

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسات تحقیقات گیاهپزشکی و علوم باغبانی (پژوهشکده سبزی و صیفی)
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

نشریه فنی

زنبورهای مخملی، گرده افشان های مناسب برای محصولات باغی و گلخانه ای

نگارندگان: محمدرضا نعمت‌اللهی و علی فرهادی

اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی



1397

مخاطبان نشریه ترویجی: گلخانه داران، کشاورزان پیشرو، مروجین، کارشناسان پهنه های کشاورزی و کارشناسان ارشد مراکز آموزشی، پژوهشی و اجرایی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی

فهرست مطالب

2	مقدمه
2	اهمیت زنبورهای گرده افشان در گرده افشانی گیاهان
3	اهمیت زنبورهای مخملی در گرده افشانی گیاهان
4	اهمیت زنبورهای مخملی در گرده افشانی محصولات گلخانه‌ای
7	ارزش اقتصادی زنبورهای گرده افشان
7	تنوع گونه‌ای زنبورهای مخملی در ایران و دنیا
8	ویژگی‌های ظاهری گونه <i>Bombus terrestris</i>
9	زیست‌شناسی و چرخه زندگی زنبورهای مخملی
12	مقایسه زنبورهای مخملی با زنبور عسل
14	راهکارهای کاربرد زنبورهای مخملی
14	الف) پرورش و استقرار کلنی‌ها در محصول
16	دلایل عدم استمرار کلنی
16	ب) استفاده و حمایت از جمعیت‌های طبیعی زنبورهای مخملی
20	اصول پرورش زنبورهای مخملی
28	لزوم توجه به گونه‌ها و نژادهای بومی زنبورهای مخملی
29	منابع مورد استفاده

مقدمه

زنبورهای گردهافشان از راسته بال‌غشائیان (Hymenoptera) و متعلق به بالا خانواده زنبورهای گردهافشان (Apoidea)، حشراتی بسیار موفق هستند. همه زنبورهای گردهافشان در طول زندگی خود از شهد و گرده گیاهان تغذیه می‌کنند. در زنبورهای گردهافشان، ماده‌های بالغ مواد غذایی را برای نوزادان خود جمع می‌کنند، به‌طوری‌که نوزادانشان نیازی به تحرک نداشته باشند. در حقیقت، مرحله نوزادی یا لاروی شبیه کرم بوده و به‌طور کلی ضعیف، بی‌دفاع و دارای حرکت بسیار محدود می‌باشد. برای جمع‌آوری منابع غذایی، قطعات دهانی زنبورهای بالغ به یک خرطوم برای مکیدن شهد تبدیل شده و در بسیاری از گونه‌ها، پاهای عقبی ماده‌ها برای حمل گرده تغییر یافته است. از نظر طبقه‌بندی حشرات، زنبورهای مخملی همانند زنبورعسل به بالا خانواده زنبورهای گردهافشان (Apoidea) و خانواده Apidae تعلق دارند. سازمان اجتماعی زنبورهای مخملی نسبت به زنبورعسل ساده‌تر است و اصولاً زنبورهای مخملی دارای زندگی اجتماعی ابتدایی هستند. کلنی این زنبورها بسیار کم‌جمعیت‌تر از کلنی زنبورعسل است و تعداد افراد هر کلنی در حدود 50 فرد است.

بیشتر گونه‌های زنبورهای مخملی چرخه زندگی یک ساله دارند و ملکه به‌تنهایی مؤسس کلنی یا لانه است. البته برخی گونه‌های گرمسیری زنبورهای مخملی کلنی‌های جدید را به شیوه‌ای مشابه با زنبورعسل طی پرواز دسته‌جمعی آغاز می‌کنند. زنبورهای مخملی در مقایسه با زنبورعسل نسبتاً بزرگ‌تر بوده و بدن اکثر آن‌ها از موهای متراکم پوشیده شده و حالت عایق دارد. به خاطر این دو ویژگی (بزرگ‌تر بودن و عایق بودن)، زنبورهای مخملی قادرند دمای درونی بدنشان را به‌راحتی تنظیم نمایند و بنابراین به‌خوبی برای فعالیت در شرایط سرد سازگاری دارند. جالب این است که انتشار زنبورهای مخملی اساساً به مناطق معتدله، آلپی و قطبی محدود شده است. آن‌ها در مناطق گرم‌تر مانند نواحی مدیترانه‌ای به‌ندرت یافت می‌شوند، البته به‌طور استثنای برخی گونه‌ها در مناطق استوایی نیز دیده شده‌اند.

اهمیت زنبورهای گردهافشان در گرده‌افشانی گیاهان

بنا بر تعریف، گرده‌افشانی عبارت است از انتقال گرده از بساک پرچم یک گل به کلاله مادگی گل دیگر از همان نوع یا نوع متفاوت. در اکثر گیاهان گرده‌افشانی برای تولید دانه ضروری است. در گیاهان ممکن است انتقال گرده به روش‌های مختلف، توسط باد، آب، پرندگان و خفاش‌ها انجام شود، اما اکثریت قابل‌توجه گل‌ها توسط حشرات گرده‌افشانی می‌شوند. برخلاف سایر گروه‌های حشرات، زنبورهای گردهافشان بالغ، نوزادان یا لاروها را با گرده تغذیه می‌کنند. بنابراین زنبورهای گردهافشان برای جمع‌آوری منابع مناسب باید فعالیت زیادی انجام دهند. به‌خاطر

این میزان فعالیت، آن‌ها گرده‌افشان‌های عالی هستند و اساساً بسیاری از گیاهان برای گرده‌افشانی توسط زنبورهای گرده‌افشان سازگار شده‌اند.

تولید طیف گسترده‌ای از محصولات به حشرات گرده‌افشان بستگی دارند. بعضی از آن‌ها مانند یونجه و شبدر دگر گرده‌افشان هستند، به این معنی که نمی‌توانند بذری تولید کنند مگر اینکه گرده آن‌ها از یک گیاه به گیاه دیگر منتقل شود. گروه دیگری از محصولات خودبارور هستند مانند دانه‌های روغنی، خردل و گوجه‌فرنگی که این محصولات خودگرده‌افشان هستند، اما ملاقات حشرات سبب بهبود انتقال گرده می‌شود. در دانه‌های روغنی مانند کلزا، گرده‌افشانی مناسب سبب می‌شود بذرها زودرس شده و رسیدن آن‌ها یکنواخت شود، در غیر این صورت، رسیدن بذرها متوقف شده و برخی از بذور قبل از برداشت می‌ریزند. برخی از محصولات مانند آفتابگردان به‌طور کلی خودبارور هستند، اما در صورت گرده‌افشانی، بذور با کیفیت بهتر تولید می‌کنند. حتی در محصولات کاملاً خودبارور مانند باقلا، در صورت گرده‌افشانی کیفیت بذور تولیدی بهتر می‌شود. در میوه‌هایی مانند توت‌فرنگی، خیار و کیوی اندازه میوه به تعداد دانه تولید شده (و به همین ترتیب به تعداد تخمک‌های بارور شده) بستگی دارد. بنابراین گرده‌افشانی مناسب، حداکثر اندازه میوه را تضمین می‌کند. به‌عنوان مثال، در شرایط گلخانه، استقرار کلنی‌های زنبورهای مخملی (گونه معروف *Bombus terrestris*) سبب می‌شود تعداد میوه‌های بازارپسند توت‌فرنگی دو برابر شود.

با وجود آگاهی از رابطه اساسی و گران قیمت بین گرده‌افشانی و عملکرد محصولات مختلف، هنوز اطلاعات کافی درباره گرده‌افشانی بسیاری از گیاهان در دسترس نیست. به‌عنوان نمونه در اروپا، منطقه‌ای که بیشترین مطالعه در رابطه با گرده‌افشان‌ها در آنجا انجام شده است، از حدود 250 گونه گیاهی که به‌عنوان محصولات کشاورزی کشت می‌شوند حدود 150 گونه توسط حشرات گرده‌افشانی می‌شوند. با این حال، دقیقاً مشخص نیست که توسط کدام حشرات گرده‌افشانی می‌شوند و یا در صورت گرده‌افشانی ناکافی عملکرد آن‌ها چقدر کم می‌شود.

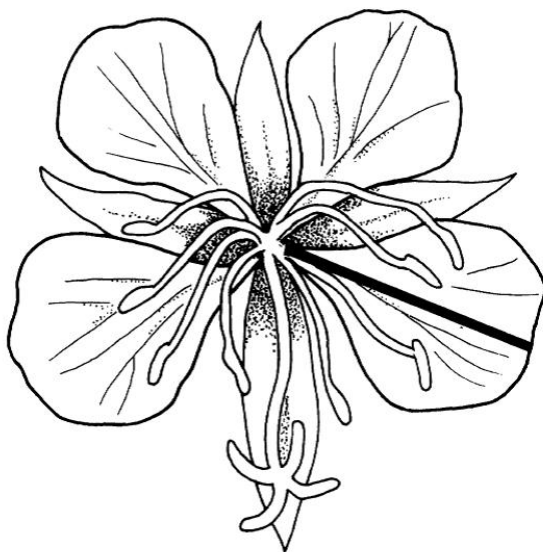
اهمیت زنبورهای مخملی در گرده‌افشانی گیاهان

شیوه زندگی زنبورهای گرده‌افشان از جمله زنبورهای مخملی به‌صورت کلنی و اجتماعی است. در سراسر محدوده انتشار زنبورهای گرده‌افشان به‌ویژه در منطقه معتدل در نیمکره شمالی، زنبورهای مخملی به‌عنوان گرده‌افشان‌های بومی روی محصولات زراعی و همچنین روی گیاهان وحشی بسیار فراوان هستند. بدین ترتیب بسیاری از گیاهان اساساً و یا گاهی اوقات انحصاراً برای گرده‌افشانی توسط زنبورهای مخملی سازگار شده‌اند. تحقیق در مورد چگونگی استفاده از زنبورهای مخملی به‌عنوان گرده‌افشان به حدود یک صد سال قبل برمی‌گردد. پرورش انبوه

این زنبورها در دنیا دارای سابقه نسبتاً طولانی (حدود 35 سال) است، اما اطلاعات علمی و تجربی آن در اختیار شرکت‌های بزرگ تجاری است و کمتر منتشر شده است.

گیاهانی که برای گرده‌افشان توسط زنبورهای گرده‌افشان سازگاری یافته‌اند، ویژگی‌هایی را نشان می‌دهند که در مجموع سندرم گرده‌افشانی نامیده می‌شود. گل‌هایی که توسط زنبورهای مخملی گرده‌افشانی می‌شوند چند ویژگی مشترک دارند (شکل 1).

- 1- این گل‌ها اغلب بزرگ و دارای رنگ‌های روشن (به‌ویژه آبی مایل به بنفش یا زرد) هستند.
- 2- آن‌ها به‌جای تقارن شعاعی، اغلب تقارن دوطرفه دارند.
- 3- این گل‌ها شهد فراوانی را تولید می‌کنند که معمولاً درون یک مهمیز عمیق قرار دارد. البته لازم به ذکر است که به این قاعده کلی استثنای زیادی وجود دارد و در عمل سندرم گرده‌افشانی در هر گل تنها نشانه‌ای است برای گرده‌افشان مورد نظر آن.



شکل 1- نمایی از تقارن دوطرفه یک گل آذین مناسب برای گرده‌افشانی توسط زنبورهای مخملی.

اهمیت زنبورهای مخملی در گرده‌افشانی محصولات گلخانه‌ای

در حال حاضر بیش از یک میلیون کلنی زنبور مخملی در سال تولید می‌شود و در کشورهای اروپایی، آمریکای شمالی و جنوبی و آسیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مجموع استفاده از زنبورهای مخملی برای گرده‌افشانی در این مقیاس مزایای زیادی را به همراه دارد و در کل، نسبت به سایر روش‌های گرده‌افشانی، سبب افزایش عملکرد، کیفیت بهتر میوه و کاهش هزینه‌های تولید می‌شود.

امروزه زنبورهای مخملی برای گرده افشانی حدود 20 محصول مهم و اقتصادی استفاده می‌شوند (جدول 1)، که مهم‌ترین آن‌ها گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای است. در عمل زنبورهای مخملی به‌عنوان عمومی‌ترین گرده‌افشان‌ها در محصولات گلخانه‌ای معرفی شده‌اند و در بسیاری از کشورهای دنیا برای گرده‌افشانی محصولات گلخانه‌ای چند گونه از زنبورهای مخملی به‌صورت انبوه پرورش داده می‌شوند. معروف‌ترین آن‌ها، گونه *Bombus terrestris* است که در سطح گسترده برای گرده‌افشانی محصولات گلخانه‌ای به‌ویژه گوجه‌فرنگی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول 1- اسامی گیاهانی که برای گرده‌افشانی آن‌ها از کلنی‌های تجاری زنبورهای مخملی استفاده می‌شود.

تیره	نام فارسی	نام علمی
بادمجانیان (Solanaceae)	گوجه‌فرنگی	<i>Solanum lycopersicon</i> L.
بادمجانیان (Solanaceae)	فلفل	<i>Capsicum annuum</i> L.
بادمجانیان (Solanaceae)	بادمجان	<i>Solanum melongena</i> L.
کدوئیان (Cucurbitaceae)	طالبی	<i>Cucumis melo</i> L.
کدوئیان (Cucurbitaceae)	هندوانه	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.)
کدوئیان (Cucurbitaceae)	خیار	<i>Cucumis sativus</i> L.
کدوئیان (Cucurbitaceae)	کدو مسمایی	<i>Cucurbita pepo</i> L.
گل‌سرخیان (Rosaceae)	توت‌فرنگی	<i>Fragaria x ananasa</i> Duchesne
گل‌سرخیان (Rosaceae)	تمشک	<i>Rubus idaeus</i> L.
گل‌سرخیان (Rosaceae)	توت سیاه	<i>Rubus fruticosus</i> L.
گالش انگور	انگورفرنگی (سیاه)،	<i>Ribes sativum</i> (Rchb.), <i>R. nigrum</i> L.
(Grossulariaceae)	قرمز)	
خلنگیان (Ericaceae)	قره قاط	<i>Vaccinium macrocarpon</i> Aiton
خلنگیان (Ericaceae)	بلو بری	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.
گل‌سرخیان (Rosaceae)	سیب	<i>Malus domestica</i> Borkh.
گل‌سرخیان (Rosaceae)	گلابی	<i>Pyrus communis</i> L.
گل‌سرخیان (Rosaceae)	گیلاس	<i>Prunus cerasus</i> L., <i>P. avium</i> L.
کیویان (Actinidiaceae)	کیوی	<i>Actinidia deliciosa</i> (A. Chev.)
گل‌سرخیان (Rosaceae)	هلو	<i>Prunus persica</i> (L.)

تأثیر زنبورهای مخملی در گرده‌افشانی به‌طور اتفاقی کشف شد. زمانی که دکتر دی جونگ که کلنی‌های این زنبور را به‌عنوان سرگرمی نگه می‌داشت، قبل از رفتن به سفر، این کلنی‌ها را در گلخانه گوجه‌فرنگی یکی از دوستانش به امانت گذاشت. پس از بازگشت از سفر متوجه شد که عملکرد محصول و همچنین کیفیت میوه‌ها به طرز اعجاب‌آوری بهتر شده است. این اتفاق انگیزه‌ای شد تا کار روی پرورش زنبورهای مخملی در هلند و بلژیک شروع و توسعه یابد. در حال حاضر اکثر کشورهای اروپایی و برخی کشورهای آسیایی شامل ژاپن، فلسطین اشغالی، ترکیه، کره جنوبی و چین پرورش زنبورهای مخملی را انجام می‌دهند. استرالیا نیز گونه‌هایی از این زنبورها را وارد نموده است.

در کشت گوجه‌فرنگی و سایر سبزی‌ها در فضای باز گرده‌افشانی به‌وسیله حشرات، باد و تکان دادن بوته‌ها تا حدودی انجام می‌شود. اما در گلخانه‌ها که فضا بسته است امکان ورود حشرات و وزش باد کم می‌شود، بنابراین از زمان‌های گذشته گرده‌افشانی این گیاهان به روش‌های مختلف به‌صورت مصنوعی انجام می‌شده است. این روش‌ها به‌اختصار به شرح زیر توضیح داده می‌شوند.

1- ضربه‌زدن روی گل‌ها: به این منظور از کاغذ لوله شده، پرهای مصنوعی، قلم‌مو و فرچه استفاده می‌شده است. در کل این روش کارایی مطلوبی نداشته و غالباً تلقیح ناقص گل‌ها یا عدم تلقیح گل‌ها را در پی دارد. این روش در سطوح وسیع به‌خاطر زمان‌بر بودن و هزینه کارگری بالا قابل توصیه نیست.

2- تکان دادن یا لرزاندن سیم مهار بوته‌ها: این کار با ایجاد شوک در سیم‌های مهار و یا ضربه زدن روی آن‌ها انجام می‌شود. انجام این کار هر روز یا حداقل یک روز در میان تا وقتی گل‌های تلقیح نشده روی بوته وجود دارند ضروری است. البته می‌توان تکان دادن گل‌ها را با استفاده از دستگاه لرزاننده الکتریکی موسوم به زنبور الکتریکی که روی سیم‌های مهار نصب می‌شود انجام داد.

3- تلقیح با استفاده از هورمون: این هورمون‌ها زمانی که عمل گرده‌افشانی به‌صورت ناقص انجام شده باشد، سبب افزایش رشد میوه می‌شوند. میوه‌های حاصل از این روش فاقد بذر می‌باشند.

4- استفاده از زنبورهای مخملی: این زنبورها به‌طور غیرمستقیم باعث شوک به گیاه شده و عمل لقاح را باعث می‌شوند.

درمجموع استفاده از زنبورهای مخملی برای گرده‌افشانی گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای مزیت‌های مهمی به شرح زیر دارد:

الف) معمولاً تلقیح گل ها کامل است و تمام گل ها گرده افشانی می شوند.
ب) اصولاً برای هر 2000 مترمربع گلخانه یک کندوی زنبور کافی است. بنابراین هزینه کارگری در این روش نسبت به سایر روش ها کمتر است.

در این راستا برنامه های کاربردی برای استقرار زنبورهای مخملی گونه *B. terrestris* در سایر نقاط دنیا از جمله استرالیا، آفریقای جنوبی و آرژانتین به منظور گرده افشانی گوجه فرنگی ارائه و انجام گرفته است. درواقع زنبورهای مخملی به قدری در گرده افشانی گوجه فرنگی مؤثرند که تولید کنندگان گوجه فرنگی در مناطقی که زنبورهای مخملی در دسترس نیستند، ضرر اقتصادی قابل توجهی را در بازار جهانی متحمل می شوند.

ارزش اقتصادی زنبورهای گرده افشان

تعیین دقیق ارزش اقتصادی زنبورهای گرده افشان بسیار سخت است، اما برای برخی مناطق دنیا تخمین هایی ارائه شده است. به طور کلی همه محققین بر این باورند که ارزش اقتصادی زنبورهای گرده افشان بسیار زیاد است و گفته شده است که بیش از یک سوم غذای مصرفی انسان به گرده افشانی توسط حشرات وابسته است. به عنوان مثال، ارزش اقتصادی گرده افشانی توسط زنبور عسل در ایالات متحده 14/6 میلیارد دلار در سال تخمین زده شده است. این عدد برای استرالیا 103 میلیون دلار، برای کانادا یک میلیارد دلار و برای اتحادیه اروپا 6/6 میلیارد دلار تخمین زده شده است.

از آنجایی که تولید و عرضه زنبورهای مخملی به صورت انحصاری توسط شرکت های خصوصی انجام می شود، برخلاف زنبور عسل تخمین دقیقی درباره ارزش اقتصادی آن در دنیا در دسترس نیست. آخرین تحقیق اقتصادی در این باره مربوط به سال 2006 است که طبق آن گزارش ارزش اقتصادی فروش کلنی های زنبورهای مخملی به بیش از یک میلیون دلار بالغ می شود. در سال 2004 در کل دنیا از زنبورهای مخملی برای گرده افشانی حدود 40000 هکتار گلخانه گوجه فرنگی استفاده شده که ارزش اقتصادی آن حدود 15 میلیون دلار بوده است.

در حال حاضر مهم ترین گونه زنبورهای مخملی که به صورت تجاری تکثیر و تولید می شود، گونه *B. terrestris* است. تجارت جهانی فروش کلنی های این گونه بیش از یک میلیون کلنی در سال است. کشور ژاپن سالانه حدود 40,000 کلنی از این زنبور را وارد و در گلخانه های کشور استفاده می کند.

تنوع گونه ای زنبورهای مخملی در ایران و دنیا

از نظر طبقه بندی حشرات، همه گونه های زنبورهای مخملی به جنس *Bombus*، خانواده (Apidae) و بالا خانواده زنبورهای گرده افشان (Apoidea) تعلق دارند. در دنیا تاکنون 252 گونه از این زنبورها شناسایی شده است. طی دهه اخیر تغییراتی در رده بندی این زنبورها صورت گرفته است. از جمله اینکه تعداد زیرجنس های آنها به 15

زیرجنس تعدیل شده است و برخی گونه‌ها به‌عنوان مترادف یکدیگر منظور شده و تحت عنوان یک گونه معرفی شده‌اند. مطابق با آخرین اصلاحات انجام گرفته در رده‌بندی این زنبورها، تاکنون 31 گونه از 11 زیرجنس از زنبورهای مخملی از ایران جمع‌آوری شده‌اند.

در حال حاضر در دنیا تنها دو زیرجنس از زنبورهای مخملی به نام‌های *Bombus* و *Pyrobombus* به‌صورت تجاری پرورش داده می‌شوند. در بین گونه‌های پرورشی، دو گونه به‌طور عمده تولید و عرضه می‌شوند: *B. terrestris* و *B. impatiens*. گونه اول در اروپا و آسیا و گونه دوم در ایالات متحده تولید می‌شود. البته در سال‌های اخیر تغییراتی در گونه‌های پرورش یافته توسط برخی شرکت‌ها رخ داده است. به‌عنوان مثال در گذشته پرورش گونه *B. occidentalis* در آمریکای جنوبی انجام می‌شد که به خاطر آلودگی به عامل بیماری نوزموز (با عامل *Nosema bombi*) دیگر تولید نمی‌شود، و در مقابل هم‌اکنون پرورش گونه *B. atratus* مورد توجه قرار گرفته است.

گونه معروف *B. terrestris* دارای بیش از 10 زیرگونه است که در بسیاری کشورها زیرگونه مربوط به همان منطقه پرورش داده می‌شود. از نظر امکان پرورش انبوه و تجاری، در بین این زیرگونه‌ها، زیرگونه *B. t. dalmatinus* برتری‌های ویژه‌ای دارد. از جمله اینکه کلنی‌های بزرگی را ایجاد می‌کند و نرخ استقرار موفق کلنی‌هایش زیاد است. بنابراین به‌عنوان معروف‌ترین زیرگونه در صنعت پرورش زنبورهای مخملی شناخته شده است.

ویژگی‌های ظاهری گونه *B. terrestris*

از نظر ظاهری ویژگی‌های این گونه به این شرح می‌باشد: طول بدن در ملکه 20-22 میلی‌متر، در نرها 14-16 میلی‌متر و در کارگران 11-17 میلی‌متر است. در کارگران انتهای بدن پهن شده و روی آن نوارهای تیره دیده می‌شود. در ملکه انتهای شکم حالت چرمی سفید دارد و اصطلاحاً دُم نامیده می‌شود. در بین گونه‌های مختلف زنبورهای مخملی، این گونه منحصر به فرد است، زیرا که اندازه بدن در زنبورهای کارگر بسیار متغیر می‌باشد. در این حشرات اندازه قفس سینه از 2/3 تا 6/9 میلی‌متر و وزن بدن از 68 تا 754 میلی‌گرم متغیر است (شکل 2).



شکل 2- ویژگی‌های ظاهری گونه معروف زنبورهای مخملی (*B. terrestris*) گونه از سطح پهلویی و سطح شکمی.

زیست‌شناسی و چرخه زندگی زنبورهای مخملی

همه زنبورهای مخملی به جنس *Bombus* تعلق داشته و حدود 250 گونه در سراسر جهان دارند. حضور زنبورهای مخملی به طور کلی به مناطق معتدل شمالی کره زمین محدود می‌شود، اما به طور طبیعی برخی گونه‌ها در آمریکای جنوبی فعالیت دارند. همچنین توسط انسان چند گونه به استرالیا و نیوزیلند وارد شده و در آنجا مستقر شده‌اند اما غیربومی محسوب می‌شوند.

زنبورهای مخملی اغلب چرخه زندگی یک ساله دارند. بدین ترتیب که ملکه در زمستان یا بهار از خواب زمستانی بیدار می‌شود و سپس به جستجوی محل‌های مناسب برای لانه‌سازی می‌پردازند. زمان ظهور بالغین در گونه‌های مختلف متفاوت است. در گونه معروف *B. terrestris* زنبورهای بالغ در ماه‌های بهمن یا اسفند در طبیعت مشاهده می‌شوند. افراد جنسی یا تولیدمثلی، یعنی ملکه‌های جوان و نرها در انتهای تابستان تولید می‌شوند. این افراد پس از ترک لانه اولیه، جفت‌گیری می‌کنند. سپس ملکه‌های بارور و جدید به خواب زمستانی می‌روند. در اکثر گونه‌ها، ملکه تنها یک بار جفت‌گیری می‌کند. سپس ملکه‌ها در بهار از خواب زمستانی بیدار می‌شوند و از آن‌پس، تمام وقت خود را صرف جستجوی شهد و یافتن مکانی مناسب برای لانه‌سازی می‌نمایند.

گونه‌های مختلف زنبورهای مخملی لانه خود را در محل‌های مختلفی ایجاد می‌کنند. سایت‌های انتخاب‌شده برای لانه‌سازی، هم از نظر نوع زیستگاه و هم از نظر موقعیت، بین گونه‌ها متفاوت است. بیشترین تراکم لانه‌ها ظاهراً در باغ‌ها دیده می‌شود. در زمین‌های زراعی، اصولاً در قسمت‌های خطی مانند پرچین‌ها، حصارها و ردیف درختان،

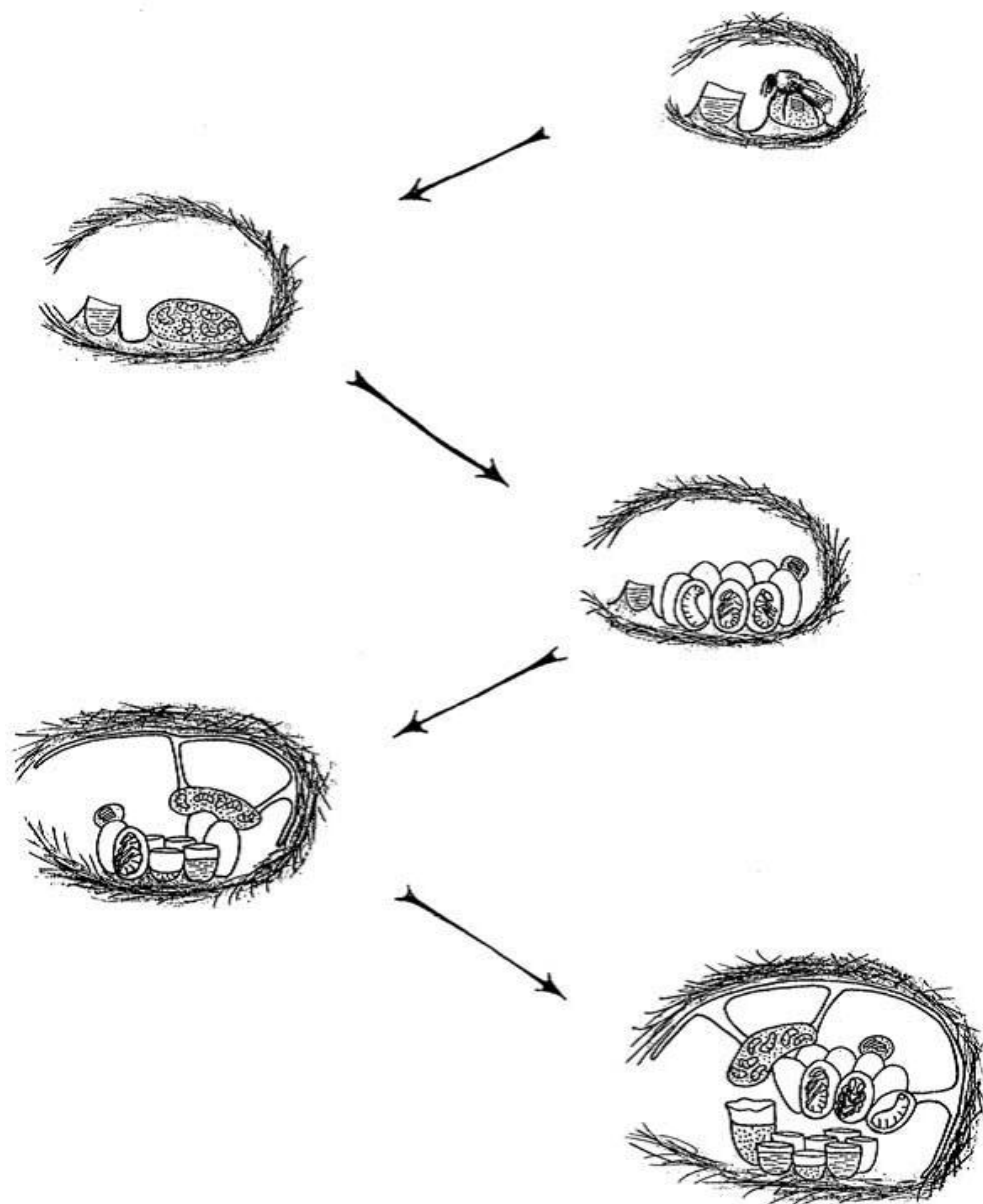
نسبت به قسمت‌های غیرخطی مانند جنگل یا چمن‌زار لانه‌های بیشتری وجود دارد. در این بین گونه معروف *B. terrestris* از لانه‌های زیرزمینی و حفره‌های موجود در زمین (اغلب لانه‌های غیرفعال جوندگان) به عنوان لانه استفاده می‌کند. پس از آنکه ملکه محل لانه خود را انتخاب کرد، برای توسعه تخمدان‌ها شروع به جستجو و تغذیه از گرده می‌کند. ملکه مقداری گرده را در کف لانه انبار نموده و سپس با ترشح موم از شکم خود سلول‌هایی کوزه‌ای شکل را در آن ایجاد می‌کند. به طور کلی، در اولین تخم‌گذاری 8 تا 16 عدد (و یا به نقل از برخی منابع 6 تا 10 عدد) تخم گذاشته می‌شود. این توده گرده از بیرون با یک لایه موم مخلوط با گرده پوشیده می‌شود. ملکه در محل در ورودی لانه، یک گلدان مومی می‌سازد که در آن شهد ذخیره می‌کند و طی دوره خوابیدن روی تخم‌ها از آن تغذیه می‌کند. ملکه در بالای توده گرده روی دسته‌های تخم می‌خوابد، به طوری که دمای بستر تخم‌ها حدود 30-32 درجه سلسیوس باشد. تخم‌ها ظرف مدت 4 روز تفریخ شده و لاروهای جوان از گرده تغذیه می‌کنند. این دوره که 3 تا 4 هفته طول می‌کشد، ملکه به صورت انفرادی زندگی می‌کند و به تنهایی به جستجوی غذا پرداخته و اولین دسته نوزادانش را پرورش می‌دهد (شکل 3).



شکل 3- ملکه در حال خوابیدن روی دسته‌های تخم در کلنی تازه تأسیس در کنار گلدان شهد.

در ابتدای فصل، تخم‌هایی که توسط ملکه گذاشته شده‌اند بارور (تلقیح شده یا $2n$ کروموزومی) بوده و به زنبورهای کارگر تبدیل می‌شوند. هنگامی که نخستین گروه کارگران ظاهر می‌شوند، ملکه در لانه می‌ماند و کارگران وظایف جستجوی غذا، دفاع و نگهداری از کلنی را بر عهده می‌گیرند. از این زمان به بعد توسعه لانه تسریع می‌شود، به طوری که در عرض 3 تا 4 هفته وزن کلنی می‌تواند تا 10 برابر افزایش یابد. تعداد کارگران

معمولاً افزایش می‌یابد، هرچند که اندازه توسعه لانه بین گونه‌ها بسیار متفاوت است. گرده و شهد در پله‌های خالی که کارگران از آن خارج شده‌اند، ذخیره می‌شود و دمای لانه توسط فعالیت کارگران تنظیم می‌شود. کلنی زنبورهای مخملی به سرعت ظرف 2 تا 3 ماه گسترش می‌یابد و زمانی که تعداد کارگران به حدی برسد که ذخیره منابع غذایی کافی باشد، ملکه‌های جوان تولید می‌شوند. پس از این زمان ملکه تخم‌هایی را می‌گذارد که بارور نبوده (تلقیح نشده با π کروموزومی) و به نرها تبدیل می‌شوند. به طور کلی، هنگامی که کلنی به مرحله رشد تولیدمثلی می‌رسد، تولید کارگران متوقف می‌شود. زمان ظهور فرم‌های تولیدمثلی، یعنی ملکه و نرها، بسته به گونه متفاوت است، اما به طور کلی در فاصله زمانی بین فروردین تا مرداد ماه رخ می‌دهد. در پایان تابستان، ملکه پیر، کارگران و نرها می‌میرند و تنها ملکه جوان و تازه تلقیح شده باقی می‌ماند که می‌تواند چرخه زندگی را در بهار سال بعد تکرار کند (شکل 4). رفتار جفت‌یابی و جفت‌گیری در زنبورهای مخملی خاص است. به طور کلی این فرآیند با دخالت فرمون‌های اختصاصی هر گونه شروع شده و جفت‌گیری هر گونه در ارتفاعی مشخص صورت می‌گیرد. هر ملکه فقط یک بار جفت‌گیری می‌کند. سپس ملکه به جستجوی محل مناسب برای زمستان‌گذرانی اقدام می‌کند. زمانی که محل مناسب یافت شود، یک محفظه ایجاد کرده و تا سال بعد در آن به صورت غیرفعال بسر می‌برد.



شکل 4- مراحل تشکیل کلنی در زنبورهای مخملی: به ترتیب از بالا به پایین، تأسیس لانه توسط ملکه و تخم‌گذاری؛ ظهور لاروها و تغذیه آنها توسط ملکه؛ شفیره شدن لاروها؛ ظهور اولین سری کارگران و جستجوی غذا توسط آنها و ایجاد پوشش مومی روی لانه؛ توسعه سریع کلنی، ذخیره شهد و گرده در لانه و در نهایت ظهور ملکه جدید و نرها.

مقایسه زنبورهای مخملی با زنبورعسل

در کل دنیا زنبورعسل (با نام علمی *Apis mellifera*) مهم‌ترین حشره گرده‌افشان است که به‌طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. بر همین اساس بسیاری از کشاورزان نمی‌دانند که حشرات دیگری نیز هستند که توانایی گرده‌افشانی دارند. در سال‌های اخیر ثابت شده که حشرات گرده‌افشان دیگری نیز می‌توانند جایگزین مناسبی برای زنبورعسل باشند و حتی در برخی موارد ممکن است از زنبورعسل بهتر عمل کنند.

زنبورعسل به‌عنوان یک گرده‌افشان برتری‌هایی به شرح زیر دارد:

- 1- آن‌ها کلنی‌های گسترده‌ای را تولید می‌کنند که می‌توانند گرده‌افشانی سطح وسیعی از محصولات کشاورزی را بر عهده بگیرند.
- 2- آن‌ها توانایی زیادی در مدیریت کلنی‌هایشان دارند.
- 3- آن‌ها عسل نیز تولید می‌کنند.

باین حال، زنبورعسل به‌عنوان یک گرده‌افشان دارای نقاط ضعفی به شرح زیر می‌باشد:

- 1- آن‌ها جستجوگران ظریف و حساسی هستند. در شرایط سرد و هوای بارانی آن‌ها نمی‌توانند گیاهان را جستجو کنند. این وضعیت در مورد محصولات مانده سبب، که در زمان گلدهی آن احتمال وقوع شرایط بد اقلیمی زیاد است، اهمیت بیشتری دارد.
- 2- زنبورعسل قادر به گرده‌افشانی کافی برخی محصولات نیست. آن‌ها گرده‌افشان‌های با خرطوم کوتاه هستند و بنابراین علاقه ندارند محصولات با گل‌های عمیق مانند شبدر قرمز را ملاقات نمایند. در برخی از گیاهان از جمله تیره بادمجانیان (*Solanaceae*) شامل گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی) گرده در یک پرچم قرار دارد که اساساً مشابه یک انبار نمک معکوس است و برای به‌دست آوردن گرده، حشره باید پرچم‌ها را بلرزاند. این حالت در اصطلاح گرده‌افشانی لرزشی نامیده می‌شود. زنبورعسل قادر به انجام این کار نیست و بنابراین نمی‌تواند این محصولات را گرده‌افشانی کند.

- 3- وابستگی صرف به زنبورعسل برای گرده‌افشانی محصولات یک استراتژی خطرناک است. در سال‌های اخیر همه‌گیر شدن کنه مخرب (*Varroa destructor*) سبب نابودی کندوهای زنبورعسل در مناطق وسیعی از دنیا شده است. همچنین بخش زیادی از کندوهای زنبورعسل در آمریکای شمالی به خاطر عارضه ناشناخته فروپاشی کلنی از بین رفته و این امر سبب کاهش گرده‌افشانی برخی محصولات از جمله بادام شده است.

در مقابل، زنبورهای مخملی به‌عنوان گرده‌افشان نقاط قوت ویژه‌ای به شرح زیر دارند:

- 1- آن‌ها بسیار سرسخت هستند و می‌توانند در شرایط بسیار سرد و حتی زمان بارندگی به جستجوی گل‌ها ادامه دهند. به‌عنوان مثال گزارش شده که در آمریکای شمالی ملکه‌های زنبورهای مخملی هنگامی که دمای هوا پایین‌تر

از نقطه انجماد بوده نیز فعالیت دارند. درعین حال این زنبورها می توانند در هوای گرم تابستان در اسکاندیناوی روزانه 24 ساعته به جستجوی غذا پردازند.

2- تحمل سرما در زنبورهای مخملی نسبت به زنبورعسل بیشتر است. بنابراین آن‌ها می توانند طی روز فعالیت خود را زودتر از زنبورعسل شروع کنند. به عنوان مثال در محصولات جالیزی، زنبورهای مخملی (گونه *B. impatiens*)، 15 تا 45 دقیقه زودتر از زنبورعسل فعالیت خود را شروع می کنند. به طور کلی تحت شرایط مشابه، زنبورهای مخملی سریع تر از زنبورعسل گل‌ها را جستجو می کنند و بنابراین نسبت به زنبورعسل گل‌های بیشتری را گرده افشانی می کنند. بنابراین زنبورهای مخملی می توانند بدون توجه به شرایط آب و هوا، گرده افشانی مناسبی را ارائه دهند.

3- از آنجایی که در گونه‌های مختلف زنبورهای مخملی اندازه خرطوم یا زبان متفاوت است، آن‌ها می توانند طیف وسیعی از محصولات را گرده افشانی کنند. به عنوان مثال، زنبورهای مخملی خرطوم کوتاه (مانند گونه *B. terrestris*) گرده افشان‌های مهم برای دانه‌های روغنی می باشند. این وضعیت در آب و هوای بد که زنبورعسل غیر فعال است، اهمیت بیشتری می یابد. گونه‌های با خرطوم متوسط یا بلند (مانند گونه‌های *B. pascuorum* و *B. hortorum*) برای گرده افشانی محصولات با گل‌های عمیق تر مانند لوبیا سبز و شبدر قرمز مناسب اند (شکل 5).

4- زنبورهای مخملی قادر به گرده افشانی لرزشی هستند و بنابراین آن‌ها گرده افشان‌های عالی برای محصولات تیره بادمجانیان مانند گوجه فرنگی هستند. گل‌های این گیاهان فقط هنگام لرزاندن گرده را آزاد می کند و زنبورهای مخملی با قرار دادن قفس سینه خود نزدیک پرچم‌ها و انقباض شدید عضلات سینه سبب آزاد شدن گرده می شوند. گیاهان تیره *Ericaceae* مانند زغال اخته و نیز کیوی به گرده افشانی لرزشی نیاز دارند. به همین خاطر گرده افشانی آن‌ها توسط زنبورهای مخملی بسیار مؤثرتر است تا گرده افشانی توسط زنبورعسل.

5- به طور کلی، گرده افشانی کافی مستلزم تطبیق بین اندازه و شکل گل با گرده افشان است. برای برخی از گیاهان، زنبورعسل در انتقال گرده بی اثر است. به عنوان مثال، در زغال اخته، یونجه و سیب، زنبورعسل تماس اندکی با ساختارهای تولید مثلی دارد و در نتیجه گرده افشان ضعیفی است. به همین ترتیب ثابت شده است که زنبورهای مخملی برای گرده افشانی هندوانه، خیار و سیب بهتر از زنبورعسل می باشند. بدن زنبورهای مخملی‌ها نسبت به زنبورعسل موهای بیشتری دارد و این موها به کارایی آن‌ها در انتقال گرده کمک کند. برای مثال ثابت شده که برای گرده افشانی تمشک، کارایی زنبورهای مخملی نسبت به زنبورعسل بیشتر است.

6- در اروپا و آمریکای شمالی، زنبورهای مخملی یکی از مهم ترین گرده افشان‌های وحشی بسیاری از گیاهان هستند، که سبب گرده افشانی طبیعی این گیاهان می شوند. مشخص شده است که حداقل 25 محصول اصلی

کشت شده در اروپا، شامل فلفل، لوبیا، شبدر قرمز، یونجه، درختان میوه دانه دار و هسته دار، توسط زنبورهای مخملی ملاقات و گرده افشانی می شوند.



شکل 5- گرده افشانی لوبیا توسط گونه ای از زنبورهای مخملی خرطوم بلند (گونه *B. ruderatus*).

راهکارهای کاربرد زنبورهای مخملی

برای استفاده از زنبورهای مخملی به عنوان گرده افشان دو راهکار اصلی وجود دارد. یکی پرورش و استقرار کلنی های آنها در محصول و دوم بهره برداری از جمعیت های طبیعی است. این دو راهکار به شرح زیر تشریح می شوند:

الف) پرورش و استقرار کلنی ها در محصول

این راهکار اصولاً برای محصولات با ارزش اقتصادی زیاد که در گلخانه ها کشت می شوند مناسب است. تا ابتدای دهه 1990 گرده افشانی گوجه فرنگی های گلخانه ای به روش لرزاندن با دست انجام می شد، که در عمل کاری بسیار خسته کننده و پرهزینه بود. سپس از زنبور عسل برای گرده افشانی آن استفاده شد، اما زنبورهای عسل عملکرد نامنظم داشته و گوجه فرنگی را در اولویت ملاقات قرار نمی دهند. سپس استفاده از زنبورهای مخملی مورد توجه قرار گرفته و مشخص شد که عملکرد گوجه فرنگی تولید شده با استفاده از زنبورهای مخملی نسبت به گرده افشانی توسط زنبور عسل یا گرده افشانی با دست بیشتر می باشد. برخی حتی ادعا می کنند که طعم و بوی میوه های گوجه فرنگی گرده افشانی شده توسط زنبورهای مخملی نسبت به میوه حاصل از گرده افشانی با دست بهتر است. کارایی زنبورهای مخملی (گونه *B. terrestris*) به عنوان گرده افشان گوجه فرنگی ابتدا در دهه 1980 در هلند کشف شد. از آن پس شرکت های متعددی شروع به پرورش تجاری این گونه نمودند، به طوری که در سال 1990 فقط در هلند بیش از 500 هکتار از گوجه فرنگی گلخانه ای توسط زنبورهای مخملی از گونه فوق گرده افشانی شد.

این گونه در حال حاضر گرده افشان استاندارد برای گوجه فرنگی گلخانه‌ای در اروپا است. البته این حشرات به‌طور گسترده برای گرده افشانی سایر محصولات گلخانه‌ای از قبیل بادمجان و کدو نیز استفاده می‌شوند (شکل 6).



شکل 6- فعالیت ملکه و کارگران زنبورهای مخملی گونه *B. terrestris* روی گل‌های *Cucurbita pepo*.

اخیراً استفاده از این گونه برای گرده افشانی محصولات گلخانه‌ای به شمال آفریقا، نیوزیلند، ژاپن، کره و روسیه نیز گسترش یافته است. در عمل کلنی‌های این زنبور به‌صورت آشیانه‌های مصنوعی شبیه جعبه کفش عرضه شده و توسط پیک به گلخانه‌داران تحویل داده می‌شوند. این جعبه‌ها یا آشیانه‌ها به راحتی در داخل محیط گلخانه قرار داده شده و سپس دریچه ورود و خروج جعبه توسط گلخانه‌دار باز می‌شود. زنبورهای کارگر به سرعت خود را به محیط جدید وفق داده و در عرض چند دقیقه گرده افشانی را شروع می‌نمایند.

کشاورزان آمریکایی سریعاً متوجه ارزش حیاتی زنبورهای مخملی برای گرده افشانی گوجه فرنگی شدند، اما واردات گونه *B. terrestris* به کانادا و ایالات متحده به علت خطرات احتمالی فرار آن‌ها و احتمال شیوع بیماری در گونه‌های بومی ممنوع شده بود. بنابراین در اوایل دهه 1990، پرورش گونه بومی (به نام *B. impatiens*) توسط محققین آغاز شد. ثابت شده که این گونه برای گرده افشانی محصولات گلخانه‌ای، به‌ویژه گوجه فرنگی، انواع ملون و فلفل مناسب است. مطالعات اخیر نشان داده که 7 تا 15 عدد از کلنی‌های این زنبور در هر هکتار (معادل حدود 2000 سفر زنبور در هکتار در روز) برای گرده افشانی گوجه فرنگی در گلخانه‌ها مناسب است.

پرورش کلنی‌های زنبورهای مخملی لزوماً گران است و بنابراین برای اکثر محصولات کشاورزی غیراقتصادی است. با این حال، پرورش آن‌ها برای محصولات مختلف در اروپا، آمریکای شمالی و نیوزیلند صورت می‌گیرد. در این ارتباط مطالعات مختلفی انجام شده است. به عنوان مثال برای زغال‌اخته مشخص شده که عملکرد محصول با استقرار تنها پنج کلنی (از گونه *B. impatiens*) در هر هکتار معادل عملکرد حاصل از استفاده از 7/5 کلنی

زنبورعسل در هکتار می‌باشد. این مورد نشان می‌دهد که در این محصول استفاده از زنبورهای مخملی نسبت به زنبورعسل ارزان‌تر است. در مطالعه دیگری در اتریش کارایی زنبورهای مخملی (گونه *B. terrestris*) با زنبورعسل برای گرده‌افشانی کدوتنبیل در فضای باز مقایسه شد. آن‌ها نتیجه گرفتند که هرچند زنبورهای مخملی در هوای نامطلوب سریع‌تر از زنبورعسل گل‌ها را ملاقات می‌کنند، اما پنج کلنی زنبور مخملی در هر هکتار مورد نیاز است و بنابراین گرده‌افشانی توسط زنبورهای مخملی نسبت به زنبورعسل گران‌تر می‌باشد. در عمل مشخص شده که برای اکثر محصولات کشاورزی، بهره‌برداری از جمعیت طبیعی زنبورهای مخملی احتمالاً گزینه بهتری نسبت به استفاده از کلنی‌های تجاری است. این رویکرد به‌طور ویژه در اروپا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

دلایل عدم استمرار کلنی

عدم استمرار یا عدم استقرار کلنی به این مفهوم است که کلنی پرورشی زنبور مخملی پس از انتقال از آزمایشگاه به طبیعت گسترش نیافته و در نهایت نابود شود. عدم استمرار کلنی در زنبورهای مخملی بسیار زیاد است. به‌عنوان مثال در یک مطالعه از 36 عدد کلنی زنبور مخملی (گونه *B. lucorum*) که در مزرعه قرار داده شده بود، تنها پنج ملکه تولید شد. به عبارت دیگر فقط پنج کلنی جدید در مزرعه تحت مطالعه مستقر شدند. نکته مهم این است که احتمال عدم استمرار کلنی در مراحل اولیه تشکیل لانه بسیار زیاد است. در این مقطع، لاروهای جوان به‌صورت دسته‌جمعی و در نزدیک توده گرده زندگی می‌کنند. در این زمان ملکه مجبور است برای تأمین گرده مورد نیاز مرتباً در خارج لانه به جستجو پردازد. به نظر می‌رسد که این مقطع یکی از حساس‌ترین مراحل چرخه زندگی زنبورهای مخملی است. در این مقطع ممکن است کمبود گرده و یا بروز شرایط نامساعد جوی سبب نابودی ملکه جوان و کلنی‌اش شود.

به‌طور کلی، کلنی زنبورهای مخملی به دلایل مختلف از بین می‌روند. این دلایل به‌اختصار عبارت‌اند از: نرخ بالای پارازیتسم، حضور شکارگرهایی مانند گورکن، عملیات کشاورزی نامناسب (به‌عنوان مثال درو کردن مزرعه یونجه)، گرسنگی کلنی به خاطر در دسترس نبودن گل به اندازه کافی و سمپاشی.

ب) استفاده و حمایت از جمعیت‌های طبیعی زنبورهای مخملی

ثابت شده که شیوه‌های کشاورزی مدرن منجر به کاهش فراوانی زنبورهای مخملی در اروپا و آمریکا شده است. به‌عنوان نمونه در یک بررسی سه‌ساله محققین موفق شدند تنها پنج عدد زنبور مخملی را در یک باغ در آنتاریوی آمریکا پیدا کنند. این در حالی است که زنبورهای مخملی در دیگر نقاط این ایالت فراوان هستند، و تصور می‌شود که آن‌ها در باغ‌ها به خاطر استفاده وسیع از آفت‌کش‌ها حذف شده‌اند. در حال حاضر گرده‌افشانی در باغ‌های این منطقه، صرفاً به زنبورعسل متکی است و جمعیت‌های بومی زنبورهای مخملی به‌ندرت برای گرده‌افشانی کافی

هستند. بنابراین باغداران منطقه مجبورند برای گرده افشانی از کندوهای زنبور عسل استفاده نمایند. در عمل ثابت شده که روی درختان میوه (و نیز گوجه فرنگی) زنبور عسل گرده افشان ضعیفی است زیرا که معمولاً گل های گیاهان وحشی اطراف باغ ها را نسبت به گل های درختان ترجیح می دهد.

نکته مهم این است که بدون توجه به وضعیت و نوع حشره کش های مورد استفاده، اگر وسعت باغ یا مزرعه زیاد باشد، جمعیت های طبیعی زنبور های مخملی به خاطر محدودیت شعاع پرواز قادر نخواهد بود همه سطح محصول را گرده افشانی نمایند. در واقع در مزارع و باغ های بزرگ نسبت پرچین ها و قسمت های حاشیه ای کم می شود و بنابراین میزان منابع گل و محل های مناسب لانه سازی برای زنبور های مخملی، به واسطه افزایش مساحت کاهش می یابد. بنابراین عملکرد محصول به خاطر کمبود تعداد زنبور برای ملاقات گل ها کاهش می یابد. به عنوان نمونه در پژوهشی در نیوزلند مشخص شد که عملکرد شبدر قرمز در مزارع با وسعت بیش از پنج هکتار به خاطر کمبود زنبور های مخملی کاهش یافته است.

اگر تراکم و جمعیت حشرات گرده افشان در یک منطقه کافی نباشد، دو دیدگاه در بین کشاورزان و سیاست گذاران شکل می گیرد: 1) کشاورزان ممکن است محصولاتی را کشت کنند که نیازی به گرده افشانی حشرات نداشته باشند. چنین موردی در اروپا رخ داده است. به عنوان مثال، در حال حاضر در اروپا شبدر قرمز به ندرت به منظور تولید بذر کشت می شود. علت اصلی این امر عملکرد ضعیف آن به دلیل کمبود گرده افشان مناسب می باشد. در مقابل بذر مورد نیاز را از نیوزیلند وارد می کنند، جایی که زنبور های مخملی خرطوم بلند به عنوان گرده افشان های اصلی شبدر قرمز فعالیت زیادی دارند. 2) ممکن است بخواهند گیاهان جدیدی را برای کشت معرفی نمایند. کشت این ارقام جدید در یک منطقه ممکن است به خاطر کمبود تعداد گرده افشان های مناسب محدود شود. به عنوان مثال در سال های اخیر در اروپا طیف وسیعی از محصولات جدید معرفی شده اند، اما تاکنون آن ها فقط در مقیاس کوچک کشت شده اند. بسیاری از این گیاهان، مانند گیاهان تیره بقولات توسط حشرات گرده افشانی می شوند. در عمل عملکرد این محصولات به واسطه محدودیت حضور گرده افشان های مناسب محدود شده و بنابراین هیچ یک از این گیاهان نتوانسته اند عملکرد واقعی خود را بروز دهند.

راه هایی وجود دارد که کشاورزان بتوانند جمعیت های طبیعی زنبور های مخملی را حفظ و حمایت کنند.

1- برای افزایش تعداد زنبور های مخملی وحشی در مزارع و باغ ها طرح هایی مانند حاشیه های کشت نشده و دماغه های حفاظت شده توصیه شده اند، اما این کارها عملاً قابل اجرا نیستند.

2- مدیریت ناحیه های کشت نشده برای حفظ جمعیت گرده افشان های وحشی ممکن است از نظر هزینه برای به حداکثر رساندن عملکرد محصول مناسب باشد. بسته به اینکه چه محصولی قرار است کشت شود، ممکن است لازم باشد گونه های خاصی از زنبور های مخملی حمایت شوند. مثلاً در کشت باقلا در انگلستان، زارعین به

جمعیت‌های سالم زنبورهای مخملی خرطوم بلند (مانند گونه‌های *B. hortorum* و *B. pascuorum*) نیاز دارند. در مورد لویا حضور زنبورهای مخملی گونه‌های *B. terrestris* و *B. lucorum* نامطلوب است، زیرا که این گونه‌ها پدیده سرقت شهد را انجام می‌دهند. در این پدیده، برخی زنبورهای مخملی از طریق گاز زدن پشت گل‌ها به شهد آن‌ها دسترسی پیدا می‌کنند، درحالی‌که با بخش‌های تولیدمثلی گل تماسی صورت نمی‌گیرد. در این شرایط به‌منظور حفظ گونه‌های خرطوم بلند و دور کردن گونه‌های سارق شهد، زارعین باید نوارهایی حاوی گل‌های عمیق مانند شبدر قرمز را بکارند. با این کار علاوه بر تولید محصول اصلی مقداری علوفه نیز به دست می‌آید، البته صرفاً برای یک دوره کوتاه امکان‌پذیر است.

3- کاشت متوالی از محصولاتی که در زمان‌های مختلف گل می‌دهند می‌تواند تا حد زیادی موجب افزایش فراوانی زنبورهای مخملی شود. در این روش عملکرد هر محصول نیز می‌تواند به حداکثر خود برسد. در آلبرتای کانادا مشخص شده است که فراوانی زنبورهای مخملی و تولید دانه در گیاهان روغنی با وسعت چمن‌زار نزدیک این مزارع ارتباط مستقیم دارد. به‌طور مشابه مطالعه‌ای در سوئد نشان داد که زنبورهای مخملی در مناطق با کشاورزی همگن کمتر یافت می‌شوند، درحالی‌که در مناطق ناهمگن و مناطقی که مرتع بیشتری دارند، فراوان‌تر است. بنابراین درمجموع مشخص شده است که در شرایطی که ترکیبی از گیاه اصلی (یعنی محصول) و گیاهان غیرمحصول وجود دارد، به خاطر فعالیت بیشتر گرده‌افشان‌ها عملاً عملکرد محصول اصلی به مراتب نسبت به الگوی تک‌کشتی (یعنی کشت گسترده و یکنواخت یک محصول) بیشتر خواهد شد.

4- ایجاد مکان‌های مصنوعی به‌عنوان لانه، می‌تواند سبب ترغیب ملکه زنبورهای مخملی برای لانه‌سازی نزدیک به محصول اصلی شود. تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که این روش برای مناطق با کشت فشرده مناسب است. به‌عنوان مثال در نیوزیلند، که شبدر قرمز برای بذر در سطح وسیع کشت می‌شود، مشخص شده که استقرار جعبه‌های لانه مصنوعی برای زنبورهای مخملی سبب افزایش عملکرد محصول شده است (شکل 7).



شکل 7- نصب لانه‌های مصنوعی یا اقامتگاه در سطح مزرعه یا باغ برای استقرار ملکه زنبورهای مخملی.

5- کاشت گیاهان مختلف به عنوان منابع غذایی برای تغذیه ملکه‌ها باعث ترغیب آن‌ها به لانه‌سازی در نزدیکی محصول اصلی می‌شود. این کار همراه با ایجاد محل‌های مناسب برای لانه‌سازی می‌تواند یک استراتژی خوب برای افزایش دسترسی زنبورهای گرده‌افشان به گرده و گرده‌افشانی محصول اصلی طی سال باشد. در مجموع لازم به ذکر است که مدیریت زمین‌های کشاورزی با هدف مشخص افزایش جمعیت زنبورهای وحشی هنوز مورد بحث بوده و نیازمند تحقیق در سطح گسترده است. در عمل انجام آزمایش‌هایی در مقیاس بزرگ ضروری است تا مشخص شود کدام یک از روش‌های فوق بیشتر مقرون به صرفه است. آنچه مسلم است این است که تقویت و حمایت اگر در یک سطح وسیع انجام شود، جمعیت‌های زنبورهای وحشی بیشترین موفقیت را دارند. انجام این مهم خود به همکاری و هماهنگی کشاورزان و سیاست‌گذاران در سطح منطقه‌ای نیاز دارد.

اصول پرورش زنبورهای مخملی

هم‌اکنون بیش از 30 تولیدکننده تجاری در سراسر جهان کار تولید زنبورهای مخملی را انجام می‌دهند. با این حال، بازار غالب به سه شرکت تجاری بزرگ مربوط است، که عبارت‌اند از: شرکت کوپرت (Koppert Biological Systems)، شرکت بونتینگ (Bunting Brinkman Bees) و شرکت بایوبست (Biobest). دفتر مرکزی دو شرکت اول در هلند و شرکت سوم در بلژیک مستقر است (شکل 8). در عمل تولید تعداد زیادی کلنی مستلزم توسعه روش‌های پرورش است که این شرکت‌ها آن را در مقیاس صنعتی انجام می‌دهند. این امر شامل دست‌کاری جنبه‌هایی از چرخه زندگی زنبورهای مخملی است به‌طوری‌که بتوان از آن‌ها در هر زمان

از سال و در حد موردنیاز کلنی به دست آورد. روش‌های مورد استفاده توسط هر یک از شرکت‌ها، اسرار اختصاصی آن‌ها است، هرچند اصول کلی پرورش مشخص شده است.

بهترین راه برای پرورش زنبورهای مخملی شبیه‌سازی زندگی آن‌ها با زندگی در شرایط طبیعی است. به این منظور باید شرایطی فراهم شود که ملکه‌ها کلنی خود را به‌طور منطقی در اسارت تأسیس نمایند. این سیستم پرورش نیاز به کار فشرده دارد و شامل کار هر روزه در بهار و تابستان، معمولاً از اواخر فروردین یا اواسط اردیبهشت تا اواخر مرداد ماه است. این دوره کاری شامل جمع‌آوری ملکه‌ها و استقرار آن‌ها به‌صورت روزانه، بازرسی جعبه‌های لانه و تغذیه ملکه‌ها به‌صورت روزانه، و سپس تغذیه و نظارت بر کلنی‌های پرورشی است.

در اینجا اصول و کلیات پرورش کلنی زنبورهای مخملی تشریح می‌شود. این مطالب برای کسانی مطلوب است که می‌خواهند یک تعداد متعادل از کلنی (حدود 100 کلنی در یک فصل) را تحت شرایط طبیعی تولید نمایند. به این منظور باید شرایطی مشابه آنچه ملکه در شرایط طبیعی با آن مواجه می‌شود فراهم شود. یعنی اینکه برای ملکه پس از بیدار شدن از خواب زمستانی در بهار، یک لانه و گرده و شهد فراهم باشد. این سیستم پرورش شامل مراحل زیر است: جمع‌آوری ملکه از طبیعت، استقرار ملکه و ساختن لانه توسط آن، بازرسی لانه و تغذیه ملکه، کنترل رفتارهای غیرعادی ملکه و بالاخره انتقال کلنی به محل موردنظر. این مراحل به شرح زیر توضیح داده می‌شود.



شکل 8- به ترتیب نمایی از سالن پرورش انبوه زنبورهای مخملی در شرکت کوپرت (بالا) و کندوی زنبورهای مخملی آماده استفاده (پایین).

1- جمع آوری ملکه از طبیعت

در اولین گام لازم است ملکه‌ها از طبیعت جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل شوند. بهتر است ملکه‌هایی جمع آوری شوند که تازه از خواب زمستانی بیدار شده باشند. زمان دقیق این کار به گونه مورد نظر بستگی دارد. استفاده از این ملکه‌های جوان سبب رشد سریع کلنی و ایجاد یک کلنی قوی خواهد شد. ملکه‌ها معمولاً در اوایل بهار روی گیاهان مختلف به ویژه درختچه‌های بیدمشک (*Salix spp.*) در حال جستجوی غذا یعنی گرده هستند و می‌توان آن‌ها را جمع آوری نمود. این ملکه‌ها باید به داخل ظروف درپوش دار (ویال) منتقل شوند که روی درپوش آن‌ها سوراخ ورود هوا تعبیه شده است. آن‌ها قبل از انتقال به آزمایشگاه باید در محیط سرد نگهداری شوند. به این منظور می‌توان آن‌ها را به مدت 4 تا 5 ساعت روی یک کیسه یخ و یا در یک یخدان نگه داشت. در حالت ایده‌ال بهتر است ملکه‌ها بلافاصله پس از بازگشت به آزمایشگاه مستقر شوند، البته در صورت لزوم می‌توان آن‌ها را داخل

این ظروف بدون غذا به مدت یک شب در یخچال در دمای 4 درجه سلسیوس نگهداری کرد. قبل از استقرار ملکه‌ها، لازم است هر ملکه از نظر آلودگی به کنه بررسی شود برخی از ملکه‌ها ممکن است به شدت به کنه آلوده باشند به طوری که قفس سینه آن‌ها به طور کامل پوشیده از کنه باشد، این ملکه‌ها نباید مستقر شوند. در صورتی که روی بدن یک ملکه تنها چند عدد کنه موجود باشد، می‌توان این ملکه‌ها را مستقر نمود، البته لازم است ابتدا کنه‌ها را به آرامی با استفاده از پنس مناسب جدا کرد. در زمان جابجایی ملکه‌ها بهتر است آن‌ها را درون ظروف درپوش‌دار (ویال) انتقال داد و در صورت لزوم می‌توان آن‌ها را بی‌هوش نمود. در این صورت برای جابجایی ملکه، باید پای وسطی زنبور با استفاده از یک پنس لبه پهن گرفته شود. نکته مهم در این مرحله این است که نرخ متوسط استقرار کلنی برای یک زنبور مخملی در شرایط آزمایشگاهی حدود 60 درصد است. نکته دیگر اینکه ملکه مستقر شده معمولاً در عرض دو هفته تشکیل کلنی خود را شروع می‌نماید، در غیر این صورت بهتر است ملکه مورد نظر حذف شود.

تصور کلی بر این است که ملکه‌هایی که در حال جمع‌آوری گرده هستند برای جمع‌آوری مناسب نیستند زیرا که آن‌ها کلنی خود را آغاز کرده‌اند. در سال‌های اولیه شرکت‌های تجاری کار پرورش انبوه زنبورهای مخملی را با جمع‌آوری ده‌ها هزار از ملکه‌ها، ترجیحاً ملکه‌هایی که تازه از خواب زمستانه بیدار شده بودند، شروع می‌کردند. پس از مدتی این نوع جمع‌آوری‌های انبوه از طبیعت، مورد اعتراض مردم و فعالان محیط‌زیست قرار گرفت. تحقیقات بعدی نشان داد که می‌توان از ملکه‌هایی که کلنی خود را تأسیس کرده‌اند نیز برای شروع کار استفاده نمود. در این روش ملکه‌هایی جمع‌آوری می‌شوند که در حال جمع‌آوری گرده برای نوزادانشان هستند و سپس با استفاده از گاز دی‌اکسید کربن با تحریک مجدد تخمدان‌ها، آن‌ها را وادار کرده تخم‌گذاری خود را تجدید نمایند (شکل 9). این روش هم‌اکنون در تولید تجاری زنبورهای مخملی توسط شرکت‌های بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. در عمل تیمار کردن یا بی‌هوش کردن ملکه‌های بارور و یا جفت‌گیری کرده با استفاده از گاز دی‌اکسید کربن این امکان را فراهم می‌کند که با حذف و یا قطع دوره زمستان‌گذرانی زنبورها، بتوان در هر زمان که نیاز باشد به طور مداوم نسبت به پرورش زنبورهای مخملی اقدام نمود.



شکل 9- نحوه بی هوش کردن ملکه‌های بارور زنبورهای مخملی با استفاده از گاز دی اکسید کربن.

2- استقرار ملکه و ساخت لانه

سیستم پرورش زنبورهای مخملی دارای دو جعبه اصلی به نام‌های جعبه آغازگر (Starter box) و جعبه پایان‌دهنده (Finisher box) می‌باشد. جعبه‌های آغازگر معمولاً دو قسمتی هستند. این جعبه شامل دو محفظه یا جعبه چوبی است. جعبه بزرگ‌تر یا جعبه جلویی برای تغذیه و دفع مدفوع است و جعبه کوچک‌تر یا جعبه عقبی به عنوان لانه است. ابعاد مناسب برای جعبه آغازگر حدود $23 \times 12 \times 5$ سانتی متر ذکر شده است. در این مورد ابعاد جعبه لانه‌سازی مهم است. اگر این جعبه از تخته چندلا ساخته شود، ابعاد بیرونی آن باید حدود $10 \times 10 \times 5$ سانتی متر باشد. کف جعبه تغذیه باید با پنبه یا پارچه ظریف و یا با مقوای چین دار فرش شود، تا در زمان‌های لازم بتوان به راحتی آن‌ها را تعویض نمود. در این حالت زنبورها می‌توانند بین دو جعبه از طریق یک سوراخ یا دریچه جابجا شوند. جعبه‌ها باید به درهای شیشه‌ای مجهز بوده و روی یک تخته چندلا قرار داده شوند، اما نباید به آن متصل شوند (شکل 10). این جعبه‌ها را می‌توان در دمای اتاق (حدود 20 درجه سلسیوس) و در رطوبت معمول محیط نگهداری نمود، البته در صورت لزوم در مناطق خشک، برای تأمین رطوبت می‌توان کاغذ فیلتر مرطوب یا یک تکه دستمال کاغذی مرطوب را در جعبه لانه‌سازی قرار داد. به نظر می‌رسد وضعیت نور و یا چرخه تاریکی روشنایی برای پرورش زنبورهای مخملی مهم نیست. در جعبه لانه‌سازی بهتر است یک دریچه پلاستیکی تعبیه شود که از طریق آن گرده در اختیار ملکه قرار داده شود. در این حالت ملکه تشویق می‌شود که روی این دریچه لانه‌سازی نماید و سپس زمانی که کلنی روبه رشد باشد می‌توان به راحتی شانه یا لانه ساخته شده را به جعبه

پایان‌دهنده منتقل نمود. در عمل جعبه پایان‌دهنده یک جعبه بزرگ است که جعبه آغازگر داخل آن قرار داده می‌شود. جعبه پایان‌دهنده فضای کافی را برای رشد و گسترش کلنی فراهم می‌کند. برخی معتقدند جعبه آغازگر می‌تواند یک قسمتی باشد. در این صورت ابعاد مناسب جعبه $12 \times 5 \times 10$ سانتی‌متر است. در یک سیستم پرورش ساده می‌توان به این منظور از ظروف پلاستیکی آشپزخانه استفاده نمود، که کف آن با مقوا پوشیده شده و دارای سوراخ‌های تهویه باشد. سپس زمانی که کلنی رو به رشد باشد می‌توان این جعبه را درون یک جعبه بزرگ‌تر به عنوان جعبه پایان‌دهنده قرار داد.



شکل 10- نمونه‌ای از جعبه‌های آغازگر به همراه سُرنگک تغذیه.

در جعبه تغذیه لازم است محلول عسل (به نسبت 1 به 1 از عسل به آب) و یا محلول شکر (به نسبت وزنی 60 به 40 از شکر به آب) قرار داده شود. بهترین ظروف مورد استفاده برای تغذیه زنبورها لوله‌های پلکسی گلاس با عمق یک سانتی‌متر می‌باشند. در جعبه لانه‌سازی لازم است یک توده گرده قرار داده شود. به این منظور معمولاً روی این جعبه یک دریچه پلاستیکی برای استقرار توده گرده در جعبه تعبیه می‌شود. توده گرده بهتر است به قطر یک سانتی‌متر و ارتفاع $0/5$ سانتی‌متر باشد. برای داشتن توده‌های گرده با اندازه یکنواخت، می‌توان از یک لوله چوب‌پنبه بُر استفاده نمود. در ابتدا لازم است خمیر گرده آماده شود. به این منظور باید گرده پاک و تازه (که می‌تواند یخ‌زده نیز باشد) همراه با عسل یا شکر آسیاب شود. خمیر حاصل باید قوام مطلوبی را داشته باشد، به‌طوری‌که نه بیش از حد چسبنده و نه خیلی خشک باشد. گرده مورد نظر را می‌توان از کندوی زنبور عسل به دست آورده و یا آن را از کندو داران خریداری کرد. نکته مهم این است که گرده مورد استفاده باید عاری از عوامل بیماری‌زا باشد.

در سیستم‌های تجاری جعبه‌های آغازگر و پایان‌دهنده به تعداد زیاد در اتاق پرورش قرار داده می‌شوند. در حالت استاندارد در یک اتاق با ابعاد 5×5 متر می‌توان حدود 500 تا 700 عدد از جعبه‌های پرورش را درون قفسه‌ها قرار

داد (شکل 11)، اتاق پرورش باید دارای شرایط ویژه‌ای باشد. این محل باید کاملاً تاریک بوده و فقط یک لامپ نور قرمز در آن روشن باشد. این نور برای رؤیت جعبه‌ها لازم است اما باعث تحریک زنبورها نمی‌شود، زیرا که زنبورها به این طیف نوری واکنشی نشان نمی‌دهند. شرایط محیطی درون اتاق باید بهینه باشد. به این منظور برخی محققین دمای 20-29 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 70 درصد و برخی دیگر دمای 28-30 درجه و رطوبت 60-65 درصد را پیشنهاد داده‌اند.



شکل 11- اتاق پرورش زنبورهای مخملی حاوی جعبه‌های آغازگر.

3- بازرسی لانه و تغذیه ملکه

در گام سوم لازم است لانه ساخته شده توسط ملکه مرتباً بازدید شود. ملکه و کلنی تازه تأسیس او نیازمند غذای تازه است که حاوی کربوهیدرات و پروتئین باشد. به این منظور از شربت عسل یا شربت قند (برای تأمین نیاز کربوهیدرات) و توده یا پلت گرده (برای تأمین نیاز پروتئین) استفاده می‌شود. زنبورهای مستقر شده باید یک روز در میان قبل از شروع تخم‌گذاری بازرسی شوند. در این زمان‌ها باید ظروف یا لوله‌های تغذیه جایگزین شده و ظروف کثیف کاملاً با آب گرم شسته شوند. چنانچه در بازرسی‌ها هنوز تخم‌گذاری شروع نشده باشد، باید توده گرده جایگزین شود. همچنین لازم است پنبه مرطوب نیز جایگزین شود (شکل 12). برخی محققین معتقدند در شربت تهیه شده برای تغذیه بهتر است مقدار آنتی‌بیوتیک برای پیشگیری از بیماری نوزموز اضافه شود. چنانچه تخم‌گذاری شروع شده و یا زمان تخم‌گذاری نزدیک باشد لازم است قطعات کوچکی از خمیر گرده نزدیک محل تخم‌گذاری و یا پرورش نوزادان قرار داده شود. هنگامی که ملکه تخم‌گذاری را شروع می‌نماید لازم است هر روز مورد بازرسی و تغذیه قرار گیرد، زیرا که او برای تغذیه خودش و نیز تغذیه لاروهای در حال رشد به گرده

نیاز دارد. در این زمان اگر ملکه در جعبه عقبی در حال خوابیدن روی تخم‌ها است، باید با یک تلنگر ملایم او را تحریک نمود تا به جعبه جلو منتقل شود. سپس باید جعبه عقبی را یک تا دو سانتی‌متر جابجا نموده تا ملکه نتواند به آن برگردد. پس از تغذیه ملکه، لازم است درپوش شیشه‌ای جعبه جلویی کمی جابجا شود، به‌طوری‌که جریان هوا در سوراخ ورودی راه یافته و ملکه را وادار کند تا از جعبه جلویی خارج شده و به جعبه عقبی برگردد. در ارتباط با میزان تغذیه ملکه‌ها یک قاعده کلی وجود دارد که به‌خوبی کار می‌کند و مانع تغذیه اضافی ملکه‌ها نیز می‌شود. طبق این قانون گرده‌ها باید به‌صورت قطعات کوچک در اطراف توده تخم یا دسته نوزادان قرار داده شود، به‌طوری‌که کل مقدار گرده ارائه شده یک چهارم اندازه دسته نوزادان باشد. در هر بازرسی باید گرده‌های قدیمی و خشک شده از کف جعبه تغذیه حذف شوند.



شکل 12- خمیر گرده و نحوه آماده‌سازی آن برای تغذیه ملکه‌های زنبورهای مخملی.

نشانه‌هایی وجود دارد که ملکه آماده تخم‌گذاری شده است و یا رشد تخمدان‌هایش شروع شده است. دو مورد از مهم‌ترین نشانه‌ها عبارت‌اند از: گاز زدن به توده گرده و وجود مدفوع در گرده. مورد دوم را می‌توان به‌وضوح در کف جعبه جلویی مشاهده نمود. نشانه‌های دیگری نیز به شرح زیر وجود دارند. بروز یک حفره در پنبه در جعبه عقبی، که تا حد امکان نباید دست‌کاری شود. ممکن است توده گرده با پنبه پوشیده شود، که در این مورد نباید به آن دست زده و در عوض یک توده گرده جدید به جعبه اضافه شود. گاهی اوقات ممکن است موم روی توده گرده اضافه شود و همچنین فنجان‌های تخم تشکیل شود. در این حالت نباید توده گرده جایگزین شود و فقط باید در اطراف موم قطعات گرده اضافه شود. نشانه دیگر ساخت گلدان عسل است که معمولاً در همین زمان یا به‌زودی پس از اینکه ملکه تخم‌هایش را گذاشت، شروع می‌شود. ممکن است پنبه مورد استفاده حالت خشک و چسبنده پیدا

کند، در این صورت لازم است تکه‌های پنبه حذف شوند. ممکن است ملکه توده گرده را از بین برده و مستقیماً در آن، سلول تخم ایجاد کند. در این مورد فقط لازم است ذرات گرده در اطراف سلول تخم اضافه شود، تا ملکه آن‌ها را به دسته نوزادان در حال رشد برساند.

برای تحریک ملکه به تخم‌گذاری روش‌های مختلفی وجود دارد. بهترین روش افزودن کارگران و لاروها به جعبه لانه‌سازی است. البته برای پرورش تجاری و انبوه این روش چندان مناسب نیست و باید از روش‌های مؤثرتر و اقتصادی‌تر استفاده شود. طبق تحقیقات انجام شده به این منظور معمولاً شرکت‌های بزرگ از روش افزودن یک ملکه همراه با شفیره زنبور نر استفاده می‌نمایند.

از روز ششم به بعد ملکه آماده جفت‌گیری است. این ملکه‌ها را باید به محفظه جفت‌گیری منتقل نمود. به این منظور می‌توان از یک جعبه پلاستیکی یا شیشه‌ای با ابعاد $60 \times 40 \times 40$ سانتی‌متر استفاده نمود. ترجیحاً درون این محفظه دو برابر تعداد ملکه‌ها باید نر اضافه شود. در این محفظه تغذیه و نور لازم است (شکل 13). زمانی که جفت‌گیری کامل شد (10 دقیقه تا یک ساعت) باید نرها حذف شوند و سپس ملکه‌ها به مدت 3 روز در دمای اتاق درون یک محفظه تاریک نگهداری شوند. در این مدت تغذیه ملکه‌ها ضروری است. سپس می‌توان ملکه‌های حاوی ذخیره غذایی که سنگین شده‌اند را جمع‌آوری نموده و برای اقدامات بعدی در شرایط خنک نگهداری نمود.



شکل 13- محفظه جفت‌گیری ملکه‌های زنبورهای مخملی.

4- کنترل رفتارهای غیرعادی ملکه

گاهی اوقات ممکن است یک ملکه جوان و یا حتی ملکه‌ای که قبلاً کلنی را تأسیس کرده است رفتارهای غیرطبیعی را نشان دهد، که این رفتارها باید کنترل شوند. یکی از رفتارهای دردرساز این است که ملکه در کف جعبه جلویی (جعبه تغذیه) شروع به تخم‌گذاری و خوابیدن روی تخم‌ها کند. این رفتار باید به محض دیده شدن سریعاً کنترل شود. به این منظور باید یک توری با مش ظریف در کف جعبه قرار داده شود. این کار ملکه را تحریک نموده تا به جعبه عقبی یعنی جعبه لانه‌سازی رفته و در آنجا اولین دسته تخم‌هایش را بگذارد و یا در صورتی که قبلاً در جعبه عقبی تخم‌گذاری نموده است خوابیدن روی آن‌ها را از سر بگیرد. چنانچه این رفتار سریعاً شناسایی و کنترل نشود هر روز وضعیت بدتر شده و درنهایت کلنی از بین خواهد رفت. مسئله دیگر این است که ممکن است یک ملکه موم را مستقیماً در کف جعبه جلویی قرار داده و تخم‌هایش را روی آن بگذارد. در این مورد بهتر است از تحریک ملکه برای رفتن به جعبه عقبی یا جعبه لانه خودداری شود و در عوض مقداری پنبه در اطراف دسته نوزادان قرار داده شود. در این شرایط کلنی به حالت طبیعی به رشد و گسترش خود ادامه خواهد داد.

5- انتقال کلنی‌ها به محل موردنظر

گام آخر آماده کردن کندو برای انتقال آن به محل مورد نظر، مانند یک گلخانه است. سه هفته پس از اینکه اولین دسته تخم‌ها گذاشته شد، باید اولین گروه کارگران در یک شانه محصور شده و سپس این شانه به یک جعبه بزرگ‌تر منتقل شود تا امکان گسترش کلنی در جعبه جدید فراهم شود. در این زمان بهتر است پس از قرار دادن شانه در جعبه اولیه، چند روز منتظر بمانید تا زمانی که اکثریت یا همه کارگران نسل اول درون شانه مورد نظر محصور شوند و سپس شانه مورد نظر را به جعبه جدید منتقل نمود. به این منظور می‌توان از هر جعبه‌ای مثلاً جعبه جلویی استفاده کرد. ابتدا شانه را در وسط جعبه قرار داده و سپس بقیه فضا را با پنبه پر نمود. درنهایت لازم است قبل از انتقال، کف کندو را با قطعات مقوا فرش نموده تا حذف شانه و تمیز کردن کندو به راحتی انجام شود. در این زمان کندوی آماده شده را می‌توان به محل موردنظر مثلاً یک گلخانه گوجه‌فرنگی منتقل نمود.

لزوم توجه به گونه‌ها و نژادهای بومی زنبورهای مخملی

وارد کردن گونه‌ها، زیرگونه‌ها و حتی نژادهای غیربومی از زنبورهای مخملی به یک منطقه مخاطراتی را در پی دارد: (1) احتمال انتقال عوامل بیماری‌زا و یا پارانیتوئیدها همراه با نمونه وارداتی و شیوع آن بین زنبورهای مخملی

بومی و یا زنبور عسل، 2) استقرار نمونه وارداتی در منطقه جدید و سپس احتمال جایگزینی و یا رقابت با زنبورهای مخملی بومی.

یک جنبه خاص از نگرانی‌های زیست‌محیطی در خصوص استفاده از زنبورهای مخملی برای گرده‌افشانی، احتمال معرفی آن‌ها به مناطق جدیدی است که بومی آنجا نیستند. در این زمینه مقررات خاصی در کشورهای پیشرفته وضع شده است. به عنوان مثال در کانادا و ایالات متحده ورود و پرورش گونه غیربومی *B. terrestris* ممنوع شده و در عوض پرورش گونه بومی *B. impatiens* صورت گرفته است. احتمال استقرار گونه‌ها و یا نژادهای غیربومی در مناطق جدید دور از انتظار نیست. این اتفاق در نیوزلند رخ داده است. چهار گونه از زنبورهای مخملی در سال 1985 به نیوزلند برای گرده‌افشانی شبدر قرمز معرفی شدند و این منجر به افزایش فوری و قابل توجه در عملکرد بذر شد. از آن پس جمعیت‌های این زنبورهای مخملی در نیوزیلند باقی ماندند و خودبه‌خود تکثیر شدند. این پدیده اساساً به دلیل عدم حضور دشمنان زنبورهای مخملی در منطقه مورد نظر بود. جالب این است که معرفی گونه *B. terrestris* به نیوزیلند اشتباه بوده است، زیرا این گونه دارای خرطوم کوتاه است و به شبدر قرمز علاقه کمی نشان می‌دهد. البته سه گونه معرفی شده دیگر دارای خرطوم‌های بلند هستند و گرده‌افشان‌های مؤثر شبدر محسوب می‌شوند. خوشبختانه در شرایط نیوزلند گونه *B. terrestris* به خاطر گرده‌افشانی یونجه ارزش یافت.

بررسی منابع نشان می‌دهد که در سطح دنیا بیش از 30 شرکت تجاری در زمینه پرورش زنبورهای مخملی فعالیت می‌کنند. این شرکت‌ها غالباً گونه‌های بومی کشور خود را پرورش داده و با تولید انبوه، کلنی‌ها را به کشاورزان خود فروخته و یا به سایر کشورها صادر می‌کنند. در اکثر کشورهای اروپایی، همچنین در ایالات متحده، ژاپن، ترکیه و چین گونه‌های بومی زنبورهای مخملی پرورش داده می‌شوند. در این میان شرکت‌های بزرگی مانند کوپرت هلند و بایوبست بلژیک در کشورهایمانند ترکیه، چین و ژاپن نمایندگی داشته و در زمینه پرورش گونه‌های بومی هر منطقه فعالیت می‌نمایند.

گونه *B. terrestris* یکی از مهم‌ترین گونه‌هایی است که در اکثر مناطق دنیا به صورت انبوه پرورش داده می‌شود و در سطح گسترده برای گرده‌افشانی انواع محصولات گلخانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گونه در ایران پراکنش وسیعی دارد. بیشترین جمعیت این زنبور در مناطق کوهستانی و سرد مانند آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، قزوین، تهران و استان‌های شمالی کشور وجود دارد. با این وجود در سطح کشور تاکنون تحقیقات اندکی درباره پرورش انبوه و تجاری این گونه انجام شده است. در سال‌های اخیر نمونه‌هایی از نژاد اروپایی این گونه توسط برخی کمپانی‌های بزرگ در سطح کشور توزیع شده است. با توجه به مخاطرات مربوط به استفاده گسترده و درازمدت از نژادهای غیربومی، برخی محققین معتقدند لازم است روی پرورش و رهاسازی نژادهای بومی این زنبور کار شود.

منابع مورد استفاده

- منفرد، علیرضا و گودرزی، بهاره. 1392. توسعه گرده‌افشانی محصولات کشاورزی توسط زنبورهای مخملی (Hymenoptera: Apidae: *Bombus*) در ایران: پرورش انبوه گونه‌های بومی یا واردات. هشتمین سمینار زنبورعسل ایران. کرج. 8 صفحه.
- منفرد، علیرضا؛ گودرزی، بهاره و راسمونت، پیر. 1394. رکوردهای جدید از گونه‌های زنبورهای مخملی (Hymenoptera, Apidae, *Bombus* spp.) از ایران. خلاصه مقالات اولین کنگره بین‌المللی حشره‌شناسی ایران. موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران.

- Alford, D.V. 1975. *Bumblebees*. Davis-Poynter, London.
- Anonymous. 2018. *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae), Pollination services, a business challenge: rearing methods and techniques. 17 Pp. Available at: www.ptaba.gr/dyn/banner/051716134738_b.pdf.
- Dimou, M., Taraza, S., Thrasyvoulou, A. and Vasilakakis, M. 2008. Effect of bumble bee pollination on greenhouse strawberry production. *Journal of Apicultural Research*. 47: 99–101.
- Dohzono, I and Yokoyama, J. 2010. Impacts of alien bees on native plant-pollinator relationships: A review with special emphasis on plant reproduction. *Applied Entomology and Zoology*. 45: 37-47.
- Free, J.B. 1993. *Insect Pollination of Crops*. 2nd ed. Academic Press, London.
- Goulson, D. 2010. *Bumblebees, Behaviour, Ecology, and Conservation*. Second Edition. Oxford University press. 330 pp.
- Morandin, L.A. and Winston, M.L. 2003. Effects of novel pesticides on bumble bee (Hymenoptera: Apidae) colony health and foraging ability. *Environmental Entomology*. 32: 555-563.
- Morandin, L.A., Lavery, T.M. and Kevan, P.G. 2001. Bumble bee (Hymenoptera: Apidae) activity and pollination levels in commercial tomato greenhouses. *Journal of Economic Entomology*. 94: 462-467.
- Owen, R.E. 2001. Rearing bumble bee colonies. *Hivelights*, 14, 22-23.
- Owen, R.E. 2016. *Rearing bumble bees for research and profit: Practical and ethical considerations*. In: Chambo, E. (Ed.). Beekeeping and Bee Conservation- Advances in Research. Intech Publication. Pp: 225-242.
- Van Doorn, A. 2006. Honey bee and bumblebee pollination in EC and worldwide. *8th European congress of entomology*, Turkey
- Velthuis, H.H.W. and van Doorn, A. 2006. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie*. 37: 421-451.

- Williams, P.H. and Osborne, J.L. 2009. Bumblebee vulnerability and conservation world-wide. *Apidologie*. 40: 367-387.
- Williams, P.H., Cameron, S.A., Hynes H.M., Cederberg, B., and Rasmont, P. 2008. A simplified subgeneric classification of the bumblebees (genus *Bombus*). *Apidologie*. 39: 46-74.