طراحی و توسعه الگوریتم پردازش تصویر برای مانیتورینگ فعالیت زنبور عسل در کلونی در شرایط نور طبیعی

علی محمدزاده[۱]، محمود رضا گلزاریان[۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد
*M.golzarian@um.ac.ir

چکیده

بررسی، کنترل و نگهداری کندوهای زنبور عسل در تعداد زیاد به روش دستی و رایج از نظر اقتصادی پر هزینه است و این شیوه ها مشکلات زیادی را در رسیدگی به موقع به هر کندو ایجاد می کند. از فاکتورهای مهم در بررسی فعالیت زنبورها، بررسی تجمع آنها در قاب[۱] است. بدین منظور الگوریتمهای پردازش تصویر برای شناسایی و شمارش تعداد زنبور عسل نوشته شد. از دو شیوه برچسب زنی و شمارش بر مبنای سطح پروجکت شده زنبورها بترتیب برای شمارش زنبورهای بصورت تکی و توده روی قاب استفاده شد. الگوریتمهای نوشته شده روی تصاویر زنبورها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج ارزیابی برنامه ها، حکایت از دقت ۹۲/۶۹ درصد برای الگوریتم تشخیص و شمارش مبتنی بر برچسب زنی و دقت ۸۵ برای الگوریتم مبتنی سطح مساحت زنبورها داشت و نشان داد که برنامه های نوشته شده به طور موثری قادر به شناسایی و شمارش زنبورها می باشد.

واژه های کلیدی: سامانه بینایی، مانیتورینگ فعالیت، پردازش تصویر، زنبور

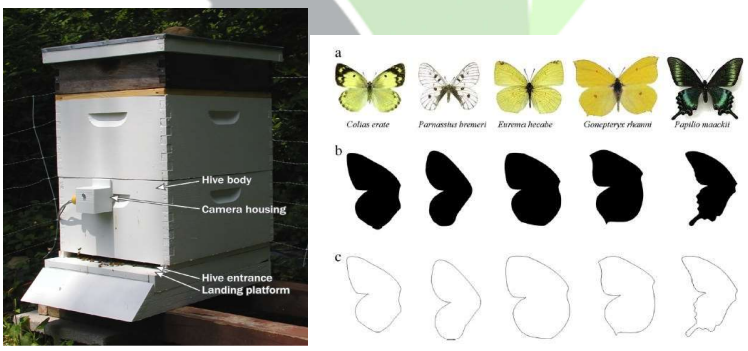
۱- معرفی

کشور ایران به دلیل داشتن اقلیم چهار فصل مطلوبترین شرایط نگهداری و پرورش زنبور عسل را دارد. ایران دارای ۵۶۱۳۲۵۹ کلونی زنبور عسل می باشد (آمار نامه ی وزارت جهاد کشاورزی-۱۳۹۱). استفاده از روش های دستی برای مشاهده ی فعالیت کندوها استفاده می کنند، اما این روش نه تنها کار گسترده ای را شامل می شود بلکه کار انفرادی، ثبت کردن مشاهدات در طول بررسی و مطالعه کار بسیار سختی می باشد. بنابراین توسعه ی یک سیستم خودکار برای کنترل و آنالیز کردن فعالیت زنبورهای عسل یک تکنیک پر اهمیت برای مطالعه ی این موضوع می باشد. با هدف این که یک سیستم کنترل خودکار، می توان اطلاعات بیان شده بر حسب صفات و رفتار زنبور عسل را بدست آورد و نسبت به آنالیز و مدل کردن فعالیت کندو و عملکرد آن اقدام کرد، یک سیستم تصویربرداری برای کنترل و آنالیز کردن فعالیت زنبورهای عسل مورد بررسی قرار دهد، اهمیت خاصی دارد.

---

[۱] Comb شان یا چارچوب چوبی که زنبور روی آن موم بافی می کند و اقدام به تخم گذاری و جمع کردن عسل میکند.

در این تحقیق امکان استفاده از سیستم بینایی کامپیوتری برای شناسایی و شمارش تعداد زنبور موجود در قاب و از این طریق رسیدن به نتیجه ای برای مشخص کردن وضعیت جمعیت یک کلونی زنبور عسل را به اجرا در آوردیم. تعداد زنبور در یک کلونی نماد قوی یا ضعیف بودن کلونی می باشد که از پارمترهای مهم برای کنترل کلونی ها در یک زنبورستان می باشد (Kaks, 1969). در مطالعه ای فعالیت های روزانه زنبور عسل را که توانستند به صورت خودکار با حداقل مداخله در کندو، رفتار منظم زنبورها را ثبت کنند. آنها از یک دوربین مادون قرمز[1] CCD، یک رایانه ی شخصی ، منبع روشنایی LED مادون قرمز و یک محفظه ی اکریلیک برای عبور محدود زنبور برای تصویر برداری استفاده کردند (Chen *et al.*, 2012). در تحقیقی دیگر با استفاده از تصویر برداری اقدام به شناسایی گونه ی پروانه ها را با توجه به شکل بال ها انجام دادند (شکل۱– الف). آنها تصاویر گرفته شده را به فرمت باینری تبدیل کردند و با استفاده از روش بخش بندی به روش پرویت[2] و لبه یابی[3] توانستند انواع پروانه ها را تشخیص دهند (Kang *et al.*, 2012). در مطالعه ای دیگر روشی برای اندازه گیری فعالیت پروازی زنبور ها بر مبنای پردازش ویدیو انجام شده است. محققان با استفاده از سیستم ویدیویی که در جلوی کندو نصب کرده بودند (شکل۱ – ب) برای کنترل ورود و خروج زنبور عسل و میزان فعالیت آنها که نشان از قوی بودن کندو میباشد را به انجام رساندند. (Campbell, Mummert *et al*. 2004). در تحقیقی دیگر محققان با استفاده از سیستم کنترل از راه دور[4] وضعیت پرورش زنبور عسل و کندو را از لحاظ فعالیت مورد بررسی قرار دادند و از روی اطلاعات جمع آوری شده وضعیت فعالیت زنبورداری های منطقه را تحت کنترل نگه داشتند (Zacepins and Stalidzans, 2013). تشخیص دادن گونه های مختلف از پروانه ها با استفاده از روش های ساده پردازش تصویر بسیار مشکل می باشد، لذا محققین مطالعه ای با استفاده از سیستم شبکه ی عصبی گونه های مختلف پروانه ها را شناسایی کردند (Kang *et al.*, 2012).



(ب) (الف)

شکل۱– لبه یابی بال پروانه بر مبنای گونه (الف)، کندو و واحد تصویربرداری(ب)

[1] Infrared Camera
[2] Prewitt Function
[3] Edge Function
[4] Remote sensing

۲- مواد و روشها

تصاویر در زنبورستانی در شهرستان مشگین شهر از شهر های استان اردبیل گرفته شدند. نوع زنبور مورد تصویر برداری زنبور محلی می باشد. تصاویر از فاصله ی ۱۵ سانتی متر در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سلیسوس در تیر ماه گرفته شدند، هم چنین نوع فعالیت زنبور ها عادی بود. تصاویر با دوربین دیجیتال S750-Sumsung 7.2 MP گرفته شد. نرم افزار مورد استفاده در این پروژه MATLAB R2011a و سیستم رایانه ای مورد استفاده برای انجام عملیات پردازش تصویر یک رایانه شخصی می باشد.

۲-۱- دریافت تصاویر

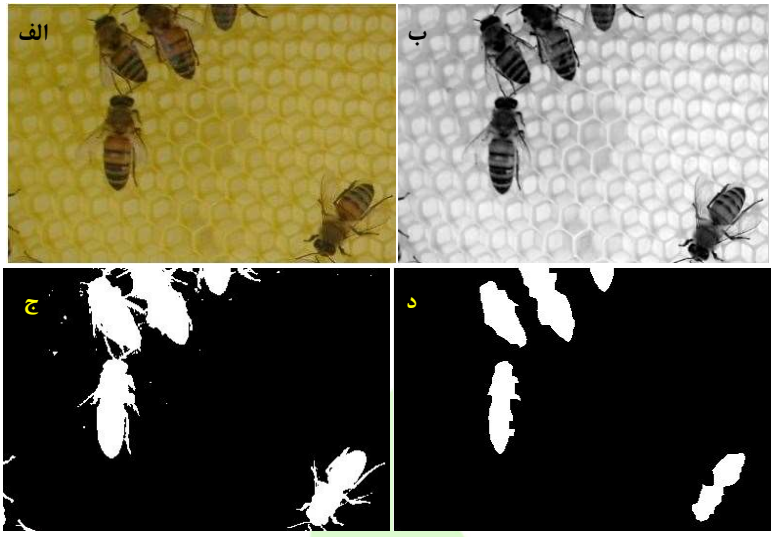
تصاویر در شرایط نور طبیعی در زنبورستان بعد از خارج کردن قاب از کندو تهیه شدند. علت اینکه نور پردازی را در این سیستم تاثیر ندادیم و یا از انتقال دادن به آزمایشگاه امتناع کردیم به چند علت می باشد که از جمله ی آنها می توان به احتمال افتادن ملکه روی زمین و منجر به گم شدن آن شود، دلیل دیگر با توجه به اینکه عملیات همیشه در زمین اجرا خواهد شد، لذا تصمیم بر این شد که تصاویر بر روی کندو در زنبورستان تحت شرایط نور طبیعی گرفته شود. تصویر برداری برای اینکه دارای شرایط یکسانی باشد، در ساعات مشخصی از روز انجام شد (۴ الی ۵ عصر) تصاویر در اندازه های ۳۴۹×۵۶۱ پیکسل و از فاصله ی ۱۵ سانتی متر گرفته و سپس به رایانه شخصی انتقال داده شدند.

۲-۲- عملیات پیش پردازش

دوربین تصاویر را در فضایRGB ثبت نمود. برای شناسایی زنبور عسل تصاویر به محیط رنگی RGB[1] انتقال داده شد. طی این مرحله سعی شد با استفاده از مقادیر رنگی محیط RGB تصویر را به صورتی که زنبور و پس زمینه از هم جدا نشان داده شوند به نوع دودویی[2] تبدیل گردید. تصاویر دارای نویز را با استفاده از عملیات فیلترینگ[3] نوع گاوسی[4] به منظور حذف نویز[5] تصاویر به صورتی که زنبور و پس زمینه و نویز هایی که ناشی از نور پردازی نامناسب و سایه ها ایجاد شده بود، اصلاح گردند. مشکلی که در پیش پردازش در تصاویر باینری وجود داشت متصل بودن زنبور ها (شکل ۲- ج) به هم بود که با استفاده از عملیات مورفولوژیکی سایش[6] و افزایش[7] با المان ساختاری دیسک شکل[8] به شعاع ۳ پیکسل زنجیر واره بودن زنبور ها را از هم جدا کردیم (شکل ۲- د).

د).

[1] Red, Green, Blue
[2] Binary Image
[3] Filtering
[4] Guassian
[5] Noise
[6] Erosion
[7] Dilation
[8] Disk-shape



شکل ۲ – (الف) تصویر اصلی، (ب) تصویر خاکستری ، (ج) تصویر باینری اولیه، (د) تصویر فیلتر شده

نویز زیاد موجود در شکل ۳، ناشی از عدم هماهنگی وضعیت نور و سایه ها می باشد. برای اصلاح تصویر و دست یافتن به یک تصویر بدون نویز نیاز به عملیات پیش پردازش طولانی بود که در مقایسه با دیگر تصاویر نیاز نشد که این تصاویر را اصلاح کنیم اما برای از بین بردن تصاویر با نویز زیاد سعی شد که تصاویر با کیفیت بالا و نورپردازی مشخص و برابر دریافت شود.

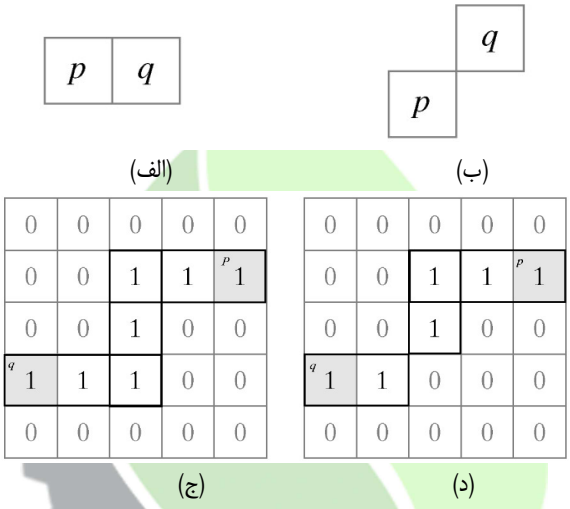
شکل **۳**- تصویر با نویز زیاد

۳-۲- عملیات برچسب زنی و شمارش زنبورها

بعد از باینری کردن تصاویر، پیسکلهای موجود در تصویر بر اساس نوع اتصال به نواحی تقسیم شده و نواحی باینری موجود در تصویر برچسب زنی و تعداد نواحی برچسب خورده شمارش می شود.

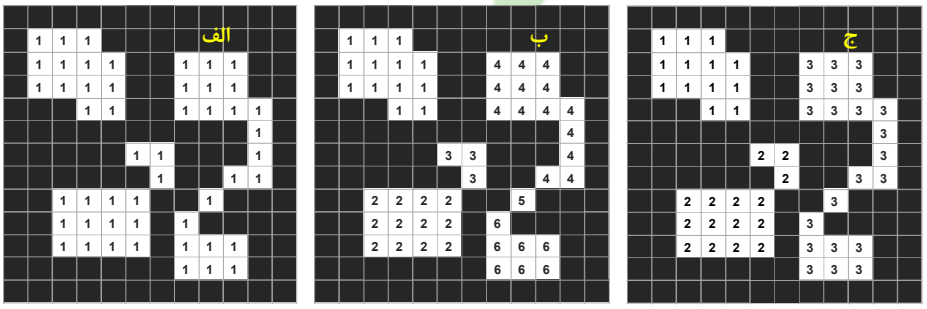
برچسب زنی الگوریتمی است که به کمک آن می توان ناحیه ها یا قطعات متصل بهم در یک تصویر را بدست آورده و به هر کدام از این قطعات یک نام، شماره، رنگ یا بطور کلی برچسب اختصاص داد. نحوهٔ اجرای این الگوریتم به این صورت است که پیکسل به پیکسلِ یک تصویر از بالا به پایین و چپ به راست برای یافتن ناحیه‌ها یا اجزای مرتبط بررسی می شود. ناحیه های مرتبط از پیسکلهای مجاوری که مقدار یکسان دارند تشکیل شده است. نحوهٔ اتصال هر پیکسل با پیسکلهایی که در همسایگی آنست به دو صورت «اتصال چهارگانه» و «اتصال هشت گانه» امکانپذیر است. دو

پیکسل p و q ، دو پیسکل «متصل از نوع چهارگانه» گفته می شوند، اگر آنها بصورت افقی یا عمودی (چهارگانه) بهم متصل باشند (شکل ۴- الف) یا بعبارت دیگر اتصال بین آنها مسیری را ایجاد کند که این مسیر تنها شامل اتصالات افقی و عمودی(چهارگانه) بین پیکسلهای پیش زمینهٔ موجود بین دو پیکسل p و q باشد (شکل ۴- ج). بطور متشابه، دو پیکسل p و q، دو پیسکل «متصل از نوع هشت گانه» گفته می شوند وقتی که آنها بصورت ضربدری (هشت گانه) بهم متصل باشند (شکل ۴- ب) و یا بعبارت دیگر اتصال آنها با یکدیگر یک مسیری را ایجاد کند که این مسیر شامل حداقل یک مورد اتصال ضربدری بین پیکسلهای پیش زمینهٔ موجود بین دو پیکسل p و q باشد (شکل ۴- د).



شکل ۴- نحوه اتصال دو پیکسل p و q: اتصال چهارگانه (الف ، ج)، اتصال هشت گانه (ب، د)

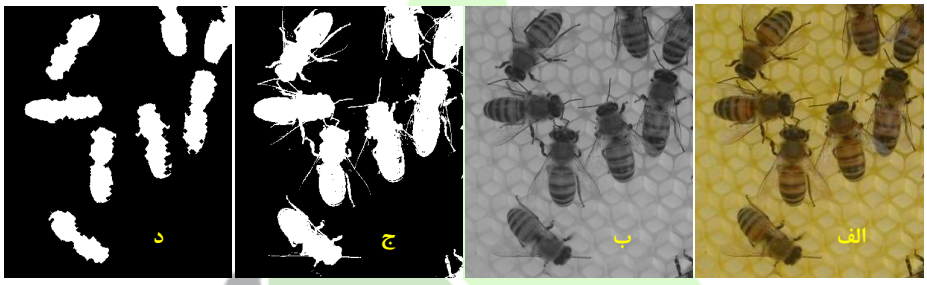
نواحی موجود در تصویر باینری زنبورها، بر اساس اتصال هشت گانه بر چسب می خورند. اتصال چهارگانه سبب افزایش کاذب تعداد ناحیه های موجود در تصویر و در نتیجه خطای شمارش زنبورها می شود (شکل ۵).



شکل۵- ورودی و خروجی دستور برچسب گذاری اجزاء متصل بهم؛ الف) تصویر باینری ورودی ؛ب) ماتریس برچسب در حالت اتصال چهارگانه‌ای با تعداد شش ناحیه درتصویر ؛ج) ماتریس برچسب در حالت اتصال هشت‌گانه‌ای با تعداد سه ناحیه در تصویر

۴-۲- محاسبه تعداد زنبور

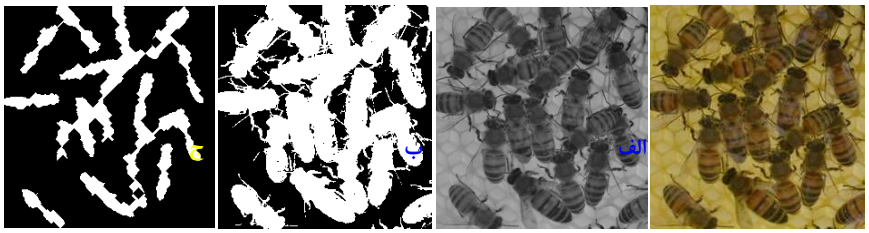
محاسبه تعداد زنبور بسته به پیچیدگی تصویر و میزان پنهان بودن قسمتی از بدن زنبورها زیر بدن زنبورهای دیگر در یک تصویر دارد. در تصاویری که بدن زنبورها بطور کامل مشخص و مجزا بوده و سطح تماس و چسبیدگی بین بدنها بعد از عملیات باینری وجود ندارد و تنها پاها و اندام نازک به هم در تماس هستند، از عملیات مورفولوژیکی سایش برای مجزا کردن کامل ناحیه هر زنبور از زنبورهای دیگر استفاده می شود و تعداد زنبورها براحتی با شمارش تعداد ناحیه های برچسب گذاری شده به شیوه اتصال هشت گانه بدست می آید. در اینگونه تصاویر، تعداد زنبورها برابر با تعداد ناحیه های که شامل پیکسلهای متصل هشت گانه می باشد، معمولا بصورت دقیق شمارش می شود (شکل۶)



شکل۶ – جداسازی زنبورها برای شمارش آنها: الف) تصویر اصلی ب) تصویر خاکستری ب) تصویر باینری که زنبورها توسط اجزای کوچکی بهم متصلند (تعداد ناحیه های شمارش شده توسط الگوریتم = ۱) د) تصویر باینری پردازش شده بعد از عملیات مورفولوژیکی که در آن زنبورها بصورت مجزا وجود دارند و شمارش بدرستی انجام می شود– تعداد ناحیه های شمارش شده توسط الگوریتم ۹ (برابر با تعداد زنبور موجود در تصویر)

در تصاویری که میزان پیچیدگی تصویر زیاد است و قسمت زیادی از بدن زنبورها در تماس هستند(شکل ۷-الف) از شیوه تخمین تعداد بر حسب سطح بدن زنبورها استفاده می شود. در این شیوه، ابتدا میانگین سطح بدن زنبورها از روی تصاویر بدست آمده و این عدد بعنوان میزان مساحت پروجکت[1] شده از سطح یک زنبور در نظر گرفته می شود، این مراحل بعد از عملیات باینری بر حسب پیکسل محاسبه می شود. مساحت بدست آمده برای سطح تمام زنبورها با تقسیم آن به سطح کنترل هر زنبور تعداد زنبورهای هر تصویر تخمین زده می شود.

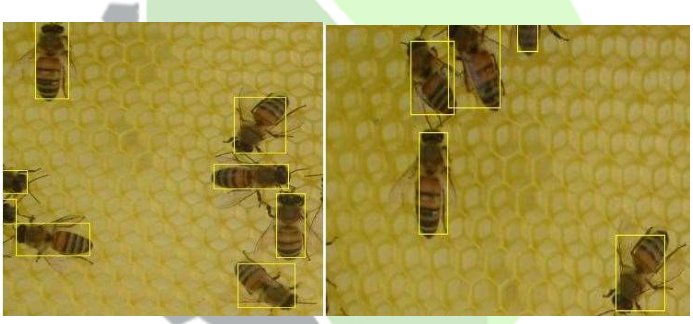
[1] Project Area



شکل ۷– تصویری که جدا کردن هر زنبور و شمارش زنبورها در تصویر باینری بدست آمده غیر ممکن است **الف)** تصویر اصلی ب) تصویر خاکستری ج) تصویر باینری د) تصویر باینری بدست آمده بعد از عملیات موفورلوژیکی (تعاد ناحیه های متصل = ۶، تعداد زنبورها >۱۰)

۵-۲- الگوریتم مکانیابی زنبورعسل

الگوریتم به کار برده شده بر مبنای مقدار آستانه برای تقسیم کردن تصویر به دو دسته ی زنبور و پس زمینه مورد استفاده قرار گرفت. الگوریتم به منظور نشان دادن زنبور بر مبنای رنگ و مساحت و لبه های رنگی در فضای رنگی RGB به کار برده شد. این الگوریتم در پایان برای اطمینان از درست شناسایی کردن زنبور آنها را با مربع هایی زرد رنگ و موقعیت آنها را در مرکز سطح دیده شده آنها در تصویر مشخص کرد (شکل ۸).



شکل ۸– زنبورهای شناسایی شده توسط الگوریتم پیشنهادی()

۶-۲- محاسبه تعداد زنبور

در این سیستم دو روش برای محاسبه ی تعداد زنبور ها استفاده شد که به دو شکل مورد ارزیابی قرار گرفت، در روش اول بر مبنای محاسبه تعداد شئ موجود در تصویر باینری که به صورت مجزا مربوط به هر یک از زنبور های موجود در تصویر می باشد، این روش در صورت پیش پردازش صحیح و حذف نویزها به درستی عمل کرده و تعداد زنبور ها به طور دقیق نمایش می دهد نتایج به صورت (جدول ۱) بدست آمد. در مرحله ی دوم تعداد پیکسل های سفید محاسبه و سپس تعداد پیکسل محاسبه شده ی یک زنبور محاسبه می شود (جدول۲)، از تقسیم تعداد کل سعی در رسیدن به تعداد واقعی زنبور شد (رابطه ۱). N نشان دهنده ی تعداد زنبور موجود بر شان، Y تعدادکل پیکسل های موجود در تصویر و X تعداد کل پیکسل یک زنبور می باشد.

$$N = \frac{Y}{X} \qquad (۱)$$

جدول ۱– نتایج بدست آمده از الگوریتم شمارشی بر مبنای آبجکت

تصاویر	تصویر۱	ت۲	ت۳	ت۴	ت۵	ت۶	ت۷	ت۸	ت۹	ت۱۰
تعداد اصلی زنبور	۱	۹	۵	۳	٤	٦	۸	۷	٤	۵
تعداد شمارش شده توسط الگوریتم	۱	۸	۵	٤	٤	٦	۸	۹	٤	۵
خطای ارزیابی الگوریتم(٪)	۰	۱۱/۱۱	۰	۳۳/۳	۰	۰	۰	۲۸/۵۷	۰	۰

جدول ۲– نتایج بدست آمده از الگوریتم شمارشی محاسبه شده بر مبنای بدن زنبور

تصاویر	تصویر۱	ت۲	ت۳	ت۴	ت۵	ت۶	ت۷	ت۸	ت۹	ت۱۰
تعداد اصلی زنبور	۱۰	۲۰	۸	۱۸	۱۹	۱۵	۱۲	۲۱	۱۱	۱۲
تعداد شمارش شده توسط الگوریتم	۸/۲	۱٤/۸	۷/۵	۲۱/۲	۱۷/۲	۱٤/۲	۹/	۱۵/٤	۹/	۱۱/۵
خطای ارزیابی الگوریتم(٪)	۱۸	۲٦	٦/۲۵	۱۷/۷	۹/٤۷	۵/۳	۲۲/۵	۲٦/٦	۱۷/۲۷	٤/۱
تعداد زنبور بعد از تاثیر دادن ضریب تصحیح	۱۰	۱۶	۹	۲۳	۱۹	۱۶	۱۱	۱۷	۱۱	۱۳

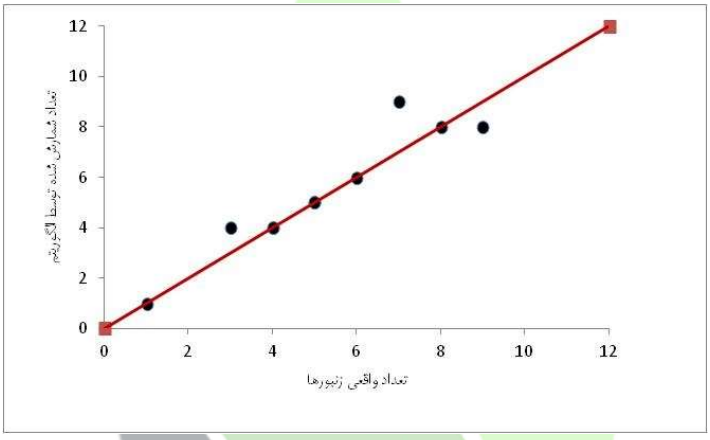
۳- بحث و نتایج

با توجه به تصاویر مشخص شد که تعداد زنبور های شناسایی شده توسط سیستم با تعدادی که به صورت دستی شمارش شده اند در بیشتر موارد برابر می باشند (جدول ۱و ۲). الگوریتم آستانه را از روی مقادیر رنگی در فضای RGB برای مشخص کردن زنبور استفاده شد. از دو روش شمارش زنبور استفاده شد که روش مساحت با خطا مواجه بود، این خطا ناشی از مواردی بود که زنبور به طور کامل روی سطح ورق موم و قاب قرار نداشت و یا سر زنبور درون حجره ها بود که تعداد زنبور شمارش شده کم می شد، اما در مقایسه، روش دوم محاسبه بر مبنای عملیات بر چسب زنی از دقت خوبی برخوردار بود. دقت شمارش در روش بر چسب زنی ۹۲/۶۹ درصد و در روش برمبنای مساحت بدن زنبور، با تاثیر دادن ضریب تصحیح دقت شمارش ۸۵ درصد بدست آمد. ضریب تصحیح با بررسی کردن نتایج بدست آمده در جدول ۲ بدین صورت تعیین شد، گرد کردن عدد به دست آمده به سمت بالا به اضافه ی عدد یک، تعداد زنبور را نسبت به مقدار اصلی واقعی تر نشان می داد.

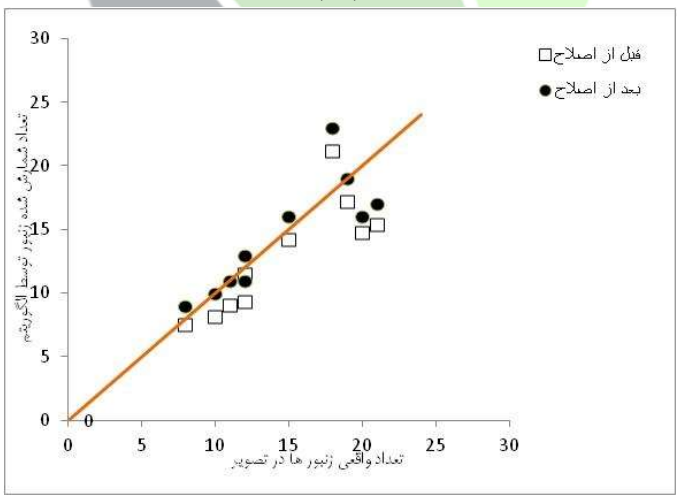
۱-۳- ارزیابی عملکرد الگوریتم

ارزیابی عملکرد هر دو الگوریتم طبق رابطه ی (۲) بررسی گردید. که در آن ϵ میزان خطا بر حسب درصد، N تعداد کل زنبور هایی که در تصویر می باشد و A تعداد کل زنبور هایی که توسط الگوریتم شناسایی می شوند می باشد. بر طبق این رابطه تعداد زنبور ها ابتدا به صورت دستی شمرده شدند، سپس در مقایسه با تعدادی که توسط الگوریتم نمایش داده شده بود مساوی شد (جدول ۱ و ۲).

$$\epsilon = \frac{|A-N|}{N} * 100 \qquad (۲)$$



(الف)



(ب)

شکل ۹- بررسی عملکرد دو الگورتیم استفاده شده برای شمارش زنبور ها در کلونی (الف) دقت همپوشانی زنبور های شمارش شده بر مبنای الگورتیم برچسب زنی، (ب) دقت الگورتم بعد از تاثیر دادن ضریب تصحیح در مقایسه با تعداد واقعی بر مبنای الگوریتم مساحت بدن زنبور

استفاده از این روش در تعداد کم زنبور و فاصله کم دوربین با موفقیت جواب می دهد، اما در تعداد زیاد و فاصله زیاد دوربین به دلیل هم پوشانی زیاد و ایجاد شدن نویز زیاد، با خطا همراه میباشد. برای رفع این مشکل از روشهای پیشرفته تر و پارامترهای متفاوتی مانند محدوده های رنگی گسترده، اندازه و خصوصیات مورفولوژیکی زنبور و هم چنین با توجه به کارهای انجام شده می توان روش سیستم شبکه عصبی را نیز پیشنهاد داد. استفاده از روشی برای یکسان کردن نورپردازی در شرایط نور طبیعی در تصاویر گرفته شده نیز می تواند به عنوان یک پیشنهاد پر اهمیت به شمار آید.

۴- نتیجه گیری کلی

در این مقاله سعی بر آن شد که از بینای رایانه ای جهت کنترل فعالیت زنبور عسل در داخل کندو استفاده شود. در این سامانه از دو روش برای شناسایی تعداد زنبور استفاده شد، شمارش به روش بر چسب زنی بهتر از روش مساحت بدن زنبور جواب داد. با توجه به نتایج و اطلاعات ذکر شده ملاحظه شد که از سیستم بینایی رایانه ای می توان برای کنترل و آنالیز فعالیت کندوی زنبور عسل با اطلاعات کسب شده از تصاویر در محدوده ی مرئی استفاده کرد. توسعه این سیستم می تواند در آینده، جهت پرورش و نگهداری زنبور عسل را به صورت کنترل از راه دور یا استفاده از علم رباتیک به سمت و سوی صنعتی و مکانیزه شدن آن سوق دهد.

منابع

1- Chen, C., E.-C. Yang, J.-A. Jiang and T.-T. Lin. 2012. An imaging system for monitoring the in-and-out activity of honey bees. Computers and Electronics in Agriculture 89: 100-109.

2- Heydari, A. 2010. IMAGE PROCESSING IN MATLAB. Kolke zarrin. Tehran.

3- Kaks, A. G. 1969. Beekeeping simply. Univercity of Illinois-College of Agriculture. USA.

4- Kang, S.-H. and W. Jeon and S.-H. Lee. 2012a. Butterfly species identification by branch length similarity entropy. Journal of Asia-Pacific Entomology 15: 437-441.

5- Kang, S.-H. and S.-H. Song and S.-H. Lee. 2012b. Identification of butterfly species with a single neural network system. Journal of Asia-Pacific Entomology 15: 431-435.

6- Kang, S.-H. and S.-H. Song and S.-H. Lee. 2012. Identification of butterfly species with a single neural network system. Journal of Asia-Pacific Entomology 15: 431-435.

7- Zacepins, A. and E. Stalidzans. 2013. Information processing for remote recognition of the state of bee colonies and apiaries in precision beekeeping (apiculture .(Biosystems and Information Technology 2: 6-10.

8- Noldus, L. P. J. J. and A. J. Spink and R. A. J. Tegelenbosch. 2002. Computerised video tracking, movement analysis and behaviour recognition in insects. Computers and Electronics in Agriculture 35: 201-227.

9- Monavvar, H. m. and r. alimardani and m. omid. 2013. Computer vision system for automated harvesting tomatoes in a greenhouse under natural light. Journal of Agricultural Machinery 3: 9-15.

Development of Image Processing Algorithm for Monitoring Honeybee Colony in Natural Light Condition

Ali Mohammadzadeh[1], Mahmood Reza Golzarian[2*]

1- MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad
2- Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad
*M.golzarian@um.ac.ir

Abstract

The conventional methods of monitoring honeybee hives and honeybee colonies are economically expensive. These methods introduce issues when in-time monitoring requires to be conducted for a large number of hives. In this project, we developed image processing algorithms for detecting and counting the number of honeybees, which are the factors implying the colony activity on a honeycomb. The algorithms used two image processing methods of labeling and measuring projected insect areas, respectively, for counting the detected individual isolated honeybees in less crowded colonies and the detected piled honeybees in more crowded colonies on combs. The algorithms were evaluated on honeybee images taken under natural lighting conditions. The results indicated 92.69% accuracy for the algorithm in which the labeling method was used and 85% accuracy for algorithm in which the count was based on the area projection. The findings of this project showed that the developed algorithms could detect and count honeybees effectively.

Keywords: Vision System, Colony Monitoring, Honeybee, Image Processing