دوفصلنامه علمی ترویجی علوم و فنون زنبورعسل
دوره ۱۶، شماره ۳۰، سال ۱۴۰۴، (۳۸-۴۹)

گرده افشانی محصولات کشاورزی با زنبور عسل

مانی جباری[1*]، میترا جباری[2]

۱- کارشناس ارشد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران
۲- کارشناس ارشد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۶/۲۸ **تاریخ پذیرش**: ۱۴۰۳/۹/۴
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/HBSJ.2024.367076.1175
رایانامه: mani.jabbari.mp@gmail.com

چکیده:

گرده افشانی نقش مهمی در بخش کشاورزی دارد و به عنوان یک رکن اساسی برای تولید محصولات زراعی و باغی عمل می‌کند. گیاهان برای جابجایی گرده‌ها به ناقلانی وابسته هستند که می‌تواند شامل آب، باد و گرده‌افشان‌هایی مانند خفاش‌ها، پروانه‌ها، مگس‌ها، پرندگان، زنبورها، پروانه‌ها، تریپس‌ها و سوسک‌ها باشد. زنبورها، به‌دلیل اثربخشی و در دسترس بودن، گرده افشان‌های مهمی به شمار می آیند. گرده افشانی زنبورها ارزش بسیار خوبی برای کیفیت و کمیت محصول فراهم می‌کند و نتایج اقتصادی و رژیم غذایی جهانی را بهبود می‌بخشد. کلنی‌های زنبور عسل با چالش‌های زیادی روبرو هستند به‌ویژه تغییرات آب و هوا، آفت‌کش‌ها و تغییرات کاربری زمین. که بر رشد، تولید مثل و سلامت آنها تأثیر می‌گذارد،

کلمات کلیدی: استامی‌پراید، بیماری، دگرگرده‌افشان، سیب

مقدمه

عمل گرده‌افشانی، نقش حیاتی در حفظ تعادل طبیعی اکوسیستم‌ها ایفا می‌کند و سنگ بنای تولید محصولات زراعی و باغی است و پیوندی بین کشاورزی و چرخه زندگی ایجاد می‌کند، در نتیجه، گرده افشانی به‌دلیل بهبود کیفیت و کمیت، نقشی ویژه در بخش اقتصادی دارد (Breeze *et al*., 2011; Gill *et al*., 2016; Hristov *et al*., 2020). گرده افشانی به عنوان فرآیندی تعریف می‌شود که طی آن گرده‌ها از بساک‌های نر به کلاله ماده، یا در همان گل (خودگرده‌افشان[1]) یا بین گیاهان (دگرگرده‌افشان[2]) پخش و منتقل می‌شود (Sukumaran *et al*., 2020; García-Breijo *et al*., 2020). گرده افشان‌ها، بازیگران کلیدی فرآیند تولید محصول هستند، زیرا گیاهان برای انتقال گرده خود در عمل گرده افشانی، کاملاً به حشرات متکی هستند (Khalifa *et al*., 2021). به عنوان مثال، مدیریت زنبور عسل در یک منطقه می‌تواند گرده افشانی را افزایش دهد (MacInnis and Forrest, 2020). ناقلان گرده‌افشان دیگر عبارتند از آب و باد و حیوانات شامل خفاش‌ها، پرندگان، پروانه‌ها، مگس‌ها، زنبورها، تریپس‌ها و سایر حیوانات می‌شوند (Lobo *et al*., 2005; Zeng and Fischer, 2020; Van der Kooi and Ollerton, 2020).

ارزش اقتصادی جهانی عمل گرده‌افشانی به‌طور متوسط ۱۵۳میلیارد یورو که معادل ۹/۵ درصد از تولیدات کشاورزی جهان برای غذای انسان در سال ۲۰۰۵ است (Gallai *et al*., 2009). گرده افشانی توسط حشرات، یک عنصر کلیدی در تولید تعداد زیادی از محصولات کشاورزی در سراسر جهان است، از جمله گیاهان معطر و دارویی مانند زیره سیاه[3]، زیره سبز[4] (Meena *et al*., 2018)، انیسون[5] (Abd El-Wahab *et al*., 2012)، آفتابگردان[6] (Chambó *et al*., 2011) و گشنیز[7] (Patil and Pastagia, 2016). زنبورهای عسل، زنبورهای بومی و مگس‌ها در هر فصل، ۴۸ محصول، از با ارزش‌ترین کالاهای جهان را گرده‌افشانی و کمک قابل توجهی به اقتصاد جهانی می‌کنند (Klein *et al*., 2007). به عنوان مثال، تنها در ایالات متحده آمریکا، سهم گرده افشانی سالانه ۱۶میلیارد دلار تخمین زده می‌شود.، که ۱۲میلیارد دلار صرفاً به زنبورهای عسل نسبت داده می‌شود (Calderone, 2012; Rader *et al*., 2016). زنبور عسل، گونه اصلی مسئول گرده افشانی در سراسر جهان است، به عنوان مثال، ۳۴ درصد از نیازهای عمل گرده افشانی در انگلستان را برآورده می‌کند (Breeze *et al*., 2011; Stanley *et al*., 2020).

اثر گرده افشانی زنبور عسل بر اقتصاد

تقاضای روزافزونی برای امنیت غذایی در مواجهه با چالش‌هایی مانند تغییرات آب و هوایی، تغییرات کاربری زمین، تغییر زیستگاه و افزایش جمعیت انسانی وجود دارد. گرده‌افشانی مناسب می‌تواند، کمیت و کیفیت میوه‌ها، سبزیجات، دانه‌های روغنی و سایر محصولات کشاورزی را بهبود بخشد (Giannini *et al*., 2015). با توجه به قیمت‌های بازار، گرده‌افشانی توسط حیوانات سالانه ۲۳۵ تا ۵۷۷ میلیارد دلار تولید محصول جهانی را افزایش می‌دهد (Potts *et al*., 2016). با این حال، تولید بیشتر، منجر به افزایش تقاضا برای عمل گرده افشانی می‌شود (Lautenbach *et al*., 2012). در سرتاسر جهان، ۵ تا ۸ درصد از تولید محصولات کشاورزی، بدون گرده‌افشانی حشرات از بین می‌رود (Aizen *et al*., 2009). عمل گرده افشانی موجب افزایش تنوع زیستی و افزایش تولید غذا بدون تهدید محیط زیست می‌گردد (Montoya *et al*., 2020).

کشورهایی که محصولاتی مانند قهوه[8] (Geeraert *et al*., 2020)، بادام[9] (Sáez *et al*., 2020) و سویا[10] (Luo *et al*., 2020) تولید می‌کنند، وابستگی بسیار زیادی به گرده افشانی در مقیاس بزرگ دارند. ارزش عمل گرده‌افشانی زنبورهای عسل، تقریباً ۱۱/۶۸ میلیارد دلار تا سال ۲۰۰۹ در ایالات متحده بود (Calderone, 2012). زنبورهای عسل، مسئول گرده افشانی بیش از ۱۰۰ محصول تجاری در آمریکای شمالی هستند (Hristov *et al*., 2020).

در جنوب صحرای آفریقا، که تولیدکننده اصلی پنبه می‌باشد، گرده افشانی زنبور عسل، عملکرد پنبه را به ۶۲

1- Self-Pollination
2- Cross-Pollination
3- *Nigella sativa* linn
4- *Cuminum cyminum* linn
5- *Pimpinella anisum* linn
6- *Helianthus* spp
7- *Coriandrum sativum* linn
8- *Coffea* spp
9- *Prunus dulcis* ((Mill.)
10- *Glycine max* L.

درصد در مقایسه با ۳۷ درصد بدون دخالت زنبورعسل در گرده افشانی افزایش می‌دهد (Stein *et al*., 2017). علاوه بر این، بازده اقتصادی حاصل از گرده افشانی زنبور عسل، در سیستم‌های کشاورزی خرده مالک در غرب کنیا به‌طور چشمگیری نرخ تولید را بهبود و تقریباً ۴۰٪ از تولید سالانه محصول را به عهده دارد (Kasina *et al*., 2009). ارزش تخمینی سالانه خدمات گرده افشانی ارائه شده توسط زنبورهای عسل در مناطق حفاظت شده در سال ۲۰۱۶ تقریباً ۵۶۴۰۰۰ دلار در شمال برزیل و ۲۴۶۰۰۰ دلار در منطقه جنوب شرقی برزیل بود (Hipólito *et al*., 2019). از ۳۶ محصول تولید شده در ایالت پارا برزیل، ۲۰ محصول (۵۵٪) به عمل گرده افشانی حیوانات وابسته هستند و ارزش کلی عمل گرده افشانی در سال ۲۰۱۶ به میزان ۹۸۳/۲ میلیون دلار بود که معادل ۳۳٪ از ارزش کل تولید محصول است (Orges *et al*., 2020). ارزش اقتصادی زنبورهای عسل بر عملکرد هندوانه، زغال اخته، گیلاس و کدوتنبل حدود ۶/۴ میلیارد دلار است (Reilly *et al*., 2020).

نقش گرده افشانی زنبور عسل در تولید محصول (کمیت و کیفیت)

زنبور عسل به‌عنوان محبوب‌ترین گونه گرده‌افشان برای محصولات در سطح جهان طبقه‌بندی می‌شود (Garan-tonakis *et al*., 2016) و مؤثرترین بازدیدکننده محصولات کشاورزی است، که تقریباً ۱۳ درصد از بازدیدهای گل را به ۵ درصد از گونه‌های گیاهی، در تمام قلمرو گیاهی انجام می‌دهد (Hung *et al*., 2018). در ایالات متحده، فعالیت گرده افشانی زنبورهای عسل برای سه گونه از محصولات به‌خوبی شناخته شده است: خیار[1] که برای آن ۱۰ درصد افزایش عملکرد و تعداد کلنی‌ها از ۴۰۰۰۰ به ۴۵۰۰۰ افزایش یافته است. زغال اخته[2] که افزایش عملکرد را از ۳/۷ میلیون در سال ۱۹۸۹ به ۵/۴ میلیون در سال ۱۹۹۸ افزایش یافت (Morse and Calderone, 2000) و گلابی[3] که افزایش ۷ درصدی در اندازه میوه و افزایش درآمد خالص ۴۰۰ دلار در هکتار را نشان داد (Naumann *et al*., 1994). در هند، استفاده از زنبورهای عسل به عنوان گرده افشان، کیفیت میوه گواوا[4] (Rajagopal *et al*., 2005) و همچنین طول و عرض میوه نارگیل[5] را در مقایسه با گروه شاهد بهبود بخشید (Meléndez-Ramírez *et al*., 2004). در مصر، زنبورهای عسل به‌طور قابل توجهی درصد و عملکرد دانه در پیاز[6] را در مقایسه با سایر حشرات بهبود بخشیده‌اند (Ewies and EL-Sahhar, 1977). (جدول ۱). علاوه بر این، درکشور بورکینافاسو[7]، تولید دانه‌های کنجد[8] پس از استفاده از زنبورهای عسل به عنوان گرده‌افشان، سه برابر شد (Stein *et al*., 2017). گرده‌افشانی دانه‌های روغنی کلزا[9]، گندم سیاه[10] و توت فرنگی[11]، تحت تاثیر زنبورهای عسل بوده که کیفیت و عملکرد آنها را بهبود بخشیده است (Bartomeus *et al*., 2014). با فعالیت گرده‌افشانی زنبور عسل، بر تعداد و عملکرد کل، زیره سیاه تأثیر مثبت داشته است (Saboor *et al*., 2018).

در گیاه دارویی گشنیز[12] ۶۳ درصد بازدیدهای زنبور عسل، منجر به عمل گرده‌افشانی شد (Bendifallah *et al*., 2013). برای سیب[13]، افزایش نرخ بازدید گل، توسط کلنی‌های زنبور عسل، باعث افزایش تشکیل میوه تا ۱۵ درصد شد (Geslin *et al*., 2017). در میوه انگور فرنگی[14]، گرده افشانی زنبورهای عسل، قطر میوه را به طور میانگین ۱۳/۳ درصد، چگالی میوه را ۳۰/۳ درصد و چگالی دانه را ۸/۴ درصد در مقایسه با عمل خودگرده‌افشانی افزایش داد (Chautá-mellizo *et al*., 2012).

1- *Cucumis sativus* Linn
2- *Vaccinium oxycoccos* Linn
3- *Pyrus communis* Linn

4- *Psidium guajava* Linn
5- *Cocos nucifera* Linn
6- *Allium cepa* Linn
7- Burkina Faso
8- *Sesamum indicum* Linn
9- *Brassica napus* Linn
10- *Fagopyrum esculentum* Moench
11- *Fragaria ananassa*
12- *Coriandrum sativum* L.
13- *Malus domestica* Borkh
14- *Physalis peruviana* Linn

جدول ۱. تاثیر عمل گرده افشانی زنبور عسل بر کمیت و کیفیت محصول

نوع محصول	تاثیر بر محصول	منبع
سیب	افزایش اندازه میوه و تعداد دانه	Khan and Khan, 2004
سیب	افزایش تعداد دانه و کیفیت میوه	Wu et al., 2021
هندوانه	افزایش تعداد و وزن میوه	Walters, 2005
آواکادو	افزایش تولید و وزن میوه	Peña and Carabalí, 2018
میوه گل ساعتی	افزایش تشکیل و کیفیت میوه	Halder et al., 2019; Barrera et al., 2020
مرکبات	تولید میوه‌های سنگین تر با اسید کمتر	Malerbo-Souza et al., 2004
انبه	افزایش تشکیل میوه	Deuri et al., 2018
کیوی	عملکرد و تشکیل میوه	Howpage et al., 2001
پنبه	افزایش تولید وزن فیبر و تعداد دانه	Pires et al., 2014
خردل	افزایش تشکیل دانه و مواد مغذی روغن در دانه	Mandal et al., 2018; Stanley et al., 2017
کلزا	افزایش روغن	Perrot et al., 2018

بازدید زنبور عسل از گل‌ها

گرده افشانی توسط زنبورها و سایر حشرات برای انواع گیاهان انجام می‌شود. از آنجایی که گرده افشانی برای گیاهان بسیار مهم است، در نتیجه گیاهان سازگارتر می‌شوند تا برای گرده‌افشان‌ها جذاب‌تر باشند (Bloch *et al*., 2006; Pashte and Kulkarni, 2015). گیاهان ابزارهای مختلفی برای جذب زنبورها دارند، از جمله رنگ گل (Pap-iorek *et al*., 2016; Bauer *et al*., 2017)، حرکت گل (Hen-nessy *et al*., 2020)، نوع سلول‌های گیاهی (سلول‌های اپیدرمی مخروطی) (Whitney *et al*., 2009)، حس بصری و بویایی (Rachersberger *et al*., 2019) و تولید شهد و دانه‌های گرده (Varassin *et al*., 2001; Gresty *et al*., 2018). بنابراین، گیاهان نقش مهمی در تأثیرگذاری بر میزان بازدید گرده افشان‌های خود دارند (Prado *et al*., 2021).

یکی از مهمترین خواص گیاهان که زنبورها را به خود جذب می‌کند، رنگ گل‌ها است (Bradshaw and Schem-ske, 2003; Handelman and Kohn, 2014). زنبورها دارای یک سیستم بینایی سه رنگ هستند که به طول موج‌های سبز، ماوراء بنفش، سفید و آبی حساس است و به آنها اجازه می‌دهد رنگ‌های متعددی را ببینند و اغلب از گل‌های آبی یا بنفش دیدن می‌کنند، اما بیشتر گل‌های آبی را ترجیح می‌دهند (Giurfa *et al*., 1995; Hill *et al*., 1997). در مقابل، زنبورها کمتر جذب گل‌های قرمز می‌شوند، اگرچه گاهی اوقات از گل‌های قرمزی که نور فرابنفش را منعکس می‌کنند، بازدید می‌کنند (Chen *et al*., 2020).

حرکت گل‌ها برای افزایش جذابیت زنبورها بسیار مهم است، زیرا، این امر، برای دید سه بعدی آنها ضروری است. حرکت نسبی گل‌ها، باعث افزایش تعداد محرک‌ها، در چشم زنبور عسل می‌شود. سلول‌های اپیدرمی مخروطی دارای عملکردهای متعددی مانند درک رنگ گل هستند که کارایی فرآیند گرده افشانی را افزایش می‌دهد (Whitney *et al*., 2011; Alcorn *et al*., 2012). علاوه بر این، ترکیبات فرار و اندازه گل، عملکرد ویژه‌ای برای جذب زنبورها دارد (Giuliani *et al*., 2020). در نهایت، کمیت و/یا کیفیت گرده و شهد تولید شده بر بازدید زنبورها، از گل‌ها تأثیر می‌گذارد. شهد و گرده منابع انرژی، پروتئین و لیپیدها برای زنبورها و سایر گرده افشان‌ها است (Shrestha *et al*., 2020). زنبورهای عسل به دنبال گل‌هایی با مقادیر بیشتر شهد هستند و به گل‌های بدون گرده (گیاهان نرعقیم) علاقه ندارند (Mallinger and Prasifka, 2017). گل گندم[1]، به‌دلیل گرده و شهد فراوان مورد علاقه و بازدید منظم زنبورهای عسل قرار می‌گیرد (Urbanowicz *et al*., 2020).

1- *Centaurea* spp

یکی از رفتارهایی که زنبورها در طول بازدید از گل‌ها ایجاد می‌کنند، صدا وزوز است (Pritchard and Vallejo-Marín, 2020). این ارتعاش، بهترین وسیله برای استخراج گرده از گیاهان است که منافذ کوچکی روی بساک خود دارند (Valle-jo-Marín, 2019). زنبور عسل، در طی این رفتار، بساک گل را گاز می‌گیرد و در تماس مستقیم با گل، با ماهیچه‌های قفسه سینه خود ارتعاشاتی ایجاد می‌کند و باعث می‌شود، ارتعاشات به گل منتقل شود (Russell *et al*., 2016).

چالش‌های مواجهه در گرده افشانی زنبور عسل

چندین متغیر بر نقش زنبورها به عنوان گرده افشان تأثیر می‌گذارد، مانند عوامل بیماری‌زا، کمبود مواد غذایی، تغییرات آب و هوا، و جنگل‌زدایی (Christopher Brown and Albrecht, 2001; Huang and Giray, 2012; Dolezal and Toth, 2018; Ma *et al*., 2019). عوامل بیماری‌زا مانند ویروس‌ها و عفونت‌های باکتریایی تأثیر منفی بر سلامت و طول عمر زنبور عسل دارند و عمل گرده افشانی محصولات و گیاهان را تهدید می‌کنند (Yang *et al*., 2018). عفونت‌های ویروسی، بر سیستم ایمنی زنبور عسل تأثیر و باعث ایجاد بیماری در کلنی‌ها می‌شود (O'Neal *et al*., 2017). اختلال فروپاشی کلونی (CCD[1]) پدیده‌ای است که در آن اکثر زنبورهای عسل کارگر، یک کلونی ناپدیده شده و زنبور ملکه، ذخایر غذا و زنبورهای پرستار که مسئول مراقبت از زنبورهای نابالغ را دارند، به حال خود رها می‌کنند (van Engelsdorp *et al*., 2009). علاوه بر عوامل طبیعی مؤثر بر گرده افشانی زنبور عسل، استفاده از آفت‌کش‌هایی مانند استامی‌پراید و قارچ‌کش‌های مهارکننده ارگوسترول[2]، عمل گرده افشانی را تهدید می‌کند (Han *et al*., 2019). بقایای آفت‌کش‌ها در شهد و گرده جمع آوری شده توسط زنبورها، باقی می‌ماند که منجر به سمیت عصبی، نقص ایمنی، تغییرات رفتاری و بیماری‌های مزمن می‌شود (Christen *et al*., 2018; Arce *et al*., 2018). استفاده از حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئید، یکی از عوامل اصلی مرتبط با تلفات زنبور عسل است (Woodcock *et al*., 2016; Jiang *et al*., 2018). سمپاشی نهاده‌های کشاورزی مانند قارچ‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها باعث آلودگی، سمیت و کاهش کیفیت و کمیت مواد مغذی در گرده و شهد می‌شود که منجر به آسیب کلنی‌ها و در نتیجه بقای زنبورها را تهدید می‌کند (Tosi *et al*., 2017; Tomé *et al*., 2017). بنابراین، تغذیه خوب، تأثیر مستقیم بر عملکرد ایمنی و تأثیر غیرمستقیم بر، در دسترس بودن انرژی دارد (Dolezal and Toth, 2018).

همچنین عوامل زیادی بر رشد، تولید مثل و بقای زنبورها تأثیر می‌گذارند، مانند دما و رطوبت بالا، که نه تنها تنوع زیستی زنبورها و سایر گرده‌افشان‌ها را کاهش، بلکه تولیدات کشاورزی را نیز کاهش می‌دهد (Ma *et al*., 2019). بیشتر زنبورها در طول روز از گل‌ها بازدید می‌کنند (Wcislo and Tierney, 2009). همچنین جنگل‌زدایی می‌تواند بر جمعیت زنبورها تأثیر بگذارد (ChristopherBrown and Albrecht, 2001). از دست دادن زیستگاه و تغییرات آب و هوایی نیز بر زنبورهای عسل در سراسر جهان تأثیر می‌گذارد و باعث تلفات حشرات گرده افشان می‌شود (Jacques *et al*., 2017; Grassl *et al*., 2018; Dalsgaard, 2020).

نتیجه‌گیری

زنبورها، گرده افشان اصلی گیاهان هستند. زنبورها به عنوان یک حشره در کنار سایر گرده افشان‌های جانوری مانند خفاش‌ها، پرندگان، سوسک‌ها، پروانه‌ها، تریپس‌ها و ناقلان دیگر مانند باد و آب نقش مهمی در گرده افشانی محصولات کشاورزی دارند. گرده افشانی زنبور عسل، مزایای بسیار متنوعی را برای بشریت فراهم می‌کند که به فرآوری مواد غذایی، مواد خام، داروها، الیاف، ارزش‌های اجتماعی، فرهنگی و حفظ تنوع زیستی و حفاظت از محیط زیست کمک می‌کند. همچنین، تأثیر مستقیمی بر سودآوری و بهره‌وری مقدار قابل توجهی از انواع محصولات از جمله سبزیجات و میوه‌ها و برخی از محصولات کشاورزی با ارزش بالا مانند قهوه، کاکائو و کلزا دارد. در حال حاضر، ۵ تا ۸ درصد از کل تولید جهانی محصولات کشاورزی، بدون عمل گرده افشانی توسط زنبورها از بین می‌رود، که نیاز به تغییر در رژیم غذایی انسان و گسترش زمین‌های کشاورزی برای رفع کمبودهای تولید محصول دارد. زنبورها با چالش‌های زیادی روبرو هستند که می‌تواند زندگی آنها را مخدوش کند، از جمله تغییر کاربری زمین، تغییرات آب و هوا، آفت‌کش‌ها، ژنتیک و مدیریت کشت. نگرانی‌ها در مورد کاهش زنبورها، نیاز به تشویق استفاده از گرده افشان‌ها در زمین‌های کشاورزی را تشدید کرده است. برای تولید

1- Colony collapse disorder

2- Ergosterol

محصولات سالم باید فضای امنی برای زنبورها فراهم شود. استفاده از حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها برای سلامتی انسان مضر است، زیرا هم محصولات کشاورزی و هم محصولات زنبور عسل به مواد شیمیایی آلوده می‌شوند که انسان در نهایت باید آنها را استفاده کند. گرده افشانی زنبور عسل، یک دارایی گرانبها است که باید از آن محافظت شود و نه تنها برای بهبود تعادل محیطی، بلکه برای حفظ امنیت غذایی در سراسر جهان باید افزایش یابد.

منبع ها:

Abd El-Wahab, T.E., Ebadah, I.M.A., and Mahmoud, Y.A. 2012. Insect pollinators of anise plants (*Pimpinella anisum* L.) and the important role of honey bees (*Apis mellifera* L.) on their yield productivity. Archives of Phytopathology and Plant Protection. 45, 677–685.

Aizen, M.A., Garibaldi, L.A., Cunningham, S.A., and Klein, A.M. 2009. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long term trends in crop production. Annals of Botany. 103, 1579–1588.

Alcorn, K., Whitney, H., and Glover, B. 2012. Flower movement increases pollinator preference for flowers with better grip. Functional Ecology. 26, 941–947.

Arce, A.N., Ramos Rodrigues, A., Yu, J., Colgan, T.J., Wurm, Y., and Gill, R.J. 2018. Foraging bumblebees acquire a preference for neonicotinoidtreated food with prolonged exposure. Proceedings: Biological Sciences. 285, 8–11.

Barrera, W.B., Jr., Trinidad, K.A.D., and Presas, J.A. 2020. Hand pollination and natural pollination by carpenter bees (*Xylocopa* spp.) in *Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa* Deg. (yellow passion fruit). Journal of Apicultural Research. 2020.

Bartomeus, I., Potts, S.G., Steffan-Dewenter, I., Vaissière, B.E., Woyciechowski, M., Krewenka, K.M., Tscheulin, T., Roberts, S.P.M., Szentgyörgyi, H., and Westphal, C. 2014. Contribution of insect pollinators to crop yield and quality varies with agricultural intensification. PeerJ 2014, e328–e347.

Bauer, A.A., Clayton, M.K., and Brunet, J. 2017. Floral traits influencing plant attractiveness to three bee species: Consequences for plant reproductive success. American Journal of Botany. 104, 772–781.

Bendifallah, L., Louadi, K., and Doumandji, S. 2013. Bee fauna potential visitors of coriander flowers *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae) in the Mitidja area (Algeria). Journal of Apicultural Research. 57, 59–70.

Bloch, D., Werdenberg, N., and Erhardt, A. 2006. Pollination crisis in the butterfly pollinated wild carnation *Dianthus carthusianorum*? New Phytologist. 169, 699–706.

Bradshaw, H.D., and Schemske, D.W. 2003. Allele substitution at a flower colour locus produces a pollinator shift in monkey flowers. Nature. 426, 176–178.

Breeze, T.D., Bailey, A.P., Balcombe, K.G., and Potts, S.G. 2011. Pollination services in the UK: How important are honeybees? Agriculture, Ecosystems & Environment. 142, 137–143.

Calderone, N.W. 2012. Insect pollinated crops, insect pollinators and US agriculture: Trend analysis of aggregate data for the period 1992–2009. PLoS ONE 7, e37235.

Chambó, E.D., Garcia, R.C., de Oliveira, N.T.E., and Duarte-Júnior, J.B. 2011. Honey bee visitation to sunflower: Effects on pollination and plant genotype. Scientia Agricola. 68, 647–651.

Chautá-mellizo, A., Campbell, S.A., Argenis, M., Thaler, J.S., and Poveda, K. 2012. Effects of natural and artificial pollination on fruit and off spring quality. Basic and Applied Ecology. 13, 524–532.

Chen, Z., Liu, C.Q., Sun, H., and Niu, Y. 2020. The ultraviolet colour component enhances the attractiveness of red flowers of a bee pollinated plant. Journal of Plant Ecology. 13, 354–360.

Christen, V., Kunz, P.Y., and Fent, K. 2018. Endocrine disruption and chronic effects of plant protection products

in bees: Can we better protect our pollinators? Environmental Pollution. 243, 1588–1601.

Christopher Brown, J., and Albrecht, C. 2001. The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus Melipona (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazilian Journal of Biology. 28, 623–634.

Dalsgaard, B. 2020. Land use and climate impacts on plant pollinator interactions and pollination services. Diversity. 12, 168.

Deuri, A., Rahman, A., Gogoi, J., Borah, P., and Bathari, M. 2018. Pollinator diversity and effect of *Apis cerana* F. pollination on yield of mango (*Mangifera indica* L.). Journal of Entomology and Zoology Studies. 6, 957–961.

Dolezal, A.G., and Toth, A.L. 2018. Feed backs between nutrition and disease in honey bee health. Current Opinion in Insect Science. 26, 114–119.

Ewies, M.A., and EL-Sahhar, K.F. 1977. Observations on the behaviour of honeybees on onion and their effects on seed yield. Journal of Apicultural Research. 16, 194–196.

Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., and Vaissière, B.E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecological Economics. 68, 810–821.

Garantonakis, N., Varikou, K., Birouraki, A., Edwards, M., Kalliakaki, V., and Andrinopoulos, F. 2016. Comparing the pollination services of honey bees and wild bees in a watermelon field. Scientia Horticulturae. (Amsterdam) 204, 138–144.

García-Breijo, F., Armiñana, J.R., Garmendia, A., Cebrián, N., Beltrán, R., and Merle, H. 2020. In vivo pollen tube growth and evidence of self-pollination and prefloral anthesis in cv. Macabeo (*Vitis vinifera* L.). Agriculture. 10, 647.

Geeraert, L., Aerts, R., Berecha, G., Daba, G., De Fruyt, N., D'hollander, J., Helsen, K., Stynen, H., and Honnay, O. 2020. Effects of landscape composition on bee communities and coffee pollination in *Coffea arabica* production forests in southwestern Ethiopia. Agriculture, Ecosystems & Environment. 288, 106706–106717.

Geslin, B., Aizen, M.A., Garcia, N., Pereira, A., and Vaissière, B.E. 2017. The impact of honey bee colony quality on crop yield and farmers' profit in apples and pears. Agriculture, Ecosystems & Environment. 248, 153–161.

Giannini, T.C., Cordeiro, G.D., Freitas, B.M., Saraiva, A.M., and Imperatriz-Fonseca, V.L. 2015. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. Journal of Economic Entomology. 108, 849–857.

Gill, R.J., Baldock, K.C., Brown, M.J., Cresswell, J.E., Dicks, L.V., Fountain, M.T., Garratt, M.P., Gough, L.A., Heard, M.S., Holland, J.M.O.J. 2016. Protecting an ecosystem service: Approaches to understanding and mitigating threats to wild insect pollinators. Advances in Ecological Research. 54, 135–206.

Giuliani, C., Giovanetti, M., Lupi, D., Mesiano, M.P., Barilli, R., Ascrizzi, R., Flamini, G., and Fico, G. 2020. Tools to tie: Flower characteristics, voc emission profile, and glandular trichomes of two mexican salvia species to attract bees. Plants. 9, 1645.

Giurfa, M., Núñez, J., Chittka, L., and Menzel, R. 1995. Colour preferences of flower naive honeybees. Journal of Comparative Physiology A 177, 247–259.

Grassl, J., Holt, S., Cremen, N., Peso, M., Hahne, D., and Baer, B. 2018. Synergistic effects of pathogen and pesticide exposure on honey bee (Apis mellifera) survival and immunity. Journal of Invertebrate Pathology. 159, 78–86.

Gresty, C.E.A., Clare, E., Devey, D.S., Cowan, R.S., Csiba, L., Malakasi, P., Lewis, O.T., and Willis, K.J. 2018. Flower preferences and pollen transport networks for cavitynesting solitary bees: Implications for the

design of agrienvironment schemes. Ecology and Evolution. 8, 7574–7587.

Halder, S., Ghosh, S., Khan, R., Khan, A.A., Perween, T., and Hasan, M.A. 2019. Role of pollination in fruit crops: A review. Pharma Innovation Journal. 8, 695–705.

Han, W., Yang, Y., Gao, J., Zhao, D., Ren, C., Wang, S., Zhao, S., and Zhong, Y. 2019. Chronic toxicity and biochemical response of *Apis cerana* cerana (Hymenoptera: Apidae) exposed to acetamiprid and propiconazole alone or combined. Ecotoxicology. 28, 399–411.

Handelman, C., and Kohn, J.R. 2014. Hummingbird color preference within a natural hybrid population of *Mimulus aurantiacus* (Phrymaceae). Plant Species Biology. 29, 65–72.

Hennessy, G., Harris, C., Eaton, C., Wright, P., Jackson, E., Goulson, D., and Ratnieks, F.F.L.W. 2020. Gone with the wind: Effects of wind on honey bee visit rate and foraging behaviour. Animal Behaviour. 161, 23–31.

Hill, P.S.M., Wells, P.H., and Wells, H. 1997. Spontaneous flower constancy and learning in honey bees as a function of colour. Animal Behaviour, 54, 615–627.

Hipólito, J., Sousa, B.d.S.B., Borges, R.C., de Brito, R.M., Jaffé, R., Dias, S., Imperatriz Fonseca, V.L., and Giannini, T.C. 2019. Valuing nature's contribution to people: The pollination services provided by two protected areas in Brazil. Global Ecology and Conservation. 20, e00782.

Howpage, D., Spooner-Hart, R.N., and Vithanage, V. 2001. Influence of honey bee (*Apis mellifera*) on kiwifruit pollination and fruit quality under Australian conditions. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 29, 51–59.

Hristov, P., Neov, B., Shumkova, R., and Palova, N. 2020. Significance of apoidea as main pollinators. Ecological and economic impact and implications for human nutrition. Diversity 12, 280.

Huang, Z.Y., and Giray, T. 2012. Factors affecting pollinators and pollination. Psyche 2012.

Hung, K.L.J., Kingston, J.M., Albrecht, M., Holway, D.A., and Kohn, J.R. 2018. The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 285, 20172140–20172147.

Jacques, A., Laurent, M., Consortium, E., Ribière-Chabert, M., Saussac, M., Bougeard, S., Budge, G.E., Hendrikx, P. and Chauzat, M.P. 2017. A pan-European epidemiological study reveals honey bee colony survival depends on beekeeper education and disease control. PLoS ONE 12, e0172591.

Jiang, J., Ma, D., Zou, N., Yu, X., Zhang, Z., Liu, F. and Mu, W. 2018. Concentrations of Imidacloprid and Thiamethoxam in Pollen, Nectar and Leaves from seed-Dressed Cotton Crops and their Potential Risk to Honeybees (*Apis mellifera* L.); Elsevier Ltd.: Amsterdam, The Netherlands, Volume 201, ISBN 8605388242.

Kasina, J.M., Mburu, J., Kraemer, M. and Holm-Mueller, K. 2009. Economic benefit of crop pollination by bees: A case of kakamega small-holder farming in Western Kenya. Journal of Economic Entomology. 102, 467–473.

Khalifa, S.A.M., Elshafiey, E.H., Shetaia, A.A., El-Wahed, A.A.A., Algethami, A.F., Musharraf, S.G., AlAjmi, M.F., Zhao, C., Masry, S.H.D. and Abdel-Daim, M.M. 2021. Overview of Bee Pollination and Its Economic Value for Crop Production. Insects, 12, 688.

Khan, M.R. and Khan, M.R. 2004. The role of honey bees *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in pollination of apple. Pakistan Journal of Biological Sciences. 7, 359–362.

Klein, A.M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C. and Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 274, 303–313.

Lautenbach, S., Seppelt, R., Liebscher, J. and Dormann, C.F. 2012. Spatial and temporal trends of global pollination benefit. PLoS One 7, e35954.

Lobo, J.A., Quesada, M. and Stoner, K.E. 2005. Effects of pollination by bats on the mating system of *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) populations in two tropical life zones in Costa Rica. American Journal of Botany. 92, 370–376.

Luo, D., Silva, D.P., De Marco Júnior, P., Pimenta, M.; and Caldas, M.M. 2020. Model approaches to estimate spatial distribution of bee species richness and soybean production in the Brazilian Cerrado during 2000 to 2015. Science of the Total Environment. 737, 139674.

Ma, W., Li, X., Shen, J., Du, Y., Xu, K. and Jiang, Y. 2019. Transcriptomic analysis reveals *Apis mellifera* adaptations to high temperature and high humidity. Ecotoxicology and Environmental Safety. 184, 109599.

MacInnis, G. and Forrest, J.R.K. 2020. Field design can affect cross-pollination and crop yield in strawberry (*Fragaria x ananassa* D.). Agriculture, Ecosystems & Environment. 289, 106738–106745.

Malerbo-Souza, D.T., Nogueira-Couto, R.H. and Couto, L.A. 2004. Honey bee attractants and pollination in sweet orange, Citrus sinensis (L.) Osbeck, var. Pera-Rio. Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases. 10, 144–153.

Mallinger, R.E. and Prasifka, J.R. 2017. Bee visitation rates to cultivated sunflowers increase with the amount and accessibility of nectar sugars. Journal of Applied Entomology. 141, 561–573.

Mandal, E., Amin, M.R., Rahman, H. and Akanda, A.M. 2018. Abundance and foraging behavior of native insect pollinators and their effect on mustard (Brassica juncea L.). Bangladesh Journal of Zoology. 46, 117–123.

Meena, N.K., Lal, G., Meena, R.S., Meena, B.M. and Meena, R.D. 2018. Pollinator's diversity and abundance on cumin (*Cuminum cyminum* L.) and their impact on yield enhancement at semi-arid regions. Journal of Entomology and Zoology Studies. 6, 1017–1021.

Meléndez-Ramírez, V., Parra-Tabla, V., Kevan, P.G., Ramírez-Morillo, I., Harries, H., Fernández-Barrera, M. and Zizumbo-Villareal, D. 2004. Mixed mating strategies and pollination by insects and wind in coconut palm (*Cocos nucifera* L. (Arecaceae)): Importance in production and selection. Agricultural and Forest Entomology. 6, 155–163.

Montoya, D., Gaba, S., de Mazancourt, C., Bretagnolle, V. and Loreau, M. 2020. Reconciling biodiversity conservation, food production and farmers' demand in agricultural landscapes. Ecological Modelling. 416, 108889–108909.

Morse, R.A. and Calderone, N.W. 2000. The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. Bee Cult. 128, 1–15.

Naumann, K., Winston, M.L., Slessor, K.N. and Smirle, M.J. 1994. Synthetic honey bee (Hymenoptera: Apidae) queen mandibular gland pheromone applications affect pear and sweet cherry pollination. Journal of Economic Entomology. 87, 1595–1599.

O'Neal, S.T., Swale, D.R. and Anderson, T.D. 2017. ATP-sensitive inwardly rectifying potassium channel regulation of viral infections in honey bees. Scientific Reports. 7, 8668–8676.

Orges, R.C.B., Rito, R.M.B., Onseca, V.L.I.M. and Iannini, T.C.G. 2020. The value of crop production and pollination services in the Eastern Amazon. Neotropical Entomology. 49, 545–556.

Papiorek, S., Junker, R.R., Alves-dos-Santos, I., Melo, G.A.R., Amaral-Neto, L.P., Sazima, M., Wolowski, M., Freitas, L. and Lunau, K. 2016. Bees, birds and yellow flowers: Pollinator-dependent convergent evolution of UV patterns. Plant Biology. 18, 46–55.

Pashte, V.V. and Kulkarni, S.R. 2015. Role of pollinators in qualitative fruit crop production: A review. BioScience Trends. 8, 3743–3749.

Patil, P.N. and Pastagia, J.J. 2016. Effect of bee pollination on yield of coriander. *Coriandrum sativum* Linnaeus. international journal of plant protection. 9, 79–83.

Peña, J.F. and Carabalí, A. 2018. Effect of honey bee (*Apis mellifera* L.) density on pollination and fruit set of avocado (*Persea Americana* Mill.) cv. Hass. Journal of Apicultural Science. 62, 5–14.

Perrot, T., Gaba, S., Roncoroni, M., Gautier, J.L. and Bretagnolle, V. 2018. Bees increase oilseed rape yield under real field conditions. Agriculture, Ecosystems & Environment. 266, 39–48.

Pires, V.C., Silveira, F.A., Sujii, E.R., Torezani, K.R.S., Rodrigues, W.A., Albuquerque, F.A., Rodrigues, S.M.M., Salomao, A.N. and Soares Pires, C.S. 2014. Importance of bee pollination for cotton production in conventional and organic farms in Brazil. Journal of Pollination Ecology. 13, 151–160.

Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H.T., Aizen, M.A., Biesmeijer, J.C., Breeze, T.D., Dicks, L.V., Garibaldi, L.A., Hill, R. and Settele, J. 2016. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. Nature 540, 220–229.

Prado, S.G., Collazo, J.A., Marand, M.H. and Irwin, R.E. 2021. The influence of floral resources and microclimate on pollinator visitation in an agro-ecosystem. Agriculture, Ecosystems & Environment. 307, 107196–107204.

Pritchard, D.J. and Vallejo-Marín, M. 2020. Floral vibrations by buzz-pollinating bees achieve higher frequency, velocity and acceleration than flight and defence vibrations. Journal of Experimental Biology. 223, jeb220541.

Rachersberger, M., Cordeiro, G.D., Schäffler, I. and Dötterl, S. 2019. Honeybee pollinators use visual and floral scent cues to find apple (*Malus domestica*) flowers. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 67, 13221–13227.

Rader, R., Bartomeus, I., Garibaldi, L.A., Garratt, M.P.D., Howlett, B.G., Winfree, R., Cunningham, S.A., Mayfield, M.M., Arthur, A.D. and Andersson, G.K.S. 2016. Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 113, 146–151.

Rajagopal, D., Eswarappa, G. and Raju, A.J.S. 2005. Pollination Potentiality of Honeybees in Increasing Productivity of Guava in Karnataka. In Changing Trends in Pollen Spore Research; Today and Tomorrow's Printers & Publishers: New Delhi, India, pp. 131–141.

Reilly, J.R., Artz, D.R., Biddinger, D., Bobiwash, K., Boyle, N.K., Brittain, C., Brokaw, J., Campbell, J.W., Daniels, J. and Elle, E. 2020. Crop production in the USA is frequently limited by a lack of pollinators. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. *287, 20200922–20200930*.

Russell, A.L., Leonard, A.S., Gillette, H.D. and Papaj, D.R. 2016. Concealed floral rewards and the role of experience in floral sonication by bees. Animal Behaviour. 120, 83–91.

Saboor, N., Muhammad, A., Muhammad, A.R. and Younisand, A. 2018. Role of pollinators in recommended and densely grown black cumin (*Nigella sativa* L.) yield at Dera Ismail Khan. Journal of Entomology and Zoology Studies. 6, 983–986.

Sáez, A., Aizen, M.A., Medici, S., Viel, M., Villalobos, E. and Negri, P. 2020. Bees increase crop yield in an alleged pollinator-independent almond variety. Scientific Reports. 10, 3177–3183.

Shrestha, M., Garcia, J.E., Burd, M. and Dyer, A.G. 2020. Australian native flower colours: Does nectar reward drive bee pollinator flower preferences? PLoS ONE 15, e0226469.

Stanley, D.A., Msweli, S.M. and Johnson, S.D. 2020. Native honeybees as flower visitors and pollinators in wild plant communities in a biodiversity hotspot. Ecosphere 11, e02957.

Stanley, J., Sah, K. and Subbanna, A.R.N.S. 2017. How efficient is the Asian honey bee, *Apis cerana* in pollinating mustard, Brassica campestris var. toria? Pollination behavior, pollinator efficiency, pollinator requirements and impact of pollination. Journal of Apicultural Research. 56, 439–451.

Stein, K., Coulibaly, D., Stenchly, K., Goetze, D., Porembski, S., Lindner, A., Konaté, S. and Linsenmair,

E.K. 2017. Bee pollination increases yield quantity and quality of cash crops in Burkina Faso, West Africa. Scientific Reports. 7, 17691–17700.

Sukumaran, A., Khanduri, V.P. and Sharma, C.M. 2020. Pollinator-mediated self-pollination and reproductive assurance in an isolated tree of *Magnolia grandiflora* L. Ecological Processes. 9, 45–53.

Tomé, H.V.V., Ramos, G.S., Araújo, M.F., Santana, W.C., Santos, G.R., Guedes, R.N.C., Maciel, C.D., Newland, P.L.; and Oliveira, E.E. 2017. Agrochemical synergism imposes higher risk to neotropical bees than to honeybees. Royal Society Open Science. 4, 160866.

Tosi, S., Nieh, J.C., Sgolastra, F., Cabbri, R. and Medrzycki, P. 2017. Neonicotinoid pesticides and nutritional stress synergistically reduce survival in honey bees. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 284, 20171711–20171719.

Urbanowicz, C., Muñiz, P.A. and McArt, S.H. 2020. Honey bees and wild pollinators differ in their preference for and use of introduced floral resources. Ecology and Evolution. 10, 6741–6751.

Vallejo-Marín, M. 2019. Buzz pollination: Studying bee vibrations on flowers. New Phytologist. 224, 1068–1074.

Van der Kooi, C.J. and Ollerton, J. 2020. The origins of flowering plants and pollinators. Science (80) 368, 1306–1308.

van Engelsdorp, D., Evans, J.D., Saegerman, C., Mullin, C., Haubruge, E., Nguyen, B.K., Frazier, M., Frazier, J., Cox-Foster, D. and Chen, Y. 2009. Colony collapse disorder: A descriptive study. PLoS ONE 4, e6481.

Varassin, I.G., Trigo, J.R. and Sazima, M. 2001. The role of nectar production, flower pigments and odour in the pollination of four species of Passiflora (Passifloraceae) in south-eastern Brazil. Botanical Journal of the Linnean Society. 136, 139–152.

Walters, S.A. 2005. Honey bee pollination requirements for triploid watermelon. HortScience 40, 1268–1270.

Wcislo, W.T. and Tierney, S.M. 2009. Behavioural environments and niche construction: The evolution of dim-light foraging in bees. Biological Reviews. 84, 19–37.

Whitney, H.M., Chittka, L., Bruce, T.J.A. and Glover, B.J. 2009. Conical epidermal cells allow bees to grip flowers and increase foraging efficiency. Current Biology. 19, 948–953.

Whitney, H.M., Poetes, R., Steiner, U., Chittka, L.; and Glover, B.J. 2011. Determining the contribution of epidermal cell shape to petal wettability using isogenic antirrhinum lines. PLoS ONE 6, e17576.

Woodcock, B.A., Isaac, N.J.B., Bullock, J.M., Roy, D.B., Garthwaite, D.G., Crowe, A. and Pywell, R.F. 2016. Impacts of neonicotinoid use on long-term population changes in wild bees in England. Nature Communications. 7, 12459.

Wu, P., Tscharntke, T., Westphal, C., Wang, M., Olhnuud, A., Xu, H., Yu, Z., van der Werf, W. and Liu, Y. 2021. Bee abundance and soil nitrogen availability interactively modulate apple quality and quantity in intensive agricultural landscapes of China. Agriculture, Ecosystems & Environment. 305, 107168–107176.

Yang, D., Xu, X., Zhao, H., Yang, S., Wang, X., Zhao, D., Diao, Q. and Hou, C. 2018. Diverse factors affecting efficiency of RNAi in honey bee viruses. Frontiers in Genetics. 9, 384–392.

Zeng, X. and Fischer, G.A. 2020. Wind pollination over 70 years reduces the negative genetic effects of severe forest fragmentation in the tropical oak *Quercus bambusifolia*. Heredity (Edinb). 124, 156–169.

Pollination of agricultural products with honey bees

Mani Jabari[1]*, Mitra Jabari[2]

1- Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Birjand University, Iran.

2- Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

DOI: 10.22034/HBSJ.2024.367076.1175

Abstract

Pollination plays an important role in the agricultural sector and acts as a basic pillar for the production of agricultural and horticultural crops. Plants depend on vectors to transport pollen, which can include water, wind, and pollinators such as bats, butterflies, flies, birds, bees, butterflies, trips, and beetles. Bees are important pollinators due to their effectiveness and availability. Bee pollination provides great value for crop quality and quantity, improving economic outcomes and global diets. Honey bee colonies face many challenges, especially climate change, pesticides and land use changes. Which affects their growth, reproduction and health.

Key words: Stamipride, Disease, Pollinator, Apple..

Corresponding Author: Mani Jabari
Email: mani.jabbari.mp@gmail.com