دوفصلنامه علمی ترویجی علوم و فنون زنبورعسل
جلد۱۲، شماره ۲۲، سال ۱۴۰۰، (۵۳-۶۹)

بررسی تولید لاین در اصلاح نژاد زنبور عسل (قسمت اول)

محمدرضا بصیری[۱]

۱- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان،سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی ،اصفهان ،ایران

تاریخ دریافت: مرداد ماه ۱۴۰۰ / **تاریخ پذیرش**: شهریورماه ۱۴۰۰
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/hbsj.2021.125985
رایانامه: rezabasir@yahoo.com

چکیده:

هدف از تولید لاین در زنبور عسل، افزایش محصولات و رفتار خوب کلنی های زنبور عسل است. با استفاده از نحوه توارث صفات، وراثت‌پذیری ، هم‌بستگی ژنوتیپی بین آنها، انتخاب و تولید لاین برنامه‌ریزی شود. در هر لاین، تعدادی صفات مهم اندازه‌گیری می‌شود و ملکه‌های برتر دارای رابطه خویشاوندی با آزمون عملکرد انتخاب می‌شوند. اگر ملکه های خالص با زنبوران نر خالص همان نژاد تلاقی یابد، ایجاد لاین خالص نموده و اگر با زنبوران نر دیگری تلاقی یابند، هیبرید تولید می شود. جهت افزایش هتروزیگوسیتی و کاهش همخونی، حداقل به سه لاین مستقل نیاز است، اما اگر از چهار لاین استفاده شود، ملکه های پدری نیز هیبرید بوده و بهتر است. همواره یک دو راهی بین انتخاب صفت از جهت بهبود عملکرد و کاهش هزینه اصلاح نژادی وجود دارد. در تولید لاین، معمولاً از روش های تلاقی خویشاوندی و آمیخته کردن استفاده می شود که ترکیب آن تلاقی دوطرفه است. هدف از مدیریت لاین های زنبوران عسل؛ حفظ تنوع ژنتیکی و بهبود عملکرد و رفتار زنبور عسل ، کاهش تلفات کلنی ها و کاهش وابستگی به درمان های دارویی می باشد.

با ارزیابی نتاج ، میزان پاسخ به انتخاب و پیشرفت ژنتیکی مشخص خواهد شد. ملکه های نژاد های پر تولید و لاین های تجاری نیز براساس ارزشیابی صفات مورد نظر ارزش داده شده و به فروش می رسد. در ایجاد لاین زنبور عسل با تولید بالای ژل رویال، ابتدا زنبوران نژاد ایتالیایی اصلاح نژاد شد و پس از شش نسل انتخاب یک لاین زنبور عسل به نام ژنونگدا ۱ (znd1) با میزان تولید بالای ژل رویال و حتی تولید عسل بالا تولید شد. پیشرفت های ژنتیک کمی و استفاده از نشانگرهای مولکولی طی ۳۵ سال، باعث بهبود لاین زنبور عسل با تولید ژل رویال بسیار بالا شد.

کلمات کلیدی: لاین، زنبور عسل، هیبرید، تلاقی دوطرفه، تولید بالای ژل رویال، نشانگرهای مولکولی

مقدمه:

معمولاً هدف اصلي اجراي برنامه‌هاي اصلاح نژاد و توليد لاين در زنبور عسل، افزايش توليد محصولاتي مانند عسل، گرده، ژله سلطنتي ، زهر، موم و بره‌موم است. در ضمن، آرام بودن و تمايل كمتر به بچه دادن، از ويژگي‌هاي يك كلني زنبور عسل است. براي نيل به چنين هدفي، بايد با آگاهي از نحوه توارث صفات، وراثت‌پذيري ، هم‌بستگي ژنوتيپي بين آنها، انتخاب و توليد لاين برنامه‌ريزي شود.

۱- برنامه اصلاح نژاد در تولید لاین زنبور عسل

اصلاح نژاد زنبور عسل بر اساس ارزیابی خصوصیات والدین می باشد. زیرا صفات کم و بیش ارثی هستند و شامل وراثت پذیری صفات یک زنبور عسل بوده، که از والدین به فرزندان منتقل می شود(۲۷).

کاربرد ضریب وراثت‌پذیری صفات زنبور عسل

براي برآورد ضريب وراثت‌پذيري در زنبور عسل بايد تفاوت‌هاي صفات ظاهري، فيزيولوژيك و رفتاري را بين زنبورهاي يك كلني مورد توجه قرار داد. صفات مهمي مانند جمع‌آوري شهد، مربوط به زنبورهاي كارگر است كه بارور نيستند. ولي صفاتي نظير مقدار تخم‌گذاري، مربوط به ملكه است. صفاتي مانند مقاومت در برابر بيماري‌هاي زنبور عسل، مربوط به سه نوع كست زنبور موجود در كندو (ملكه، زنبورهاي كارگر و زنبورهاي نر) مي باشد(۱،۴). بررسي‌ها نشان مي‌دهد كه مقدار ضريب وراثت‌پذيري رفتار دفاعي زياد، مقدار ضريب وراثت‌پذيري توليد عسل متوسط و ضريب وراثت‌پذيري صفات مربوط به توليد مثل (ميزان تخم‌گذاري ملكه) كم است(۲،۳،۴،۶ و۲۵). اكثر صفات توليدي، مانند توليد عسل، از آثار محيطي (عام و آثار مادري مربوط به فرمون ملكه) تأثير مي‌پذيرد و بهتر است با انتخاب بر اساس ركورد هر كلني، همراه با ركوردهاي كلني‌هاي خويشاوند، پيشرفت ژنتيك اين صفت مهم و اقتصادي را افزايش داد (۲،۴).

کاربرد ضریب همبستگی صفات زنبور عسل

اغلب در انتخاب صفات زنبور عسل همبستگی وجود دارد، اگر هم‌بستگي ژنتيك چند صفت مثبت باشد، انتخاب براي يكي از آنها سبب ايجاد تغيير در صفات ديگر مي‌شود كه آن‌را پاسخ انتخاب هم‌بسته[1] مي‌نامند. بطور مثال ؛ذخيره كردن عسل و رشد جمعيت كلني به مقدار جمع‌آوري شهد بستگي دارد. در كلني‌هايي كه افزايش جمعيت به سرعت صورت مي‌گيرد، توليد بچه‌كندو بيشتر ديده مي‌شود،كه عملكردتوليد عسل آخر فصل را كاهش دهد. هم‌بستگي ژنتيك صفات عملكرد كوتاه مدت و رفتار صحراگردي با مقدار توليد عسل، زياد و معني‌دار است(۲،۴،۶). بررسي‌ها نشان مي‌دهد كه هم‌بستگي بين ميزان تخم‌گذاري و مقدار توليد عسل (در يك كلني) با مقدار گرده ذخيره شده زياد است. ضريب هم‌بستگي بين توليد عسل و كل تعداد نوزاد در بهار، زياد است؛ ولي بين توليد عسل و جمعيت كلني، كم و معني‌دار نيست. افزايش تعداد نوزاد و توليد عسل، باعث كاهش طول عمر زنبورهاي كارگر مي‌شود و اثر افزايش تعداد نوزاد در كاهش طول عمر زنبورهاي كارگر، در مقايسه با اثر افزايش عسل بيشتر است. هم‌بستگي برخي صفات آزمايشگاهي مانند ذخيره شهد، وزن شفيره‌ها، طول عمر زنبورهاي كارگر و سطح سبدگرده با صفات ميزان جمعيت و توليد عسل مثبت است. به اين سبب، مي‌توان در برنامه‌هاي اصلاح نژاد، از آنها استفاده كرد. (۲،۶).

روش های انتخاب برای حالت‌های گوناگون عمل ژن

با توجه به آنكه ژن‌ها، داراى اثر افزايشي و غيرافزايشي هستند و اثر غيرافزايشي شامل غلبه، غلبه ماورايي (فوق غالبيت) و اپيستاتيك است. اگر يک صفت در زنبورعسل از ژن‌هايي با اثر افزايشي متأثر باشد، ، ضريب وراثت‌پذيري صفت نسبتاً زياد بوده و در نسل‌هاي بعد، ميانگين صفت چندان كاهش نمي‌يابد. به اين سبب، انتخاب افراد برتر

1- Correlated selection response

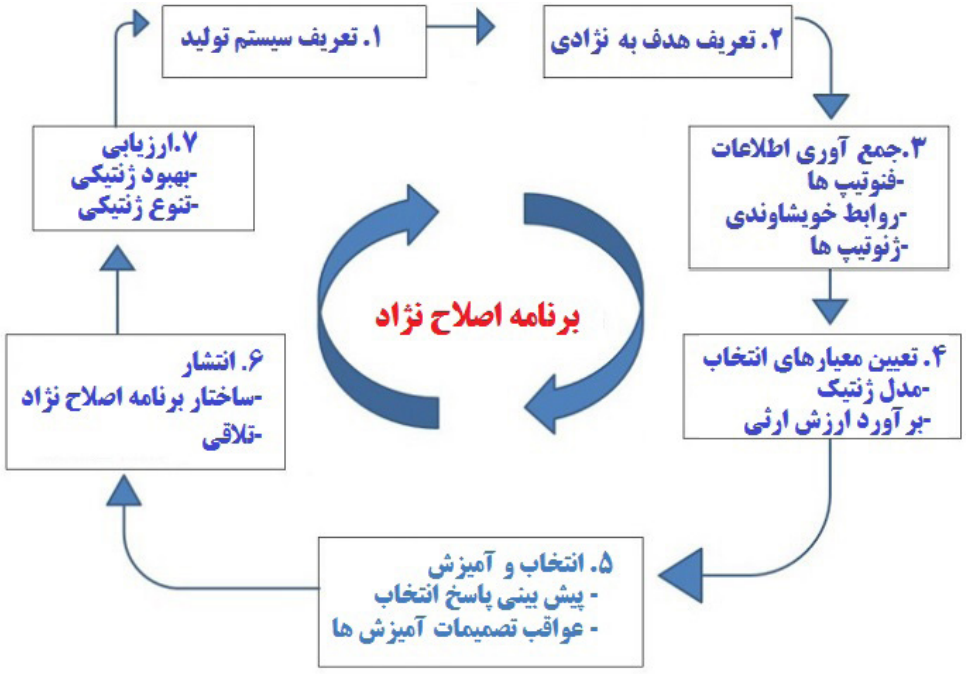
باعث توليد افراد برتر مي‌شود، لذا مي توان از روش انتخاب فردی يا انتخاب در جمعيت های بسته استفاده کرد. در صورت وجود اثر ژني غلبه، غلبه ماورائي (ناخالص‌ها برتر از هموزيگوت‌ها) يا اثر متقابل بين ژن‌ها (اپيستازي)، ميانگين صفت در نسل‌هاي بعد تغيير مي‌کند و حتي ممکن است بيشتر از ميانگين نسل والدين باشد. اين برتري ميانگين نتاج را در مقايسه با ميانگين والدين، که نتيجه اثر غيرافزايشي ژن‌هاست، هتروزيس[2] مي‌نامند. نکته قابل توجه اين است که اگر اثر ژني غيرافزايشي در ايجاد تفاوت بين فنوتيپ موجودات مؤثر باشد، انتخاب موجودات برتر سبب افزايش ميانگين جامعه در نسل‌هاي بعد نمي‌شود. در اين حالت بايد چند توده (لاين) را با پرورش خويشاوندي تکثير کرد تا براي اغلب آلل‌ها خالص شود. سپس اين لاين‌ها را با هم تلاقي داد تا معلوم شود کدام‌يک از آنها از نظر ژنتيک با هم تطابق دارند و ترکيب ژني بهتري در نتاج به وجود مي‌آورند. در صورت مشخص شدن اين موضوع، مي‌توان دو يا چند لاين موردنظر را در سال‌هاي بعد با هم تلاقي داد و از نتاج حاصل، از نظر تجاري بهره‌برداري کرد. البته نمي‌توان اثر ژني غيرافزايشي را در يک لاين يا نژاد تثبيت کرد. ولي با تلاقي دو يا چند توده (لاين) خالص، مي‌توان از پديده هتروزيس بهره‌گرفت. بنابراين، براي بهره‌گيري از اثر ژني غلبه، غلبه ماورائي و اپيستازي، علاوه بر اثر افزايشي ژن‌ها، ابتدا داخل دو يا چند توده (لاين) انتخاب انجام مي‌دهند و سپس با تلاقي آنها (داخل يک نژاد)، دورگ‌گيري صورت مي‌گيرد(۴).

انتخاب براي صفات کلني

اثر ملکه بر صفات کلني (توليد عسل، توليد موم، رفتار تهاجمي و رفتار بچه‌دهي) با اثر زنبورهاي کارگر متفاوت است و اغلب بين آنها هم‌بستگي منفي وجود دارد. يعني ممکن است ملکه از نظر خصوصيات مربوط (نظير توليد فرمون) مناسب باشد؛ ولي زنبورهاي کارگري توليد کند که از نظر صفات زنبورهاي کارگر (نظير شهدآوري) مناسب نباشند. برعکس، ممکن است يک ملکه خود از نظر توليد فرمون، تخم و خصوصيات ديگر مناسب نباشد؛ ولي زنبورهاي کارگري توليد کند که از نظر جمع‌آوري شهد، طول عمر و پرورش نوزادان خوب باشند. پس در انتخاب کلني‌ها بايد تأثير ملکه و زنبورهاي کارگر در صفات کلني مشخص شود.

براي توليد و پرورش کلني‌هايي که هم از نظر ظرفيت توليد (عسل) ملکه و ظرفيت توليد زنبورهاي کارگر خوب باشد، بايد از کلني‌هايي با زنبورهاي کارگر داراي صفات مناسب، ملکه پرورش داد و از آنها به‌صورت ملکه پدري استفاده کرد. همچنين مي‌توان آن کلني را بدون ملکه (يتيم) و پس از مدتي شاخون‌هاي توليد شده را خراب کرد تا زنبورهاي کارگر شروع به تخم‌گذاري کنند. اين تخم‌ها به زنبورهاي نري تبديل مي‌شوند که صفات برتر زنبورهاي کارگر را انتقال مي‌دهند. در مرحله بعد، اين زنبورهاي نر حاصل از ملکه‌هاي پدري يا کلني‌هاي يتيم را با ملکه‌هاي داراي صفات برتر آميزش مي‌دهند. در اين حالت، اين ملکه‌ها، کلني‌هايي توليد مي‌کنند که داراي صفات مناسب مربوط به ملکه و زنبورهاي کارگرند(۴). فرزندان در اصلاح نژاد ، والدين بالقوه برای صفات خاص بوده و بهترين‌ها انتخاب می شوند. به اين ترتيب نسل بعدی برای ژنتيک بهبود می يابد. صفات مورد نظر در دراز مدت، با فعاليت‌های تکثير بعدی در يک برنامه به نژادی(شکل ۱) بهبود می‌يابد(۲۷).

2- Heterosis



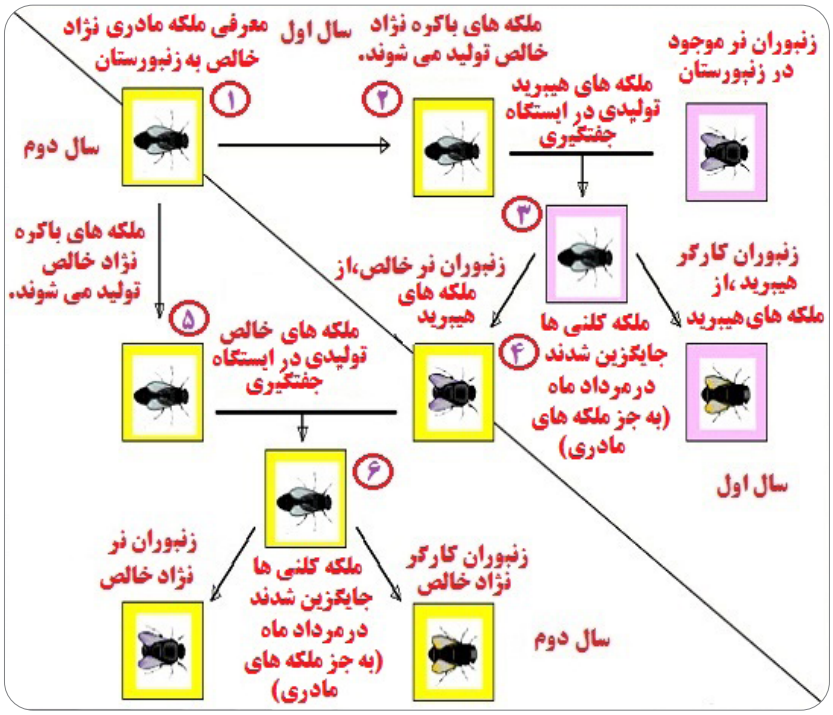
شکل۱- چارت برنامه اصلاح نژاد زنبوران عسل

۲- خصوصیات لاین زنبور عسل

لاین به گروهي از ملکه‌هاي يك نژاد گفته مي‌شود که داراي روابط خويشاوندي دور باشند. در نتيجه، جمعيت کلني‌هاي يك زنبوردار، که روابط خويشاوندي و روند توليد مشخصي ندارند، لاين نيستند و به آن زنبورستان[3] مي‌گويند. توليد لاين شرايطي دارد که بايد به آن توجه کرد(۴)؛

- در هر لاين، تعدادي صفات مهم اندازه‌گيري مي‌شود و ملکه‌هاي برتر داراي رابطه خويشاوندي (شجره) با آزمون عملکرد انتخاب مي‌شوند.
- استفاده دائم از تعداد مناسبي ملکه‌هاي اصلاح شده با حداقل ميزان آميزش خويشاوندي، براي جلوگيري از آثار سوء هم‌خوني بسيار مهم است. هر گروه بايد حداقل ۳۰ تا ۳۵ ملکه مادري و۶ تا ۸ ملکه پدري داشته باشد. همچنين نبايد از ملکه‌هاي مادري داراي روابط خويشاوندي نزديك (خواهران يا مادر دختري) استفاده شود. هر چه تعداد ملکه‌ها در نسل اول کمتر باشد، عوارض هم‌خوني در نتاج بيشتر ظاهر مي‌شود. همچنين هر ملکه مادري حداقل بايد صاحب ۳ ملکه دختري باشد. چون انتخاب بين گروه‌هايي از زنبورهاي خواهر هم‌سن انجام مي‌گيرد، اين نوع اصلاح نژاد بسيار متداول شده و سريع‌ترين روش براي توليد ملکه‌هاي اصلاح شده با عملکرد بالا، کاهش ميزان هم‌خوني و همگن بودن جمعيت است.
- با توجه به تأثير بيشتر کلني‌هاي پدري در آميزش‌ها توصيه مي‌شود بهترين کلني‌ها به صورت کلني‌هاي پدري انتخاب شوند.
- براي کنترل خلوص لاين(نژاد) بهتر است از د.ان.ا. نگاري، روش‌هاي بيوشيميايي يا صفات ظاهري(رنگ بدن و...) استفاده شود.
- باوجود اثر متقابل ژنتيك و محيط، نژادها يا لاين‌هايي بررسي شوند که با وضعيت محيطي مورد نظر، تطابق داشته باشند.
- اگر ملکه های خالص با زنبوران نر خالص همان نژاد تلاقی یابد، ایجاد لاین خالص نموده و اگر با زنبوران نر دیگری تلاقی یابند، هیبرید در زنبور عسل (شکل ۲) تولید می‌شود(۱۶).

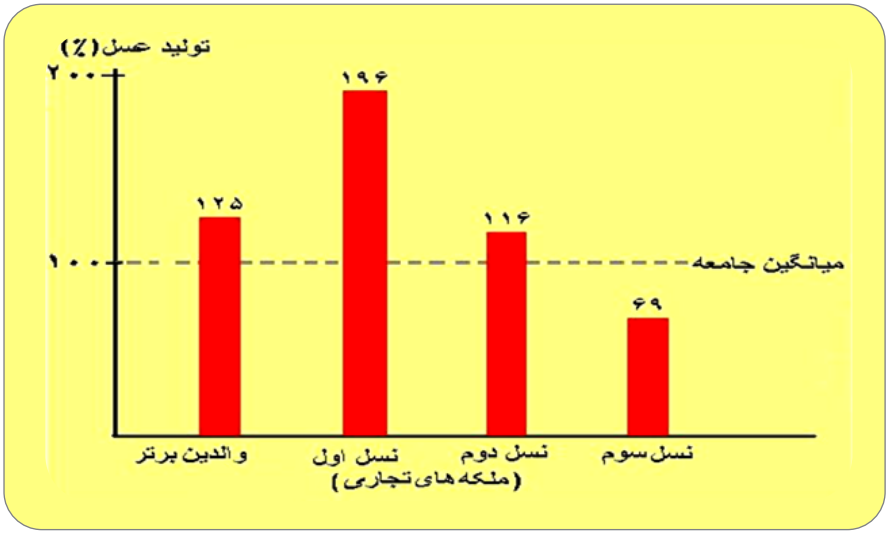
3-



شکل ۲- ایجاد لاین و هیبرید در زنبور عسل

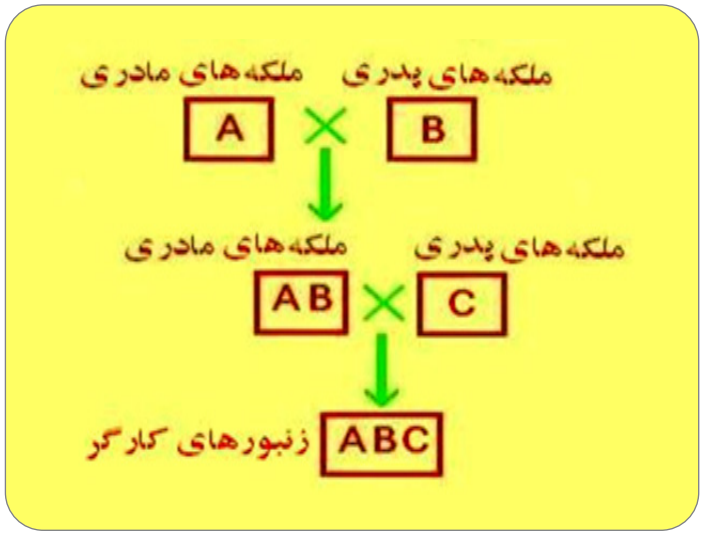
از تلاقي لاين‌هاي داراي توانايي صحراگردي و شهدآوري زياد با لاين‌هايي كه قدرت ماندگاري خوب و سرعت افزايش جمعيت خوبي دارند، مي‌توان صفات مادري و صفات زنبورهاي كارگر خوب را تثبيت كرد.

استفاده از ملكه‌هاي اصلاح شده براي مصارف توليدي (تجاري) مقرون به صرفه نيست. همچنين استفاده از ملكه‌هاي تجاري (نسل اول: F_1) براي پرورش ملكه نيز صحيح نيست. زيرا با تكثير ملكه‌هاي تجاري، در اثر تفرق ژن‌ها و كاهش هتروزيس، عملكرد ملكه‌هاي دختري كاهش مي‌يابد. معمولاً ملكه‌هاي نسل F_1 (اول) به دليل آثار هتروزيس، بيشترين عملكرد را دارند و براي بهره‌برداري زنبورداران فروخته مي‌شوند(شكل ۳). ولي در صورت تجديد نسل و تكثير اين ملكه‌هاي دختري دورگ، عملكرد نتاج آنها به شدت كاهش مي‌يابد(۳۲).

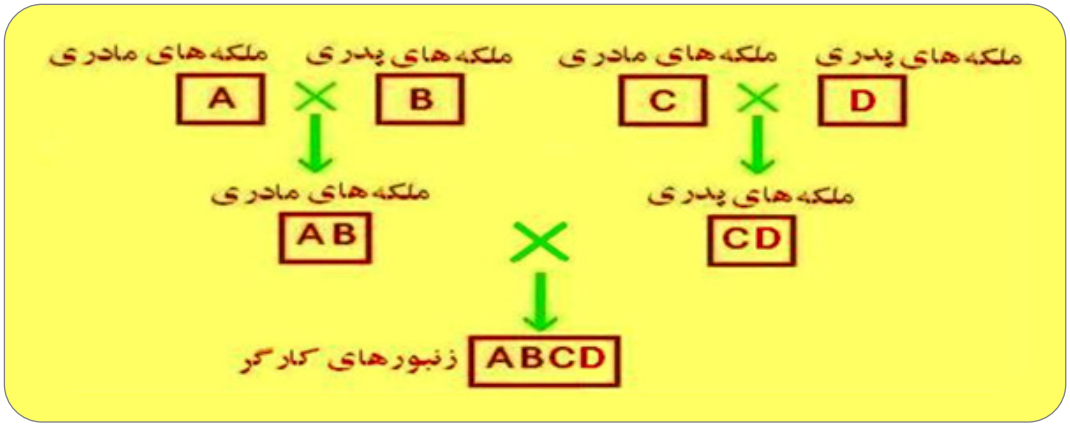


شکل ۳: کاهش تولید در نسل‌هاي بعدي يك ملكه دورگ

با توجه به آنکه در کلنی های زنبور عسل هم ملکه و هم دختران آن زندگی می کنند ؛ جهت حداکثر هتروزیگوسیتی و کاهش همخونی ،براي شروع توليد لاين، حداقل به سه لاين مستقل نياز است(شکل ۴). اما اگر از چهار لاين استفاده شود، ملکه های پدری نیز هیبرید بوده و بهتر است(شکل ۵). هر سال زنبورهاي نر توليد شده از هر يك از اين لاين‌ها به ايستگاه‌هاي كنترل شده منتقل شوند (يا روش تلقيح مصنوعي) و با تلاقي با ملکه‌هاي لاين خود اقدام به توليد و حفظ لاين‌هاي مورد نظر شود. همچنين بايد كه در سال اول پس از خريداري ملکه‌ها، آنها را آزمون نمود؛ از هر ملکه مادري، چند ملکه دختري تكثير وآزمايش مي‌شوند. بر اساس نتايج آزمون عملكرد، سه نوع ملکه مادري A، B وC به صورت پرورش‌دهنده ملکه و دختران آنها به صورت پرورش‌دهنده زنبورهاي نر و نيز ملکه دختري انتخاب مي‌شوند(شکل ۴و ۵). لذا در اصلاح نژاد زنبور عسل توصيه مي‌شود از چهار لاين (يا حداقل از سه لاين) به ترتيبي استفاده شود كه ملکه‌هاي مادري به صورت AB و ملکه‌هاي پدري به صورت CD (يا C) باشند، با هم تلاقي كنند و ملکه‌هاي دختري آنها، ABCD يا ABC (F_1)، به زنبورداران فروخته شود(۴).



شکل۴ - تلاقي پايانه‌اي سه لايني



شکل۵ - تلاقي پايانه‌اي چهار لايني

۳- دو راهی انتخاب صفات در اصلاح نژاد زنبور عسل

در اکثر برنامه های انتخاب، اصلاح نژاد و تولید لاینزنبور عسل ، ویژگی های اقتصادی (مانند بهره وری عسل و قدرت کلنی) همراه با ویژگی های مطلوب برای زنبورداری مدرن (مانند رفتار آرام و تمایل کم به بچه دهی) از اهمیت بالایی برخوردار بوده اند. در مقابل ، مقاومت در برابر بیماری ، زنده ماندن و سازگاری با شرایط محلی اهمیت کمتری در نظر گرفته شد ، زیرا نقص در این شخصیت ها اغلب می تواند با داروها ، تغذیه مصنوعی و سایر تکنیک های مدیریت جبران شود. در برنامه های اصلاح نژاد جهت انتخاب صفات همواره یک دو راهی بین انتخاب صفت از جهت بهبود عملکرد و همچنین کاهش هزینه اصلاح نژادی وجود دارد. بطور مثال ؛ افزایش حجم کلنی با افزایش هزینه نگهداری آن همراه بوده ، افزایش رشد بهاره با کاهش ذخیره گرده و عسل (شکل ۶) همراه بود(۳۴).

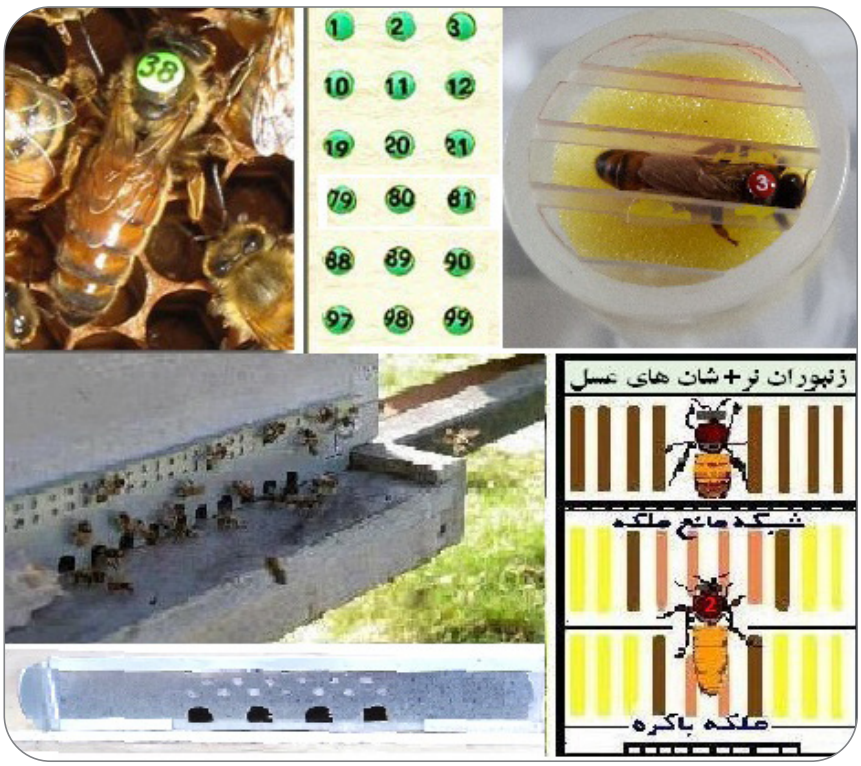
شکل ۶ - دو راهی انتخاب صفات براساس اهداف اصلاح نژاد و هزینه ها :

۴- روش‌هاي تلاقي براي توليد لاين در اصلاح نژاد زنبور عسل

کنترل آمیزش‌ها در ایستگاه اصلاح نژاد

براي يك ايستگاه آميزش جهت اصلاح نژاد، بايد تا شعاع ۱۰ كيلومتر، زنبوردار ديگري وجود نداشته باشد. اگر نتوان اين حدود و فاصله را كاملاً رعايت كرد، توصيه مي‌شود تعداد زنبورهاي نر موردنظر را در ايستگاه، با قرار دادن شان‌هاي زنبور نر به حداكثر (اشباع) برسانند يا زمان پرورش ملكه

را در مقایسه با زنبورداران مجاور تغییر دهند. چنانچه ایستگاه آمیزش داخل جزیره باشد، شعاع و فاصله کمتر می‌شود. زیرا شعاع پرواز زنبور عسل در سطح آب کمتر و به این دلیل، توصیه می‌شود که در این وضعیت، شعاع ۶ کیلومتر رعایت شود. از نکات مهم کنترل آمیزش‌ها، شماره زدن ملکه‌هاست(شکل۷). شماره زدن ملکه‌های باکره، بهترین و دقیق‌ترین روش کنترل ملکه‌ها در آمیزش‌های موردنظر است. همچنین تأمین تعداد کافی زنبورهای نر می باشد. برای آمیزش هر ملکه حداقل ۱۰ زنبور نر مورد نیاز است. ولی در منطقه آمیزش حداقل ۶ برابر و به طور معمول ۱۰ برابر این تعداد زنبور نر بالغ مورد نیاز است تا زنبورهای نر، به نحو مناسب‌تری در آمیزش‌ها شرکت کنند. هر کلنی پدری (تولیدکننده زنبور نر) در زمان آمیزش، باید حداکثر ۲ هزار زنبور نر داشته باشد و برای جلوگیری از یکسان شدن آل های جنسی، باید حداقل تعداد کلنی‌های پدری ۶ عدد باشد. بنابراین، توصیه می‌شود از شان‌های مخصوص زنبورهای نر استفاده شود. همچنین لازم است در زمان مناسب، سلول‌ها و نوزادان زنبور نر کلنی‌های دیگر زنبورستان (غیرازکلنی‌های پدری) حذف شوند. برای کنترل ورود زنبوران نر به کلنی‌های دیگر، شبکه مانع ملکه(یا زنبور نر) در جلو دریچه پرواز قرار داده می‌شود(شکل۷). ولی با این عمل زنبورهای نر با زحمت از دریچه خارج و تلف می‌شوند. لذا بهتر است شبکة مانع ملکه بین طبقه بالا و کندو قرار داده شود تا زنبورهای نر در طبقه باالمحبوس شوند. در این کلنی‌ها از ملکه بارور یا باکره استفاده می شود. با بررسی صفات ظاهری زنبوران کارگر کلنی ها، میزان اعتبار کنترل آمیزش‌ها مشخص می شود. اگر در یک ایستگاه حداقل ۷۵٪ زنبورهای کارگر دارای خصوصیات ظاهری موردنظر باشند، اعتبار کنترل آمیزش‌ها با زنبورهای نر موردنظر، قابل قبول است(۴).



شکل۷ - شماره زدن ملکه‌ها و شبکه مانع ملکه(زنبور نر) در جلو دریچه پرواز

روش‌های تلاقی برای تولید لاین

روش‌های تلاقی شامل تلاقی‌های تصادفی[۴] ، تلاقی‌های نزدیک[۵] و تلاقی‌های دور[۶] بوده که، تلاقی‌های نزدیک همان

4- Random breeding

5- Close breeding

6- Out breeding

تلاقي‌هاي خويشاوندي است و تلاقي‌هاي دور نيز حالت كلي آميخته كردن[7] را شامل مي‌شود. در اصلاح نژاد، معمولاً از روش های تلاقي‌هاي خويشاوندي و آميخته كردن استفاده می شود كه تركيب و استفاده عملی آن تلاقي دوطرفه[8] است. همچنين در زنبور عسل از تلاقی در جمعيت بسته نيز استفاده می شود. آميخته كردن، تلاقي بين موجودات غيرخويشاوند داخل هر نژاد، لاين‌هاي متفاوت وگاه نژادهاي گوناگون است. در نتيجه، در شجره موجودات غيرخويشاوند، سلف مشترك وجود ندارد. در زنبورعسل، آميخته كردن باعث افزايش توليد عسل يا ساير توليدات مي‌شود؛ ولي در بسياري موارد، به افزايش رفتار دفاعي (تهاجمي) زنبورها منجر مي‌گردد (نظير زنبورهاي آفريقايي). بنابراين، بايد در نوع تلاقي‌ها بسيار دقت شود. اثر ژنتيك آميخته كردن در جهت مقابل تلاقي خويشاوندي است؛ زيرا تلاقي خويشاوندي سبب افزايش هموزيگوسيتي در جامعه مي‌گردد. ولي آميخته كردن، به كاهش هموزيگوسيتي و افزايش هتروزيگوسيتي در جامعه منجر مي‌شود. در جمعيت‌هاي هتروزيگوت ممكن است آلل‌هاي نامطلوب به دليل هتروزيگوت بودن، خصوصيات خود را ظاهر نكنند؛ ولي با افزايش هموزيگوتي در جامعه، احتمال بروز خصوصيات نامطلوب اين آلل‌ها افزايش مي‌يابد. امكان دارد در اثر آميخته كردن، موجوداتي حاصل شوند كه ميانگين توليدات آنها بيشتر از ميانگين والدين و حتي در بعضي موارد بيشتر از ميانگين بهترين والد باشد (اثر فوق غلبه). به اين پديده، هتروزيس يا قدرت آميخته[9] مي‌گويند. در حقيقت هتروزيس باعث افزايش توليد نتاج دورگ نسبت به ميانگين والدين مي‌شود و اين پديده برعكس كاهش توليد ناشي از آميزش خويشاوندي است. هر كاهش توليد ناشي از آميزش خويشاوندي را مي‌توان با آميخته كردن جبران كرد. چون هتروزيس در آميزش موجودات غيرخويشاوند ظاهر مي‌شود، مي‌توان نتيجه‌گرفت كه ميزان هتروزيس تابع ميزان عدم تشابه ژنتيك بين والدين است(۴).

● انتخاب براي قابليت تركيب[10]

متخصصان اصلاح نژاد به لاين‌هاي خالص نياز دارند تا از بين تمام لاين‌هاي مورد آميزش، بهترين تركيب را توليد كنند. به عبارت ديگر، انتخاب نهايي بايد روي موجودات دورگ انجام شود. مقدار پيشرفتي كه در اثر آميخته كردن موجودات دورگ حاصل مي‌شود، به مقدار تنوع بين لاين‌ها و شدت انتخاب داخل لاين‌ها بستگي دارد. براي آن‌كه شدت انتخاب زياد باشد، بايد تعداد موجودات دورگ زياد باشد و براي آن‌كه مقدار تنوع در بين موجودات دورگ حداكثر باشد، لازم است ميزان خلوص لاين‌ها زياد باشد. انتخاب مقدماتي لاين‌ها به دو روش زير صورت مي‌گيرد:

*:لاين‌هاي مورد استفاده در ايجاد يك تركيب دورگ، بايد خود به صورت افراد خالص داراي عملكرد مناسب باشند كه اين عملكرد مناسب در اثر ژن‌هاي افزايشي است (قدرت تركيب عمومي[11]).

*:با تلاقي لاين‌هاي مناسب، بهترين تركيب از نظر عملكرد موجودات دورگ تعيين مي‌شود كه در اثر ژن‌هاي غيرافزايشي است(قدرت تركيب خاص[12]). در نتيجه، ارزش يك موجود دورگ از قابليت تركيب عمومي و قابليت تركيب خاص تشكيل مي‌شود. چون مقدار واريانس قابليت تركيب خاص با مربع (يا توان‌هاي بزرگ‌تر) رابطه خويشاوندي تغيير مي‌كند، براي افزايش قابليت تركيب خاص، بايد درجه خلوص لاين‌ها زياد باشد(۴).

۵- تلاقي دوطرفه[13]

در ابتدا اين روش، تلاقي دوطرفه (برگشتي) بين دو لاين و بررسي نتاج حاصل از آن بود. اما بعدها به صورت تلاقي دوطرفه بين چند لاين تغيير يافت. اما در اغلب منابع علمي، به آن تلاقي دوطرفه مي‌گويند. با اين روش مي‌توان آثار گوناگون حاصل از تلاقي لاين‌هاي (گاهي نژادهاي) متفاوت را با روش‌هاي آماري و اصلاح نژاد تجزيه و تحليل كرد. در صورتي كه لازم باشد عملكرد تلاقي چند نژاد تعيين شود، بايد تمام ملكه‌هاي مادري هر نژاد با ملكه‌هاي پدري آن نژاد و ساير نژادها و برعكس تلاقي داده شوند و عملكرد نتاج حاصل، ازنظر صفات بررسي شود(۴،۲۸).

اگر a تعداد لاين‌هاي (نژادهاي) مورد استفاده در تلاقي‌ها باشد؛

$a \times a = a^2$ = تعداد كل تلاقي‌ها و $a\ (a-1)$ = تعداد دورگ‌ها

اگر اثر تلاقي معكوس ملكه‌هاي پدري و مادري مطرح

7- Diallel cross.
8- Polyallel cross.
9- Hybrid
10- Combinig ability.
11- General combination ability.
12- Special combination ability
13- Diallel cross.

نباشد (AB = BA) تلاقي‌هاي لازم نصف اين تعداد خواهند شد. مزاياي روش تلاقي دوطرفه و نتاج حاصل از آن، در مثال زير ارائه شده است.

در برنامه اصلاح نژادي زنبورعسل، براي سنجش ملكه‌هاي چهار لاين A، B، C و D به صورت جدول ۱ تلاقي داده شده‌اند.

جدول ۱: تلاقي دوطرفه بين چهار لاين زنبورعسل

ملكه پدري / ملكه مادري	A	B	C	D
A	AA	AB	AC	AD
B	BA	BB	BC	BD
C	CA	CB	CC	CD
D	DA	DB	DC	DD

در اين حالت، ميانگين صفت مورد نظر (وزن عسل توليدي) به صورت زير است:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N}$$

اثر نژادها[14] يا اثر لاين

اثر هر لاين يا نژاد (ژنوتيپ) را با معادله (۱) مي‌توان برآورد كرد:

(۱)

Gi = مجموع عملكرد فرزندان حاصل از ملكه پدر يا مادر نژاد مورد نظر

تعداد تركيب

اثر مادري[15] و اثر تلاقي معكوس[16]

اثر مادري و اثر محيط مشترك كلني، از آثار مهم در اصلاح نژاد زنبورعسل است؛ زيرا فرمون ملكه يا ذخيره غذايي تخم زنبور در ميزان رشد نوزادان مؤثر است. براي تعيين اثر مادري براي يك لاين (يا نژاد)، بايد مجموع آثاري كه اين لاين به صورت ملكه مادر بوده است، با مجموع آثاري كه اين لاين به صورت ملكه پدر بوده است، مقايسه شود. تفاوت اين دو ميانگين به دليل آثار مادري لاين موردنظر است. آثار مادري از معادله (۲) برآورد مي‌شود. بايد توجه داشت، در مجموع تلاقي‌ها، جمع آثار مادري بايد صفر شود.

$$M_i = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_{if} - \sum_{i=1}^{N} X_{im}}{n} \qquad (۲)$$

M_i = اثر مادري لاين i و $\sum_{i=1}^{N} X_{if}$ = مجموع اثراتي كه لاين مربوطه N ملكه مادري باشد.

$\sum_{i=1}^{N} X_{im}$ = مجموع آثاري كه لاين مربوطه N ملكه پدري باشد.

n = تعداد دفعاتي كه لاين مربوطه ملكه مادري يا پدري باشد.

اگر عملكرد آميخته A(AB ملكه‌هاي مادري و B ملكه‌هاي پدري) و آميخته B (BA ملكه‌هاي مادري و A ملكه‌هاي پدري) با هم تفاوت داشته باشد، اثر تلاقي معكوس وجود دارد. به اين ترتيب مي‌توان براي صفات گوناگون و شرايط متفاوت، مشخص كرد كه كدام لاين را بايد لاين مادري و كدام لاين را بايد لاين پدري درنظر گرفت تا عملكرد بهتري داشته باشد. در زنبورعسل، صفت (اثر) وابسته به جنس وجود ندارد و به اين سبب، اثر تلاقي معكوس، شبيه اثر مادري مي‌شود.

در يك بررسي مشخص شد كه اگر نژاد مادري ايتاليايي و نژاد پدري كارنيولان باشد، رفتار دفاعي نتاج متوسط و توليد عسل ۷۰ درصد بيشتر از ميانگين كل توليد دو نژاد خواهد شد. ولي برعكس، اگر نژاد مادري كارنيولان باشد، رفتار نتاج آرام و توليد آنها ۱۵ درصد بيشتر از ميانگين كل است (۴).

برآورد اثر هتروزيس

هتروزيس برتري حيوان دورگ نسبت به والدين است. مقدار هتروزيس از معادله (۳) برآورد مي‌شود:

$$H = \frac{\bar{X}_f - \bar{X}_p}{\bar{X}_p} * ۱۰۰ \qquad (۳)$$

14- Breed effect.
15- Maternal effect
16- Reciprocal effect

H = درصد هتروزیس لاین (نژاد) ، $\bar{x}_f$ = میانگین عملکرد فرزند دورگ و $\bar{x}_p$ = میانگین عملکرد والدین

برآورد اثر هم‌خوني

مقدار تأثیر هم‌خوني[17] بر هر لاین از معادله (۴) برآورد مي‌شود:

$$IE_i = X_i - G_i \qquad (۴)$$

IE_i = مقدار اثر هم‌خوني نژاد i ، X_i = میانگین فرزندان خالص نژاد i و Gi = اثر (عملکرد) نژاد i

همچنین مقدار تأثیر هم‌خوني کل نژادها از معادله (۵) برآورد مي‌شود.

$$IE_i = \bar{X}_i - \bar{\bar{X}}_i \qquad (۵)$$

IE_t = مقدار کل تأثیر هم‌خوني لاین‌ها ، $\bar{X}_i$ = میانگین تولید فرزندان خالص لاین‌ها (i) و $\bar{\bar{X}}_i$ = میانگین تولید کل

تعیین قدرت ترکیب عمومي

همان‌طور که توضیح داده شد، قدرت ترکیب عمومي هر لاین یا نژاد، به دلیل آثار افزایشي ژن‌ها ایجاد و از طریق معادله (۶) برآورد مي‌شود:

$$GCA_{(i)} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{n} - \bar{\bar{X}} \qquad (۶)$$

$GCA_{(i)}$ = قدرت ترکیب عمومي لاین i و $\sum_{i=1}^{N} X_i$ = مجموع عملکرد فرزندانی که آن لاین به صورت یکي از والدین بوده است.

n = تعداد ترکیب‌ها و $\bar{\bar{x}}$ = میانگین کل صفت در جمعیت

چون نصف ژن‌هاي فرزندان از هریك از والدین است، قدرت ترکیب عمومي فرزندان دو لاین (نژاد) مساوي میانگین قدرت ترکیب عمومي والدین مي‌شود. بنابراین:

$$GCA_{(AB)} = \frac{GCA_{(A)} + GCA_{(B)}}{2} \qquad (۷)$$

تعیین قدرت ترکیب خاص

فرزندان حاصل از تلاقي بین لاین‌ها، آثار خاصي دارند که با سایر فرزندان حاصل از تلاقي لاین‌هاي دیگر متفاوت است. از آن‌جا که این آثار در ترکیب بین دو لاین خاص ظاهر مي‌شود، به آن قدرت ترکیب خاص مي‌گویند. قدرت ترکیب خاص در اثر ژن‌هاي غیرافزایشي است؛ بنابراین، در تلاقي دو لاین A و B نتاج حاصل به شرح زیر داراي ژنوتیپ هتروزیگوت هستند(۴):

A(BB, dd, EE, ff) * (bb, DD, ee, FF) = (Bb, Dd, Ee, Ff)

براي بررسي قدرت ترکیب خاص بین دو لاین در روش تلاقي دوطرفه مي‌توان از معادله (۸) استفاده کرد:

$$SCA_{(AB)} = P_{(AB)} - (\bar{\bar{X}} + GCA_{(AB)} + M_{(A)}) \qquad (۸)$$

$SCA_{(AB)}$ = قدرت ترکیب خاص دو لاین A و B

$P_{(AB)}$ = عملکرد فرزندان حاصل از تلاقي دو لاین A و B

$\bar{\bar{X}}$ = میانگین کل صفت $GCA_{(AB)}$ = میانگین قدرت ترکیب عمومي لاین مادري و لاین پدري $M_{(A)}$ = اثر مادري

۶- مدیریت حفظ و بهبود نژاد ها و لاین های زنبوران عسل اروپا

در اروپا حداقل ۱۰ نژاد زنبور عسل وجود دارد که با تنوع ژنتیکی بالا و انتخاب مداوم طولانی مدت، در شرایط مختلف محیطی اصلاح شده اند. البته عملکرد و بقای زنبوران عسل به سازگاری محیطی آنها (ژنوتیپ و انفعالات محیطی) بستگی زیادی دارد. تولید لاین ها، اغلب از دو نژاد کارنیولان و ایتالیایی بوده،که به صورت تجاری در سراسر اروپا و دیگر نقاط جهان پخش می شود. واردات بدون کنترل نژاد های زنبوران عسل، منجر به ترکیبی از جمعیت های محلی می شود، که می تواند منجر به از بین رفتن کامل ژنوتیپ های منحصر به فرد شود. لذا این طرح در تلاش برای اهداف زیر است(۳۴):

- حفظ تنوع ژنتیکی زنبور عسل ،
- بهبود عملکرد و رفتار زنبور عسل ،کاهش تلفات کلنی ها (نظیر واروآ) وکاهش وابستگی به درمان های دارویی

طرح مدیریت پایدار جمعیت زنبوران مقاوم (SMARTBEES) یک پروژه ۴ ساله بوده، که موفقیت آن به مشارکت عمومی بخش های زنبور عسل در سطح اروپا بستگی دارد. ضروری است زنبورداران، کارشناسان زنبور عسل، موسسات و دانشمندان برای دستیابی به اندازه کافی تعداد کلنی‌ها، تحقق مبادله ملکه های آزمایش شده، مدیریت ارزیابی داده ها، آمیزش های کنترل شده، بازاریابی ملکه ها و فعالیت های دیگر، همکاری کنند.

مدیریت برنامه مسئول ارزیابی داده ها و برآورد ارزش های ارثی با هدف از انتخاب ملکه های اصلاحی است. مدیریت برنامه همچنین مسئول آموزش زنبورداران و متخصصان

17- Inbreeding Effect

درگیر تمرکز دارد.همه زنبورداران درگیر آموزش داده می شوند تا بتوانند در شرایط محلی خود آزمون عملکرد را با موفقیت اجرا کنند(شکل ۸). تاکتیک های مختلف(راهنمایی ، آموزش ، خبرنامه الکترونیکی ، وب سایت و غیره) برای اطلاع رسانی و به روز رسانی همه شرکت کنندگان استفاده خواهد شد.

شکل۸ - کارگاه آموزشی طرح مدیریت پایدار زنبوران عسل

زنبوردار وظیفه، مدیریت زنبورستان مورد ارزیابی، اجرا و ثبت آزمایشات عملکردی و تولید ملکه برای ارزیابی را بر عهده دارد(شکل ۹). این فعالیت ها با سایر زنبورداران وکارشناسان درگیر (گروه منطقه ای) هماهنگ می شود، تا کل روند جمع آوری و اعتبار داده ها را تسهیل می کند. علاوه بر این ، این گروه ها ممکن است مسئول سازماندهی کنترل آمیزش ها و توزیع ملکه بین زنبورستان های مورد ارزیابی باشند. از مزایای این طرح برای زنبورداران مشارکت کننده، دسترسی رایگان به ذخایر اصلاحی زنبور عسل خواهند بود، که مطمئناً ظرفیت تولید و عملکرد زنبورداری آنها را بهبود می بخشد(۳۴).

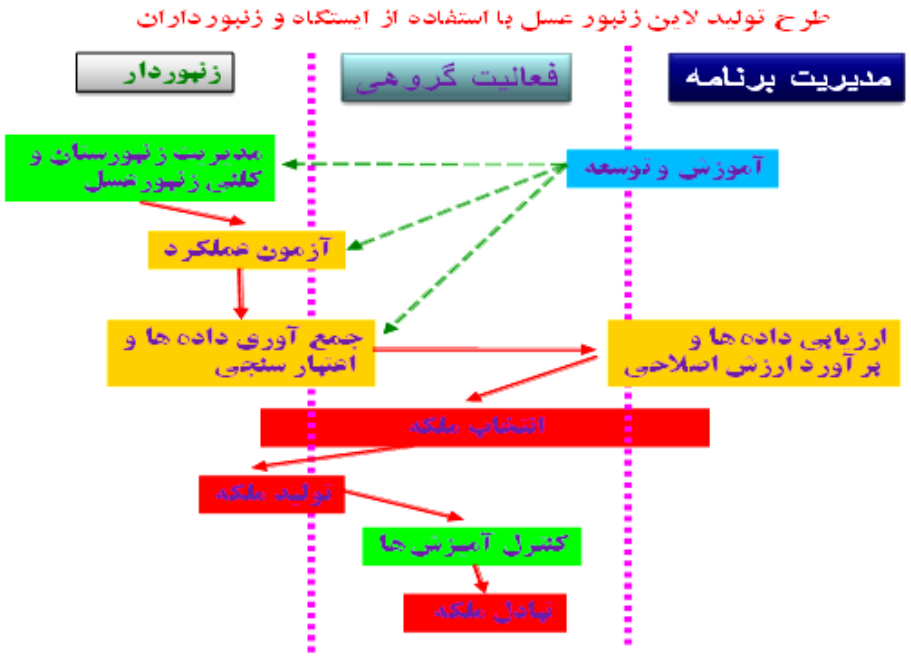
شکل۹ - ثبت رکوردهای کلنی های طرح مدیریت پایدار

برآورد ارزش های ارثی و انتخاب ملکه ها

برآورد دقیق ارزش های ارثی ملکه ها (ارزش ژنتیکی برای اهداف اصلاحی) را فقط می توان از داده های استاندارد عملکردکلنی ها و گروه های ملکه خواهر در زنبورستان های مورد ارزیابی بدست آورد. همچنین این برآورد شامل اطلاعات مربوط به داده های عملکرد ملکه، والدین و خویشاوندان است، که در برگه های شناسنامه کلنی ها و فایل داده های رایانه ای ثبت شده است.

کنترل آمیزش ها

پیشرفت سریع انتخاب را می توان با تلقیح مصنوعی ملکه ها یا ایستگاه های جفت گیری ایزوله که ملکه های منتخب با زنبوران نر منتخب آمیزش می کنند، به دست آورد. مدیریت خاص زنبورداری برای حفظ کلنی های زنبوران نر و ایستگاه های جفت گیری ضروری است، که باید مطابق مدیریت طرح اداره شود(شکل ۱۰).



شکل ۸ - کارگاه آموزشی طرح مدیریت پایدار زنبوران عسل

مدیریت زنبورستان های مورد ارزیابی

عملکرد زنبورستان های مورد ارزیابی ترجیحاً باید تحت نظارت نماینده طرح اجرا شود. در دسترس بودن شهد و گرده برای کلنی های مورد ارزیابی، شرط اساسی برای انتخاب محل است. علاوه بر این، این مکان باید دارای دسترسی آب سالم برای کلنی ها، با حداقل عوامل تنش زا (عملیات کشاورزی یا صنعتی و غیره) و دسترسی آسان را برای زنبوردار تضمین کند. در حین ارزیابی، عملیات کوچ قابل قبول است، مادامی که همه کلنی های یک زنبورستان واحد با هم جابجا شوند.

تعداد کلنی های مورد ارزیابی در هر زنبورستان انعطاف پذیر و به شرایط محلی و امکانات زنبوردار بستگی دارد. تعداد توصیه شده کلنی ها در هر زنبورستان حد اقل از ۱۰ تا ۲۰ کلنی متغیر است. با توجه به جایگزینی ملکه ها، بچه دهی و از بین رفتن کلنی ها، تعداد توصیه شده کلنی ها، بیشتر از تعداد کلنی های مورد نیاز ارزیابی می باشد، تا اشکالی در تجزیه و تحلیل آماری نباشد(۳۴).

آزمون عملکرد کلنی ها

آزمون عملکرد، روشی برای ارزیابی ملکه ها و کلنی ها در خصوص صفات مورد نظر می باشد. این آزمون شامل صفات متداول نظیر جمعیت کلنی، تولید عسل، رفتار دفاعی، بچه دهی و غیره است. در کنار این صفات متداول "سنتی"، در چارچوب طرح، تاکید ویژه ای بر صفاتی است که مقاومت کلنی ها در برابر واروآ را شناسایی کند. آزمایش عملکرد در طول سرشماری پاییز شروع می شود و نباید زودتر از ۴۰ روز

پس از ایجاد کلنی های مورد ارزیابی (دوره مورد نیاز برای جایگزینی ملکه های قدیمی با ملکه جدید) باشد. در طول فصول فعال بعدی (بهار/تابستان) ارزیابی در هر بازدید کلنی ها ادامه می یابد. داده های حداقل ۳ بازدید در طول چرخه سالانه برای برآورد ارزش های ارثی ملکه و انتخاب بعدی مورد نیاز است. علاوه بر این ، سطح هجوم واروآ با نظارت بر میزان مرگ طبیعی کنه ها دراوایل بهار و نمونه برداری مکرر به صورت ماهانه در طول تابستان برآورد می شود. آزمون عملکرد با جمع آوری داده ها در آخرین استخراج عسل به پایان می رسد. با این حال ،کلنی ها ی مورد ارزیابی (و ملکه های آنها) باید تا زمان انتخاب آنها برای تکثیر ملکه های دختری، در چرخه ارزیابی بعدی حفظ شوند.

صفات/پارامترهای مورد ارزیابی

هشت صفت و پارامتر برای ارزیابی عملکرد کلنی ها مناسب هستند (جدول ۱).

جدول ۱: صفات ، معیارهای ارزیابی ، مقادیر و زمان ارزیابی (۹).

صفات	معیارهای ارزیابی	مقادیر	زمان ارزیابی
توسعه کلنی	تعداد شان پوشیده از زنبور و نوزاد	تعداد شان	سرشماری پاییز ، بهار و تابستان
رفتار دفاعی	۱ = تهاجمی ؛ ۲ = قابل کنترل ۳ = ملایم ؛ ۴ = بسیار ملایم	نمره از ۱ تا ۴*	سرشماری پاییز ، بهار و تابستان
آرامش (رفتار زنبورها روی شان ها)	۱ = ترک شان ها ؛ ۲ = خوشه بندی در لبه شان ها ؛ ۳ = حرکت روی شان ها ؛ ۴ = آرام و ساکن	نمره از ۱ تا ۴*	سرشماری پاییز ، بهار و تابستان
رفتار بچه دهی	۱ = تمایل شدید ؛ ۲ = تمایل متوسط ۳ = تمایل کم ؛ ۴ = عدم تمایل	نمره ۱ تا ۴	فصل بچه دهی
تولید عسل	وزن خالص عسل استخراج شده	کیلوگرم	هر وقت عسل استخراج می شود.
مرگ طبیعی کنه ها	استفاده از تخته پایین کلنی	عدم وجود کنه مرده در روز	طی ۲-۳ هفته در بهار
سطح آلودگی کنه	پودر قند (۵۰گرم زنبور عسل)	درصد زنبوران آلوده	ماهانه از بهار تا پاییز
رفتار بهداشتی	تست فریز نوزادان	درصد حذف نوزاد	حداقل ۲ بار در هر فصل

*نمره با مقادیر متوسط ثبت شود. روش های ارزیابی صفات در سایت eu/extension.www.smartbees-fp۷ در دسترس می باشد.

ثبت داده ها و نتایج

مستندسازی عملیات و سوابق ارزیابی عملکرد، در فرآیند اصلاح نژاد ضروری است . اعتبار و دقت نگهداری اسناد(داده ها و نتایج) در پایگاه داده ها، برای برآوردارزش های ارثی ملکه بسیار مهم است. پایگاه داده های بین المللی؛ www. beebreed.eu یک سایت آنلاین اختصاصی است که به آسانی امکان ثبت، تأیید و ذخیره اطلاعات از تمام زنبورستان های مورد ارزیابی در سراسر اروپا را فراهم می کند. همه داده ها باید با پشتیبانی و اعتبار سنجی مدیر گروه هر منطقه، بصورت آنلاین ارسال شوند(۳۴).

منبع ها:

۱-بصیری،م.ر.۱۳۷۴.انتخاب درزنبورعسل،دومین سمینار پژوهشي زنبورعسل کشور،کرج.مؤسسه تحقیقات علوم دامي کشور:۱۱-۱۰.

۲-بصیری، م.ر. ۱۳۷۸. بررسی صفات بیولوژیکی برآورد پارامترهای ژنتیکی درزنبورعسل ایرانی. علوم کشاورزی مدرس.جلد اول.شماره اول.ص:۹۶-۹۱

۳-بصیری، م.ر. ۱۳۸۰. کلیات ژنتیک زنبورعسل. مجله آموزش های علمی کاربردی.شماره سوم.ص: ۱۸-۱۶

۴- بصیری، م.ر. ۱۳۸۶. اصول اصلاح نژاد زنبورعسل .ناشر موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی.۲۵۴ ص

۵- بصیری، م.ر. ۱۳۸۷. فرآوری محصولات زنبورعسل. ناشر موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی.۳۵۶ ص

۶-بصیری، م.ر.و طوبی.ر. ۱۳۹۵. بهبود روش ارزیابی عملکرد کلنی های زنبور عسل جهت برآورد فراسنجه های ژنتیکی. اولین کنگره بین المللی و نهمین کنگره پژوهشی زنبورعسل.کرج

7-Ali Khan.k., Ghramh. H. A,Zubair. A.,*Et al*.2021. Queen cells acceptance rate and royal jelly production in worker honey bees of two Apis mellifera races.Published: April 13, https://doi.org/ 10. 1371/ journal.pone.0248593

8- Altaye.S.Z, Meng.L & Li.J.2019.Molecular insights into the enhanced performance of royal jelly secretion by a stock of honeybee (*Apis mellifera ligustica*) selected for increasing royal jelly production Apidologie V. 50, pages436–453

9 -Büchler.R., Costa.C., Hatjina.F.,*et al*. 2013. The influence of genetic origin and its interaction with environmental effects on the survival of Apis mellifera L. colonies in Europe. Journal of Apicultural Research .Volume 53, Pages : 205-214

10-Cao.L.F, Zheng.H.Q, Pirk.C.W.W,*et al* .2016.High Royal Jelly-Producing Honeybees (*Apis mellifera ligustica*) *(Hymenoptera: Apidae*) in China.Journal of Economic Entomology, Volume 109, Issue 2, April 2016, Pages 510–514, https://doi.org/10.1093/jee/tow013

11-Chen .J., J. Li. 2009. Comparative analyses of proteome complement between worker bee larvae of high royal jelly producing bees (*A. m. ligustica*) and Carniolian bees (*A. m. carnica*). AGR SCI CHINA 8 : 1219–1227.

12-Chen M.H. 2005. Analysis of the current state of royal jelly in China mainland. Journal of Bee 25: 17–19.

13-Chen. S. L. , *et al*. 2002.The honeybee variety with high royal jelly production had been successfully bred in China. The 2nd Grade Award of National S&T Innovation of China.

14-Chen S. L., J.-K. Li, B.-X. Zhong, S.-K. Su. 2005.Microsatellite analysis of royal jelly producing traits of Italian honeybee (Apis mellifera Liguatica). Acta Genetica Sinica 32: 1037–1044.

15-CNCAGR. 2011. Animal genetic resources in China-Bees. Chinese Agricultural Press Beijing, China.[In Chinese].

16-Cooper.B .2021. 'The Honeybees of the British Isles' . Michael Wainwright .//www. killowen. Com

17-Huo X., B. Wu, M. Feng, B. Han, Y. Fang, *et al*.2016. Proteomic analysis reveals the molecular underpinnings of mandibular gland development

and lipid metabolism in two lines of honeybees (*Apis mellifera ligustica*). J. Proteome Res. 15 : 3342–3357.

18- Li J..2000.Technology for royal jelly production. American Bee.j.June.469-472. تولید ژله

19-Li .J., Aiping.W. 2005. Comprehensive technology for maximizing royal jelly production. Am Bee J 145: 661–664.

20-Li. J., Chen.S.L, Zhong.B.X,*et al*. 2003a. Genetic analysis for developmental behavior of honeybee colony's royal jelly production traits in western honeybees. Acta genetica Sinica 30: 547–554.

21-Li .J., Feng. M., Begna. D. ,*et al*.2010. Proteome comparison of hypopharyngeal gland development between Italian and royal jelly producing worker honeybees (*Apis mellifera* L.). J. Proteome Res. 9 : 6578–6594.

22-Li. J., Shenglu.C, Boxiong.Z, Songrun.S.2003b. Optimizing royal jelly production. Good queens are a must. American Bee Journal 143: 221–223

23-Li .J., Wang. T., Zhang. Z., Pan. Y.2007b. Proteomic analysis of royal jelly from three strains of western honeybees (*Apis mellifera*). J. Agric. Food Chem.55: 8411–8422.

24-Liang-xian S., Chao-yang. C., Jian-jun. Y., *et al*. 2004. Genetic variability of MDHII in four lines *of Apis mellifera* ligustica. J Coll Sci Teach 17: 54–59

25- Mostajeran.m, Edriss .M.A.,Basiri.M.R.2002 .Herytabilies and Correlation in Honeybee : pplied to live-stock Production. 7thworld congress on Genetics Montpdliery France: 19-23

26-Ohashi K., Natori.S., Kubo.T.1997.Change in the mode of gene expression of the hypopharyngeal gland cells with an age-dependent role change of the worker honeybee *Apis mellifera* L. Eur. J. Biochem. 249:797–802.

27- Oldenbroek .K. 2014.Animal breeding and genetics.Centre for Genetic Resources and Animal Breeding and Genomics Group, Wageningen University and Research Centre, the Netherlands.

28-Oldroyd, B.P.*et al*. 1985. Diallel crosses of honey of bees, Journal of Apic. Research, 24(4):243-249.

29- Oliver. R.2014 . What's Happening to the Bees ?Part 6: Mitotypes, Genotypes, and Tradeoffs in Fitness.ABJ Sept.ScientificBeekeeping.com کشش نمودار

30-Qiu J.B. 1999. Review of the production and development of Chinese royal jelly. Bee Magazine (in Chinese) 10: 8–9.

31- Rizwan.M , Liang.P, Habib.A ,*et al*. 2020.Population genomics of honey bees reveals a selection signature indispensable for royal jelly production. Molecular and Cellular Probes.Volume 52, August 2020, 101542

32-Ruttner, F. 1988. Breeding techniques and selection for breeding of the honey bee, Munich: Arrangement with Ehrenwirth Verlag.

33-Su S., Chen. S. L. 2003. Research on morphological genetic marker of honeybee (*Apis melli fera* ligustica) in royal jelly production performance. Hereditas 25: 677–680.

34- Uzunov.A, Büchler.R, Bienefeld.K.,*et al*. 2015. Performance testing protocol A guide for European honey bee breeders Released: April, 2015. Version 1.0. 9, 35274, Germany www2.hu-berlin.de/ bienenkunde. SMART-BEES /FP7.KBBE.2013.1.3.02 /WP6 Sustainable Management of Resilient Bee Populations www.smartbees-fp7.eu

35-Viuda-Martos M., Ruiz-Navajas. Y., Fernández-López. J.,*et al*. 2008. Functional properties of honey, propolis, and royal jelly. J. Food Sci. 73: 117–124.11

36-West Virginia Department of Agriculture. 2017. The West Virginia Department of Agriculture protects plant, animal and human health through a variety of protection programs. www.wvagriculture.org/index.html.

37-Wu, F, Ma, C, Han, B, *et al*., 2019. Behavioural, physiological and molecular changes in alloparental caregivers may be responsible for selection response for female reproductive investment in honey bees. *Molecular Ecology*. 2019; 28(18): 4212– 4227. https://doi.org/10.1111/mec.15207

38-Yin L., Ji. T., Chen. G., Peng. W. 2011. Genetic characterization of three breeds of high royal jelly producing honeybee (*Apis mellifera* ligustica) in China. J. Agric. Res. 6: 331–337.

Study Line production in honey bee breeding(Part I)

M .R, Basiri[1]

1- Animal Science Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan,Iran

DOI: 10.22092/hbsj.2021.125985

Abstract

Purpose of line production In honey bees, there is an increase in yields and good behavior of bee colonies. Using the method of inheritance of traits, heritability, genotypic correlation between them, selection and production line should be planned. In each line, a number of important traits are measured and the top queens related to the performance test are selected. If pure queens intersect with purebred male bees of the same breed, they create a pure line, and if they intersect with other male bees, a hybrid is produced. At least three independent lines are needed to increase heterozygosity and decrease inbreeding, but if four Line used, paternal queens are also hybrid and better. There is always a dilemma between choosing an attribute to improve performance and reducing the cost of breeding. In line production, kinship and mixing methods are usually used, the combination of which is two-way cross. The purpose of managing bee lines; Maintaining genetic diversity and improving the performance and behavior of bees, reducing colony losses and reducing dependence on drug treatments.By evaluating the offspring, the rate of response to selection and genetic progression will be determined. Queens of high-yielding breeds and commercial lines are also valued and sold based on the evaluation of the desired traits. In creating a bee line with high production of royal jelly, first Italian bees were bred and after six generations, a bee line called znd1 was produced with high production of royal jelly and even high honey production. Quantitative genetic advances and the use of molecular markers over 35 years improved the bee line by producing very high royal jelly.

Key words: Line, Honey bee, Hybrid, Diallel cross, High production of royal jelly, Molecular markers

Corresponding Author: M .R, Basiri
Email: rezabasir@yahoo.com