دوفصلنامه علمی ترویجی علوم و فنون زنبورعسل
دوره ۱۴، شماره ۲۶، سال ۱۴۰۲، (۲-۱۷)

معرفی و ملاحظات استفاده از قفس‌های آزمایشگاهی در آزمایشات زنبورعسل

رضا کلاته[۱]، بهروز دستار[۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد پرورش زنبورعسل. دانشکده علوم دامی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- استادگروه تغذیه دام و طیور. دانشکده علوم دامی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۰ **تاریخ پذیرش**: ۱۴۰۲/۵/۲۹
شناسه دیجیتال (DOI): HBSJ.2023.129867/10.22034
رایانامه: dastar@gau.ac.ir

چکیده:

کلونی‌های زنبور عسل را می‌توان در فضاهای کوچک‌تری نسبت به کندو به نام قفس آزمایشگاهی نگهداری و مطالعه کرد. استفاده از قفس‌های آزمایشگاهی در مطالعات زنبور عسل به دلیل کنترل شرایط آزمایش می‌تواند منجر به راه‌حل‌های نوآورانه برای رفع مشکلات مرتبط با تولید و سلامت زنبور عسل شود. در قفس‌های آزمایشگاهی در صورت فراهمی مواد غذایی کافی می‌توان شرایط کلونی را تا حد امکان مشابه با شرایط کلونی در شرایط طبیعی کرد. قفس‌های آزمایشگاهی برای اهداف مختلف استفاده می‌شوند و هزینه‌ی آزمایش به دلیل نگهداری کلونی کوچکتر به جای استفاده از کلونی کامل در مزرعه بسیار کاهش می‌یابد و انجام آزمایش‌های متعدد در یک دوره کوتاه امکان‌پذیر می‌باشد. سیستم قفس قابل اجرا و مقرون به صرفه است و مزایای متعددی دارد ولی باید توجه شود که نوع قفس آزمایشگاهی بستگی به هدف مطالعه دارد و

اندازه قفس و وسایل مورد نیاز برای ساخت قفس به متغیرهای مورد بررسی در آزمایش بستگی دارد.

کلمات کلیدی: آزمایشات آزمایشگاهی، زنبورعسل، قفس آزمایشگاهی

مقدمه

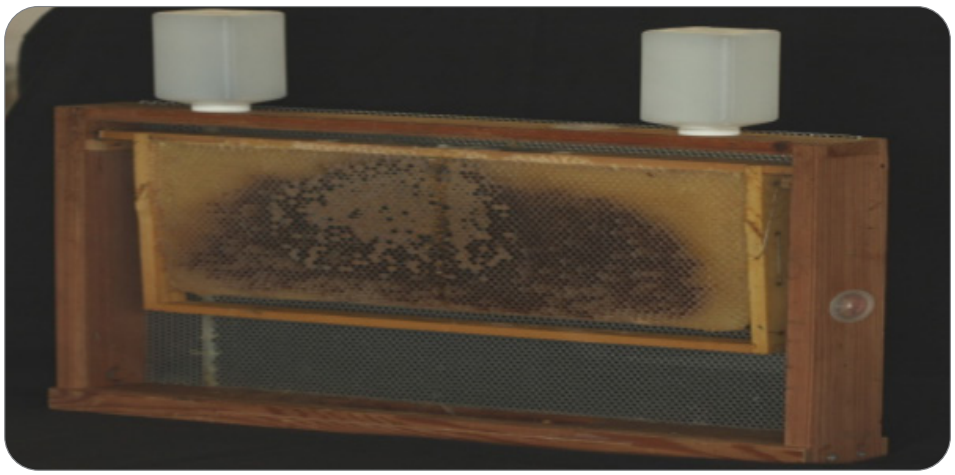
عوامل محیطی مانند دما و در دسترس بودن منابع غذایی به شدت بر رفتار و فیزیولوژی زنبورعسل در کلونی تأثیر می‌گذارند. کمبود شهد و گرده گل سبب کاهش توانایی بقای کلونی و مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها می‌شود (Morimoto et al., 2011). تفسیر نتایج حاصل از آزمایش‌های مربوط به کلونی‌های زنبور عسل در محیط آزاد به دلیل تاثیر متغیرهای متعدد نظیر فراوانی و کیفیت شهد و گرده گل منطقه، جمعیت کلونی‌ها از نظر تعداد تخم، لارو، شفیره و زنبورهای بالغ و همچنین تغییرات دما و رطوبت در داخل و خارج کندو به دلیل تاثیر بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی زنبورهای عسل غالبا دشوار است. اگر بتوان نمونه‌ی کوچکی از زنبورهای کلونی را به جای استفاده از کلونی کامل در مزرعه در آزمایشگاه مطالعه کرد، هزینه آزمایش کاهش چشمگیری می‌یابد و آزمایش‌های متعدد در یک دوره کوتاه امکان‌پذیر می‌شود. استفاده از قفس‌های آزمایشگاهی می‌تواند بینش دقیقی در مورد تأثیر عوامل مختلف زیستی و غیرزیستی بر بقا، رفتار و رشد فیزیولوژیکی زنبورهای عسل ارائه دهد و در نهایت منجر به راه‌حل‌های نوآورانه برای مشکلات سلامت زنبور عسل شود (Yang et al., 2021).

قفس‌های آزمایشگاهی یک سیستم مهاری ساخته شده از مواد مختلف از جمله چوب، پلاستیک، شیشه، پلکسی گلاس و فولاد ضد زنگ برای نگهداری مناسب زنبورها در محیط کنترل‌شده به منظور جمع‌آوری انواع داده‌های بیولوژیکی است که می‌تواند محیط مناسبی را برای زنبورها با مواد غذایی کافی در دسترس فراهم کند که تا حدامکان شرایط آن مشابه با شرایط کلونی در حالت معمول باشد (Huang et al., 2014). برای مثال، محققان ممکن است بخواهند آزمایش‌هایی را روی زنبورهای عسل تحت شرایط بسیار کنترل‌شده انجام دهند تا جنبه‌های انگل‌شناسی (مانند نوزما)، سم‌شناسی (مانند اثرات آفت‌کش‌ها) یا فیزیولوژی (مانند اندازه‌گیری رشد غدد هیپوفارنژیال یا ویتلوژنین) را مطالعه کنند. هدف این مقاله معرفی، شناخت و آشنایی با قفس‌های ساخته شده برای زنبورهای عسل در شرایط آزمایشگاهی کنترل شده می‌باشد.

انواع قفس‌های آزمایشگاهی

قفس قابی (Frame cage)

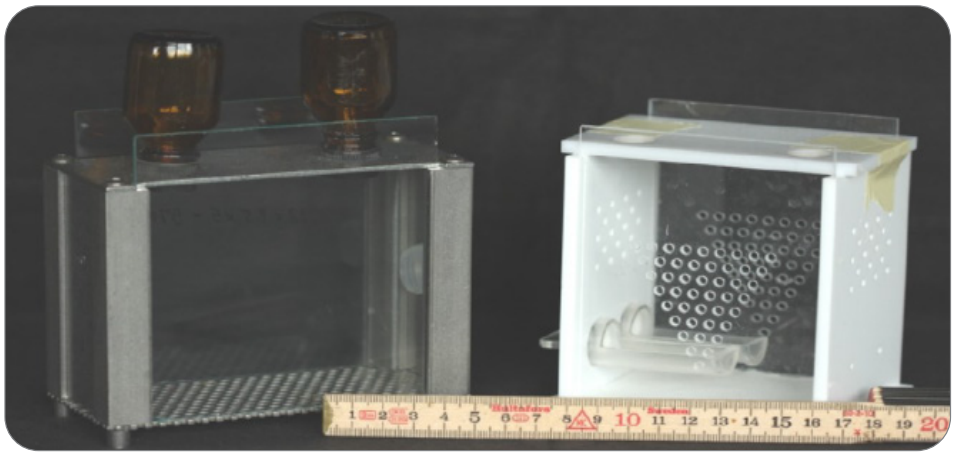
قفس قابی متشکل از یک پوشش چوبی است که یک یا دو طرف آن با توری پوشانده می‌شود و گنجایش جاگیری یک یا دو قاب را دارد. در این نوع قفس حداق یک طرف آن کشویی با قابلیت جابجایی و دو ظرف برای تغذیه زنبورهای عسل وجود دارد (شکل ۱؛ Williams et al., 2013).



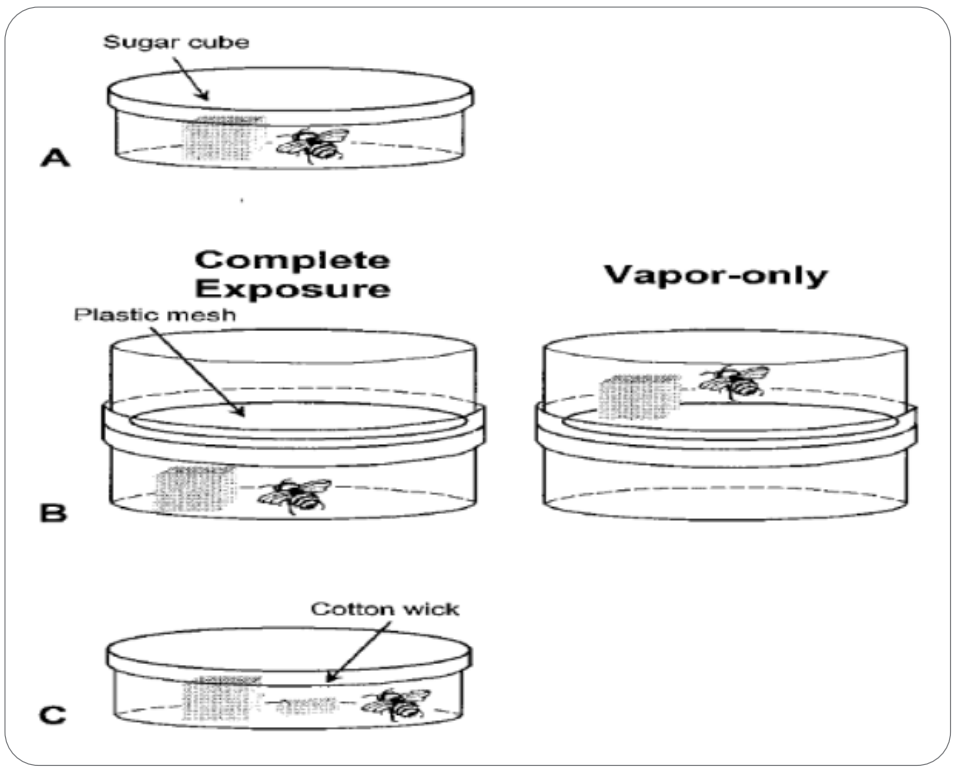
شکل ۱. قفس قابی معرفی شده توسط مرکز تحقیقات زنبور عسل سوئیس (Williams et al., 2013).

قفس‌های احتکار (Hoarding cages)

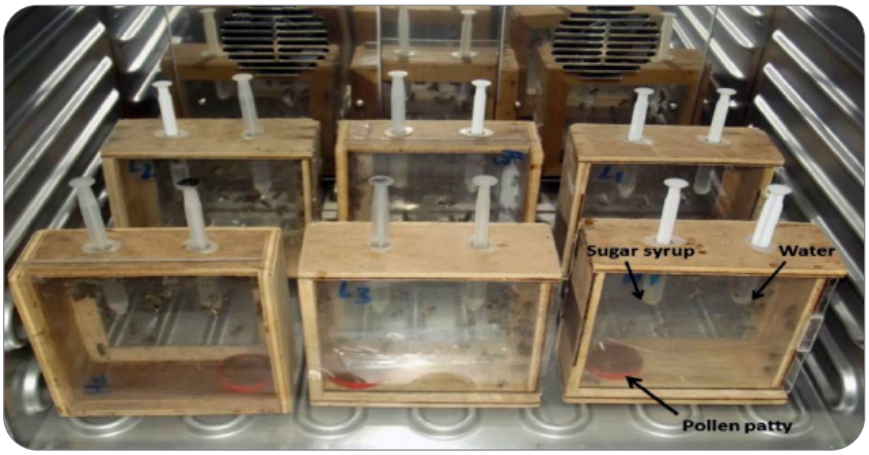
قفس‌های احتکار محفظه‌هایی نیمه شفاف و تهویه‌دار ولی کم حجم و با ابعاد و شکل‌های مختلف هستند که یک یا دو طرف آن می‌تواند برداشته و جابه جا شوند (شکل‌های ۲، ۳، ۴)، اگرچه طرح‌های دیگری نیز وجود دارد که دیواره‌های آن قابل جا به جایی نیست و به شکل فنجان هستند (شکل ۵) (Williams et al., 2013).



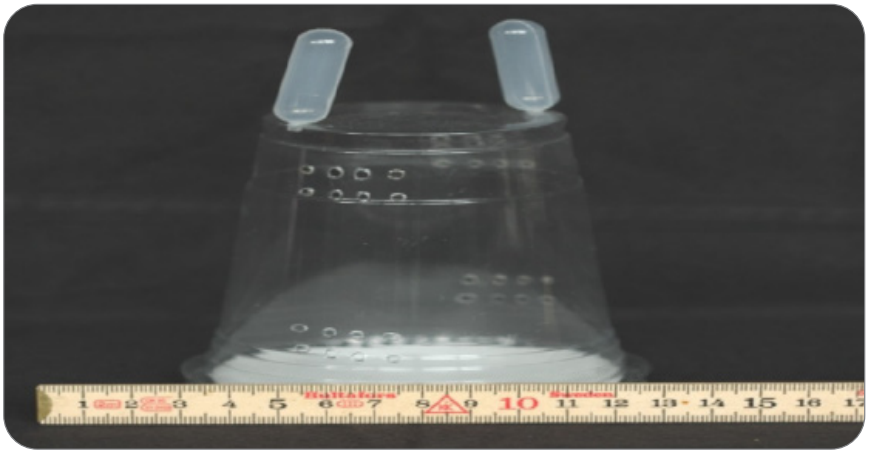
شکل ۲. نمونه‌هایی از قفس‌های احتکار معرفی شده توسط مرکز تحقیقات زنبور سوئیس (سمت چپ) و موسسه ملی تحقیقات کشاورزی فرانسه (سمت راست) (Williams et al., 2013).



شکل ۳. قفس احتکار برای ارزیابی کنه کش‌ها جهت کنترل کنه واروآ (A) طراحی ظرف برای غربالگری (B) ظرف دو محفظه‌ای (C) ظرف آزمایش اسید فرمیک با فتیله پنبه‌ای چسبانده شده به پایین (Lindberg et al., 2000).



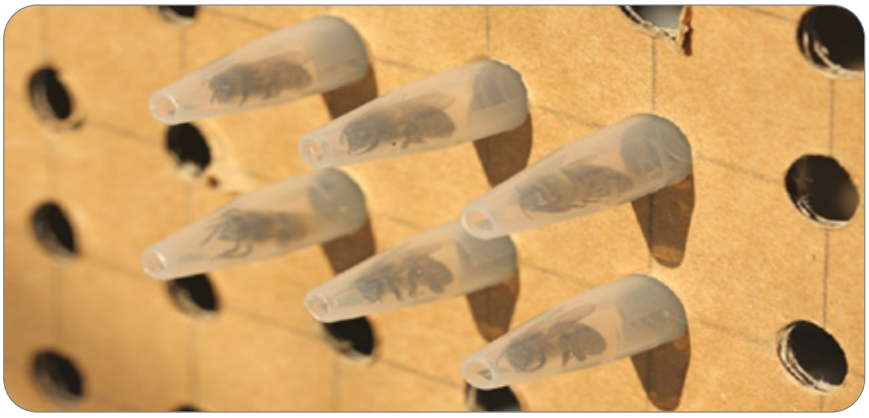
شکل ۴. قفس‌های احتکار مورد استفاده برای مطالعات اثرات سطوح مختلف دما و رطوبت نسبی بر بقای زنبور عسل (Abou-Shaara et al., 2012).



شکل ۵. قفس احتکار فنجانی با پایه قابل جابجایی (Williams et al., 2013).

قفس‌های ایزوله (Isolation cages)

برای قفس‌های ایزوله از لوله‌های میکروسانتریفیوژ ۱/۵ میلی‌لیتری (شکل ۶) و یا از لوله پلاستیکی اپندورف با ارتفاع لوله و قطر بیرونی و داخلی به ترتیب ۱/۳ و ۰/۸ سانتی‌متر (شکل ۷) می‌توان استفاده کرد. زنبورها را نباید بیش از یک هفته در این نوع قفس‌ها نگهداری کرد. در این نوع قفس‌ها می‌توان حجم نمونه آزمایش را در مقایسه با قفس‌های احتکار که قفس به جای زنبورها به عنوان تعداد تکرار در نظر گرفته می‌شوند، به میزان زیادی افزایش داد (Williams et al., 2013).



شکل ۶. قفس‌های ایزوله پیشنهادی توسط اولریکه هارتمن از مرکز تحقیقات زنبور سوئیس (Williams et al., 2013).

شکل ۷. قفس‌های ایزوله با استفاده از یک لوله پلاستیکی اپندورف (Williams et al., 2013).

شاخص‌های قفس مناسب برای نگهداری زنبورهای عسل

● **معیارهای انتخاب قفس مناسب عبارتند از:**

۱) یکبار مصرف باشند تا از آلودگی‌ها جلوگیری شود.

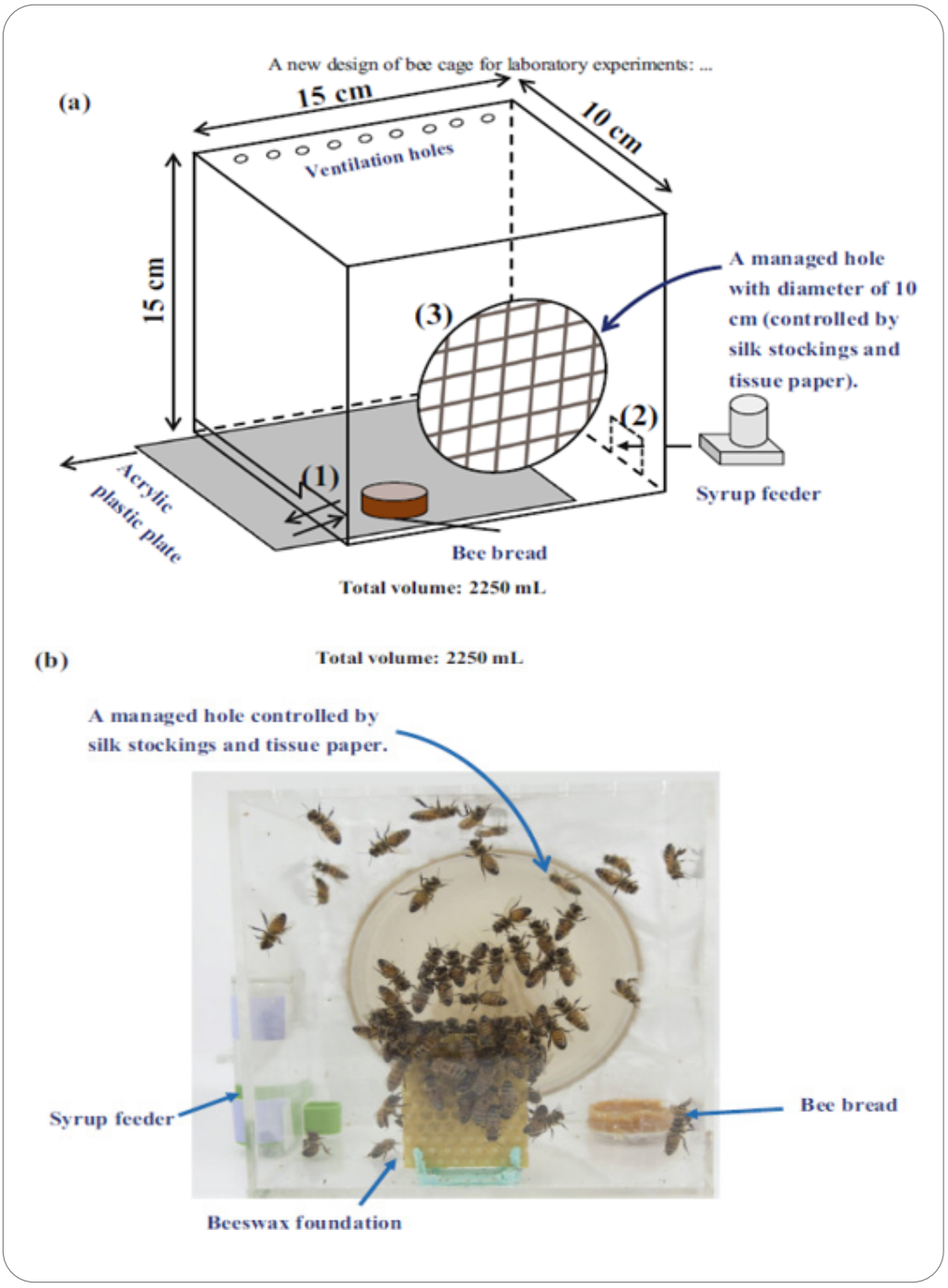
۲) شفاف باشند تا امکان شمارش و مشاهده آسان زنبورها وجود داشته باشد. ۳) ارزان باشند و از منابع معمول در دسترس ساخته شوند تا امکان انجام آزمایش‌های زیاد باشد. ۴) امکان دسترسی به محتویات قفس یعنی زنبورها، غذا و آب به منظور اضافه کردن یا حذف آن‌ها وجود داشته باشد. در تمامی قفس‌های آزمایشگاهی باید تعداد کافی سوراخ هوا برای تامین تهویه وجود داشته باشد. اندازه قفس به تعداد زنبورهای عسلی که باید نگهداری شوند بستگی دارد. برای مثال، قفس‌های ۱۰۰ سانتی‌متر مکعبی برای نگهداری ۳۰ زنبور کارگر مناسب هستند. به طور کلی نسبت تقریبی ۳ سانتی‌متر مکعب فضای قفس به ازای هر زنبور مناسب است (Williams et al., 2013).

نمونه‌های عملی از قفس‌های آزمایشگاهی ساخته شده

● **قفس طراحی شده توسط یانگ و همکاران (Yang et al., 2021)**

کاربرد: ۱- برای آزمایش‌های ارزیابی تغذیه و نیازهای تغذیه‌ای (انواع مختلف شربت و کیک‌های گرده) ۲- بررسی رفتار جمع‌آوری و مصرف شهد (رفتار ذخیره‌سازی) ۳- بررسی بیان ژن‌های مرتبط با تغذیه (مانند ژن‌های مرتبط با تولید ژل رویال و ویتلوژنین) ۴- آزمایش‌های مبتنی بر بقا ۵- آزمایش‌های رفتاری (رفتارهای دفاعی و یا رفتارهای مربوط به ترشح فرمون‌ها) و فیزیولوژیکی (رشد غدد هیپوفارنژیال) ۶- بررسی اثرات مرتبط با سمیت آفت‌کش‌ها.

روش ساخت: برای ساخت این قفس مواد مورد نیاز شامل پلاستیک اکریلیک، توری، ظرف آبخوری و پلیت کوچک هستند. ابعاد این قفس ۱۵ × ۱۰ × ۱۵ سانتی‌متر و حجم آن ۲۲۵۰ میلی‌لیتر می‌باشد و برای نگهداری گروه‌های ۵۰ تا ۲۰۰ زنبور کارگر طراحی شده است (شکل ۸). قسمت جلویی قفس دارای سوراخی به قطر ۱۰ سانتی‌متر است که امکان دسترسی آسان به داخل قفس را فراهم می‌کند. گوشه پایین سمت راست و چپ به ترتیب دارای سوراخ‌هایی به ابعاد ۲ × ۲ سانتی‌متر و ۶ × ۱/۶ سانتی‌متر هستند تا تغذیه شربت و خوراک جامد زنبور را تسهیل کنند. علاوه بر این، یک قطعه نازک (۲ میلی‌متر) پلاستیک اکریلیک (۱۵ × ۹/۸ سانتی‌متر) با کاغذ صافی را می‌توان از سمت چپ پایین برای تمیز کردن به راحتی داخل قفس وارد و یا خارج کرد. قسمت بالایی شامل تعداد ۹ سوراخ کوچک (به قطر ۳ میلی‌متر) برای تهویه است. یک آبخوری مخصوص پرندگان کوچک (ظرفیت ۷۵ میلی‌لیتر) با سوراخی به اندازه ۱/۵ × ۱ سانتی‌متر برای تغذیه شربت استفاده می‌شود که می‌توان آن را در گوشه پایین سمت راست سوراخ نصب کرد.



شکل ۸. قفس پلاستیکی اکریلیک (Yang et al., 2021).
(a) **جزئیات قفس؛ شماره (۱) نشان دهنده سوراخ برای تغذیه نان زنبور عسل، شماره (۲) نشان دهنده سوراخ برای تغذیه شربت قند، شماره (۳) نشان دهنده سوراخ برای دسترسی آسان به قفس**. (b) **نمای واقعی قفس**

مزایا: ۱-کاملا شفاف و قابل دید است. ۲-قابلیت استفاده از موم برای انجام آزمایشات مرتبط با رفتار ذخیره‌سازی (نظیر رفتار جمع‌آوری شهد) در آن وجود دارد. ۳- قابلیت استفاده تعداد زیاد زنبورعسل در آن وجود دارد. ۴- امکان دسترسی آسان به داخل قفس وجود دارد. ۵- به راحتی می‌توان منبع‌های تغذیه‌ای را پر و جابه‌جا کرد. ۶-زنبوران مرده را به راحتی می‌توان از قفس خارج کرد. ۷-در آزمایشی‌های بعدی می‌توان از این قفس‌ها استفاده کرد.

معایب: ۱- سخت بودن طرز تهیه مواد اولیه و ساخت قفس‌ها. ۲- خارج کردن زنبوران زنده سخت است.

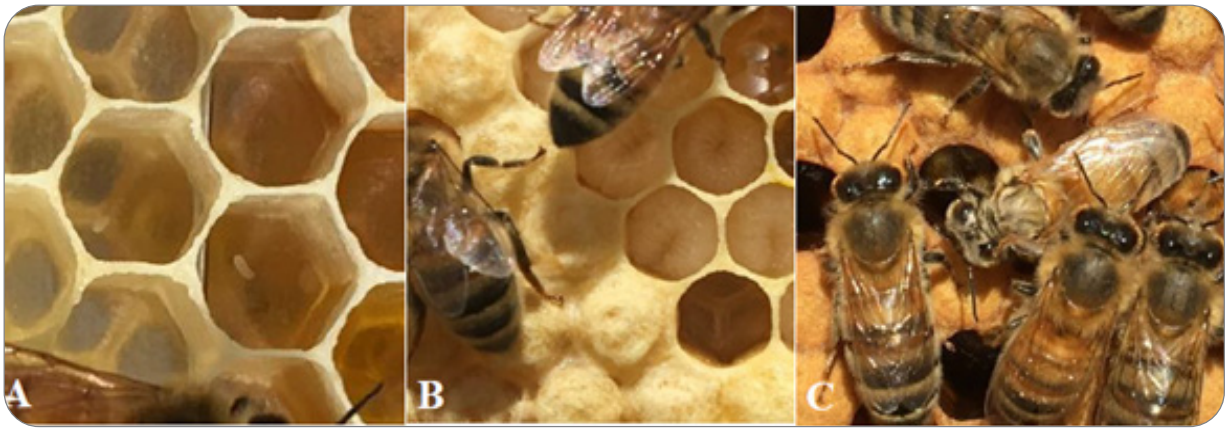
● **قفس طراحی شده توسط سانتر و همکاران (Sonter et al., 2019)**

کاربردها: ۱- اندازه‌گیری صفات عملکردی نظیر میزان تخمریزی ملکه، میزان ذخیره عسل و گرده. ۲- مناسب برای آزمایش‌های ارزیابی تغذیه و نیازهای تغذیه‌ای (انواع مختلف شربت و کیک‌های گرده). ۳- اندازه‌گیری رفتار جمع‌آوری و مصرف شهد (رفتار ذخیره‌سازی). ۴- مناسب برای آزمایش‌های مبتنی بر بقا. ۵- مناسب برای آزمایش‌های رفتاری و فیزیولوژیکی. ۶- قابل استفاده برای انجام آزمایش‌های مربوط بر روی لارو و شفیره‌ها.

روش ساخت: برای ساخت این قفس محیط گلخانه، قفس چوبی برای دو تا سه قاب زنبورعسل، توری ریز، تخته چوب به همراه پیچ فولادی و چسب چوب مورد نیاز است. ابعاد این قفس ۱/۲ × ۱/۲ × ۱/۷ متر است (شکل ۹، A). قفس در یک گلخانه کاملاً محصور با ابعاد ۶ × ۳ × ۶ متر نصب شد. از توری حشره‌ای برای پوشاندن تمام دیوارهای جانبی و سقف استفاده شد تا نور وارد قفس شود، اما کف و درب کاملاً از تخته سه لا ساخته شده بودند. یک جعبه کندوی چوبی تهویه شده با ابعاد ۵۸ × ۲۹ × ۱۳ سانتی‌متر در کف هر قفس قرار داده شد تا هر کلونی زنبور عسل را در خود جای دهد (شکل ۹، A). هر جعبه کندو ظرفیت نگهداری سه قاب کندوی چوبی با عمق کامل (مساحت قاب ۴۶ × ۲۴ سانتی‌متر) را دارد (شکل ۱۰). آب در یک آبخوری کله قندی مرغ با پر از سنگریزه برای دسترسی آسان و جلوگیری از غرق شدن زنبورها (شکل ۱۱، A) داده می‌شود. دما در گلخانه بین ۲۶ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۴۰ تا ۶۰ درصد باید باشد. هر جعبه کندو همچنین دو قاب خالی اضافی را در خود جای داده است تا امکان رشد کلونی را در صورت نیاز فراهم کند (شکل ۱۰).

شکل ۹. (A)، **نمای خارجی قفس طراحی شده** (Sonter et al., 2019).

شکل ۱۰. قاب شفیره (بالا) و قاب با شان مومی (پایین) که برای جایگزینی قاب شفیره استفاده می‌شود.



شکل ۱۱. (A) تخم‌ها، (B) لاروها (بالا سمت راست) و شفیره‌های پوشیده شده با درپوش (پایین سمت چپ) و (C) زنبور پرستار (مرکز) را نشان می‌دهد.

مزایا: ۱- در این نوع قفس امکان استفاده از زنبور ملکه در آزمایش وجود دارد. ۲- امکان استفاده از قاب استاندارد و انجام آزمایش‌های عملکردی زنبورعسل وجود دارد. ۳- قابلیت استفاده تعداد زیاد زنبورعسل در آن وجود دارد. ۴- دسترسی به داخل قفس آسان است. ۵- منبع‌های تغذیه‌ای به راحتی می‌توانند پر و جابه‌جا شوند. ۶- شمارش زنبورهای مرده آسان است. ۷- امکان استفاده مجدد از این نوع قفس در آزمایشی‌های بعدی وجود دارد.

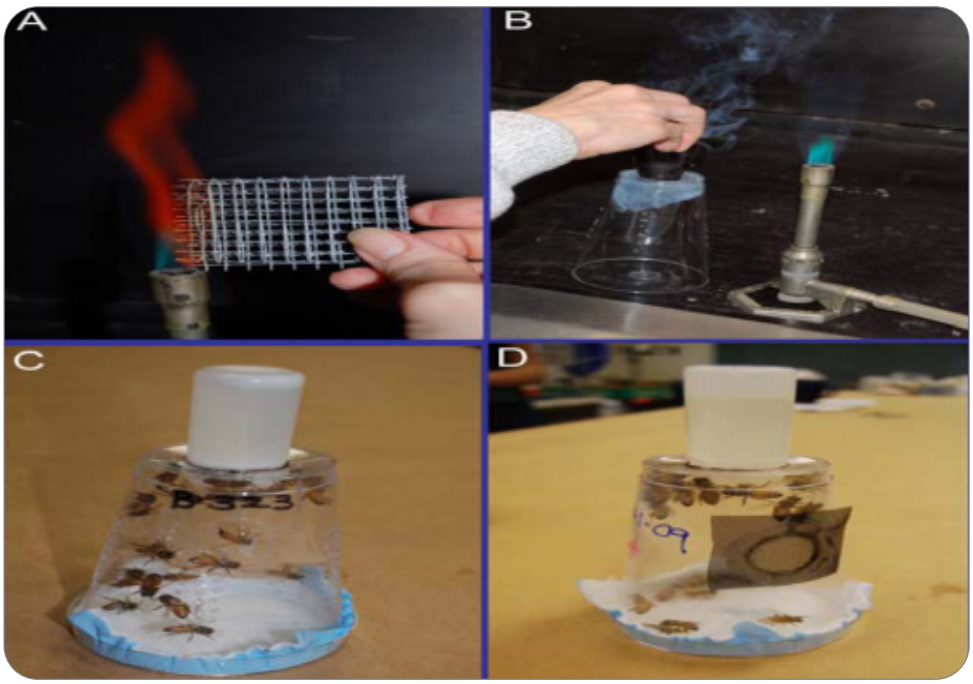
معایب: ۱- بزرگ بودن قفس ۲- مشکل دسترسی به گلخانه ۳- امکان تکرار کم قفس‌ها با توجه به نیاز به فضای بزرگ.

قفس طراحی شده توسط ایوانز و همکاران (Evans et al., 2009)

کاربردها: ۱- برای آزمایش‌های ارزیابی تغذیه (فقط به صورت شربت) ۲- مناسب برای آزمایش اندازه‌گیری غدد هیپوفارنژیال ۳- مناسب برای آزمایش بیان ژن‌های مرتبط با تغذیه (مانند ژل رویال و ویتلوژنین) ۴- مناسب برای آزمایش‌های مبتنی بر بقا ۵- مناسب برای آزمایش‌های رفتاری و فیزیولوژیکی ۶- مناسب برای آزمایش‌های مربوط به کنه

روش ساخت: برای ساخت این قفس لیوان پلاستیکی شفاف با قطر ۸/۴ سانتی‌متر و یک ویال ۲۰ میلی‌لیتری برای تغذیه لازم است. ابتدا با گرم کردن دهانه یک ویال شیشه‌ای و فشار

دادن آن به قسمت کف فنجان یک سوراخ دایره‌ای در کف فنجان ایجاد شود (شکل ۱۲،B). یک تکه پد یکبار مصرف بریده شد تا کمی بزرگتر از یک پتری‌دیش باشد (تقریباً ۱۰ سانتی‌متر مربع) به طوری که اگر نشتی داشت جذب شود. تهویه با بریدن یک سوراخ دایره‌ای در کناره فنجان و چسباندن یک مربع کوچک از توری ظریف روی این سوراخ انجام شد (شکل ۱۲، D). میانگین بقای زنبورهای عسل در آن ۳۶ روز و حداکثر ۶۰ روز بود. این قفس ارزان و شفاف است (Evans et al., 2009; Huang et al., 2014). این نوع قفس برای آزمایش‌های کوتاه مدت مانند ارزیابی سمیت آفتکش‌های اسپری شده روی زنبورها و مطالعه‌ی کنه واروآ مناسب است (Evans et al., 2009).



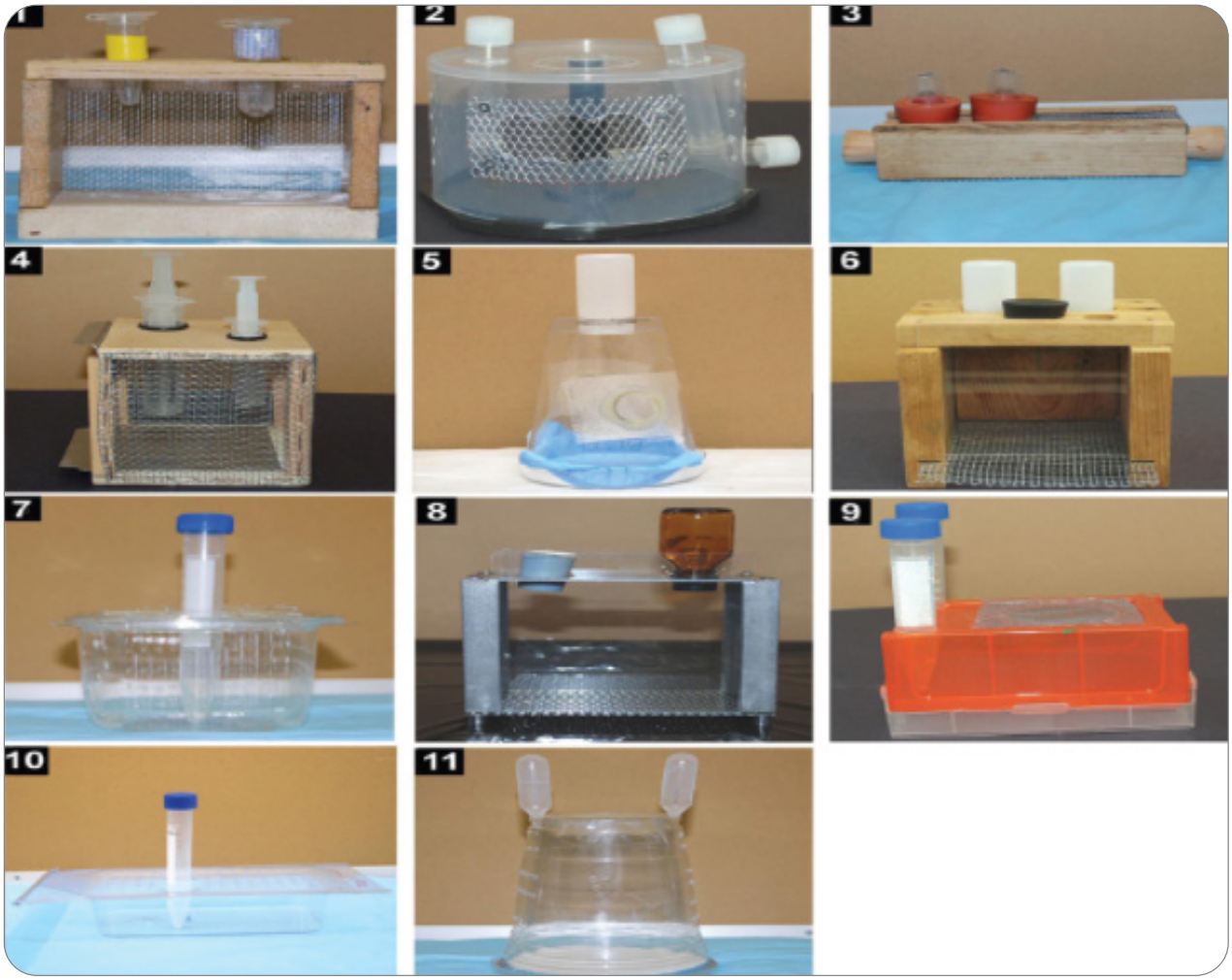
شکل ۱۲. مراحل ساخت فنجان‌های پلاستیکی : A. **توری فولادی گرم شده برای تهویه فنجان** B. **ذوب سوراخ ویال ظرف غذا** C. **برای فنجان تهویه قرار داده شده**. D، **قفس برای آزمایش آماده است**. (Evans et al., 2009).

مزایا: ۱-این نوع قفس کاملا شفاف و داخل آن قابل دید است. ۲- قابلیت استفاده از آن در آزمایش‌های بعدی وجود دارد. ۳-ارزان و در دسترس می‌باشد. ۴- برای آزمایش مربوط به کنه مناسب است. ۵-برای آزمایش‌های با تکرارهای زیاد مناسب است.

معایب: ۱-خارج کردن زنبوران زنده و مرده از داخل قفس سخت است. ۲-امکان دسترسی به داخل قفس وجود ندراد. ۳-امکان استفاده از منبع‌های تغذیه‌ای برای تغذیه مواد جامد وجود ندارد. ۴- از موم برای آزمایشات احتکار (نظیر رفتار جمع‌آوری شهد) نمی‌توان استفاده کرد.

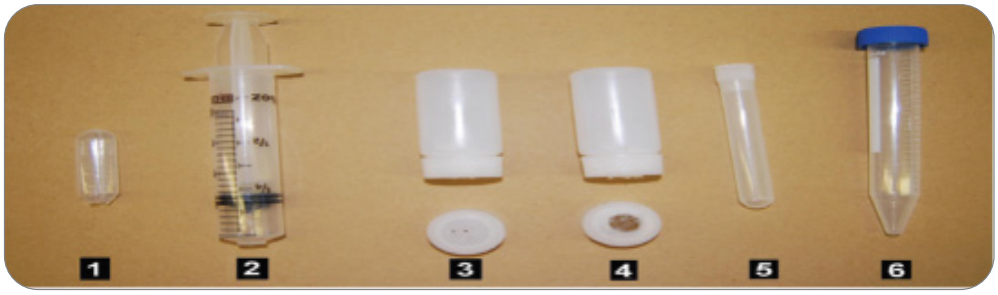
مقایسه قفس‌های آزمایشگاهی طراحی شده توسط محققان

هویانگ و همکاران درآزمایشی ۱۱ نوع از قفس‌های طراحی شده محققان (شکل ۱۳) را به منظور انتخاب بهترین نوع قفس و غذاخوری برای تغذیه زنبورعسل با هم مقایسه کردند (Huang et al., 2014). قفس شماره ۵ که بهترین عملکرد را به خاطر طولانی‌ترین دوره‌ی بقا برای زنبورها در طی ارزیابی قفس‌ها نشان داد، به عنوان قفس مرجع برای ارزیابی طرح‌های مختلف غذاخوری انتخاب شد. شش غذاخوری مختلف (شکل ۱۴، A) به صورت جداگانه در بالای قفس ۵ قرار داده شد (شکل ۱۴، B) و مشخص شد که بیشترین دوره‌ی بقای زنبورهای عسل متعلق به غذاخوری شماره ۲ بود به شکلی که هنگام تغذیه زنبورها با شربت قند و نان زنبور عسل مرگ و میر تا روز ۱۹ برای غذاخوری ۲ فقط ۱۰ درصد بود در حالیکه با سایر غذاخوری‌ها تمام زنبورها تا روز ۱۹ آزمایش تلف شدند.

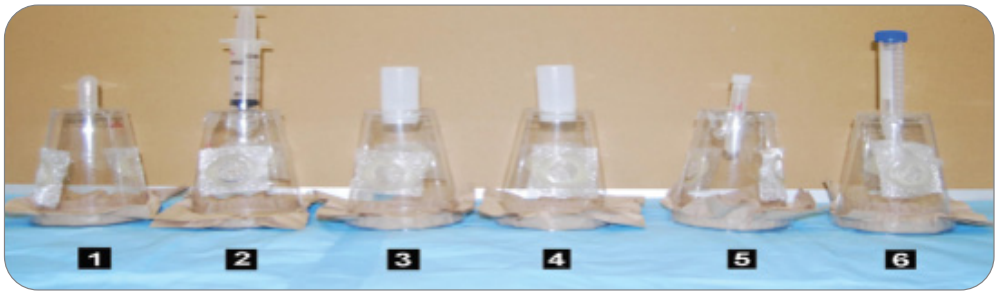


شکل ۱۳. **قفس‌های ارزیابی شده برای زنبور عسل در آزمایش‌ها مختلف** (Huang et al., 2014)

(A)



(B)



شکل ۱۴. (A) **شماره غذاخوری‌ها** (B) **غذاخوری‌هایی که به صورت جداگانه در قفس ۵ برای ارزیابی قرار داده شدند** (Huang et al., 2014).

نکات و دستورالعمل‌ها برای جمع آوری زنبوران برای آزمایشات با قفس

روش جمع‌آوری زنبورهای کارگر تازه تفریخ شده بدون نیاز به حبس ملکه

الف) بر اساس ملاحظات طراحی بهداشتی، محیطی، ژنتیکی و تجربی کلونی‌های مناسب را انتخاب کنید. ب) قاب‌هایی را انتخاب کنید که حاوی تعداد کافی شفیره باشد که در عرض یک تا سه روز ظاهر شوند (یعنی شفیره‌هایی با چشمان تیره و کوتیکول). ج) تمام زنبورهای عسل بالغ را با استفاده از برس زنبور عسل یا با تکان دادن آرام قاب روی کلونی از قاب خارج کنید. د) قاب را در یک قفس قابی و یا ایزولاتور مناسب قرار دهید. ه) قفس قابی یا ایزولاتور را در انکوباتور آزمایشگاهی نگهداری کنید. و) قاب را به طور متعدد تحت نظر داشته باشید، زنبوران باید حداقل هر ۲۴-۱۲ ساعت از قاب مولدین خارج شوند تا همگنی سنی به دست آید. ز) زنبوران کارگر تازه تفریخ شده را به آرامی داخل قفس‌های احتکار مناسب حاوی مواد غذایی کافی منتقل کنید. ح) فوراً قفس احتکار حاوی زنبوران تازه تفریخ شده را در یک انکوباتور آزمایشگاهی قرار دهید (Williams et al., 2013).

روش جمع‌آوری زنبوران کارگرتازه تفریخ شده توسط حبس کردن ملکه

الف) شناسایی کلونی‌های مناسب، استفاده از یک پوکه سالم و بدون تخم و شفیره که تمام تخم‌هایی که ملکه در آن تخم-گذاری می‌کند بدانیم چه سنی دارند. ب) ملکه را با گرفتن بال‌ها به آرامی روی قاب انتخابی قرار دهید. قبل از اینکه ملکه جابجا شود، مطمئن شوید که حداقل چند صد کارگر روی قاب انتخابی هستند. ج) قاب حاوی ملکه و زنبوران کارگر را با دقت در یک ایزولاتور قرار دهید (شکل ۱۵). د) قاب در قفس را ترجیحاً بین دو قاب نوزاد حاوی تخم و لارو قرار دهید (شکل ۱۶). ه) پس از مدت زمان مشخصی، قاب را از ایزولاتور خارج کنید. و) قاب را ۲۰-۱۹ روز پس از حبس اولیه ملکه، درست قبل از ظاهر شدن زنبوران بردارید. اگرچه یک زنبور کارگر معمولاً ۲۱ روز پس از تخم‌گذاری از سلول خارج می‌شود، زمان رشد بسته به شرایط محیطی مانند دما و تغذیه می‌تواند ۲۸-۲۰ روز متغیر باشد (Williams et al., 2013).

شکل ۱۵. قرار دادن قاب در ایزولاتور (Williams et al., 2013).

شکل ۱۶. قرار دادن ایزولاتور در وسط کندو، بین قاب‌های حاوی تخم و لارو (Williams et al., 2013).

جمع‌آوری زنبوران چراگر

در برخی از آزمایش‌ها نیاز به جمع‌آوری زنبورهای بالغ با سن مشخص نیست. گرفتن زنبوران کارگر با سن نامشخص برای آزمایش معمولاً مستلزم باز کردن درب کندو و بلافاصله جمع‌آوری فیزیکی زنبورها است. جمع‌آوری زنبورهای چراگر در ورودی کلونی می‌تواند کلونی را تحریک کند و ممکن است سبب یک واکنش دفاعی شود که منجر به خروج دسته جمعی زنبورهای نگهبان که چراگر نیستند از کندو شود. بنابر این، تحریک کلونی باید به حداقل برسد زیرا می‌تواند بر جمع‌آوری زنبورهای کارگر تأثیر بگذارد. زنبورهای کارگر که وظایف خارج از کندو بر عهده دارند، عموماً مسن‌تر از زنبورهایی هستند که در داخل کندو کار می‌کنند. جمع‌آوری زنبورهای کارگر در یک سن خاص، یا حتی انجام یک کار خاص، ممکن است ساده نباشد.

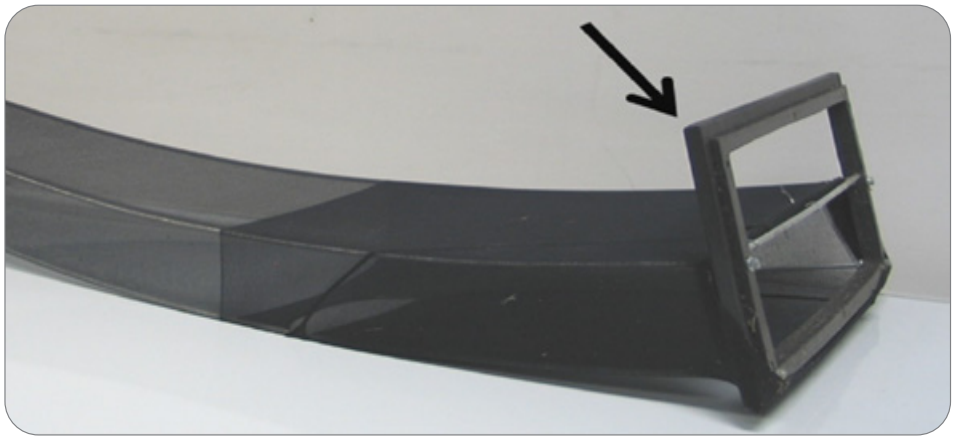
زنبوران چراگری که گرده گل جمع‌آوری می‌کنند را می‌توان به راحتی با حضور گرده‌های گل در سبد گرده روی پاهای عقبی آنها مشاهده کرد (Williams et al., 2013).

زنبورهای چراگر را می‌توان هنگام خروج از کندو با استفاده از پنس، ظرف شفاف دهان گشاد و یا تله بولونیا جمع آوری کرد. برای جمع‌آوری با پنس کافی است در کنار کندو ایستاد و پا یا بال زنبورهای چراگری که در حال فعالیت عادی پرواز هستند را با استفاده از پنس گرفت. در روش جمع‌آوری با ظرف باید ظرف شفاف دهان گشاد را بلافاصله در جلوی دریچه پرواز نگه داشت تا زنبورهای چراگر در حال خروج با پرواز یا راه رفتن به داخل ظرف بروند (شکل ۱۷). هنگامی که مقدار مناسبی از زنبورهای کارگر جمع آوری شد، درب ظرف را باید محکم بست (Williams et al., 2013).

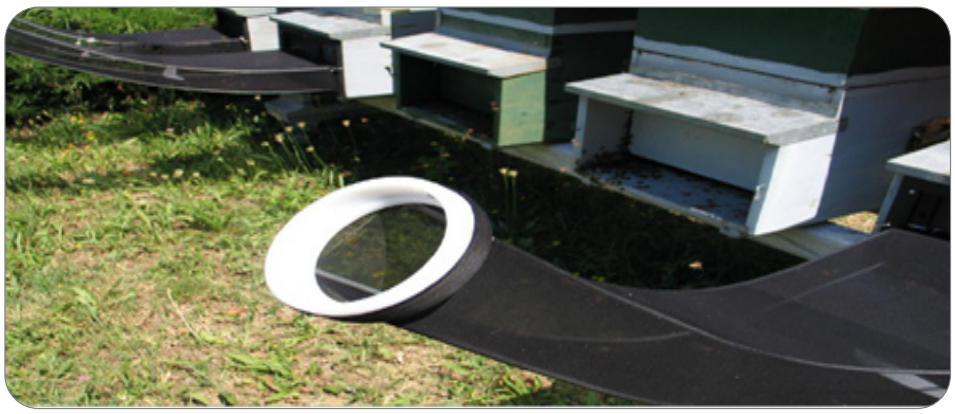
شکل ۱۷. جمع‌آوری زنبورهای چراگر با استفاده از یک ظرف (Williams et al., 2013).

تله بولونیا که به عنوان یک قیف عمل می‌کند را می‌توان در قسمت دریچه پرواز قرار داد (شکل ۱۸). با توجه به فاصله زیاد ظرف تا ورودی کندو (۱ متر) و عدم حرکت در مجاورت تخته پرواز، زنگ خطری به زنبورهای کندو مخابره نمی‌شود. بنابراین فقط زنبورهای چراگر در تله جمع‌آوری می‌شوند (شکل‌های ۱۹ و ۲۰).

شکل ۱۸. تله‌های بولونیا، بدون ظروف جمع آوری، متصل به ورودی کلونی‌های زنبور عسل (Williams et al., 2013).



شکل ۱۹. تله بولونیا جدا شده (Williams et al., 2013).



شکل ۲۰. انتهای پایانه تله بولونیا. یک ظرف جمع‌آوری را در خود جای می‌دهد (Williams et al., 2013).

در هنگام استفاده از تله بولونیا باید حداقل ۵ روز قبل از جمع‌آوری زنبورهای کارگر تله را بدون ظرف جمع‌آوری به کندو ثابت کرد تا کلونی به آن عادت کند. پذیرش تله زمانی قابل تایید است که زنبوران بتوانند زنبوران مرده را از تله خارج کنند. بهتر است برای مدت ۳-۲ دقیقه انتهای تله بولونیا را زیر نظر داشت تا با توجه به تعداد زنبورهای چراگری که از کندو خارج می‌شوند زمان تقریبی جمع‌آوری مورد نیاز را برآورد کرد. ظرف جمع‌آوری را باید در انتهای قیف تله بولونیا نصب شود (شکل ۲۱). هنگامی که تعداد مناسب زنبور چراگر جمع‌آوری شد درب آن را باید گذاشت (شکل ۲۲). در هر سه روش جمع‌آوری باید زنبورهای چراگر جمع‌آوری شده را به قفس احتکار منتقل و قفس را در انکوباتور آزمایشگاهی نگهداری کرد (Williams et al., 2013).

شکل ۲۱. جمع شدن زنبوران در قسمت درب ظرف (Williams et al., 2013).

شکل ۲۲. **برداشتن ظرف جمع‌آوری پر از زنبورهای چراگر از تله بولونیا**. (Williams et al. 2013).

شرایط انکوباتور

نگهداری زنبوران عسل در قفس برای مدت طولانی با چالش‌های متعددی همراه است. محیط فیزیکی زنبور عسل باید دما و رطوبت مناسب، روشنایی و فضای کافی و همچنین پرتو فرابنفش برای پاکسازی داشته باشد. حفظ و تنظیم دما، رطوبت و گازهای تنفسی برای کلونی زنبورهای عسل ضروری است. کلونی‌های زنبور عسل باید بتوانند دمای خوشه را بین ۳۲ تا ۳۶ درجه سانتی‌گراد جهت رشد نوزادان حفظ کنند. از این رو برای رشد بهینه لاروها، قاب‌های لاروها باید در دمای ۳۴/۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شوند. رطوبت نسبی می‌تواند در فضاهای یک کلونی متفاوت باشد. رطوبت در میان قاب‌ها و نه در سلول‌های شفیره معمولاً بین ۵۰ تا ۸۰ درصد است، ولی رطوبت مناسب برای زنبورها ۷۵ درصد توصیه شده است. با در نظر گرفتن شرایط طبیعی کلونی و ترجیح زنبوران کارگر، توصیه می‌شود زنبورهای چراگر در هر سنی در رطوبت نسبی ۶۰ تا ۷۰ درصد در آزمایشگاه نگهداری شوند. رطوبت نسبی را می‌توان با قرار دادن ظروف باز پر از آب در انتهای انکوباتور تنظیم کرد (شکل ۲۳؛ Williams et al., 2013).

شکل ۲۳. **تنظیم رطوبت نسبی انکوباتور با استفاده از حوضچه آب باز** (Williams et al., 2013).

زنبورهای عسل معمولاً مقدار قابل توجهی از زندگی خود را در شرایط عمدتاً تاریک داخل کندو می‌گذرانند، اگرچه در اواخر عمر، چرخه‌های روشنایی تاریکی نقش مهمی در تعیین چرخه‌ی جستجوی غذا در زنبورهای چراگر ایفا می‌کند. قرار گرفتن دائمی زنبورعسل در معرض نور مرئی می‌تواند بر رفتار احتکار (یعنی جمع‌آوری و ذخیره غذا در عسل‌دان) زنبورهای عسل در قفس تأثیر بگذارد. زنبورهای عسل در قفس‌های آزمایشگاهی بهتر است در تاریکی کامل نگهداری شوند (Williams et al., 2013).

نتیجه‌گیری

در شرایط آزمایشگاهی معمولاً زنبورهای چراگر را برای چند هفته می‌توان در قفس‌های آزمایشگاهی نگهداری کرد. زنبورهای عسل موجوداتی بسیار اجتماعی هستند و قرار دادن ۳۰ زنبور کارگر در قفس فاقد ملکه بدون شک عواقبی برای رفتار و فیزیولوژی آن‌ها خواهد داشت. علاوه بر این، تغذیه مناسب برای پاسخ‌های ایمنی زنبورهای عسل، بسیار مهم است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که می‌توان کلونی‌های زنبور عسل را با موفقیت در قفس‌های کوچک برای مطالعات تجربی کوتاه مدت و احتمالاً طولانی مدت که نیاز به تخمین سلامت کلونی، رشد و اثرات بین نسلی دارد نگهداری کرد. سیستم قفس‌های آزمایشگاهی قابل اجرا و مقرون به صرفه هستند و مزایای متعددی را نسبت به مطالعات باکندو در شرایط طبیعی دارد. در عین حال، بسته به هدف آزمایش و مقیاس مطالعه باید شرایط و محیط قفس طراحی شود. این بدان معنی است که اندازه قفس و وسایل مورد نیاز برای ساخت قفس در نهایت به متغیرهای مورد بررسی در آزمایش بستگی دارد.

منبع ها:

Abou-Shaara, H. F., Al-Ghamdi, A. A., Mohamed, A. A. 2012. Tolerance of two honey bee races to various temperature and relative humidity gradients. Environmental and Experimental Biology. 10 (4): 133-138.

Evans, J. D., Chen, Y. P., Prisco, G. D., Pettis, J., Williams, V. 2009. Bee cups: single-use cages for honey bee experiments. Journal of Apicultural Research. 48 (4): 300-302.

Huang, S. K., Csaki, T., Doublet, V., Dussaubat, C., Evans, J. D., Gajda, A. M., Gregorc. A., Hamilton, M., Kamler, M., Lecocq, A., Muz, M., Neumann, P., Özkirim, A., Schiesser, A., Sohr, A., Tanner, G., Tozkar, C., Williams, G., Wu, L., Zheng, H., Chen, Y. P. 2014. Evaluation of cage designs and feeding regimes for honey bee Hymenoptera: Apidae laboratory experiments. Journal of Economic Entomology. 107 (1): 54-62.

Lindberg, C. M., Melathopoulos, A. P., Winston, M. L. 2000. Laboratory evaluation of miticides to control *Varroa jacobsoni* Acari: Varroidae, a honey bee Hymenoptera: Apidae parasite. Journal of Economic Entomology. 93 (2): 189-198.

Morimoto, T., Kojima, Y., Toki, T., Komeda, Y., Yoshiyama, M., Kimura, K., Nirasawa, K., Kadowaki, T. 2011. The habitat disruption induces immune-suppression and oxidative stress in honey bees. Ecology and Evolution. 1 (2): 201-217.

Sonter, C. A., Rader, R., & Wilson, S. C. 2019. A new, practicable and economical cage design for experimental studies on small honey bee colonies. Journal of Experimental Biology. 222 (9): 1-6.

Williams, G. R., Alaux, C., Costa, C., Csaki, T., Doublet, V., Eisenhardt, D., Fries, I., Kuhn, R., McMahon, D., Medrzycki, P., Murray, T., Natsopoulou, M., Neumann, P., Oliver, R., Paxton, R., Pernal, S., Shutler, D., Tanner, G., van der Steen, J., Brodschneider, R. 2013. Standard methods for maintaining adult *Apis mellifera* in cages under in vitro laboratory conditions. Journal of Apicultural Research. 52 (1): 1-36.

Yang, K. C., Peng, Z. W., Lin, C. H., Wu, M. C. 2021. A new design of bee cage for laboratory experiments: nutritional assessment of supplemental diets in honey bees *Apis mellifera*. Apidologie. 52 (2): 418-431.

Introduce and methodologies of laboratory cages in honey bee experiments

Reza Kalateh[1], Behrouz Dastar[2]

1- MSc Student of Honey Bee Production, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

2- Professor in Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

DOI: 10.22034/HBSJ.2023.129867

Abstract

Honey bee colonies can be kept and studied in smaller places called laboratory cages compared to beehives. The use of laboratory cages in honey bee studies due to the control of conditions can lead to innovative solutions to solve production and health problems of honey bees. It is possible to make the conditions of laboratory cages similar to the colony environment in natural conditions if sufficient feed is available. Laboratory cages are used for different purposes and the experimental expenses are greatly reduced due to keeping a smaller colony instead of a complete colony in the farm, and it is possible to perform several experiments in a short period. The cage system is feasible and affordable and has several advantages, but it should be noted that the type of laboratory cage depends on the purpose of the study and the size of the cage, and the equipment needed to build the cage depends on the variables evaluated in the experiment.

Key words: Laboratory experiments, Honey bee, Laboratory cage.

Corresponding Author: Behrouz Dastar
Email: dastar@gau.ac.ir