الباب الثانى: الملقحات الحشرية (النحل)

Insect pollinators (Bees)

يمثل صنف الحشرات نحو ٨٠% من جميع أنواع الحيوانات المعروفة كما يمثل الصف أحد طوائف قبيلة أرثروبودا أى مفصليات الأرجل ولتسهيل دراسة الحشرات قسمت إلى رتب وعائلات حسب قواعد علمية ثابتة وكذلك قسمت العائلات إلى أجناس والأجناس إلى أنواع. ورغم أن الحشرات يصعب حصر أعدادها وتسجيل أنواعها إلا أن القليل منها ضار ويسبب خسائر عظيمة كل عام فى المحاصيل الزراعية والمنتجات والحبوب المخزونة وصحة الإنسان والحيوان بينما كثير منها ذات قيمة كبيرة جداً للإنسان. وليس هنا مجال لسرد مجاميع الحشرات النافعة سنترك المجال للحديث عن مجموعة واحدة وهى الملقحات الحشرية.

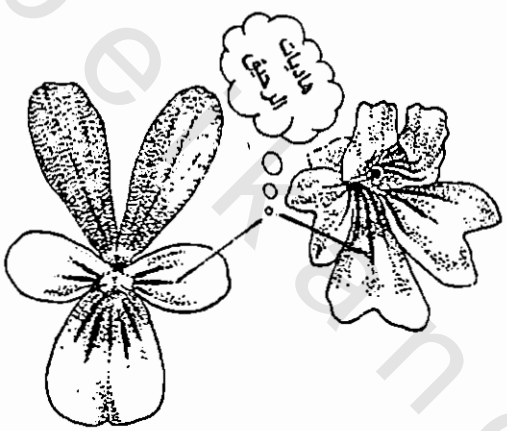
من بين رتب صف الحشرات هناك رتبة غشائية الأجنحة تحوى كثير من الأنواع المحبة للأزهار Flower loving (anthophilous) تزور الأزهار للرحيق أو حبوب اللقاح. تنقسم هذه الرتبة الى تحت رتبتين هما تحت رتبة Apocrita وتحوى معظم الدبابير (بالإضافة إلى النحل والنمل) وهى أكثر أهمية من تحت رتبة Symphyta (الذباب المنشارى). سنركز الحديث هنا على تحت الرتبة الأولى. تلقيح الدبابير wasp pollination يطلق عليه sphecophily. من بين الملقحات الهامة أنواع كثيرة من فوق عائلة Vespoidea, Ichneumonidea. ودبابير التين (Chalcidoidea: Aganoidae) ملقحات زهرية عالية التخصص لمئات من أنواع التين. وينظر إلى النمل (Vespoidea: Formicidae) على أنها لحد ما ملقحات ضعيفة رغم أن التلقيح بواسطة النمل ant pollination (myrmecophily) معروف مع عدد قليل من الأنواع.

والآن نصل إلى مجموعة النحل bees التى ينظر إليها بالمجموعة الأكثر أهمية بين الملقحات الحشرية. فالنحل يجمع الرحيق وحبوب اللقاح للحضنة وللإستهلاك

الحاص بجامعات هذا الغذاء. ويوجد أكثر من ٢٠,٠٠٠ نوع في أنحاء العالم. وجميع أنواع النحل محب للأزهار (anthophilous) والنباتات التى تعتمد على تلقيح النحل (melittophily) bee pollination أزهارها ذات لون أصفر أو أزرق ساطع ورائحة حلوة مع خطوط إرشادية للرحيق [نشاهد فقط فى الضوء الفوق بنفسجى UV] على البتلات التى ترشد الملقحات إلى الرحيق.

أولاً: الأزهار التى تلقح بغشائيات الأجنحة Flowers pollinated by Hymenoptera

كون عدد من المجاميع النباتية أزهار متخصصة وتراكيب خاصة يسهل تلقيحها بغشائيات الأجنحة خاصة النحل. وتسمى معظم هذه الأزهار بأزهار النحل "bee Flowers" التى تنتج رحيق وتعلن عن نفسها بالألوان الساطعة والشكل الزهرى



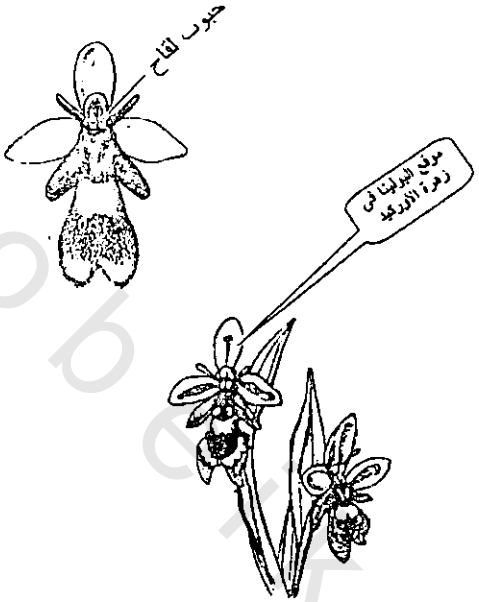
(شكل ٥) أزهار يحب النحل زيارتها
ويلاحظ مرشدات الرحيق

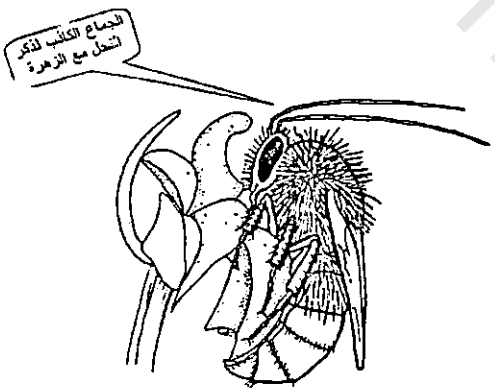
الجاذب الجميل والتى عادة ما يكون بها رائحة حلوة. تفتح أزهار النحل أثناء النهار وتغلقها ــ إذا كانت تفعل ذلك ــ فى الليل عندما يكون النحل غير نشط. هذه الأزهار ذات أشكال واضحة للنحل فقد تشمل على مرشدات الرحيق nectar guides (شكل ٥). ومرشدات الرحيق ذات قيمة خاصة للنحل إذا علمنا أن موقع رحيق أزهار النحل عادة ما يكون فى قاعدة إنبوبة زهرية طويلة لا يسهل ظهورها. والأنابيب الزهرية العميقة لكثير من أزهار النحل و"اللسان" الطويل للنحل مثال آخر لحدوث تطور بين النباتات والحشرات ولصالح مجموعة ضيقة من الملقحات!.

لكثير من الأزهار التى ينجذب إليها النحل شفه بارزة تعمل كرصيف لـــهبوط الحشرة الزائرة. ولبعض هذه الأزهار أيضاً آليات توزع حبوب اللقاح والتى كثـيراً ما تنشط أو تعمل tripped بوزن النحلة على ساحة الهبوط كما فى البرسيم فتفتـــح الزهرة وتظهر أجزاءها فيحدث التلقيح.

لبعض الأزهار ممرات معقدة أو عوائق traps تجبر النحـــل علـــى أن يسـلك طريق معين إلى أو من مصدر الرحيق فتضمن هذه الآليات أن يقـــابل الأســدية أو المياسم عند موضع معين وبذا يكتسب النحل أو يضع حبوب اللقاح. فى حالة زهرة الأوركيد *Coryanthes speciosa* تمتلئ شفة الزهرة التى تشبه الدلو بســائل حلـو المذاق. وعند هبوط النحلة الزائرة على الجزء العلوى للزهرة تنزلق أرجلها وتـهبط فى الدلو. ويمكنها الخروج فقط بالزحف خلال فتحة ضيقة. وعندما تسلك النحلة هذا الطريق يجب عليها أن يحتك جسدها بالأسدية وبذا تكتسب كمية من حبوب اللقـــاح التى تنقلها فى النهاية إلى زهرة أخرى. وينجذب ذكر نحل الـ *Euglossa cordata* إلى رائحة أوركيد آخر *(Gongora maculata)* يهبط علـــى أزهـــاره باحثـــاً عـــن الإفرازات الحلوة. وعند إختراق النحلة للأجزاء الزهرية الداخلية أثناء بحثها عـــن الرحيق تفقد توازنها فجأة لمرورها على سطح لزج وتنزلق إلى قاع الزهرة. وعنـد مرورها على الأسدية تلتصق كتل متخصصة من حبوب اللقاح يطلق عليـها Pollinia وتلتصق على مكان معين على بطن النحلة تحمل هذه الحبـــوب إلـــى زهـــرة أخـــرى ويتكرر نفس الشئ وتتزلك النحلة الـ Pollinia على مياسم الزهرة الأخرى. يســـتخدم عـــدد مـــن أنـــواع الأزهـــار هـــذا الاتجـــاه وهـــى طريقـــة أعطـــى ـــ و ـــ خـــذ give – and- take approach فى التلقيح. ومن المهم الإشارة هنـــا إلـــى أن الـــ Pollinia توضع فى مكان خاص على جسم النحلة لكى يسهل لـــها التلامـــس مـــع الميسم. وتستخدم أنواع مختلفة من الأزهار أماكن مختلفة على النحلة لوضع حبـوب اللقاح. وتتيح هذه الأماكن للأنشطة الطبيعية للنحلة الزائرة أن يلامس جزء مناســب من جسم النحلة التراكيب التكاثرية للزهرة فتكتسب أو تترك حبوب اللقاح.

هناك تأقلم أكثر إثارة وإحكاماً فى الأوركيدات الخاصة بالجنس *Ophrys* حيث أن شفه الأنواع الزهرية التابعة لهذا الجنس تشبه إناث النحل أو الدبابير فى الشكل واللون (شكل ٦). والأهم من ذلك أن رائحة الأزهار تحاكى المادة الجاذبة الجنسية التى تطلقها إناث خاصة من النحل أو الدبابير حسب نوع الزهرة. فتنجذب ذكور النحل (خلاف نحل العسل) أو الدبابير إلى هذه الخدع وتحاول تلقيح الزهرة التى تشبه إنثاها فتلقح فى نفس الوقت الأزهار دون قصد. ويطلق على هذه الظاهرة بالجماع الكاذب pseudocopulation وهذه الآلية مسئولة عن تلقيح عدد من أنواع الأوركيد وبالطبع يتضمن إرتباط حميم جداً بين الزهرة والحشرة. سنتناول ذلك مع شئ من التفصيل قرب نهاية المؤلف.





(شكل ٦) (١) زهرة الأوركيد النحلية الشكل *Ophrys insectifera*.

(٢) النحلة الطويلة القرون *Ophrys bombyliformis* تحاول جماع الزهرة.

obeikandl.com

ثانياً: التفضيل الزهرى لأنواع النحل المختلفة

Flower preferences of different bee species

قسم Loew عام ١٨٨٥ أنواع النحل إلى أنواع تقصر زيارتها إلى نوع نباتى واحد monotropic أو تعمل على أنواع شديدة القرابة oligotropic أو تزور عدة أنواع polytropic. فى العادة ما تكون العلاقة بين النحل وأنواع الأزهار سلوكية وفسيولوجية وليست مورفولوجية ولكن تبدى بعض من أنوع النحل الوحيد العائل النباتى monotropic والمحدد العوائل النباتية oligotropic تحورات مورفولوجية خاصة للحصول على الرحيق وحبوب اللقاح من أنواع الأزهار التى تزورها. كما تظهر الأزهار عادة واحداً أو أكثر من التكيفات التبادلية. توجد مثل تلك العلاقات بين النحل والأزهار على وجه الخصوص فى النحل التابع للعائلات Panurgidae, Megachilidae, Anthophoridae, Melittidae, Andrenidae وبين العائلات النباتية Cactaceae, Malvaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Onagraceae.

وحتى عندما يكون النحل متعدد العوائل polytropic قد يفضل بعض أنواع الأزهار على أنواع زهرية أخرى. بالرغم من أن شغالة نحل العسل يمكنها زيارة كثير من الأنواع الزهرية إلا أنها عند العمل تحافظ الشغالة ومعظم أفراد المستعمرة على زيارة نوع زهرى واحد أثناء الزيارة الواحدة أو المتعاقبة فى حالة إستمرار تدفق الرحيق وحبوب اللقاح. كما وجد أن نحل *Anthophora linsleyi* يفضل حبوب لقاح نبات *Salvia carduacea* عن أى نوع آخر. كما لوحظ أن نحل *Andrena varians* يزور أشجار الفاكهة بنسبة أكبر من ٣ أنواع نباتية أخرى تابعة لنفس الجنس *Andrena* التى تنشط فى نفس المنطقة فى نفس الوقت.

ينشط كثير من النحل الإنفرادى solitary bees فقط فى موسم قصير كما يوجد فى مناطق حيث توجد أنواع زهرية قليلة وبذا لديه فرصة قليلة للتخصص. وعلى العكس من ذلك النحل الإجتماعى social bees غير محدد بجيل واحد للحضنة وفترة السعى القصيرة ولكن تسعى المستعمرة ككل طوال فصل التزهير. وحياة عمل أو سعى foraging life فرد واحد من النحل قد تبقى لفترات تزهير عدة أنواع

نباتية متتالية. ولذا مثل هذا النحل يكون بالضرورة متعدد العوائل. ومع ذلك يوجد تفضيل بين بعض تلك الأنواع والذى قد يتحدد بشكل الأزهار. فيفضل كلاً من نحل العسل ونحل البامبل الفصوص الزهرية (Segmented flowers) ذات الإطار الخارجى غير المحدد كما يوجد ما يشير إلى أن نحل البامبل يزور بمعدل أكثر من نحل العسل الأزهار الثنائية التماثل وأحياناً يفضل bilaterally symmetrical flowers نحل البامبل أزهار مختلفة الأشكال ويبحث عن أزهار فى أنماط مختلفة من المساكن habitats. ففى إسكوتلاند يسعى نحل البامبل *Bombus pratorum* و *B.agrorum*، عن أزهار المساكن الظليلة وغالباً ما يزور الأزهار المفتوحة والأزهار ذات التويج المتوسط الطول. وبينما يزور *B.lucorum* غالباً الأزهار المفتوحة ويقصر سعيه فى المساكن المفتوحة ونجد أن *B.hortorum* يقصر زياراته على الأزهار ذات التويج الأنبوبى الطويل فى عدة مساكن. كما يثبط نشاط عمل النحل *B.agrorum* عند وجود نحل آخر يسعى لزيارة نفس الزهرة خاصة *B.pratorum* الذى يهبط مباشرة بالقرب من النحل الذى يتغذى على الأزهار. ويتطلع العلم إلى الكشف على ما إذا كان نفس التفضيل موجود فى أجزاء العالم الأخرى حيث توجد هذه الأنواع.

ينعكس التفضيل الزهرى لنحل البامبل على أنماط حبوب اللقاح التى تجمعها مستعمرات الأنواع المختلفة. على سبيل المثال تجمع مستعمرات نحل *B.lucorum* معظم إمدادات حبوب اللقاح من *Trifolium repens, Erica* spp.. وتجمع مستعمرات *B.agrorum* حبوب اللقاح *Trifolium partense* و *Vicia* spp.. وفى الحقيقة قد يعتمد عدد أنواع حبوب اللقاح المجموعة بواسطة مستعمرة نحل البامبل أساساً على وفرة النوع النباتى المفضل له. فعند وضع مستعمرات نحل *B.agrorum* و *B.sylvarum* بجانب حقل *Trifolium pratense* فإنها تجمع فقط حبوب لقاح *T.pratense* بينما إذا وضع مستعمرات *B.lucorum* بجانب نفس الحقل فإنها تجمع ٤٣% من حبوب لقاح أنواع نباتية أخرى.

أخيراً ــ إنها ميزة للنبات عندما تكون ملقحاته زائرات متخصصة التى ترتبط بإخلاص بأزهار نوع نباتى واحد فقط أو أنواع قليلة. وفاء ملقح الأزهار التى قد

يرتبط بعشائر قليلة من النباتات سائد بصفة خاصة فى عائلة Orchidaceae أكثر العائلات جمالاً فى النباتات الزهرية.

واضح مما سبق أن بعض أنواع البامبل يميل لجمع حبوب اللقاح من أنواع نباتية أقل عن أنواع بامبل أخرى. ويفترض أن هذا له علاقة بوجود النوع الزهرى ووقت السنة التى يكون النوع الزهرى سائد. وبالرغم من وجود تقارير تشير إلى أن نحل البامبل ليس بإستطاعته توصيل المعلومات الخاصة بموقع الغذاء مباشرة للأفراد الأخرى من مستعمراته. ورغم ذلك يعزى تجانس خليط حبوب لقاح مستعمرات نحل *B.lucorum* عن مستعمرات *B.agrorum* إلى أن الأولى تعبئ جهود للجمع للعمل على محصول خاص. وهذا يشير إلى وجود إتصال ونقل معلومات لم تكتشف طبيعته بعد.

الآن ــ من المهم أن نشير إلى أن كلمة نحل bees تطلق عادة على قليل من أنواع الحشرات التى تعيش معيشة إجتماعية social life وكثير من الأنواع التى تعيش معيشة إنفرادية solitary life. ويتميز النحل الإجتماعى بتعاون الفرد من أجل المجموع والمجموع من أجل الفرد ويعمل الجميع ويتفانى فى العمل بأمانة وإخلاص حتى الرمق الأخير من الحياة. وتعيش كل طائفة فى "مسكن" مشترك ويعمل الجميع على خدمة وبقاء الطائفة. ويقسم النحل الإجتماعى إلى ثلاثة مجموعات:

١- مجموعة نحل العسل وجميعها يتبع جنس *Apis*

٢- مجموعة نحل البامبل وجميعها يتبع الجنس *Bombus*

٣- مجموعة النحل الغير لاسع وأهم أجناسها الـ *Trigona, Melipona*

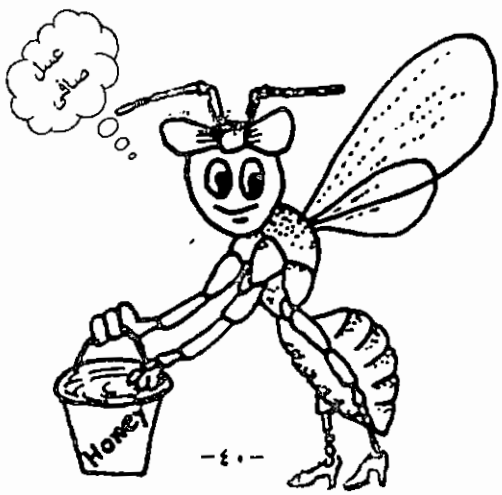
مجموعة نحل العسل سيأتى ذكرها فوراً بعد قليل. المجموعة الثانية Bumble bees تحوى جنس بسيط وطوائفه أصغر الطوائف. وتموت جميع أفراد الطائفة فى الشتاء ولا يبقى من كل طائفة سوى ملكة لقحت صيفاً. يملأ النحل بعض العيون بالعسل أو حبوب اللقاح أو خليط منها. ومجموعة النحل الغير لاسع stingless bees تشكل حشرات تعيش فى المناطق الحارة ويربى النحل حضنته فى أقراص سمكها طبقة

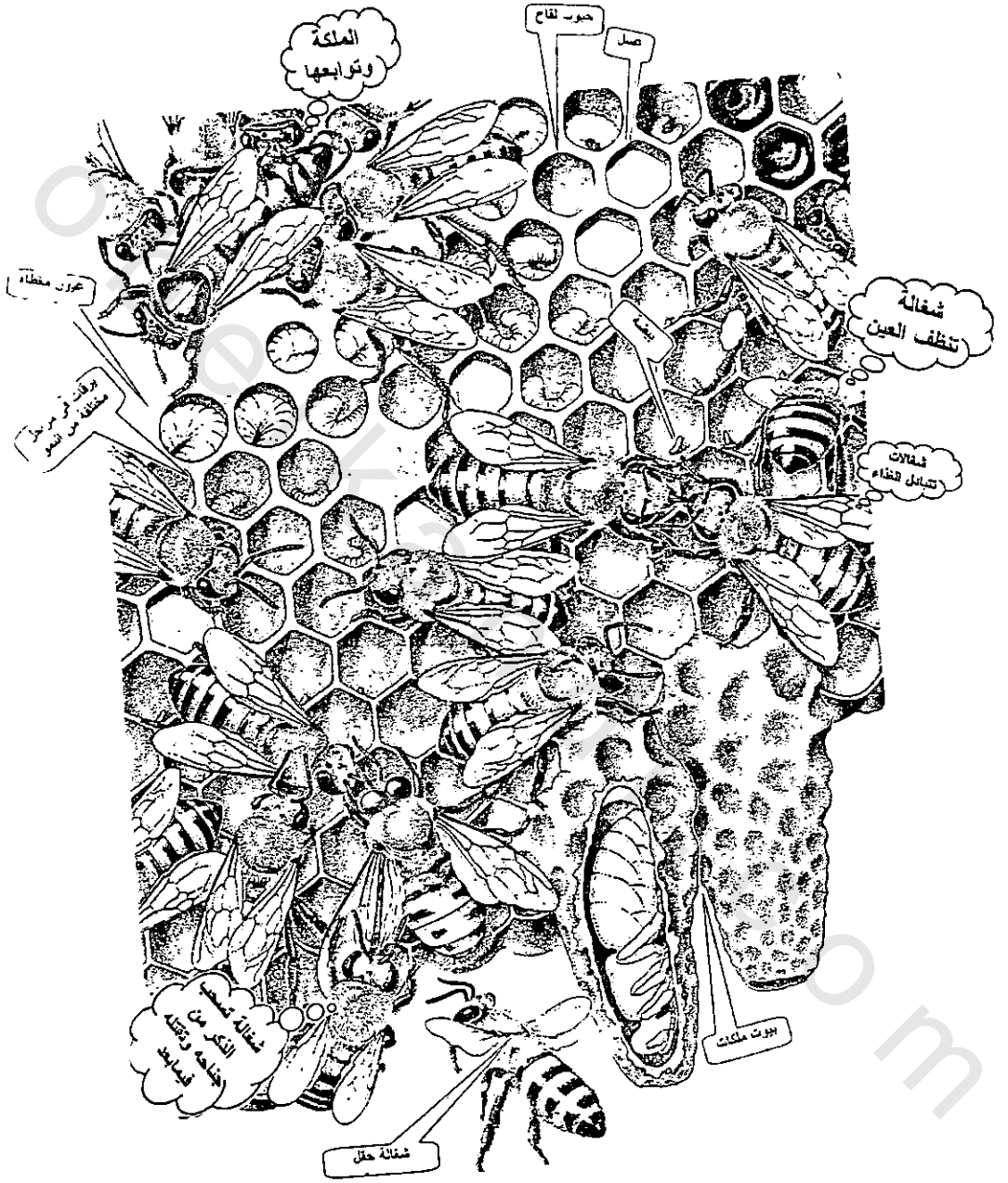
واحدة وتملأ العيون بالعسل وحبوب اللقاح مختلطين معاً. ولا تعتبر مجموعة نحل البامبل والنحل الغير لاسع من النحل المنتج للعسل. وذلك لقلة كمية العسل المجموع ويخزن بطريقة يصعب الحصول منها على عسل يمكن إقتصادياً أن يستعمله الإنسان.

يعيش النحل الإنفرادى كل فرد لنفسه ولا يجتمع فردان إلا فى حالة تزاوج الأنثى والذكر ولفترة قصيرة وقد تجمع الأنثى الغذاء ولكن لا ترعى صغارها. يبنى النحل أعشاشه فى الأرض أو فى سيقان نباتية أو فى تجاويف فى جذوع الأشجار. والنحل لا يفرز الشمع عادة وإن كان يجمع الرحيق وحبوب اللقاح من الأزهار ويخزنها فى أعشاشه.خلاف نحل العسل لبعض الأنواع سلال حبوب لقاح على سطح البطن السفلى مثل أنواع تابعة للجنس *Osmia* sp. وليست على الأرجل الخلفية كما فى نحل العسل. يطلق على تلقيح النحل bee pollination المصطلح melittophily وتلقيح الدبابير sphecophily.

ثالثاً: إستخدام نحل العسل كملقحات Using honeybees as pollinators

ينتمى نحل عسل أوروبا وأفريقيا والعالم الجديد إلى النوع *Apis mellifera* ويوجد فى جنوب آسيا ثلاثة أنواع من نحل العسل هى النحل العملاق *A.dorsata* والنحل القزم *A.florea* والنحل الآسيوى *A.cerana*. ومع ذلك يمكن حفظ آخر نوع من الأنواع الثلاثة فى خلايا. وفيما عدا الهند وبعض البلاد الآسيوية الإستوائية يوجد ميل لمربوا النحل بإحلاله مع النوع *A. mellifera*.



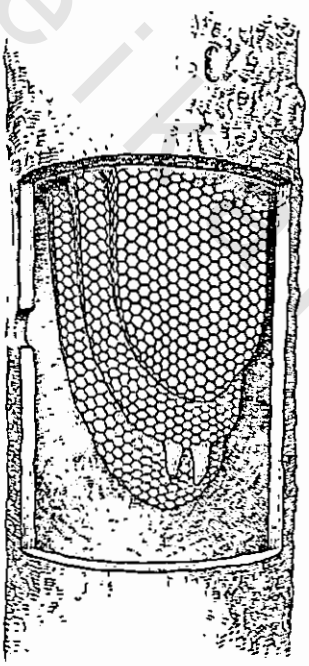


(شكل ٧): أفراد طائفة نحل العسل

شغالة

ملكة

ربما يكون العسل *A.mellifera* أكثر الملقحات الحشرية أهمية للمحاصيل التجارية ويرجع التوزيع الناجح لهذا النحل فى المناطق التحت قطبية والتحت إستوائية والإستوائية إلى المستعمرة يمكنها ضبط التغيرات الفصلية والبيئة الفيزيائية داخل الخلية. ومن الضرورى تفهم بعض أوجه الحياة الإجتماعية لمستعمرة نحل العسل (شكل ٧) إذا أريد إستخدامه كملقح للأزهار. تتواجد مستعمرات نحل العسل فى الحياة البرية فى تجاويف الأشجار والكهوف وملاجئ مشابهة (شكل ٨) ولكن يمكن تسكينه بسهولة فى خلايا من صنع الإنسان للحفاظ عليه حيث ينتج ويخزن العسل بكميات كبيرة وارتفعت أهميته حديثاً كملقحات



(شكل ٨) تتكون أعشاش نحل العسل *Apis mellifera* فى الطبيعة من إطارات شمعية مزدوجة الطبقة مثبتة من أعلى ومعلقة عمودياً وتبنى فى أماكن مختفية مثل تجويف شجرة كما فى الشكل.

ذكر

خاصة فى المناطق المعتدلة فالمستعمرة بكاملها فيما عدا الذكور تعيش فى الشتاء وبذا تتاح عشائر كبيرة منه فى بداية الربيع عندما تكون متطلبات التلقيح عاليه.

١- مستعمرة نحل العسل honeybee colony

تتكون مستعمرة النحل فى الصيف من ١٥,٠٠٠ إلى ١٠٠,٠٠٠ من الشغالات (workers) وهى إناث عقيمة وملكة واحدة (queen) وهى أنثى خصبة وعدة مئات قليلة من الذكور (drones). يعيش النحل فى إطارات شمعية متوازية ذات خلايا سداسية تحوى اليرقات ومخزونات من العسل وحبوب اللقاح (شكل ٧).

كما سبق القول ــ تتكون المستعمرة من ثلاثة أنماط من الأفراد (شكل ٧). الذكور ــ تلقح الملكات العذارى ولكن إلى جانب إمكانية تحضين الحضنة incubating broo لا تؤدى الذكور وظيفة أخرى فهى لا تزور الأزهار ولكن يها الشغالات كما تتغذى بأنفسها من المخازن الغذائية بالمستعمرة وهى تطرد من المستعمرة أو تقتلها الشغالات فى الخريف. والذكور لا يمكن أن تدافع عن نفسها او حتى عن المستعمرة حيث لا يوجد بها آلة لسع المحورة عن آلة وضع البيض الموجودة فى الإناث فقط. تنشأ الشغالات من يرقات تتغذى فى أول ثلاث أيام لها على غذاء ملكى يطلق عليه لبن النحل bee milk. وهو غذاء ذو نوعية عالية تنتجه الشغالات من الغدد الفوق بلعومية hypopharyngeal glands. ثم بعد ذلك تتغذى على خليط من العسل وحبوب اللقاح يطلق عليه خبز النحل bee bread. تربى الشغالات فى الخلايا الشمعية العادية المستخدمة فى تخزين العسل وحبوب اللقاح. تؤدى الحشرات الكاملة للشغالات جميع أنواع العمل فى المستعمرة فيما عدا وضع البيض.

يبدو أن الشغالات تتمرن على أداء مهن مختلفة حيث تميل واجباتها للتغير كلما تقدمت الشغالات فى العمر وتتحسن قدرتها على أداء مهام معينة بالممارسة. ويوجد إختلاف كثير فى تسلسل المهام ولكن تعمل الشغالات فى أيامها الأولى كحشرة كاملة

كالخادمة حيث تقوم بتنظيف العيون حتى يمكن إعادة استخدامها. وعندما تبلغ ثلاثة أيام من العمر تصبح نحلة مربية nurse bee حيث تبدأ بتغذية اليرقات الكبيرة بخبز النحل ثم عند نمو غددها البلعومية تغذى اليرقات الصغيرة (١-٣ أيام) بالغذاء الملكى. وعندما تنمو الغدد المنتجة للشمع على الجانب السفلى للبطن تصبح بانية للإطارات comb builder. ثم تصبح فيما بعد نحلة مستقبلة حيث تتلقى الرحيق من الشغالات التى جمعته من الحقل وتنقله إلى العيون أو تؤدى أى عدد من الواجبات الخاصة بالمستعمرة والمرتبطة بجمع الغذاء. وقبل أن تصبح الشغالة نحلة حقل filed bee تعمل بعض الشغالات كحارسات guards عند مداخل الخلية. وتصبح الشغالات جامعات للغذاء من الحقل field foragers فى نحو ١٠ إلى ٣٤ يوماً من عمرها وفى العادة ما تستمر فى أداء هذه المهام باقى حياتها وربما لثلاث إلى أربع أسابيع فقط. عادة ما تضمر غدد الغذاء المتخصصة الموجودة فى الرأس والغدد الشمعية فى البطن ولا تصبح الغدد منتجة عندما تصير النحلة جامعة لمتطلبات المستعمرة forager. ومع ذلك يمكن للنحل أن يضبط ويكيف أنشطته لحد ما ليسد إحتياجات المستعمرة عند الضرورة. حيث يمكن للشغالات أن تستمر فى إنتاج الغذاء الملكى لأكثر من ٨٠ يوماً عندما لا يتاح نحل صغير ليقوم بهذا الواجب. ويمكن للغدد البلعومية فى الشغالات الأكبر أن تستعيد حجمها بعد ضمورها وتعاود تلك الشغالات القيام بمهام كمربيات نحل. وبالمثل يمكن لغدد الشمع النمو بعد ضمورها فى الشغالات الكبيرة السن وتصبح تلك الشغالات بانيات للإطارات لتغطى إحتياجات المستعمرة. وعرف أن الشغالات الصغيرة التى يبلغ عمرها أربعة أيام أن تتأهل وتصبح شغالات حقل عند الحاجة. يتضح من ذلك أن النحل يمكن أن يتغير فسيولوجياً عند الضرورة رغم أنه فى العادة يحدد دور النحلة فى المستعمرة الحالة الفسيولوجية لها.

الملكة هى أكبر نحلة فى المستعمرة والمسئولة عن وضع جميع البيض. وتميز عن الشغالات بحجمها وغياب سلال حبوب اللقاح على الأرجل الخلفية. ولا يمكنها أن تقوم بأى عمل من أعمال الشغالة ولا يمكن أن تطعم نفسها وتقوم الشغالات بإطعامها والعناية بها. تتشابه الملكة مع الشغالات وراثياً وإختلاف صفاتها السلوكية والطبيعية نتيجة بيئة تربيتها وغذائها عندما كانت يرقة. فالملكة تربى فى عين ملكية

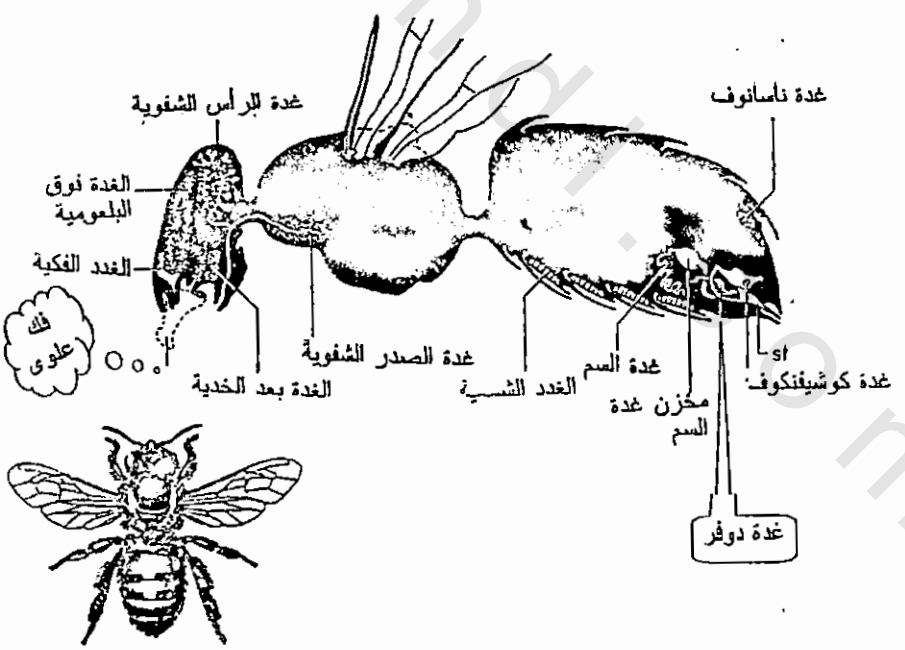
ذات بناء خاص. فالعين طويلة من شمع إسطوانى مستدق وعادة ما تكون فى أسفل الإطار (شكل ٧). تربى يرقات الملكة على الغذاء الملكى طوال فترة نموها ولا تغذى بتاتاً بخبز النحل. تغادر الملكة الجديدة الخلية بعد خروجها بعدة أيام لتتزاوج غالباً فى الهواء مع الذكور. وعادة ما تتزاوج فى عدة أيام متتالية وربما مع كثير من الذكور فى فترة التزاوج ولكن لا تتزاوج بعد بدئها من وضع البيض. تخزن الملكة الحيوانات المنوية التى تستقبلها من الذكور فى قابلتها المنوية spermatheca وتنطلق منها وقت الحاجة لإخصاب البيض. والملكة الجيدة قد تضع بيض كثير يصل إلى ٢٥٠٠ بيضة فى اليوم أثناء الصيف وعادة ما تعيش لعدة سنوات. وعندما تبدأ قدرتها على وضع البيض فى الانخفاض عادة ما تستبدلها الشغالات بتربية ملكة جديدة.

تتزايد مستعمرات النحل بالتطريد swarming. فتحت ظروف إزدحام ونمو عشيرة المستعمرة تربى الشغالات ملكة جديدة. وعندما يكتمل نمو هذه الملكة تترك الملكة القديمة ونحو نصف شغالات المستعمرة "الخلية" وتطير بأعداد ضخمة لموقع قريب وفى العادة ما يكون فرع شجرة. فى هذا المكان ينتظر معظم النحل عودة بعض نحل الإستطلاع scout bees الذى ذهب باحثاً عن مكان ملائم لمسكن جديد. عند عودة الأفراد الإستطلاعية يعاود الطرد الطيران ليبنى مستعمرة جديدة وتظل المستعمرة الأم "العجوز" فى موقعها الأصلى مع الملكة الجديدة وتستمر فى أنشطتها الطبيعية. أثناء تجنيد الشغالات للخروج فى طرد لتكوين عش جديد تمارس شغالات النحل رقصات خاصة مثل التى تؤديها عند الذهاب إلى المصادر الغذائية. إلى هنا نجد أننا فى حاجة إلى القاء مزيد من الضوء على شغالات النحل حتى يمكن إستغلاله فى تلقيح الأزهار بكفاءة عالية.

٢- واجبات شغالات النحل Duties of worker bees

أجريت أول الدراسات التفصيلية على واجبات شغالات النحل بواسطة Rösck (١٩٢٥، ١٩٣١) حيث ميز الشغالات بألوان مختلفة طبقاً لأعمارهم وراقب أنشطة الشغالات ذات الأعمار المختلفة فى خلية عرض ذات جدران زجاجية. ووجد أن أفراد الشغالات لا تتخصص فى مهام معينة ولكن لكل منها أدى مهام مختلفة وتميل المهمة

الخاصة لأن تتغير مع كبر النحلة فى العمر. فكانت مهمة النحلة فى اليوم الأول من خروجها أو نحو ذلك تنظيف الخلايا الشمعية لتصبح جاهزة لوضع البيض أو تخزين الطعام. وعندما تبلغ النحلة ٣-١٣ يوماً فى العمر تقوم النحلة بمهمة تربية النشئ nurse duty حيث يتردد كثيراً على الحضنة ويفحص البيض واليرقات فى العيون السداسية المفتوحة وعقب فحص اليرقات تغذيها بإفرازات من الغدد الفوق بلعومية والغدد الفكية mandibular glands الموجودة فى رؤوس الشغالات (شكل ٩). ولا يمكن للنحلة أن تقوم برعاية الصغار دون نمو الغدد الفوق بلعومية (شكل ٩). وعندما تكبر الشغالة قليلاً عندما تصل ما بين ٧-٢٤ يوماً من العمر تكون فى نحل Rösck الغدد المنتجة للشمع (شكل ٩) التى تقع على الجانب السفلى للبطن ويبنى النحل فى هذا العمر الإطارات الشمعية. بعد ذلك تقوم الشغالات بتلقى واستقبال الرحيق من الشغالات القادمة من الحقل وتعبئ أحمال حبوب اللقاح التى جمعتها الشغالات الجامعة لحبوب اللقاح فى العيون الشمعية كما تزيل من العيون الشمعية البقايا مثل حبوب اللقاح



(شكل ٩): الغدد ذات الإفراز الخارجى فى شغالة نحل العسل *Apis mellifera*

المتعفنة mouldy pollen والحضنة الميتة والقطع الشمعية القديمة من الإطارات الشمعية. مثل هذه الشغالات التى إنتهى دورها كمربيات للحضنة قبل أن تبدأ مهام العمل الحقلى يعمل بعضها كحارسات guards. يبدأ النحل فى العمل الحقلى foraging عندما يصبح عمره ما بين ١٠-٣٤ يوماً فى العمر ويستمر فى هذه المهام بقية أيام حياته. عموماً ــ فى هذا الوقت تضمحل الغدد الفوق بلعومية والغدد الشمعية فى النحل الذى يسرح فى الحقل foragers. ومع ذلك ــ بالرغم من أن النحل يميل لأداء سلسلة من المهام المتتالية إلا أنه وجد تداخل واضح فى الأعمال والأعمار التى تؤدى هذه المهام.

٣- تكيف الشغالات للمهام المختلفة Adaptability of workers to different tasks

أكد كثير من البحاث نتائج Rösck حيث أجروا دراسات مكثفة على سلوك النحل المعلم المعروف أعماره مع الملاحظة المستمرة لأنشطة أفراد معروفة العمر لفترات طويلة كل يوم. ووجد اختلاف هام فى الأعمار التى عندها تؤدى مهام مختلفة وذكر أمثلة عديدة لأفراد تؤدى عملان أو أكثر من المهام المختلفة فى نفس اليوم.

يبدو ــ إحتمالاً ــ أن النحل يعدل سلوكه على الأقل لحد ما ليغطى متطلبات مستعمرته وأجريت عدة تجارب لفحص ذلك بإعداد مستعمرات صناعية لا تحوى شغالات كبيرة العمر ولكن تحوى شغالات حديثة السن مع ملكة وإطارات تحوى حضنة أو إطارات فارغة ووجد تحت هذه الظروف أن النحل الذى عمره يومان فقط يغذى الحضنة عند الضرورة ويخرج النحل الذى عمره أربعة أيام فقط للسعى فى الحقل لجمع الغذاء رغم أنه مازال يحوى غدد فوق بلعومية كبيرة. وأظهرت تجارب أخرى أنه يمكن دفع نحل الحقل foragers لتربية الحضنة بصفة مستمرة أى أصبح نحل مربى للحضنة وأن الغدد البلعومية لـ ٧٠% من هذا النحل الذى عمره ٧٩-٨٣ يوماً كانت كبيرة ولكن إكتشف أن وزن وعمر النحل المربى تناقص عندما كانت النحل المربى للحضنة nurse bees أكبر فى العمر عن المعتاد. وعلى عكس التجارب السابقة عندما كانت المستعمرات تتكون كلها من نحل مسن أو نحل حقل مع ملكة وحضنة وجد أن هذا النحل المسن قام برعاية الحضنة فقط مع صعوبة فى

البداية وسرعان ما كبرت الغدد الفوق بلعومية لكثير من هذا النحل مـــرة أخـرى وتلقت الحضنة رعاية كافية. وبالمثل ــ وجد أن النحل عند الضـــرورة ــ يمكنـه تحديد نمو غدده الشمعية وبينى الإطارات. لهذا السبب المهمة المطلوب أداؤها يمكن تحدد ظروف غدد الشغالة worker's glands. ومع ذلك ــ من المحتمل أيضـــاً أن يكون العكس صحيح فعندما منع نمو الغدد الفوق بلعومية أهملت الشـــغالات مـــهام رعاية الحضنة nursing duties وخرجت مبكراً للسعى فى الحقل.

٤- تناسق أنشطة الشغالات Coordination of activities of workers

للحفاظ على كيان ووحدة المستعمرة فإن أنشطة أفرادهـــا يجـب أن تتناســق بطريقة ما. وتميل الدراسات الحديثة على عشائر الحشرات الإجتماعية على إكتشاف كيفية إنجاز ذلك. قد ينتج هذا جزئيا من التنبيه المباشر للفرد. فلقد لاحظ أحد البحـاث أنه أثناء أنشطة رعاية النحل للحضنة تتوقف بعض الشغالات عن العمـــل لبضـع ساعات فى وقت ما لتتجول فى الخلية. ودائما ما تفحص هذه الشغالات المتجولـــة "wandering bees" عيون الإطارات والحضنة ويطلق على هذا النشاط بالإستكشاف patrolling وهذا أدى إلى الاقتراح بإنه أثناء الإستكشاف تجمع كل نحلة المعلومات عن المهام المراد إجراءها. ويفترض أن التنبيه الذى تصادفه الشغالة المتجولة يعمل على إطلاق أنمطة سلوكية مناسبة إلى النحلة الملائمـــة فسـيولوجيا لأداء العمـل المطلوب. لقد أظهر البحث أن وجود حيز خالى فى المستعمرة مناسب لبناء الإطـار الشمعى فإن هذا الحيز ينبه نمو غدد الشمع فى بعض شغالات الخلية. كما ذكـر أن الغدد الفوق بلعومية لم تصبح نشطة تماما إلا عند وجود حضنة. كما وجد إختلافات كيماوية ثابتة فى غذاء الحضنة المقدم ليرقات الشغالات الصغيرة ويرقات الشغالات الأكبر ويرقات الملكات هذا أدى إلى اقـتراح Townsend & Shuel عـام ١٩٦٢ بوجود إختلافات فى تركيب الإفراز الغدى glandular secretion فـــى الشـغالات المختلفة وإذا كان ذلك صحيحا فإن يرقات الطبقات والأعمار المختلفة يجب أن تتجه لتنبيه القسم الصحيح right category من الشغالات الحاضنة nurse bee لكى تغذيهم.

توجد الحضنة فى أى مستعمرة طبيعية undisturbed colony فـــى الإطـــارات المركزية. وعادة ما يوجد فى كل إطار حضنة مخازن من العسل وحبـــوب اللقـــاح عند أطراف الإطار. وعلى كل جانب من إطارات الحضنة وربما فوق أو تحت تلك الإطارات توجد إطارات تحوى مخازن للعسل وحبوب لقاح فقط. ويوجـــد معظـــم النحل الصغير على إطارات الحضنة وكلما كبر النحل فى السن يوجد إتجاه كبـــير لهذه الشغالات من أن تتواجد علـــى إطـــارات الخـــزن store combs. وبـــالرغم أن النحل الصغير يميل لأن يبقى فى مركز أنشطة المستعمرة وقد يتعلم جزئيـــاً متطلبات مستعمرته خلال الخبرة الفردية المباشرة إلا أن هذا بمفـــرده ليـــس بكـــاف لوصف التناسق فى مجتمع كبير مثل مستعمرة نحل العسل. ويبدو أن هذا التناســـق يتم بدرجة كبيرة بواسطة وجود فرمونـــات مختلفـــة وأيضـــاً بنقـــل الغـــذاء مـــن نحلة لأخرى.

تنجذب شغالات نحل العسل إلى الإهتزازات والسخونة والرائحة الناتجة بواســـطة النحل المتعنقد cluster of bees (المتجمع). ويشـــكل هـــذا الجـــذب متطلـــب للحيـــاة الإجتماعية الذى يزداد عندما تكون الأفراد قادرة على نقل الغذاء مع أفراد هذا التجمـــع. فالنحلة التى تطلب الغذاء تدفع لسانها بين أجزاء فم نحلة أخرى. فتفتح النحلة التى تقـــدم الغذاء فكوكها العليا وتدفع للأمام الجزء الأمامى من لسانها وترجع regurgitate قطـــرة غذاء. وأثناء التغذية تتلامس بإستمرار وبحركات ثابتة كلاً من قرون إستشعار المســـتقبل والمعطى لتساعد النحل فى توجيه بعضه البعض. ويتكون الغذاء الذى يمر مـــن نحلـــة لأخرى من ماء أو رحيق أو عسل مرتجع من معدة العسل honey stomach.

يشاهد فى الصيف نقل سريع ومكثف للغذاء بين أفراد مســـتعمرة نحـــل العســـل. لذا سمح فى أحد التجارب لشغالات الحقل foragers أن تجمع ٢٠ مـــل مـــن شـــراب سكرى محتوى على فسفور نشط مشع radioactive phosphorus. ووجد أنه خـــلال ٥ ساعات ٢٧% وخلال ٢٤ ساعة ٥٥% من نحل المستعمرة كان يحمل إشـــعاع نشـــط radioactive. أفراد النحل التى تتلقى الغذاء عمرها أقل من النحل الذى يجلب ويعطـــى الغذاء. وكلما كبر النحل فى السن متوسط عمر كلاً من النحل الذى يمنح الغـــذاء وتلـــك التى تستقبله يزداد أيضاً لهذا السبب يميل الغذاء لأن يمر خلال المستعمرة مـــن النحـــل

الأكبر سناً وهو نحل الحقل إلى الأصغر الذى يتواجد على إطارات الحضنة. وبهذه الطريقة يمكن أن يدرك جميع أفراد المستعمرة نوعية الغذاء القادم للخلية كما يمكن للنحل تحديد المعدل الذى يجمع به الرحيق من التكرار الذى يقدم به الغذاء. والتغيرات فى إمدادات الغذاء تؤثر فى تربية الحضنة وإنضاج وتخزين العسل وإفراز الشمع وبناء الإطارات. لذا يمكن إفتراض أنه خلال نقل الغذاء يمكن أن تدرك أفراد المستعمرة الظروف المتغيرة خارجياً وداخلياً وتتفاعل طبقاً لذلك.

من العوامل الأخرى التى تؤدى إلى تناسق أنشطة الشغالات نقل المعلومات عن طريق الرسائل الكيماوية أو الفرومونات Pheromones. هذا النقل يتم فى مستعمرة النحل بالتلامس المباشر بين النحل وفى أغذيته أو فى الجو الداخلى للخلية atmosphere. من فرمونات نحل العسل التى وجه إليها الإهتمام الكبير تلك التى تنبعث من الملكة. حيث وضح أن سطح جسم الملكة يحمل مادة تحصل عليها الشغالات مباشرة بواسطة اللعق أو غير مباشرة من شغالات النحل الأخرى خلال الغذاء المرتجع regurgitated food يعمل هذا الفرمون على تثبيط الشغالات من تربية ملكات إضافية كما يثبط نمو مبايضها. كما أشير أيضاً إلى إشتمال الفرمون لمواد ذات رائحة odoriferous substances تساهم فى التثبيط الكامل كما يجذب المكون الرئيسى لإفراز الغدة الفكية الملكية الذى يتحكم فى تربية الملكات وتثبيط نمو مبايض الشغالات الذكور لمتابعة الملكة أثناء طيران الزفاف. يجذب هذا الفرمون أيضاً إلى جانب فرمونات أخرى الشغالات إلى ملكتها أثناء طيران التطريد.

بصرف النظر عن كون نقل الغذاء food transfer نفسه وسيلة من وسائل نقل المعلومات إلا أن هذا النقل يشكل وسط لتمرير بعض الفرمونات الخاصة بتنظيم المستعمرة. كما أن الشغالات لا تغذى أفرادها فقط ولكن تغذى ملكتها أيضاً. وأحد الطرق التى قد تؤثر بها الشغالات على وضع البيض يتم عن طريق تنظيم الغذاء التى تقدمه لها الذى يتناسب مع جهد ومعدل وضع البيض الذى تضعه. كما يمكن للشغالات أيضاً تنظيم معدل وضع البيض عن طريق عدد الخلايا الشمعية التى تنظفها وتعدها لإستقبال البيض. ومع ذلك لازالت العلاقة معقدة بسبب أن الفرمونات المنتجة بواسطة الملكة تنبه الشغالات لتربية الحضنة وبناء الإطارات. سيجد القارئ أيضاً مزيداً من

المعلومات عن العوامل التى تؤدى إلى تناسق أنشطة الشغالات تحت الموضعات التالية مباشرة.

٥- لماذا تنطلق الشغالات للعمل الحقلى؟ Why workers start to forage?

مازال هناك الكثير من المعلومات لم يكشف العلم عنها إلى الآن عن لماذا تغير النحلة من مهامها فى الخلية house-duties إلى مهام العمل الحقلى foraging. من المعروف أن درجة حرارة مركز عش الحضنة حيث يوجد النحل الصغير تحافظ المستعمرة على أن تبقى نحو ٣٥ °م (٩٥ °ف) وتتناقص تجاه أطراف المستعمرة. ومعروف أنه كلما كبرت الشغالة يزداد معدل التمثيل الغذائى وتتناقص درجة الحرارة التى تفضلها. هذا قد يساعد فى تفسير إتجاه شغالات النحل فى تفضيلها للتجمع عند أطراف المستعمرة كلما تقدمت فى العمر. أى تصبح مكيفة أكثر لدرجة الحرارة الأقل وتصبح تلك الشغالات ذات قدرة أكبر من الشغالات الصغيرة السن فى معايشة البرد وتظل نشطة وتطير عند درجات الحرارة الأقل ومن المحتمل أن تزداد قوة مع هذا التكيف. لهذا السبب كلما كبرت الشغالة فى العمر فإنها تتأهل فسيولوجياً للخروج إلى الحقل لجمع الغذاء ومتطلبات المستعمرة الأخرى.

ذكر البعض أنه كلما إزدادت أعداد الشغالات فإن ذلك يزيد من إحتمال أن يتجه جزء منها لأداء سلسلة من مهام أخرى. فإزدياد أعداد الشغالات يؤدى إلى الإستغناء عن عمل البعض فى المستعمرة فتصبح شغالات حقلية. ويزداد هذا الإحتمال عندما تكون تلك الشغالات قامت سابقاً ببعض المهام داخل الخلية فى بداية شبابها.

تبدأ معظم شغالات النحل خاصة الكبيرة فى السن فى المهام الحقلية عقب متابعة رقصات شغالات أخرى قادمة من عمل حقلى ناجح. مع ملاحظة قيام قليل جداً من الشغالات من تلقاء نفسها فى البحث عن المحاصيل الغنية بالغذاء. ومما يساعد فى خروج الشغالات إلى العمل الحقلى أنه عندما يزداد تعداد الشغالات مع تناقص الرحيق الآتى من الحقل أو يصبح غير كافى لتغطية إحتياجات الشغالات الصغيرة التى تطلب الغذاء من الشغالات الأكبر سناً يندفع عدد أكبر من الشغالات

المتقدمة فى العمر إلى متابعة رقصات شغالات الحقل فتخرج باحثة عن مصادر الغذاء.

٦- مهام شغالات الحقل Duties of foragers

عندما تصبح النحلة شغالة حقل forager فإنها تجمع الرحيق وحبوب اللقاح أو البروبوليس propolis والماء فى بعض الأحيان. يستخدم البروبوليس فى لصق شقوق جدر الخلية وتقليل الفتحات. وجميع الشغالات التى تجمع البروبوليس تؤدى عمل اللصق به داخل الخلية. لذا من السهل أن ندرك أن هذه الشغالات تتلقى معلومات مباشرة عن إحتياجات المستعمرة من البروبوليس وتقوم بمهام جمعه وإستخدامه تبعاً لذلك.

من المعروف أن الماء لا يخزن فى الخلية ولكن يجمع عند الحاجة لتخفيف تركيز بعض مخازن العسل honey stores أو تبخيره داخل الخلية لخفض درجة الحرارة عند ارتفاعها عن الحد المناسب. وبسبب أن النحل الصغير house-bees هو الذى يستخدم الماء الذى يجلبه النحل الكبير foragers يبدو أن المعلومات الخاصة بالحاجة للماء تنقل من النحل الصغير إلى الكبير بطريقة ما. ويبدو أن نقل الغذاء بين النحل يمكن من أداء هذا العمل. فلقد ذكر أنه عندما تكون هناك حاجة كبيرة لإستخدام الماء داخل المستعمرة ــ فإن شغالات الحقل العائدة إلى خلاياها محملة بالماء أو بالرحيق المخفف تجد زملائها الصغار تواقة إليه وتتلقاه بسرعة. بينما شغالات الحقل المحملة برحيق مركز تجد صعوبة فى وجود نحل يقبل ما تحمله. وبالتالى تنقل المعلومة الخاصة بحاجة المستعمرة للماء وتتشجع الشغالات فى جمع الماء أو الرحيق المخفف ويثبط فى نفس الوقت جمع الرحيق المركز فى الخلايا المحتاجة للماء. وعندما لا تعد هناك حاجة للماء فإن نفس شغالات الحقل المحملة بالماء ستجد صعوبة فى قبول النحل الصغير لما تحمله من ماء ولكن يتلهف النحل الصغير house-bees لقبول أحمال الرحيق الأكثر تركيزاً. وقد وجد أحد الباحثين أنه عندما تكون هناك حاجة قليلة للماء يجمعه عدد قليل من الشغالات وتؤدى الأخيرة ذلك فقط بين رحلات الرحيق وحبوب اللقاح. ولكن عندما تكون

هناك حاجة ماسة للماء فإن شغالات الحقل تقوم بإكتشاف مكانه وأخبار زملائها عن موقعه.

بالرغم من أن بعض الأزهار تنتج حبوب لقاح فقط والبعض الآخر ينتج رحيق وقليل من حبوب اللقاح يمكن لشغالات الحقل أن تجمع كلاً من الرحيق وحبوب اللقاح من معظم الأنواع. ولا توجد إشارة قوية بتغير إتجاه النحلة لجمع الرحيق أو حبوب اللقاح مع تقدم العمر. وفى الحقيقة تجمع كثير من شغالات الحقل حبوب اللقاح فى بعض الرحلات والرحيق فى رحلات أخرى. وهناك بعض الشغالات التى تجمع رحيق فقط والبعض الآخر يجمع حبوب لقاح فقط. هذا إلى جانب بعض الشغالات الأخرى تجمع حبوب لقاح ورحيق من نفس المحصول فى نفس الوقت. لذا فإن نجل الحقل كأفراد يضبط سلوكه إما كلياً أو جزئياً طبقاً لإحتياجات المستعمرة.

٧- العوامل المسببة لجمع حبوب اللقاح Factors causing pollen collection

لم تجرى دراسات مكثفة عن العوامل المسببة لجمع الرحيق ومن غير المعروف ما إذا كانت كمية الرحيق المجموعة لها علاقة بالكمية المخزنة. كما أن العلاقة ما بين كمية الحضنة الموجودة فى المستعمرة وما تستهلكه من حبوب لقاح وبين مخزونات حبوب اللقاح تحتاج أيضاً إلى مزيد من البحث. ومع ذلك وجد بعض البحاث علاقة موجبة بين تربية الحضنة وجمع حبوب اللقاح فى أوقات السنة المختلفة. كما وجد أحد البحاث علاقة موجبة فى ثلاث مناحل بين عدد البيض الموجود فى المستعمرة وكمية حبوب اللقاح التى تجمعه الشغالات فى أواخر الربيع والصيف وبين جمع حبوب اللقاح وإنتاج العسل فى منحلين من الثلاث مناحل. لذا ـ من المحتمل ما تحدد كمية حبوب اللقاح المجموعة تربية الحضنة على وجه الخصوص فى أوقات معينة من السنة. ففى إسكوتلند تزداد فجأة كمية فائض surplus حبوب اللقاح المخزونة فى عيون الإطارات من ابريل وما بعده وتصل ذروتها إلى نحو ١٠٣٠سم٢ فى يونيو ويوليو وأغسطس . ثم يحدث هبوط سريع من أكتوبر إلى مارس لتصل كمية الحبوب الموجودة إلى نحو ١٣٠سم٢. وليس

واضحاً ما إذا كانت الدورة السنوية لحبوب اللقاح المخزنة تعكس تأثير إيراد income حبوب اللقاح على تربية الحضنة أو تربية الحضنة على إيراد حبوب اللقاح. ولكن بسبب تشابه شكل منحنى التربية الفصلية للحضنة مع منحنى تخزين حبوب اللقاح لذا فإن التفسير الأول من المحتمل أن يكون صحيح.

لقد وضح أن كمية الحضنة فى المستعمرة تؤثر على كمية حبوب اللقاح المجموعة. فعند إزالة الحضنة من المستعمرة سبب ذلك نقص سريع فى سعى الشغالات فى الحقل عموماً وجمع حبوب اللقاح على وجه الخصوص. بينما وضع إطارات حضنة يزيد بسرعة جمع حبوب اللقاح. وتؤثر جميع أطوار الحضنة على جمع حبوب اللقاح ولكن الطور اليرقى ذات تأثير خاص. وبينما الشغالات الجامعة للرحيق nectar-gatherers تنقل عادة أحمالها إلى النحل الصغير house-bees داخل مدخل الخلية نجد أن جامعات حبوب القاح pollen-gatherers تضع أحمالها مباشرة فى العيون الشمعية المعدة للتخزين والمعروف بقربها للحضنة. لقد أشار أحد البحاث إلى أن رائحة الحضنة بمفردها وملامسة نحل الحقل للنحل الذى يرعى الحضنة كان كل منها مسئول جزئياً لحس شغالات الحقل على جمع حبوب اللقاح. ويشكل الإقتراب الفعلى لشغالات الحقل لمنطقة الحضنة العامل الأكثر أهمية وعلى ذلك ــ من المحتمل أن تنبه شغالات الحقل طبيعياً لجمع حبوب اللقاح بالتلامس المباشر مع الحضنة. ولكى نقترب أكثر إلى كيفية تلقى شغالة الحقل للمعلومة الخاصة بحاجة المستعمرة لحبوب اللقاح دعنا نقترب للموقع التى تخزن فيه شغالات الحقل حبوب اللقاح. من المعلوم أن العيون الشمعية التى تضع فيها شغالات الحقل أحمالها من حبوب اللقاح عادة ما تكون قريبة من الحضنة وهى عيون أعدت بشكل خاص من قبل الشغالات الصغيرة لإستقبال تلك الأحمال. ومن المحتمل أن النحلة التى ترعى عدد من الحضنة عندما تجد صعوبة فى الحصول على حبوب لقاح لتغذى بها اليرقات التى تربيها فإنها تجهز عيون شمعية لإستقبال حبوب اللقاح. وبهذه الطريقة يزداد عدد العيون التى تعد لتلقى أحمال حبوب مع زيادة طلب الشغالات لها. وعلى هذا ربما تعتمد كمية حبوب اللقاح المجموعة على معدل تكرار

الخلايا الشمعية الفارغة المخصصة لحبوب اللقاح التى تصادفه شغالات الحقل. و من ثم على السرعة التى تمكن نحل الحقل من الخروج والعودة بأحمال لحبوب اللقاح. يتوافق هذا الإفتراض مع نتائج بعض البحاث حيث وجد البعض أنه عند إزالة حبوب اللقاح من المستعمرة إزداد خروج شغالات الحقل لجمع حبوب اللقاح كما وجد البعض أنه عند وضع حبوب لقاح إضافية فى أطباق ضحلة فوق إطارات حضنة نحل العسل اهتم بها النحل الراعى للحضنة nurse bees وتغذى عليها وإستخدمها فى تغذية الحضنة وإنخفض تعداد الشغالات التى تذهب للحقل لجمع حبوب اللقاح.

وجود الملكة فقط ــ بصرف النظر عن الحضنة التى تنتجها ــ ذات تأثير مباشر على خروج الشغالات للعمل الحقلى foraging. حيث يتناقص جمع حبوب اللقاح بسرعة عند إزالة الملكة من المستعمرة. كما توجد تقارير تشير إلى أن خروج شغالات الحقل للعمل يقل فى المستعمرات التى تربى ملكات مقارنة مع المستعمرات التى لا تربى ملكات وربما عدم كفاية فرمون الملكة فى الحالة الأولى هو السبب.وهناك تقارير تشير إلى أن غياب الملكة أو فرمونات الملكة queen's pheromones يثبط جمع الرحيق. كما أظهرت بعض التجارب إلى أن وجود الملكة يشجع مجموعة صغيرة من الشغالات لتخزين الرحيق ووضع أحمال من حبوب اللقاح فى الإطارات. وهنا من المثير أن نكتشف ما إذا كان زيادة كمية معينة من الفرمونات التى تنتجها الملكة أو الحضنة تؤدي إلى زيادة سعى النحل فى الحقل وعلى الأخص جمع حبوب اللقاح. وبالطبع الكشف عن ذلك سيكون له تطبيقات عملية هامة.

وبدون شك سيلقى البحث العلمى بضوء أكثر على وسائل إتصال أفراد النحل ببعضه ومن المحتمل إكتشاف طرق جديدة وهناك أمل فى إستغلال على الأقل بعضاً منها لزيادة كفاءة تلقيح مستعمرة نحل العسل.

٨- سلوك رعى النحل Foraging behaviour of bees

معظم الدراسات التى أجريت فى هذا المجال كانت على نحل العسل والقليل منها على أنواع أخرى من النحل مثل نحل البامبل وعند ذكر كلمة نحل نعنى بذلك نحل العسل حيث سنذكر نوع النحل الآخر إذا تطرق الحديث عنه. يزور النحل ونحل البامبل الأزهار لجمع الرحيق وحبوب اللقاح وينجذب إلى الأزهار ويتعرف عليها

بواسطة اللون والشكل والرائحة.

للنحل القدرة على تميز أربعة أنوع من الألـــوان وهـــى الأصفـــر والأزرق ــ المخضر والأزرق والفوق بنفسجى ultraviolet (نحل العســـل ونحـــل البـــامبل). وعندما يعمل النحل على لون واحد فقط من الأزهار فإنه يتكيف مع اللون ولا يزور أزهار من لون مختلف. ومع ذلك ــ عند تواجد أكثر مـــن لـــون واحـــد لأزهـــار المحصول يستطيع النحل أن ينتقل من لون لآخر وقد يتجـــاهل لـــون ذات مظـــهر مميز. للنحل القدرة على تعلم الشكل العام للأزهار والشكل العام للنباتات ولكن حدته البصرية ضعيفة. ويمكنه الإنتقال بين النباتات الطويلة والقصيرة التابعة لنفس النوع وبين الأزهار فى مراحل مختلفة من التفتح.

للنحل حاسة شم عالية التطور وله القدرة على التدريب ليرتبط سعيه برائحة أو لخليط من الروائح. وتدرك حاسة الشم فى النحل حدوداً أقل كثيراً من التى يســتطيع الإنسان أن يدركها فنحل العسل ونحل البامبل مهيئ لروائـــح زهريـــة لا يســـتطيع الإنسان أن يشمها مثل الروائح المنبعثة من أزهـــار *Echium vulgare, Vaccinium myrtillus, Linaria vulgaris*. وبالرغم من أن الشـــكل العـــام للنبـــات أو الزهـــرة وخاصة لون الزهرة يرشد النحل إلى النبات من بعد، إلا أنه عندما تكـــون النحلـــة قريبة من الزهرة تعمل الرائحة على تنبيه النحل للإهتداء إلى الزهرة. وإذا أضيفـت رائحة غريبة إلى الزهرة فإن النحل الساعى foragers لا يتشجع عادة إلى زيارتها.

بالرغم من أن البتلات هى السمة الأكثر وضوحاً للحشـــرة المحبـــة للأزهـــار entomophilous flower إلا أن الـــ adroeicum نفسها قد تحور لتزيد أو تحل محل البتلات فى جذب الحشرات إما بالرؤيا أو بالرائحة. ويتوافق أقصى إزدهار للبتلات وإفراز الرحيق وإنتاج الرائحة مع إنفتاح المتك وبذا فإن جامعات الرحيـــق تلتقـــط حبوب اللقاح الناضجة على أجسامها. وتذبل البتلات ويتوقف إنتاج الرحيق والرائحة عقب إخصاب الزهرة. وتبقى إفرازات الرحيق فى الأزهار التى لم تلقح بعد لفترة أطول من المعتاد.

أ- الرحيق وجمعه Nectar and its collection

توجد الخلايا أو الغدد المتخصصة فى إنتاج الرحيق nectaries والنسيج المنتج للرحيق nectariferous tissue فى أجزاء كثيرة من الزهرة بما فيها التخت receptacle والبتلات والسبلات وقواعد خيوط الأسدية filaments وعضو التأنيث pistil (gynoecium). يتأثر إفراز الرحيق بنضج الأعضاء الجنسية (المياسم والأسدية) وأيضا بعمر الزهرة. وعادة ما يكون الإفراز أكبر ما يمكن فى اليوم الأول أو الأيام القليلة الأولى من تفتح الزهرة. وإفراز الرحيق فى بعض أنواع الأزهار يكون لفترة محدودة جدا.

درجة الحرارة الضرورية threshold التى عندها يبدأ إفراز الرحيق ودرجة الحرارة الأعلى التى عندها يتوقف الإفراز تختلف أيضا بإختلاف الأنواع النباتية وتساعد فى تحديد الأماكن التى يمكن أن ينمو فيه إقتصاديا أنواع المحاصيل المختلفة. وبخلاف درجة الحرارة ــ إفراز الرحيق يكون أعلى فى اليوم المشمس عن اليوم الملبد بالغيوم مما يعكس حقيقة أن سكريات الرحيق هى منتجات التمثيل الضوئى والتى بالطبع تتأثر بضوء الشمس. وقد تؤثر أيضا رطوبة التربة والضغط المحبط وحجم الرحيق وموقع الغدد المفرزة على الزهرة على الكمية المفرزة من الرحيق.

يحتوى الرحيق أساسا على السكر ولكن تساهم كميات صغيرة من المواد الأخرى على نكهة الرحيق aroma وصفات العسل الذى يعد منه. من هذه المواد أحماض عضوية وزيوت طيارة والسكريات المتعددة polysaccharides وبروتينات وإنزيمات وقلويات والسكريات الثلاث الرئيسية فى الرحيق هى السكروز والفركتوز والجلوكوز والسكريات الأخرى الأقل أهمية الموجودة فى الأنواع المختلفة هى المالتوز والرافينوز والملبيوز والتريهالوز والمليزيتوز. وعند تحليل رحيق ٦٠ نوع نباتى وجد أنه فى أى نوع نباتى أن نسب السكريات المختلفة تتجه لأن تظل ثابتة وفى دراسة أخرى تم فحص رحيق ٨٢٨ نوع نباتى ووجد أن الرحيق ذات تركيب ثابت. ووجد أن رحيق الأزهار ذات التويج الأنبوبى العميق corolla حيث غدد الرحيق المحمية يتكون أساسا من السكروز وكميات أقل من الجلوكوز

والفركتوز بينما يحتوى رحيق الأزهار الضحلة ومصادر الرحيق nectaries الغير محمية على قليل من السكروز والغالبية جلوكوز وفركتوز.

تتراكب أجزاء فم النحلة معا (شكل ٤) لتكون إنبوب تمتص خلاله الرحيق أو سائل حلو آخر. وفى الجزء الأمامى من البطن تتضخم القناة الهضمية لتكون حوصلة crop أو معدة العسل التى يخزن فيها الرحيق مؤقتا. وأقصى سعة لمعدة نحل العسل لحمل الرحيق هو نحو ٧٠ ملجرام ولكن متوسط حمل الرحيق يتراوح بين ٢٠ إلى ٤٠ ملجرام معتمدا فى ذلك لحد ما على جذب الرحيق والخبرة السابقة للنحلة موضع الاهتمام.

وجد أن نحل العسل يفضل محاليل من سكريات مفردة فى الترتيب التنازلى الآتى: السكروز، الجلوكوز، المالتوز، الفكتوز. ووجد أن خليط من أجزاء متساوية من الجلوكوز والسكروز والفركتوز كان مفضلا عن محلول من أى سكر فردى لنفس التركيز أو إلى خليط من هذه السكريات بنسب مختلفة. والنتيجة الأخيرة غريبة حيث لقليل من الرحيق نسب متساوية من الثلاث سكريات الرئيسية ومعظم الرحيق إما ساند فى السكروز أو ساند فى الفركتوز ــ جلوكوز. ومع ذلك وجد أن نسب السكروز والجلوكوز والفركتوز متشابهة أكثر فى *Meliolotus alba* حيث كونت ٣٦، ٢٧، ٢٤% من الجوامد الكلية مقارنة بـ *Trifolium, Medicago sativa, hybridum, I.pratense* وأن نحل العسل يفضل رحيق النوع النباتى الأول.

عندما يكون تركيز السكر فى الرحيق أسفل مستوى معين (قدر بـ ٢٠%) فإن الطاقة اللازمة لتبخير جزء من المحتوى المائى لإنتاج العسل قد تجعل الرحيق غير إقتصادى. لذا فإن النحل يفضل جمع الرحيق ذات الكمية الأكبر فى السكر وبسرعة قدر الإمكان ولهذا السبب فإن أهم العوامل المؤثرة فى الجذب إلى الرحيق هى وفرته وتركيز السكر.

قد يوجد إختلاف كبير فى متوسط تركيز سكر الرحيق فى الأنواع النباتية المختلفة وعلى سبيل المثال فى الـ *Trifolium pratense* ٢٢%. و *Citrus sinensis* ٣٠% و *T.repens* و ٤١% و *Brassica rapa* ٥١%. وقد تختلف كثيرا الأصناف المختلفة التابعة لنفس النوع فى تركيز الرحيق. ولكن رغم أن الأنواع والأصناف

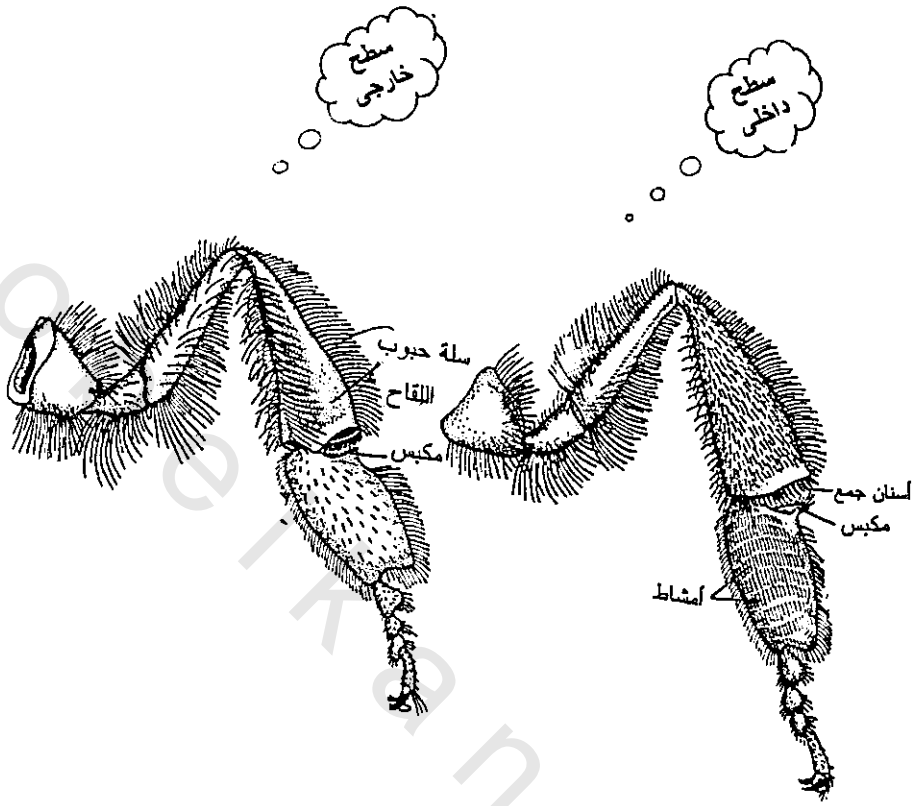
المختلفة قد تحوى رحيق ذات متوسطات مختلفة فى تركيز السكر حتى داخل الزهرة الواحدة وخاصة الأزهار الضحلة المتفتحة إلا أن تركيز السكر يخضع لتذبذبات هامة نتيجة لتعرض الأزهار للرياح والمطر وتغير درجة الحرارة والرطوبة النسبية. لذا فإن جاذبية نوع الزهرة قد تختلف فى أوقات مختلفة من اليوم وفى المراحل المختلفة من التزهير.

وفى الحقيقة رغم أن نوع الزهرة قد يبدى إيقاع إفرازى يومى خاص يلازمه وفرة فى زيارات النحل الجامع للرحيق. مثل هذا الإيقاع قد يتأثر بالتقدم فى عمر الأزهار والكمية الموجودة التى يعاد إمتصاصها وإختلافات التركيز التى تعتمد على الرطوبة النسبية. وذكر منذ زمن أن النحل يتكيف مع وقت الفترة اليومية التى ينتج فيها الرحيق للنوع الخاص الذى يزوره ويقضى بقية اليوم داخل الخلية. وعندما يقترب الوقت الذى يتاح فيه الرحيق يتجمع النحل بالقرب من فتحة الخلية.

قد تزيد أيضاً زيارات النحل والحشرات الأخرى المحبة للأزهار إفراز الرحيق. فلقد لوحظ أن تركيز السكر فى الأزهار التى زارها النحل أقل من الأزهار التى لم يزورها النحل. كما إكتشف أن الإزالة المتكررة للرحيق من الأزهار زودت الكمية الكلية من الرحيق والإفراز السكرى رغم أن تركيز السكر كان أقل. كما لاحظ أحد الباحث أن الأزهار التى أزيل منها الرحيق ثلاث مرات فى اليوم أنتجت رحيق أكثر من التى أزيل منها مرة واحدة. وهذا أدى إلى الإقتراح بأن أخذ عينة تركيز الرحيق للأزهار سيشير إلى عدد الزيارات التى تمت وإحتمال تلقيحها من عدمه.

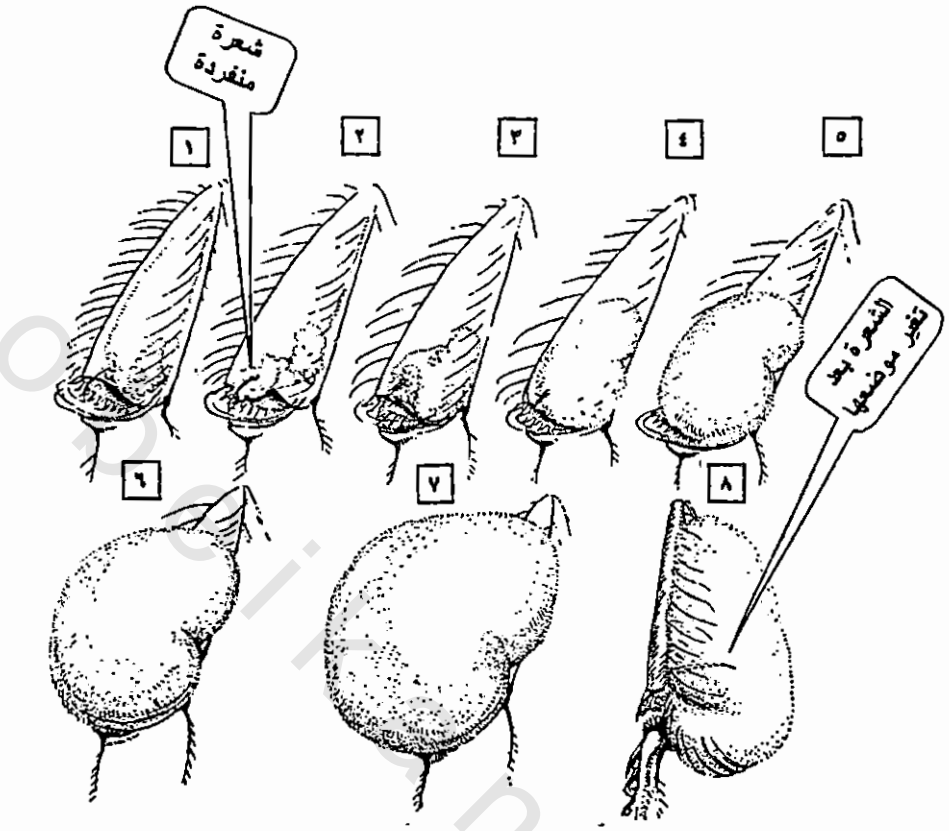
ب- حبوب اللقاح وجمعها Pollen and its collection

يتكون الجزء القابل للهضم فى حبة اللقاح أساساً من البروتين والدهن والكربوهيدرات مع مواد غير عضوية مختلفة. ويأكل حبوب اللقاح حشرات مختلفة خاصة تلك التابعة لرتب غشائية وثنائية وغمدية الأجنحة. كما تشكل حبوب اللقاح



(شكل ١٠) الأرجل الخلفية

أو مشتقاتها جزء هام من غذاء يرقات النحل الإجتماعى والفردى الذى أجسامه مليئة بالشعر hairy bodies ومؤقلمة تماماً لجمع وحمل حبوب اللقاح. ويمتلك نحل العسل ونحل البامبل تحورات خاصة لتعبئة حبوب اللقاح لتسهل حملها ونقلها إلى مستعمراتها فى صورة كريات حبوب لقاح pollen pellets فى سلال حبوب اللقاح pollen baskets أو الـ corbiculae على أرجلها الخلفية (شكل ١٠). ويشار إلى كرتى حبوب اللقاح التى تجمعها النحلة أثناء رحلة سعيها بحمل حبوب اللقاح pollen load (شكل ١١). يختلف هذا الحمل كثيراً فى وزنه وحجمه مع المحاصيل المختلفة ويبلغ متوسط وزنه من ٨ إلى ٢٩ ملجرام رغم أن الوزن بين ١٤ إلى ٢٠ ملجرام يبدو أنه الأكثر إعتياداً.



(شكل ١١): مراحل تكوين حمل حبوب اللقاح. تُدفع الشعرة الفردية المتجهة الى أسفل تدريجياً الى وضع افقي لتعمل كوتد وسط الحمل

وقدر أن عشرة أحمال متوسطة الحجم من حبوب اللقـــاح ضروريـــة للإمـــداد البروتينى الخاص بتربية نحلة عسل واحدة و ٢ مليون حمل من حبوب اللقاح أو ٢٠ كجم حبوب لقاح لتربية حضنة مستعمرة قوية من نحل العسل فـــى العـــام. وفـــى تقديرات مماثلة ــ قدر أن المستعمرة تحتاج من ١٨ إلى ٢٣ كجم أو ٢٥ إلـــى ٣٠ كجم حبوب لقاح فى العام. وذكر وفا عام ١٩٥٦ أن مستعمرة النحل فـــى مصـــر تجمع متوسط قدره ١٦ كجم حبوب لقاح فى العام (بمدى ١٣–٣١ كجم) وبمتوســـط شهرى يتراوح من ٠,٤ كجم فى أكتوبر إلى ٢,٤ كجم فى أغسطس.

ويفضل النحل حبوب لقاح أنواع نباتية على أخرى. على سبيل المثال حبـــوب لقاح *Brassica alba, Trifolium pratense* عادة أكثر جذباً من *Medicago sativa*.

كما لوحظ أن حبوب لقاح نوع واحد من الـ *Eucalyptus* كان أقل جذباً من حبوب لقاح الأنواع الأخرى. وهذا يشير إلى أن حبوب اللقاح نفسها يمكن أن تحدد ميل النحل لإختيارها بصرف النظر عن سهولة جمعها. ولا يبدو أن إختيار حبوب اللقاح يتأثر بعمرها أو لونها أو رطوبتها أو محتواها البروتيني. رغم أن لبعض حبوب اللقاح قيمة غذائية وبيولوجية أكبر لنحل العسل على حبوب أخرى حيث ينتج عنها فى الأطوار الكاملة أعمار أطول ونمو أكبر فى غدد تغذية الحضنة brood food glands والمبايض والأجسام الدهنية. ورغم ذلك لا يوجد ما يبرهن بأن النحل يختار حبوب اللقاح تبعاً لقيمتها الغذائية.

يبدو أن هناك إرتباط بين كثافة رائحة حبوب اللقاح وإختيارها ولكن لم يتأكد بعد من ذلك. وإذا كانت كثافة الرائحة هى المسئولة عن جاذبية حبوب اللقاح وإذا أمكن تعريف وتخليق هذه الرائحة فإنها ستكون مهمة جداً ليس فقط لزيادة الجذب للمحصول ولكن أيضاً لإعداد بدائل حبوب اللقاح التى تغذى بها المستعمرات أثناء ندرة الحبوب الطبيعية وجعل تلك البدائل أكثر قبولاً. لقد ذكر أن حبوب اللقاح تحتوى ستيرولات نباتية phytosteroles تجذب النحل. وأوضحت التجارب الأولى أن مستخلص الهكسان أو الايثيل إيثر لحبوب اللقاح كان جاذب للنحل السارح وتنشط الإستجابة السلوكية لتعبئة سلال حبوب اللقاح. وعند إزالة هذه المادة الجاذبة من حبوب اللقاح لم يجمع النحل تلك الحبوب رغم أنها تحتوى على أكثر من ٩٧% من إجمالى المادة الجافة التى تشمل معظم المواد المغذية. وعلى العكس جمع النحل السليلوز الغير مغذى عند إضافة هذه المادة إليه. وفى مقارنة عن الإستهلاك داخل الخلايا لغذاء صناعى أساسى الذى أض ٠ إليه مستخلصات مختلفة لحبوب اللقاح وجد أن إضافة مستخلص الإسيتون المحتوى على الدهون الذائبة زاد من كمية الغذاء المستهلك. لقد عزل أكثر من باحث حمض الـ trienoic المكون من سلسلة كربونية مستقيمة من ١٨ ذرة كربون من حبوب لقاح جمعها النحل ووجد أنه جاذب جداً للنحل. لذا فإن الطبق الذى إحتوى دقيق من السليلوز أضيف إليه هذا الحمض زاره النحل بمعدل ١٥ مرة أكثر من الطبق الذى إحتوى على سليلوز فقط.

لقد إكتشف Parker عام ١٩٢٦ أن النحل يجمع حبوب اللقاح من نباتات مختلفة في أوقات مختلفة من النهار. وأشار باحثاً آخر إلى أنه قبل أن تتاح حبوب اللقاح للنحل فإنه من المهم أن ينفلق المتك وتتفتح الزهرة وفترة هذه العملية هامة لنشاط النحل. تنفلق (تتفتح) متك بعض الأنواع وهى فى البرعم الزهرى مثل *Trifolium pratense* و *T.repens* و *Vicia faba* بينما متك أنواع أخرى تتفتح بعد تفتح الأزهار كما فى *Cucurbita pepo* و *Ribes nigrum* وقد يحدث تفتح المتك والأزهار فى وقت واحد تقريباً كما فى *Brassica alba*. وبينما تكون حبوب لقاح معظم الأنواع متاحة خلال الجزء الأكبر من اليوم إلا أن ذروة تواجد حبوب اللقاح تختلف كثيراً وتميل لأن تشكل صفة للنوع موضوع الإهتمام وثبت وجود إرتباط بين وقت اليوم الذى تكون فيه حبوب اللقاح أكثر وفرة وجمع تلك الحبوب بواسطة نحل العسل.

عندما ينفلق المتك فى البرعم الزهرى سيحدد وقت أول تفتح للأزهار الوقت الذى ستكون فيه حبوب اللقاح متاحة فى الحقل. تتفتح بعض الأزهار لمدة يوم واحد ويتفتح أنواع أخرى من الأزهار لعدد من الأيام المتتابعة وتقفل فى المساء. وقد يختلف وقت التفتح مع عمر الزهرة. على سبيل المثال ــ تبدأ أزهار *Vicia faba* التفتح فى أول يوم فى نحو الساعة ٢ بعد الظهر والساعة ١١ صباحاً فى ثانى يوم و ٨ صباحاً فى اليوم الثالث. وتبعاً لذلك تتاح معظم حبوب اللقاح فى أزهار *Vicia faba* بعد الظهر فى التفتح الأول. وغالبية أنواع أخرى من الأزهار التى ينفلق متكها فى البراعم تتفتح فى الصباح. ومع ذلك هناك أنواع أخرى من الأزهار تتفتح أزهارها بإستمرار طوال النهار وبذا يصبح هناك إمداداً مستمراً من حبوب اللقاح. وعندما لا يكون وقت التفتح الزهرى هو العامل المحدد نجد أن وقت إنفلاق المتك ينظم جمع حبوب اللقاح. يحدث التفتح الزهرى لـ *Ranunculus acris* مبكراً جداً فى بداية اليوم ومتأخراً جداً فى آخر النهار وانشقاق المتك وتكشف حبوب اللقاح يصل أقصاه ما بين التاسعة والعاشرة صباحاً فيهيمن على جمع حبوب اللقاح فى هذا الوقت. فى بعض الأحيان تنغلق جميع متك الزهرة معاً فى وقت واحد كما فى

Ribes nigrum و *Brassica oleracea, Cucurbita pepo*. وقد يتم إنفلاق المتك وتكشف حبوب اللقاح فى أنواع أخرى خلال بعض من الأيام مثل *Prunus cerasus* فى ١-٢ يوم و *Fragaria x ananassa* فى ١-٣ أيام و *Rubus fruticosus* فى ١-٤ ايام و *prunus persica* فى ١-٥ أيام و *Pyrus communis* فى ٢-٧ أيام و *Rubus idaeus* فى ٢-٩ أيام و *Helianthus annuus* فى ٦-١٣ يوم. كما تختلف كثيرا كمية حبوب اللقاح التى تنتجها الزهرة الواحدة بإختلاف الأنواع ولا يوجد إتصال واضح بين كمية الحبوب فى الزهرة الواحدة وميل النحل فى جمع ما بها من حبوب.

بالرغم من أن التكرر المنتظم regular rhythm لتواجد حبوب اللقاح والذى يمثل صفة للنوع والمحتمل أن يكون أقل اختلافا من التكرر المنتظم لتواجد الرحيق إلا أنه يخضع للتذبذبات المرتبطة بتغير الظروف المناخية. ولا تؤثر العوامل المناخية فقط وبشكل مباشر على طيران النحل ولكن أيضا بطريق غير مباشر خلال إنتاج حبوب اللقاح والرحيق فى الأزهار. ويبدو أن درجات الحرارة ذات أهمية خاصة كعامل محدد لكلا من طيران النحل وتوافر حبوب اللقاح.

عموما ــ فى أوروبا الغربية توجد زيادة فى جمع حبوب اللقاح مع زيادة درجة الحرارة من ١٠ إلى ٣٠ °م نتيجة للزيادة المطردة فى عدد الخيوط التى تحمل متك ناضجة وتوفر حبوب اللقاح. وبالمثل الكثافة الضوئية والمطر والرطوبة النسبية هامة أيضا ومع ذلك يصعب فى الحقل تقييم أحد هذه العوامل مستقلا عن العوامل الأخرى. فيشتد أكثر جمع حبوب اللقاح عندما يعقب الطقس الغير مناسب للسعى يوم مناسب عنه إذا كانت الظروف الجوية مناسبة لفترة طويلة. ويحتمل أن يكون ذلك جزئيا عندما يستجيب النحل لتحسن الظروف وجزئيا عندما يكون هناك حاجة كبيرة لمستعمرة النحل لحبوب اللقاح.

يتعمد أحيانا النحل الجامع لحبوب اللقاح خدش المتك ولكن يتعفر النحل البعض الآخر مصادفة بحبوب اللقاح عند وجوده أثناء جمع الرحيق. وبالرغم من أن كثير من النحل يمشط حبوب اللقاح التى على جسمه التى جمعها بالصدفة ويعبئها فى سلال حبوب اللقاح نجد أن هناك أنواع م النحل لا تظهر أى محاولة لتعبئتها فى

سلال حبوب اللقاح ولكن تكشطها من أجسامها وتهملها. سجل هذا السلوك عند زيارة النحل لـ *Helianthus annuus* و *Brassica napus* و *Rubus idaeus* وهى أنواع نباتية تنتج حبوب اللقاح بغزارة ورفض النحل لحبوب اللقاح سهل الملاحظة ويصبح هذا السلوك أقل وضوحاً على أزهار الأنواع الأقل وفرة فى حبوب اللقاح. بالتأكيد ــ على نفس المحصول وفى نفس الوقت يجمع بعض النحل الجامع للرحيق nectar-gatheres أحمالاً من حبوب اللقاح بينما لا يؤدى البعض الآخر ذلك. ومن المحتمل أن جامعات الرحيق هذه التى تحتفظ بحبوب اللقاح وتعبئها فى سلال حبوب اللقاح الخاصة بها تتلقى تنبيه أكبر لجمع حبوب اللقاح أثناء سعيها عن تلك التى تجمع حبوب اللقاح فقط. ولكن ليس بقدر التنبيه الذى يتلقاه النحل الذى يجمع حبوب لقاح عن عمد. ويلاحظ أن بعض جامعات الرحيق ذات الأحمال الكبيرة من حبوب اللقاح قد تتخلص من حبوب اللقاح العالقة بأجسامها وربما يرجع ذلك إلى إمتلاء سلالها عن آخرها بحبوب اللقاح بينما لم تمتلئ معدة العسل بعد بالرحيق. فى هذا النحل ــ يختلف كثيراً حجم الرحيق وإجمالى حبوب اللقاح. حيث سجل مبسط قدره ١٠–٤٠ ملجرام رحيق و ٧–٢٠ ملجرام حبوب لقاح. وهناك ما يشير إلى أن النحل الذى يجمع كلاً من الرحيق وحبوب اللقاح معاً لا يجمع كمية أى نمط مثل قدر النحل الذى يجمع فقط حبوب لقاح أو رحيق فقط.

بصرف النظر عن ما إذا كان النحل الساعى يتخلص من حبوب اللقاح أو يعبئها فى سلال حبوب اللقاح عادة ما تكون **أجسام النحل مغطاة بحبوب لقاح كثيرة.** وفى العادة ما يتواجد على صدر النحلة ضعف ما يتواجد على البطن وتميل أجسام النحل الجامع لحبوب اللقاح لأن تحمل أكثر من حبوب اللقاح عن أجسام النحل الجامع للرحيق. وهذه إجابة للتساؤل الذى يشير لماذا يرتفع معدل تلقيح الأزهار مع جامعات حبوب اللقاح. ووجد أيضاً أن كمية حبوب اللقاح التى توجد على أجسام النحل تختلف تبعاً للنوع والصنف الذى يعمل عليه النحل. لذا عند إستبعاد حبوب اللقاح الموجودة فى السلال كانت كمية الحبوب الموجودة على أجسام النحل بلغت متوسط قدره ٤٧ ألف حبة على جسم النحلة التى تعمل على *Fagopyrum emarginatum* وإلى

٤،٢ مليون حبة للنحل الذى يزور *Prunus idaeus* والنحل الذى يزور صنف مـــر *Ribes grossularia* و *Fragaria x ananassa* أو *Rubus idaeus* تحوى أجســـامه ضعف حبوب اللقاح مقارنة مع النحل الدى يرور أصناف أخرى من نفس النـــوع. ووصح أن جزء من هذا الإختلاف يرجع إلى العلاقة السالبة بين حجم حبوب اللقاح والعدد الذى يلتصق بأجسام النحل. وبدون شك ــ يرجع معظم هذه الإختلافات إلـــى كمية حبوب اللقاح التى تنتجها أزهار الأنواع المختلفة. وفى الحقيقة تنتـــج أزهـــار بعض الأنواع مثل *Ribes nigrum* حبوب لقاح قليلة جدا بدرجة يندر أن يجمع النحل منها أحمال لحبوب اللقاح.

جـــ- نقل معلومات المصادر الزهرية بواسطة نحل العسل

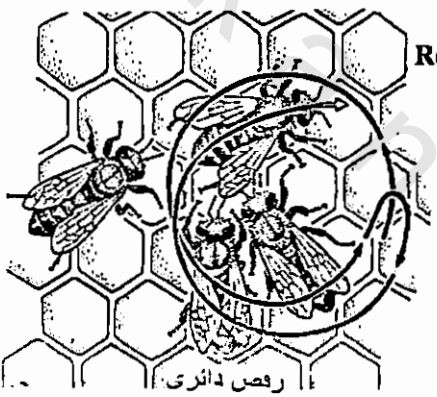
Communication of floral sources by honeybees

قدرة نحلة العسل السارحة forager الناجحة أى التى إهتدت إلى مصدر جيـــد للرعى فى نقل المعلومات إلى باقى الأفراد الأخرى من المستعمرة تساهم بدون شك فى كفاءة نحل العسل فى إستغلال النباتات المحيطة أى أن لشغالات النحل مـــهارات خاصة مؤثرة فى نقل المعلومات عن الحقل القريب. وبدأ التعرف على قدرة النحـــل فى نقل المعلومات عن أماكن الرحيق وحبوب اللقاح وغيرهـــا forage sites إلـــى زملائها عندما ذودت شغالات معلمة بمصدر غذائى ثم سمح لها بالعودة إلى خليتـــها مع منعها من ترك الخلية مرة أخرى

وأشـــار الظـــهور الســـــريع لشغالات أخـــرى عنـــد المصـــدر الغذائـــى المعـــد للنحـــل إلـــى أن المعلومات الخاصة بهدا المصدر قد نقلت داخل الخلية.

(شكل ١٢) نحلة حقل ترجع ما فى معدتها من رحيق وتتبادله مع زميلاتها فى الخلية لتتذوقه فيسهل التعرف عليه

وأظهرت الملاحظات الأخرى بإستخدام خلية عرض بوجه زجاجى إلى أن النحل السارح العائد عادة ما يؤدى رقصة عند وصوله للخلية. وتتابع النحلة الراقصة dancer شغالات أخرى حيث تتلامس قرون إستشعارها وتتذوق الغذاء (شكل ١٢) التى ترجعه. وقد أظهر التداول التجريبى experimental manipulation للمصادر الغذائية أهمية الرقص الذى أصبح حقيقة الآن وليس الإعتماد فى تبادل المعلومات عن طريق الرائحة فقط olfactory communication. حيث تسمح الإختلافات داخل الرقصات المختلفة بتنبيه الشغالات وإستدعاء شغالات جديدة لتعريفهم ببعد أو قرب المصادر الغذائية بالنسبة لموقع الخلية. وأصبح مفهوم جيداً الآن الغرض والرسائل المعلوماتية المتصلة بثلاث رقصات وهى الرقص الدائرى round-dance والرقص الإهتزازى waggle-dance وتردد البطن لأعلى وأسفل (DVAV) أى الرقصة الترددية dorsoventral abdominal vibrating dance.



جـ.١. الرقصة الدائرية Round-dance

يتم نقل المعلومات الخاصة بالغذاء القريب خلال رقصة دائرية بسيطة. حيث تتبادل الشغالة القادمة من الحقل فوراً الرحيق مع شغالات الخلية وتؤدى رقصة دائرية. حيث تقوم بعمل

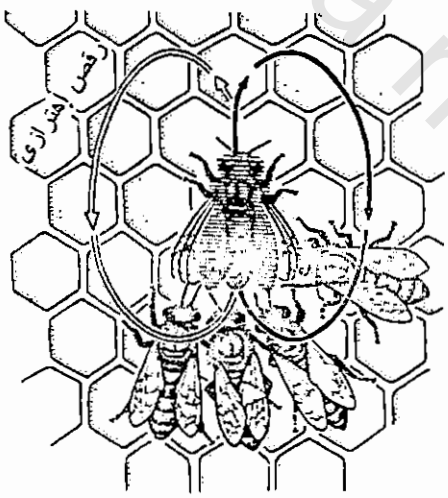
(شكل ١٣) الرقصة الدائرية وهى خاصة بنقل معلومات عن المصادر الغذائية القريبة إلى ثلاث شغالات أخرى يتبعونها.

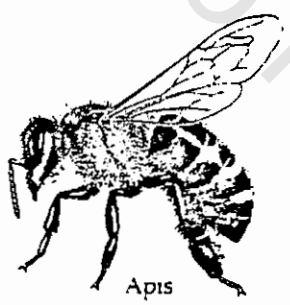
مجموعة من الدوائر المحكمة على الإطارات متبادلة الإتجاهات مرة مع عقرب الساعة clockwise ثم أخرى ضد عقرب الساعة anti-clockwise بعد كل دائرة أو دائرتين (شكل ١٣). وتحاول بعض الشغالات القريبة منها متابعة ما تؤديه من حركات ودنا تبدأ النحلة الراقصة فى إرجاع قطرة رحيق من معدة العسل الخاصة بها وتقدمها للشغالة أو الشغالات التى تتابعها (شكل ١٢). وتستمر هذه الرقصة لثوان أو دقائق قليلة

تنقل الراقصة خلالها معلومات عن نوعية مصدر الرحيق أو حبوب اللقاح عن طريق شدة الرقصة التى تقوم بها. فتغادر الشغالات الخلية لتبحث عن الغذاء القريب من المستعمرة الذى يحمل نفس الرائحة. ونتيجة لنقل هذه المعلومات وإنضمام شغالات جدد يزداد سريعاً عدد النحل الذى يزور المصدر الغنى بالغذاء فيزداد بالتالى عدد النحل الراقص داخل الخلية ويزداد بالتالى النحل الجامع للغذاء وتدفق الرحيق وحبوب اللقاح. وبالرغم من عدم نقل معلومات توجيهية فإن ٩٨% من ١٧٤ شغالة تابعت الرقصة الدائرية كانت قادرة على الوصول إلى المصدر الغذائى الجديد خلال خمس دقائق وربما بواسطة الطيران فى دوائر متزايدة إلى أن تهتدى إلى الغذاء القريب.

جـ.٢. الرقصة الإهتزازية Wagging-dance

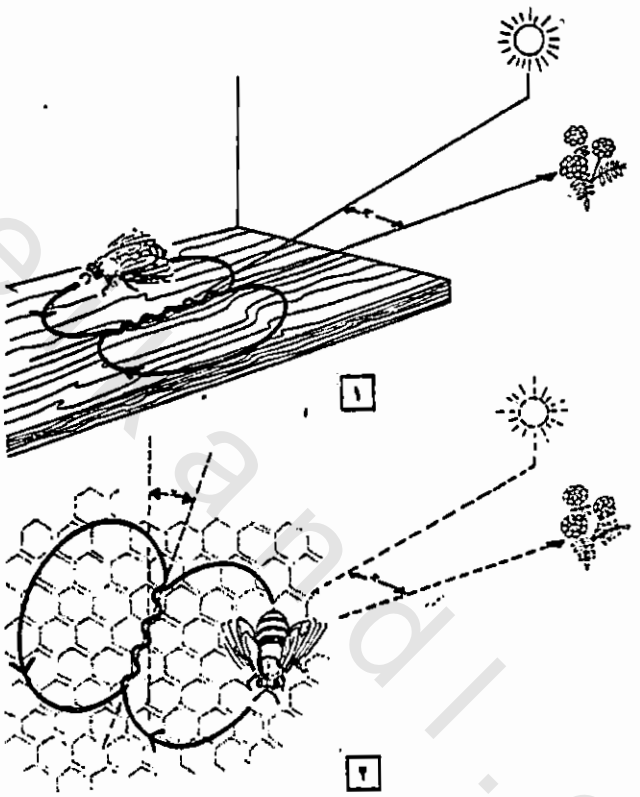
تنقل المعلومات الخاصة بالمصادر الغذائية الأكثر بعداً بالرقص الإهتزازى (شكل ١٤) الذى يشتمل على دوره بشكل 8. فعندما تهتدى شغالة الحقل بنجاح successful forager إلى مصدر غذائى بعيد تؤدى رقصة على الإطار الشمعى حيث تتحرك لمسافة فى خط مستقيم ثم تتجه إلى الخلف صانعة نصف دائرة إلى أن





(شكل ١٤) الرقصة الاهتزازية خاصة بنقل المعلومات من المصادر الغذائية البعيدة إلى أربعة شغالات أخرى.

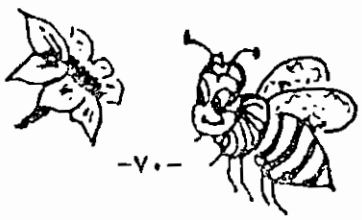
obeikandl.com

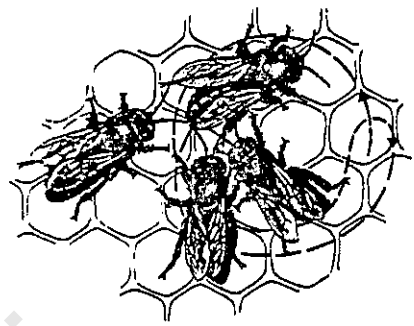


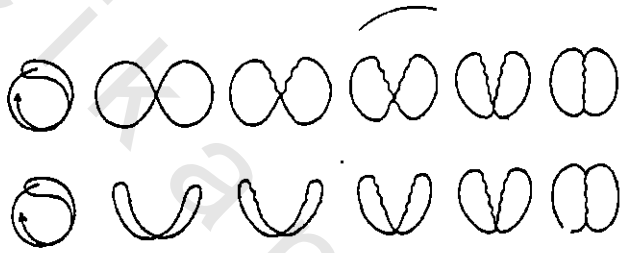
(شكل ١٥): الرقص الاهتزازى للنحل. عند سير النحلة فى الخط المستقيم تهز جسمها جانبياً مع تحريك البطن بسدة وتحريك الرأس قليلاً. وفى نهاية العدو المستقيم للمرور للخلف إلى النقطة التى بدأت السير فيها وتؤدى ذلك يميناً ويساراً. وزملاء الشغالة التى تتابع الرقص تكتسب معلومات عن مكان الغذاء من العدو المستقيم. فى هذا الشكل يشير العدو المستقيم إلى وجود الغذاء عند ٢٠° على يمين الشمس عند مغادرة النحل للخلية. (١) إذا كانت النحلة تؤدى الرقصة خارج الخلية يشير الخط المستقيم للرقصة مباشرة إلى اتجاه المصدر الغذائى. (٢)وإذا كانت النحلة تؤدى الرقصة داخل الخلية توجه النحلة نفسها تجاه الجاذبية والنقطة التى تعلو الرأس تشير إلى الشمس. والزاوية × (= ٢٠°) هى نفسها فى كلا الرقصات).

تصل إلى بداية الخط وتتحرك تجاه قمة هذا الخط وتعمل نصف دائرة أخرى في الاتجاه المعاكس وتكرر هذا المشهد لعدة دقائق. وأثناء الرقصة تتبع النحلة الراقصة شغالات أخرى بالإضافة إلى المشاركة فى الغذاء كما فى الرقص الدائرى. ويتميز الجزء المستقيم فى الرقصة بهز سريع لبطن الراقصة. وتشير فترة السير المستقيم straight run والعوامل الأخرى المرتبطة به إلى بعد المصدر الغذائى عن الخلية وتتطلب المسافة الأبعد وقت أطول فى أداء متكرر للعدو المستقيم. وينقل العدو المستقيم أيضا معلومات عن إتجاه المصدر الغذائى. حيث يعمل خط السير المستقيم مع العمود الرأسى زاوية هى نفسها الزاوية بين مكان الغذاء والخلية والشمس (شكل ١٥). وعلى ذلك للنحل القدرة على تحويل معلومات زاوية الرقص على الإطار إلى تطبيق حقلى لمكان الغذاء بالنسبة للخلية والشمس. وتشمل المعلومات التى تحملها الرقصة الإهتزازية أيضا طول الجزء المستقيم (يقاس بعدد العيون السداسية التى تقطعها الشغالة الراقصة على الإطار) ودرجة وسرعة الرقصة dance tempo (عدد الرقصات فى وحدة الزمن) وفترة هز نهاية الجسم duration of waggling والطنين الذى تصدره الراقصة buzzing أثناء سيرها فى الخط المستقيم. ومن المهم أن نعى أن المعلومات التى تنقلها الراقصة (الرسالة) إلى زملائها من الشغالات تشير إلى الطاقة المطلوبة للوصول إلى المصدر الغذائى (وليست المسافة المطلقة) ونوعية المرعى وأخيرا الإتجاه بالنسبة لموقع الشمس.

عموما ـ تؤدى شغالة الحقل الرقصة الدائرية عندما يكون المصدر الغذائى فى مدى ٢٥متر من الخلية ورقصة الذيل الإهتزازية tail-wagging dance عندما يكون المصدر الغذائى على بعد ١٠٠متر أو أكثر. وبين هذه المسافات تؤدى الشغالة رقصات إنتقالية بين الرقصة الدائرية والرقصة الإهتزازية. ويعتمد شكل الرقصة الانتقالية transitional dance (شكل ١٦) على سلالة نحل العسل موضع الإهتمام.







(شكل١٦) الرقصات الانتقالية: تؤدى الشغالة الرقصة الدائرية (إلى أعلى وإلى اليمين) عندما تكون الأزهار المرغوبة بالقرب من الخلية وعند التعبير عند بعد الأزهار تتحول الرقصة الدائرية **تدريجياً إلى رقصة إهتزازية بإضافة عدو مستقيم فى وسط الرقصة كما هو واضح فى الصف الأعلى. وتشاهد الرقصة الوسطية فى الصف السفلى والذى يطلق عليها بالرقصة المنجلية.**

ولإعطاء فكرة عن كفاءة نقل المعلومات بواسطة هذه الرقصات لاحظ أحد البحاث أن ٤٩ نحلة من ٥٠ نحلة التى حضرت إحدى الرقصات عادت جامعة أحمال من حبوب لقاح مماثلة للون ونوع حبوب اللقاح للنحلة الراقصة. وسجل أيضاً أن الـ ٥٠ نحلة التى تابعت النحل الراقصة عندما خرجت وعادت ثانية أدى ٤٦ منها نفس رقصة الشغالة التى شاهدت رقصتها قبل الخروج رغم أن نحلتان جمعت حبوب لقاح من نوع مغاير من الأزهار "wrong" flower species وأربعة نحلات

أدت رقصات مختلفة إشارة لوجود مصدر آخر غنى بالغذاء. ويبدو أن نظام نقل المعلومات نظام فعال جداً فى إعطاء وإستقبال المعلومات الخاصة بالحقل المجاور للخلية. وفى الظروف الطبيعية ــ من المحتمل قليل من النحل الذى تلقى المعلومات يصل إلى المكان الدقيق الذى أشارت إليه الرقصة والغالبية بالقرب منه حيث ليس بالضرورة أو المرغوب فيه أن يصل النحل إلى نفس المكان الدقيق. فإذا كان هنلك معلومات تنقل عن مصدر غذائى فمن المحتمل أن يتكون هذا المصدر من عدة نباتات ذات توزيع متفرق لحدٍ ما وإذا كان نقاط وصول الشغالات الجدد recuits متفرق أيضاً فإن المحصول سيستغل بكفاءة أكثر.

جـ.٣. الرقصة الترددية Vibration dance

تختلف وظيفة الرقصة الترددية (DVAV) عن الرقصة الدائرية والرقصة الإهتزازية فى **تنظيم أنماط العمل الحقلى اليومى والفصلى** foraging patterns فيما يتعلق بتذبذب الإمداد الغذائى. حيث تهز الشغالات الراقصة أجسامها خاصة بطونها لأعلى ولأسفل أثناء ملامستها لنحل آخر فتبلغه بالمعلومات التى تحملها. وتبلغ ذروة الرقص الترددى فى أوقات اليوم أو الفصل عندما تحتاج الشغالات الراقصة أن تستهل الشغالات الأخرى يومها بزيادة الرعى كما تعمل هذه الرقصات على إستدعاء وتنبيه شغالات جدد إلى منطقة الرقص الترددى waggle dance area. ويبدو أن أداء الرقص الترددى مع ملامسة الملكة يدفع الملكة إلى تقليل قدرة الملكة التثبيطية inhibitory capacity وتنبهها إلى شروع المستعمرة فى **تربية ملكات أخرى** queen-rearing ويستمر هذا الرقص إلى أن تظهر هذه الملكات الجديدة. والتوقف عن هذا النوع من الرقص الترددى قد ينتج عنه مغادرة الملكة مع طرد من النحل أو خروج الملكات الجديدة إلى طيران الزفاف.

عند التطريد ــ تختلف المعلومات المبلغة الخاصة بالموقع المناسب الجديد لحدٍ ما عن المعلومات المبلغة عن المصادر الغذائية. فالشغالة الإستكشافية scout تؤدى الرقصة دون أى رحيق أو حبوب لقاح تحملها وتستغرق الرقصة ١٥-٣٠ دقيقة على خلاف رقصة النحلة السارحة forager's dance التى تستغرق من ١-٢ دقيقة.

فى البداية ــ تعود عدة شغالات إستكشافية كل منها تحمل معلومات عن مواقع جديدة مختلفة مقترحة كمساكن للمستقبل الجديد وترقص جميع هذه الشغالات مع إختلاف فى فترة وزاوية ودرجة الرقص التى تشير إلى إتجاهات ونوعية مساكن المستقبل كما فى الرقص الإهتزازى. وهنا تخرج نحلات إستكشافية أكثر لتفحص هذه الأماكن رافضة بعضا منها. وبالتدريج يحدث إتفاقا فى "الرأى" عندما تنتهى جميع الرقصات إلى رقصة واحدة تشير إلى الموقع الجديد.

عندما تتجه شغالات النحل إلى مصدر غنى من غذاء صناعى مثل طبق به محلول سكرى فإنها تعرض أحيانا غدة الرائحة المسماة ناسانوف Nasanov التى تقع فى الثنية بين ترجات الحلقة البطنية الخامسة والسادسة (شكل ٩) وهى بذلك توزع رائحة ذات قدرة هامة على جذب شغالات جدد باحثة عن الغذاء بالقرب من موقع الغذاء الصناعى. وقد شوهد نحل يعرض غدد ناسانوف وهو يجمع غذائه من أزهار الصوب الزجاجية وربما يفعل النحل ذلك عند تواجد كميات غير عادية من الرحيق ولكن لم يسجل ذلك على الأزهار فى الحقل المفتوح. وقد يرجع جزء من سبب تعريض النحل لغدد كازانوف عند طبق الشراب السكرى إلى غياب رائحة مميزة للشراب حيث يقل هذا السلوك إذا أضيفت رائحة زهرية لهذا المصدر الغذائى الصناعى. ويظهر النحل غدد الرائحة scent glands أيضا عندما يجمع الماء من طبق نظيف. وربما نقل المعلومات الخاصة بالمصادر المائية يحتاج إلى دقة أو معلومات أكثر مقارنة بنقل المعلومات الخاصة بأزهار المحصول لذا فإن إطلاق رائحة غدة كاسانوف مع المعلومات الخاصة بالرقص إلى الإهتداء بدقة للمصدر المائى وقد تشكل وظيفة أساسية أثناء الرعى تحت الظروف الطبيعية.

من المحتمل وجود علاقة بين ميل النحل للرقص تعريضها لغده الرائحة. فقد يؤدى النحل عدة زيارات إلى المصدر الغذائى قبل أن يرقص عند العودة إلى مستعمرته كما قد لا يظهر غدد الرائحة إلا بعد عدة رحلات. وقد يكون لمثل هذا التأخير فى إظهار غدد الرائحة ميزة بيولوجية بعدم إرشاد نحل آخر لمصدر غذائى عابر.

النحل المجند للخروج للمصدر الغذائى قد يكون إما نحل ليس له خبرة سابقة بالمصدر أو نحل زار المصدر الغذائى من قبل ولكنه بقى منتظر فى الخلية إلى أن تأتى المعلومات بأن المصدر لم ينضب بعد ومازال متاح للجمع منه. وقد يدفع نحل القسم الأخير أيضاً للمصدر الغذائى بالملامسة مع نحله غير راقصة non-dancing bee عائدة حالاً من المصدر الغذائى. بقى الآن تحديد ما إذا كان نمط تجنيد شغالات جدد يتم بواسطة إثارة تتلقاها من الشغالة القادمة من الحقل أو رائحة الغذاء الذى على جسمها أو تلامس قرون الإستشعار بين شغالة حقل ذات خبرة وأخرى أو ما إذا كانت جميع تلك العوامل تؤدى أدواراً مجتمعة.

رابعاً: إدارة مستعمرات نحل العسل للتلقيح

Management of honeybee colonies for pollination

من المهم إدارة مستعمرات نحل العسل للتلقيح وبكفاءة قدر الإمكان وتوجد دراسات كثيرة عن كيفية إدارة هذه المستعمرات. وهنا يجب أن نؤكد بأن هناك إمكانية لإستخدام مستعمرات نحل العسل بصورة أكثر إقتصادياً وبتأثير أكثر مما كان فى الماضى.

١- قوة سعى المستعمرات المختلفة الأحجام

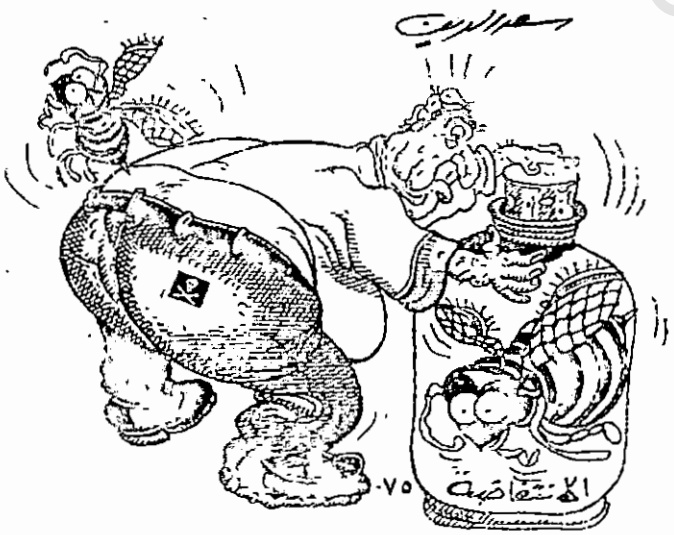
Foraging strength of different size colonies

تهدف كثير من عمليات النحالة إلى الوصول لمستعمرات النحل لأقصى حجمها فى وقت معين مع أزهار المحاصيل الرئيسية المنتجة للرحيق. ولكن من الناحية الإقتصادية بل من المهم جداً إعداد مستعمرات عند أقصى قوتها وقت التزهير لتلقيح المحصول. فى المناطق ذات الطقس المعتدل temperate climates. يقل كثيراً أو يتوقف تربية الحضنة فى الشتاء وتزداد الحضنة وتصل إلى ذروتها فى منتصف الصيف. وتربى المستعمرات الصغيرة نسبياً حضنة أكثر لكل نحلة brood per bee فى الربيع وتستمر فى تربية الحضنة إلى قرب نهاية الخريف مقارنة بالمستعمرات الكبيرة. وقد يصل معدل وضع الملكة للبيض إلى أقصاه ١٥٠٠ بيضة فى اليوم فى الصيف. ولكن يختلف هذا المعدل مع [illegible] مختلفة ولذا فإن المستعمرات الكاملة

النمو تصبح ذات أحجام مختلفة. ويفترض أن العسل الذى تخزنه المستعمرة يتناسب مع حجمها.

أثناء نمو المستعمرة يوجد تفاوت فى أعداد الشغالات التى تخرج للحقل لا يتناسب مع حجم المستعمرة. ولكن عندما يصل وضع البيض إلى أقصاه تقل نسبة الحضنة إلى النحلة brood/bee وبذا يكون هناك نسبة أكبر من النحل متاح للعمل الحقلى. لذا تخزن المستعمرات المكتملة الحجم نسبيا عسل أكثر بالنسبة لأحجامها عن المستعمرات النامية. وعلى الرغم من أن المستعمرات الكبيرة لديها عشيرة أكبر من شغالات الحقل فى جميع الأوقات وتفضل للعمل الحقلى إلا أن المستعمرات الصغيرة أكثر فائدة لأن التدهور فى ظروف الرعى المشجعة لخروج الشغالات يكون نسبيا أكبر فى المستعمرات الكبيرة عن الصغيرة. فالفرمونات الملكية التى تشجع خروج النحل للرعى تكون أكثر تركيزا بين أفراد نحل المستعمرة الصغيرة عن المستعمرة الكبيرة وهذا مع النسبة الأكبر للحضنة لكل نحلة brood/bee ratio ينبه نسبة اكبر من النحل فى المستعمرات الصغيرة للخروج للعمل الحقلى.

من المهم عند إعداد المستعمرة للتلقيح أن تفى بمتطلبات الحجم المناسب الأقل. وهذا سيختلف مع وقت السنة. وسيكون عموما أقل عند تزهير أشجار الفاكهة عن فيما بعد. ويقدر عادة الحجم بعدد الإطارات الممتلئة بالنحل أو بالحضنة أو نادرا بعدد البوصات المربعة للحضنة. وهناك توصية بأن مساحة الحضنة تشكل وسيلة فعالة لتقدير قيمتها للتلقيح.



٢- القوة المطلوبة للمستعمرات Concentration of colonies needed:

من غير المناسب إعطاء توصية عامة بعدد المستعمرات المطلوبة لكل هكتار من المحصول حيث أن ذلك سيعتمد كثيراً على الظروف المحلية المشتملة على عدد نحل العسل وعشائر الملقحات الأخرى الموجودة بالفعل وحجم المحصول ووجود محاصيل منافسة competing crops لنفس النوع النباتى أو لأنواع مختلفة.

أحد الطرق الذى يحدد بها المزارع عدد المستعمرات المطلوبة تتم عن طريق زيادة عدد المستعمرات بإطراد إلى أن يؤدى ذلك إلى قليل أو لا يوجد إختلاف فى عدد الشغالات الحقلية على المحصول. على سبيل المثال عمل على زيادة عدد المستعمرات فى حقل *Medicago sativa* على مراحل إلى أن وصلت إلى ٧,٥ مستعمرة للهكتار. ومع ذلك عدد النحل فى المتر المربع فى المحصول المستهدف لم يكن أكبر عند زيادة العدد من ٥ مستعمرات إلى ٧,٥ مستعمرة للهكتار بالرغم من زيادة تعداد النحل فى الحقول المجاورة مما يشير إلى أن ٥ مستعمرات كانت كافية.

أجريت محاولات للتغلب على المنافسة بين محاصيل مجاورة أكثر جذباً عن المحصول المستهدف بتشبيع محصول المنطقة بالنحل بزيادة عدد المستعمرات. وبالرغم من أن ذلك أعطى أحياناً نتائج جيدة إلا أن زيادة محصول البذرة أو الفاكهة الناتج يجب أن يغطى تكلفة المستعمرات الزائدة. بالإضافة إلى ذلك ليس بالضرورة تحقيق ١٠٠% تلقيح بسبب وجود عادة حدود لعدد الثمار أو البذور التى يمكن أن يدعمها النبات لذا فإن الحصول على ميزة للتلقيح الإضافى ستتناقص مع زيادة نسبة الأزهار الملقحة. فالثمار أو البذور المنتجة عند تلقيح أزهار قليلة عادة ما تكون أكبر مما لو كثف التلقيح. ومع ذلك من الأفضل للمزارع أن يضمن بأن لديه مستعمرات كافية خاصة تحت الظروف الغير ملائمة. وهكذا ــ بالرغم تحت الظروف المثالية (تشمل طقس جميل وأشجار كافية ذات أزهار تحوى حبوب لقاح ووفرة من الملقحات الحشرية) تكون هناك إمكانية للتلقيح الزائد لأشجار الفاكهة يؤدى إلى ثمار صغيرة فى الحجم فإنه من الحكمة الإمداد بمستعمرات للحصول

على أقصى تلقيح عن مستعمرات تؤدى إلى تلقيح أقل حيث يمكن تصحيح العقد بالخف والتقليم ولكن لا يمكن عمل أى تصحيح للعقد القليل. بالإضافة إلى ذلك ـ إتضح حديثاً أن التفتح الزهرى لكثير من الأنواع النباتية ينتهى بسرعة والتلقيح يوم التفتح الزهرى أكثر نجاحاً ووجود ملقحات كافية يضمن التلقيح الناجح.

وبينما يمكن لمزارعى بعض المحاصيل ـ خاصة البقوليات ـ تحديد كمية التلقيح المتواجد فى الحقل بمظهر الإزهار وإجراء اللازم عند الضرورة بزيادة عشيرة الملقح إلا أن ذلك لا يمكن تحديده إلا متأخراً جداً مع معظم المحاصيل مما يدعم ضرورة وفرة الملقحات من البداية.

ومن المرغوب فيه مع كل نوع نباتى تحديد معادلة لكى يصبح المزارع قادراً على تحديد أقل عدد من مستعمرات النحل المطلوبة لتلقيح محصوله الخاص. فلقد أمكن ربط عدد النحل فى وحدة مساحة القطن مع دلالة مباشرة لنقل حبوب اللقاح ولكن من المحتمل أن تتمشى هذه العلاقة مع قليل من المحاصيل الأخرى وتجرى المحاولات عادة لربط عدد الحشرات الملقحة فى المتر المربع عادة أو لكل عدد معين من الأزهار مع عقد البذور. ولكى نستطيع أداء هذا العمل فإنه من الضرورى معرفة معدل زيارة الأزهار وكفاءة التلقيح فى كل زيارة وعدد رحلات السعى فى اليوم وعدد الساعات فى اليوم التى يحدث فيها الخروج للحقل وعدد الأزهار المتاحة فى اليوم فى وحدة المساحة مع أنظمة نباتية مختلفة وظروف بيئية مختلفة. والمعلومات التى تقترب من الكمال متاحة فقط مع قليل من المحاصيل وقابلة للتطبيق فقط فى مناطق محددة خاصة التى أجريت فيها. وتقدير عدد المستعمرات المطلوبة يجب أن يأخذ فى الحسبان أيضاً عشائر نحل العسل فى الحقول المجاورة لنفس المحصول. وعند زراعة المحصول على نطاق واسع فى نفس المنطقة يجب عمل ترتيبات للمنطقة كلها.

٣- كفاءة سعى مستعمرات النحل ومسافتهم من المحاصيل:

Foraging efficiency of colonies and their distance from crops

تخرج شغالات نحل العسل للسعى بعيداً عن الموقع الأصلى للخلايا عند الضرورة ولكن قد تعمل بالقرب من خلاياها عند توفر مرعى مناسب متاح قريب.

ووجد أن شغالات المستعمرات تجلب إمداداتها من الطعام من محاصيل تبعد ١٣ كم عن موقع المنحل ولكن فى حالات أخرى عند توافر مرعى قريب فإن الشغالات السارحة foragers تركز جهودها داخل ٠,٨كم بعداً عن الخلايا. وذكر أن بعض النحل المعلم وراثياً يصل فى سعيه فى الحقل لنحو ٥,٦ كم من خلاياه ولكن معظم هذا النحل عمل داخل ٤كم. وتحت الظروف العادية ووفرة الأزهار وبالقرب من الخلايا فإنه يعمل فى مدى نحو ٦٠٠م. نظرياً المستعمرات الأقرب لمصدر المرعى تستغرق وقتاً أقل فى الذهاب والعودة وإقتصاداً أكبر فى المجهود.

٤- نقل المستعمرات للمحاصيل Moving colonies to crops:

مع تزايد الطلب على خدمات تلقيح الأزهار تطورت وسائل فعالة لنقل المستعمرات التى تشمل إستخدام حاملات خلايا ميكانيكية بعضها مزود بأذرع لرفع الخلايا وأجهزة لتجهيز وربط الخلايا إستعداداً لشحنها ونقلها. عادة ما تنقل الخلايا قدر الإمكان ليلاً وإذا كانت هناك ضرورة لنقلها نهاراً وإحتمال تعرضها لظروف جافة حارة فإنه يجب رش الخلايا والمستعمرات بالماء. فالنحل له القدرة على تبريد مستعمرته بواسطة تبخير الماء على إطاراته وعلى أجزاء فمه. فالرطوبة النسبية العالية المنتجة بالبخر وإحلال مدخرات الماء الجسمى بشرب الماء يقلل من موت النحل بالجفاف.

ومع ذلك ورغم الإحتياطات ــ يحدث أحياناً ضرر للمستعمرات أثناء النقل. فلقد ذكر أن نقل المستعمرات لأكثر من ٤٨ كم عادة ما يقتل حضنتها كما تنتج تلك المستعمرات عسل أقل من المستعمرات الـ [illegible]نة. حيث ذكر أن المستعمرات التى نقلت إلى بساتين أقل من ٤٨ كم بعداً فى سنة جيدة الرحيق أنتجت نفس كمية العسل فى مستعمرات المقارنة ولكن فى السنوات المتوسطة الرحيق أنتجت أقل قليلاً من المقارنة.

والآن ما الذى يحدث عندما تنقل المستعمرة فى موقع جديد؟... إذا لم تترك مستعمرات أخرى فى الموقع القديم وكان الموقع الجديد فى مدى طيران الموقع القديم نجد أن معظم شغالات الحقل (بين ٧٠ إلى ١٠٠%) ترجع الى خلاياها فى موقعها الجديد رغم أن كثير من تلك الشغالات زار [illegible] الموقع القديم. وإذا كانت

مستعمرات أخرى لا تزال موجودة قريبة من الموقع القديم فإن النحل العائد من الموقع الجديد يحاول أن يتحق بهذه المستعمرات. ومع ذلك ــ عند نقل مستعمرة إلى موقع جديد خارج نطاق مدى الطيران الأصلى يتوجه جميع النحل بنجاح بعد العمل إلى خلاياه فى موقعه الجديد ويعود إليه.

والآن ماذا عن وضع الخلايا؟ شغالات نحل العسل التى تخرج إلى الحقل لا تبقى دائماً فى المستعمرة التى تربت بها وقد تضل طريقها عند العودة إلى خلايا أخرى خاصة أثناء أول طيران لها. ويشتد السلوك "الانحرافى drifting" هذا عند إعداد خلايا متماثلة ووضعها فى أشكال منتظمة. ومثل هذا السلوك غير مرغوب فيه على وجه الخصوص حيث ينتج عنه ضعف غير مناسب فى بعض المستعمرات وتقوية فى البعض الآخر وبذا ينخفض متوسط السعى النشط average foraging potential وكذا إنتاج العسل وكفاءة التلقيح. وعند ترتيب الخلايا فى صفوف على أبعاد متساوية يضل نحل الخلايا الطرفية طريقه بصورة أقل مما يحدث لشغالات الخلايا القريبة من مراكز الصفوف ويرجع ذلك بدون شك إلى السهولة الكبيرة للنحل على تميز الخلايا الطرفية وتكتسب الخلايا هذه بالتالى نحل. ويحدث فقد أكثر للنحل أثناء الريح الشديدة خاصة فى الخلايا تجاه الريح. كما يوجد ميل أيضاً لشغالات الحقل لتضل طريقها وتذهب إلى الخلايا الأقرب للخط الرئيسى للطيران.

يحدث إنحراف drifting مشابه للنحل عند نقله إلى مواقع جديدة سواء سمح لشغالات الحقل بالخروج تدريجياً أو بحرية فى الموقع الجديد. فعند نقل مستعمرات إلى محاصيل بذرية قد تميل شغالات الحقل عند العودة للإنحراف بشدة إلى مستعمرات قليلة. وذلك لأن النحل يميل لأن يتذكر موقع خلاياه بالنسبة للخلايا المجاورة لذا عند وضع الخلايا فى المواقع الجديدة فى تركيبه مشابهة للمواقع القديمة يجب المحافظة على نفس الموقع النسبى لكل خلية مع الأخرى. لقد أوضحت التجارب أنه يمكن تقليل إنحراف النحل كثيراً بترتيب الخلايا بدون نظام ومواجهة لإتجاهات مختلفة وبعيدة عن بعضها البعض ووضعها بالقرب من علامات أرضية أو كاسرات رياح wind breaks ووضع لوحات مختلفة الألوان على مهابط مدخل الخلايا.

٥- تكييف المستعمرات لمحاصيل خاصة:

Conditioning colonies to particular crops

لقد تم مناقشة وفاء سعى نحل العسل foraging constancy فى البـــاب الأول. والآن ماذا عن هذا الوفاء عند نقل النحل من مكان لآخر؟ تميل شغالات النحل قـدر الإمكان إلى زيارة نفس نوع النبات التى زارته سابقاً قبل نقل المستعمرات وينتـــج عن ذلك أن نسبة من شغالات الحقل foragers التى تزور أى نوع معين بعد النقـل تكون عادة ذات علاقة مرتبطة بما زارته من أنوع قبل النقل. ومـــن المحتمـل أن يلعب المخزون الغذائى الأصلى فى الخلية جزءاً فى تحديد نوع النبات التى تـزوره شغالاته الحقلية. ولكن عندما يسود فى الموقع الجديد نوع نباتى آخر تتخلى كثير من الشغالات عن النوع السابق وتجمع من النوع الجديد. وبسبب ذلك ــ يبدو من المهم عند نقل المستعمرات إلى محصول محتاج للتلقيح يجب أن يتم النقل عندمـا يكـون تزهير المحصول كافياً بدرجة تجعله النوع السائد فى الموقع الجديد. لقد كانت هناك ولسنوات كثيرة توصية بعدم نقل المستعمرات إلى المحاصيل إلا بعد بدء إزهار تلك المحاصيل أو إلى أن توجد أزهار كافية للنحل لكى يعمل عليها حيث كـــان هنـاك تصور يعنى بأنه إذا بدأت شغالات الحقل فى الموقع الجديد من زيارة نوع زهـرى آخر غير المحصول المستهدف فإنها لن تهمل أزهار هذا النوع فتتأثر المحـــاصيل المستهدفة. وإعتمد أساس هذه التوصية على الخبرة أكثر من التجربة. ووجد فعـلاً بالتجربة عند نقل النحل إلى بساتين قبل الإزهار فإن النحل وسع إهتماماته فى أماكن خارج البستان.

وفى مزيد من التجارب لإختبار توصيات السابقة أعد أحد البحاث مجموعتان من المستعمرات نقل إحداها إلى المحصول قبل الإزهار والأخرى إلى المحصـــول بعد بدء الإزهار وحدد الكمية النسبية للنحل فى المجموعتين التى زارت المحصول. أجريت التجارب مـــع *Prunus persica, Prunus avium, Pyrus malus, Lotus corniculatus, Medicago sativa, Trifolium pratense*. فى كل تجربة وفى اليـــوم الأول منها زارت الشغالات الحقلية للمجموعة الثانية المحصول بمعدل تزايد ســـن

٢,٤ إلى ١٢,٥ مرة أكثر من المجموعة الأولى. وعلاقة التناسب لنحل المجموعتان في الأيام التالية إما ظلت كما هى أو أصبحت متماثلة تدريجياً أو أصبحت بسرعة متشابهة. ويمكن أن يرجع السبب فى آخر حالتين إلى ما يلى:

١- بالنسبة للمستعمرات التى نقلت للمحصول قبل الإزهار ـ قد يرجع سبب زيادة إتجاه شغالات الحقل نحو المحصول المستهدف أنه أصبح أكثر جذباً من المحاصيل الأخرى القريبة التى ذبلت أزهارها.

٢- بالنسبة للمستعمرات التى نقلت بعد بدء أزهار المحصول المستهدف ـ يحتمل أن شغالات الحقل وجدت محاصيل أخرى أكثر جذباً فى مكان قريب.

لقد إستنتج أن تأخير نقل مستعمرات النحل إلى المحصول حتى بدء إزهاره ربما يزيد دائماً التلقيح خاصة عندما يكون للمحصول فترة إزهار قصيرة أو يكون أقل جذباً للنحل عن المحاصيل الأخرى فى المنطقة. وفى الحالة الأخيرة يجب نقل قليل من المستعمرات إلى المحصول فى الأيام المتتابعة للإزهار. ويشكل رش المبيدات الحشرية قبل بدء الإزهار سبب إضافى فى تأخير نقل المستعمرات إلى المحصول. ومن الجدير الإشارة إلى أن تأجيل نقل المستعمرات حتى تفتح نسبة كبيرة من الأزهار يؤدى إلى فشل جزء مهم من المحصول فى التلقيح خاصة وأن أزهار كثير من الأنواع تقل قابليتها للإخصاب عقب مدة قصيرة من التفتح.

تتجه الزهرة إلى تكشف حبوب لقاحها فى وقت من اليوم يميز نوعها فأزهار نباتات *Pyrus malus, Taraxacum officinale* تظهر حبوب لقاحها فى الصباح وبعد الظهر على الترتيب. وهذه الظاهرة هامة فى إدارة النحل فى تلقيح الأزهار. علاوة على ذلك ـ يجب أن نعى بأن غلق المستعمرات فى صباح يوم ذات درجة حرارة عالية يؤدى إلى رفع درجة الحرارة فوق الطبيعى داخل المستعمرة والإضرار بأفراد المستعمرة. ومن المهم التأكيد بان نقل المستعمرات إلى محاصيل تتكشف حبوب لقاحها فى الصباح مثل *Ribes nigrum, Fragaria x ananassa, Brassica oleracea* ، *Prunns cerasus*، يجب أن يطلق نحلها وقت وجود حبوب اللقاح. إن جامعات

حبوب اللقاح أكثر أهمية كملقحات للمحاصيل السابقة عن النحل الجامع للرحيق فقط. وعلى العكس جامعات الرحيق أكثر قيمة كملقحات لنبات *Helianthus annus* الذى يكشف عن حبوب لقاحه مبكراً فى الصباح ولهذا السبب قد تكون هناك ميزة لتأخير إطلاق المستعمرات فى هذا المحصول حتى تنتهى ذروة تكشف حبوب لقاح اليوم.

بداية نشاط السعى foraging activity يكون أقل فى بداية اليوم عن نهاية يوم السعى وعلى ذلك يتوقف السعى عندما تكون الظروف أفضل عن تلك التى بدء فيها. وربما يعكس ذلك حقيقة أن نشاط خروج الشغالات للسعى يهيمن عليه الكثاف الضوئية ودرجات الحرارة التى تكون عادة أعلى عند نهاية النهار عنه عند بداء وإقتراح إمكانية تعديل ذلك صناعياً بحبس المستعمرات فى خلاياها حتى بعض الظهر وهنا تصبح شغالات الحقل أكثر تحمساً للعمل على أقرب مصدر غذائى تصادفه وإقترح أن هذا الأداء يمكن ممارسته مع المحاصيل الأقل جذباً للنحل. ومع ذلك أية ميزة يتحصل عليها يجب أن توازن مع عيوب أخرى ممكنة مثل تقليل وقت الرعى وأى ضرر يحدث للمستعمرات عند حبسها كما يجب أن يؤخذ فى الإعتبار، الوقت من اليوم التى تتواجد فيه حبوب اللقاح.

لقد تبين أنه عندما يكون المحصول ذات جاذبية خاصة تعرض النحلة الرائحة الناتجة من غدة كازانوف فتعمل الرائحة على جذب نحل آخر للمحصول لذا هناك إتجاه إلى إنتاج هذه الرائحة صناعياً للحصول على مادة ذات جذب عام للنحل قد تكون ذات خدمة كبيرة للمزارعين والنحالين فى إدارة مستعمرات النحل. وأجريت بالفعل محاولات لتعريف مكونات إفراز غدة كازانوفا واختبار فاعليتها. ورغم وجود بعض التعارض يبدو أن المكونات الجاذبة للرائحة تشمل الـ geraniol والسنترال وحمض الـ netrolic وحمض الجيرانيك. وربما تكون تلك المواد ذات فائدة فى جذب الشغالات للمحصول عند وضع المستعمرات فى منطقة جديدة.

٦- مدى سعى المستعمرات Foraging range of colonies:

لقد سجل كثير من البحاث أنه عند نقل مستعمرات النحل إلى المحاصيل المزهرة فإن مدى سعى شغالات النحل يتجه لأن يقتصر فى البداية على المنطقة القريبة من الخلايا ثم يمتد السعى تدريجياً فقط. فعند وضع عدد من المستعمرات فى حقل *Vacinium angustifolium* لوحظ أن سعى النحل يمتد بالتدريج إلى ١٣٧م فى نصف اليوم الأول و ٥٤٩م فى اليوم الثانى و ٦٨٦ متراً أو أكثر من اليوم الثالث وأن المستعمرات القوية توسع مدى سعيها أكثر سرعة من المستعمرات الضعيفة. كما لوحظ عند وضع مستعمرات بالقرب من *Vicia villosa* ركز النحل إهتماماته فى البداية على النباتات القريبة من الخلايا ثم توجه إلى الأبعد.

من ناحية أخرى التوسع السابق فى مساحة المرعى لا يكون ثابت فعند وضع نحل معلم وراثياً على الحافة الشمالية لحقل برسيم *Medicago sativa* كبير ودرس التوزيع النسبى للنحل فى ٦ مواقع فى الحقل على بعد من ٩١ إلى ١٠٦٩ م من المستعمرات. وجد معظم النحل فى مدى ٣٢٠م من مستعمراتهم وقليل من النحل بعد ٦٤٠م. علاوة على ذلك زارت نسبة متزايدة من النحل حقل أكثر جذباً من *M.sativa* على بعد ٢كم إلى الشمال الغربى ولم يتغير توزيع النحل طوال خمسة أيام من التجربة. وعند نقل مجموعة أخرى من المستعمرات التى حرمت من نحلها الطائر أى تحوى فقط شغالات دون خبرة حقلية، على حافة حقل آخر من البرسيم *M.sativa* لوحظ أن نحل الحقل قصر نشاطها داخل ٢٧٤م من خلاياها فى الخمس أيام التالية للنقل وقليل جدا من نحلها واصل سعيه لحقل آخر على بعد ٨٠٤م. وعند نقل ٢٠مستعمرة معلمة جينياً فى مركز حقل برسيم من ٦١ هكتار ودرس توزيع الشغالات عند مسافات مختلفة من هذا الحقل والحقول المجاورة، ثم وضع عشرة مستعمرات أخرى معلم أفرادها بالفسفور المشع بجانب الخلايا السابقة بعد ١٣ يوم من وضع المستعمرات السابقة ودرس توزيع شغالات كلاً من المستعمرات السابقة. وجد أن شغالات كلاً من مجموعتى المستعمرات كان أنماط توزيعها متشابهاً والشئ الوحيد المختلف كان فى الإنتشار الأكثر للمجموعة الأخرى. ولم يتأثر نمط توزيع

نحل المجموعة الأولى بحش البريسم فى ٤٠ هكتار من حقل مجاور بالإضافة إلى زيادة ٧٠ مستعمرة فى المنطقة.

٧- مناطق سعى المستعمرات Foraging areas of colonies:

ترتيب المستعمرات فى المحصول هام لضمان التوزيع المتجانس لنحل الحقل فى المنطقة. وتعتمد منطقة سعى المستعمرة على كثير من العوامل منها كمية الرحيق وحبوب اللقاح المتاحة فى وحدة المساحة والظروف الجوية والخصائص الفيزيائية للمنطقة. عندما تكون المستعمرات فى وسط المحصول تزداد مساحة السعى المتاحة مع المسافة من المستعمرة. ومع ذلك لوحظ أن النحل يجند أفراد أكثر إلى المصادر الغذائية الأقرب عن البعيدة كما يكيف النحل نفسه فى أيام الطقس السيئة للسعى على الأزهار الأقرب لخلاياه.

سبق ذكر أن تعداد شغالات الحقل فى وحدة المساحة فى المحصول تتناقص مع زيادة المسافة من مجاميع المستعمرات لجميع الأحجام. وعند فرض أن عدد الخلايا فى الهكتار ثابت نجد أن وضع الخلايا معاً فى مجموعة أو مجموعتين ستعملان معا ولن تحقق الشغالات تغطية كافية لنباتات المحصول ولكن توزيع نفس عدد الخلايا فى عديد من المواقع سيؤدى إلى تداخل بين الشغالات وتغطية كاملة للمحصول. الوضع المثالى ــ هو توزيع الخلايا فراداً فى المحصول ولكن يرغب كل من المزارع والنحال وضع الخلايا فى مجاميع كبيرة قدر الإمكان، لذا يهمنا معرفة أقصى حجم من المجاميع (عدد الخلايا) يمكن توزيعها بالتساوى فى المحصول بطريقة تؤدى إلى تداخل بين المجاميع القريبة لمنع تناقص أعداد شغالات الحقل فى منتصف الطريق بين الخلايا.

وضع فى بستان *Pyrus malus* مستعمرات النحل فى مجاميع بمعدل ١٠ إلى ١٢ خلية بمسافة بين المجاميع قدرها ١٨٣-٢٧٤م ووضع فى بستان ثانى مجاميع من ٤ إلى ٥ خلايا بفاصل ٩١ إلى ١٨٣م. وتم عد النحل على الأشجار فى مسافات ٢٣، ٤٦، ٦٩، ٩١م من المجاميع. وجد أن تعداد النحل فى البستان الأول تناقص

بطريقة ملحوظة بينما توزيع النحل فى الأماكن المختلفة كان تقريبا متساوى وربما سبب ذلك يرجع إلى تداخل نحل المجاميع القريبة. وضع فى تجربة أخرى خلايا فردية كل ٦١م فى بستان آخر ووجد توزيع متجانس للنحل على الأشجار. ووجد أن نسبة عقد الثمار كانت متوافقة على أعداد النحل الساعى فى المواقع المختلفة. لذا يفضل توزيع الخلايا فرادى أو فى مجاميع صغيرة فى أنحاء البستان مع الأخذ فى الإعتبار أن شغالات النحل خارج البستان جزء منها سيعمل على المحاصيل القريبة.

ثبت أن المنحل المجاور للبستان يؤثر على سعى مستعمرات النحل الموجودة داخل البستان لغرض التلقيح حيث تقل منطقة سعى النحل تجاه المنحل المجاور نتيجة المنافسة بين أفراد النحل وبالطبع يعتمد ذلك على عدد الخلايا بالمنحل. ووجد أيضا أن مناطق سعى مستعمرات النحل تأثرت بعدد المستعمرات الموجودة. لبيان ذلك وضعت مستعمرات نحل معلمة وراثيا فى وسط حقل برسيم *Medicago sativa* وحدد توزيع شغالات النحل فى الحقل. ثم وزعت مستعمرات إضافية فى أنحاء الحقل مع زيادتها تتابعيا إلى ٢,٥، ٥، ٧,٥ مستعمرة للهكتار. وجد أن سعى النحل المعلم تناقص مع زيادة عشيرة النحل العادى وتركز سعى النحل داخل ٩١م من موقع خلاياه وعمل قليل من هذا النحل وصل إلى ١٨٣م.

تعتمد منطقة سعى المستعمرة وعدد المستعمرات التى يحتاجها البستان على كثير من العوامل تشمل كميات الرحيق وحبوب اللقاح المتاحة فى وحدة المساحة وظروف الطقس والخصائص الفيزيائية للمنطقة ومنها الأماكن المظللة. ويعتمد الحجم المثالى لمجموعة خلايا النحل لكلا من المزارع ومربى النحل على نوع المحصول ومازال هناك حاجة لدراسات كثيرة على مناطق سعى مستعمرات النحل على المحاصيل المختلفة للحصول على توزيع متجانس للنحل على المحصول خلاف عوامل أخرى فى حاجة إلى دراسة مثل تأثير السمات السطحية للمنطقة وتأثير الرياح. وقد إقتراح بأنه يجب وضع الخلايا بدرجة تمكن النحل من الطيران ضد الرياح السائدة والعودة إلى خلاياه فى إتجاه الرياح حيث قد يسهل فى الإهتداء إلى الرائحة المنبعثة من المحصول.

من اليوم ــ خاصة عند تلقيح البساتين ــ وضع المستعمرات فى اماكن محمية بحيث تتعرض للشمس فى الصباح المبكر لزيادة درجات الحرارة وتنبه الطيران المبكر. حيث وجد أن نحل المستعمرات المحمية فى الموقع المشمس الدافئ يخرج منها ٥٠% أكثر من نحل مستعمرات مماثلة فى الحجم معرضة للرياح وحماية جزئية.

أجريت محاولات فى الإتحاد السوفيتى السابق عن تأثير مصدات الرياح على التلقيح ووجد أن أزهار نبات *Helianthus annuus* الموجودة على بعد ١٠-٢٠م من مصدات الرياح أنتجت رحيق أكثر وثلاث مرات ضعف فى إنتاج البذور عن تلك التى تبعد ٤٠٠ إلى ٤٧٠م. وأن أزهار *Onobrychis sativa* فى مدى ١٠-٩٠م من مصدات الرياح أفرزت رحيق أكثر وتردد عليها نحل أكثر وأنتجت بذور أكثر من تلك التى تبعد ١٠٠ إلى ٤٧٠م. وثبت بالبحث أن وجود مصدات الرياح فى البستان يؤثر كثيراً على توزيع الحشرات الطائرة وأن المناطق المحمية تحوى ثلاث أضعاف الحشرات المحبة للأزهار عن تلك الغير محمية. وهناك إقتراح بأن مصدات الرياح عن طريق تقليل التأثير المعاكس للرياح على زيارات الحشرات يمكنها أن تحسن تلقيح بعض المحاصيل الإستوائية من ضمنها *Theobroma cacao*, *Coffea* spp., *Camellia sinensis*, *Citrus* spp., *Musa* spp. ومع ذلك ــ وبينما تكون مصدات الرياح مفيدة بالإمداد بالتدفئة الأكثر للأماكن القريبة والوسط المناخى microclimate الأهدأ الذى يشجع إفراز الرحيق وتوفير حبوب اللقاح قد يكون لها تأثير معاكس بتثبيط الحشرات الملقحة من زيارة الأجزاء المكشوفة أكثر من المحصول وهذا المجال فى حاجة إلى مزيد من الدراسة.

٨- "توجيه" النحل للمحاصيل "Directing" bees to crops:

عندما درب Von Frisch عام ١٩٢٣ نحل العسل ليجمع محلول سكرى وضع على الأزهار فإن هذا النحل إستدعى نحل آخر لزيارة أزهار نفس النوع النباتى الذى أمد من قبل بمحلول سكرى. وذكر أن النحل يمكن توجيه لزيارة نوع معين من الأزهار عند وضع محلول سكرى فى خلاياه يحتوى رائحة الأزهار موضع الإهتمام. تلى ذلك كثير من المحاولات "لتوجيه" النحل إلى محاصيل معينة بتغذيه

مستعمراته على محلول سكرى يحتوى رائحة المحصول "المستهدف". والطريقة التى تعتمد على لغة الرقص (السابق ذكرها) على غمر أزهار طازجة من المحصول المستهدف فى محلول سكرى لبضع ساعات ثم سحب الأزهار وتقديم المحلول السكرى لمستعمرات النحل وفى العادة ما تقدم أزهار طازجة من المحصول ليقف عليها النحل أثناء تناول المحلول السكرى. نظرياً ــ ينقل النحل الذى يتناول المحلول السكرى المعلومات الخاصة برائحة المحصول المستهدف إلى نحل آخر الذى يغادر الخلية لزيارة نفس المحصول. ويصعب توجيه النحل إلى أنواع خاصة من الأزهار عندما يتاح لها فى نفس الوقت وفرة من رحيق أنواع أخرى. ولكن ذكر أنه يمكن تثبيط النحل من زيارة محصول معين بتغذيته على محلول يحوى ٥٠% كلوريد الكالسيوم سبق غمر بعض أزهار المحصول فيه. ونتيجة أن انعكاس الأشعة الفوق بنفسجية تنبه بقوة النحل الساعى ــ لذا إقتراح إستخدام أفرخ ألومنيوم بين نباتات المحصول المستهدف لتعكس الضوء الفوق بنفسجى لجذب النحل لأزهار المحصول. وإدعى بعض البحاث بأنه يمكن تشجيع النحل لزيارة المحصول بوضع أوعية تحوى محلول سكرى فى الحقل مع تغطية هذه الأوعية بأزهار المحصول وأجريت هذه المحاولات مع بعض أنواع البرسيم ونباتات أخرى مثل *Cucumis melo, Brassica napus, Trifolium pratense*. وبينت تجارب أخرى أن نفس التأثير يمكن الحصول عليه برش النباتات بمحلول سكرى ولكن يعيب هذه الطريقة بأن النحل قد يعمل فقط فى المناطق المرشوشة وقد يوجه النحل جهده لجمع المحلول السكرى من الأجزاء الأخرى النباتية التى تحتويه مع تأثير ضار على عملية التلقيح. عموماً ــ تحتاج كثير من الطرق السابقة لبعض التحويرات للتطبيق بواسطة المزارع أو النحال.

٩- زيادة جذب المحاصيل Increasing the attractiveness of crops:

هناك طريقة أخرى لزيادة التلقيح بزيادة جذب المحصول للنحل. فالإنتخاب الطويل الأمد لأنواع معينة من النباتات قد ينتج عنه سلالات نباتية تحوى رحيق أو حبوب لقاح أكثر وسهل المنال لنحل العسل. ويمكن عمل القليل فى مجال تحسين

كمية ونوعية حبوب اللقاح ولكن الكثير يمكن عمله بواسطة التربية والإنتخاب. كما قد توجد إمكانية لإنتخاب سلالات تفرز رحيق أكثر. حيث لوحظ إختلافات وراثية فى إفراز الرحيق فى نباتات *T.pratense* و *T.sativa* . ومع ذلك ــ نظرا للتأثير البيئى الملحوظ على تركيز سكر الرحيق لذا سيكون الإنتخاب المبنى على أساس تركيز السكر محدود الفائدة.

الطريقة الأكثر تأثيرا لتحسين جاذبية المحصول تعتمد على الإنتخاب المباشر للنباتات الأكثر جذبا للنحل. وهذه الطريقة توفر تلقائيا إنتخاب نباتات تتوفر بها جميع العوامل المسئولة على جذب النحل.

من الممكن أن نؤثر على إفراز الرحيق بتغير مخزونات التربة من المواد الغذائية. ويبدو أن جميع العناصر التى تؤثر على نمو ا لنبات تؤثر على إفراز الرحيق. ولقد أوضحت التجارب أنه للحصول على أقصى إنتاج للرحيق يجب أن يكون مستوى التسميد بالنتروجين منخفض بدرجة كافية لتجنب النمو الخضرى الزائد. وأن يكون هناك تسميد فوسفورى كافى ليشجع إنتاج زهرى جيد ولكن ليس عالى حتى لا يقلل إفراز الرحيق. كما يجب ألا يكون مستوى التسميد بالبوتاسيوم منخفض بدرجة تحد من النمو وإفراز الرحيق ولا عالى بدرجة تثبط إنتاج الأزهار. ويجب أن نعى أن المعاملة الضرورية بالمخصبات للإفراز المثالى للرحيق تختلف بإختلاف الأنواع. مع ملاحظة أن إفراز الرحيق أيضا قد يعتمد على العمليات الزراعية الأخرى خاصة الرى والمسافات الزراعية.

١٠- زيادة نسبة جامعات حبوب اللقاح:

Increasing the proportion of pollen-gatherers

جامعاتُ حبوب اللقاح ملقحات أكثر قيمة بصفة عامة وتعمل أسرع من جامعات الرحيق لذا من المهم زيادة أعدادها. ونظرا لأن نسبة شغالات الحقل foragers التى تجمع حبوب اللقاح تزداد مع كمية الحضنة فى المستعمرة فإنه من المهم أن تحتوى المتسعمرة المعدة للتلقيح على وفرة من الحضنة.

يحد قلة حبوب اللقاح المخزونة فى المستعمرات فى الشتاء من تربية الحضنة فى نهاية فترة الشتاء والربيع ومن ثم حجم المستعمرات وقت الحاجة. وعلى ذلك تغذية الحضنة بحبوب اللقاح وبدائل حبوب اللقاح (٤-٩ أجزاء دقيق فول صويا + ١ جزء خميرة brewer's yeast التى يضاف إليها أحيانا لبن جاف منزوع الدسم وكازين تجارى ومح بيض جاف) فى بداية الربيع وسيلة قيمية لزيادة تربية الحضنة ومن ثم قوى سعى شغالاتها. ومع ذلك قد يقلل الإمداد الزائد بحبوب اللقاح إلى المستعمرات الموجودة فى محاصيل فقيرة فى حبوب اللقاح مثل (*Eucalyptus* spp., *Gossypium* spp) من تعداد النحل الجامع لحبوب اللقاح والهام فى التلقيح.

يمكن أيضا حث المستعمرات على زيادة جمعها لحبوب اللقاح بإزالة بعض مخازن حبوب اللقاح الخاصة بهذه المتسعمرات مع إمدادها بإطارات حضنة إضافية. ومع ذلك قد تستلزم هذه الطريقة تداول مستعمرات إضافية والتى بنفسها قد تقلل السعى الحقلى بالإضافة إلى إحتياج الطريقة إلى مستعمرات أخرى لأخذ منها إطارات الحضنة المطلوبة وقد يكون هذا غير فعال وغير إقتصادى إذا قورن بأخذ كل المستعمرات إلى المحصول موضع الاهتمام.

لقد إقترح أيضا أن إزالة حبوب اللقاح بمصيدة حبوب اللقاح pollen trap قد تزيد جمع حبوب اللقاح. فلقد ذكر أحد البحاث أنه كان فى المستعمرة الملحق بها مصيدة حبوب لقاح نسبة أكبر من جامعات حبوب اللقاح عن المستعمرات المقارنة ولكن ذلك يتطلب مزيد من الدراسة حيث ذكر باحث آخر بأن إزالة حبوب اللقاح من أرجل النحل بعد نهاية رحلات ناجحة سبب فى تحول هذا النحل إلى نحل جامع للرحيق. كما ذكر باحث آخر بأن إستخدام مصائد حبوب اللقاح خفضت إنتاج العسل بنحو ٢٤% وتربية الحضنة بنحو ٤%.

ذكر أيضا أنه يمكن تشجيع النحل وحثه على جمع حبوب لقاح أكثر بوضع صندوق به إطارات فارغة تحت صندوق حضنة المستعمرة وتزداد أهمية هذا الإجراء فى حالة عدم وجود مكان كافى فى صندوق الحضنة.

زيادة جمع حبوب اللقاح عند **تغذية المستعمرات** بمحلول سكرى غالباً ما ينتج من التغير السريع فى سلوك أفراد شغالات الحقل من جامعات للرحيق إلى جامعات لحبوب اللقاح. فمعظم النحل الذى يجمع المحلول السكرى لم يعمل من قبل فى الحقل أى هذا النحل فى مرحلة من حياته يتلقى طبيعياً أحمال الرحيق من شغالات الحقل. وغياب هذا النحل عند مدخل الخلايا نتيجة وجود المحلول السكرى ربما يثبط شغالات الحقل من جمع الرحيق.

فى تجارب أخرى غذيت مستعمرات النحل **بمحلول سكرى** مخفف موضوع **بجانب محاصيل** *Prunus avium, Trifolium pratense, Vicia faba* ووجد أن جمعها لحبوب اللقاح زاد بنحو ٢,٢ و ٣,٣ و ٥,٢ على التوالى مقارنة مع المستعمرات التى تركت بدون غذاء سكرى وربما هذا يعكس الإتجاه الأكبر لجامعات حبوب اللقاح للسعى بالقرب من مستعمراتها عن جامعات الرحيق. لذا فإن تغذية المستعمرة المعدة لتلقيح البستان بالمحلول السكرى لن تزيد فقط كفاءتها فى التلقيح بزيادة عدد جامعات حبوب اللقاح ولكنها قد تزيد أيضاً نسبة جامعات حبوب اللقاح التى تعمل على المحصول التى وضعت فيه المستعمرة. وبعض زيادة التلقيح الذى سجل عقب محاولة "توجيه" النحل بتغذيته على شراب يحوى رائحة أزهار المحصول المستهدف جاء فقط من التغذية بالشراب السكرى.

أحياناً ــ قد يكون من الملائم إستخدام مستعمرات داخل **صناديق** رخيصة **دون إطارات** ووضعها بين نباتات المحاصيل المراد تلقيحها وقتلها أو تركها تموت عند انتهاء الإزهار. إلا أن سعى نحل هذه الـ تعمرات أقل فى جمعة لحبوب اللقاح عن المستعمرات التى تحوى إطارات وحضنة بالإضافة إلى ميلها لترك الخلية. وقد يتغلب على ذلك بإضافة فرمونات الملكة المصنعة. وبالرغم من أن هذه الفرمونات المصنعة قد تكون مؤثرة مثل وجود الملكة فى المستعمرة المستقرة وفى تنبيه النحل على بناء الإطارات والسعى فى الحقل. إلا أنه يبدو من غير المحتمل أن فرمون الحضنة الصناعى سيكون مؤثر مثل تأثير الحضنة ذاتها. بالإضافة إلى أن جمع حبوب اللقاح سيتوقف إلى أن يعد إطار [illegible] لإستقبال أحمال حبوب اللقاح. لذا فإن

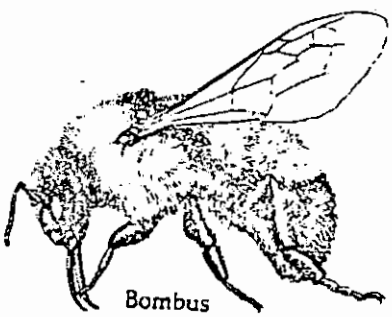
هذه العيوب ربما تتغلب على المميزات المتحصل عليها من هذا الإجراء.

بالرغم من أن جمع الرحيق يبدو أنه يمتد إلى ما بعد إحتياجات المستعمرة إلا أن جمع حبوب اللقاح ذات علاقة مباشرة أكثر بإحتياجات المستعمرة. وقد يرجع ذلك جزئيا للإنسان الذى إنتخب النحل الذى يميل إلى إدخار العسل وليس حبوب اللقاح. لذا **الإنتخاب الناجح** لنحل يدخر حبوب لقاح ــ رغم صعوبة إجراء ذلك ــ قد يؤدى إلى إنتاج مستعمرات لسلالات تجمع حبوب اللقاح بصرف النظر عن إحتياج الطائفة. هذا يؤدى إلى الحصول إلى ملقحات أفضل عن المستعمرات المتاحة الآن. وربما مثل هذا الإنتخاب سيرتبط فى النهاية بتربية نحل يفضل نوع معين من النباتات.

أخيرا ــ نؤكد مرة أخرى أن نحل العسل *A.mellifera* (Apidae) يشكل النحل الرئيسى الملقح للأزهار والعالمى الإنتشار. والخدمات التى يقدمها لكثير من المحاصيل فى البيئات الزراعية هامة جدا. ولكن قد يسبب مشاكل خطيرة فى الأنظمة البيئية الطبيعية حيث قد يتنافس مع الملقحات الحشرية الطبيعية بإستنزاف إمدادات الرحيق وحبوب اللقاح وقد يضر عملية التلقيح عندما يستبعد نحل العسل الملقحات المتخصصة لأنواع نباتية معينة. لذا من المهم دراسة ذلك فى بيئتنا الزراعية الجديدة ومعرفة دور النحل الآخر فيها وبالمثل المزارع الجافة المنتشرة فى صحراء مصر الغربية.

خامسا: إستخدام نحل البامبل كملقحات Using bumblebees as pollinators:

يمتلئ جسم نحل الجنس *Bombus* بالشعر وهو نحل إجتماعى مؤقلم للطقس البارد. يعرف نحو ٢٠٠ نوع معظمها فى المناطق المعتدلة من أمريكا الشمالية وآسيا الأوروبية.

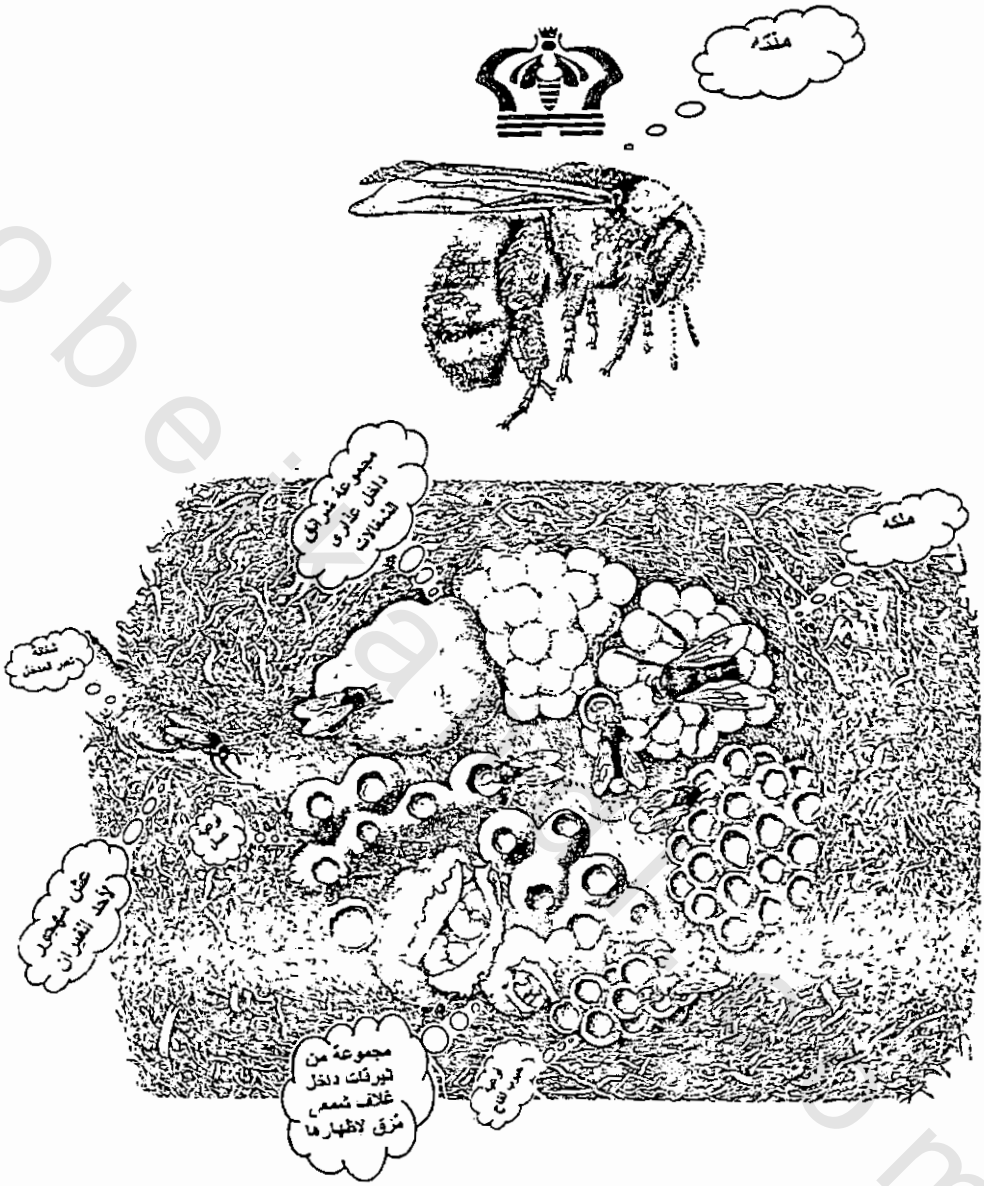


(شكل ١٧) شغالة نحل البامبل ويشاهد الشعر الغزير على جسمها.

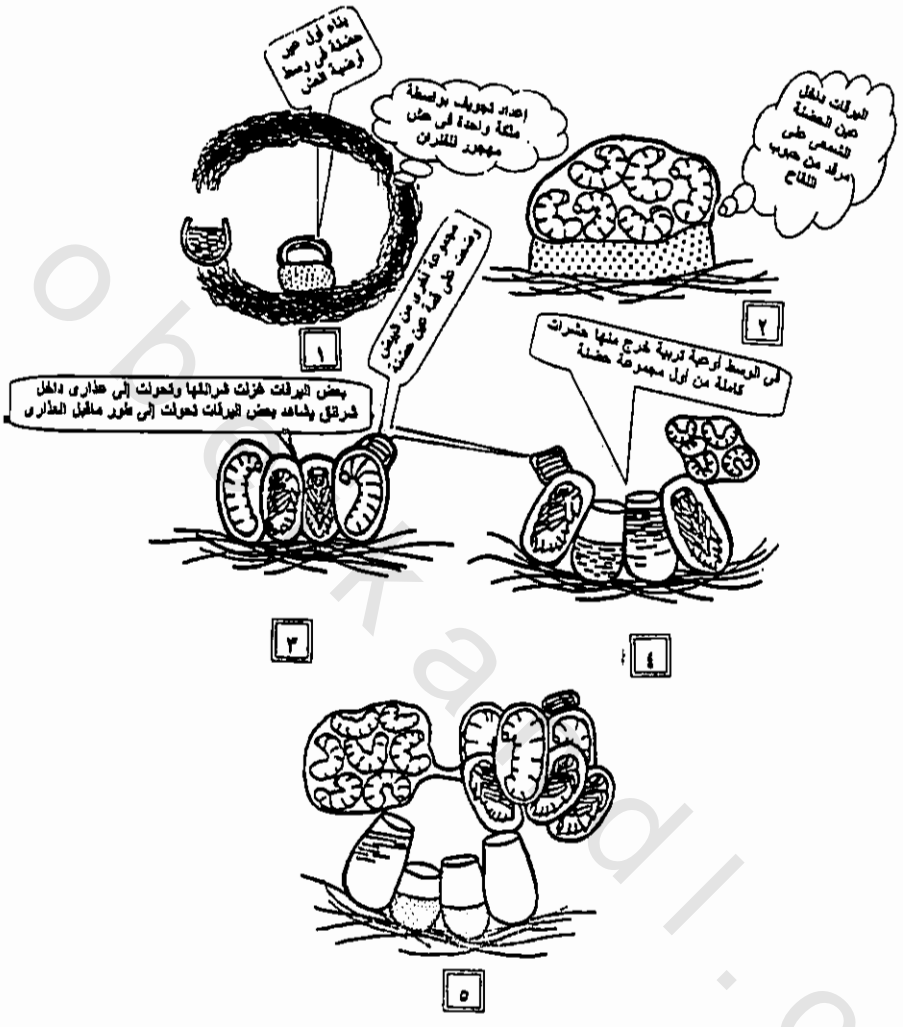
كما توجد أنواع قليلة فى أندونيسيا وفى أجزاء من أمريكا الجنوبية. ويوجد نوع وحيد *(B.atratus)* فى غابات الأمازون المطيرة. تنظيم مستعمرة نحل البامبل بدائى إذا قورن بتنظيم مستعمرة نحل العسل. ولكنه أكثر تطوراً من النحل الإنفرادى. عرف البيولوجى العام لنحل البامبل منذ فترة طويلة من بداية القرن العشرين مستعمرات النحل (شكل ١٨) حولية annual وتعيش فقط الملكات الملقحة فى الصيف وفى الشتاء فى سكون شتوى hibernation.

١- الدورة الحولية للمستعمرة Annual cycle of the colony:

تخرج الملكات من السكون فى الفترة ما بين بداية الربيع وبداية الصيف إعتماداً على النوع. وتبدأ فى زيارة الأزهار للتغذية على الرحيق وحبوب اللقاح وذلك لعدة أيام. ونتيجة لذلك تبدأ مبايضها التى كانت على هيئة خيوط رفيعة فى النمو ويبدأ البيض فى الظهور فى أفرع المبيض. وعند هذه المرحلة من نمو الملكة تبدأ فى البحث عن مكان ملائم لعشها مثل حقل بور أو حديقة مهجورة أو ضفاف الأنهار أو الحواجز. وفى كثير من الأحوال يكون الموقع الذى تختاره عبارة عن عش مهجور لحيواناً ثديياً صغيراً مثل فيران الحقل أو عش طير يتكون من تراكم لحشائش أو أوراق نباتية أو طحالب. وبينما تميل بعض الأنواع لإختيار مواقع تحت الأرض عند نهاية نفق قد يبلغ طوله من بضع سنتيمترات إلى عدة أمتار. تختار بعض الأنواع الأخرى مواقع على السطح ولكن تتميز بالإختفاء الجيد فى منخفض أو تحت حشيش كثيف. بمجرد أن تهتدى الملكة إلى العش (شكل ١٩) تبدأ فى تعديلة لإستخداماتها حيث تقوم بإعداد مدخل مع نفق ينتهى إلى تجويف العش. ثم تبطن التجويف الداخلى للعش بمواد ناعمة تمزقها من جدر العش. ثم تبدأ الملكة فى إفراز شمع على هيئة رقائق رفيعة من الغدد بين الحلقات intersegmental glands الموجودة على البطن. وتشكل من هذه المادة أول عين حضنة egg cell على هيئة كوب ضحل على أرضية تجويف العش. بعد ذلك تضع فى عين الحضنة حبوب



(شكل ١٨): مستعمرة نحل البامبل الاوروبى *Bombus lapidarius* المسكن فى عش مهجور لفأر الملكة فوق مجموعة خلايا داخلها عذارى تم إزالة غطاء إحداها لإظهار أحد هـــذه العذارى. توجد أوعية العسل فى اليسار ومركز العش فى اليمين وإلى أسفل مجموعـة من الخلايا المهجورة التى تستخدم فى تخزين حبوب اللقاح.



(شكل ١٩): يوضح ا لرسم المراحل النموذجية لنمو مستعمرة لحل الباميل: (١) تبـــدأ بـــاحتلال الملكة لعش فأر مهجور وتبنى أول وعاء عسل بالقرب من فتحة العش وتقيم أول وعاء حضنة فى وسط أرضية العش (٢) تضع الملكة البيض داخل خلية شمعية على مرقد مـــن حبوب لقاح الذى يفقس إلى يرقات (٣) بعض اليرقات تحولت إلى عـــذارى داخـــل شرانق بينما مازال البعض فى طور ما قبل العذراء. كما وضعت الملكة مجموعة تالية من البيض على قمة إحدى الخلايا إلى اليمين (٤) فى الوسط بعـــض الحشـــرات الكاملـــة خرجت وإستعملت شرانقها الفارغة فى تخزين العسل وحبوب اللقاح. (٥) تزايد إطار العش لأعلى وللخارج مع إنتاج ش ـع جديدة من الحضنة.

لقاح ثم تضع عليها من ٨-١٤ بيضة على سطح كريات حبوب اللقاح. ثم تنشئ سقف قبى الشكل من الشمع ومواد أخرى على عين الحضنة brood cell وبذا تصبح الأخير مغلقة وكروية الشكل (شكل ١٩). ويتزامن وضع أول بيض مع بناء الملكة لوعاء للعسل عند مدخل تجويف العش وتملئه ببعض الرحيق الذى تجمعه من الحقل لتغذية اليرقات. تغذى يرقات الـ *Bombus* بواحد من أحد الطرق المختلفة جدا تبعا للنوع المشتمل وكان Sladen عام ١٨٩٦ أول من تعرف عليها:

١- **الطريقة الأولى:** تشاهد فى أنواع يطلق عليها مخزنات حبوب اللقاح pollen-storer species شغالات هذه الأنواع تجمع حبوب اللقاح وتخزنها فى أوعية حضنه مستعملة abandoned cocoons والتى قد توسعها بطبقات إضافية من الشمع إلى أن تشكل إسطوانات بإرتفاعات قد تصل إلى ثلاث بوصات. وتنقل الشغالات حبوب اللقاح من وقت لآخر من هذه الأوعية المحورة لتغذى الحضنة فى شكل مخلوط سائل لزج من حبوب اللقاح وعسل. ولا تتغذى اليرقات مباشرة ولكن عن طريق فتحات صغيرة مؤقتة تحدثها فى أغطية عيون الحضنة larval cells حيث ترجع جزء من خليط العسل وحبوب اللقاح وتضعه بجانب اليرقات. دورة الحياة فى شكل (١٨، ١٩) خاصة بمخزنات حبوب اللقاح

٢- **الطريقة الثانية:** تمثلها مجموعة من الأنواع يطلق عليها بصانعات الجراب أو الأكياس pouch-maker species حيث تبنى الملكات والشغالات عدد من الجراب الشمعية الخاصة قريبا من مجموعة اليرقات وتملئها بحبوب اللقاح. أحيانا قد تغذى صانعات الجراب يرقاتها بالترجيع regurgitation والتى بعضا منها تصبح ملكات.

بعد التغذية تعمل الملكة على إضافة شمع لتغطية فتحات التغذية وبـــذا تظـــل اليرقات معزولة تماماً وبعد نحو عشرة أيام تغزل اليرقات شرانقها وتعـــذر. وهنـــا تزيل الملكة الشمع المحيط بالشرانق وتستخدمة فى عمل عيون حضنـــة egg cells جديدة. وبعد نحو عشرة أيام أخرى تخرج الحشرات الكاملة للنحل. وتستغرق الفترة من وقت وضع البيض وظهور الحشرات الكاملة نحو ثلاثة أسابيع ولكـــن تختلـــف طول فترات النمو بإختلاف درجة الحرارة المحيطة والغـــذاء المتـــاح. وتســـتعمل الشرانق الفارغة التى خرج منها النحل فى تخزين الرحيق وحبوب اللقاح وقد تبنـــى أيضاً خلايا شمعية لتخزين الغذاء فقط.

عقب خروج المجموعة الأولى من الحشرات والتى يكـــون جميعـــها شـــغالات تساعد الملكة فى توسيع العش والعناية بالحضنة الجديدة. فعندما تبلغ تلك الشـــغالات من العمر ٢-٣ أيام تبدأ فى تغذية اليرقات التى فقست فى المجموعة الثانيـــة مـــن البيض التى وضعته الملكة وعندما يصبح عمرها ٣-٤ أيام يخـــرج بعضـــها إلـــى الحقل للرعى (جمع حبوب اللقاح والرحيق). وفور بدء الشغالات للخروج بإنتظـــام لجمع الغذاء بكمية كافية تتوقف الملكة عن أداء هذه المهمة وتبقـــى فـــى عشـــها وتستمر فى وضع البيض وحضانته وتغذية الحضنة.

حجم أفراد المجموعة الأولى من الشغالات التى تنتجها المستعمرة يكـــون فـــى المتوسط أصغر من الدفعات المنتجة بعد ذلك بسبب أن مجموعة تلك الشغالات أثناء المراحل اليرقية تلقوا فقط عناية من الملكة وتلقوا إنتباه وعناية أقل من الأفراد التـــى تربى بعد ذلك على أيدى الشغالات. فمع نمو المستعمرة تتوفر شغالات أكثر للعمـــل الحقلى والعناية بالحضنة ويشاهد تبعاً لذلك شغالات أكبر حجماً. ومع ذلك ــ خاصة فى بعض الأنواع ــ تنتج بإستمرار شغالات صغيرة فـــى الحجـــم نتيجـــة بعـــض الأسباب منها كمية الغذاء الذى تتلقاه قد يكون أقل من العادى.

إن حجم النحلة هامة فى تحديد الأعباء التى تلقى على عاتقـــها. حيـــث تميـــل شغالات نحل البامبل أولاً لأداء أعمال داخل العش فقط ثم تتجه بعـــد ذلـــك لجمـــع الغذاء من الخارج. ولكن تبدأ الشغالات الأكبر حجماً فى جمع الغذاء من الخـــارج

في مرحلة مبكرة من العمر مقارنة مع الشغالات الأصغر حجماً. وحتى عندما يبدأ النحل الأصغر في السعي الحقلي فإنه يفعل ذلك بمعدل أقل مما تفعله الشغالات الأكبر حجماً. ولتأثير حجم الشغالة على مهنتها ميزة. حيث يكون للنحلة الأصغر حجماً القدرة على الحركة بين الممرات الضيقة المعقدة لأقراص نحل البامبل بسهولة ويسر أكثر من النحل الأكبر حجماً. كما يمكن للنحل الأكبر حجماً جمع رحيق أكثر وأحمال لحبوب اللقاح أكبر وإرتشاف رحيق بسرعة أكبر من النحل الأصغر حجماً. يتحدد نمط الغذاء الذى يجمعه نحل البامبل أساساً على إحتياجات المستعمرة التى تعتمد كمية ونمط الغذاء الموجود بها على كمية الحضنة النامية. ومع ذلك يجمع النحل الساعى الأكبر حجماً large foragers حبوب لقاح عبر رحلات أكبر نسبياً عن النحل الأصغر ونتيجة لهذا فإنه من المحتمل أن تكون الشغالات الأكبر حجماً أكثر فاعلية كملقحات.

عندما يشتد إزدحام المستعمرة يزداد معدل بناء غيون الحضنة egg cells ــ وعموماً ــ يتوافق زيادة عدد البيض الذى تضعه الملكة مع عدد العيون الشمعية للشرانق numbe· of cocoons فى المجموعة التى تبنى عليها عيون أو خلايا الحضنة. وبهذه الطريقة ينضبط عدد البيض الموضوع مع عدد الشغالات التى ستكون متاحة للعناية بهم عقب فقس البيض ومع تراكم الحضنة ومع وجود شغالات أكثر ينمو قرص comb العش لاعلى وللخارج ويأخذ تقريباً الشكل الكروى عندما ينظر إليه من أعلى.

يختلف حجم مستعمرة نحل البامبل عند ذروة النمو فى نهاية الصيف فى الأنواع المختلفة وقد يوجد إختلاف هام داخل النوع. فقد تحتوى المستعمرة الكبيرة. التى يبلغ إطار التربية فيها ١٥-٢٣سم فى القطر على ١٥٠ إلى ٤٠٠ نحلة. بينما تحتوى المستعمرة الصغيرة التى يبلغ إطار التربية فيها نحو ٨سم على ٣٠-٤٠ نحلة فقط. وأكبر تعداد لمستعمرة نحل البامبل سجل للنوع *Bombus medius* فى غابة إستوائية فى المكسيك حيث إحتوت على ٢١٨٣ شغالة. وقد يرجع ذلك لطول فصل النمو مقارنة بما هو متاح فى المناطق المعتدلة.

مع إقتراب الخريف يبدأ نمو المستعمرة فى التوقف وتبدأ فى إنتاج ذكور وملكات. ويبدو أن توقف المستعمرة يتحكم فيه عوامل داخلية endogenous factors. على سبيل المثال الأنواع المستوردة من الـ *Bombus* فى نيوزيلند تنشط أفرادها فى جميع أوقات السنة، والملكات الفرادى solitary queens يمكنها أن تواصل كل منها فى بناء عشها لفترة قد تصل إلى ٩ أشهر فى العام. وأحياناً تمضى المستعمرة الشتاء وتصل لحجم غير طبيعى. وبالرغم من ذلك تتوقف مستعمرات نيوزيلند عن إنتاج الشغالات عقب تربيتها لملكات.

مرة أخرى ــ تنتج الملكات والذكور وقت ذروة نمو المستعمرة. وتنتج الذكور من بيض غير ملقح ولكن تنتج الملكات مثل الشغالات من بيض ملقح وهى تشبه الشغالات من الخارج ما عدا أنها أكبر حجماً. تترك الذكور أعشاشها عندما يبلغ عمرها عدة أيام ولا تعود ولكن تعمل فى الحقل لسد إحتياجاتها الغذائية. بينما تعمل الملكات الصغيرة فى الحقل لأجل المستعمرة التى تربت فيها. وتستمر فى جمع الرحيق وحبوب اللقاح حتى بعد زواجها. وأثناء إتصال الملكة الصغيرة بالمستعمرة الأم تخزن فى أجسامها أجسام دهنية تشكل مخزون غذائى أثناء الشتاء وفى نهاية لحظاتها بالمستعمرة تملأ معدة العسل الخاصة بها وتترك العش الأم وتذهب للبيات الشتوى كملكة ملقحة.

يختلف سلوك التزاوج بين أنواع الـ *Bombus*. فى بعض الأنواع تحوم الذكور حول مداخل الأعشاش فى إنتظار خروج بعض الملكات الصغار. وفى أنواع أخرى يختار الذكر موضع بارز مثل عمود سور أو زهرة ويتبادل الوقوف عليها ويحوم فوقها ويطارد أى شئ يمر يشبه الملكة فى الطيران. وتنشئ ذكور مجموعة ثالثة من الأنواع خطوط طيران تعلمها على فترات ببقع ذات رائحة تمثل سائل من الغدة الفكية mandibular gland تنشرها على عدة مواقع بطول الطريق وتغير الذكور المواقع من يوم لآخر. وقد يحدث تداخل بين مواقع عدد من الذكور. المهم ــ تطير الذكور حول أو بالقرب من تلك المواقع ساعة بعد ساعةٍ ويوماً بعد يوم منتظرة إقتراب الملكات حتى تتزاوج معها. عند دخول الملكة الملقحة فى بياتها الشتوى تعد لنفسها حجرة خاصة فى التربة وتبقى إلى الربيع لتخرج وتبنى مستعمرة جديدة.

تختلف الملكات عن الشغالات فقط فى الحجم الأكبر ونمو المبايض فى الأولى. ومن الشائع وجود أفراد بينية بين الطبقتين. كما يوجد أيضاً إختلاف كبير فى الحجم داخل طبقة الشغالات. وفى قليل من الأنواع الشغالات الصغيرة لا تطـــير بـــالمرة ولكن ترتبط بأعمال المستعمرة الداخلية. وفى بعض الأنواع توجد حارسات للعـــش من شغالات خاصة ذات مبايض نامية نسبياً.

٢- القيمة كملقح Value as pollinator:

ينظر إلى نحل البامبل كواحـــد مـــن أكثر الملقحات كفاءة لمحـــاصيل كثـــيرة. ولكنه ذات قيمة خاصة فى تلقيـــح الأزهار التى يساعد فيها كبر حجمه فى نقل حبوب اللقاح أثناء زيارته للمواقع المنتجة للرحيق nectaries [مثـــــل *Gossypium* spp. وأصناف معينة من أشـــجار الفاكهـــة] أو تلقيح الأزهار ذات الكورولا الأنبوبية التى تحصل منها الحشرات ذات الألسنة الطويلـــة long tongues فقـــط علـــى الرحيـــــق

(شكل ٢٠) بعض أنواع نحل البامبل سارقات للرحيق. هنا نشاهد إحداها تثقب قاعدة زهرة الجرس الأزرق للحصول على الرحيق دون أن تحمل حبوب لقاح.

(مثل *Vicia faba, Trifolium pratense*) ومع ذلك أنواع أخرى مختلفة مـــن نحـــل البامبل ذات الألســـنة القصـــيرة short-tongued species (مثـــل *B.lapidarius, B.lucorum*) (شكل ٢٠) و*B.terrestris* فى أوروبا و *B.affinis* و *B.terricola* فـــى

أمريكا الشمالية) لا تستطيع أن تصل ألسنتها للرحيق عند دخولها فى أنابيب الكـــورولا الطويلة ولذا تحصل على الرحيق خلال فتحات تحدثها فى قواعد الأزهار وبذا فهى أقـل قيمة كملقحات لبعض الأنواع النباتية مقارنة بالأنواع ذات الألسنة الطويلة.

تظهر مشكلة طول ألسنة نحل البامبل فى تلقيح البرسيم الأحمـــر red clover *(T.pratense)* حيث ينتج النبات رؤوس زهرية. وتتكون كل رأس زهرية مـــن ٥٠ إلى ٢٠٠ زهرة بمتوسط ١٤٠ زهرة. تتفتح الأزهار فى ترتيـــب تصـــاعدى مـــن القاعدة إلى القمة وتحوى الرؤوس الطرفية أزهار أكثر من الرؤوس التى تنمو بعـــد ذلك. كما تظهر خلال فترة الأزهار فى الرؤوس الزهرية فى نباتات الحشة الثانيـــة أزهار أكثر مما تحمله رؤوس الحشة الأولى. ويأخذ الرأس الزهرى من ٦ إلـــى ١٠ أيام لكى تتفتح جميع أزهاره وتستغرق من فترة تزهير النبات الفرد عدة أسابيع.

هناك قليل من الحشرات خلاف نحل العسل ونحل البـــامبل تقـــوم بتلقيـــح أزهـــار البرسيم الأحمر. وبالرغم من تردد كثير من حرشفيات الأجنحة على أزهار النبـــات إلا أنها غير قادرة على الضغط على البتلات الزورقية حتى يتم التلقيح والحشـــرات التـــى سجل بأنها تمتلك القدرة على تلقيح الأزهار تشـــمل *Andrena wilkella, Melissodes* spp., *Tetralonia* spp., *Megachile* spp.

وتعتبر أنواع نحل البامبل الطويلة الألسنة ملقحات مثالية لتلقيح أزهار البرســيم الأحمر حيث يساعد ثقل الحشرة على تفتح البتلات الزورقية وقدرة لسان الحشـــرة فى الوصول إلى قاعدة الزهرة الأنبوبية حيث منابع الرحيق. وظهرت فاعلية هـــذا النوع من النحل فى إنتاج بذور البرسيم عند إدخاله فـــى نيوزيلنـــد حيـــث إزدادت المساحات المنزرعة بالبرسيم سريعاً. ووجد علاقة شديدة بين تكوين البذور وعـــدد النحل الطويل اللسان مثل *B.lapidarius, B.horrorum, B.agrorum, B.ruderatus* ولم تظهر هذه العلاقة مع أعداد النحل فى الأنواع قصيرة اللسان مثـــل *B.lucorum, B.terrestris*.

لسوء الحظ ــ بعض أنواع نحل البامبل القصير الألسنة (٤,٥-٦,٥ ملم) مثل الأنواع الأوروبية *B.terrestris, B.lucorum* والأنواع الأمريكية *B.terricola, B.affinis* لا تستطيع الوصول إلى منابع الرحيق إلا بقرض قواعد الأزهار الأنبوبية وتدخل ألسنتها القصيرة للحصول على الرحيق وتعرف مثل تلك الحشرات بالسالبات أو اللصوص الرئيسية "primary" robbers وتهتدى شغالات نحل العسل وأنواع أخرى من نحل البامبل لهذه الفتحات الذى أعدها نحل البامبل القصير اللسان وتحصل على الرحيق من تلك الفتحات وتعرف هذه الأنواع بتوابع اللصوص أو السالبات الثانوية "secondary" robbers ويشار إليها أحياناً بالنحل الغير إيجابى "negative" bees عكس النحل الإيجابى الطويل الألسنة "positive" bees الذى يدخل الأزهار ويلقحها.

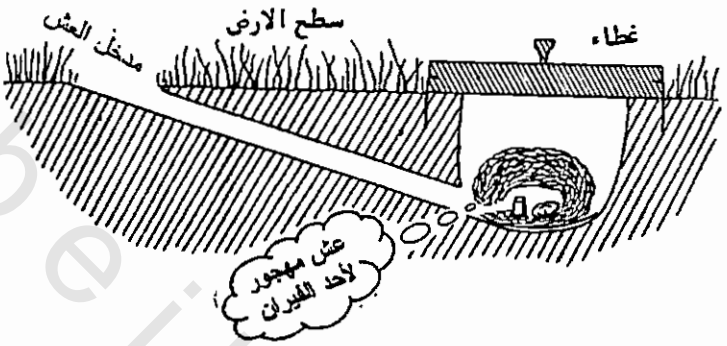
إن الإضرار بقواعد الأزهار لا يفقد الزهرة على إنتاج البذور ولا يستبعد تلقيحها بنحل آخر. ونظراً لعادة سرقة رحيق الأزهار المرتبطة بنحل البامبل قصير اللسان يعتبر هذا النحل ملقحات أقل كفاءة من نحل البامبل الطويل اللسان. فعند تقفيص نحل البامبل القصير اللسان مع قطاع صغير من البرسيم نتج عنها ٣/١ الإنتاج البذرى الذى يشاهد مع نحل البامبل الطويل اللسان أو نحل العسل. وإلى جانب فشل نحل البامبل القصير اللسان فى تلقيح الأزهار تمكن عادته فى قرض الأزهار نحل العسل من الحصول على الرحيق من الفتحات التى يحدثها فى قواعد الأزهار. ووجدت علاقة بين عدد نحل البامبل السارق وعدد نحل العسل السارق. وهى علاقة عامة فى أوروبا ولكن فى نيوزيلند الوضع مختلف. فبالرغم أن ٩٣% من نحل البامبل للقصير اللسان يسطو على الرحيق بطريق غير مشروع إلا أنه يندر أن يجمع نحل العسل ونحل البامبل الرحيق من خلال الفتحات المقروضة فى الأزهار ووجد أنه يمكن إبعاد النحل السارق القصير اللسان عن نباتات البرسيم الأحمر بزراعة نبات بقولى آخر مثل *Phaeolus vulgaris* أو *Vicia sativa* بالقرب من المحصول.

بالرغم من أن نحل البامبل عموماً ملقحات فعالة إلا أن عشائرها تعتبر قليلة جداً لتلقيح مساحات كبيرة من المحاصيل الزراعية. بالإضافة إلى ذلك ـ تظهر أعداد عشائر النحل تذبذبات غير متوقعة من مكان لمكان ومن سنة لأخرى. وعلى ذلك عندما تكون عشيرة نوع ما ذات وفره نسبياً فى سنة قد تكون نادرة فى سنة أخرى. علاوة على ذلك ـ يعتقد أن عشائر نحل البامبل أنخفضت خلال السنوات الحديثة لأن الزراعة المكثفة جداً فى الأرض الزراعية دمرت أماكن الأعشاش والبيئات الطبيعية كما أن إستخدام مبيدات الحشائش سمم ودمر الأزهار البرية التى يعتمد عليها نحل البامبل فى إمداداته الغذائية خاصة فى الربيع وأدى إستخدام مبيدات الحشرات إلى قتل أفراد النحل التى تعمل فى الحقل. لذا وضعت مقترحات لبيان كيفية زيادة عشائر نحل البامبل. ومن التوصيات للمزارعين زراعة قطاعات صغيرة بأزهار منتجة للرحيق لسد إحتياجات المستعمرات أثناء أزمنة الندرة مع ترك مساحات قليلة غير منزرعة لكلى يتخذها النحل للبيات وعمل الأعشاش.

٣- مواقع الأعشاش الصناعية Artificial nest sites:

أقام كثير من البحاث مواقع إقامة صناعية لإسكان نحل البامبل ويطلق على مواقع الإقامة هذه domiciles وذلك بغرض زيادة عشائر نحل البامبل فى منطقة تحتاج إليه كملقحات أو للحصول على مستعمرات يمكن نقلها لتلقيح المحاصيل فى مكان آخر. ونظراً لأن الأنواع المختلفة من نحل البامبل عادة ما تفضل أنواع مختلفة من الأزهار. ونظراً لأن بعض الأنواع تمثل ملقحات مفيدة أكثر لمحاصيل معينة عن محاصيل أخرى لذا فإن الهدف النهائى هو إختيار أنواع وإستئناسها لتلقيح محاصيل مختلفة أو إختيار سلالات سهلة الإستئناس بوجه خاص.

Sladen عام ١٩١٢ هو أول من أقام الأعشاش الصناعية لزيادة عشائر نحل البامبل. تكون العش من حفرة بعمق نحو ٣٠سم تحوى مادة العش من حشائش وأحبال ومغطاة بغطاء سهل رفعه. تتصل قاعدة غرفة الحفرة بإنبوبة مائلة بإتساع ٢,٥سم تصل الغرفة بسطح الأرض (شكل ٢١)، وبالرغم من أن نحو ٢٦% من



(شكل٢١) مسكن تحت سطح الأرض لجذب نحل البامبل للمعيشة فيه (عن sladen، ١٩١٢)

هذه الأعشاش إحتلت بواسطة ملكات النحل إلا أن كثير منها لم يستقر فيها النحل لزيادة الرطوبة وإحتلال مفصليات أرجل أخرى وفيران للعش ثم تطور العش ليتكون أساساً من صفيحة معدنية بغطاء والتى تدفن كاملة فى التربة ويخرج من قاعدة الصفيحة إنبوبة تصل إلى سطح التربة. ويوضع فى الصفيحة بقايا عش فأر ووجد أن ٤٧% من تلك الصفائح تم إحتلالها بواسطة ملكات النحل ولكن تكون فى ١٧% منها فقط مستعمرات كاملة.

الأعشاش الصناعية السابقة الذكر كانت لجذب الأنواع التى تبنى أعشاشها تحت الأرض. تطور الأمر بعد ذلك لإستخدام أعشاش صناعية على سطح الأرض. تكونت هذه الأعشاش من صناديق خشبية ذات فتحة دخول فى أحد الجوانب. ونظراً لأن نحل البامبل ينجذب بوجه خاص إلى أعشاش الفيران المهجورة. أدخل أولاً فى كل صندوق فأر وقش وبعض الحبوب ثم عزلت الفيران بعد فترة وأدى هذا العمل إلى إحتلال نحل البامبل لنحو ٤٠% من هذه الصناديق ولكن إنخفض تعداد مستعمرات هذه الصناديق فى الأعوام التالية إلى نحو٣,٧%.

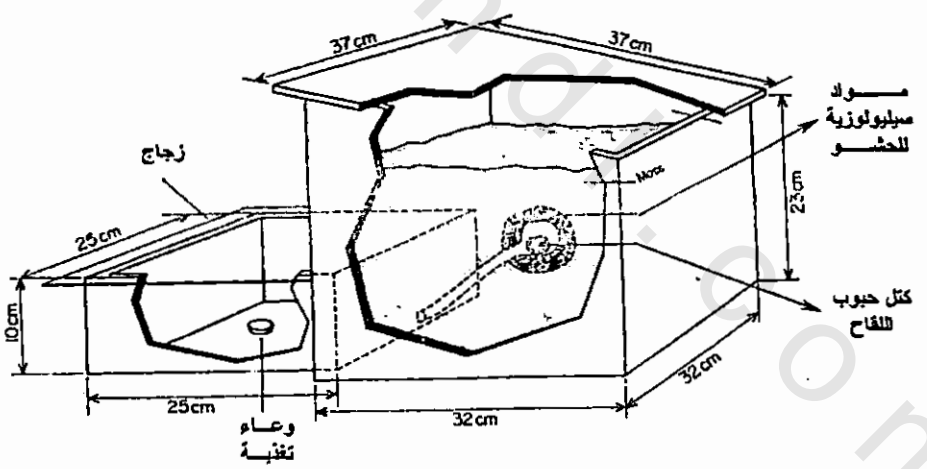
أمكن تحسين الطريقة السابقة بوضع قطن تنجيد فى الصناديق الخشبية حيث وجد أن نحل البامبل يقبل القطن مباشرة دون إدخال فيران أولاً. كما حول بعض من تلك الصناديق للاستخدام تحت الأرض مع إيصال قاعدة الصندوق (بقطعة من الخرطوم البلاستيك) بفتحة دخول على سطح الأرض ووجد فى بعض التجارب أن الملكات إستقرت وكونت مستعمرات فى ٥٠% من الصناديق الموضوع فوق سطح الأرض ووصلت نسبة قبول الصناديق المدفونة أرض فى المراعى إلى ٧٠%.

٤- الأعشاش المعملية Laboratory domiciles:

إتجاه آخر تم الوصول إليه لحل مشكلة زيادة عشائر نحل البامبل المحلية عن طريق إدخال ملكات إلى عش فى صناديق ذات تحضير خاصة فى المعمل إلى الحد التى تصبح فيه المستعمرات كبيرة بدرجة كافية ويمكن أخذها للمحاصيل المحتاجة إلى تلقيح. ومن سوء الحظ تحقيق بدأ المستعمرة عادة صعب حتى عند إمداد الصناديق بحبوب اللقاح والرحيق ومادة العش.

Frison عام ١٩٢٧ كان أول من حقق بعض من النجاح فى تربية الحشرة فى المعمل. حيث قسم صندوق العش إلى حجرتان (شكل ١٩) أحدهما كان لها غطاء من الزجاج وتحتوى على عسل . والحجرة الأخرى تم تبطينها بعدة طبقات من

القماش المغطى بالشمع وإحتوت الحجرة على كوب شمع صناعى وكريـــات مـن حبوب اللقاح. وعن طريق إدخال فقط الملكات التى تبدى إستعدادا لبدء المستعمرات تحصل Frison على بيض نحل البامبل فى ٧٠% من الصناديق التى أعدها ولكـن نجاح تربية المجموعة الأولى من اليرقات كان فقط فى ٣٢% من الصناديق. جـاء بعد ذلك Hasselrot فى الفترة من ١٩٥٢ إلى ١٩٦٠ الذى إستخدم أيضا صنـاديق ذات حجرتين واحدة للغذاء والأخرى للعش (شكل٢٢).



(شكل ٢٢): المسكن الذى أعدة Hasselrot عام ١٩٥٢
لتشجيع نحل البامبل على بناء مستعمراته.

ملئت حجرة العش بطحالب، وأشنات moss فيما عدا المركز الذى يحوى لبادة كروية من السليلوز فى وسطها حبوب لقاح طازجة. وخلال عدة سنوات ٧٥% من ١٩٠ ملكة إستخدمها إستقرت فى الصناديق وكونت مستعمرات ونمت بعض من تلك المستعمرات بدرجة كبيرة جدا. وأنتجت إحدى مستعمرات *B.terrestris* ١٥٠٠ نحلة٤٨٨ منها كانت ملكات.

لقد عزل كلا من Frison و Hasselrot الملكات فى الصناديق عزلا جيدا ويبدو أن ذلك شكل واحد من أسباب النجاح بالحفاظ على درجة حرارة عالية كافية داخل الصناديق. لذا راعت التجارب الجديدة على حفظ درجة حرارة العش على ٢٩ °م. إن تربية مستعمرات البامبل تحت ظروف الأسر يمكن أن تلعب دورا هاما فى تلقيح النباتات ويتبقى إيجاد طريقة عملية للتربية المستأنسة لنحل البامبل.

٥- البيات الشتوى الصناعى Artificial hibernation:

أجريت محاولات لكى تبيت ملكات البامبل بياتا شتويا صناعيا بهدف الحصول على ملكات خالية من الأمراض فى الربيع وخاصة على ملكات خالية من النيماتودا *Sphaerularia bombi* وللحصول على تحكم كامل للمستعمرات عن طرق حبس الملكات والمستعمرات فى أقفاص وصوب زجاجية glasshouses. وإذا حالف ذلك النجاح سيكون لهذا النجاح ميزة تربية نحل البامبل لعدة أجيال فى نفس السنة وسيكون إنتاج مستعمرات نحل البامبل مستقلا عن العشيرة الطبيعة. خاصة وأنه عرف عن نحل البامبل بأنه يتزاوج ويخرج للبحث عن الغذاء forage فى الأسر وبذا لا تمثل تلك الأنشطة أية مشاكل. وبعيدا عن بدء المستعمرة شكل البيات الصعوبة الأكبر وأمكن الآن انتغلب على الكثير من المشاكل وأمكن الحصول على نسبة كافية من الملكات التى تعايش الشتاء صناعيا مع تطلع إلى إنطلاق ذلك إلى وضع عملياً.

أمكن لـ Horber عام ١٩٦١ أن يبيت ملكات نحل البامبل فى أوعية صغيرة من الألومنيوم الممتلئة بـ vermiculite وحفظ تلك الأوعية على ١ °م. وسمح للملكات

التى عايشت ظروف البيان هذه بالطيران فى بيت زجاجى إحتوى على صناديق تربية وأمكن للملكات تشيد مستعمراتها عندما تراوحت درجة الحرارة بين ٢٥-٣٥ °م. وأمكن تربية نشئ أحد هذه الملكات فى الأسر لخمسة أجيال متتالية. التجارب التى تلت ذلك عملت على تعقيم أرضية البيوت الزجاجية بالهواء الساخن وإمداد صناديق التربية بالطحالب الجافة والحشائش والقطن والألياف الحريرية وشعر الجياد.

لقد أمكن الحصول على بعض النجاح فى السنوات الأخيرة فيما يخص البيات الشتوى للملكات وبدء المستعمرات colony initiation وللوصول إلى طريقة مفيدة فإنه من المهم أن يستطيع الآخرون بقليل من المهارة تكرار الطريقة. وربما عدم التأكيد الذى يصاحب كثير من طرق تأسيس مستعمرات نحل البامبل يرجع أساساً لعدم الإلمام الكامل بعوامل أساسية مرتبطة بنمو مبيض الملكة والبحث عن العش وبدء المستعمرة وسنتغلب على المشاكل المختلفة عندما يقدم البحث معلومات أكثر.

وحتى عند إستقرار النحل بنجاح فى المعامل أو صناديق الأعشاش هناك الكثير من المشاكل يجب التغلب عليها عند نقلها إلى المواقع التى فى حاجة إلى النحل حيث تحتاج عملية النقل إلى عناية دقيقة حتى لا تهجر الملكات أعشاشها. كما يجب إمداد الصناديق بألوان مميزة حتى لا ترتبك الملكات أو الشغالات عند العودة من العمل وتدخل فى عش آخر خطأ وتدخل فى شجار مميت. ويجب أن تكون الصناديق ضد المياه وتمنع إرتفاع درجة حرارة العش كثيراً. ويجب حماية المستعمرات من الأعداء والتى منها نحل البامبل الطفيلى *Psithyrus* isp. والثدييات الصغيرة وعديد من الطفيليات. وفى الحقيقة مستعمرات الصناديق أكثر حساسية من المستعمرات المتواجدة طبيعياً حيث أن الأولى أكثر سهولة فى إكتشاف الأعداء لها.

لقد تحسن فى السنوات الأخيرة إنتاج مستعمرات نحل البامبل لاستخدامها فى تلقيح المحاصيل على المستوى التجارى وما زال هناك الكثير حتى يمكن إنتاج أعداد كافية إقتصادية من نحل البامبل وبطريقة أكثر سهولة ولقد قطعت كندا شوطاً كبيراً فى هذا المجال ويمكن أختبار الطرق التى وصلت اليها فى بلاد أخرى.

٦- إستيراد الأنواع النافعة Importing beneficial species:

لازال هذا الميدان على المستوى العالمى فى حاجة إلى مزيد من الكشف سواء بالنسبة لنحل البامبل أو لحشرات ملقحة أخرى وبالطبع لازال أمامنا الكثير فى مصر حتى يمكن أن نلجأ إلى هذا الميدان ومن باب أولى أن نعتنى بما نملك من مستعمرات نحل العسل ونقيها من الأمراض مثل التى دخلت إليها حديثا (الفاروا ومرض الحضنة الطباشيرى) ونتعرف على أنواع النحل الأخرى المحلية التى يمكن الاستفادة منها. أولى محاولات الإستيراد كانت فى عام ١٨٨٥-١٨٨٦ عندما إستوردت نيوزيلند ملكات نحل بامبل من بريطانيا وأمكن لها الإستيطان وأدت إلى زيادة كبيرة فى إنتاج بذور البرسيم *Trifolium pratense*. ومن سوء الحظ الثلاث أنواع من نحل البامبل الآن وهى *B.terrestris, B.ruderatus, B.subterranseus* ليست بين أكثر ملقحات البقول أهمية كما أن إقتراح إستيراد أنواع جديدة يرفض دائما خوفا من دخول مرض الأكارين acarine disease الذى يصيب نحل العسل رغم أنه لم يعرف أن نحل البامبل يصاب بحلم يصيب نحل العسل. على أية حال، يمكن عند الإستيراد التغلب على نقل الحشرات لبعض أنواع الحلم عن طريق إستيراد الأطوار الغير كاملة للأنواع النافعة وإطلاقها فى محميات زراعية لدراسة سلوك الحشرات الكاملة أثناء زيارتها للنوع النباتى المطلوب تلقيحه للتأكد من فاعلية الحشرة المستوردة.

نظريا ــ يبدو أنه من المهم إستيراد الأنواع الطويلة اللسان المعروف عنها بأنها ملقحات هامة حتى لو وجدت أنواع أخرى فى المنطقة لأنه بالتأكيد ستزدهر عشائرها لغياب الأعداء الطبيعية لها فى المنطقة الجديدة وإذا أختيرت بعناية قد تتنافس بنجاح مع أنواع البامبل الأخرى الأقل فائدة.

يبدو من قائمة الحشرات المصرية (شلبى ١٩٥٨)، أنه لا توجد فى مصر كثير من أنواع النحل الإجتماعى خلاف نحل العسل الملقحة للأزهار خاصة التابعة للأجناس *Bombus , Melipona, Trigona* ويرى المؤلف أن نقل بعض من تلك الأنواع (عند الضرورة) التى يمكن أن تعيش الظروف المصرية عبر إجراءات

حجر زراعى صارمة يمكن أن تزدهر عشائرها فى مصر وتساعد إلى جانب نحل العسل فى تلقيح المحاصيل الزراعية. إن نقل بعض أنواع تلك الأجناس خالية من أمراضها أو آفاتها المتاحة فى موطنها الأصلى سيرفع بالتأكيد عشائرها وتزداد فائدتها ولكن هذا الميدان يحتاج مزيد من الدراسة ويجب أن يخضع قرار الإستيراد بعد ذلك إلى هيئة علمية ذات سيادة فى إتخاذ قرار جلب أو عدم جلب مثل تلك الأنواع.

سادسا: إستخدام النحل الغير لاسع كملقحات Using stingless bees as pollinators:

يأخذ النحل الغير لاسع Stingless bees (Apidae: Meliponini) إسمه فى حقيقة أن آلات اللسع stings مختزلة ولا يمكن للنحل أن يستخدمها فى الدفاع عن نفسه ومع ذلك لشغالات معظم الأنواع القدرة فى الدفاع عن أعشاشها عند إقتراب الإنسان منها حيث تحوم حول جسمه وتعض الجلد وتشد الشعر بصورة مؤلمة. وتقذف مجموعة النوع *Trigona flaveola* فى أمريكا الإستوائية أيضا سائل حارق من فكوكها العليا لذا يطلق عليها فى البرازيل catafogos وتعنى خارجات النار fire defecator كما أن لديها القدرة فى الدفاع ضد غرباء العش من الحشرات الأخرى مثل النمل المسلح.

يوجد النحل الغير لاسع meliponines فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية حول العالم. سجل نحو ١٨٣ نوع من المناطق الإستوائية فى العالم الجديد و ٣٢ فى أفريقيا و ٤٢ فى آسيا و ٢٠ فى أستراليا. وضعت الأجناس المعروفة للنحل الغير لاسع فى ٢١ جنس تحوى أنواعا مختلفة ووضعت حديثا فى tribe (Meliponini). وأكثر الأجناس أهمية هى *Melipona* , *Trigona*. يتكون الـ *Melipona* من نحو ٥٠ نوع يقتصر وجودها فى الإستوائيات الجديدة neotropics وهى ذات أنظمة إتصال أكثر تعقيدا وذات قدرة على التلقيح الإهتزازى buzz pollination (أى تخرج حبوب اللقاح بهز أسدية الزهرة التى تحمل حبوب اللقاح فتنشق وتخرج خلال ثقوب خاصة). الـ *Trigona* أكبر وأكثر الأجناس إتساعا فى الإنتشار ويضم نحو ١٣٠ نوع فى نحو ١٠ تحت أجناس subgenera بما فيها النوع ال *Trigona sensu stricto* ومعظم النحل الغير لاسع الآسيوى.

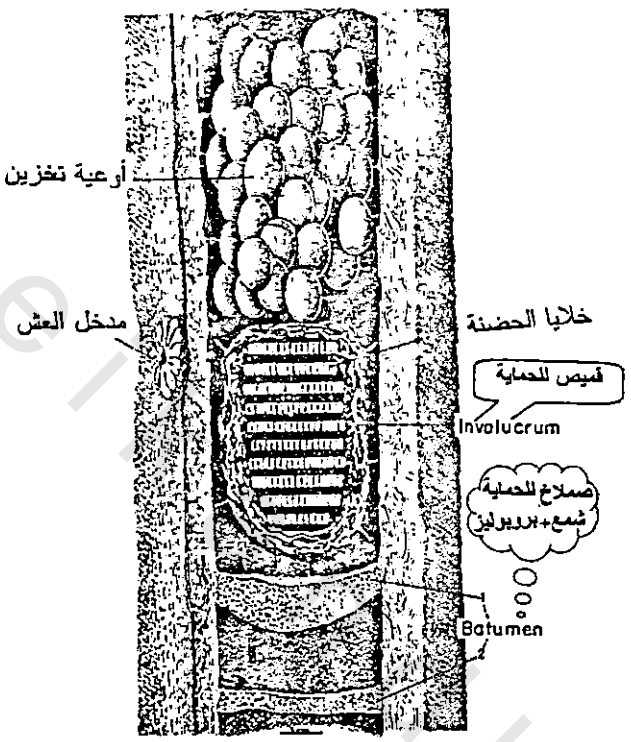
النحل الغير لاسع مجموعة من النحل المتوسط الحجم وتشكل حشرات زائرة شائعة لأزهار النباتات الإستوائية وتحت الإستوائية وتأكيد أهميتها وفاعليتها فى تلقيح المحاصيل مازال غير معروف. ولكن تأكد فاعليتها كملقحات هامة لـ ٩ أنواع وقد تساهم فى تلقيح ما يقرب من ٦٠ نوع نباتى آخر ولكن لا توجد معلومات كافية لتحديد فاعليتها الإجمالية أو أهميتها.. وتظهر الحشرات تنظيماً إجتماعياً مختلف عن نحل العسل ونحل البامبل. مستعمرات النحل دائمة النشاط طوال العام perennial وعادة ما تتكون من مئات أو آلاف الشغالات.

المراجع الخاصة بدور النحل الغير تابع للجنس *Apis* فى تلقيح المحاصيل تذكر النحل الغير لاسع بإختصار أولاً تدرجه بالمرة. كما تناقش الكتب الخاصة بتلقيح المحاصيل بالحشرات هذا الموضوع قليلاً جداً. وربما يعكس هذا الإهمال نقص فى المعلومات ولا يرجع إلى عدم أهمية هذه الحشرات.

إستخدام وإدارة النحل الغير تابع للجنس *Apis* والحشرات الأخرى فى تلقيح الأزهار مهم وذلك لأن إعتماد الزراعة العالمية تقريباً على نحل العسل وقدرة نحل العسل محفوف بالمخاطر أو محدود نتيجة لعوامل مثل الـ Africanization والأمراض والطفيليات وإنخفاض فاعلية نحل العسل على بعض المحاصيل والحدود المناخية والضغوط الإقتصادية.

١- بيولوجى النحل الغير لاسع Biology of the stingless bees:

تتكون مستعمرة النحل الغير لاسع من ٥٠٠ إلى ٤٠٠٠ حشرة كاملة كما فى *Melipona* أو من ٣٠٠ إلى ٨٠,٠٠٠ فى حالة جنس *Trigona*. ويتراوح حجم

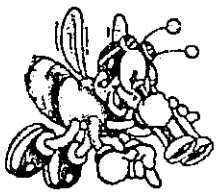


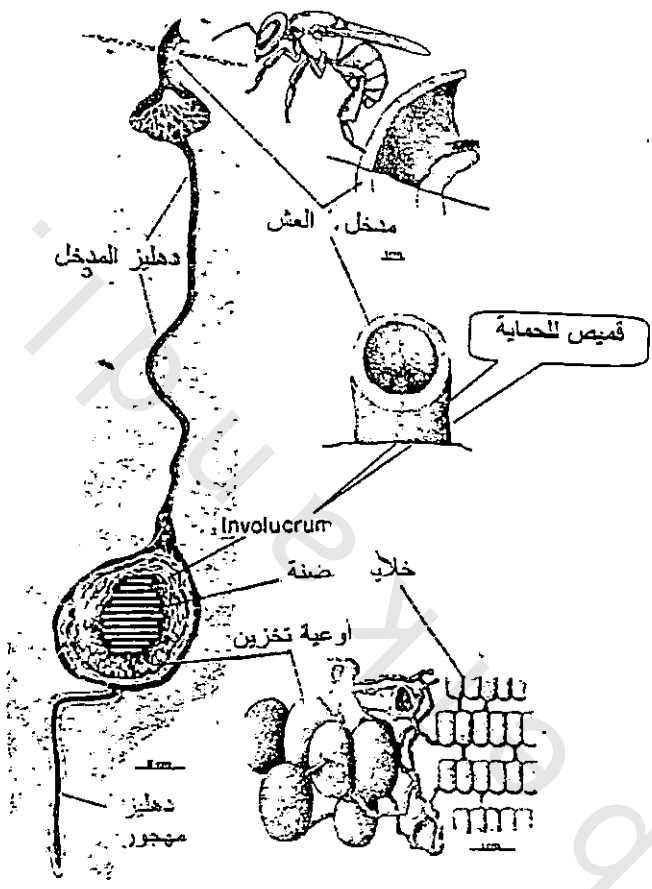
(شكل٢٣) عش نحل غير لاسع *Melipona pseudocentris* أقيم داخل تجويف شجرة. فى هذا النوع يحيط قميص الحماية إطارات حضنة مشيدة بعناية فائقة تحوى أوعية التخزين إما عسل أو حبوب لقاح ولكنها غير مميزة التركيب من الخارج.

الشغالات بين الأنواع المختلفة من الحجم الصغير (طول الجسم نحو ٢مم) إلى أحجام أكبر قليلا من نحل العسل. والبعض ذات جسم رفيع والبعض قوى البنية والبعض تقريبا بدون شعر ولامع والبعض غزير الشعر مثل نحل العسل.

وتوجد إختلافات مورفولوجية وسلوكية بين طبقات الملكة والشغالة والطبقات الوسطية غائبة.

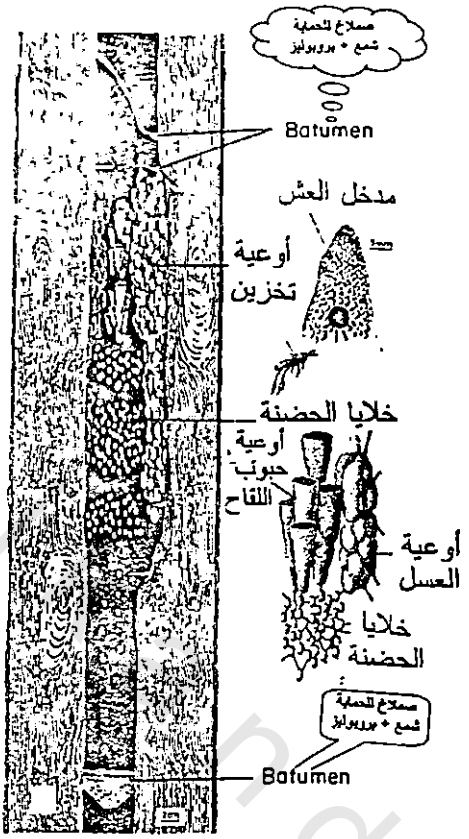
عش النحل الغير لاسع معقد وفريد ويختلف تبعا للأنواع. يتكون العش أساسا من مجموعة داخلية من خلايا الحضنة brood cells قد تدمج أولا. تدمج في إطارات وأوعية بيضية الشكل كبيرة لحد ما لتخزين العسل أو حبوب اللقاح. قد يحيط خلايا الحضنة غلاف ناعم يطلق عليه involucrum (صملاخ ناعم) ذات ثقوب. كما توجد طبقة صلبة سميكة يطلق عليها بالصملاخ السميك batumen تحيط كلا من خلايا الحضنة وأوعية الغذاء. معظم أنواع الـ melioponines تبني أعشاشها في تجاويف جذوع أو أفرع الأشجار (شكل ٢٣) رغم أن البعض يعيش في أعشاش مهجورة للنمل أو النمل الأبيض. ولا تبدى قليل من الأنواع تفضيل خاص حيث تقبل أنواع كثيرة من الفراغات المجوفة وتنتشر عادة مثل تلك الأنواع في المدن في المناطق الإستوائية. يختلف مداخل الأعشاش كثيرا من نوع لآخر. مدخل بعض النحل الغير لاسع ذات بناء بسيط ومدخل العش في البعض الآخر بوقي أو قلبي الشكل. وتغطى بعض أنواع *Trigona* مدخل العش بمادة طازجة من البروبوليز اللاصق تعمل كمادة عائقة وطاردة مؤثرة ضد أنواع النمل. تشيد الأعشاش عادة من خليط بني اللون مكون من شمع وبروبوليز يطلق عليه بالصملاخ cerumen. وتوضح الأشكال (٢٣-٢٥) أمثلة للإختلافات الكبيرة في تعقد تراكيب الأعشاش. ولنفهم تركيب تلك الأعشاش وبيولوجي النحل الغير لاسع دعنا نستعرض عدد من المصطلحات المتداولة.





(شكل ٢٤) عش أرضى لنحل غير لاسع *Trigona (Partamona) testacea*

- ***Batumen***: كلمة برازيلية تعنى جدار وهى طبقات حماية من البروبوليير وأحياناً تتكون من مادة نباتية وطين لعزل وعلق فراغ العش. ومن الشائع ما يتكون من شرائح جدارية batumen plates تغلق أجزاء من التجويف الطبيعى من فراغ العش ومن بطانة جدارية lining batumen وهى طبقة رفيعة من البروبوليز أو شمع وبروبوليز هش على جدر فراغ العش.
- ***Cerumen***: مادة بناء وهو خليط بنى اللون يتكون من شمع وبروبوليز يطلق عليه بالصملاخ والخليط الطازج يكون ناعم والقديم يكون عادة هش.
- ***Cells***: خلايا أو عيون لتربية الحضنة وهى ناعمة تتكون من شمع وبروبوليز وفى داخل كل عين يربى صغير واحد.
- ***Cluster (of cells or cocoons)***: مجموعة من خلايا الحضنة أو الشرانق مرتبطة بطريقة غير منتظمة أى لا تكون إطار (شكل ٢٥).
- ***Cocoon***: تركيب حريرى يغزل بعد تبرز اليرقة التامة النمو حول الجدار الداخلى للخلية التى تعيش داخلها اليرقة. وتعمل شغالات النحل على إزالة وإعادة إستعمال الصملاخ الذى شيدت به الخلية تاركة الشرنقة معرضة أثناء فترات ما قبل العذارى والعذارى.
- ***Comb (of cells or cocoons)***: طبقة الخلايا أو الشرانق السابق الحديث عنها قد تكون متراصة ومتلاصقة معاً فى ترتيب منتظم فيطلق عليها بالإطار.
- ***Entrance***: وتعنى المدخل. وهى الفتحة الخارجية للعش خاصة بدخول وخروج النحل.
- ***Involucrum***: قميص حماية وهو غلاف من صملاخ cerumen ناعم محيط بحجرة الحضنة ويتكون الغلاف الرقائقى laminate involucrum من عدة طبقات ذات فراغات بينها يستطيع النحل خلالها التحرك.
- ***Propolis***: البروبوليز هى راتنجات وشموع يجمعها النحل فى الحقل وتجلب إلى العش للأغراض الإنشائية خاصة لغلق الشقوق فى جدر العش.



(شكل ٢٥) عش نحل غير لاسع *Trigona flavicornis* داخل تجويف جذوع شجرة. فى هذا النوع نمط العش مختلف عن *M.pseudocentris* حيث أوعية تخزين العسل مختلفة عن أوعية حبوب اللقاح. توجد خلايا الحضنة فى مجاميع غير منتظمة وليس فى إطارات.

- ***Storage pots***: هى أوعية يعدها النحل من الصملاخ الناعم لتخزين العسل فيطلق عليها أوعية عسل honey pots أو لتخزين حبوب اللقاح فيطلق عليها pollen pots.
- ***Wax***: مادة بيضاء شمعية يفرزها النحل وتخلط مع مواد أخرى لعمل الصملاخ.

بقى أن نعرف دورة حياة هذا النحل بإيجاز. فى الحقيقة درس دورة حياة عدد قليل جداً من النحل الغير لاسع. عموماً ــ مستعمراته دائمة الحياة طوال العام perenial وتتزايد مستعمراته بالتطريد. تبدأ الدورة عندما تخرج بعض كشافات النحل وهى شغالات للبحث عن موقع ملائم وعندما تختار أحد تلك المواقع تبدأ الشغالات فى سد أية شقوق بالصملاخ والتى قد توجد حول فراغ العش الموجود فى جذع الشجرة أو فى الأرض ثم تعد مدخل العش. ثم تذهب تلك الشغالات إلى العش الأم وتنقل منه مادة البناء الأولى وترجع إلى العش الجديد ومعها عدد آخر من الشغالات وتشيد قميص للحماية داخل فراغ العش كما تقيم الأعمدة والأوعية وعندما تبدأ فى عمل خلايا الحضنة brood cells تحتاج لكميات أكبر من الصملاخ التى تجلبها من العش القديم وتحمل الشغالات هذه المادة فى سلال حبوب اللقاح المكونة من شعرات طويلة على سيقان الأرجل الخلفية كما تنقل أيضاً تلك الشغالات عسل وحبوب اللقاح من أوعية العش الأم. وتنقل هذه الأغذية فى حوصلاتها فى صورة سائل لزج ترجعه فى أوعية العش الجديد وهى بهذا تعد مسكن جديد وتجهيزه بالأساس والغذاء إستعداد لقدوم الملكة الجديدة وبهذا يشاهد تواجد رابطة قوية طبيعية بين عش الأم وعش الإبنة mother and daughter nests.

فى هذا الوقت تكون الملكة الصغيرة لازالت فى حمى عش الأم بواسطة الشغالات كما فى حالة *Plebeia emerina* التى تمنع خروجها وتجهيز الشغالات فتحة الخروج من العش لكى تسمح فقط بمرور الشغالات ولا تسمح بالعروس الجديدة "الملكة" وتقتل باقى الملكات الأخرى الصغيرة. وبعد إكتمال بناء العش الجديد وتجهيزه يحدث إهتياج داخل العش الأم وقد يستمر لثلاث ليال ويشتد نشاط الشغالات عند مدخل العش. وأخيراً توسع الشغالات فتحة الخروج لتتسع للملكة الجديدة ويصاحب الملكة فى الطيران إلى العش الجديد عدد من الوصيفات (شغالات) والذكور وبعد إستقرار الملكة فى عشها الجديد لعدة أيام قليلة تخرج مع عدد من الذكور فى رحلة زفاف قد تستغرق فى بعض الأنواع نحو ٤,٥ دقيقة. عند عودة الملكة تبدأ الشغالات فى تنظيف مهبلها من آلة سفاد الذكر التى تبقى فى

داخلها عند العودة. وحقيقة طيران الذكور drones خارج العش الجديد تعنى أن التزاوج يحدث فى الهواء الطلق لتجنب التربية الداخلية.

ويلاحظ بعض الإختلاف فى بيولوجى النحل الغير لاسع مقارنة مع نحل العسل نذكر منها أن ملكة النحل الغير لاسع لا تنتقل إلى عشها الجديد إلا بعد إعداده جيدا من قبل الشغالات كما أن الملكة الأم (العجوز) فى النحل الغير لاسع ثقيلة الوزن ذات بطن منتفخ وأجنحة بالية ولا يمكنها الطيران وبالتالى الملكة العذراء هى التى تغادر العش.

٢- قدرات وحدود النحل الغير لاسع فى تلقيح المحاصيل:

Strengths and limitations of stingless bees for crop pollination

تشبه كثير من صفات النحل الغير لاسع فى قدرتها على تلقيح الأزهار كثير من صفات نحل العسل وفيما يلى بعض الخصائص التى تؤثر فى قدرة هذا النحل على التلقيح:

١- النحل ذات قدرة على التكيف تمكنه من تلقيح أنواع نباتية عديدة كما يتكيف مع الأنواع النباتية الجديدة فى المنطقة.

٢- يتصف بالوفاء الزهرى floral constancy فالشغالة فى رحلتها عادة ما تزور نوع نباتى واحد.

٣- النحل قابل للإستئناس domestication فيمكن وضع المستعمرات فى خلايا وفحصها وإكثارها وتغذيتها وتغير ملكاتها ومكافحة أعدائها ونقلها وإتخاذ إجراءات الإدارة الأخرى معها.

٤- المستعمرات دائمة طوال السنة perenial colonies وهذا يسمح للشغالات بالخروج للعمل فى الحقل باستمرار داخل القيود المناخية climatic constraints ونمو المستعمرة طول العام يجنب هذا النحل لتكوين مستعمرات كل عام كما فى نحل العسل.

٥- يخزن النحل فى أعشاشه مخزونات غذائية أكبر مما يحتاجها ولهذا فائدة واضحة تسمح للمستعمرات للمعيشة فترات طويلة عند ندرة الغذاء المتاح فى الحقل. إن جمع الشغالات لغذائها الملح من المصادر المزهرة إلى جانب جمع المزيد من الغذاء للمستقبل يعنى أن هذا السلوك يؤدى الى تكثيف زيارة الأزهار المفضلة.

٦- إمكانية نقل حبوب اللقاح من مكان لمكان داخل الخلية يقلل من حاجة النحل للخروج والجمع بين أنواع نباتية غير متجانسة ذاتياً self-incompatible species. وجد ذلك فى نحل العسل وربما يتساوى ذلك مع النحل الغير لاسع.

٧- يتميز النحل بظاهرة تجنيد شغالات جدد للعمل الحقلى أى إستدعاء شغالات جدد من العش للذهاب إلى المصادر الزهرية المحددة عن طريق نقل معلومات عن موقع تلك المصادر مما يسمح بنمو سريع لأعداد ضخمة من جامعى الغذاء foragers مقارنة بأنواع أخرى من النحل التى فيها كل فرد عليه أن يجد مصدر الغذاء.

وعلى خلاف نحل العسل يتصف النحل الغير لاسع بالمميزات الآتية:

١- النحل عموماً ــ أقل ضرراً للإنسان والحيوانات المستأنسة عند التعامل معه أو الاقتراب منه.

٢- ذو قدرة عالية للعمل بكفاءة داخل البيوت الزجاجية glass houses.

٣- ذو طريقة خاصة لزيادة مستعمرات النحل بالتطريد ويساهم إكثار مستعمراته فى صيانة التنوع البيولوجى بحماية وصيانة الأنواع الموجودة منه وانخفاض عشائره يتم بفعل إضرار الإنسان بالأنظمة البيئية.

٤- يندر أن ترحل المستعمرات وذلك لأن الملكة العجوز لا تستطيع الطيران flightless كما أن المستعمرات مقاومة للأمراض والطفيليات التى تصيب نحل العسل. لذا فإن أوبئة نحل العسل التى تضر التلقيح لن تؤثر فى النحل

الغير لاسع فى النظام المرضى هذا. وتشمل عيوب النحل الغير لاسع فى تلقيح المحاصيل ما يلى:

١- تكنولوجى إستئناس النحل الغير لاسع فى معظم الأنواع مازال دون المستوى.

٢- يوجد نقص كبير فى توفير أعداد كبيرة من الخلايا.

٣- معدلات نمو المستعمرة منخفض مقارنة مع نحل العسل.

٤- بعض الأنواع صعبة الإستئناس نتيجة لمتطلبات خاصة لأعشاشها.

٥- بعض الأنواع تضر بالأوراق عند البحث عن الصموغ النباتية (الراتنج).

٦- بعض الأنواع إقليمية وتتشاجر عند وضعها قريبة من بعضها البعض.

٣- الأوجه البيولوجية للنحل الغير لاسع المتعلقة بالتلقيح:

Aspects of biology of stingless bees relevant to pollination

لقد تم مراجعة بيولوجى النحل الغير لاسع ولكن لم يتم ذلك من وجهة نظر تلقيح المحاصيل. فى الحقيقة النحل الغير لاسع **زائرات عامة للإزهار**. حيث تزور جميع الأنواع التى درست مدى واسع من الأنواع النباتية. على سبيل المثال يزور *Hypotrigona pothieri* ٥٤ نوعاً نباتيا فى ٢٨ عائله. ويزور النحل *Melipona marginata* ١٧٣ نوع فى ٣٨ عائله والنوع *Melipona favose* زار ٣٨ نوع فى ٢٦ عائله. وعدد الأنواع النباتية التى يزورها النحل الغير لاسع للرحيق قد يكون أعلى من العدد الذى تزوره الحشرات لجمع حبوب اللقاح ورغم إختيارها العام للأزهار إلا أن الأنواع التى درست تظهر تفضيلا لنباتات خاصة.

للنحل الغير لاسع **القدرة على التأقلم والتعلم السريع** لإستغلال المصادر الغذائية المتاحة فى النباتات الغريبة عن المنطقة. على سبيل المثال أمكن للنحل الغير لاسع فى إستوائيات العالم الجديد أن يستخدم وبكثافة نباتات الـ *Eucalyptus* spp. المستوردة.

ويمكن سرد تعميمات عامة فيما يخص نمط النباتات والأزهار التى يفضلها النحل الغير لاسع. ولكن إقترح أنه يفضل الأزهار الصغيرة والأزهار الكثيفة والأزهار ذات أنابيب التويج الأقصر من ألسنة النحل والأزهار ذات أنابيب التويج الطويلة الواسعة بدرجة كافية لكى يدخل فيها النحل والأشجار والأزهار البيضاء أو الصفراء.

الوفاء الزهرى floral constancy: الذى فيه تزور الشغالة نوع نباتى واحد فى الرحلة الواحدة نموذجى بين كثير من أنواع النحل الغير لاسع المتعدد العوائل polyphagous. فى البرازيل زارت ٩٧% من جامعات حبوب اللقاح الخاصة بتسع أنواع من النحل الغير لاسع فقط مصدر زهرى واحد فى كل رحلة حيث وضح ذلك بأحمال حبوب اللقاح النقية فى سلال حبوب لقاح carbiculae الشغالات. وهذا مهم إذا علم أن الوفاء الزهرى يرتبط بفاعلية ملقح الأزهار حيث أن جمع وحمل حبوب اللقاح من نوعان أو أكثر يقلل من كمية حبوب اللقاح المتاحة وتلوث المياسم stigmas بحبوب لقاح خاطئة. بالإضافة إلى الوفاء الزهرى تظهر الشغالات العاملات فى الحقل foragers عادة الوفاء للمصدر resource constancy بمعنى إما جمع رحيق أو حبوب لقاح أو مواد صمغية فى الرحلة الواحدة وعادة بين الرحلات المتتابعة.

بالإضافة إلى تسجيلات إستخدام النحل الغير لاسع لكثير من النباتات إتضح أن النحل ملقحات هامة للنباتات البرية noncrop species فى البيئات الطبيعية. أجريت أمثلة لهذه الدراسات على مستويات عشائر الأنواع والنوع الواحد community and individual species فمن بين ٤١ نوع نباتى تم دراسته فى غابة طبيعية فى sarawak تسعة أنواع لقحت بالنحل الغير لاسع. وفى استوائيات العالم الجديد زار أفراد الجنس *Melipona* ٥٢ نوع نباتى و ١٠٨ من بين ١٢٨ نوع تم زيارتها بواسطة أنواع أخرى من النحل الغير لاسع. مثل هذه النباتات قد تكون إستفادت مباشرة من خدمات تلقيح أنواع النحل الغير لاسع. وعلى مستوى النوع الواحد ــ النحل الغير لاسع ملقحات مؤكدة لكثير من النباتات على أساس الملاحظة والتجربة فكانت أنواع *Trigona* spp هى الأكثر وفرة والملقحات المؤثرة لـ *Xerospermum intermedium* النامية فى الغابات الممطرة الطبيعية فى ماليزيا. وأشجار الغابات

الممطرة الطبيعية فى Costa Rica مثل *Cupania guatemalensis* تلقح أيضا بأنواع الـ *Trigona* spp.. كما ظهر نحل الـ *Trigona* كملقحات مؤثرة لنبات *Spathiphyllum friedrichsthalii*. ومن بين ١٣ نوع إسترالى من الأوركيدات الهوائية تأكد أن ٩ منها تلقح بالنحل الغير لاسع. مع بعض أنواع النحل يحدث فى كلا من المساكن الطبيعية والأنظمة البيئية الزراعية إستخدام غير سليم حيث يزيل المصادر الغذائية دون تلقيح مع أو بدون أضرار للأزهار.

بالرغم من أن كثير من أنواع النحل الغير لاسع يتكيف مع أماكن من الأعشاش الصناعية إلا أن النباتات الطبيعية تؤثر على وفرة النحل الغير لاسع. حيث وجد أن وفرة النوع *Trigona carbonaria* فى بساتين نباتات macadamia مرتبط بمدى إحاطة البساتين بنباتات من الـ eucalyptus. وفى كوستاريكا يوجد نحل الـ *Trigona* فى الحقول ما عدا تلك الغير قريبة من الغابات. ويعتبر النحل من الحشرات الزائرة الشائعة للأزهار النامية بالقرب من الغابات الطبيعية فى البرازيل ويغيب فى المساكن البيئية التى تدخل فيها الإنسان مما أدى إلى الإقتراح بأن عشائر النحل تعتمد على الغابة الطبيعية.

يتحدد مدى الطيران بحجم شغالة النحل ومن المحتمل أيضا بحجم عشيرة المستعمرة. كما تعتمد مساحة الرعى الحقيقة على قوة جذب المصدر وعلاقته بالمسافة من العش وحاجات المستعمرة والمصادر البديلة المتاحة. لقد وجد أن أقصى مدى لطيران *Cephalorigona capitata* و *Melipona panamica* فى الغابة الإستوائية يبلغ ١,٥ و ٢,١ كم على الترتيب. ووجد أن شغالات *Melipona fuliginosa* رجعت إلى أعشاشها عندما أطلقت من مسافة ٢ كم. وعن طريق تدريب الشغالات لمصدر رحيق صناعى وإبعاد المصدر بالتدريج عن الخلية وجد أن أقصى مدى طيران لـ *Plebeia mosquito* و *Trigona ruficrus* و *Trigona amalthea* كان ٥٤٠ و ٨٤٠ و ٩٨٠ م على الترتيب. وفى تكنيك مشابه وجد أن أقصى مدى طيران لأربعة أنواع من النحل الغير لاسع كان من ١٢٠ إلى ٦٨٠م وكان ذلك مرتبط بعرض محفظة الرأس.

بإستخدام سرعة الطيران المحسوبة قدرت المسافة الحقيقة للطيران (وليس أقصى مدى) للنوع *Trigona minangkabau* إلى ما بين ٨٤ و ٤٣٤م. ووجد أن معظم مخزونات الرحيق وحبوب اللقاح لمستعمرات *Plebeia remota* من النباتات المنزرعة فى مدى ١٠٠م من المستعمرات. ووجد أن الـ *Trigona erythrogaster* جمعت حبوب اللقاح من نخيل الزيت من المزروعات التى تبعد ١,١كم من الغابة التى تقطن فيها. كما سجل إرتفاع عالى جدا فى عشائر *Trigana* sp. فى بساتين شمال تايلاند. التى تبعد مسافة من ٥٠ إلى ٢٠٠م من الغابات القريبة ولكن قلت تلك العشائر عند بعد ٢.٥ إلى ٤ كم من الغابة.

ويعتمد نشاط طيران مستعمرات النحل الغير لاسع على **النوع وتعداد المستعمرات ووفرة المصادر الغذائية**. فشغالات مستعمرة *T.carbonaria* التى قدرت بنحو ١٠,٠٠٠ أدت نحو ٢٠,٠٠٠ رحلة طيران فى اليوم. ومستعمرات *Trigona itami* و T.moorei و *T.minangkabau* التى تحوى أفراد نحو ٥٠٠٠ و ٢٠٠٠ و ٢٦٠٠٠ قامت بنحو ٧٠٠٠و ٢٤٠٠و ١٢٠٠ رحلة فى اليوم على التوالى. والمستعمرة التى أقيمت حديثا للنوع *Tminangkabau* التى تحوى ٣٥٠ شغالة فقط أدت نحو ٧٠٠ رحلة فى اليوم موضحة علاقة موجبة قوية بين تعداد الخلية ونشاط الطيران.

قدرة حراس المستعمرة عند مدخل العش فى **التعرف على أفراد العش** nestmates وطرد الغرباء مرتبط بحالة المستعمرة فالمستعمرة التى يخرج منها أعداد كبيرة من الشغالات لتقيح المحاصيل مثل *T.minangkabau* ذات قدرة متطورة لأداء ذلك. ووجد أن شغالات *Melinopa rufiventris, Melinopa quadrifasciata, M.scutellaris* تهاجم ٧٤، ٦٠، ١٤% من الأفراد التابعة لنفس النوع ولكن غير تابعة لنفس العش.

تزداد قدرة النحل الغير لاسع على تلقيح المحصول بقدرة **نقل مستعمرات النحل إلى أعشاش صناعية** artificail hives وإمكانية زيادة هذه الأعشاش وبذا لا يحتاج المزارعون للإعتماد على العشائر الطبيعية. وإمكانية نقل الخلايا حيث الحاجة للتلقيح أو لتقوية المستعمرة. ولا ننسى أنه مع بعض أنواع النحل الغير لاسع يمكن

فتح مستعمراته لإستخلاص العسل والفحص والتعدية أو إحلال ملكات أخرى عند الضرورة وللمعاملة ضد الأعداء الطبيعية. وفى الحقيقة يوجد فعلاً نحالة bee keeping فى النحل الغير لاسع.

٤- تلقيح المحاصيل Crop pollination

يزرع فى المناطق الإستوائية أكثر من ١٠٠٠ نوع نباتى للغذاء وللخيوط وللعصائر والبهارات والأدوية. ونصف هذه النباتات تقريباً محاصيل إستوائية هامة إقتصادياً نشأت فى مناطق لا يوجد بها طبيعياً نحل عسل مثل إستوائيات العالم الجديد neotropics وجنوب الباسفيك وإستراليا. ونصف هذه النباتات تلقح بالنحل وكثير منها (نحو ٢٥٠ نوع) مؤقلم للتلقيح بواسطة النحل الغير لاسع. ورغم ذلك لا يزال الكثير من المعلومات عن هذا النحل غير متاح. ويرجع ذلك إلى نقص فى المعلومات عن النحل ذاته ونقص أشد فى المعلومات الخاصة بالحاجة للتلقيح فى بعض النباتات. على سبيل المثال الحاجة لتلقيح معظم أصناف المانجو غير معروفة والمعلومات عن تأثير الإختلاف الجغرافى على النحل غير كاملة على سبيل المثال النحل الغير لاسع فى كثير من أجزاء الهند زائرات شائعة للأزهار ولكن تغيب فى منطقة البنجاب التى خارج المدى الجغرافى لها.

والآن جاء الدور على عرض المحاصيل التى يرتبط بها النحل الغير لاسع بدرجات مختلفة وسنحاول قدر الإمكان عرض فقط المحاصيل التى قد توجد فى مصر أو فى البلاد العربية لإلقاء الضوء على نحل غريب عنا قد يتسع المجال البحثى لها يوماً ما.

أ- محاصيل يزورها ويلقحها النحل الغير لاسع:

Crops visited and pollinated by stinglee bees

فيما يلى محاصيل ثبت أن للنحل الغير لاسع مساهمة فعالة فى تلقيحها

١- جوز الهند Coconut:

التلقيح الحشرى لجوز الهند *Cocos nucifera* (Arecaceae) هام للحصول على

إنتاج مرتفع من جوز الهند. سجل نحل العسل *Apis* spp على أزهار جوز الهند فى هاواى والهند وماليزيا والفلبين وترينداد وإكوادور. والنحل الغير لاسع *Melipona* spp. وأنواع أخرى زائرات سائدة فى كوستاريكا وسيرنام وفى Trinidad أحياناً تجمع حبوب اللقاح بواسطة أربعة أنواع من النحل الغير لاسع كما تجمع أيضاً بواسطة نحل العسل. سجل على النبات أيضاً أنواع من الدبابير والنمل والذباب وأبى دقيقات وخنافس ولكنها لا تعتبر ملقحات مؤثرة. وتشير الشواهد لأهمية نحل العسل والنحل الغير لاسع فى تلقيح هذا المحصول.

٢- المانجو Mango:

تزيد الحشرات الزائرة للمانجو *Mangifera indica* (Anacardiaceae) إنتاج ونوعية الثمار. الأزهار غير متخصصة فى جذب حشرات معينة ويحدث التلقيح بواسطة معظم الحشرات الزائرة ويشكل النحل الغير لاسع فى البرازيل والهند وإستراليا أكثر الحشرات الشائعة التى تزور أزهار المانجو. وفى Chipas وجدت حبوب لقاح المانجو فى مخازن حبوب لقاح أعشاش النحل *Trigona angustula*. والنحل الغير لاسع أكثر الملقحات فاعلية للمانجو فى إستراليا. وترجع هذه الكفاءة إلى الكمية الضخمة من حبوب اللقاح التى تحملها على أجسامها والملامسة الفعالة للنحل لمياسم الزهرة. بالإضافة إلى ذلك تعمد شغالات نحل الـ *Trigona* من الإنتقال من شجرة إلى أخرى لذا ربما تكون أكثر كفاءة فى التلقيح الخلطى. لا ينجذب نحل العسل بشدة إلى أزهار المانجو ولكن قد يلاحظ عليها. ويشكل الذباب أكثر الحشرات الزائرة لأزهار المانجو فى كثير من المناطق الإستوائية وربما يكون ملقحات مؤثرة. لذا فإن النحل الغير لاسع والذباب أكثر أهمية لمحصول المانجو.

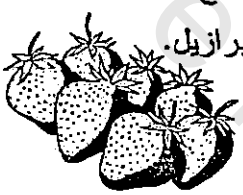
ب- محاصيل يزورها أحياناً أو تلقح جزئياً بالنحل الغير لاسع:

Crops visited and occasionally or partially pollinated by stingless bees

١- البصل Onion:

تستفيد المحاصيل البذرية للبصل *Allium cepa* (Alliaceae) من الزيارات الحشرية. وتظهر الدراسات إرتباط النحل وحشرات أخرى بالأزهار والذباب من أكثر

الحشرات الشائعة التى تزور النبات وأظهرت الدراسات فى الهند أن نحل العسل والنحل الغير لاسع *Trigona iridipennis* تشكل أكثر الملقحات أهمية للبصل. أدخل فى ولاية Maharastra فى الهند فى مزرعة تجريبية مستعمرات من *T.iridipennis* و *Apis* spp. وسجل النحل الغير لاسع نصف الزيارات الحشرية للبصل بينما سجل *A.cerana, A.florea* معظم باقى الزيارات. وتتم الزيارات فى جميع الأنواع فى النهار. وتزور أنواع *Apis* spp. تقريباً ضعف عدد الأزهار فى الدقيقة مقارنة بـ *T.iridipennis*. ويجمع الأخير (النحل الغير لاسع) بنشاط كلاً من الرحيق وحبوب اللقاح بينما يجمع *Apis* spp. بنشاط الرحيق فقط ومصادفة حبوب اللقاح. ويشكل نحل العسل والنحل الغير لاسع معظم الحشرات التى تزور الأزهار فى البرازيل.



٢- الفراولة Strawberry:

قيم فى اليابان تلقيح النحل الغير لاسع للفراولة *Fragaria chiloensis x ananassa* (Rosaceae) فى البيوت الزجاجية. ووجد أن كلاً من مستعمرات *T.minangkabau* المستوردة من سومطرة ونحل العسل يلقح بكفاءة أزهار النبات. وقدر عدد الأزهار التى زارها لكل ١٠ دقائق بنحو ٧,٣ لنحل العسل و ٣,١ لـ *T.minangkabau*. ووجد أنه لإنتاج ثمار عالية الجودة يلزم لكل زهرة ١١ زيارة من نحل العسل أو ٣٠ زيارة من النحل الغير لاسع. وتناسب الفراغ المحدد داخل البيت الزجاجى عمل شغالات النحل الغير لاسع مقارنة بنحل العسل. وثبت فاعلية إدخال النحل الغير لاسع البرازيلى *Nannotrigona testaceicornis* إلى اليابان لتلقيح الفراولة فى البيوت الزجاجية. ورغم أن الفراولة يمكن تلقيحها بالنحل الغير لاسع فإن معظم الإنتاج فى المناطق المعتدلة ناتج من تلقيح نحل آخر وذباب.

٣- الجوافة Guava ـ والمحاصيل الـ Myrtaceous الأخرى:

لوحظ أن النحل الغير لاسع يجمع حبوب لقاح الجوافة *Psidium guajava* (Myrtaceae) فى جواتيمالا وكوستاريكا وإكوادور ما عدا جمهورية الدومينيكان حيث لا يوجد نحل غير لاسع كما تجمع أيضاً شغالات

A.mellifera ونحل من الأجناس *Lassioglossum, Bombus, Xylocopa* حبوب لقاح أزهار الجوافة. وفى دراسة عن حبوب اللقاح التى تخزن فى مستعمرات أربعة أنواع من النحل الغير لاسع فى Trinidad جمعت حبوب لقاح الجوافة بواسطة الأربعة أنواع ووجد أن نحل العسل كان يجمعها أحياناً. ووجد فى البرازيل حبوب لقاح الجوافة فى خلايا نحل العسل وأربعة عشر نوع من النحل الغير لاسع.

٤- عباد الشمس Sunflower:

يزور عباد الشمس *Helianthus annuus* (Asteraceae) فى البرازيل بالقرب من ساوباول النحل الغير لاسع التابع للأنواع *T.spinipes, F.schrottkyi, Geotrigona* sp., *T.hyalinata*.. ويجذب عباد الشمس أيضاً فى الهند جميع *Tiridipennis, Apis* spp. أهمية *T.iridipennis* كملقح بوضع نباتات عباد الشمس فى أقفاص تحتوى هذا النحل. وكان إنتاج هذه الأقفاص أعلى من النباتات المقصفة دون نحل ولكن لم تكن أعلى إنتاجاً من النباتات المعرضة للتلقيح المفتوح.

٥- الموالح Citrus:

يندر أن تجمع حبوب لقاح الموالح *Citrus* spp. (Rutaceae) فى Trinidad بواسطة أنواع الجنس *Melipona* ونحل العسل. ولكن تجمع بواسطة *N.mellaria T.nigra* ., وفى أحد حدائق البرازيل وجد حبوب لقاح الموالح فى خلايا نحل العسل و ٢-١٠ أنواع من النحل الغير لاسع. ولوحظ فى سرينام أن النحل الغير لاسع *Scaura latitarsus, T.clavipes* تجمع حبوب لقاح الموالح خلال زيارتها للأزهار.

٦- الباذنجان Egg plant:

سجل زيارة *Trigona fulviventris* لأزهار الباذنجان *Solanum melongena* (Solanaceae). ومع ذلك هذا النوع يلقح بهز الأسدية. لذا فإنه من غير المحتمل أن يلقح الـ *Trigona* spp. بكفاءة تلك النباتات.

٧- السمسم Seasame:

جمعت من أزهار السمسم *Sesamum indicum* (Pedaliaceae) فـــى ســـرينام أنواعاً من النحل الغير لاسع مثل *T.lurida, Trigona mazucatoi, Melipona fulva, C capitata, T williana*.

جـ- محاصيل يزورها النحل الغير لاسع ولكن تلقح بوسائل أخرى:

Crops visited by stingless bees but pollinated by other means

هناك تسجيلات عن زيارة النحل الغير لاسع لأزهار أنواع بعض المحـــاصيل التى تلقح بكفاءة بواسطة وسائل أخرى، مثل الباباى الذى يلقح بعدد من الفراشـــات وأبى دقيقات ونخيل الزيت الذى يلقح ببعض أنواع السوس والبرسيم الذى يلقح بعدد كبير من الحشرات بينها أنواع أخرى من النحل والفلفل الأسود الذى يلقح بالرياح أو الأمطار واللفت الذى يلقح بنحل العسل.

فى بعض الحالات قد يكون للنحل الغير لاسع تأثير سلبى بإزالـــة الرحيـــق أو حبوب اللقاح مما يجعل الأزهار أقل جذباً لملقح أكثر تأثيراً. وفى حالات قصـــوى يشاهد تأثير سلبى أشد للنحل الغير لاسع مثل إضرارة بأزهار اللفت وعند زيارتـــه لأزهار passion fruit تصبح تلك الأزهار طاردة للملقحات المؤثرة.

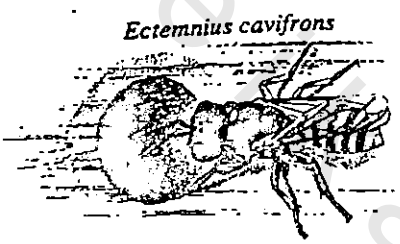
أخيراً ــ يمتلك النحل الغير لاسع صفات تزيد من أهميته كملقحات للمحـــاصيل عندما يعمل كعشائر برية wild populations أوكملقحات يديرها الإنسان managed pollinators وسمات حياته الإجتماعية (التواصـــل الحيـــاتى perenniality وتعـــدد العوائل polylecty وعدم الإضرار harmlessness) تجعل النحل مناســـب للتلقيـــح. ويعرقل الاستخدام الواسع للنحل الغير لاسع نقص الأعداد الكبيرة من المســـتعمرات وندرة المعلومات حول إحتياجات التلقيـــح أو حـــول أنـــواع الملقحـــات الرئيســـية للمحاصيل الاستوائية.

إن غياب النباتات الطبيعية natural vegetation يصحبه خفض فـــى العشـــائر المحلية للنحل الغير لاسع ولهذا السبب إزالة النباتات البرية والغابات بفعل الإنســـان

ذات تأثير معاكس وخطير على وعشائر دور مثل هذه الحشرات فى تلقيح المحاصيل. إن وجود أشجار قريبة من البساتين يمكن أن تمد هذه البساتين بعشائر كافية من النحل ويزيد طرق تحسين الإستئناس من زيادة عدد العشائر المتاحة وبذا نقلل من الإعتماد على العشائر الطبيعية.

سابعاً: إستخدام النحل الإنفرادى كملقحات Using Solitary bees as pollinators

يشكل النحل الإنفرادى فى كثير من بقاع العالم ملقحات قيمة لبعض المحاصيل ولكن فائدته محدودة لتذبذب عشائره من سنة لأخرى ومن مكان لآخر لذا لا يعتمد عليه فقط فى التلقيح.



أجريت مجاولات كثيرة لجعل النحل الإنفرادى تجعل أعشاش صناعية. أولى هذه المحاولات أجراها Fabre عام ١٩١٥ حيث وجد أن نحل الـ *Osmia* spp سكن الأنابيب الزجاجية وقطع البوص التى وزعها فى الحقول (شكل٢٦) وعمل باحث آخر على ملئ صندوق خشبى غير عميق بخليط من طين مبلل وتبن مفروم وعند جفاف الخليط عمل ثقوب بقطر ١٩ مم وطول ٧٦ ملم فى الخليط ليسكن داخلها النحل. كما عمل هذا الباحث أيضاً على توزيع أنابيب زجاجية

شكل (٢٦) نوعان من النحل الانفرادى التى تم تسكينها فى قطع من الغاب

ملفوفة فى ورق أسود وقطع من سيقان نبات *Sambucus* spp. بعد إخراج اللب منها فى الحقول. ووجد أن بعض من هذه المساكن الصناعية أقام بها نحل من *Anthidium* spp; *Megachile* spp , *Osmia* spp. وأقبل النحل أكثر على سيقان

النبات السابق. ووجد أن النحلة عندما تدخل أحد الأنابيب السابقة فإنها تلف نفسها داخلها ويحتمل أن النحلة بهذا السلوك تنقل رائحة جسمها للإنبوبة مما يساعد فى التعرف على عشها. ويعيب إستخدام الأنابيب الزجاجية تراكم رطوبة الغذاء داخلها. وفى تطور آخر عمل على شق السوق النباتية بالطول إلى نصفين وربط النصفان معاً قبل الإستعمال وسهل ذلك على فحص ما بها من النحل دون الإضرار به.

ذكر أن النحل *Megachile* spp. أكثر الملقحات أهمية للبرسيم *Medicago sativa* فى إنجلترا ويبحث أثناء فترة الإزهار عن مواقع لأعشاشه قريبة من الحقل وتوفير مثل تلك الأعشاش سينتج عنه عمل أكثر للنحل على البرسيم. لذا عمل على عمل ثقوب داخل قطع خشبية جذبت النحل *Megachile navalis, M.inermis* لعمل الأعشاش ورغم إهتمام أكثر الملقحات أهمية *M.frigida* بالقطع الخشبية لم يبنى أعشاشه فيها لذا وجد من الأفضل توفير شريط من الأرض حول مزارع البرسيم دون زراعة تحوى نباتات متناثرة ذات سيقان مجوفة مثل *Helianthus annuus*. يوجد عدة أنواع من النحل الإنفرادى أمكن إستغلالها فى تلقيح المحاصيل سنعرض إثنان منهما من جنسان مختلفان حيث توجد بعض الأنواع التابعة لهذه الأجناس فى شمال أفريقيا على أمل أن تشكل معلومات مفيدة قد نستخدمها فى المستقبل فى زيادة عشائر هذا النحل.

١- *Megachile rotundata*

لاقت المحاولات السابقة لحث النحل الإنفرادى على إحتلال والتزايد فى أعشاش صناعية نجاح محدود وشك فى قيمتها الإقتصادية ولكن بعض الطرق المستخدمة كانت ذات أهمية خاصة عندما وجد ملقح كفئ للبرسيم يعشش جماعياً فى أماكن صناعية لمعيشته artificial domiciles من أمثلة ذلك النحل القاطع للأوراق *Megachile rotundata* الذى إستورد من غرب آسيا وشرق أوربا إلى الساحل الشرقى لأمريكا الشمالية فى نحو ١٩٣٠ والذى إنتشر غرباً إلى أن وصل إلى Utah فى ١٩٥٤ وأوريجون فى ١٩٥٨. ولوحظ عقب توطنه فى غرب الولايات المتحدة أن النحل لا يعد أنفاقه ولكن مواقع متنوعة لسكنه منها أنفاق الخنافس

وثقوب المسامير والثقوب المعدة فى القطع الخشبية وسبقان النباتات المجرفة والأنابيب الورقية المستخدمة فى شراب العصائر والأنابيب المطاطية والمعدنية وأمكن فى عام ١٩٦١ و ١٩٦٢ الكشف عن دورة حياته وإستغلاله تجارياً.

أ. دورة الحياة Life cycle

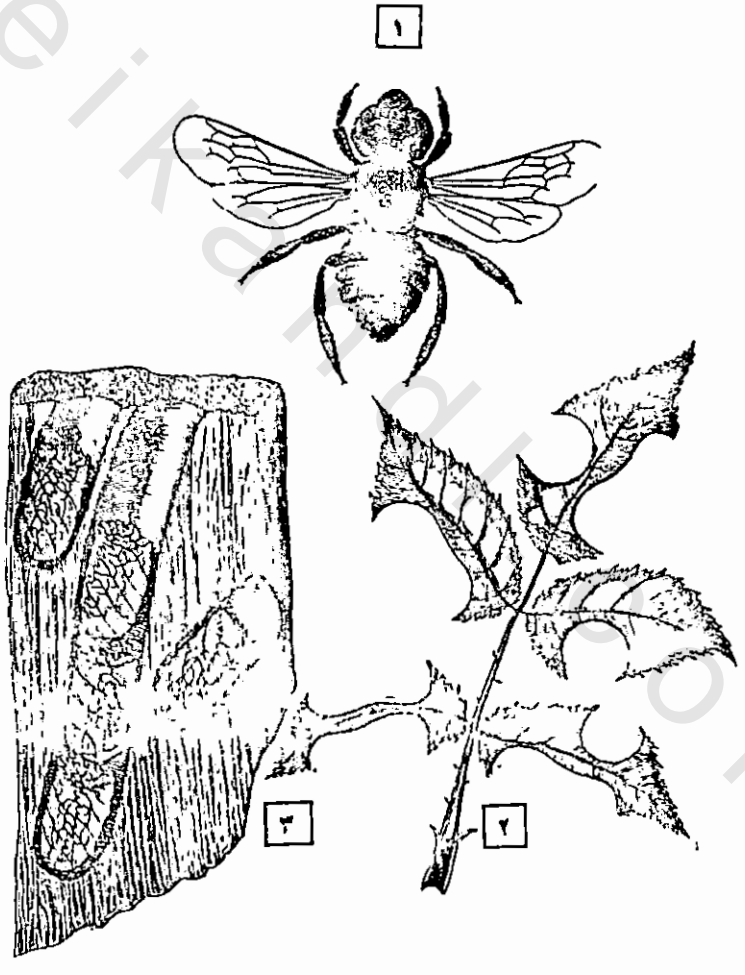
تحت الظروف الطبيعية ـ تخرج الحشرات الكاملة للنحل *M.rotundata* طوال فترة ٣-٦ أسابيع إعتباراً من أواخر مايو عند تزهير محصول البرسيم. تتزاوج الإناث فى الشمس بالقرب من أعشاشها. ويمكن للذكر ان يتزاوج أكثر من مرة ولكن تتزاوج الأنثى مرة واحدة. تعد الأنثى الملقحة مجموعة من الخلايا فى الأنابيب أو الأنفاق التى تختارها للمأوى حيث تضع جدر وقاع الخلايا من قطع مستطيلة (شكل ٢٧) من أوراق معظمها من البرسيم التى تلصقها معاً بإفراز لعابى. وتملأ نصف أو ثلثى عمق كل خلية بحبوب لقاح وعسل. عند عودة الأنثى من العمل الحقلى محملة بالعسل وحبوب اللقاح تدخل أولاً رأسها فى النفق لوضع الرحيق ثم تستدير إلى فتحة النفق وترجع للخلف إلى أن تصل إلى عمق الخلية لتضع حبوب اللقاح. وعند وجود غذاء كافى بالخلية تضع بيض على هذا الخليط ثم تغلق الخلية بثلاث إلى عشر قطع دائرية من الأوراق وتبدأ فى عمل وتموين خلية أخرى فوق الخلية السابقة وهكذا إلى أن تقترب من فتحة النفق وهنا قد تملأ الأنثى نهاية النفق بقطع ورقية قد تصل إلى ١٣٠ قطعة. فترات رحلات العمل قصيرة جداً وتبلغ نحو ١٠-٢٠ ثانية لجمع قطعة ورقية و ٩٠-١٥٠ ثانية لحمل حبوب اللقاح وبينما تلقح الأنثى كل زهرة برسيم تزورها تعمل الذكور فى الحقل لسد احتياجاتها فقط وتجمع رحيق فقط وعادة دون تفتح tripping الأزهار. النحلة التى تنمو من آخر بيضة وضعت فى النفق هى أول نحلة تخرج. تقضى النحلة *M.rotundata* الشتاء فى طور ما قبل العذراء وتتحول إلى عذراء أثناء الربيع الدافئ.

تحت الظروف المناسبة يوجد جيل ثانى جزئى فى السنة. وإذا حدث ذلك يوجد فاصل زمنى قدره ٤-٦ أسابيع بعد خروج جيل الشتاء وخروج الجيل الثانى. وقد يتداخل خروج الجيل الثانى مع الأول. وتنتج إناث الجيل الأول نحو ٣٠ إلى ٣٥

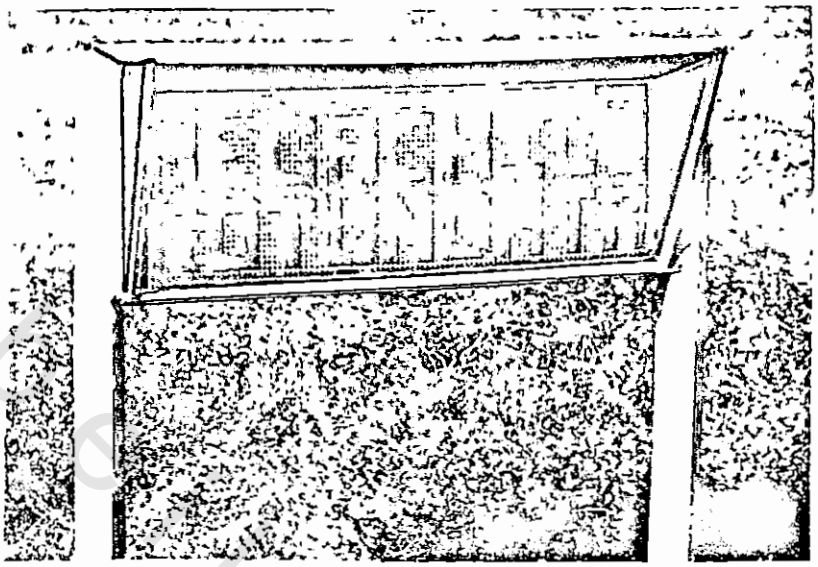
خلية. ولكن تنتج إناث الجيل الثانى أقل من ذلك كثيراً رغم أنه فى بعض المنـــاطق نحل الجيل الثانى ذات أهمية فى مد فصل العمل الحقلى.

ب. الأعشاش الصناعية والإدارة Artificial nests and management

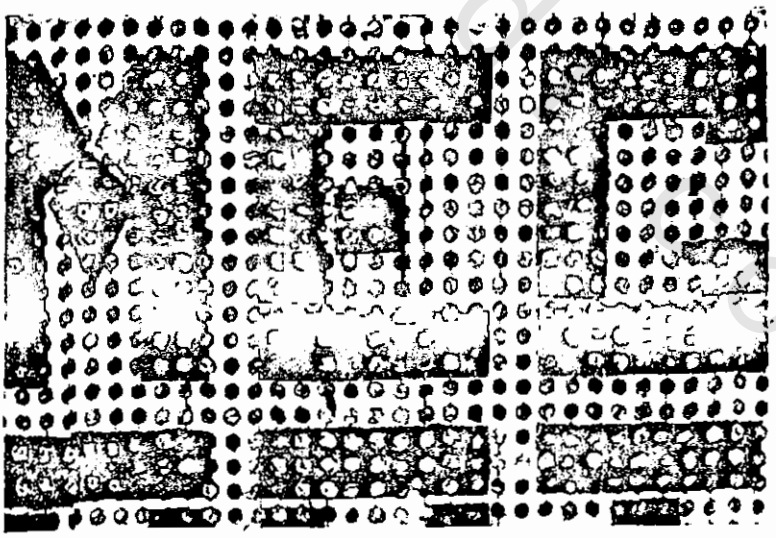
لقد تم إختيار الورق المموج وأنابيب الشراب drinking straws والقطع الخشبية المثقبة كمساكن domiciles لـــ *M.rotundata*. وأعد الورق الممـــوج Corrugated paper على هيئة لفات بنحو ١٥سم قطر لكل لفة التى تحوى فراغ كاف لـــ ٦٠٠



(شكل ٢٧) النحل القاطع للأوراق *M.rotundata*: (١) الحشرة الكاملة (٢) أعراض قطع الأوراق (٣) خلايا العش



(شكل ٢٨) أعشاش صناعية للنحل القاطع للأوراق *Megachile rotundata*
وضع على حافة حقل برسيم Medicago sativa ومذرد بإطار واقى



(شكل ٢٩) جزء قريب مكبر من عش صناعى للنحل القاطع للأوراق
ويشاهد الانفاق التى إحتلها النحل وصغاره

عش وإزداد الجذب إلى لفات الورق المموج عند غرس أنابيب الشراب الورقية فيها. فيما يخص أنابيب الشراب فقط ـ إستخدمت عن طريق غرسها فى طبقة رقيقة من الشمع فى أوعية صفيح أو كما هى فى أوعيتها الكارتون وفى كلتا الحالات عمل على حمايتها من الحرارة والمطر بواسطة أغطية من الخشب إستخدم أنابيب ذات أقطار ٤، ٥، ٦ ملم وطول ٩ سم ثم رصها فى الوعاء. ووجد أن النحل الموجود فى النهاية القصوى من الأنبوبية لم يستطع الخروج خلال حبوب اللقاح التى لم تؤكل فى الخلايا التى تحوى بيض أو يرقات ميتة ووجد أن إستخدام أنابيب أقصر قللت من فقد الحشرات حيث إحتوت الأنابيب الأقصر عدد أقل من الخلايا. ووجد أن قطر الأنابيب المستخدمة يحدد لحدٍ ما كمية الغذاء المتاحة وحجم اليرقات والحشرات الكاملة الناتجة. كما وجد أن الإناث الصغيرة الحجم عندما تحتل أنابيب ذات قطر كبير فإنها تستعمل قطع أوراق أكثر لتقليل حجم الثقب. وأولى الأعشاش الخشبية wooden domiciles من قطع خشبية ثم أحداث فيها ثقوب بقطر ٥ملم وأخذ الحيطة فى تنعيم تلك الثقوب يسهل الحركة داخلها. وجد أن إدخال الأنابيب الورقية فى الثقوب التى لم تحتلها الحشرات زاد من إحتلال الحشرات للثقوب الفارغة.

أثبتت التجربة أن النحل (شكل ٢٧) يفضل ثقوب القطع الخشبية يليها أنابيب الشراب ثم أخيراً الورق المموج. كتلة ووزن الأعشاش الخشبية تجعل تداولها وتخزينها صعب كما يصعب فحص وتنظيف الأنفاق مما تحتويه من أطوار غير كاملة ميتة أو مواد أخرى لم تستعمل. وأمكن التغلب على هذه الصعوبات بإستعمال طبقات من الألواح تحوى تجاويف نصف دائرية التى تضم معاً لتعطى مجاميع طويلة من الأنفاق الدائرية. ومن مميزات هذه الألواح إمكانية إخراج الأعشاش من تجاويفها بإستخدام جهاز خاص فى نهاية الموسم وتخزن فى وعاء منفصل ثم تنظيف الألواح من البقايا العالقة بها لكى تستخدم فى الموسم التالى. ولثقل القطع الخشبية بدأ فى إستخدام ألواح من الـ polystyrene التى تتميز بخفة وزنها وعدم إلتصاق الخلايا الورقية بشدة فيها كما هو الحال فى الأنفاق الخشبية كما لا تؤثر التذبذبات المناخية كثير من أحجام أنفاقها كما هو الحال فى القطع الأنفاق الخشبية. ويعيب عليها سهولة كسرها وقرض النحل لها.

لوحظ أن عدد اليرقات الميتة فى الأنفاق ذات القطر ٤ملم أربعة أضعاف الموجود فى الأنفاق ٥ ملم كما لوحظ ثلاثة أضعاف من الذكور نتجت من الأنفاق الصغيرة القطر مقارنة مع الأكبر قطرا ووجد أن أفضل الأعشاش ذات القطر ٦ ملم وطول ١١٤ ملم. ووجد أن نسبة الذكور إلى الاناث الناتجة كانت بين ١: ٥ و ١: ١١ فى الأنفاق قطر ٤ ملم و ١: ٣ فى الأنفاق قطر ٥ر٥ ملم و ١: ٢ فى الأنفاق قطر ٦ ملم. وينتج نسبة عالية من الذكور فى الأنفاق الأقل من ٥ سم طول.

يجب أن يزود بناء الأعشاش بواق للحماية من الشمس والرياح والمطر والسلك لتمنع الطيور من مهاجمة الأعشاش وأن يوجه بناء الأعشاش (شكل ٢٨، ٢٩) إلى الشرق أو الجنوب الشرقى حتى يتلقى أولى أشعة الشمس لتنبه النحل للنشاط. ومن المهم إمداد بناء الأعشاش بشكل من علامة التوجيه مثل دهان الغطاء الواقى بألوان مختلفة مثل رقعة الشطرنج أو تحوى مقدمتها بأحرف للتعريف من الأبيض والأسود. فى المساء تستقر الحشرات فى أعشاشها. وبذا من المهم وجود وسائل لحبس النحل عند رش المحاصيل بمبيدات الحشرات إلى أن يتلاشى الخطر. ويمكن أن يظل النحل دون حراك لأكثر من ٤٨ ساعة إذا خزنت بناء الأعشاش على ٢-٤ °م.

يجب تحريك بناء الأعشاش إلى الموقع الجديد أما بين الجيل الأول والثانى والذى يتطلب توقيت حذر أو فى نهاية الموسم عند موت كل الحشرات الكاملة. وعندما تكون هناك ندرة من *M.rotundata* فى منطقة معينة وفى حاجة إلى هذا النحل يمكن وضع أعشاش كمصائد "Trapnests" فى الصيف فى المنطقة حيث العشائر المرتفعة لتنقل إلى الموقع المرغوب فى الشتاء أو فى بداية الربيع. ويجب أن تحتوى الأعشاش المصائد على أنفاق سبق إحتوائها على حشرات مثل تلك الإنفاق تكون أكثر جذباً من الإنفاق الجديدة وقد يرجع ذلك إلى إحتوائها على روائح الحشرات التى كانت ساكنة فيها من قبل.

يجب أن يحوى بناء الأعشاش أنفاق فارغة فى الربيع لكل تسمح بخمسة

أضعاف فى إتساع العشيرة فى العام فكل شرنقة فى الربيع تتطلب نفق كامل. عند حش حقل البرسيم بجانب بناء للأعشاش فإن عدد من الحشرات الكاملة خاصة أفراد الجيل الثانى قد تذهب إلى الحقول التى ستزهر فيما بعد أو فى الحقول التى وصلت الحشرة الثانية إلى ذروتها وهذا يؤدى إلى فقد جزء من العشيرة الموجودة فى بناء الأعشاش وهذا يمكن التغلب عليه بترك جزء من الحشة الأولى لمحصول بذرى وأخذ الجزء الآخر لتغذية الحيوان.

يمكن تقديم خروج الحشرات الكاملة للنحل بحفظ طور ما قبل العذراء على ٢٧-٣٢ °م أو تأخيره بحفظها على ٤ °م وبذا يمكن توقيت خروج الحشرات الكاملة لتتوافق مع تزهير البرسيم. بل يمكن حفظ طور ما قبل العذراء لسنتان على درجات الحرارة المنخفضة دون نسبة موت عالية. وبالرغم من أن النحل *M.rotundata* أدخل إلى الولايات المتحدة الأمريكية دون أعدائه الطبيعية بدأت عدة حشرات محلية فى أمريكا مهاجمته. من أهم آفات هذا النحل الدبور الكالسيد *Monodontomerus obscursus* وخنفساء السجاد *Trogoderma globrum*.

وفيما يلى وصف لإدارة *M.rotundata* كما هو متبع فى كندا. تزال فى الخريف كل البقايا والحشرات الميتة والمريضة والمتطفل عليها من الأعشاش وتلف كل خلية cell بين الإبهام والسبابة فإذا كانت ضعيفة سهلة الإنهيار سيعنى ذلك أن اليرقة التى بداخلها مريضة أو ميتة أو لم تكتمل الشرنقة ثم تعبئ الخلايا السليمة healthy cells فى وعاء مغلق أو أكياس من البولى ثين على ٤°م أثناء الشتاء. وتزال الشرانق (الخلايا) من الأوعية نحو ١٥ يوماً قبل تزهير البرسيم وتوضع فى صوانى ضحلة على ٣٠ °م ورطوبة نسبة ٥٠ إلى ٦٠%. الحشرات التى تفقس أولاً هى دبابير أو نحل آخر تواجد فى الأعشاش حيث ينمو أسرع من *M.rotundata* كما ستخرج من هذا الوقت أيضاً أية طفيليات. وجميع تلك الحشرات تنجذب لضوء اللمبة داخل الحضان لتغرق فى وعاء موضوع أسفلها به ماء وقليل من مادة منظمة تساعد على إستقرار الطفيليات سريعاً فى قاع الوعاء. وعادة لا يبدأ النحل فى الخروج إلا بعد بقاءه فى الحضانة نحو ١٨ يوماً ويوضع غطاء على الصوانى التى

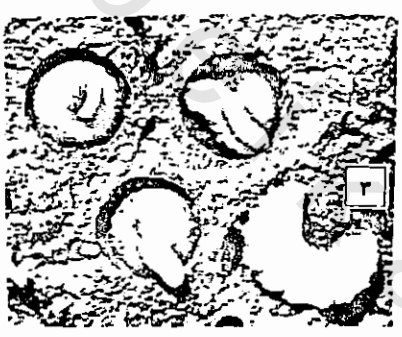
تحوى شرانق النحل عند بدء خروج الذكور ويغلق نور الحضان. وبعد نحو ثلاثة أيام أى عند خروج ٤٠% من النحل تؤخذ الصوانى إلى الحقل وتوضع تحت بناء الأعشاش وتزال الأغطية. وفى وجود الطقس الدافئ يترك النحل الصوانى ويطير ويعود إلى بناء الأعشاش ليتزاوج ويسكن داخلها.

أظهرت الأبحاث أن كل نحلة تعمل فى ٤,٢م٢ من البرسيم وأن كل أنثى تقضى فقط نصف وقتها للعمل على الأزهار من ذلك أمكن حساب أن كل ٢ هكتار من المحصول يلزمه بناء أعشاش يحوى ١٠,٠٠٠ أنثى قاطنة به مع ملاحظة أن النحل يركز سعيه فى عدة مئات من الأمتار بعيدة عن أعشاشه.

٢- ***Nomia meland .eri***

أ. دورة الحياة:

نحل الـ *Nomia melanderi* نحل إنفرادى آخر كفئ فى تلقيح البرسيم. إستغل بنجاح فى الولايات القريبة من أمريكا الشمالية يفضل النحل السكن فى التربة الغير مروية جيداً sub-irrigated. حجم الحشرات الكاملة (شكل٣٠) نحو ثلثى حجم نحل العسل. تخرج الحشرات الكاملة فى آخر يونيو إلى منتصف يوليو وتخرج الذكور قبل الإناث بنحو إسبوع. وتخرج معظم الحشرات الكاملة قرب الظهيرة. وتلقح الإناث فور خروجها وتترك موقعها ولا تعود إلا بعد منتصف الظهر حيث تبدأ فى حفر نفق. وتكمل الحفرة الرئيسية أثناء الليل وتعد وتمون أول خلية فى اليوم التالى ثم تضع بيضة على حبوب اللقاح فى اليوم الثالث ثم تغلق مدخل الخلية ويتكرر هذا النمط من السلوك حيث تضع الأنثى بيضة فى خلية أمدتها بالغذاء فى يوم سابق وتمون خلية جديدة ثم تحفر خلية جديدة وتبنى الحفر المتفرعة والخلايا الجديدة أثناء الليل ويتكون كل عش مكتمل من ممر عمودى بطول ١٥-٢٠سم خلال ترابية على السطح إلى مجموعة من ٣-٤ حفر متفرعة branch burrows كل منها بطول ٥-٧,٥سم



(شكل ٣٠) (١)إنثى النحل القلوى *Nomia melanderi* عند مدخل عشها (٢) مداخل أعشاش النحل القلوى (٣) قطاع فى عش النحل القلوى لتوضيح طور البيض (فى الشمال وإلى أعلى) ثم مراحل مختلفة من الطور اليرقى.

والعش الكامل البناء عادة ما يكون به واحد من الحفر الجانبية أكبر من الباقى وهذا بالتالى يتفرع ليصل مكونات خلايا العش. تبنى الأنثى نحو ١٥-٢٠ خلية لكل عش (شكل ٣٠). ويتأثر عمل الأنثى بكثير من العوامل منها المسافة بين العش والمرعى forage وبناء التربة. ولكل أنثى القدرة على وضع ٢٤-٢٦ بيضة. يستغرق طور البيضة يومان وفترة تغذية اليرقات ستة أيام ويقضى النحل الشتاء فى طور ما قبل العذراء. وينتظر نمو العذارى إلى حشرات كاملة دفئ الحضنة الموجودة تحت سطح الأرض مع سطوع الشمس فى نهاية الربيع. ويعتمد الوقت اللازم لنمو طور ما قبل العذراء إلى حشرة كاملة على درجة الحرارة. ولا تخرج الحشرات الكاملة من التربة

إلا عند إنخفاض مستوى رطوبة التربة إلى أقل من ٢٥%. وبالرغم من وجود جيل واحد فقط رئيسى فى السنة والذى ينشط لنحو ٦ أسابيع فى أجزاء من ولاية الشماليه إلا أنه قد يتواجد جيل ثانى أقل من عشريته من الجيل الأول.

نحل *N.melanderi* ذات تخصص عالى فى المواقع التى يبنى بها أعشاشه فهو يبنى فى الأسطح القلوية alkaline flats والترابيات المنخفضة low mounds ذات النباتات المتباعدة. مثل هذه الأماكن التى تظل فيها التربة مفضلة لهذا النحل. وتحت الظروف المواتية قد تتركز الأعشاش لتصل إلى عدد ٥٤٠ مدخل لممرات العش فى المتر المربع.

بعد أن يحتفظ الموقع الطبيعى بعشيرة كبيرة من النحل لعدة سنوات قليلة يصبح الموقع عادة غير مناسب لعدد من الأسباب وتتناقص العشيرة بسرعة. وتشمل الأسباب الرئيسية التى تؤدى إلى تناقص العشيرة:-

١ – العمليات الزراعية مثل الحرث والرى الغزير أو تناقص الرطوبة.

٢ – ظهور قشرة صلبة أو سميكة فى التربة.

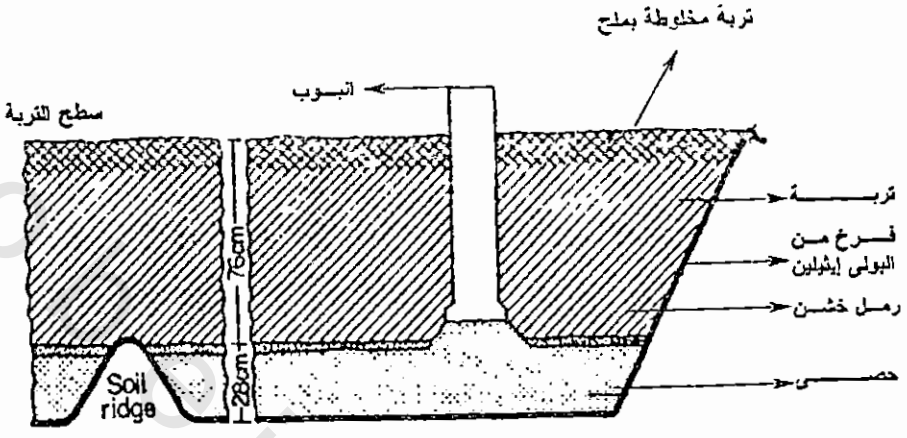
٣ – تعرض الأطوار الغير كاملة للمفترسات أو الطفيليات.

٤ – نمو غزير من نباتات محبة للملوحة.

ويشجع مزارعى البرسيم بحماية مواقع الأعشاش الموجودة بأراضيهم من تلك المخاطر عن طريق الحفاظ على وضع التربة إما بتنظيم الإمداد المائى أو بتجديد سطح التربة أو بإزالة النباتات المحبة للملوحة.

ب. الأعشاش الصناعية Artificial nests

يعتبر إقامة الأعشاش الصناعية للنحل *Nomia melanderi* أكثر صعوبة من تلك الخاصة بـ *M.rotundata* بسبب متطلبات المواقع الخاصة بها ولمساكنها التى توجد تحت الأرض. ورغم ذلك توصل العلماء فى جامعة Oregon إلى طرق ناجحة لتشييد مواقع أعشاش هذا النحل.



(شكل ٣١) رسم تخطيطى لمسكن صناعى إعد للنحل القلوى ***Nomia melanderi***

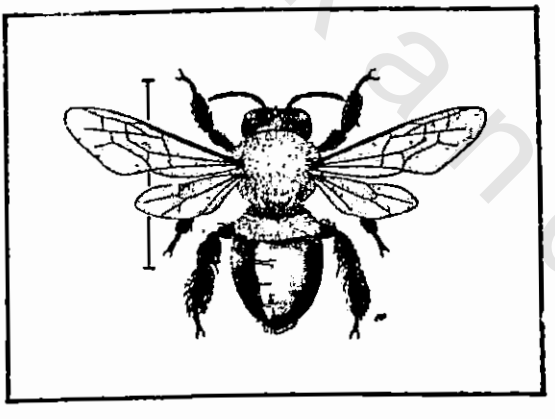
(عن Stephen – ١٩٦٥)

تركز جهد العلماء إلى تقليد الظروف المثلى الموجودة فى مناطق الأعشاش الطبيعية. ويتلخص المسكن من عمل حفرة تهيئ بها ظروف لطبقة غير منفذة للماء بتغطية قاع الحفر بغطاء من البلاستيك ثم تغطى هذه الطبقة بطبقة ضحلة من الحصى ثم طبقة من الرمل الخشن ثم يملئ الفراغ المتبقى من الحفرة بالتربة العادية مع وضع ماسورة تصل إلى طبقة الحصى حتى السطح لإمداد المسكن بالرطوبة التحت أرضية المناسبة. كذلك تخلط الطبقة العليا من التربة بالملح ولعمق ٥ سم لكى تعمل على سحب الماء لأعلى بالمعدل المطاوب لكلى تغطى الإحتياجات الخاصة للنحل من رطوبة التربة (شكل ٣١).

لقد كان هذا الإعداد ناجحاً بدرجة أنه فى أحد تلك المواقع الصناعية التى أعدها الدكتور W.stephen بالقرب من حقل برسيم نتج عنها أكثر من ٢٦٠٠ عش فى المتر المربع. وقدر الباحث أن العش الصناعى لموقع ٨ × ١٥م والمسكون جيداً سيعطى نحل كاف لتلقيح ١٦ هكتار من البرسيم ومثل هذا الحقل يحتاج من ١٠٠ إلى ٢٠٠ خلية نحل عسل للوصول إلى المستويات الموصى بها.

جـ. البحث عن أنواع أخرى Search for other species

أتبع نجاح إستغلال *N melanderi, M.rotundata* البحث عن أنواع نحل أخرى على أمل زيادة عشائرها أكثر عند نقلها إلى مناطق لم توجد فيها من قبل. ومن الأنواع المرشحة لذلك أنواع تابعة للجنس *Osmia* مثل *O.excavata, O.corniforons* التى تبنى أعشاشها فى البامبو أو البوص فى اليابان والتى تعمل على أزهار *Brassica compestris, Pyrus* malus على الترتيب و *O.seculusa* الملقح الفعال للبرسيم.وفى بعض المناطق وجد أن *O.lignaria* يقبل على السكن فى الأنفاق الخشبية الصناعية كما وجد أن *O.rufa* استطاع أن يبنى أعشاشه فى أنابيب الشراب ذات القطر ٧مم عن القطر ٥مم.



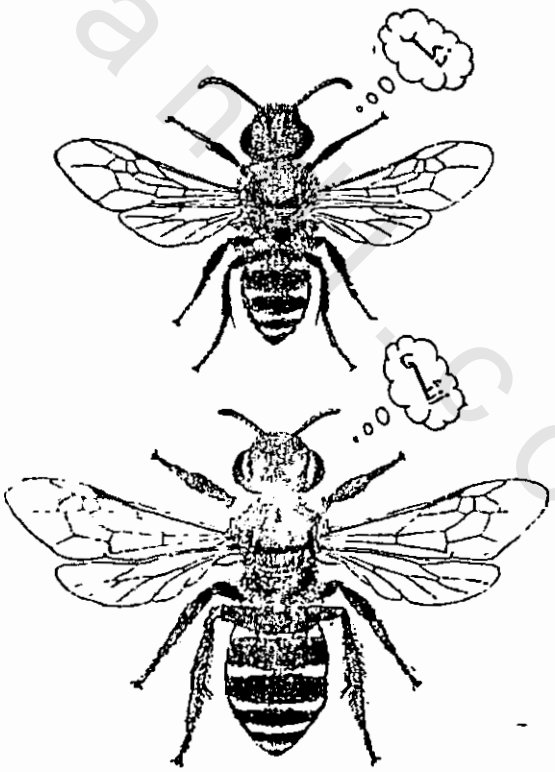
وأظهر البحث أن النحل يميل إلى إقامة الأعشاش جماعياً. ومن الأنواع المرشحة أيضاً بعض أنواع نحل الخشب *Xylocopa sonorina* (شكل ٣٢) وأنواع أخرى مثل *Passiflora edulias* و *Anthophora parientian* التى يشجع إكثارها بوضع قطع خشبية ذات ثقوب مناسبة.

(شكل ٣٢) نحلة الخشب *Xylocopa sonoring*

وبدون شك هناك أنواع أخرى يمكن أن نجدها تحتل أعشاش صناعية ولكن لكى تستخدم تجارياً يجب أن تكون جماعية السكن gregarious تزداد عشائرها بسرعة فى أعشاش من صنع الإنسان وتزور محاصيل اقتصادية معينة ومفضلة تلك المحاصيل عن أنواع نباتية أخرى وذات قمة نشاط تتوافق مع تزهير المحصول وسهلة التداول والإدارة وغير معرضة لأمراض أو طفيليات يصعب التغلب عليها.

٣- النحل الإنفرادى فى مصر Solitary bees in Egypt

يوجد فى مصر أنواع عديدة من النحل الإنفرادى لم تستغل بعد حيث يشاهد فى البيئة الزراعية عدد من النحل القاطع للأوراق وأنواع أخرى تعيش تحت ظروف صعبة من تدخل الإنسان فالرى بالغمر قاتل للأنواع التى تعيش فى التربة وعمليات الفلاحة الأخرى مثل حرث التربة والرش بالمبيدات وإزالة الحشائش بالتأكيد أضرت بالكثير من الأنواع وتحويل الأرض الزراعية والأراضى البور إلى مبانى تعمل على إزالة أعشاش مثل هذه الحشرات وتحوى قائمة الحشرات فى مصر (شلبى ١٩٥٨) عشرات الأنواع الهامة منها على سبيل المثال سجل نحو ١٥ نوع يتبع الجنس (Andrenidae) *Andrena* ومنها النوع *A.ovatula* (شكل ٣٣) وهو نحل برى ذات فائدة ملحوظة فى تلقيح أزهار المحاصيل الزراعية وأشجار الفاكهة.



(شكل ٣٣) حشرة الاندرينا ***Andrena ovatula*** (K.)

ومنها ما هو متخصص على نبات واحد ومنها ما يزور نباتات تتبع عائلات نباتية مختلفة. وهناك عدد من الأنواع التى تتبع عائلة Megachilidae ومنها ١٩ نوع يتبع الجنس *Megachile* مثل *M.arabica* وهو نحل قاطع للأوراق يجمع حبوب اللقاح والرحيق ويبنى أعشاشه فى تجاويف الخشب الجاف أو جذور الأشجار أو سوق النباتات أو فى تجاويف المبانى أو فى التربة ومن الأنواع *Chalicodoma sicilum* المنتشر فى مصر العليا والذى يعمل على أزهار الفول والحلبة والبسلة والترمس والذى سبب بعض المشاكل فى المعابد الأثرية بمصر العليا. ففى معبد الرامسيوم بالأقصر وجدت عشوش النحل تغطى جدران المعبد لإرتفاع ٢٠ متراً. كما تنتشر فى مصر عدد من أنواع نحل الخشب (Xylocopinae) مثل *Xylocopa aestuans* التى تحفر أنفاقاً فى خشب أسقف البيوت الريفية. كما يوجد فى مصر أكثر من ٣٦ نوع يتبع الجنس *Anthophora* مثل *A.agama* كما سجل ثلاثة أنواع تابعة للجنس *Nomia* منها *N.edentata* وأنواع لأجناس أخرى قريبة مثل الأجناس *Margrettii*, *Nomiodes* وهناك أكثر من ٢٧ نوع من النحل تابع للجنس *Osmia* وهو نحل إنفرادى مشهور فى أنحاء العالم ومنها النوع *O.rufa* وقائمة الحشرات المصرية بها الكثير من الأنواع الأخرى ليس هنا مجال لذكرها كلها.

وفى صحراء مصر الغربية شاهد المؤلف العديد من الأنواع خاصة فى التربة القلوية فى المزارع الجافة dry-farms مثل مزارع الزيتون التى تعتمد على مياه الأمطار والأنظمة البيئية الطبيعية.بعض هذا النحل يسكن التربة والبعض يسكن فى سيقان النباتات الجافة وتعمل الزراعة وعمليات الفلاحة بين أشجار الزيتون أو إزالة النباتات البرية لزراعة الأرض على هدم مساكن هذا النحل ومن الأنواع التى تم تعريفها *Anthophora (Anthophoridae) near candida* ومن عائلة Halictidae سجلت الأجناس *Bembex* sp. مثل *B.turca* والجنس *Evylaeus* sp. وعشرات الأنواع التى لم يتم تعريفها بعد ومن المهم الإشارة إلى إمكانية إستغلال بعض هذه الأنواع التى يمكن أن تربى صناعياً كما يمكن نقل بعض الأنواع الموجودة فى البيئات الطبيعية المصرية إلى البيئة الزراعية التى أثرت المبيدات على العديد من أنواعها والهدف فى جميع الأحوال هو تلقيح الأزهار لزيادة الإنتاج وتحسين نوعية الإنتاج فى أغلب الحالات.