فاکتورهای رنگی که در منابع بکار رفته اند و فاکتورهای رنگی پیشنهادی بکار می گیرد. در این تحقیق شیوه ارزیابی پیشنهادی با کمک ۵۰۰ تصویر (۵۰ تصویر ×۱۰ گیاه) نمایش داده شده و استفاده شده است. نتایج کمی نشان میدهدکه تبدیلهای خطی G-Bبا معیار عملکرد ۵/۸۶برای جداسازی برگ سبز از پس زمینه و G/Rبا معیارعملکرد۱/۵ برای جداسازی برگ قرمز از پس زمینه مناسب و بهینه میباشند. نتایج کیفی حاصل از اعمال این فاکتورهای رنگی روی تصاویر نیز موید نتایج کمی است.

**واژه های کلیدی**: پردازش تصویر ، ترکیبات خطی رنگی ، شناسایی گیاهان ، فاکتور رنگی، قطعه بندی تصویر

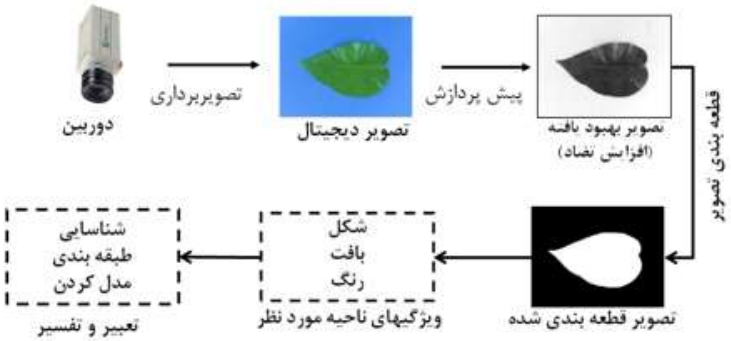
## مقدمه

شناسایی گیاهان در علوم گیاهی مختلف ازجمله باغداری ، جنگلداری ، زراعت ، گیاهان دارویی و دیگر زمینه های حرفه ای اهمیت دارد. روش های متعددی برای شناسایی گیاهان وجود دارد ، که نوع معمول آن استفاده از کتابچه های راهنما و بانکهای اطلاعاتی دیجیتال بصورت وارد کردن اطلاعات بصورت کلیدهای واژه است.مسلما استفاده از بانکهای اطلاعاتی دیجیتالی و نرم افزارهای

جستجوگر می تواند کمک شایانی به محققین برای تسریع در شناسایی گیاهان و سایر کاربران جهت شناخت گیاهان اطراف خود کند.ساختارکلی گیاه فاکتوری موثر در شناسایی گیاه است.از مهم ترین قسمت های یک گیاه که اطلاعات زیادی برای شناسایی در خود دارد برگ گیاه است.

هدف کلی این تحقیق ، ایجاد سامانه ای رایانه ای برای شناسایی گیاهان از روی تصاویر آن است.در این سامانه اطلاعات تصویری از گیاه استخراج شده و به منظور شناسایی مورد استفاده قرار می گیرد.

از مهم ترین قسمت های یک سامانه پردازش تصویر که به مظور شناسایی شئ مورد نظر(در این پروژه ، برگ گیاهان) صورت می گیرد می توان به قسمت های تصویربرداری،پردازش و استخراج ویژگی های گیاه اشاره کرد.استخراج ویژگی های مناسب از یک تصویر منوط به داشتن تصویری با کیفیت از شئ مورد نظر(در این پروژه ، برگ گیاهان) است که داشتن این تصویر به عملکرد عملیات جداسازی مرتبط است.از شیوه های رایج در قطعه بندی تصویر،آستانه گذاری است که روی تصویر تک رنگ با شدت های مختلف آن رنگ اعمال می شود.تبدیل یک تصویررنگی سه کاناله به یک تصویر تک رنگ اولین قدم قبل از آستانه گذاری است(Gonzalez *et al*, 2009). پیداکردن مقدار آستانه مناسب برای جداکردن شئ از پس زمینه و نمایش تصویر به صورت باینری که در آن ناحیه مورد نظر سفید و بقیه نواحی سیاه است مرحله بعدی عملیات قطعه بندی براساس آستانه گذاری است.در مرحله اول ، بدست آوردن فاکتورهای رنگی که بیشترین تضاد را بین ناحیه مورد نظر یعنی برگها و پس زمینه ایجاد میکند بسیار حائز اهمیت است چراکه تضاد ایجاد شده بنحوی حساسیت انتخاب را برای مقدارآستانه در مرحله بعدی مشخص می‌کند(شکل ۱).تاکنون از نسبت های رنگی گیاهی مختلفی برای جداسازی گیاه از پس زمینه خاک بمنظور شناسایی گیاهان، طبقه بندی آنها یا مدل کردن رشد آنها پیشنهاد و استفاده شده است.




**شکل ۱**. مراحل اصلی یک سامانه پردازش تصویر مورد استفاده در شناسایی گیاه

در پژوهشی دیگر،از نمایش گرافیکی وبرای ارزیابی شش شاخص رنگی استفاده شد. این شش شاخص برای جداسازی برگ ها استفاده شده بود. نقاط قوت و ضعف هر شاخص رنگی از منظر رفتار گرافیکی روی فضای رنگی، سرعت عملکرد، میزان خطا در جداسازی، نحوه ی انتخاب حد آستانه بررسی شد. نتایج تحقیق این پژوهشگران نشان دادند که فاکتور رنگمایه (hue) موثرترین

شاخص رنگی برای جداسازی گیاه از تصویر در یک گستره ی نور پردازی طبیعی و پس زمینه ها ی مختلف از خاک تا سطوح پوشیده با پوشال های بجا مانده بعد از عملیات های کشت بدون شخم بود. همچنین پس زمینه ی خاک تیره در سایه بیشترین تضاد و کمترین خطا را برای تمام شاخص های رنگی ایجاد می کند (Golzarian *et al.*,2012).

پژوهشگران دیگری به دنبال یک نسبت دقیق گیاهی برای جداسازی بافت گیاهی از پس زمینه ی خاک و بقایای گیاهی برای کشاورزی دقیق بودند.آن ها سه نسبت2G-R-B، 14R-G و (G+R)/(G-R)را برای جداسازی برگ ها از پس زمینه ی خاک و بقایای گیاهی بررسی نمودند.نتایج تحقیق این پژوهشگران نشان داد که دو نسبت2G-R-Bو 1/4R-G در جداسازی برگ از پس زمینه ی خاک و بقایای گیاهی در مقایسه با نسبت(G+R)/(G-R) بهتر عمل نمودند(Meyer & Neto, 2008).

در تحقیقی دیگر برای جداسازی برگ سبز از پس زمینه ی خاک از شاخص رنگی سبز که مقدار آن برای برگ بیشتر از خاک است، استفاده شده است. در این تحقیق ابتدا با استفاده از حد آستانه ی مناسب گیاه اصلی و علف های هرز از پس زمینه ی خاک جدا میشود. سپس با استفاده از ویژگی های شکلی علف های هرز و گیاهان اصلی طبقه بندی شدند (Ahmed *et al.*,2012;Arribas *et al.*,2011).

در تحقیقی دیگر، ترکیب های مختلف فضای رنگی RGB برای یافتن بهترین روش برای جداسازی برگ از پس زمینه مقایسه شدند.ترکیب های مختلف فضای رنگی RGB مورد استفاده در این تحقیق HSI، HSV، L*a*b* ، Canonical transformation، Discriminant analysisونسبت های رنگی $i_1i_2i_3$ می باشند.نتایج تحقیق این پژوهشگران بیان کننده ی این هستند که آنالیز تفکیک کننده ی لگاریتمی با خطای حدود ۲ درصد بهترین روش برای جداسازی برگ از پس زمینه می باشد.با این وجود جداسازی برگ ها با روش آنالیز تفکیک کننده ی لگاریتمی زمانی حدود ۱۰ دقیقه برای هر برگ را می طلبد،به این دلیل که برای هر پیکسل محاسبات احتمالاتی مجزا بررسی می گردد. در نتیجه تا زمانی که آنالیز تفکیک کننده کارآمدتر گردد نسبت های رنگی $i_{3new}$و$i_3$که به ترتیب نسبت های رنگی0/25R+0/5G-0/25Bو -0/35R+0/51G-0/14B می باشند،توصیه می گردد(Philipp &Rath,2002).در فرآیند یک تحقیق برروی کنترل کیفیت روزانه ی گل های باغچه ای تزئینی موجود در یک گلخانه از سیستم پردازش تصویر و مدلسازی آماری استفاده گردیده است. با استفاده از تصاویر جداسازی شده اندازه گیری پوشش برگ و گل، رنگ ، یکنواختی و ارتفاع تاج گیاه انجام می گردد. تصاویر توسط ویژگی های رنگی نرمالیزه شده ی R=r/(r+g+b)، G=g/(r+g+b)و نسبت رنگی I=(r+g+b)/3*255 جداسازی شده اند (Parsons *et al.*,2009).

دو ویژگی خلوص رنگ و شدت رنگ نیز در چندین پژوهش برای جداسازی برگ ها از پس زمینه مورد استفاده قرار گرفته اند.. در تحقیقی که هدف آن شناسایی برگ از روی شکل رگبرگ ها می باشد، از نسبت Y = (((H + 90)%360) / 360 +1−V) / 2 برای جداسازی برگ ها و برجسته نمودن هر چه بیشتر رگبرگ ها استفاده شده است، که H مقدار خلوص رنگ و V مقداررنگ را شامل می شود (Zheng& Wang,2010).

پژوهشگران یک سیستم خودکار مبتنی بر بینایی کامپیوتر جهت برداشت گوجه فرنگی گلخانه ای در شرایط نور طبیعی را ایجاد کردند.آن ها برای جداسازی گوجه فرنگی های رسیده از پس زمینه از سه فضای رنگی ، HSIRGB و YCbCr و سه الگوریتم آستانه یابی ، انحنای سطح تصویرو رابطه قرمز /سبز استفاده نمودند . در الگوریتم آستانه یابی حد آستانه بر اساس الگوریتم اتسو در فضای رنگی قرمز مشخص شده است . در فضای رنگیRGB ازنسبت3 /L=(R+G+B) استفاده شده است . نتایج تحقیقات ایشان نشان می دهد که متوسط خطای الگوریتم های آستانه یابی ، رابطه قرمز /سبز و انحنای سطح تصویر به ترتیب۱۰/۰۳ ، ۱۱/۸۲ و ۷/۹۵ درصد درسه فضای رنگیYCbCr و RGB ، HSI بوده است (محمدی منور و همکاران،۱۳۹۲).

محققین دیگری برای جداسازی برگ های علف هرز از برگ های چغندر قند فاکتور های رنگی L=(R+G+B)/ 3و $0.371B-0.114G$ را ارائه و روی تصاویر چغندر قند و علف هرز امتحان کردند . نتایج جداسازی برای علف های هرز موجود در زیر آفتاب ۸۸/۵ درصد و برای علف های هرز موجود در سایه ۸۸/۱ درصد گزارش شده است . برای افزایش دقت جداسازی استفاده از ویژگی های شکلی به همراه فاکتورهای رنگی پیشنهاد شده است (Jafari *et al*,2004) .

در پژوهشی دیگر که فرآیند شناسایی ژنوتیپ های گردو با استفاده از تکنیک های پردازش تصویر و شبکه ی عصبی انجام پذیرفته است، از کانال های رنگی RGB و فاکتور رنگی (آبی+ قرمز)/ (آبی- قرمز) برای جداسازی سه واریته و دو ژنوتیپ گردو استفاده شده است . نتایج پژوهش نشان می دهد که مولفه ی رنگ آبی بهترین مولفه جهت جداسازی نمونه ها از یکدیگر بود (محمودی و همکاران۱۳۸۷). محققین دیگری برای درجه بندی مغز گردو براساس رنگ ۱۶ فاکتوررنگی را پیشنهاد دادند . آن ها برای جداسازی مغز گردو از پس زمینه ی سفید از کانال های رنگی RGB و نسبت آبی+ قرمز + سبز استفاده نمودند . از ۱۶ شاخص مورد بررسی ۶ شاخص (g-b)/(g+b)، (g-b)/r، b/(r+g+b) ،(g-b)/(r+g+b) ،AVR(r+g+b) و (r-b)/(r+b) که بیشترین تمایز را در درجه بندی ایجاد کردند برای درجه بندی انتخاب گردیدند . دقت درجه بندی با کمک این شاخصهای رنگی ۹۶/۴ درصد گزارش شده است (حاجی زاده و همکاران،۱۳۸۷) .

در تحقیقی دیگر به منظور جداسازی پوسته از مغز گردو و دسته بندی مغز براساس رنگ از ماشین بینایی و شبکه ی عصبی مصنوعی استفاده شده است . به منظور جداسازی پوسته و مغز گردو از پس زمینه ی سفید از فاکتور رنگی R-B استفاده گردیده است. دو فضای رنگیRGB وHSI برای درجه بندی گردو در ۴ درجه بررسی شدند . دقت درجه بندی فضای رنگی RGB از HSI بیشتر و حدود ۹۷ درصد می باشد . با استفاده از ۲ کانال رنگی GوR و روش آنالیز تشخیصی دقت طبقه بندی مغز گردوها در حدود ۱۵/ ۹۸ درصد بوده است (محمدی قرمزگلی و همکاران،۱۳۹۰).

در یک بررسی تحقیقاتی به منظور تعیین وضعیت نیتروژن برگ های چغندر قند ازفضای رنگی RGB ، HSI و سطح خاکستری استفاده شده است . از آن جایی که همبستگی بسیار خوبی بین میزان کلروفیل برگ و نیتروژن برگ وجود دارد توابع مختلفی در فضای رنگیRGB تعریف شده اند . از توابع تعریف شده تابع 2R- B بیشترین همبستگی را برای تخمین مقدار کلروفیل برگ نشان داده است (احمدی مقدم و همکاران،۱۳۸۸).

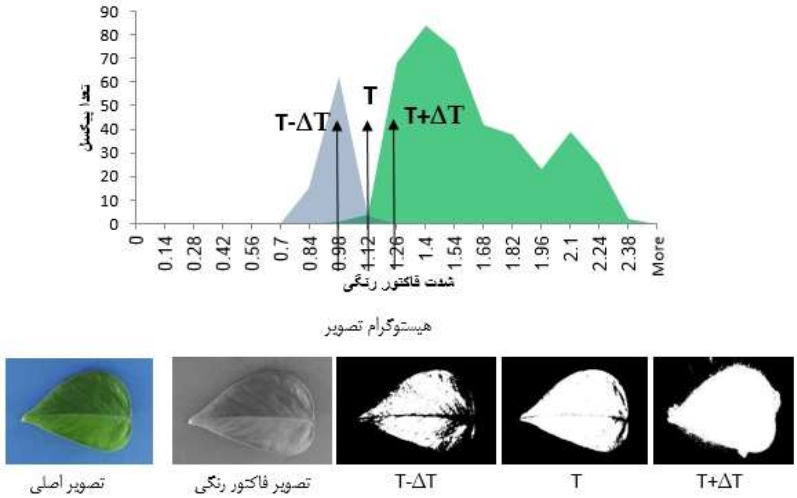
هرچند فاکتورهای زیادی برای جداسازی و ایجاد تضاد بین گیاهان و پس زمینه پیشنهاد شده است ، با این حال عملکرد این فاکتورها بیشتر به مشاهده نتیجه نهایی واگذار شده و تاکنون تحقیقات بسیار اندکی برای کمی کردن ارزیابی عملکرد این فاکتورهای ایجاد کننده تضاد ونحوه انتخاب فاکتور مناسب برای یک کاربرد خاص صورت پذیرفته است . فاکتورهای جداسازی به دو گروه تبدیل های خطی و تبدیل های غیر خطی فضای رنگیRGB تقسیم می شوند . تبدیل های خطی شامل نسبت های رنگی RGB و تبدیل های غیر خطی شامل HSI، HSV، Lab، Canonical transformation ، Discriminant analysis می باشند. در این تحقیق تبدیل های خطی فضای رنگی RGB برای جداسازی بهینه ی گیاه از پس زمینه مورد بررسی قرار گرفته اند. در این مقاله سعی شده است عملکرد قسمت جداسازی در یک سامانه بینایی رایانه ای گیاهان از پس زمینه ثابت را کمی کرده و شیوه پیشنهادی را روی مجموعه داده های تصویری تهیه شده برای پروژه شناسایی گیاهان اعمال کنیم.

## تئوری تحقیق

مهم ترین قسمت پردازش تصاویر جداسازی برگها از پس زمینه است و عملکرد این قسمت در کیفیت ویژگی های استخراج یافته موثر است.برای شناسایی بهینه وکامل گیاه توسط نرم افزار لازم است که جداسازی با بالاترین دقت و کمترین خطا انجام شود.یک روش متداول برای بخش بندی و جداسازی تصویر از زمینه آن ، استفاده از آستانه گیری با استفاده از هیستوگرام تصویر است.با کمک هیستوگرامتصویر، می توان بهترین حدآستانه را بری جداسازی به کاربرد. انتخاب بهترین حدآستانه برای جداسازی از اهمیت زیادی برخوردار است.به طوریکه اگر بیشتر یا کمتر از حد مناسب باشد در کیفیت جداسازی تاثیر بسزایی دارد.شکل(۲) نشان دهنده اهمیت انتخاب حد آستانه در عملیات قطعه بندی به کمک آستانه بندی است.اگر حد آستانه انتخاب شده کمتر از حد آستانه مطلوب باشد($T-\Delta T$)آنگاه بسیاری از پیکسل های شئ(برگ)را ازدستمی دهیم. اگر حدآستانه بیشتر از حد مطلوب باشد($T+\Delta T$)علاوه بر پیکسل های برگ مقداری از پیکسل های پس زمینه هم در تصویر نمایان می شود که در قدم های بعدی پردازش مشکل ایجاد می کند.پس باید در انتخاب $\Delta T$ نهایت دقت را بکارگرفت.

مقدار$\Delta T$برای فاکتورهای رنگی که همپوشانی بین هیستوگرام برگ و پس زمینه وجود داشته و زیاد است منفی است و از این رو یافتن یک حدآستانه خوب ، دقت و حساسیت بالایی را میطلبد.این در حالی است که برای فاکتورهایی که همپوشانی بین ناحیه های گیاه و پس زمینه در هیستوگرام تصویر آنها وجود ندارد و این نواحی از هم فاصله ی زیادی دارند می تواند بزرگ باشد.

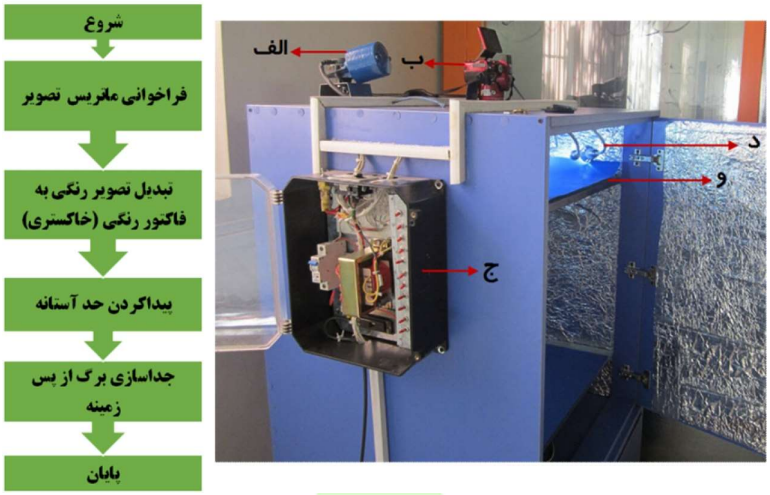
برای بدست آوردن هیستو گرامی با هم پوشانیکم ، می توان از یک فاکتور رنگی مناسب که بیشترین تضاد را بین برگ و پس زمینه ایجاد میکند استفاده کرد.هرچه تضاد بیشتر باشد درهیستوگرام فاصله بین ناحیه برگ و پس زمینه بیشتر می شود،در نتیجه حساسیت انتخاب حد آستانه پایین آمده و با اطمینان بیشتری میتوان حدآستانه را تخمین زد.در مقاله حاضر هدف پیداکردن بهترین فاکتوررنگی برای جداسازی بهینه و با ضریب اطمینان بالای برگ از پس زمینه به منظور شناسایی گیاهان در مراحل بعدی پردازش است.درآزمایشات انجام شده تصاویری از ۱۰نوع گیاه متفاوت تهیه شده و مورد بحث و بررسی قرار می گیرند.تا با استفاده از نتایج این تحقیق بتوان شاخص رنگی مناسب جهت تحقق هدف مورد نظر را به دست آورد.




**شکل۲**. تاثیر انتخاب حدآستانه مناسب در جداسازی برگ از پس زمینه

## مواد و روش ها

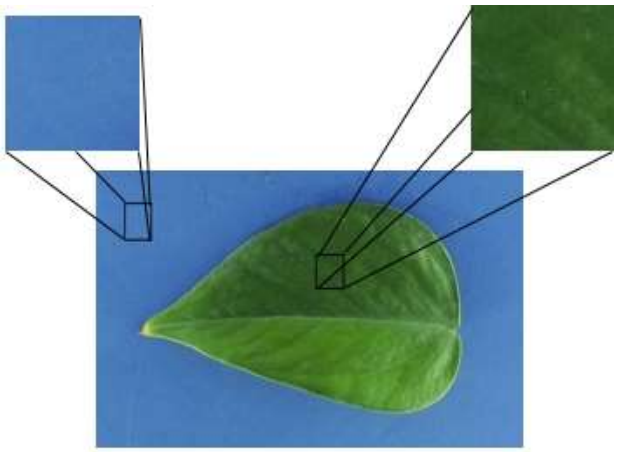
برای ارزیابی شیوه پیشنهاد شده از ۵۰۰ تصویر گرفته شده از برگهای مختلف در اتاقک عکسبرداری استفاده شد.تعداد ۵۰برگ از هر گیاه به طور تصادفی انتخاب شدند.جهت حفظ شکل برگ و صاف شدن برگ هایی که دارای اعوجاج بودند نمونه ها داخل کتاب قرار داده شد.برای جلوگیری از ایجاد نویز بوسیله نور محیط از یک اتاقک خاص با نور قابل تنظیم استفاده شد . این اتاقک عکس برداری با توجه به ابعاد بزرگترین برگ ساخته شد.به دلیل اینکه بیشتر برگها سبز هستند رنگ جعبه و پس زمینه آبی انتخاب شد تا بیشترین مقدار کنتراست با برگ فراهم آید . برای جلوگیری از ایجاد سایه و هم چنین یکنواختی نور ، داخل اتاقک با پخش کننده ی نور که از فویل آلومینیومی درست شده بود پوشانده شد .برای نورپردازی ازلامپ هایLEDبا نور سفید استفاده شد.برای گرفتن تصویر یک دوربین(Nikon Coolpix P510 (Nikon Inc, Japan در بالای اتاقک نصب شد. با توجه به اینکه برگ ها در اندازه های متفاوت بودند تصویر برداری از دو فاصله مختلف تا گیاه انجام شد ، که درهر دو مورد دوربین ثابت بوده و با مکانیزم موتور دار بالابرنده ای که در بالای اتاقک نصب شده بود فاصله ها ی اشیاء مختلف تا دوربین تنظیم شدند.پس از عکس یرداری،برای جداسازی و یافتن تضاد بین برگهاو پس زمینه و تحلیل تصاویر از نرم افزار Matlab R2010b استفاده شد.




**شکل۳. راست:** اتاقک عکس برداری،الف)موتور جهت تغییر ارتفاع صفحه ی پس زمینه،ب)دوربین که بر روی پایه ی اتاقک نصب شده است،ج)تابلو کنترل روشنایی لامپ های LED و راه اندازی موتور بالابرنده ، د)لامپ LED به همراه پایه و)صفحه ی پس زمینه . **چپ:** فلوچارت پردازش تصویر

## پردازش تصاویر

پس از آوردن تصاویر ذخیره شده بر روی حافظه ی دوربین در محیط کاری نرم افزار ، تصویر به صورت یک ماتریس فراخوانی میشود.برای جداسازی برگ از پس زمینه لازم است که تصویر به صورت باینری شده در بیاید .یکی از روش های متداول برای بخش بندی و جداسازی تصویر از زمینه آن، استفاده از شیوه آستانه گیری با استفاده از هیستوگرام تصویر است. قبل از پیدا کردن حدآستانه باید یک فاکتور رنگی مناسب به کار ببریم که تصویر رنگی سه بعدی (سه کاناله) را به یک تصویر خاکستری تک رنگ تبدیل می کند. در این تصویر خاکستری ، انتظار داشتن تضاد روشنایی بین برگ و پس زمینه می رود. هر چه این تضاد بیشتر باشد پیدا کردن حد آستانه راحت تر و مطلوب تر است . شیوه اندازه گیری و پیداکردن این تضاد با استفاده از هیستوگرام تصاویر و اندازه گیری فاصله بین ناحیه برگ و پس زمینه می باشد.بدین منظور باید از یک فاکتور رنگی که بیشترین تضاد را بین پیکسل های برگ و پس زمینه ایجاد میکند استفاده کرد تا با استفاده از هیستوگرام این فاکتور رنگی بتوان بهترین حدآستانه برای جدا سازی و به دست آوردن تصویر باینری با حداقل خطا و بهترین کیفیت را بدست آورد.برای جداسازی از فضای رنگی RGB استفاده شد.در مدل RGB هرپیکسل تصویر با سه مولفه رنگقرمز( R )،سبز(G)و آبی(B)که مقدار آنها از صفر تا۲۵۵ در فرمت داده های ۸ بیتی است،تشکیل می شود.بعد از فراخوانی تصویر،ناحیه کوچکی از برگ و از پس زمینه انتخاب شدند تا داده های بدست آمده مطلقا مربوط به گیاه یا پس زمینه باشد.(از قطعه بندی تصویر استفاده نشده است).سپس برای نواحی انتخاب شده کانال های رنگی تعریف شدند.بعد از توصیف کانال های رنگی ،میانگین فاکتورهای رنگی زیر برای ناحیه های جداشده ،برای مقایسه و پیدا کردن بهترین فاکتور استفاده شد.



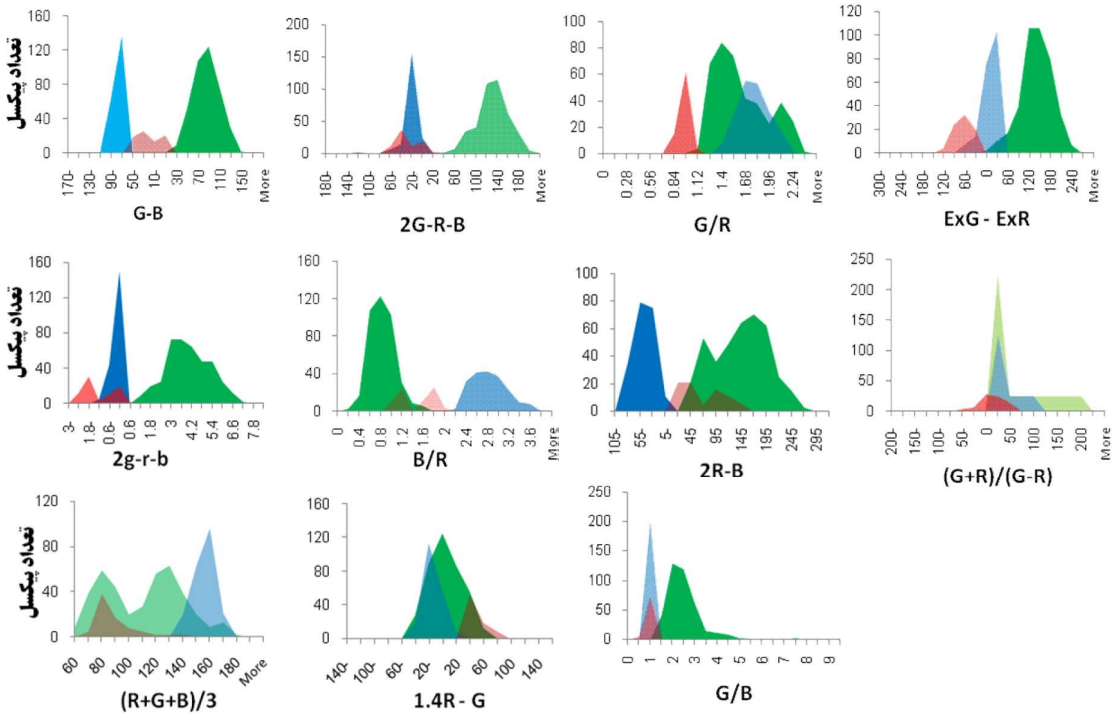
**شکل۴.** ناحیه های جداشده از پس زمینه و برگ برای آنالیز

در این مقاله به مقایسه عملکرد فاکتورهای رنگی که در تحقیقات گذشته برای جداسازی برگهای سبز استفاده شده است می‌پردازیم. علاوه بر این فاکتورها عملکرد جداسازی فاکتورهای رنگیG-B، G/B،G/R، B/Rنیز بررسی میشود.با توجه به اینکه برگ سبز و پس زمینه آبی است و مقادیر کانال سبز برگ بیشتر از کانال سبز پس زمینه می باشد،این فاکتورها تعریف شده اند و استفاده میشوند. لیست فاکتورهای رنگی مورد بررسی در جدول(۱) آمده است.

**جدول ۱.** لیست فاکتورهای مورد بررسی در این پژوهش

| فاکتور رنگی | مورد استفاده | منبع |
|---|---|---|
| R+G+B/3 | برجسته کردن گیاه سبز | (Jafari *et al*,2004) (Gonzalez *et al*,2009) |
| EXG=2G-R-B | جداسازی گیاه سبز | (Meyer *et al*,2008) |
| NDI=(G+R)/(G-R) | برجسته کردن گیاه سبز | (Meyer *et al*,2008) |
| EXR=1.4R-G | برجسته کردن گیاه قرمز | (Meyer *et al*,2008) |
| EXG=2g-r-b | جداسازی گیاه سبز | (Golzarian *et al*,2012) |
| 2R-B | برجسته کردن گیاه سبز | (احمدی مقدم و همکاران،۱۳۸۸) |
| EXG-EXR | جداسازی گیاه سبز | (Meyer *et al*,2008) |
| G-B | جداسازی گیاه سبز | پیشنهاد شده در این تحقیق |
| G/B | جداسازی گیاه سبز | پیشنهاد شده در این تحقیق |
| G/R | جداسازی برگ قرمز | پیشنهاد شده در این تحقیق |
| B/R | جداسازی پس زمینه | پیشنهاد شده دراین تحقیق |

پس از بدست آوردن میانگین فاکتورهای رنگی ، هیستوگرام هر فاکتور برای برگ و پس زمینه رسم شد(شکل5).شیوه اندازه گیری و مقایسه فاکتورها، اندازه گیری فاصله بین ناحیه برگ وپس زمینه است.




**شکل ۵.** هیستوگرام فاکتورهای رنگی استفاده شده در این تحقیق– ● برگ قرمز ● برگ سبز ● پس زمینه.

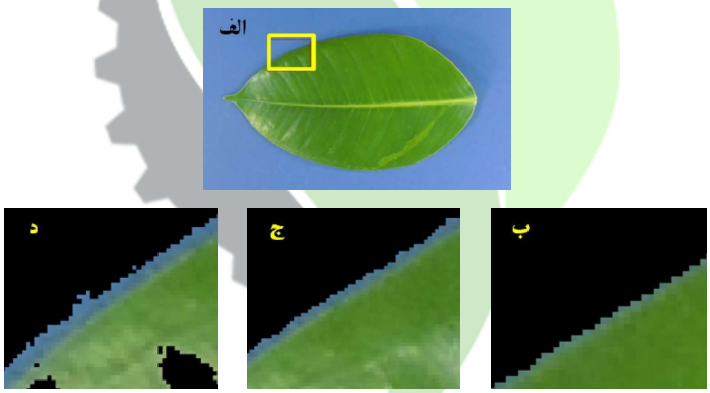
## نتایج و بحث :

برای مقایسه ی نمودار ها و کمی کردن این مقایسه از معیار عملکرد جداسازی فاکتور رنگی استفاده می گردد. این معیار فاصله ی دو ناحیه ی برگ (سبز یا قرمز ) از پس زمینه در هیستوگرام متشکل از این دو نواحی را نشان می دهد. برای استخراج این معیار بدین صورت عمل می گردد که اگر نمودار مقادیر برگ بعد از نمودار مقادیر پس زمینه قرار گرفته باشد ، بیشترین مقدار نمودار پس زمینه از کمترین مقدار نمودار برگ کم می شود و اگر نمودار مقادیر برگ قبل از نمودار مقادیر پس زمینه قرار گرفته باشد، بیشترین مقدار نمودار برگ از کمترین مقدار نمودار پس زمینه کم می شود . در نتیجه اگر همپوشانی وجود نداشته باشد عدد بدست آمده همواره عدد مثبتی خواهد بود . برای نرمالیزه کردن این معیار ، عدد بدست آمده بر عبارت (بیشترین مقدار فاکتور رنگی –کمترین مقدار فاکتور رنگی)/تعداد بازه های محور افقی فاکتور رنگی تقسیم می شود .

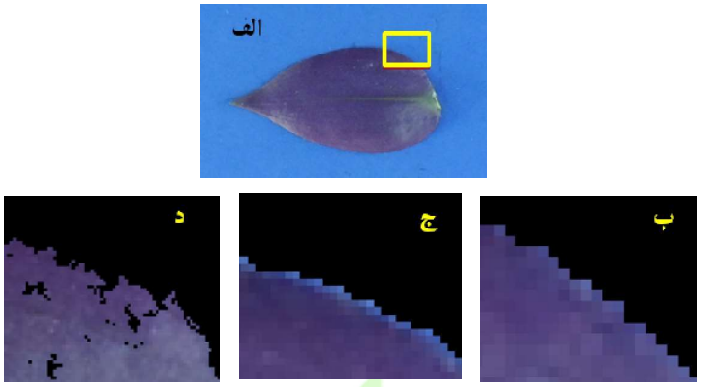
بعد از استخراج داده ها ، برای برگ سبز معیار عملکرد جداسازی فاکتورها برای فاکتورهای 2g-r-b،2G-R-B،G-B( نرمالیزه شده ) ، B/R،2R-B،G/Bبه ترتیب ۵/۸۶، ۳/۰۴ ، ۲/۱۲ ، ۳/۶۹ ، ۱/۹۶ و ۱/۱۹ بدست آمد. برای برگ قرمز نیز معیار عملکرد جداسازی فاکتور ها برای فاکتورهای G-B ،2R-B ،G/Rو B/Rبه ترتیب ۰/۷۴ ، ۱/۱ ،۱/۵و ۱/۳۴ بدست آمد. این فاکتور ها برای جداسازی مناسب هستند به این دلیل که معیار عملکرد جداسازی آن ها عددی مثبت بدست آمده است و سایر فاکتور های بررسی شده علاوه بر اینکه معیار عملکرد جداسازی آن ها عددی منفی می باشد، از لحاظ نموداری هم همپوشانی زیادی دارند. فاکتوری که بیشترین

معیار عملکرد جداسازی را داشته باشد کمترین همپوشانی در نمودارهای برگ و پس زمینه ی آن وجود دارد. در نتیجه فاکتور های مناسب برای جداسازی برگ سبز از پس زمینه آبی به ترتیب بهترین معیار عملکرد جداسازی G-B ، B/R، 2G-R-B ، 2g-r-b(نرمالیزه شده) ، 2R-B وG/B می باشند. و فاکتور های مناسب برای جداسازی برگ قرمز از پس زمینه آبی به ترتیب بهترین معیار عملکرد جداسازیG/R ، B/R ، 2R-B و G-B می باشند.

برای انتخاب بهترین فاکتور جداسازی علاوه بر بررسی معیار عملکرد جداسازی فاکتورها ، نتایج جداسازی برگ توسط نرم افزار متلب نیز بررسی گردید . بعد از جداسازی برگ از پس زمینه توسط فاکتور های برگزیده مقادیر رنگی برگ در تصویر باینری ضرب شده تا نتیجه ی جداسازی مشاهده گردد. بعد از مقایسه ی تصویرهای جداسازی شده ، جداسازی توسط فاکتورها به سه درجه ی خوب ، متوسط و ضعیف تقسیم می شود. در جداسازی ضعیف لایه ی آبی رنگی در لبه ی برگ مشاهده می گردد که جزو پیکسل های برگ در نظر گرفته شده است و مقداری از پیکسل های برگ نیز جزو پس زمینه قرار گرفته اند. در جداسازی متوسط فقط لایه ی آبی رنگ مشاهده می گردد. در شکل۶ تصویر برگ اصلی سبز و ۳ تصویر قسمتی از برگ جداسازی شده در ۳ درجه ی جداسازی خوب، متوسط و ضعیف نشان داده شده است. در شکل۷ تصویر برگ اصلی قرمز و ۳ تصویر قسمتی از برگ جداسازی شده در ۳ درجه ی جداسازی خوب، متوسط و ضعیف نشان داده شده است.




**شکل۶.** الف)برگ اصلی سبز،ب)برگ جداسازی شده با فاکتور رنگی g -bو درجه ی جداسازی خوب ، ج) برگ جداسازی شده با فاکتور رنگی 2r -b و درجه ی جداسازی متوسط ، د) برگ جداسازی شده با فاکتور رنگی g-r -b 2و درجه ی جداسازی ضعیف.




**شکل۷.** الف)برگ اصلی قرمز،ب)برگ جداسازی شده با فاکتور رنگی g /r و درجه ی جداسازی خوب ، ج) برگ جداسازی شده با فاکتور رنگی 2r -b و درجه ی جداسازی متوسط ، د) برگ جداسازی شده با فاکتور رنگی b/rو درجه ی جداسازی ضعیف.

با توجه به درجه بندی جداسازی کیفی ، نسبت های G-B و B/R خوب ، نسبت 2R-B متوسط و نسبت های 2G-R-B ، 2g-r-b وG/Bضعیف برای برگ سبز درجه بندی شدند.با توجه به درجه بندی جداسازی کیفی ، نسبت G /R خوب ، نسبت 2R-B متوسط و نسبت های G-B و B/Rضعیف برای برگ قرمز درجه بندی شدند.

## نتیجه گیری کلی

در فرایند پردازش تصاویر سامانه های خودکار شناسایی گیاهان ، استخراج ویژگی های شی (برگ) از اهمیت ویژه ای برخوردار است.کیفیت استخراج ویژگی ها منوط به داشتن تصویری با کیفیت از شی است که داشتن این تصویر به عملکرد جداسازی شی از پس زمینه مرتبط است.در نتیجه بالا بردن دقت جداسازی در عملکرد نرم افزار برای شناسایی گیاهان تاثیر بسزایی دارد.برای جداسازی گیاه از پس زمینه فاکتور رنگی ای که تضاد بین گیاه و پس زمینه را بالا ببرد نیاز است.در این پژوهش تعدادی از تبدیلات خطی فضای رنگی RGBمرتبط با زمینه ی پژوهش که برگ گیاه استبرای جداسازی بررسی شدند .نتایج نشان میدهد که فاکتور رنگیG-Bبامعیار عملکرد 5/86برای جداسازی برگ سبز از پس زمینه آبی و G/R با معیار عملکرد ۵/۱ برای جداسازی برگ قرمز مناسب هستند. از نظر درجه بندی کیفی نیز فاکتور های رنگی G-B و G/R خوب درجه بندی گردیدند.

## سپاسگذاری

از کارشناسهای کارگاه ماشین های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، آقایان مهندس حمید محمدی نژاد و مهندس سید جواد حائری و تکنسینهای کارگاه، آقایان هاشمی و زنگنه، که ما را در زمینه ساخت جعبه عکس برداری یاری دادند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

## منابع


۱. احمدی مقدم، پ.، حداد درفشی، م. ع.، شایسته، م.۱۳۸۸. تخمین آزمایشگاهی وضعیت نیتروژن برگ چغندرقند با استفاده از پردازش تصاویر رنگی. مجله دانش کشاورزی پایدار،جلد۱،شماره ی ۱.

۲. حاجی زاده، م. ، کسرایی، م.، عظیمی فر، ز.۱۳۸۷. درجه بندی مغز گردو بر اساس رنگ با استفاده از ماشین بینایی. هجدهمین کنگره ی ملی علوم و صنایع غذایی.پارک علم و فناوری خراسان،پژوهشکده ی علوم و صنایع غذایی خراسان رضوی،۲۴ تا ۲۵ مهرماه ۱۳۸۷،مشهد مقدس.

۳. محمدی قرمزگلی،خ.، وصالی، ف.، فعله گری، ر.، و غفاری، ح.۱۳۹۰. جداسازی پوسته از مغز گردو و دستهبندی مغز بر اساس رنگ با استفاده از گشتاورهای تغییرناپذیر تصویر، شبکه عصبی مصنوعی و روش آنالیز تشخیصی. نشریه پژوهشهای صنایع غذایی،جلد ۲۱، شماره ۳.

۴. محمدی منور،ح.،علیمردانی،ر.،و امید،م.۱۳۹۲.سامانه بینایی کامپیوترجهت برداشت خودکارگوجه فرنگی گلخانه ای درشرایط نورطبیعی.نشریه ماشینهای کشاورزی،جلد۳ ،شماره ۱،نیمسال اول۱۳۹۲،صفحه ۹-۱۵.

۵. محمودی،م.،خزایی،ج.،و وحدتی،ک.۱۳۸۷. شناسایی ژنوتیپ‌های گردو با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر و شبکه عصبی.مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون،۶تا۷ شهریور،مشهد مقدس.

6. Ahmed,F., H.A. Al-Mamun, A.S.M. Hossain Bari, P. Kwan, and Emam Hossain.2012. Classification of crops and weeds from digital images: A support vector machine Approach.Crop Protection 40 :98-104.
7. Arribas,J.I., G.V.Sanchez-Ferrero, G. Ruiz-Ruiz, and J. Gómez-Gil .2011. Leaf classification in sunflower crops by computer vision and neural networks. Computers and Electronics in Agriculture 78 : 9–18.
8. Golzarian,M. R., M.-K. Lee,and J. M. A.Desbiolles.2012. Evaluation of color indices for improved segmentation of plant images. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 55(1): 261-273.
9. Gonzalez, R.C., R.E. Woods, and S.L. Eddins.2009. Digital image processing using MATLAB. 2nd Edition, Upper Saddle River, NJ, US: Pearson Prentice Hall.
10. Jafari, A., S. Mohtasebi, H. Eghbali Jahromi, and M. Omid. 2004. Color Feature Extraction by Means of Discriminant Analysis forWeed Segmentation. 2004 ASAE/CSAE Annual International Meeting. Fairmont Chateau Laurier, The Westin, Government Centre Ottawa, Ontario,Canada.1 - 4 August 2004.
11. Meyer, G. E., and j.c. Neto. 2008. Verification of color vegetation indices for automated crop imaging applications. computers and electronics in agriculture 63:282–293.

12. Parsons, N.R., R.N. Edmondson, and Y. Song.2009.Image analysis and statistical modelling for measurement and quality assessment of ornamental horticulture crops in glasshouses.bio systems engineering 104: 161 – 168.
13. Philipp, I., and T. Rath. 2002.Improving plant discrimination in image processing by use of different colour space transformations. Computers and Electronics in Agriculture 35 :1–15 .
14. Zheng, X., and X. Wang.2010. Leaf vein extraction using a combined operation of mathematical morphology.IEEE.

# A qualitative and quantitative approach to assessing the performance of contrast enhancing colour indices used in automatic computer vision plant identification system

Mahmood Reza Golzarian[1*] Fatemeh Sadeghi[2] Narges Ghanei[2] and Fatemeh Kazemi[3]

1- Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad
* m.golzarian@um.ac.ir
2- BSc Student, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad
3- Assistant Professor, Department of Horticulture, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Computer vision systems are able to detect objects of interest automatically from images. For a vision-based plant identification system, segmentation of plant regions from background is a basic and necessary step. The quality of segmented plant regions from background is important to the following feature extreaction and interpretation steps. For this reason, colour indices are used to enhance the contrast between plant and background regions in an image. There have been several colour indices introduced and used in literature so far for separating green plants from non-green background. In each research, the newly defined colour index was said to be an effective contrast enhancer. In this research, a few new colour indices were defined and a new approac to qualitative and quantitative analysing the segmentation performance of these colour indices was used. A dataset of 500 images (10 plants × 50 imges each) was used to demonstrate this approach. The quantitative results showed that among tested colour indices, G-B and G/R were the most effective indices for segmentation of green plant and red plant, respectively, from the image background. The qualitative findings, which resulted from applying these colour indices on the plant images, were inline with quantitative findings.

**Keywords**:Image processi , Linear RGB transformati , Color indices, Image segmentation,Plant identification