الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية

توصيف جزيئي لفراشة اللوز الحرشفية *Aporia crataegi* L. والطفيل *Apanteles* sp. ودراسة العلاقة الكيميائية بين النبات والآفة والطفيل في وسط وجنوب سورية

A molecoular description of *Aporia crataegi* L. and parasitoid *Apanteles* sp. and the chemical relationship between the plant, the pest and the parasitoid in Mid- and Southern Syria

أطروحة قدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الزراعية (قسم وقاية النبات)

إعداد: أماني جودت شلالو

إشراف:

الأستاذ الدكتور وجيه قسيس — مشرفاً

الدكتورة سلام لاوند — مشرفاً مشاركاً

التاريخ 1439هـ/ 2018م

المحتويات

	رقم الصفحة
الملخص	
– مقدمة	1
– أهمية وأهداف البحث	3
الفصل الأول	5
الدراسة المرجعية	5
I. أهم حشرات اللوزيات	5
II. أهم الخصائص المورفولوجية والبيولوجية للمتطفل *Apanteles glomeratus* L. وعوائله	6
III. تربية المتطفل على عوائل مختلفة ومقدار الاستجابة لعوائله المختلفة (نظرية Hopkins (1916))	11
IV. رد فعل المتطفل *A.glomeratus* تجاه مستخلص النبات العائل ومستخلص جسم يرقات	14
V. التغيرات الكيميائية في المركبات المنبعثة من النبات العائل نتيجة الإصابة الحشرية	20
VI. التوصيف الجزيئي ودراسة القرابة الوراثية	26
الفصل الثاني	
مواد البحث وطرائقه	33
أولاً. تربية المتطّفل *A.glomeratus* على ثلاثة عوائل مخبريّة مختلفة	33
1. تربية العوائل الحشرية للمتطفل	33
2. الحصول على المتطفل من ثلاثة عوائل	33
3. دراسة الاستجابة نحو العوائل المختلفة:	34
3.1. تجربة Y-Tube olfactometer	34
3.2. تجارب جهاز الشم متعدد الأذرع	35
ثانياً. رد فعل المتطفل *A. glomeratus* اتجاه مستخلص نبات اللوز ومستخلص جسم يرقات فراشة اللوز الحرشفية *A. crataegi*	36
1. العائل النباتي	36
2. العائل الحشري	36
3. المتطفل	36
4. الحصول على مستخلص الأوراق للنبات العائل (سليم ومصاب) ومستخلص أجسام اليرقات ومستخلص المزيج(نبات سليم ويرقات) ومزيج (نبات مصاب ويرقات)	37
ثالثاً. دراسة قدرة المتطفل *A. glomeratus* على التمييز بين الأعمار اليرقية المختلف *A. crataegi* وبين نباتات اللوز المصابة بأعمار يرقية مختلفة	38
1. قدرة المتطفل *A. glomeratus* على التميز بين الأعمار اليرقية المختلفة لحشرة *A.crataegi*	38
2. قدرة المتطفل *A. glomeratus* على التميز بين نباتات اللوز المصابة بأعمار يرقية مختلفة لحشرة *A.crataegi*	38

رابعاً. دراسة الخصائص البيولوجية للمتطفل *A. glomeratus* على العوائل المختلفة	39
خامساً. المقارنة بين المركبات الكيميائية الناتجة من نبات اللوز المصاب بيرقات *A. crataegi* والنباتات اللوز السليمة	41
1. أليّة جمع المركبات المتطايرة	41
2. تحليل المركبات الطيارة باستخدام الكرموتوغرافيا الغازية– مطياف الكتلة GC-MS	41
2.1. حقن العينة Intrance	41
2.2. التأيين Ionization	42
2.3. تحليل الكتلة Mass Analysis	42
2.4. الكاشف Detector	42
2.5. البرنامج الحراري المستخدم	42
2.6. تحليل البيانات Data analyzation	43
سادساً. المقارنة بين المركبات الكيميائية الناتجة من الأعمار اليرقية المختلفة لـ *A. crataegi*	43
1. أليّة جمع المركبات المتطايرة	43
2. البرنامج الحراري المستخدم	44
سابعاً. التوصيف الجزيئي ودراسة القرابة الوراثية	44
1. دراسة جزيئية لـ *A. crataegi* والمتطفل *A. glomeratus* في المنطقتين الوسطى والجنوبية من سورية	44
a. استخلاص الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA	45
b. تضخيم الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA	48
c. فصل نواتج تضخيم الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA	49
تصميم التجارب وتحليلها	49
الفصل الثالث	51
النتائج والمناقشة	51
أولاً. تربية المتطفل *A. glomeratus* على ثلاثة عوائل مخبرية مختلفة	51
1. مصدر المتطفل الأم يرقات *A. crataegi*	51
2. مصدر المتطفل الأم يرقات *P.brassica*	53
3. مصدر المتطفل الأم يرقات *G.mellonella*	54
ثانياً. رد فعل المتطفل *A. glomeratus* تجاه مستخلص نبات اللّوز ومستخلص جسم يرقات فراشة اللوز الحرشفية *A. crataegi*	59
1. رد فعل الإناث الملقحة للمتطفل *A. glomeratus* تجاه المستخلصات	59
1.1. رد فعل الإناث الملقحة للمتطفل *A. glomeratus* تجاه مستخلصات نبات اللوز المصاب والسليم	59
1.2. رد فعل الإناث الملقحة للمتطفل *A. glomeratus* تجاه مستخلصات نبات اللوز المصاب ومستخلص جسم يرقات *A. crataegi*	59

1.3. رد فعل الإناث الملقحة للمتطفل *A. glomeratus* تجاه مستخلصات نبات اللوز السليم ومستخلص جسم يرقات *A. crataegi*	60
1.4. رد فعل الإناث الملقحة للمتطفل *A. glomeratus* تجاه مستخلصات مزيج نبات اللوز السليم واليرقات ومستخلص مزيج النبات المصاب واليرقات	60
1.5. رد فعل الإناث الملقحة للمتطفل*A. glomeratus* تجاه المستخلصات في جهاز الشم متعدد الأذرع	60
2. رد فعل الإناث غير الملقحة للمتطفل*A. glomeratus* تجاه المستخلصات	63
2.1. رد فعل الإناث غير الملقحة للمتطفل*A. glomeratus* تجاه مستخلصات نبات اللوز السليم والمصاب	63
2.2. رد فعل الإناث غير الملقحة للمتطفل*A. glomeratus* تجاه مستخلصات نبات اللوز المصاب ومستخلص جسم يرقات *A. crataegi*	63
2.3. رد فعل الإناث غير الملقحة للمتطفل*A. glomeratus* تجاه مستخلصات نبات اللوز السليم ومستخلص جسم يرقات *A. crataegi*	64
4.2. رد فعل الإناث غير الملقحة للمتطفل*A. glomeratus* تجاه مستخلصات مزيج النبات اللوز السليم واليرقات ومستخلص مزيج النبات المصاب واليرقات	64
2.5. رد فعل الإناث غير الملقحة للمتطفل*A. glomeratus* تجاه المستخلصات في جهاز الشم متعدد الأذرع	65
3. رد فعل الذكور للمتطفل *A. glomeratus* تجاه المستخلصات في جهاز الشم متعدد الأذرع	67
ثالثاً. دراسة قدرة المتطفل *A. glomeratus* في التمييز بين الأعمار اليرقية المختلف *A. crataegi* وبين نباتات اللوز المصابة بأعمار يرقية مختلفة	69
1. انجذاب أنثى المتطفل الملقحة نحو مستخلص الأعمار اليرقية المختلفة من حشرة *A. crataegi*	69
2. انجذاب أنثى المتطفل الملقحة نحو مستخلص نباتات اللوز المصابة بأعمار يرقية مختلف من *A. crataegi*	70
رابعاً. دراسة الخصائص البيولوجية للمتطفل *A. glomeratus* على ثلاث عوائل	73
1. نسبة التطفل للمتطفل *A. glomeratus* على ثلاثة عوائل مخبرياً	73
2. متوسط عدد يرقات المتطفل في كل يرقة عائل متطفل عليها في العوائل الثلاثة	74
3. عوامل الموت الطبيعي عند المتطفل *A. glomeratus* خلال مراحل تطوره	74
3.1. موت اليرقات خلال خروجها من يرقة العائل (الفشل في الخروج من العائل)	74
3.2. فشل يرقات المتطفل في لف الشرنقة	75
3.3. موت عذارى المتطفل داخل الشرنقة	76
4. نسبة التطفل للمتطفل على ثلاثة عوائل وفق معادلة Brodeur وزملاؤه (1998)	76
5. النسبة الجنسية للمتطفل على العوائل الثلاثة مخبرياً وحقلياً	77
6. المدة الزمنية اللازمة لتطور المتطفل *A. glomeratus* مخبرياً على ثلاثة عوائل	78
خامساً. المقارنة بين المركبات الكيميائية الناتجة من نبات اللوز المصاب بيرقات *A. crataegi* ونباتات	80

اللوز السليمة	
سادساً. مقارنة المركبات المنبعثة من الأعمار اليرقية المختلفة لـ *A. crataegi*	93
سابعاً. التوصيف الجزيئي ودراسة الاختلافات الوراثيّة	98
1. التوصيف الجزيئي ودراسة الاختلافات الوراثيّة لـ *A. crataegi*	98
1.1. التوصيف الجزيئي لذكور *A. crataegi*	98
1.1.1. تحديد درجة القرابة الوراثيّة لذكور *A. crataegi* في المناطق المدروسة	101
2.1.1. التحليل العنقودي لذكور *A. crataegi* في المناطق المدروسة	101
2.1. التوصيف الجزيئي لإناث *A. crataegi*	103
1.2.1. تحديد درجة القرابة الوراثيّة لإناث *A. crataegi* في المناطق المدروسة	105
2.2.1. التحليل العنقودي لإناث *A. crataegi* في المناطق المدروسة	106
2. التوصيف الجزيئي ودراسة الاختلافات الوراثية للمتطفل *A. glomeratus*	108
1.2. تحديد درجة القرابة الوراثيّة للمتطفل *A. glomeratus* في المناطق المدروسة	111
2.2. التحليل العنقودي للمتطفل *A. glomeratus* في المناطق المدروسة	112
الفصل الرابع	114
الاستنتاجات	114
التوصيات	116
- الملخص باللغة الانكليزية	117
- المراجع	120
- الملحق	145

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
الجدول(1)	حشرات اللوز التي تصيب الأوراق والبراعم	5
الجدول(2)	حشرات اللوز التي تصيب الساق والجذور	5
الجدول(3)	حشرات اللوز التي تصيب الثمار	6
الجدول(4)	أماكن أخذ عينات *A.crataegi* وعينات *A. glomeratus* والإحداثيات الجغرافية للمنطقة	45
الجدول(5)	التسلسل النيكلوتيدي للبادئات المستخدمة بتقنية ISSR ودرجة الالتحام	48
الجدول(6)	متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *A. crataegi* التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *G. mellonella*	51
الجدول(7)	متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *A. crataegi* التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *P.brassicae*	51
الجدول(8)	متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *A. crataegi* التي اتجهت نحو يرقات *G.mellonella* و *P.brassicae*	52
الجدول(9)	رد فعل إناث المتطفل الملقحة الناتجة من يرقات *A. crataegi*	52
الجدول(10)	متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *P.brassica* التي اتجهت نحو يرقات *P.brassica* و *A.crataegi*	53
الجدول(11)	متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *P.brassica* التي اتجهت نحو يرقات *P.brassica* و *G.mellonella*	53
الجدول(12)	متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *P.brassica* التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *G.mellonella*	54
الجدول(13)	رد فعل إناث المتطفل الملقحة الناتجة من يرقات *P.brassicae*	54
الجدول(14)	متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *G.mellonella* التي اتجهت نحو يرقات *P.brassica* و *G.mellonella*	55
الجدول(15)	متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *G.mellonella* التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *G.mellonella*	55
الجدول(16)	متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *G.mellonella* التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *P.brassicae*	55
الجدول(17)	رد فعل إناث المتطفل الملقحة الناتجة من يرقات *G.mellonella*	56
الجدول(18)	متوسط توجه الإناث الملقحة نحو مستخلص النبات السليم ومستخلص النبات المصاب	59
الجدول(19)	متوسط توجه الإناث الملقحة نحو مستخلص جسم يرقات العائل ومستخلص النبات المصاب	59
الجدول(20)	متوسط توجه الإناث الملقحة نحو مستخلص النبات السليم ومستخلص جسم يرقات العائل	60
الجدول(21)	متوسط توجه الإناث الملقحة نحو مستخلص مزيج النبات السليم مع يرقات العائل ومستخلص مزيج النبات المصاب مع اليرقات	60
الجدول(22)	متوسط عدد الإناث الملقحة التي انجذبت نحو المستخلصات	61
الجدول(23)	متوسط توجه الإناث غير الملقحة نحو مستخلص النبات السليم ومستخلص النبات المصاب	63
الجدول(24)	متوسط توجه الإناث غير الملقحة نحو مستخلص النبات السليم ومستخلص جسم يرقات العائل	64

الجدول(25)	متوسط توجه الإناث غير الملقحة نحو مستخلص النبات المصاب ومستخلص جسم يرقات العائل	64
الجدول(26)	متوسط توجه الإناث غير الملقحة نحو مستخلص مزيج النبات السليم مع جسم يرقات العائل ومستخلص النبات المصاب مع جسم يرقات العائل	65
الجدول(27)	متوسط عدد إناث المتطفل غير الملقحة التي انجذبت نحو المستخلصات	65
الجدول(28)	متوسط عدد ذكور المتطفل التي انجذبت نحو المستخلصات	67
الجدول(29)	انجذاب إناث المتطفل *A. glomeratus* الملقحة نحو مستخلص أعمار يرقية مختلفة للفراشة *A.crataegi*	69
الجدول(30)	انجذاب إناث المتطفل *A. glomeratus* نحو مستخلص نبات اللوز المصاب بأعمار يرقية مختلفة للفراشة *A. crataegi*	70
الجدول(31)	نسب التطفل المخبرية للمتطفل *A. glomeratus* على ثلاثة أنواع من العوائل الحشرية	73
الجدول(32)	متوسط عدد يرقات المتطفل *A. glomeratus* التي خرجت بشكل جزئي أو كلي من يرقات ثلاثة أنواع من العوائل الحشرية	74
الجدول(33)	النسبة المئوية لعدد يرقات المتطفل *A. glomeratus* التي فشلت بالخروج من يرقات ثلاثة أنواع من العوائل الحشرية	75
الجدول(34)	النسبة المئوية لعدد يرقات المتطفل*A. glomeratus* التي فشلت في لف الشرنقة من يرقات ثلاثة أنواع من العوائل الحشرية	75
الجدول(35)	النسبة المئوية لعدد عذارى المتطفل*A. glomeratus* الميتة من يرقات ثلاثة أنواع من العوائل الحشرية	76
الجدول(36)	نسبة تطفل*A. glomeratus* على ثلاثة عوائل وفق مقترح Brodeur وزملاؤه (1998)	76
الجدول(37)	متوسط عدد الحشرات الكاملة للمتطفل *A. glomeratus* من كل يرقة عائل والنسبة الجنسية على ثلاثة عوائل	77
الجدول(38)	متوسط الفترة الزمنية لمراحل تطور المتطفل *A. glomeratus* على ثلاثة عوائل	79
الجدول(39)	مقارنة بين المركبات الناتجة من أوراق اللوز المصابة والسليمة	81
الجدول(40)	المركبات الطيارة الناتجة من الأعمار اليرقية المختلفة لفراشة اللوز الحرشفية *A.crataegi*	94
الجدول(41)	تركيز ونقاوة الـ DNA لذكور *A.crataegi*	98
الجدول(42)	عدد الحزم لكلّ بادئ والتعدديّة الشكليّة التي أعطتها عند ذكور *A.crataegi* في مناطق الدراسة	99
الجدول(43)	الحزم الفريدة لكلّ بادئ على عينات الذكور *A.crataegi* في المناطق المدروسة	100
الجدول(44)	مصفوف المتوسط العام لنسب عدم التوافق (PDV) الناتجة عن دراسة متوسط التشابه الوراثي لذكور *A.crataegi*	101
الجدول(45)	تركيز ونقاوة الـ DNA لإناث *A.crataegi*	103
الجدول(46)	عدد الحزم لكلّ بادئ والتعدديّة الشكليّة التي أعطتها عند إناث *A.crataegi* في مناطق الدراسة	104
الجدول(47)	الحزم الفريدة لكلّ بادئ على عينات الإناث *A.crataegi* في المناطق المدروسة	105
الجدول(48)	مصفوف المتوسط العام لنسب عدم التوافق (PDV) الناتجة عن دراسة متوسط التشابه الوراثي لإناث *A.crataegi*	106
الجدول(49)	تركيز ونقاوة الـ DNA *A. glomeratus*	109
الجدول(50)	عدد الحزم لكلّ بادئ والتعدديّة الشكليّة التي أعطتها عند المتطفل *A. glomeratus* في مناطق الدراسة	110

الجدول(51)	الحزم الفريدة لكلّ بادئ على عينات *A. glomeratus* في المناطق المدروسة	111
الجدول(52)	مصفوف المتوسط العام لنسب عدم التوافق (PDV) الناتجة عن دراسة متوسط التشابه الوراثي للمتطفل *A. glomeratus*	112
الجدول(53)	يوضح التباعد الوراثي بين العينات للمتطفل *A. glomeratus*	113

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة
الشكل (1)	مساحة وانتاجية المنطقة اللوز في سورية	3
الشكل (2)	تصنيف المركبات المفرزة في النظام الحيوي	15
الشكل (3)	مسار تشكل المركبات الطيارة في النبات	25
الشكل (4)	التحول الحيوي لحمض اللينولينيك إلى حمض الياسمين	25
الشكل (5)	Y-tube olfactometer	35
الشكل (6)	جهاز الشم متعدد الأذرع	35
الشكل (7)	مواقع أخذ العينات الحشرية للتوصيف الجزيئي	46
الشكل (8)	متوسط توجه إناث المتطفل الملقحة التي مصدرها *A. crataegi* نحو يرقات *G.mellonella*، *P.brassicae* و *A.crataegi*	52
الشكل (9)	متوسط توجه إناث المتطفل الملقحة من *P.brassica* نحو يرقات *A.crataegi*، *P.brassica* و *G.mellonella*	54
الشكل (10)	متوسط توجه الإناث الملقحة للمتطفل من *G.mellonella* نحو يرقات *A.crataegi* ، *P. brassicae* و *G.mellonella*	56
الشكل (11)	النسبة المئوية لتوجه الإناث الملقحة نحو مستخلص نبات سليم، مستخلص نبات مصاب، مستخلص جسم يرقات العائل، مستخلص مزيج النبات المصاب مع اليرقات و مستخلص مزيج نبات مصاب مع جسم يرقات العائل	61
الشكل (12)	النسبة المئوية لتوجه الإناث غير الملقحة نحو مستخلص النبات المصاب، مستخلص النبات السليم، مستخلص جسم اليرقات، مستخلص مزيج نبات سليم مع جسم يرقات العائل ومستخلص النبات المصاب مع جسم يرقات العائل	66
الشكل (13)	النسبة المئوية لتوجه الذكور نحو مستخلص النبات المصاب، مستخلص النبات السليم، مستخلص جسم اليرقات، مستخلص مزيج نبات سليم مع جسم يرقات العائل ومستخلص النبات المصاب مع جسم يرقات العائل	68
الشكل (14)	طيف الكتلة Chromatogram لنبات اللوز المصاب بيرقات *A. crataegi*	84
الشكل (15)	طيف الكتلة Chromatogram لنبات اللوز السليمة من أي إصابة حشرية	84
الشكل (16)	طيف الكتلة Chromatogram للمركبات الطيارة الناتجة من يرقات العمر الأول لفراشة *A. crataegi*	96
الشكل (17)	طيف الكتلة Chromatogram للمركبات الطيارة الناتجة من يرقات العمر الثاني لـ *A. crataegi*	96
الشكل (18)	طيف الكتلة Chromatogram للمركبات الطيارة الناتجة عن يرقات العمر الرابع لـ *A. crataegi*	97
الشكل (19)	طيف الكتلة Chromatogram للمركبات الطيارة الناتجة عن يرقات العمر الخامس لـ *A. crataegi*	97
الشكل (20)	هلامة الأغاروز بتركيز 0.8% المستخدمة لتحديد نوعية الحمض النووي DNA لذكور *A.crataegi*	98
الشكل (21)	هلامة الأغاروز بتركيز 2% لذكور *A. crataegi* للبادئ 22	100
الشكل (22)	شجرة القرابة بين ذكور *A. crataegi* المناطق المدروسة حسب البيانات الجزيئية باستخدام برنامج	102

	POP GENE32 وبطريقة UPGMA	
الشكل (23)	هلامة الأغاروز بتركيز 0.8% المستخدمة لتحديد نوعية الحمض النووي DNA لإناث *A. crataegi*	103
الشكل (24)	هلامة الأغاروز بتركيز 2% لإناث *A. crataegi* للبادئ 40	106
الشكل (25)	شجرة القرابة بين إناث *A. crataegi* المناطق المدروسة حسب البيانات الجزيئية باستخدام برنامج POP GENE32 وبطريقة UPGMA	107
الشكل (26)	هلامة الأغاروز بتركيز 0.8% المستخدمة لتحديد نوعية الحمض النووي DNA لإناث *A. glomeratus*	108
الشكل (27)	هلامة الأغاروز بتركيز 2% للبادئ 40 لإناث *A. glomeratus* في المناطق المدروسة	109
الشكل (28)	شجرة القرابة بين متطفلات *A. glomeratus* المناطق المدروسة حسب البيانات الجزيئية باستخدام برنامج POP GENE32 وبطريقة UPGMA	113

جدول الاختصارات

الاختصار	الدلالة باللغة العربية	الدلالة باللغة الانكليزية
HIPV	المركبات الطيارة الناتجة من النبات نتيجة الإصابة الحشرية	Herbivore-Induced Plant Volatiles
GLVs	المركبات الطيارة الناتجة من النبات الأخضر	Green Leaf Volatiles
ISSR	تقنية تكرارات التسلسلات البسيطة الداخلية	Inter Simple sequence repeats
HPLE	مستخلص أوراق النبات العائل	Host Plant Leaf Extracts
UD.HPLE	مستخلص أوراق النبات العائل السليم	Undamaged Host Plant Leaf Extracts
D.HPLE	مستخلص أوراق النبات العائل المصاب	Damaged Host Plant Leaf Extracts
HLBE	مستخلص اليرقات	The Host Larval Body Extract
DPHLBE	مزيج مستخلص اليرقات مع مستخلص أوراق النبات العائل المصاب	The Host Larval Body Extract with Damaged Host Plant Leaf Extracts
UDPHLBE	مزيج مستخلص اليرقات مع مستخلص أوراق النبات العائل السليم	The Host Larval Body Extract with Undamaged Host Plant Leaf Extracts

الملخص:

تعدّ المكافحة الحيوية للحشرات الضارة أهم الطرائق الآمنة للمكافحة، وتعتمد على التربية الكتلية للمتطفل، ولكن تتدهور قدرة المتطفل في مهاجمة عوائله التي ربيّ لأجلها بعد عدة أجيال من التربية المخبرية. لذا تمت دراسة كفاءة المتطفل *Apanteles glomeratus* L. في البحث والاستجابة عند تربيته مخبرياً على عوائل مختلفة وهي فراشة اللوز الحرشفية *Aporia crataegi* L.، أبي دقيق الكرنب الكبير *Pieris brassicae* L. وفراشة الشمع *Galleria mellonella* L. أظهرت النتائج أن الإناث الملقحة تبدي تفضيلاً لليرقات التي ربيت عليها، ثم ليرقات *P. brassicae*، وبالتالي فأن ذاكرة الشم لديها تكتسب في الأطوار اليرقية، وتستمر حتى ظهور الحشرات البالغة ووضع البيض في عائلها الذي ربيّت عليه بكفاءة أكبر.

كما تمّت دراسة الاستجابة والتوجه الفطري للإناث الملقحة، وغير الملقحة والذكور للمتطفل *A.glomeratus*، نحو مستخلصات جسم يرقات *A.crataegi* التي تعدّ أحد أهم عوائله ومستخلصات النبات المضيف لعائله (اللوز)، أظهرت الدراسة أن الإناث الحاملة للبيض (الملقحة) كان توجهها الفطري نحو مزيج مستخلص النبات المصاب وجسم يرقات العائل، يليه مستخلص النبات المصاب، ثم مزيج جسم يرقات العائل والنبات السليم، وبفروق ظاهرية مع توجهها نحو مستخلص جسم اليرقات، وفروق معنوية مع توجهها نحو مستخلص النبات السليم الذي كان أقل نسبة لجذب الإناث الملقحة، فالروائح الناتجة من مستخلص النبات المصاب تقود المتطفل نحو أماكن يرجح وجود عائله فيها، بينما كان التوجه الفطري للإناث غير الملقحة والذكور نحو مستخلص النبات المضيف لعائله سواء كان النبات مصاب أو سليم، وكانت أقل تفضيل لمستخلص جسم يرقات العائل، مما يدلّ على أنّ رائحة النبات المضيف للعائل تشكل إشارات جذب الجنسين للتزاوج.

ودرست قدرة المتطفل *A. glomeratus* على التمييز بين الأعمار اليرقية المختلفة ليرقات *A.crataegi*، وأيضاً التمييز بين نباتات اللوز المصابة بأعمار يرقية مختلفة لحشرة *A.crataegi*. وقد أظهرت نتائج الدراسة أن المتطفل ليس لديه القدرة على التمييز بين النباتات المصابة بأعمار يرقية مختلفة، فأبدى انجذابه للنباتات المصابة بغض النظر عن العمر اليرقي للإصابة الحشرية، بينما استطاع التمييز بين الأعمار اليرقية المختلفة للعائل وفضل يرقات العمر الأول والثاني.

كما تمّ تحديد الخصائص البيولوجية والنسبة الجنسية وعوامل الموت الطبيعية للمتطفل *A.glomeratus* عند تربيته مخبرياً على ثلاثة عوائل هي *G.mellonella, A.crataegi,* و*P.brassicae*، فكانت أعلى نسبة تطفل له على يرقات *P.brassicae*، حيث بلغت 88% من مجمل عدد اليرقات المستخدمة بالتجربة، وكانت يرقات *P.brassicae* أفضل عائل لوضع أكبر قدر من البيوض، إذ بلغ عدد يرقات المتطفل التي ظهرت من كل يرقة *P.brassicae* 24.7 ± 2.54 يرقة. أما وفق معادلة Brodeur وأخرون (1998)، فكانت نسبة التطفل متقاربة عند النوعين *A.crataegi* و*P.brassicae*، واختلفت عوامل الموت الطبيعي للمتطفل كالفشل في خروج يرقات المتطفل من العائل، وسُجِلت أعلى نسبة عند التطفل على يرقات *G.mellonella* فبلغت 21.8 %، أما الفشل في لف الشرنقة وموت العذارى داخل الشرنقة فكان متقارباً بين الأنواع الحشرية الثلاثة، وكانت النسبة الجنسية لصالح الذكور مخبرياً ولصالح الإناث حقلياً عند التطفل على الأنواع الثلاثة. واعتمدت فترة حضانة البيض ومدة الطور اليرقي على طور السكون للعائل، إذ بلغت أعلى مدة عند تطفله على يرقات *A.crataegi*.

وحددت التغييرات في المركبات المنبعثة من نبات اللوز نتيجة الإصابة بيرقات*A.crataegi*، وأظهرت نتائج الدراسة أن المركبات الطيارة المنبعثة من النبات المصاب تمثلت بـ 42 مركب جديد أهم هذه المركبات (Cis-3-Hexenyl Acetate, Limonene, Z -β-Ocimene, Linalool or allo-Ocimenol, Nonanal, (E)-4,8-Dimethyl-1,3,7-nonatriene, (Z)-3-Hexenyl butyrate, Trans-2-hexenyl butyrate, 2-hexenyl tiglate, (E)-beta-farnesene, trans-α–Bergamotene, (E,E)-α-Farnesene, Limonene-6-ol, Methyl salicylate, isopropyl palmitate) والتي تعدّ عامل جذب للمتطفلات.

كما تمّ تحديد المركبات الطيارة الناتجة من الأعمار اليرقية المختلفة لـ *A.crataegi*، وقد اختلفت المركبات الطيارة بين الأعمار اليرقية، فقد انبعثت الحموض الدهنية (palmitic acid, stearic acid) من جميع الأعمار اليرقية، وظهر المركب linoleic acid في العمر اليرقي الأول، بينما ظهر المركب Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl) فقط في العمرين الأول والثاني، ومن المرجح أنه عامل جذب للمتطفل *A.glomeratus*.

وأجريت دراسة الاختلافات الوراثية لحشرة *A.crataegi* المجموعة من خمسة عشر منطقة من سورية تنتشر فيها الحشرة، في المنطقة الوسطى والسويداء وجبل الشيخ، وذلك بتطبيق تقنيّة ISSR، استعمل

في التوصيف الجزيئي للذكور 22 بادئ، أعطى منها 13 بادئ نتائج تضخيم الـ DNA، واستعمل في التوصيف الجزيئي للإناث 23 بادئ، أعطى منها 13 بادئ نتيجة لتضخيم الـ DNA، وقد بلغت التعددية الشكليّة لذكور *A.crataegi* (98.98%)، وسُجلت أعلى درجة قرابة وراثية بين ذكور بقعسم (جبل الشيخ) والمتونة (السويداء)، وبين ذكور بقعسم وعرنة التابعتين لجبل الشيخ، وبالتحليل العنقودي لدرجة القرابة الوراثية تبين أنّ ذكور تل الذرة (حماة) انفصلت في مجموعة منفصلة لوحدها، أما التعدديّة الشكلية للإناث فقد بلغت (100%)، وسجلت أعلى درجة قرابة وراثية بين إناث العثمانية (حمص) وعرنة (جبل الشيخ)، وبالتحليل العنقودي انفصلت إناث المخرم إلى مجموعة منفصلة لوحدها.

جرى التوصيف الجزيئي لإناث المتطفلات *A.glomeratus* الناتجة من يرقات *A.crataegi* المنتشرة في أحدى عشر منطقة في سورية، التي تنتشر فيها الحشرة وعائلها في المنطقة الوسطى والسويداء وجبل الشيخ، تم استعمال 23 بادئ لتحديد القرابة الوراثية بين المتطفلات، أعطى منها 14 بادئة نتائج تضخيم بتطبيق تقنية ISSR، بلغت التعددية الشكلية (100%)، وسُجلت أعلى درجة قرابة وراثية بين المشرفة (حمص) وعرنة (جبل الشيخ)، وبالتحليل العنقودي انفصلت الإناث إلى مجموعتين ولكن كان هناك تداخل بين المناطق.

المقدمــة Introduction

التصنيف النباتي للوز (Polito *et al*., 1996):

ينتسب اللوز *Prunus amygdalus* لفصيلة Rosaceae، رتبة Rosales، وقد أطلق Batsch (1810) على اللوز اسم *P.amygdalus*، في حين أطلق عليه Archangel اسم *P.communis* (1882)، ليبقى بعد ذلك اسم *P.amygdalus* الاسم العلمي المتداول (Polito *et al*., 1996).

نشأ اللوز المزروع من عدّة أنواع من اللوز البري، وقد تطور على منحدرات الجبال في وسط وجنوب غرب أسيا، ولا يزال اللوز موجوداً بحالته البريّة في منطقة حوض المتوسط وإيران، ويستعمل معظمه كسياج أو كدعامة جذريّة للأصل المزروع بهدف إكثاره أو تعويض الضعف الجذري للأصل (Watkins, 1981)، كما يتواجد بحالته البريّة في سورية ولبنان على ارتفاع 1900م (Heywood and Zohary, 1995)، وقد انتقل حديثاً إلى الولايات المتحدة الأمريكية U.S.A، حيث نجحت زراعته في ولاية كاليفورنيا (Sathe *et al*., 2002).

يعدّ اللوز من الثمار اللوزية المثاليّة، ويظهر الاختلاف في الغلاف الخارجي Mesocarp، الذي يصبح جلديّاً في نهاية النضج، ثم يجف وينفصل عن البذرة (Weis and Polito, 1990).

أما الجذر فهو من النوع الوتدي، البراعم الزهريّة مفلطحة، أما الخضريّة فهي مثلثة الشكل مدببة ومغطاة بحراشف بنية اللون، الأوراق رمحية الشكل، الزهرة مخنثة لها خمس سبلات وخمس بتلات لونها يتدرج من الأبيض حتى الزهري وذلك حسب الصنف، وتحوي 25–40 سدادة، يحوي المبيض بذيرتين تلقح واحدة منهما لتنمو وتعطي البذرة، يبلغ عدد الكروموزومات 2n= 16 (Kester *et al*., 1990).

التلقيح في اللوز خلطي بالرغم من احتواء الزهرة على أعضاء مؤنثة ومذكرة، وذلك بسبب عدم التوافق الذاتي، الذي يعود إلى جينات تعيق استطالة أنبوب اللقاح لحبة الطلع، وتمنعه من التطور والاستمرار بالنمو في قلم الزهرة نفسها، لذا لا بد من عامل حيوي ناقل لحبوب الطلع، والذي يتمثل بالحشرات وبشكل خاص نحل العسل الذي يلعب دوراً أساسياً في التلقيح (Weis and Polito, 1990).

الثمرة: تعدّ ثمار اللوز ذات الطعم الحلو صالح للتغذيّة، أما الثمار ذات الطعم المر فهي لاتصلح للتغذيّة، لوجود مادة الأمغدالين Amygdalin، وهي مادة سامة (Shragg *et al*., 1982)، ويعود عدم احتواء اللوز الحلو على مادة الأمغدالين Amygdalin لوجود مورثة مفردة مسيطرة تمنع إنتاج هذه المادة (Spiegel-Roy and Kochba, 1981).

يحتاج تطور البراعم لـ 300– 600 ساعة برد أقل من 7.2° س، وتبدأ البراعم بالتفتح عند ارتفاع معدلات الحرارة حتى 15.5°س (Polito *et al*., 1996).

يعدّ مناخ حوض المتوسط مثالياً لنمو اللوز، فالشتاء معتدل الحرارة، ومتوسط الأمطار 250– 500 مم/سنوياً، والصيف جاف حار من حزيران حتى أيلول، ويعدّ اللوز متكيف مع الأراضي الجافة والفقيرة، ويزداد إنتاجه في الأراضي ذات الترب الخصبة والعميقة والرملية، التي تؤمن نمو الجذور بشكل أفضل من خلال النفاذية المثالية للماء، والتهوية الجيدة للتربة والجذور (Polito *et al*., 1996).

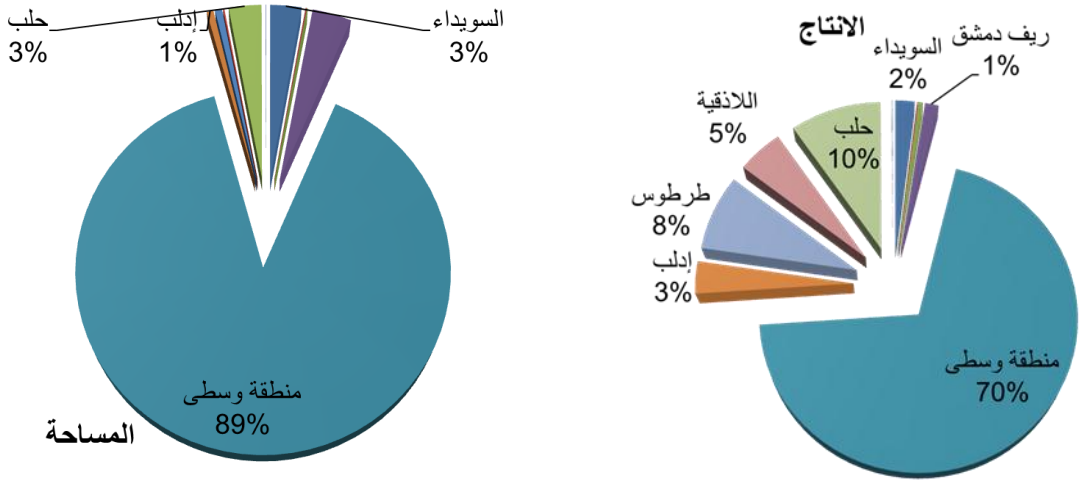
يستعمل اللوز كمصدر أساسي وهام للبروتينات والدهون غير المشبعة ومصدر للمعادن الصغرى الضرورية والألياف الغذائية (Sathe *et al*., 2002; Spiller *et al*., 2003)، كما يعدُّ مصدراً أساسياً ومهماً لفيتامين E، وله دور في تعديل تأثير الليبيدات. أظهرت الحمية الغنية باللوز زيادة نسبة الليبوبروتين عالي الكثافة HDL وانخفّاض نسبة الليبوبروتين منخفض الكثافة LDL، وبالتالي خفّض من الكولسترول، لذا يعد أقل خطر على مرضى القلب التاجي (Spiller *et al*., 2003)، كما أنّ تناوله باستمرار لمدة ستة أشهر لم يظهر زيادة في وزن الجسم (Fraser *et al*.,2002).

وجد في اللوز العديد من الحموض النباتية، التي أظهرت نشاطاً مضاداً للبكتريا ومنعت تكاثرها أهمها: Ursolic acid, oleanic acid, betulinic acid (حمض أورسوليك، حمض الزيت وحمض البتيولينيك)، بالإضافة لحمض corosolic (كوروسوليك) و maslinic acid التي مُيزت كألدهيدات (Amico *et al*., 2006)، بالإضافة لمضادات الأكسدة مثل:

Flavonoids Quercetin, Isorhamnetin, Quercitrin , Kaempferol. وهي على الترتيب فلافونويدس كيرسيتين، أيزورهامنتين، كيرسترين، كايمبفيرول (Wijeratne *et al*., 2006)، يحوي اللوز على β-Glucosidase بنسبة 36.8 وحدة /ملغ (Yang *et al*,. 2009) بالإضافة إلى احتواء زيت اللوز على مانعات تأكسد بنسبة 20.69% (Liu *et al*,.2009)، ويحتوي كل 100غ من الوزن اللحمي لثمرة اللوز (البذرة) على 5غ ماء، 19غ بروتين، 54 غ دهون، 20 غ كربوهيدرات، 200 ملغ كالسيوم، 491 ملغ فوسفور، 700 ملغ بوتاسيوم، 5 ملغ حديد، 4 ملغ صوديوم، 600 ملغ مغنزيوم (Popescu *et al*., 1982).

تتعرض شجرة اللوز للعديد من الآفات الحشريّة التي تؤثّر عليها وعلى الانتاج بشكل سلبي ويوضح الجدول التالي أهم الحشرات التي تصيب اللوز.

تُعد أشجار اللوز من الأشجار المهمة اقتصادياً في القطر العربي السوري، حيث بلغ إنتاج سورية في 2014 حسب إحصائيات وزارة الزراعة / 34729 / طن. تتركز زراعة اللوز في المنطقة الوسطى إذ تبلغ المساحة المزروعة فيها 64187 هكتار وهي تشكل أكثر من 89% من المساحة الإجمالية في سورية، والبالغة 71957 هكتار، أما الإنتاج فقد بلغ 24298 طن فهو يتجاوز نسبة 69.97% من إنتاج سورية البالغ 34729 طن (إحصائيات وزارة الزراعة، 2014).



الشكل (1): مساحة وانتاجية اللوز في سورية

أهمية وأهداف الدراسة Objectives and Importance of study:

تأتي أهمية البحث من كون الدراسات التي أجريت على العلاقة الثلاثية بين النبات والأفة والمتطفل دراسات أولية وخجولة عالمياً وقليلة محلياً، بالإضافة إلى أهمية هذه الدراسات في تحديد عوامل التفاعل بين عناصر هذه العلاقة، والتغيرات الكيميائية التي تطرأ على النبات من جراء إصابته بآفة معينة، والاستفادة من هذه التغييرات في رفع نسب التطفل والتحكم بأعداد الآفة، بالإضافة لمعرفة مدى فعالية المتطفلات المخبرية في تحقيق الغاية المرجّوة منها.

وبسبب أهمية اللوز في مناطق مختلفة من سورية وبشكل خاص في المنطقة الوسطى، والضرر الذي تسببه فراشة اللوز الحرشفية عليه في المراحل الأول من نشاط النبات، فأنها تخضع لعمليات المكافحة الكيميائية بشكل مكثف، مما يسبب زيادة في التلوث البيئي من جهة، وظهور سلالات مقاومة لفعل المبيدات من جهة أخرى، الأمر الذي استدعى إجراء هذه الدراسة التي هدفت إلى:

1- دراسة سلوك المتطفل *Apanteles glomeratus* (L) في الاستجابة لمستخلصات النبات المصاب والسليم.

2- دراسة سلوك الاستجابة وقدرة المتطفل على التمييز بين نباتات اللوز المصابة بأعمار يرقية مختلفة من *Aporia crataegi* L.

3- دراسة سلوك الاستجابة وقدرة المتطفل على التمييز بين الأعمار اليرقية المختلفة لـ *A. crataegi*.

4- تربية المتطفل *A.glomeratus* على عوائل مخبرية بديلة، وكفاءته في إصابة الآفة الهدف حقلياً.

5- دراسة بيولوجيا المتطفل *A.glomeratus* على ثلاثة عوائل مختلفة مخبرياً.

6- دراسة أهم المؤشرات الحيوية للمتطفل *A.glomeratus* (نسب موت طبيعي- نسب تطفل على ثلاثة عوائل مخبرية).

7- تحديد التغيرات الكيميائية في المركبات المنبعثة من نبات اللوز نتيجة الإصابة بيرقات *A.crataegi*.

8- تحديد المركبات الكيميائية المنبعثة من الأعمار اليرقية المختلفة لفراشة اللوز الحرشفية *A.crataegi* (L).

9- التوصيف الجزيئي للمتطفل *A.glomeratus* من مناطق مختلفة من وسط وجنوب سورية، وتحديد القرابة الوراثية بينها.

10- التوصيف الجزيئي لفراشة اللوز الحرشفية *A. crataegi* من مناطق مختلفة من وسط وجنوب سورية، وتحديد القرابة الوراثية بينها.

الفصل الأول

الدراسة المرجعية Review of literature

I- أهم حشرات اللوزيات:

تصاب أشجار اللوز بالعديد من الحشرات التي تؤثر على الانتاج وعلى قوة الأشجار أهم هذه الحشرات:

1- حشرات الأوراق والبراعم (الحريري، 1971) الجدول (1):

جدول (1) حشرات اللوز التي تصيب الأوراق والبراعم

الرتبة	الفصيلة	الاسم اللاتيني	الاسم العربي
Lepidoptera	Pieridae	*Aporia crataegi* L.	فراشة اللوز الحرشفيّة
	Saturnidae	*Saturnia pyri* Sehiff	فراشة الليل
	Lymantridae	*Lymantria lapidicola* H.S.	دودة أوراق اللوز الوبرية
		Lymantria dispar L.	فراشة الفجر
		Nygmia phaeorrhoea Don	فراشة الذنب البني
	Noctuidae	*Episema caenuliocephala* L	صندل اللوز الحرشفي
	Gelechiidae	*Anarsia lineatella* Zell.	ثاقبة أغصان الدراق
		Recurvaria nanella Hb.	دودة براعم السفرجل
	Cheimatopinidae	*Chemtobia brumata* L.	فراشة أوراق الكرز
Hymenoptera	Cimbicidae	*Cimbex quadrimaculatus* Miill.	صندل اللوز الغشائي
	Tenthredinidae	*Caliroa limacina* (Retz)	دودة أوراق الكرز اللزجة
Diptera	Cecidomyyiidae	*Odinodiplosis amygdale* Anugus	ذبابة تدرن براعم اللوز
Homoptera	Diaspididae	*Parlatoria oleae* Colvee	نمشة الزيتون
	Aphidae	*Pterchlorus Persicae* Chol	من أغصان الدراق
		Hyalopteurs pruni Geiffr	من الخوخ
		Myzus persicae Sulz	من الدراق الأخضر
		Brachycaudus amygdalinus Schout	من تجعد أوراق اللوز

2- حشرات الساق والجذور(الحريري، 1971):

تصيب هذه الحشرات الأشجار الضعيفة، والمتدهور. الجدول (2).

جدول (2) حشرات اللوز التي تصيب الساق والجذور

الرتبة	الفصيلة	الاسم اللاتيني	الاسم العربي
Coleoptera	Buprestidae	*Capnodis tenebrionis* L	كابنودس اللوزيات
		C. carbonaria Klug	كابنودس اللوز
		Ptosima undecimaculata Herbst	حفار ساق الخوخ
		Perotis chlorana Cory	حفار ساق المشمش الأخضر
	Scolytidae	*Scolytus rugulosus* Rats	سوس قلف الأشجار
		Scolytus amygdale Guer	سوس قلف اللوز
	Cerambycidae	*Cerambyx dux* Fald	حفار الساق ذو القرون الطويلة

3- حشرات الثمار (الحريري، 1971):

جدول (3) حشرات اللوز التي تصيب الثمار

الاسم العربي	الاسم اللاتيني	الفصيلة	الرتبة
دبور ثمار اللوز	*Eurytoma amygdali* End	Eurytomidae	Hymenoptera
دودة ثمار الخوخ	*Grapholitha funebruna* Treia	Tortricidae	Lepidoptera
ذبابة ثمار الكرز	*Rhagoletis* cerasi L.	Trypetidae	Diptera

وتعتبر .*Aporia crataegi* L من أكثر الحشرات المنتشرة في مناطق زراعة اللوز في سورية والتي تسبب أضرار كبيرة. وتصاب بالعديد من المتطفلات التي تخفض من أعدادها أهم هذه المتطفلات *Apanteles glomeratus* (L).

II - أهم الخصائص المورفولوجية والبيولوجية للمتطفل *Apanteles glomeratus* (L) ولعوائله المدروسة:

1. أهم الخصائص المورفولوجية والبيولوجية للمتطفل *A. glomeratus*:

يتبع المتطفل *Apanteles glomeratus* (L) :*Apanteles glomeratus*(Linnaeus, 1758) رتبة Hymenoptera فصيلة Braconidae وهو طفيل داخلي endoparasitoid ذو مدى عائلي واسع. تشمل عوائله العديد من حرشفيات الأجنحة Lepidoptera التابعة لفصيلة Pieridae يتراوح أبعاد الحشرة البالغة بين 3-7 مم وهي بلون أسود، تلقح الإناث مباشرة بعد انبثاقها من الشرنقة، وتبدأ بوضع البيض داخل يرقات العائل، فتضع ما بين (16-52) بيضة في كل يرقة، وتفضل يرقات العمر الثاني أو الثالث (Mattiacci *et al*., 1995; Laing & Levin, 1982). تتطور يرقات المتطفل داخل يرقات العائل وتغادر العائل للتعذر بجانبه بعد 15-20 يوم ضمن شرنقة صفراء كثيفة مسببة موت يرقة العائل. تظهر الحشرات البالغة بعد 7-10 أيام، وتتراوح مدة دورة الحياة 22-30 يوم بدءاً من البيض حتى الحشرة الكاملة (Mattiacci *et al*., 1995).

من أهم العوائل الحقليّة للطفيل *A.glomeratus* خمسة أنواع من الجنس *Pieris* هي: (*P.rapae* – *P.brassicae* – *P.protodice* – *P.napi* – *P.melete*) بالإضافة لفراشة *A.crataegi* (Sharkey *et al*., 2000).

يقضي المتطفل *A.glomeratus* الشتاء داخل يرقات *A.crataegi* على شكل يرقات عمر أول، متوضعاً ضمن النسيج الدموي حتى يكمل دورة حياته (Culiney and Pimentel, 1986).

يصيب الأطوار المبكرة من يرقات عائلة Pieridae. وقد أظهرت الدراسة أنّه بعد التطور النهائي للمتطفل في المضيف وخروجه من العائل، يهلك ما يقرب من 20٪ من بيض المتطفل، ويصل حوالي 80% من البيض الموضوع لمرحلة البلوغ (Hiiesaar *et al*., 2004) .

لا يُعرَف الكثير عن انتشار هذه المتطفلات في الطبيعة (Van Nouhuys & Via, 1999)، وتكون فرصة إناث الجيل الأول من المتطفل أقل في العثور على العائل المناسب لها في الحقل، حيث يكون العائل في مرحلة بيات، وبالتالي تكون عملية البحث عن المضيف مضيعة للوقت فتبقى حية فقط 3 أيام دون طعام (Vos & Hemerik, 2002)، لهذا السبب فأنّ عدد دبابير الجيل الأول قليلة نسبياً، ويمكن أن يكون وضع البيض مهمة صعبة، بينما تكون فرصة أفراد الجيل الثاني كبيرة في العثور على المضيف (Hiiesaar *et al*., 2004).

تضع الأنثى مايقارب 60 بيضة في يرقة العائل (Harvey, 2000)، ولدى أنثى *A.glomeratus*القدرة على التمييز بين العائل المتطفل عليه وغير المتطفل عليه (Tagawa, 1992). ويجب أن يكون عدد البيض 28 بيضة في *P. rapae* لتحضين بيض المتطفل وإعطاء الحجم المثالي، وبذلك لا يحدث تنافس بين يرقات المتطفل على الغذاء داخل العائل (Le Masurier, 1991) .

في حالة وجود أكثر من 60 متطفل في اليرقة الواحدة فأن 10٪ منها يموت خلال التطوّر قبل أن تخرج من المضيف (Gu *et al*., 2003). وفي حال كان عدد البيض في اليرقة الواحدة أقل من 10 يتم التخلص منها من قبل جسم المضيف (Ikawa & Okabe, 1985)، وقد وجد أن تغليف المتطفل بالخلايا الدموية لايتم سوى في جسم يرقات *P. rapae*، ولا يحدث هذا التغليف داخل يرقات *P. brassicae* (Brodeur & Vet, 1995). تتغذى يرقات *A.glomeratus* خلال تطورها في العائل على دم المضيف فقط، دون إصابة الأجهزة الداخلية، وله جيلين كاملين في إستونيا، وفي الخريف الدافء لديهم جزء من جيل ثالث يكون غير قادر على التطور الكامل في الوقت المناسب (Hiiesaar *et al*., 2004).

على الرغم من أن البيات في الدبابير داخل العائل إلا أنها تكون حساسة للظروف البيئية، وتخضع فترة السكون عند *A.glomeratus* للفترة الضوئية، وهو سكون اختياري (Zeleny, 1961)، فعندما يصبح طول النهار بين 15–16 ساعة فأن المتطفل *A.glomeratus* وعائله *P.brassiae* يدخل طور السكون، ويتم النشاط عند المتطفل إذا كانت الحرارة الخارجية 25° س خلال فترة التطور(Hiiesaar *et al*., 2004).

2. أهم الخصائص المورفولوجية والبيولوجية لفراشة أبي دقيق الكرنب الكبير *Pieris brassicae*:

تعدّ حشرة أبي دقيق الكرنب الكبير *P.brassicae* (Lepidoptera- Pieridae) إحدى أهم العوائل المضيفة للمتطفل *A.glomeratus* ؛ تضع إناث *P.brassicae* البيض على السطح السفلي للأوراق على هيئة مجموعات خلال فترة ثمانية أيام (David and Gardiner, 1962)، ويبدو البيض بلون أصفر شاحب، ليتحول إلى أصفر قاتم خلال أربع وعشرين ساعة من وضعه، ليسود لونه قبل الفقس بساعات، وتصبح القشرة أكثر شفافية واليرقات مرئية (Molet, 2011). اليرقات لها خمسة أعمار يرقية (Bhubaneshwari *et al*., 2012)، وتكون اليرقات في العمر اليرقي الأول ذات لون أصفر فاتح مع وجود شعيرات على الجسم. تتحول هذه الشعيرات في العمر اليرقي الثاني إلى تدرنات مع شعيرات سوداء اللون، وتصبح أكثر شراهة في العمر الثالث، ويصبح لونها أصفر اللون وتكون مغطاة بنقط سوداء، كذلك بالأعمار اليرقيّة الرابع والخامس، تتميز الحشرة الكاملة بأن المسافة بين الجناحين 55–60 مم، سطح الجناح العلوي أبيض اللون، وزوايا الجناح الأمامي بلون أسود، مع وجود بقعتين سوداويتين على كل جناح في الأنثى وبقعة واحدة في الذكر، يتميز السطح السفلي للجناح بلون مخضر كعامل تمويه وقت الراحة (Molet, 2011). تتراوح فترة ماقبل وضع البيض بين 3–8 أيام، يفقس البيض بعد أسبوع، وتعيش الحشرة البالغة حتى 3 أسابيع النسبة الجنسية 1/1 ومدة دورة الحياة 32 يوم من البيضة للبيضة هي بالترتيب (6– 3– 3– 3– 3– 3– 8– و3 قبل وضع البيض)، تقضي البيات الصيفي على شكل بيوض ضمن مجموعات بين مخلفات النبات، لها 4–6 أجيال في العام حسب طول فترة انخفاض الحرارة (Bhubaneshwari *et al*., 2012).

3.أهم الخصائص المورفولوجية والبيولوجية لفراشة اللوز الحرشقية *Aporia crataegi* L.:

تعّد فراشة اللوز الحرشفية *Aporia crataegi* L. (Lepidoptera- Pieridae) من العوائل الأساسية المضيفة للمتطفل *C.glomerata*، وهي آفة مهمة على أشجار التفاح واللوز في وسط وجنوب

سورية يتمثل الضرر الأكبر في العمر اليرقي الثالث بعد النشاط فتسبب اتلاف البراعم الزهرية والخضرية، وتتميز في العمرين اليرقيين الرابع والخامس بنهمها الكبير مسببة تعرية الأشجار، تمضي السكون الخريفي الشتوي على هيئة يرقات عمر ثالث ضمن أعشاش حريرية، يتألف كل عش من 2–4 أكياس حريرية بداخلها يرقات العمر الثالث الساكنة متماثلة في سرعة النمو. تنشط في ظروف بلادنا في بداية شهر شباط مع بدء سريان النسغ وانتفاخ البراعم، لها جيل واحد في العام وتمر بخمسة أعمار يرقية، وتتميز بوجود توافق بين الأطوار البيولوجية للحشرة مع المراحل الفينولوجية للعائل النباتي، حيث يترافق نشاط يرقات العمر الثالث وخروجها من السكون مع بدء سريان النسغ في النبات وانتفاخ البراعم، وهذه المرحلة تعدّ مرحلة الضرر الرئيس على الإنتاج وقوة نمو النبات، بسبب تغذية اليرقات على البراعم المنتفخة واتلافها، كما يترافق العمر اليرقي الرابع للحشرة مع مرحلة تفتح البراعم الزهرية وذروة الإزهار، في حين يترافق العمر اليرقي الخامس مع بدء النمو الخضري والعقد الثمري، يرتبط نشاط يرقات العمر الثالث بشكل مباشر مع بدء نشاط العائل، وبشكل غير مباشر مع العوامل البيئية، وهذا يعلل سبب تفاوت نشاط الآفة في الحقل الذي يحتوي على أشجار من أصناف مبكرة الإزهار وأصناف متأخرة الإزهار (Shlalo and Kassis, 2016a)، ومدة الأعمار اليرقية في سورية تختلف باختلاف الظروف المناخية والارتفاع عن سطح البحر، ففي المنطقة الوسطى من سورية بلغت مدّة هذه الأعمار حقلياً من البيضة حتى الحشرة الكاملة بالترتيب (20.2– 10.8– 8.3– 10.6– 18.6– 17.6– 16.5– 9) يوم (Shlalo and Kassis, 2016b)، الشكل العام للبيضة برميليّ الشكل، طولها 1.4 – 1.6 مم، وعرضها 0.5– 0.7 مم، ذات أضلاع طولانيّة، تكون بلون أصفر ناصع عند وضعها من قبل الحشرة (Shuanglin, 2001)، وتصبح داكنة اللون مع مرور الوقت لتتحول إلى رماديّ متلألئ، قبل الفقس، يتمايز فيها رأس غامق، يدلّ على مكان خروج اليرقة (شلالو، 2010).

يكون طول اليرقات عند الفقس 1.4 مم، ويسيطر عليها اللون البني والأصفر، مع وجود طيات عرضيّة وصفائح صدرية وشرجية بلون أسود، ويكون طولها عند الخروج من السكون في العمر اليرقي الثالث 4 مم، ويبلغ طول اليرقة في نهاية العمر اليرقي الخامس(39– 43) مم، يكون الرأس عند اليرقة بلون أسود، مع شعرات قصيرة سوداء، وشعرات طويلة بيضاء (شلالو، 2010 ;Shuanglin, 2001).

ويبلغ طول العذراء (22– 25) مم وبعرض 7 مم، وتكون مربوطة بواسطة حزام حريّريّ حول الخصر، وخطاطيف إلى الوسادة الحريريّة التي تنسجها للتعذر، وتثبت على أغصان النبات على شكل

مجموعات مؤلفة من عدّة عذارى، أما الحشرة الكاملة فتبلغ المسافة بين الجناحين منبسطين عند *A.crataegi* 66–76مم (شلالو، 2010 ;Shuanglin, 2001).

ومن خلال الدراسة الحقلية لـ *A.crataegi* في المنطقة الجنوبية والوسطى من سورية خلال الأعوام 2006– 2010 ، فقد تم التمييز بين نمطين للإناث من خلال الشكل الظاهري. أطلق اسم النمط B على الإناث التي تميزت باللون المصفر، وأطلق اسم النمط A على الإناث باللون المزهر، كما تميز النمط A بالخصوبة المرتفعة عن النمط B وعدد البيض الناضج في الأفرع المبيضية، لم يلاحظ النمط B في المنطقة الجنوبية وبلغت نسبة انتشاره 15% من مجمل انتشار الحشرة في المنطقة الشمالية (شلالو، 2010)

كما تعدّ فراشة كبيرة الحجم، وفق تصنيف Higgins و Riley للفراشات (1970)، وقد بلغت نسبة تطفل المتطفل *A.glomeratus* على يرقات العمر الثالث لـ *A.crataegi* في المنطقة الوسطى عام 2008 (3.1%) وفي سرغايا (4%)، وعلى يرقات العمر الخامس عام 2008 في المنطقة الوسطى (29.95%) وفي سرغايا (33.46%) وفي القلمون (13%)، أما في عام 2009 كانت نسبة التطفل على يرقات العمر الثالث في المنطقة الوسطى (2.5%) وفي سرغايا (3.3%)، بينما كانت في القلمون والسويداء (0%) وعلى يرقات العمر الخامس في المنطقة الوسطى (7.51%) وفي سرغايا (16.43%) وفي القلمون (15%) وفي السويداء (12%)، ولم تظهر أي يرقات للمتطفل من يرقات العمر الرابع (شلالو، 2010).

4.أهم الخصائص المورفولوجية والبيولوجية لفراشة الشمع الكبرى *Galleria mellonella*:

تعدّ يرقات دودة الشمع الكبرى *Galleria mellonella* (Lepidoptera- Pyralidae) من العوائل الثانوية التي قد يصيبها المتطفل *A.glomeratus*، وهي آفة من أهم آفات خلايا النحل، تتغذى يرقاتها على الشمع في خلايا نحل العسل كما تتغذى على الثمار الجافة كالتين الجاف والزبيب (Harding *et al.*, 2013).

تكون الحشرة الكاملة لدودة الشمع الكبيرة عبارة عن فراشة ذات مظهر رمادي، إلا أن تفحص السطح العلوي للجناح الأمامي يُظهر بقع بنية محمرة. تتميز الأنثى عن الذكر بالجناح الضارب إلى البياض نوعاً ما، وحجمها حوالي (20) مم، مقابل (16) مم عند الذكر، الرأس عند الذكر مدور بينما مستطيل

نوعاً ما عند الأنثى، ويعتمد اللون والحجم بشكل أساسي على الغذاء الذي تتغذى عليه اليرقات (الرز وخنبش، 1997).

تضع الإناث البيض بعد 4–10 أيام من الانبثاق، وتكون البيضة كروية الشكل، إلا أنّها تأخذ شكل المكان الذي توضع فيه، تكون حليبية اللون، لتصبح وردية قبل الفقس ومتوسط قطر البيضة 0.43 مم، ومدة التطور الجنيني 10.53 يوم تحت ظروف المخبر(حرارة 28.66± 1.60 °س ورطوبة 57±0.82 %)، أما اليرقة فيكون طولها عند الفقس 1.07 مم، وذات لون أبيض وردي يزداد لونها قتامة مع كل انسلاخ حتى تصبح بلون رمادي، لها سبعة أعمار يرقية، ويبلغ طولها في نهاية العمر اليرقي 18مم، ويستمر العمر اليرقي 39 يوم، لتتعذر ضمن شرنقة تقوم اليرقة بغزلها قبل التعذر، يبلغ متوسط طول الشرنقة 15.12±1.02 مم في الإناث، و13.84±1.01 مم عند الذكور، أما الفترة الزمنية للتعذر 10.82±1.29 يوم، والحشرة الكاملة قادرة على العيش بين 7– 19 يوم (العلان، 2001).

III – تربية المتطفل على عوائل مختلفة ومقدار الاستجابة لعوائله المختلفة (نظرية Hopkins (1916))

تعدّ المكافحة الحيوية للحشرات الضارة أهم الطرائق الآمنة للمكافحة وهي تعتمد على التربية الكتليّة للمتطفلات على أوساط صناعية أو طبيعية حيث تستعمل بها عوائل بديلة والهدف من التربية الكتليّة هو الحصول على متطفلات ذات كفاءة عالية وبأعداد كبيرة. ولكن يلاحظ تدهور سلوكي للمتطفلات لأسباب غير معروفة، يتم التقليل من أهميتها غالباً، والتحقق من الآليات الأساسية لشروط التربية (Gandolfi *et al*., 2003).

فيمكن أن يكون لعملية التربية دوراً معنوياً لتكيف الحشرات مع التغيرات خلال فترة حياتها (Kaiser *et al*., 1994). فتعدّ فعالية المتطفل في البحث عن العائل شرط أساسي لإطلاقه في الحقل، وتشير بعض الدراسات إلى أن أسباب هذا التدهور هو تربية المتطفل خلال مراحله الأولى على نوع معين وعند استعماله في المكافحة يوضع أمام خيارات أخرى، فتلعب التربية للمتطفل دوراً مهماً في خيار المتطفل تجاه العوائل الحشرية المضيفة له (McCall *et al*., 1993; Turlings *et al*., 1993).

تتضمن عملية التطفل ثلاثة مراحل هي التعرف على المضيف، قبوله، وملائمة المضيف لذريته، فتتمثل مراحل تطفل المتطفل *Praon volucre* على المن بالخطوات المشروحة من قبل (Rehman,

(1999 بالبحث العشوائي عن المن ثم كشفه والاقتراب منه وفحصه بواسطة قرون الاستشعار ثم اتخاذ القرار بوضع البيض وأخيراً التوجه لوضع البيض. وتقوم استراتيجية المتطفل على استعمال إشارات ذات مدى بعيد وإشارات ذات مدى قريب من العائل، فالمتطفل يستجيب إلى كل المحفزات الجسدية وSemiochemical لتحديد مكان المضيف والتعرف عليه كما يستجيب إلى الفرمونات الجنسية والكرمونات أو الإشارات النباتية كـ سينومون Synomones، وتلعب التفاعلات الجينية المختلفة كالمورثات والتعلّم والعوامل المؤثرة دوراً مهماً في سلوك اختيار العائل، وتشكل قدرة المتطفل على التعلّم أساساً في بحثه عن العائل (Rehman and Powell, 2010).

لذا ترتبط كفاءة المتطفل العالية في التطفل بقدرته على تعلم الروائح والربط بين رائحة العائل الحشري والنباتي، فقد وضع Hopkins (1916) نظرية (مبدأ هوبكنز لاختيار المضيف 'Hopkins' host selection principle' (HHSP)) والتي تبرهن وجود تفضيل عائلي عند الكثير من الحشرات البالغة للأنواع المضيفة التي ربيت عليها خلال طور اليرقة. وعلى الرغم من كثرة الأسباب التي تبرهن فشل هذه النظرية، كالاختلاف الكبيرة بين مضيفين في تأمين المستلزمات الغذائية للحشرة، فالإناث التي نمت على مضيف منخفض في القيمة الغذائية، عليها أن تقوم بالبحث عن المضيف الأفضل لذريتها، تسبب نظرية HHSP في مثل هذه الظروف بقاء نسل هذه الأنثى دائماً على هذا المضيف ذو الجودة المتدنية، وهي استراتيجية مخالفة للانتقاء الطبيعي، ولكن لا تزل هناك دلائل قليلة مقنعة جداً لتكييف المراحل الأولى من التطور في اختيار المضيف عند الحشرات. فتعرض الحشرات خلال مراحل تطورها لمواد كيميائية من نبات يجعلها تختار مضيف يتوافق مع هذه المواد لوضع البيض (Barron, 2001).

يعدّ الأساس المنطقي وراء الفرضية أنّ تجربة اليرقات في البيئة المغذية لها توفر معلومات موثوقة عن جودة المضيف. وبالتالي فإنّ النبات مورد مناسب لها وهو متوفر في مكان تطورها (Janz *et al.*, 2009).

وأشار (Barron, 2001) إلى العديد من الآليات المحتملة التي يمكن أن تأكد صحّة الفرصية، كتكيُّف الجهاز العصبي في مراحل الانسلاخ الأولى، لكن يمكن نقل المعلومات خلال الشرنقة عن طريق مادة كيميائية خارجية من مركبات مشتقة من الطعام، "كإرث كيميائي".

وتنص بنود الإرث الكيميائي لـ Corbet (1985) على أن:

(تسمح التغيّرات في الردود الحسية الكيميائية والفسيولوجية للحشرات الضارة والمتطفلات بمرافقة المضيف الجديد). فهي تعتمد على تأثير البيئة، وهو تأثير حسي كيميائي، يعتمد على الإشارات الكيميائية، سواء داخل أو خارج جسم الحشرة، الذي يؤثر في سلوك البالغين، ولا سيما خلال "فترة حساسة" مرتبطة بالفقس من البيض أو بظهور الحشرات الكاملة، ويتم وراثة الإشارات الكيميائية من مراحل سابقة.

لا تخضع بعض الحشرات لفرضية HHSP، فمثلا *Polygonia c-album* هي فراشة متعددة العائل، لم يُعثَر للنبات المضيف الذي تغذت عليه اليرقات أي تأثير على وضع البيض عند الحشرات البالغة (Kerpel & Moreira, 2005; Janz *et al*., 2009)، ويخضع التفضيل العائلي فيها لعنصر وراثي مرتبط بالجينات الرئيسة على الكروموزوم X (Nygren *et al.*, 2006). ويكون انتقال الحشرة في بعض الحالات من العائل A إلى العائل B بسبب وجود تنفير من مركب كيميائي، كالمركبات الناتجة من رد الفعل الدفاعي النباتي أو زيادة كثافة الحشرات وازدياد مخلفات اليرقات (Chow *et al.*, 2005).

ووفق HHSP يفترض أن تُحافظ الحشرات اللاحمة على المضيف في تكرار رتيب. ولكن بعض الدراسات التي أجريت، شككت في هذا وكشفت تأثير الاختلافات الوراثية في تفضيل المضيف بين الحشرات المفترسة والمتطفلة (Gibbs *et al.*, 2000) كما في الحشرات العاشبة، فاختيار المضيف يعتمد على العديد من الإشارات الوراثية والبيئية، وتختلف الأهمية النسبية لهذه الإشارات بين الأنواع وتبعاً للبيئة (Krüger & Davies, 2002).

كما ويتأثر سلوك الاستجابة للمتطفل بالإشارات الكيميائية المفرزة من العائل والنبات، فوجد في دراسة على دودة ثمار التفاح .*Cydia pomonella* L أن الحشرة البالغة للمتطفل *Hyssopus pallidus* (Hymenoptera: Eulophidae) وهو متطفل يضعف قدرة اليرقات على التغذية ولكن لا يلغيها، لدى إناث هذا المتطفل القدّرة على الدخول للثمار المصابة، لتضع بيضها على جسم اليرقات، تفقس بيوض المتطفل لتتغذى على يرقات العائل من الخارج (Tschudi-Rein & Dorn 2001). يستجيب المتطفل لبقايا يرقات العائل frass (faeces, silk) على سطح أخاديد الثمار المصابة ويتعلم هذه الرائحة في الطور اليرقي ليستجيب لها في مرحلة وضع البيض(Mattiacci *et al.*, 2000). وهذا يعتمد على عملية تعلم المتطفل لإشارات من النبات، فالمتطفلات غير قادرة على تعلم الإشارات من الفاكهة في مرحلة البلوغ، ولكن تعرض المتطفل لرائحة الفاكهة في مراحل التطور المبكرة أدت إلى زيادة كبيرة في

استجابة الأفراد لمفرزات اليرقات التي تتغذى على الفاكهة. وتستمر ذاكرة الشم خلال الانسلاخ، كما لم يقتصر التعلم للمنبهات النباتية في المراحل الأولى للتطور، ولكن تجلى بإشارة مستقلة من الفاكهة، كالميثانول، فتعريض المتطفلات لرائحة الميتانول في مراحل البيض واليرقات أظهر ردود فعل ايجابية في الاستجابة على عكس تعرض الحشرات البالغة (Gandolfi *et al*., 2003).

فالتغير في سلوك الحشرات البالغة الذي يحدث في العلاقات الكيميائية مخزن من طور اليرقية إلى بيئة طور الحشرات البالغة، لذلك فالتمييز في التجارب بين اليرقات والمراحل الأولى من طور الحشرة الكاملة يكون أساياً لتميز حساسية الحشرة للعائل (Corbet, 1985)

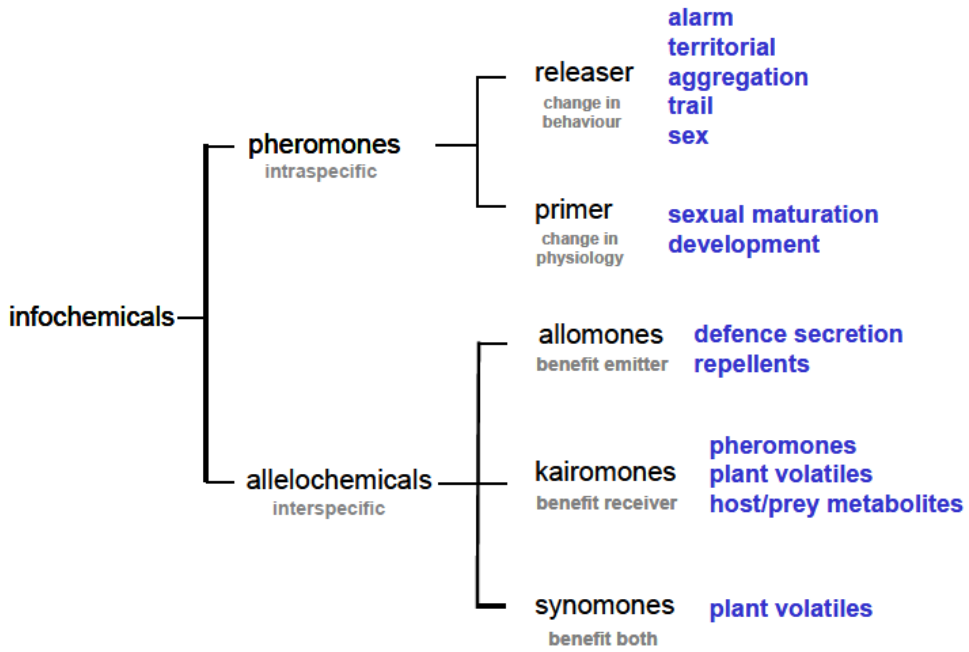
فيكون التعلم بشكل أكبر من طور البيضة حتى المراحل اليرقية الأولى، مما يسبب استجابة كبيرة لطور الحشرة البالغة نحو مفرزات يرقات العائل، ولا يسبب تعرض المتطفل لمحفزات في نهاية تطوره (مرحلة ماقبل الانبثاق)، أو في فترة انبثاق الحشرة الكاملة لتأثيرات سلوكية في الحشرات الكاملة، فتعريض المتطفل في المراحل المبكرة من مرحلة ماقبل الانبثاق لمحفزات العائل مشروطة بوجود المحفزات النباتية يجعلها ذات حساسيّة للمحفزات الكيميائية خلال فترة الحشرات الكاملة، وجعل الحشرة حساسة للاستجابة للمحفزات، وتزداد بطريقة تدريجية مع التعرض المتكرر لها (Poppy *et al*., 1997). فآلية التعلم تكون مشابهة لظاهرة التعود المعروف عند الحشرات الكاملة (Mackintosh, 1983) .

ويوحي استمرار ذاكرة الشم خلال التحول إلى مشاركة الجهاز العصبي المركزي (Heisenberg *et al*., 1995) نظراً للتغييرات الجذرية في دماغ الحشرات خلال التحول (Barron & Corbet 1999, 2000). فالحشرات البالغة التي تكون قد حصلت على التعلم خلال فترة الطور اليرقي هي أكثر تأثراً بالمحفزات (Ray, 1999).

IV – ردود فعل المتطفل *A.glomeratus* تجاه مستخلص النبات العائل ومستخلص جسم اليرقات:

طورت الحشرات مقاومة لها خاصة في العقود الأخيرة بسبب الاستعمال المتكرر للمبيدات، لتشمل تقريباً جميع مجموعات المبيدات الحشرية، ونتيجة للتطور في التقنيات التحليلية وزيادة الرغبة في تقليل الاعتماد على المبيدات الحشرية، ازداد الاهتمام بدراسة سلوكية المتطفلات في البحث عن عوائلها المرتبط بالروائح المنطلقة من العائل أو مايسمى Semiochemical (Foster and Harris, 1997).

تقسم المركبات الكيميائية التي تتوسط العلاقات بين الكائنات الحيّة إلى فئتين واسعتين وفق للاستعمال داخل وبين الأنواع (Nordlund and Lewis, 1976; Dicke and Sabelis, 1988)، الفرمونات هي مواد التي تتوسط تفاعلات بين الأفراد الذين ينتمون إلى نفس النوع، وتحدث تغيرات سلوكية مباشرة في المستقبل (Wilson and Bossert, 1963)، وهناك ما يسمى فرمونات تمهيدية وهي فرمونات تفرز لحث تغيرات فيزيولوجية في المستقبل مثل النضج الجنسي أو قد يكون لها وظيفة إفرازية كالفرمونات المفرزة من قبل ملكة نحل العسل (Wyatt *et al.*, 2003)، وتقسم الفرمونات وفقاً لوظيفتها إلى فرمونات التعليم، فرمونات التحذير، فرمونات تقصي الأثر، فرمونات التجمع، والفرمونات الجنسية (Nordlund *et al.*, 1981)، وتوجد الفرمونات الجنسية على نطاق واسع في الحشرات تفرز أما من الإناث أو الذكر لحث استجابة سلوكية تؤدي بشكل مباشر أو غير مباشر إلى التزاوج (Powell, 1999)، أما Allelochemicals وهو المجموعة الثانية وهي مركبات كيميائية حيوية تتوسط تفاعلات بين أفراد ينتمون إلى أنواع مختلفة ويتم تصنيفها اعتماداً على الفائدة للمرسل والمتلقي إلى Allomones (مفيدة للمرسل)، Kairomones (مفيدة للمستقبل)، و Synomones (مفيدة للمرسل والمستقبل) (Nordlund and Lewis, 1976; Dicke and Sabelis, 1988).



الشكل (2) تصنيف المركبات المفرزة في النظام الحيوي (Dicke and Sabelis, 1988)

ويعدّ Law and Regnier (1971) أول من أصطلح تسميات semiochemicals على المواد الكيميائية التي تتوسط التفاعلات بين الأحياء ومنذ ذلك الحين أصبحت هذه المركبات تصنف وترتب لتشمل 29 مصطلح.

يمكن أن يكون لمادة كيميائية معينة عدّة وظائف بيولوجية ضمن شبكة معقدة من التفاعلات، وبالتالي، يصبح تصنيف Infochemicals معقداً، وكثيراً ما تُستغَل الفرمونات الجنسية الحشرية من قبل الأعداء الطبيعية كما Kairomones للبحث عن الطعام (Powell, 1999; Steidle and Van Loon, 2003).

تتناول البحوث الحديثة توضيح البنى الكيميائية والوظائف البيئة والوسيطية لهذه المواد (Takken and Dicke, 2006) وتشكل درجة تعقيد الإشارات الكيميائية تحدياً كبيراً أمام الباحثين في الكيمياء الوظيفية فتوصيف أي مادة كيميائية صادرة من كائن حي تتطلب معرفة مستقبلات هذه المادة ورد الفعل العصبي لها والسلوك الناتج عن هذه المادة. وتوفر عملية فهم العلاقة الكيميائية بين الحشرات الضارة وأعدائها الحيوية بصورة جيدة الأساليب المستدامة لمكافحتها والاستغناء عن المبيدات ذات الأثر التراكمي واسع الطيف (Phillips, 1997).

إنّ اعتماد أنثى المتطفل على القدرة البصرية للبحث عن العائل غير مثمرة (McCall *et al*., 1993). لذلك فأنّ عملية بحث المتطفل والمفترس عن العائل تخضع لعوامل كيميائية قد تكون فرمونات جنسية أو فرمونات تجمع أو فرمونات إنذار بالإضافة للروائح الناتجة عن غذاء العائل (Powell, 1999).

يلعب توفر المواد Semiochemicals دوراً مهماً للمتطفلات والمفترسات في العثور على العائل المناسب لها في المكافحة الحيوية، وقد طبقت Semiochemicals على المن *Sitobion avenae* (F.) الذي يصيب القمح الشتوي في التجارب الحقلية في بريطانيا، فإطلاق المن لفرمون الإنذار في حقول القمح يسبب ازدياد عدد المتطفلات التابعة لرتبة Hymenoptera المتوافدة للحقل مما يسبب انخفاضاً في عدد أفراد المستعمرة (Kirkland *et al*., 1998)، وفي التجارب الحقلية هاجم متطفل من الجنس Praon المصائد التي حوت على تركيبة الفرمون الجنسي للمن (Powell *et al*. 1993)، الذي يفرز من قبل الإناث في الخريف وهو إشارة مُؤكدة عن وجود المضيف (المن) لذا تنجذب إناث المتطفل

Praon إلى المصائد الفرمونية للمن في فصل الخريف فتعتبر الفرمونات الجنسية في هذه الحالة كـ كرمونات ذات مدى طويل (Hardie *et al*., 1994).

كما أنّ المركبات الطيارة المنطلقة من الأجزاء المصابة من النبات المتضرر تسبب جذب المتطفلات، على سبيل المثال فالمركبات الطيارة الناتجة عن المحاصيل الحقلية المصابة بيرقات Noctuidae و Pyralidae تزداد مع ازدياد عدد اليرقات وبالتالي يزداد عدد المتطفلات التابعة لرتبة Braconid مثل *C.sesamiae* (Kahn *et al*., 1997).

وتحفّز الغدد الفكية المفرزة في يرقات *Ephestia kuehniella* سلوك وضع البيض عند المتطفل *Venturia canescens* (Mudd and Corbet, 1982). وكذلك الأمر عند المتطفل *Habrobracon hebetor* (Say) في سلوك بحثه عن العائل (Strand *et al*., 1989) أما المتطفل *Cephalonomia waterstoni* فأن العامل الأهم في جذبه هو المواد المنتجة والمتخمرة من غذاء يرقات *Cryptolestes ferrugineus* وتعدّ هذه الأمور مهمة في سلوك وضع البيض عند المتطفلات (Howard and Flinn, 1990).

بيّن (Ruther and Steidle, 2000) أنّ المركبات الكيميائية المنتجة من العائل نفسه ومن الأحياء المرافقة له يمكن أن تلعب دوراً في جذب العدو الحيوي نحو العائل، فيكون هجوم المفترس *Teretrius* (*Teretriosoma*) *nigrescens* (Lewis) شديد بوجود فرمون التجمع عند *Prostephanus truncatus* (Rees *et al*., 1991) وتستعمل المفترسات *Tribolium castaneum* و*Oryzaephilus surinamensis* التي تتغذى على حشرة *Lyctocoris campestris* (F.) روائح مشابهة (Parajulee *et al*., 1994). وقد تنشأ هذه المواد الجاذبة من المضيف نفسه أو من منتجاته كالبراز أو الحرير أو الطبقة الشمعية، أو من الكائنات الحية التي تعيش مرتبطة مع المضيف كالبكتريا أو الفطريات أو العث، وتعدّ الندوة العسلية عامل مهم لجذب متطفلات المن كما أنها عامل مغذي لإناث المتطفل (Larocca *et al*. 2007; Steidle and Van Loon, 2003, Du *et al*., 1996).

يتأثر سلوك الأعداء الطبيعية إلى حدٍ كبيرٍ بمركبات Semiochemicals المتنوعة الموجودة في نظام بيئي معين. ويؤثر النمط الوراثي للنبات على جودّة وكميّة Allelochemicals (المركبات التي تتوسط التفاعل بين نوعين مختلفين) المنبعثة من قبل النبات وعلى Infochemicals (المركبات المنبعثة في

مجتمع حيوي تنقل معلومات بين الأحياء) المنبعث من قبل الحشرات في النظام البيئي، كما تتغير Allelochemicals مع العمر/ المرحلة الفينولوجيا للنباتات، ويُحدِث التفاعل بين الحشرات والنباتات تعديلاً كبيراً في هذه المركبات (Paul, 2003).

يعتمد تطفل الحشرات على عوائلها على عدّة عوامل حيوية ولا حيوية إلا أن بحث المتطفل على عائله يعدّ العامل الأهم في نجاح التطفل (Gross *et al*., 2005)، وغالباً ما تكون هذه العناصر حيوية كيميائية لأن المتطفل قادر على التقاط المركبات الطيارة من مسافات بعيدة وبذلك يستطيع تحديد موقع الجنس الأخر (كالفرمونات الجنسية) أو أفراد النوع الواحد (فرمونات التجمع) أو إلى منتجات العائل كالحرير أو الندوة العسلية، تعد هذه المواد المفرزة Allelochemicals من العائل مواد نافعة للمتطفل لفترة زمنية ومسافات محدودة وتعامل كالكيرمونات (Dicke & Sabelis, 1988). أما الإشارات الكيميائية التي تطلق لمسافات طويلة غالباً ماتكون مفرزة من النبات الذي تتغذى عليها الحشرات كـ Synomones (مركبات منبعثة نتيجة إثارة كائن حي وتكون مفيد للمستقبل والمرسل) أو من كائنات حية ترافق الحشرات في بيئته (Vinson, 1981)، تُعدّ الإشارات الكيميائية المنبعثة من الحشرة والمستقبلة من قبل المتطفل المؤشرات الأكثر ثقّة عن وجود الحشرات المضيفة له، إلا أنّ كشفها يكون صعباً من مسافات طويلة، أما عند وجود النباتات المضيفة للحشرة فيمكن الكشف عن الحشرات المضيفة من المواد الطيارة المنبعثة من هذا النبات (Vet *et al*., 1991)، وهذا ما يُدعى بصرخة الإنذار So-Called من النبات (Vet and Dicke, 1992).

كما بيّنت بعض الدراسات بأنّ النباتات المتضرر ميكانيكاً من الحشرات أكثر قدرة على جذب المتطفل *C. plutellae* (Potting *et al*., 1999)، اذ لوحظ بأنّ بحث المتطفل عن الأفة يكون في الأوراق المتضررة (Shiojiri *et al*., 2000a; Shiojiri *et al*., 2000b)، ويلعب نوع النبات المصاب دوراً مهماً في جذب المتطفل إذ أن معدل التطفل أعلى بخمسة أضعاف على الملفوف الصيني من على الكرنب (Jiang *et al*., 2001).

وتعدّ العديد من المتطفلات أكثر تخصصاً للاستجابة لأنواع محدّدة من العوائل الحشرية ويكون مقتصر على طور محدّد (بيض، يرقة، عذارى أو حشرات بالغة) وقد أجريت العديد من الأبحاث لدراسة اختيار المتطفل لأعمار محددة للعائل، وذكرت بعض هذه الدراسات أن الحشرات النباتية تحثّ النبات على إنتاج مركبات Synomones يمكن أن تكون متخصصة بالأجزاء النباتية المصابة وتختلف وفق

طور النمو للجزء النباتي أو وفق عمر الحشرة ذات التغذية النباتية (Vet & Dicke, 1992, Dicke, 1994)، فيفضل المتطفل *C. plutellae* بشكل أساسي رائحة الأوراق الفتية لبعض أنواع الملفوف عن الأوراق المتقدمة بالعمر(Bogahawatte and Van Emden, 1996)، كما تذكر بعض الدراسات أن المتطفل *A.glomeratus*يستطيع إصابة مختلف الأعمار اليرقية لحشرة *P.brassicae* إلا أن اقترابها من الأعمار اليرقية الأخيرة يشكل خطراً عليه، لأنها قد تسبب موته، بسبب السلوك الدفاعي العدائي لليرقات (Mattiacci and Dicke, 1995a)، وتتميز المتطفلات التابعة للجنس *Cotesia* بقدرتها العالية على التميز بين الأعمار اليرقية المختلفة للعائل، بينما لم يستطع المتطفل *C. rubecula* التميز بين الأعمار اليرقية الستة للعائل *P. rapae*، في حين أظهر المتطفل *A.glomeratus*مرونة عالية في التطفل على أنواع مختلفة من جنس Pieris وتفضيل للأعمار اليرقية الأول من العمر اليرقي الأول وحتى الثالث، ويتأثر نجاح وضع البيض سلباً مع زيادة عمر المضيف ورد فعله الدفاعي(Brodeur *et al*., 1996).

بشكل عام لا يكون الردّ على النبات المصابة مصدراً موثوقاً للمعلومات، لأنّها لا تضمن وجود العائل، لذا فأنّ أهمية مثل هذه الإشارات تعتمد على خبرة المتطفل (Vet *et al*., 1998)، كما وجد أن انجذاب المتطفل *Aphidius ervi* نحو النبات المصاب كان متخصص بنوع المن المتواجد على النبات المصاب .(Du *et al*., 1996)

ويلعب أي تعديل أو تغيّر للمواد الكيميائية الموجودة في العلاقة الثلاثية (نبات – آفة – طفيل) دوراً أساسياً في عملية اختيار العائل والقبول به من قبل العدو الحيوي، ويعتمد بقاء الأعداء الحيوية على هذه الإشارات للعثور على الفريسة وتحديد موقعه واستغلال المضيف المناسب لذريته (Paul, 2003).

بعد تحديد المضيف، يجب أن يقرّر المتطفل ما إذا كان العائل مقبول أو مرفض لوضع البيض. فقبول المتطفل للمضيف قد يتأثر بعدّة عوامل هي: الأنواع المضيفة، وفرة المضيفة وجودته. لذا تستعمل المتطفلات المؤثرات البصريّة واللمسية وكذلك Kairomones الصادرة من المضيف (Hogervorst *et al*., 2007). كما أنّ تفضيل المتطفل متعدد العوائل لنوع معين من العوائل لايعتمد على الإشارات النباتية إنما على العوامل الوراثية وكفاءة المضيف (Powell and Wright, 1988)، فقد وجد أن *A.ervi* فضل من البازلاء التي كانت بعمر 6– 7 ايام لوضع البيض. كما يتم تحديد النسبة بين الجنسين

اعتماداً على حجم العائل فتضع *A.ervi* البيض المخصب (الإناث) في المضيف كبير الحجم، والبيض غير المخصبة (الذكور) في الصغيرة منها (He and Wang, 2006).

بالإضافة للدور الذي تلعبه Kairomones عند المتطفلات في تحديد موقع العائل (Quicke, 1997)، تلعب دوراً مهماً في الاتصال الجنسي للمتطفلات (Ruther and Steidle, 2000)، فتقوم الذكور باستعمال نفس الإشارات الكيميائية التي تستعملها الأنثى لتقصي عن المضيف حيث تزداد احتمالية التقاء مع الإناث في موقع العائل وخاصة في أنواع المتطفلات التي لا تفرز إناثها مواد جنسية جاذبة ذات مدى طويل.

V- التغيرات الكيميائية في المركبات المنبعثة من النبات العائل نتيجة الإصابة الحشرية:

تدافع النباتات عن نفسها بطرق مختلفة نتيجة الإصابة الحشرية، وهي أما طرق دفاعية مباشرة أو غير مباشرة وذلك بإنتاج الدفاعات الكيميائية والفيزيائية التي تقلل أداء الحشرة الضارة، وتضم طرق الدفاع المباشرة الإنتاج والتخزين الحيوي لبعض المركبات التي تؤثر سلباً على أداء عاشب (Wittstock and Gershenzon, 2002) وعلى عمل وظائف أعضائه أو سلوكه، كإنتاج السموم، والمركبات غير المستساغة أو المواد المنفرة (Roda & Baldwin, 2003)، وتتمثل عوامل المقاومة عند نبات الأكاسيّا بإنتاج مادة سكريّة تجذب النمل للتغذية عليها، وبالتالي يدافع النمل عن النبات ضد أي هجوم لحيوانات عاشبة لحماية مصدره الغذائي من المنافسة، فتتمثل بذلك مقاومة النبات بتأمين مصدر الغذاء والمأوى، أو بجذب مفترسات مثل *Polistes* sp عن طريق المركبات السكرية وبالتالي مهاجمة المفترس للحيوانات العاشب (Kessler and Heil, 2011)، وكذلك إنتاج مركب Extrafloral Nectar (EFN) في النبات البقولي (*Phaseolus lunatus*) نتيجة إصابة النباتات المجاورة بالأكاروس (*Tetranychus urticae*) فيتشكل نتيجة تماس النبات السليم مع الهواء المحيط بالنبات المصاب، كدفاع أولي حيث يجذب الأكاروس المفترس *Phytoseiulus persimilis* (Choh *et al*., 2006). كما تنتج بعض النباتات وبشكل خاص الصليبيات Glucosinolates (GLS) (Hopkins *et al*., 2009) الذي يعدّ ناتج ثانوي عن العمليات الحيويّة في النبات نتيجة تغذية الحشرات العاشبة، ويتحلمه GLS نتيجة النشاط الإنزيمي إلى مركبات سامة مثل (iso)thiocyanates والنيتريلات الضارة بالحشرات العاشبة، كما تمنح النبات مقاومة غير مباشرة عن طريق زيادة جذب الطفيليات لهذه الحشرات العاشبة (Kos *et al*., 2012).

وقد طور نبات *Nicotiana attenuata* ألية دفاعية ضد *Manduca sexta* هي بشكل رئيسي: lyciumoside IV (17-hydroxygeranyllinalool diterpene glycoside) الذي تكون سميته في المعي المتوسط بواسطة ß-glucosidase 1-catalysed deglycosylation (Poreddy *et al*., 2015).

كما وتشمل طرق الدفاع غير المباشرة انبعاث مركبات طيارة عند تعرض النبات لهجوم الحشرات نباتية التغذية. ويكون لهذه المواد وظيفة دفاعية وهي: 1- التأثير السلبي على الحشرات المتغذية على النبات 2-إشارة تنبيه وجذب للأعداء الحيوية (Allison and Daniel, 2009; Halitschke *et al*., 2008; Rodriguez-Saona and Frost, 2010) 3- إشارات تنبيه للنباتات المجاورة السليمة 4- إشارات تحذير جهازية في النبات المصاب نفسه (Rodriguez-Saona and Frost, 2010).

وتقسم المركبات الطيارة التي تفرز في النبات نتيجة الإصابة بالآفات إلى قسمين مواد مخزنة ومواد محرّضة في النبات نتيجة تغذية الحشرات HIPVs، المركبات المخزنة موجود في النبات بشكل مستمر ويطلقها مباشرة رداً على أي تلف ميكانيكي أو في بداية تغذية الحشرة على النبات وتشمل هذه المواد GLVs مثل Cis-3-hexenal, hexanal, and Cis-3-hexen-1-ol (Gouinguené *et al*., 2005).

حيث يدخل المحفز الموجود في إفرازات فم الحشرة الجروح المحدثّة في النبات نتيجة تغذية (Allmann and Baldwin, 2010; Allison and Daniel, 2009)، ويُزوَد النبات بالمعلومات المطلوبة لتنشيط دفاعات محددة ضد آفة محددة، فنتيجة إفرازات فم الحشرة تحدث في ثوانٍ قليلة تغيرات مهمة تتمثل في تغيرات في الحموض الدهنية والأمينية (Figon, 2013; Felton & Tumlinson, 2008; Paré and Tumlinson, 1997) فيتم انتاج الايزوميرات (E)-isomers من المشتقة النباتات (Z)-isomers (Allmann and Baldwin, 2010)، كما تحدث تغيرات في الغشاء البلازما والعصارة الخلوية وتركيز شوارد الكالسيوم، ويتوسط بروتين الكيناز Protein kinases الخطوات اللاحقة بين النباتات والحشرات، ومن ثم الهرمونات النباتية (Maffei *et al*., 2007). وقد أُثبِت أن β-glucosidase في الحشرات هو العامل المحرض للعوامل الدفاعية وهي الموجودة في Regurgitant مري يرقات أبي الدقيق *P. brassicae* (Mattiacci *et al*., 1995)، حيث يعمل أنزيم β-glucosidase في نبات الملفوف على انشطار السكريات والمركبات العضوية التي تصبح أقل ثبات

ويتم إطلاقها (Paré *et al*., 1998)، فقد سببت معاملة الجروح النباتية بلعاب اليرقات إلى انتاج نفس المركبات الناتجة من تغذية اليرقة على النبات حيث تم تحديد 35 مركب من المواد المتطايرة الصادرة عن الجروح المعاملة بلعاب الحشرات، ثلثي هذه المركبات يتم تنظيمها بلعاب الحشرات OS حيث يتم أما تضخيم (معظم التربينات وبعض استرات الهكسنيل hexenylesters) أو بمنع (العديد من الكحول قصير السلسلة وبعض المشتقات العطرية و hexenylester)، وتعدّ الحموض الدهنية والأمينية أساسية لتعزيز استجابة الجرح والمركبات التربينوئيدية من OS الحشرات، فمثلا حموض 2-hydroxy octadecatrienoic أثارت انبعاث trans-alph-bergamotene، بينما مركبات أخرى في OS مجهولة ضخمت إنتاج hexenyl ester (Van Doorn *et al*., 2010; Gaquerel *et al*., 2009; Gershenzon and Dudareva, 2007).

يتم في وقت لاحق تنشيط نقل إشارات مسارات التعبير الجيني (Pieterse & Dicke, 2007). التي تشمل ثلاث مسارات للهرمونات النباتية هي: حمض الياسمين(JA) jasmonic acid، حمض الصفصاف salicylic acid (SA)، والأثيلين (ET)، والتي تعطي خصوصيّة للمركبات الكيميائية الناتجة عن إصابة نبات محدّد بحشرات ضارة متخصّصة (Figon, 2013)، حيث ينتج عنها انبعاث مركبات طيارة متخصصة بنوع حشري محدد (Leitner *et al*., 2005) وهذه المركبات ترشد المفترس أو المتطفل إلى موقع الفريسة (Dicke, 1999a).

تظهر نتيجةً لهذه الاستجابة البيوكيميائية المعقدة تراكيب حيوية جديدة من المواد الكيميائية النباتية، تشمل باقة متنوعة من HIPV (Herbivore-Induced Plant Volatiles)، فإفراز HIPVs من النبات يتم نتيجة عملية التمثيل المختلفة للحموض الدهنية وIsoprene و Terpenoids الناتجة من المركبات الطيارة للنبات GLVs (Green Leaf Volatiles) من النبات بشكل كامل (Dicke, 1999a). تبدأ الأجزاء المصابة وغير المصابة بعد بضع ساعات من الإصابة مع استمرار التركيب الضوئي وغالباً بعد يوم من الإصابة بإنتاج HIPV (Kant *et al*., 2004)، والتي تطلق في الجو، سواءً من المجموعة الهوائية أو الجذور للدفاع فوق وتحت الأرض، والتي تؤثر على تبادل الدفاع بين الجذور والأوراق (Schnee *et al*., 2006)، وتستعمل الأعداء الطبيعية مثل المتطفلات المركبات المتطايرة الناتجة (HIPVs) من النبات المصاب لتحديد مكان العائل المضيف لها، فتساعد النباتات بشكل غير مباشر في الدفاع ضد الحشرات الضارة (Dicke 1999b).

ويختلف تكوين مزيج HIPVs بين الأنواع النباتية والآفة المحدثة للضرر، والظروف البيئية، وزمن الإصابة وعمر النبات (Allmann and Baldwin, 2010; Fatouros *et al*., 2012). كما ذكر (Ton *et al*.,2007) بأنّ المورّثة المسؤولة عن الدفاع في الذرة تعبّر عن نفسها وتبدأ بإنتاج HIPV نتيجة إصابة النبات بيرقات *Spodoptera littoralis* وهذه المركبات تسبب بطأ نمو اليرقات التي تتغذى على النبات المصاب كما تجذب المتطفل *C. marginiventris*.

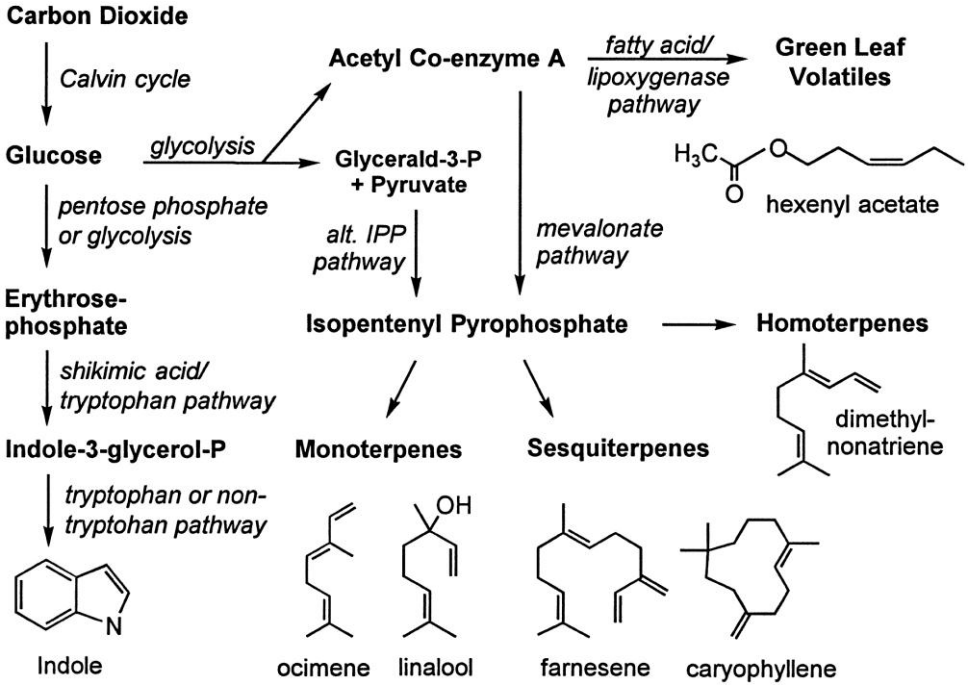
ويعود سبب جذب متطفلات البيض إلى النبات الحامل لبيض العائل إلى رد فعل في النبات، فتحدث عملية وضع البيض على النبات تغيّر في المركبات الطيارة الناتجة قبل بدء التغذية (Fatouros *et al*., 2012).

يعدّ حمض الياسمين العنصر الرئيسي في إشارات مسار Octadecanoid الذي يتوسط انتاج الدفاعات النباتية، فتؤدي تغذية *P.rapae* و*Plutella xylostella* إلى ارتفاع كبير في مستويات حمض الياسمين داخلي المنشأ، كما لوحظ أن مستويات الوسط الحمضي 12-oxophyto-dienoic acid (OPDA) لا ترتفع إلا بعد تغذية *P.rapae*، وكانت عامل أساسي لجذب المتطفلات *C.glomerata*، *C. rubecula*، و*Diadegma semiclausum* حيث انجذبت هذه المتطفلات نحو المركبات الناتجة عن معاملة النبات بحمض الياسمين ولكن بنسبة أقل من انجذابها نحو النبات المصاب بالحشرات، متأثرةً بتوقيت الإصابة أو المعاملة بحمض الياسمين والتركيز المستخدم، فتنتج النباتات المعاملة بحمض الياسمين كميات أكبر من المواد المتطايرة مقارنة بالنبات المصاب والشاهد، ويعتمد سلوك المتطفل على كمية ونوعية المركبات الطيارة في بيئة العائل (Bruinsma *et al*., 2009; Engelberth *et al*., 2007)، فتصبح النباتات المعاملة بحمض الياسمين أكثر جذباً للمتطفلات بعد مضي 24 ساعة من المعاملة بينما تفقد النباتات المصابة بالحشرات (تمت إزالة الحشرات بعد التغذية لمدة 24 ساعة) الجاذبية بعد 48 ساعة (Bruinsma *et al*., 2009)، كما ذكر (Mattiacci *et al*., 2001) بأن النباتات الصليبية تصبح قادرة على جذب المتطفل *A.glomeratus* بعد يوم من تغذية *P.brassicae*، ويفقد النبات الجاذبية للمتطفلات بعد زوال الآفة بيومين، كما يزداد عدد العذارى *Spodoptera exiguae* المتطفل عليها من قبل المتطفل *Hyposoter exiguae* (Ichneumonidae) في حقول البندورة بعد رش حمض الياسمين مرتين أكثر من الحقول غير المرشوشة (Thaler, 1999).

وقد أظهرت الدراسات أن مستويات حمض الياسمين في الجذور المصابة ترتفع بمعدل 100 نانوغرام /غرام وزن رطب أي 10 أضعاف نسبته في الجذور السليمة بعد الإصابة بمدة 90 دقيقة (Baldwin *et al.*, 1997)، وترتفع مستويات حمض الياسمين في حقول الكرنب المصابة بـ *P.rapae* بمعدل عشر مرات عنها في النبات السليم أي بمعدل $315\ ng\ g\ FW^{-1}$ أي 315 نانوغرام /غرام وزن رطب بعد التغذية لمدة 24 ساعة (Reymond *et al.*, 2004).

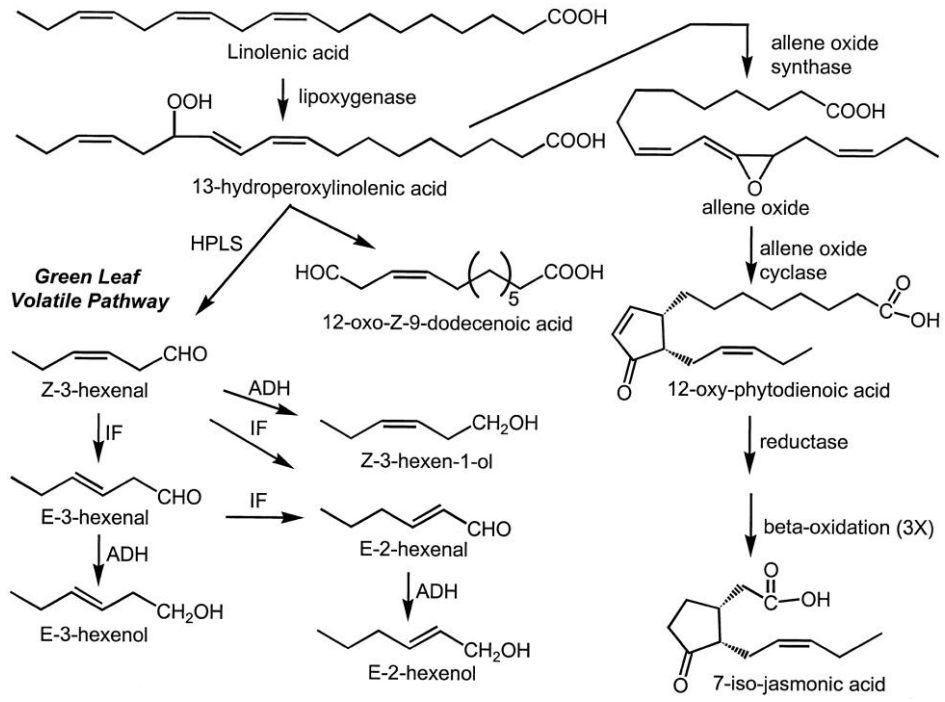
ويمكن تلخيص المسارات الحيوية لتشكل المركبات الطيارة في النبات نتيجة الإصابة الحشرية وفق المراحل التالية:

ويتكون الإندول، وهو منتج من مسار حمض شيكيميك Shikimic acid، من Indole-3-glycerol-p إما كمتوسط في مسار حيوي أو بواسطة مسار مستقل يؤدي إلى عائلة من المركبات المحتوية على النيتروجين (2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one) (Frey *et al.*, 1997). يتم تصنيع Sesquiterpenes عن طريق إيزوبنتينيل بيروفوسفات isopentenyl pyrophosphate (IPP) كوسيط متابع للمسار الميفالوني الكلاسيكي Mevalonate pathway، في حين يتم تصنيع مونوتربينس Monoterpenes و Diterpenes عبر مسار (IPP) بديل مع glyceraldehyde-3-P و pyruvate تم تحديدها على أنها النتائج المباشرة من (IPP) (Lichtenthaler et al., 1997). يتم ترجمة مسار ميفالونات Mevalonate pathway في السيتوسول وردود الفعل على مسار غير ميفالونات non-mevalonate المترجمة في البلاستيدات. و homoterpene (E)-4,8-dimethyl-1,3,7-nonatriene and (E,E)-4,8,12-trimethyl-1,3,7,11-tridecatetraene مشتق من 15 و 20 الكربون، و فارنيسيل -farnesyl، و geranylgeranyl-pyrophosphate, respectively على التوالي، من خلال سلسلة من الخطوات الأنزيمية مع الخسارة الإجمالية لأربع وحدات الكربون (Donath and Boland, 1994). وتستمد المواد المتطايرة من أوراق خضراء من حمض اللينولينيك عن طريق حامض 13 هيدروبيروكسيلينولنيك وسيطة (Blee, 1998). هذا حمض اللينولينيك linolenic acid المؤكسد، بدلا من فقدان الماء وربط الجزيء أسفل مسار دفاع حمض الياسمين، هو مشقوق لتشكيل شظيتين من 12 و 6 وحدات الكربون. يتم تشكيل مجموعة متنوعة من المتطايرة أوراق خضراء من هذا المسار الثاني من خلال خطوات إعادة ترتيب متعددة من ستة كربون (Z)-3-hexenal. الشكل (3).



الشكل (3) مسار تشكل المركبات الطيارة في النبات (Paré and Tumlinson, 1999)

حدد وسيطة في التحويل الحيوي لحمض اللينولينيك linolenic acid إلى حامض الياسمين jasmonic acid وسلسلة من المتطايرة هيكسينيل hexenyl أو أوراق خضراء green-leaf volatiles محفزة بواسطة الإنزيمات هيدروبيروكسيد لياز hydroperoxide lyase (HPLS)، عامل الأيزومرة isomerization factor (IF)، ونازعة الكحول alcohol dehydrogenase (ADH) (Blee, 1998). الشكل (4).



الشكل (4) التحول الحيوي لحمض اللينولينيك إلى حمض الياسمين

وبالتالي فأن عملية بحث المتطفل عن عائله تعتمد على مجموعة من المحفزات تضم:

(أ) الإشارات البصرية المصاحبة للعائل، مثل الألوان، والأشكال وأنماط الضرر؛ (ب) الإشارات الكيميائية المرتبطة بالعائل، والتي تنشأ من مجتمع النبات المضيف، فضلاً عن عوامل خارجية، والروائح المرتبطة بغير العائل (Giuntia *et al*., 2015).

ويمكن مستقبلياً استعمال المركبات الطيارة الناتجة من النباتات نتيجة الضرر الحشري في المكافحة الحيوية لإدارة الآفات ورفع نسب التطفل أو الافتراس (War *et al*., 2011). كما تعدّ المحفزات الدفاعية لحماية المحاصيل من الآفات بديلاً عن المبيدات التقليدية التي غالباً ما تكون ضارة للبيئة والمزارعين والمستهلكين (Bektas *et al*., 2015).

VI- التوصيف الجزيئي ودراسة العلاقة الوراثيّة:

إنّ التطور السريع الذي حصل في مجال علم البيولوجيا الجزيئية Molecular Biology والنجاحات المستمرة التي حققتها الهندسة الوراثية Genetic Engineering وخاصة في عقد الثمانينات والتسعينيات من القرن الماضي قد وفرت الأدوات المناسبة للتحليل الجزيئي للمادة الوراثية (DNA) التي تتحكم في صفات الكائنات الحية، مما أدّى إلى ثورة في مجال المعلمات الوراثية، ومنها معلمات الحمض النووي DNA. وتعرف معلمات الحمض النووي DNA markers بأنّها تتابعات من DNA، يمكن الاستدلال بها على موقع معين على الصبغي، وتستعمل لدراسة العلاقات الوراثية بين الأفراد وإيجاد البصمة الوراثية لكونها تعكس الاختلاف في المعلومات الوراثيّة المخزونة فيها، وهذه الاختلافات تكون ناتجة أما عن الحذف Deletion، أو الإدخال Insertion، أو إعادة الترتيب Rearrangement للنيوكليوتيدات في المجين المدروس لأي سبب كان كالطفرات الوراثية، لذلك أُعتمِدَت في دراسات التصنيف الجزيئي Molecular taxonomy، والدراسات التطوريّة Evolutionary studies، وفي بناء الخرائط الوراثيّة Genetic Mapping.

كما أصبحت من الأدوات المهمة لدراسة التنوع الوراثي Genetic Diversity، وبما أنّ هذه المعلمات الوراثيّة تعكس الاختلاف مباشرةً على مستوى القواعد المكوّنة للحمض النووي DNA، ونظراً لأن مجين الكائنات الحيّة الراقيّة يحتوي على الملايين من هذه القواعد لذلك فأنّ أعداد هذه المعلمات كبيرة جداً، وبالتالي فلها القدرة على الكشف عن مئات المواقع Loci ولعدّة قرائن (Alells) للموقع الواحد.

كا فتح التقدّم السريع في مجال التقانات الحيّويّة مجالات واسعة لدراسة التباينات الوراثيّة والتمييّز بين الأنواع القريبة من بعضها البعض وراثيّاً.

وقد أتبعت عدّة طرق للتوصيف الجزيئي، وهو يعتمد على الـ PCR (Polymerase Chain Reaction). فقد وصف التفاعل البلمرة المتسلسل لسلسلة الحمض النووي DNA (PCR) لأول مرّة من قبل الباحث Kary Mullis (1985) على أساس أنّ عمل هذه التقانة هو تضخيم قطعة معيّنة من الحمض النووي DNA المنتجة من المجين الكلي إنزيمياً وخارج الجسم الحيّ in vitro بوجود مرئسات (بادئات) Primers، والتي تربط بالتتابع المكمل لها على الشريط القالب Template DNA، وتعدّ هذه العمليّة محاكاة لما يحدث في الطبيعة في جميع الكائنات الحيّة والتي تتضاعف مادتها الوراثيّة أثناء الانقسام، فالتفاعل بسيط ومحتوياته موجودة منذ قدم الحياة قبل تنفيذها خارج جسم الكائن الحي، وأنّ هذا الاكتشاف أحدث ثورة في عالم البيولوجيا الجزيئيّة تضاهي الثورة التي اكتشفت التركيب المزدوج للحمض النووي DNA من قبل Watson وCrilk عام 1953. إذ أصبح بالإمكان استعمال قطرة دم أو شعرة أو حتى خليّة واحدة لإجراء عمليات التفاعل التسلسلي البوليمرازي (PCR)عليها.

فبوجود بادئات محددة مع مكونات أساسيّة هي كلوريّد المغنزيوم MgCl2 والنكليوتيدات ثلاثيّة الفوسفات Deoxynucleoside Triphosphate (dNTPs) وأنزيم Taq-Polymerase وذلك عبر تضخيم الحمض النووي DNA من خلال عدد من الدورات يصل إلى 40 دورة (Newton and Graham, 1994)، باستعمال بادئات عشوائية أو متخصصة مكوّنة من تتابع نيوكليوتيدي محدد ومعروف تبحث عن متمم لها في جزيء الـ DNA الأساس، مما يسمح بالحصول على ملايين النسخ المضاعفة من قطعة واحدة من الحمض النووي DNA، وتتم تقنية تفاعل التسلسلي البوليمرازي (Polymerase chain reaction) بتضخيم قطعة من الحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين DNA المراد دراسته باستعمال جهاز التدوير الحراري الآلي ومن ثم ترحيلها على هلامة الأغاروز، و يتم بداية تفكيك أولي بهدف فصل سلسلتي DNA على درجة حرارة 94°م مدة خمس دقائق. ثم يتم التضخيم بعدد من الدورات 40 دورة وكل دورة تتكون من ثلاث مراحل كالتالي:

• مرحلة التفكيك الحراري Denaturation: ويتم في هذه المرحلة انفصال سلسلتي الحمض النووي DNA عن بعضها بسبب تعريض DNA لدرجة حرارة مرتفعة (94°س) ولمدة خمسة دقائق، ويجب ألا تقل الحرارة عن هذا الحد لأن ذلك يؤدي إلى عدم اكتمال عملية الفصل بالشكل الأمثل.

• مرحلة الالتحام Annealing: ويتم فيها التحام البادئة (Primer) مع الجزء المكمل لها على سلسلة الحمض النووي DNA ويتم ذلك بخفض درجة الحرارة تبعاً لطول البادئة وتركيبها من الأسس الآزوتي ولمدة 30 ثانية.

• مرحلة الاستطالة Extension: تصل درجة الحرارة في هذه المرحلة إلى 72°س حيث يبدأ أنزيم (Taq Polymerase) بتركيب السلاسل الجديدة وبوجود النكليوتيدات ثلاثية الفوسفات المختلفة , dCTP dGTP, dATP dTTP، ثم يترك لمدة 10 دقائق عند درجة حرارة 72°س لإنهاء جميع التفاعلات.

وقد ساعد تصنيع أجهزة التدوير الحراري الآلي واكتشاف أنزيم البوليميراز إلى تطوير هذا التفاعل وظهور تقنيات أخرى تعتمد عليها في إنشاء الخرائط الوراثيّة (Saiki *et al.*, 1988)، ومنها:

1. تقنية التضخيم العشوائي للحمض الريبي منقوص الأوكسجين متعدد الأشكال Random Amplified Polymorphic DNA (RAPDs)، والتي تعتمد على استعمال بادئة قصيرة تتكون من 10 نيكلوتيدات، ترتبط بموقع مكملة لها على أحد سلسلتي DNA المراد دراستها، ويبدأ تضخيم المناطق المحصورة بينها باستعمال PCR، تمتاز تقنية RAPDs بإمكانية استعمال البادئات عشوائية، كما تتسم بالبساطة والسرعة وعدم الحاجة لكميات كبيرة من المادة الوراثية DNA، في حين يؤخذ عليها عدم ثباتية النتائج عند تكرارها لتأثّرها بعوامل عديدة الأمر الذي جعلها لا تتمتع بثقة الباحثين (Williams *et al.*, 1990).
2. تقنية التعدديّة الشكليّة القائمة على تضخيم لقطع DNA المهضومة بأنزيمات التقطيع Amplified Fragment Length Polymorphisms (AFLPs)، حيث يتمّ تقطيع DNA بواسطة أنزيم التقطيع ثم ربط طرفي القطع لسلاسل محددة قصيرة، ومن ثم إجراء عمليّة التضخيم باستعمال PCR (Reineke *et al.*, 1998)، وتمتاز تقنية AFLPs بأنّها تسمح بإظهار عدد كبير من التعددات الشكلية حيث تستعمل في تحديد البصمة الوراثية دون معرفة مسبقة بالتسلسل النيوكليتيدي للبادئات المنتخبة مخبرياً لأي من المورثات سواء كان بسيطاً أو معقداً. ويتباين عدد القطع في كل تفاعل حسب البادئ الذي تم اختياره وطريقة تقطيع أنزيم التقطيع المستخدم (Baraket *et al.*,2009; Vos *et al.*, 1995)، وتتطلب خبّرة عمليّة دقيقة وتحتاج إلى زمن طويل لإجرائها، كما أن تكلفتها مرتفعة (Karp *et al.*, 1997).

3. تقنيّة تكرارات التسلسلات البسيطة Simple Sequence Repeat (SSRs) والتي تعتمد على تضخيم تكرار لتتابع نكلوتيدي بسيط مكون من 1−6 نيكلوتيدات مع استعمال بادئات متخصصة محددة للتتابع الدقيق للحمض النووي DNA طولها من 18− 25 نيكلوتيدات، ويستعمل لذلك نوعين من البادئات تسمى الأولى Anchored primers وهي بادئات تحتوي بالإضافة إلى تكرارات بعض السلاسل البسيطة على لاحقة واحدة من أحد الاتجاهات ´3 و´5 نيكلوتيدات وتسمى الثانية Nonanchored primers وهذه تحتوي فقط على تكرارات بعض السلاسل البسيطة بدون وجود أي لاحقة بأي اتجاه من السلسلة، ثم إجراء التضخيم بواسطة PCR والفصل بالرحلان الكهربائي (Prasad *et al.*, 2005).
4. تقنية ISSR (Inter Simple sequence repeats) وجدت في عام 1994 وهي تعتّمد على تكرارات التسلسلات البسيطة الداخلية على التوابع الدقيقة Micro satellite، وتعطي مستويات عالية من التعددية الشكلية للحمض الريبي النووي منقوص الأكسجين DNA. تستعمل هذه التقنية كمعلّم جزيئي في دراسة التنوع الوراثي للأحياء المدروسة (Fu- Rong *et al*., 2007).

وتعدّ ISSR من أهم التقنيات المطبقة فهي تتميّز بأنّها ذات كفاءة عاليّة في الكشف عن التعدديّة الشكليّة Polymorphism، وبادئاتها متاحة (De Leon and Walker, 2004)، ولا تتطلب معرفة مسبقة بمجين الكائن المدروس، فالتكرارات البسيطة مثل النكليوتيدات الثنائيّة موجودة في مجينات كل حقيقيات النوى (Prasad *et al.*, 2005)، وهي من التقنيات السريعة والدقيقة في رسم الخرائط الوراثيّة باستعمال كميات قليلة من الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA، كما أنّها منخفضة التكاليف وتعطي مستويات عاليّة من الاختلافات الوراثيّة بين المجتمعات (Vijayan *et al.*, 2006). وعادة ما يضخم (ISSR) 25− 50 منتجاً في التفاعل الواحد.

إن الفائدة الرئيسة لهذه التقنية هي أنّها لا تتطلب وقتاً طويلاً لبناء المكتبة الوراثية، وعلى الرغم من حقيقة كونها تورث كمؤشرات سائدة وأحياناً غير سائدة، إلا أنها مؤشرات ذات طبيعة عشوائية، فهي مناسبة بشكل خاص لدراسات علم الوراثة العرقي وتقييم التنوع الوراثي وتحديد الأصناف (Nagaraju *et al*., 2002). ولكون مؤشرات ISSR غزيرة فإنّها تعطي عدداً كبيراً من الحزم، ومستوى التعددية الشكلية متوسط إلى عالي، والقدرة على التضخيم متوسطة إلى عالية، والتكاليف منخفضة كما أن جهد تنفيذها منخفض (Gui *et al*. 2008)

وتستعمل هذه الطريقة في التوصيف الجزيئي للكائنات الحية، لأن الشكل الخارجي للكائنات الحيّة يتأثر غالباً بالمؤثرات البيئية فإن الاعتماد على الشكل الخارجي لتصنيف هذه الكائنات لا يكفي، بينما تكون طريقة التوصيف الجزيئي مستقلة بيئياً ويمكن استعمالها في تحاليل التنوع الوراثي وتقدير التشابه الوراثي.

لذا تعدّ الحاجة للمؤشرات الجزيئية للآفات الحشرية مهمة من أجل دراسة علاقات القرابة الوراثية لتحديد الأنواع القريبة من بعض وكذلك ضمن النوع الواحد، وتخمين تباين قابلية التوريث في الاستقصاء البيئي ووراثة الجماعات (Unruh and Woolley, 1999). حيث أظهر (Paplauskienė *et al*, 2006) أن حزم ISSR أعطت نفس النتائج عندما تمت إعادة التجربة عدة مرات على نفس العينات عندما استعملت هذه التقنية على عينات من سلالات نحل العسل، وإن سلالات نحل العسل هذه انفصلت عن بعضها بشكل مميز حيث كان من الصعب تمييزها بطرائق وراثية أخرى. استعملت مؤشرات DNA في مجال واسع في علم التصنيف. كما بيّن (Dušinsk *et al.*, 2006) أهمية استعمال مؤشرات ISSR للتمييز بشكل ناجح بين وضمن أنواع البعوض. وقد استعمل (Meena *et al.*,2005) تقنية ISSR لتوصيف *Tospovirus* الذي ينتقل عبر طريق حشرات التربس، وبيّن (Philips *et al.*,2002) أنّ تقنية ISSR أظهرت وجود اختلافاً بين حشرات *Medicago aethiopoides* الموجودة في فرنسا عن حشرات نفس النوع الموجودة في هولندا. وكانت نتائج تضخيم ISSR مفيدة لدراسة أنواع (Noctuids, Lepidoptera) وللدراسة ضمن نفس النوع (Lugue *et al.*, 2002). واستعملت تقنية ISSR بنجاح في العديد من الدراسات الوراثية على فراشة دودة الحرير (L.) *Bombyx mori* (Reddy *et al.*,1999). وطبقت من قبل (Kang *et al.*,2011) على بسيلا الأجاص *Cacopsylla pyricola* وأعطت نتائج جيدة. وقد كانت تقنية ISSR الأكثر حساسية عند غربلة طرائق المؤشرات الجزيئية الأربع، وتم استعمال تقنية ISSR على حشرة (*Homalodisca coagulate*, Cicadellidae, Homoptera) حيث سمحت هذه التقنية بالكشف عن تباين الحمض الريبي النووي منقوص الأوكسجين DNA في التكرار البسيط الترادفي SSR من دون الحاجة لعزل وتحديد تسلسل DNA .(Zietkiewicz *et al*., 1994)

كما استعملت هذه التقنية في دراسة التنوع الوراثي لدودة ثمار البندورة *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) حيث جمعت العينات من أقاليم مختلفة من أيران على

البندورة، وتمّ استخلاص الـ DNA من اليرقات وأظهرت تقنية ISSR اختلافات وراثية تبعاً لاختلاف المناطق الجغرافية (Khiaban *et al.*, 2010).

وتم استعمال ISSR في التوصيف الجزيئي لخمسة أنواع لذبابة Necrophagous وهي أحدى حشرات الجثث من مناطق مختلفة باستعمال 18 بادئ أعطت 105 حزم واضحة منها 95 حزمة متعددة شكلياً وأظهرت وجود نوع مختلف تماماً عن باقي الأنواع (He *et al.*, 2006).

تعدّ حشرة *Liposcelis bostrychophila badonnel* (Psocoptera: Liposcelididae) من الآفات المهمة التي تصيب المواد المخزنة، وقد أدى استعملت طريقة ISSR لتصنيفها وفق مكان تواجدها إلى اربعة مجموعات تخصصت كل مجموعة بإصابة المواد المخزونة في مكان محدد (المكاتب، غرف النوم، مستودعات المواد النباتية، مستودعات الطحين) (Wang *et al.*, 2016).

تناولت عدّ أبحاث سورية استعمال طريقة ISSR في التوصيف الجزيئي للحشرات كالدراسة التي أجراها زغيب (2012) لدراسة درجة القرابة الوراثيّة بين حشرات *Cerambyx dux* F (Coleoptera: Cerambycidae) في مناطق انتشاره في سورية، وهي حمص (فيروزة)، حماة (شرعايا)، القنيطرة (خان أرنبة)، وفي ريف دمشق (عرنة وسعسع)، حيث تمّ استعمال 16 بادئ أعطى 13 بادئ منها 126 حزمة متعددة شكلياً، أي بمعدل 9.69 حزمة لكل بادئة وكانت نسبة التعددية الشكلية 100%، وتراوح عدد الحزم لكل بادئة بين حزمة واحدة مع البادئة (7) و16 حزمة مع البادئة (5). انفصلت الذكور والإناث وفق التوزع الجغرافي والعائل النباتي، وكانت أعلى نسبة قرابة بين ذكور عرنة مع ذكور سعسع، وكانت أعلى نسبة قرابة بين إناث عرنة مع إناث خان أرنبة.

ودرست غالي (2013) الاختلافات الوراثية لحشرة *Eurytoma amygdale* (Hymenoptera: Eurytomidae) في خمس مناطق من سورية تنتشر فيها هذه الحشرة وهي حمص– السويداء– القنيطرة و بيتيما ودير عطية التابعتين لريف دمشق، وكذلك في خمس قرى من محافظة حمص وهي الفحيلة– سكرة– فيروزة– زيدل– الثابتية وذلك بتطبيق تقنية ISSR واستعمل فيها ثمانية عشر بادئة، وتبين من خلال الدراسة أنّ هناك ثلاثة عشرة بادئة فقط أعطت تضخيم لقطع DNA ، وقد بلغت التعددية الشكلية بين إناث 31.01% وسجلت أعلى درجة قرابة وراثية بين إناث بيتيما ودير عطية، وبالتحليل العنقودي لدرجة القرابة الوراثية تبين أنّ إناث حمص انفصلت في مجموعة مستقلة عن إناث باقي المناطق والتي

انفصلت في مجموعة واحدة. أما بالنسبة للذكور فقد بلغت التعددية الشكلية فيما بينها (52.23%) وسجلت أعلى درجة قرابة وراثية بين ذكور بيتيما والقنيطرة، وبالتحليل العنقودي لدرجة القرابة الوراثية تبيّن أنّ الذكور قد انفصلت في مجموعتين رئيسيتين ضمت الأولى ذكور حمص والسويداء، أما الثانية فقد ضمت ذكور باقي المناطق. فقد انفصلت الحشرات وفق التوزع الجغرافي.

الفصل الثاني

مواد البحث وطرائقه Materials and Methods

تمّ تنفيذ التّجارب في دائرة بحوث الحشرات الاقتصادية ودائرة بحوث الأعشاب التّابعين لمركز بحوث ودراسات المكافحة الحيّوية، كليّة الزراعة، وفي كلية العلوم قسم الكيمياء– جامعة دمشق.

أولاً: تربية المتطّفل *A.glomeratus* على ثلاثة عوائل مخبريّة مختلفة ومقدار استجابته لعوائله المختلفة:

1. تربية العوائل الحشرية للمتطفل:

أُختبرت ثلاثة عوائل أساسية للمتطفِّل *A.glomeratus* في الدراسة، هذه العوائل هي: فراشة اللّوز الحرشفيّة *A.crataegi*، أبي دقيق الكرنب الكبير *P.brassicae* وفراشة الشمع الكبيرة *G.mellonella*. تمت تربية *A.crataegi* اعتباراً من البيض المجموع من فراشات مخبرية التربية وضعت لطع البيض على أفرع غراس لوز بالحقل وأُحيطت هذه الأفرع بأقفاص شبكية لمنع دخول المتطفلات. أما تربية فراشة الشمع *G.mellonella* فقد تمَّ على وسط غذائي مؤلف من (عسل، خميرة، مجروش الذرة)، وتمّ أخذ البيض ووسط التغذية المستخدم من مخبر نيماتودا الحشرات التابع لمركز بحوث ودراسات المكافحة الحيويّة. وربيت يرقات أبي دقيق الكرنب الكبير *P.brassicae* على نباتات الملفوف المزروعة في الحقل وأُحيطت هذه النباتات بأقفاص شبكية لمنع دخول الأعداء الحيويّة.

2. الحصول على المتطفل من ثلاثة عوائل:

تمّ الحصول على المتطفل *A.glomeratus* من العوائل الثلاثة (*A.crataegi*، *P.brassicae* و *G.mellonella*). بإدخال أنثى ملقحة لكل 10 يرقات على الأقفاص المربى بها فراشة اللوز الحرشفية عندما أصبح عمر اليرقات خمسة أيام، وعند ظهور عذارى المتطفل جمعت وحفظت على حرارة 4° س حتى موعد تنفيذ التجربة.

كما أُدخِلت أنثى متطفل ملقحة واحدة لكل 10 يرقات إلى الأقفاص الحاوية يرقات الشمع عند وصول اليرقات لعمر 5 أيام، وعند ظهور عذارى المتطفل جمعت وحفظت على حرارة 4° س حتى موعد تنفيذ التجربة، علماً أن المراجع لا تذكر أن المتطفل *A.glomeratus* من المتطفلات الأساسيّة لها، بسبب هروب يرقات فراشة الشمع من الإصابة بالاختباء في الوسط الغذائي والنسيج الحريري الذي تقوم بنسجه، ويحدث التطفل عندما توضع يرقات العمر الأول بمعزل عن الوسط الغذائي.

وأجريت تربية المتطفل على يرقات أبي دقيق الكرنب المربّى على نباتات الملفوف المزروعة في الحقل بإدخال أنثى ملقحة لكل 10 يرقات عندما أصبح عمر اليرقات المستخدمة خمسة أيام.

3. دراسة الاستجابة نحو العوائل المختلفة:

3.1. تجربة Y-Tube olfactometer:

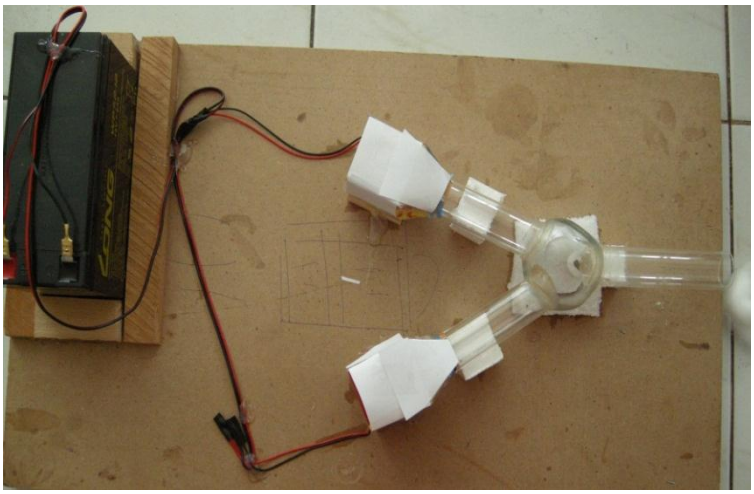
يستعمل olfactometer لاختبار تفاعلات الجذب للتزاوج والانجذاب إلى العائل عن طريق الرائحة (Chen and Henry, 2010).

يتألف هذا النظام من أنبوب مركزي بطول 13.5 سم، وقطر 24 مم، وذراعين جانبين بطول 5.75 سم، وقطر 24 مم، الذي يرتبط كل منهما بشكل منفصل بامتداد لأنبوب زجاجي مصنوع من ®Borosil glass. في نهاية كل أنبوب يوجد مصفاة شبكية على بعد 5.25 سم من نقطة اتصال الأنبوبين لمنع الحشرات من الهروب، ويمر هواء مرطّب ومفلتر خلال الأنبوب الزجاجي بمعدل 150مل/دقيقة.

يتم التشتيت البصري بوضع Y-tube olfactometer ضمن صندوق ورقي أبيض، والذي يكون مفتوح من الأعلى للإضاءة والمراقبة، استعمل لتأمين الإضاءة مصباح مكتب عمودية 20 واط و250 لوكس، على ارتفاع 50 سم من Y-tube olfactometer.

استعملت في هذه التجربة إناث ملقحة من ذكور المستعمرة ذاتها، التي حفظت على شكل عذارى عند حرارة 4 °س. تُخرج العذارى الساكنة المحفوظة على حرارة 4° س من البراد، وترفع درجة حرارتها درجتين كل ساعة حتى تصبح 25° س وبعد 15 يوم تنبثق الحشرات الكاملة.

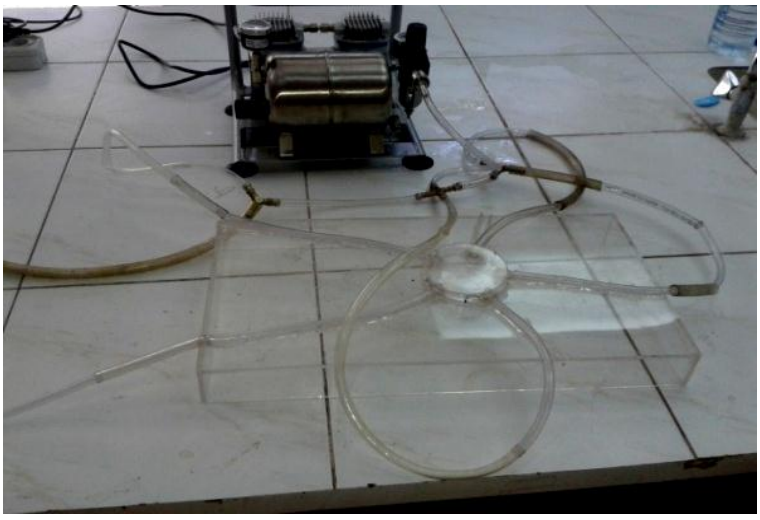
وضِع في أحدى الأنبوب المركزي للجهاز أنثى المتطفل بشكل مفرد، وفي الطرفيين الأخريين يرقتا العائل عمر أول لنوعين مختلفين، يتم تثبيت اليرقة بشبك ناعم معقم بالحرارة، وسجلت نتائج استجابة الإناث لنوع اليرقة، استعملت في كل مكرر 10 إناث، وكررت كل تجربة 5 مرات، الإناث التي لم تأخذ خيار استبعدت واستعمل غيرها. تُغسل الأذرع بين كل مرة وآخرى بواسطة الأيتانول والهكسان جيداً وتعرض لهواء ساخن 200° س (هواء مجفف شعر) لإزالة الروائح المتبقية، تمت التجربة على حرارة 27±1°س و رطوبة 65±5 %. الشكل (5).



الشكل (5) Y-tube olfactometer

3.2. تجارب جهاز الشم متعدد الأذرع:

تمَّت دراسة ردّ فعل المتطفل تجاه الأنواع اليرقية المستخدمة ضمن جهاز الشَّم، الذي صمم بمخبر الحشرات الضارة، وفق (Gouinguené *et al.*, 2003) قطر المساحة الدائرية 10سم وطول الذراع 15 سم مغطى من الأعلى. تمت التجربة على حرارة 27±1°س ورطوبة 65±5 %، وتمت الإضاءة عن طرق لمبة مكتب عمودية 20 واط و250 لوكس، على ارتفاع 50 سم من الجهاز، تمّ التشتيت البصري للمتطفل بوضع الجهاز ضمن صندوق ورقي أبيض، والذي يكون مفتوح في الأعلى للإضاءة والمراقبة، وضعت اليرقات داخل الذراع على بعد 1.5 سم من حافة الأنبوب الخارجية وعلى بعد 13.5 سم من حافة المساحة المركزية، يغلق الطرف البعيد للأنبوب بوساطة شبك ناعم، يتم ادخال الهواء المنقّى بواسطة فلتر إلى الذراع عن طريق مروحة صغيرة تضخ الهواء في أنبوب يتفرع إلى خمسة أنابيب بسرعة منخفضة. الشكل (6).



الشكل (6) جهاز الشم متعدد الأذرع

استعمال في كلّ مكرر 30 أنثى ملقحة بعمر 2–3 أيام، وضعت كل أنثى على حدة بمركز الجهاز وتغطى بغطاء من الشبك لمنع حركتها ويتم تشغيل الهواء في الجهاز وبعدها يزال الغطاء وتترك لمدة عشرة دقائق بعدها يتم حساب عدد الإناث التي اختارت والنوع الذي اختارته (Geervliet *et al.*, 1996).

استعمل كشاهد قطعة من القطن المعقم بالهكسان والمجفف بالهواء الساخن.

كررت التجربة خمسة مرات وفي كل مرة كانت تستعمل أنثى ملقحة (جديدة) تغسل الأذرع بين كل مرة وآخرى بواسطة الايتانول والهكسان جيداً وعرضت لهواء ساخن 200°س لإزالة الروائح المتبقية.

ثانياً: رد فعل المتطفل *A.glomeratus* اتجاه مستخلص نبات اللوز ومستخلص جسم يرقات *A. crataegi*

1. **العائل النباتي:** تمّ الحصول على أوراق النباتات السليمة والمصابة من حقول كلية الزراعة جامعة دمشق كانت أوراق النباتات السليمة خالية من أي إصابة حشرية وفق ماذكره (Geervliet *et al.*, 1996) يجب أن تحمى النباتات من الإصابة بالمن من أجل الحصول على المركبات الطيارة للنبات السليم، ولا تكون المركبات الطيارة ناتجة عن مصادر مختلفة، تم إجراء عدوى على بعض أشجار اللوز بيرقات *A.crataegi* للحصول على النباتات المصابة.
2. **العائل الحشري:** رُبيت يرقات فراشة اللوز الحرشفية على غراس اللوز في بساتين مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية ضمن أقفاص قماشية بيضاء اللون 30×30 سم محكمة الإغلاق، وعند تعذر اليرقات جمعت العذارى في أقفاص بيدبلاكس 30×30×30 سم وذلك تحت شروط الحقل، حتى ظهور الحشرات الكاملة التي زودت بمحلول سكري 10% من العسل، وبعد التزاوج، أضيفت للأقفاص أغصان غضة من اللوز لوضع البيض، فقس البيض بعد 14–18 يوم فجمعت اليرقات وربيّت على أوراق اللوز الغضة.
3. **المتطفّل:** جمعت عذارى الطفيل *A.glomeratus* من يرقات *A.crataegi*، وبعد ظهور الحشرات الكاملة للمتطفّل تمّ وضع أنثى واحدة بعمر (2–3) أيام مع 20 ذكر في أنبوب قطره 20 مم طوال فترة الليل ثم نقلت الإناث بعد التلقيح إلى قفس تربية بغطاء من الموسلين الأبيض (20× 10×10) سم وتمّت تغذيتها بمحلول سكري 10% عسل واستعملت مباشرة في التجربة وفق طريقة (Seenivasgan and Paul, 2010).

4. الحصول على مستخلص الأوراق للنبات العائل (سليم ومصاب) ومستخلص أجسام اليرقات ومستخلص المزيج(نبات سليم ويرقات) ومزيج (نبات مصاب ويرقات):

حُضِرَت المستخلصات في مخبر الأعشاب التابع لمركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية، واستعملت طريقة (Seenivasagan *et al.*, 2009) في الحصول على مستخلص أوراق النبات ومستخلص أجسام اليرقات. حُصِل على مستخلص أوراق النبات العائل Host Plant Leaf Extracts (HPLE) من خلال غمر 30 غ من الأوراق الطازجة المصابة بالآفة (مصابة بيرقات عمر أول)، في 300 مل من الهكسان طول فترة الليل (12 ساعة) كما حضر مستخلص نبات سليم بنفس الطريقة.

وحصلنا على مستخلص اليرقات The Host Larval Body Extract (HLBE) عن طريق غمر 1غ من يرقات *A. crataegi* ذات عمر موحد (العمر اليرقي الأول) (وزن رطب مربّاة على اللّوز) طوال فترة الليل في 30 مل هكسان.

وحصلنا على مستخلص مزيج النبات السليم مع اليرقات بمزج مستخلص النبات السليم ومستخلص يرقات العمر الأول معاً، ومزج مستخلص النبات المصاب مع مستخلص اليرقات العمر اليرقي الأول معاً للحصول على مستخلص مزيج النبات المصاب واليرقات.

وضع كلّ محلول على حدة في حمام مائي رجاج Thermostatically Controlled Waterbath Shaker لمدة ساعة عند حرارة 28 °س ثم عند حرارة 50°س لمدة 15–20 دقيقة مع الدوران اللطيف، مُرر المستخلصات على ورق ترشيح وتعامل الأوراق بإضافة 1–3 غ كبريتات الصوديوم اللامائية (Na_2SO_4) لمدة ساعة للتخلص من الماء وقطعت أوراق الترشيح إلى قطع بأبعاد 10×30 مم ثم خزنت عند حرارة −20°س.

تمَّ دراسة رد فعل المتطفِّل تجاه جميع المستخلصات المختلفة ضمن جهاز الشم متعدد الأذرع الحاوي على خمسة أذرع، وتحت ظروف المخبر.

كررت التجربة خمسة مرات وفي كل مكرر استعمل 10 إناث ملقحة، وفي كل مرة أُستعملت أنثى ملقحة (جديدة) وغسلت الأذرع في كل مرة بواسطة الأيتانول والهكسان جيداً وعرضت لهواء ساخن 200°س لإزالة الروائح المتبقية.

كررت التجارب ذاتها باستعمال إناث غير ملقحة، وذكور حديثة الانبثاق من طور العذراء.

في **Y-tube** أُستعملت أنثى ملقحة وضعت في الأنبوب المركزي للجهاز بشكل مفرد وفي الطرفيين الأخريين مستخلصين مختلفين: مستخلص نبات سليم UD.HPLE بالمقارنة مع مستخلص نبات مصاب

D.HPLE / ومستخلص يرقات HLBE مقارنة مع مستخلص نبات سليم / ومستخلص يرقات العائل مقارنة مع مستخلص النبات المصاب/ مزيج يرقات مع نبات سليم (UDPHLBE) مقارنة مع مزيج يرقات مع نبات مصاب(DPHLBE). وسجلت نتائج استجابة الإناث للمستخلصات. استعمل في كل مكرر 10 أناث، توضع كل أنثى على حدا، وكرّرت كل تجربة 5 مرات، استبعدت الإناث التي لم تختار أحد المستخلصين واستعمل غيرها، تم غسل الأذرع بين كل مرة وآخرى بواسطة الإيثانول والهكسان جيداً وعرضت لهواء ساخن 200° س لإزالة الروائح المتبقية.

كررّت التجارب باستعمال إناث غير ملقحة، وذكور حديثة الانبثاق من طور العذراء.

ثالثاً: دراسة قدرة المتطفل *A.glomeratus* في التمييز بين الأعمار اليرقية المختلفة *A.crataegi* وبين نباتات اللوز المصابة بأعمار يرقية مختلفة:

2. قدرة المتطفل *A.glomeratus* على التمييز بين الأعمار اليرقية المختلفة لحشرة *A.crataegi*:

استعمل مستخلص يرقات بأعمار مختلفة لفراشة اللوز الحرشفية *A.crataegi* من العمر اليرقي الأول حتى العمر اليرقي الخامس، حيث تمّ الحصول على مستخلص اليرقات The Host Larval Body Extract (HLBE) عن طريق غمر 1غ من يرقات *A.crataegi* ذات عمر موحد (وزن رطب) طوال فترة الليل (12) ساعة في 30 مل هكسان وفق طريقة (Seenivasagan *et al.*, 2009).

2. قدرة المتطفل *A.glomeratus* على التميز بين نباتات اللوز المصابة بأعمار يرقية مختلفة لحشرة *A.crataegi*:

استعملت نباتات لوز مصابة بأعمار يرقية مختلفة ومحمية من أصابات أخرى حتى لا نحصل على مركبات طيارة ناتجة عن مصادر مختلفة (Geervliet *et al.*, 1996). وتمّ الحصول على مستخلص النبات المصاب من خلال غمر 30 غ من الأوراق الطازجة المصابة بالآفة (مصابة بعمر يرقي واحد)، في 300 مل من الهكسان طول فترة الليل (12 ساعة)، وفق طريقة (Seenivasagan *et al.*, 2009).

تمَّت دراسة ردّ فعل المتطفل تجاه المستخلصات المختلفة للعائل الحشري والنبات ضمن جهاز الشم olfactometer المؤلف من خمسة أذرع الذي تمَّ تصميمه وفق (Gouinguené *et al.*, 2003).

تمّت التجربة على حرارة 27±1°س ورطوبة 65±5 %، والإضاءة باستعمال مصباح مكتب عمودية 20 واط و250 لوكس، على ارتفاع 50 سم من الجهاز، وتمّ التشتيت البصري للمتطفل بوضع الجهاز

ضمن صندوق ورقي أبيض مفتوح من الأعلى للإضاءة والمراقبة، وضعت قطع ورق الترشيح الحاوي على المستخلص داخل الذراع على بعد 1.5 سم من حافة الأنبوب الخارجية، وعلى بعد 13.5 سم من حافة المساحة المركزية، يغلق الطرف البعيد للأنبوب بشباك ناعم، تمّ إدخال الهواء المنقى بواسطة فلتر إلى الذراع عن طريق مروحة صغيرة تضخ الهواء بسرعة منخفضة في أنبوب يتفرع إلى خمسة أنابيب. استعمال في كل مكرر 10 إناث ملقحة بعمر 2–3 أيام، توضع كل أنثى على حدا بمركز الجهاز وتغطى بغطاء مع شبك لمنع حركتها والذي يزال بعد تشغيل المروحة، تترك لمدة عشرة دقائق بعدها حتى يتم تحديد المستخلص الذي اختارته.

كررت التجربة خمسة مرات وفي كل مرة تم استعمال أنثى ملقحة (جديدة) تغسل الأذرع في كل مرة بواسطة الإيثانول والهكسان جيداً وعرضت لهواء ساخن 200° س لإزالة الروائح المتبقية.

رابعاً: دراسة الخصائص البيولوجية للمتطفل *A.glomeratus* على العوائل المختلفة:

تم حساب نسبة التطفل المخبري للمتطفل *A.glomeratus* على ثلاثة عوائل وهي *A.crataegi*، *G.mellonella*، *P.brassicae* وفق المعادلة:

$$\text{نسبة التطفل} = \frac{\text{مجموع اليرقات التي خرجت منها يرقات المتطفل}}{\text{مجموع اليرقات المستخدمة في التجربة}} \times 100$$

وذلك على اعتبار أن المتطفَّل قد سبب الموت للعائل.

حيث تمَّ وضع 50 يرقة بالعمر اليرقي الأول من كل نوع من الحشرات المدروسة ضمن قفص من البلادبلاكس بأبعاد 30×30×30 سم وثقوب الشباك 0.2 مم، مع 10 إناث ملقحة من المتطفل *A.glomeratus* لمدة 24 ساعة، مع وضع محلول سكري بتركيز 10% كغذاء للمتطفل وفق طريقة (Brodeur and Vet, 1995) ، كرّرت التجربة ثلاث مرّات.

وقد ذكر (Brodeur *et al.*, 1998) أنّ نسبة التّطفل تحسب على أساس التطور الكامل للمتطفَّل من البيضة حتى الحشرة الكاملة بعد طرح عدد الأفراد التي ماتت بشكل طبيعي، فقد تمَّ التمييز بين ثلاث حالات للموت عند المتطفل(Brodeur *et al.*, 1998):

1– الفشل في خروج يرقات المتطفل من العائل أي أنَّ يرقات المتطفل كاملة النمو ولكنها فشلت في الخروج من العائل أو علقت في ثقب الخروج.

2– فشل لف الشرنقة بسبب نزف العائل أو حركته العشوائية.

3- الفشل في الخروج من الشرنقة. لذا تمَّ إعادة حسابها بطريقة (Brodeur, 1998) بعد معرفة قيم الموت الطبيعية في المتطفل.

وحسب متوسط عدد يرقات المتطفل التي تخرج من كل يرقة عائل متطَّفل عليها، بالإضافة إلى نسبة موت المتطفل التي تمثلت بحالات الموت الطبيعية وفق المعادلات التالية:

$$\text{متوسط عدد يرقات المتطفل في كل يرقة من العائل} = \frac{\text{مجموع عدد يرقات المتطفل التي خرجت جزئياً أو كلياً}}{\text{مجموع عدد يرقات العائل المتطفل عليها}}$$

$$\text{متوسط عدد يرقات المتطفل التي فشلت في الخروج من العائل} = \frac{\text{مجموع عدد يرقات المتطفل التي فشلت في الخروج من العائل}}{\text{مجموع عدد يرقات العائل المتطفل عليها}}$$

$$\text{متوسط عدد يرقات المتطفل التي فشلت في لف الشرنقة} = \frac{\text{مجموع عدد يرقات المتطفل التي فشلت في لف الشرنقة}}{\text{مجموع عدد يرقات العائل المتطفل عليها}}$$

$$\text{متوسط عدد العذارى المتطفل التي فشلت في الخروج من الشرنقة} = \frac{\text{مجموع عدد العذارى التي ماتت في الشرنقة}}{\text{مجموع عدد يرقات العائل المتطفل عليها}}$$

كما حسبت مدة حياة المتطفل في كل من العوائل الثلاثة فحسبت المدة التي احتاجها المتطفل من البيضة حتى الخروج من العائل، ثم طور العذراء، بالإضافة لمدّة كل من الحشرات الكاملة (الذكور والإناث) كل على حدا و النسبة الجنسية حقلياً ومخبرياً.

حسبت النسبة الجنسية للمتطفل حقلياً بجمع ثلاثة مجموعات من يرقات العوائل المدروسة مُتطفل عليها من المنطقة الوسطى من سورية في بداية شهر أذار حيث تكون الحشرات الثلاثة في حالة نشاط، تمّ جمع أكبر عدد ممكن من اليرقات وأخذت اليرقات التي ظهر منها المتطفل ووزعت إلى مجموعات، كل مجموعة مؤلفة من 50 يرقة وحساب عدد الذكور والإناث التي تنبثق عنها ضمن ظروف الحقل، أمَّا مخبرياً فقد استعملت المتطفلات التي انبثقت من الحشرات المدروسة مخبرياً تحت ظروف المخبر من حرارة ورطوبة، أما الإضاءة فكانت الإضاءة الطبيعية في نفس الفترة الزمنية.

خامساً: المقارنة بين المركبات الكيميائية الناتجة من نبات اللوز المصاب بيرقات *A.crataegi* ونباتات اللوز السليمة

1. آليّة جمع المركبات المتطايرة :

تمَّ تربيّة صنف واحد من غراس اللوز هو (الضفادعي) اعتباراً من البذور التابعة لنفس النبات، في أصص بشكل معزول بواسطة شبك يمنع دخول الحشرات للنبات وتحت الظروف الحقلية، وعند الوصول لعمر السنتين بلغ طول الغرسة 40 سم. تمّ حجز الهواء المحيط بالجزء النباتي للحصول على المركبات الطيارة من النبات السليم، بواسط أكياس بولي أثيلين تيريفثالات Poly ethylene terephthalate (PET) التي تكون على شكل لفات بسماكة 20 µm وقطر 30 سم، وقطعت إلى قطع طولها يتراوح بين 20–30 سم، وذلك حسب طول النبات. وقد تم تثبيتها حول الساق تحت الورقة الأولى، وفي وقت النهار بعد حجز المركبات الطيارة Volatiles لمدة ساعتين تم ادخال SPME (Solid-Phase MicroExtraction) هو عبارة عن عمود ميكروني من الفحم النشط ضمن مسبر خاص. وبعدها تمّ إدخال يرقات لفراشة اللوز الحرشفية *A. crataegi* في نهاية العمر اليرقي الأول على نبات اللوز السابق، للحصول على المركبات المتطايرة الناتجة من النبات المصاب، وبعد تغذية اليرقات بـ (24) ساعة تم استبعاد اليرقات ومفرزاتها والحصول على المركبات الطيارة من النبات المصاب.

يتميّز SPME (Solid-Phase Microextraction) بأنّه طريقة سهلة لتحضير العينات، فهو لا يتطلب مساحة ولا أجهزة معقدة. ويحفظ SPME في عبوة خاصة له لنقله للمخبر للتحليل على GC-MS في كلية العلوم قسم الكيمياء في اليوم ذاته وقد اتبعت هذه الطريقة وفق (Gouinguené *et al*., 2005; Degen *et al*., 2012) مع إجراء بعض التعديلات.

2. تحليل المركبات الطيارة باستعمال الكروماتوغرافيا الغازية– مطياف الكتلة GC-MS:

تم التحليل باستعمال جهاز الكروماتوغرافيا الغازية GC (GAS Chromatography) الموصول إلى جهاز مطياف الكتلة MS (Mass Spectrometry) وهو من نوع (Agilent Technologies, 7890A) لمعرفة المواد التي تتكون منها المركبات الطيارة، وأجري التحليل حسب المراحل الآتية:

2.1. حقن العينة Intrance:

تم وضع SPME في حجرة Headspace GC (وهي تقنية تستعمل لتحليل المركبات الطيارة من المواد الصلبة والسائلة وتعد طريقة عكس الادمصاص الحراري Thermal Desorption، وهو مؤلف

من غرفة تبريد وتسخين صغيرة مركبة داخل الفرن، تحت المحقن تسمح بحجز المواد الطيارة في مقدمة العمود، يقوم النتروجين السائل بتبريد المركبات الطيارة عند حرارة −180° س، وبذلك لا يكون هناك ضرورة لتبريد كامل فرن GC لتركيز العينات على العمود، أثناء الانتهاء من عملية الحقن، فتتركز المركبات العضوية الموجودة في العينة الغازية عندما تحقن في محقن GC في حزمة ضيقة في مقدمة العمود الشعري لـ GC.

2.2. التأيين Ionization:

تعتمد التقنية المستخدمة في الجهاز على التأثير الأيوني للالكترون EI (Electron Impact Ionization) مع طاقة للالكترون تعادل 70 ev وتيار كهربائي بشدة 200 ميللي أمبير. في هذه العملية ونتيجة قذف الالكترونات باتجاه الجزئية المتعادلة كهربائياً يتم تحويلها إلى شظايا مشحونة ايجابياً (أيونات) نتيجة إزالة الكترونات منها، وكل شظية ناتجة لها كتلة معينة m وشحنة معينة z وتمثل كل شظية بنسبة كتلتها إلى شحنتها m/z.

2.3. تحليل الكتلة Mass Analysis:

في هذه المرحلة تدخل الشظايا إلى جزء أخر من مطياف الكتلة وهو مجموعة رباعية الأقطاب تدعى Quadrupole تشكل حقل كهربائي ومغناطيسي وتسمح للشظايا بالمرور داخلها حيث تتحول m/z من قيمة منخفضة إلى قيمة مرتفعة، بعدها يتم جمع الأيونات وتحويلها عبر شق ضيق إلى الكاشف، وهذا يحدث عدة مرات في الثانية وكلّ دورة تدعى Scan ويقوم الحاسب بعمل رسم بياني لكل مسح حيث يمثل المحور الأفقي قيمة m/z، أما المحور العمودي فيمثل وفرة كل شظية تم التعرف عليها ويسمى هذا الرسم Mass Spectrum.

2.4. الكاشف Detector :

يتألف من الكترد كهربائي عالي الطاقة، تنجذب الأيونات الموجبة التي خرجت من Quadrupole إليه مما يؤدي إلى قذف الكترونات تختلف كثافتها باختلاف تركيز الأيون، وهذه الالكترونات الأكثر وبالتالي سيعطي إشارة أكبر.

2.5. البرنامج الحراري المستخدم:

طبق من قبل (Beck *et al*., 2008) مع أجراء بعض التعديلات ليتوافق مع العمود المستخدم، العمود المستخدم في جهاز GC-MS هو HP-5 (HP-5MS 5% Phenyl Methyl Silox:

1785.43335 , HP-5MS 5% Phenyl Methyl Silox 325 °C: 30 m x 250 µm x 0.25 µm)

تُثبت درجة حرارة الفرن عند 50 °س لمدة 2 دقيقة ثم حتى 100 °س بمعدل 2 °س في الدقيقة، ثم ترفع حتى الدرجة 200 °س بمعدل 5 °س في الدقيقة، ومن ثم 10 °س في الدقيقة حتى نصل لدرجة 240 °س لتثبت الحرارة لمدة 3 دقائق، زمن التحليل 61.5 دقيقة، الغاز المستخدم هو He بضغط 6.7776 psi ، التدفق الكلي للغاز 19 مل/دقيقة تبدأ بعد 2 دقيقة.

2.6. تحليل البيانات Data analyzation:

يقوم الحاسب بعمل رسم بياني للإشارات الناتجة وهذا الرسم يدعى Chromatogram، وكل قمة في هذا الرسم البياني تمثل مركب، ويكون المحور الأفقي ممثلاً للزمن منذ حقن العينة Time Zero إلى نهاية تحليل المركب ويدعى هذا الزمن زمن الاحتفاظ Retention Time (RT) وهو الزمن الذي تتفاعل عنده المركبات الموجودة في العينة مع الطور الثابت في العمود، أما المحور العمودي فيمثل شدة الإشارة أو تركيز الأيون وهي مجموع الشدات التي نتجت عن عمليات المسح الكلي ويسمى المجموع كروماتوغرام الأيون الكلي Total Ion Chromatogram (TIC).

استعملت قاعدة البيانات NISTO8.1، وW9 NO8 وNISTMS 2.0 أما الستاندر المستخدم ألكان 16 حيث تم مقارنة زمن الظهور RI(DB5) وفق برنامج adamas.

سادساً: المقارنة بين المركبات الكيميائية الناتجة من الأعمار اليرقية المختلفة لـ *A.crataegi*:

1. أليّة جمع المركبات المتطايرة :

استعمل كل من (Gandolfi *et al*., 2003; Zar, 1999) طريقة موحد في الحصول على المركبات الطيّارة الناتجة من فضلات الحشرات وهي: جمع فضلات الحشرات ووضعها في غرفة على رطوبة 55±10% وحرارة 5 ْس وتمّ حلّها في مُحِل عالي القطبية استعمل أربع محلّات هي n-hexane, deiethyl ether, acetone and methanol (القطبية =99.5−99.8 %) وكان n-hexane بتركيز 0.13غ/مل أفضل محل، ثمّ تحليل المّركبات الطيارة باستعمال GC-MS تحت شروط معينة، وبما أن الهدف من دراستنا الحصول على المركبات الطيارة من الحشرات بشكل كامل وهي حيّة فقد استعمال SPME.

تمّ وضع 10 غ من يرقات *A. crataegi* من نفس العمر تمّت تربيتها على أشجار اللوز في الحقل وتمت حمايتها من المتطفلات في وعاء محكم الإغلاق بغطاء مطاطي بعد حصر المركبات الطيّارة

volatiles لمدة ساعتين تمّ ادخال SPME، فتقوم المركبات الطيارة الناتجة من النبات بالادمصاص على الفحم النشط خلال فترة 24 ساعة، ثم يتم سحب عمود الفحم إلى داخل المسبر وإخراجه من حيز الهواء المتجمع، ويحفظ SPME في عبوة خاصة له لنقله للمخبر من أجل التحليل على GC-MS في كلية العلوم قسم الكيمياء في اليوم ذاته.

2. البرنامج الحراري المستخدم:

طُبِق البرنامج الحراري من قبل (Gandolfi *et al*., 2003) مع أجراء بعض التعديلات ليتوافق مع العمود المستخدم، العمود المستخدم في جهاز GC-MS هو DP5.

تمّ وضع SPME في حجرة Headspace GC

تثبت درجة حرارة الفرن عند حرارة 35 °س لمدة 2 دقيقة ثم حتى 100 °س بمعدل 2 °س في الدقيقة، ثم ترفع حتى الدرجة 200 °س بمعدل 5 °س في الدقيقة، ومن ثم 10 °س في الدقيقة حتى نصل لدرجة 280 °س لتثبت الحرارة لمدة 3 دقائق، زمن التحليل 61.5 دقيقة، الغاز المستخدم هو He بضغط 6.7776 psi ، تدفق الكلي للغاز 1 مل/دقيقة تبدأ بعد 2 دقيقة،

استعملت قاعدة البيانات NISTO8.1، وW9 NO8 وNISTMS 2.0 أما الستاندر المستخدم ألكان 16 حيث تم مقارنة زمن الظهور RI(DB5) وفق برنامج adamas.

سادساً: التوصيف الجزيئي ودراسة القرابة الوراثية Biological Description :

1. دراسة جزيئية لـ *A.crataegi* والمتطفل *A.glomeratus* في المنطقتين الوسطى والجنوبيّة من سورية:

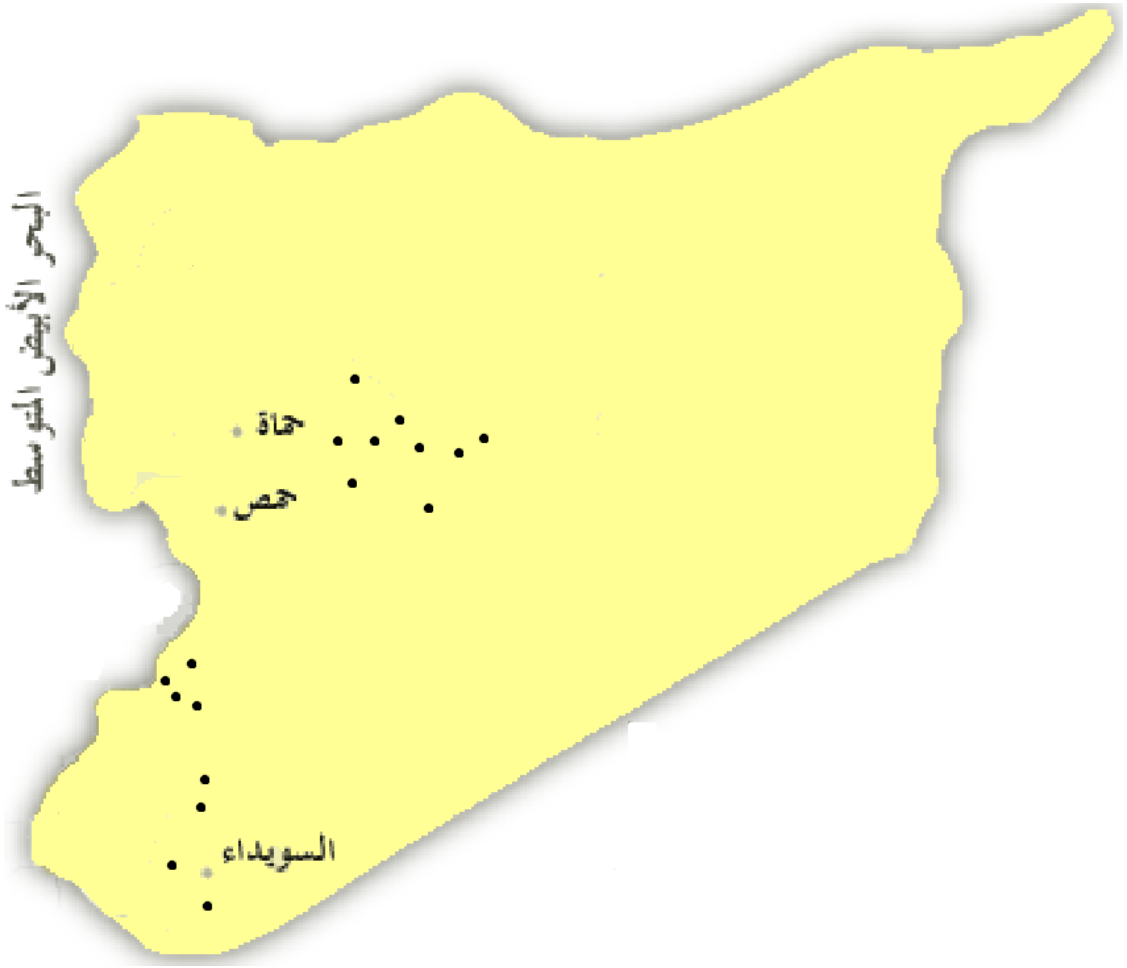
أجري التوصيف الجزيئي في مخبر البيولوجيا الجزيئية Molecular Biology في كلية الزراعة باستعمال تقنية التكرارات التتابعية البسيطة الداخلية ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) لإجراء البصمة الوراثية لها لكونها ذات تكراريّة ومصداقيّة عالية، كما أنَّها سهلة التطبيق ويمكن من خلالها دراسة درجة القرابة بين الأنواع الحشرية كما أنَّها لا تحتاج معرفة مسبقة بالهجن المدروسة وغير مكلفة مقارنة مع غيرها (Zietkiewicz *et al*., 1994). علاوة على ذلك فقد ثبت نجاحها على عدد كبير من الحشرات والمحاصيل والأشجار المثمرة، هذا وقد أجري التوصيف الجزيئي وفق الخطوات التالية:

1.1. استخلاص الحمض الريبي النووي منقوص الأوكسجين DNA Extraction :DNA

تم استخلاص DNA من عينات *A.crataegi* التي تمّ جمعها من المنطقة الوسطى والجنوبيّة من سورية الموضحة في الجدول (4) الشكل (7).

الجدول (4). أماكن أخذ عينات *A.crataegi* وعينات *A.glomeratus* والإحداثيات الجغرافية للمنطقة:

رقم العينة	المنطقة	المحافظة	الإناث	نمط الإنبات	النمو	المنطقل	الارتفاع عن سطح البحر م	درجة الطول	درجة العرض
1	بقعسم	ريف دمشق	+	A	+	-	1500	35°56′17″E	33°24′19″N
2	حينا		+	A	+	+	1080	35°56′33″E	33°20′59″N
3	عرنة		+	A	+	+	1950	35°52′45″E	33°21′58″N
4	دربل		+	A	+	-	1320	35°54′45″E	33°21′19″N
5	المتونة	السويداء	+	A	+	+	848	36°36'11.1"E	32°57'03.4"N
6	سد الروم		+	A	+	+	1457	36°39'16.6"E	32°43'11.3"N
7	المزرعة		+	A	+	-	651	36°28'29.5"E	32°46'43.6"N
8	أم الزيتون		–	–	+	+	900	36°36′27.8″E	32°54′13.2″N
9	المخرم	حمص	+	B	+	+	745	37°5′E	34°49′N
10	المشرفة		+	A	+	+	636	36°51′26″E	34°49′55″N
11	عين النسر		+	A	+	+	874	36°55′41″E	34°50′29″N
12	تل شنان		+	A	+	-	542	37°00'18.4"E	34°41'44.8"N
13	أم العمد		+	A	+	-	634	37°0′35″E	34°48′46″N
14	الجابرية		+	A	+	+	512	36°51′21″E	34°47′57″N
15	العثمانية		+	A	+	+	695	37°5′11″E	34°53′3″N
16	نوى		–	–	–	+	789	36°59′3″E	34°50′33″N
17	تل الذرة	حماة	+	A	+	-	817	36°96′55″E	35°18′26″N



الشكل (7) مواقع أخذ العينات الحشرية للتوصيف الجزيئي

أُعطيت كلّ عينة رقم محدد مع كتابة كافة المعلومات عن مكان جمع العينة والعائل النباتي وتاريخ جمعها، وحفظت ضمن المجمدة عند حرارة −20 ° س، لحين الاستخلاص، أما عينات المتطفل *C. glomerata* فقد تم جمعها من يرقات *A.crataegi* التي جمعت من مناطق مختلفة من المنطقة الوسطى والجنوبية، حيث تمّ جمع اليرقات وتربيتها مخبرياً حتى ظهور يرقات المتطفل، ثم الانتظار حتى تتعذر وتخرج الحشرات الكامل للمتطفل، وكما هو معروف فإن المتطفلات التي تخرج من نفس العائل عائدة إلى نفس الأبوين، يتم بعدها الفصل بين الإناث والذكور، وتحفظ عند حرارة −20° س للحفاظ على المواد الوراثية، وتم التوصيف الجزيئي للذكور وإناث *A.crataegi* ولإناث المتطفل فقط وفق طريقة (Pospiech and Neumann, 1995) مع إجراء بعض التعديلات عليها وفق الخطوات التالية:

- تم عزل الإناث والذكور كلاً على حدة.
- نظفت العينات بمسحها بالماء المقطر والكحول على الوجهين.
- أُزيلت الأجنحة وقرون الاستشعار والأرجل، والبطن.

- طحن 0.5غ من كل حشرة (منطقة عضلات الصدر) لذكور وإناث *A. crataegi* ضمن الآزوت السائل في جفنة بورسلان معقمة بالكحول ووضعت في أنابيب Eppendorf سعة 1.5 مل، وأضيف لها 700µL محلول استخلاص SDS المكون من: (200 mM Tris-Hcl pH=8, 250 mM NaCl, 25 mM Na_2-EDTA. pH=8, 0.5% SDS, H2O)، و350 µL أسيتات الصوديوم 3M للأنبوب الواحد، وحركت للمجانسة، ووضعت الأنابيب عند درجة −20 ºس لمدة 10 دقائق.

- ثفلت الأنابيب بعد التحضين عند سرعة 10000 rpm مدة خمس دقائق في مثفلة (Universal 32 R) على حرارة 4 ºس، ونُقل السائل الطافي إلى أنابيب جديدة، وأضيف لها الايزوبروبانول بمعدل 1:1 (V/V)، وحفظت على درجة −20 ºس لمدة ساعة، تمت مجانستها بلطف، وضعت عند درجة حرارة 4 °س لمدة 10 دقائق بسرعة 10000 دورة /دقيقة، ثم وضع السائل الناتج في أنبوب وأضيف 300µL من الايتانول 70%، وتم التثفيل لمدة 10 دقائق عند درجة 4 ºس بسرعة 12000 دورة/ الدقيقة.

- أزيلت المادة الطافية بدقة لتجنب أخذ الراسب (DNA)، حلَّت المادة الوراثية DNA باستعمال محلول TE (Tris, EDTA, PH= 8) ، وأضيف 100µL من الماء المقطر المعقم وتركت عند حرارة 4 ºس لحين الاستعمال.

- قُدّر DNA الناتج كمياً باستعمال جهاز المطياف الضوئي Ultra Violet Spectrophotometer (Jenway Genova)، الذي يعتمد في عمله على قياس كمية الحمض النووي الموجودة عن طريق امتصاصه للأشعة فوق البنفسجية Ultra Violet بموجة طولها 260 نانومتر. تسمح قراءة الامتصاص على طول الموجة 260 نانومتر، بِحساب تركيز الحمض النووي في العينة، حيث أن الثابت في معادلة حساب التركيز يعادل 50 ميكرو غرام/ مل في حالة سلاسل الحمض النووي DNA. إن النسبة بين قراءة الموجة 260 نانومتر إلى280 نانومتر تساعد في تقدير نقاوة الحمض النووي ويجب أن تتراوح هذه النسبة بين (1.8 - 2.0).

- حُسبت كمية الحمض النووي DNA من المعادلة التالية (Maniatis *et al*, 1982):

$$\text{تركيز الحمض النووي (ug/ml)} = \frac{OD_{260} \times 50 \text{ (عامل التمديد)} \times 50 \text{ (ug/ml)}}{1000}$$

ثم رحلت نواتج الاستخلاص على هلامة من الأغاروز تركيزها 0.8 % لتحديد نوعية الحمض النووي DNA المستخلص للتأكد من عدم تقطعها حيث يجب أن يظهر الحمض النووي DNA على شكل حزم

bands عالية الوزن الجزيئي في هلامة الأغاروز. ومددت عينات الحمض النووي DNA للحصول على تركيز 40 ng/ul لتستعمل في تفاعل التسلسل البوليمرازي.

1.2. تضخيم الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA:

أجري تضخيم DNA الناتج من عملية الاستخلاص للعينات المدروسة، حيث كان الحجم النهائي في الأنبوب الواحد 25 µL، متضمنة: Master Mix (Promega) 12.5µL ، ماء مقطر معقم 8.5 µL، البادئة المستخدم 2 µL بتركيز 10 µM، والـ DNA بتركيز 40 ng/µL. استعمال 28 بادئ في التوصيف الجزيئي الجدول (5).

الجدول (5). التسلسل النيكلوتيدي للبادئات المستخدمة بتقنية ISSR للذكور وإناث *A.crataegi* والمتطفل ودرجة الالتحام:

رقم البادئ	اسم البادئ	5´---------3´	درجة الالتحام° س
1	16/230	(CA)8A	54
2	2	(GA)8C	52
3	4	(AC)8T	52
4	6	(GT)4(GA)5	56
5	7	(CA)7AG	54
6	8	(CAC7)(AT)3	54
7	9	(TC)8GA	56
8	13	(TC)8AG	56
9	14	CCAG(GT)7	56
10	15	(CA)8G	56
11	16	(TG)8G	54
12	17	CCAG(GT)8	56
13	18	C(CT)4(GT)4G	56
14	20	(TC)7GA	56
15	22	(GA)10	56
16	25	(GA)8TT	56
17	28	(AC)8TT	56
18	30	(GA)10T	56
19	32	(GA)8CG	52
20	33	(GA)8T	52
21	34	(CT)8G	52
22	35	(AC)8TCGA	52
23	36	(TC)8C	56
24	37	(CT)10G	52
25	40	(AC)8TT	52
26	41	(AC)8GG	56
27	42	(AC)8AAGG	54
28	43	(TG)8AA	52

1.3. فصل نواتج تضخيم DNA:

حُدِدَ نجاح التضخيم، بفصل نواتج التضخيم على هلامة الآغاروز 2% المكونة من (Agarose 2g, TBE 100 ml, 1X) باستعمال جهاز الرحلان الكهربائي Electrophoresis، وأضيفت صبغة Ethidium bromide 5 ميكروليتر بتركيز (50 mg/ml)، ضمن محلول الرحلان (TBE 1X) المكون من: (Tris-base 10.8g/L, Boric acid 5.5 g/L, EDTA 0.93 g/L, H_2O) على pH= 8، حيث يهاجر الحمض النووي DNA خلال هلامة الأغاروز اعتماداً على الوزن الجزيئي إذ ترحل القطع الكبيرة ببطء أكثر من القطع الصغيرة، ليظهر الحمض النووي DNA على شكل حزم على الهلامة، ولا بد من إضافة سلم جزيئي(ladder) يعبر عن الطول الجزيئي 1000 pb إلى الهلامة، وهو عبارة عن محلول تجاري يتألف من قطع الحمض النووي DNA بأطوال معروفة بعد الهجرة.

تصميم التجارب وتحليلها إحصائياً

1. تربية المتطفِّل على عوائل مختلفة و رد فعل المتطفّل *C. glomerata* تجاه مستخلص نبات اللوز ومستخلص جسم يرقات فراشة اللوز الحرشفية(L.) *A.crataegi*

صممت التجربة حسب تصميم العشوائي الكامل، وتمّ تحليل نتائج جهاز الشم متعدد الأذرع باستعمال طريقة 2-way ANOVA (SPSS 20.0) وحُسِب أقل فرق معنوي LSD على مستوى ثقة 99%، وحللت نتائج Y-tube باستعمال one-way ANOVA (SPSS 20.0) ثم قورنت قيم P-value وقيمة T.

2. دراسة قدرة المتطفل *A.glomeratus* في التمييز بين الأعمار اليرقية المختلفة *A.crataegi* وبين نباتات اللّوز المصابة بأعمار يرقية مختلفة وخصائصه البيولوجية على ثلاثة عوائل:

صُمِّمت تجربة دراسة الخصائص البيولوجية على شكل تصميم عشوائي بسيط، وحسبت المتوسطات وأقل فرق معنوي LSD لمتوسط عدد يرقات المتطفل التي تخرج من كل يرقة عائل متطفل عليها، بالإضافة إلى نسبة موت المتطفل ومدة كل مرحلة والنسبة الجنسية باستعمال البرنامج الإحصائي (SPSS 20) على مستوى ثقة 99%.

وصُمِّمت تجربة المستخلصات تصميم عشوائي كامل، وتمَّ تحليل نتائج جهاز الشمّ ذو الأذرع المتعددة باستعمال 2-way ANOVA(SPSS 20)، وحُسِب أقل فرق معنوي LSD على مستوى ثقة 99%.

3. تحليل المركبات الطيارة الناتجة من النبات المصاب والمركبات الطيارة الناتجة من يرقات *A.crataegi*:

حُسِبت النسبة المئوية لمساحة القمة وفق المعادلة التالية:

مساحة القمة لكل مركب= المساحة الأولية للقمة في المركبات الناتجة/المساحة الكلية لجميع المركبات ×100

حسبت قيمة RI(DB5) لمقارنة مع Damas حسب زمن الخروج وفق المعادلة التالية:

RI(DB5)= (((Compound RT– RT Alkan raw1)/(RT Alkan raw2– RT Alkan raw1))+(NO Alkan raw1))*100

4. التوصيف الجزيئي والقرابة الوراثية:

جمعت نتائج عملية التضخيم في جداول اعتماداً على مقارنة وجود أو غياب قطع DNA بين العينات التي جمعت من المواقع المختلفة على هلامة أغاروز 2% بعد إجراء الرحلان الكهربائي، حيث أعطي الرقم (1) عند وجود حزمة DNA والرقم (0) لعدم وجود الحزمة، وقد نظمت الجداول لكل بادئة على حده، وأجري التحليل الإحصائي باستعمال برنامج Popgene 32 الإحصائي. وتمت دراسة العلاقة الوراثية بين الطرز الوراثية المدروسة بتطبيق مصفوفة النسب المئوية لعدم التوافق Percent Disagreement Values (PDV)، ويتم إنشاء هذه المصفوفة وفقاً لعدد وحدات التضاعف المشتركة بينها، حيث أن ارتفاع قيم هذه المصفوفة يدّل على وجود اختلاف وراثي، وبازديادها يزداد التباين الوراثي بين الطرز المدروسة، ورسمت شجرة القرابة الوراثية (Dendrogram) بتطبيق متوسطات المجموعات الزوجية غير المتزنة Unweighted Pair Group Method with Arithmetic (UPGMA) Averaging.

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

أولاً. تربية المتطفل (L) *Apanteles glomeratus* على ثلاثة عوائل مخبرية مختلفة:

1. مصدر المتطفل الأم يرقات *A. crataegi* :

وضعت أنثى المتطفل الملقحة في جهاز Y-tube olfactometer أمام خيارين لدراسة مدى الاستجابة لعائلين هما *A. crataegi* و *G. mellonella* ، فوجد بأنّ متوسط عدد إناث المتطفل التي اتجهت نحو يرقة *A.crataegi* (8.2± 0.58) وبنسبة مئوية 82% ومتوسط عدد الإناث التي اتجهت نحو *G. mellonella* (1.8± 0.58) بنسبة مئوية 18% وكانت الفروق معنوية (T=7.76, df=8) (p-value>0.0001, p<0.01). الجدول (6).

الجدول (6). متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *A. crataegi* التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *G. mellonella*

	A. crataegi	*G. mellonella*
متوسط عدد الإناث	0.5831±8.2 b	0.5831±1.8 a
النسبة المئوية لعدد الإناث	82	18

قيمة T الحسوبة على مستوى ثقة 99% = 7.76: قيمة الدالة <0.01
تدل الحروف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

في التجربة الثانية: وضع في طرفي الأنبوب Y-tube olfactometer يرقة *A.crataegi* ويرقة *P.brassicae*، وبلغ متوسط عدد إناث المتطفل التي اتجهت نحو يرقة *A. crataegi* (0.86±7.8) بنسبة 78%، ومتوسط عدد الإناث التي اتجهت نحو *P.brassicae* (0.86±2.2) بنسبة 22%، وكانت الفروق معنوية (T=4.60, df=8) (p-value=0.0017, p<0.01). الجدول (7).

الجدول (7). متوسط إناث المتطفل الملقحة من *A. crataegi* التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *P.brassicae*

	A.crataegi	*P.brassicae*
متوسط عدد الإناث	0.86±7.8 b	0.86±2.2 a
النسبة المئوية لعدد الإناث	78	22

قيمة T المحسوبة على مستوى ثقة 99%= 4.60: قيمة الدالة <0.01
تدل الحروف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

أما في التجربة الثالثة: فقد بلغ متوسط عدد إناث المتطفل التي اتجهت نحو يرقة *G.mellonella* (0.51±3.6) بنسبة 36%، ومتوسط عدد الإناث التي اتجهت نحو *P.brassicae* (0.51±6.4)

بنسبة 64%، وكانت الفروق معنوية على مستوى ثقة 99%، عندما كان الخيارين للمتطفل *G.mellonella* و *P.brassicae* (T=3.88, df=8) (p-value=0.0047, p<0.01). الجدول (8).

الجدول (8). متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *A. crataegi* التي اتجهت نحو يرقات *G.mellonella* و *P.brassicae*

G.mellonella	*P.brassicae*	
0.51 ± 3.6 a	0.51± 6.4 b	متوسط عدد الإناث
36	64	النسبة المئوية لعدد الإناث

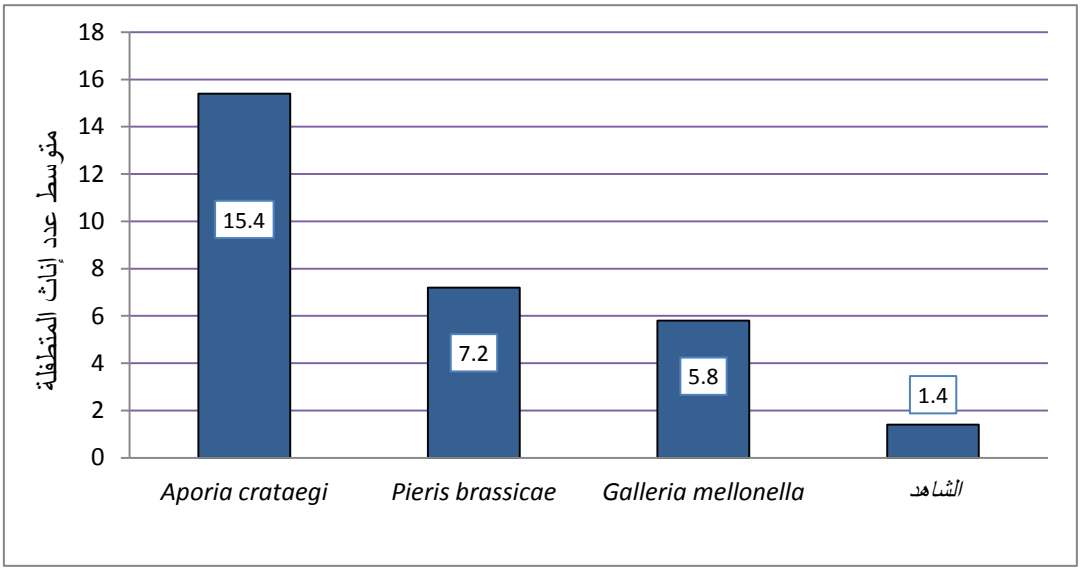
قيمة T المحسوبة على مستوى ثقة 99%= 3.88: قيمة الدالة <0.01
تدل الحروف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

في التجربة الرابعة: وضعت إناث المتطفل الملقحة الناتجة من يرقات *A. crataegi* في جهاز متعدد الأذرع أمام يرقات من ثلاثة أنواع مع الشاهد، وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول (9). الشكل (8).

الجدول (9). رد فعل إناث المتطفل الملقحة الناتجة من يرقات *A. crataegi*

الشاهد	***G. mellonella***	***P. brassicae***	***A. crataegi***	
1.4 c	5.8 b	7.2 b	15.40 a	**المتوسط Mean**
0.51	0.86	0.663	0.51	**الخطأ القياسي SE**
1.14	1.92	1.48	1.14	**الانحراف المعياري SD**
4.7	19.3	24	51.3	**النسبة المئوية لعدد الإناث**
LSD = 1.95				

تدل الأحرف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%



الشكل (8). متوسط توجه إناث المتطفل الملقحة التي مصدرها *A. crataegi* نحو يرقات *G.mellonella*، *P.brassicae* و *A.crataegi*

2. مصدر المتطفل الأم يرقات *P.brassicae*:

التجربة الأولى: استعملت يرقات *A.crataegi* ويرقات *P.brassica* لدراسة انجذاب المتطفل لها، فوجد أن متوسط عدد إناث المتطفل التي دخلت في الذراع الذي يحتوي على يرقة *P. brassicae* (6± 0.71) بنسبة 60%، ومتوسط عدد الحشرات التي فضلت الذراع الحاوي على يرقة *A. crataegi* (4± 0.71) بنسبة 40%، وكانت (T=2, df=8) (p-value=0.08, p>0.01) والفروق ظاهرية، كما هو موضح في الجدول (10).

الجدول (10). متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *P.brassicae* التي اتجهت نحو يرقات *P.brassica* و *A.crataegi*

P.brassicae	*A.crataegi*	
0.71 ±6	0.71±4	متوسط عدد الإناث
60	40	النسبة المئوية لعدد الإناث

قيمة T المحسوبة على مستوى ثقة 99%= 2: قيمة الدالة <0.01

التجربة الثانية: استعمل يرقات *P.brassica* مقابل يرقات *G.mellonella* وبلغ متوسط عدد إناث المتطفل التي دخلت في الذراع الذي يحتوي على يرقة *P. brassicae* (7.8 ±0.37)، بنسبة 78%، ومتوسط عدد الحشرات التي فضلت الذراع الحاوي على يرقة *G.mellonella* (2.2 ± 0.37)، بنسبة 22%، وكانت الفروق معنوية (T=10.58, df=8) (p-value<0.0001, p<0.01)، كما هو موضح في الجدول (11).

الجدول (11): متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *P.brassica* التي اتجهت نحو يرقات *P.brassica* و *G.mellonella*

P.brassicae	*G.mellonella*	
0.37±7.8 b	0.37±2.2 a	متوسط عدد الإناث
78	22	النسبة المئوية لعدد الإناث

قيمة T المحسوبة على مستوى ثقة 99%= 10.58: قيمة الدالة <0.01
تدل الحروف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

التجربة الثالثة: استعمل يرقات *A.crataegi* مقابل يرقات *G.mellonella* فكان متوسط عدد إناث المتطفل التي دخلت في الذراع الذي يحتوي على يرقة على *A.crataegi* (7.4 ±0.25)، بنسبة 74%، ومتوسط عدد الحشرات التي فضلت الذراع الحاوي على يرقة *G.mellonella* (2.6± 0.25)، بنسبة 26%، وكانت الفروق معنوية (T=3.86, df=8) (p-value<0.0001, p<0.01)، كما هو موضح في الجدول (12).

الجدول (12). متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *P.brassica* التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *G.mellonella*

A.crataegi	*G.mellonella*	
0.25 ± 7.4 b	0.25 ± 2.6 a	متوسط عدد الإناث
74	26	النسبة المئوية لعدد الإناث

قيمة T المحسوبة= 3.86: قيمة الدالة <0.01

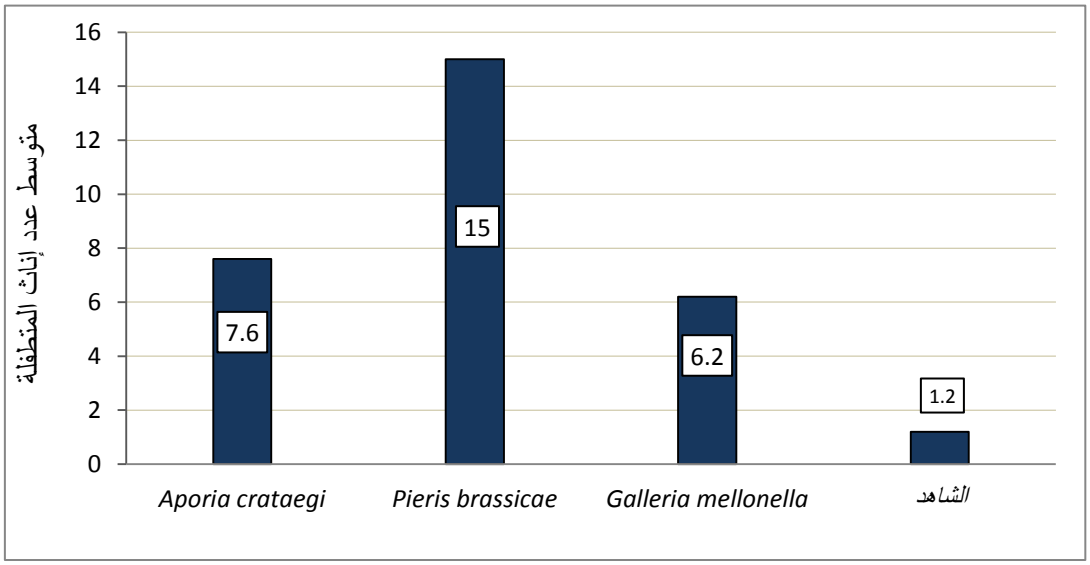
تدل الحروف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

التجربة الرابعة: وضعت إناث المتطفل الملقحة في جهاز متعدد الأذرع أمام يرقات من ثلاثة أنواع مع الشاهد، وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول (13). الشكل (9).

الجدول (13). رد فعل إناث المتطفل الملقحة الناتجة من يرقات *P.brassicae*:

الشاهد	*G.mellonella*	*P.brassicae*	*A. crataegi*	
1.2 c	6.2 a	15 b	7.6 a	المتوسط Mean
0.2	0.583	0.837	0.6	الخطأ القياسي SE
0.447	1.303	1.87	1.34	الانحراف المعياري SD
4	20.7	50	25.3	النسبة المئوية لعدد الإناث
LSD =1.7988				

تدل الأحرف المختلفة على وجود فروق معنوية



الشكل (9). متوسط توجه إناث المتطفل الملقحة من *P.brassicae* نحو يرقات *A.crataegi*، *P.brassicae* و *G.mellonella*

3. مصدر المتطفل الأم يرقات *G.mellonella*:

التجربة الأول: استعمل فيها يرقات *G.mellonella* ويرقات *P.brassicae*، فبلغ متوسط إناث المتطفل التي دخلت في الذراع الحاوي على يرقة *G.mellonella* (0.51±5.6) بنسبة 56%، ومتوسط

عدد الحشرات التي فضلت الذراع الذي يحتوي على يرقة *P.brassicae* (4.4 ± 0.51) بنسبة 44%، وكانت (T=1.66, df=8) (p-value=0.07, p>0.01) والفروق ظاهرية، كما هو موضح في الجدول (14).

الجدول (14): متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *G.mellonella* التي اتجهت نحو يرقات *P.brassicae* و *G.mellonella*

P.brassicae	*G.mellonella*	
0.51 ± 4.4	0.51 ± 5.6	متوسط عدد الإناث
44	56	النسبة المئوية لعدد الإناث

قيمة T المحسوبة على مستوى ثقة 99%= 1.66 : قيمة الدالة <0.01

التجربة الثانية: استعمل فيها يرقات *G.mellonella* ويرقات *A. crataegi* فكان متوسط عدد إناث المتطفل التي اختارت الذراع الذي يحتوي على يرقة *G.mellonella* (6 ±0.71) بنسبة 60%، ومتوسط عدد الإناث التي اختارت الذراع الذي يحتوي على يرقة *A.crataegi* (4±0.71) بنسبة 40%، وكانت (T=2, df=8) (p-value= 0.08, p>0.01) والفروق ظاهرية، كما هو موضح في الجدول (15).

الجدول (15): متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *G.mellonella* التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *G.mellonella*

A.crataegi	*G.mellonella*	
0.71±4	0.71± 6	متوسط عدد الإناث
40	60	النسبة المئوية لعدد الإناث

قيمة T المحسوبة= 2: قيمة الدالة <0.01

التجربة الثالثة: استعمل فيها يرقات *P.brassicae* ويرقات *A.crataegi*، فبلغ متوسط عدد إناث المتطفل التي اتجهت في الذراع الذي يحتوي على يرقة *P.brassicae* (5.8 ±0.37) بنسبة 58%، ومتوسط إناث المتطفل التي اتجهت نحو الذراع الذي يحتوي على يرقة *A.crataegi* (4.2 ±0.37) بنسبة 42%، وكانت (T=3.02, df=8) (p-value= 0.017, p>0.01) والفروق ظاهرية. كما هو موضح في الجدول (16).

الجدول (16): متوسط عدد إناث المتطفل الملقحة من *G.mellonella* التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *P.brassicae*

A.crataegi	*P.brassicae*	
0.37± 4.2	0.37± 5.8	متوسط عدد الإناث
42	58	النسبة المئوية لعدد الإناث

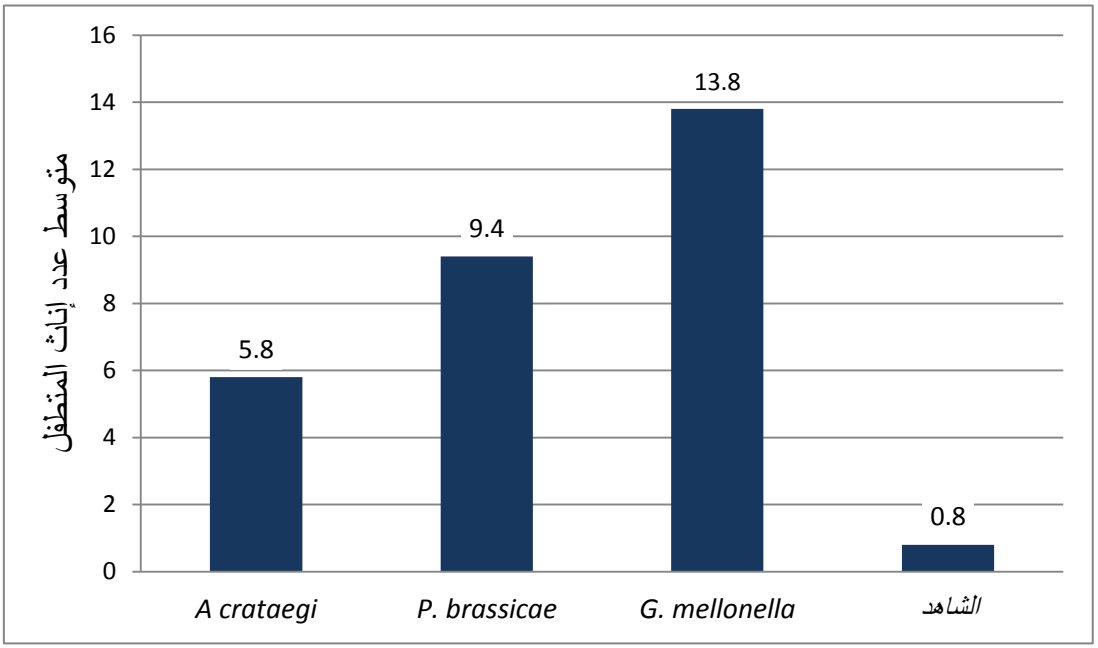
قيمة T المحسوبة على مستوى ثقة 99%= 3.02: قيمة الدالة <0.01

التجربة الرابعة: وضعت إناث المتطفل الملقحة في جهاز متعدد الأذرع أما يرقات من ثلاثة أنواع مع الشاهد، وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول (17). الشكل (10):

الجدول (17): رد فعل إناث المتطفل الملقحة الناتجة من يرقات *G.mellonella*

	A crataegi	*P. brassicae*	*G. mellonella*	الشاهد
المتوسط Mean	5.8 b	9.4 a	13.8 c	0.8 d
الخطأ القياسي SE	0.74	0.75	0.97	0.37
الانحراف المعياري SD	1.64	1.67	2.19	0.84
النسبة المئوية للعدد الإناث	19.3	31.3	46	2.7
LSD = 2.2131				

تدل الأحرف المختلفة على وجود فروق معنوية



الشكل (10): متوسط توجه الإناث الملقحة للمتطفل من *G.mellonella* نحو يرقات *A.crataegi*، *P. brassicae* و *G.mellonella*

أظهرت النتائج أنّ إناث المتطفل الملقحة أظهرت تفضيلاً عائلياً لليرقات التي رُبيّت عليها، وهذا يتوافق مع مبدأ هوبكنز لاختيار المضيف 'Hopkins' host selection principle' (HHSP) والتي تبرهن وجود تفضيل عائلي عند الكثير من الحشرات البالغة للأنواع المضيفة التي رُبيّت عليها كيرقات وأكدها (Barron, 2001) ، وتفشل الحشرات البالغة من *H. pallidus* في الحصول على المحفزات المنبعثة من المضيف عندما تعرضت لهذه الإشارات في مرحلة البلوغ (Du *et al.* 1997).

فكان التفضيل الأكبر لإناث المتطفل *A.glomeratus* في جميع الحالات لليرقات التي ربيت عليها ثم ليرقات *P.brassicae* التي تعد العائل الرئيسي له وهذا يتوافق مع ماذكره (Geervliet *et al*., 1996 ; Brodeur *et al*., 1998) أن المضيف المفضل للمتطفل *A.glomeratus* هو *P.brassicae*، وهنا يمكن القول أن هناك عوامل وراثية تلعب دوراً في اختيار العائل كما ذكر Leimar وأخرون (2006) كفراشة *Polygonia c-album* التي لديها عنصر وراثي لتفضيل العائل.

كما تلعب تربية المتطفَّل دوراً مهماً في خيار المتطفَّل تجاه العوائل الحشرية المضيفة له (McCall *et al*., 1993; Turlings *et al*., 1993)

وبالتالي يمكن التأكيد أن سلوك التوجه والاستجابة للعائل عند المتطفل مرتبط بالروائح المحفوظة في ذاكرته من بيئة عائله الذي رُبِيّ عليه، وبذلك تكون نتائج تطفله أفضل عند وجود نفس العائل وهذا موافق لما ذكره (Vet *et al*., 1995)، فترتبط إمكانية التعلم وحفظ الروائح بالعائل (Turlings *et al*., 1995).

وكانت نتائجنا مخالفة لما ذكره كل من Caubet و Jaisson (1991) إذ أن التفضيل العائلي للمتطفل لعائله يتم في مراحل التطور الأخيرة للمتطفل *Dinarmus basalis* وهو متطفل خارجي على يرقات خنافس Bruchidae الفاصولياء، أظهرت سلسلة من التجارب على مراحل متتالية من تطور المتطفل أن تفضيل المضيف يعتمد على عملية التعلم التي تحدث بعد الانسلاخ الأخير للمتطفل ولكن قبل أن يخرج من الحجرة تحت غلاف في الحبة. خلال هذه الفترة وهي بضع ساعات قد يتأثر المتطفل الفتي بالمحفزات من بقايا فضلات المضيف، وهنا يمكننا القول أن لكل متطفل سلوك تعلُّمي مختلف عن الأخر.

فتلعب مرحلة التربية الأولى للمتطفل الدور الأساسي في اختيار العائل المضيف والمضيف النباتي وهذا يتوافق مع الدراسة التي أجراها (Kester and Barbosa, 1991) على إناث *C.congregate* (Say) المُنبثِقة حديثاً من الكرز البري وهو نبات غير جاذب بطبيعته، فتستجيب الإناث إيجابياً للبحث عن الكرز البري، ويكون البحث عن الملفوف مثبط (نبات جاذب)، وبالتالي ترتبط استجابة البحث بعوامل تعلّيمية وتعديل للمستقبلات في مراحل تربية المتطفَّل.

وقد ذكر كل من Morris و Fellowes (2002) في دراسة أجرياها على المتطفل *Pachycrepoideus vindemiae* من pteromalid وهو طفيل عام داخلي على العذارى لكثير من

أنواع الذباب cyclorrhaphous. فضلت الإناث (غير الملقحة) من المتطفل التي انبثقت من الذباب المنزلي *Musca domestica* عذارى النوع الذي انبثقت منه وأخذت وقتاً كبيراً لقبول عذارى ذبابة الخل *Drosophila melanogaster* مقارنة مع الوقت الذي احتاجته لقبول عذارى *M.domestica* وبالعكس عندما أخذت إناث (غير الملقحة) من المتطفل انبثقت من *D.melanogaster*، لوحظ تفضيل الإناث عذارى النوع الذي انبثقت منها، وأخذت وقتاً كبيراً لقبول عذارى *M.domestica* مقارنة مع الوقت الذي احتاجته لقبول عذارى *D.melanogaster*، ويعود السبب للتفاعل بين المضيف وتجربة الانبثاق، كما لوحظ أن عدد الذكور كان أكبر عند المتطفل على غير العائل الأصل، وتشير هذه النتائج إلى دور أهمية التعلم في تحديد معدلات هجوم المتطفل (Morris and Fellowes, 2002).

ولكن في ظروف التربية الكتلية للمتطفلات يمكن في الجيل ماقبل الإطلاق الحقلي توجيهه نحو عائل محدد، فمثلاً لوحظ عند المتطفل *Hyssopus pallidus* على *Cydia pomonella* المربى بطريقة كتلية على بيئة صناعية انخفاض نسبة استجابة البحث من الطفيليات التي تمت تربيتها على نظام غذائي صناعي بالمقارنة مع تلك التي تربى على نظام غذائي طبيعي بمعدل 53.2٪. تمّ ترميم الاستجابة بالكامل في الطفيليات عند تربيتها عن النظام الغذائي الطبيعي لجيل واحد بشرط احتوائه على مركبات من الحشرة العائل والنبات المضيف. وهذا يدل على أن التغيير السلوكي له علاقة بعملية التعلم أثناء التطور (Gandolfi *et al*., 2003).

وهذا يثبت أن عملية التعلم وذاكرة الشم في المتطفل *A.glomeratus* تكتسب في مرحلة التطور الأولى للمتطفل وتستمر حتى ظهور الحشرات البالغة ووضع البيض على عائلها الذي ربيّت عليه بكفاءة أكبر، وبالتالي يمكن توجيه عملية التربية الكمية.

ثانياً. رد فعل المتطفل *A.glomeratus* تجاه مستخلص نبات اللّوز ومستخلص جسم يرقات فراشة اللوز الحرشفية *A.crataegi* :

1. رد فعل الإناث الملقحة للمتطفل تجاه مستخلص نبات اللّوز ومستخلص جسم يرقات *A.crataegi*:

1.1. رد فعل الإناث الملقحة للمتطفل تجاه مستخلص نبات اللّوز المصاب والسليم:

أظهرت الإناث الملقحة توجهاً نحو مستخلص النبات العائل المصاب D.HPLE بنسبة 76% من عدد الإناث الكلي ومتوسط 7.6± 1.14، بينما كان التوجه نحو النبات العائل السليم UD.HPLE بنسبة 24% من عدد الإناث الكلي ومتوسط 2.4± 1.14 وكانت الفروق معنوية (p-value= 0.00046 , df= 8, T= -7.211, p<0.01,). الجدول (18).

الجدول (18): متوسط توجه الإناث الملقحة نحو مستخلص النبات السليم ومستخلص النبات المصاب

	مستخلص النبات السليم UD.HPLE	مستخلص النبات المصاب D.HPLE
المتوسط Mean	1.14±2.4 b	1.14 ±7.6 a
النسبة المئوية	24	76

قيمة T المحسوبة على مستوى ثقة 99%= −7.211: قيمة الدالة <0.01

تدل الحروف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

1.2. رد فعل الإناث الملقحة للمتطفل تجاه مستخلص نبات اللّوز المصاب ومستخلص جسم اليرقات:

فضلت الإناث الملقحة مستخلص النبات المصاب عن مستخلص يرقات العائل بفروق معنوية في التجربة التي استعمل فيها مستخلص النبات العائل المصاب ومستخلص جسم اليرقات فكان متوسط عدد الإناث الملقحة التي اختارت النبات المصاب 6.2±0.84 بنسبة 62% من عدد الإناث الكلي ونحو مستخلص اليرقات 3.8 ±0.84 بنسبة 38% من عدد الإناث الكلي وكانت (P-value= 0.0019, df=8, T= 4.536, p <0.01). الجدول (19).

الجدول (19): متوسط توجه الإناث الملقحة نحو مستخلص جسم يرقات العائل ومستخلص النبات المصاب

	مستخلص اليرقات HLBE	مستخلص النبات المصاب D.HPLE
المتوسط Mean	0.84± 3.8 b	0.84±6.2 a
النسبة المئوية لعدد الإناث	38	62

قيمة T المحسوبة على مستوى ثقة99%= 4.536: قيمة الدالة <0.01

تدل الحروف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

1.3. رد فعل الإناث الملقحة للمتطفل تجاه مستخلص نبات اللّوز السليم ومستخلص جسم اليرقات:

وفي التجربة التي وضعت فيها الإناث الملقحة بين خياري مستخلص النبات السليم ومستخلص اليرقات كان تفضيل الإناث الملقحة نحو مستخلص اليرقات فكان متوسط عدد الإناث الملقحة التي اختارت مستخلص اليرقات 6.4±1.14 بنسبة 64% من عدد الإناث الكلي، والاتجاه نحو مستخلص النبات السليم بمتوسط 3.6±1.14 من عدد الإناث الكلي، ونسبة 36%، وكانت الفروق معنوية (p-value= 0.0047, T=-3.883, df= 8, p < 0.01). الجدول (20).

الجدول (20): متوسط توجه الإناث الملقحة نحو مستخلص النبات السليم ومستخلص جسم يرقات العائل

رقم المكرر	مستخلص اليرقات HLBE	مستخلص النبات السليم UD.HPLE
المتوسط Mean	1.14±6.4 b	1.14±3.6 a
النسبة المئوية لعدد الإناث	64	36

قيمة T المحسوبة على مستوى ثقة 99%= −3.883: قيمة الدالة <0.01

تدل الحروف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

1.4. رد فعل الإناث الملقحة للمتطفل تجاه مزيج مستخلص اليرقات مع النبات المصاب ومزيج النبات السليم واليرقات:

اتجهت الإناث الملقحة نحو مزيج مستخلص اليرقات مع النبات المصاب DPHLBE بمتوسط 0.84±8.8 ونسبة 88% من عدد الإناث الكلي ونحو مزيج النبات السليم واليرقات UDPHLBE بمتوسط 1.2± 0.84 ونسبة 12% من عدد الإناث الكلي (P<0.01, p-value <0.00001 df=8, T= 14.36) وكانت الفروق معنوية. الجدول (21).

الجدول (21): متوسط توجه الإناث الملقحة نحو مستخلص مزيج النبات السليم مع يرقات العائل ومستخلص مزيج النبات المصاب مع يرقات

	مستخلص النبات السليم مع اليرقات	مستخلص النبات المصاب مع اليرقات
المتوسط Mean	0.84 ±1.2 b	0.84±8.8 a
النسبة المئوية لعدد الإناث	12	88

قيمة T المحسوبة على مستوى ثقة 99%= 14.36: قيمة الدالة <0.01

تدل الحروف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

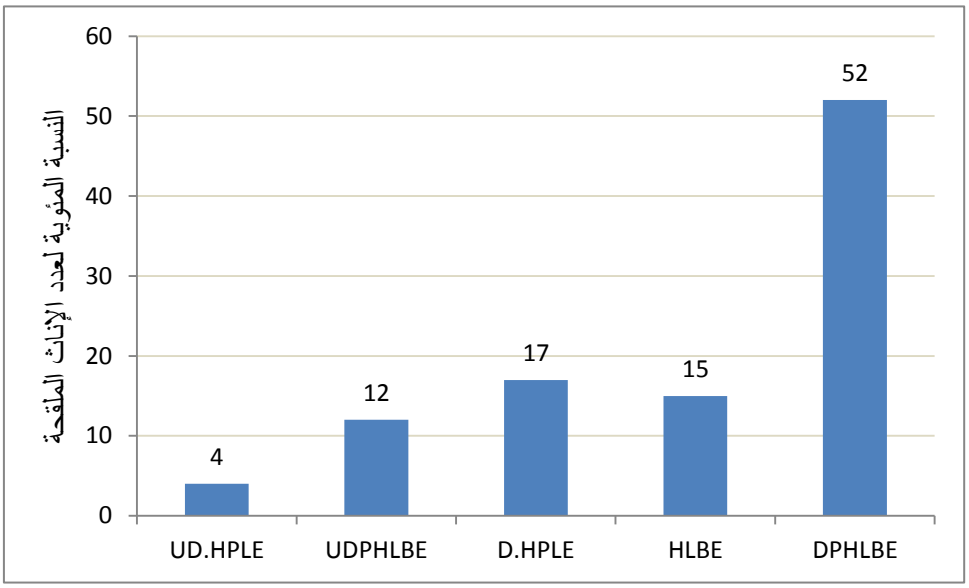
1.5. رد فعل الإناث الملقحة للمتطفل تجاه جميع المستخلصات في جهاز الشم متعدد الأذرع:

وفي تجربة جهاز الشّم متعدد الأذرع، حيث وضعت الإناث الملقحة أما جميع المستخلصات كانت النتائج كما هو موضح في الجدول (22). الشكل (11).

الجدول (22): متوسط عدد الإناث الملقحة التي انجذبت نحو المستخلصات

المستخلص	UD.HPLE مستخلص النبات السليم	UDPHLBE مستخلص النبات السليم مع اليرقات	D.HPLE مستخلص النبات المصاب	HLBE مستخلص اليرقات	DPHLBE مستخلص النبات المصاب مع اليرقات
المتوسط Mean	0.4 c	1.2 bc	1.7 b	1.5 b	5.2 a
الخطأ القياسي SE	0.245	0.374	0.245	0.4	0.49
الانحراف المعياري SD	0.248	0.837	0.548	0.894	1.095
% لعدد الإناث	4	12	17	15	52
LSD	1.064				

تدل الأحرف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%



الشكل (11): النسبة المئوية لتوجه الإناث الملقحة نحو مستخلص نبات سليم، مستخلص نبات مصاب، مستخلص جسم يرقات العائل، مزيج مستخلص النبات المصاب مع اليرقات ومزيج مستخلص نبات مصاب مع جسم يرقات العائل

فقد فضلت الإناث الملقحة مزيج مستخلص النبات العائل المصاب مع يرقات العائل بمتوسط عدد الإناث 1.1±5.2، ثم مزيج مستخلص النبات المصاب بمتوسط 0.548±1.7 أنثى، وكان تفضيلها لمستخلص يرقات العائل 1.5 ± 0.89، و توجهت لمزيج مستخلص النبات السليم واليرقات بنسبة أكبر من نسبة توجهها نحو مستخلص النبات السليم بمتوسط 0.84±1.2 و 0.25±0.4 على الترتيب. وهذا يتوافق مع ماذكره (Girling *et al.*, 2011) تكون استجابة المتطفل *C.vestalis* بشكل أكبر لمزيج مستخلص النبات المصاب ومستخلص اليرقات، كما ذكر (Li *et al.*, 2017) ينجذب كل من المتطفل

Diadegma semiclausum الذي يصيب يرقات *Plutella xylostella*، والمتطفل *Micropli smediator* الذي يصيب يرقات *Mamestra brassicae*، إلى النبات المصاب باليرقات بنسبة 87.5% من انجذابه للنبات غير المصاب، ويعتمد انجذاب المتطفلات نحو النبات المصاب على نوع الحشرة التي إصابته بينما يكون تأثير إصابة الحشرات العابر التي تسبب إصابة أولية على النبات تأثير طفيف.

توجهت الإناث الملقحة نحو النبات المصاب بسبب انتاج النبات لمواد كيميائية نتيجة الضرر الذي تلحقه به الحشرات، ومن الواضح أن إنبعاث هذه المواد تعطي معلومات أكثر ثقّة عن وجود العاشب وهويته (Steinberg *et al*., 1993).

توافقت النتائج مع دراسة (Turlings *et al*., 1991a)، حيث وجد أنّ بقايا frass لوحده أكثر جذب للمتطفل *C.marginiventris* من يرقات العائل لوحده والنبات المصاب أكثر جذب من اليرقات العائل لوحدها.

ومع دراسة (Steinberg *et al*.,1993) حيث يعتمد المتطفل *A.glomeratus* على المعلومات الكيميائية من يرقات العائل الحشري *P. brassicae* (مستوى غذائي ثاني) وغذائه الملفوف (المستوى الغذائي الأول) الذي يحقق استجابة المتطفل *A.glomeratus* من مسافات بعيدة نحو عائله، وكانت نباتات الملفوف السليمة أقل جذب لإناث المتطفل *A.glomeratus*، بينما كانت يرقات العائل *P.brassicae* مع منتجاتها (لعاب وحرير) أكثر جاذبية لإناث المتطفل ولكن أيضاً أقل جذب من النبات الملفوف المصاب باليرقات وكان مزيج النبات المصاب واليرقات أكثر قدرة على الجذب لإناث المتطفل، وتكون المركبات الكيميائية المنبعثة من الحشرات العاشبة أو نواتجها أقل أهمية للمتطفل *A.glomeratus* في سلوك بحثه عن الغذاء.

بينت النتائج استعمال الإناث الملقحة للمتطفل المواد النباتية المتطايرة نتيجة الإصابة الحشرية لتقودها إلى البيئة العامة حيث من المرجح أن تجد الحشرات الضارة (عائلها) الذي يتغذى على النبات. وبمجرد أن تصل هذه الطفيليات إلى هذه المنطقة، فتعتّمد الدبابير على مواد أكثر تحديداً مثل يقايا frass المضيف، والحرير، والإفرازات اللعابية (Turlings *et al*., 1991b; Steinberg *et al*., 1993; Cortesero *et al*., 1997; Rose *et al*., 1997) .

تقوم الإناث في اختبار التنفس Olfactometer Bioassays بعدّة خطوات قبل اختيار الاتجاه المفضل، تبدأ بتنظيف قرون الاستشعار ثمّ تأخذ الاتجاه المفضّل. ولكن بعد وصول إناث المتطفل إلى مصدر الرائحة المنبعثة من ورقة الترشيح، تعود إلى نقطة البدء بحثاً عن يرقات المضيف لوضع البيض. في بعض الأحيان تقوم الإناث الملقحة محاولة تحسس ورقة الترشيح المشربة بالرائحة، وهذا يتوافق مع (Seenivasagan *et al.*, 2009; Potting *et al.*,1999) فتميل إناث *C.plutellae* إلى العودة إلى نفس الموقع بعد أن واجهت منتجات المضيف أي إشارات تخص المضيف أو بعد وضع البيض.

2. رد فعل الإناث غير الملقحة للمتطفل تجاه مستخلص نبات اللّوز ومستخلص جسم يرقات *A.crataegi*:

2.1. رد فعل الإناث غير الملقحة للمتطفل تجاه مستخلص نبات اللّوز المصاب والسليم:

كانت الفروق ظاهرية في اختيار الإناث غير الملقحة بين مستخلص النبات السليم UD.HPLE ومستخلص النبات المصاب D.HPLE، فكان متوسط عدد الإناث غير الملقحة التي اتجهت نحو UD.HPLE 1.3±4.8، بنسبة 48 % من عدد الإناث الكلي، ونحو مستخلص النبات المصاب 1.3±5.2 بنسبة 52% من العدد الكلي للإناث (p-value=0.75, P<0.01, df=8, T=0.343). الجدول (23).

الجدول (23): متوسط توجه الإناث غير الملقحة نحو مستخلص النبات السليم ومستخلص النبات المصاب

	مستخلص النبات السليم UD.HPLE	مستخلص النبات المصاب D.HPLE
المتوسط Mean	1.3±4.8	1.3±5.2
النسبة المئوية	48	52

قيمة T المحسوبةعلى مستوى ثقة 99%= 0.343: قيمة الدالة <0.01

2.2. رد فعل الإناث غير الملقحة للمتطفل تجاه مستخلص نبات اللّوز السليم و مستخلص اليرقات:

وجد في تجربة المقارنة بين مستخلص النبات السليم UD.HPLE ومستخلص جسم اليرقات HLBE أنَّ الإناث غير الملقحة قد اتجهت نحو مستخلص النبات السليم بنسبة 72% من عدد الإناث الكلي وبمتوسط 0.84±7.2، بفروق معنوية عن متوسط الإناث غير الملقحة التي اتجهت نحو مستخلص اليرقات 0.84±2.8 بنسبة 28 % من العدد الكلي للإناث (P<0.01, df=8, T= -5.88, p- value= 0.0042). الجدول (24).

الجدول (24): متوسط توجه الإناث غير الملقحة نحو مستخلص النبات السليم ومستخلص جسم يرقات العائل

	مستخلص النبات السليم UD.HPLE	مستخلص اليرقات HLBE
المتوسط Mean	0.84±7.2 b	0.84±2.8 a
النسبة المئوية	72	28

قيمة T المحسوبة على مستوى ثقة 99%= −5.88: قيمة الدالة <0.01

تدل الحروف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

2.3. رد فعل الإناث غير الملقحة للمتطفل تجاه مستخلص نبات اللّوز المصاب ومستخلص جسم يرقات العائل:

اتجهت إناث المتطفل غير الملقحة في التجربة التي استعمل فيها مستخلص النبات المصاب ومستخلص اليرقات نحو مستخلص النبات المصاب بنسبة 60% من العدد الكلي لإناث وبمتوسط 0.71±6 ونحو المستخلص اليرقات بنسبة 40% من العدد الكلي لإناث بمتوسط 0.71±4 (P< 0.01, df=8, T= -3.16 , p-value= 0.009) وكانت الفروق معنوية. الجدول (25).

الجدول (25): متوسط توجه الإناث غير الملقحة نحو مستخلص النبات المصاب ومستخلص جسم يرقات العائل

	مستخلص النبات المصاب D.HPLE	مستخلص اليرقات HLBE
المتوسط Mean	0.71±6 b	0.71 ±4 a
النسبة المئوية	60	40

قيمة T المحسوبة على مستوى ثقة 99%= −3.16: قيمة الدالة<0.01

تدل الحروف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

2.4. رد فعل الإناث غير الملقحة للمتطفل تجاه مزيج مستخلص نبات اللّوز المصاب مع جسم اليرقات ومزيج مستخلص النبات السليم مع جسم يرقات العائل:

عند اختبار مزيج مستخلص النبات السليم مع اليرقات UDPHLBE مع مزيج مستخلص النبات المصاب واليرقات DPHLBE، لوحظ أنَّ توجه الإناث غير الملقحة كان بمتوسط 1.64±5.2، بنسبة 52% نحو مستخلص النبات السليم واليرقات، وبمتوسط 1.64±4.8 نحو مستخلص النبات المصاب واليرقات العائل بنسبة 48% وكانت الفروق ظاهرية (P<0.01, df=8, T= 0.272 , p-value = 0.0799). الجدول (26).

الجدول (26): متوسط توجه الإناث غير الملقحة نحو مزيج مستخلص نبات سليم مع جسم يرقات العائل ومستخلص النبات المصاب مع جسم يرقات العائل

	مزيج النبات المصاب واليرقات DPHLBE	مزيج النبات السليم واليرقات UDPHLBE
المتوسط Mean	1.64±4.8	1.64±5.2
النسبة المئوية	48	52

قيمة T المحسوبة على مستوى ثقة 99%= 0.272: قيمة الدالة <0.01

2.5. رد فعل الإناث غير الملقحة للمتطفل تجاه جميع المستخلصات في جهاز الشم متعدد الأذرع:

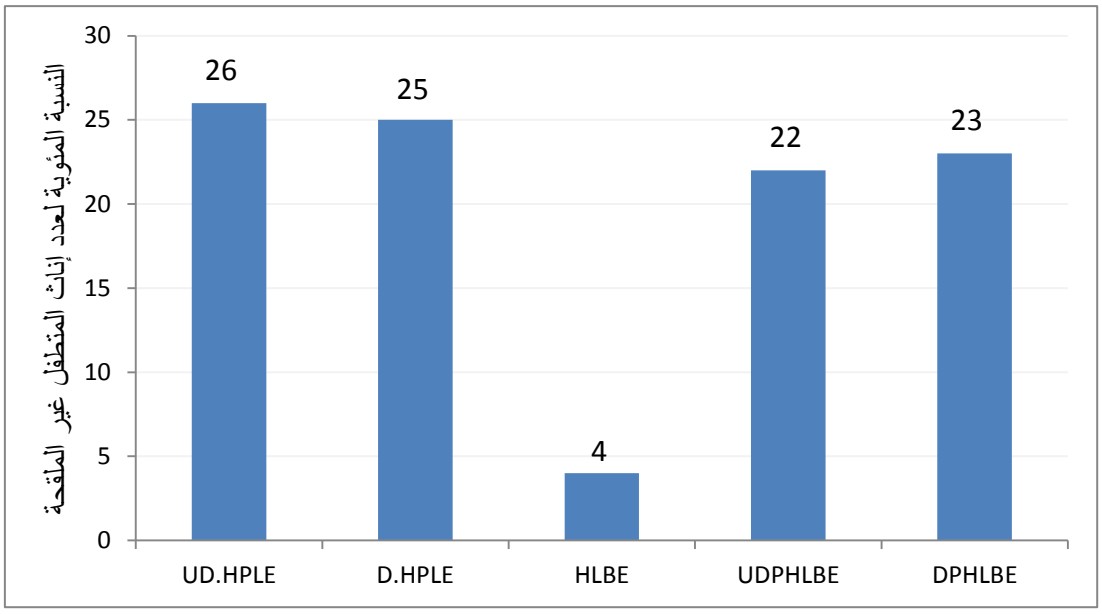
وجد عند اختبار جميع المستخلصات في جهاز الشّم متعدد الأذرع تفضيل الإناث غير الملقحة مستخلص النبات العائل السليم 2.6± 0.9 بنسبة 26%، ومستخلص النبات العائل المصاب 2.5 ±0.9 بنسبة 25%، وكان متوسط عدد إناث المتطفل التي اتجهت نحو مزيج مستخلص النبات السليم مع جسم يرقات العائل (UDPHBE) 2.2 ±0.84 بنسبة 22%، ومتوسط عدد إناث المتطفل التي اتجهت نحو مزيج مستخلص النبات المصاب مع جسم يرقات العائل (DPHBE) كان المتوسط 2.3± 0.55 بنسبة 23%، من عدد الإناث الكلي، حيث كانت الفروق بين المستخلصات ظاهرية على مستوى ثقة 99%.

بينما كانت الفروق بين المستخلصات السابقة مع مستخلص جسم يرقات العائل (HLBE) معنوية على مستوى ثقة 99%، فكان متوسط عدد إناث المتطفل التي اتجهت نحو مستخلص جسم يرقات العائل 0.4± 0.32 بنسبة 4% كما هو موضح في الجدول (27). الشكل (12).

الجدول (27): متوسط عدد إناث المتطفل غير الملقحة التي انجذبت نحو المستخلصات

المستخلص	UD.HPLE النبات السليم	D.HPLE النبات المصاب	HLBE جسم اليرقات	UDPHLBE النبات السليم+ اليرقات	DPHLBE النبات المصاب+ اليرقات
المتوسط Mean	2.6 a	2.5 a	0.4 b	2.2 a	2.3 a
الخطأ القياسي SE	0.4	0.4	0.245	0.374	0.245
الانحراف المعياري SD	0.894	0.894	0.319	0.837	0.548
% لعدد الإناث	26	25	4	22	23
LSD	1.0025				

تدل الأحرف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%.



الشكل (12): النسبة المئوية لتوجه الإناث غير الملقحة نحو مستخلص النبات المصاب، مستخلص النبات السليم، مستخلص جسم اليرقات، مستخلص مزيج نبات سليم مع جسم يرقات العائل ومستخلص النبات المصاب مع جسم يرقات العائل

وهذا يتوافق مع ماذكره كل من (Geervliet, 1997; Dicke *et al.*, 1998; Turlings and Fritzsche, 1999) حيث تُظهِر إناث المتطفِّل غير الملقحة تفضيل أكبر للمستخلصات النباتية المضيفة لعائلها الحشري والتي تقودها إلى العوائل المضيفة، حيث يمكن أن تجد الذكور، فتستعمل العديد من الطفيليات والحيوانات المفترسة infochemicals المنبعثة من بيئة العائل الحشري لها عند البحث عنه.

ولا تفضل الأنثى غير الملقحة للمتطفل Cotesia العائل الحشري، إنما يكون تفضيلها فقط للنبات الذي يتغذى عليه العائل (Turlings *et al.*, 1995)،

توافقت نتائج البحث مع (Potting *et al.*,1999; Seenivasagan and Paul, 2010)، كانت الإناث غير ملقحة أكثر استجابة وأسرع توجه نحو مستخلص النبات مقارنةً بمستخلص جسم اليرقات. يلعب تأثير البيئة المحلية للحشرة دوراً مهماّ في تحديد المسافة التي يبعد فيها العائل (Vet and Dicke, 1992).

يكون وجود المحفزات المنبعثة من النبات المصاب مؤشراً عن وجود الحشرة العائل للمتطفِّل ولكن وجود النبات العائل لا يعني بالضرورة وجود الآفة، ولكن في بعض الأحيان تتواجد المحفزات المنبعثة عن النبات العائل نتيجة تغذية الآفة ولا يكون العائل موجود (Vet and Dicke, 1992)، ولكي يتجاوز

المتطفل هذه المشكلة يتّجه نحو الروائح المنبعثة من العائل النباتي لحشرة والروائح المنبعثة من العائل الحشري .(Dicke, 1999a, b; Fatouros *et al*., 2005; Tamò *et al*., 2006)

كما يمكنها التميز بين الروائح المنبعثة من النبات نتيجة الضرر الميكانيكي والروائح المنبعثة نتيجة الضرر من العائل (Dicke, 1999a).

كان العامل الأساسي لجذب الإناث غير الملقحة للمتطفل *A. glomeratus* العائل النباتي المضيف لعائلها، وكانت النباتات المصابة مع المركبات المنبعثة من اليرقات عامل مهم لجذب الإناث الملقحة وبالتالي فإن دراسة التركيب الكيميائي لهذه المركبات خطوة ضرورية ليتم استعمالها في مكافحة *A. crataegi*.

3. رد فعل ذكور المتطفل تجاه جميع المستخلصات في جهاز الشم متعدد الأذرع:

في التجربة التي تم استعمال فيها ذكور حديثة الانبثاق كانت النتائج كالتالي:

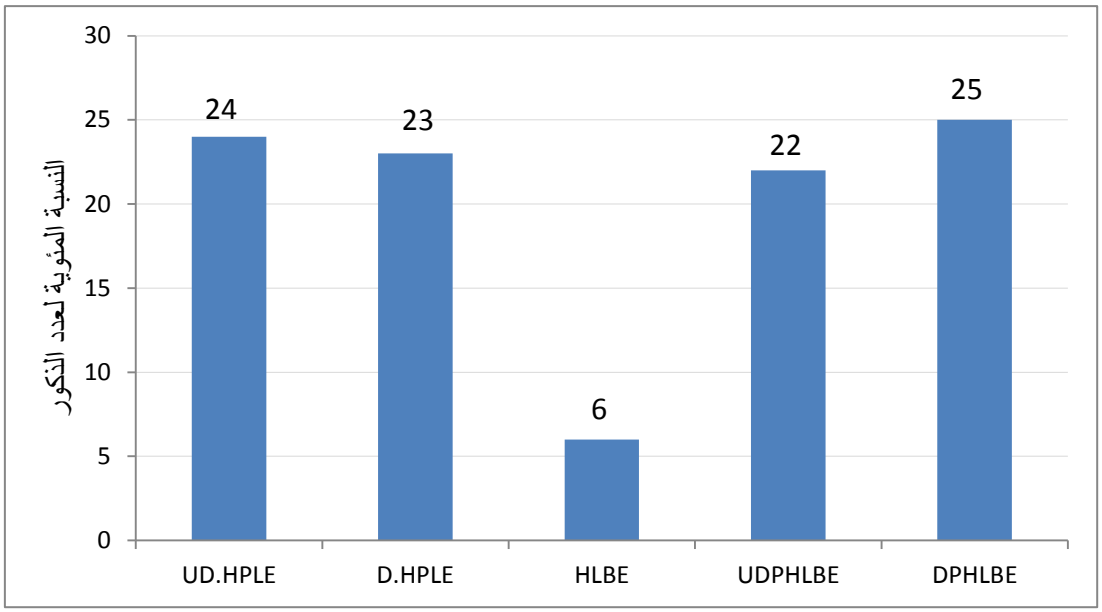
الجدول (28): متوسط عدد ذكور المتطفل التي انجذبت نحو المستخلصات:

	UD.HPLE نبات عائل سليم	D.HPLE نبات عائل مصاب	HLBE جسم اليرقات	UDPHLBE نبات سليم+يرقات	DPHLBE نبات مصاب+ يرقات
المتوسط Mean	2.4 a	2.3 a	0.6 b	2.2 a	2.5 a
الخطأ القياسي SE	0.32	0.15	0.344	0.357	0.27
الانحراف المعياري SD	0.564	0.412	0.532	0.677	0.512
% لعدد الذكور	24	23	6	22	25
LSD	1.101				

تدل الأحرف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

أظهرت النتائج وجود فروق ظاهرية بين مستخلصات النبات السليم والمصاب بالإضافة للنبات السليم مع اليرقات ومستخلص النبات المصاب مع اليرقات. الشكل (13).

بينما كانت الفروق معنوية بين المستخلصات السابقة ومستخلص جسم اليرقات.



الشكل (13). النسبة المئوية لتوجه الذكور نحو مستخلص النبات المصاب، مستخلص النبات السليم، مستخلص جسم اليرقات، مستخلص مزيج نبات سليم مع جسم يرقات العائل ومستخلص النبات المصاب مع جسم يرقات العائل

تنجذب الذكور نحو مستخلص النبات بغض النظر عم إذا كان مصاب أو غير مصاب، فهي تنقاد إلى أماكن تغذية الإناث ومكان وضع البيض وهذا موافق لما ذكره كل من (Kugimiya *et al*., 2010; Ruther and Steidle, 2000; Godfray ans Cook, 1997) فبالإضافة للدور الذي تلعبه الكيرمونات النباتية في جذب المتطفل، فلها دوراً مهماً في الاتصال الجنسي للمتطفلات.

وبالتالي يمكن القول أن التفاعل في النظام الغذائي الثلاثي (نبات– آفة– متطفل) يخضع لمواد كيميائية يفرزها النبات نتيجة تغذية الآفة تجذب إناث المتطفل الملقحة من مسافات بعيدة للبحث عن الآفة لأنها إشارات موثوقة عن وجود الآفة، بعدها تبدأ أنثى المتطفل بتتبع إشارة الآفة للوصول إليها ووضع البيض. وتنجذب كل من إناث المتطفل غير الملقحة والذكور لمصدر النبات العائل للآفة بغض النظر عن وجود إصابة أما لا، فهي إشارات جذب الجنسين للتزاوج.

ثالثاً. دراسة قدرة المتطفل *A.glomeratus* في التمييز بين الأعمار اليرقية المختلفة *A.crataegi* وبين نباتات اللوز المصابة بأعمار يرقية مختلفة:

1. انجذاب إناث المتطفل الملقحة نحو مستخلص الأعمار اليرقية المختلفة من حشرة *A. crataegi*:

عند دراسة انجذاب إناث المتطفل الملقحة نحو مستخلص الأعمار اليرقية المختلفة من حشرة *A. crataegi* أظهرت التجربة بأنّ أنثى المتطفل الملقحة تنجذب نحو مستخلص يرقات العمر الأول بمتوسط (5.2 ±1.3)، بنسبة 52% من عدد الإناث المستخدمة في التجربة، ونحو مستخلص يرقات العمر الثاني بمتوسط (4±1.4) بنسبة 40% وكانت الفروق ظاهرية على مستوى ثقة 99% بين مستخلص العمر الأول والثاني، بينما كانت الفروق معنوية مع كل من مستخلص يرقات العمر الثالث (0.6±0.55)، بنسبة 6% والعمر اليرقي الرابع (0.2±0.45)، بنسبة 2% ويرقات العمر الخامس(0). الجدول (29).

الجدول (29): انجذاب إناث المتطفل *A.glomeratus* الملقحة نحو مستخلص أعمار يرقية مختلفة للفراشة *A. crataegi*

العمر اليرقي	العمر اليرقي الأول	العمر اليرقي الثاني	العمر اليرقي الثالث	العمر اليرقي الرابع	العمر اليرقي الخامس
المتوسط Mean	a 5.2	a 4	b 0.6	b 0.2	b 0
الخطأ القياسي SE	0.583	0.633	0.245	0.2	0
الانحراف المعياري SD	1.304	1.414	0.548	0.447	0
النسبة المئوية	52	40	6	2	0
LSD	1.209				

تدل الأحرف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

فضل المتطفل مستخلص يرقات العمر الأول والثاني على مستخلص باقي الأعمار اليرقية، وهذا يتوافق مع ماذكره (Geervliet *et al*., 1996) حيث يُظهر المتطفل *A.glomeratus* خلال بحثه عن العائل تفضيل ليرقات العمر الأول على يرقات العمر الخامس، كما يتوافق مع ماذكره (Van Driesche *et al*., 2003) بأنّ المتطفل *A.glomeratus* يفضل العمر اليرقي الأول والثاني لليرقات *P.napi*. وتوافقت نتائجنا مع نتائج (Steinberg *et al*., 1992) حول تفضيل الإناث الملقحة للمتطفل *A.glomeratus* يرقات *P. brassicae* بأعمار (4–5) أيام بنسبة 90–94%

وهذا يؤكّد بأن المتطفل *A.glomeratus* لديه القدرة على التمييز بين المركبات Synomones أو الكيرمون الناتج عن أعمار مختلفة لحشرة العائل قبل الاقتراب من النبات أو مصدر الرائحة فالمتطفل

A.glomeratus لديه القدرة على التمييز بين الأعمار اليرقية المختلفة للعائل *P.brassicae* من دون أن يحدث تلامس مع اليرقات وهذا لا يحدث نتيجة المركبات Synomones المنتجة من النبات أنما يكون نتيجة المركبات المنبعثة من يرقات العائل (Mattiacci and Dicke, 1995a).

2. انجذاب إناث المتطفل الملقحة نحو مستخلص نباتات اللوز المصابة بأعمار يرقية مختلفة من *A.crataegi*:

في التجربة التي استعمل بها مستخلص نبات اللوز المصاب بأعمار يرقية مختلفة من فراشة *A. crataegi*، وجد أنَّ إناث المتطفل انجذبت نحو مستخلص النبات المصاب بأي عمر دون وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%. الجدول (30).

الجدول (30): انجذاب إناث المتطفل *A.glomeratus* نحو مستخلص نبات اللوز المصاب بأعمار يرقية مختلفة للفراشة *A. crataegi*

العمر اليرقي	نبات مصاب بيرقات العمر الأول	نبات مصاب بيرقات العمر الثاني	نبات مصاب بيرقات العمر الثالث	نبات مصاب بيرقات العمر الرابع	نبات مصاب بيرقات العمر الخامس
المتوسط Mean	1.8	2	1.8	2.2	2.2
الخطأ القياسي SE	0.374	0.447	0.2	0.374	0.2
الانحراف المعياري SD	0.84	1	0.45	0.84	0.45
النسبة المئوية	18	20	18	22	22

لا يوجد فروق معنوية على مستوى ثقة 99%: LSD = 1.3467

وهذا يتوافق مع ذكره (Mattiacci and Dicke, 1995b) فعند استعمال نباتات الخردل الزيتي المصاب بالأعمار اليرقية من العمر اليرقي الأول حتى العمر اليرقي الخامس ضمن جهاز الاختبار الثنائي وُجِدَ أن نشاط الدبور متساوي في جميع الأعمار. أُعيدت التجربة باستعمال نباتات مصابة بيرقات أخرى بأعمار أخرى كانت استجابة المتطفل نفسها، ولكن عندما يتعرض المتطفل لتكرّار التجربة على نباتات مصابة بأعمار يرقية مختلفة تزداد قُدرتِه التمييزية. والوقت الذي استغرقه المتطفل في البحث على الورقة المصابة بالعمر الأول كان أكبر بشكل معنوي عن الوقت الذي يقضيه في البحث على الورقة المصابة بالعمر الخامس أو الأوراق المصابة بشكل ميكانيكي، فلا تستطيع أنثى المتطفل التمييز بين النباتات المصابة بأعمار يرقية مختلفة في جهاز اختبار الشم وكانت تنجذب للنبات المصاب بغض النظر عن العمر اليرقي الذي أصابه.

يمكن أنَ يعود السبب إلى أن المركبات المنبعثة من النبات المصاب بأعمار يرقية مختلفة متقاربة، كما أشار (Gouinguené *et al*., 2003) إلى أنه لم تكن هناك فروق في المركبات المنبعثة من نبات الذرة المصاب بالأعمار اليرقية المختلفة لحشرة *S. littoralis*.

لم تتوافق نتائج البحث مع ما وجده (Takabayashi *et al*., 1995) فقد انجذب المتطفل *C.kariyai* بنسب مختلفة نحو أوراق الذرة المصابة بأعمار يرقية مختلفة لحشرة *Pseudaletia separata*.

وكانت نتائج البحث مخالفة لما ذكرها (Turlings *et al*., 2000) حيث ينجذب المتطفل *Microplitis rufiventris* للنباتات المصابة بالعمر اليرقي الثاني والثالث.

فتستجيب الإناث البالغة للمتطفل *A.glomeratus* لإشارات الكيميائية المرافقة لتغذية يرقات *P.brassicae* على عائلها النباتي، فهي تستعمل الإشارات الكيميائية (المركبات العضوية الطيارة المنبعثة) خلال عملية اختيار العمر الأكثر ملائمة من العائل الحشري، لوحظ عند مراقبة حركة أعضاء المتطفل على نباتات مصابة بأعمار يرقية مختلفة ومفرزات اليرقات والحرير المفرز من العمر الأول حتى الخامس وجود عدَّة إشارات تؤثر على استمرار البحث بعد الوصول إلى الورقة: هي إشارات موجودة على حافة منطقة التغذية وإشارات على مفرزات العائل وحرير اليرقة، فكانت شدة تحفيز سلوك البحث عند المتطفل أكبر بشكل معنوي عند الإصابة بيرقات العمر الأول مقارنة بالعمر اليرقي الخامس (Mattiacci and Dicke, 1995b).

يربط المتطفل بسهولة بين المحفزات من النبات والمحفزات من العائل الحشري، خلال عملية وضع البيض على العائل أو التلامس مع العائل المنتج للروائح ويأخذ معلومات موثوقة عن مكان العائل (Turling *et al*., 1993).

يتعلم المتطفل بعض الاشارات للتمييز بين النبات المصاب من نوع حشري معين والمركبات الطيارة من نبات مصاب بأنواع حشرية أخرى، ولكن لا توجد دراسات ما إذا كان المتطفل قادر على تعلم المركبات الطيارة من أعمار يرقية مختلفة للعاشب (Eller *et al*., 1992). بعد وضع البيض من قبل المتطفل*A.glomeratus* في العائل يبقى على الورقة المصابة باحثاً عن عوائل أخرى، وهذا يعتمد على المعيشة الجماعية ليرقات العائل (Wiskerke and Vet, 1994). تبقى إناث المتطفل على الأوراق

المصابة بالعمر الأول حولي 20 ثانية وعلى الأوراق المصابة بالعمر الخامس 4 ثانية، فالمتطفل لديه القدرة على التمييز بين منتجات الأعمار اليرقية المختلفة (Mattiacci and Dicke, 1995a)، تدل بعض الدراسات على وجود إشارات كيميائية موجودة في مفرزات اليرقة تختلف من عمر يرقي لأخر وهي عوامل مهمة في التميز بين الأعمار اليرقية بالنسبة للمتطفل (Mattiacci and Dicke, 1995b)، يلجأ المتطفل للمعلومات الكيميائية التي هي معلومات أكثر دقّة عن عمر العائل وإذا كان قد تعرض للهجوم قبلاً (Wiskerke *et al*., 1993)

استطاع المتطفل التمييز بين الأعمار اليرقية المختلفة للفراشة *A.crataegi*، وانجذب نحو مستخلص نبات اللوز المصاب بغض النظر عن العمر اليرقي الذي أحدث الإصابة، واستطاع التمييز بين مستخلصات الأعمار اليرقية المختلفة فحقق مستخلصات يرقات العمر الأول والثاني أكبر نسبة لجذب المتطفل.

رابعاً. دراسة خصائص التطفل للمتطفل *A.glomeratus* على ثلاث عوائل:

1. نسبة التطفل للمتطفل *A.glomeratus* على ثلاثة عوائل مخبرياً:

أظهرت التجارب وجود فروق معنوية بين متوسط نسبة تطفل *A.glomeratus* على العوائل الثلاثة، فكانت أعلى نسبة تطفل على *P.brassicae* وبلغت 88% بفروق معنوية مع نسبة التطفل على *A.crataegi* التي بلغت 52% وكانت أقل نسبة تطفل على *G.mellonella* وبلغت 14% بفروق معنوية مع العائلين السابقين. الجدول (31)، توافق النتيجة مع ماذكره (Brodeur *et al*., 1998) بأن لدى المتطفل *A.glomeratus* القدرة على التطوّر مخبرياً في ثلاثة أنواع من يرقات Pieris ولكن أعلى نسبة كانت على *P.brassicae* والمتوسطة على *P.rapae* وأدنى على *P.napi*.

الجدول (31): نسب التطفل المخبرية للمتطفل *A.glomeratus* على ثلاثة أنواع من العوائل الحشرية

الحشرات المستخدمة	التطفل على اليرقات		نسبة التطفل %
	عدد اليرقات في كل مكرر	متوسط عدد اليرقات المتطفل عليها	
G. mellonella	50	0.39 ±7	0.98 ±14a
P. brassicae	50	1.22 ±44	2.45 ± 88 b
A.crataegi	50	0.98±26	1.95 ±52 c

LSD = 1.125 على مستوى ثقة 99%، تدل الأحرف المختلفة على وجود فروق معنوية

ترجع نسبة التطفل العالية للمتطفّل *A.glomeratus* على يرقات *P. brassicae* لأنها اليرقات التي تمت تربية المتطفل عليها كما وتعد *P.brassicae* العائل الرئيسي له وهذا يتوافق مع ماذكره (Brodeur *et al*., 1998; Geervliet *et al*.,1996)

وقد أظهرت تجارب (Van Driesche *et al*., 2003) وجود توافق جزئي بين المدى العائلي حقلياً ومخبرياً، فيفضل *A.glomeratus* في اختبارات الاختيار ليرقات *P.napi* على يرقات *P.rapae* مخبرياً رغم أنه يربى بنجاح على *P.rapae*. ولم يُظهِر المتطفل *C.rubecula* أي تفضيل في اختبار (no-choice test) ليرقات *P.napi* مقابل اليرقات *P.rapae* ولكن في تجارب الاختيار(choice test) بينهما فضل *P.napi* وثبت حقلياً أنّ هذا المتطفل يفضل مهاجمة *P.napi* بخمسة أضعاف من مهاجمته ليرقات *P. rapae*.

2. متوسط عدد يرقات المتطفل في كل يرقة عائل متطفل عليها في العوائل الثلاثة:

كان متوسط عدد يرقات المتطفل التي ظهرت كلياً أو جزيئاً من كل يرقة *P. brassicae* (24.7 ± 2.54) بنسبة 49.4% ومتوسط عدد يرقات المتطفل التي خرجت كلياً أو جزئياً من يرقات *A. crataegi* (19.8±1.14) بنسبة 39.6% ومتوسط عدد يرقات المتطفل التي خرجت كلياً أو جزئياً من يرقات *G. mellonella* (9.2 ± 0.952) ونسبة 18.4% بفروق معنوية بين الأنواع الثلاثة فكانت أعلى نسبة لمتوسط عدد يرقات المتطفل التي خرجت من يرقات العائل بشكل كلي أو جزئ عند *P. brassicae* ثم *A. crataegi* ثم *G. mellonella*. الجدول (32).

الجدول (32): متوسط عدد يرقات المتطفل *A.glomeratus* التي خرجت بشكل جزئي أو كلي من يرقات ثلاثة أنواع من العوائل الحشرية

الحشرات المستخدمة	متوسط عدد يرقات المتطفل في كل يرقة	الحد الأدنى	الحد الأعلى
G. mellonella	0.952 ± 9.2 a	2	18
P. brassicae	2.54 ± 24.7 b	10	56
A. crataegi	1.41± 19.8 c	8	33

LSD = 1.1682على مستوى ثقة 99%، تدل الأحرف المختلف على وجود فروق معنوية

وبالتالي نجد أن الأنثى الواحدة قد تضع مايزيد عن 56 بيضة في يرقات *P. brassicae* و مايزيد عن 18 بيضة في يرقات *G.mellonella*، وما يزيد عن 33 بيضة في يرقات *A.crataegi* وهذا مخالف لم ذكره (Le Masurier, 1991) تضع أنثى المتطفل *A.glomeratus*بين 20−21 بيضة في كل يرقة من *P.brassicae* وتكون نتيجتنا أقرب لِمَ ذكره (Gaines and Kok, 1999) حيث تضع أنثى المتطفل *A.glomeratus* مابين 2− 60 بيضة في *P.rapae*، وتوافقت مع (Mattiacci and Dicke, 1995a) الذي ذكر أن المتطفل يضع بين 16−52 بيضة في كل يرقة عائل. كما لم يلاحظ تعرض العائل لوضع البيض من قبل أكثر من أنثى للمتطفل وهذا مخالف لما ذكره (Sato, 1980) بأنَّه يمكن أن تتعرض يرقة عائل واحد للتطفل من قبل أكثر من أنثى.

3. عوامل الموت الطبيعي عند المتطفل *A.glomeratus* خلال مراحل تطوره:

3.1. موت اليرقات خلال خروجها من يرقة العائل (الفشل في الخروج من العائل):

كانت الفروق ظاهرية على مستوى ثقة 99% في النسبة المئوية لعدد يرقات المتطفل التي فشلت في الخروج من العائل بين المتطفلات المربّاة على *P. brassicae*، حيث بلغت 17.9 % وبين المتطفلات

المربّاة على *A. crataegi* التي بلغت 16.65% ومعنوية مع المتطفل المربى على *G. mellonella* التي بلغت 21.8%، وكانت نسبة الموت لليرقات في هذه المرحلة أعلى في هذا العائل، وذكر (Brodeur *et al*., 1998) أن نسبة الموت في اليرقات للمتطفل *A.glomeratus* التي لم تخرج بلغت بين (2.7 و 8.1) % في ثلاثة أنواع من جنس Pieris. الجدول (33).

الجدول (33): النسبة المئوية لعدد يرقات المتطفل *A.glomeratus* التي فشلت بالخروج من يرقات ثلاثة أنواع من العوائل الحشرية

الحشرات المستخدمة	متوسط الفشل في الخروج من العائل من كل يرقة عائل متطفل عليها	العدد الكلي لليرقات التي خرجت بشكل جزئي أو كلي	العدد الكلي لليرقات التي فشلت بالخروج	النسبة المئوية للفشل في الخروج
G. mellonella	0.3 ±2	193	42	1.23 ± 21.8 a
P. brassicae	0.5± 4.5	3260	583	1.06±17.9 b
A. crataegi	0.3± 3.3	1544	257	1.1± 16.65 b

LSD = 1.35 على مستوى ثقة 99%، تدل الأحرف المختلفة على وجود فروق معنوية.

3.2. فشل يرقات المتطفل في لف الشرنقة:

كانت الفروق ظاهرية في النسبة المئوية لليرقات التي فشلت في لف الشرنقة عند تربية المتطفل على ثلاثة عوائل، فكانت 13.9% عند تربية المتطفل على يرقات *G.mellonella*، و14.83% عند تربية المتطفل على يرقات *P.brassicae*. وهذا مخالف لما ذكره (Gu *et al*., 2003) فتتعذر نسبة صغيرة من يرقات المتطفل على *P. brassicae* في ظروف المختبر، أما نسبة يرقات المتطفل التي فشلت في لف الشرنقة عند تربيته على يرقات *A.crataegi* فكانت 12.74% وذلك على مستوى ثقة 99%، وهذا موافق لنسبة الفشل في لف الشرنقة عند (Brodeur *et al*., 1998) والتي بلغت بين (3.0−11.5) % على ثلاثة أنواع من جنس Pieris. الجدول (34).

الجدول (34): النسبة المئوية لعدد يرقات المتطفل *A.glomeratus* التي فشلت في لف الشرنقة من يرقات ثلاثة أنواع من العوائل الحشرية

الحشرات المستخدمة	العدد الكلي ليرقات المتطفل التي خرجت بشكل كلي	متوسط الفشل في لف الشرنقة من كل يرقة عائل متطفل عليها	العدد الكلي لليرقات التي فشلت بلف الشرنقة	النسبة المئوية لليرقات التي فشلت بلف الشرنقة
G. mellonella	151	0.45± 1	21	1.3±13.9
P. brassicae	2677	0.3± 3	397	1.56±14.83
A. crataegi	1287	0.4± 2.1	164	0.98 ±12.74
LSD				3.66

لا توجد فروق معنوية على مستوى ثقة 99%.

3.3. موت عذارى المتطفل داخل الشرنقة:

أما يرقات المتطفل التي نجحت في لف الشرنقة فقد حدث لبعضها الموت خلال طور العذراء لأسباب لم تحدّد، وكانت الفروق ظاهرية في نسبة موت العذارى للمتطفل المربّى على يرقات ثلاثة عوائل فكانت 23.31% عند المتطفل المربّى على *G. mellonella* و23.16% للمتطفل المربّى على يرقات *P.brassicae* و20.84% للمتطفل المربّى على يرقات *A. crataegi* على مستوى ثقة 99%. الجدول (35). وكانت نسب موت العذارى داخل الشرانق أقل من نسب موتها عند (Brodeur *et al*., 1998)، حيث ذكر أنّ نسبة موت العذارى للمتطفل *A.glomeratus* (25– 32– 36.1) % في ثلاثة أنواع من Pieris.

الجدول (35): النسبة المئوية لعدد عذارى المتطفل *A.glomeratus* الميتة من يرقات ثلاثة أنواع من العوائل الحشرية

الحشرات المستخدمة	العدد الكلي لليرقات التي نجحت في لف الشرانق	متوسط الموت في الشرانق من كل يرقة عائل متطفل عليها	العدد الكلي لشرانق المتطفل التي ماتت فيها العذارى	النسبة المئوية للعذارى الميتة
G. mellonella	130	0.15 ±2	42	1.34 ±23.31
P. brassicae	2280	0.5 ±4	528	1.4 ±23.16
A. crataegi	1123	0.5 ±3	234	0.95 ±20.84
LSD				4.1535

لا يوجد فروق معنوية على مستوى ثقة 99%

4. نسبة التطفل للمتطفل على ثلاثة عوائل وفق معادلة (Brodeur *et al*., 1998):

كانت أقل نسبة تطفّل وفق معادلة (Brodeur *et al*., 1998) للمتطفل على يرقات *G.mellonella* وبلغت 45.6% وذلك بفروق معنوية مع كل من نسبة التطفل على *P. brassicae* التي بلغت 53.74 % ونسبة التطفل على *A. crataegi* التي بلغت 57.58% التي كانت أعلاها وذلك على مستوى ثقة 99%. الجدول (36).

الجدول (36): نسبة تطفل *A.glomeratus* على ثلاثة عوائل وفق مقترح (Brodeur *et al*., 1998)

الحشرات المستخدمة	عدد الكلي الحشرات الكاملة للمتطفل التي انبثقت	نسبة التطفل وفق معادلة (Brodeur *et al*., 1998)
G.mellonella	88	2.43 ±45.6 a
P. brassicae	1752	3.21 ±53.74 b
A. crataegi	889	3.86 ±57.58 b
LSD		5.86

تدل الأحرف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99%.

بالتالي فإن نسبة البقاء على قيد الحياة للمتطفل *A.glomeratus* اختلفت باختلاف العائل الحشري الذي ربيت عليه. وأظهرت النتيجة أنَّ أعلى نسبة تطفل عند تربية المتطفل على يرقات *A. crataegi* ثم *P. brassicae*، وهذا يتوافق مع (Brodeur and Vet, 1995)، حيث كانت نسبة البقاء على قيد الحياة وحجم *A.glomeratus* أكبر على كل من *P.brassicae* أو *P.rapae* منها على *P.napi*. وذكرا أن السبب يعود إلى أن نسبة التغليف في *P.rapae* أعلى مما هو في النوعيين الأخريين. مما أدى إلى التغليف العالي للحضنة في يرقات *P.rapae* (Brodeur *et al.*, 1998)، وكانت نسب البقاء جميعها غير متوافق مع ماذكره (Hiiesaar *et al.*, 2004)، بأنّ 20% من الأفراد تهلك عند الظهور من العائل و90% من الأفراد التي تخرج من العائل وتصل لمرحلة البلوغ.

5. النسبة الجنسية للمتطفل على العوائل الثلاثة مخبرياً وحقلياً:

انحازت النسبة الجنسية للمتطفل لصالح الذكور مخبرياً بفروق ظاهرية على درجة ثقة 99% بين العوائل الثلاثة، بلغت القيمة 39.77% عند المتطفلات الناتجة من يرقات *G.mellonella*، والقيمة 38.87% عند المتطفلات الناتجة من يرقات *P.brassicae*، أما عند المتطفلات الناتجة من يرقات *A.crataegi* فكانت 40.61%، أما في الحقل فنحازت النسبة الجنسية لصالح الإناث بفروق ظاهرية بين العوائل الثلاثة، فكانت النسبة الجنسية للمتطفل على يرقات *G.mellonella* 59.5%، وعلى يرقات *P.brassicae* 61.7% وعلى يرقات *A. crataegi* 60.4% وذلك على مستوى ثقة 99%. الجدول (37).

الجدول (37). يوضح متوسط عدد الحشرات الكاملة للمتطفل *A.glomeratus* من كل يرقة عائل والنسبة الجنسية على ثلاثة عوائل

الحشرات المستخدمة	العدد الكلي للحشرات الكاملة للمتطفل التي انبثقت	متوسط عدد الإناث للمتطفل التي انبثقت من كل يرقة عائل	العدد الكلي للإناث المنبثقة	النسبة% للإناث مخبرياً	النسبة % للإناث حقلياً
G. mellonella	88	1.7	35	2.35±39.77 a F/M= 1/1.5	3.2 ±59.5 b F/M= 1/0.68
P. brassicae	1752	5.2	681	2.25 ±38.87 a F/M= 1/1.57	3.72 ±61.7 b F/M= 1/0.62
A. crataegi	889	4.6	361	3.1 ±40.61 a F/M= 1/1.46	3.75±60.4 b F/M= 1/0.66
LSD= 2.494 للنسبة الجنسية للإناث في الحقل والمخبر				3.9722	7.865

تدل الحروف المختلفة على وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 99% للنسبة للإناث.
النسبة الجنسية F/M = 1/ (عدد الذكور ÷عدد الإناث)

توافقت النتائج مع دراسة (Brodeur *et al*., 1998; Brodeur and Vet, 1995) حيث كانت النسب الجنسية لصالح الذكور مخبرياً لأسباب لم تحدد، وتقاربت النسبة الجنسية للذكور بين ثلاثة أنواع من Pieris مع فروق ظاهرية وبلغت بين (60% عند *P.rapae* و62.6% عند *P.brassicae* و67.5 % عند *P.rapae*، وذكر (Geervliet, 1997) أن النسبة الجنسية انحازت للإناث حقلياً ويمكن أن يعود السبب إلى طبيعة الغذاء للعائل بين الحقل والمخبر، كما ذكر (Morris and Fellowes, 2002) إنَّ عدد الذكور كان أكبر عند تربية المتطفل *Pachycrepoideus vindemiae* على غير العائل الأصل.

6. المدة الزمنية اللازمة لتطور المتطفل *A.glomeratus* مخبرياً على ثلاثة عوائل:

بلغت المدة الزمنية لتطور المتطفل من البيضة حتى العذراء (14.3 ±2.1) يوم عند *G. mellonella* و (15.2± 2.1) يوم عند *P. brassicae* بفروق ظاهرية بينهما وكانت أعلى مدة عند *A.crataegi* (295.6 ±14.3) بفروق معنوية مع المدة على النوعين السابقين، وبلغت المدة من العذراء حتى انبثاق الحشرات البالغة عند *G. mellonella* (16.4 ± 0.8) يوم و(15.7± 0.6) يوم عند *P.brassicae* و (16±2) يوم عند *A.crataegi* بفروق ظاهرية، أما المدة الزمنية لحياة الذكر عند *G.mellonella* (14±1) يوم و(12.5±1.25) يوم عند *P.brassicae* و(13.4 ±2.2) يوم عند *A. crataegi* بفروق ظاهرية، ومدة حياة الأنثى فكانت عند *G. mellonella* (15.2±0.74) يوم و(13.1±1.1) يوم عند *P. brassicae* و (12.4 ±1.04) يوم عند *A. crataegi* بفروق ظاهرية على مستوى ثقة 99% وبالتالي بلغ متوسط الفترة الزمنية لجيل الواحد للمتطفل قيمة 44.7 يوم في الذكور و45.7 يوم عند الإناث وذلك على *G. mellonella*، بينما كانت 43.4 يوم عند الذكور و 44 عند الإناث وذلك على يرقات *P. brassicae* وتوافقت مع الفترة الزمنية التي ذكرها (Brodeur *et al.*,1998) للمتطفل على يرقات *P. brassicae* والتي كانت 45.1 يوم، بينما حققت أعلى قيمة على يرقات *A. crataegi*، حيث بلغت 325 يوم عند الذكور و324 يوم عند الإناث، وخالفت هذه النتائج نتائج دراسة Mattiacci and Dicke, 1995a) بأنّ مدة دورة حياة المتطفل بين 22–30 يوم. الجدول (38).

الجدول (38): متوسط الفترة الزمنية لمراحل تطور المتطفل *A.glomeratus* على ثلاثة عوائل

الحشرات المستخدمة	المدة من بيضة للعذراء	المدى	المدة من العذارء للبالغة	المدى	مدة الذكور	مدة الإناث
G. mellonella	2.1 ±14.3 g	16-12	0.8±16.4 a	18−13	1±14 b	0 .74±15.2 c
P. brassicae	2.1 ±15.2 g	17-12	0.6±15.7 a	17−13	1.25±12.5 b	1.1±13.1 c
A. crataegi	14.3 ±295.6 d	300-281	2±16 a	19−14	2.2±13.4 b	1.04±12.4 c
LSD	71.556		10.664		12.98	6.2727

تدل الأحرف المختلفة في نفس العمود على فروق معنوية على مستوى ثقّة 99%

ويمكن أن نقول أن المتطفل قد دخل سكون مرافق لسكون العائل عند تطفله على *A.crataegi* ، وهذا موافق لما ذكره (Spieth and Schwarzer, 2001)، بأن دخول المتطفل السكون يعتمد على العائل وأسلوب تطوره، وغالباً ما يعتمد على الفترة الضوئية. فالمتطفل المدروس يدخل البيات بفترة ضوئية أكثر أو تساوي 15 ساعة وحرارة 15−25◦ س، وهذه الشروط هي شروط دخول *A. crataegi* البيات الصيفي الخريفي (شلالو، 2010).

وبالتالي يمكن تأكيد ما ذكره (Brodeur *et al.*,1998) أن سلوك وضع البيض ليس انعكاس عن ملاءمة المضيف في المتطفلات المتخصصة، فقرار المتطفل في اختيار العائل يكون وفق ملائمته لتطور الذرية.

خامساً: المقارنة بين المركبات الكيميائية الناتجة من نبات اللوز المصاب بيرقات *A.crataegi* والنباتات اللوز السليمة:

أظهرت نتائج تحليل عينات المركبات الطيارة الناتجة من أوراق اللوز السليم التي تمّ جمعها في وقت ظهور المتطفل وطور العائل المناسب للتطفل، وهي الفترة الزمنية بين شهر أيار وحزيران حيث تكون يرقات *A. crataegi* في نهاية العمر اليرقي الأول وبداية العمر اليرقي الثاني (Shlalo and. Kassis, 2016b)، وجِد تغيرات جذرية للمركبات الكيميائية المنبعثة من نبات اللوز عند الإصابة بيرقات *A. crataegi* ويظهر الجدول (39) المركبات التي بقيت والمركبات الجديدة الناتجة عن الإصابة بالإضافة إلى مساحة كل قمة، حيث وجد أنَّ أهم المركبات التي ظهرت نتيجة الإصابة هي:

(Cis-3-Hexenyl Acetate, Limonene, Z -β-Ocimene, Linalool or Allo-Ocimenol, Nonanal, (E)-4,8-Dimethyl-1,3,7-nonatriene, (Z)-3-Hexenyl butyrate, Trans-2-hexenyl butyrate, 2-hexenyl tiglate, (E)-beta-farnesene, Trans- α –Bergamotene, (E,E)-α-Farnesene, Limonene-6-ol, Methyl salicylate, Isopropyl palmitate).

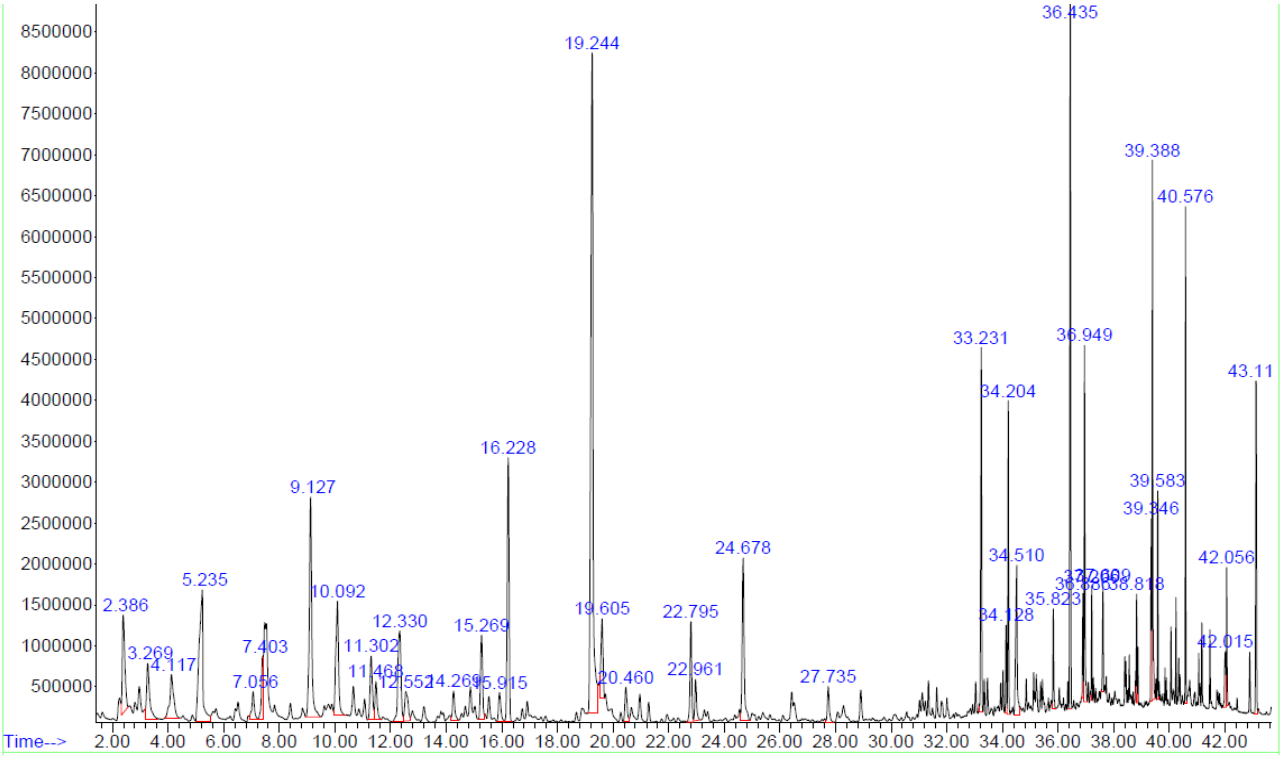
حيث تسبب المركبات (*E*)-β-Farnesene و(*E*)-4,8 Dimethyl-1,3,7-nonatriene جذب المتطفل *A.glomeratus* (Dicke *et al* ., 2009)، بالإضافة isopropyl palmitate (Horikoshi *et al*., 1997)، و(Z)-3-Hexenyl butyrate, Trans-2-hexenyl butyrate (Mattiacci *et al*., 1994).

الجدول (39): مقارنة بين المركبات الناتجة من أوراق اللوز المصابة والسليمة

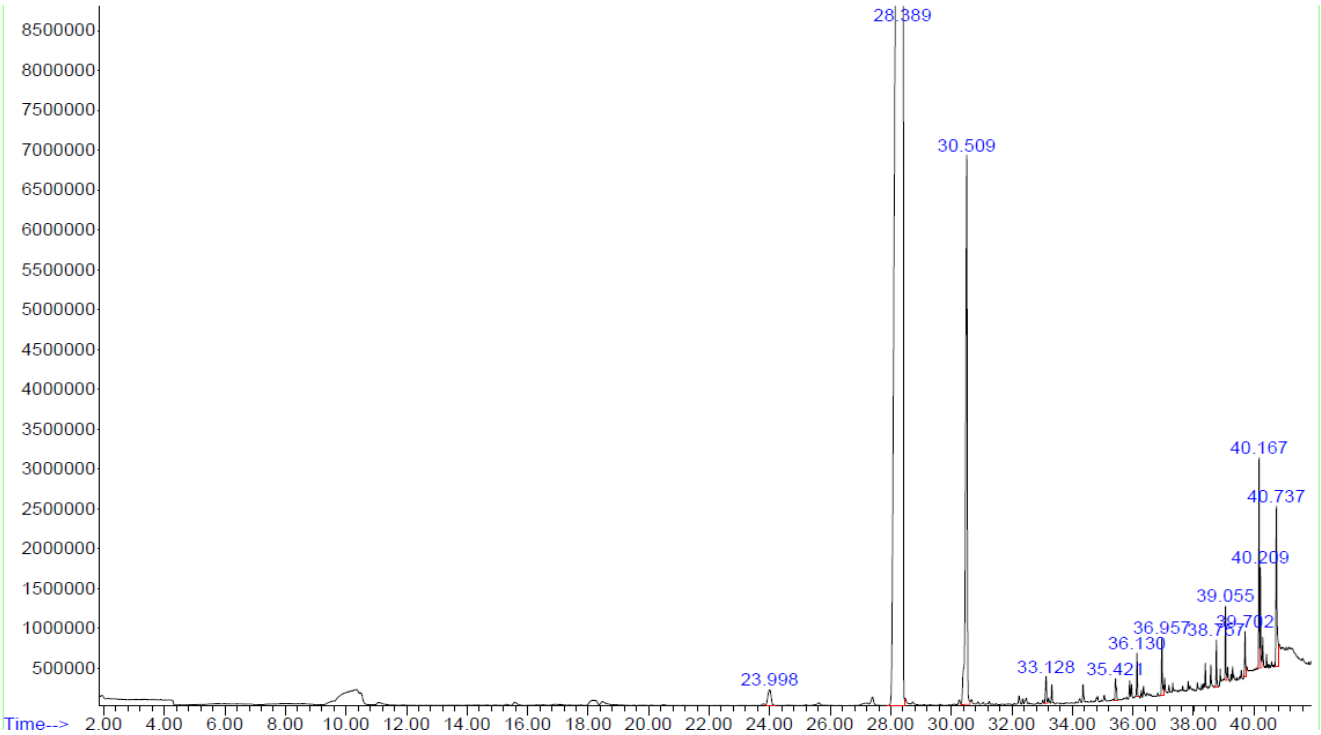
المركبات الكيميائية الناتجة والصيغة الكيميائية لها	Rt زمن الظهور	RI (DB5)	المركبات الناتجة من نبات مصاب		المركبات الناتجة من نبات سليم	
			مساحة القمة	مساحة القمة%	مساحة القمة	مساحة القمة %
Ethyl 2-butenoate C6H10O2	2.3865	870.3	2.2558	2.541832	/	/
Styrene C6H5=CH2	4.1166	978.9	1.5067	1.697748	0.124744	0.1211
Butyrolactone C4H6O2	5.2354	565.6	4.6123	5.197133	/	/
Ethyl tiglate C7H12O	6.5139	930.5	0.3382	0.381083	/	/
Myrcene C10H16	7.4033	983.1	0.9823	1.106854	0.135353	0.1314
Cis-3-Hexenyl Acetate C8H14O2	9.1266	993.4	2.9059	3.274364	/	/
1,2,4-Trimethylbenzene C9H12	10.0925	1104.1	4.9429	5.569653	/	/
Limonene C10H16	11.0653	1023.7	0.3907	0.44024	/	/
2,6-Dimethyl-2,7-octadien-6-ol C10H18O	11.3016	1086.3	1.3518	1.523206	/	/
Glycine, N-[(phenylmethoxy)carbonyl]- C10H11NO4	11.4683	1097.7	0.737	0.830451	/	/
Benzene, 1-methyl-3-propyl- C10H14	12.33	1015.1	0.8906	1.003527	/	/
β-Ocimene, Z C10H16	12.5523	1028.9	2.6457	2.981171	/	/
Benzoic acid, methyl ester= methylbenzoate $C_8H_8O_2$	14.2686	1073.9	0.5035	0.567343	/	/
Benzene, 1-ethyl-2,4-dimethyl- C10H14	14.8732	1100.7	0.5908	0.665713	/	/
Linalool or allo-Ocimenol C10H18O	15.2692	1086.3	1.6162	1.821132	/	/
Nonanal C9H18O	15.5333	1104	0.3953	0.445424	/	/
Benzene, 3-butynyl C10H10	15.9154	1112.6	0.6192	0.697714	/	/
Decamethylcyclopentasiloxane C10H30O5Si5	16.2281	1125.7	0.4418	0.49782	0.128349	0.1246
Ethyl benzoate C9H10O2	18.8825	1151.4	14.33	16.14702	0.094459	0.0917
Moth flakes = Naphthalin C10H8	19.6052	1164.6	1.4056	1.583828	/	/
Methyl salicylate C8H8O3	20.4598	1172	0.6826	0.769153	/	/
(E)-3-Hexenyl butyrate C10H18O2	22.7946	1161.8	1.5827	1.783384	/	/

المركبات الكيميائية الناتجة والصيغة الكيميائية لها	Rt زمن الظهور	RI (DB5)	المركبات الناتجة من نبات مصاب		المركبات الناتجة من نبات سليم	
			مساحة القمة	مساحة القمة%	مساحة القمة	مساحة القمة %
(Z)-2-Hexenyl butyrate C10H18O2	22.9613	1166.4	0.6899	0.777378	/	/
Ethyl salicyclate C9H10O3	23.9976	1161.4	2.9569	3.331831	/	/
4-Ethoxy-2-Methyl-4-Butanolide C9H13NO	24.6777	1180.2	/	/	0.407811	0.3959
Tridecane C13H28	26.4218	1478.8	0.5093	0.573879	/	/
Cyclohexasiloxane, dodecamethyl- C12H36O6Si6	27.3955	1543.7	/	/	0.162445	0.1577
(E) 2-Hexenyl Tiglate C13H16O2	27.7351	1556.8	0.6198	0.69839	/	/
2 -4-diisocyanato-1-methylbenzene C9H6N2O2	28.3892	1303.1	/	/	88.6468	86.0576
Ethyl 3-phenylpropanoate C11H14O2	28.9025	1376.1	0.5222	0.588414	/	/
Tetradecane C14H30	30.5085	1600.1	0.4513	0.508524	7.146742	6.938
E-2-Hexenyl benzoate C13H16	31.1121	1556.8	0.4135	0.465931	/	/
Tetradecanal= Myristyl aldehyde C14H28O	31.6333	1594.7	0.3495	0.393816	/	/
(E)-β-Farnesene C15H24	33.0299	1431.1	3.3572	3.782888	/	/
trans- α –Bergamotene C15H24	33.2315	1449.3	0.3177	0.357984	/	/
3-Trifluoroacetoxydodecane C14H25F3O2	33.4538	1491.3	0.3588	0.404295	/	/
Cycloheptasiloxane, tetradecamethyl- C14H42O7Si7	34.0166	1499.7	0.672	0.757209	0.24413	0.237
Pentadecane C15H32	34.1278	1695.5	0.3401	0.383224	/	/
(E,E)-α-Farnesene C15H24	34.2043	1496.3	2.1648	2.439294	/	/
Limonene-6-ol/ pivatate C15H24O2	34.51	1673.7	2.1663	2.440984	/	/
1,4-Benzenediol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)- C14H22O2	35.8867	1663.1	0.6319	0.712024	/	/
hexadecamethyl-cyclododecasiloxane C16H48O8Si8	37.2061	1778.0	7.4315	8.373804	0.11949	0.116

المركبات الكيميائية الناتجة والصيغة الكيميائية لها	Rt زمن الظهور	RI (DB5)	المركبات الناتجة من نبات مصاب		المركبات الناتجة من نبات سليم	
			مساحة القمة	مساحة القمة%	مساحة القمة	مساحة القمة %
1H-Indene-4-acetic acid, 6-(1,1-dimethylethyl)-2,3-dihydro-1,1-dimethyl- C17H24O2	37.6091	1800.1	0.8164	0.919918	/	/
Cyclononasiloxane, octadecamethyl- C18H54O9Si9	38.8182	1822.9	0.6316	0.711686	/	/
4-Octadecylmorpholine C22H45NO	39.3879	2275	4.4395	5.002423	0.256595	0.2491
2,6-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-(1-oxopropyl)phenol C17H26O2	39.5825	1838.1	1.1296	1.272832	/	/
9,12-Octadecadienoic acid(Z, Z)-,methy erster C19H34O2	40.1671	1972	/	/	1.094158	1.0622
Decyl decanoate C20H40O2	40.2357	2100	0.5235	0.589879	/	/
Isopropyl Palmitate C19H38O2	40.5761	2112.1	2.2932	2.583975	/	/
Ethyl octadecanoate= Ethyl stearate C20H40O2	42.0145	2105.1	0.6674	0.752025	/	/
Nonadecane C19H40	42.0562	2132.1	0.8799	0.99147	/	/
Heneicosane C21H44	43.1124	2161	2.586	2.913901	/	/
			106.0878	100	97.0792	100



الشكل (14): طيف الكتلة Chromatogram لنبات اللوز المصاب بيرقات *A. crataegi*



الشكل (15): طيف الكتلة Chromatogram لنبات اللوز السليمة من أي إصابة حشرية

ظهر Styrene في النبات المصاب والسليم على زمن 4.1166 وهذا موافق لما ذكره (Beck *et al.*, 2009) وذلك في نهاية شهر أيار وهي في نفس فترة أخذ عيناتنا، ولم تظهر المركبات: (Z)- hex-3- enyl actate/ (Z)-hex-3-enyl butyrate) في النبات السليم وظهرت في النبات المصاب مخالفاً بذلك عند (Beck *et al.*, 2009) حيث ظهرت في دراستهم من ثمار النبات السليم وازداد تركيزها مع ازدياد عمر النبات، وقد ذكر (Allmann and Baldwin, 2010) أن مستويات (Z)-3-hexenylacetate, (E)-3-hexenylbutyrate and (Z)-3-hexenol تنخفض بعد تغذية الحشرة على النبات بيوم واحد. كما ظهرت هذه المركبات من نبات الملفوف *Brassica oleracea* المصاب بيرقات *Plutella xylostella*، كما وظهرت هذه المركبات نتيجة إصابته بيرقات *Mamestra brassicae* (Li *et al.*,2017).

وقد ذكر (Ngumbi *et al.*, 2009; Cortesero *et al.*, 1997) أن هذه المركبات تظهر في نبات القطن المصابة بيرقات (*Heliothis armigera* أو*Spodoptera littoralis*)، بينما يظهر المركب (Z)- hex-3- enyl actate في نبات الذرة المصابة بيرقات (*S.frugipeida*) (Degen *et al.*,2012)، ويُحرَض انبعاثه نتيجة إصابة النبات بالمن (Gouinguené *et al.*, 2003)، ولم يظهر المركب undecan-2-ol في تحليل عيناتنا، كما لم تظهر المركبات β-bourbonene في تحاليلنا بسبب توقيت أخذ العينة، موافقاً لما ذكره (Beck *et al.*,2009) أن هذه المركبات تظهر في الأشهر الأول من السنة. وظهرت في نتائج تحليلنا المركبات Tetradecane, pentadecae, Nonadecane, hexadecane, Butrolactene, Nonanal, Linalool, في النبات المصاب، مخالفاً بذلك لما ذكره (Beck *et al.*,2009) حيث ذكر أنها تظهر في النبات السليم، وظهر المركب Farnesene في نتائجنا على شكل β-Farnesene في النبات المصاب وهذا موافق لما ذكره كلاً من (Ngumbi *et al.*,2009; Cortesero *et al.*, 1997) حيث ظهرت هذه المركبات من القطن المصاب بيرقات (*H. armigera* أو *S. littoralis*)، كذلك ظهر في المركبات المنبعثة من نبات الذرة المصاب، نتيجة إصابته بالمن (Gouinguené *et al.*, 2003)، ومن نبات الملفوف نتيجة إصابته بيرقات *P. xylostella* أو يرقات *M.brassicae* (Li *et al.*, 2017). وظهر المركب Linalool في المركبات المنبعثة من نباتات اللوز المصابة بيرقات *A.crataegi*، بينما ظهر في المركبات المنبعثة من نبات القطن السليم (Degen

(*et al*., 2012) ويؤثر المركب linalool على قدرة Lepidoptera في التغذية على النبات المصاب فيخفضها.

وتوافقت دراستنا مع نتائج (Ngumbi *et al*., 2009) على القطن ونتائج (Degen *et al*., 2012) على الذرة المصابة حشرياً فظهرت المركبات Limonene, β-Ocimene, 4.8-Dimethyl-1,3,7-nonatriene, trans-2-hexenyl tiglate, α-trans bergamotene في نبات القطن المصاب بيرقات (*H. armigera* أو *S. littoralis*)، كما ظهر في نبات الملفوف المصاب بيرقات *P. xylostella* أو يرقات *M.brassicae* (Li *et al*., 2017). بينما لم يظهر المركب Cis-Jasmone في نتائجنا بشكل مخالف لنتائج كل من (Ngumbi *et al*.,2009; Gouinguené *et al*., 2003)، ولكن موافق لما ذكره (Li *et al*.,2017) فلم يظهر مركب Cis-Jasmone على نبات الملفوف المصاب، كما لم يظهر أي من مشتقات حمض الياسمين في نباتات الذرة المصابة بيرقات (*S. frugipeida*) على الرغم من ارتفاع تركيز حمض الياسمين في النسج النباتي (Degen *et al*., 2012)، ولكن ذكر (McCloud and Baldwin, 1998) أن تراكيز جزيئات حمض الياسمين بالتبغ ترتفع عند الإصابة بالحشرات بينما تكون أقل في الإصابة الميكانيكية.

ظهر المركب Methyl salicylate في المركبات المنبعثة من اللوز المصاب وهذا موافق لما ذكره (Degen *et al*.,2012) حيث يظهر Methyl salicylate في نبات الذرة المصاب حشرياً، كما ذكر (Gouinguené *et al*.,2003) أن انبعاث Methyl salicylate يتحرض نتيجة إصابة النبات بالمن وهو عامل جذب رئيسي لمتطفلات المن، و يعدّ Methyl salicylate (MeSA) آليات الدفاع غير المباشر للنباتات تجتذب الأعداء الطبيعية للحشرات التي تسبب الضرر للنبات (Snoeren *et al*., 2010; Williams *et al*., 2008).

كما ذكر (Reddy and Guerrero, 2004) أن المركبات Cis-3-hexenal, linolool, Cis-α-bergamatene التي تطلق من النباتات تجذب المفترسات نحو بيض *Nicotiana attenuata* .

وبشكل مخالف لنتائج (Beck *et al*., 2008) الذين وجدوا أنّ المركب Ethyl butyrate ينبعث من النبات السليم والمصاب ميكانيكاً بنسب متقاربة ولكن لم يظهر في تحليلنا إلا في النبات اللوز المصاب، بينما يزداد انبعاث Styrene مع إصابة النبات وهذا موافق لنتائجنا، ولم يظهر تحليل عيناتنا أي انبعاث

لمركب α-pinene, β-Pinene سوءاً من النبات المصاب أو السليم بينما ظهرت هذه المركبات في نبات اللوز السليم والمتضرر ميكانيكاً، وقد توافقت دراستنا مع نتائج (Beck *et al.*,2008) فارتفعت نسبة انبعاث β-Myrcene و Ethyl benzoate مع إصابة النبات، وظهرت المركبات Limonene, α-trans bergamotene عند الإصابة الحشرية للّوز، ولكن لم يتواجد في النبات السليم.

كما حرضت الإصابة الحشرية لنبات اللوز انبعاث (E)-4,8-Dimethyl-1,3, 7-nonatriene و Nonanal مخالفاً بذلك (Beck *et al.*, 2008) الذي ذكر أن انخفض تراكيز (E)-4,8-Dimethyl-1,3, 7-nonatriene) في النبات المتضرر، وتواجد المركب Nonanal في النبات السليم والمتضرر ميكانيكاً.

وذكر (Snoeren *et al.*, 2010) أنَّ إصابة النباتات تحفز انبعاث مزيج من المركبات طيارة وهي: 1-pentanol, linalool, indole, (E,E)-α-farnesene, (E,E)-4,8,12–trimethyltrideca-1,3,7,11–tetraene (TMTT) مقارنة بالنباتات غير المصابة، وهذا موافق لدراستنا حيث تحرضت هذه المركبات من اللوز نتيجة الإصابة بيرقات *A.crataegi* .

وتنتج نباتات *Arabidopsis thaliana* المصابة بيرقات *Plutella xylostella* مركب (E,E)-α-farnesene والتي تسبب جذب المتطفل *Diadegma semiclausum* (Kroes *et al.*, 2017).

وينتج نبات (*Populus deltoides* x nigra) الحور الهجين تشكيلات دفاعية أولية عن طريق المركبات الطيارة HIPVs كرد فعل للعض من قبل يرقات (*Lymantria dispar*) وهي α-linolenic acid وحمض الياسمين (Duquette *et al.*, 2005). ينتج مركب α-linolenic عند تلف الخلايا النباتية وفق مسار Mevalonic acid (MVA) (Gershenzon and Dudareva, 2007).

ويلعب كل من (E)-2-hexenal و Methyl salicylate المنبعثة على تحديد موقع العائل وجذب المتطفل *C. glomerata* و *C. rubecula* (Degen *et al.*, 2012)

وتنبعث من نباتات الفاصولياء نتيجة الإصابة بالعناكب المركبات الطيارة التالية: linalool، (E)-4,8-dimethyl-1,3,7-nonatriene و(E)-β-ocimene، و phenylpropanoid, Methyl salicylate التي تتوسط التفاعل بين مفترس العناكب *Phytoseiulus persimilis* المتخصص على

عناكب الفاصولياء التي تنجذب عن طريق هذه المركبات الطيارة من الفاصولياء (Dicke *et al*., 1990).

وفي دراسة لمقارنة المركبات الطيارة المنبعثة من شتول التفاح المصابة ببرقات *Epiphyas postvittana* مع الشتول غير المصابة وجد أن الشتول غير المصابة تفرز:

[benzyl alcohol, (E)-β-ocimene, benzyl cyanide, indole, (E)-nerolidol, and four unidentified compounds]

وتنتج الشتول المصابة كميات أكبر من:

(Z)-3-hexenyl acetate, linalool, 4,8-dimethyl-1,3(E),7-nonatriene, methyl salicylate,β-caryophyllene, germacrene D, (E,E)-α-farnesene, and (Z)-3-hexenyl benzoate.(Suckling *et al*., 2012)

كما حفزت تغذية *P.brassicae* على الصليبيات انبعاث-β-(E), (E)-α- farnesene, bergamotene وسببت هذه المركبات جذب المتطفل *C. marginiventris* (Schnee *et al*., 2006).

وقد ذكر (Zhang and Margaryan, 2011) أن التراكيب الكيميائية المتطايرة الجاذبة للمتطفلات تضم حمض الخل، وواحدة أو أكثر من السلاسل الكحولية القصيرة وهي أحدى هذه المركبات -methyl 1-butanol, isobutanol, and 2-methyl-2-propanol بالإضافة لواحد أو اكثر من homo- or terpene mono- التي تضم مركبات صادرة من العائل النباتي التي تكون من ضمن -4,8-(E) dimethyl-1,3,7-nonatriene, (Z)-4,8-dimethyl-1,3,7-nonatriene, 4,8,12-trimethyl-1,3,7,11-tridecatetraene, trans-β-ocimene, cis-β-ocimene, trans-α-ocimene, cis-α-ocimene وهي مطابقة للمركبات التي صدرت من اللوز نتيجة الإصابة ببرقات *A.crataegi*.

وتطلق كل من مركبات التربنتين والمركبات المتضمنة نتروجين الأندول و hexenyl acetate بشكل دائم وبمستويات عالية عند وجود تغذية حشرية على النبات، ولكن في الدورة النهارية تنتج من التغذية القصيرة للحشرات المركبات التالية:

linalool and (*E*)-b-ocimene (monoterpenes), (*E*,*E*)-α-farnesene and (*E*)-β-farnesene (sesquiterpenes), nonatriene and tridecatetraene (homoterpenes), and indole and (*Z*)-3-hexenyl acetate (Paré and Tumlinson, 1999).

وقد ذكر (Bruinsma *et al.*, 2009) أن حمض الياسمين يعدّ من المواد الجاذبة للمتطفل *C. glomerata*. ففضل المتطفل *C. glomerata* النباتات المصابة بيرقات *P.rapae* ثم النباتات المعاملة بحمض الياسمين ثم النباتات الشاهد، وهذا يعتمد على تركيز حمض الياسمين المستخدم ووقت المعاملة، وكان وقت الاستجابة للنباتات المصابة حشرياً من 1–14 ساعة بعد الإصابة، والنباتات المعاملة بحمض الياسمين بعد 5 أيام من المعاملة (Thanikkul, 2012).

كما يستطيع المتطفل *C. glomerata* التمييز ما بين النبات المصاب والنبات المعامل بحمض الياسمين، فحمض الياسمين جذب المتطفل لكن لم يحثّ النبات على إنتاج المركبات الطيارة الناتجة عن الضرر الحشري (Ozawa *et al*., 2004; Van Poecke and Dicke, 2002).

يبدأ انبعاث المواد الجاذبة لآكلات الحشرات بعد فترة قصيرة من تغذية الحشرة على النبات، على سبيل المثال سببت تغذية يرقات *P. brassicae* على نبات الملفوف بين 30–60 دقيقة هذه الانبعاث التي جذبت الطفيل *C. glomerata*، والتي تبدأ أولا بالمركبات الطيارة كالكحول C6 والألدهيدات C6 والأستيرات بينما يكون أطلاق Terpenoids في وقت لاحق، فعند عدوى نباتات الذرة باليرقات تنبعث GLV في وقت قصيرة بعد 30 دقيقة من العدوى في حين أن انتاج Terpenoids يتم بعد 90–120 دقيقة من المعاملة وتزداد نسبتها خلال الساعات التالية من العدوى مع استمرار الإصابة (Turlings *et al*., 1998)، بينما ذكر (Mattiacci *et al*., 2001) بأن المتطفل *A.glomeratus* يستجيب للنبات الملفوف المصابة بعد مضى ثلاثة أيام على الإصابة وتتوقف الاستجابة بعد ترك العاشب للنبات بيوم واحد، فتشكيل المركبات الطيارة الناتجة عن الإصابة يكون أبطأ من توقفها بعد زوال الحشرة الضارة.

كما يعتمد انبعاث HIPV على العوامل غير الحيوية، كالضوء وهو العامل الأكثر أهمية (Gouinguene & Turlings 2002). أي أن انبعاث HIPV يتبع إيقاع نهاري، ولكن الآلية الأساسية المسؤولة عن هذا التواتر قد تختلف بين فئات المواد المتطايرة، فيعتمد انبعاث Terpenoids مثل - (E β-ocimene) على التركيب الضوئي، في حين انبعاث مشتقات الحموض الدهنية مثل خلات -3-(Z hexen-1-yl acetate) يتم بشكل جوهري بوساطة إنزيمات التعبير وكذلك phytohormoneinduced الاصطناع الضوئي الحيوي (Arimura *et al*., 2008).

تتشابه طبيعة المركبات المنبعثة لدورة النهارية مع المركبات المنبعثة في الليل ولكن بمستويات أعلى خلال فترة التركيب الضوئي العظمى لذا تتم عملية جمع المركبات الطيارة تحت ظروف الغلاف الجوي المؤلف من CO_2 -C_{13} (شروط التركيب الضوئي) (Pare´and Tumlinson, 1999).

وتختلف فئات HIPV في استقرارها عند تعرضها للأوكسجين النشط مثل O_3، على سبيل المثال، تربين ومشتقات الحموض الدهنية عرضة للتدهور، في حين ميثيل الساليسيلات والنيتريلات فلا تتأثر (Pinto *et al.*, 2007).

في حال حدوث إصابة مختلطة في النبات كإصابة الجذر والأوراق، فبعض الإصابات تحرض مسار حمض الياسمين وبعضها يحرض مسار حمض الصفصاف، مع العلم أن هناك تنافر بين حمض الياسمين Jasmonic acid ومسار إشارات حمض الصفصاف Salicylic acid، فحمض الياسمين يُحفَز من قبل الحشرات العاشبة مثل العت وتخفف جذب المفترسات، أما الحشرات التي تصيب النباتات لاحقا وتُحفِز مسار حمض الصفصاف منها المن والذباب الأبيض، فمثلاً المركبات:
(*E*)-β-Farnesene و(*E*)-4,8-Dimethyl-1,3,7-nonatriene تسبب جذب الطفيل *A.glomeratus* ولكن عند إصابة الجذور بيرقات *Delia radicum* فإن النبات بإضافة لإصدار المواد السابقة فإن النبات سوف يصدر مركبين أخرين هما: Dimethyl-disulfide و Dimethyl-trisulfide فإنتاج هذه المركبات يسبب خفض أعداد المتطفل المنجذبة نحو يرقات أبي الدقيق ويسبب هذا تغير نوع المتطفل المنجذِب وهذا يعتمد على مسارات حمض الياسمين وحمض الصفصاف (Dicke *et al.*, 2009)، فقد انجذب المتطفل *Trichogramma brassicae* نحو نبات *Brassica nigra* الحامل لبيض *P.brassicae* وبيض *M.brassicae* بينما لم ينجذب المتطفل *C. glomerata* سوى لنبات المصاب بيرقات *P.brassicae*، رغم أن المتطفل *A.glomeratus* يصيب *M.Brassicae* ولكن الإصابة المختلطة حفزت مركبات مختلفة لم تجذب المتطفل (Fatouros *et al.*, 2008).

فعند إصابة نبات الفاصولياء *Lima bean* بالذباب الأبيض والعناكب، فيسبب الذباب الأبيض *Bemisia tabaci* انطلاق كميات أقل من مركب التربينات (E)-β-ocimene التي تسبب جذب العناكب المفترس (Zhang *et al.*, 2009)

ويصدر نبات *Arabidopsis thaliana* نتيجة إصابته بيرقات *Plutella xylostella* والذباب الأبيض *B. tabaci* المركبات التالية:

Hexanal; (Z)-3-Hexen-1-ol; B-Myrcene; Limonene; Linalool; Afarnesene; Methyl Salicylate.

وعند الإصابة بالذباب الأبيض فقط تكون المركبات المنبعثة هي:

1-Nonanol; Octanal; (E)-β-Ocimene; Dodecane; (E,E)-4,8,12-TrimethylTrideca-1,3,7,11-Tetraene (TMTT); Nonanal; Decanal. (Zhang *et al*., 2013).

فبالتالي تختلف المركبات المنبعثة من النبات نتيجة اختلاف الإصابة الحشرية وهذا هو العامل الأساسي في اختلاف استجابة المتطفلات وتخصصها (Ngumbi *et al*., 2009).

تجذب بعض الحموض الدهنية الناتجة من النبات المصاب إناث *A.glomeratus*وهي: Oleic acid, Stearic acid, Palmitic acid (Horikoshi *et al*., 1997)، بالإضافة إلى المركبات:

, Z3-hexenyl butyrate, Z3-hexenyl isovalerate, Z3-hexenyl isobutyrate, Z3-hexenyl hexanoate, isobutyric acid, isovalericacid, methyl isothiocyanate (Yang *et al*., 2016).

وتعد Terpenoids التي تشمل: (E)-4,8-Dimethyl-1,3,7-Nonatriene, (E)-Beta-Ocimene و Linalool المواد الجاذبة للمفترس *Phytoseiulus persimilis* (Gols *et al*., 1999; Reddy *et al*., 2002).

ووجد أنّ مركب Methyl salicylate من أهم المواد التي تدخل في التفاعل نبات –أفة – مفترس أو طفيل وفق (Norin, 2001)، ويعتبر مركب Methyl salicylate مضادات للتلقيح (للتزاوج) حيث يتواجد في الكيس المنوي لذكور *P. napi* يتم نقله في التزاوج من الذكور للإناث ويجعل الأنثى غير جاذبة لذكور أخرى وتبلغ كميته بين 20 نانوغرام/ الأنثى (Andersson *et al*., 2000)

أظهرت نتائج تحليلنا للمركبات الطيارة الناتجة من نبات اللوز السليم ونبات اللوز المصاب بيرقات *A.crataegi* (L) ارتفاع تركيز مركب Tetradecane في النبات السليم بـ 15 مرة عنه في النبات المصاب، مما يجعل النبات المصاب أقل جذب للفراشات لوضع البيض، وبالتالي تعتبر طريقة لمقاومة

النبات للأفات، وهذا موافق لما ذكره (Beck *et al*., 2009) جذبت المركبات Literature و Tetradecane فراشات (Lepidoptera- Pyralidae) *Amyelois transitella*.

يرى البعض أن المواد المتطايرة المصنعة تتحكم في جذب المتطفلات في المنطقة، وبالتالي التحكم برفع نسبة المكافحة، ولكن يرى البعض الأخر أن هذه المركبات المتطايرة المصنعة قد تلعب دور في تشتيت المتطفلات على اعتبارها إشارات مضلّلة، ولكن في عدد قليل من الدراسات الحقلية محدودة المساحة رفعت نسبة التطفل، ولكن لم يحدّد إذا كان ذلك نتيجة جذب المتطفلات من خارج منطقة الدراسات أم زيادة كفاءة التطفل (James and Price 2004). ولكن وجد في دراسات حقلية أخر أن إشباع الحقل بالإشارات وعدم وجود العائل سبب انخفاض رد فعل المتطفل اتجاه الإشارات (Lewis and Martin, 1990)، لذا يجب دراسة ردود فعل النباتات والمتطفلات على المستويات المختلفة والتنظيم البيولوجي والنظر في الأثار من أجل التنبؤ بالنتائج الإيجابية والسلبية (Bonnet *et al*., 2017).

سادساً: مقارنة المركبات المنبعثة من الأعمار اليرقية المختلفة لـ *A.crataegi* :

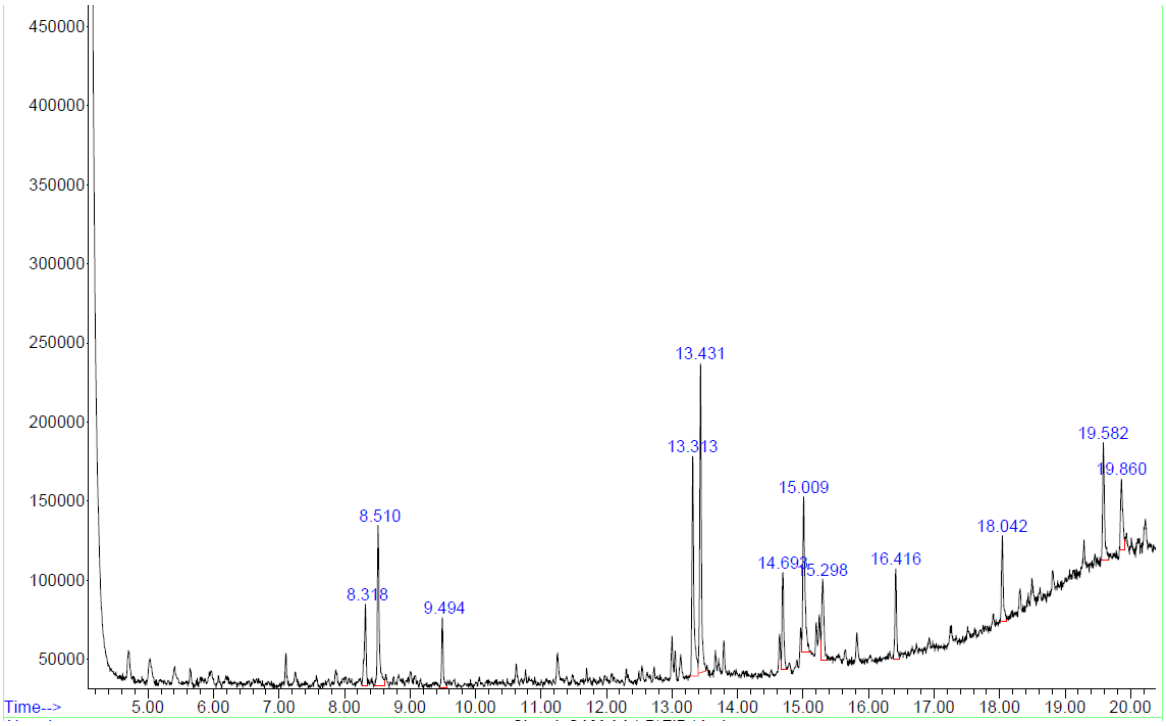
يظهر الجدول (40) المركبات المنبعثة من الأعمار اليرقية الحية المختلفة لفراشة اللوز الحرشفية *A.crataegi*، ويلاحظ ظهور بعض المركبات في العمر اليرقي الأول ولم تظهر في الأعمار اليرقية الأخرى مثلا الحمض الدهني Linoleic acid بنسبة 16.92% من المجموع الكلي للمركبات الناتجة، بينما ظهر المركب Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl) في المركبات الطيارة الناتجة من العمر اليرقي الأول والثاني وكانت نسبته أعلى في العمر اليرقي الثاني حيث بلغ 11.5% م من المجموع الكلي للمركبات الناتجة، وفي العمر اليرقي الأول بلغت 7.23% من المجموع الكلي للمركبات الناتجة، أما المركب Propanedinitrile, cyclooctylidene- فظهر في العمر اليرقي الرابع والخامس وكانت نسبته أعلى في العمر اليرقي الرابع فبلغت 9.39% من مجمل المركبات الطيارة الناتجة، وفي العمر اليرقي الخامس بلغت 4.26% من المجموع الكلي للمركبات الناتجة، أما المركب Octadecanoic acid أو Stearic acid فظهر في العمر اليرقي الأول والخامس وكانت نسبته أعلى في العمر اليرقي الأول، وظهرت باقي المركبات في جميع الأعمار وبنسب مختلفة كما هو موضح في الجدول (40).

الجدول (40) المركبات الطيارة الناتجة من الأعمار اليرقية المختلفة لفراشة اللوز الحرشفية *A.crataegi*

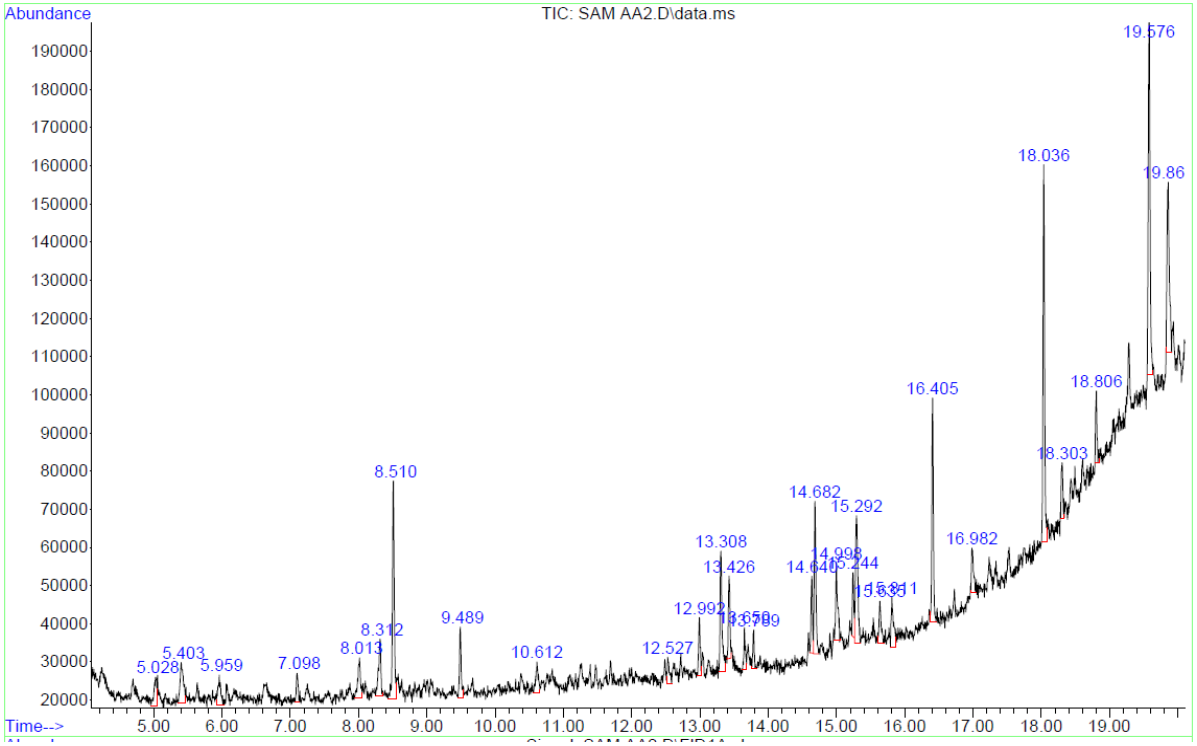
المركب الكيميائية	الصيغة الكيميائية	RT زمن الظهور	العمر اليرقي الأول		العمر اليرقي الثاني		العمر اليرقي الرابع		العمر اليرقي الخامس	
			النسبة المئوية لمساحة القمة	مساحة القمة	النسبة المئوية لمساحة القمة	مساحة القمة	النسبة المئوية لمساحة القمة	مساحة القمة	النسبة المئوية لمساحة القمة	مساحة القمة
Propanedinitrile, cyclooctylidene-	C11H14N2	6.6436	-	-	-	-	9.39	5.0114	4.26	3.068
Pentadecane	C15H32	8.3177	6.84	3.8856	3.95	2.222	5.08	2.714	11.82	8.52
Hexadecane	C16H34	9.4944	5.18	2.9417	3.51	1.971	3.44	1.836	10.05	7.242
Palmitic acid	C16H32O2	13.3133	19.38	11.0052	7.06	3.967	5.04	2.69	15.92	11.4763
Methyl trans-2-octadecenoate	C19H36O2	14.6933	7.91	4.4945	11.94	6.71	12.10	6.46	10.86	7.8302
Z,Z-2,5-Pentadecadien-1-ol	C15H28O	14.9607	2.71	1.5382	4.43	2.49	3.31	1.767	1.35	0.9723
Linoleic acid	C18H32O2	15.0089	16.92	9.6099	-	-	-	-	-	-
Stearic acid	C18H36O2	15.2014	2.27	1.2892	-	-	-	-	1.75	1.2589
2-Methyl-Z,Z-3,13-octadecadienol	C19H36O	15.2977	8.01	4.5505	11.34	6.37	7.38	3.939	7.96	5.737
Tetradecane, 2,6,10-trimethyl-	C17H36	16.4155	6.86	3.8951	10.14	5.70	12.89	6.881	8.31	5.987
2-Hexadecanol	C16H34O	18.0415	6.80	3.8652	17.77	9.985	21.70	11.584	12.72	9.1674
Hexacosane	C26H54	19.5819	9.89	5.6184	18.35	10.31	19.66	10.491	15.01	10.819
Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)	C26H54	19.8601	7.23	4.1067	11.50	6.462	-	-	-	-
مجموع مساحة القمم			100	56.8002	100	56.187	100	53.3734	100	72.0781

ذكر (Horikoshi *et al.*, 1997) أن أناث المتطفل *A.glomeratus* تنجذب نحو الحموض الدهنية: palmitic acid وoleic acid وstearic acid الناتجة من النبات، ولكن في دراستنا ظهر الحمض الدهني palmitic acid من الحشرة في جميع الأعمار اليرقية ولكان بنسبة أكبر في العمر اليرقي الأول حيث بلغ 19.38% من المجموع الكلي للمركبات الناتجة من العمر اليرقي الأول، كما ظهر الحمض الدهني stearic acid في العمريين اليرقيين الأول والخامس حيث كانت نسبته 2.27% في العمر اليرقي الأول وهي أعلى من نسبتها في العمر اليرقي الخامس التي بلغت 1.75%، وظهر الحمض الدهني Linoleic acid فقط في العمر اليرقي الأول بنسبة 16.92%، ومن المرجح أن تلعب هذه الحموض الدهنية دور في تمييز أنثى المتطفل العمر اليرقي المناسب لوضع البيض، كما ذكر (Gandolfi *et al.*, 2003) أن تحليل المركبات الطيارة من فضلات يرقات دودة ثمار التفاح وجلد العذارى أظهرت وجود مشتقات مركب الكوزان Cosane وبعض الحموض الدهنية (Hexanic acid, Myristic acid, Palmitic acid, Linoleic acid, Elaidic acid, Stearic acid, Eicosanoic acid)، بالإضافة للمركب alpha-Farnesene، بينما أظهرت نتائجنا وجود مشتقات مركب Decane وHexacosane وبعض تلك الحموض الدهنية مثل (Palmitic acid, Linoleic acid, Stearic acid,)، أما المركب alpha-Farnesene فقط ظهر في تحليلينا للمركبات الطيارة الناتجة من النبات المصاب، كما ذكر (Reddy *et al*., 2002) في دراسة أجراها حول انجذاب متطفل البيض *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera:Trichogrammatidae) *C.plutellae,* (Hymenoptera: Braconidae) متطفل على اليرقات، والمفترس *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) التي تستعمل في مكافحة *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) نحو المركبات الطيارة الناتجة من فضلات اليرقات وهي (dipropyl disulfide, dimethyl disulfide, allyl isothiocyanate, and dimethyl trisulfide), allyl isothiocyanate فقط مركب كان محفز للمتطفلين والمفترس بشكل معنوي بينما انجذب المتطفل *C. plutellae* والمفترس من الجنسين للمركبات الأربعة، ولم تظهر نتائج تحليلنا للمركبات الطيارة لليرقات أي من هذه المركبات ولم تتواجد أيضاً في نتائج تحليل (Gandolfi *et al*., 2003) سواءً لجلد العذارى أوفضلات اليرقات.

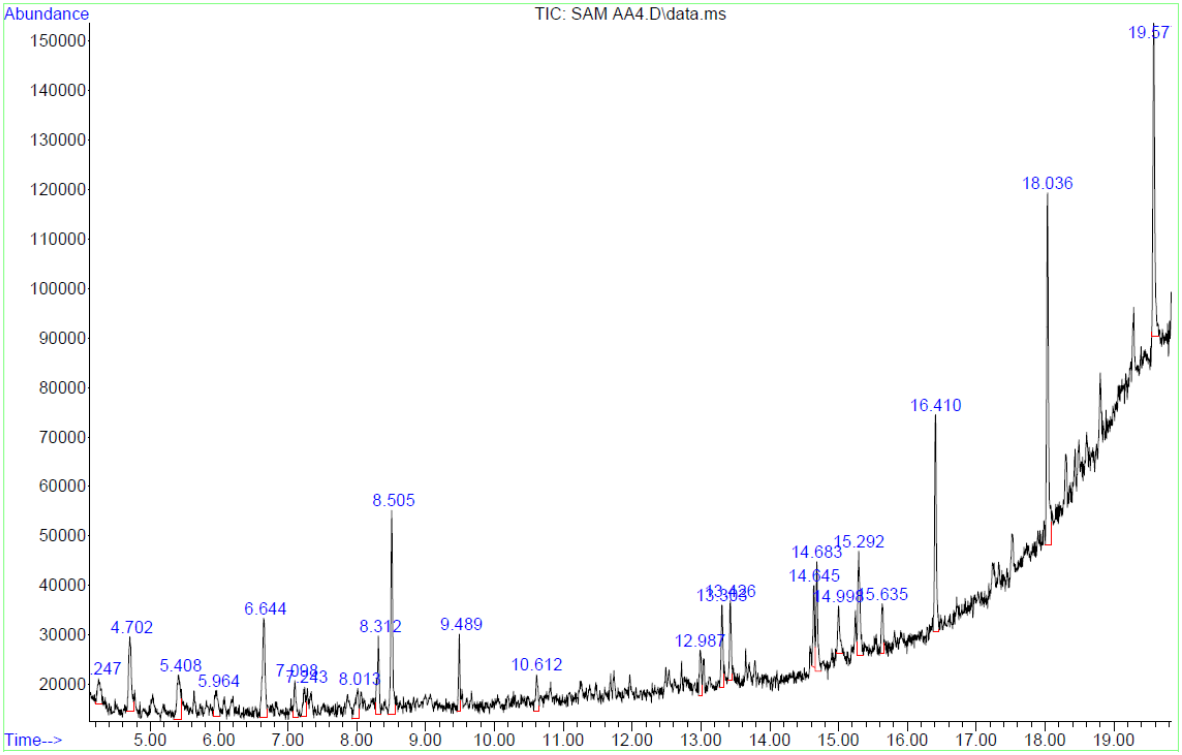
فيمكن القول أنّ العوامل الأساسية الجاذبة للمتطفل *A.glomeratus* نحو يرقات العمر الأول والثاني ليرقات *A.crataegi* هي الحموض الدهنية (linoleic acid) والمركب Octadecane, 3-ethyl-5- (2-ethylbutyl) الذي ظهر فقط في العمرين الأول والثاني.



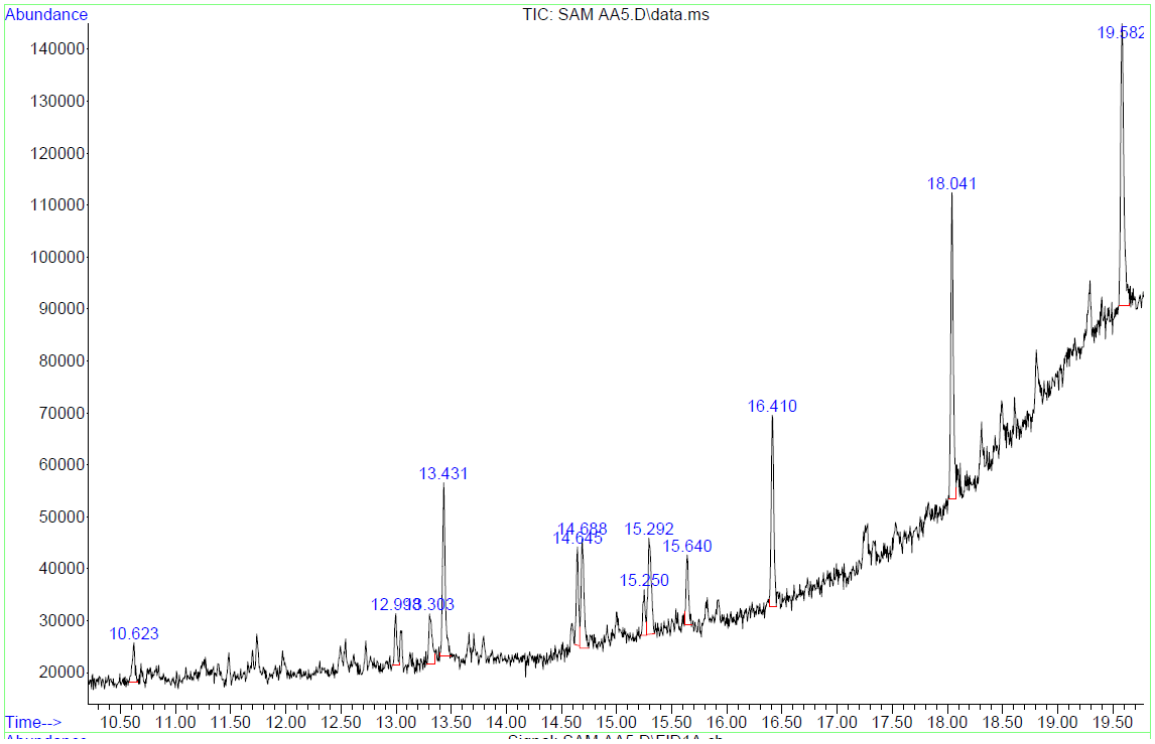
الشكل (16): طيف الكتلة Chromatogram للمركبات الطيارة الناتجة من يرقات العمر الأول لفراشة *A. crataegi*



الشكل (17): طيف الكتلة Chromatogram للمركبات الطيارة الناتجة من يرقات العمر الثاني لـ *A. crataegi*



الشكل (18): طيف الكتلة Chromatogram للمركبات الطيارة الناتجة عن يرقات العمر الرابع لـ *A. crataegi*



الشكل (19): طيف الكتلة Chromatogram للمركبات الطيارة الناتجة عن يرقات العمر الخامس لـ *A. crataegi*

سابعاً: التوصيف الجزيئي ودراسة الاختلافات الوراثيّة:

1. التوصيف الجزيئي ودراسة الاختلافات الوراثيّة لفراشة اللوز الحرشفيّة *A.crataegi*:

1.1. التوصيف الجزيئي لذكور *A.crataegi* :

تمّ استخلاص الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA من ذكور *A.crataegi* ، وتم تحديد نوعيته ونقاوته على هلامة الأغاروز 0.8% الشكل (20)، حيث تراوح تركيز الـ DNA بين 0.26 إلى 0.62، ومدد التركيز ليصبح 40 نانوغرام/ميكروليتر في حين تراوحت نقاوة العينات المدروسة بين 1.78 إلى 2.03. جدول (41).



الشكل (20). هلامة الأغاروز بتركيز 0.8% المستخدمة لتحديد نوعية الحمض النووي DNA لذكور *A.crataegi*

الجدول (41). تركيز ونقاوة الـ DNA لذكور *A.crataegi*

رقم العينة	مكان العينة لذكور *A.crataegi*	النقاوة	تركيز DNA (ug/ul)
1	جبل الشيخ (بقعسم)	1.99	0.37
2	السويداء (المتونة)	1.92	0.39
3	السويداء (سد الروم)	1.86	0.40
4	السويداء (المزرعة)	1.96	0.39
5	حمص (المخرم)	1.82	0.45
6	حمص (المشرفة)	2	0.34
7	حمص (عين النسر)	1.88	0.26
8	حمص (تل شنان)	1.97	0.39
9	حماة (تل الذرة)	2.01	0.44
10	حمص (أم العمد)	1.87	0.51
11	حمص (الجابرية)	1.78	0.43
12	جبل الشيخ (حينا)	1.91	0.47
13	جبل الشيخ (دربل)	1.99	0.38
14	حمص (العثمانية)	2.03	0.62
15	جبل الشيخ (عرنة)	1.89	0.49

تم استعمال 22 بادئ لتحديد درجة القرابة الوراثية بين ذكور المناطق المدروسة، أعطى 13 ثلاثة عشر بادئة منها نتائج تضخيم بتطبيق تقنية ISSR، ولم تعطِ 9 تسع بادئات أي تضخيم لقطعة الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA في جميع العينات المدروسة.

كان عدد الحزم الكلية الناتجة عن البادئات الثلاثة عشر 98 حزمة، وقد أعطت البادئة (33) أعلى عدد من الحزم حيث بلغت (14) حزمة، وأعطت البادئة (41) حزمة واحدة وهي أقل عدد للحزم.

بلغت النسبة المئويّة للتعددية الشكلية Polymophic لدى الذكور (98.9%)، حيث أعطت جميع البادئات تعدديّة شكليّة بنسبة (100%) ماعدا البادئة (34) فكانت أقل نسبة للتعدديّة الشكليّة حيث بلغت (85.7%). جدول (42).

الجدول (42). عدد الحزم الكليّ لكلّ بادئ وعدد الحزم المتعددة شكلياً والنسبة المئوية للتعددية الشكليّة التي أعطتها عند ذكور *A.crataegi* في مناطق الدراسة

اسم البادئة	عدد الحزم الكلية	عدد الحزم المتعددة شكلياً	النسبة المئوية للتعددية الشكلية
2	10	10	100
7	5	5	100
14	8	8	100
16	7	7	100
22	8	8	100
28	4	4	100
32	11	11	100
33	14	14	100
34	7	6	85.70
36	6	6	100
40	12	12	100
41	1	1	100
43	5	5	100
	98	97	98.9

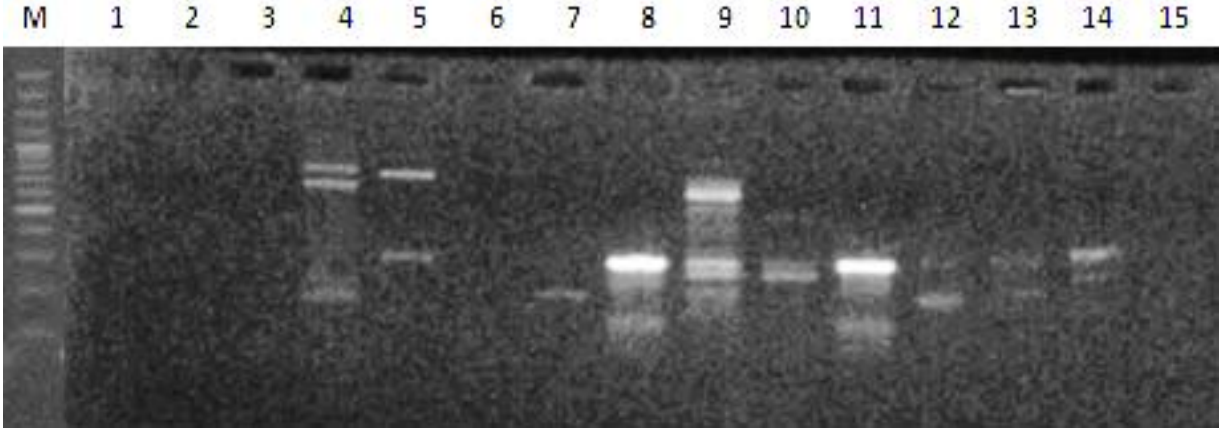
أعطت جميع البادئات حزماً فريدة والتي تعد كحزم واسمة للعينة المدروسة، فبلغت عدد الحزم الفريدة عند الذكور 37 حزمة موجودة وغائبة، ماعدا البادئة (41) لم تعط أي حزمة فريدة، أعطت البادئة (33) أكبر عدد للحزم الفريدة التي بلغت (7) حزم فريدة موزعة على جميع العينات المدروسة، وحزمة من كل من البادئة (14، 7)، وحزمتين من البادئة (36)، وثلاثة حزم فريدة من البادئة (43)، وظهرت في العينة (9) التي تمثل منطقة تل الذرة (حماة) أعلى عدد للحزم الفريدة التي بلغت (7) حزم فريدة، بينما لم تظهر أي

حزم فريدة لدى العينة (15) التي تمثل منطقة جبل الشيخ (عرنة)، وهذا يدل على التنوع الوراثي بين ذكور *A.crataegi* المناطق المدروسة والتي كشف عنها بالبادئات المستخدمة الجدول (43).

الجدول (43). الحزم الفريدة لكلّ بادئ على عينات الذكور *A.crataegi* في المناطق المدروسة:

المنطقة / البادئ	بقعسم	المتونة	سد الروم	المزرعة	المخرم	المشرفة	عين النسر	تل شنان	تل الذرة	أم العمد	الجابرية	حينا	دربل	العثمانية	عرنة	مجموع
2		+1		+1								+1				3
7									+1							1
14							+1					+1				2
16					+1											1
22			+1			+1								+1		3
28																0
32				+1	+1 +1				+1	+1						5
33				+1	+1			+1 +1					+1 +1 +1			7
34						+1				+1						2
36			+1						+1+ 1							3
40					+1						+1+1 +1+1					5
41																0
43	+1								+1 +1 +1	+1						5
مج	1	1	2	3	5	2	1	2	7	3	4	2	3	1	0	37

يمثل الشكل (21) هلامة الأغاروز بتركيز 2% لذكور *A.crataegi* في المناطق المدروسة للبادئ 22.



الشكل (21). هلامة الأغاروز بتركيز 2% للبادئ 22 لذكور *A.crataegi* في المناطق المدروسة

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
بقعسم	المتونة	سد الروم	المزرعة	المخرم	المشرفة	عين النسر	تل شنان	تل الذرة	أم العمد	الجابرية	حينا	دربل	العثمانية	عرنة

1.1.1. تحديد درجة القرابة الوراثيّة لذكور *A.crataegi* في المناطق المدروسة:

تمت دراسة درجة القرابة الوراثيّة لذكور *A.crataegi* في المناطق المدروسة بتطبيق مصفوفة النسب المئوية لعدم التوافق (Percent Disagrment Value)، حيث يدل ارتفاع قيم هذه المصفوفة على وجود اختلاف وراثي، وبازديادها يزداد التباين الوراثي بين العينات المدروسة، تراوح قيم النسب المئويّة لعدم التوافق بالنسبة لبادئات ISSR بين ذكور المناطق المدروسة بين (0.1423) بين ذكور جبل الشيخ (بقعسم) والسويداء (المتونة)، وبين بقعسم وعرنة التابعتين لجبل الشيخ وهذا يدل على درجة قرابة وراثية كبيرة بينهما، و(0.6147) بين ذكور حماة (تل الذرة) وذكور حمص (المشرفة) وهذا يدل على وجود تباين وراثي كبير بينهما. الجدول (44).

جدول (44). مصفوفة المتوسط العام لنسب عدم التوافق (PDV) الناتجة عن دراسة متوسط التشابه الوراثي لذكور *A.crataegi*

العينة	بقعسم	المتونة	سد الروم	المزرعة	المخرم	المشرفة	عين النسر	تل شنان	تل الذرة	أم العمد	الجابرية	جينا	دربل	العثمانية	عرنة
بقعسم	****														
المتونة	0.1423	****													
سد الروم	0.2412	0.2283	****												
المزرعة	0.2945	0.2542	0.3953	****											
المخرم	0.2945	0.2542	0.3365	0.2609	****										
المشرفة	0.2283	0.2155	0.3509	0.3803	0.3603	****									
عين النسر	0.2155	0.2029	0.2542	0.2809	0.2283	0.2412	****								
تل شنان	0.2675	0.2809	0.3655	0.2809	0.3655	0.3509	0.3023	****							
تل الذرة	0.4418	0.4261	0.3365	0.5245	0.4578	0.6147	0.4578	0.5245	****						
أم العمد	0.2542	0.2155	0.3509	0.4106	0.3803	0.2542	0.3509	0.3509	0.5074	****					
الجابرية	0.3083	0.2945	0.2945	0.3803	0.4418	0.4261	0.4418	0.2675	0.4418	0.3953	****				
جينا	0.2412	0.2542	0.2542	0.3953	0.3365	0.4418	0.3083	0.3365	0.3953	0.3509	0.3803	****			
دربل	0.2412	0.2542	0.4578	0.3953	0.4261	0.3223	0.3365	0.3365	0.5596	0.2945	0.3803	0.3953	****		
العثمانية	0.2283	0.1661	0.2412	0.3223	0.2675	0.2542	0.2412	0.2945	0.3803	0.2542	0.3083	0.2945	0.3509	****	
عرنة	0.1423	0.1782	0.2283	0.3365	0.2809	0.1905	0.1542	0.2542	0.4261	0.2412	0.2675	0.2809	0.2283	0.1905	****

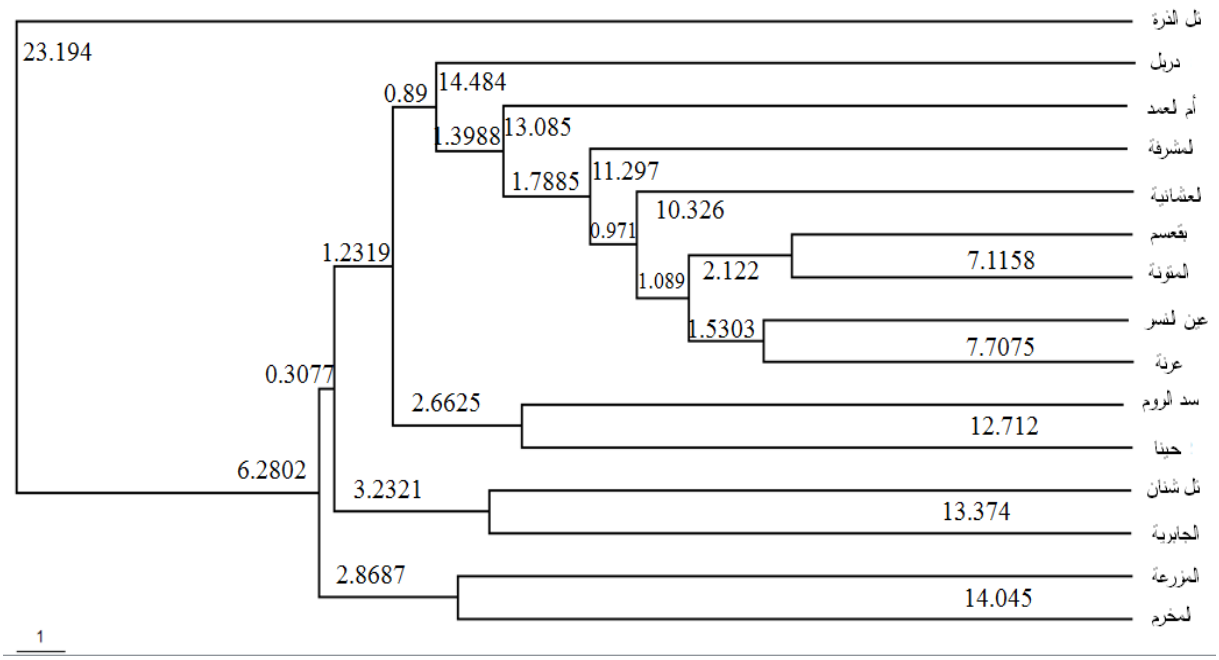
2.1.1. التحليل العنقودي لذكور *A.crataegi* في المناطق المدروسة:

أجري التحليل العنقودي لتحديد درجة القرابة الوراثية ورسم شجرة القرابة الوراثيّة بين الذكور ويلاحظ من الشكل (22) أنّ الذكور قسمت إلى مجموعات عكست درجة القرابة الوراثيّة فيما بينها.

انقسمت الذكور إلى مجموعتين ضمت المجموعة الأولى الذكور التابعة لمنطقة تل الذرة (حماة) لأنها امتلكت أكبر عدد من الحزم الفريدة والتي بلغت (7) حزم فريدة، أما المجموعة الثانية فضمت تحت

مجموعتين ضمت تحت مجموعة أولى ذكور المزرعة (السويداء) والمخرم (حمص)، أما تحت المجموعة الثانية فانقسمت إلى تحت تحت مجموعة ضمت ذكور تل شنان وذكور الجابرية التابعتين لمحافظة حمص والقريبتان جغرافياً، بينما انقسمت تحت تحت مجموعة ثانية إلى (تحت)[3] مجموعتين، ضمت الأولى ذكور سد الروم(السويداء) وذكور حينا (جبل الشيخ) التابعتين للمنطقة الجنوبية، أما (تحت)[3] مجموعة ثانية فانقسمت إلى (تحت)[4] مجموعتين، ضمت الأولى ذكور دربل (جبل الشيخ) والثانية انقسمت إلى (تحت)[5] مجموعتين، ضمت الأولى ذكور أم العمد (حمص) أما الثانية فقد انقسمت إلى (تحت)[6] مجموعتين، ضمت الأولى ذكور المشرفة والثانية انقسمت إلى (تحت)[7] مجموعتين، ضمت الأولى ذكور العثمانية والثانية عادت لتنقسم إلى (تحت)[8] مجموعتين حيث ضمت الأولى إلى عين النسر (حمص) وعرنة (جبل الشيخ)، أما الثانية فقد ضمت بقعسم (جبل الشيخ) والمتونة (السويداء) التابعتين للمنطقة الجنوبية.

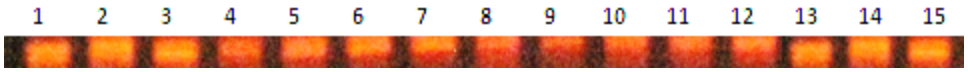
وبالتالي لم يخضع التوزع الوراثي لذكور المناطق الجغرافية بل كان هناك تداخل للتوزع الوراثي في المناطق المختلفة.



الشكل (22). شجرة القرابة بين ذكور المناطق المدروسة حسب البيانات الجزيئية باستعمال برنامج POP GENE32 وبطريقة UPGMA

2.1. التوصيف الجزيئي لإناث *A.crataegi* :

تمّ استخلاص الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA من إناث *A.crataegi* وتم تحديد نوعيته ونقاوته على هلامة الأغاروز 0.8% الشكل (23)، حيث تراوح تركيز الـ DNA بين 0.27 إلى 0.62، ومدد التركيز ليصبح 40 نانوغرام/ميكروليتر، في حين تراوحت نقاوة العينات المدروسة بين 1.78 إلى 2.2. جدول (45)



الشكل (23). هلامة الأغاروز بتركيز 0.8% المستخدمة لتحديد نوعية الحمض النووي DNA إناث *A.crataegi*

الجدول (45). تركيز ونقاوة الـ DNA لإناث *A.crataegi*

رقم العينة	مكان العينة لإناث *A.crataegi*	النقاوة	تركيز DNA (ug/ul)
1	جبل الشيخ (بقعسم)	1.92	0.39
2	السويداء (المتونة)	1.88	0.50
3	السويداء (سد الروم)	2.04	0.43
4	السويداء (المزرعة)	1.98	0.36
5	حمص (المخرم)	1.97	0.41
6	حمص (المشرفة)	1.87	0.55
7	حمص (عين النسر)	1.78	0.54
8	حمص (تل شنان)	1.99	0.62
9	حماة (تل الذرة)	2.1	0.44
10	حمص (أم العمد)	1.95	0.40
11	حمص (الجابرية)	2.2	0.27
12	جبل الشيخ (حينا)	1.93	0.43
13	جبل الشيخ (دربل)	1.83	0.53
14	حمص (العثمانية)	1.90	0.42
15	جبل الشيخ (عرنة)	1.99	0.37

تم استعمال 23 بادئ لتحديد درجة القرابة الوراثية بين الإناث، أعطى منها 13 بادئة نتائج تضخيم بتطبيق تقنية ISSR، ولم تعط 10 بادئات أي تضخيم لقطعة الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA في جميع العينات بالتقنية المستخدمة.

كان عدد الحزم الكلية الناتجة عن البادئات الثلاثة عشر (79) حزمة، وقد أعطت البادئة (37–40) أعلى عدد من الحزم حيث بلغت (9) حزمة، وأعطت البادئات (20–35) حزمة واحدة فقط وهي أقل عدد للحزم.

بلغت النسبة المئوية للتعددية الشكلية Polymophic لدى الإناث (100%)، حيث أعطت جميع البادئات تعدديّة شكليّة بنسبة (100%).

الجدول (46). عدد الحزم الكلية لكلّ بادئ وعدد الحزم المتعددة شكلياً والنسبة المئوية للتعدديّة الشكليّة التي أعطتها عند إناث *A.crataegi* في مناطق الدراسة:

اسم البادئة	عدد الحزم الكلية	عدد الحزم المتعددة شكلياً	النسبة المئوية للتعددية الشكلية
15	6	6	100
16	6	6	100
18	7	7	100
20	1	1	100
22	8	8	100
32	1	1	100
33	8	8	100
34	7	7	100
35	1	1	100
36	8	8	100
37	9	9	100
40	9	9	100
42	8	8	100
	79	79	100

بلغ عدد الحزم الفريدة الكلية عند الإناث 22 حزمة فأعطت جميع البادئات حزم فريدة ماعدا البادئة (20)، أعطت البادئة (42) أكبر عدد للحزم الفريدة التي بلغت (6) حزم فريدة موزعة على العينات، وظهرت في العينة (5) التي تمثل منطقة حمص المخرم أعلى عدد للحزم الفريدة التي بلغت (5) حزم فريدة، حزمة من كل من البادئة (16، 22، 32، 33، 34، 35)، وحزمتين من كل من البادئتين (40، 15)، بينما لم تظهر أي حزم فريدة لدى العينات (14،10،4،1)، وهذا يدل على التنوع الوراثي بين الإناث *A.crataegi* المناطق المدروسة والتي كشف عنها بالبادئات المستخدمة.

الجدول (47). الحزم الفريدة لكلّ بادئ على عينات الإناث *A.crataegi* في المناطق المدروسة

المنطقة / البادئ	بقعسم	المنونة	سد الروم	المزرعة	المخرم	المشرفة	عين النسر	تل شنان	تل الذرة	أم العمد	الجابرية	جنتا	دربل	العثمانية	عرنة	مجموع
15							+1				+1					2
16					+1											1
20																0
22												+1				1
32			+1													1
33		+1														1
34													+1			1
35								+1								1
36		+1 +1			+1											3
37									+1						+1 +1	3
40					+1	+1										2
42					+1 +1		+1				+1		+1 +1			6
مجموع	0	3	1	0	5	1	2	1	1	0	2	1	3	0	2	22

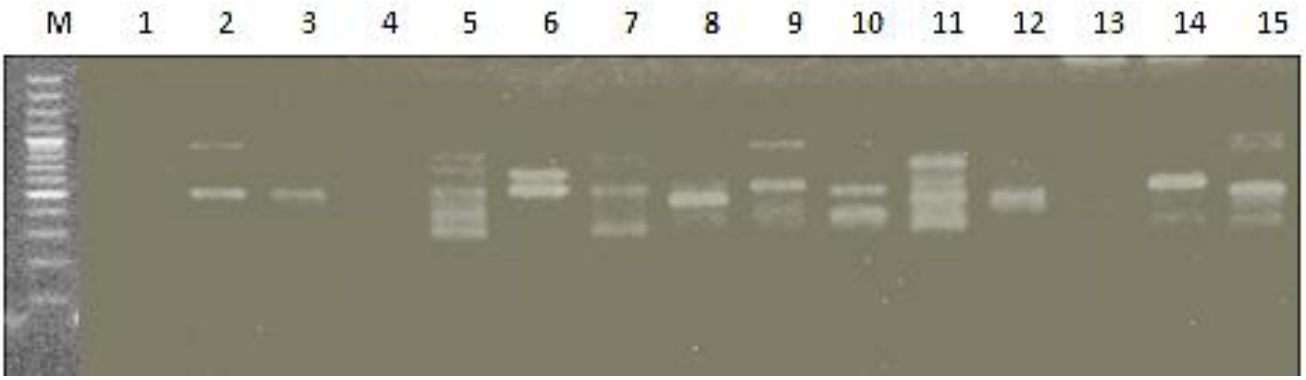
1.2.1. تحديد درجة القرابة الوراثيّة لإناث *A.crataegi* في المناطق المدروسة:

تمت دراسة درجة القرابة الوراثيّة لإناث *A.crataegi* في المناطق المدروسة بتطبيق مصفوفة النسب المئوية لعدم التوافق (Percent Disagrment Value)، حيث يدل ارتفاع قيم هذه المصفوفة على وجود اختلاف وراثي، وبازديادها يزداد التباين الوراثي بين العينات المدروسة، تراوحت قيم النسب المئويّة لعدم التوافق بالنسبة لبادئات ISSR بين إناث المناطق المدروسة بين (0.0811) بين إناث حمص (العثمانية) وجبل الشيخ (عرنة)، وهذا يدل على درجة قرابة وراثية كبيرة بينهما، و(0.6802) بين إناث حمص (المخرم) وإناث حمص (عين النسر) وهذا يدل على وجود تباين وراثي كبير بينهما.

جدول (48). مصفوف المتوسط العام لنسب عدم التوافق (PDV) الناتجة عن دراسة متوسط التشابه الوراثي لإناث *A.crataegi*

العينة	بقعسم	المتونة	سد الروم	المزرعة	المخرم	المشرفة	عين النسر	تل شنان	تل الذرة	أم العمد	الجابرية	حينا	دربل	العثمانية	عرنة
بقعسم	****														
المتونة	0.2834	****													
سد الروم	0.3185	0.4120	****												
المزرعة	0.1694	0.3548	0.3185	****											
المخرم	0.6302	0.6061	0.4318	0.6302	****										
المشرفة	0.2329	0.3185	0.3548	0.1694	0.6302	****									
عين النسر	0.3365	0.4726	0.2834	0.3365	0.6802	0.4937	****								
تل شنان	0.2663	0.4318	0.3548	0.2663	0.5371	0.3008	0.3735	****							
تل الذرة	0.2329	0.3926	0.3185	0.2663	0.5371	0.3008	0.3008	0.3735	****						
أم العمد	0.2329	0.3548	0.3185	0.2329	0.4120	0.3008	0.3735	0.2663	0.3735	****					
الجابرية	0.3185	0.4520	0.3735	0.5152	0.5152	0.5596	0.3926	0.4726	0.3185	0.3926	****				
حينا	0.1694	0.3548	0.3185	0.2007	0.6302	0.2329	0.3735	0.2329	0.3365	0.2007	0.4318	****			
دربل	0.3008	0.4726	0.3548	0.2329	0.5826	0.2663	0.4120	0.3365	0.3735	0.2663	0.5596	0.2663	****		
العثمانية	0.2495	0.3735	0.3365	0.2495	0.5152	0.2495	0.4318	0.3185	0.3548	0.2495	0.4520	0.2834	0.4318	****	
عرنة	0.3185	0.4120	0.3365	0.2495	0.5152	0.2495	0.4318	0.3548	0.3548	0.2824	0.4937	0.3185	0.4726	0.0811	****

يمثل الشكل (24) هلامة الأغاروز بتركيز 2% لإناث *A.crataegi* في المناطق المدروسة للبادئ.



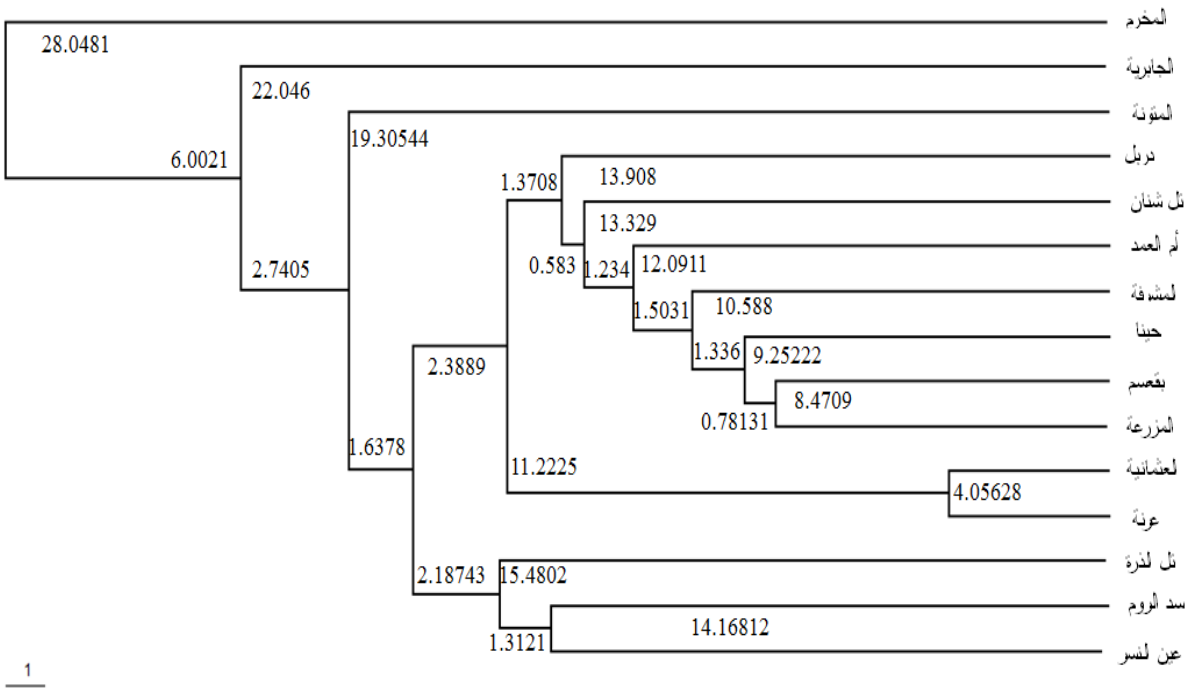
الشكل (24). هلامة الأغاروز بتركيز 2% للبادئ 40 لإناث *A.crataegi* في المناطق المدروسة

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
عرنة	العثمانية	دربل	حينا	الجابرية	أم العمد	تل الذرة	تل شنان	عين النسر	المشرفة	المخرم	المزرعة	سد الروم	المتونة	بقعسم

2.2.1. التحليل العنقودي لإناث *A.crataegi* في المناطق المدروسة:

أجري التحليل العنقودي للنتائج التي تم الحصول عليها وذلك لتحديد درجة القرابة الوراثية ولرسم شجرة القرابة الوراثيّة بين الإناث، ويلاحظ من الشكل (25) أنّ الإناث قسمت إلى مجموعات عكست درجة القرابة الوراثيّة فيما بينها بناءً على المعلمات الجزيئيّة التي قامت بتمييز إناث المناطق المدروسة وذلك على المستوى الجزيئي.

انقسمت إناث المناطق المدروسة إلى مجموعتين ضمت المجموعة الأولى إناث منطقة المخرم (حمص) وهي إناث من النمط B وبالتالي فقد انقسم هذا النمط بشكل مستقل عن النمط A المتمثل بالعينات المأخوذة من المناطق الأخر، كما أنها امتلكت أكبر عدد من الحزم الفريدة التي بلغت (5) حزم فريدة، أما إناث المجموعة الثانية فقد انقسمت إلى تحت مجموعتين، ضمت الأولى إناث الجابرية (حمص)، أما تحت المجموعة الثانية فضمت (تحت)^{2} مجموعة، ضمت الأولى إناث منطقة المتونة (السويداء)، وانقسمت الثانية إلى (تحت)^{3} مجموعتين، انقسمت الأولى إلى (تحت)^{4} مجموعتين، ضمت الأولى إناث تل الذرة (حماة) والثانية انقسمت إلى إناث عين النسر (حمص)، وسد الروم (السويداء)، أما (تحت)^{3} مجموعة الثانية فانقسمت إلى (تحت)^{4} مجموعتين، انقسمت الأولى إلى إناث عرنة (جبل الشيخ) والعثمانية (حمص)، أما الثانية فقد انقسمت إلى (تحت)^{5} مجموعتين ضمت الأولى إناث دربل (جبل الشيخ)، وانقسمت الثانية إلى (تحت)^{6} مجموعتين، ضمت الأولى تل شنان (حمص)، وانقسمت الثانية إلى (تحت)^{7} مجموعتين ضمت الأولى إناث إم العمد (حمص)، وانقسمت الثاني إلى (تحت)^{8} مجموعتين ضمت الأولى إناث المشرفة (حمص)، وانقسمت الثانية إلى (تحت)^{9} مجموعتين، ضمت الأولى إناث حينا (جبل الشيخ)، وانقسمت الثانية إلى إناث بقعسم (جبل الشيخ)، والثانية المزرعة (السويداء).



الشكل (25). شجرة القرابة بين إناث المناطق المدروسة حسب البيانات الجزيئية باستعمال برنامج POP GENE32 وبطريقة UPGMA

لم يخضع التوزع الوراثي للذكور والإناث للتوزع الجغرافي، حيث تتميز الفراشات *A.crataegi* بأنها فراشات متعددة العوائل فهي تصيب الأشجار التابعة للفصيلة الوردية Rosaceae بالإضافة للفصيلة الصفصافيّة Salicaceae (Ting and Renxin, 2004)، كما أنها فراشات كبيرة الحجم (Higgins and Riley, 1970)، وتتميز بقدرتها المتوسطة على الطيران (Franzén and Thomas, 2004). وتعد من الفراشات المهاجرة التي تنتقل لمسافات طويلة على شكل أسراب في بعض المناطق (Sergey and Popov, 1999)، لذا يمكن اعتبار هذه العوامل من العوامل المهمة التي قد تكون سبب لانتشار هذه الفراشة من الشمال إلى الجنوب أو العكس.

كما أن مركز زراعة وتحضير شتول اللوز والتفاح تتم في مشتل المختارية التابع لوزارة الزراعة وبالتالي يرجح أنّ تكون الشتول المنقولة مع التراب وبقايا النبات مصدر أساسي لنقل يرقات *A.crataegi* الساكنة، لأنّ هذه الشتول يتم نقلها وتوزيعها وزراعتها قبل بدء تفتح البراعم.

وهذا موافق لما ذكره (Chen *et al.*, 2014) حيث استعمل تقنية ISSR في التوصيف الجزيئي لحشرة *Athetis lepigone* (Lepidoptera: Noctuidae)، وهي من أفات الذرة المهمة في الصين استعمل 7 بادئات و15 منطقة جغرافية مختلفة أعطت 183 حزمة منها 174 حزمةمتعددة شكلياً بنسبة 95.08% ولم يكشف التحليل عن وجود علاقة بين التنوع الجيني والقرب الجغرافي، وذكر أنّ النقص في التنوع الوراثي الكبير أو عدم الارتباط مع الموقع الجغرافي يشير إلى احتمال وجود تدفق مرتفع بين المناطق أو توسع الحشرة إلى مناطق جديدة.

2. التوصيف الجزيئي ودراسة الاختلافات الوراثية للمتطفل *A.glomeratus* :

تمّ استخلاص الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA من إناث المتطفل *A.glomeratus* وتم تحديد نوعيته ونقاوته على هلامة أغاروز 0.8% الشكل (26)، حيث تراوح تركيز الـ DNA بين 0.38 إلى 0.55 ومدد التركيز ليصبح 40 نانوغرام/ميكروليتر، في حين تراوحت نقاوة العينات المدروسة بين 1.79 إلى 2.03. جدول (49).



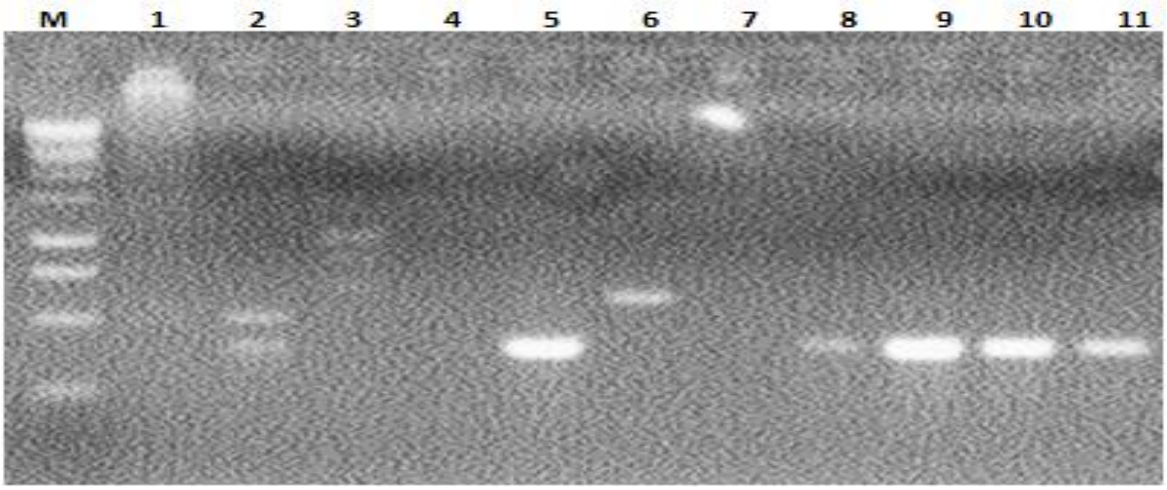
الشكل (26). هلامة الأغاروز بتركيز 0.8% المستخدمة لتحديد نوعية الحمض النووي DNA إناث *A.glomeratus*

جدول (49): تركيز ونقاوة الـ *A.glomeratus* DNA

رقم العينة	مكان العينة للمتطفل *A.glomeratus*	النقاوة	تركيز DNA (ug/ul)
1	المشرفة	2.03	0.53
2	الجابرية	1.98	0.44
3	عين النسر	1.89	0.39
4	نوى	1.79	0.40
5	المخرم	1.83	0.52
6	العثمانية	2.01	0.47
7	حينا	1.85	0.38
8	أم الزيتون	1.94	0.42
9	المتونة	1.97	0.45
10	سد الروم	1.87	0.55
11	عرنة	1.91	0.51

تم استعمال 23 بادئ لتحديد درجة القرابة الوراثية بين المتطفلات، أعطى منها 14 بادئة نتائج تضخيم بتطبيق تقنية ISSR، ولم تعط 9 بادئات أي تضخيم لقطعة الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA في جميع العينات بالتقنية المستخدمة.

يمثل الشكل (27) هلامة الأغاروز بتركيز 2% لإناث *A.glomeratus* في المناطق المدروسة للبادئ.



الشكل (27). هلامة الأغاروز بتركيز 2% للبادئ 40 لإناث *A.glomeratus* في المناطق المدروسة

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
المشرفة	الجابرية	عين النسر	نوى	المخرم	العثمانية	حينا	أم الزيتون	المتونة	سدالروم	عرنة

بلغ عدد الحزم الكلية الناتجة عن البادئات الأربعة عشر (68) حزمة، وقد أعطت البادئات (30 و34) أعلى عدد من الحزم حيث بلغت (7) حزمة، وأعطت كل من البادئات (15 و18) حزمتين فقط وهي أقل

عدد للحزم. بلغت النسبة المئوية للتعددية الشكلية Polymophic لدى المتطفل (100%)، حيث أعطت جميع البادئات تعدديّة شكليّة بنسبة (100%). الجدول (50).

جدول (50) عدد الحزم الكلية والحزم المتباينة شكلياً لكلّ بادئ والنسبة المئوية للتعدديّة الشكليّة التي أعطتها عند المتطفل *A.glomeratus* في مناطق الدراسة

رقم البادئ	اسم البادئ	عدد الحزم الكلية	عدد الحزم المتباينة شكلياً	النسبة المئوية للتعددية الشكلية
1	2	5	5	100
2	13	5	5	100
3	14	5	5	100
4	15	2	2	100
5	16	6	6	100
6	18	2	2	100
7	28	6	6	100
8	30	7	7	100
9	33	6	6	100
10	34	7	7	100
11	35	4	4	100
12	40	5	5	100
13	42	4	4	100
14	43	4	4	100
مجموع		68	68	100

بلغ عدد الحزم الفريدة الكلية 27 حزمة، أعطت البادئات 30 و35 و40 و43 أعلى حزم فريدة حيث أعطى كل بادئ منها 3 حزمة، بينما لم يعط البادئ 18 أي حزم فريدة، وظهرت في العينة (2) التي تمثل منطقة الجابرية (حمص) والمتونة (السويداء) أعلى عدد للحزم الفريدة التي بلغت (5) حزم فريدة ، وهذا يدل على التنوع الوراثي للمتطفل *A.glomeratus* في المناطق المدروسة والتي كشف عنها بالبادئات المستخدمة. الجدول (51).

جدول (51) الحزم الفريدة لكلّ بادئ على عينات *A.glomeratus* في المناطق المدروسة

المنطقة / البادئ	المشرفة	الجابرية	عين النسر	نوى	المخرم	العثمانية	خنا	أم الزيتون	المتونة	سد الروم	عرنة	مجموع
2						+1						1
13			+1									1
14			+1									1
15								+1				1
15				+1								1
16											+1 +1	2
18												0
28						+1			+1			2
30										+1+1+1		3
33				+1			+1					2
34		+1	+1									2
35		+1		+1					+1			3
40		+1 +1	+1									3
42		+1							+1			2
43								+1	+1+1			3
المجموع	0	5	4	3	0	2	1	2	5	3	2	27

1.1. تحديد درجة القرابة الوراثيّة للمتطفل *A.glomeratus* في المناطق المدروسة:

تمت دراسة درجة القرابة الوراثيّة للمتطفل *A.glomeratus* في المناطق المدروسة بتطبيق مصفوفة النسب المئوية لعدم التوافق (Percent Disagrment Value)، تراوحت قيم النسب المئويّة لعدم التوافق بالنسبة لبادئات ISSR بين المتطفلات في المناطق المدروسة بين (0.2265) بين متطفلات منطقة المشرفة (حمص) ومتطفلات منطقة عرنة (جبل الشيخ)، وهذا يدل على درجة قرابة وراثية كبيرة بينهما، و(0.7777) بين متطفلات منطقة التونة (السويداء) ومتطفلات منطقة نوى (حمص)، كذلك بين متطفلات منطقة المتونة (السويداء) ومتطفلات منطقة العثمانية (حمص)، وأيضاً بين متطفلات منطقة المشرفة (حمص) ومتطفلات منطقة عرنة (جبل الشيخ)، وهذا يدل على وجود تباين وراثي كبير بينهما. جدول (52). كما ذكر De Leon و Sétamou (2010) أن استعمال تقنية ISSR في دراسة مجتمع المتطفل *Tamarixia radiate* (Hymenoptera: Eulophidae) والذي يعتبر من أهم الأعداء الحيوية لحشرة *Diaphorina citri* ذات أهمية اقتصادية على أشجار الحمضيات، حيث أظهرت النتائج عدم وجود فروق وراثية بينهما وتتطابق ذلك مع الصفات الشكلية.

جدول (52). مصفوف المتوسط العام لنسب عدم التوافق (PDV) الناتجة عن دراسة متوسط التشابه الوراثي للمتطفل *A.glomeratus*

العينة	المشرفة	الجابرية	عين النسر	نوى	المخرم	العثمانية	حينا	أم الزيتون	المتونة	سد الروم	عرنة
المشرفة	****										
الجابرية	0.3151	****									
عين النسر	0.3339	0.4974	****								
نوى	0.3722	0.4122	0.3920	****							
المخرم	0.2265	0.5429	0.4329	0.5664	****						
العثمانية	0.4122	0.5429	0.4329	0.3920	0.5199	****					
حينا	0.3338	0.4974	0.3920	0.3920	0.4329	0.3528	****				
أم الزيتون	0.2610	0.4539	0.5664	0.5199	0.2787	0.4754	0.4754	****			
المتونة	0.4122	0.5429	0.7205	0.7777	0.3528	0.7777	0.6665	0.3151	****		
سد الروم	0.3338	0.6405	0.6152	0.7777	0.2787	0.6665	0.5199	0.4329	0.3151	****	
عرنة	0.2265	0.3722	0.4754	0.4754	0.3920	0.5199	0.3920	0.3151	0.3528	0.3528	****

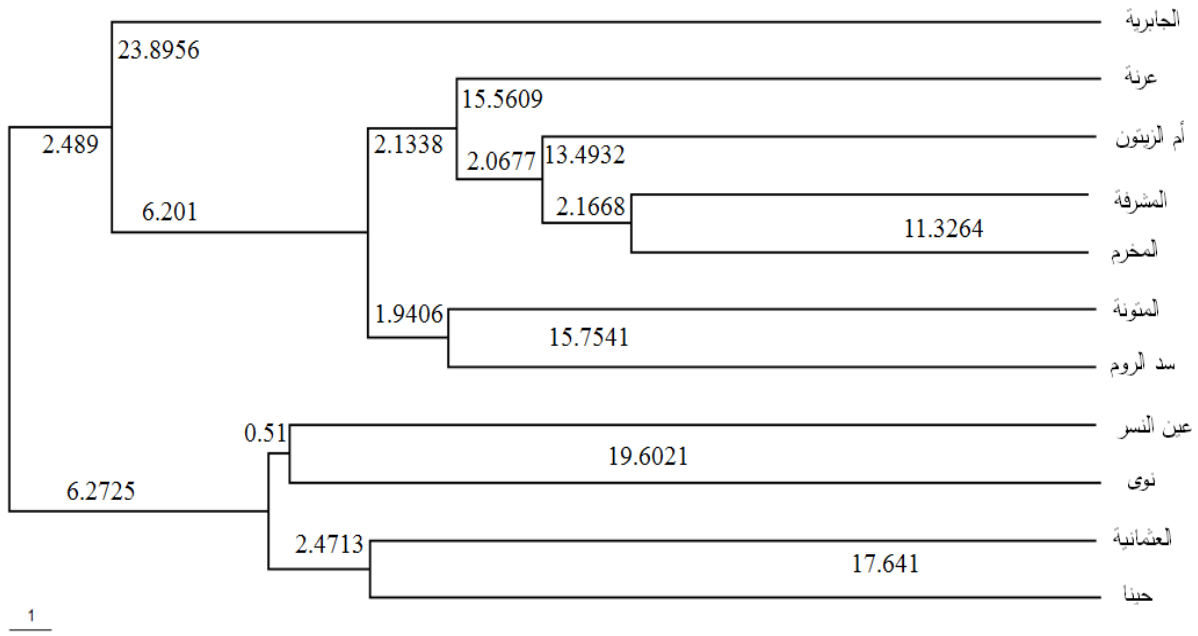
2.2. التحليل العنقودي للمتطفل *A.glomeratus* في المناطق المدروسة:

أجري التحليل العنقودي للنتائج التي تم الحصول عليها وذلك لتحديد درجة القرابة الوراثية، ورسم شجرة القرابة الوراثيّة بين متطفلات *A.glomeratus* التابعة لمناطق جغرافيّة مختلفة، ويلاحظ من الشكل (28) أنّ المتطفلات قسّمت إلى مجموعات عكست درجة القرابة الوراثيّة.

انقسمت إناث المتطفلات التابعة للنوع *C. glomerata* إلى مجموعتين: انقسمت المجموعة الأولى بدورها إلى تحت مجموعتين: ضمت الأولى عينات العثمانية (حمص) وعينات حينا (جبل الشيخ)، أما تحت المجموعة الثانية فضمت عينات منطقة عين النسر (حمص) وعينات نوى (حمص) المتجاورتين جغرافياً.

أما المجموعة الثانية فانقسمت إلى تحت مجموعتين، ضمت الأولى متطفلات الجابرية (حمص)، وانقسمت تحت المجموعة الثانية إلى تحت تحت مجموعتين، ضمت تحت تحت مجموعة الأولى عينات المتونة (السويداء) وعينات سد الروم (السويداء) التابعتين للمحافظة نفسها، وانقسمت تحت تحت المجموعة الثانية إلى (تحت)^3 مجموعتين: ضمت الأولى عينات عرنة (جبل الشيخ)، والثانية انقسمت إلى

عينات أم الزيتون (السويداء) و مجموعة ضمت عينات المشرفة (حمص) وعينات المخرم (حمص)، فكان انقسام عينات المتطفل بنسبة عالية وفق للمناطق انتشاره .



الشكل (28). شجرة القرابة بين متطفلات *A.glomeratus* المناطق المدروسة حسب البيانات الجزيئية باستعمال برنامج POP GENE32 وبطريقة UPGMA

خضع التوزع الوراثي للمتطفل للتوزع الجغرافي للمناطق بشكل كبير حيث تعدّ مناطق عين النسر ونوى مناطق متجاورة جغرافياً، وكذلك المشرفة والمخرم، وأيضاً المتونة وسد الروم، أما التقارب الوراثي بين متطفلات منطقة العثمانية وحينا ربما يعود لتخصص المتطفل لإصابة نوع حشري واحد، خلال عدة أجيال وهذا ماتم تأكيده في الدراسة السلوكية للمتطفل.

الفصل الرابع

الاستنتاجات

1. بينت الدراسة أن عملية التعلم وذاكرة الشم في المتطفل *A.glomeratus* تكتسب في مرحلة التطور الأولى للمتطفل وتستمر حتى ظهور الحشرات البالغة ووضع البيض على عائلها الذي ربيّت عليه بكفاءة أكبر.

2. يكون التفضيل الأكبر لإناث المتطفل*A.glomeratus* في جميع الحالات لليرقات التي ربيت عليها ثم ليرقات *P. brassicae* التي تعدّ العائل الرئيسي له.

3. يكون سلوك وضع البيض عند المتطفل *A.glomeratus* وفق ملائمة المتطفل وتطور ذريته، مما يجعل يرقات *P. brassicae* العائل الرئيسي له.

4. كانت يرقات *P. brassicae* أفضل اليرقات لتربية المتطفل *A.glomeratus*.

5. تُظهِر إناث المتطفَّل غير الملقحة والذكور تفضيل أكبر للمستخلصات النباتية المضيفة لعائلها الحشري والتي تقودها إلى الجنس الآخر.

6. تُظهِر إناث المتطفَّل الملقحة تفضيل أكبر لمستخلصات النباتات المضيفة المصابة بالعائل الحشري والتي تؤدي بها إلى العوائل المضيفة.

7. تنجذب المتطفلات نحو مستخلصات النباتات المصابة بالعائل دون النظر إلى العمر اليرقي الذي أصابه.

8. لدى المتطفل *A.glomeratus* القدرة على التمييز بين الأعمار اليرقية المختلفة من الرائحة دون التماس المباشر، وتفضل يرقات العمر الأول والثاني للعائل.

9. لم يلاحظ تعرض يرقة العائل لوضع البيض من قبل أكثر من أنثى واحدة للمتطفل *A.glomeratus*.

10. تحدث تغيرات جذرية للمركبات الكيميائية المنبعثة من نبات اللوز نتيجة الإصابة بيرقات *A.crataegi*، بعض المركبات المنبعثة جاذبة للأعداء الحيوية، وبعض المركبات تحدث مقاومة للنبات عن طريق خفض قدرة الآفة على التغذية وخفض انجذاب الآفات نحو النبات لوضع البيض.

11. يعدّ الحمض الدهني (linoleic acid) الذي ظهر في العمر اليرقي الأول، والمركب Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl) الذي ظهر فقط في العمرين الأول والثاني، العوامل الأساسية الجاذبة للمتطفل *A.glomeratus* نحو يرقات العمر الأول والثاني ليرقات *A.crataegi*

12. أظهرت نتائج التوصيف الجزيئي وجود اختلافات وراثية كبيرة في المنطقة الوسطى في سورية مما يعطي مؤشراً على وجود سلالات جديدة من *A.crataegi*.

13. أظهرت نتائج التوصيف الجزيئي لـ *A.glomeratus* وجود قرابة وراثية بين الحشرات المنتشرة في المنطقة الجنوبية والحشرات المنتشرة في المنطقة الوسطى.

التوصيات

1. إدخال أحدى مفرزات الآفة التي يربى عليها المتطفل في بيئة تربية المتطفل لتحقيق الهدف المطلوب.
2. تحديد كفاءة المتطفل الذي تمّت تربيته مخبرياّ في مكافحة الآفة حقلياً.
3. تربية المتطفل *A.glomeratus* تربية كتلية على فراشة أبي دقيق الكرنب الكبير *P.brassicae*.
4. تربية المتطفل على الآفة المطلوبة كترميم لسلوك اختياره للعائل قبل الإطلاق الحقلي.
5. دراسة واختبار المركبات الطيارة الناتجة من النبات المصاب في ردود فعل المتطفلات، لمحاولة ادخالها في برامج المكافحة المتكاملة.
6. دراسة واختبار المركبات المنتجة من اليرقات في جذب المتطفل ورفع نسبة التطفل.
7. دراسة التسلسل النيكلوتيدي لكامل الجينوم لكل من الحشرة والطفيل بهدف تحديد السلالات المحلية المنتشرة، وتحديد درجة قرابتها مع السلالات الأخرى الموجودة في المناطق المجاورة.

Abstract

The biological control of insects is the most safe and important method of control. It depends on mass rearing of the parasitoid, But the activity of parasitoid become weaker after several generations of laboratory rearing. So determined the potential of *Apanteles glomeratus* (L) in searching and responding when it's rearing on alternative hosts in laboratory, *Aporia crataegi* L, *Pieris brassicae* L. and *Galleria mellonella* L. The fertilized females showed a preference for host larvae that reared on, then for the larvae *P.brassicae*, so the olfactory memory in *A.glomeratus* gets in larvae stage and continue until the emergence of adults and lay their eggs in their hosts which reared in more efficiently.

Also the foraging activity of a parasitoid is highly influenced by the chemical cues released from the host plants and their potential hosts in a cropping system.

We examined the capacity of naive *A.glomeratus* non fertilized, fertilized females and males to orient towards the odor of almond host plant, and its host *A. crataegi* larval body secretions. We found the fertilized females oriented to mix infested host plant with larval body washing. Then, it oriented to infested host plant liquid, after that it oriented towards larval body extract, and to mix undamaged host plant with larval body extract in same percentage, and the leaser toward uninfested host plant. but the non-fertilized females and male oriented to uninfested and infested host plant extracts in same percentage. And they didn't prefer larval body extract as the other extracts.

The ability of *A.glomeratus* to distinguish between the larval instars of different *A.crataegi* and also to distinguish between almond plants infested by a different larval instar *A.crataegi*. The study proved the parasitoide, *A.glomeratus* can't distinguish between the almond plants infested by a different

larval instar, but it's attractive to infested plant, also the parasitoides can distinguish between the stages of larvae instar.

We determined the biological characteristics, sex ratio and natural factors of death for parasitoid, *A.glomeratus* when it reared on three of laboratory hosts: *A.crataegi*, *G.mellonella, P. brassicae:* the highest percentage of parasitism was in larvae *P.brassicae* (88%) from the total number of larvae were used in the experiment. The *P.brassicae* larvae were the best host to put in the highest number of the parasitoid eggs, and the number of parasitoids larvae which emerged from each larva of *P.brassicae* was 24.7 ± 2.54 larva. But accordance to equation of Brodeur and other (1998) the parasitism percentage of *A.crataegi* was close to *P.brassicae*, but the natural death factors of parasitoides were different.

The failure of the parasitoid larvae to emerge from the host larvae was the highest for the larvae of *G. mellonella* (21.8%), and the failure to form cocoon and pupa death inside the cocoon were closer between the three insect species.

In contrast to laboratory experiment, the sex ratio in the field was tend more towards females than males, on the three species. The period of eggs to hatch and larval stage depend on host diapauses, which was the longest for *A.crataegi* larvae.

We determined the changes of volatile emissions from almond after infestation by *A. crataegi*. The study proved to record 42 new compound emissions from infested almond. The important compounds were (Cis-3-Hexenyl Acetate, Cis-3-Hexenyl Acetate, Limonene, Z -β-Ocimene, Linalool or allo-Ocimenol, Nonanal, (E)-4,8-Dimethyl-1,3,7-nonatriene, (Z)-3-Hexenyl butyrate, Trans-2-hexenyl butyrate, 2-hexenyl tiglate, (E)-beta-farnesene, trans-α –Bergamotene, (E,E)-α-Farnesene, Limonene-6-ol, Methyl salicylate and

isopropyl palmitate), they are known to attract natural enemies of the herbivores.

Also, We determined the changes of volatile emissions from a different larval instars of *A. crataegi*, We found many changes in the compound emission from that larval instars. The Fatty acids (palmitic acid, linoleic acid, stearic acid) emitted from all instars larval, But Octadecane, 3-ethyl-5- (2-ethylbutyl) emitted only from first and second larval stages, That last compound maybe attracts natural enemies to the suitable larval instars of herbivores.

Genetic differences of *A. crataegi* was conducted at fifteen villages of Syria where this insect was distributed; Mid of Syria, Al- Swaida and Jabal Al-Sheikh, using ISSR with 22 primers for males. Only 13 primers succeeded in amplifying the DNA, the polymorphism between males was (98.9%), with highest relation between the males of Beqaasem (Jabal Al- Sheikh) and Almtonh (Al-Swaida), And between Beqaasem, Arnah (Jabal Al- Sheikh), The cluster analysis separated the males of Tal al-zura (Hama) in an independent group and the rest in another group. And we used ISSR with 23 primers for females. Only 13 primers succeeded in amplifying the DNA, The polymorphism between the females was (100%) and the females of Al-Othoman (Homs) and Arnah (Jabal Al- Sheikh) were very close. The cluster analysis separated the females of Al-Mukharram (Homs) in a group, and the rest in different one.

The study of genetic differences of females of *A.glomeratus* was conducted for eleven villages in Syria where this insect and host distributed; Mid of Syria, Al- Swaida and Jabal Al- Sheikh, using ISSR with 23 primers. Only 14 primers succeeded in amplifying the DNA, the polymorphism between females was (100%), with highest relation between the females of Al-Mushrifah (Homs) and Arnah (Jabal Al- Sheikh), The cluster analysis separated the females in two groups. But there was overlap between the regions.

المراجع
References

1. **الحريري، غازي.**(1971). الحشرات الاقتصادية في سورية والبلاد المجاورة، المطبوعات الجامعية. ص462.

2. **الرز، هشام ومحمد سعيد خنبش** .(1997). وثيقة مشروع تطوير تربية النحل وإنتاج العسل في محافظة شبوة في الجمهورية اليمنية. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الخرطوم (ص: 76).

3. **العلان، محمد علي** .(2001). حصر الأعداء الحيوية لدودة الشمع المنتشرة في سوريا وتقييم كفاءتها. جامعة دمشق،(رسالة ماجستير).

4. **المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية.** (2014). مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في سورية.

5. **زغيب، ايهاب. (2012).** دراسة بيولوجية جزيئية لحشرة حفار ساق اللوزيات ذو القرون الطويلة Cerambyx dux F. في المنطقة الوسطى والجنوبية من سوريا. جامعة دمشق، (رسالة ماجستير).

6. **شلالو، أماني.** (2010). دراسة بيولوجية فراشة اللوز الحرشفيّة (L) *Aporia crataegi* وأعدائها الحيويّة في وسط وجنوب سورية. جامعة دمشق، (رسالة ماجستير).

7. **غالي، روضة سكر.** (2013). دراسة الاختلافات الوراثيّة لحشرة دبور ثمار اللوز *Eurytoma amygdali* (Hymenoptera: Eurytomidae) في سورية واستخلاص الفرمونات الجنسية لاستعمالها في المكافحة المتكاملة. جامعة دمشق. (رسالة دكتوراة).

8. **Allison, J. D., and Daniel, J.H. (2009).** Learned and naïve natural enemy responses and the interpretation of volatile organic compounds as cues or signals. *New Phytol*. 184 (4): 768- 782.

9. **Allmann, S., and Baldwin, I. T. (2010)**. Insects betray themselves in nature to predators by rapid isomerization of green leaf volatiles. *J. Science* (2010) 329 (5995),1075-1078. CHAPTER 3

10. **Amico, V., Barresi, V., Condorelli, D., Spatafora, C., and Tringali, C. (2006).** Antiproliferative terpenoids from almond hulls (*Prunus dulcis*): identification and structure-activity relationships. *J. Agric Food Chem* . 54: 810-814.

11. **Andersson, J., Borg-Karlson, A. K., and Wiklund, C. (2000).** Sexual cooperation and conflict in butterflies: a male–transferred anti–aphrodisiac

reduces harassment of recently mated females. *The Royal Society*. 267 (1450): gxxdsgr DOI: 10.1098/rspb.2000.1138

12. **Arimura, G., Köpke, S., Kunert, M., Volpe, V., David, A., Brand, P., Dabrowska, P., Maffei, E. M., and Boland, W. (2008).** Effects of feeding *Spodoptera littoralis* on lima bean leaves: IV. Diurnal and nocturnal damage differentially initiate plant volatile emission. *Plant Physiol*. 146: 965–973.

13. **Baldwin, I.T., Zhang, Z.P., Diab, N., Ohnmeiss, T.E., McCloud, E.S., Lynds, G.Y., and Schmelz, E.A. (1997).** Quantification, correlations and manipulations of wound-induced changes in jasmonic acid and nicotine in *Nicotiana sylvestris*. Planta 201: 397–404.

14. **Baraket, G., Chatti, K., Saddoud, O., Mars, M., Marrakchi, M., Trifi, M., and Hannachi, S.A. (2009).** Genetic analysis of Tunisian fig (*Ficus carica* L.) cultivars using amplified fragment length polymorphism (AFLP) markers. *Scientia Horticulturae*. 120: 487–492.

15. **Barron, A. B., & Corbet, S. A. (1999).** Preimaginal conditioning in Drosophila revisited. *Anim. Behav*. 58: 621–628.

16. **Barron, A. B., & Corbet, S. A. (2000).** Behavioural induction in Drosophila: timing and specificity. *Entomol. Exp. Applicata*. 94: 159–171.

17. **Barron, A. B. (2001).** The life and death of Hopkins' host-selection principle. J. Insect Behav. 14: 725–737.

18. **Beck, J. J., Higbee, B. S., Merrill, G. B., and Roitman, J. N. (2008).** Comparison of volatile emissions from undamaged and mechanically damaged almonds. *The Science Of Food And Agriculture*. 88: 1363–1368.

19. **Beck, J. J., Merrill, B.G., Higbee, S.B., Light, M. D., and Gee, S. W. (2009).** In Situ Seasonal Study of the Volatile Production of Almonds (*Prunus dulcis*) Var. 'Nonpareil' and Relationship to Navel Orangeworm. J. *Agric. Food Chem*. 57 (9): 3749–3753.

20. **Bektas, Y. Eulgem, A., and Thomas, D. (2015).** Synthetic plant defense elicitors. *Plant Physiology*. 5: 804.

21. **Bhubaneshwari, A., Kananbala, L., Joymati, L., Ronikumar, A., and Binarani, T. (2012).** Morphometric Measurement of Cabbage Butterfly *Pieris Brassicae* Linn (Lepidoptera: Pieridae) in the Agro-Ecosystem of Manipur. *International Journal of Basic and Applied Medical Sciences*. 2 (3): 31–33.

22. **Blee E** (1998) Phytooxylipins and plant defense reactions. *Prog Lipid Res*. **37:** 33–72

23. **Bogahawatte, C. N. L., and Van Emden, H. F. (1996).** The influence of the host plant of the diamondback moth (*Plutella xylostella*) on the plant preferences of its parasitoid *Cotesia plutellae* in Sri Lanka. *Physiological Entomology*. 21: 93-96.

24. **Bonnet, C., Lassueur, S., Ponzio, C., Gols, R., Dicke, M., and Reymond, P. (2017).** Combined biotic stresses trigger similar transcriptomic responses but contrasting resistance against a chewing herbivore in *Brassica nigra*. *BMC Plant Biology*.17:127-141.

25. **Brodeur, J., and Vet, L. E. M. (1995**). Relationships between parasitoid host range and host defence: a comparative study of egg encapsulation in two related parasitoid species. J. *Physiological Entomology*. 20: 7–12.

26. **Brodeur, J. J., Geervliet, B. F., and Vet, L. E. M. (1996**). The role of host species, age and defensive behaviour on ovipositional decisions in a solitary specialist and gregarious generalist parasitoid (Cotesia species). J. *Entomologia Experimentalis werlmentalis et Apphcata*. 81: 125-132.

27. **Brodeur, J. J., Geervliet, B. F., and Vet, L. E. M. (1998).** Effects of *Pieris* host species on life history parameters in a solitary specialist and gregarious generalist parasitoid (*Cotesia* species). J. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 86: 145–152.

28. **Bruinsma, M., Posthumus, A.M., Mumm, R., Mueller, J.M., Van Loon, J. J. A., and Dicke, M. (2009**). Jasmonic acid-induced volatiles of Brassica oleracea attract parasitoids: effects of time and dose, and comparison with induction by herbivores. *Experimental Botany*. 60 (9): 2575–2587.

29. **Caubet, Y., and Jaisson, P. (1991).** A post-eclosion early learning involved in host recognition by *Dinarmus basalis* rondani (Hymenoptera: Pteromalidae). *Animal Behaviour*. 42 (6): 977–980.

30. **Chen, L., and Henry, Y. F. (2010).** Behavioral and Electroantennogram Responses of Phorid fly *Pseudacteon tricuspis* (Diptera: Phoridae) to Red Imported Fire Ant *Solenopsis invicta* Odor and Trail Pheromone. J. *Insect Behavior*. 13 (2):110-119.

31. **Chen, F., Ahmad, T., Liu, Y., He, K., and Wang, Z., (2014)** Analysis of genetic diversity among different geographic populations of *Athetis lepigone* using ISSR molecular markers. J. *Asia-Pacific Entomology*. 17 (4) :793-798.

32. **Choh, Y., Kugimiya, S., and Takabayashi, J. (2006).** Induced production of extrafloral nectar in intact lima bean plants in response to volatiles from

spider mite-infested conspecific plants as a possible indirect defense against spider mites. *Oecologia*. 147: 455–460

33. **Chow, J.K., Akhtar, Y., & Isman, M.B. (2005**). The effects of larval experience with a complex plant latex on subsequent feeding and oviposition by the cabbage looper moth: *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). *Chemoecology*. 15: 129 – 133.

34. **Corbet, S. A. (1985).** Insect chemosensory responses: a chemical legacy hypothesis. *Ecol. Entomol*. 10 (2) 143–154.

35. **Cortesero, A. M., De Moraes, C. M., Stapel, J. O., Tumlinson, J. H., and Lewis, W. J. (1997).** Comparisons and contrasts in host-foraging strategies of two larval parasitoids with different degrees of host specificity. J. *Chemical Ecology*, 23: 1589-1606.

36. **Culiney, T. W., and Pimentel, D. (1986)**. Ecological effects of organic agricultural practices on insect population. *Agricultare Ecosystems of Environment*. 15 (4): 321 – 318

37. **David, W. A. L., and Gardiner, B. O. C. (1962).** Oviposition and the hatching of the eggs of *Pieris brassicae* (L.) in a laboratory culture. *Bulletin of Entomological Research.* 53: 91-109.

38. **De Leon, J.H., and Walker, J. (2004).** Detection of DNA polymorphisms in *Homalodisca Coagulata* (Homoptera: Cicadellidae) by Polymerase Chain Reaction- Based DNA fingerprinting methods. *Ann. Entomol. Soc. Am*. 97(3): 574- 585.

39. **De León JH, Sétamou M.** (2010). Molecular evidence suggests that populations of the Asian citrus psyllid parasitoid *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) from Texas, Florida, and Mexico represent a single species. *Annals of the Entomological Society of America* 103: 100–110

40. **Degen, T.T., Bakalovic, N., Bergvinson, D., and Turlings, C. J. T. (2012).** Differential Performance and Parasitism of Caterpillars on Maize Inbred Lines with Distinctly Different Herbivore-Induced Volatile Emissions. PLOS ONE | www.plosone.org. 7 (10) e47589.

41. **Dicke, M., and Sabelis, M. W. (1988).** Infochemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds. *Funct. Ecol*. 2:131–139.

42. **Dicke, M., Van Beek, T.A., Posthumus, M.A., Ben Dom, N., Van Bokoven, H., and Groot, A. D. (1990).** Isolation and identification of

volatile kairomone that affects acarine predator-prey interactions. Involvement of host plant in its production. J. *Chem. Ecol*. 16 (2): 381–396 .

43. **Dicke, M. (1994)** Local and systemic production of volatile herbivore induced terpenoids: Their role in plant–carnivore mutualism. J. *Plant Physiol*. 143: 465–472.

44. **Dicke, M., Takabayashi, J., Posthumus, M. A., Schutte, C., and Krips, O. E. (1998).** Plant phytoseiid interactions mediated by herbivore-induced plant volatiles: Variation in production of cues and in responses of predatory mites. *Experimental and Applied Acarology*. 22: 311-333.

45. **Dicke. M., Van Loon, J. J. A., & Soler, R. (2009).** Chemical complexity of volatiles from plants induced by multiple attack. *Nature Chemical Biology* : 5 (5) :117-125.

46. **Dicke, M. (1999a)**. Direct and indirect effects of plants on the performance of beneficial organisms, pp. 105–153, in J. R. Ruberson (ed.). *Handbook of Pest Management*. Marcel Dekker, Inc, New York.

47. **Dicke, M. (1999b).** Evolution of induced indirect defense of plants. pp. 62–88, in R. Tollrian and C. J. Harvell (eds.). The Ecology And Evolution Of Inducible Defenses: Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

48. **Donath J, Boland W** (1994) Biosynthesis of acyclic homoterpenes in higher plants parallels steroid hormone metabolism. *J Plant Physiol* 143: 473–478

49. **Du, Y. J., Poppy, G. M., and Powell, W. (1996).** Relative importance of semiochemicals from first and second trophic levels in host foraging behavior of *Aphidius ervi*. J. *Chem. Ecol*. 22: 1591–1605.

50. **Du, Y. J., Poppy, G. M., Powell, W., and Wadhams, L. J. (1997).** Chemically mediated associative learning in the host foraging behaviour of the aphid parasitoid *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Braconidae). J. *Insect Behav*. 10: 509–522.

51. **Duquette, S. L., Altwegg, R., and Anholt B.R. (2005)**. Factors affecting the expression of inducible defences in Euplotes: genotype, predator density and experience. *Funct Ecol*. 19: 648–655.

52. **Dušinsk, R., Kdela, M., Stloukalov, V., and Jedlička, L. (2006).** Use of inter-simple sequence repeat (ISSR) markers for discrimination between and within species of blackflies (Diptera: Simuliidae). *Biologia, Bratislava*. 61: 299-304.

53. Eller, F. J., Tumlinson, J. H., and Lewis, W. J. (1992). Effect of host diet and preflight experience on the flight responses of *Microplitis croceipes* (Cresson). *Physiol. Entomol*. 17: 235-240.

54. Engelberth, J., Seidl-Adams, I., Schultz, J.C., and Tumlinson, J. H. (2007). Insect elicitors and exposure to green leafy volatiles differentially upregulate major octadecanoids and transcripts of 12-oxophytodienoic acid reductases in Zea mays. *Mol Plant Microbe Interact* .20: 707–716.

55. Fatouros, E.N., Barbosa, L. D., Weldegergis, T. B., Pashalidou, G. F., vanLoon, J. A. J., Dicke, M., Harvey, A. J., Gols, R., and Huigens, E. M. (2012). Plant Volatiles Induced by Herbivore Egg Deposition Affect Insects of Different Trophic Levels. *PLOS ONE*. 7 (8): e43607.

56. Fatouros, N. E., Van Loon, J. J. A., Hordijk, K. A., Smid, H. M., and Dicke, M. (2005). Herbivore-induced plant volatiles mediate in flight host discrimination by parasitoids. J. *Chem. Ecol*. 31: 2033–2047.

57. Fatouros, N.E., Dicke, M., Mumm, R., Meiners, T. and Hilker, M. (2008). Foraging behavior of egg parasitoids exploiting chemical information. *Behav. Ecol.* 19: 677–689.

58. Felton, G.W., and Tumlinson, J.H. (2008). Plant-insect dialogs: complex interactions at the plant-insect interface. *Curr. Opin. Plant Biol*. 11: 457–463.

59. Figon, F. (2013). Differential Signalling and Metabolic Responses Activated in Plants by Generalist and Specialist Herbivorous Insects. BioSciences Master Reviews. 9.

60. Foster, S. P., and Harris, M. O. (1997). Behavioural manipulation methods for insect pest management. *Annual Review of Entomology*. 42: 1213-1246.

61. Franzén, M., and Thomas, R. (2004). Occurrence patterns of butterflies (Rhopalocera) in semi-natural pastures in southeastern Sweden. *J. Nature Conservation*: 12 (2): 121-135.

62. Fraser, G. E., Bennett, H. W., Jaceldo, K. B., and Sabaté, J. (2002). Effect on body weight of a free 76 Kilojoule (320 calorie) daily supplement of almonds for six months. J. *Am Coll Nutr*. 21:275-283.

63. Frey M, Chomet P, Glawischnig E, Stettner C, Grun S, Winklmair A, Eisenreich W, Bacher A, Meeley RB, Briggs SP, Simcox K, Gierl A (1997) Analysis of a chemical plant defense mechanism in grasses. *Science* 277: 696–699

64. Fu- Rong, G., Jian- Ying, G., and Fang- Hao, W. (2007). Application of ISSR Molecular marker in invasive plant species study. State key laboratory

for Biology of plant diseases and insect pests institute of plant protection, Yunnan Agricultural university, Kunming Chin. J. *Appl. Ecol*. 18(4): 919-927.

65. Gaines, D.N., and Kok, L. T. (1999). Impact of Hyperparasitoids on *Apanteles glomeratus*in Southwestern Virginia. J. *Biological Control*. 14: 19–28.

66. Gandolfi. M, Mattiacci. L, and Dorn. S.(2003). Mechanisms of Behavioral Alterations of Parasitoids Reared in Artificial Systems. Journal of Chemical Ecology. 29 (8): 1871-188.

67. Gaquerel, E., Weinhold, A., and Baldwin, I. T. (2009). Molecular interactions between the specialist herbivore *Manduca sexta* (Lepidoptera, Sphigidae) and its natural host *Nicotiana attenuata*. VIII. An unbiased GC×GC-ToFMS analysis of the plant's elicited volatile emissions. *Plant Physiology*. 149: 1408–1423.

68. Geervliet, B. F. J., E. Louise., Vet, M., and Dickel, M. (1996). Innate Responses of the Parasitoids *Cotesia glomerata* and *C. rubecula* (Hymenoptera: Braconidae) to Volatiles from Different Plant-Herbivore Complexes. J. *lnsect Behavior*. 9 (4): 525- 538.

69. Geervliet, J. B. F. (1997). Infochemical use by insect parasitoids in a tritrophic context: comparison of a generalist and a specialist. PhD Thesis. Wageningen Agricultural University, The Netherlands.

70. Gershenzon, J., and Dudareva, N. (2007). The function of terpene natural products in the natural world. *Nat. Chem. Biol*. 3: 408–414.

71. Gibbs , H. L., Sorenson, M.D., Marchetti, K., Brooke, M., de, L ., Davies, N.B., and Nakamura, H. (2000). Genetic evidence for female host-specific races of the common cuckoo . *Nature*. 407: 183 – 186 .

72. Girling, R. D., Stewart-Jones, A., Dherbecourt, J., Staley, J. T., Wright, D. J., and Poppy, G. M. (2011). Parasitoids select plants more heavily infested with their caterpillar hosts: a new approach to aid interpretation of plant headspace volatiles. *Proc R Soc B*. 278(1718): 2646- 2653.

73. Giuntia, G., Canalea, A., Messingb, R.H., Donatic, E., Stefaninic, C., Michaudd, J.P. and Benelli, G. (2015). Parasitoid learning: Current knowledge and implications for biological control. *Biological Control*. 90: 208–219.

74. Godfray, H. C. J., and Cook, J. M. (1997). Mating systems of parasitoid wasps. In: Choe, J. C.; Crespi, B. (Eds.). Theevolution of mating systems

in insects and arachnids Cambridge: Cambridge University Press, p. 211-225.

75. **Gols, R., Posthumus, M.A., and Dicke, M. (1999).** Jasmonic acid induces the production of gerbera volatiles that attract the biological control agent Phytoseiulus persimilis. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 93 (1): 77-86.

76. **Gouinguené, S., Alborn, H., and Turling, T.C. (2003).** Induction of volatile emissions in maize by different larval instars of *Spodoptera littoralis*. J. *Chem Ecology*. 29 (1) : 145-62.

77. **Gouinguené, S.P., and Turlings, T. C. J. (2002).** The effects of abiotic factors on induced volatile emissions in corn plants. *Plant Physiol*. 129. 1296–1307.

78. **Gouinguené, S. P., Pickett, J. A., Wadhams, L. J., Birkett, M. A., and Turlings, T. C. J. (2005).** Antennal electrophysiological responses of three parasitic wasps to caterpillar-induced volatiles from maize (Zea mays mays), cotton, (*Gossypium herbaceum*), and cowpea (*Vigna unguiculata*). J. *Chem. Ecol*. 31: 1023–1038.

79. **Gross, P., Hawkins, B. A., Cornell, H. V., and Hosmane, B. (2005).** Using lower trophic level factors to predict outcomes in classical biological control of insect pests. *Basic Appl. Ecol*. 6: 571–584.

80. **Gu, H., Wang, Q., and Dorn, S. (2003).** Superparasitism in *Cotesia glomerata*: response of hosts and consequences for parasitoids. *Ecol. Entomol*. 28. 422–431.

81. **Gui, F. R., Wan, F. H., and Guo, J. Y. (2008).** Population genetics of *Ageratina denophora* using intersimple sequence repeat (ISSR) molecular markers in China. *Plant Biosystems*. 142 (2): 255-263.

82. **Halitschke, R., Stenberg, J. A., Kessler, D., Kessler, A., and Baldwin, I. T. (2008).** Shared signals—'alarm calls' from plants increase apparency to herbivores and their enemies in nature. *Ecol. Lett*. 11: 24–34.

83. **Hardie, J., Isaacs, R., Pickett, J. A., Wadhams, L. J., and Woodcock, C. M. (1994).** Methyl salicylate and (—)-(1R,5S)-myrtenal are plant-derived repellents for black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. (Homoptera: Aphididae). J. *Chemical Ecology*. 20: 2847–2855.

84. **Harding, C. R., Schroeder, G. N., Collins, J. W., and Frankel, G. (2013).** Use of *Galleria mellonella* as a model organism to study Legionella pneumophila infection. J. *Vis. Exp*. e50964 10.3791/50964

85. Harvey, J.A. (2000). Dynamic effects of parasitism by an endoparasitoid wasp on the development of two host species: implication for host quality and parasitoid fitness. *Ecological Entomology*. 25: 267-278.

86. He, XZ., and Wang, Q . (2006). Host age preference in *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). *New Zeal Plant Prot*. 59:195–201.

87. He, L., Wang, S., Miao, X., and Wu. Hong., (2006). Identification of necrophagous fly species using ISSR and SCAR markers. *Forensic Science International*. 168(3): 148-153.

88. Heisenberg, M., Heusipp, M., and Wanke, C. (1995). Structural plasticity in the Drosophila brain. J. *Neurosci*. 15: 1951– 1960.

89. Heywood, V. H., and Zohary, D. (1995). A Catalogue of the Wild Relatives of Cultivated Plants Native to Europe. Flora Mcditerranea IV. Council of Europe Regione Siciliana. *Assessorato Agricoltura et Foreste*. 375- 415.

90. Higgins, L. G., and Riley, N. D. (1970). A Field Guide to the Butterflies of Britain and Europe, Collins, London: 1432-1434.

91. Hiiesaar, K., Luule, M., Katrin, J., and Sille, K. (2004). Mortality factors of *Cotesia glomerata* (L.) (Hymenoptera: Braconidae). *Latvian Journal of Agronomy*. 7: 25- 29.

92. Hogervorst, P. A. M., Wäckers, F. L., and Romeis, J. (2007). Effects of honeydew sugar composition on the longevity of *Aphidius ervi*. *Entomol Exp Appl*. 122: 223-232.

93. Hopkins, A.D. (1916). Economic investigations of the scolytid bark and timber beetles of North America. U.S. Dept. Agric. Program of Work for 1917.p 353.

94. Hopkins, R.J., van Dam, N.M., and van Loon, J.J.A. (2009). Role of glucosinolates in insectplant relationships and multitrophic interactions. *Annu. Rev. Entomol*. 54: 57– 83.

95. Horikoshi, M., Takabayashi, J., Yano, S., Yamaoka, R., Ohsaki, N., and Sato, Y. (1997). *Cotesia glomerata* female wasps use fatty acids from plant-herbivore complex in host searching. J. *Chem. Ecol*. 23:1505-1515.

96. Howard, W. R., and Flinn, W. P. (1990). Larval trails of *Cryptolestes ferrugineus* as kairomonal host-finding cues for the parasitoid *Cephalonomia waterstoni*: *Annals of the Entomological Society of America*. 83: 239–245.

97. Ikawa, T., and Okabe, H. (1985). Regulation of egg number per host to maximize the reproductive success in the gregarious parasitoid, *Apanteles glomeratus* L. (Hymenoptera: Braconidae). *Appl. Entomol. Zool*. 20: 331–339

98. James, D. G., and Price, T. S. (2004). Field-testing of methyl salicylate for recruitment and retention of beneficial insects in grapes and hops. J. *Chem. Ecol.* 30:1613–1628.

99. Janz. N., Söderlind, L., and Nylin, S. (2009). No effect of larval experience on adult host preferences in *Polygonia c-album* (Lepidoptera: Nymphalidae): on the persistence of Hopkins' host selection principle. *Ecological Entomology*. 34: 50–57.

100. Jiang, L. H., Wang, D. and Liu, S. S. (2001). Effects of host plant on the oviposition preference of *Plutella xylostella* (L.) and host selection behavior of *Cotesia plutellae* (Kurdjumov). J. *Zhejiang University of Agricultural and Life Sciences.* 27: 273-276.

101. Kahn, Z. R., Chiliswa, P., Ampong, N., K., Smart, L. E., Polaszek, A., Wandera, J., and Mulaa, M. A. (1997). Utilisation of wild gramineous plants for management of cereal stemborers in Africa. *Insect science and its application.* 17 (1): 143-150

102. Kaiser, L., Bartheye, C., and Pham-Delegue, M. H. (1994). Odour conditioning of ovipositor probing behavior and its heritability. *Nor J. Agric Sci.* 16: 269–276

103. Kang, A.R., Baek, J.Y., Lee, S.H., Cho, Y.S., Kim, W.S., Han, Y.S., and Kim, I. (2011). Geographic homogeneity and high gene flow of the pear psylla, *Cacopsylla pyricola* F. (hemiptera: psyllidae), detected by mitochondrial COI gene and nucle, *Journal Animal cells and systems*. 15(2): 1-9.

104. Kant, M. R., Ament, K., Sabelis, M. W., Haring, M. A., and Schuurink, R. C. (2004). Differential Timing of Spider Mite-Induced Direct and Indirect Defenses in Tomato Plants. *Plant Physiol*. 135 (1): 483- 495.

105. Karp, A., Kresovich, S., Bhat, K.V., Ayada, W.G., and Hodgkin, T. (1997). Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies. IPGRI technical bulletin vol.2. International Plant Genetic Resources Institute, Rome , Italy.

106. Kerpel, S. M., and Moreira, G. R. P. (2005). Absence of learning and local specialization on host plant selection by *Heliconius erato*. J. *Insect Behavior.* 18: 433 – 452 .

107. Kessler, A., and Heil, M. (2011). The multiple faces of indirect defences and their agents of natural selection: Functional Ecology. *British Ecological Society*. 25: 348–357.

108. Kester, D. E., Gradziel, T. M., and Grasselly, C. (1990). Genetic resources of temperate fruit and nut crops. Almonds (Prunus). *Acta Horticulturae*, 290 :699-758.

109. Kester, K. M., and Barbosa, P. (1991). Postemergence learning in the insect parasitoid, *Cotesia congregata* (Say) (Hymenoptera: Braconidae). J. *Insect Behavior*: 4 (6) 727-742.

110. Khiaban, N.G.M.Z., Hejazi, M.H., Nejad, K.H.I., and Khaghaninia, S. (2010). Genetic variation of geographical population of the Bollworm. *Helicoverpa Armigera* HUBNER (Lepidoptera: Noctuidae), in west and northwest of Iran. *Munis Entomology and Zoology*, 5 (2): 670-676.

111. Kirkland, D.L., Evans, K.A., and Lola-Luz, T. (1998). Manipulating the behaviour of beneficial insects in cereal crops to enhance control of aphids. The 1998 Brighton Crop Protection Conference on Pests and Diseases. 2: 663–668.

112. Kos, M., Houshyani, B., Wietsma, A., Kabouw, R. P., Vet, L. E. M., Van Loon., J. J. A., and Dicke, M. (2012). Effects of glucosinolates on a generalist and specialist leaf-chewing herbivore and an associated parasitoid. *Phytochemistry* .77: 162–170.

113. Kroes, A., Weldegergis, T.B., Cappai1, F., Marcel Dicke, M., and van Loon, J.A.J. (2017). Terpenoid biosynthesis in *Arabidopsis* attacked by caterpillars and aphids: effects of aphid density on the attraction of a caterpillar parasitoid. *Oecologia*; DOI 10.1007/s00442-017-3985-2

114. Krüger, O., and Davies, N. B. (2002). The evolution of cuckoo parasitism: a comparative analysis. *Proc. R. Soc*. B 269: 375–381

115. Kugimiya, S., Shimoda, T., Wajnberg, E., Uefune, M., and Abayashi, J. (2010). Host-searching responses to herbivory-associated chemical information and patch use depend on mating status of female solitary parasitoid wasps. *Ecological Entomology*. 35: 279–286.

116. Laing, J. E., and Levin, D.B. (1982). A review of the biology and a bibliography of *Cotesia glomerata* (L) (Hymenoptera: Braconidae). J. *Biocontrol New and Information*. 3 (1): 7-23.

117. Larocca, A., Fanti, P., Romano, V.A., Marsicovetere, E., Isidoro, N., Romani, R., Ruschioni, S., Pennacchio, F., and Battaglia, D. (2007).

Functional bases of host-acceptance behaviour in the aphid parasitoid *Aphidius ervi*. *Physiol. Entomol*. 32: 305–312.

118. Law, J. H., and Regnier, F. E. (1971). Pheromones Annual Review of Biochemistry. 40: 533–548.

119. Le Masurier, A. D. (1991). Effect of host size on clutch size in *Cotesia glomerata*. J. *Anim. Ecol*. 60: 107-118.

120. Leimar. O., Hammerstein, P., and Van Dooren, T. J. M. (2006). A new perspective on developmental plasticity and the principles of adaptive morph determination. *Am Nat*. 167: 367–376.

121. Leitner, M., Boland, W., and Mithofer, A. (2005). Direct and indirect defences induced by piercing-sucking and chewing herbivores in *Medicago truncatula*. *New Phytol*. 167: 597–606.

122. Lewis, W. J., and Martin, W. R. J. (1990). Semiochemicals for use with parasitoids: status and future. J. *Chem. Ecol*. 16: 3067–3089.

123. Li, Y., Weldegergis, T. B., Chamontri, S., Dicke, M., and Gols, R. (2017). Does Aphid Infestation Interfere with Indirect Plant Defense against Lepidopteran Caterpillars in Wild Cabbage. J. *Chem Ecol*, DOI 10.1007/s10886-017-0842-z.

124. Lichtenthaler HK, Rohmer M, Schwender J (1997) Two independent biochemical pathways for isopentenyl diphosphate and isoprenoid biosynthesis in higher plants. *Physiol Plant* 101: 643–652

125. Liu, W. Y. J., Fu, Y. G., Zu, M. H., Tong, N., Wu, X., Liu, L., and Zhang, S. (2009). Supercritical carbon dioxide extraction of seed oil from *Opuntia dillenii* Haw. and its antioxidant activity. *Food Chemistry*. 114: 334–339.

126. Luque, C., Legal, C., Staudter, H., Gers, C., and Wink, M. (2002). ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) as genetic markers in Noctuids (Lepidoptera). *Ereditas*. 136: 251– 253.

127. Mackintosh, N. J. (1983). Conditioning and associative learning. Oxford University Press.

128. Maffei, M.E., Mithofer, A., and Boland, W. (2007). Before gene expression: early events in plant insect interaction. *Trends Plant Sci*. 12: 310–316.

129. Maslennikova, V. A. (1959). The relationship of the seasonal development of *Apanteles glomeratus* L. to that of its host *Pieris brassicae* L. in different geographical populatios. *Entomol*. Rev. 38: 463-467

130. Mattiacci, L., Dicke, M., and Posthumus, M. A. (1994). Induction of parasitoid attracting synomone in brussels sprouts plants by feeding of *Pieris brassicae* larvae: role of mechanical damage and herbivore elicitor. J. *Chem Ecol* 20: 2229-2247.

131. Mattiacci, L., Dicke, M., and Posthumus, M. A. (1995). beta-Glucosidase: an elicitor of herbivore-induced plant odor that attracts host-searching parasitic wasps. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 92 (6): 2036-2040.

132. Mattiacci, L., and Dicke, M. (1995a). Host-age discrimination during host location by *Cotesia glomerata*, a larval parasitoid of *Pieris brassicae*. J. *Entomologia Experimentalis et Applicata,* 76 (1): 37–48.

133. Mattiacci, L., and Dicke, M. (1995b). The parasitoid *Cotesia glomerata* (Hymenoptera: Braconidae) discriminates between first and fifth larval instars of its host *Pieris brassicae*, on the basis of contact cues from frass, silk, and herbivore-damaged leaf tissue. J. *Insect Behavior*. 8 (4) : 485-498.

134. Mattiacci, L., Hütter, E., Schoch, D., Scascighini, N. and Dorn, S. (2000). Plant-odor mediates parasitoid host handling and oviposition in an endophytic tritrophic system. *Chemoecology* 10, 185–192. Proc. R. Soc. Lond. B.

135. Mattiacci, L., Rocca, BA., Scascighini, N., D'Alessandro, M., Hern, A., and Dorn, S. (2001). Systemically induced plant volatiles emitted at the time of 'danger'. J. *Chemical Ecology*. 27: 2233–2252.

136. McCall, P. J., Turlings, T. C. J., Lewis, W. J., and Tumlinson, J. H. (1993). The role of plant volatiles in host location by the specialist parasitoid *Microplitis croceipes* Cresson (Braconidae: Hymenoptera). J. Insect Behav. 6: 625-639.

137. McCloud, ES., and Baldwin, I. T. (1998). Herbivory and caterpillar regurgitants amplify the wound-induced increases in jasmonic acid but not nicotine in *Nicotiana sylvestris*. *Planta* 203: 430–435

138. Meena, R. L., Ramasubramanian, T., Venkatesan, S., and Mohankumar, S. (2005). Molecular characterization of Tospovirus transmitting Thrips populations from India. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology.* 1: 167-172.

139. MANIATIS, T., FRITSCH, E. F. & SAMBROOK, J. (1982). Molecular Cloning: A Laboratory Manual. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory.

140. Molet, T. (2011). CPHST Pest Datasheet for *Pieris brassicae*. USDA-APHIS-PPQ-CPHST.

141. Morris, R., and Fellowes, M. (2002). Learning and natal host influence host preference, handling time and sex allocation behaviour in a pupal parasitoid. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 51 (4): 386-393.

142. Morrison, L. W., and Porter, S. D. (2006). Post-release host-specificity testing of *Pseudacteon tricuspis*, a phorid parasitoid of *Solenopsis invicta* fire ants. *Biocontrol*. 51: 195-205.

143. Mudd, A., and Corbet, S.A. (1982). Response of the ichneumonid parasite Nemeritis canescens to kairomones from the flour moth, *Ephestia kuehniella*. J. *Chemical Ecology*. 8 : 843–850.

144. Nagaraju, J., Kathirvel, M., Ramesh, R., Kumar, E., Siddiq, A., and Hasnain, S.E. (2002). Genetic analysis of traditional and evolved Basmati and non-Basmati rice varieties by using fluorescence-based ISSR-PCR and SSR markers. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 99: 5836-5841.

145. Newton, C. R., and Graham, A. (1994). PCR, 1st edition, Bios scientific publisher Ltd., UK:1-3.

146. Ngumbi, E., & Chen, L., and Fadamiro, H. Y. (2009). Comparative GC-EAD Responses of A Specialist (*Microplitis croceipes*) and A Generalist (*Cotesia marginiventris*) Parasitoid to Cotton Volatiles Induced by Two Caterpillar Species. J. *Chem Ecol* .35:1009–1020

147. Nordlund, D. A., and Lewis, W. J. (1976). Terminology of chemical releasing stimuli in intraspeciflc and interspecific interactions. J. *Chem. Ecol*. 2:211-220.

148. Nordlund, D.A., Jones, R.L., and Lewis, W.J. (1981). Semiochemicalsa review of the terminology (Eds.), Semiochemicals. Their role in pest control, Wiley, Chichester, UK : 13–28.

149. Norin, T. (2001). Pheromones and kairomones for control of pest insects. Some current results from a Swedish research program. *Pure Appl. Chem*. 73 (3): 607–612.

150. Nygren , G.H., Nylin, S., and Stefanescu, C. (2006). Genetics of host plant use and life history in the comma butterfl y across Europe: varying modes of inheritance as a potential reproductive barrier. J. *Evolutionary Biology*. 19: 1882 – 1893 .

151. Ohsaki, N., and Sato, Y. (1990). Avoidance mechanisms of three Pieris butterfly species against the parasitoid wasp *Apanteles glomerulus*. *Ecological Entomology*, 15 (2): 169–176.

152. Ozawa, R., Shiojiri, K., and Sabelis, M.W. (2004). Corn Plants Treated with Jasmonic Acid Attract More Specialist Parasitoids, Thereby Increasing Parasitization of the Common Armyworm . J. *Chem Ecol*. 30: 1797–1808.

153. Paplauskienė, V., Čeksterytė, V., Pašakinskienė, I., Tamašauskienė, D., and Račys, J. (2006). The use of ISSR method for the assessment of bee genetic diversity. *Biologija*. 3: 16-20.

154. Parajulee, M.N., Phillips, T.W., and Hogg, D.B. (1994). Functional response of *Lyctocoris campestris* adults effects of predator sex, prey species and experimental habitat. *Biological Control*. 4: 80–87.

155. Paré, P. W., and Tumlinson, J. H. (1997). De novo biosynthesis of volatiles induced by insect herbivory in cotton plants. *Plant Physiol*. 114: 1161–1167.

156. Paré, P. W., Alborn, H. T., and Tumlinson, J. H. (1998). Concerted biosynthesis of an insect elicitor of plant volatiles. *Proc Natl Acad Sci USA*. 95: 13971–13975.

157. Paré, P. W., and Tumlinson, J. H. (1999). Plant Volatiles as a Defense against Insect Herbivores. *Plant Physiol*. 121: 325–331.

158. Paul, A. V. N. (2003). Implications of semiochemicals mediated interaction in biological control of insects. Proceedings of 28th conference of Ethological Society of India (Ed.), pp. 29-37. Mundanthurai, Tirunelveli District, Tamil Nadu.

159. Phillips, T.W. (1997). Phillips Semiochemicals of stored-product insects research and applications. J. *Stored Products Research*. 33:17–30.

160. Philips,T. W., Cane, R. P., Mee, J., Chapman, H. M., Hoelmer, K. A., and Coutinot, D. (2002). Intraspecific variation in the ability of *Microctonus aethiopoides* (Hymenoptera: Braconidae) to parasitise *Sitona Lepidus* (Coleoptera: Curculionidae) *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 45: 295–303.

161. Pieterse, C. M. J., and Dicke, M. (2007). Plant interactions with microbes and insects: from molecular mechanisms to ecology. *Trends Plant Sci.* 12: 564–569.

162. Pinto, D. M., Blande, J. D., Nykänen, R., Dong, W.X., Nerg, A.M., and Holopainen, J. K. (2007). Ozone degrades common herbivore-induced plant

volatiles: does this affect herbivore prey location by predators and parasitoids? *J. Chem. Ecol*. 33: 683–694.

163. Polito, V. S., Micke, W. C., and Kester, D.E. (1996). Bud development, pollination and fertilization. In: Micke WC, ed. Almond, production manual. University of California, Div. of Agricultural and Natural Resources. Pub. 3364: 98-102.

164. Popescu, M.; Militui, I.; Mihaescu, G.R.; Cireasa, v.; Godeanu, I.; Drobota, GH. And Cepoiu, N. (1982). Pomicultura, generala si speciala.

165. Poppy, G. M., Powell, W., and Pennacchio, F. (1997). Aphid parasitoid responses to semiochemicals- genetic, conditioned or learnt? *Entomophaga*. 42: 1–2.

166. Poreddy, S., Mitra, S., Schöttner, M., Chandran, J., Schneider, B., Baldwin, T. I., Kumar, P., and Pandit, S. S. (2015). Detoxification of hostplant's chemical defence rather than its anti-predator co-option drives ß-glucosidase-mediated lepidopteran counteradaptation. *NATURE COMMUNICATIONS* | DOI: 10.1038/ ncomms 9525.

167. Porter, S. D., Fowler, H. G., Camiolo, S., and Pesquero, M. A. (1995). Host specificity of several *Pseudacteon* (Diptera: Phoridae) parasites of fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in South America. *Florida Entomol*. 78: 70-75.

168. Pospiech, A., and Neumann, B. (1995). A versatile quick-prep of genomic-DNA from Gram-positive bacteria. *Trends in Genetics*. 11: 217-218

169. Potting, R. P. J., Poppy, G. M., and Schuler, T. H. (1999). The role of volatiles from cruciferous plants and preflight experience in the foraging behaviour of the specialist parasitoid *Cotesia plutellae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 93: 87-95.

170. Powell, K. S., Gatehouse, A. M. R., Hilder, V. A., and Gatehouse, J. A. (1993). Antimetabollic effects of plant lectins and plant and fungal enzymes on the nymphal stages of two important rice pests, Nilaparvata lugens and Nephotettix cinciteps. *Entomol. Exp. Appl.* 66:119-126.

171. Powell, W., and Wright, A. F. (1988). The abilities of the aphid parasitoids *Aphidius ervi* Haliday and *A. rhopalosiphi* De Stefani Perez (Hymenoptera: Braconidae) to transfer between different known host species and the implications for the use of alternative hosts in pest control strategies. *Bull. Entomol. Res*. 78: 683-693.

172. Powell, W. (1999). Parasitoid hosts. In: Hardie, J., Minks, A.K. (Eds.), Pheromones of Non-lepidopteran Insects Associated with Agricultural Plants. *CABI Publishing*, pp. 405–427.

173. Prasad, M. D., Muthulakshmi, M., Madhu, M., Archak, S., Mita, K., and Negaraju, J. (2005). Survey and analysis of microsatellites in the silkworm, Bombyx mori: Frequency, distribution, mutation, marker potential and their conservation in heterologous species. *Genetics*. 169: 197- 214.

174. Quicke, D. L. J. (1997). Parasitic Wasps. Chapman and Hall, London, UK, 470 pp.

175. Ray, S. (1999). Survival of olfactory memory through metamorphosis in the fly *Musca domestica*. *Neurosci. Lett*. 259: 37–40.

176. Reddy, V.P. G., and Guerrero, A. (2004). Interactions of insect pheromones and plant semiochemicals. TRENDS in Plant Science. 9 (5): 253-361.

177. Reddy, K. D., Nagaraju, J., and Abraham, E. G. (1999). Genetic characterization of the silkworm *Bombyx mori* by simple sequence repeat (SSR)- nchored PCR. *Heredity* 83: 681-687

178. Reddy, G. V. P., Holopainen, J. K., and Guerrero, A. (2002). Olfactory Responses Of *Plutella xylostella* Natural Enemies To Host Pheromone, Larval Frass, And Green Leaf Cabbage Volatiles. J. *Chemical Ecology*. 28 (1): 131-143.

179. Rees, D.P., Rodriguez, R., Herrera, F., and Ofusu, A. (1991). Advances in monitoring *Prostephanus truncatus* and *Teretriosoma nigrescens* populations. In: Fleurat-Lessard, F., Ducom, P. (Eds.), Proceedings of the Fifth International Working Conference on Stored-Product Protection, *Bordeaux*. 1417–1423.

180. Rehman, A. (1999). The host relationships of aphid parasitoids of the genus *Praon* (Hymenoptera: Aphidiidae) in agro-ecosystems. PhD Thesis, University of Reading, Reading UK, p.291.

181. Rehman, A., and Powell, W. (2010). Host selection behaviour of aphid parasitoids (Aphidiidae: Hymenoptera). J. *Plant Breeding and Crop Science*. 2(10): 299-311.

182. Reineke, A., Karlovasky, P., and Zebitz, C. P. W. (1998). Preparation and purification of DNA from insects for AFLP analysis, *Insect Molecular Biology*. 7: 95- 99.

183. Reymond, P., Bodenhausen, N., Van Poecke, R. M. P., Krishnamurthy, V., Dicke, M., and Farmer, E. E. (2004). A conserved transcript pattern in response to a specialist and a generalist herbivore. *The Plant Cell.* 16: 3132–3147.

184. Roda, A. L., & Baldwin, I. T. (2003). Molecular technology reveals how the induced direct defenses of plants work. *Basic Appl. Ecol.* 4: 15–26.

185. Rodriguez-Saona, R. C., and Frost, J. C. (2010). New evidence for a multi-functional role of herbivore-induced plant volatiles in defense against herbivores. *Plant Signaling & Behavior*. 5 (1): 58-60.

186. Rose, U. S. R., Alborn, H. T., Makranczy, G., Lewis, W. J. and Tumlinson, J. H. (1997). Host recognition by the specialist endoparasitoid, *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae): Role of host and plant related volatiles. J. *Insect Behaviour*. 10: 313-330.

187. Ruther, J., and Steidle, J. L. M. (2000). Mites as match makers semiochemicals from host-associated mites attract both sexes of the parasitoid *Lariophagus distinguendus*. J. *Chemical Ecology.* 26: 1205–1217.

188. Saiki, R. K., Gelfand, D. H., Stoffel, S., Scharf, S. J., Higuchi, R., Horn, G. T., Mullis, K. B., and Erlich, H. A. (1988). Prime-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science*. 239: 487-491.

189. Sathe, S. K., Wolf, W. J., Roux, K. H., Teuber, S. S., Venkatachalam M,. and Sze-Tao, K. W. (2002). Biochemical characterization of amandin, the major storage protein in almond (*Prunus dulcis* L.). J. *Agric Food Chem*. 50: 4333-4341.

190. Sato, Y. (1980). Experimental studies on paraitization by *Apanteles gomeratus*: 5. Relationship between growth rate of parasitoid and host age at the time of oviposition. *Entomophaga*. 25: 123-128.

191. Schnee, C., Köllner, T. G., Held, M., Turlings, T. C. J., Gershenzon, J., and Degenhardt, J. (2006). The products of a single maize sesquiterpene synthase form a volatile defense signal that attracts natural enemies of maize herbivores. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 103:1129–1134.

192. Seenivasagan, T., Chander, S., and Paul, A. V. N. (2009). Orientation and behavioural responses of *Cotesia plutellae* Kurdjumov (Hymenoptera: Braconidae) to cruciferous host plants and host larval body extracts. J. *Biological Control*. 23: 365–373.

193. Seenivasagan, T., and. Paul, A. V. N. (2010). Effect of sensitization on the orientation response of *Cotesia plutellae* females towards the odour of

cruciferous host plant and host larval body extracts. J. *Biological Control*. 24 (3): 210–217.

194. Sergey, G., and Popov, A. (1999). Present State of butterfly populations of European threatened species in transcarpathia (SW UKRAINE), Report for VIII European Ecological Congress, (Halkidiki - Greece, September 18-23).

195. Sharkey, M. J., Finnell, K., Leathers, J., and Frana, J. (2000). Microgastrine (Hymenoptera: Braconidae) parasitoids of *Colias lesbia* (Fabricius) (Lepidoptera: Pieridae). J. *Hymen. Res*. 9: 108–110.

196. Shiojiri, K., Takabayashi, J., Yano, S., and Takafuji, A. (2000a). Flight response of parasitoids toward plant-herbivore complexes: A comparative study of two parasitoid-herbivore system on cabbage plants. *Applied Entomology and Zoology*. 35: 87-92.

197. Shiojiri, K., Takabayashi, J., Yano, S., and Takafuji, A. (2000b). Herbivore species specific interactions between crucifer plants and parasitic wasps (Hymenoptera: Braconidae) that are mediated by infochemicals present in areas damaged by herbivores. *Applied Entomology and Zoology*. 35: 519-524.

198. Shlalo, A., and Kassis, W. (2016a). Field studies on the black-veined white butterfly, *Aporia crataegi* (L.) infesting almonds in Syria. *Arab Journal of Plant Protection.* 34 (2): 71-81.

199. Shlalo, A., and Kassis, W. (2016b). Biological study of almond butterfly *Aporia crataegi* in central Syria. *Arab Journal of Plant Protection*,. 34(2): 82-94.

200. Shragg, T. A., Albertson, T. E., and Fisher, C. J. (1982). Cyanide poisoning after bitter almond ingestion. *West J Med*. 36: 65-69.

201. Shuanglin, J. (2001). Biology of *Aporia crataegi* (L) and its control. *Entomological Knowledge*. 38 (3): 198-199.

202. Snoeren, T. A. L., Mumm, R., Poelman, H. E., Yang, Y., Pichersky, E., and Dicke, M. (2010). The Herbivore-Induced Plant Volatile Methyl Salicylate Negatively Affects Attraction of the Parasitoid D*iadegma semiclausum*. J. *Chem Ecol*. 36: 479 –489.

203. Spiegel-Roy, P., and Kochba, J. (1981). Inheritance of nut and kernel traits in almond *Prunus amygdalus* Batsch. *Euphytica*. 30:167-74.

204. Spieth, R.H., and Schwarzer, E. (2001). Aestivation in *Pieris brassicae* (Lepidoptera: Pieridae): Implications for parasitism. *Eur. J. Entomol*. 98: 171-176.

205. Spiller, G. A., Miller, A., and Olivera, K. (2003). Effects of plant-based diets high in raw or roasted almonds, or roasted almond butter on serum lipoproteins in humans. J. *Am Coll Nutr* . 22: 195-200.

206. Steidle, J. L. M., and Van Loon, J. J. A. (2003). Chemoecology of parasitoid and predator oviposition behaviour. In: Hilker, M. and Meiners, T. (eds.) Chemoecology of insect eggs and egg deposition, pp 291-317. Blackwell, Berlin.

207. Steinberg, S., Dicke, M., Vet, L. E. M., and Wanningen, R. (1992). Response of the braconid parasitoid *Cotesia* (= *Apanteles*) *glomerata* to volatile infochemicals: effects of bioassay set-up, parasitoid age and experience and barometric flux. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 63 (2): 163–175

208. Steinberg, S., Dicke, M., and Vet, L. E. M. (1993). Relative importance of infochemicals from first and second trophic level in long-range host location by the larval parasitoid *Cotesia glomerata*. J. *Chemical Ecology*. 19: 47-59.

209. Strand, M.R., Williams, H.J., Vinson, S.B., and Mudd, A. (1989). Kairomonal activities of 2-acylcyclohexane-1,3 diones produced by *Ephestia kuehniella* in eliciting searching behaviour by the parasitoid *Bracon hebetor*. J. *Chemical Ecology*. 15: 1491–1500.

210. Suckling, D.M., Twidle, A. M., Gibb, A. R., Manning, L. M., Mitchell, V. J., Sullivan, T.E, Wee. S. L., and El-Sayed, A. M. (2012). Volatiles from apple trees infested with light brown apple moth larvae attract the parasitoid *Dolichogenidia tasmanica*. J. *Agric Food Chem*. 60 (38): 9562-9566.

211. Tagawa, J. (1992). Host discrimination by unmated individuals of the gragarious larval endoparasitoid wasp, *Cotesia* (=*Apanteles glomerata*) (Hymenoptera: Braconidae). *Applied Entomology and Zoology*. 27: 306—309.

212. Takabayashi, J., dicke, M., Takabayashi, S., and posthumus, M. A. (1995). Effect of the developmental stage of the herbivore on the production of herbivore-induced synomone. J. *chemical ecology*, 21:273-287.

213. Takken, W., and Dicke, M. (2006). Chemical ecology. In: Dicke, M., and Takken, W., (eds). Chemical ecology: From gene to ecosystem, pp. 1-8. *Springer, Berlin*.

214. Tamò, C., Ricard, I., Held, M., Davison, A., and Turlings, T. C. J. (2006). A comparison of naïve and conditioned responses of three generalist

endoparasitoids of lepidopteran larvae to host-induced plants odours. *Anim. Biol*. 56: 205–220.

215. Thaler, J. S. (1999). Jasmonate-inducible plant defences cause increased parasitism of herbivores. *Nature*. 399: 686–688.

216. Thanikkul, P. (2012). Comparison between JA exogenous induced volatile blends and herbivore induced plant volatiles attracted parasitoids. *Plant Signal Behav*. 7(12): 1973–1978.

217. Ting, J., and Renxin, H. (2004). Apreliminary investigation of damage in forest by *Aporia crataegi* and *Nymphalis xanthomelas* in Xinjiang. *Entomological knowledge*. 41 (3) : 238-240.

218. Ton, J., D'Alessandro, M., Jourdie, V., Jakab, G., Karlen, D., Held, M., Mauch- Mani, B., and Turlings, T. C. (2007). Priming by airborne signals boosts direct and indirect resistance in maize. *Plant* J. 49: 16–26.

219. Tschudi-Rein, K., & Dorn, S. (2001). Reproduction and immature development of *Hyssopus pallidus*, an ectoparasitoid of the codling moth. *Eur. J. Entomol*. 98: 41–45.

220. Turlings, T. C. J., Tumlinson, J. H., Eller, F. J., and Lewis, W. J. (1991a). Larval-damaged plants: source of volatile synomones that guide the parasitoid *Cotesia marginiventris* to the micro-habitat of its hosts. *Entomol. Exp. Appl*. 58:75–83

221. Turlings, T. C. J., Tumlinson, J. H., Heath, R. R., Proveaux, A. T., and Doolittle, R. (1991b). Isolation and identification of allelochemicals that attract the larval parasitoid *Cotesia marginiventris* (Cresson), to the microhabitat of one of its hosts. J. *Chem. Ecol*. 17:2235–2251.

222. Turlings, T. C. J., Wackers, F.L., Vet, L. E. M., Lewis, W.J., and Tumlinson, J. H. (1993). Leaning of host-finding cues by hymenopterous parasitoids. In Papaj, D.,R., and Lewis, A. C. (eds.), Insecr learning - Ecological and Evolutionary Perspectives, Chapman and Hall' New york, London, pp. 5l-78.

223. Turlings, T. C. J., loughrin, J. H., McCall, P. J., Röse, U. S. R., Lewis, W, J., and Tumlinson, J. H. (1995). How caterpillar-damaged plants protect themselves by attracting parasitic wasps. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 92: 4169- 4174.

224. Turlings, T.C.J., Lengwiler, U.B., Bernasconi, M.L., & Wechsler, D. (1998). Timing of induced volatile emissions in maize seedlings. Planta. 207: 146–152 .

225. Turlings, T. C. J., and Fritzsche, M. E. (1999). Attraction of parasitic wasps by caterpillar-damaged plants, pp. 21-32. In: N. Foundation (Ed.), Host-Plant Interactions and induced plant defense. John Wiley & Sons, West Sussex.

226. Turlings, T. C. J., Alborn, H. T., Loughrin, J. H., and Tumlinson, J. H. (2000). Volicitin, an elicitor of maize volatiles in oral secretion of *Spodopters exigua*: Isolation and bioactivity. J. *Chem. Ecol.* 26: 189–202.

227. Unruh, T. R., and Woolley, J. B. (1999). Molecular methods in classical biological control, pp. 57- 85. In R. G. Van Driesche and T. S. Bellows, Jr. [eds.], Biological control. Chapman & Hall, New York.

228. Van Doorn, A., Kallenbach, M., Borquez, A. A., Baldwin, I.T., and Bonaventure, G. (2010). Rapid modification of the insect elicitor N-linolenoylglutamate via a lipoxygenase-mediated mechanism on *Nicotiana attenuata* leaves. *BMC Plant Biology* 10: 164.

229. Van Driesche, R. G., Nunn, C., Kreke, N., Goldstein, B., and Benson, J. (2003). Laboratory and field host preferences of introduced *Cotesia* spp. parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) between native and invasive *Pieris* butterflies. J. *Biological Control*. 28(2): 214–221.

230. Van Nouhuys, S., and Via, S. (1999). Natural selection and genetic differentiation of behaviour between parasitoids from wild and cultivated habitats. *Heridity*. 83: 127—137.

231. Van Poecke, R. M. P., and Dicke, M. (2002). Induced parasitoid attraction by Arabidopsis thaliana: involvement of the octadecanoid and the salicylic acid pathway. J. *Experimental Botany,* 53: (375): 1793-1799.

232. Vet, L. E. M., Wackers, F. L., and Dicke, M. (1991). How to hunt for hiding hosts: the reliability-detectability problem in foraging parasitoids. *Netherlands Journal of Zoology*. 41: 202-213.

233. Vet, L. E. M., and Dicke, M. (1992). Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. J. *Annu. Rev. Entomol*. 37: 141-172.

234. Vet, L.E.M., Lewis, W.J., and Cardé, R.T. (1995). Parasitoid foraging and learning. In: Cardé, R.T. and Bell, W.J. (eds.) Chemical ecology of insect. 2: 65-101. Chapman and Hall, New York.

235. Vet, L.E.M., De Jong, A.G., Franchi, E., and Papaj, D. R. (1998). The effect of complete versus incomplete information on odour discrimination in parasitic wasp. *Anim Behav*. 55: 1271-1279.

236. Vijayan, K., Anuradha, H. J., Nair, C. V., Pradeep, A. R., Awasthia, A. K., Saratchandr, B. S., Rahman, S.A., Singh, K. C., Chakraborti, R., and Raje, S. R. (2006). Genetic diversity and differentiation among populations of the Indian silkworm, Samia Cynthia ricini, reversed by ISSR markers. J. *Insect Science*. 6:11-30.

237. Vinson, S.B. (1981). Habitat location. In: Semiochemicals- Their Role in Pest Control. D. A. Nordlund, R. L. Jones, & W. J. Lewis, (eds). John Wiley and Sons, New York. pp. 51-77.

238. Vos, M., and Hemerik, L. (2002). Linking foraging behaviour in lifetime reproductive success for an insect parasitoid: adaptation to host distributions. *Behavioural Ecology*. 14: 236- 245.

239. Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M., Reijans, M., Van der, T., Lee, M., Hornes, N., A. Frijters, A., Pot, J., Peleman, J., Kuiper, M., and Zabeau, M. (1995). AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res*. 23: 4407-4414.

240. Wang, W., Sun, E., Wang, W., Wang, K., Wang, H., and Ge, M., (2016) Effects of habitat fragmentation on genetic diversity and population differentiation of *Liposcelis bostrychophila badonnel* (Psocoptera: Liposcelididae) as revealed by ISSR markers. J. *Stored Products Research*. 68: 80-84.

241. War, R. A., Sharma, C. H., Paulraj, G. M., War, Y. M., and Ignacimuthu, S. (2011). Herbivore induced plant volatiles Their role in plant defense for pest management. *Plant Signaling & Behavior*. 6 (12): 1973-1978.

242. Watkins, R. (1981). Apples (genus *Malm*), pears (genus *Pyrus*), and plums, apricots, almonds, peaches, cherries (genus Primus) :187-201 in The Oxford Encyclopedia of Trees of the World (B. Hora,éd.). Oxford University Press.

243. Weis, K., and Polito, S. V. (1990). Cytochemistry and ultrastructure of the dehiscence zone of almond *Prunus dulcis* fruits. *Can. J. Bot*. 68: 63- 72.

244. Wijeratne, S. S., Abou-Zaid, M. M., Shahidi, F. (2006). Antioxidant polyphenols in almond and its coproducts. J. *Agric Food Chem*. 54: 312- 318.

245. Williams, J. G. K., Kubelik, A. R., Livak, K. J., Rafalski, J. A., and Tingey, S.V. (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*. 18: 6531- 6535.

246. Williams, L., Rodriguez-Saona, C., Castle, S. C., and Zhu, S. (2008). EAG-Active Herbivore- Induced Plant Volatiles Modify Behavioral Responses and Host Attack by Egg Parasitoid. J. *Chem. Ecol*. 34: 1190-1201.

247. Wilson, E. O., and Bossert, W. H. (1963). Chemical communication among animals .*Rec .Prog. Horm Res*. 19: 671- 673

248. Wiskerke, J. S. C., and Vet, L. E. M. (1994). Foraging for solitary and gregariously feeding caterpillar: a comparison of two related parasitoid species (Hymenoptera: Braconidae). J. *Insect Behav*. 7:.585- 603.

249. Wiskerke, J. S. C., Dicke, M., & Vet, L. E. M. (1993). Larval parasitoid uses aggregation pheromone of adult hosts in foraging behaviour: A solution to the reliability-detectability problem. *Oecologia*. 93: 145- 148.

250. Wittstock, U., and Gershenzon, J. (2002). Constitutive plant toxins and their role in defense against herbivores and pathogens. *Curr. Opin. Plant Biol*. 5: 300- 307.

251. Wyatt, R., Ivey, C. T., & Martinez, P. (2003). Variation in pollinator effectiveness in swamp milkweed، *Aslepias incarnata* (Apocynaceae). *American Journal of Botany*. 90: 214-225.

252. Yang, G., Zhang, Y.N., Gurr, G.M., Vasseur, L., and You, M.S. (2016). Electroantennogram and behavioral responses of *Cotesia plutellae* to plant volatiles. *Insect Sci.* 23(2):245-252.

253. Yang, Z., Kinoshita, T., Tanida, A., Sayama, H., Morita, A., and Watanabe, N. (2009). Analysis of coumarin and its glycosidically bound precursor in Japanese green tea having sweet-herbaceous odour. *Food Chemistry*. 114:289–294.

254. Zar, J. H. (1999). Biostatistical Analysis, 4th Edition Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey.

255. Zeleny, J. (1961). Contribution to the knowledge of diapause in insects. *Acta Soc. Zool. Bohemoslov*. 25: 258- 270.

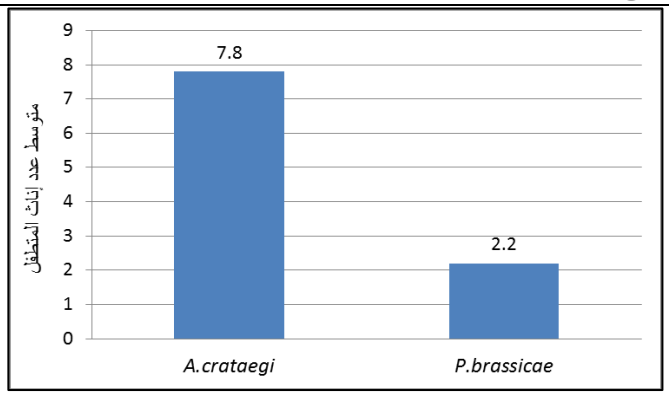
256. Zhang, P. J., Zheng, S. J., Van Loon, J. J. A., Boland, W., David, A., Mumm, R., and Dicke, M. (2009). Whiteflies interfere with indirect plant defense against spider mites in Lima bean. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA. 106: 21202–21207.

257. Zhang, H. Q., and Margaryan, A. (2011). Synergistic attractants for pestiferous social insects. Patent DOCS. *Patent application* number: 20110165115.

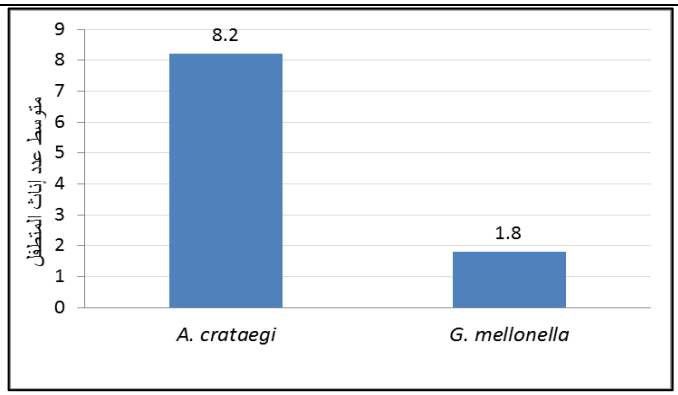
258. Zhang, J. P., Broekgaarden, C., Zheng, S. J., Snoeren, A. L. T., Joop, J. A., Van Loon, J. A. J., Gols, R., and Dicke, M. (2013). Jasmonate and ethylene signaling mediate whitefly-induced interference with indirect plant defense in Arabidopsis thaliana. *New Phytologist*. www.newphytologist.com.

259. Zietkiewicz, E., A. Rafalski, A., and Labuda, D. (1994). Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR) - anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics*. 20: 176- 183.

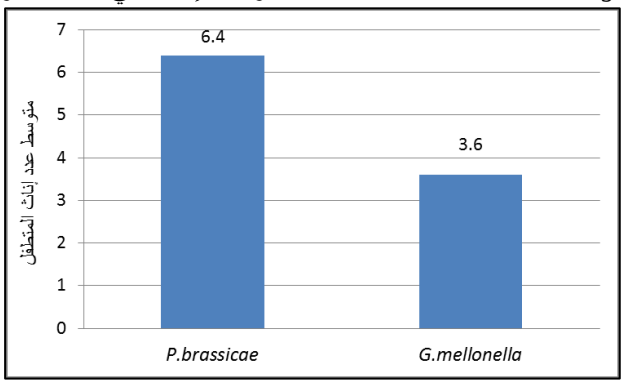
الملحق



متوسط الإناث التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *P.brassicae*

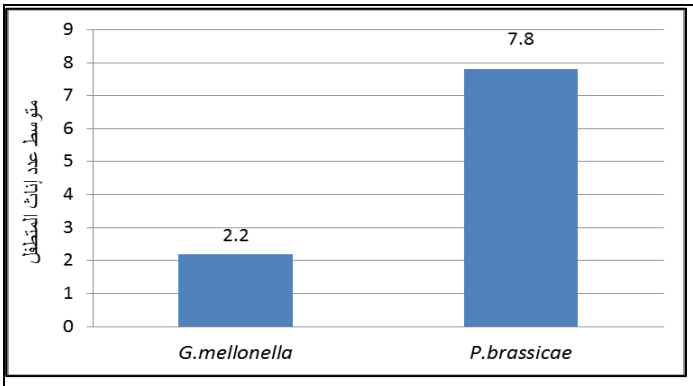


متوسط عدد الإناث التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *G. mellonella*

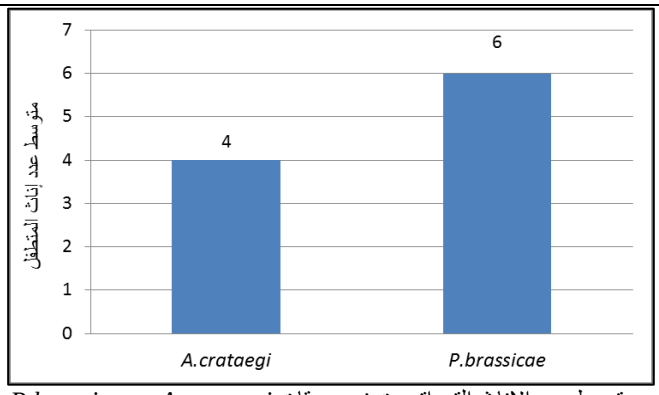


متوسط عدد إناث المتطفل التي اتجهت نحو يرقات *G.mellonella* و*P.brassicae*

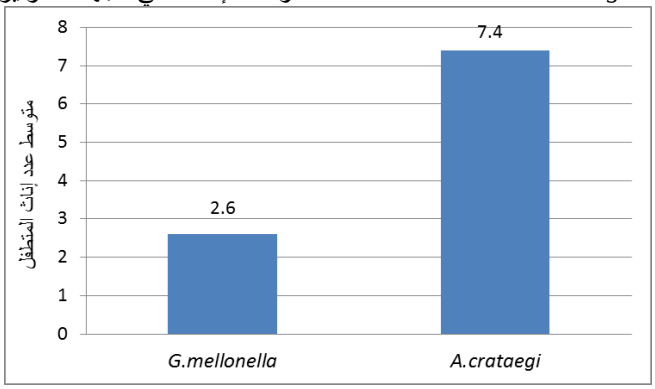
سلوك الاستجابة للإناث الملقحة للمتطفل الناتجة من يرقات *A. crataegi*



متوسط الإناث التي اتجهت نحو يرقات *G.mellonella* و*P.brassicae*

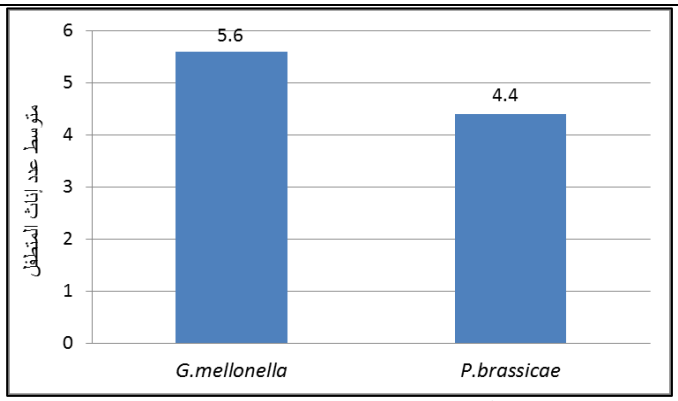


متوسط عدد الإناث التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *P.brassicae*



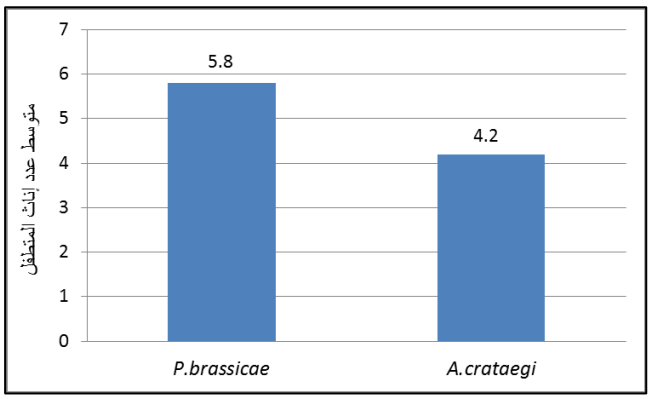
متوسط عدد إناث المتطفل التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و*P.brassicae*

سلوك الاستجابة للإناث الملقحة للمتطفل الناتجة من يرقات *P.brassicae*



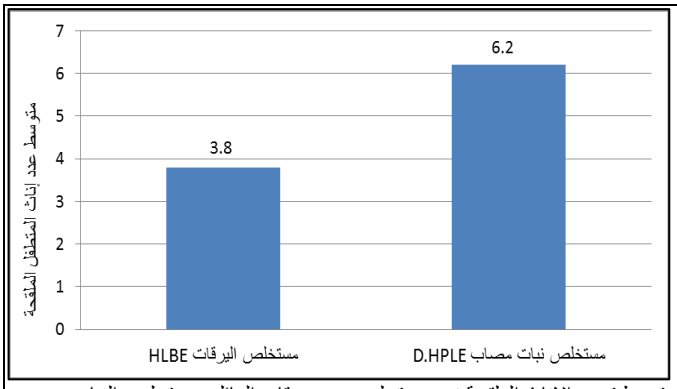
متوسط الإناث التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *G.mellonella*

متوسط عدد الإناث التي اتجهت نحو يرقات *P.brassicae* و *G.mellonella*

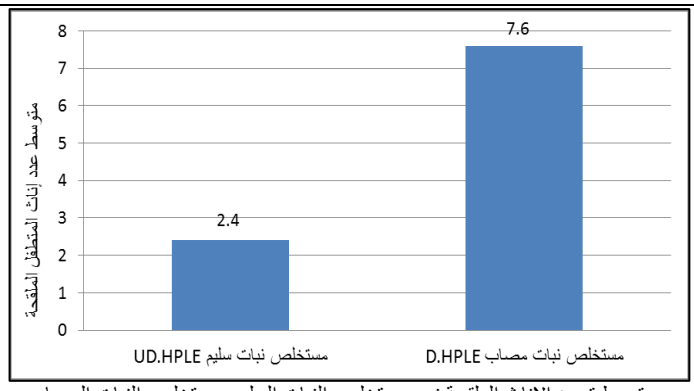


متوسط عدد إناث المتطفل التي اتجهت نحو يرقات *A.crataegi* و *P.brassicae*

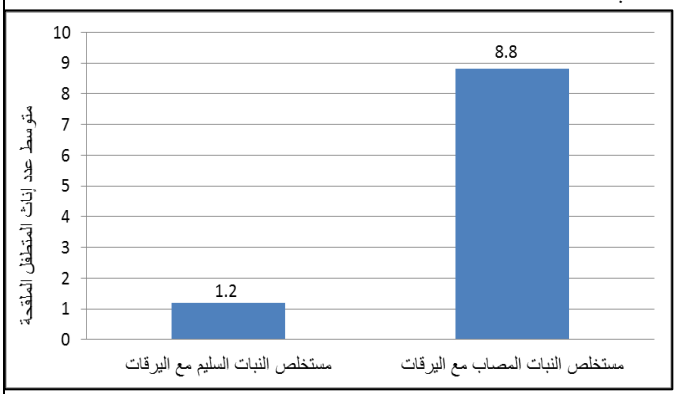
سلوك الاستجابة للإناث الملقحة للمتطفل الناتجة من يرقات *G.mellonella*



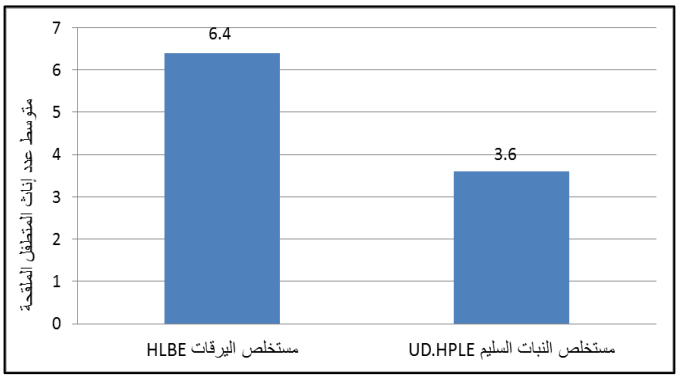
متوسط توجه الإناث الملقحة نحو مستخلص جسم يرقات العائل ومستخلص النبات المصاب



متوسط توجه الإناث الملقحة نحو مستخلص النبات السليم ومستخلص النبات المصاب

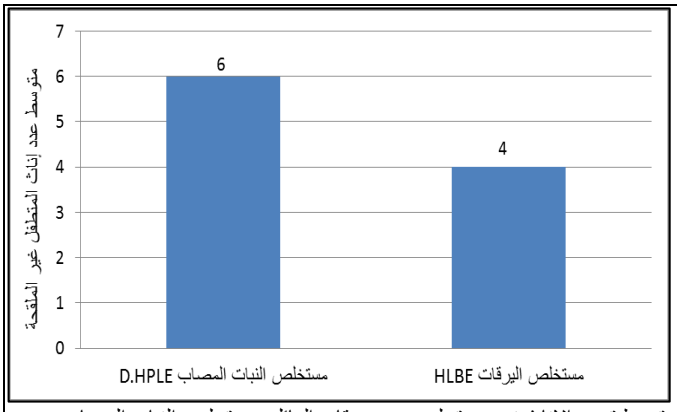


متوسط توجه الإناث الملقحة نحو مستخلص مزيج النبات السليم مع يرقات العائل ومستخلص مزيج النبات المصاب مع يرقات

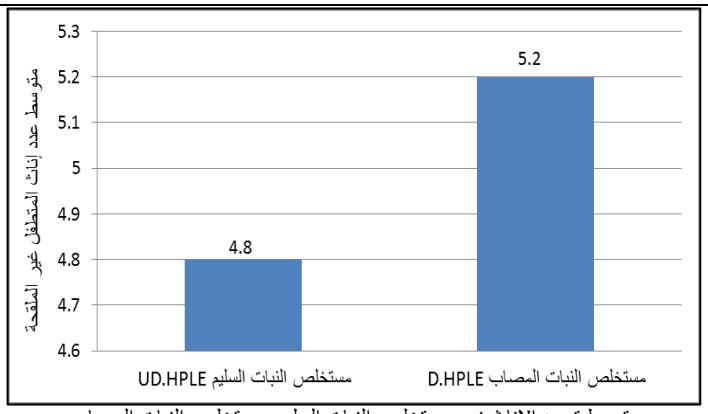


متوسط توجه الإناث الملقحة نحو مستخلص النبات السليم ومستخلص جسم يرقات العائل

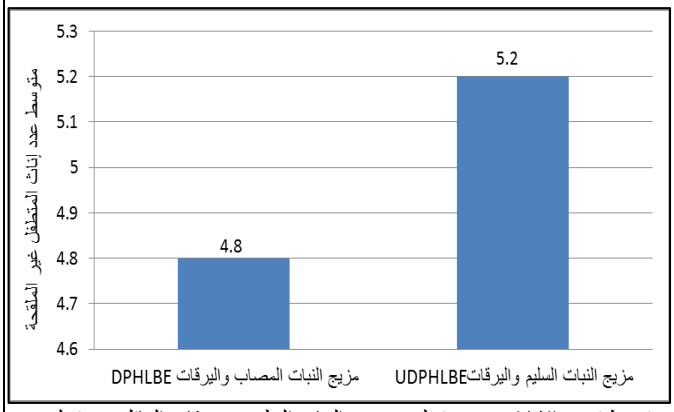
سلوك توجه إناث المتطفل الملقحة نحو المستخلصات



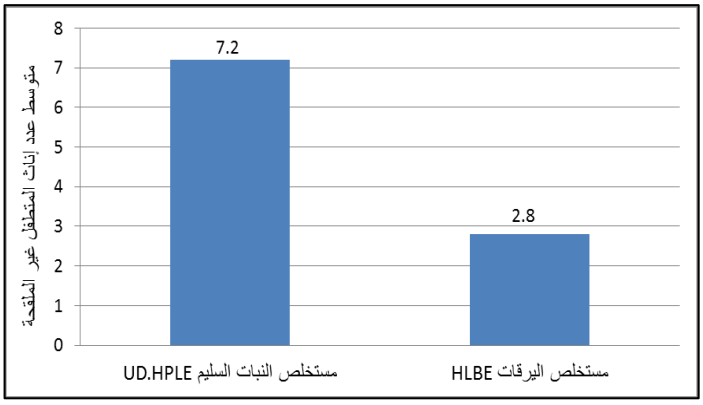
متوسط توجه الإناث نحو مستخلص جسم يرقات العائل ومستخلص النبات المصاب



متوسط توجه الإناث نحو مستخلص النبات السليم ومستخلص النبات المصاب

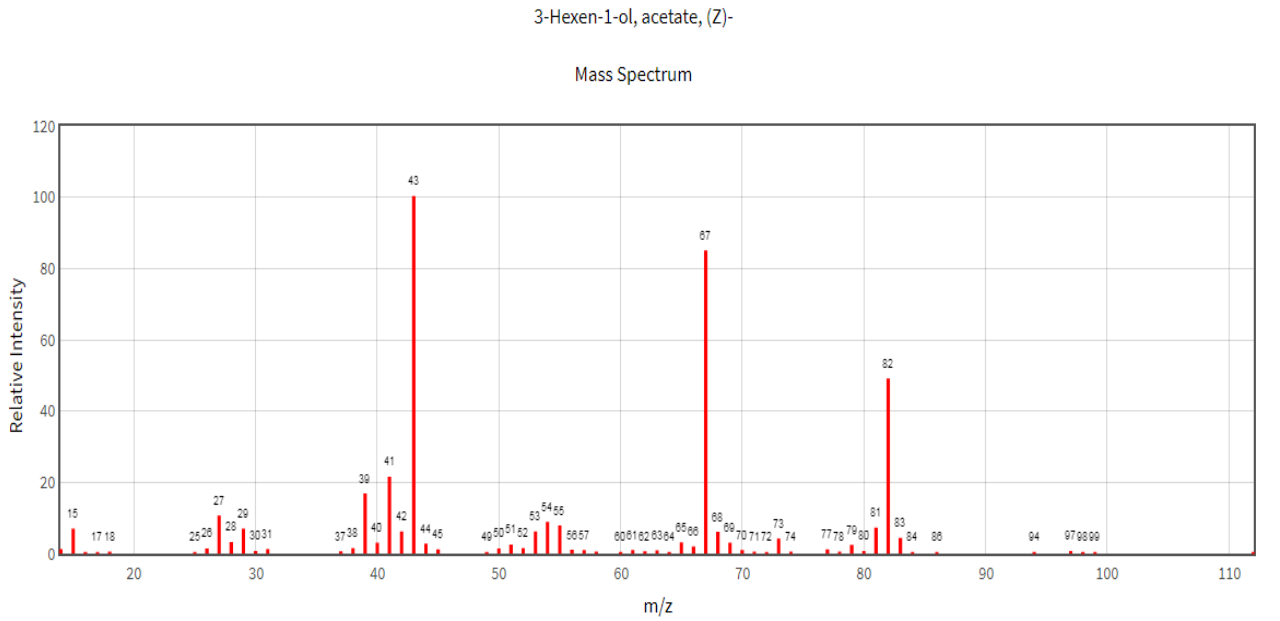


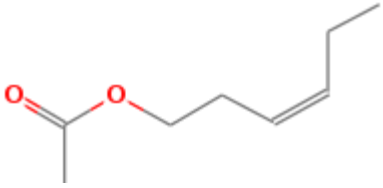
متوسط توجه الإناث نحو مستخلص مزيج النبات السليم مع يرقات العائل ومستخلص مزيج النبات المصاب مع يرقات



متوسط توجه الإناث نحو مستخلص النبات السليم ومستخلص جسم يرقات العائل

سلوك توجه إناث المتطفل غير الملقحة نحو المستخلصات

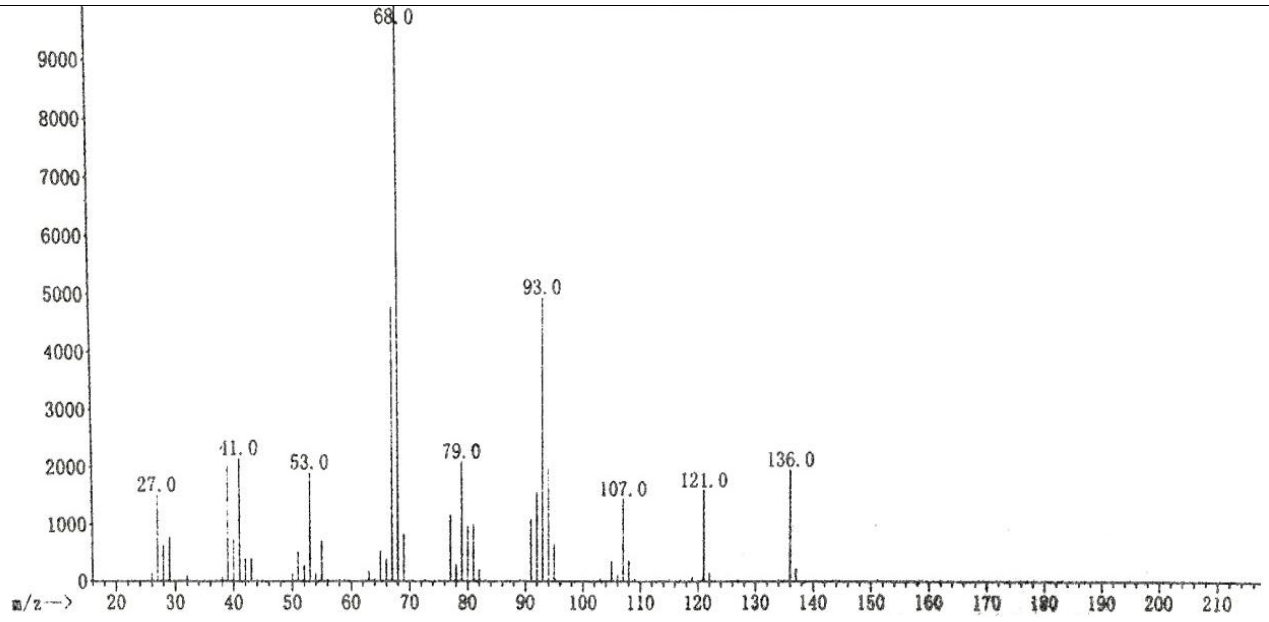


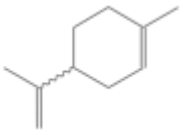


الوزن الجزيئي
142.1956

الصيغة الكيميائية
$C_8H_{14}O_2$

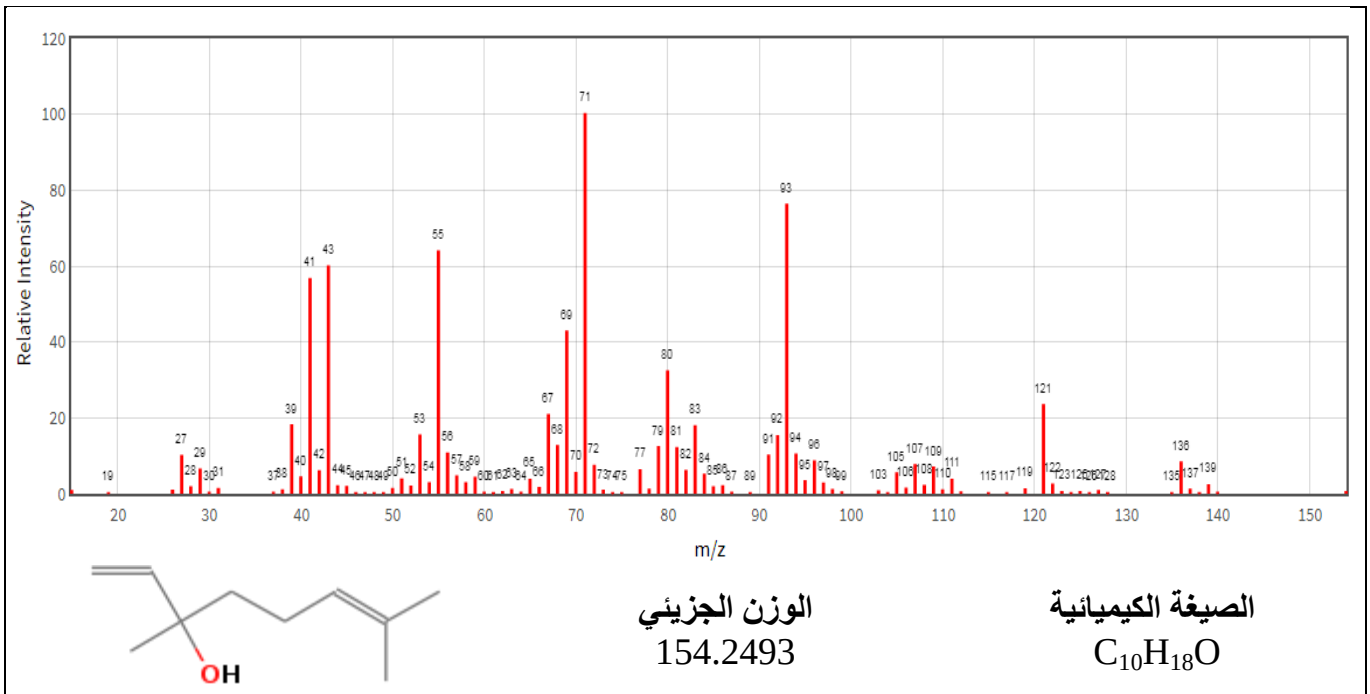
طيف الكتلة Chromatogram للمركب 3-Hexen-1-ol, acetat,(Z)-





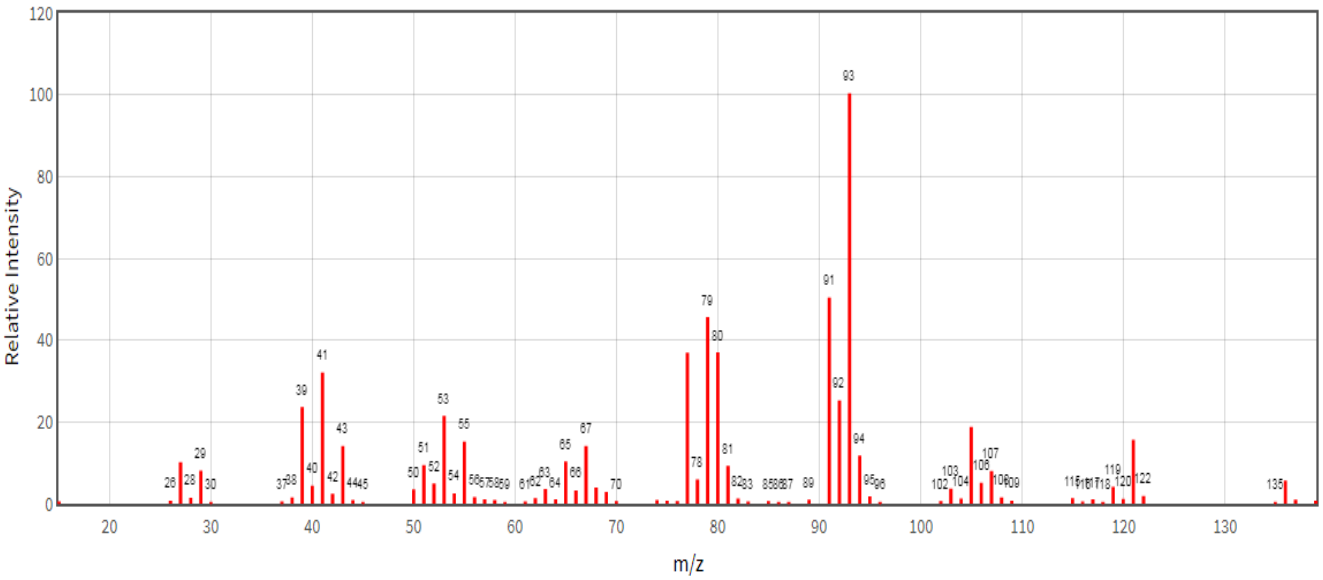
الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي
$C_{10}H_{16}$	136.2340

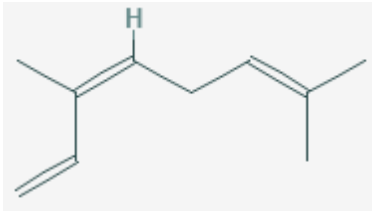
Limonene طيف الكتلة Chromatogram للمركب



الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي
$C_{10}H_{18}O$	154.2493

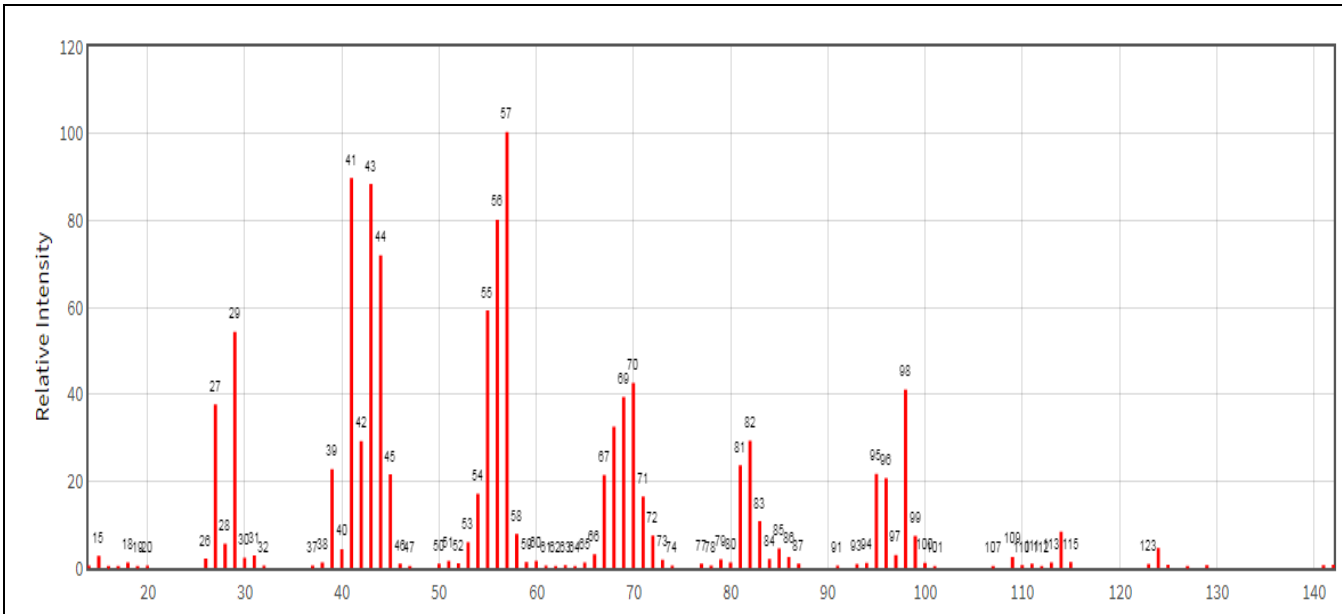
Linalool طيف الكتلة Chromatogram للمركب





الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي
$C_{10}H_{16}$	136.238

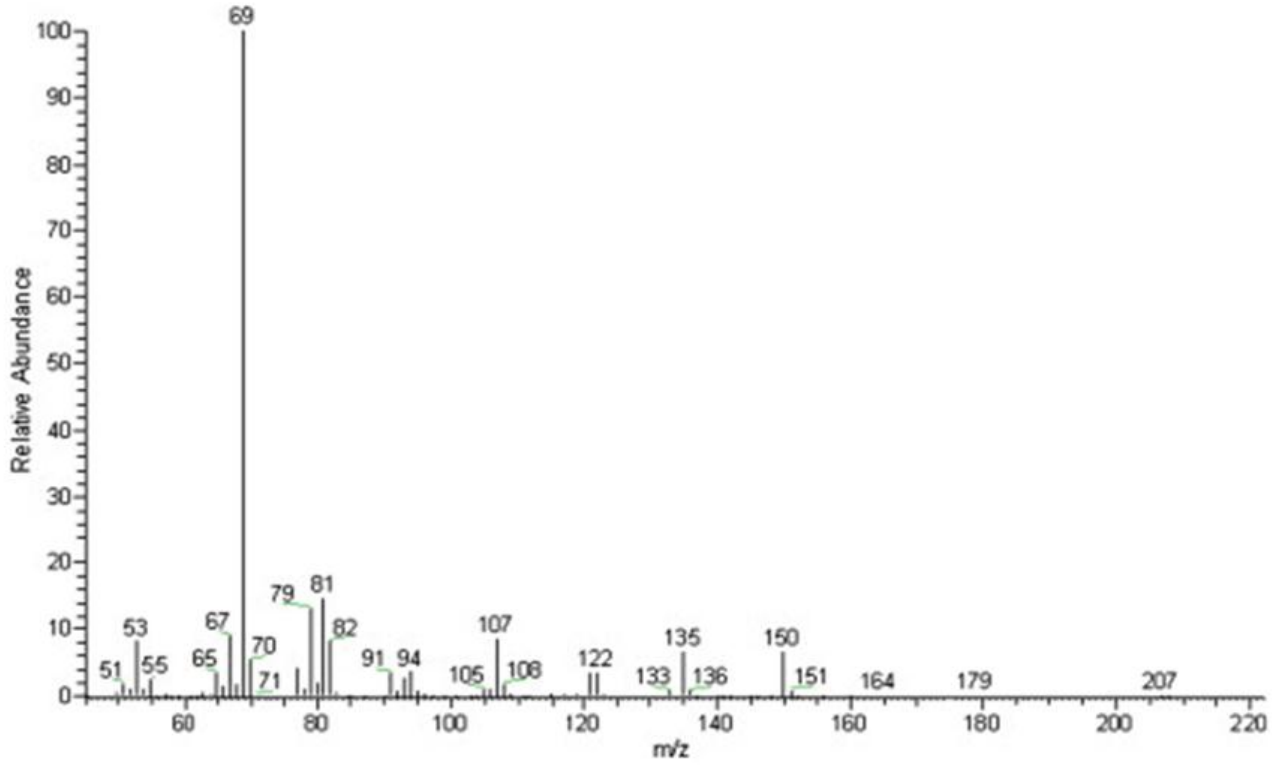
طيف الكتلة Chromatogram للمركب (Z)-Beta-Ocimene

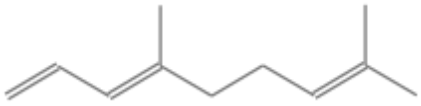




الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي
$C_9H_{18}O$	142.2386

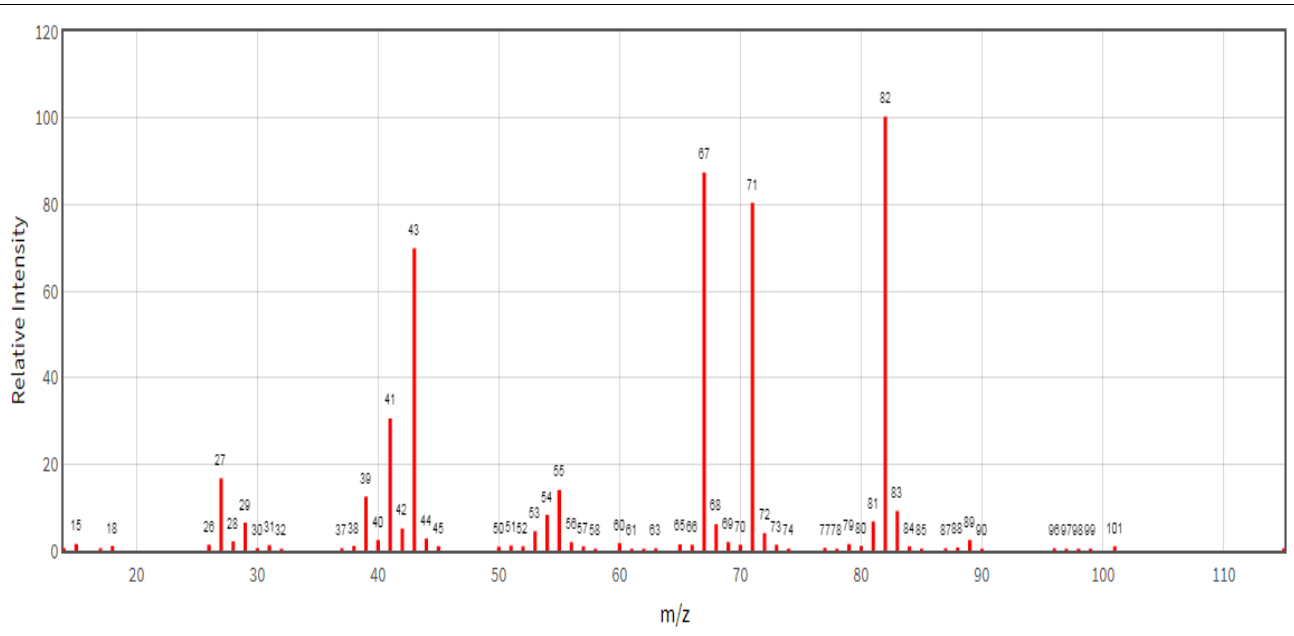
طيف الكتلة Chromatogram للمركب Nonanal

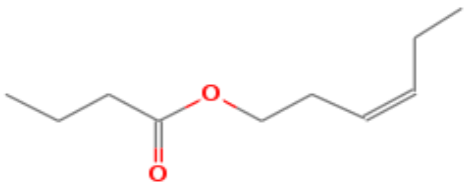




الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي
$C_{11}H_{18}$	150.2606

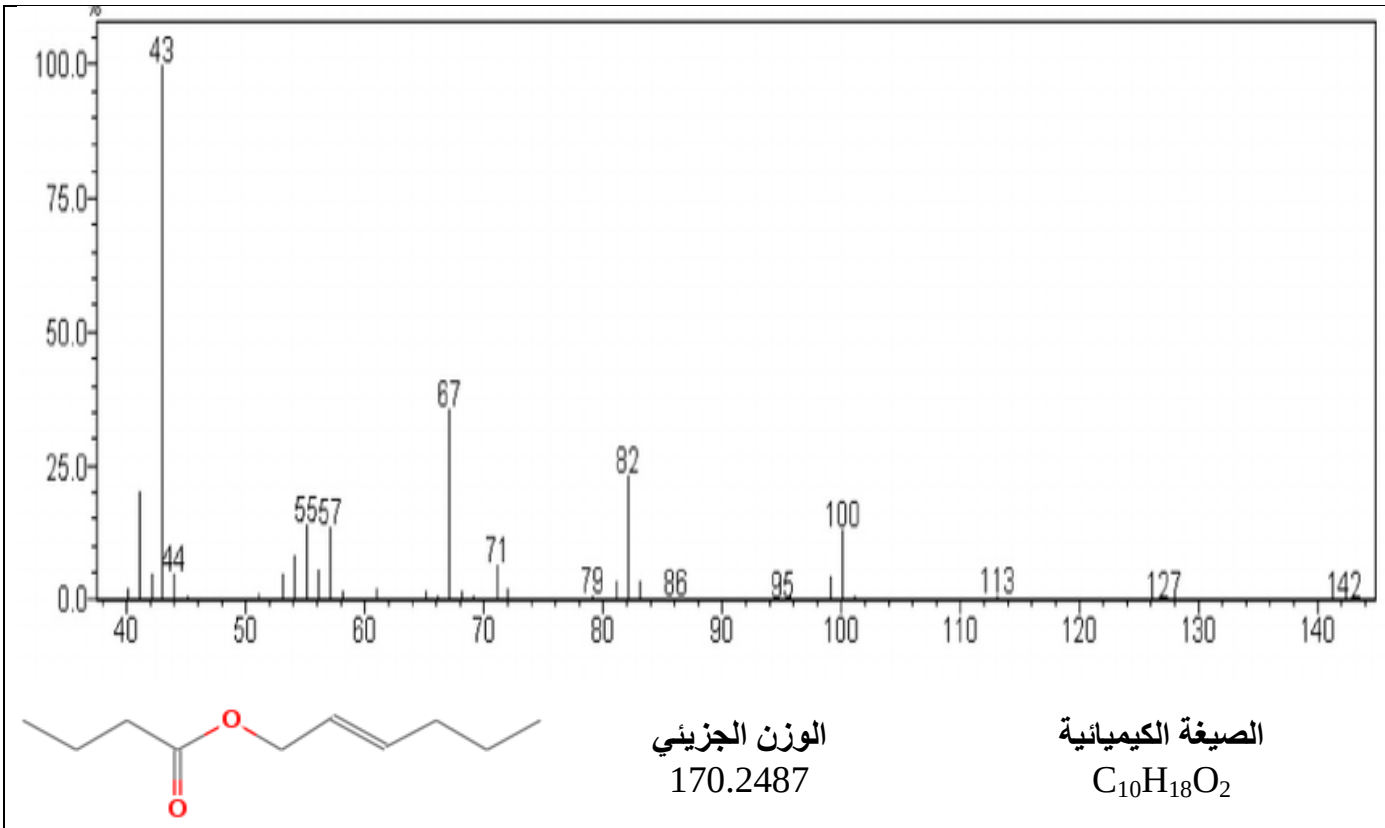
طيف الكتلة Chromatogram للمركب (E)-4,8-Dimethyl-1,3,7-nonatriene





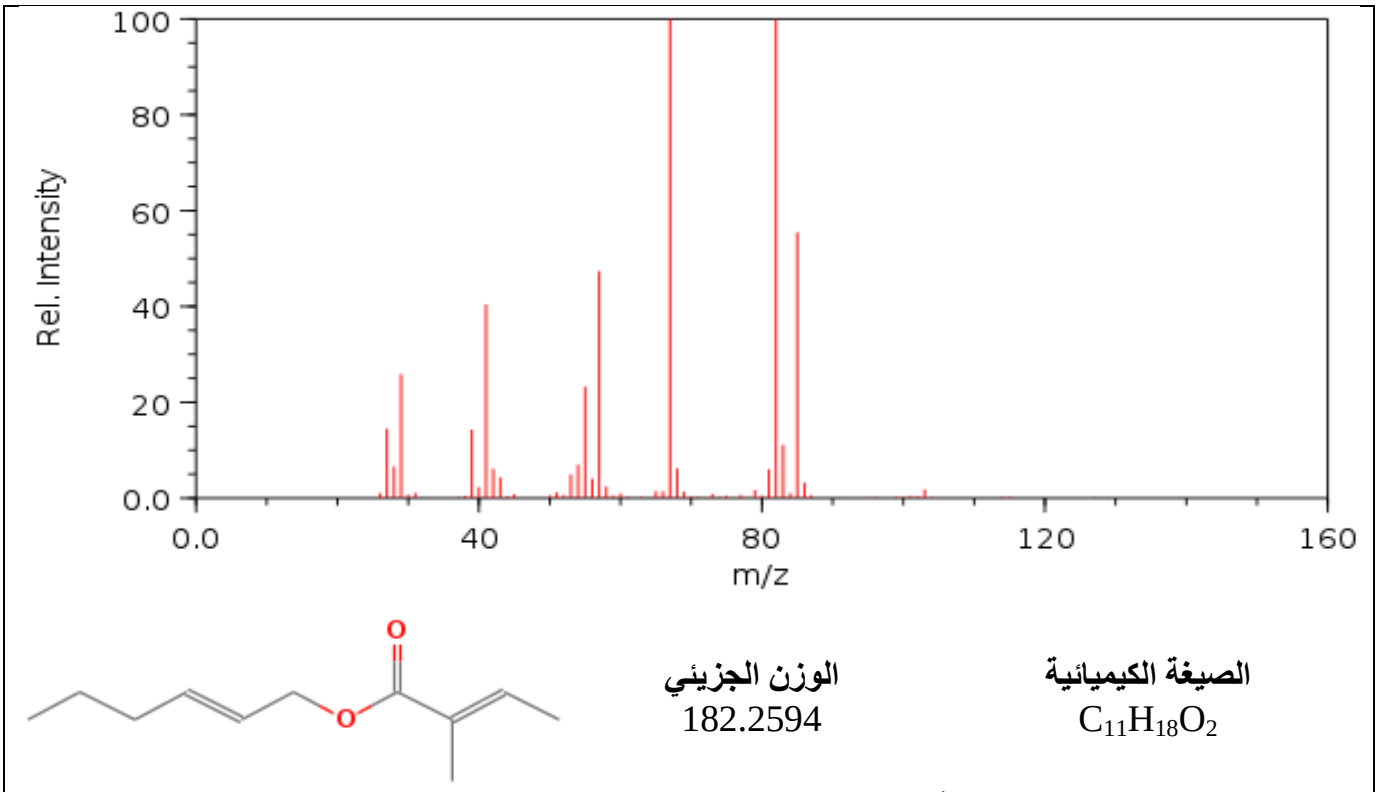
الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي
$C_{10}H_{18}O_2$	170.2487

طيف الكتلة Chromatogram للمركب (Z)-3-hexenyl butyrate



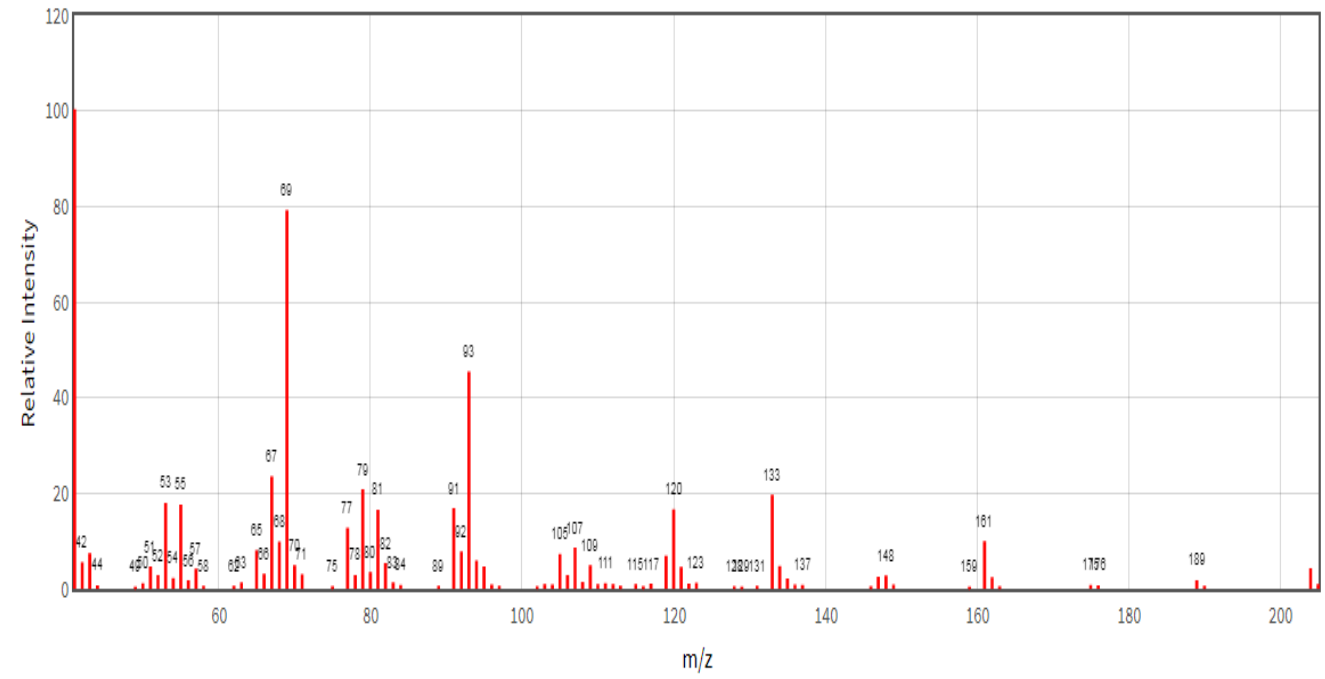
الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي
$C_{10}H_{18}O_2$	170.2487

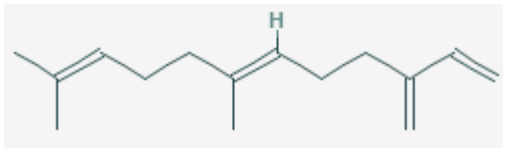
طيف الكتلة Chromatogram للمركب (E)-2 -hexenyl butyrate



الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي
$C_{11}H_{18}O_2$	182.2594

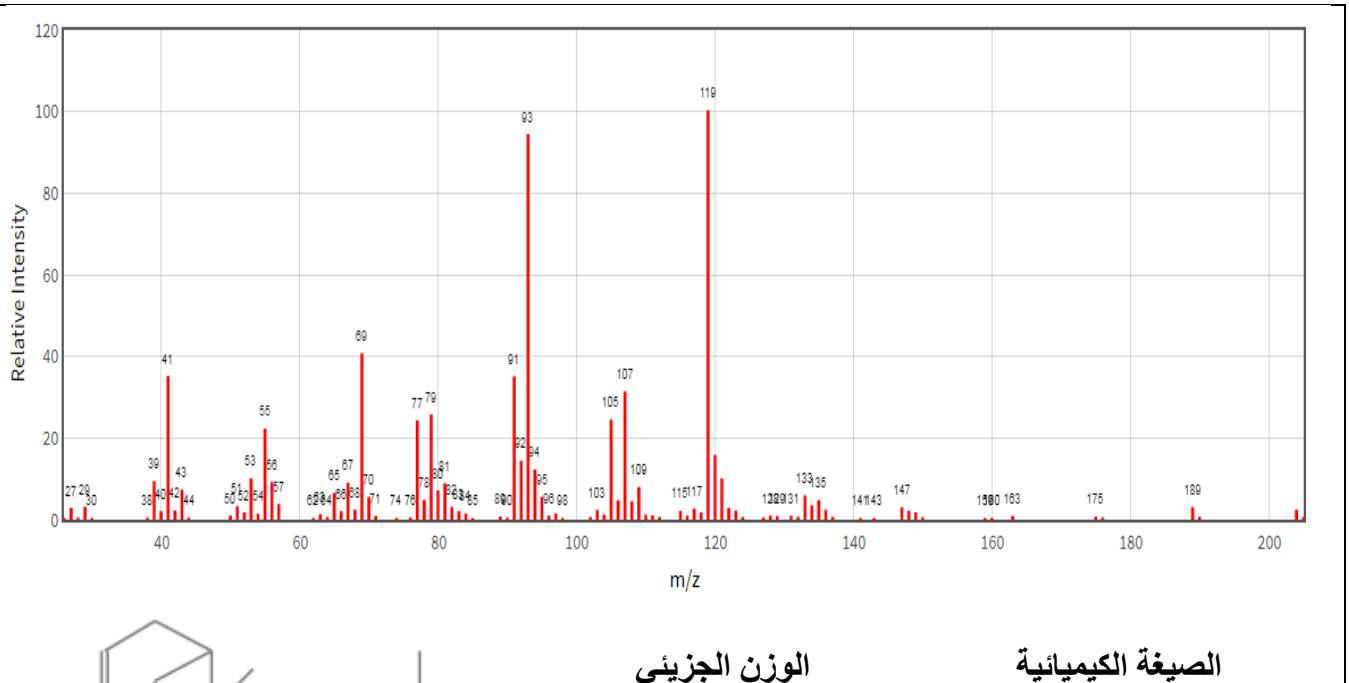
طيف الكتلة Chromatogram للمركب (E)-2-Hexenyl tiglate

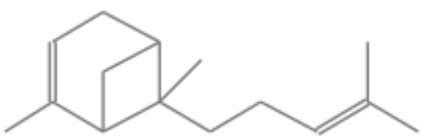




الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي
$C_{15}H_{24}$	204.3511

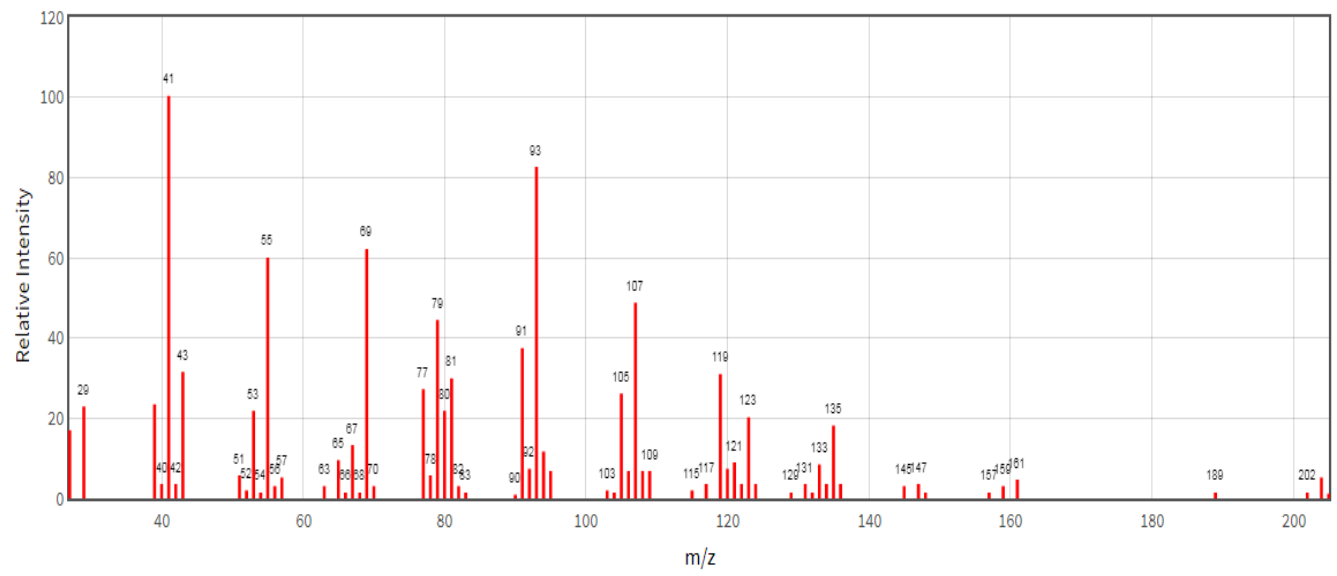
طيف الكتلة Chromatogram للمركب (E)-β-Farnesene

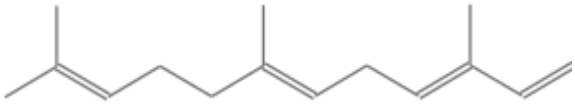




الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي
$C_{15}H_{24}$	204.3511

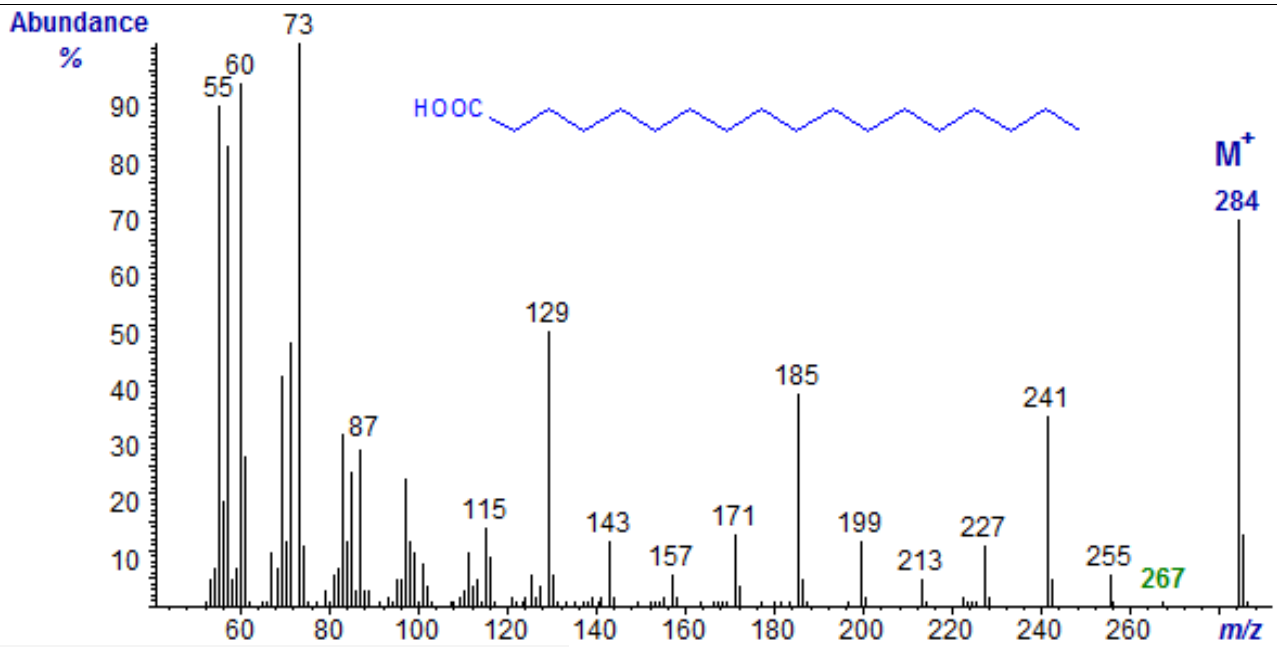
طيف الكتلة Chromatogram للمركب trans-α-Bergamotene

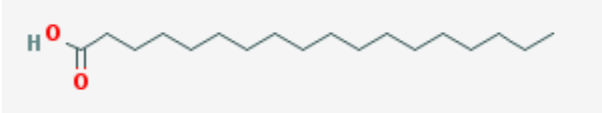




الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي
$C_{15}H_{24}$	204.3511

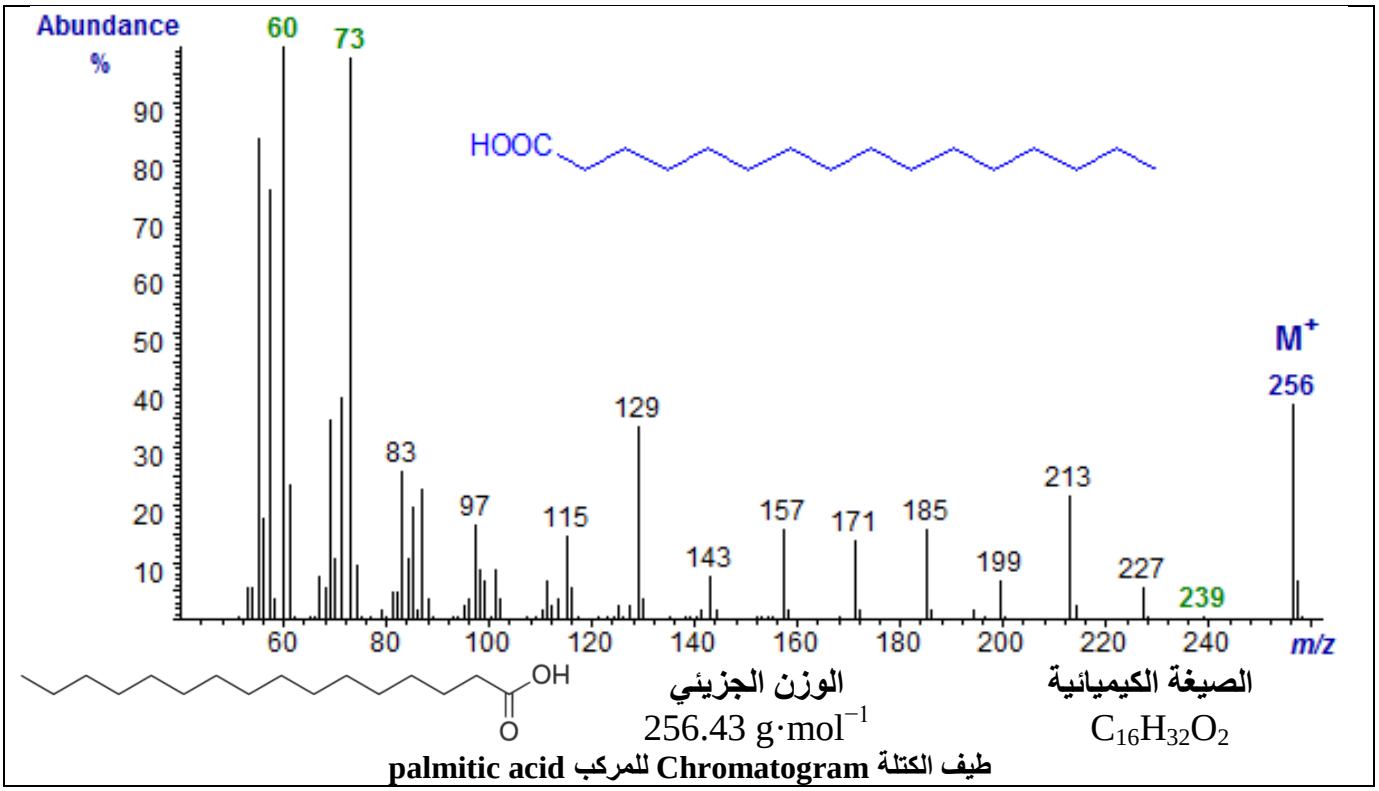
طيف الكتلة Chromatogram للمركب (E,E)-α-Farnesene





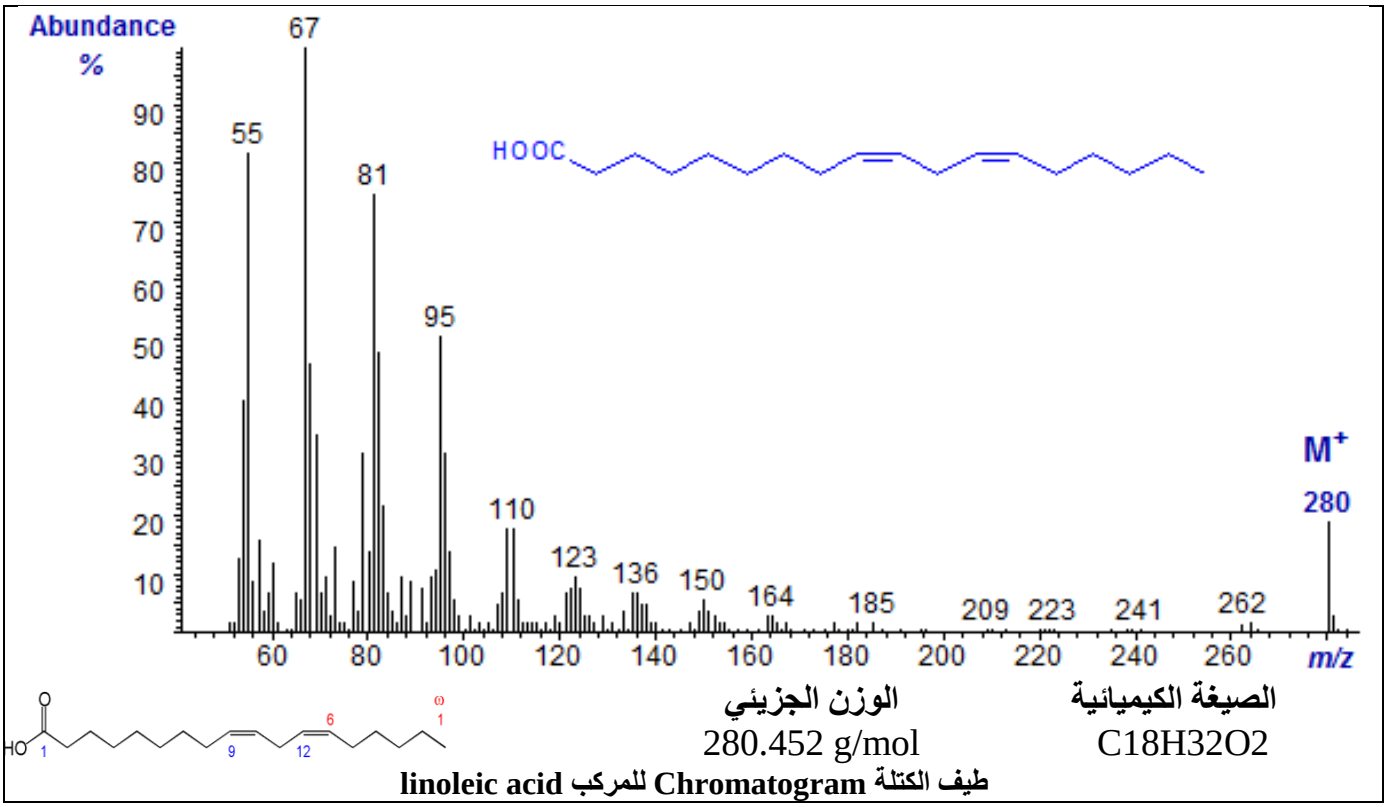
الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي
C18H36O2	284.484 g/mol

طيف الكتلة Chromatogram للمركب Stearic Acid



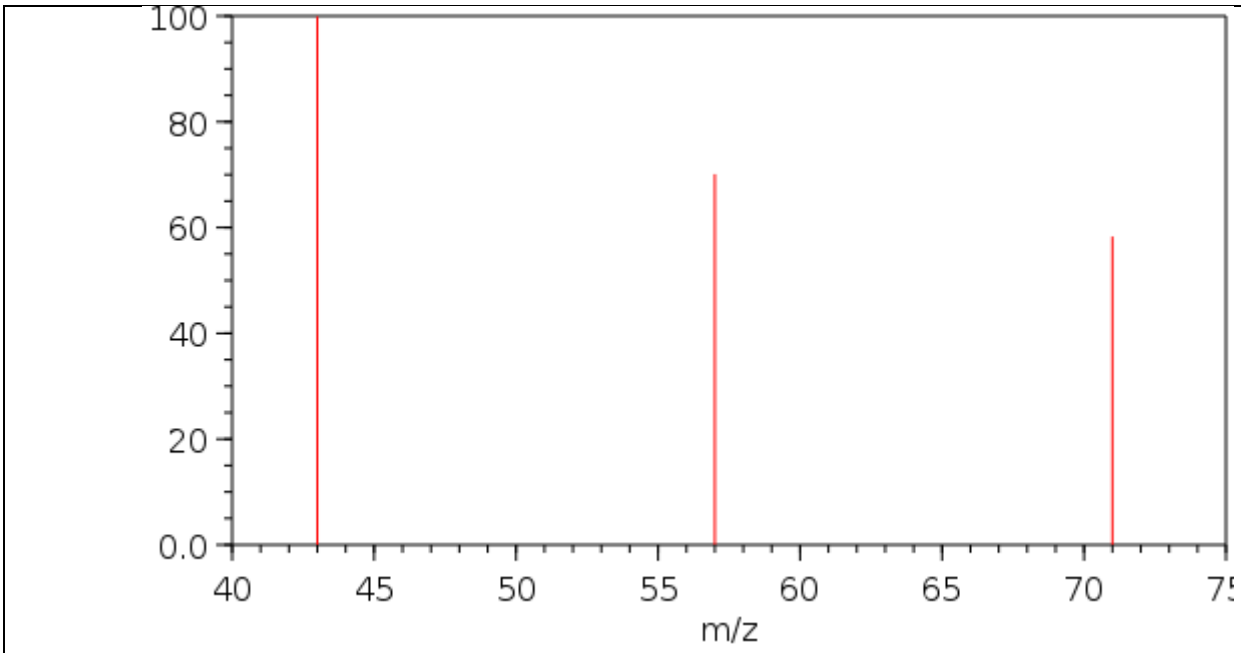
الوزن الجزيئي	الصيغة الكيميائية
$256.43\ g{\cdot}mol^{-1}$	$C_{16}H_{32}O_2$

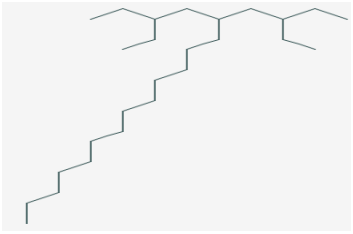
طيف الكتلة Chromatogram للمركب palmitic acid



الوزن الجزيئي	الصيغة الكيميائية
280.452 g/mol	C18H32O2

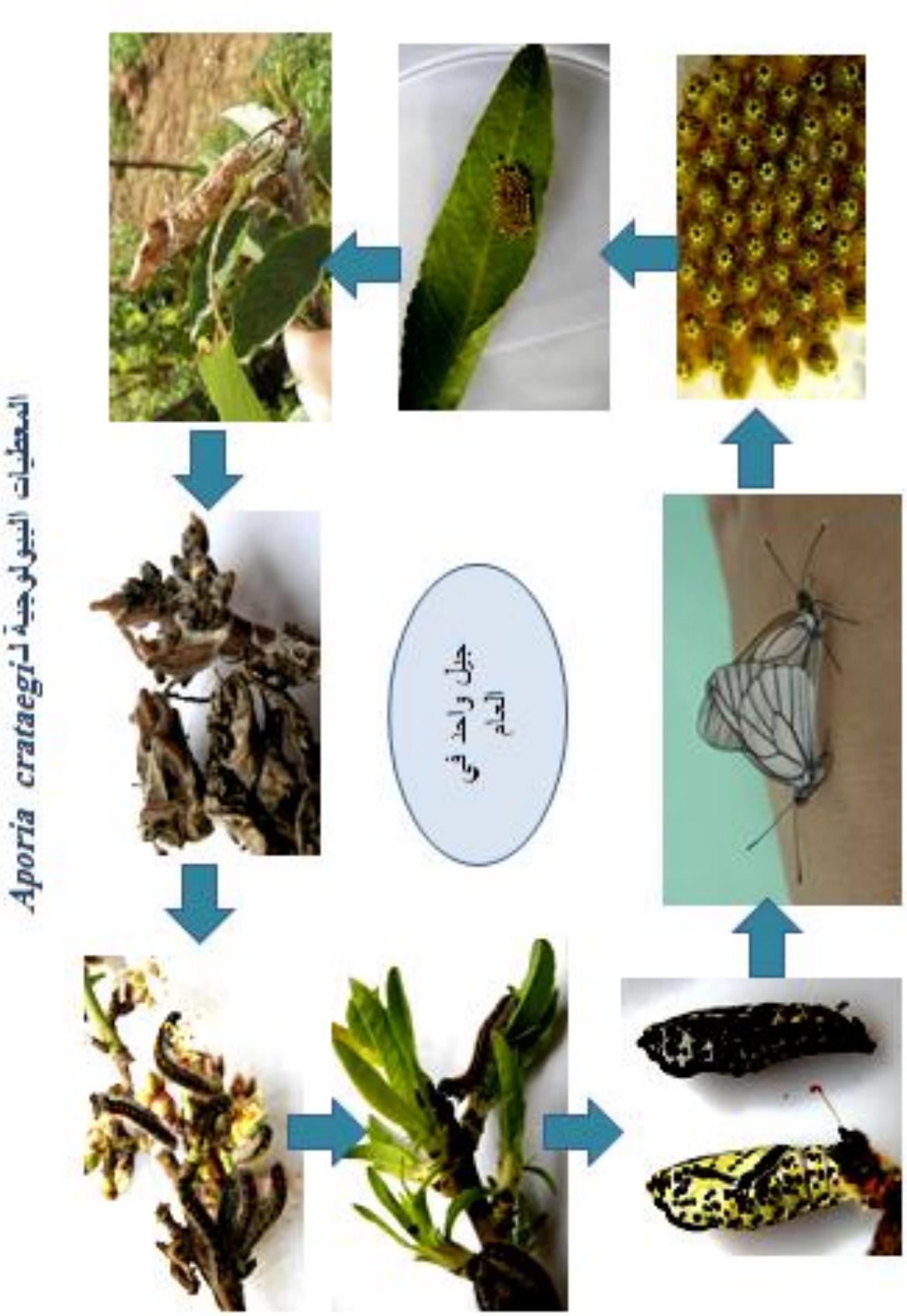
طيف الكتلة Chromatogram للمركب linoleic acid





الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي
C26H54	366.718 g/mol

طيف الكتلة Chromatogram للمركب Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)



دورة حياة *A.crataegi*

دورة حياة المتطفل *Apanteles glomeratus* على *Aporia crataegi*




خروج يرقات المتطفل بشكل جزئي أو عدم خروجها من يرقات العائل




عدم لف الشرنقة عند يرقات المتطفل بسبب نزف العائل

عوامل الموت عند يرقات المتطفل *A. glomeratus*