وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعـــــة ديالـــى
كليـــة الزراعــة

تأثير التركيب الوراثي والارتباع في نمو وحاصل بذور البصل *Allium cepa* L. وتحديد البعد الوراثي للتراكيب الوراثية باستخدام البصمة الوراثية

رسالة مقدمة إلى

مجلس كلية الزراعة – جامعة ديالى

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير

في علوم البستنة وهندسة الحدائق

من قبل

محمد حاتم رشيد التميمي

بإشراف

أ. د. عثمان خالد علوان المفرجي

1437هـ **2016 م**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

هَلْ أَتَىٰ عَلَى الْإِنسَانِ حِينٌ مِّنَ الدَّهْرِ لَمْ يَكُن

شَيْئًا مَّذْكُورًا

صَدَقَ اللَّهُ الْعَلِيِّ الْعَظِيمِ

سورة الانسان الآية 1

شكر وتقدير

الشكر الى واجب الوجود الله سبحانه وتعالى على كل نعمه فعسى أن يوسعنا شكر نعمه فلا يمكن شكر نعمه الا به فمجرد الشكر له تستوجب الشكر له.

الشكر الى سيدي النبي محمد (صلى الله عليه وآله وسلم) على هدايته لنا والى جميع الأنبياء والمرسلين وجميع الاوصياء.

الشكر الى سيدتي فاطمة الزهراء (عليها السلام) والى سيدي الامام علي (عليه السلام) والى سادتي وموالي الحسن بن علي المجتبى، والحسين بن علي الشهيد، وعلي بن الحسين السجاد، ومحمد بن علي الباقر، وجعفر بن محمد الصادق، وموسى بن جعفر الكاظم، وعلي بن موسى الرضا، ومحمد بن علي الجواد، وعلي بن محمد الهادي، والحسن بن علي العسكري، والقائم المهدي صاحب الامر (عليهم السلام).

الشكر الى سبب وجودي الى ابي وامي والى إخوتي وأخواتي وبالخصوص على مساعدتي في هذه الرسالة في هذا المجال.

الشكر الى عمادة كلية الزراعة وقسم البستنة في جامعة ديالى على اتاحة الفرصة للدراسة والى جميع الكادر التدريسي الذي أتاح لنا المعلومات اللازمة التي نحتاجها في هذه المرحلة.

واشكر استاذي في مادة الوراثة الجزيئية والهندسة الوراثية د. مثنى عبد القادر المهداوي على تدريسي المادة وتعاونه معي بكل ما يستلزم من تدريب عملي في أداء جزء البصمة الوراثية.

والشكر موصول الى أعضاء لجنة المناقشة على تعاونهم معي بإخراج الرسالة بهذا الشكل والمضمون مع شكر خاص للمناقش الخارجي على تكبده عناء السفر من أجل مساعدتي في تقويم رسالتي إضافة إلى مساعدته لي في بعض المعلومات أثناء أدائي للرسالة.

ولابد من شكر المشرف د. عثمان خالد على جهوده في اختيار موضوع الرسالة وعلى تعاونه معي.

أشكر كذلك زملائي في الدفعة وكذلك الطالب في الدفعة السابقة ايمن إبراهيم على تعاونه الخاص معي.

محمد حامد رشيد

الخلاصة

أجريت الدراسة على محصول البصل في حقل خاص في محافظة ديالى/ قضاء المقدادية / ناحية الوجيهية في الموسم الزراعي 2014 – 2015. تم دراسة تاثير الإرتباع على ثمانية تراكيب وراثية من البصل وذلك بتعريض الشتلات درجة حرارة 10±2 م لمدة أسبوعين فضلا عن مستوى المقارنة (عدم تعريض الشتلات للإرتباع). ووزعت المعاملات حسب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD وقورنت المتوسطات باختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05، وقدرت نسبة التشابه بين التراكيب الوراثية المدروسة (كلادستون، ممتازز، ريد نايس، تكساس ايرلي كرانو 502، بركاز 10، كاريبزي، محلي أبيض، محلي أحمر) باستعمال 10 بادئات باستعمال مؤشرات RAPDs. وأما مخطط التحليل العنقودي (شجرة القرابة) فقد اجري وفقا لطريقة المجموعات الزوجية غير المزانة للحصول على شجرة القرابة. ووجدت عندنا النتائج الآتية:

1- أعطى التركيب الوراثي محلي ابيض أعلى النتائج في متوسطات ارتفاع النبات (سم) وعدد الأزهار.نورة$^{-1}$ وعدد البذور.النورة$^{-1}$ إذ بلغت النتائج على التوالي 137.37 سم، 587.82 زهرة.نورة$^{-1}$، 2009.25 بذرة.نورة$^{-1}$، وأعطى التركيب الوراثي كاريبزي أعلى النتائج في متوسط قطر عنق البصلة بلغ 43.47 ملم، وأظهر التركيب الوراثي محلي أحمر أعلى النتائج في متوسطات المساحة الورقية، وعدد الانصال الانبوبية.نبات$^{-1}$، وعدد الشماريخ الزهرية.نبات$^{-1}$، وقطر النورة الزهرية (سم)، وحاصل بذور النبات الواحد، وحاصل البذور الكلي كغم.هكتار$^{-1}$، إذ أعطى متوسطات نتائج 77.54 دسم^{2}، 41.57 نصل إنبوبي.نبات$^{-1}$، 2.78 شمراخ زهري.نبات$^{-1}$، 11.07 سم، 29.26 غم.نبات$^{-1}$، 1338.88 كغم.هكتار$^{-1}$ على التوالي وكان الأبكر في تفتح الأزهار حيث تفتحت أزهاره خلال مدة 148.17 يوم من الزراعة لحين تفتح الأزهار. ووجدت أعلى نسبة عقد

Abstract

90.24% في التركيب الوراثي ريد نايس، وكان التركيب الوراثي ممتازز الأكثر تبكيرا في نضج البذور والأعلى في عدد البذور.ثمرة$^{-1}$، حيث نضجت بذوره خلال 212.5 يوم ، وأعطى متوسط عدد بذورفي الثمرة 4.38.

2- أعطت معاملة الإرتباع تفوق معنوي في الحاصل الكلي كغم.هكتار$^{-1}$ بلغت 691.93 كغم.هكتار$^{-1}$،في حين تفوقت معاملة المقارنة في متوسطات ارتفاع النبات، والتبكير في موعد تفتح الازهار، وعدد الأزهار.النورة$^{-1}$ إذ بلغت النتائج 113.97سم، 153.72 يوم من الزراعة لحين تفتح الأزهار، 471.34 زهرة.نورة$^{-1}$ على التوالي.

3- أثر التداخل معنويا في جميع الصفات المدروسة فقد تفوقت نباتات التركيب الوراثي الأبيض المحلي غير المرتبعة في ارتفاع النبات (138.73 سم) وعدد بذور (2044.2 بذرة.النورة$^{-1}$) بينما تفوقت نباتات التركيب الوراثي كلادستون المرتبعة بقطر عنق بصلة (40.33 ملم)، وتميزت نباتات التركيب الوراثي محلي احمر المرتبعة بأفضل مساحة ورقية بلغت 79.65 دسم^{2} وأعلى عدد شماريخ زهرية بلغت 3.15 شمراخ زهري.نبات$^{-1}$ وأعلى حاصل نبات واحد بلغ 33.88 غم وأعلى حاصل كلي بلغ 1848.1 كغم.هكتار$^{-1}$ ، وتميزت النباتات غير المرتبعة لنباتات التركيب الوراثي ابيض محلي بأعلى عدد أنصال انبوبية بلغ 42.8 واقل عدد من الأيام اللازمة لتفتح الأزهار (147 يوم) وأعلى قطر نورة زهرية (11.45 سم)، و أوجدت نباتات التركيب الوراثي ابيض محلي أعلى عدد أزهار في النورة بلغ 601.27، واظهرت نباتات التركيب الوراثي ريد نايس المرتبعة أعلى نسبة عقد بلغت 90.24%، وكان لنباتات التركيب الوراثي ممتازز غير المرتبعة أقل عدد أيام لازمة من الزراعة إلى نضج البذور بلغ 209.67 يوم وأعلى عدد بذور في الثمرة بلغ 4.39، وأعطت معاملة المقارنة مع التركيب الوراثي محلي أبيض أعلى عدد بذور في النورة الزهرية بلغ 2044.2 بذرة.

4- لم تزهر التراكيب الوراثية كلادستون وبركاز 10 وكاربيزي.

5- بينت نتائج التحليل الوراثي لمؤشرات RAPD إختلافا في عدد حزم الـ DNA المتضاعفة وأحجامها الجزيئية تبعا للبادئ المستخدم، إذ بلغ العدد الكلي للحزم المتباينة 50، وكان أقل عدد حزم متباينة 3 للبادئ OPA-09 واعلى عدد حزم متباينة 7 للبادئ OPA-02، وتراوحت نسبة التشابه بين التراكيب الوراثية ما بين 0.5469 إلى 0.8275 وكانت أعلى نسبة تشابه بين التركيبين الوراثيين كاربيزي وتكساس ايرلي كرانو واقل نسبة تشابه بين التركيبين الوراثيين كلادستون وممتازز. وتوزعت التراكيب الوراثية ضمن ثلاث مجموعات رئيسية ضمت الأولى التركيب الوراثي محلي أحمر وتوزعت التراكيب الوراثية الباقية ضمن المجموعتين الباقيتين.

قائمة المحتويات

التسلسل	المحتويات	الصفحة
	الخلاصة	أ
	قائمة المحتويات	د
	قائمة الجداول	ز
	قائمة الصور	ط
	قائمة الاشكال	ط
المقدمة		
1	المقدمة	1
مراجعة المصادر		
2	مراجعة المصادر	4
1-2	تأثير التراكيب الوراثية	4
2-2	تأثير الارتباع	8
3-2	تقنية التفاعل البوليميري المتسلسل Polymerase Chain Reaction (PCR)	11
المواد وطرائق العمل		
3	المواد وطرائق العمل	16
1-3	التراكيب الوراثية	16
2-3	عمليات التهيئة	18
1-2-3	تهيئة الشتلات	18
2-2-3	تهيئة الحقل	19
3-2-3	زراعة الشتلات	19
3-3	الصفات المدروسة	19
1-3-3	الصفات الخضرية	19
1-1-3-3	ارتفاع النبات (سم)	19
2-1-3-3	عدد الانصال الانبوبية	19
3-1-3-3	قطر عنق البصلة (ملم)	20
4-1-3-3	المساحة الورقية (دسم2)	20
5-1-3-3	حاصل الرؤوس الخضراء (طن.هكتار$^{-1}$)	20

3-3-2	الصفات النمو الزهري	20
3-2-3-1	عدد الأيام اللازمة من الزراعة لحين تفتح الازهار	20
3-2-3-2	عدد الشماريخ الزهرية للنبات الواحد	21
3-2-3-3	عدد الازهار للنورة الواحدة	21
3-2-3-4	قطر النورة الزهرية (سم)	21
3-2-3-5	نسبة العقد	21
3-2-3-6	نسبة النباتات المزهرة (%)	21
3-3-3	صفات حاصل البذور	22
3-3-3-1	عدد الأيام من الزراعة إلى نضج البذور (يوم)	22
3-3-3-2	عدد البذور في الثمرة (الكبسولة)	22
3-3-3-3	عدد البذور في النورة الزهرية	22
3-3-3-4	حاصل بذور النبات الواحد	22
3-3-3-5	عدد البذور في النبات الواحد	22
3-3-3-6	الإنتاج الكلي للبذور (كغم.هكتار$^{-1}$)	22
3-4	التشخيص الجزيئي للتراكيب الوراثية المدروسة	23
3-4-1	استخلاص الحامض النووي منقوص الاوكسجين DNA	23
3-4-1-1	جمع عينات النبات	23
3-4-1-2	طريقة الاستخلاص	23
3-4-2	قياس كمية الحامض النووي منقوص الاوكسجين (DNA) بجهاز Nano drop	25
3-4-3	الكشف عن الحامض النووي منقوص الاوكسجين DNA	25
3-4-3-1	تحظير هلام الاكاروز	25
3-4-3-2	الترحيل الكهربائي	25
3-4-4	التفاعل المتسلسل للبوليمريز لتقنية RAPD-PCR	26
3-4-5	الترحيل الكهربائي لمنتج PCR	27
3-4-6	تحليل نتائج RAPD	27
3-4-6-1	حساب الحجم الجزيئي	27
3-4-6-2	تقدير النسبة المئوية للتشابه	28
النتائج والمناقشة		
4	النتائج والمناقشة	30

4-1	تأثير التراكيب الوراثية والإرتباع على الصفات الخضرية	30
4-1-1	ارتفاع النبات	30
4-1-2	قطر عنق البصلة (ملم)	31
4-1-3	المساحة الورقية (دسم2)	32
4-1-4	عدد الانصال الانبوبية	33
4-1-5	حاصل الرؤوس الخضراء (طن.هكتار$^{-1}$)	34
4-2	تأثير التراكيب الوراثية و الإرتباع و تداخلاتهما على الصفات الزهرية	35
4-2-1	عدد الأيام اللازمة من الزراعة لحين تفتح الازهار	35
4-2-2	عدد النورات الزهرية.نبات$^{-1}$	36
4-2-3	عدد الازهار (زهرة.نورة$^{-1}$)	37
4-2-4	قطر النورة الزهرية (سم)	38
4-2-5	نسبة العقد	39
4-2-6	نسبة النباتات المزهرة (%)	40
4-3	تاثير التراكيب الوراثية والارتباع على صفات حاصل البذور	41
4-3-1	عدد الأيام اللازمة من الزراعة لحين نضج البذور	41
4-3-2	عدد البذور في الثمرة (الكبسولة)	42
4-3-3	عدد البذور في النورة الزهرية	42
4-3-4	حاصل بذور النبات الواحد (غم)	43
4-3-5	عدد البذور في النبات الواحد	44
4-3-6	الحاصل الكلي (كغم.هكتار$^{-1}$)	45
4-4	استخلاص DNA و تقدير كميته	46
4-5	التفاعل السلسلي للبوليمريز لتقنية RAPD-PCR	47
4-6	التعددية الشكلية Polymorphism وكفاءة البادئات وقدرتها التمييزية	62
4-7	تقدير التشابه الوراثي بين التراكيب الوراثية المدروسة	63
الاستنتاجات والتوصيات		
5-1	الاستنتاجات	67
5-2	التوصيات	67
المصادر		

6	المصادر	69
6-1	المصادر العربية	69
6-2	المصادر الأجنبية	70
الملحقات		
الملحقات		75
الخلاصة باللغة الإنكليزية		A

قائمة الجداول

التسلسل	الجدول	الصفحة
1	التراكيب الوراثية الداخلة في التجربة	16
2	بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل قبل الزراعة	18
3	كميات المواد المستعملة في تقنية RAPD-PCR (المايكروليتر)	26
4	تتابع البادئات المستعملة في تقنية RAPD-PCR	26
5	البرنامج الخاص بتقنية التفاعل البوليميري المتسلسل	27
6	تأثير الارتباع والتراكيب الوراثية وتداخلاتهما على ارتفاع النبات (سم)	30
7	تأثير الإرتباع والتراكيب الوراثية وتداخلاتهما على قطر عنق البصلة (ملم)	31
8	تأثير التراكيب الوراثية والارتباع والتداخل بينهما على المساحة الورقية (دسم^2)	32
9	تأثير التراكيب الوراثية والإرتباع والتداخل بينهما على عدد الانصال الانبوبية.نبات$^{-1}$	33
10	تأثير التراكيب الوراثية والإرتباع والتداخل بينهما في حاصل الرؤوس الخضراء (طن.هكتار$^{-1}$)	34
11	تأثير التراكيب الوراثية والإرتباع وتداخلاتهما على عدد الأيام من الزراعة لحين تفتح الأزهار	36
12	تأثير التراكيب الوراثية والإرتباع وتداخلاتهما على عدد النورات الزهرية.نبات$^{-1}$	37
13	تأثير التراكيب الوراثية والإرتباع وتداخلاتهما على عدد الأزهار .النورة$^{-1}$	38
14	تأثير التراكيب الوراثية والإرتباع وتداخلاتهما على قطر النورة الزهرية (سم)	38
15	تأثير التراكيب الوراثية والإرتباع وتداخلاتهما على نسبة الأزهار العاقدة	39

	(%)	
16	تاثير التراكيب الوراثية والإرتباع وتداخلاتهما في نسبة النباتات المزهرة (%)	40
17	تأثير التراكيب الوراثية والإرتباع وتداخلاتهما على عدد الأيام من الزراعة لحين نضج البذور (يوم)	41
18	تأثير التراكيب الوراثية والإرتباع وتداخلاتهما على عدد البذور في الثمرة (الكبسولة)	42
19	تأثير التراكيب الوراثية والإرتباع وتداخلاتهما على عدد البذور.نورة$^{-1}$	43
20	تأثير التراكيب الوراثية والإرتباع وتداخلاتهما على حاصل بذور النبات الواحد (غم)	44
21	تاثير التراكيب الوراثية والإرتباع وتداخلاتهما في عدد البذور في النبات الواحد	45
22	تاثير التراكيب الوراثية والإرتباع وتداخلاتهما في حاصل البذور الكلي (كغم.هكتار$^{-1}$)	46
23	كمية الجينوم و نقاوته لجميع التراكيب الوراثية للبصل	47
24	عدد الحزم الكلية للبادئ OPA-1 مع أحجامها الجزيئية للتراكيب الوراثية للبصل	49
25	عدد الحزم الكلية للبادئ OPA-2 مع أحجامها الجزيئية للتراكيب الوراثية للبصل	50
26	عدد الحزم الكلية للبادئ OPA-3 مع أحجامها الجزيئية للتراكيب الوراثية للبصل	52
27	عدد الحزم الكلية للبادئ OPA-4 مع أحجامها الجزيئية للتراكيب الوراثية للبصل	53
28	عدد الحزم الكلية للبادئ OPA-5 مع أحجامها الجزيئية للتراكيب الوراثية للبصل	54
29	عدد الحزم الكلية للبادئ OPA-6 مع أحجامها الجزيئية للتراكيب الوراثية للبصل	56
30	عدد الحزم الكلية للبادئ OPA-7 مع أحجامها الجزيئية للتراكيب الوراثية للبصل	58
31	عدد الحزم الكلية للبادئ OPA-8 مع أحجامها الجزيئية للتراكيب	59

	الوراثية للبصل	
32	عدد الحزم الكلية للبادئ OPA-9 مع أحجامها الجزيئية للتراكيب الوراثية للبصل	60
33	عدد الحزم الكلية للبادئ OPA-10 مع أحجامها الجزيئية للتراكيب الوراثية للبصل	62
34	نواتج البوادئ من الحزم الكلية و المتباينة إضافة الى التعددية الشكلية والكفاءة والقدرة التمييزية للبادئ	64
35	نسب التشابه بين التراكيب الوراثية	65

قائمة الصور

التسلسل	عنوان الصورة	الصفحة
1	نتائج الترحيل الكهربائي على هلام الاكاروز (1%) لجينوم جميع التراكيب الوراثية للبصل	47
2	نتائج الترحيل الكهربائي لمنتج PCR وباستعمال البادئ OPA-01	48
3	نتائج الترحيل الكهربائي لمنتج PCR وباستعمال البادئ OPA-02	50
4	نتائج الترحيل الكهربائي لمنتج PCR وباستعمال البادئ OPA-03	51
5	نتائج الترحيل الكهربائي لمنتج PCR وباستعمال البادئ OPA-04	53
6	نتائج الترحيل الكهربائي لمنتج PCR وباستعمال البادئ OPA-05	54
7	نتائج الترحيل الكهربائي لمنتج PCR وباستعمال البادئ OPA-06	56
8	نتائج الترحيل الكهربائي لمنتج PCR وباستعمال البادئ OPA-07	57
9	نتائج الترحيل الكهربائي لمنتج PCR وباستعمال البادئ OPA-08	59
10	نتائج الترحيل الكهربائي لمنتج PCR وباستعمال البادئ OPA-09	60
11	نتائج الترحيل الكهربائي لمنتج PCR وباستعمال البادئ OPA-10	61

قائمة الاشكال

التسلسل	الشكل	الصفحة
1	مخطط التحليل العنقودي (شجرةالقرابة) اعتمادا على مؤشرات RAPD	66

المقدمة.

البصل onion L *Allium cepa* هو احد الخضر المهمة ضمن العائلة النرجسية Amaryllidaceae. ويحتوي البصل على فيتامينات أهمها فيتامين C, B_2, B_1 , A و على مواد كاربوهيدراتية تتراوح نسبتها ما بين 6–8% وعلى مواد سليلوزية بنسبة 1–2% وعلى مواد بروتينية بنسبة 1–2% إضافة الى الاملاح المعدنية وبالأخص الحديد والكالسيوم (الخفاجي والمختار ، 1989).

وللبصل أهمية في غذاء الانسان فهو إما يستعمل كحاصل اخضر او كحاصل جاف على هيئة رؤوس او شرائح او مسحوق تبعا للغرض من استعماله. كما أن للبصل استعمالات طبية منها لتنظيم السكر ولمعالجة السعال والبرودة والربو والتهاب القصبات الهوائية والكثير من الاستعمالات الطبية الأخرى (Kumar وآخرون ، 2010) .

قدرت المساحة المزروعة بمحصول البصل بانواعه بـ 13215.25 هكتار بمتوسط إنتاجية 9435.6 كغم.هكتار$^{-1}$ بينما بلغ مجمل الإنتاج بالعراق 124693 طن (الجهاز المركزي للإحصاء ، 2012) .

ولتغطية المساحات المزروعة بمحصول البصل فلابد من التوسع بمشاريع إنتاج البذور لسد حاجة البلد من التقاوي اللازمة. ولزيادة إنتاج البذور في وحدة المساحة فلا بد من استخدام عدة طرائق تؤدي الى ذلك منها تشجيع إزهار النباتات وذلك بواسطة تعريض النباتات للإرتباع. وعملية الإرتباع هو استجابة النباتات لدرجات الحرارة الواطئة عندما تكون في مرحلة الحداثة مما يدفعها للإزهار ويكون الإرتباع مطلقا في نبات البصل لأنه من النباتات ثنائية الحول والتي لا

تتحول الى المرحلة الزهرية بدون التعرض لدرجات الحرارة المنخفضة وإن مدى استجابتها يخضع للتأثير الوراثي (عبدول و محمد ، 1986) .

ولغرض اختيار أصناف وهجن البصل الملائمة لظروفنا البيئية وخاصة المدخلة حديثا الى البلد والتي يفترض ان تكون متميزة في صفاتها النوعية والكمية وملائمة لظروف البيئة في مناطقنا من حيث احتياجاتها الضرورية للإزهار والتبصيل. لغرض إدخالها مباشرة للإنتاج او إدخالها في برامج التربية والتي تتطلب أولا البحث عن بعض المؤشرات الوراثية التي يمكنها أن تكون أحد الأدوات الفعالة لتحليل التقارب والتباعد الوراثي. وهناك عدة تقنيات يمكن استخدامها ومن هذه التقنيات هي تقنية التضخيم العشوائي متعدد الاشكال لقطع The Random Amplified Polymophic DNA (RAPD DNA) لتحديد التباعد والتقارب الوراثي. ولمؤشرات الـ RAPD عدة مزايا رئيسية كونها طريقة كفوءة وخاصة في الجينوم غير معروف التسلسل النيوكليوتيدي وملائمة للعمل مع مشاكل قلة تركيز الـ DNA المستخلص إضافة الى انها طريقة رخيصة الثمن (Hadrys وآخرون ،1992) .

تتضمن طريق RAPD استخدام بادئ مفرد يرتبط بمواقع متعددة المكملة له من الجينوم و تضخم القطع من مواقع الارتباط ، وكفاءة ارتباط البادئ بموقع معين تزداد بعد عدة دورات للـ PCR مما يزيد في كفاءتها بعد عدد من الدورات (Nicholl ، 2008).

والاهداف الرئيسية من هذه الدراسة هي :

1- معرفة إنتاجية البذور لعدة تراكيب وراثية .

2- قياس تاثر هذه التراكيب الوراثية بالإرتباع من ناحية انتاجها للبذور ومعرفة التاثير الرئيسي للإرتباع والتداخل بينه وبين التراكيب الوراثية على انتاج البذور.

3- دراسة وتحديد العلاقة الوراثية بين التراكيب الوراثية الداخلة في الدراسة من خلال تحديد التشابه الوراثي ومجاميعهما بإستخدام مؤشرات التضاعف العشوائي متعدد الاشكال (RAPD).

4- الكشف عن التباين الوراثي للـ DNA للتراكيب الوراثية الداخلة في الدراسة والتمييز بينهما إعتمادا على المادة الوراثية لغرض إيجاد بصمة وراثية لهذه التراكيب.