



جامعة كربلاء

كلية الزراعة

قسم المحاصيل الحقلية

استجابة هجن من الذرة الصفراء لمكافحة الأدغال ببعض المبيدات الكيميائية ودراسة مقاومة دغل الدهنان

رسالة مقدمة إلى مجلس كلية الزراعة/ جامعة كربلاء وهي جزء من متطلبات نيل درجة
الماجستير علوم في الزراعة / المحاصيل الحقلية

من قبل

محمد كاصد تركي دليمي الكريطي

بإشراف

أ. د حميد عبد خشان الفرطوسي

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ

دَرَجَاتٍ

صدق الله العلي العظيم

سورة المجادلة (الآية 11)

إقرار المشرف

أشهد أنّ إعداد هذه الرسالة جرى تحت اشرافي في قسم المحاصيل الحقلية كلية الزراعة / جامعة كربلاء، وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير علوم في الزراعة / المحاصيل الحقلية.

المشرف
أ.د. حميد عبد خشان القرطوسي

بناءً على الشروط والتوصيات المتوافرة أرشح هذه الرسالة للمناقشة



أ.م.د. علي ناظم فرهود

رئيس قسم المحاصيل الحقلية

ورئيس لجنة الدراسات العليا

إقرار لجنة المناقشة

نشهد نحن أعضاء لجنة المناقشة، قد أطلعنا على الرسالة الموسومة (استجابة هجن من الذرة الصفراء لمكافحة الأدغال ببعض المبيدات الكيميائية ودراسة مقاومة دغل الدهنان) وناقشنا الطالب (محمد كاصد تركي دليمي الكريطي) في محتواها، ووجدنا بأنها جديرة بالقبول لنيل درجة الماجستير علوم في الزراعة / المحاصيل الحقلية.



رئيساً

أ.د. محمد أحمد ابراهيم

جامعة كربلاء / كلية الزراعة



عضواً

أ.د. سهاد مذكور عبد الصاحب

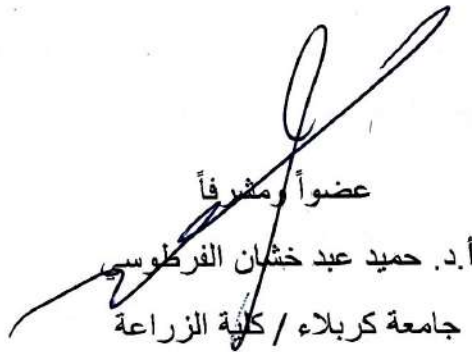
جامعة بغداد / كلية علوم الهندسة الزراعية



عضواً

أ.م.د. علي ناظم فرهود

جامعة كربلاء / كلية الزراعة



عضواً ومشرفاً

أ.د. حميد عبد خشان الفرطوسي

جامعة كربلاء / كلية الزراعة

صدقت الرسالة في مجلس كلية الزراعة / جامعة كربلاء



أ.د. علي عبدالحسين كريم

العميد

كلية الزراعة / جامعة كربلاء

2025 / /

الإهداء

يطيب لي أن أهدي ثمرة جهدي المتواضع
إلى الذي لَيْسَ كَمِثْلِهِ شَيْءٌ وَهُوَ السَّمِيعُ الْبَصِيرُ

اللَّهُمَّ جَلَّالاً

إلى الرسول الأمين ﷺ نبي الرحمة ومنقذ الأمة الذي حمل مشكاة العلم
وفاض على الكون نوراً إلى أئمة الهدى (عليهم السلام) أهدي هذا الجهد
المتواضع .

إلى رمز الحضارة والشموخ وطني الغالي حماه الله من كل مكروه وبسط
الأمن والأمان في ربوعه العراق الغالي .

كلّ قطرة دم سقت نخيل الوطن فارتفع شامخاً وكلّ روح شهيد كسرت
قيود الطواغيت وكل يتيم غسل بدموعه جسد أبيه الموسم بالدماء . أهدي
سلاماً طأطأت حروفه رؤوسها خجلة وتحية تملؤها المحبة والافتخار بكل
شهيد قدم روحه ليحيا الوطن .

إلى من دعمني بلا حدود وأعطاني بلا مقابل إلى من علمني أن الدنيا
كفاح وسلاحها العلم والمعرفة ، وإلى من غرس في روحي مكارم
الأخلاق داعمي الأول في مسيرتي وقوتي من بعد الله " والدي الغالي " .

إلى الضياء الذي انطفأ في أول أيام حياتي وهجه وما زال مضيئاً في قلبي
ومن جعل الله الجنة تحت أقدامها أمي رحمها الله

وإلى ملاكي في الحياة، إلى الإحساس بالحب والحنان والإخلاص، وإلى ابتسامة
الحياة ، وإلى التي كان دعاءها سر نجاحي حبيبتي العزيزة "أمي الحبيبة"
(عمتي).

إلى من ساندوني بكل حب وقت ضعفي وأزاحوا عن طريقي كل المتاعب ممهدين لي الطريق ،
زارعين الثقة والإصرار بداخلي ... سندي والكتف الذي أستند عليه دائماً (أخوتي
وأخواتي)

..... أهدي هذا العمل.....

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين الذي نعبده وعليه نتوكل وبه نستعين بجميع محامده كلها على جليل نعمه كلها فهو الأول فلا شيء قبله، والآخر فلا شيء بعده، فهو مسدد إلى التوفيق والهادي إلى الطريق، والأقرب لكل رفيق، وأفضل وأتم وأزكى وإنمى الصلاة والسلام على اشرف الخلق اجمعين خاتم الأنبياء والمرسلين والشفيع يوم الدين أبي القاسم محمد وآلة الطيبين الطاهرين.

من دواعي الاعتزاز والاعتراف بالفضل لأهله وللإقرار بالمعروف يشرفني ان اتوجه بالشكر والعرفان الى المشرف الاستاذ الدكتور **حميد عبد خشان الفرطوسي** لتفضله بالإشراف على رسالتي، وما كرسه لي من وقته الثمين، وعلى ما قدمه من علم ومعرفة، ولتوجيهاته العلمية السديدة ومتابعته لما اكتبه بكل دقة وسعة صدر، مما كان له الاثر الكبير في اتمام هذه الرسالة، فجزاه الله خير الجزاء.

وشكري وامتناني إلى أعضاء لجنة المناقشة أ.د. محمد احمد ابريهي و أ.د. سهاد مذكور عبد الصاحب و أ.م.د. علي ناظم فرهود لما بذلوه من جهد في قراءة الرسالة والعمل على إظهارها بالصورة العلمية الأمثل وفقهم الله لخدمة العلم والمعرفة.

وأود أن اقدم خالص شكري وتقديري الى الدكتور عدنان عبد الجليل لهوف من قسم وقاية النبات لما قدم من توجيه ومساعدة في اجراء تقنية ال NGS وعدم التردد في تقديم المساعدة لي فله مني الشكر والعرفان الجميل. واقدم شكري وامتناني الى الدكتور محمد هادي من كلية الهندسة الزراعية جامعة كربلاء قسم البستنة لتوفيره لنا بذور هجن الذرة الصفراء فجزاه الله خير الجزاء. كما اتقدم بالشكر الجزيل الى أعضاء شعبة الدراسات العليا وبالأخص أ.م.د. محمود ناصر حسين. كما اتقدم بالشكر الجزيل الى عمادة كلية الزراعة وقسم المحاصيل الحقلية . وأود أن استثمر هذه الفرصة في تقديم شكري واعتزازي الى جميع افراد عائلتي. الى من لهم دعائي دائماً، الا تحزن اعينهم ولا تكيد بهم الحياة الى من آزروني ونصحوني ووقفوا بجانبني " زملائي وزميلاتي" واخص منهم بالذكر (امال واميرة وزيد وعلي السجاد و احمد و هدى و رقية و سرور و نجلاء) والى كل من قدم الدعم ولو بكلمة....

محمد كاصد تركي

المستخلص

تم اجراء تجربة حقلية خلال الموسم الخريفي 2024 ، بهدف دراسة استجابة ثلاثة هجن من الذرة الصفراء وهي Torro و Top و Tawer لمعاملات مكافحة الأدغال ، الكشف عن الطرز البنية لمبيدات الأدغال، نفذت تجربة حقلية في ناحية الخيرات قضاء الهندية التابع لمحافظة كربلاء المقدسة (خط الطول $15.3'13''E$ وخط العرض $26.6'28''N$) استعمل تصميم القطاعات الكاملة المعشاة R.C.B.D بترتيب الألواح المنشقة ، تضمنت الألواح الرئيسية ثلاثة هجن من الذرة الصفراء (Torro و Top و Tawer) ، بيتنا اشتملت الألواح الثانوية على معاملات مكافحة الأدغال (ثلاثة مبيدات كيميائية: Reef Sulfuran و Trinity و Proponit إضافة الى معاملي المدغلة (ترك الأدغال تنافس المحصول طول موسم النمو) ومعاملة غياب الأدغال (العزق).

أظهرت النتائج أن نبات الدهنان المقاوم يتميز بوجود تغيرات جينية واضحة في جين البلاستيدات (chloroplast genome) وانزيم ALS المرتبط بمقاومة مبيدات Reef sulfuran ، حيث تم تسجيل 19 طفرة (SNPs) في انزيم ALS و 80 طفرة في جين psbA ، مع تحديد طفرات رئيسة ذات تردد عالٍ مرتبطة بصفة المقاومة، تم بناء الشجرة الوراثية التي أكدت قرب العزلة العراقية من نظيراتها العالمية، مما وفر أول توثيق جزئي دقيق لهذه العزلة محلياً، تؤكد هذه الدراسة أن المقاومة لمبيدات الأدغال في دغل الدهنان ناتجة عن آليات مزدوجة تشمل طفرات في مواقع الجينوم المستهدف (Target-Site Resistance, TSR) تغييرات في التعبير الجيني المرتبط بالتمثيل الضوئي والآليات الدفاعية (Non-Target Site Resistance, NTSR).

بينت النتائج تشابه الهجن فيما بينها في قابليتها التنافسية للأدغال المرافقة باستثناء الهجين Torro الذي حقق أعلى متوسطاً في صفة النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 30 يوماً من المكافحة، والهجين Tawer في كثافة الأدغال بعد 60 يوماً من المكافحة ، تفوق الهجين Torro في اغلب صفات النمو والحاصل ، كارتفاع النبات و المساحة الورقية ودليلها، ودليل الكلوروفيل، وطول العرنوص ، وعدد الحبوب في الصف والعرنوص ووزن 500 حبة ، وحاصلي الحبوب والبايولوجي ودليلهما ، أظهرت معاملات مكافحة الأدغال تبايناً واضحاً في تأثيرها المعنوي في الصفات قيد الدراسة ، اذ تفوقت معاملة المبيد Trinity في صفات ارتفاع النبات والمساحة الورقية ، وعدد الحبوب بالصف ووزن 500 حبة والحاصل البيولوجي ،

بينما تفوق المبيد Proponit في دليلي الكلوروفيل والمساحة الورقية وعدد الحبوب في العرنوص وقد تفوقت معاملة غياب الأدغال في كل الصفات الباقية .

كان التداخل معنويا بين الهجن ومعاملات مكافحة الأدغال إذ تفوقت معاملة التداخل بين الهجين Torro والمبيد Reef sulfuran في طول العرنوص ، وعدد الصفوف بالعرنوص وعدد الحبوب بالعرنوص ووزن 500 حبة ، كما تفوق الهجين ذاته مع المبيد Proponit في صفات المساحة الورقية ودليلي ،الحصاد والكلوروفيل .

نستنتج من الدراسة ان الهجن سلكت سلوكا متشابها في قابليتها التنافسية مع الأدغال المرافقة لها بينما تباينت استجابتها في صفات النمو والحصل وكان الأفضلية للهجين Torro في اغلب صفات النمو والحاصل.

| الصفحة | المحتويات | الرقم |
|--------|--|-------|
| 1 | الخلاصة | 1 |
| III | المحتويات | 2 |
| 2-1 | المقدمة | 3 |
| 3 | الفصل الثاني : مراجعة مصادر | 2 |
| 3 | الموصفات الحياتية والتصنيفية لدغل الدهنان | 1-2 |
| 6 | تأثير المبيدات الكيميائية في صفات الأدغال المرافقة لمحصول الذرة الصفراء | 2-2 |
| 8 | مكافحة الأدغال | 3-2 |
| 9 | مبيدات الادغال المستخدمة في الدراسة | 4-2 |
| 9 | مبيد Reef Sulfuran | 1-4-2 |
| 11 | مبيد Trinity | 2-4-2 |
| 13 | مبيد Proponit | 3-4-2 |
| 14 | آليات المقاومة مبيدات الأدغال | 5-2 |
| 18 | المقاومة القائمة على الموقع المستهدف (RTS) Resistance Target-Site | 6-2 |
| 19 | آلية مقاومة مبيدات الأدغال المثبطة لانزيم Synthase Acetolactate (ALS) | 1-6-2 |
| 21 | اللية مقاومة مبيدات الادغال المثبطة لنزيم psbA | 2-6-2 |
| 22 | مقاومة القائمة على الموقع غير المستهدف Non-target site resistance (NTSR) | 7-2 |
| 23 | دور التغيرات في جينوم للبلاستيدات الخضراء في استحداث المقاومة في دغل الدهنان | 1-7-2 |
| 28 | طرق تشخيص الادغال المقاومة | 8-2 |
| 30 | الطفرات الوراثية | 9-2 |
| 31 | أنواع الطفرات | 10-2 |
| 32 | أسباب حدوث الطفرات الوراثية | 11-2 |
| 33 | دور الطفرات الوراثية والتنوع الجيني في نباتات الأدغال | 12-2 |
| 34 | تقانة الجيل التالي (NGS) Next Generation Sequence | 13-2 |
| 35 | تباين هجن الذرة الصفراء في صفات النمو للذرة الصفراء | 14-2 |
| 37 | تباين هجن الذرة الصفراء في صفات الحاصل للذرة الصفراء | 15-2 |
| 38 | القابلية التنافسية لهجن الذرة الصفراء للأدغال | 16-2 |
| 40 | تأثير الأدغال في صفات النمو الخضري في محصول الذرة الصفراء | 17-2 |
| 43 | تأثير مبيدات الأدغال في صفات الحاصل ومكوناته للذرة الصفراء | 18-2 |
| 44 | الفصل الثالث : المواد وطرائق العمل | 3 |
| 44 | موقع التجربة وخصائص التربة | 1-3 |
| 45 | تحضير الأرض والتصميم التجريبي والمعاملات | 2-3 |

| | | |
|----|---|-------|
| 48 | صفات أدغال قيد الدراسة | 3-3 |
| 48 | صفات النمو | 4-3 |
| 50 | التشخيص باستعمال تقنية الجيل التالي لتحديد التسلسل Next Generation sequencing (NGS) | 5-3 |
| 51 | أعداد المكتبات الجينومية وتحديد التسلسل عالي الإنتاجية | 6-3 |
| 51 | تشذيب قراءات تسلسلات القواعد النايتروجينية | 1-6-3 |
| 51 | تجميع قراءات تسلسلات القواعد النايتروجينية بطريقة De novo | 2-6-3 |
| 52 | مقارنة تسلسلات القواعد النايتروجينية المتجمعة او المتجاورات المتداخلة (Contigs) مع التسلسلات العالمية | 3-6-3 |
| 52 | محاذاة المقروءات مع الجينوم المرجعي لجينوم بلاستيديات نبات E. colinum وللجينات ذات العلاقة | 4-6-3 |
| 53 | تحليل النشوء والتطور | 5-6-3 |
| 53 | في جينات مقاومة (SNP) دراسة التباين الوراثي لتحديد الطفرات الوراثية تأثير مبيدات الأدغال | 6-6-3 |
| 53 | التحليل الإحصائي | 7-3 |
| 54 | الفصل الرابع : النتائج والمناقشة | 4 |
| 55 | التشخيص الجزيئي للنبات <i>Echinochloa colona</i> L. | 1-4 |
| 57 | تحليل الاختلافات في التعبير الجيني بين العزلة العراقية المقاومة والعزلة <i>Echinochloa colona</i> L. الدهنان | 2-4 |
| 61 | تحليل التباينات الوراثية في جين ALS لدغل الدهنان المقاوم لمبيد Reef Sulfuran | 3-4 |
| 65 | تحليل التباينات الوراثية في جين psbA لدغل الدهنان المقاوم | 4-4 |
| 70 | صفات الادغال | 5-4 |
| 70 | كثافة الأدغال بعد 30 يوما من المكافحة (نبات م ²) | 1-5-4 |
| 71 | النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 30 يوما من الرش (%) | 2-5-4 |
| 72 | كثافة الأدغال بعد 60 يوما من المكافحة (نبات م ²) | 3-5-4 |
| 73 | النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 60 يوما من الرش (%) | 4-5-4 |
| 74 | كثافة الأدغال بعد 90 يوم من المكافحة (نبات م ²) | 5-5-4 |
| 75 | النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 90 يوما من الرش (%) | 6-5-4 |
| 76 | الوزن الجاف للأدغال (غم) | 7-5-4 |
| 77 | النسبة المئوية لتثبيط الأدغال (%) | 8-5-4 |
| 78 | صفات محصول الذرة الصفراء | 6-4 |
| 78 | ارتفاع النبات (سم) | 1-6-4 |
| 79 | المساحة الورقية (سم ² نبات ⁻¹) | 2-6-4 |
| 80 | دليل المساحة الورقية | 3-6-4 |
| 82 | دليل الكلوروفيل (SPAD) | 4-6-4 |

| | | |
|----|---|--------|
| 83 | طول العرنوص (سم) | 5-6-4 |
| 84 | عدد الصفوف بالعرنوص (صف) | 6-6-4 |
| 86 | عدد الحبوب بالصف (حبة صف ¹) | 7-6-4 |
| 87 | عدد الحبوب بالعرنوص (حبة . عرنوص ¹) | 8-6-4 |
| 88 | وزن 500 حبة (غم) | 9-6-4 |
| 90 | الحاصل البايولوجي (طن هـ ¹) | 10-6-4 |
| 91 | حاصل الحبوب الكلي (طن هـ ¹) | 11-6-4 |
| 92 | دليل الحصاد (%) | 12-6-4 |
| 94 | الاستنتاجات والتوصيات | 5 |
| 94 | الاستنتاجات | 1-5 |
| 95 | المقترحات | 2-5 |
| 96 | المصادر | 6 |
| 96 | المصادر العربية | 1-6 |
| 98 | المصادر الاجنبية | 2-6 |

قائمة الجداول

| الصفحة | العنوان | الرقم |
|--------|---|-------|
| 45 | بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل | 1 |
| 46 | الهجن الداخلة في الدراسة | 2 |
| 47 | المبيدات المستعملة في الدراسة ومواعيد رشها | 3 |
| 50 | تراكيز المبيدات المستعملة في الدراسة | 4 |
| 50 | يبين الجين المستهدف للمبيد داخل الأدغال المستعملة في الدراسة | 5 |
| 54 | أنواع نباتات الأدغال الموجودة في حقل التجربة | 6 |
| 60 | الاختلاف بالتعبير الجيني (Gene Expression) لبعض الجينات في جينوم البلاستيدات لنبات الدغل <i>Echinochloa colona</i> L. في النبات المقاوم (Treatment) والنبات الحساس (Control). | 7 |
| 64 | يبين تحليل التباينات الوراثية في جين ALS لدغل الدهنان المقاوم لمبيد Reef Sulfuran | 8 |
| 67 | لدغل الدهنان المقاوم psbA تحليل التباينات الوراثية في جين | 9 |
| 70 | تأثير المبيدات الكيميائية على كثافة الأدغال (نبات م ²) بعد 30 يوما من الرش لثلاثة هجن من الذرة الصفراء . | 10 |
| 71 | تأثير المبيدات الكيميائية على النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 30 يوما من الرش لثلاثة هجن من الذرة الصفراء (%) | 11 |
| 72 | تأثير المبيدات الكيميائية على كثافة الأدغال (نبات م ²) بعد 60 يوما من الرش لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 12 |

| | | |
|----|---|----|
| 73 | تأثير المبيدات الكيميائية على النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 60 يوما من الرش (%) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 13 |
| 74 | تأثير المبيدات الكيميائية على كثافة الأدغال (نبات م ²) بعد 90 يوما من الرش لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 14 |
| 75 | تأثير المبيدات الكيميائية على النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 90 يوما من الرش (%) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 15 |
| 76 | تأثير المبيدات الكيميائية على الوزن الجاف للأدغال (غم) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 16 |
| 77 | تأثير المبيدات الكيميائية على النسبة تثبيط الأدغال (%) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 17 |
| 79 | تأثير المبيدات الكيميائية في صفة ارتفاع النبات (سم) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 18 |
| 80 | تأثير المبيدات الكيميائية في حاصل المساحة الورقية (سم ² نبات ⁻¹) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 19 |
| 81 | تأثير المبيدات الكيميائية في صفة دليل المساحة الورقية لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 20 |
| 83 | تأثير المبيدات الكيميائية في صفة دليل الكلوروفيل (SPAD) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 21 |
| 84 | لثلاثة هجن من تأثير المبيدات الكيميائية في صفة طول العرنوص (سم) الذرة الصفراء | 22 |
| 85 | تأثير المبيدات الكيميائية في صفة عدد الصفوف بالعرنوص (صف) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 23 |
| 87 | تأثير المبيدات الكيميائية في عدد الحبوب بالصف (حبة صف ⁻¹) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 24 |
| 88 | تأثير المبيدات الكيميائية في عدد الحبوب بالعرنوص (حبة .عرنوص ⁻¹) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 25 |
| 89 | تأثير المبيدات الكيميائية في صفة وزن 500 حبة (غم) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 26 |
| 91 | تأثير المبيدات الكيميائية في صفة الحاصل البايولوجي (طن هـ ⁻¹) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 27 |
| 92 | تأثير المبيدات الكيميائية في حاصل الحبوب الكلي (طن هـ ⁻¹) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 28 |
| 93 | تأثير المبيدات الكيميائية في دليل الحصاد (%) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء | 29 |

قائمة الاشكال

| الصفحة | العنوان | الرقم |
|--------|---|-------|
| 4 | يمثل أجزاء دغل الدهنان | 1 |
| 10 | الصيغة الكيميائية لمبيد Reef Sulfuran | 2 |
| 12 | الصيغة الكيميائية لمبيد Trinity | 3 |
| 13 | الصيغة الكيميائية لمبيد Proponit | 4 |
| 26 | مجموعات الجينومات المرجعية وتطور جنس <i>Echinochloa</i> | 5 |
| 44 | موقع التجربة حسب خطوط الطول والعرض | 6 |
| 55 | تسلسل الجينوم الكامل للبلاستيدات الخضراء لدغل الدهنان <i>Echinochloa colona</i> المستخدم في الدراسة . | 7 |
| 56 | الشجرة الوراثية لعلاقات تسلسل جينوم البلاستيدات لعزلة <i>Echinochloa colona isolate Karbala-1</i> ونظيراتها | 8 |
| 62 | عدد الطفرات الوراثية في جين acetolactate synthase (ALS) الخاصة بالدغل الدهنان <i>Echinochloa colona</i> L. المقاوم قيد الدراسة وجد 20 طفرة وراثية (SNP) على طول الجين | 9 |
| 65 | عدد الطفرات الوراثية في جين psbA الخاصة بالدغل <i>Echinochloa colona</i> المقاوم قيد الدراسة وجد 80 طفرة وراثية (SNP) على طول الجين | 10 |

قائمة الملاحق

| الصفحة | العنوان | الرقم |
|--------|--|-------|
| 124 | تحليل التباين ممثلاً بمتوسطات المربعات (MS) للصفات المدروسة في التجربة | 1 |
| 125 | تحليل التباين ممثلاً بمتوسطات المربعات (MS) للصفات المدروسة في التجربة | 2 |
| 126 | تحليل التباين ممثلاً بمتوسطات المربعات (MS) للصفات المدروسة في التجربة | 3 |
| 127 | التسجيل الخاص بالبلاستيدة الخضراء لدغل <i>Echinochloa colona</i> L. في بنك الجينات | 4 |
| 128 | التفاصيل الخاصة لعينات دغل الدهنان <i>Echinochloa colona</i> L. في بنك الجينات | 5 |

1- المقدمة

يعد محصول الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) من المحاصيل المهمة، لأنه يُزرع من أجل إنتاج الغذاء والأعلاف (Kathirvelan وآخرون، 2025). تعد الذرة الصفراء ثالث أهم محصول حبوب في العالم بعد الحنطة والرز، وهي محصول عالمي حيوي، حيث يشكل مصدرًا رئيسيًا للمنتجات الصناعية مما يجعلها ضرورية للأمن الغذائي والاستقرار الاقتصادي في العديد من بلدان العالم (Al-Sayed وآخرون، 2025). يعد ضمان الوصول إلى ما يكفي من الغذاء من أجل الحفاظ على الأمن الغذائي أحد أهم العناصر لاستدامة الحياة وتعزيز الصحة الجيدة وتشجيع التقديرات إلى أن قطاع التكنولوجيا الزراعية قد يواجه العديد من الصعوبات في تأمين إنتاج الغذاء للسكان المتزايدة بسرعة في السنوات القادمة، ومن المتوقع أن يزيد عدد سكان العالم بمقدار 2 مليار شخص في الثلاثين عامًا القادمة، من 7.7 مليار حاليًا إلى 9.8 مليار في عام 2050 (Hernandez-Tenorio وآخرون 2022). إن زراعة الذرة الناجحة تعتمد بشكل كبير على مكافحة الأدغال وعلى الأنواع الأدغال الحولية والمعمرة والتي تكون سائدة الانتشار، ونظرًا لربحية الزراعة، غالبًا ما يُزرع محصول الذرة الصفراء باستمرار باستخدام نفس أساليب إدارة الأدغال مع مرور الوقت، مما يؤدي إلى زيادة انتشار الأدغال بشكل كبير (Simić وآخرون، 2025). لطالما كانت مبيدات الأدغال الأداة الرئيسية لإدارة الأدغال لضمان الأمن الغذائي لسكان العالم المتزايدة، وإن الإفراط في استخدام المبيدات يثير مخاوف بشأن التلوث البيئي، وتطور الأدغال لمقاومة تأثيرها (Hassan وآخرون، 2025).

تعد الأدغال المقاومة لمبيدات الأدغال تحديًا عالميًا، مما يُعيق الممارسات الزراعية في جميع أنحاء العالم وعلى الرغم من الجهود المبذولة لإنشاء إطار عمل متكامل قائم على البيانات، فإن فهم المخاطر المتنوعة لمقاومة تأثير مبيدات الأدغال في مختلف المناطق الزراعية البيئية أمرًا صعب المنال وتؤدي مقاومة فعل مبيدات الأدغال إلى ارتفاع تكاليف الإنتاج الزراعي (Islam و Monjardino ، 2025). تؤثر الأدغال على النمو السليم للمحصول، وتُسبب خسائر فادحة في الحاصل فمن المعروف جيدًا أن الاستخدام المتكرر لمبيدات الأدغال في طريقة عمل واحدة، يمكن أن يؤدي إلى ظهور مجموعات ادغال مقاومة، وهي ظاهرة عالمية تهدد استدامة الإنتاج (Moretti و Pedroso، 2025). لقد أشارت الكثير من الدراسات السابقة أنّ انتشار الأدغال هو احد المصادر الحيوية الرئيسية لخسائر حاصل الذرة الصفراء، إذ تراوحت من 19% إلى 51%، وتعدّ مصدرًا غذائيًا وموطنًا للحشرات (Reuter وآخرون، 2025). في ظل الخسائر الهائلة في إنتاج حاصل الذرة الصفراء والتي تُسببها الأدغال، لا سيما في النظم الزراعية منخفضة المدخلات،

أصبحت إدارة الأدغال أمرًا حتميًا (Kaur وآخرون، 2025). يعد دغل الدهنان *Echinochloa colona* L. أحد أكثر أنواع الأدغال انتشارًا في الحقول الزراعية، وقد تم استخدام مبيدات الأدغال التي تعمل على تثبيط انزيم (ALS) على نطاق واسع للسيطرة عليه وأنواع الأدغال الأخرى وقد سجلت مثبطات ALS أعلى تقارير عن المقاومة في جميع أنحاء العالم، ان تقارير عن مقاومة ALS في الدهنان بعد الكشف الدقيق في الوقت المناسب عن مصادر المقاومة أمرًا ضروريًا للتخفيف من مقاومة مبيدات الأدغال وإدارتها (Carranza وآخرون، 2023). تم تشخيص مقاومة مبيدات الأدغال، وذلك باستخدام تقنية Illumina Next Generation Sequencing (NGS)، لنباتات ادغال تم دراستها، تم تحديد العديد من الليلات الوراثية التي له علاقة بظهور مقاومة مبيدات الأدغال ومنها 16 أليلاً متحورًا لجين ACCase و 11 أليلاً متحورًا لجين ALS، مما أدى إلى استبدال الأحماض الأمينية ومنح مقاومة لمبيدات الأدغال ، وتشخيص طفرات جين ACCase و ALS عند الكودونات Ile1781 و Pro197 على التوالي (El-Mastouri وآخرون، 2024). لذلك، تهدف هذه الدراسة إلى:

- 1- تقييم كفاءة مبيدات Reef Sulfuran و Trinity و Proponit في مكافحة الادغال، وقياس أثرها على نمو وإنتاجية هجن الذرة الصفراء.
- 2- تقييم استجابة ثلاثة هجن من الذرة الصفراء Top و Torro و Tawer لعمليات مكافحة الأدغال بالمبيدات الكيميائية المختلفة.
- 3- الكشف عن الطفرات الجينية في جين ALS و جين psbA المرتبط بمقاومة مبيدات الادغال في دغل الدهنان .
- 4- دراسة التغيرات في التعبير الجيني لجينات البلاستيديات الخضراء في الدهنان المقاوم والحساس .

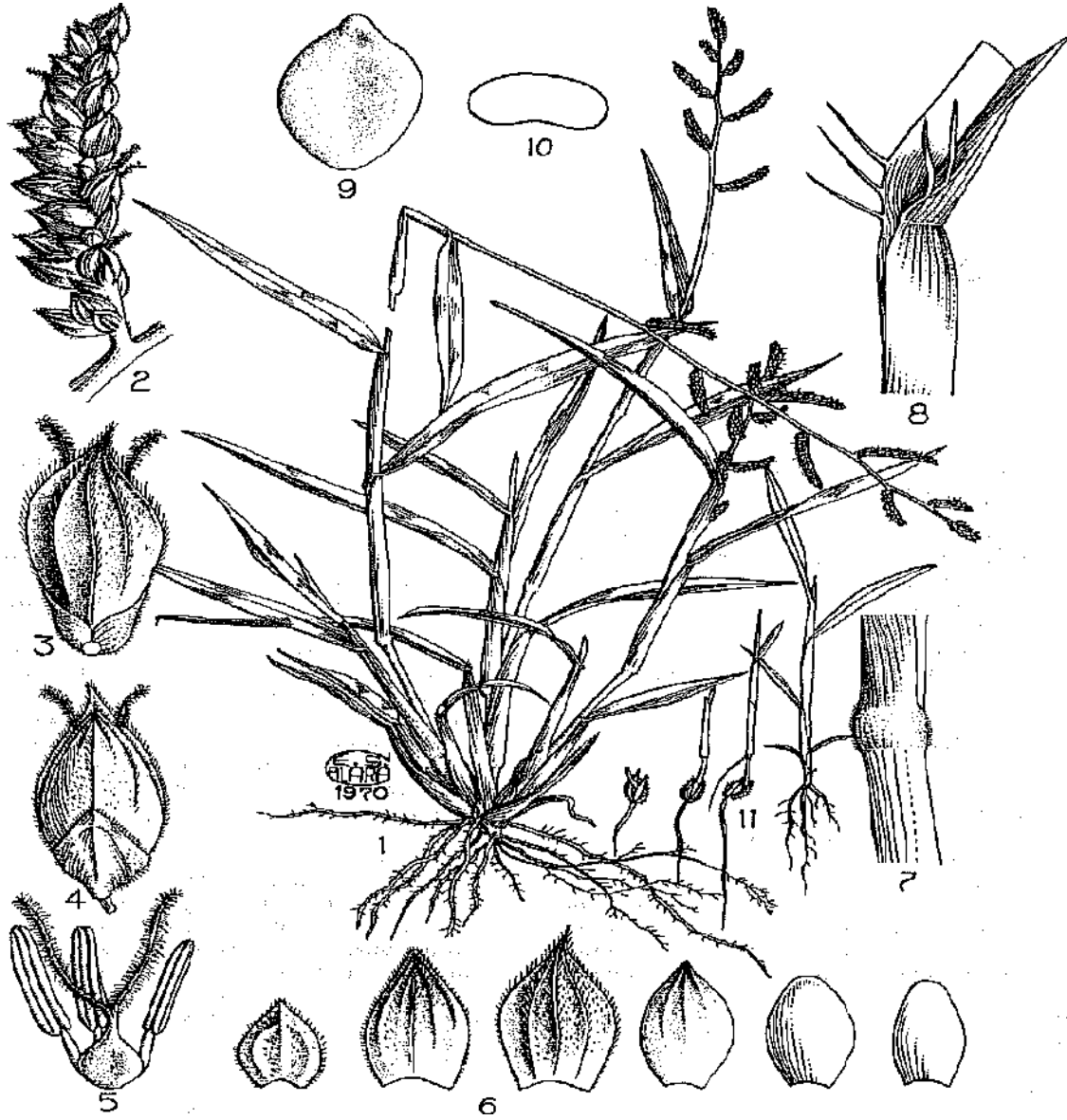
2- مراجعة المصادر

1-2- تصنيف نبات دغل الدهنان

الدهنان دغل حولي، و الجذر ليفي سطحي نوعاً ما، السيقان قوية، عادةً ما تكون بنفسجية محمّرة، منتصبية، صاعدة أو ساقطة، غالباً ما تنفرع من القاعدة، وغالباً ما تتجذر عند العقد السفلية، ارتفاعها 20-60 سم، وأحياناً تكون العقد منتفخة بشكل واضح، مضغوطة، وغالباً ما تكون العقد السفلية مكشوفة، طول الغمد 3-7 سم، مضغوط، مُحدب، أملس، ولا يوجد لسين، شفرات الأوراق خضراء فاتحة، وأحياناً مع خطوط أرجوانية مستعرضة، مسطحة، ملساء، مستطيلة، طولها 4-10 سم، وعرضها 3-8 مم، وحوافها أحياناً خشنة، وقمتها حادة، السنابل منتصبية أو منحنية، خضراء أو بنفسجية، طولها 5-15 سم، العناقيد الزهرية عديدة، طولها 2-4 سم، متباعدة، صاعدة، وأحياناً متفرعة، والسفلى منها يصل طولها إلى سم واحد، والعلوية منها مزدحمة، السنيبلات خضراء مائلة إلى الأرجواني، مزدحمة، مرتبة في حوالي أربعة صفوف، طولها حوالي 3 مم، ونادراً ما تكون ذات رأس قصير يصل طوله إلى 1 مم (شكل 1)، إنّ أزهار دغل الدهنان خنثى ويتم تلقيحها بالرياح (Wagner وآخرون، 1999 و Galinato، 1999). ينتشر دغل الدهنان بشكل كبير في العديد من المحاصيل، بما في ذلك محصول الرز والقطن وال فول السوداني والذرة وقصب السكر (Holm وآخرون، 1977c). ينبت دغل الدهنان بشكل أساسي خلال الأشهر الأكثر دفئاً في الربيع والصيف في أستراليا شبه الاستوائية، يستغرق الأمر ما يقرب من 21-28 يوماً من الإنبات قبل أن يبدأ دغل الدهنان في الإزهار مع نضج البذور في 6-7 أسابيع (Uygur و Üremiş، 1999). يبدأ دغل الدهنان بالإزهار بعد 3-4 أسابيع من ظهورها، وما البذور تتساقط تباعاً، بدءاً من الأسبوع السابع من النمو، وتبقى ساكنة لبعض الوقت (Mahajan و Chauhan، 2023). أفاد Lin RueyJen و Kuo (1996) أن بذور دغل الدهنان، باستثناء فترة دفنها الأولى، أظهرت دورة سبات البذور لدغل، حيث كانت البذور غير ساكنة في الربيع والصيف، أنبتت بذور دغل الدهنان غير ساكنة عند متوسط درجات حرارة تتراوح بين 20 و 34 درجة مئوية في ظل أنظمة حرارية متناوبة مختلفة، ينتج دغل الدهنان البذور بكميات كبيرة وهي عالية الإنبات، يمكن لدغل الدهنان إنتاج ما يصل إلى 42,000 بذرة قابلة للإنبات في دورة حياتها، وتبقى البذور قابلة للإنبات لمدة 3 سنوات تقريباً حتى في ظروف التشبع بالمياه.

الاسم العلمي مشتق من الكلمتين اليونانيتين echinos (قنفذ)، و chloa (دغل)، إشارةً إلى السنيبلات في العديد من الأنواع المغطاة بشعيرات صلبة، أما اللقب الخاص، فهو مشتق من الكلمة اللاتينية colonus (مزارع)؛ وغالباً ما يُكتب خطأً colonum، لاحظ Michael (1981؛ 2009) أن التهجئة الصحيحة للقب

الخاص هي colona وليس colonum لأن الاسم مشتق من الصفة اللاتينية غير الكلاسيكية -a-colonus um. يجب قبول الصفة colona التي تنتهي بـ 'a-' المؤنثة عند دمجها مع *Echinochloa* (Rojas-Sandoval و Acevedo-Rodríguez، 2022).



1. طبيعة النمو؛ 2. العنقود الزهرة؛ 3. السنيلة (منظر بطني)؛ 4. السنيلة (منظر ظهري)؛ 5. الزهرة؛ 6. القنابات؛ 7. جزء من الساق؛ 8. جزء من قاعدة الورقة والنصل؛ 9. الحبة؛ 10. الحبة (مقطع عرضي)؛

11. البادرات (Holm وآخرون، 1977).

شكل 1: يمثل أجزاء دغل الدهنان

Domain: Eukaryota

Kingdom: Plantae

Phylum: Tracheophyta

Subphylum: Angiosperms

Class: Monocotyledons

Order: Poales

Family: Poaceae

Genus: Echinochloa

Type : Annual

English name: Purple pain-Grass

Scientific name: *Echinochloa colona* L.

(Rojas-Sandoval و Acevedo-Rodríguez ، 2022).

إنّ دغل الدهنان أصغر حجمًا، وتفرعاته أكثر عند القاعدة، ولها نوع نمو أكثر انتشارًا أو انفتاحًا من الدنان (Greenwald، 1956). تنمو بذور دغل الدهنان عادةً في التربة الرطبة الغنية، حيث ينمو نموًا سريعًا وتنتج كميات كبيرة من الأوراق الكثيفة (Bor ، 1961). عادةً ما تُوصف أنواع الدهنان بأنها أدغال في العديد من المحاصيل ذات الأهمية الاقتصادية حول العالم، من بينها، يعرف دغل الدهنان بأنها من أكثر الأدغال انتشارا في العالم في العديد من المحاصيل الصيفية والخضراوات في أكثر من 60 دولة حول العالم (Peersada وأخرون، 2016). إنّ انخفاض الجهد المائي أدى إلى انخفاض إنبات بذور دغل الدهنان وتأخيرها، يتطلب الدهنان مستوى رطوبة مرتفعًا نسبيًا للإنبات، وكان أقل مستوى رطوبة من 4-5 بار جهد مائي، لا تنبت البذور في التربة المغمورة بالمياه (تحت طبقة مائية لا تقل عن 15 مم)، لا يُعد الرقم الهيدروجيني عاملاً محددًا رئيسيًا لإنبات ونمو دغل الدهنان لم يكن هناك فرق في الإنبات في نطاق الرقم

الهيدروجيني من 3 إلى 9، ولكن كان هناك انخفاض كبير عند الرقم الهيدروجيني 10، ولم يتأثر طول البراعم بجميع مستويات الرقم الهيدروجيني. من الصعب للغاية تحديد تاريخ ظهور دغل الدهنان، ويرجع ذلك أساسًا إلى نطاق انتشارها الأصلي، وزراعتها على نطاق واسع كعلف في العديد من المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية حول العالم، في جزر الهند الغربية، سُجِّل دغل الدهنان لأول مرة عام 1814 في دولة كوبا، وبحلول ثمانينيات القرن التاسع عشر، أُدرج هذا النوع كدغل شائع في جزر سانت كروا، وسانت توماس، وبورتوريكو، وجامايكا، وكوبا. يعد الموطن الأصلي لدغل الدهنان آسيا الاستوائية وشبه الاستوائية، إلا أن أصلها لا يزال غير مؤكد، وهي منتشرة على نطاق واسع في جميع أنحاء المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية من العالم، في المناطق الدافئة في آسيا وأفريقيا وأستراليا، تنتشر على نطاق واسع، وتكثر في المناطق المرتفعة والمناطق المنخفضة أيضًا، ولكنها تمتد إلى ارتفاعات تصل إلى 2000 متر فوق مستوى سطح البحر (Lazarides، 1980). إن دغل الدهنان ينتشر على نطاق واسع في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية من العالم، وفي الهند، يُشبه دغل الدهنان مورفولوجيا دغل الدنان (De Wet وآخرون، 1983). أفاد Dhawan (2009) يُفضل دغل الدهنان الأماكن المشمسة أو قليلة الظل، والتربة الرطبة أو المشبعة بالمياه، ولكن ليس المغمورة بالمياه لفترة طويلة، وعندما تجف التربة، يبقى في الأماكن الأكثر رطوبة، وهو شائع في إندونيسيا (Soerjani وآخرون، 1987). ان دغل الدهنان هو دغل ضار منتشر بشكل كبير في الأراضي الزراعية الذي يمثل احد تحديات الكبيرة للإنتاجية الزراعية في جميع أنحاء العالم، بصفته نوعًا من الأدغال C4، يتكيف دغل الدهنان جيدًا مع الظروف البيئية المتنوعة، مما يؤدي إلى انتشاره على نطاق واسع وتأثيره الضار على إنتاج المحاصيل (Bohara وآخرون، 2024).

2-2- تأثير المبيدات الكيميائية في صفات الأدغال المرافقة لمحصول الذرة الصفراء

الذرة الصفراء هي محصول أساسي مهم يزرع في جميع أنحاء العالم (FAO، 2023). أُجريت تجربة حقلية بهدف تقييم كفاءة بعض مبيدات الادغال على تقليل كثافة ووزن الأدغال المرافقة للذرة الصفراء، تضمنت المعاملات استخدام مبيد الادغال Sonic بتركيز 504 مل/هكتار قبل الإنبات، ومبيد Maister بتركيز 600 مل/هكتار بعد 25 يومًا من الزراعة، بالإضافة إلى مقارنة ذلك بالإزالة اليدوية مرتين والمعاملة غير المعاملة، أظهرت النتائج أن معاملات مبيدات الادغال كانت أكثر كفاءة في خفض الكتلة الحيوية (الوزن والجاف) للأدغال، كما ساهمت في خفض كثافة الأدغال بشكل ملحوظ، مما أدى إلى تحسين صفات نمو الذرة، لوحظ أن المعاملة المزدوجة بـ Sonic + Maister بتركيز 600+504 مل/هكتار أدت إلى أفضل نتائج في خفض الوزن الجاف للأدغال وزيادة إنتاجية المحصول، يُستنتج أن تطبيق هذه المبيدات ضمن

برامج مكافحة متكاملة يحقق السيطرة الفعالة على كثافة الأدغال ويقال من منافستها للذرة الصفراء (EL-Sayed وآخرون، 2021).

أن الطريقة الكيميائية لإدارة الأدغال خالية من الإجهاد ومرنة ومنخفضة التكلفة مقارنة بالعمالة الباهظة الثمن لمكافحة الأدغال ، بالإضافة إلى ذلك، فإن هذه الطريقة مريحة للغاية حتى في الظروف الموسمية المختلفة وظروف التربة ، يواجه محصول الذرة الصفراء الكثير من المشاكل من الآفات المختلفة في جميع أنحاء آسيا ، تعد الإصابة بالأدغال واحدة من الآفات الخطيرة التي تقلل بشكل ملحوظ من محصول الحبوب في الذرة الصفراء ، أجريت دراسة لاختبار مجموعة من مبيدات الأدغال (Dual gold ، Stomp 330 E ، ester ، 2,4-D، 960 EC) في هجن الذرة الصفراء (P-3203 ، P-32T78 ، P-3025) ، إذ لوحظت أقل كثافة للأدغال بلغت (142.50 م²) في قطع الأراضي المعاملة بمبيد Dual Gold 960 EC ، وكان ارتفاع النبات (247.188 سم) وحاصل الحبوب بلغ (2.253 طن هكتار⁻¹) في أقصى حد له في قطع الأراضي المعاملة أي التداخل بين مبيد الذرة والهجين P-3025 ومبيد Dual gold 960 ، لوحظ أن مبيد Dual gold 960 هو أفضل مبيد لمكافحة الأدغال في الذرة الصفراء ، بينما كان الهجين P-3025 هو أفضل هجين يعطي أعلى محصولاً في الدراسة (Khan وآخرون، 2016). تُعد الأدغال واحدة من المشكلات التي تسبب خسائر اقتصادية في القطاع لمزارعي الذرة الصفراء ويمكنها خفض الحاصل بنسبة تصل إلى 86 % ، يعتمد حجم الخسائر إلى حد كبير سرعة انتشار نباتات الأدغال وفترة منافسة المحصول للأدغال وشدتها ، لوحظت أعلى كفاءة لمكافحة الأدغال الضارة مع أقل كثافة للأدغال ووزن جاف للأدغال الضارة عند رش مبيد Atrazine قبل الإنبات بمعدل 1.0 كغم من المادة الفعالة للهكتار الواحد، يليه إزالة الأدغال عند 30 يوماً بعد الزراعة (Rai وآخرون، 2018). إنَّ الذرة الصفراء هي الغذاء الأساس الأكثر أهمية لـ 96 % من سكان كينيا ، ومع ذلك، فإن إنتاجية الذرة في كينيا منخفضة في الأراضي الزراعية التي تحتوي على نباتات الأدغال مقارنة بإمكانية العائد التي يزداد ثلاثة اضعاف في الأراضي الخالية من الأدغال ، يُعزى إدارة الأدغال إلى أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر على غلة الذرة ، من بين الأدغال ، ربما تكون دغل (*Striga hermonthica*) هي الأكثر أهمية بسبب قدرتها على إبطاء نمو الذرة من خلال التنافس على العناصر الغذائية الخاصة بها مع قيام المزارعين بتحصيل خسائر في الغلة تصل إلى 80 % في الحقول الموبوءة (Wanda وآخرون، 2019). الأدغال نباتات غير مرغوب فيها للنمو، الهدف من إدارة الأدغال هو التغلب على الخسائر التي تسببها، إحدى طرق إدارة الأدغال باستخدام مبيدات الأدغال هي المواد الكيميائية المستخدمة في إدارة الأدغال التي ترافق محصول الذرة، تضمنت الدراسة 4 معاملات ، وهي التلامس والجهازية وإزالة الأدغال والمدغلة، أظهرت

النتائج أن إدارة مبيدات الأذغال أثرت بشكل كبير خفض صفات الادغال في الكثافة الادغال و الوزن الجاف وأيضا النسبة المئوية لتنشيط الادغال مما عكسا ذلك على الزيادة في انتاج المحصول ، تعد إدارة الأذغال للمزارعين مهمة جداً لمنع التنافس على العناصر الغذائية بين الأذغال والذرة الصفراء (Fitria، 2023).

2-3- مكافحة الأذغال

تُستخدم مبيدات الأذغال الكيميائية في مكافحة الأذغال في محصول الذرة الصفراء للحد من المنافسة التي تتسبب بها الأذغال من خسائر في الإنتاجية (de Menezes وآخرون، 2014). تُعدّ مبيدات الأذغال أدوات حيوية في مكافحة الأذغال الضارة، إذ تُوفّر الوقت والجهد، مما يُسهّم بدوره بشكل كبير في إنتاج الغذاء العالمي (Shaw و Vineyard، 2014). ان الطريقة الكيميائية لمكافحة الأذغال قد أدت إلى التقليل من عدد الأذغال ووزنها الجاف (Glowacka، 2011). ان استعمال للمبيدات الكيميائية بصورة سليمة المهمة التي يجب النظر فيها اذ يجب معرفة عدة أمور ومعايير ومنها الترخيص وأيضا تاريخ الإنتاج والانتهاى ايضا طريقة استعمالها (Dabkiene وآخرون، 2021).

تعد الأذغال من أهم العوامل الحيوية التي تؤثر على الإنتاج الزراعي، لأنها مسؤولة عن خسائر تتراوح بين 15% و 65%، وذلك حسب كثافة الأذغال ونوعها، بالإضافة إلى فترة وجودها، ومن أهم أسباب انخفاض إنتاجية المحاصيل هي الأذغال ، إذ يعدّ من أهم العوامل الحيوية المؤثرة على الإنتاج الزراعي (El-Taif، 2021). لقد كانت إدارة الأذغال ما تزال تعتمد على طرائق تقليدية مثل عملية حراثة التربة ، او عن طريق إزالة الأذغال يدويا من التربة ، وقد تتطلب هذه الوسائل جهداً ووقتاً وأيضا زيادة في الكلفة الاقتصادية وقلة فعاليتها ، إنّ تطور التكنولوجيا والعلم المتقدم في الوقت الحاضر يساعد في تطوير طرق وأساليب جديدة من اجل مكافحة الأذغال وذلك لزيادة الطلب على المواد الغذائية والصناعية وذلك بسبب زيادة الحاصلة في عدد سكان العالم في السنوات القليلة الماضية ، مما أدى ذلك زيادة الضغط على الانتاج النباتي بشكل عام والذي كان يواجه العديد من المشاكل ومنها تغير حالة المناخ والتناقص في الأراضي الصالحة للزراعة و قلة المياه و إنّ انتشار نباتات الأذغال تعد ايضا من المعوقات والمشاكل التي تسبب تحدي اخر لعملية الانتاج الزراعي، اذ اصبحت المشكلة متنامية سبباً في منافسة المحصول على الموارد الغذائية والحيوية للمحصول (Santos و Monteiro، 2022). في النظم البيئية الزراعية، يُنظر إلى الأذغال على أنها نباتات يحتاج القضاء عليها أو على الأقل إدارتها أو السيطرة على انتشارها والحد منها، ومما لا شك فيه أن الأذغال لديها القدرة على خفض إنتاج المحاصيل وإيرادات المزارعين، ومع ذلك، في الآونة الأخيرة ظهر التطور في

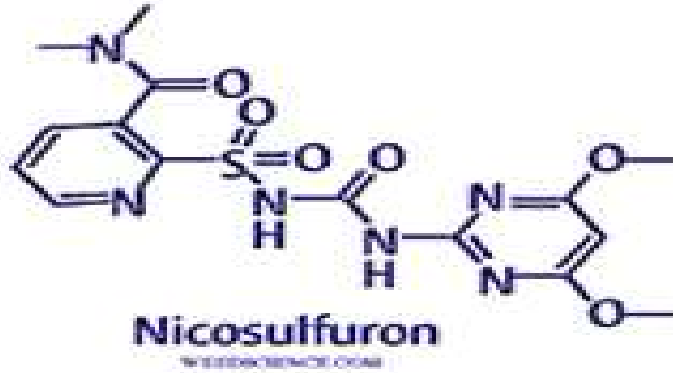
النظم الزراعية من أجل تحقيق إنتاج غلة عالية للمحاصيل يتطلب عمل برامج إدارية ناجحة من أجل القضاء على جميع الأدغال التي تنافس المحاصيل الاقتصادية في الأراضي الزراعية (Ebel و Menalled، 2025).

4-2 مبيدات الادغال المستخدمة في الدراسة

تعتمد الزراعة في الدول المتقدمة على مبيدات الأدغال الكيميائية من أجل مكافحة الأدغال ومع ذلك، ما تزال مبيدات الأدغال التي لا تحتوي على آلية عمل جديدة منذ ثمانينيات القرن العشرين، أدى الاعتماد الشديد على مبيدات الأدغال ذات آلية العمل المماثلة إلى ظهور 513 حالة فريدة من الأدغال المقاومة لفعل مبيدات الأدغال على مستوى العالم عبر 267 نوعًا من نباتات الأدغال (Heap، 2022). إن استخدام مبيدات الأدغال له دور في تثبيط نمو الادغال مما يؤدي الى تحسين مكافحة الأدغال، ومع ذلك، إن التكامل الناجح لاستخدام مبيدات الأدغال ونمو المحصول يعتمد على توقيت ومدة التنافس بين المحصول والأدغال، ان الفترة الحرجة للتنافس بين المحصول ودغل الدهنان، ، ولم ينخفض الحاصل عندما بُذرت قطع الأراضي خالية من الأدغال الضارة لمدة 30 يومًا أو أكثر، لم تتأثر الدهنان المرافق للمحصول بمنافسة الضوء، ولكن الأهمية النسبية للتظليل بوساطة المحصول زادت عندما بُذرت الدهنان، قد تُعطي استراتيجيات الإدارة التي تُؤخر إنبات أو نمو أنواع الدهنان ميزة تنافسية للمحصول وتُقل الحاجة إلى استخدام مبيدات الأدغال، انخفضت الغلات بنسبة 18% على الأقل بعد 30 يومًا فقط من المنافسة في كلا العاملين، مما يُشير إلى صعوبة دمج مبيدات الأدغال المتاحة حاليًا مع نمو محصول المُرزوع في الماء (Gibson وأخرون، 2002).

1-4-2 مبيد Reef Sulfuran

مبيد Reef sulfuran المادة الفعالة Nicosulfuron 75% WDG والصيغة الجزيئية للمبيد $C_{15}H_{18}N_6O_6S$ اذ ينتمي هذا المبيد للمجموعة الكيميائية Sulfonylureas وتوصية المبيد 60 جم / هـ — يكون المبيد على شكل حبيبات صغيرة الحجم يتم الاستعمال عن طريق حل الحبيبات في الماء وبعدها يتم الرش على الادغال وهو من المبيدات الجهازية يستعمل في مكافحة الأدغال عريضة ورفيعة الأوراق و يستخدم المبيد على نطاق واسع في حقول الذرة بسبب مفعوله السريع وثباته القوي وذات امان عند الاستخدام أي أمن في البيئة، الصيغة الكيميائية للمبيد في (شكل 2)، يستعمل هذا المبيد مع العديد من المحاصيل ومنها الذرة الصفراء والذرة البيضاء وبعض أصناف الذرة الرفيعة، وهو مبيد أدغال مثبط لإنزيم Synthase Acetolactate (ALS) اذ يعمل على تعطيل انزيم ALS في نباتات الادغال، ومن ثمّ يثبط تكوين الأحماض الأمينية المتعددة المتفرعة السلسلة (Nakka وأخرون، 2017).



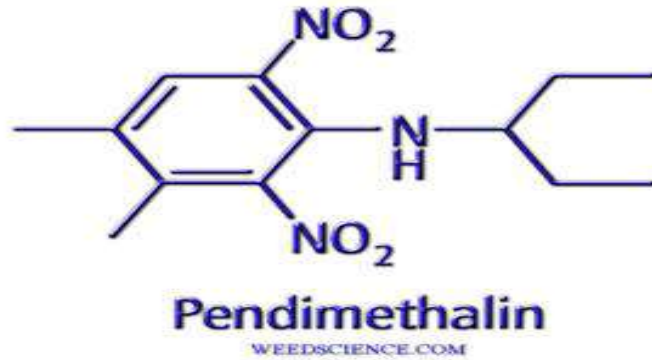
شكل 2 : الصيغة الكيميائية لمبيد Reef Sulfuran

يُعد إنزيم ALS إنزيمًا رئيسيًا في تخليق الأحماض الأمينية متفرعة السلسلة مثل valine و eucine و isoleucine (Chipman وآخرون، 1998). نظرًا لأن الذرة نبات أحادي الفلقة، فإن Nicosulfuron يستخدم عادةً في حقول الذرة الصفراء لمكافحة الأدغال المرافقة لها (Li وآخرون، 2017). يمكن أن يؤثر انتقال أو استمرار Nicosulfuron في التربة على المحاصيل حتى عند تركيزات منخفضة، لم يتم الكشف عن البقايا بعد 60 يومًا من المكافحة، وجد أن نصف عمر Nicosulfuron بواسطة High Performance Liquid Chromatography (HPLC) يتراوح بين 14-20 يومًا بجرعات مختلفة وأعماق مختلفة للتربة (Ahmadi وآخرون، 2017). إن استعمال مبيدات الأدغال قد يؤدي النباتات عادة إلى إنتاج كميات كبيرة من أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) Reactive oxygen species، مما يؤدي إلى إجهاد تأكسدي في النباتات، تعمل زيادة أنواع الأكسجين التفاعلية على تنشيط نظام مضادات الأكسدة في النبات، مما يسمح للنبات بالتخلص من أنواع الأكسجين التفاعلية الزائدة (Li وآخرون، 2022). إن إنزيم ALS هو هدف خمسة أنواع من مجاميع من مبيدات الأدغال، بما في ذلك including sulfonylureas, imidazolinones, triazolopyrimidines, pyrimidinylthiobenzoates و sulfonamino-carbonyl-triazolinones، ونظرًا لمزايا مثبطات إنزيم ALS، مثل السمية المنخفضة في مكافحة الأدغال الضارة على نطاق واسع، فقد تم استخدام هذه المبيدات بشكل مستمر لأكثر من ثلاثين عامًا، ومع ذلك، فإن الاستخدام المتكرر والمستمر لمثبطات ALS قد يسبب ظهور مقاومة في نباتات الأدغال الضارة لمبيدات المثبطة لإنزيم ALS، ونتيجة لذلك طور 171 نوعًا من الأدغال مقاومة لمثبطات ALS (Heap، 2023). تُعد مبيد الأدغال Nicosulfuron من أكثر مبيدات الأدغال استخدامًا في

العالم، وتستخدم على نطاق واسع في مكافحة الأدغال في حقول الرز والحنطة وفول الصويا وغيرها من المحاصيل الأخرى (Shen وأخرون، 2024). استُخدمت مثبطات ALS على نطاق واسع ومتكرر في معظم المحاصيل الزراعية لمكافحة العديد من أنواع الأدغال رفيعة وعريضة الأوراق، ولكن يُعد هذا الموقع ALS تحديًا الأكثر عرضة للمقاومة مقارنةً بمواقع مبيدات الأدغال الأخرى للاختيار السريع لأنواع الأدغال المقاومة، إنَّ استخدام مثبطات (ALS) على نطاق واسع وبشكل متكرر في معظم المحاصيل الصالحة للزراعة للسيطرة بشكل فعال على العديد من أنواع الأدغال ومنها الادغال عريضة الأوراق، لسوء الحظ، فإن هذا الموقع المحدد للعمل هو الأكثر عرضة للانتخاب السريع لمجموعات الأدغال المقاومة (Heap، 2024). تعد مقاومة موقع الهدف المستهدف Target-Site Resistance (TSR) ومقاومة موقع الهدف غير المستهدف Non-target site resistance (NTSR) هي من آليات المقاومة الرئيسية لمثبطات (ALS) تتم إدارة الأدغال الضارة في محاصيل الذرة في البرازيل بشكل أساسي باستخدام مبيدات الأدغال القائمة على مبيد Nicosulfuron و مبيد Atrazine (Cordeiro وأخرون، 2025).

2-4-2- مبيد Trinity

مبيد TRINITY المادة الفعالة 33% Pendimethalin والصيغة الجزيئية للمبيد $C_{13}H_{19}N_3O_4$ إذ ينتمي هذا المبيد للمجموعة الكيميائية Dinitroaniline (شكل 3) وهو مبيد أدغال انتخابي لمكافحة الأدغال الرفيعة والعريضة الأوراق يستخدم قبل الزراعة وبعد الزراعة، توصية المبيد هي 4000 مل / هـ — ، يستهدف هذا المبيد انقسام الخلايا النباتية المسؤولة عن فصل الكروموسومات أثناء انقسام الخلايا في نباتات الادغال، إذ يعمل على تعطيل العمليات الحيوية، آمن بيئيًا إذا استُخدم بشكل صحيح بالجرعات الموصى بها وتجنب تسربه للماء، يستخدم مع العديد من المحاصيل ومنها الحنطة والشعير والذرة الصفراء وفول الصويا والقطن وغيرها من المحاصيل الأخرى، يكافح أدغال المروج الحولية، في محاصيل الحبوب ويحتوي هذا المبيد على ثلاثة أنواع من المادة الفعالة وهي Diflufenican و Pendimethalin و Chlortoluron (Bontenbroich، 2012).

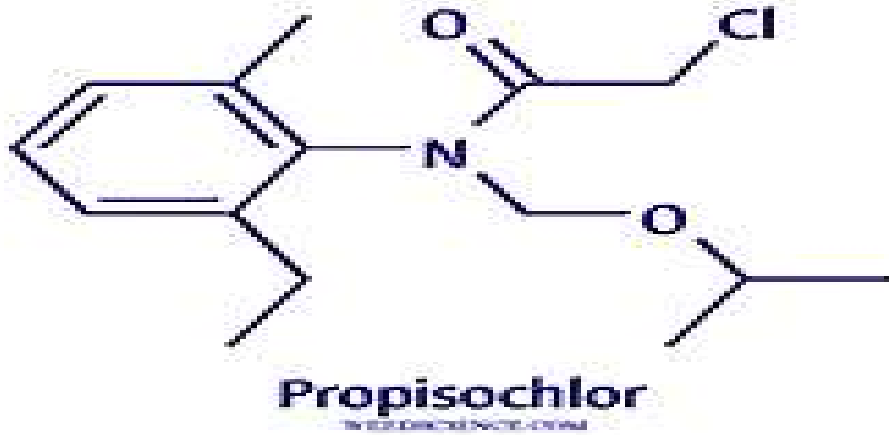


شكل 3: الصيغة الكيميائية لمبيد Trinity

يُعد الحقل النظيف عند الزراعة أمرًا بالغ الأهمية لبدء زراعة محصول الذرة الصفراء، وتساعد مبيدات الأدغال قبل الإنبات على بدء زراعة الذرة نظيفة وتقليل احتمالية نمو الأدغال الضارة مع المحصول (Knezevic وآخرون، 2002). إنّ تأثير Pendimethalin كمبيد للأدغال في تثبيطه لخطوات انقسام الخلايا النباتية المسؤولة عن فصل الكروموسومات وأيضًا تكوين جدار الخلية ويمكن ان يزول من 10-20% من مبيد الأدغال يتبخّر خلال الأسابيع الأولى بعد الاستخدام، و يمكن أن يبقى نصف العمر الأقصى للزوال من بضعة أيام إلى أكثر من 200 يوم، يُستخدم Pendimethalin في تركيبات متنوعة من المبيدات في الأنظمة الأرضية، لذلك، فإن وجود Pendimethalin ومستقلباته في التربة ناتج عن الاستخدام المباشر، بينما غالبًا ما يكون وجوده في الماء ناتجًا عن التعرض غير المباشر، وبسبب التبخر، والرشح، والجريان السطحي، قد يكون موجودًا في الهواء والماء، بما في ذلك المياه الجوفية (Scott و Strandberg و Fordsmann، 2004). تعتمد مكافحة الأدغال الضارة في الذرة على رش مبيد أدغال واحد في أثناء نمو المحاصيل، ويعتمد اختيار الرش قبل أو بعد ظهور النباتات على الوضع الحالي في الحقل، ويعد نشاط مبيدات الأدغال محدودا التي لا يكون ضمن الموصفات الجيدة والمطلوبة من اجل السيطرة على الأدغال التي تظهر أثناء الإصابة بعد مرور وقت من رش مبيدات قبل الانبات ، وهي الأدغال التي قد تتداخل في المقام الأول مع الحصاد وتقلل من جودة الغلة القابلة للحصاد (Vahedi وآخرون، 2013).

3-4-2- مبيد Proponit

مبيد Proponit المادة الفعالة هي Propisochlor 720 g/l والصيغة الجزيئية للمبيد $C_9H_9Cl_2NO$ وينتمي للمجموعة الكيميائية Amides وهو مبيد أدغال اختياري مانع للإنبات يستعمل قبل الانبات او مباشرة بعد زرع الذرة الصفراء او بعد يوم من الزراعة (شكل 4)، ويقضي على الأدغال رفيعة وعريضة الأوراق ، التي تنمو في حقول الذرة الصفراء وبتوصية 2000مل / هـ ، يستهدف هذا المبيد تكوين الانابيب الدقيقة Microtubules اذ يعمل على تعطيل العمليات الحيوية المرتبطة بانقسام الخلايا ، يستخدم هذا المبيد مع العديد من المحاصيل منها الذرة الصفراء فول الصويا و زهرة عباد الشمس والقطن، ان المكونات النشطة prodiamine, pendimethalin, و oryzalin ، مجموعة pyridine ، بما في ذلك المكون النشط dithiopyr تمنع مبيدات الأدغال المثبطة للانقسام تخليق الأنابيب الدقيقة، مما يؤثر على نمو الجذور والبراعم (McElroy وMartins، 2013).



شكل 4 : الصيغة الكيميائية لمبيد Proponit

أشار Ahmed (2017) أن استعمال مبيد الأدغال Proponit وبتركيز 700 مل/دونم له تأثير ملحوظ على الأدغال عريضة الأوراق و رفيعة الأوراق، لقد اعطى اعلى متوسطاً في تقليل كثافة الأدغال وأيضاً قد اعطى اعلى لمتوسطات في عدد العرائيص والحاصل الكلي و عدد الحبوب في الصف و عدد الصفوف في العرنوص و المساحة الورقية ، ودليل المساحة الورقية و وزن 500 حبة . لذلك، أجريت التجارب الحقلية خلال موسم الخريف ، وموسم الربيع ، مع فرضية مفادها أن تركيبات Tembotrione مع مبيدات الأدغال

مختلفة من شأنها أن توفر مكافحة فعّالة للأدغال مع الزيادة في إنتاج الذرة الصفراء و أعلى عوائد اقتصادية ، تم تقييم سبعة عشر معاملة تتألف من تركيبات من مبيدات الأدغال قبل الإنبات (atrazine, alachlor) وبعده (tembotrione, 2,4-D) ، ومكافحة الأدغال من أجل جعل الأراضي خالية من الأدغال ، إن رش alachlor قبل الإنبات متبوعاً tembotrione أدى الى نسبة مكافحة تصل الى 90 و 80 ٪ مقارنة مع المعاملات المدغلة ، كانت زيادة في صفات الغلة وإنتاجية الذرة الصفراء في هذه المعاملة مماثلة لتلك الخالية من الأدغال علاوة على ذلك، سجلت هذه المعاملة عدداً أعلى من الحبوب بنسبة 24-25%، وأعلى وزناً للحبوب بنسبة 35-40%، وأعلى وزناً بنسبة 17% لـ 100 حبة قياساً بمعاملة المقارنة ، كان لهذه المعاملة غلة حبوب أعلى بمقدار 3.43-3.54 ميغا غرام للهكتار (6.38 و 6.82 طن/ للهكتار) وغلة الحاصل بايولوجي أعلى بمقدار 3.49-3.76 ميغا غرام للهكتار (8.38 و 9.07 طن/ للهكتار) من معاملة المقارنة خلال عامي 2015 و 2016 على التوالي. تم تسجيل أعلى عائداً على التكلفة المتغيرة (652 و 735 دولاراً أمريكياً للهكتار الواحد) ونسبة الفائدة إلى التكلفة (1.94 و 2.11) في هذه المعالجة التي كانت أعلى بنسبة 87-97% و 45-47% من الأدغال خلال عامي 2015 و 2016 على التوالي، لم يكن لمبيدات الأدغال المختلفة المطبقة في ذرة الخريف أي سمية نباتية مرئية على الذرة (Singh وآخرون، 2025).

5-2- اليات المقاومة لمبيدات الأدغال

يمكن تعريف المقاومة (Resistance) لمبيدات الأدغال وهي صفة يكتسبها النبات بعد ان يتم تعرضها لجرعة من المبيدات الكيميائية والتي تكون قاتلة او عبارة عن تكيف النبات اذ يكون أكثر تحمل لظروف البيئية المختلفة ولضمان الاستمرارية في دورة حياته، والمقاومة اما تكون بشكل طبيعي او نتيجة استخدام كميات كبيرة من مبيدات الأدغال مما سبب ذلك بظهور طفرات وراثية وبشكل عشوائي (Kim و Nam، 2015). بعد اكتشاف، وطرح طرق عمل جديدة لمبيدات الأدغال كل 3 سنوات تقريباً، مما أدى إلى توافر حوالي 20 طريقة عمل معروفة حالياً، ومع ذلك، فقد أدى الاستخدام العالمي المستمر لمبيدات الأدغال على تجمعات كبيرة من الأدغال التي ظهر عليها مقاومة لمبيدات الأدغال (Ryan، 1970). تُعد الأدغال واحدة من أكبر التحديات التي تواجه الإنتاج المحاصيل الزراعية في جميع أنحاء العالم ، تتنافس الأدغال مع المحاصيل على الموارد الغذائية الأساسية للنبات مثل الضوء والماء والمساحة الصالحة للزراعة، مما يسبب تدهور في نمو المحاصيل وأيضاً يقلل من إنتاجيتها ، وتعمل الأدغال كعائل للآفات الحشرية وأيضاً مسببات الأمراض الفيروسية والبكتيرية والفطرية التي تصيب المحاصيل ، مما يؤدي ذلك لتقليل الإنتاجية للمحاصيل، ان هناك توقعات زيادة في عدد سكان العالم التي تصل إلى أكثر من 9 مليارات نسمة في السنوات القادمة ، قد يصبح

تأمين الغذاء من اجل سد الحاجة العالمية بالغ الأهمية، وأي خسارة كبيرة في المحاصيل بسبب المنافسة مع الأدغال قد تكون لها عواقب وخيمة على الإنتاج الغذائي العالمي (Chauhan، 2020). تتفاوت الأنماط الحيوية لدغل الدهنان في حساسيته لمبيدات الأدغال، وقد لوحظ تباين في حساسيته لمبيدات butachlor و thiobencarb في الفلبين (International Rice Research Institute، 1986). لاحظ Leah وآخرون (1994) أن مقاومة دغل الدهنان لمبيد propanil، والمُعبر عنها بنشاط إنزيم aryl acylamidase، تزداد مع تقدم مرحلة النمو، دراسة عن الخيارات غير الكيميائية لإدارة بنك بذور الأدغال المقاومة glyphosate، بما في ذلك دغل الدهنان، يُعد الكشف السريع والدقيق عن الأدغال المقاومة لمبيدات الأدغال أساسيًا لاتخاذ قرارات إدارة المقاومة. وقد يؤدي الاستخدام المتكرر لمبيدات الأدغال إلى ظهور سلالات مقاومة له، أدى الاستخدام المتكرر لمبيد propanil من اجل مكافحة الأدغال التي تنمو مع محصول الرز إلى ظهور سلالات حيوية مقاومة propanil من دغل الدهنان. لقد أفاد Valverde (1996) أن مقاومة propanil حدثت في جميع دول أمريكا الوسطى وفي كولومبيا، حيث تتطلب السلالات الأكثر مقاومة أكثر من 50 ضعف المعدل الطبيعي للمكافحة، كما تم تشخيص مقاومة دغل الدهنان لمبيد propanil في فنزويلا (Ortiz وآخرون، 2000)، بينما توجد مؤشرات على وجود مقاومة في السنغال، اظهرت المقاومة إلى اختلاف في استقلاب مبيدات الأدغال بين الأنماط الحيوية المقاومة والحساسة، وذلك فيما يتعلق بمستويات إنزيم aryl acylamidase والنشاط الإنزيمي، تتميز الأنماط الحيوية المقاومة بمستويات مرتفعة من إنزيم aryl acylamidase، مما يُمكنها من استقلاب propanil إلى 3,4-dichloroaniline بمعدل أعلى بكثير من الأنماط الحيوية الحساسة (Haefele وآخرون، 2000). أدى الاستخدام المتكرر لمبيدات الأدغال في الرز لمكافحة دغل الدهنان ودغل الدنان إلى تطور مقاومة هذه الأنواع من الأدغال للعديد من مبيدات الأدغال في عدة دول (Rao وآخرون، 2007). فقد أدى الاعتماد المفرط على مبيدات الأدغال إلى تطور مقاومة مبيدات الأدغال في الدهنان لقد طور هذا الدغل مقاومةً للعديد من مبيدات الأدغال، بما في ذلك glyphosate (Storrie وآخرون، 2008). والأسوأ من ذلك، أن عدد الأدغال المقاومة لمبيدات الأدغال لا يزال في ازدياد، في حين أن تطوير أساليب عمل جديدة لمبيدات الأدغال أخذ في التناقص منذ عام 1991 (Duke، 2012). تعد التغيرات الجينية في المواقع المستهدفة، هي التي تعتمد عليه بعض نباتات الأدغال في بقاء وتكاثر والمقاومة للمبيد بعد استعماله، وذلك بسبب التعرض المتعاقب في كل جيل من مبيدات الأدغال، مما يؤدي إلى زيادة في عدد النباتات المقاومة وذلك لأنها تسيطر على مجموعة النباتات الحساسة (Brookes و Barfoot، 2011). ويرى Werth وآخرون (2012) إن وجود دغل مقاوم لمبيد glyphosate قد يزيد تكاليف مكافحة الأدغال الضارة بمقدار يتراوح بين 40 إلى 90 دولارًا أستراليًا للهكتار سنويًا، بالإضافة إلى

زيادة تكاليف ترك الأرض بورًا بما يصل إلى 70 دولارًا أستراليًا للهكتار سنويًا في القطن الأسترالي إنّ تحديات إدارة الأدغال الضارة التي تواجه صناعة القطن الأسترالية. يعد دغل الدهنان من الأدغال ضارة التي تنتشر مع محصول الرز، تتميز بمقاومتها للعديد من مبيدات الأدغال، وأبحاث محدودة حول بيولوجيتها وتداخلها وإدارتها، إنّ دغل الدهنان من أكثر أنواع الأدغال الضارة نباتًا، حيث تصيب العديد من المحاصيل الزراعية والبستانية حول العالم، وتسهم خصائصها العديدة، بما في ذلك فترة سكون البذور، وغزارة إنتاجها، وقدرتها على الإنبات في نطاقات درجات حرارة واسعة، وتفاعلها الأليلوباثي القوي، ومقاومتها للعديد من مبيدات الأدغال الانتقائية وغير الانتقائية، في نجاح بقائها في المناطق الأكثر دفئًا في آسيا وأفريقيا وأستراليا وأمريكا، وتبرز هذه الخصائص الخطر المُقلق حول انتشارها (Peerzada وآخرون، 2016). ان مقاومة الأدغال هي مشكلة التي تكون ذات طبيعة متطورة وبشكل مستمر قد ظهرت خلال العقود القليلة التي مضت، وتم تسجيل اول حالة مقاومة لمبيدات الأدغال الكيميائية وذلك في عام 1954م ولمبيد 2,4-D، ثم بعدها تطورت مقاومة الأدغال لهذه المبيدات وببطيء وقد ازداد انتشارها بعد عام 1975م (Heap، 2019).

لذلك، فإن مراقبة مجموعات الأدغال المقاومة لمبيدات الأدغال مهمة جدًا للكشف المبكر عنها والتخفيف من انتشارها، تتيح دراسة و تحديد انتشار الأدغال المقاومة، الى توفير معلومات ذات صلة بالإدارة الفعالة من اجل مكافحة الأدغال المقاومة بطرق وأساليب متعددة (Mendes وآخرون، 2021). تعد دراسة مقاومة الأدغال أداة أساسية لتحديد وقياس انتشار الأدغال المقاومة وإن تطور مقاومة الأدغال الضارة المتعددة ذات مواقع العمل المختلفة ومقاومة المواقع غير المستهدفة (NTSR) ينطوي في كثير من الأحيان على جينات متعددة، وذلك فإن تحليلات الجينات الفردية، والتي تعد نموذجية في دراسات مقاومة المواقع المستهدفة، ليست كافية لفهم البنية الجينية وديناميكيات مقاومة المواقع غير المستهدفة والمقاومة المتعددة، ومن المتوقع عمومًا أن تكون جينات تكيف الأدغال الضارة مع البيئات الزراعية المتنوعة متعددة الجينات، وقد أتاح التقدم الأخير في دراسة الجينوم الكامل وكذلك الأدوات الإحصائية والمعلوماتية الحيوية استخدام أساليب علم الوراثة النباتية الكمية ولتوسيع فهمنا لكيفية التحكم في المقاومة وغيرها من الصفات المهمة لتكيف الأدغال الضارة وراثيًا على مستوى نبات واحد ومجموعة من نباتات الأدغال، والتنبؤ بالاستجابات لضغوط الانتقاء من قبل مبيدات الأدغال وغيرها من العوامل البيئية، إن استخدام أدوات مثل رسم خرائط المواقع الجينية الكمية ودراسات الارتباط على مستوى الجينوم والتنبؤ الجينومي سوف يسمح لعلماء مكافحة الآفات بشرح أفضل لكيفية تكيف الآفات مع أدوات مكافحة وكيف تزدهر وتنتشر أنماط جينية معينة عبر النظم الإيكولوجية الزراعية وغيرها من النظم، التحدي هو استخدام هذه المعرفة في تطوير أنظمة متكاملة

لإدارة الأدغال الضارة تمنع المقاومة الواسعة لأساليب مكافحة الأدغال الحالية والمستقبلية (Leon وأخرون، 2021a). تؤدي دراسات مراقبة المقاومة إلى زيادة البحث وتطوير تقنيات جديدة للسيطرة على الأدغال المقاومة، بهدف تقليل ضغط الانتقاء (Bunckek وأخرون، 2020). و تُعدّ مقاومة مبيدات الأدغال في الأدغال الضارة من أبرز مجالات البحث في مجال علم الأدغال الضارة اليوم ، يتزايد انتشار الأدغال الضارة المقاومة لمبيدات الأدغال المتعددة، وتحديات إدارتها، وتكاليها في جميع أنحاء العالم ، ويتسارع اعتماد المزارعين في الأراضي الزراعية لأصناف المحاصيل ذات قدرة تنافسية للأدغال ، وذلك لمواكبة موجة مقاومة الأدغال (Beckie، 2020). ارتفع العدد الإجمالي لأنواع الأدغال المقاومة لمبيدات الأدغال بشكل كبير، ويُظهر تقدير مُتحفّظ أن مقاومة مبيدات الأدغال قد تطورت لدى 262 نوعًا من الأدغال في 71 دولة (Heap، 2021). لذا تعد المبيدات الكيميائية واسعة الاستعمال في نظم الزراعة المتقدمة لأنه تعمل على الحد من نمو وانتشار الأدغال مع المحاصيل ، قد يؤدي الاستعمال المكثف لمبيدات الأدغال الى تطوير بعض المجموع النباتية مما يسبب ظهور المقاومة لتلك المبيدات (Leon و Chandra ، 2022).

تُعدّ مقاومة مبيدات الأدغال حاليًا أكبر تهديد يواجه مجال إنتاج الزراعي، ومع تطور المقاومة التي تمثلها 21 من بين 31 طريقة عمل لمبيدات الأدغال ، وعدم وجود مكونات نشطة جديدة لتخفيف ضغط المقاومة، فمن الأهمية بمكان أن يتعامل العلماء مع إدارة الأدغال من منظور جديد ، علم الوراثة الجزيئي هو مجال متنامٍ، حتى وقت قريب، لم يتم استغلاله بشكل كافٍ من قبل علماء الأدغال ، علم الجينوم، وشرح الجينات الوظيفية، وتحليل التعبير الجيني التفاضلي هي أدوات يتم تطبيقها الآن على علم الأدغال الضارة والتي تسمح لنا بفهم أفضل لأنواع الأدغال الضارة وكيف تتطور مقاومة مبيدات الأدغال ، وخاصة في الأنواع متعددة الصبغيات، ونظرًا للطبيعة المتعددة لدغل *Poa annua*، فقد تم استخدام طرق تسلسل جديدة خارج المنهجية القياسية، حيث كانت الجينومات الفرعية المتضاربة، إذ تم جمع 1349 مجموعة من دغل *Poa annua* لفحص المقاومة وتم تحديد 389 مجموعة على أنها مقاومة لنمط عمل واحد على الأقل (Landrum، 2024). وعلى مستوى العالم، هناك 530 حالة فريدة (الأنواع حسب موقع العمل) من الأدغال المقاومة لمبيدات الأدغال، تشمل 272 نوعًا من الأدغال (155 ثنائيات الفلقة و117 أحاديات الفلقة) التي طورت مقاومة لـ 168 مبيد ادغال مختلف من 21 من مواقع العمل المعروفة لمبيدات الأدغال البالغ عددها 31 موقعًا (Heap، 2024). وعلى الرغم من الاختلافات الكبيرة بين أنظمة الزراعة في مختلف أنحاء العالم، فإن مكافحة الأدغال بالطرق الكيميائية تشكل أداة أساسية في النظم البيئية الزراعية التقليدية، وهو ما أدى إلى زيادة مقاومة مبيدات الأدغال ، وعلى الرغم من الاعتقاد بأن الطفرات المسببة للمقاومة لها تكلفة تكيف في

النباتات المقاومة مقارنة بالنباتات الحساسة في ظل ظروف خالية من مبيدات الأدغال ، فإن هذه التكلفة قد لا تتجلى دائماً أو قد تتجلى في ظل ظروف بيئية معينة ، ولضمان استمرار استخدام مبيدات الأدغال كأدوات قابلة للتطبيق في الإنتاج الزراعي ، هناك حاجة إلى استراتيجيات للحد من المقاومة ، وينبغي للاستراتيجيات الاستباقية أو التفاعلية لمكافحة الأدغال الضارة أن تستخدم نهجاً متكاملاً لإدارة الأدغال الضارة من خلال الجمع بين أكبر عدد ممكن من ممارسات إدارة الأدغال (Damalas وKoutroubas، 2024).

2-6- مقاومة القائمة على الموقع المستهدف (TSR) Target-Site Resistance

يمكن أن تحدث مقاومة الموقع غير المستهدف (NTSR) لمبيدات الأدغال في الأدغال نتيجة لتغيير عملية فسيولوجية واحدة أو أكثر، بما في ذلك امتصاص مبيدات الأدغال، ونقلها، وعزلها، واستقلابها، إن آليات مقاومة الموقع غير المستهدف أكثر تعقيداً بشكل عام من مقاومة الموقع المستهدف (TSR) ويمكن أن تنقل مقاومة متبادلة لمبيدات الأدغال ذات طرائق العمل المختلفة، وقد تم الإبلاغ عن وجود NTSR القائم على التمثيل الضوئي في العديد من الأدغال، على الرغم من وجود انخفاض في عملية النقل والتخزين لمبيدات الأدغال في بعض الأدغال أيضاً، إذ يتم تلخيص التطورات الأخيرة في فهم للأساس في عمليات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية والجزئية لآليات NTSR الموجودة في أنواع الأدغال ، علاوة على ذلك ، تم مناقشة أهمية فحص الارتباط بين TSR وNTSR لنفس مبيد الأدغال في نفس أنواع الأدغال وتأثير الظروف البيئية في تغيير واختيار NTSR، إن معرفة انتشار آليات NTSR والارتباط بين TSR وNTSR في الأدغال الضارة أمر بالغ الأهمية لتصميم استراتيجيات إدارة الأدغال المستدامة لتنشيط المزيد من تطور واختيار مقاومة مبيدات الأدغال في الأدغال (ShyamJugulam، 2019).

تُسهّم مبيدات الأدغال الحديثة إسهاماً كبيراً في إنتاج الغذاء العالمي، إذ تُزيل الأدغال الضارة بسهولة ومع ذلك، فإن الانتشار المستمرّ لأعدادٍ هائلة من الأدغال الضارة عبر مساحاتٍ شاسعة يُمكن أن يؤدي إلى تطوّر سريعٍ في مقاومة مبيدات الأدغال، تستهدف مبيدات الأدغال إنزيماتٍ مُحدّدة، وتُختار طفراتٌ تُعطي استبدالاتٍ للأحماض الأمينية التي تُعزّز المقاومة، مما يُقلّل من ارتباط مبيدات الأدغال بها، عندما ترتبط مبيدات الأدغال داخل موقعٍ مُحفّزٍ للإنزيم، فإنّ عدداً قليلاً جداً من الطفرات يُعطي مقاومةً مع الحفاظ على وظيفة الإنزيم، عندما ترتبط مبيدات الأدغال بعيداً عن موقعٍ مُحفّزٍ، قد تتطور العديد من الطفرات المُعزّزة للمقاومة، تتطور المقاومة بشكلٍ مُتزايدٍ بسبب آلياتٍ تُحدّد من وصول مبيدات الأدغال إلى المواقع المُستهدفة، وتُشكّل إنزيمات cytochrome P450 المُفكّكة لمبيدات الأدغال، القادرة على إزالة سموم مبيدات الأدغال ، وحتى تلك التي لم تُكتشف بعد، تهديداً خاصاً، تمتلك أنواع الأدغال العالمية آليات مقاومة، مُظهرةً مقاومةً

مُعددة للعديد من مبيدات الأدغال، مُشكلةً تحديًا كبيرًا لاستدامة مبيدات الأدغال في الزراعة ، لا تزال القضايا الجينية المثيرة للاهتمام المرتبطة بتطور مقاومة الأدغال قيد البحث، وخاصةً إمكانية أن يُطلق ضغط مبيدات الأدغال العنان للتعبير الجيني فوق الجيني، إن فهم المقاومة وبناء حلول مستدامة لتطور مقاومة مبيدات الأدغال يُمثّلان تحديين ضروريين وجديرين بالاهتمام ، وبشكل عام، يمكن تقسيم آليات مقاومة مبيدات الأدغال إلى مقاومة موقع المستهدف (TSR) ومقاومة الموقع غير المستهدف (NTSR)، تشير مقاومة موقع المستهدف (TSR) إلى المقاومة الناتجة عن التغيرات في بروتين هدف مبيد الأدغال، بما في ذلك الطفرة والتضاعف والإفراط في التعبير الجيني، بينما تشمل مقاومة غير موقع المستهدف (NTSR) جميع آليات المقاومة التي تتجاوز مقاومة موقع المستهدف (TSR)، وخاصةً أي شيء يقلل من كمية مبيد الأدغال التي تصل إلى البروتين المستهدف، مثل التغيرات في الامتصاص أو الانتقال أو الأيض (Powles و Yu، 2010). يمكن أن تكون آليات مقاومة الموقع المستهدف (TSR) ومقاومة غير الموقع المستهدف (NTSR) مسؤولة عن مقاومة مثبطات ALS في نباتات الأدغال (Délye وآخرون، 2013). ويمكن ان تنقسم الية مقاومة مبيدات الأدغال الى عدة حالات، ويتم ذلك حسب المنطقة المستهدفة وكما يلي:

2-6-1- الية مقاومة مبيدات الأدغال المثبطة لأنزيم Acetolactate Synthase (ALS)

استعملت المبيدات المثبطة لأنزيم ALS أوائل الثمانينيات من القرن الماضي والتي عرفت باسم Acetohydroxyacid Synthase (AHAS) وهو الذي يمثل اول انزيم في عملية التخليق الحيوي للأحماض الأمينية (leucine , valine , isoleucine) (Zhao وآخرون ، 2020). لقد طُرحت مبيدات الأدغال من مجموعة sulfonylureas لأول مرة في السوق عام 1982، وفي معظم الحالات، تُحقق سيطرة جيدة على الأدغال (Bhowmik، 2012). إن استعمال هذه المثبطات او المبيدات بشكل مكثف أدى الى تطور عدة انواع نباتية مقاومة، اذ يوجد هناك ما لا يقل عن 165 نوعا من الأدغال الضارة تمتلك صفة المقاومة للمبيدات الكيميائية ذات التأثير المثبط — ALS (Heap ، 2020). تُنْتِط هذه الفئة من مبيدات الأدغال نشاط إنزيم acetolactate synthase (ALS)، المسؤول عن التخليق الحيوي للأحماض الأمينية في النباتات، يؤدي تثبيط نشاط ALS إلى حرمان النبات من هذه الأحماض الأمينية، ويُعتقد أن هذه هي الآلية الرئيسية المسؤولة عن موت النبات الناتج عن رش مبيدات الأدغال المثبطة لـ ALS، ومع ذلك، فقد ثبت أيضًا أن هناك آثارًا ثانوية أخرى لتثبيط ALS، مثل تراكم 2-ketobutyrate وتعطيل تخليق البروتين ونقل التمثيل الضوئي، تُسهم في موت النبات (Shaner، 2017). تم تحديد 175 نوعًا من الأدغال (107 عريضة الأوراق و68 رفيعة) مقاومة لمثبطات ALS، ويعود ذلك أساسًا إلى مقاومة موقع المستهدف (TSR)، حيث

يُقال استبدال الأحماض الأمينية في أحد المواقع التسعة على بروتين ALS من ارتباط مبيدات الأدغال بالموقع المستهدف (Murphy و Tranel، 2019). إن الاعتماد المفرط على مثبطات ALS لمكافحة طيف واسع من الأدغال يزيد بشكل كبير من مخاطر ظهور مقاومة لمبيدات الأدغال (Alwarnaidu و Vijayarajan وأخرون، 2023). أن طفرات المقاومة المختلفة (بما في ذلك مواقع الطفرة المختلفة والأحماض الأمينية) تُظهر في الأدغال أنماط مقاومة أو مقاومة متبادلة مختلفة لمبيدات الأدغال المثبطة لـ ALS، بالإضافة إلى ذلك، توجد العديد من إنزيمات ALS في الأدغال المقاومة المختلفة، ويمكن أن تحدث طفرات المقاومة في واحد أو أكثر من إنزيمات ALS (Xu وأخرون، 2021). أظهرت الأدغال المقاومة التي تحمل اثنين من طفرات ALS مستويات مقاومة أعلى بشكل واضح لمبيدات الأدغال من تلك التي تحتوي على طفرة ALS واحدة (Lu وأخرون، 2023). يعد دغل *Echinochloa colona* L. أحد أكثر أنواع الأدغال الضارة إشكالية في حقول الرز في كولومبيا، وقد تم استخدام مثبطات مبيدات الأدغال لإنزيم (ALS) على نطاق واسع للسيطرة عليه وأنواع الأدغال الأخرى، وقد سجلت مثبطات ALS أعلى تقارير عن المقاومة في جميع أنحاء العالم، وسجلت كولومبيا مؤخرًا تقارير عن مقاومة ALS في الدهنان يعد الكشف الدقيق في الوقت المناسب عن مصادر المقاومة أمرًا ضروريًا للتخفيف من مقاومة مبيدات الأدغال وإدارتها، ومع ذلك، لا توجد تسلسلات منشورة لجين ALS في الدهنان، إذ تم استخدام تصميم البادئ واستخراج الحمض النووي الريبي والاستدساخ والتحصير الصغير وتفاعل البوليميراز المتسلسل للحصول على التسلسل الجزيئي الأول لجين ALS على السلالات الحساسة والمقاومة من *Echinochloa colona* L. تظهر التسلسلات اختلافات نوكلويدية يمكن ربطها بمقاومة موقع الهدف لمثبطات ALS (Carranza وأخرون، 2023). TSR هي الآلية السائدة لمقاومة مثبطات ALS، وتنتج بشكل أساسي عن استبدال الأحماض الأمينية في ALS، مما يؤدي إلى عدم الحساسية لربط مبيدات الأدغال، وحدات عن ثمانية استبدالات للأحماض الأمينية في ALS للأدغال الضارة التي يمكن أن تمنح مقاومة لمبيدات الأدغال، بما في ذلك Ala122 (ستة طفرات)، و Pro197 (عشرة طفرات)، و Ala205 (طفرتان)، و Asp376 (طفرة واحدة)، و Arg377 (طفرة واحدة)، و Trp574 (أربع طفرات)، و Ser653 (ثلاث طفرات)، و Gly654 (طفرتان) (Tranel وأخرون، 2024). ولقد كانت طفرات ALS في موقعي Pro-197 و Trp-574 هي الأكثر رصدًا، وبناءً على تغير الأحماض الأمينية، سُجلت مستويات مقاومة متفاوتة و/أو أنماط مقاومة متبادلة في الأدغال، وقد أدى الاستخدام المتكرر لمثبطات ALS على مر السنين إلى ظهور 102 حالة فردية من مقاومة مبيدات الأدغال في حقول الذرة في جميع أنحاء العالم (Heap، 2024). يؤدي الاعتماد على منتج واحد واسع الانتشار من أجل مكافحة الأدغال الضارة إلى ظهور حالات مقاومة

لمثبطات لأنزيم ALS وان المقاومة متبادلة لمثبطات ALS في العديد من الادغال قد تكون مرتبطة بطفرات مقاومة موقع الهدف (TSR) ، ظهور على الطفرات المركبة (Pro-197 و Trp-574) في دغل *poa trivialis*، حيث يمنح Trp-574-Leu في مقاومة أكبر لـ SU و SU + SCT و TP (مؤشر المقاومة، $RI > 214$)، بينما ارتبط Pro-197-Thr في ($RI > 37$) بمقاومة أقل ، تتوافق المستويات العالية من المقاومة المتبادلة لمثبطات ALS الناجمة عن طفرات TSR مع حالة الكروموسومات ، حيث كشفت الاختبارات الخلوية الوراثية أن كل من مجموعات R و S كانت ثنائية الصبغيات ، لم تكشف اختبارات مثبطات السييتوكروم P450 عن مقاومة ALS القائمة على التمثيل الغذائي في *poa trivialis* ، كانت طرق عمل مبيدات الأدغال البديلة، بما في ذلك مثبطات acetyl-CoA carboxylase pinoxaden و 5-enolpyruvylshikimate-3- و fenoxaprop, propaquizafop, cycloxydim or clethodim phosphate synthase (glyphosate) المطبقة بالمعدل الموصى به ، فعالة للغاية على هذه المجموعات المقاومة ، يجب إعطاء الأولوية لمبيدات الأدغال المتبقية والطرق الزراعية ، فضلاً عن الاستخدام الحكيم لخيارات مبيدات الأدغال البديلة في المحاصيل ، كخيارات أفضل لإدارة هذه المجموعات المقاومة الانزيم ALS (Vijayarajan وآخرون، 2025).

2-6-2- الية مقاومة مبيدات الادغال المثبطة لنزيم psbA

النظام الضوئي الثاني في النباتات عرضة للتعطيل الناتج عن الضوء، حيث يُعد بروتين D1 الهدف الرئيسي لهذا الضرر، ونتيجةً لذلك، يتحلل بروتين D1، المُرمَّز بواسطة جين *psbA*، ويُعاد تركيبه في عملية متعددة الخطوات تُسمى دورة إصلاح PSII، يحدث تنظيم التعبير الجيني لجين *psbA* بشكل رئيسي على مستوى النسخ، ولكن يتم ضبط التعبير بدقة من خلال تنظيم استطالة الترجمة، في النباتات، يُرمَّز بروتين D1 بواسطة جين *psbA* واحد يقع في جينوم البلاستيدات الخضراء، يتم تنظيم التعبير الجيني لجين *psbA* بقوة من خلال معالجة mRNA، وخاصةً على مستوى بدء الترجمة، في البلاستيدات الخضراء للنباتات، يُعد استطالة الترجمة الآلية السائدة لتنظيم التعبير الجيني لجين *psbA*، تُشكل مجموعة نُسخ *psbA* الموجودة مُسبقاً مُعقدات بدء الترجمة في البلاستيدات الخضراء النباتية حتى في الظلام، بينما لا يُمكن إكمال تخليق D1 إلا في الضوء، يتطلب استبدال بروتين D1 التالف أيضاً مساعدة عدد من البروتينات المساعدة، والتي تُشفر بواسطة الجينوم النووي في النباتات العليا، ومع ذلك، فإن العديد من هذه البروتينات المرافقة محفوظة بين بدائيات النوى وحقيقيات النوى، تُوضح هنا السمات الخاصة والاختلافات الأساسية للتعبير الجيني لجين *psbA* وتجديد بروتين مركز تفاعل PSII D1 في والذباتات (Mulo وآخرون، 2012). تُعدّ

مقاومة مبيدات الادغال مشكلة عالمية تُهدد الزراعة ، وقد دُرست المقاومة المُحتملة لدغل *Echinochloa colona* دراسات دفيئات زراعية ومختبرية أُجريت في محافظة خوزستان بإيران خلال الفترة 2013-2017، وشملت الدراسة اختبارات الاستجابة للجرعة والكشف عن الأساس الجزيئي للمقاومة في الأنماط الحيوية التي أُجريت في المختبر عبر تفاعل البوليميراز المتسلسل (PCR) وتحليل تسلسل الحمض النووي، وشملت آليات المواقع غير المستهدفة استقلاب مبيد الادغال بواسطة إنزيم glutathione-s-transferase (GST) وباستخدام طرق مختبرية، أظهرت النتائج أن المقاومة المتصالبة metribuzin حدثت مع تغيير في تسلسل جين psbA، من بين الأنماط الحيوية المدروسة، أظهر النمطان SC13-30 و SC3-25، مع قيمتي RF 231.81 و metribuzin 166.54، على التوالي، أعلى معدل مقاومة نسبية للعوامل الحساسة، كشف فحص آليات الموقع غير المستهدف أن نشاط GST قد ازداد في بعض الأنماط الحيوية R، أظهرت النتائج الإجمالية أن الأنماط الحيوية المقاومة تتميز بمقاومة متصاعدة للموقع المستهدف، والتي تتحول إلى مقاومة متعددة مع الأيض والدفاع المضاد للأكسدة ضد مبيدات الادغال المدروسة (Ahmadpour وآخرون، 2019). ان تحليل تسلسل الحمض النووي لجين psbA، وهو الموقع المستهدف لمبيدات الادغال (ametryn و metribuzin) المثبطة لـ PS II، أن تغييرين في النوكليوتيدات (من A إلى G) في الموضعين 232 و 286 أدى إلى استبدال حمضين أمينيين من السيرين إلى الجلايسين عند البقايا 264 في الأنماط الحيوية ومن الجلايسين إلى السيرين عند البقايا 282 في النمط الحيوي لدغل *Echinochloa colona* (Elahifard وآخرون ، 2013).

7-2- مقاومة القائمة على الموقع غير المستهدف (NTSR) Non-target site resistance

يُهدد تطور مقاومة الادغال لمبيدات الأذغال الإنتاج الزراعي العالمي، وقد أصبحت إدارة الادغال أكثر تعقيداً مع تطور مقاومة المواقع غير المستهدفة (NTSR) لمبيدات الأذغال في الأذغال، يمكن أن تنتج آليات NTSR عن أيض مبيدات الادغال، وتغير أنماط انتقالها، وامتصاصها/اختراقها، يتكون أيض مبيدات الادغال من مرحلة تنشيط تليها مرحلة اقتران، مع أنه في بعض الحالات لا تكون هناك حاجة لمرحلة تنشيط، تتضمن مرحلة التنشيط بشكل أساسي إضافة مجموعات وظيفية إلى جزيئات مبيدات الادغال باستخدام إنزيمات مثل السيتوكروم P-450، وقد أظهر التعبير الجيني على مستوى الترانسكريبتوم أن الجينات التي تُشفر العديد من إنزيمات cytochrome P-450s تزداد تنظيمها في الادغال المقاومة لمبيدات الادغال المثبطة لإنزيم ACCase ومثبطة لإنزيم ALS. في المرحلة المترافقة، أظهرت العديد من الدراسات أن نوعين مهمين من الإنزيمات، وهما الجلوتاثيون S-ترانسفيراز والجلوكوزيلترانسفيراز، يلعبان دوراً حاسماً

في منح مقاومة مبيدات الادغال، يمكن أن يلعب نمط الانتقال المتغير دورًا حاسمًا أيضًا في منح NTSR للأدغال، مع glyphosate و paraquat ، فقد تبين أن أنماط الانتقال المتغيرة ترجع إلى عزل مبيد الادغال في الفجوات، ومع ذلك، يمكن لبعض الآليات الأخرى غير المعروفة مثل التفاعلات "شديدة الحساسية" وضعف الانتقال ونضح الجذور أن تؤثر على أنماط انتقال مبيدات الادغال داخل الادغال المقاومة، لا يزال الفهم الجزيئي لآليات NTSR في مهده، ستتبع التطورات الحديثة في تقنيات مثل تقنيات تسلسل الحمض النووي الريبي/الحمض النووي الريبي عالي الإنتاجية قريبًا مزيدًا من الرؤى حول آليات NTSR في الادغال ، هذه المعلومات ضرورية لوضع استراتيجيات للتغلب على الادغال بآليات NTSR (Harrington و Ghanizadeh، 2017). تُعدّ NTSR جزءًا من استجابة النبات للإجهاد، وبالتالي، فإن NTSR عملية ديناميكية تتطور بمرور الوقت، وتتضمن "حماة" تتدخل مباشرة في عمل مبيدات الأدغال، بالإضافة إلى منظمات تتحكم في تعبير "الحامية". وبالتالي، تُعدّ NTSR سمة كمية، بناءً على ذلك، يُقترح إجراء من ثلاث خطوات (علم الجينوم، و علم النسخ، و علم البروتينات، و علم الأيض)، لكشف الأسس الجينية لـ NTSR، وتعقيد التحكم الجيني في المقاومة الأيضية، عوائق أمام التقدم في فهم مقاومة مبيدات الأدغال الأيضية، ومع ذلك، فإن تقنيات التسلسل الجيني من الجيل التالي ورسم خرائط التعبير الجيني على مستوى النسخ الجيني تكشف الآن عن الجينات المسؤولة عن مقاومة مبيدات الأدغال الأيضية في النباتات (Powles و Yu، 2014).

2-7-1- دور التغيرات في جينوم للبلاستيدات الخضراء في استحداث المقاومة في دغل الدهنان

لقد برز تطبيق تقنية تسلسل الجيل التالي (NGS) في تحديد هوية النباتات من خلال جينوم البلاستيد الكامل كتقدم كبير في علم تصنيف النباتات و علم الجينوم. إذ تُمكن تقنيات تسلسل الجيل التالي من التسلسل والتحليل الشامل لجينومات البلاستيدات، وهو أمر بالغ الأهمية لفهم علم نشوء وتصنيف النباتات و علم الأحياء التطوري، وقد كان لجينومات البلاستيدات، وخاصةً جينومات البلاستيدات الخضراء، دور محوري في تحديد هوية النباتات نظرًا لبنيتها ومحتواها الجيني المحفوظ نسبيًا عبر الأنواع المختلفة، يسمح هذا الحفظ بتطوير واسمات جزيئية موثوقة، مما يُسهّل التمييز بين الأنواع وثيقة الصلة، يُسهّل تسلسل الجيل التالي التسلسل السريع لأعداد كبيرة من جينومات البلاستيدات، مما يوفر ثروة من البيانات الجينية المتاحة للدراسات التطورية والتصنيفية (Straub وآخرون، 2012). على سبيل المثال، أصبح من الشائع الآن إجراء تحليلات على جينومات البلاستيدات الكاملة، مما يُمكن الباحثين من إجراء دراسات جغرافية نشوءية أكثر دقة، وتحسين دقة العلاقات التطورية بين مختلف أنواع النباتات (Gitzendanner وآخرون، 2013). يوفر هذا النهج بيانات تسلسلية قيّمة

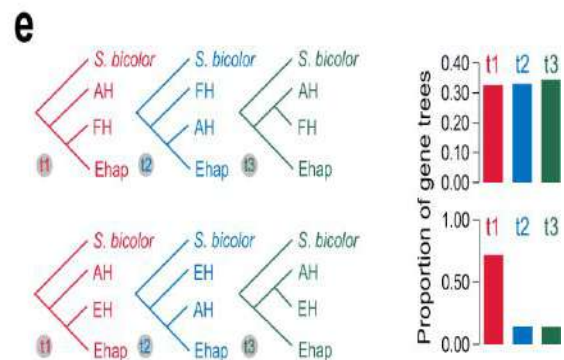
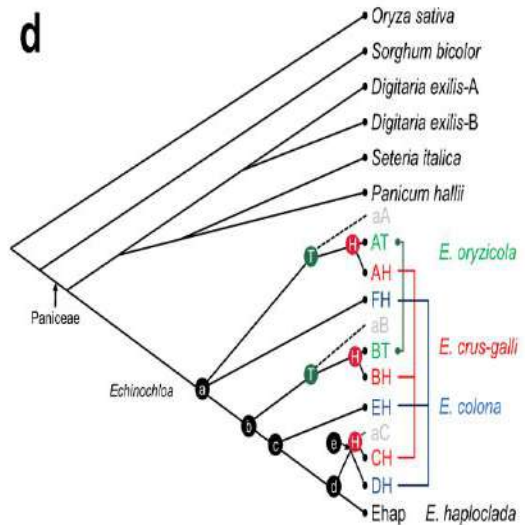
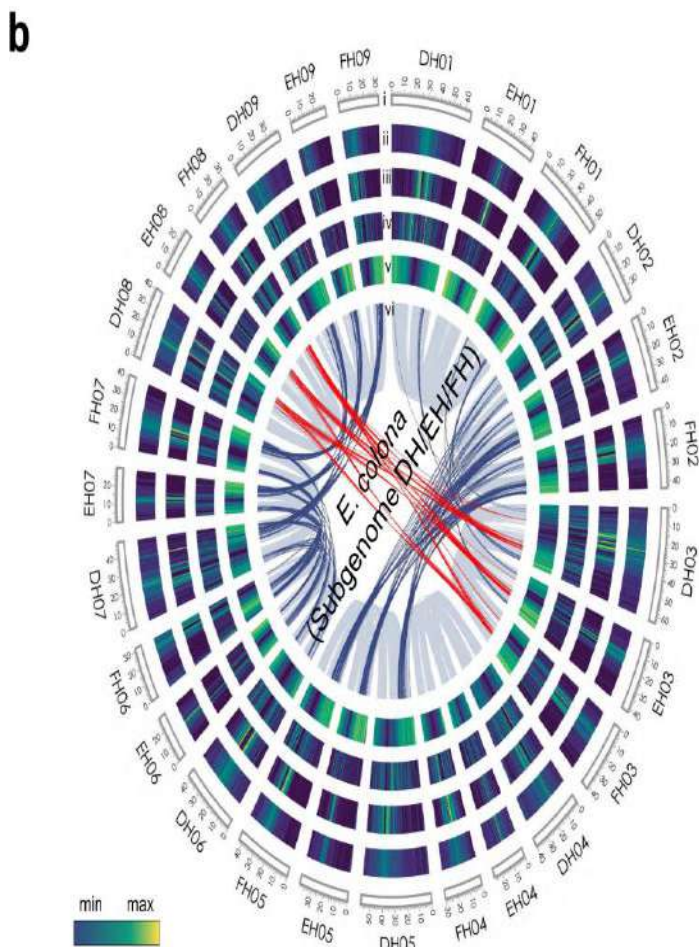
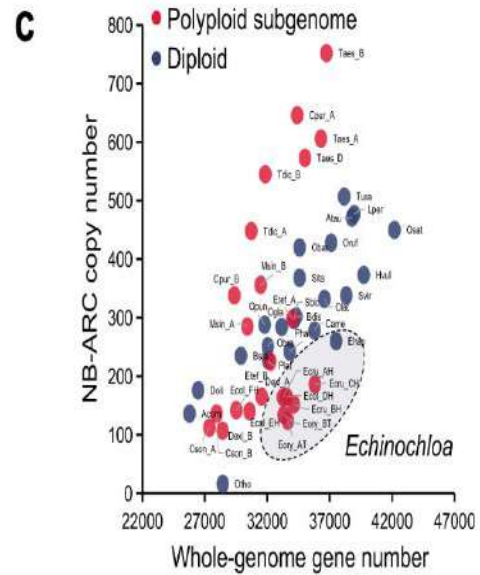
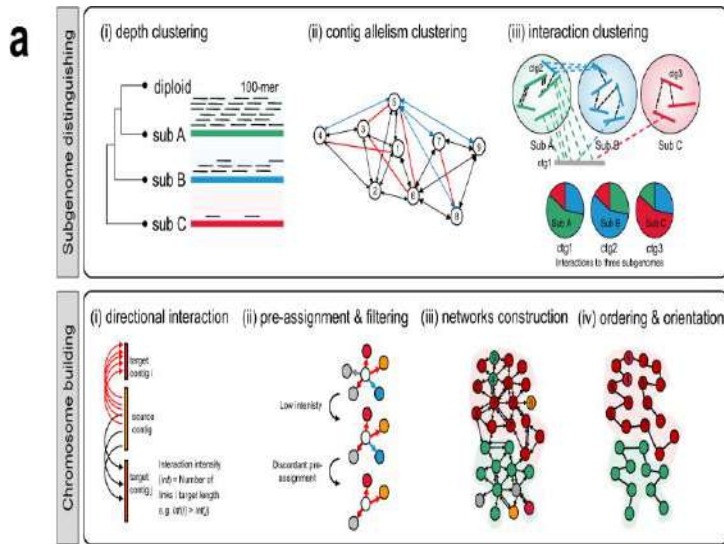
تُسلط الضوء على تنوع وثراء المجتمعات النباتية تحت الأرض، كاشفةً عن أنماط لم تكن قابلة للاكتشاف سابقاً بالطرق التقليدية (Hiiesalu وآخرون، 2011). علاوة على ذلك، ومع استمرار تطور تقنيات التسلسل الجيني للجيل التالي، فإنها تُمكن الباحثين من التقاط وتحليل الاختلافات الجينية داخل الأنواع وفيما بينها بكفاءة، بما في ذلك تعدد أشكال النوكليوتيدات المفردة (SNPs) عبر جينوم البلاستيدات (Zalapa وآخرون، 2012).

تُعد هذه المعلومات الجينية بالغة الأهمية لفهم عمليات نشوء الأنواع والتكيفات البيئية للنباتات في بيئات مختلفة بالإضافة إلى تحديد أسباب مقاومة نباتات الأدغال لتأثير بعض مبيدات الأدغال، تؤدي فعالية التكلفة، وقابلية التوسع لتقنية التسلسل الجيني للجيل التالي إلى اعتمادها على نطاق أوسع في علم الأحياء النباتية، مما يسمح باستكشاف الموارد الجينية عبر عدد كبير من أنواع النباتات إذ أحدثت تقنية التسلسل الجيني للجيل التالي ثورة في مجال تحديد هوية النباتات من خلال التحليل الشامل لجينومات البلاستيدات، إنَّ القدرة على تسلسل هذه الجينومات بكفاءة ودقة تفتح آفاقاً جديدة للبحث في علم تصنيف النباتات وعلم البيئة ومقارنة الجينوم الكامل لتحديد الطفرات الوراثية التي تؤثر بشكل مباشر على الصفات المظهرية المهمة، مما يُعزز بشكل كبير فهمنا للتنوع البيولوجي النباتي وتطوره وتحديد أسباب الاختلاف في التعبير الجيني والخصائص المظهرية (Ray و Satya، 2014). بالإضافة إلى ذلك، تتيح إمكانيات الإرسال المتعدد لتقنية الجيل التالي التسلسل المتزامن لعينات متعددة، وهو أمر مفيد بشكل خاص عند تحديد أنواع النباتات من عينات بيئية مختلطة، مثل التربة أو أوراق النباتات، وقد أصبح تحليل العديد من مواقع البلاستيدات الخضراء من خلال الترميز الشريطي الميتا، مثل جينات *rbcL* و *matK*، ممارسةً قياسية، مما يعزز كفاءة تحديد الأنواع (Pawluczyk وآخرون، 2015).

تبع ذلك إعادة تعيين متكررة للتوافق، تم فحص تسلسلات التوافق النهائية يدوياً، لضمان دقة مسافات التعيين عبر التجميع، تم تنزيل جميع تسلسلات البلاستيدات الخضراء الكاملة المتاحة لجنس *Echinochloa* من بنك الجينات، وتمت مواءمتها مع التسلسلات الجديدة باستخدام (MAFFT) Multiple Alignment using Fast Fourier Transform (Standley و Katoh، 2013).

ويضم جنس *Echinochloa* (الفصيلة النجيلية) العديد من الأدغال الضارة المُسببة للمشاكل في الأراضي الزراعية، والتي تُسبب انخفاضاً في إنتاجية المحاصيل عالمياً، وحتى الآن، لا تزال معلومات تسلسل الحمض النووي لهذا الجنس محدودة، إنَّ جينومات البلاستيدات الخضراء الكاملة لنوعين من *Echinochloa* وهما دغل الدهنان ودغل الدنان واستناداً إلى بيانات تسلسل عالية الإنتاجية من أوراقهما الخضراء الطازجة، يبلغ طول جينومات البلاستيدات الخضراء لنوع *Echinochloa* 139,891 و 139,800 زوج قاعدي على التوالي، وتحتوي على 131 جيناً مُرمزاً للبروتين، و 79 جيناً مُحذوفاً، و 466 جيناً مُستبدلاً، مما يُساعد على

التمييز بين النوعين، حدث التباعد بين جنس *Echinochloa* و *Panicum* منذ حوالي 21.6 مليون سنة، بينما حدث التباعد بين جينات البلاستيديات الخضراء لكل من *Echinochloa crus-galli* و *Echinochloa oryzicola* منذ حوالي 3.3 مليون سنة، ويسهم تسلسل جينوم البلاستيديات الخضراء *Echinochloa* المُعلن عنهما في فهم أفضل لتنوع هذا الجنس إنَّ تسلسل السلالات المختلفة من جنس *Echinochloa* يحتل جزءاً من بحث مستمر في آليات المقاومة *glyphosate* ، وإنَّ جينومات البلاستيديات الخضراء الكاملة لهذه السلالات، جُمعت بذور هذه السلالة في عام 2011 بالقرب من بوجابيللا (نيو ساوث ويلز، أستراليا)، أظهرت هذه السلالات مستويات متفاوتة من مقاومة مبيد *glyphosate* ، تم استخراج الحمض النووي من أوراق نباتين مزروعين من كل سلالة (Ye وأخرون، 2014). ان دغل الدهنان المنتشر عالمياً، دغل زراعي، وقد طور مقاومة للعديد من مبيدات الأذغال، بما في ذلك مبيد *glyphosate*، تم الكشف عن تسلسلات البلاستيديات الخضراء الكاملة لنمطين وراثيين (139,718 زوجاً قاعدياً و139,719 زوجاً قاعدياً) مُسَلَّس من ستة سلالات من دغل الدهان من أستراليا، يشبه تسلسل البلاستيديات الخضراء في دغل الدهنان إلى حد كبير تسلسل دغل الدنان (163-169 زوجاً قاعدياً = 0.12% اختلافات عبر الجينوم)، محتوى الجينات، وترتيبها، وبنية التكرار المقلوب هي نفسها الموجودة في الأنواع الأخرى من دغل الدهنان المسلسلة حتى الآن (Hereward وأخرون، 2016).



شكل 5 : مجموعات الجينومات المرجعية وتطور جنس *Echinochloa* (Wu وآخرون، 2022).

A- نظرة عامة على سير عمل طريقة السقالة بمساعدة ثنائي الصبغيات (DipHiC) في تجميع سداسي الصبغيات، تُطبَّق وحدتان في High-throughput chromosome conformation (DipHiC) capture، هما تمييز الجينوم الفرعي وبناء الكروموسومات، تُدمج معلومات العمق الناتجة عن رسم خريطة (المسار 100-mers) Polymers الناتجة عن تجميع ثنائي الصبغيات مع تجميع مسودة سداسي الصبغيات، وأليلية الترابطات المتجاورة، والتفاعلات بين الترابطات المتجاورة في وحدة تمييز الجينوم الفرعي، تُحدد التفاعلات الاتجاهية بين الترابطات المتجاورة ضمن التعيين المسبق لجينوم فرعي واحد ومجموعة الكروموسومات باستخدام تجميع ثنائي الصبغيات لتثبيت الترابطات المتجاورة وبناء الكروموسومات،

B- خصائص الجينوم المرجعي في دغل الدهنان، تظهر الكروموسومات في المسار الأول، تُظهر المسارات من الثاني إلى الخامس كثافات عناصر التكرار، وكثافة الجينات، يُظهر المسار السادس الكتل المتزامنة، تُظهر الروابط الرمادية علاقة تآزرية بين الجينومات الفرعية المتجانسة، تُظهر الروابط الزرقاء الداكنة والحمراء علاقات تآزرية مستمدة من حدث تكرار قديم للجينوم الكامل مشترك بين الفصيلة النجيلية، - C توزيع حجم عائلة جين NB-ARC في جينومات الفصيلة النجيلية المختلفة، انظر الأسماء الكاملة لأنواع في البيانات التكميلية، تم تمييز الجينومات الفرعية (الفرعية) لـ *Echinochloa* في القطع الناقص المتقطع، تطور *Echinochloa* من خلال دمج أشجار الجينات أحادية النسخة باستخدام، تمثل الفروع المتقطعة الانقراض أو الحالة غير المعروفة، يمثل "T" و "H" في العقد الخضراء والحمراء رباعي الصبغيات وسداسي الصبغيات على التوالي، *D-exilis-A* و *B-exilis*؛ الجينومات الفرعية A و B في *Digitaria exilis*؛ *Ehap*، *Echinochloa haploclada*؛ AT و BT، الجينومات الفرعية A و B في رباعي الصبغيات، *E. oryzicola*؛ AH و BH و CH، الجينومات الفرعية A و B و C في دغل الدنان سداسية الصبغيات، DH و EH و FH، الجينومات الفرعية D و E و F في دغل الدهنان سداسية الصبغيات؛ aA و aB، الجينومات ثنائية الصبغيات السلفية للجينومين الفرعيين A و B، ترتبط الجينومات الفرعية من نفس النوع بخطوط مُرمّزة بالألوان (شكل 5).

E- تردد رباعية شجرة الجينات حول عقدة التباعد a في شجرة تطور *Echinochloa*، يمثل اللون الأحمر (t1) طوبولوجيا الأنواع النجمية والتسلسلية، تمثل الأشجار الزرقاء (t2) والخضراء (t3) طوبولوجيات بديلة، تُظهر الأشرطة الملونة في اللوحة اليمنى ترددات الطوبولوجيات الثلاثة (Wu وآخرون، 2022).

2-8- طرق تشخيص الادغال المقاومة

يتطلب تشخيص الأدغال المقاومة لمبيدات الأدغال، كخطوة أولى في إدارة مقاومتها، ومراقبة طبيعتها وانتشارها ووفرته، إجراء اختبارات فحص فعالة وكفؤة، وتُعد من أقدم وأبسط الطرق، حيث تتم زراعة بذور الادغال المشكوك في مقاومتها، ثم معاملتها بتركيزات مختلفة من المبيد وملاحظة نسبة البقاء والنمو، يُعد اختيار جرات تمييزية مناسبة للتمييز بين الأنماط الحيوية للأدغال المقاومة والقابلة للإصابة العامل الأهم في تحقيق نتائج دقيقة ومتسقة، لكنها تأخذ وقتاً طويلاً في الاختبارات الحيوية للأدغال (Beckie وآخرون، 2000). ان تصاعد حالات مقاومة مبيدات الأدغال عالمياً، يتزايد طلب المزارعين على اختبار مقاومة الأدغال وتعلم كيفية إدارتها، وقد طور العلماء بروتوكولات لاختبار مقاومة العديد من مبيدات الأدغال وأنواعها، ويحتاج المزارعون إلى إجابات فورية، ويواجه العلماء مهمة شاقة تتمثل في اختبار عدد متزايد من العينات عبر مجموعة متنوعة من الأنواع ومبيدات الأدغال ، وقد طُوِّرت ، ولا تزال تُطوَّر، اختبارات سريعة لتلبية هذه الحاجة، على الرغم من أن الاختبارات الكلاسيكية لا تزال هي القاعدة، وتتضمن الأساليب الأحدث تقنيات جزيئية، ففي حين أن اختبار النبات الكامل الكلاسيكي يختبر المقاومة بغض النظر عن آلية حدوثها، تستمر مناهج اختبار المقاومة في التنوع، مما قد يربك الأقل خبرة، نهدف إلى مساعدة ممارسي علم الأدغال في حل المسائل المتعلقة باختبار مقاومة مبيدات الأدغال، بدءاً من المسوحات الميدانية وطرق أخذ العينات، وطرق فحص مبيدات الأدغال، وتحليل البيانات، وتقديم لمحات موجزة عن الأساس البيولوجي والإحصائي لتصميم وتحليل اختبارات الاستجابة للجرعة، وتناقش إجراءات بديلة لتأكيد المقاومة السريع، بما في ذلك الاختبارات الجزيئية مثل PCR وتقنيات الـ qPCR التي تستهدف الطفرات المعروفة في جينات مواقع المستهدف أو جينات الموقع غير المستهدف وتقنية NGS، هذه التقنيات سريعة جداً ويمكن إجراؤها في غضون ساعات ، بالإضافة إلى إيجابيات وسلبيات الاختبارات السريعة والاختبارات القائمة على الحمض النووي، يجب أن تكون أبحاث اختبار مقاومة الادغال، وكذلك قرارات إدارة المقاومة الناتجة عنها، عملية وقابلة للتنفيذ، ومبذبة على مناهج علمية (Burgos وآخرون، 2013). إن إدخال مواقع عمل جديدة لمبيدات الأدغال، وكيفية استخدامها، لم يُوقف تطور الأدغال المقاومة لمبيدات الأدغال ، إن إدخال محاصيل جديدة مقاومة لمبيدات الادغال، بما يصل إلى أربع سمات مقاومة، سيساعد في إدارة الأدغال المقاومة على المدى القصير، وبدون مساعدة من أدوات واستراتيجيات أخرى، تلوح في الأفق أدوات تكميلية جديدة، تطبيقات الاستشعار عن بُعد، والروبوتات، وتكنولوجيا النانو، وتقنيات التسلسل الجيني من الجيل التالي، والمعلوماتية الحيوية، والتكنولوجيا الحيوية في إدارة الأدغال ، لتحقيق زراعة مستدامة

(Burgos وآخرون، 2018). غالبًا ما تُعتبر الأنواع النباتية الغازية أدغال تُسبب خسائر فادحة في المحاصيل، وتؤثر سلبيًا على البيئة، وتُعطل بعض خدمات النظام البيئي، ويزداد التأثير السلبي لهذه الأنواع على التنوع البيولوجي، مما يُسبب اضطرابًا في النباتات المرغوبة، ويمكن تقسيم إدارة غزوات النباتات إلى مرحلتين (قبل الغزو وبعده)، قبل إدخالها، من الضروري تطوير قاعدة معرفية (علم الأحياء، وعلم البيئة، والتوزيع، والتأثير، والإدارة) حول الأنواع النباتية الغازية، وتدابير الوقاية، وتقييم المخاطر، وبعد إدخالها، إذا فشل القضاء عليها، فإن رصدها وإدارتها المتكاملة أمران ضروريان لمنع تجنيسها وانتشارها، كدراسات حالة لاقتراح إطار عمل للكشف المبكر، والفحص السريع لمقاومة مبيدات الأدغال، والإدارة المتكاملة، يستغل الإطار الشامل المُقدّم أحدث ما توصلت إليه الأبحاث أدوات الكشف الحديثة، الاختبارات والتحليلات السريعة لمقاومة مبيدات الأدغال، وعلم الأحياء والبيئة وسمات التوزيع وأدوات الإدارة لآفات الأدغال الغازية، ان فهم ديناميكيات نموّ آفات الأعشاب الغازية، ومعدلات تكيفها، واستجابتها للمعالجات التقليدية والحديثة لمنع الغزوات الجديدة، والقضاء على النباتات الادغال، والتخفيف من تأثير أنواع الأدغال الغازية على المدى الطويل (Tataridas وآخرون، 2022). يمكن تفسير إدارة الادغال بتطبيق استراتيجيات متطورة، مثل أساليب الذكاء الاصطناعي، ان أساليب وأدوات الذكاء الاصطناعي لمكافحة الادغال المقاومة، تتوفر بعض الأدوات والتقنيات التجارية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي لمكافحة الادغال، حيث يُسهّل التعلم الآلي عملية التصنيف بشكل كبير، مثل الاستشعار عن بُعد، والروبوتات، والتحليل الطيفي، على الرغم من أن تقنيات الذكاء الاصطناعي تُحقق تحسينات ملحوظة في مكافحة الادغال المقاومة لمبيدات الادغال، تُحدد الحاجة إلى إدارة الادغال القائمة على الذكاء الاصطناعي لمكافحة مقاومة مبيدات الادغال، وتقييم مقارن للإدارة الكيميائية وغير الكيميائية، والتطورات في الاستشعار عن بُعد، وتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لتحديد الادغال ورسم خرائطها وإدارتها، ، يتطلب الارتفاع بالزراعة خلال القرن الحادي والعشرين وما بعده ابتكارًا علميًا غير مسبوق وتعاونًا عالميًا، يجمع بين المعرفة القديمة والتقنيات المتطورة وتقنيات الذكاء الاصطناعي والاستشعار عن بعد بدأت مؤخرًا تدخل في التشخيص السريع من خلال تحليل الصور الجوية للنباتات المصابة ومقارنة أنماط النمو والتأثير، لتقدير احتمالية وجود مقاومة (Ghatrehsamani وآخرون، 2023).

2-9- الطفرات الوراثية

الطفرة، وهي التغيير الوراثي في التركيب الجيني للفرد، تحدث طبيعياً، وتعدّ العامل الأهم في التطور، إذ تُؤدي هذه التغييرات التي تنتقل إلى الأبناء إلى ظهور أفراد وأنواع وأجناس جديدة، تُحفّز الطفرات في النباتات بتعريض مثل البذور والخلايا والأنسجة والأعضاء المرستيمية، لعوامل فيزيائية وكيميائية ذات خصائص مطفرة وفي بعض الحالات، تُعرّض النباتات بأكملها أيضاً، المُطفرات الفيزيائية هي في الغالب إشعاع كهرومغناطيسي، مثل أشعة جاما، والأشعة السينية، والأشعة فوق البنفسجية، وإشعاع الجسيمات، بما في ذلك النيوترونات السريعة والحرارية، وجسيمات بيتا وألفا، أما المُطفرات الكيميائية، فتشمل عوامل مثل (the commonly used ethyl methane sulfonate–EMS) الشائعة الاستخدام، وعوامل التداخل مثل (ethidium bromide) (Mba وآخرون، 2010). لقد صاغ العالم Hugo de Vries مصطلح الطفرة في عام 1903 في كتابه المعنون Die Mutations Theorie (نظرية الطفرة) لوصف اختلافات النمط الظاهري التي لوحظت في الأنواع النباتية *Oenothera lamarckiana* (De Vries، 1910). يشير مصطلح الطفرة (Mutation) إلى المتغيرات التي تحصل في المادة الوراثية و العملية الذي يحصل عن طريقها هذا التغييرات في الكائن الحي، التي يبدي تغيرات مورفولوجيا او فسيولوجية نتيجة الطفرة يسمى بالطافر (Mutant) وبتعبير آخر إنّ الطفرة هي تغيير التي تحصل بشكل فجائي مستمر في التركيب المادة الوراثي للكائن الحي وهي متوارثة خلال الأجيال، وقد يكون هذا التغيير ناجم عن الأخطاء التي تحدث أثناء عملية نسخ المورثات عند قيام الخلية بإعادة استنساخ نفسها ولا يشمل هذا المعنى الاتحادات الجديدة الناتجة عن العبور، و إنّ هذه التغييرات تكون بعدة اشكال عشوائية يسبب في اغلب الأحيان ضرراً في الكائن الحي، تكون احياناً ما مفيدة في بيئات معينة، ولذلك تعدّ المصدر الرئيسية للتنوع الجيني و يؤدي الى التطور الجيني، او عن طريق الانتقاء الطبيعي، إنّ ازدياد معدل الطفرات قد يؤدي الى عدم الانتظام في انتقال الجينات الوراثية بدقة من جيل لآخر، إنّ للطفرات مستويات مختلفة، مما تؤثر على الكائن الحي قد يحملها وحده ولا يحدث تأثير على غيره أو يحدث تأثير على جميع نسل الكائن الحي، المتوارثة عبر اجيال متلاحقة، ولحدوث هذا لا بد من ان تحصل هذه الطفرات في الخلايا التي لها العلاقة في انتاج الجيل التالي تحديداً، وإنّ لها تأثيرات على المادة الوراثية لهذا الكائن الحي (Castella وآخرون، 2006). تعدّ الطفرة أحد الموارد الجينية التي تُؤدّد التنوع في المحاصيل، وتُعرّف الطفرة بأنها تغيير مفاجئ في تسلسل الحمض النووي (DNA) لا ينتج عن الفصل أو إعادة التركيب، ولا يقتصر الأمر على استبدال النيوكليوتيدات، بل يشمل أيضاً أنواعاً مختلفة من التغييرات مثل الحذف والإدراج، والانعكاس، والانتقال (Lamo وآخرون،

(2017). الطفرات هي أخطاء في نقل المعلومات الوراثية من الآباء إلى الأبناء، وفهم الطفرات يُساعد في تفسير أنماط التباين الوراثي بما يُساهم في الحفاظ على الأنواع، الطفرة هي مصدر جميع التباينات، ويمكن أن تكون محايدة أو مفيدة أو ضارة، تتفاوت معدلات الطفرات عبر الجينوم النووي، وتكون أعلى عمومًا في جينومات الميتوكوندريا الحيوانية، ولكنها أقل بكثير في جينومات البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا النباتية، تُسهم الطفرات في التباين داخل المجموعات والمجتمعات للكائنات الحية، وتقسمها، ومعدل التعافي من الاختناقات، يمكن اكتشاف الطفرات باستخدام التحليل الجينومي، أو من خلال تأثيراتها على السمات المورفولوجية أو الفسيولوجية أو السلوكية، مقدار التباين الوراثي القائم هو توازن بين اكتساب التباين الوراثي من الطفرات (Mutation، 2022).

10-2 - أنواع الطفرات

الطفرات الوراثية هي تغييرات دائمة في تسلسل الحمض النووي في الخلية، يمكن أن تحدث بشكل عشوائي أثناء انقسام الخلايا أو نتيجة تعرض لعوامل خارجية مثل الإشعاع أو المواد الكيميائية (Chavarria، 2016)، تنقسم الطفرات إلى أنواع متعددة

1- الطفرة بالتبديل (Substitution mutation): إنّ حدوث هذه الطفرات بسبب تبديل نيوكليوتيد معين من شريط الحامض النووي (DNA) مما يسبب ذلك تغيير الحامض الاميني قبل عملية تخليق البروتين مما يؤدي ذلك على تأثير هذا البروتين وهي على نوعين:

A- استبدال متماثل (Transition): وتتم هذه الطفرة باستبدال قاعدة نتروجينية نوع بايرمدين بقاعدة اخرى من نوع بايرمدين وأيضا استبدال قاعدة من نوع بيورين بأخرى بيورين.

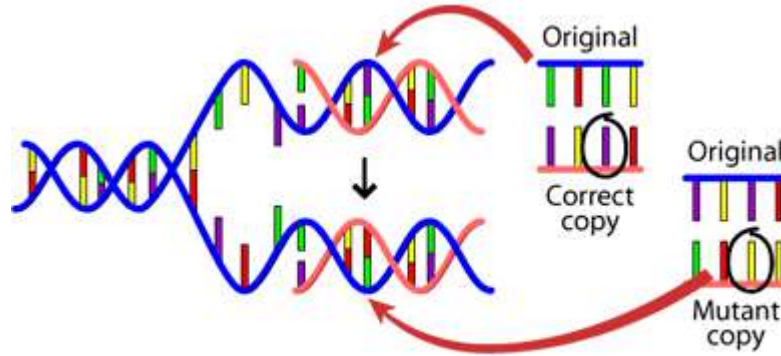
B- استبدال غير متماثل (Transversion): الطفرات الوراثية التي تحدث نتيجة استبدال قاعد نتروجينية من نوع بيورين بأخرى بقاعد نتروجينية من نوع بايرمدين او بالعكس ذلك .

2- طفرات الحذف او الاضافة (Deletion or Insertion mutations): يمكن حدوث هذه الطفرات وذلك عندما يتم الحذف او الاضافة قاعدة واحدة او اكثر مما يسبب ذلك في تغيير في تسلسل الاحماض الامينية بدءا من النيوكليوتيد المحذوف او المضاف وصولا الى نهاية الشريط المنسوخ، يعدّ هذا النوع من هذه الطفرات هي الاكثر ضررا بين الطفرات لأنها تسبب تغييرا مستمرا في شفرات الحامض النووي، اذ تسمى هذه الشفرة بالكودون الذي يتكون من ثلاثة نيوكليوتيدات عندما يتم اضافة او حذف واحدة منها او اكثر،

مما يؤدي الى الانجراف جميعها والتي تعطي بروتين او بروتينات مختلفة كليا (Abdullah وآخرون ، 2021).

11-2- أسباب حدوث الطفرات الوراثية

تحدث الطفرة نتيجة أخطاء اثناء تضاعف المادة الوراثية DNA دخل النواة او بسبب تعرض DNA الى عوامل فيزيائية او كيميائية تؤدي الى تغيرات دائمة في تسلسل النيكليوتيدات، إن لهذا الامر تأثير على إحدى وظائف الكائن الحي، مما يسبب حدوث طفرة مؤثرة او مغلطة Missense mutation او لا تؤثر اذ يمكن تسميتها بالطفرة الصامتة Silent mutation (Butler ، 2004) . يمكن ان يزداد معدل الطفرات في الطبيعية عن طريق تعريض مواد نباتية مختلفة، مثل البذور والعُقل وحبوب اللقاح وغيرها، لمُطفرات فيزيائية أو كيميائية، اكتُشفت هذه الطريقة لأول مرة في أوائل القرن العشرين عندما وجد علماء الأحياء النباتية أن تعريض البذور النباتات لمركبات كيميائية أو أشعة مشعة يمكن أن يزيد من معدل التغيرات الجينية، أدى هذا الاكتشاف لاحقاً إلى ظهور تربية النباتات باستخدام الطفرات، وعلى الرغم من قلة المعلومات حول الأساس الجزيئي أو الجيني (Shu، 2009). وأيضا يمكن ان تحدث هذا في معظم الطفرات التي يُعتَقَد بأنها مهمة للتطور بشكل طبيعي، كما تحدث عند تصنيع الخلية او عندما يحدث انقسام نسخة من الحمض النووي الخاص بها كما في (شكل 5)، لكن في بعض الأحيان تكون النسخة غير مثالية تماماً ، وبذلك يكون هذا الاختلاف الصغير عن تسلسل الحمض النووي الأصلي هو الطفرة ، التأثيرات الخارجية يمكن أن تخلق طفرات بسبب التعرض لمواد كيميائية أو إشعاعية له الدور بحدوث الطفرات الوراثية ، قد تسبب هذه العوامل إلى تضرر الحمض النووي ، وليس بالضرورة أن يحدث ذلك في ظروف غير طبيعية ، فقد يحدث الضرر حتى في أكثر البيئات عزلة ذات نقاوة عالية ، وتقوم الخلية بإصلاح الضرر ، وعندما لا تحدث هذه العملية بشكل مثالي ، و ستنتهي الخلية بالحمض نووي DNA الذي يكون مختلف قليلاً عن الحمض النووي الأصلي ، مما يؤدي الى حدوث طفرة وراثية في الكائن الحي (الكبيسي، 2019). الطفرة الوراثية هي مصدر كل تنوع للمادة الوراثية ، وهي المادة الأساسية للتطور وأيضا للتكاثر، ويمكن النظر إلى معدلات الطفرة غالباً ما تكون ثابتة ، وقد تبين من معدلات الطفرة على كل مستوى تقريباً او متباينة عبر أنواع الطفرات التي تحدث ، ان مواقع الجينوم ، وأيضا وظائف الجينات ، والظروف البيئية ، السياقات فوق الجينومية ، والأنماط الجينية المختلفة ، تحدث التباين في معدلات الطفرة الوراثية أيضا من المعدلات التفاضلية التي تؤدي لتلف الحمض النووي وإصلاحه التي تنشط العناصر القابلة للنقل وأيضا إدخالها والتي تنتج معاً وذلك يؤدي لقياس معدلات لطفرة التي تحدث في الحمض النووي (Quiroz وآخرون، 2023).



شكل 5: بين الطفرات الوراثية في DNA (الكبيسي، 2019).

12-2- دور الطفرات الوراثية والتنوع الجيني في نباتات الأذغال

إن الأذغال الزراعية تشكل تكلفة كبيرة على الجانب الاقتصادي في جميع أنحاء العالم ، وقد تطورت من أنواع نباتية عديدة في العديد من العائلات النباتية المختلفة ، وعلى الرغم من انتشارها في كل مكان، ولا يعرف بعد مدى سهولة أو تكرار تطور الأذغال من أسلافها البرية أو أنواع الجينات التي تشكل أساس تطورها (Kane وRieseberg، 2008). قد تسبب الطفرات الوراثية تقليل الخصوبة وخلل جنسي في الكائن الحي وحتى فقدان القدرة على التكاثر، تشير الأدلة الحديثة إلى أن الطفرات المظهرية يمكن أن تلعب دوراً مهماً في التأثير على طبيعة النمو في النباتات المستنسخة وقد تساعد أيضاً في تفسير حدوث التنوع الجيني في المجتمعات المستنسخة العقيمة، وإنّ التغيرات الجينية التي تحصل نتيجة للطفرات الوراثية من الممكن ان تصف رؤى جديدة حول التنوع في التفاعلات الوظيفية للكائن الحي (Barrett، 2015). إنّ تطور مقاومة مبيدات الأذغال في مجموعات الأذغال الضارة هو مثال متكرر للغاية للتكيف الذي يتغلب على السباق ضد الانقراض ، ولكن العوامل التي تحدد معدل وطبيعته لا تزال غير مفهومة بشكل جيد هنا، نستكشف النظرية والأدلة التجريبية لأهمية المعايير الوراثية للمجتمعات النباتية بما في ذلك حجم المجتمع من نباتات الأذغال وأيضاً حجم الهدف الطفري ، وتدفق الجينات في التأثير على احتمالية وطريقة تكيف مقاومة مبيدات الأذغال وتنوعها عبر الأنواع ، إنّ عدد الطفرات المقاومة عبر المجتمع — 79 نوعاً مقاوماً لمبيدات الأذغال (Kreiner وآخرون، 2018). ان الطفرات الوراثية لها دورٌ محوريٌّ في تطور مقاومة الأذغال لمبيدات الأذغال، لأنه تعد من المصادر الرئيسية للتنوع الجيني الذي بدوره يؤدي إلى ظهور صفات جديدة في

النبات، ومنها مقاومة تأثير المواد الكيميائية ، قد تتطور المقاومة بعدة عوامل ، مما يؤدي الى زيادة معدل الطفرات ، ويعد التردد الأولي للأليلات المقاومة ، ونمط الوراثة قد يكون سائداً أو متنحياً ، مدى ملائمة الأدغال في وجود أو غياب مبيدات الأدغال ، ان نظام التزاوج ذاتي أو خلطي ، إن تطور مقاومة الأدغال المتعددة ذات مواقع العمل غير المتشابهة ، وأيضا مقاومة المواقع غير المستهدفة (NTSR) ، التي تكون في كثير من الأحيان نتيجة لتفاعل جينات متعددة ، لذلك، فإن عملية التحليلات تركز على جينات فردية ، والتي يتم استعمالها في العادة من اجل دراسات مقاومة المواقع المستهدفة ، قد لا تكفي لفهم البنية الجينية الديناميكيات المعقدة لمقاومة المواقع غير المستهدفة وايضا المقاومة المتعددة ، قد تكون الجينات المسؤولة عن عملية التكيف للأدغال مع البيئات الزراعية المتنوعة تكون عادة متعددة الجينات (Leon وأخرون، 2012b).

2- 13- تقانة الجيل التالي (NGS) Next Generation Sequence

يعد التسلسل الجيني للجيل التالي (NGS) مجموعة مرنة من التقنيات والأساليب المستخدمة في التسلسل الجديد للجينومات حقيقية النواة والتي تمكن من التحليل المتعدد المتوازي لتسلسلات الحمض النووي على نطاق واسع ، يوفر التسلسل الجيني للجيل التالي الوقت، ويولد كميات هائلة من بيانات التسلسل بتكلفة منخفضة بشكل مذهل ، يتم استكشاف التسلسل الجيني للجيل التالي بشكل متزايد في تطوير النباتات المعدلة وراثياً والتي تشمل العثور على جينات جديدة وجينات مقاومة للأمراض وفهم أفضل للتفاعل بين النبات والمضيف ودراسة الأيض وتأثير الظروف البيئية على النباتات، كما يساعد في تسهيل وتسريع التعرف على مسببات الأمراض و Metagenome ، مع ظهور تكنولوجيا الجينومات ، تمكن العلماء من اكتشاف التركيب الجيني لمسببات الأمراض ، فضلاً عن توفير أدلة حاسمة لمراقبة تفاعل النبات مع مسببات الأمراض لتحسين المحاصيل ، تم استخدام التسلسل الجيني للجيل التالي وعلم الأيض لتحديد العوامل الوراثية المضيفة التي هندسها العامل المسبب للأمراض في أثناء الهجوم أو العدوى، فضلاً عن القدرة على المقاومة عن طريق إعادة برمجة التركيب الجيني (Shukla وYadav ، 2023). تُتيح تقنيات تسلسل الجيل التالي (NGS) إمكانيات هائلة لتشخيص مقاومة مبيدات الأدغال بدقة عالية من خلال التنميط الجيني الشامل بالتسلسل ، استخدمنا (NGS) للبحث عن الطفرات المرتبطة بمقاومة مبيدات الأدغال في نوعين من الأدغال الضارة ، استخلص الحمض النووي من 96 مجموعة تحتوي على 50 نباتاً لكل نوع ، تم تضخيم ثلاثة (amplicons) الحمض النووي المتضاعف (DNA , RNA) تشمل 15 كودوناً من إنزيم ALS المقاومة لمبيدات الأدغال من كل مستخلص حمض نووي ، تم الحصول على أكثر من 18 و 20 مليون قراءة تسلسلية عالية الجودة من

250 نيوكليوتيداً لنبات لدغل (*Ambrosia artemisiifolia*) ، ودغل (*Senecio vulgaris*) ، تم تحديد الطفرات التي تُعطي مقاومة لمبيدات الأدغال في 45 نوعاً من نبات (*Ambrosia artemisiifolia*)، وثمانية مجموعات من دغل (*Senecio vulgaris*) ، تم التحقق من الطفرات المكتشفة وتردداتها التي تم تقييمها بوساطة تقنية الجيل التالي (NGS) من خلال الانماط الجيني للنباتات الفردية ، تم تأكيد نتائج تقنية الجيل التالي بالكامل (Délye وآخرون، 2020).

إن انتشار دغل *Ambrosia artemisiifolia* المقاوم لمبيدات الأدغال وهو من الأدغال شديدة المنافسة للمحاصيل المرافقة لها ، إن الحد من انتشارها من شأنه أن يؤثر بشكل إيجابي على التنوع البيولوجي في المجتمعات النباتية من أجل مكافحة الأدغال في الأراضي الصالحة للزراعة ، إن اكتشاف التجمعات المقاومة من شأنه أن يساعد في تطور مبيدات الأدغال مما قد يساهم في تطوير النظم البيئية الزراعية المستدامة ، ومقاومة الموقع المستهدف (TSR) لتشخيص دغل *Ambrosia artemisiifolia* الناجم عن مبيدات الأدغال مختلفة لقد تم استعمال تسلسل NGS للموقع المستهدف (TAS) وذلك للكشف عن التغيرات في الأحماض الأمينية في إنزيمات النبات الذي تم رشه بمبيدات الأدغال المستهدفة للمقاومة ، اذ بين هناك 16 نقطة طفرة لأربعة إنزيمات مستهدفة بوساطة أربع مجموعات مبيدات أدغال، مثل Photosystem II (PSII)، و Acetohydroxyacid synthase (AHAS)، و 5-phospho-*enolpyruvylshikimate*، و synthase (EPSPS)، و protoporphyrinogen IX oxidase (PPO)، وتم تحليل وتحديد جميع نقاط الطفرة الـ 16، ومن بين هذه النقاط ، تم اكتشاف طفرتين في الأنماط الحيوية المقاومة ، إن طريقة تسلسل الجيل التالي المستهدفة للجينوم (NGS-TAS) المطبقة على نباتات والمقاومة لـ *Ambrosia artemisiifolia* تمكن من اكتشاف الموقع المستهدف TSR لأعداد كبيرة من العينات ، توفر طريقة تسلسل الجيل التالي المستهدفة للجينوم معلومات حول مبيد الأدغال المتطور المقاومة التي تدعم مكافحة الأدغال الضارة بشكل متكامل من خلال تقليل مبيدات الأدغال ، مما قد يحافظ على الخصائص البيئية في النظم البيئية الزراعية (Kutasy وآخرون، 2021) . إن استمرار تحسن تقنيات الأدوات في العلوم التسلسل الجيني ، فمن المرجح أن تتطور القدرة على التنبؤ بنتيجة الطفرة في بنية البروتين وتفاعلاته (Varadi وآخرون، 2023).

14-2-تباين هجن الذرة الصفراء في صفات النمو للذرة الصفراء

يمكن تنظيم إمكانات إنتاج الذرة الصفراء من خلال تغيير التركيب الجيني وإعادة بناء البنية الوراثية من خلال برنامج التربية، أو عن طريق تعديل البيئة من خلال تحسين المعاملات الزراعية، أجريت دراسة على تسعة هجن من الذرة الصفراء لدراسة التحليل الوراثي في هذه الهجن ويمكن تلخيص النتائج على النحو التالي

اختلف هجن الذرة الصفراء معنوياً في معايير النمو في مراحل النمو المختلفة، وكذلك في المحصول ومكوناته، كما اختلف هجن الذرة الصفراء التسعة معنوياً في توزيع عملية البناء الضوئي، حيث وُجدت اختلافات معنوية في نسب الكربوهيدرات والبروتين و النمو الخضري (حاصل الحبوب والحاصل البايولوجي)، ونسبة الزيت في الحبوب في هجن الذرة الصفراء التسعة قيد الدراسة، علاوة على ذلك، كانت الفروقات الهجينة في طاقة المحصول في الكتلة الحيوية فوق الأرض ودليل الحصاد، ذات دلالة إحصائية، بينما كان الفرق في معامل طاقة المحصول ضئيلاً، وُجد ارتباط إيجابي ذو دلالة إحصائية عالية بين محصول الحبوب/نبات وكل من قطر العرنوص، وطول العرنوص، وعدد العرائص/نبات، والوزن الجاف للعرنوص/نبات، وعدد الصفوف/العرنوص، وعدد الحبوب/الصف، والمساحة الورقية، ودليل مساحة الورقية، أما المساحة الورقية، والوزن الجاف للعرنوص، يمكن أن يُسهم في إنتاج هجن الذرة الصفراء، حيث تُمثل نسبة التباين 99.85%. يُمكن زيادة إنتاج الذرة الصفراء المحصودة من خلال زراعة هجينين فرديين (S.C. 161، S.C. 162، S.C. 155، S.C. 168، و Pioneer 3062) والتهجين الثلاثي T.W. 352، حيث تميّزت هذه الهجن بأعلى قيمة لها من حيث النمو الخضري، والغلة ومكوناتها، وتوزيع عمليات البناء الضوئي نحو الغلة الاقتصادية (Salah وآخرون، 2011). التنوع الجيني والتباين والوراثة داخل المادة الوراثية الحالية هي محاور رئيسية تعمل على تحسين كفاءة برنامج التربية (Sesay وآخرون، 2016). أشار Ali وآخرون (2014) بعد تنفيذهم تجربة حقلية على عدد من هجن الذرة الصفراء تضمنت ثمانية هجن في موسمين زراعيين متتاليين، تبين وجود تباين معنوي في صفات النمو الخضري، في صفة طول النبات تفوق الهجين SC-704 بمتوسط 217.3 سم، يليه الهجين TWC-352 (213.7 سم)، بينما أعطى الهجين SC-403 أقل متوسط بلغ 190.8 سم، وعدد الأوراق للنبات الواحد أظهر الهجين TWC-352 أعلى متوسط (14.5 ورقة)، ولم يختلف معنوياً عن SC-704، في حين سجل الهجين SC-403 أقل عدد (12.3 ورقة)، ومساحة الورقية تفوق الهجين SC-704 بمتوسط 823 سم²، بينما سجل الهجين SC-403 أقل مساحة ورقية 698 سم² و الحاصل البايولوجي أظهر الهجين SC-704 أعلى متوسط بلغ 262.4 غم، مقارنة مع الهجين SC-403 اذ أعطى 187.6 غم. أشار Meena وآخرون (2018) في تجربة شملت 10 هجن من الذرة الصفراء أجريت في الهند خلال الموسم الربيعي، ظهر تباين وراثي عالي في صفات النمو الخضري، ارتفاع النبات اذ تفوق الهجين HM-8 (224 سم)، بينما أعطى الهجين HM-2 أقل ارتفاع للنبات بمتوسط بلغ 192 سم، وعدد الأوراق تراوح بين 12.4 إلى 14.2 ورقة، الحاصل البايولوجي اذ تفوق HM-8 بمتوسط 270 غم، مقارنة مع الهجين الأقل متوسطاً بلغ 189 غم. أشار mohamed وآخرون (2016) في تجربة حقلية أجريت في السودان على ستة هجن من الذرة الصفراء، لوحظ تباين معنوي في صفات النمو الخضري،

ارتفاع الذبذبات تفوق الهجين H5 إذ اعطى (230.1 سم)، مقارنة مع الهجين H1 إذ اعطى أقل متوسط (188.9 سم)، وعدد الأوراق بلغ أعلى متوسط 14.1 ورقة للنبات، ودليل المساحة الورقية تفوق H5 بقيمة 3.8، مقارنة بـ 2.9 للهجين H1، الحاصل البايولوجي أعلى متوسط 280.4 غم. أشار Dagne وآخرون (2011) في دراسة على هجن محلية وإثيوبية من الذرة الصفراء، إذ ظهرت النتائج اختلافات معنوية في صفات النمو الخضري، أعلى ارتفاع نبات 218 سم، وأقل 183 سم، عدد الأوراق في النبات إذ بين 12 و14.5 ورقة، الحاصل البايولوجي بين 190 و260 غم للنبات.

2-15- تباين هجن الذرة الصفراء في صفات الحاصل للذرة الصفراء

أشار Ali وآخرون (2020) بعد تنفيذهم تجربة حقلية على عدد من هجن الذرة الصفراء تضمنت 11 هجين اظهرت نتائج التجربة إلى أن أقصى كثافة نباتية عند الحصاد (200.67)، وعدد العرائيص لكل نبات (1.30)، وطول العرنوص (20.57 سم)، وعدد الصفوف لكل عرنوص (20)، وعدد الحبوب لكل عرنوص (611.67)، ووزن 1000 حبة (263.87 غم)، ووزن الحبوب لكل عرنوص (163.23 غم)، ومحصول الحبوب (6920 كيلو/هكتار)، والحاصل البايولوجي (19687 كيلو/هكتار)، ودليل الحصاد (36.72%)، ونسبة لب الحبوب 5.17. أشار عبد المحسن (2023) بعد تنفيذهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء تضمنت اربعة اصناف هي: الفرات، دجلة، كونسس و ZP، إذ تفوق صنف الفرات في عدد الصفوف بالعرنوص وعدد الحبوب بالصف وحاصل الحبوب الكلي وذلك بإعطائه أعلى متوسطات بلغت 17.5 صف عرنوص¹ و 37.58 حبة صف¹ و 6.18 طن/هـ¹ بالتتابع، أما الصنف كونسس سجل اقل متوسطات بلغت 10.9 صف عرنوص¹ و 28.34 حبة صف¹ و 4.35 طن/هـ¹ على بالتتابع، اما في وزن حبة إذ تفوق الصنف كونسس بمتوسط بلغ 84.36 غم مقارنة الصنف دجلة إذ سجل أقل متوسطاً بلغ 68.28 غم، أما الصنف ZP إذ اعطى أعلى حاصل بايولوجي بلغ 17.24 طن/هـ¹. أشار الزبيدي وآخرون (2014) بعد تنفيذهم تجربة حقلية على عدد من سلالات الذرة الصفراء تضمنت تسعة سلالات، استخدمت في الدراسة الحالية سلالات الذرة الصفراء G 17 و Inbred 12 و ZM 51 و K-Allah97Th 122 و G 105 و G 54 (كآباء مذكورة) وهجن مع الفواحص R47ZM و R21CA و R49ZM (آباء مؤنثة)، ويلاحظ وجود اختلافات معنوية للصفات جميعها، إذ جاء الفاحص R47ZM بأعلى حاصل حبوب بالنبات بلغ 143.01 غم بفارق غير معنوي عن السلالتين G 105 و G 54 وبنسبة زيادة عنهما 4.532% و 8.193% على التوالي و 121.445% عن السلالات G 17 التي أعطت اقل حاصل حبوب بالنبات، ويلاحظ وجود اختلافات معنوية بين الهجن للصفات جميعها وبلغت أعلى المتوسطات لصفات موعدي التزهير الذكري والانثوي وارتفاع

النبات وطول العرنوص وقطره وعدد الصفوف وعدد الحبوب فيه ووزن 100 حبة وحاصل الحبوب بالنبات ونسبتي الزيت والبروتين 55.44 يوم و55.33 يوم و228.56 سم و20.81 سم و47.37 ملم و18.13 صف و599.76 حبة و28.50 غم و195.22 غم و5.139% و10.128% في الهجن (R49ZM x 17G) و(G105 x ZM49R) و(G17 x CA21R) و(G17 x ZM47R) و(Th97Alla-K122 x ZM49R) و ZM47R و(Th97Alla-K122 x ZM47R) وG54 x ZM47R و(G17 x CA21R) و(G105 x و Inbreed12) x CA21 وTh97Alla-K122 و R49ZM x 54G على التوالي . أشار Sabiel وآخرون (2014) بعد تنفيذهم تجربة حقلية خلال عامي 2015 و2016، استعمل في هذه الدراسة هجينين من الذرة ("BH-661" و "BH-QPY-545")، أظهرت النتائج ان أعلى إنتاج الحاصل البايولوجي (31.36 طنًا للهكتار) ودليل حصاد (47%) للصنفين BH-661 وBH-QPY-545 على التوالي، أما أعلى إنتاج للكتلة الحيوية الجافة السطحية (31.29 طنًا للهكتار) وإنتاج حبوب (11.67 طنًا للهكتار).

2-16- القابلية التنافسية لهجن الذرة الصفراء للأدغال

إن إنتاج الذرة الصفراء وتركيز انتشار الأدغال لهما تاريخ طويل من المنافسة المتبادلة، حيث يتنافس محصول الذرة الصفراء وأنواع من الأدغال منافسة شديدة على العناصر الغذائية والمساحة والضوء وأيضا المياه الضرورية لعمليات نمو المحصول، هناك خسائر كبيرة الناجمة عن انتشار الأدغال، اذ تتسبب بالخسارة العالمية من الناتج الاجمالي للذرة الصفراء بسبب انتشار الأدغال، ومن بين طرائق مكافحة الأدغال المختلفة المتاحة، أصبحت الطريقة الكيميائية هي الشائعة في عالم اليوم (Rayamajhi وSharma، 2022). تتكون القدرة التنافسية للمحصول من آليتين، القدرة على منافسة الأدغال، والقدرة على تحمل المحصول للأدغال، القدرة على تثبيط إنبات الأدغال أو نموها أو تكاثرها، أما القدرة على تحمل المحصول فهي القدرة المتزايدة على إنتاج غلة محاصيل مستقرة في بيئات ذات إجهاد أدغال مرتفعة (Jordan، 1993). دُرست ستة هجائن ذرة في تجارب حقلية في عامي 1989 و1990 لتحديد الهجائن وخصائص نبات الذرة التي قد تكون قيّمة في الأنظمة التي تستخدم مستويات منخفضة من مكافحة الأدغال ، مثلت أربع معاملات لمكافحة الأدغال (المدغلة، والعزق ، تغطية الشريطية الأدغال بالإضافة إلى العزق، ومبيد الأدغال) قطعًا رئيسية، بينما مثلت هجائن الذرة قطعًا ثانوية ، استُخدمت هجائن متوسطة الموسم مع اختلافات في الارتفاع، وقوة النمو في بداية الموسم، وكثافة الأوراق، كانت هناك اختلافات كبيرة بين الهجائن في المساحة الورقية، وعدد الأوراق، وارتفاع النبات، ودليل المساحة الورقية ، والمادة الجافة للنبات ، وغلة الحبوب والحاصل البايولوجي ، تراوحت غلة الحبوب للهجائن بين 87% و91% ، ولم ترتبط خصائص الذرة الصفراء بأعداد الأدغال ، أو

غطاء الأدغال ، أو النسبة المئوية للأدغال ، تم ملاحظة تفاعل كبير بين الهجن ومكافحة الأدغال فيما يتعلق بإنتاج الحبوب في عام 1989، مما يشير إلى أن بعض الهجن أكثر قدرة على المنافسة عندما يكون ضغط الأدغال مرتفعاً (Ford و Pleasant ، 1994). تتأثر القدرة التنافسية للمحصول بعدد من العوامل الزراعية، بما في ذلك كثافة الزراعة وموعد الزراعة (Mohler، 2001). المنافسة بين الأدغال والمحاصيل في النظم البيئية الزراعية عامل مهم يؤدي إلى انخفاض غلة المحاصيل، ومن هذا المنظور، فإن العلاقات التنافسية بين الذرة الصفراء والأدغال هي إحدى المشاكل الأساسية الشائعة في العلوم والممارسة الزراعية، ومن العوامل التي تؤثر على المنافسة بين الذرة والأدغال، تعتمد القدرة التنافسية لنباتات الذرة على وقت البذر، ومعدل البذور، المسافة بين الخطوط، وكثافة المحصول، ونظام المغذيات، يمكن أن يساعدنا تحديد الفترة الحرجة لمنافسة الأدغال في تقليل مكافحة الأدغال للذرة، قد تؤثر عدة عوامل مثل المناخ والنمط الجيني والممارسات الزراعية على أنواع الأدغال وكثافتها إذ لها تأثير سلبي على تراكم الكتلة الحيوية للذرة الرطبة والجافة وارتفاع النبات ومساحات سطح الأوراق وطول العرنوص وقطر العرنوص ووزن الكوز وشفوف الكوز وعدد الحبوب في الصف ووزن 100 حبة، كل ذلك تقلل من غلة حبوب الذرة، تتمتع النماذج الرياضية بإمكانيات جيدة لإثبات وجود علاقات تنافسية بين الذرة والأدغال (Nakova و Khristova ، 2012). تعتمد القدرة التنافسية للمحصول على خصائص فسيولوجية ومورفولوجية متنوعة تُمكنه من الاستفادة من الضوء والماء والمغذيات وغيرها من الموارد المحدودة بفعالية في ظل ضغط الأدغال، ويمكن لمجموعة متنوعة من الممارسات الزراعية، مثل مواعيد زراعة المحاصيل، والأصناف المتنافسة، ومعدلات البذر، وعرض الصفوف، وإدارة المغذيات، واستراتيجيات الري، أن تُسيطر على منافسة المحاصيل للأدغال وتُعزز قدرتها التنافسية ضدها (Swanton وأخرون، 2015). ومن أجل تحديد معايير نمو النبات التي تعزز القدرة التنافسية للذرة الصفراء ضد الأدغال، أجريت دراسة ميدانية في مزرعة البحوث الزراعية بجامعة الرازي في كرمانشاه بإيران، تم استعمال التجربة العاملية، تتكون العوامل من معاملات الأدغال (بما في ذلك معاملات المدغلة ومعاملات الخالية من الأدغال) وهجن الذرة الصفراء (بما في ذلك KSC 260 و KSC 302 و KSC 500 و KSC 647 و KSC 700 و KSC 704)، تتكون معايير نمو النبات قيد الدراسة من ارتفاع النبات والحاصل البيولوجي ومساحة الورقة ودليل المساحة الورقية وحاصل الحبوب ومعدل النمو النسبي، أشارت النتائج إلى أن الهجنين KSC 700 و KSC 704 لديهما أعلى قدرة تنافسية وإنّ الهجنين KSC 302 و KSC 260 لديهما أدنى قدرة تنافسية، وكانت القدرة التنافسية للهجنين KSC 500 و KSC 647 متوسطة، أشارت جميع صفات النمو المدروسة، إلى ارتباط إيجابي مع القدرة التنافسية، وكان معدل النمو النسبي هو الأعلى، ومساحة الورقة، من بين صفات النمو، كانا أفضل مؤشرين على القدرة التنافسية لهجن

الذرة الصفراء (Mohammadi، 2007). لقد أشار الخزعلي وشاطي (2016) في دراسة على بعض اصناف من الذرة الصفراء فجر 1 وبغداد 3 و 5018 والمها وسارة وبحوث 106 و تالار لمكافحة الأدغال استخدم مبيدات أدغال حديثة وهي Arrow و Crew و Guradian و Proponit فضلا عن معاملة الغياب التام للأدغال والمعاملة المدغلة ولقد سجلت معاملة مبيد Guradian أقل متوسطاً لكثافة الأدغال بلغت 9.19 و 14.05 نبات م² وسجلت المعاملة المدغلة أعلى متوسطاً لهذه الصفة بلغت 20.81 و 28.81 نبات م² للموسمين بالتتابع وقد حقق مبيد Guradian النسبة الاعلى لمكافحة بلغت 55.70 و 50.72 % و للموسمين على الترتيب ، و بالنسبة للوزن الجاف للأدغال قد حقق مبيد Guradian أقل متوسط بلغ 116.37 و 153.35 غم/م²، للموسمين بالتتابع ومقارنة مع ما أعطته المعاملة المدغلة التي سجلت أعلى متوسطاً بلغ 391.56 و 858.59 غم م² اذ تثبتت هذه المعاملة للوزن الجاف و بنسبة 70.35 و 81.34 % للموسمين معا وأما بالنسبة للأصناف فقد أعطى الصنف فجر 1 في الموسم الربيعي أقل متوسطاً لكثافة الأدغال بلغت 8.94 نبات /م² وأعطى الصنف بغداد 3 أعلى متوسطاً لصفة الوزن الجاف بلغ 11.78 نبات/م² ، في الموسم الخريفي سجل صنف بحوث 106 أقل متوسط لهذه الصفة بلغت 13.72 نبات/م² أما صنف سارة فقد اعطى أعلى متوسطاً لهذه الصفة بلغ 16.22 نبات /م² ، وتفوقت معاملة التداخل بين مبيد Guradian مع صنف المها في الموسم الربيعي أعطت أقل متوسط لكثافة الأدغال وقد بلغت 7.33 نبات/م² ، والمعاملة المدغلة مع الصنف بغداد 3 قد أعطت أعلى متوسط لهذه الصفة وقد بلغ 25.33 نبات /م² ، وأما في الموسم الخريفي تفوقت معاملة التداخل مبيد Guradian مع الصنف بحوث 106 أعطت أقل متوسطاً لكثافة الأدغال بلغت 12.00 نبات/م² أما المعاملة المدغلة مع الصنف سارة قد أعطت أعلى متوسطاً لهذه الصفة الذي بلغ 34.33 نبات/م² ، ولقد بينت النتائج أن جميع المبيدات التي تم استخدامها في التجربة قد خفضت نسبة أعداد الأدغال وأيضا تم تثبيط أوزانها الجافة بنسب متفاوتة وذلك حسب طبيعة التركيب الكيميائي للمبيد قياساً مع معاملة المقارنة قد اختلفت الاصناف في قابليتها على منافسة الأدغال واختلفت بذلك نسب خفض اعدادها وأيضا أوزانها الجافة .

2-17- تأثير مبيدات الأدغال في صفات النمو الخضري في محصول الذرة الصفراء

لقد بين El-Naggar و El-Sobky (2016a) في دراسة من اجل معرفة تأثير أربع معاملات لمكافحة الأدغال (مدغلة ، العزق اليدوي مرتين، مبيد الأدغال Harness+ العزق اليدوي مرة واحدة ومبيد الأدغال Harness) وكثافتين للزراعة 24000 و 34000 نبات/فدان على النمو والحاصل ومكونات للذرة الصفراء (صنف 178 أصفر) ، اذ سجلت معاملات مكافحة الأدغال متوسطات أعلى في صفات نمو الذرة ارتفاع

النبات (سم)، عدد الأوراق/ نبات (عدد)، مساحة الأوراق/ نبات (سم²)، دليل مساحة الورقة ، وزن الأوراق الجافة (غم) ومحتوى الكلوروفيل (SPAD) ومقارنة بالمعاملة المدغلة كما كان لمعاملات مكافحة الأدغال تأثيرات كبيرة على معظم صفات الحاصل ومكوناتها ، لم يكن لكثافة الزراعة تأثير كبير على معظم صفات نمو الذرة الصفراء باستثناء ارتفاع النبات وعدد الأوراق الخضراء لكل نبات ودليل المساحة الورقية بسبب زيادة كثافة الزراعة من 24000 إلى 34000 نبات / فدان ، كان للزراعة الكثيفة (34000 نبات / فدان) ، كان للتدخل بين العوامل تأثيرات كبيرة على معظم صفات النمو وبعض مكونات الحاصل، كان تطبيق معاملات مكافحة الأدغال فعالاً في تثبيط منافسة الأدغال لنباتات الذرة ومن ثم تحسنت صفات النمو والغلة للذرة ، النباتات التي تتعرض للمنافسة ممكن ان يؤدي ذلك الى تقليل في صفة ارتفاع النبات ويمكن مقارنة هذا تأثير طرق المكافحة في صفة ارتفاع نبات الذرة .

إن التقديرات الدقيقة لإجمالي لمساحة الأوراق مهمة في عملية نمو المحاصيل ، الان الورقة هي التي تعترض ضوء الشمس الذي يعد من عناصر المهمة في عملية البناء الضوئي ذلك يزيد عملية صنع الغذاء في النبات، وهذا يؤدي الى زيادة انتاج المحصول من الحبوب وأيضا في المادة الجافة (Valentinuz وTollenaar، 2006) . الأدغال وهي نباتات التي تظهر خصائص النمو والصفات التكيفية التي تسمح لها بالنمو والازدهار في بيئات مختلفة، إنها تنتج كميات بذور كبيرة، ولديها سبات متغير، وتنتشر نباتياً، ويمكنها منافسة المحاصيل الاستراتيجية (Batlla وآخرون، 2020). ان الذرة الصفراء شديدة التأثر لمنافسة الأدغال، بسبب نموها البطيء في المراحل الأولية حتى وصولها 40 يوماً بعد الزراعة، وتتجاوز الخسائر الناجمة عن الأدغال الخسائر الناجمة عن أي فئة أخرى من الزراعة مثل الحشرات، والديدان الخيطية، والأمراض، والقوارض وما إلى ذلك ، من إجمالي الخسارة السنوية للمنتجات الزراعية من الآفات المختلفة في الهند ، وتمثل الأدغال 45 % والحشرات 30 % والأمراض 20 % وغيرها 5 % ، في الذرة الصفراء، تتراوح الخسارة بسبب الأدغال بين 18 إلى 85 %، ونظرًا لعدم توفر العمالة في الوقت المناسب وبمعدل اقتصادي، ان الأدغال تصبح مشكلة كبيرة في منافسة محصول الذرة الصفراء ، هناك الكثير من الأدغال المرافقة لمحصول الذرة الصفراء من أنواع نباتية متعددة من الأدغال ومنها عريضة الأوراق، وأدغال رفيعة الاوراق وتسبب خسائر كبيرة في انتاج المحصول ، من حيث التكلفة الاقتصادية ، فإن الطرق اليدوية والميكانيكية لمكافحة الأدغال، بالإضافة إلى كونها أقل فعالية وتكلفة وتتطلب وقتًا أقل من باقي الممارسات من اجل مكافحة الأدغال وبالإضافة إلى الحاجة الى إعادة تكرارها على فترات متعددة ، تعد طريقة مكافحة الأدغال الكيميائية الحل الأفضل من الطرق التقليدية وتشكل جزءًا لا يتجزأ من زراعة

المحاصيل الحديثة ، وتعد ممارسة مكافحة الأدغال التي تنمو مع الذرة الصفراء استخدام مبيدات الأدغال الانتقائية قبل ظهورها مثل atrazine أو pendimethalin متبوعاً بإزالة الأدغال يدويا من أجل القضاء على انتشار الادغال ، فإن استخدام مبيدات الأدغال هو أحد الخيارات الافضل للمزارعين للقضاء على منافسة الأدغال في مرحلة نمو المحصول المبكرة ، و لطبيعة طيف الأدغال في الذرة ، والمنافسة بين المحاصيل والأدغال ، وتأثيرها على صفات النمو والحاصل ومكوناته (Shrinivas، 2016). لقد أشارا Imoloame و Omolaiye (2017) في دراسة حول تأثير فترات بقاء الأدغال على نمو الذرة الصفراء وانتاج الحاصل ، اذ استخداما في التجربة من 10 معاملات، معاملة غياب الأدغال في البداية لمدة 3 و6 و9 و12 أسبوعاً بعد البذر ثم تركت مدغلة حتى الحصاد ، كانت معاملات للمقارنة، واحدة تركت مدغلة والأخرى بقيت خالية من الأدغال حتى الحصاد، وقد حسبت الصفات التالية وزن الأدغال الجافة ، وارتفاع نبات الذرة ، ومساحة الورقة ، وعدد الأوراق/النبات، ووزن العرنوص، وأظهرت النتائج أن تدخل الأدغال في الذرة لمدة 6 وما بعدها أدى إلى انخفاض كبير في معايير النمو وحاصل الحبوب ، أما المعاملات التي تعرضت لتدخل الأدغال لمدة 3 فقد أنتجت محصولاً أعلى بكثير مما كان قابلاً للحد الأقصى ، لذلك، يفهم من الدراسات الحالية أنه يجب إبقاء حقول الذرة خالية من الأدغال بين 3 و6 أسبوعاً بعد البذر وهي الفترة الحرجة لمكافحة الأدغال ، من أجل الحصول على محصول ذات إنتاج عالي . تفرض الأدغال مشاكل عديدة على إنتاج محصول الذرة الصفراء ، مما يؤدي إلى انخفاض غلة المحاصيل وانخفاض الأرباح للمزارعين، وقد عزيت الآثار الضارة للأدغال إلى التنافس مع محصول الذرة على الضوء والماء والمغذيات، مما قد يؤدي إلى انخفاض نمو المحصول وغلته، وفي هذا السياق، فإن الإدارة الفعالة للأدغال مهمة لتقليل التأثير السلبي للأدغال الضارة على إنتاج المحصول ، ويمكن تحقيق ذلك من خلال عدد طرائق لمكافحة ومنها الطريقة الكيميائية، ويمكن أن يكون استخدام مبيدات الأدغال قبل الإنبات وبعده الزراعة تعدّ من الطرق الفعالة من أجل إدارة الأدغال المرافقة للمحصول ، تم استعمال مبيدات — Dimethenamid + Terbutylazine و Isoxaflutole + Thiencarbazone methyl + Cyprosulfamide قبل الإنبات، من ناحية أخرى، استُخدم Mesotrione + Nicosulfuron و Dicamba + Nicosulfuron كمبيدات أدغال بعد الإنبات، قد أظهرت النتائج تباين تأثير مبيدات الأدغال باختلاف المكونات الفعالة للمبيد ونوع الأدغال ، بالإضافة إلى ذلك، تباينت فعالية مبيدات الأدغال باختلاف أوقات الإضافة قبل او بعدة الزراعة ، سُجّل أقل تأثير على دغل الدنان ، المعاملات في أرض مزروعة Mesotrione + Nicosulfuron مبيدات الأدغال فعالية عالية تصل الى (95-100%)، ولمبيدات المستخدمة قبل وبعده الزراعة اذ سُجّل أعلى متوسطاً في

صفة ارتفاع للنبات للذرة، وقطر الساق ، وتبين النتائج أن الجمع بين مبيدات الأدغال قبل وبعد ظهور الذرة يمكن أن يكون خيارًا فعالًا لمكافحة الأدغال الكيميائية (Alptekin وآخرون، 2023).

2-18- تأثير مبيدات الأدغال في صفات الحاصل ومكوناته للذرة الصفراء

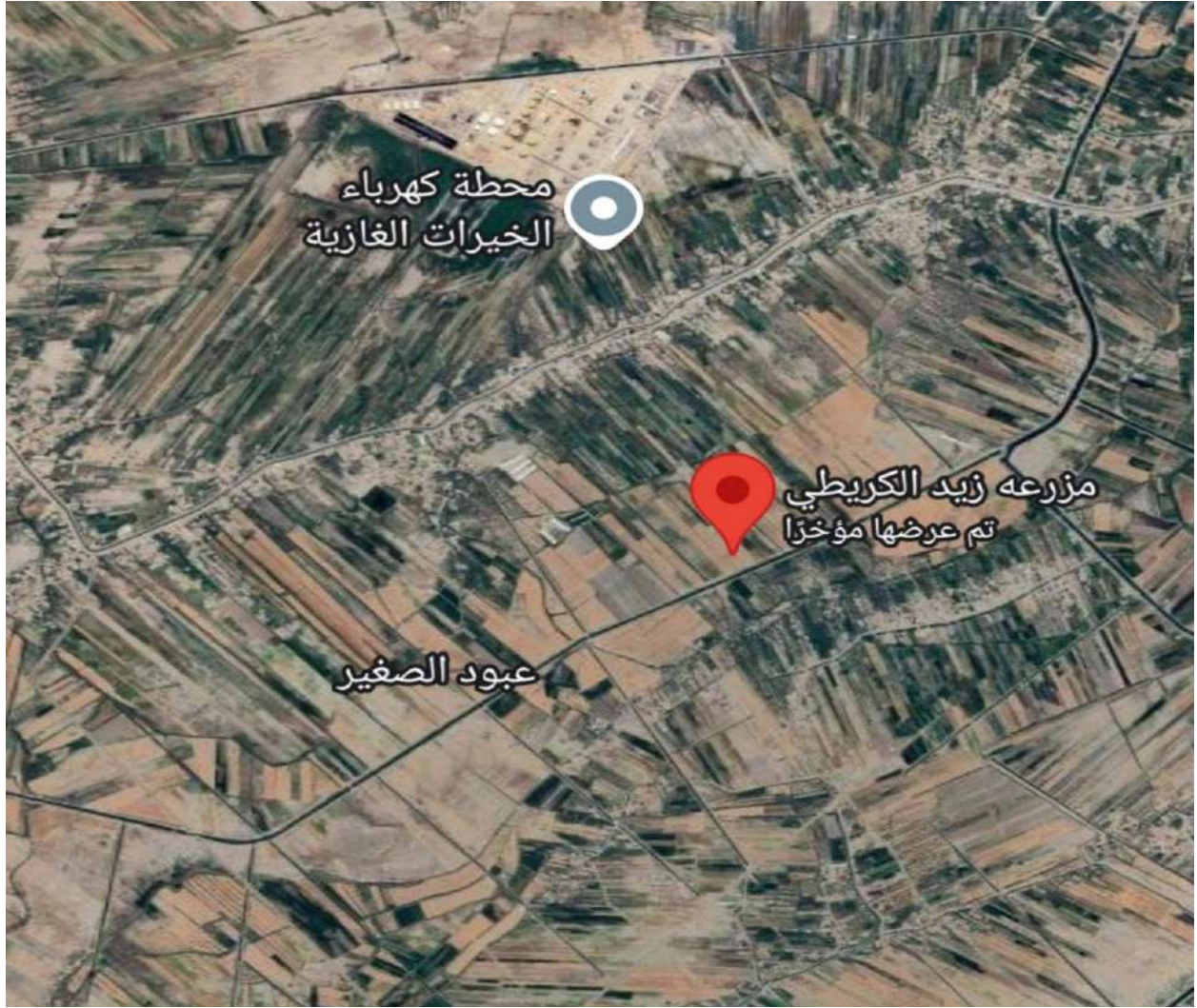
بين Ahmed و Saleh (2023) عند دراستهم لفعالية ثلاثة أنواع من مبيدات الأدغال مدخلة مؤخرًا إلى العراق من اجل مكافحة الأدغال التي تنمو مع محصول الذرة الصفراء و تضمنت الدراسة ثلاثة أنواع من المبيدات (Cornet و Astran و Master Power) والعامل الثاني الذي مثل معدلات رش مبيدات الأدغال والتي تضمنت 5 معاملات وهي (بدون مبيد، التعشيب اليدوي، ورش المبيد بمعدل نصف التوصية بها ، رش كامل التوصية ، ورش المبيد بمعدل 1.5 من التوصية)، اذ تم دراسة خصائص الأدغال والتي كانت (كثافة الأدغال ، نسبة الأدغال في المكافحة ، والوزن الجاف للأدغال) ، وفي صفات محصول الذرة وكانت (ارتفاع النبات، مساحة الورقة، عدد الأيام حتى التزهير، عدد الأيام حتى النضج، عدد صفوف بالعرنوص ، عدد الحبوب بالعرنوص ، وزن 300 حبة ، وحاصل الحبوب للنبات وحاصل الحبوب الكلي)، وتفق المبيد Astran على بقية المبيدات الأخرى في تقليل كثافة الأدغال وزيادة نسبة المكافحة وتقليل الوزن الجاف للأدغال عند رشه بالكمية الموصى بها والكمية الأعلى تسببت الأدغال خسائر كبيرة في إنتاجية الذرة الصفراء في جميع أنحاء العالم .

تعد الأدغال نباتات غير مرغوب فيها للنمو لذا من المتوقع أن تتغلب إدارة الأدغال على الخسائر التي تسببها، إحدى طرق إدارة الأدغال باستخدام مبيدات الأدغال هي المواد الكيميائية المستخدمة في إدارة الادغال في النباتات استخدمت هذه الدراسة 4 مبيدات وهي التلامس والجهازية وإزالة الادغال، أظهرت النتائج أن إدارة مبيدات الادغال أثرت بشكل كبير على وزن 100 بذرة ووزن العرنوص لكل قطعة أرض ووزن البذور لكل قطعة أرض، ولكن لم يكن لها تأثير كبير على الادغال دون إدارة، يشير ذلك إلى أن معاملات إدارة الادغال باستخدام مبيدات الأدغال تؤثر على صفات نمو المحصول ومكونات الحاصل ايضا ، تعد إدارة الادغال للمزارعين مهمة جدًا لمنع التنافس على العناصر الغذائية بين الادغال والذرة (Kabeakan، 2023). وعلى الرغم من إن أصناف الذرة الصفراء ذات الإنتاج العالي تكون مرغوبة في الزراعة ، إلا أن العائدات ما زالت منخفضة للغاية في دولة إثيوبيا ، وذلك بسبب غزو الأدغال للمحاصيل وهي من مصادر القلق الكبير لأنه تؤدي لانخفاض انتاج الغلة ، إن تواجد الأدغال في حقول الذرة الصفراء بشكل مبكر يؤدي إلى انخفاض انتاج المحصول و بنسبة تصل 35-87.5% (Negewo وآخرون، 2024).

3- المواد وطرائق العمل

1-3- موقع التجربة وخصائص التربة

نُفذت التجربة الحقلية خلال الموسم الزراعي الخريفي عام 2024 في ناحية الخيرات في قضاء الهندية في محافظة كربلاء المقدسة، (خط الطول $E^{\circ}15.3'13^{\circ}44$ وخط العرض $N^{\circ}26.6'28^{\circ}32$) شكل (1)، لدراسة استجابة هجن من الذرة الصفراء لمكافحة الأدغال، ودراسة مقاومة بعض الأدغال المرافقة لها لفعل مبيدات الأدغال، وذلك بعد ما تم قياس بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل من خلال أخذ عينات عشوائية ومن العمق 0 – 30 سم وفقاً للطرائق القياسية (جدول 1).



شكل 6: موقع التجربة حسب خطوط الطول والعرض

الجدول 1 : بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل

| الخاصية | القيمة | الوحدات |
|-------------------|--------------|-------------------------|
| الطين | 379 | غم كغم ⁻¹ |
| الغرين | 331 | غم كغم ⁻¹ |
| الرمل | 290 | غم كغم ⁻¹ |
| النسجة | طينية مزيجية | -- |
| المادة العضوية | 1.900 | غم كغم ⁻¹ |
| الايونات الذائبة | 16.9 | ملغم كغم ⁻¹ |
| | 13.54 | ملغم كغم ⁻¹ |
| الفسفور الجاهز | 13.9 | ملغم كغم ⁻¹ |
| البوتاسيوم الجاهز | 120 | ملغم كغم ⁻¹ |
| EC | 2.21 | ديسيمنز م ⁻¹ |
| PH | 7.8 | --- |

تم اجراء تحليل تربة الحقل في وزارة الزراعة مديرية زراعة بابل المختبر المركزي.

2-3- تحضير الأرض والتصميم التجريبي والمعاملات

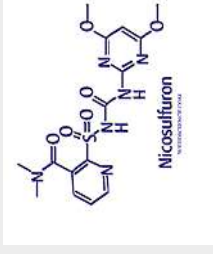
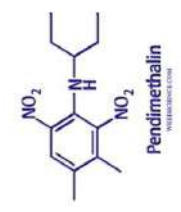
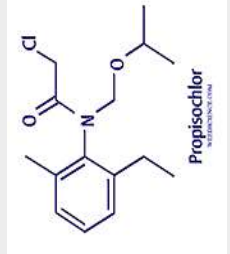
حرثت أرض التجربة بالمحراث المطرحي القلاب، وبعدها سويت وقسمت على الوحدات التجريبية ، اذ كانت الوحدة التجريبية بمساحة 9م²، واشتملت على اربعة مروز وبطول 3 م والمسافة بين كل مرز واخر 75 سم والمسافة بين نبات واخر 25 سم وبكثافة نباتية بلغت 53333 نبات هـ⁻¹، زرعت بذور الذرة الصفراء في 2024/8/1 (الساهوكي ، 1990). أجريت عمليات خدمة المحصول حسب الحاجة، سمد الحقل بسمد سوبر فوسفات الثلاثي (P₂O₅ 45%) عند تحضير التربة بمعدل 200 كغم P₂O₅ هـ⁻¹، وسمد اليوريا (N46%) وبمعدل 320 كغم N هـ⁻¹ اذا تم إضافة التوصية السمادية بثلاث دفعات الأولى عند الزراعة والثانية

بعد 40 يوماً من الزراعة والدفعة الثالثة عند بداية تكوين الحريرة، تم إضافة السماد البوتاسي وعلى ثلاث دفعات بمعدل 80 كغم K_2O هـ¹- الأولى عند الزراعة والثانية بعد 40 يوماً من الزراعة والدفعة الثالثة عند بداية تكوين الحريرة (وزارة الزراعة العراقية، 2011)، تم مكافحة حشرة حفار ساق الذرة بطريقة تلقيح القمة النامية للنباتات وباستعمال مبيد الديازينون المحبب وبمعدل 5 كغم هـ¹- وعلى دفعتين: الأولى كانت بعد 30 يوماً من البزوغ، والثانية بعد 25 يوماً من إجراء المكافحة الأولى كإجراء وقائي (العلي، 1980)، نفذت التجربة حسب تصميم القطاعات الكاملة المعشاة R.C.B.D بترتيب الألواح المنشقة احتوت الألواح الرئيسية على ثلاث هجن من الذرة الصفراء (Torro و Top و Tawer) في جدول (2)، بينما اشتملت الألواح الثانوية على ثلاثة مبيدات كيميائية: (Reef Sulfuran و Trinity و Propont) إضافة إلى المعاملة المدغلة ومعاملة وغياب الأدغال، إذ استعملت المبيدات الأدغال وفقاً لتوصيات الشركة المنتجة في جدول (3)، وتمت إزالة الأدغال من الوحدات التجريبية التي تكون خالية من الأدغال طول فترة التجربة، وتم الحصاد في 2024/11/15.

الجدول 2: الهجن الداخلة في الدراسة

| ت | اسم الهجين | المنشأ | شدة اللون | النقاوة (%) |
|---|------------|--------|-------------|-------------|
| 1 | Torro | تركي | صفراء داكنة | 100% |
| 2 | Top | هولندا | صفراء داكنة | 100% |
| 3 | Tawer | تركي | صفراء داكنة | 100% |

الجدول 3 : المبيدات المستعملة في الدراسة ومواعيد رشها

| اسم المبيد | المادة الفعالة | المجموعة الكيميائية | الصيغة الكيميائية | الصيغة الجزيئية | التوصية | مرحلة الرش | نوع الدغل |
|---------------|--------------------------------------|---------------------|--|-----------------------|---------------------------|----------------|----------------------------|
| Reef sulfuran | Nicosulfuron %75WDG | Sulfonylureas |  | $C_{15}H_{18}N_6O_6S$ | 60-50 غم هـ ¹ | من 3 - 6 أوراق | أدغال ريفية وعريضة الاوراق |
| Trinity | Pendimethalin 33% (w/v) (a.i.) | Dinitroaniline |  | $C_{13}H_{19}N_3O_4$ | 4000 مل / هـ ¹ | قبل الزراعة | أدغال ريفية وعريضة الاوراق |
| Proponit | Propisochlor 720 g/l | Amides |  | $C_9H_9Cl_2NO$ | 2000 مل / هـ ¹ | قبل الزراعة | أدغال ريفية وعريضة الاوراق |

❖ 3-3- صفات الأدغال قيد الدراسة

❖ كثافة الأدغال (نبات م²): تم حساب عدد الأدغال من مساحة 50*50 سم بعد مرور 30 و 60 و 90 يوماً من المكافحة

❖ النسبة المئوية المكافحة: أخذت كنسبة مئوية لكثافة الأدغال بعد مرور 30 و 60 و 90 يوماً من المكافحة بوساطة المعادلة الآتية :

$$\text{النسبة المئوية للمكافحة } \% = \frac{\text{كثافة الأدغال في معاملة المدغلة} - \text{كثافة الأدغال في معاملة المكافحة}}{\text{كثافة الأدغال في معاملة المدغلة}} \times 100$$

(Safi، 2016).

❖ الوزن الجاف للأدغال (غم م⁻¹): أخذت عينات الأدغال من مساحة متر مربع لكل وحدة تجريبية بعد الحصاد وتركت بالهواء وتحت اشعة الشمس حتى ثبات الوزن ثم وزنت.

❖ النسبة المئوية لتنشيط الأدغال: وتم حسابها من خلال المعادلة التالية:

$$\text{النسبة المئوية لتنشيط } \% = \frac{\text{الوزن الجاف للأدغال في معاملة المدغلة} - \text{الوزن الجاف للأدغال في معاملة المبيد}}{\text{الوزن الجاف للأدغال في معاملة المدغلة}} \times 100$$

❖ 4-3- صفات النمو لمحصول الذرة الصفراء

❖ ارتفاع النبات (سم) حسب متوسط ارتفاع النبات من خمسة نباتات قد أخذت بصوره عشوائية من كل وحدة تجريبية وتم القياس من قاعدة النبات الى العقدة السفلى للنورة الذكورية.

❖ المساحة الورقية (سم²) تم حسابها متوسط خمسة نباتات وفقاً للمعادلة التالية:

المساحة الورقية (سم²) = مربع طول الورقة التي تكون تحت العرنوص $\times 0.75$ ولورقة واحدة وبعدها أخذ متوسط خمسة نباتات (الساهوكي وحياد، 2013).

❖ دليل المساحة الورقية: تحسب من قسمه المساحة الورقية على المساحة الذي يشغلها النبات الواحد (Hunt، 1982).

❖ دليل الكلوروفيل (SPAD): تم قياس بوساطة جهاز SPAD حيث أخذ الجهاز متوسط خمسة نباتات من الذرة الصفراء، وكانت الورقة تحت العرنوص وبصورة عشوائية.

❖ طول العرنوص (سم): حسب طول العرنوص بواسطة شريط القياس وبعدها اخذ متوسط خمسة عرانيص .

- ❖ **الحاصل ومكوناته:** حسب لخمسة نباتات وبصورة عشوائية من كل وحدة تجريبية وحسب.
- ❖ **عدد الصفوف (صف . عرنوص¹):** حسب يدويا لخمسة عرائيص المختارة عشوائيا بعد ذلك استخرج المتوسط لعدد الصفوف في العرنوص .
- ❖ **عدد الحبوب بالصف (حبة صف¹):** لقد تم حساب عدد الحبوب بالصف يدويا لخمسة عرائيص واستخرج المتوسط له.
- ❖ **عدد الحبوب بالعرنوص (حبة . عرنوص¹):** تم تقريط الحبوب من العرائيص الخمسة المأخوذة عشوائية، وحسب عدد حبوبها واستخرج المعدل.
- ❖ **وزن 500 حبة (غم):** تم حساب 500 حبة من كل عينة التي كانت مأخوذة لخمسة نباتات محصودة من كل وحدة تجريبية وقد وزنت بميزان حساس.
- ❖ **حاصل الحبوب الكلي (طن/هكتار)** تم حساب الحاصل الكلي للحبوب، وذلك من معدل وزن حاصل النبات الواحد المأخوذ كمعدل من خمسة نباتات محصودة من كل وحدة تجريبية مضروب في الكثافة النباتية (الساھوكي، 1990).
- ❖ **الحاصل البايولوجي (طن/هكتار) :** حساب الحاصل البايولوجي الذي تم من خلال المعادلة التالية، وذلك بعد تجفيف العينة لحين ثبات الوزن (الساھوكي، 1990) .
الحاصل البايولوجي = (الوزن الجاف الكلي للنبات × الكثافة النباتية هـ¹).
- ❖ **دليل الحصاد (%):** تم حسابه من المعادلة الآتية:
دليل الحصاد = $\frac{\text{حاصل الحبوب}}{\text{الحاصل البايولوجي}} \times 100$ (Duan وآخرون، 2018)

الجدول 4: تراكيز المبيدات المستعملة في الدراسة

| معدلات المبيدات | معاملات المكافحة | الرمز |
|----------------------------|------------------|-------|
| ----- | Weedy | H0 |
| ----- | Weed free | H1 |
| 4000 مل / هـ ¹⁻ | Trinity | H2 |
| 2000 مل / هـ ¹⁻ | Proponit | H3 |
| 60 غم هـ ¹⁻ | Reef Sulfuran | H4 |

الجدول 5: يبين الجين المستهدف للمبيد داخل الأدغال المستعملة في الدراسة

| الجين | الدغل | المبيد |
|-------------------------------|-------|---------------|
| ALS (Acetolactate Synthase) | دهنان | Reef Sulfuran |
| α -tubulin gene | دهنان | Trinity |
| 3-Ketoacyl-CoA Synthase (KCS) | دهنان | Proponit |

5-3- التشخيص باستعمال تقنية الجيل التالي لتحديد التسلسل Next Generation sequencing (NGS)

جمعت العديد من العينات الورقية لدغل الدهان *Echinochloa colona* L. والتي أظهرت مقاومة لتأثير مبيدات الأدغال (Reef Sulfuran , Trinity, Propont) في (جدول 3) المنتشرة في حقل التجربة في قضاء الخيرات التابع لمحافظة كربلاء المقدسة .

أرسلت ثلاثة أنابيب مختبرية تحتوي على أوراق نباتية للدغل اعلاه اظهرت مقاومة لتأثير مبيدات الأدغال والتي كانت محفوظة في المحلول الحافظ (RNA protect Tissue Reagent) الى شركة Macrogen Inc. (سيئول، كوريا الجنوبية) لغرض تحديد تسلسل القواعد النيتروجينية (ملحق 5)

باستعمال تقنية الجيل التالي (NGS) بطريقة (Metatranscriptomics) وشملت عملية تحديد تسلسل القواعد النيتروجينية بهذه التقنية وتحليل البيانات التي تم الحصول عليها من الشركة باستعمال برامج المعلوماتية الحيوية بالخطوات الآتية:

3-6- أعداد المكتبات الجينومية وتحديد التسلسل عالي الإنتاجية

لقد تم إعداد مكتبات التسلسل (Sequencing libraries) وتحديد تسلسل القواعد النيتروجينية لعينات الأدغال باستعمال طريقة النسخ (Transcriptome/ RNA-seq) الخاص بالحامض النووي الـ RNA تم تحديد تسلسل القواعد النيتروجينية على منصة Illumina التي تستعمل جهاز NextSeq 1000 و2000 لمعرفة تسلسل الجينوم الكامل للكائنات الحية حيث تنتج قراءات بطوال محددة مقدارها 150 قاعدة نيتروجينية، وكذلك تحديد تسلسل التعبير الجيني مع طول قراءات مقدارها 100 قاعدة نيتروجينية. لاحقاً تم إيداع بيانات التسلسل الجينوم الكامل لدغل الدهنان *Echinochloa colona* في موقع أرشيف قراءة التسلسل (SRA) (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sra>) التابع للمركز الوطني لمعلومات التقنية الحيوية (NCBI) إذ تم تحديد أرقام خاصة لبيانات مشروع الدراسة هذه.

3-6-1- تشذيب قراءات تسلسلات القواعد النيتروجينية

في أثناء عمليات تحضير المكتبات الجينومية، تم إدخال البادئات المتخصصة (Specific Primers) والمحولات (Adapters) في شظايا الحمض النووي ليتم تحديد تسلسلها بنجاح ، وبطبيعة الحال فإن هذه التسلسلات الاصطناعية المضافة لديها القدرة على التداخل السلبي في نتائج تحليلات المعلوماتية الحيوية اللاحقة، لذلك يتوجب إزالتها من مجموعة البيانات بالإضافة إلى إزالة المقروءات ذات النوعية المنخفضة (أقل من Q30) باستعمال البرامج المتخصصة ومنها برنامج Trimmomatic (Bolger وآخرون، 2014) ولكون هذه التسلسلات الإضافية التي يكون لديها القدرة على التداخل السلبي في نتائج تحليلات المعلوماتية الحيوية اللاحقة ، ويمكن التأكد من دقة المقروءات، وذلك بعد تطبيق عملية التشذيب واستعمل برنامج FastQC (Andrews، 2010) ، الذي يمكن ان يعطي تقريراً مفصلاً عن جودة البيانات ولغرض إزالة ذات النوعية الرديئة، وذلك لتحديد الأفضل لاستعمالها في التحليلات النهائية .

3-6-2- تجميع قراءات تسلسلات القواعد النيتروجينية بطريقة *De novo*

بهدف تجميع المقروءات المتسلسلة (Raw reads) في تسلسلات المتجاورات المتداخلة أو المقروءات المتجمعة (Contigs) استعملت برامج متخصصة، وذلك لتحقيق الهدف المنشود وتضمنت برنامج

DNA—SPAdes (Bankevich وآخرون، 2012)، المتخصص بالمقروءات من نوع الحامض النووي وبرنامج Trinity (Grabherr وآخرون، 2011) المتخصص بالمقروءات من نوع الحامض النووي الـRNA، وقد استعملت المعايير الافتراضية المتفق عليها في هذه البرامج، وتم حفظ نتائج عمل هذين البرنامجين بما يخص المقروءات المتسلسلة الأطول في ملفات من نوع FASTA من أجل استعمالها في خطوات التحليل اللاحقة.

3-6-3- مقارنة تسلسلات القواعد النايتروجينية المتجمعة او المتجاورات المتداخلة (Contigs) مع التسلسلات العالمية

يمكن ايجاد مناطق التشابه والاختلاف التي تكون بين تسلسلات البروتينات والقواعد النايتروجينية التي استعملت برنامج Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) (Camacho وآخرون، 2009). الذي يقارن بين تسلسلات القواعد النايتروجينية أو البروتينات المحلية مع جميع التسلسلات المحفوظة في قواعد البيانات وحساب الدلالة الإحصائية لها، ولجعل عملية المقارنة اسرع وادق واكثر تخصصية استعمل هذا البرنامج في مقارنة التسلسلات الأطول التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة مع قاعدة بيانات تسلسلات جميع النباتات المعروفة والمحفوظة في NCBI-Genbank، بالإضافة الى ذلك ترتبط مقاومة مبيدات الأدغال في الأدغال الفصيلة النجيلية (الأدغال) التي يعود لها النبات المدروس عادةً بطفرات في جينات محددة مرتبطة بمواقع استهداف مبيدات الأدغال (Herbicide target sites) ومسارات إزالة السموم (Detoxification pathways)، تشمل الفئات الرئيسية لجينات مقاومة مبيدات الأدغال في أدغال الفصيلة النجيلية جينات مقاومة المواقع المستهدفة (Target-Site Resistance) وجينات مقاومة المواقع غير المستهدفة (Non-target site resistance)، لذلك جمعت جميع التسلسلات ذات العلاقة بهذه الجينات من البنك الجيني وتم المقارنة معها (سلمان، 2021)، حفظت مخرجات هذه العملية في ملف اكسل وتمت مراجعتها وتنظيمها يدوياً، وذلك من اجل التخلص من نسب المقروءات ذات نسب التشابه المنخفضة.

3-6-4- محاذاة المقروءات مع الجينوم المرجعي لجينوم بلاستيديات لدغل *Echinochloa colona* وللجينات ذات العلاقة

بعد تحديد نوع النبات المدروس تم الحصول على الجينوم المرجعي للبلاستيديات التابع لها من قاعدة بيانات متخصصة تسمى RefSeq: NCBI Reference Sequence Database والتي تحتوي على مجموعة التسلسلات المرجعية الشاملة والمتكاملة وغير المكررة والمعرفة بشكل جيد لجميع جينومات وبروتينات

الكائنات الحية المعروفة، استعمل برنامج Bowtie2 (Langmead و Salzberg، 2012) في إجراء المحاذاة (Alignment) بين المقروءات المتسلسلة (Raw reads) والجينومات المرجعي، من أجل تعيين المقروءات المتسلسلة وتجميعها بهدف انشاء او توليد أطول تسلسلات متفق عليها (Consensus sequence) مشابه.

3-6-5- تحليل النشوء والتطور

استعملت مجموعة التسلسلات المتفق عليها (Consensus sequences) المشابه لتسلسلات الجينومات المرجعية للبلاستيدات والجينات ذات العلاقة بمقاومة المبيدات الأدغال في برنامج BLAST من أجل تحديد نسبة التشابه مع التسلسلات المشابهة العالمية وأيضاً لتحديد العلاقة الوراثية بينهما إذ تم تنزيل التسلسلات المماثلة وأجريت عملية المقارنة بينهما باستعمال برنامج ClustalW الموجود ضمن برامج منصة MEGA (الإصدار العاشر) حيث تم تشغيلها من أجل بناء أشجار النشوء والتطور التي تطبق نهج او طريقة الانضمام إلى الجوار (neighbor-joining) (Kumar وآخرون، 2016).

3-6-6- دراسة التباين الوراثي لتحديد الطفرات الوراثية (SNP) في جينات مقاومة تأثير مبيدات الأدغال

لغرض دراسة مدى التباين الوراثي، وتحديد الطفرات الوراثية (Single Nucleotide Polymorphism) بين جينات المقاومة التي تم تحديدها في جينوم نباتات الأدغال قيد الدراسة مقارنة مع الجينات العالمية للنباتات الحساسة استعملت طريقة البصمة الوراثية بوساطة تحليل نسبة التشابه بين تسلسلات القواعد النايتروجينية للتسلسل المتفق عليه (Consensus sequences) لكل جين مشخص مع تسلسل السلالات العالمية المشابه، لغرض تحقيق ذلك استعمل برنامج ClustalX في فحص نسبة التشابه بين تسلسلات القواعد النايتروجينية للسلالات المجمع (Crooks وآخرون، 2004).

3-7- التحليل الإحصائي

تحليل البيانات إحصائياً إذ تم ذلك وفقاً لتصميم القطاعات الكاملة المعشاة R.C.B.D وبترتيب الألواح المنشفة في التجربة، ثم قُورنت المتوسطات باستعمال اختبار أقل فرقاً معنوياً L.S.D عند مستوى احتمالية 0.05 (الساهوكي ووهيب، 1990)، باستعمال برنامج التحليل الإحصائي (GenStat) (الاسدي، 2019).

4- النتائج والمناقشة

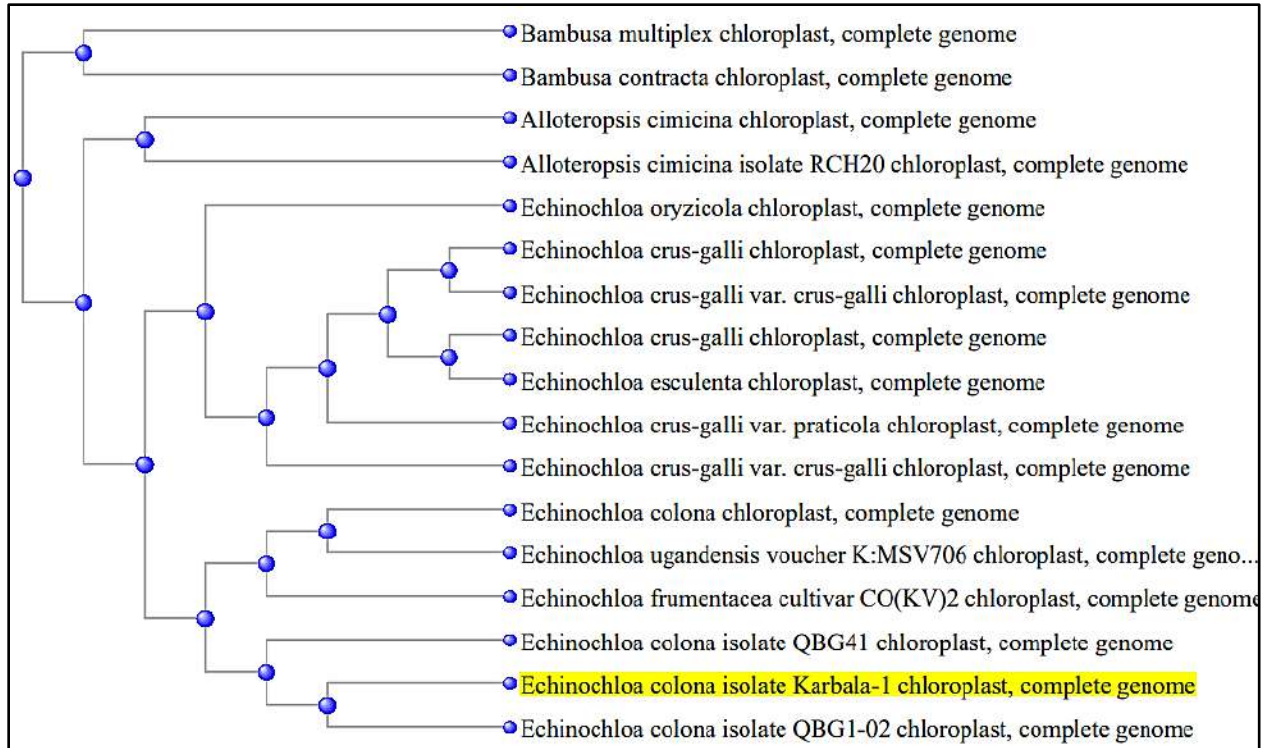
تم تشخيص الأدغال العريضة ورفيعة الأوراق الموجودة في حقل التجربة ووجدت مجموعة متنوعة من الأدغال (جدول 6).

الجدول 6: أنواع نباتات الأدغال الموجودة في حقل التجربة

| دورة الحياة | الاسم الإنكليزي | الاسم العلمي | الاسم العربي | |
|-------------|----------------------|----------------------------------|--------------|----|
| حولي | Purple pain-grass | <i>Echinochloa colona</i> L. | الدهنان | 1 |
| حولي | Alkali weed | <i>Cressa ceretica</i> L. | الشويل | 2 |
| معمّر | cogongrass | <i>Imperata cylindrica</i> L. | الحلفا | 3 |
| معمّر | Nutgrass | <i>Cyperus rotundus</i> L. | السعد | 4 |
| حولي | Portulaca oleracea | <i>Echinochloa crus-galli</i> L. | الدنان | 5 |
| معمّر | Bermudagrass | <i>Cynodon dactylon</i> L. | الثيل | 6 |
| معمّر | Prickly alhagi | <i>Alhagi maurorum</i> L. | عاقول | 7 |
| معمّر | Phragmites australis | <i>Phragmites australis</i> L. | القصب | 8 |
| حولي | Cleavers | <i>Lolium temulentum</i> L. | الرويفة | 9 |
| حولي | Dwarf mallow | <i>Malva praviflora</i> L. | الخباز | 10 |
| حولي | White goosefoot | <i>Chenopodium album</i> L. | الرعيلة | 11 |
| حولي | Wild safflower | <i>Carthamus oxyacanthus</i> L. | كسوب | 12 |
| معمّر | Field bind weed | <i>Convolvulus arvensis</i> L. | المديد | 13 |
| حولي | Holy Thistle | <i>Silybum marianum</i> L. | الكلغان | 14 |

تم بناء شجرة النشوء والتطور (Phylogenetic tree) استنادًا إلى التسلسل الكامل لجينوم البلاستيدات لمجموعة من العينات النباتية المنتمية لعائلة *Poaceae*، بما في ذلك عينة الدراسة *Echinochloa colona* isolate Karbala-1 (شكل 8)

أظهرت نتائج التحليل الوراثي أن العزلة *E. colona* isolate Karbala-1 تجمعت ضمن نفس الفرع التطوري (clade) مع عينات أخرى من *Echinochloa colona* مثل العزلتين *QBG41* و *QBG-102*، مما يدل على قربها الوراثي الكبير منها، من ناحية أخرى، تميزت هذه المجموعة بوضوح عن الأنواع الأخرى مثل *Echinochloa crus-galli* و *Echinochloa oryzicola*، مما يبرز الاختلافات الجينية التي تؤكد صحة التمييز التصنيفي بين الأنواع المختلفة ضمن الجنس *Echinochloa*. إن هذه النتائج تعزز دقة التشخيص الجزيئي للنبات قيد الدراسة، وتؤكد أن تسلسل جينوم البلاستيدات لعزلة *E. colona* isolate Karbala-1 يمكن استخدامه كأداة موثوقة في دراسات التصنيف والتنوع الوراثي لأفراد هذا الجنس في المنطقة.



شكل 8: الشجرة الوراثية لعلاقات تسلسل جينوم البلاستيدات لعزلة *Echinochloa colona* isolate Karbala-1 ونظيراتها

4-2- تحليل الاختلافات في التعبير الجيني بين العزلة العراقية المقاومة والعزلة الحساسة العالمية لدغل الدهنان (*Echinochloa colona*)

أظهرت نتائج تحليل التعبير الجيني لجينوم البلاستيدات الخضراء الجدول (7) اختلافات جوهريّة بين العزلة العراقية المقاومة (Treatment) والعزلة الحساسة (Control)، حيث لوحظ تعبيرٌ حصريٌّ أو متفاوت لعدد من الجينات في كل عزلة، ففي العزلة المقاومة، ارتبط التعبير المرتفع لجينات مثل (cemA CDS و ndhB CDS و psaI CDS و psbE/F/J/L و rbcL CDS و rpl/rps) ومثل (rpl20, rps12) بآليات حيوية كتركيب الثايلاكويد، وتعزيز البناء الضوئي، وتجميع الريبوسومات، مما قد يعكس تكيفًا جزئيًا لمواجهة الإجهاد البيئي أو الكيميائي، في المقابل انخفض تعبير جينات مثل petG CDS و petL CDS و psaJ CDS و ycf68 CDS في العزلة المقاومة، والتي ترتبط عادةً بسلسلة نقل الإلكترون وتخليق الكلوروفيل، مما يشير إلى إعادة توجيه الموارد الخلوية نحو مسارات مقاومة الإجهاد على حساب العمليات الأساسية (Zhang وآخرون، 2020).

من ناحية أخرى، أظهرت جينات مثل ycf1 CDS و ycf15CDS تعبيرًا متفاوتًا، مما يفتح بابًا لفرضيات حول دورها في تنظيم الاستجابة للشدود عبر تعديل التمثيل الغذائي، هذه الاختلافات تُظهر تكيفًا تطوريًا في العزلة المقاومة، حيث تُعطل بعض المسارات التقليدية لصالح تعزيز آليات الدفاع، وهو نمط يتوافق مع دراسات سابقة ناقشت استجابة النباتات للإجهاد (Liu وآخرون، 2018 و Kim وآخرون، 2020).

التفسير الوظيفي لهذه النتائج يمكن أن يعزى إلى:

1- تعزيز البناء الضوئي: يُفسر ارتفاع تعبير جينات الـ psb و psa في العزلة المقاومة كآلية لتعويض فقدان الكفاءة الناتج عن الإجهاد، وهو ما يدعمه بحث Kim وآخرون (2020) الذي ربط بين زيادة هذه الجينات ومقاومة مبيدات الأدغال.

2- تجميع الريبوسومات: يُشير ارتفاع جينات الـ rpl و rps إلى تسريع تخليق البروتينات الدفاعية، وهي آلية مماثلة لـ "الاستجابة السريعة" الموثقة (Liu وآخرون، 2018).

3- إعادة توجيه المسارات الأيضية: قد يُعزى تثبيط جينات سلسلة نقل الإلكترون مثل (petL و petG) إلى تحوّل الخلية لإنتاج مركبات مضادة للأكسدة، كما وُجد في نباتات القمح تحت إجهاد الملوحة (Zhang وآخرون، 2021)، إنّ هذه النتائج تبرز الحاجة إلى مزيد من الدراسات الوظيفية على الجينات ذات التعبير المتباين مثل

ycf68، وفهم دورها في مقاومة الإجهاد، كما تُقدّم قاعدةً لاستهداف هذه الجينات في برامج التربية النباتية لتعزيز مقاومة المحاصيل .

كشفت تحليل التعبير الجيني لجينات مشفرة في جينوم البلاستيدات الخضراء لدغل *Echinochloa colona* عن اختلافات جذرية بين النباتات المعاملة (Treatment)، المقاومة أو المعرضة للمبيد (والنباتات المقارنة)، الحساسة أو غير المعاملة كما هو موضح في الجدول (7) السمة الأكثر إثارة للانتباه هي النمط الثنائي الصارم "تشغيل/إيقاف" (on/off) الذي لوحظ لجميع الجينات التي تم تحليلها. فقد أظهرت مجموعة كبيرة من الجينات مستويات تعبير عالية جداً، مقاسة بـ RPKM و TPM حصرياً في مجموعة Treatment، بينما كانت قيمتها صفراً في مجموعة Control وشملت هذه المجموعة جينات حيوية للوظائف البلاستيدية، بما في ذلك مكونات أساسية للنظامين الضوئيين الأول والثاني (psaI, psbE, psbF, psbJ, psbL) والوحدة الكبيرة لإنزيم تثبيت الكربون RuBisCO (rbcL)، ومكونات مركب NDH (ndhB)، والعديد من البروتينات الريبوسومية الضرورية لترجمة البروتين داخل البلاستيدة، (rpl20, rpl22, rpl23, rps12, rps15, rps18, rps7)، بالإضافة إلى جينات أخرى مثل cemA, ycf1، و ycf15 في المقابل، أظهرت مجموعة أصغر، تشمل مكونات مركب السيتوكروم b6f (petG, petL) وجين psaJ من النظام الضوئي الأول وجين ycf68، النمط المعاكس تماماً: تعبير عالٍ في مجموعة Control و صفر في مجموعة Treatment.

في سياق فهم آليات المقاومة، يمكن تفسير التعبير المرتفع لمجموعة واسعة من جينات التمثيل الضوئي والآلية الحيوية لتصنيع البروتين (الريبوسومات) في النباتات المعاملة (المقاومة/المعرضة) بعدة طرق قد تسهم في قدرتها على البقاء والنمو في وجود المبيد:

تعزيز القدرة التعويضية والإصلاح: قد تمثل زيادة نسخ جينات التمثيل الضوئي (psa, psb, rbcL) والبروتينات الريبوسومية (rpl, rps) استراتيجية لتعويض أي تثبيط جزئي للمسارات المستهدفة بالمبيد أو لإصلاح الضرر الخلوي الناتج عن الإجهاد الكيميائي، النبات المقاوم قد يحتاج إلى إنتاج كميات أكبر من البروتينات المستهدفة أو المكونات المرتبطة بها للحفاظ على وظيفة المسار الحيوي رغم وجود المثبط (Gaines وآخرون، 2020).

تلبية متطلبات الطاقة لآليات المقاومة غير المعتمدة على موقع الهدف: (NTSR) تتطلب آليات المقاومة مثل زيادة التمثيل الغذائي للمبيد (الأبيض) أو تقليل امتصاصه ونقله كميات كبيرة من الطاقة (ATP) وقوة الاختزال (NADPH)، وكلاهما ينتج بشكل أساسي عن طريق التمثيل الضوئي، وبالتالي، فإن زيادة التعبير

عن جينات التمثيل الضوئي الأساسية قد تكون ضرورية لتوفير الوقود اللازم لهذه الآليات الدفاعية المكلفة للطاقة في النباتات المقاومة (Sen و آخرون، 2021).

إدارة الإجهاد التأكسدي: العديد من مبيدات الأدغال تسبب إجهاداً تأكسدياً ثانوياً، إن التعبير المرتفع لـ *ndhB*، وهو جزء من مركب NDH المشارك في تدفق الإلكترون الدوري وتخفيف الإجهاد، في النباتات المعاملة قد يشير إلى تفعيل آليات حماية ضد الأضرار التأكسدية كجزء من استراتيجية المقاومة (Patil و Kumudini، 2021).

زيادة القدرة على تصنيع البروتين: قد تحتاج النباتات المقاومة إلى معدل دوران أعلى للبروتينات لتصنيع الإنزيمات المسؤولة عن إزالة سمية المبيد (حتى لو كانت هذه الإنزيمات مشفرة نووياً، فإن تصنيعها يتطلب ريبوسومات ومكونات أخرى)، أو لاستبدال البروتينات التي تتلف بسبب المبيد أو الإجهاد الناتج عنه. التعبير العالي لجينات البروتينات الريبوسومية البلاستيديية قد يدعم هذه القدرة المتزايدة على تصنيع البروتين (Délye و آخرون، 2015).

الجدول 7: الاختلاف بالتعبير الجيني (Gene Expression) لبعض الجينات في جينوم البلاستيدات لنبات الدغل *Echinochloa colona* L. في النبات المقاوم (Treatment) والنبات الحساس (Control).

| Name | Length | RPKM-Treatment | RPKM-Control | TPM-Treatment | TPM-Control |
|-----------|--------|----------------|--------------|---------------|-------------|
| cemA CDS | 693 | 45093.8 | 0 | 19864.68 | 0 |
| ndhB CDS | 1533 | 13589.91 | 0 | 5986.62 | 0 |
| petG CDS | 114 | 0 | 33227.01 | 0 | 15171.18 |
| petL CDS | 96 | 0 | 39457.07 | 0 | 18015.78 |
| psaI CDS | 111 | 35191.44 | 0 | 15502.51 | 0 |
| psaJ CDS | 129 | 0 | 29363.4 | 0 | 13407.09 |
| psbE CDS | 252 | 15500.99 | 0 | 6828.48 | 0 |
| psbF CDS | 120 | 32552.08 | 0 | 14339.82 | 0 |
| psbJ CDS | 123 | 31758.13 | 0 | 13990.07 | 0 |
| psbL CDS | 117 | 33386.75 | 0 | 14707.51 | 0 |
| rbcL CDS | 1437 | 5436.67 | 0 | 2394.96 | 0 |
| rpl20 CDS | 360 | 65104.17 | 0 | 28679.64 | 0 |
| rpl22 CDS | 450 | 17361.11 | 0 | 7647.9 | 0 |
| rpl23 CDS | 282 | 27703.9 | 0 | 12204.1 | 0 |
| rps12 CDS | 357 | 36472.92 | 0 | 16067.02 | 0 |
| rps15 CDS | 237 | 16482.07 | 0 | 7260.67 | 0 |
| rps15 CDS | 237 | 21976.09 | 0 | 9680.89 | 0 |
| rps18 CDS | 450 | 17361.11 | 0 | 7647.9 | 0 |
| rps7 CDS | 471 | 11058.03 | 0 | 4871.28 | 0 |
| ycf1 CDS | 159 | 32756.81 | 0 | 14430.01 | 0 |
| ycf15 CDS | 108 | 36168.98 | 0 | 15933.13 | 0 |
| ycf68 CDS | 405 | 0 | 28058.36 | 0 | 12811.22 |

4-3- تحليل التباينات الوراثية في جين ALS لدغل الدهنان المقاوم لمبيد Reef Sulfuran

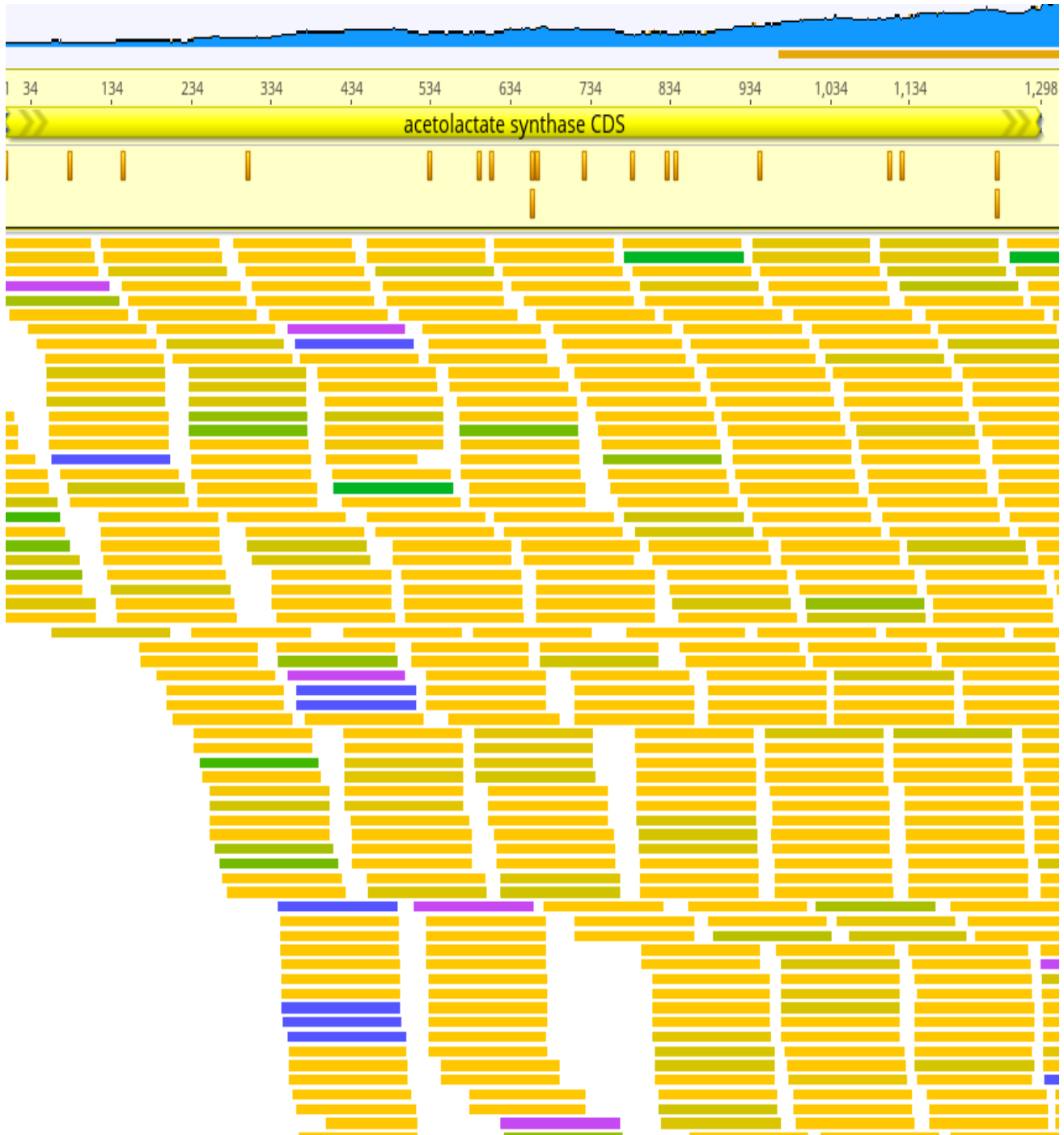
أظهر تحليل تسلسل منطقة الترميز لجين ALS في عشيرة دغل الدهنان، التي أبدت مقاومة لمبيد الأدغال Reef Sulfuran، وجود تنوع وراثي ملحوظ في هذا الجين المستهدف للمبيد (شكل 9) تم الكشف عن تسعة عشر تبايناً نيوكليوتيدياً مفرداً (SNPs) موزعة على امتداد المنطقة المدروسة من الجين، بدءاً من الموقع 1 وصولاً إلى الموقع 1244 (الجدول 9)، جميع هذه التباينات المكتشفة كانت عبارة عن استبدالات لقاعدة نيتروجينية واحدة.

تقدم بيانات التردد لهذه المتغيرات (Variant Frequency) رؤية هامة حول تركيب العشيرة المقاومة على المستوى الجيني، اللافت للنظر هو وجود أربعة متغيرات بترددات عالية جداً، تقترب من التثبيت الكامل في العزلة التي تم تحليلها: المتغير T->C في الموقع 1 بتردد 95.00%، والمتغير Y->C (بيريميدين إلى سايتوسين) في الموقع 533 بتردد 98.50%، والمتغير S->G (قاعدة قوية إلى جوانين) في الموقع 611 بتردد 96.60%، والمتغير Y->T (بيريميدين إلى ثايمين) في الموقع 947 بتردد 100.00%، هذا الانتشار الواسع لهذه المتغيرات المحددة يشير بقوة إلى أنها تخضع لضغط انتخابي إيجابي قوي ناجم عن التعرض للمبيد، مما يجعلها مرشحة قوية لتكون المسؤولة بشكل أساسي عن منح صفة المقاومة الفعالة ضد مبيد Reef sulfuran في هذه العزلة .

بالإضافة إلى هذه المتغيرات شبه المثبتة، تم الكشف عن متغيرات أخرى ذات ترددات متوسطة إلى عالية، تشير إلى وجود تنوع إضافي أو أليلات مقاومة أخرى في العشيرة، يشمل ذلك المتغير C->G في الموقع 83 (68.00%)، والمتغير A->T في الموقع 830 (57.60%)، والمتغير G->T في الموقع 1109 (52.80%)، والمتغير A->G في الموقع 1124 (55.90%)، كما لوحظت متغيرات أخرى بترددات أقل ضمن العشيرة Paniceae المدروسة.

وتُظهر بيانات تغيير الكودون (Codon Change) الأثر المباشر لهذه التباينات النيوكليوتيدية على الشفرة الوراثية، في بعض الحالات، مثل التغيير من CCC إلى CCG في الموقع 83) الناتج عن C->G ، قد يكون التغيير صامتاً (synonymous) حيث أن كلا الكودونين يرمزان لنفس الحمض الأميني (Proline) في هذه الحالة، ومن ثمّ قد لا يكون له تأثير مباشر على بنية البروتين الناتج، ولكن في حالات أخرى، مثل التغيير من GAC إلى GGC في الموقع 595 الناتج عن A->G ، يؤدي التغيير في النيوكليوتيد إلى تغيير في الكودون مما يرجح حدوث تغيير غير صامت (non-synonymous) ينتج عنه استبدال حمض أميني بآخر في سلسلة البروتين، هذه التغييرات غير الصامتة، خاصة تلك المرتبطة بالـ SNPs عالية التردد، هي المسببات الأكثر

احتمالاً لتغيير بنية إنزيم ALS أو موقعه النشط ، مما يقلل من ألفة ارتباط المبيد Reef sulfuran بالإنزيم ويؤدي إلى ظهور المقاومة.



شكل 9: عدد الطفرات الوراثية في جين acetolactate synthase (ALS) الخاصة بالدغل الدهنان *Echinochloa colona* المقاوم قيد الدراسة وجد 20 طفرة وراثية (SNP) على طول الجين .

بالإضافة إلى هذه المتغيرات شبه المثبتة، تم الكشف عن متغيرات أخرى ذات ترددات متوسطة إلى عالية، تشير إلى وجود تنوع إضافي أو أليلات مقاومة أخرى في العشيرة، يشمل ذلك المتغير C->G في الموقع 83 (68.00%)، والمتغير A->T في الموقع 830 (57.60%)، والمتغير G->T في الموقع 1109 (52.80%)، والمتغير A->G في الموقع 1124 (55.90%)، كما لوحظت متغيرات أخرى بترددات أقل ضمن العشيرة Paniceae المدروسة.

وتُظهر بيانات تغيير الكودون (Codon Change) الأثر المباشر لهذه التباينات النيوكليوتيدية على الشفرة الوراثية، في بعض الحالات، مثل التغيير من CCC إلى CCG في الموقع 83) الناتج عن C->G، قد يكون التغيير صامتاً (synonymous) حيث أن كلا الكودونين يرمزان لنفس الحمض الأميني (Proline) في هذه الحالة، ومن ثمّ قد لا يكون له تأثير مباشر على بنية البروتين الناتج، ولكن في حالات أخرى، مثل التغيير من GAC إلى GGC في الموقع 595 الناتج عن A->G، يؤدي التغيير في النيوكليوتيد إلى تغيير في الكودون مما يرجح حدوث تغيير غير صامت (non-synonymous) ينتج عنه استبدال حمض أميني بآخر في سلسلة البروتين، هذه التغييرات غير الصامتة، خاصة تلك المرتبطة بالـ SNPs عالية التردد، هي المسببات الأكثر احتمالاً لتغيير بنية إنزيم ALS أو موقعه النشط، مما يقلل من ألفة ارتباط المبيد Reef sulfuran بالإنزيم ويؤدي إلى ظهور المقاومة.

علاوة على ذلك، يكشف الجدول عن وجود تعقيد إضافي في بعض المواقع، حيث تم رصد أكثر من متغير واحد في نفس الموقع النيوكليوتيدي ضمن العشيرة، ففي الموقع 662، تم اكتشاف متغيرين Y->T: (بتردد 44.60%) و Y->C (بتردد 54.10%)، وبالمثل، في الموقع 1244، تم العثور على المتغير R->G (بيورين إلى جوانين) بتردد 63.30% والمتغير R->A (بيورين إلى أدنين) بتردد 35.40%، يشير هذا التواجد المترامن لأليلات مختلفة في نفس الموقع إلى وجود تعددية أليلية (allelic diversity) في جين ALS داخل هذه العشيرة المقاومة، قد يمثل كل أليل آلية مقاومة مختلفة قليلاً أو يمنح مستوى مختلفاً من المقاومة.

من حيث طبيعة التغييرات النيوكليوتيدية، لوحظ وجود كلا النوعين من الاستبدالات transitions: مثل A->G أو T->C) و transversions مثل C->G أو A->T) ضمن مجموعة الـ SNPs المكتشفة، مما يعكس تنوعاً في العمليات الطفرية التي أدت إلى ظهور هذه المتغيرات.

في المجمل، يقدم تحليل تسلسل جين ALS في عشيرة دغل الدهنان المقاومة صورة واضحة لوجود أساس وراثي للمقاومة يركز على تغيير موقع الهدف (TSR)، إن وجود العديد من الـ SNPs، وبالأخص تلك التي

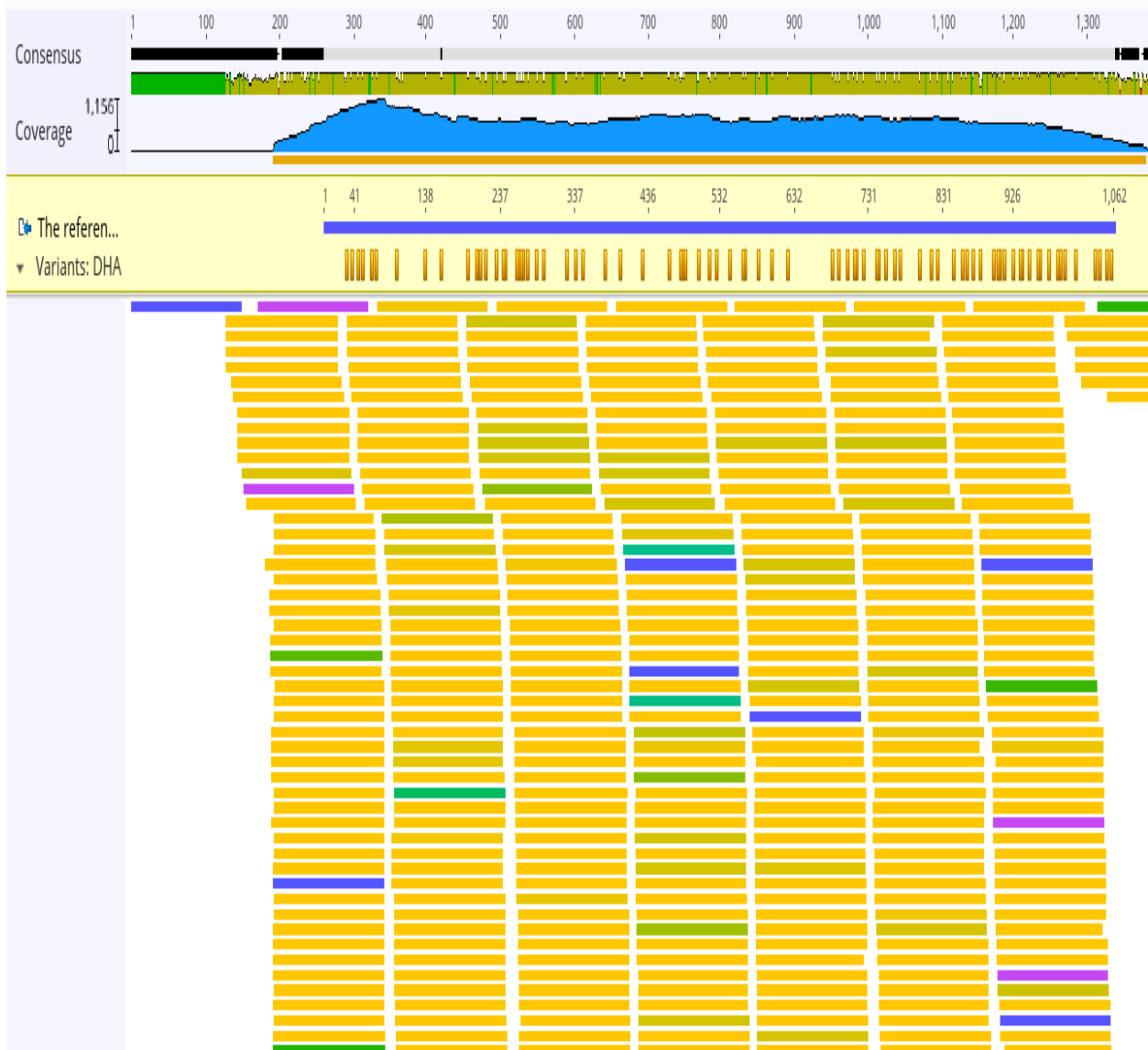
تظهر بترددات عالية جداً وتقترب من التثبيت، بالإضافة إلى التغيرات المترتبة عليها في الكودونات والتي يحتمل أن يؤدي الكثير منها إلى تبدلات في الأحماض الأمينية، كلها تدعم بقوة أن الطفرات في جين ALS هي المحرك الرئيسي للمقاومة الملحوظة ضد مبيد Reef Sulfuran في هذه العشيرة، يمثل التنوع المكتشف، بما في ذلك تعدد الأليلات في بعض المواقع، استجابة تطورية واضحة للضغط الانتخابي الذي يفرضه استخدام المبيد. رقم الوصول Gen Bank: PV368497.1

الجدول 8: يبين تحليل التباينات الوراثية في جين ALS لدغل الدهنان المقاوم لمبيد Reef Sulfuran .

| No. | Location | Length | Change | Codon Change | Polymorphism Type | Variant Frequency |
|-----|----------|--------|--------|--------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 1 | 1 | T -> C | -> | SNP (transition) | 95.00% |
| 2 | 83 | 1 | C -> G | CCC -> CCG | SNP (transversion) | 68.00% |
| 3 | 149 | 1 | A -> G | GAA -> GAG | SNP (transition) | 44.40% |
| 4 | 305 | 1 | C -> A | CCC -> CCA | SNP (transversion) | 40.00% |
| 5 | 533 | 1 | Y -> C | GUY -> GUC | SNP | 98.50% |
| 6 | 595 | 1 | A -> G | GAC -> GGC | SNP (transition) | 27.40% |
| 7 | 611 | 1 | S -> G | CAS -> CAG | SNP | 96.60% |
| 8 | 662 | 1 | Y -> T | UUY -> UUT | SNP | 44.60% |
| 9 | 662 | 1 | Y -> C | UUY -> UUC | SNP | 54.10% |
| 10 | 668 | 1 | G -> A | GAG -> GAA | SNP (transition) | 44.30% |
| 11 | 728 | 1 | C -> A | AUC -> AUA | SNP (transversion) | 36.50% |
| 12 | 788 | 1 | A -> G | CGA -> CGG | SNP (transition) | 27.50% |
| 13 | 830 | 1 | A -> T | GGA -> GGT | SNP (transversion) | 57.60% |
| 14 | 842 | 1 | A -> G | CCA -> CCG | SNP (transition) | 54.40% |
| 15 | 947 | 1 | Y -> T | AUY -> AUT | SNP | 100.00% |
| 16 | 1109 | 1 | G -> T | GGG -> GGT | SNP (transversion) | 52.80% |
| 17 | 1124 | 1 | A -> G | GCA -> GCG | SNP (transition) | 55.90% |
| 18 | 1244 | 1 | R -> G | CCR -> CCG | SNP | 63.30% |
| 19 | 1244 | 1 | R -> A | CCR -> CCA | SNP | 35.40% |

4-4 تحليل التباينات الوراثية في جين psbA لدغل الدهنان المقاوم

ضمن إطار البحث عن الآليات الجزيئية للمقاومة في دغل الدهنان، تم توسيع التحليل ليشمل جين psbA، يرمز هذا الجين لبروتين D1، وهو مكون أساس في مركز تفاعل النظام الضوئي الثاني (Photosystem II) والموقع المستهدف لمجموعات مهمة من مبيدات الأدغال مثل التريازينات واليوريبا، أُجري تحليل تسلسل الجيل التالي (NGS) لهذا الجين في العشيرة المقاومة بهدف الكشف عن أي متغيرات قد تسهم في المقاومة في (شكل 10) رقم الوصول Gen Bank: PV368498.1.



شكل 10: عدد الطفرات الوراثية في جين psbA الخاصة بالدغل *Echinochloa colona* المقاوم قيد الدراسة وجد 80 طفرة وراثية (SNP) على طول الجين .

كشفت تحليل بيانات التسلسل لجين *psbA* عن وجود مستوى عالٍ من التباين الوراثي ضمن العشيرة المدروسة، حيث تم تحديد ثمانين (80) متغيراً مختلفاً موزعة على طول المنطقة الجينية التي تم تحليلها، شملت هذه المتغيرات تبايناً نيوكليوتيدياً مفرداً (SNPs) بشكل أساس، بالإضافة إلى ثلاث حالات استبدال متعددة القواعد (multi-base substitutions): استبدال TAC — CGA في الموقع 30-32، واستبدال TT — CC في الموقع 519-520، واستبدال CTT — ACA في الموقع 105-11053. تنوعت الـ SNPs المكتشفة بين النوعين transitions: (وهي الأكثر شيوعاً في هذه البيانات) و transversions وأظهرت بيانات التغطية (Coverage)، التي تراوحت بين بضعة مئات إلى أكثر من ألف قراءة في معظم المواقع، جودة وموثوقية عالية لبيانات التسلسل المستخدمة في تحديد هذه المتغيرات في الجدول (9).

عند فحص تردد المتغيرات (Variant Frequency) لكل من هذه التباينات الثمانين، لوحظ نمط مميز ومختلف بشكل كبير عما قد يُتوقع في حالة وجود آلية مقاومة قوية تعتمد على طفرة واحدة سائدة. حيث تراوحت غالبية ترددات المتغيرات المكتشفة في جين *psbA* ضمن نطاق ضيق نسبياً، يتركز بشكل أساس بين 30% و 50%، يمكن ملاحظة تجمعات واضحة للترددات، فهناك مجموعة كبيرة من المتغيرات (مثل تلك الموجودة في المواقع 39، 48، 54، 66، 72، 99، 159، 195، 207، 211، 234، 243، 246، وغيرها) تتراوح تردداتها بين 45% و 50%، وتوجد مجموعة أخرى (مثل المواقع 399، 429، 465، 480، 483، 486، 504، 520-519، 528، 684، 693، 705، 713، 717، 726، 744، 747، 756، 768، 774، 825) تقع تردداتها بين 39% و 43%، كما لوحظت متغيرات أخرى بترددات أقل، تصل إلى حوالي 25% (في الموقع 975).

إن الدلالة الأهم لهذه النتائج تكمن في الغياب التام لأي متغير في جين *psbA* يقترب تردده من 90% أو 100% (أي يقترب من التثبيت في العشيرة)، هذا النمط من التوزيع الترددي، الذي يتميز بتجمع المتغيرات حول نسبة 30-50%، يشير بقوة إلى أن أيّاً من هذه الطفرات المحددة في *psbA* لم تخضع لعملية انتخاب قوية أدت إلى سيادتها شبه الكاملة في العشيرة المقاومة التي تم تحليلها، مثل هذه الترددات (خاصة تلك القريبة من 50%)، على الرغم من أن جين *psbA* هو موقع هدف معروف لطفرات المقاومة ضد مبيدات معينة، وأن التحليل كشف عن تنوع وراثي كبير فيه، إلا أن نمط تردد المتغيرات المرصود يجعل من غير المرجح أن تكون أي من هذه الطفرات الثمانين المدرجة هي السبب الوحيد أو السائد وراء مقاومة واسعة النطاق وشديدة ضد مبيد يستهدف النظام الضوئي الثاني في هذه العشيرة بالذات، إذا كانت العشيرة تُظهر مقاومة قوية لمثل هذه المبيدات، فقد تكون آليات أخرى مسؤولة عنها، مثل آليات المقاومة غير المعتمدة على موقع

الهدف (NTSR) كزيادة التمثيل الغذائي للمبيد، أو ربما وجود طفرة مقاومة أخرى في psbA لم يتم الكشف عنها في هذا التحليل، أو أن المقاومة في الحقل ناتجة عن تفاعل أكثر تعقيداً بين عدة متغيرات أو جينات، كما أن الاستبدالات متعددة القواعد المكتشفة (في المواقع 30-32، 519-520، 105-11053) تستدعي اهتماماً خاصاً لتحديد تأثيرها المحتمل على بنية ووظيفة بروتين D1

خلاصة القول، يُظهر جين psbA في عشيرة دغل الدهنان المقاومة تنوعاً جينياً كبيراً يتمثل في وجود 80 متغيراً، بما في ذلك SNPs واستبدالات متعددة القواعد، ومع ذلك، فإن توزيع ترددات هذه المتغيرات، التي تتركز بشكل كبير في نطاق 30-50% مع غياب أي متغير شبه مثبت، يشير إلى أن أيّاً من هذه المتغيرات المحددة لا يمثل آلية المقاومة السائدة والمنتشرة بشكل كبير في العشيرة المدروسة لهذا الجين، مما يفتح الباب أمام احتمالية وجود آليات مقاومة أخرى أو تفاعلات جينية أكثر تعقيداً.

الجدول 9: تحليل التباينات الوراثية في جين psbA لدغل الدهنان المقاوم .

| No. | Location | | Length | Change | Coverage | Polymorphism Type | Variant Frequency |
|-----|----------|-----|--------|---------------|---------------|--------------------|-------------------|
| 1. | 30 | 32 | 3 | TAC -> CGA | 908 -> 914 | Substitution | 46.0% -> 46.1% |
| 2. | 39 | 39 | 1 | G -> A | 954 | SNP (transition) | 46.60% |
| 3. | 48 | 48 | 1 | T -> C | 1018 | SNP (transition) | 46.70% |
| 4. | 54 | 54 | 1 | C -> T | 1035 | SNP (transition) | 47.00% |
| 5. | 66 | 66 | 1 | T -> C | 1103 | SNP (transition) | 48.10% |
| 6. | 72 | 72 | 1 | C -> T | 1107 | SNP (transition) | 48.20% |
| 7. | 99 | 99 | 1 | C -> T | 965 | SNP (transition) | 48.30% |
| 8. | 138 | 138 | 1 | C -> T | 826 | SNP (transition) | 44.90% |
| 9. | 159 | 159 | 1 | C -> T | 783 | SNP (transition) | 49.90% |
| 10. | 195 | 195 | 1 | G -> A | 755 | SNP (transition) | 48.90% |
| 11. | 207 | 207 | 1 | T -> A | 714 | SNP (transversion) | 48.00% |
| 12. | 211 | 211 | 1 | T -> C | 688 | SNP (transition) | 46.80% |
| 13. | 219 | 219 | 1 | T -> C | 669 | SNP (transition) | 45.30% |
| 14. | 234 | 234 | 1 | C -> T | 684 | SNP (transition) | 46.60% |
| 15. | 243 | 243 | 1 | T -> C | 671 | SNP (transition) | 47.50% |
| 16. | 246 | 246 | 1 | C -> T | 669 | SNP (transition) | 47.40% |
| 17. | 261 | 261 | 1 | G -> A | 657 | SNP (transition) | 45.50% |

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|---|-------------|---------------|--------------------|-------------------|
| 18. | 264 | 264 | 1 | G -> T | 667 | SNP (transversion) | 46.20% |
| 19. | 267 | 267 | 1 | C -> A | 695 | SNP (transversion) | 45.90% |
| 20. | 270 | 270 | 1 | A -> G | 703 | SNP (transition) | 45.10% |
| 21. | 276 | 276 | 1 | T -> C | 737 | SNP (transition) | 44.10% |
| 22. | 288 | 288 | 1 | T -> C | 691 | SNP (transition) | 44.00% |
| 23. | 297 | 297 | 1 | T -> G | 672 | SNP (transversion) | 43.60% |
| 24. | 327 | 327 | 1 | T -> C | 664 | SNP (transition) | 39.20% |
| 25. | 340 | 340 | 1 | C -> T | 618 | SNP (transition) | 34.30% |
| 26. | 349 | 349 | 1 | C -> T | 611 | SNP (transition) | 34.40% |
| 27. | 378 | 378 | 1 | T -> C | 673 | SNP (transition) | 37.30% |
| 28. | 399 | 399 | 1 | G -> T | 715 | SNP (transversion) | 39.60% |
| 29. | 429 | 429 | 1 | T -> C | 749 | SNP (transition) | 40.10% |
| 30. | 465 | 465 | 1 | T -> C | 766 | SNP (transition) | 39.90% |
| 31. | 480 | 480 | 1 | T -> C | 781 | SNP (transition) | 39.70% |
| 32. | 483 | 483 | 1 | C -> T | 798 | SNP (transition) | 39.80% |
| 33. | 486 | 486 | 1 | T -> A | 788 | SNP (transversion) | 39.80% |
| 34. | 504 | 504 | 1 | C -> T | 791 | SNP (transition) | 41.00% |
| 35. | 519 | 520 | 2 | TT -> CC | 767 -> 785 | Substitution | 39.9% -> 40.0% |
| 36. | 528 | 528 | 1 | A -> T | 738 | SNP (transversion) | 39.30% |
| 37. | 546 | 546 | 1 | T -> C | 652 | SNP (transition) | 36.70% |
| 38. | 564 | 564 | 1 | A -> T | 700 | SNP (transversion) | 34.30% |
| 39. | 567 | 567 | 1 | G -> A | 720 | SNP (transition) | 34.60% |
| 40. | 585 | 585 | 1 | T -> C | 692 | SNP (transition) | 38.30% |
| 41. | 603 | 603 | 1 | T -> C | 691 | SNP (transition) | 37.80% |
| 42. | 624 | 624 | 1 | T -> C | 744 | SNP (transition) | 38.70% |
| 43. | 684 | 684 | 1 | T -> A | 759 | SNP (transversion) | 40.60% |
| 44. | 693 | 693 | 1 | G -> A | 786 | SNP (transition) | 41.50% |
| 45. | 705 | 705 | 1 | G -> A | 806 | SNP (transition) | 41.10% |
| 46. | 713 | 713 | 1 | A -> G | 796 | SNP (transition) | 42.70% |
| 47. | 717 | 717 | 1 | T -> C | 762 | SNP (transition) | 42.40% |
| 48. | 726 | 726 | 1 | A -> G | 739 | SNP (transition) | 42.40% |
| 49. | 744 | 744 | 1 | T -> C | 772 | SNP (transition) | 41.70% |

| | | | | | | | |
|-----|------|------|---|--------|--------|--------------------|----------|
| 50. | 747 | 747 | 1 | G -> A | 757 | SNP (transition) | 42.00% |
| 51. | 756 | 756 | 1 | C -> T | 719 | SNP (transition) | 41.40% |
| 52. | 768 | 768 | 1 | T -> C | 703 | SNP (transition) | 41.30% |
| 53. | 774 | 774 | 1 | A -> G | 690 | SNP (transition) | 39.40% |
| 54. | 801 | 801 | 1 | C -> T | 715 | SNP (transition) | 37.10% |
| 55. | 816 | 816 | 1 | C -> T | 727 | SNP (transition) | 36.60% |
| 56. | 825 | 825 | 1 | G -> A | 760 | SNP (transition) | 40.80% |
| 57. | 846 | 846 | 1 | G -> T | 715 | SNP (transversion) | 36.80% |
| 58. | 858 | 858 | 1 | T -> C | 678 | SNP (transition) | 36.00% |
| 59. | 864 | 864 | 1 | A -> G | 642 | SNP (transition) | 35.50% |
| 60. | 873 | 873 | 1 | T -> C | 662 | SNP (transition) | 31.70% |
| 61. | 882 | 882 | 1 | A -> T | 640 | SNP (transversion) | 30.00% |
| 62. | 900 | 900 | 1 | C -> T | 621 | SNP (transition) | 28.80% |
| 63. | 906 | 906 | 1 | C -> T | 629 | SNP (transition) | 30.00% |
| 64. | 909 | 909 | 1 | C -> T | 611 | SNP (transition) | 30.10% |
| 65. | 915 | 915 | 1 | C -> T | 631 | SNP (transition) | 31.50% |
| 66. | 927 | 927 | 1 | C -> T | 631 | SNP (transition) | 32.80% |
| 67. | 936 | 936 | 1 | C -> T | 645 | SNP (transition) | 32.40% |
| 68. | 939 | 939 | 1 | T -> A | 623 | SNP (transversion) | 33.50% |
| 69. | 948 | 948 | 1 | T -> C | 596 | SNP (transition) | 32.70% |
| 70. | 960 | 960 | 1 | C -> T | 645 | SNP (transition) | 30.70% |
| 71. | 963 | 963 | 1 | C -> T | 643 | SNP (transition) | 30.80% |
| 72. | 975 | 975 | 1 | T -> C | 541 | SNP (transition) | 25.30% |
| 73. | 987 | 987 | 1 | G -> A | 531 | SNP (transition) | 26.70% |
| 74. | 990 | 990 | 1 | A -> T | 516 | SNP (transversion) | 27.70% |
| 75. | 996 | 996 | 1 | C -> T | 499 | SNP (transition) | 28.70% |
| 76. | 1011 | 1011 | 1 | C -> T | 454 | SNP (transition) | 31.90% |
| 77. | 1036 | 1036 | 1 | C -> A | 354 | SNP (transversion) | 36.70% |
| 78. | 1043 | 1043 | 1 | T -> C | 343 | SNP (transition) | 36.70% |
| 79. | | | | CTT -> | 300 -> | | 33.6% -> |
| | 1051 | 1053 | 3 | ACA | 307 | Substitution | 34.5% |
| 80. | 1059 | 1059 | 1 | A -> G | 290 | SNP (transition) | 33.10% |

4-5- صفات الادغال

4-5-1- كثافة الأدغال بعد 30 يوماً من الرش (نبات م²)

أظهرت نتائج ملحق 1 عدم وجود فروق معنوية بين الهجن، بينما كان هناك فروق معنوية بين معاملات المكافحة والتداخل فيما بينهما في كثافة الادغال بعد 30 يوم من الرش. بينت نتائج الجدول 10 عدم وجود فروق معنوية بين الهجن في صفة كثافة الأدغال بعد 30 يوماً من الرش. كما بينت نتائج الجدول ذاته إن معاملات المبيدات سببت انخفاضاً معنوياً في كثافة الأدغال إذ سجلت معاملة مبيد Trinity و Proponit و Reef sulfuran اقل متوسطاً لكثافة الأدغال بلغ 83.1 نبات م² و 88.2 نبات م² 85.0 نبات م² بالتتابع مقارنة مع المعاملة المدغلة والتي أعطت 114.2 نبات م²، ربما يعزى تفوق المبيدات الكيميائية الى الية عمل المبيدات ومدى تأثيرها على الادغال المرافقة للمحصول (الخرعلي، 2016)، اتفقت النتيجة مع ما وجدته Parthipan وآخرون (2013) ان استخدم مبيدات الأدغال إزالة الأدغال يدوياً كانت له الأفضلية من حيث مكافحة الأدغال وذلك بتقليل كثافة الأدغال التي تنمو مع المحاصيل الزراعية .

أما التداخل بين الهجن ومعاملات المكافحة معنوياً أعطت معاملة مبيد Reef sulfuran مع الهجين Torro اقل متوسطاً لكثافة الأدغال بلغ 70.3 نبات م² مقارنة مع معاملة المدغلة مع الهجين نفسه بلغت 117.3 نبات م² .

الجدول 10: تأثير معاملات المكافحة على كثافة الأدغال (نبات م²) بعد 30 يوماً من الرش لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 114.2 | 113.3 | 112.0 | 117.3 | المدغلة |
| 83.1 | 93.3 | 82.7 | 73.3 | Trinity |
| 88.2 | 86.0 | 94.7 | 84.0 | Proponit |
| 85.0 | 93.7 | 91.0 | 70.3 | Reef sulfuran |
| 00.0 | 00.0 | 00.0 | 00.0 | عزق |
| | 77.3 | 76.1 | 69.0 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 17.39 | 7.90 | N.S | |

4-5-2- النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 30 يوماً من الرش (%)

أظهرت نتائج ملحق 1 وجود فروق معنوية بين الهجن ومعاملات مكافحة والتداخل فيما بينهما في صفة النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 30 يوماً من الرش. بينت نتائج الجدول 11 وجود فروق معنوية بين الهجن في صفة النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 30 يوماً من الرش إذ أعطى الهجين Torro أعلى متوسطاً لنسبة مكافحة وبلغت 40. % ، مقارنة مع الهجين Top و Tawer إذ أعطى أقل متوسطاً لنسبة المئوية لمكافحة الأدغال وبلغت 32.1 % و 31.9 % بالتتابع. ربما يعزى هذا التفوق إلى وجود جينات في هجن الذرة الصفراء لها القدرة على منافسة نباتات الأدغال (Zhai وآخرون، 2016)، اتفقت هذه النتيجة مع ما أشار إليه حبيب وآخرون (2002) إلى وجود اختلاف في قابلية التنافسية لذرة الصفراء اتجاه الأدغال المرافقة.

كما بينت نتائج الجدول ذاته إن معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran والعزق ، سببت تفوق معنوي في النسبة المئوية لمكافحة الأدغال إذ أعطت نسب بلغت 26.9 % و 22.3 % و 25.1 % و 100% بالتتابع مقارنة مع المعاملة المدغلة والتي أعطت 0.0 % ، يعود تفوق المبيدات الكيميائية وذلك لتفوقها في صفة كثافة الأدغال بعد 30 يوماً من الرش في جدول (10) ، اتفقت النتيجة مع ما أشار إليه (Kandil و Kordy، 2013) ان الجمع بين مبيدات الأدغال والعزق اليدوي مما أدى إلى تحقيق أفضل النتائج في مكافحة الأدغال. أما التداخل بين الهجن ومعاملات مكافحة معنوياً أعطت معاملة مبيد Reef sulfuran مع الهجين Torro أعلى متوسطاً لنسبة مكافحة الأدغال بلغ 39.2 % مقارنة مع معاملة المدغلة مع الهجين نفسه بلغت 0.0%.

الجدول 11: تأثير معاملات مكافحة على النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 30 يوماً من الرش (%) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات مكافحة |
|---------|---------|----------------|-------|----------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | المدغلة |
| 26.9 | 17.9 | 26.2 | 36.7 | Trinity |
| 22.3 | 24.1 | 15.5 | 27.3 | Proponit |
| 25.1 | 17.4 | 18.8 | 39.2 | Reef sulfuran |
| 100 | 100 | 100 | 100 | عزق |
| | 31.9 | 32.1 | 40.6 | متوسط |
| | التداخل | معاملات مكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 16.40 | 6.67 | 5.53 | |

4-5-3- كثافة الأدغال بعد 60 يوماً من الرش (نبات م²)

أظهرت نتائج ملحوظة 1 جود فروق معنوية بين الهجن ومعاملات المكافحة والتداخل بينهما في كثافة الأدغال بعد 30 يوماً من الرش ، بينت نتائج الجدول 12 وجود فروق معنوية بين الهجن في صفة كثافة الأدغال بعد 60 يوماً من الرش . إذ أعطى الهجين Top اقل متوسط لكثافة الأدغال وبلغ 78.7 نبات م² مقارنة مع الهجن Tawer و Torro إذ أعطى الهجينين أعلى متوسطاً وبلغ 86.7 نبات م² و 82.7 نبات م² بالتتابع، لربما تعزى هذه النتيجة الى اختلاف الهجن في طبيعتها الوراثية او اختلافها في نموها إذ له قابلية على منافسة الأدغال مما يسبب تثبيط نمو الأدغال (Zhai وآخرون، 2016)، وهذه النتيجة اتفقت مع ما أشار اليه Ford و Pleasant آخرون (1994) إنَّ بعض الهجن أكثر قدرة على المنافسة للأدغال التي تنمو معها .

كما بينت نتائج الجدول ذاته إنَّ معاملات المبيدات الكيماوية Trinity و Proponit و Reef sulfuran سببت انخفاضاً معنوياً في كثافة الأدغال إذ سجلت اقل متوسطاً لكثافة الأدغال بلغت 94.1 نبات م² مقارنة مع المعاملة المدغلة والتي أعطت 122.0 نبات م² و 98.3 نبات م² و 99.1 نبات م² وبالتتابع ، تعزى هذه النتيجة الى فعالية مبيدات الأدغال في تأثيرها على نمو الأدغال (Suman وآخرون، 2024)، اتفقت النتيجة مع ما أشار اليه Bhurer وآخرون (2013) إنَّ استعمال مبيدات الأدغال والعزق له تأثيراً معنوياً في تقليل كثافة الأدغال ، أما التداخل بين الهجن ومعاملات المكافحة معنوياً أعطت معاملة مبيد Proponit مع الهجين Top اقل متوسطاً لكثافة الأدغال بلغ 89.3 نبات م² مقارنة مع معاملة المدغلة مع الهجين Tawer أعطت أعلى كثافة أدغال بلغت 128.7 نبات م².

الجدول 12: تأثير معاملات المكافحة على كثافة الأدغال (نبات م²) بعد 60 يوماً من الرش لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 122.0 | 128.7 | 114.0 | 123.3 | المدغلة |
| 94.1 | 90.7 | 94.3 | 97.3 | Trinity |
| 98.3 | 112.0 | 89.3 | 93.7 | Proponit |
| 99.1 | 102.3 | 96.0 | 99.0 | Reef sulfuran |
| 00.0 | 00.0 | 00.0 | 00.0 | عزق |
| | 86.7 | 78.7 | 82.7 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 11.42 | 6.63 | 6.94 | |

4-5-4- النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 60 يوماً من الرش (%)

أظهرت نتائج ملحق 1 عدم وجود فروق معنوية بين الهجن، بينما كان هناك فروق معنوية بين معاملات مكافحة، وعدم وجود فروق معنوية في التداخل بينهما في صفة النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 60 يوماً من الرش.

بينت نتائج الجدول 13 عدم وجود فروق معنوية بين الهجن في صفة النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 60 يوماً من الرش.

كما بينت نتائج الجدول ذاته ان معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran اذ سببت ارتفاعاً في النسبة المئوية لمكافحة الأدغال وبلغت 22.3 % و 19.0 % و 18.4 % و بالتتابع، مقارنة مع المعاملة المدغلة والتي أعطت 0.0 %، كما لوحظ ان أعلى تفوق في معاملة العزق والذي بلغت 100 %، تعزى هذه النتيجة الى الزيادة في النسبة المئوية لمكافحة الأدغال نتيجة لانخفاض في كثافة الأدغال في جدول (12) إذ اتفقت هذا النتيجة مع ما اشار اليه كل من Mohammed و Akhtar (2001) و السعدون (2012) إن استخدام مبيدات الأدغال يؤدي الى مكافحة الأدغال .

اما التداخل بين الهجن ومعاملات مكافحة معنوياً أعطت معاملة مبيد Trinity مع الهجين Tawer اعلى متوسطاً لنسبة المئوية لمكافحة الأدغال بلغ 29.6 % مقارنة مع معاملة المدغلة لجميع الهجين بلغت 0.0 %.

الجدول 13: تأثير معاملات مكافحة على النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 60 يوماً من الرش (%) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء .

| المتوسط | الهجن | | | معاملات مكافحة |
|---------|---------|----------------|-------|----------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | المدغلة |
| 22.3 | 29.6 | 16.7 | 20.8 | Trinity |
| 19.0 | 12.6 | 20.8 | 23.5 | Proponit |
| 18.4 | 20.3 | 15.4 | 19.6 | Reef sulfuran |
| 100 | 100 | 100 | 100 | عزق |
| | 32.5 | 30.6 | 32.7 | متوسط |
| | التداخل | معاملات مكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 9.593 | 5.426 | N.S | |

4-5-5- كثافة الأدغال بعد 90 يوماً من الرش (نبات م²)

أظهرت نتائج ملحق 1 عدم وجود فروق معنوية بين الهجن، بينما كان هناك فروق معنوية بين معاملات المكافحة والتداخل بينهما في كثافة الأدغال بعد 90 يوماً من الرش. بينت نتائج الجدول 14 عدم وجود فروق معنوية بين الهجن في صفة كثافة الأدغال بعد 90 يوماً من الرش.

كما بينت نتائج الجدول ذاته ان معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran سببت انخفاضاً معنوياً في كثافة الأدغال اذ تفوقت معاملة مبيد Proponit في تسجيل اقل متوسطاً لكثافة الأدغال بلغ 115.1 نبات م² مقارنة مع المعاملة المدغلة والتي أعطت 150.0 نبات م² ومما تجدر الإشارة اليه عدم وجود فروق معنوية بين المبيدات Reef sulfuran و Trinity اذ بلغت متوسطاتها 124.6 نبات م² و 124.4 نبات م² بالتتابع، لربما تعزى هذه النتيجة الى فعالية مبيد Proponit وتأثيرها على الفعاليات الحيوية لنباتات الأدغال مما يؤدي الى القضاء عليها (الخرعلي، 2016)، اتفقت النتيجة مع ما أشار له الخرعلي و شاطي (2016) إنّ استخدام مبيدات الأدغال تعمل على تقليل منافسة الأدغال بفعل مبيد Proponit و يؤدي الى خفض كثافة الأدغال ،

اما التداخل بين الهجن ومعاملات المكافحة معنوياً أعطت معاملة مبيد Proponit مع الهجين Top اقل متوسطاً لكثافة الأدغال بلغ 112.0 نبات م² مقارنة مع المعاملة المدغلة مع الهجين نفسه بلغت 153.3 نبات م².

الجدول 14: تأثير معاملات المكافحة على كثافة الأدغال (نبات م²) بعد 90 يوماً من الرش لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 150.0 | 148.0 | 153.3 | 148.7 | المدغلة |
| 124.4 | 128.0 | 125.3 | 120.0 | Trinity |
| 115.1 | 118.7 | 112.0 | 114.7 | Proponit |
| 124.6 | 129.0 | 122.7 | 122.0 | Reef sulfuran |
| 00.0 | 00.0 | 00.0 | 00.0 | عزق |
| | 104.7 | 102.7 | 101.1 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 15.18 | 8.45 | N.S | |

4-5-6- النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 90 يوماً من الرش (%)

أظهرت نتائج ملحوظة 1 عدم وجود فروق معنوية بين الهجن، بينما كان هناك فروق معنوية بين معاملات مكافحة والتداخل بينهما في النسبة المئوية لمكافحة الأدغال. بينت نتائج الجدول 15 عدم وجود فروق معنوية بين الهجن في صفة النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 90 يوماً من الرش.

كما بينت نتائج الجدول ذاته ان معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran سببت ارتفاعاً معنوياً في النسبة المئوية لمكافحة الأدغال اذ تفوقت معاملة مبيد Proponit في تسجيل أعلى متوسطاً لنسبة المئوية لمكافحة الأدغال بلغ 22.9 % مقارنة مع المعاملة المدغلة والتي أعطت 0.0 ، كما لوحظ ان أعلى تفوق هو معاملة العزق اذ أعطت 100% ، ومما تجدر الإشارة اليه عدم وجود فروق معنوية بين المبيدات Reef sulfuran و Trinity اذ بلغت متوسطاتها 16.7 % و 16.8 % وبالتتابع، لربما تعزى النتيجة الى فعالية مبيد Proponit وتأثيره على نمو الأدغال وايضا خفض كثافة الأدغال في معاملة المبيد نفسه في جدول (14) وهذه النتيجة اتفقت مع ما أشار اليه Ahmed وآخرون (2008) إن استخدام المبيدات الأدغال والعزق اليدوي له اثر واضح في مكافحة الأدغال .

أما التداخل بين الهجن ومعاملات مكافحة معنوياً أعطت معاملة مبيد Proponit مع الهجين Top أعلى متوسطاً لكثافة الأدغال بلغ 26.7 % مقارنة مع معاملة المدغلة مع الهجين نفسه بلغت 0.0 % .

الجدول 15: تأثير معاملات مكافحة على النسبة المئوية لمكافحة الأدغال بعد 90 يوماً من الرش (%)
لثلاثة هجن من الذرة الصفراء .

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | المدغلة |
| 16.8 | 13.1 | 18.1 | 19.2 | Trinity |
| 22.9 | 19.6 | 26.7 | 22.5 | Proponit |
| 16.7 | 12.8 | 19.4 | 17.8 | Reef sulfuran |
| 100 | 100 | 100 | 100 | عزق |
| | 29.12 | 32.88 | 31.94 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 10.768 | 5.392 | N.S | |

4-5-7- الوزن الجاف للأدغال (غم م⁻¹)

أظهرت نتائج ملحق 1 عدم وجود فروق معنوية بين هجن الذرة الصفراء، بينما كان هناك فروق معنوية بين معاملات المكافحة والتداخل بينهما في الوزن الجاف للأدغال.

بينت نتائج الجدول 16 عدم وجود فروق معنوية بين الهجن في صفة الوزن الجاف للأدغال.

كما بينت نتائج الجدول ذاته ان معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran سببت تفوق معنوياً في الوزن الجاف للأدغال اذا اعطى وزن جاف بلغ للأدغال بلغ 34.3 غم م⁻¹ و 34.7 غم م⁻¹ و 36.5 غم م⁻¹ بالتتابع، مقارنة مع المعاملة المدغلة والتي أعطت 48.2 غم م⁻¹ ، لربما يعزى الانخفاض في الوزن الجاف للأدغال الى فعالية مبيدات الادغال وتأثيرها على الفعاليات الحيوية في الادغال مما يؤثر على نموها وأيضاً تفوقها في كثافة والنسبة المئوية للأدغال بعد مرور 90 يوماً من الرش في جدول (14) و جدول (15) مما عكس ذلك على الوزن الجاف الادغال، اتفقت النتيجة مع ما أشار له Pant وآخرون (2023) إنّ استخدام مبيد الأدغال والعزق أدى إلى انخفاض ملحوظ في كثافة الأدغال مقارنةً بمعاملة المدغلة، كان الاستخدام لمبيدات الأدغال قبل وبعد الإنبات أكثر فعالية في تقليل كثافة الأدغال ووزنها الجاف. أما التداخل بين الهجن ومعاملات المكافحة معنوياً أعطت معاملة مبيد Proponit مع الهجين Tawer اقل متوسطاً للوزن الجاف للأدغال بلغ 30.6 غم م⁻¹ مقارنة مع معاملة المدغلة مع الهجين نفسه بلغت 50.00 غم م⁻¹ .

الجدول 16: تأثير معاملات المكافحة على الوزن الجاف للأدغال (غم م⁻¹) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 48.2 | 50.0 | 46.0 | 48.6 | المدغلة |
| 34.3 | 34.3 | 33.6 | 35.0 | Trinity |
| 34.7 | 30.6 | 36.6 | 37.0 | Proponit |
| 36.5 | 35.3 | 40.0 | 34.3 | Reef sulfuran |
| 00.0 | 00.0 | 00.0 | 00.0 | عزق |
| | 30.0 | 31.2 | 31.0 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 4.305 | 2.670 | N.S | |

4-5-8- النسبة المئوية لتنشيط الأذغال (%)

أظهرت نتائج ملحق 1 عدم وجود فروق معنوية بين الهجن، بينما كان هناك فروق معنوية بين معاملات المكافحة والتداخل فيما بينهما في النسبة المئوية لتنشيط الأذغال . بينت نتائج الجدول 17 عدم وجود فروق معنوية بين الهجن في النسبة المئوية لتنشيط الأذغال .

كما بينت نتائج الجدول ذاته إنَّ معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran سببت تفوق معنوياً في النسبة تنشيط الأذغال إذ أعطت نسب بلغت 28.3 % و 27.4 % و 23.5 % بالتتابع، مقارنة مع المعاملة المدغلة والتي أعطت 00.00%، كما لوحظ ان أعلى نسبة تنشيط للأذغال هي معاملة العزق إذ أعطت 100%، لربما تعزى النتيجة الى استمرار فعالية المبيدات وتأثيرها على الفعاليات الحيوية للأذغال والذي يؤثر على عملية النمو اللاحقة في النباتات مما يؤدي الى القضاء على الأذغال وأيضاً تفوقها في خفض الوزن الجاف للأذغال في جدول (16)، مما أدى الى تفوقها بنسبة المئوية لتنشيط الأذغال اتفقت هذا النتيجة مع ما أشار اليه Mann وآخرون (2007) و Chin وآخرون (2007) إنَّ استعمال المبيدات وإزالة الأذغال يدويا يؤدي إلى خفض كثافة الأذغال وتنشيط الوزن الجاف للأذغال، وذلك للقضاء على اعداد كبيرة منها اضافة الى تثبيط نمو الأذغال المتبقية مما يؤدي الى زيادة نسبة مكافحة الأذغال. أما التداخل بين الهجن ومعاملات المكافحة معنوياً أعطت معاملة مبيد Proponit مع الهجين Tawer اعلى متوسطاً النسبة المئوية لتنشيط الأذغال بلغ 38.4 % مقارنة مع معاملة المدغلة لجميع الهجين بلغت 0.0 %.

الجدول 17 : تأثير معاملات المكافحة على النسبة المئوية لتنشيط الوزن الجاف للأذغال (%) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء .

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | المدغلة |
| 28.3 | 31.3 | 26.5 | 27.0 | Trinity |
| 27.4 | 38.4 | 19.9 | 23.8 | Proponit |
| 23.5 | 28.8 | 12.9 | 28.8 | Reef sulfuran |
| 100 | 100 | 100 | 100 | عزق |
| | 39.7 | 31.8 | 35.9 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 9.989 | 5.085 | N.S | |

4-6 صفات محصول الذرة الصفراء

4-6-1 ارتفاع النبات (سم)

أظهرت نتائج الملحق (2) وعدم وجود فروق معنوية بين الهجن وجود فروق معنوية بين معاملات المكافحة وعدم وجود فروق معنوية في التداخل بينهما في صفة ارتفاع النبات.

بينت نتائج الجدول 21 تفوق الهجين Torro في صفة ارتفاع النبات اذ سجل أعلى متوسطاً بلغ 182.8 سم بينما اعطى الهجين Top متوسطاً اقل بلغ 174.6 سم ، لربما تعزى النتيجة الى طبيعة التراكيب الوراثية ومدى استجابته لمتطلبات النمو مما عكس ذلك الزيادة في معدل النمو والذي له اثر إيجابي في زيادة ارتفاعه (الخرزعلي،2016)، اتفقت النتيجة مع ما اشار اليه Ogunniyan و Olakojo (2014) الذي أكد إلى أن التراكيب الوراثية تتباين في تركيبها الوراثي والمظهرية .

كما بينت نتائج الجدول ذاته ان المعاملات المبيدات الكيمايائية Reef sulfuran و Proponit و Trinity تفوقت في تسجيل اعلى متوسطات ارتفاع النبات الذي بلغ 179.6 سم و 179.5 سم و 179.4 سم ،مقارنة المعاملة المدغلة اذ أعطت اقل متوسطاً لصفة ارتفاع النبات الذي بلغ 167.1 سم ،كما لوحظ ان تفوق معاملة العزق اذ أعطت اعلى متوسطاً لصفة ارتفاع النبات وبلغت 194.0 سم، لربما تعزى الزيادة في ارتفاع النبات في معاملات المكافحة والعزق يؤكد تأثير هذه المعاملات في التقليل أو الحد من منافسة الأدغال ومن ثم التأثير في صفات النمو المختلفة ومنها الزيادة في ارتفاع النبات (احمد،2017)، اتفقت هذه النتيجة مع إن الانخفاض الواضح في صفة ارتفاع النبات في معاملة المدغلة فقد يكون ناتجاً على محدودية نباتات المحصول في الحصول على متطلبات النمو كالرطوبة، وضوء الشمس والعناصر الغذائية فضلاً عن اختزال الضوء الشمس في أسفل الكساء الخضري، مما يؤدي لتثبيط النمو في الساق (Williams وأخرون ، 1968).

اما التداخل بين الهجن ومعاملات المكافحة اذ تفوقت معاملة الهجين Torro مع معاملة العزق في تسجيل أعلى ارتفاعاً للنبات الذي بلغ 201.2 سم بينما أعطت معاملة الهجين Top مع المعاملة المدغلة اقل متوسطاً بلغ 160.7 سم.

الجدول 18: تأثير معاملات المكافحة في صفة ارتفاع النبات (سم) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 167.1 | 174.0 | 160.7 | 166.6 | المدغلة |
| 179.6 | 183.4 | 176.3 | 179.2 | Trinity |
| 179.5 | 182.8 | 173.6 | 182.3 | Proponit |
| 179.4 | 179.5 | 175.9 | 183.0 | Reef sulfuran |
| 194.0 | 194.2 | 186.6 | 201.2 | عزق |
| | 182.4 | 174.6 | 182.8 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 8.749 | 4.147 | 7.570 | |

4-6-2- المساحة الورقية (سم² نبات⁻¹)

أظهرت نتائج ملحق 1 وجود فروق معنوية بين الهجن ومعاملات المكافحة والتداخل فيما بينهما في صفة المساحة الورقية.

بينت نتائج الجدول 19 تفوق الهجينين Torro و Tawer في صفة المساحة الورقية إذ أعطى أعلى متوسطات بلغت 5516 سم² نبات⁻¹ و 5282 سم² نبات⁻¹ بالتتابع مقارنة مع الهجين Top إذ أعطى متوسطاً أقل بلغ 3942 سم² نبات⁻¹، لربما تعزى النتيجة إلى اختلاف الهجن في متوسط المساحة الورقية يعود إلى التباين الوراثي بين الهجن في الصفات الوراثية والفسلجية (الخرعلي، 2016)، وكذلك تباينها في صفة ارتفاع النبات في جدول (18) مما أدى إلى زيادة عدد الأوراق وبالتالي زيادة المساحة الورقية، اتفقت النتيجة مع ما توصل إليه فاضل (2010) إن التراكيب الوراثية تختلف معنوية فيما بينها لصفة المساحة الورقية.

كما بينت نتائج الجدول ذاته أن معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran سببت تفوق معنويًا في صفة المساحة الورقية إذ أعطت نسب بلغت 4937 سم² نبات⁻¹ و 4883 سم² نبات⁻¹ و 4784 سم² نبات⁻¹، بينما أعطت المعاملة المدغلة أقل متوسطاً لمساحة الورقية الذي بلغ 4154 سم² نبات⁻¹

1- ، كما لوحظ ان اعلى تفوق هو معاملة العزق في تسجيل أعلى متوسطاً المساحة الورقية الذي بلغ 5808 سم² نبات 1- ، يعد التأثير واضح في زيادة المساحة الورقية للنبات في المعاملات المكافحة مقارنة مع المعاملة المدغلة اذ يؤكد ان الأدغال عامل مؤثر في نمو المحصول وتطوره ومنافسته لمتطلبات النمو وان الانخفاض كثافة الأدغال في جدول (10 و12 و14) وخاصة في المعاملات المكافحة ادى الى زيادة في نمو محصول الذرة الصفراء، اذ اتفقت النتيجة مع أشار اليه (Glatkova و Pacantoski، 2009، والطيف، 2012).

أما التداخل بين الهجن ومعاملات المكافحة اذ اعطى الهجين Torro مع معاملة العزق أعلى مساحة ورقية الذي بلغ 6528 سم² نبات 1- بينما أعطى التداخل بين الهجين Top مع المعاملة المدغلة اقل متوسطاً بلغ 3475 سم² نبات 1- .

الجدول 19 : تأثير معاملات المكافحة في المساحة الورقية (سم² نبات 1-) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء .

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 4154 | 4650 | 3475 | 4337 | المدغلة |
| 4937 | 5339 | 3893 | 5580 | Trinity |
| 4883 | 5326 | 3853 | 5469 | Proponit |
| 4784 | 4763 | 3924 | 5666 | Reef sulfuran |
| 5808 | 6332 | 4564 | 6528 | عزق |
| | 5282 | 3942 | 5516 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 487.9 | 286.8 | 282.0 | |

4-6-3- دليل المساحة الورقية

أظهرت نتائج ملحق 2 وجود فروق معنوية بين الهجن ومعاملات المكافحة والتداخل فيما بينهما في صفة دليل المساحة الورقية .

بينت نتائج الجدول 20 تفوق الهجينين Torro و Tawer في صفة دليل المساحة الورقية اذ اعطيا اعلى متوسطات بلغت 2.93 و2.87 بالتتابع، مقارنة مع الهجين Top اذ اعطى اقل متوسطاً بلغ 1.91 ، إن تفوق

الهجينين Torro و Tawer في صفة دليل المساحة الورقية يعود لتفوق الهجينين ذاتهما في صفة المساحة الورقية في جدول (19) .

كما بينت نتائج الجدول نفسه ان معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran سببت تعوق اذ أعطت متوسطات بلغت 2.53 و 2.50 و 2.45 بالتتابع، بينما أعطت المعاملة المدغلة اقل متوسطاً لصفة دليل المساحة الورقية الذي بلغ 2.04 ، كما لوحظ ان اعلى تفوق هو معاملة العزق في تسجيل اعلى متوسطاً لدليل المساحة الورقية الذي بلغ 3.24 ، لربما تعزى هذه النتيجة الى تقليل منافسة الأدغال للمحصول في معاملات المكافحة على المواد الأساسية الرطوبة وضوء الشمس والعناصر الغذائية مما أدى الى الزيادة في عملية التمثيل الضوئي ونقلها الى أجزاء مختلفة في النبات و الزيادة في المجموع الخضري مما له تأثير إيجابي في اعتراض أشعة الشمس، وذلك لأن معدل التمثيل الضوئي له علاقة مباشرة مع دليل المساحة الورقية (شاهين و العبيدي، 2022)، اتفقت النتيجة مع أشار الية Zhang وآخرون (2024) .

أما التداخل بين الهجن ومعاملات المكافحة اذ اعطى الهجين Torro مع معاملة العزق أعلى دليلاً للمساحة الورقية الذي بلغ 3.91 بينما أعطت التداخل بين الهجين Top مع المعاملة المدغلة اقل متوسطاً بلغ 1.35 .

الجدول 20: تأثير معاملات المكافحة في صفة دليل المساحة الورقية لثلاثة هجن من الذرة الصفراء .

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|--------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 2.04 | 2.48 | 1.35 | 2.31 | المدغلة |
| 2.53 | 2.93 | 1.98 | 2.69 | Trinity |
| 2.50 | 2.96 | 1.86 | 2.91 | Proponit |
| 2.45 | 2.61 | 1.92 | 2.82 | Reef sulfuran |
| 3.24 | 3.37 | 2.43 | 3.91 | عزق |
| | 2.87 | 1.91 | 2.93 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 0.3695 | 0.2049 | 0.2564 | |

4-6-4- دليل الكلوروفيل (SPAD)

أظهرت نتائج ملحق 2 وجود فروق معنوية بين الهجن ومعاملات المكافحة والتداخل فيما بينهما في صفة دليل الكلوروفيل.

بينت نتائج الجدول 21 تفوق الهجين Torro في صفة دليل الكلوروفيل اذ سجل أعلى متوسطاً بلغ 53.3 بينما اعطى الهجينين Top و Tawer اقل متوسطات بلغت 50.6 و 51.4 بالتتابع، ربما يعزى هذا التفوق في الهجين Torro لقدرتها على الاستجابة الى الظروف البيئية لمتطلبات النمو مما أدى الى زيادة عملية البناء الضوئي وأيضا تباين الوراثي بين تراكيب الذرة الصفراء مما أدى الى زيادة صفة دليل الكلوروفيل (Josia، 2019)، اتفقت النتيجة مع ما توصل اليه (Franić وآخرون، 2020).

كما بينت نتائج الجدول ذاته ان معاملات المبيدات الكيميائية Reef و Proponit و Trinity و sulfuran سببت تفوق معنوياً في دليل الكلوروفيل اذ بلغت المتوسطات 51.9 و 53.3 و 52.8 بالتتابع، بينما أعطت المعاملة المدغلة اقل متوسطاً لصفة دليل الكلوروفيل الذي بلغ 41.7، كما لوحظ ان اعلى تفوق هو معاملة العزق في تسجيل أعلى متوسطاً الذي بلغ 59.1، لربما تعزى هذا النتيجة الى فعالية المبيدات الادغال في عملية المكافحة مقارنة مع معاملة المدغلة وهذا دليل على ان الادغال تنافس المحصول على الضوء والمتطلبات النمو الأخرى مما له تأثير على عملية البناء الضوئي (Suman وآخرون، 2024)، اتفقت النتيجة مع ما أشار اليه Spasojević وآخرون (2014) إن استخدام مبيدات الأدغال أو العزق، لها تأثير إيجابي في تقليل منافسة الادغال للمحاصيل، أما التداخل بين معاملات المكافحة والهجن اذ تفوقت الهجين Torro مع معاملة العزق في تسجيل اعلى دليل الكلوروفيل الذي بلغ 60.4 بينما أعطت معامل التداخل بينهما الهجينين Top و Tawer مع المعاملة المدغلة اقل متوسطاً بلغ 41.3.

الجدول 21: تأثير معاملات المكافحة في صفة دليل الكلوروفيل SPAD لثلاثة هجن من الذرة الصفراء

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 41.7 | 41.3 | 41.3 | 42.6 | المدغلة |
| 51.9 | 47.8 | 52.5 | 55.5 | Trinity |
| 53.3 | 55.1 | 50.2 | 54.5 | Proponit |
| 52.8 | 52.5 | 52.4 | 53.5 | Reef sulfuran |
| 59.1 | 60.2 | 56.8 | 60.4 | عزق |
| | 51.4 | 50.6 | 53.3 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 2.742 | 1.561 | 1.775 | |

4-6-5- طول العرنوص (سم)

أظهرت نتائج ملحق 2 وجود فروق معنوية بين الهجن ومعاملات المكافحة والتداخل بينهما في صفة طول العرنوص.

بينت نتائج الجدول 22 تفوق الهجين Torro في صفة طول العرنوص اذ سجل أعلى متوسطاً بلغ 24.0 سم بينما اعطى الهجين Top اقل متوسطاً بلغ 20.5 سم، ربما يعزى تفوق الهجين Torro تفوق في هذه الصفة بسبب التباين الوراثي للهجن وتفوقه في صفات النمو في ارتفاع النبات جدول (18) والمساحة الورقية جدول (19) مما له اثر في زيادة النمو النبات مما عكس ذلك على طول العرنوص وهذا النتيجة اتفقت مع ما أشار إليه Vanipraveena وآخرون (2022) الذي بين أن التراكيب الوراثية تتباين في تركيبها الوراثي في ما بينها ومنها صفة طول العرنوص .

كما بينت نتائج الجدول ذاته ان معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran سببت تفوق معنوياً في طول العرنوص اذ أعطت متوسطات بلغت 22.0 سم و 22.2 سم و 23.0 سم بالتتابع، بينما أعطت المعاملة المدغلة اقل متوسطاً لصفة طول العرنوص الذي بلغ 18.4 سم ، كما لوحظ اعلى تفوق هو معاملة العزق في تسجيل اعلى متوسط طول العرنوص الذي بلغ 25.6 سم ،لربما تعزى النتيجة الى

الزيادة في طول العرنوص في معاملات المكافحة والعزق يؤكد تأثير هذه المعاملات في التقليل أو الحد من منافسة الأدغال للمحصول (Galon وآخرون، 2018)، اتفقت النتيجة مع أشار اليه (إبراهيم، 2013) إن الانخفاض الواضح في صفة طول العرنوص في معاملة المدغلة فقد يكون ناتجاً على محدودية نباتات المحصول في الحصول على متطلبات النمو هي الرطوبة، وضوء الشمس والعناصر الغذائية .

أما التداخل بين معاملة المكافحة والهجن اذ تفوق الهجين Torro مع معاملة العزق في تسجيل أعلى طولاً للعرنوص بلغ 28.4 سم، بينما أعطت معاملة التداخل بين الهجين Top مع المعاملة المدغلة اقل متوسطاً بلغ 17.8 سم .

الجدول 22: تأثير معاملات المكافحة في صفة طول العرنوص (سم) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 18.4 | 18.6 | 17.8 | 18.6 | المدغلة |
| 22.0 | 22.5 | 20.1 | 23.5 | Trinity |
| 22.2 | 22.6 | 20.4 | 23.7 | Proponit |
| 23.0 | 21.9 | 21.0 | 26.1 | Reef sulfuran |
| 25.6 | 25.5 | 23.0 | 28.4 | عزق |
| | 22.2 | 20.5 | 24.0 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 2.332 | 1.390 | 1.263 | |

4-6-6- عدد الصفوف بالعرنوص (صف. العرنوص¹)

أظهرت نتائج ملحوظة 2 عدم وجود فروق معنوية بين هجن الذرة الصفراء، بينما كان هناك فروق معنوية بين معاملات المكافحة وتداخلها مع الهجن في صفة عدد الصفوف بالعرنوص. بينت نتائج الجدول 23 عدم وجود فروق معنوية بين الهجن في صفة عدد الصفوف بالعرنوص .

كما بينت نتائج الجدول ذاته ان معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit سببت تفوق في صفة عدد الصفوف بالعرنوص اذ أعطت متوسطات بلغت 15.5 صف. العرنوص¹ و 15.7 صف. العرنوص¹ ،

بينما أعطت معاملة المدغلة اقل متوسطاً اذ بلغ 14.2 صف. العرنوص¹⁻ بالتتابع، كما لوحظ اعلى تفوق معاملتين العزق ومبيد Reef sulfuran في تسجيل اعلى متوسطات في عدد الصفوف بالعرنوص الذي بلغ 16.5 صف. العرنوص¹⁻ و15.9 صف. العرنوص¹⁻ بالتتابع، لربما تعزى هذا النتائج الى إن رش المبيدات والعزق اليدوي من اجل تقليل منافسة الأدغال لمحصول الذرة الصفراء وذلك لتعزز إنتاجية المحصول مع تقليل الآثار السلبية للأدغال المنتشرة في البيئة الزراعية (احمد،2017)، اتفقت النتيجة مع ما توصل اليه Sing وأخرون ، (2024) ان استعمال المبيدات والعزق اليدوي له تأثير إيجابي وذلك من اجل تقليل المنافسة بين الادغال والمحصول على متطلبات النمو.

أما التداخل بين معاملات المكافحة والهجن اذ تفوق الهجين Torro مع معاملة العزق في تسجيل أعلى متوسطاً الذي بلغ 17.3 صف. العرنوص¹⁻ بينما أعطت معاملة التداخل بين الهجين Torro مع المعاملة المدغلة اقل متوسطاً بلغ 13.7 صف. العرنوص¹⁻.

الجدول 23: تأثير معاملات المكافحة في صفة عدد الصفوف بالعرنوص (صف. العرنوص¹⁻) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 14.2 | 14.2 | 14.7 | 13.7 | المدغلة |
| 15.5 | 15.0 | 15.9 | 15.6 | Trinity |
| 15.7 | 16.2 | 15.5 | 15.6 | Proponit |
| 15.9 | 16.1 | 15.2 | 16.4 | Reef sulfuran |
| 16.5 | 16.4 | 15.8 | 17.3 | عزق |
| | 15.6 | 15.4 | 15.7 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 1.1320 | 0.6233 | N.S | |

4-6-7- عدد الحبوب بالصف (حبة صف-1)

أظهرت نتائج ملحق 3 وجود فروق معنوية بين الهجن ومعاملات المكافحة التداخل بينهما في صفة عدد الحبوب بالصف.

بينت نتائج الجدول 24 تفوق الهجين Torro في صفة عدد الحبوب بالصف اذ سجل اعلى متوسطاً بلغ 44.2 حبة صف-1 بينما اعطى الهجين Top اقل متوسطاً بلغ 38.8 حبة صف-1، يعزى تفوق الهجين Torro في هذه الصفة نتيجة لتفوقها في صفة دليل الكلوروفيل الجدول (21) وصفة طول العرنوص الجدول (22) مما يعكس ذلك على زيادة عدد الحبوب بالصف بسبب زيادة طول العرنوص وأيضا كفاءة عملية البناء الضوئي والتابين الوراثي الموجود بين الهجن، اتفقت النتيجة مع أشار اليه Humada وآخرون (2025) هناك تباين وراثي بين هجن الذرة الصفراء .

كما بينت نتائج الجدول ذاته ان معاملات المبيدات الكيميائية Reef sulfuran و Proponit و Trinity سببت تفوق معنويا ذا سجلت متوسطات بلغت 42.7 حبة صف-1 و 42.6 حبة صف-1 و 41.4 حبة صف-1 بالتتابع، بينما أعطت المعاملة المدغلة اقل متوسطاً لعدد الحبوب بالصف الذي بلغ 36.9 حبة صف-1 كما لوحظ ان اعلى تفوق هو معاملة العزق في تسجيل اعلى متوسطاً لعدد الحبوب بالصف وبلغ 44.2 حبة صف-1، لربما تعزى هذه النتيجة الى انّ الزيادة في عدد الحبوب في الصف يعود السبب في ذلك لتقليل منافسة الكثافة الادغال كما في جدول (10 و12 و14) لتوفير اكبر قدر ممكن من متطلبات النمو في معاملة مكافحة الأدغال والعزق (شاهين و العبيدي، 2022)، اتفقت النتيجة مع أشار اليه Radjabov وآخرون (2025) ان رش المبيدات الكيميائية والعزق له تأثير إيجابي في تحسين صفات النمو المختلفة نتيجة لتقليل منافسة الادغال مما يؤدي لتحسين عملية البناء الضوئي الذي يعكس ذلك على عدد الحبوب في الصف .

أما التداخل بين الهجن ومعاملات المكافحة اذ تفوق الهجين Torro مع معاملة العزق في تسجيل أعلى عدد حبوب بالصف الذي بلغ 47.5 حبة صف-1 بينما أعطت معاملة التداخل بين الهجين Top مع المعاملة المدغلة واعطت اقل متوسطاً بلغ 33.4 حبة صف-1.

الجدول 24: تأثير معاملات المكافحة في عدد الحبوب بالصف (حبة صف¹) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 36.9 | 37.0 | 33.4 | 40.3 | المدغلة |
| 42.7 | 43.7 | 40.5 | 43.8 | Trinity |
| 42.6 | 45.0 | 39.0 | 43.9 | Proponit |
| 41.4 | 39.4 | 39.4 | 45.4 | Reef sulfuran |
| 44.2 | 43.6 | 41.7 | 47.5 | عزق |
| | 41.7 | 38.8 | 44.2 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 2.904 | 1.846 | 0.748 | |

4-6-8- عدد الحبوب بالعرنوص (حبة. عرنوص¹)

أظهرت نتائج ملحوظة 3 وجود فروق معنوية بين الهجن ومعاملات المكافحة والتداخل فيما بينهما في عدد الحبوب بالعرنوص.

بينت نتائج الجدول 25 تفوق الهجين Torro في صفة عدد الحبوب بالعرنوص اذ سجل اعلى متوسطاً بلغ 699.0 حبة. عرنوص¹ بينما اعطى الهجين Top اقل متوسطاً بلغ 601.0 حبة. عرنوص¹، وذلك لتفوق الهجين Torro في صفة دليل الكلوروفيل الجدول (21) و صفة طول العرنوص (22) وعدد الحبوب بالصف جدول (24) مما أدى الى زيادة عدد الحبوب بالعرنوص، اتفقت النتيجة مع أشار اليه AI-Shakarchy وآخرون (2023) هناك تباين بين التراكيب الوراثية ان الزيادة في صفات النمو أدى الى زيادة تراكم المادة الجافة مما أدى الى زيادة هذه الصفة.

كما بينت نتائج الجدول ذاته ان معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran سببت تفوق معنوياً اذا سجلت متوسطات بلغت 663.2 حبة. عرنوص¹ و 674.2 حبة. عرنوص¹ و 661.1 حبة. عرنوص¹، بينما أعطت المعاملة المدغلة اقل متوسطاً لعدد الحبوب بالعرنوص الذي بلغ 523.5 حبة. عرنوص¹، كما لوحظ ان اعلى تفوق هو معاملة العزق في تسجيل اعلى متوسطاً لعدد الحبوب بالعرنوص.

وبلغ 733.5 حبة. عرنوص¹⁻، تعزى هذه النتيجة الى تأثير عدد الصفوف بالعرنوص الى وجود منافسة لنباتات الأدغال على متطلبات النمو الرئيسية، أن تقليل المنافسة الادغال قد يتيح للمحصول بأن ينمو بدرجة أكبر مما يؤدي الى زيادة كفاءة صنع ونقل الغذاء وبالتالي زيادة في عدد الصفوف للعرنوص (احمد، 2017)، اتفقت النتيجة مع ما اشار اليه Silva (2009) إنَّ الكفاءة العالية في عملية التمثيل الضوئي لها تأثيراً إيجابياً في زيادة تراكم المادة الجافة، مما يؤدي الى زيادة في عدد الحبوب بالعرنوص في معاملة العزق مقارنة مع المعاملة المدغلة وان عدم مكافحة الأدغال في المعاملة المدغلة أدى الى انخفاض في انتاج الحاصل.

أما التداخل بين معاملات المكافحة والهجن اذ تفوق الهجين Torro مع معاملة العزق في تسجيل أعلى لعدد الحبوب. عرنوص الذي بلغ 821.7 حبة. عرنوص¹⁻ بينما أعطت معاملة التداخل بين الهجين Top مع المعاملة المدغلة اقل متوسطاً بلغ 491.7 حبة. عرنوص¹⁻.

الجدول 25: تأثير معاملات المكافحة في عدد الحبوب بالعرنوص (حبة. عرنوص¹⁻) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 523.5 | 525.0 | 491.7 | 553.8 | المدغلة |
| 663.2 | 658.2 | 646.6 | 684.9 | Trinity |
| 674.2 | 728.9 | 606.9 | 686.7 | Proponit |
| 661.1 | 636.8 | 598.8 | 747.7 | Reef sulfuran |
| 733.5 | 717.8 | 661.0 | 821.7 | عزق |
| | 653.3 | 601.0 | 699.0 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 58.06 | 32.49 | 39.40 | |

4-6-9- وزن 500 حبة (غم)

أظهرت نتائج ملحوظة وجود فروق معنوية بين الهجن ومعاملات المكافحة والتداخل بينهما في وزن 500 حبة.

بينت نتائج الجدول 26 تفوق الهجينين Torro و Tawer في صفة وزن حبة اذ اعطيا أعلى متوسطات بلغ 156.9 غم و 155.1 غم بالتتابع، بينما اعطى الهجين Top اقل متوسطاً بلغ 126.1 غم ، وذلك لتفوق الهجينين نفسه في صفة المساحة الورقية في جدول (19) ودليل الكلوروفيل جدول (21) و صفة ارتفاع النبات جدول (18) اتفقت النتيجة مع ما اشار اليه عيسى (2013) إنّ الزيادة في وزن الحبوب لأي نبات هو عبارة عن دالة لمعدل البناء الضوئي وانتقال نواتجه الى جميع اجزاء النبات المختلفة .

كما بينت نتائج الجدول ذاته ان معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran سببت تفوق معنوياً اذ أعطت متوسطات بلغت 145.6 غم و 145.4 غم و 143.3 غم بالتتابع، بينما أعطت المعاملة المدغلة اقل متوسطاً لصفة وزن حبة 500 غم ، كما لوحظ ان اعلى تفوق هو معاملة العزق في تسجيل أعلى متوسطاً لوزن حبة 500 غم ، لربما تعزى هذه النتيجة الى فعالية مبيدات الادغال وتأثيرها على العمليات الحيوية للأدغال مما عكس ذلك على نموها وتطورها مما أدى الى تقليل منافسة الادغال للمحصول (احمد، 2017)، اتفقت هذا النتيجة مع ما أشار إليه النقيب وآخرون (2010) و فزغ وآخرون (2014) إنّ نباتات الذرة الصفراء التي يتم مكافحة الأدغال الى تنمو معها طول موسم النمو تعطي أعلى وزن للحبة .

أما التداخل بين معاملات المكافحة والهجن اذ تفوق الهجين Torro مع معاملة العزق في تسجيل اعلى وزناً 500 حبة الذي بلغ 166.1 غم بينما أعطت معاملة التداخل بين الهجين Top مع المعاملة المدغلة اقل متوسطاً بلغ 123.7 غم.

الجدول 26: تأثير معاملات المكافحة في صفة وزن حبة 500 (غم) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 142.0 | 150.5 | 123.7 | 151.7 | المدغلة |
| 145.6 | 154.6 | 127.5 | 154.6 | Trinity |
| 145.4 | 155.9 | 124.2 | 156.0 | Proponit |
| 143.3 | 153.1 | 120.8 | 156.1 | Reef sulfuran |
| 153.9 | 161.2 | 134.4 | 166.1 | عزق |
| | 155.1 | 126.1 | 156.9 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 5.425 | 2.992 | 3.812 | |

4-6-10- الحاصل البايولوجي (طن ه¹)

أظهرت نتائج محلق 3 وجود فروق معنوية بين الهجن ومعاملات المكافحة والتداخل بينهما في صفة الحاصل البايولوجي.

بينت نتائج الجدول 27 تفوق الهجين Torro في صفة الحاصل البايولوجي اذ سجل اعلى متوسطاً بلغ 28.4 طن ه¹، بينما اعطى الهجين Top اقل متوسطاً بلغ 24.7 طن ه¹، وذلك لتفوق الهجين نفسه في صفة ارتفاع النبات الجدول (18) والمساحة الورقية الجدول (19) وصفة دليل المساحة الورقية الجدول (20)، وصفة دليل الكلوروفيل الجدول (21) وصفة طول العرنوص (22) و عدد الحبوب بالعرنوص (25) مما عكس ذلك على الزيادة في صفة الحاصل البايولوجي .

كما بينت نتائج الجدول ذاته ان معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran سببت تفوق معنوياً اذ أعطت متوسطات بلغت 27.6 طن ه¹ و 25.3 طن ه¹ و 25.9 طن ه¹، بينما أعطت المعاملة المدغلة اقل متوسطاً لصفة الحاصل البايولوجي الذي بلغ 21.1 طن ه¹، كما لوحظ ان أعلى تفوق هو معاملة العزق اذ سجلت اعلى متوسطاً للحاصل البايولوجي وبلغ 33.6 طن ه¹، لربما تعزى هذا النتيجة الى ان زيادة الحاصل البايولوجي في معاملات مكافحة الأدغال مقارنة بالمعاملة المدغلة يعود الى ان تقليل المنافسة الادغال مما يتيح للنباتات بالنمو والاستفادة من متطلبات النمو المتاحة (العبيدي و العبيدي، 2020)، اتفقت النتيجة مع ما اشار اليه Kumar وآخرون (2016) إن استعمال العزق اليدوي واستخدام مبيدات الأدغال له تأثير ايجابي في زياده الحاصل البايولوجي لمحصول الذرة الصفراء بسبب قلته تنافس نباتات الأدغال لمحصول الذرة الصفراء، أما التداخل بين معاملات المكافحة والهجن اذ تفوق الهجين Torro مع معاملة العزق في تسجيل أعلى الحاصل بايولوجياً الذي بلغ 38.2 طن ه¹ بينما أعطت معاملة التداخل بين الهجين Top مع المعاملة المدغلة اقل متوسطاً بلغ 19.7 طن ه¹.

الجدول 27: تأثير معاملات المكافحة في صفة الحاصل البايولوجي (طن هـ¹) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 21.1 | 22.1 | 19.7 | 21.5 | المدغلة |
| 27.6 | 26.3 | 28.4 | 28.0 | Trinity |
| 25.3 | 25.4 | 22.7 | 27.7 | Proponit |
| 25.9 | 27.2 | 24.0 | 26.5 | Reef sulfuran |
| 33.6 | 33.9 | 28.7 | 38.2 | عزق |
| | 27.0 | 24.7 | 28.4 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 5.679 | 3.679 | 2.426 | |

4-6-11- حاصل الحبوب الكلي (طن هـ¹)

أظهرت نتائج ملحوظة 3 وجود فروق معنوية بين هجن الذرة الصفراء ومعاملات المكافحة والتداخل فيما بينهما في صفة حاصل الحبوب الكلي .

بينت نتائج الجدول 28 تفوق الهجينين Torro و Tawer في صفة حاصل الحبوب الكلي اذ سجلاً أعلى متوسطات بلغ 9.9 طن هـ¹ و 9.0 طن هـ¹ بالتتابع، بينما اعطى الهجين Top اقل متوسطاً بلغ 7.8 طن هـ¹ وذلك لتفوق الهجينين في صفة ارتفاع النبات جدول (18) و صفة المساحة الورقية جدول (19) ، و صفة دليل الكلوروفيل جدول (21)، وعدد الحبوب بالصف جدول (24) و صفة ووزن 500 حبة (26).

بينت نتائج الجدول ذاته ان معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran سببت تفوق معنوي اذ أعطت متوسطات بلغت 8.8 طن هـ¹ و 8.5 طن هـ¹ و 8.9 طن هـ¹ بالتتابع، بينما أعطت المعاملة المدغلة اقل متوسط لحاصل الحبوب الذي بلغ 6.8 طن هـ¹، كما لوحظ ان اعلى تفوق هو معاملة العزق في تسجيل أعلى متوسطاً لحاصل الحبوب الذي بلغ 11.6 طن هـ¹ ، وربما تعزى هذه النتيجة الى دور المبيدات في تقليل منافسة الأدغال المرافقة للمحصول مما يسمح للمحصول الاستفادة من متطلبات النمو

المتاحة بدون إجهاد ومن ثم زيادة نواتج عملية التمثيل الضوئي الذي يسبب زيادة في الحاصل (احمد، 20217)، إذ اتفقت هذه النتائج مع أشار إليه Al- Rawi و Al-Kaisy (2019) إن استعمال مبيدات الأدغال والعزق اليدوي أدى لزيادة المعنوية في حاصل الحبوب وذلك لتقليل منافسة الأدغال لمحصول مما اتاحة الفرصة للمحصول للاستهلاك الأمثل لمتطلبات النمو الأساسية كالضوء والعناصر الغذائية والرطوبة مما أدى لزيادة في معدلات التمثيل الضوئي في المحصول، اذ انعكس ذلك على تراكم المادة في الحبوب ، أما التداخل بين معاملات المكافحة والهجن اذ تفوق الهجين Torro مع معاملة العزق في تسجيل أعلى حاصل للحبوب الذي بلغ 14.0 طن هـ¹ بينما أعطت معاملة التداخل بين الهجين Top مع المعاملة المدغلة اقل متوسطاً بلغ 6.1 طن هـ¹.

الجدول 28: تأثير معاملات المكافحة في حاصل الحبوب الكلي (طن هـ¹) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات المكافحة |
|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 6.8 | 7.1 | 6.1 | 7.3 | المدغلة |
| 8.8 | 8.3 | 8.3 | 9.7 | Trinity |
| 8.5 | 8.9 | 7.2 | 9.5 | Proponit |
| 8.9 | 9.2 | 8.2 | 9.1 | Reef sulfuran |
| 11.6 | 11.5 | 9.4 | 14.0 | عزق |
| | 9.0 | 7.8 | 9.9 | متوسط |
| | التداخل | معاملات المكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 1.356 | 0.756 | 0.930 | |

4-6-12- دليل الحصاد (%)

أظهرت نتائج ملحق 3 وجود فروق معنوية بين هجن الصفراء ومعاملات المكافحة والتداخل بينهما في صفة دليل الحصاد .

بينت نتائج الجدول 29 تفوق الهجين Torro في صفة دليل الحصاد اذ سجل اعلى متوسطاً بلغ 35.1 % بينما اعطى الهجين Top اقل متوسطاً بلغ 31.8 % وذلك لتفوق الهجين نفسه في صفة المساحة الورقية

في الجدول (19)، وصفا ارتفاع النبات الجدول (18)، وصفا حاصل الحبوب الكلي في الجدول (28)، مما له تأثير إيجابيا في زيادة صفا دليل الحصاد. بينت نتائج الجدول ذاته ان معاملات المبيدات الكيميائية Trinity و Proponit و Reef sulfuran سببت تفوق معنويا اذ أعطت متوسطات بلغت 32.0% و 33.8% و 34.4%، بينما أعطت المعاملة المدغلة اقل متوسطاً لدليل الحصاد الذي بلغ 31.7%، كما لوحظ ان اعلى تفوق هو معاملة العزق في تسجيل اعلى متوسطاً لدليلاً للحصاد الذي بلغ 35.7%، لربما تعزى هذه النتيجة الى رش المبيدات الادغال والعزق يؤدي الى تقليل منافسة الادغال للمحصول (Sachan وآخرون، 2023)، اتفقت النتيجة مع ما اشار اليه EI-Sobky و El-Naggar (b2016) كان تطبيق العزق اليدوي ورش مبيدات الادغال من اجل مكافحة الادغال فعالاً في تثبيط منافسة الادغال لنباتات الذرة ومن ثم تم تحسين مكونات النمو والغلة للذرة الصفراء، أما التداخل بين الهجن ومعاملات مكافحة اذ تفوق الهجين Torro مع معاملة العزق في تسجيل اعلى دليل حصاد الذي بلغ 38.6%، بينما أعطت معاملة التداخل بين الهجين Top مع المعاملة المدغلة اقل متوسطاً بلغ 29.6%.

الجدول 29: تأثير معاملات مكافحة في دليل الحصاد (%) لثلاثة هجن من الذرة الصفراء.

| المتوسط | الهجن | | | معاملات مكافحة |
|---------|---------|----------------|-------|----------------|
| | Tawer | Top | Torro | |
| 31.7 | 32.1 | 29.6 | 33.3 | المدغلة |
| 32.0 | 31.8 | 29.7 | 34.6 | Trinity |
| 33.8 | 35.1 | 31.8 | 34.5 | Proponit |
| 34.4 | 34.1 | 34.8 | 34.4 | Reef sulfuran |
| 35.7 | 35.5 | 33.0 | 38.6 | عزق |
| | 33.7 | 31.8 | 35.1 | متوسط |
| | التداخل | معاملات مكافحة | الهجن | L.S.D 0.05 |
| | 5.136 | 3.178 | 2.127 | |

5- الاستنتاجات والمقترحات

1-5- الاستنتاجات

1. أظهرت النتائج الحقلية أن هجين Torro امتاز بأعلى كفاءة في مقاومة الأدغال، وحقق أعلى القيم في معظم الصفات المرتبطة بالنمو الخضري (كارتفاع النبات، المساحة الورقية، دليل المساحة الورقية) والحاصل (عدد الصفوف والحبوب بالعنوص، وزن 500 حبة، الحاصل البيولوجي وحاصل الحبوب)، مما يجعله الهجين الأكثر كفاءة تحت ضغط الإصابة بدغل الدهنان ومبيدات الأدغال المختبرة.
2. بيّنت التحاليل الجزيئية وجود طفرات واضحة في جيني ALS و psbA في العزلة العراقية من دغل الدهنان المقاومة لمبيد Reef Sulfuran ، مما يشير إلى تطور آليات المقاومة الجينية المعتمدة على الموقع المستهدف (TSR) ضد هذا المبيد، مع احتمالية مساهمة آليات مقاومة أخرى غير مرتبطة بالموقع المستهدف.(NTSR)
3. ظهرت المبيدات الثلاثة قدرة متفاوتة في خفض كثافة الأدغال، مع تفوق مبيد Proponit في تثبيط نمو الدغل وتقليل الوزن الجاف للأدغال وتحقيق أفضل نسبة مكافحة في جميع فترات التقييم (30، 60، 90 يوماً بعد الرش).
4. سجل التداخل بين الهجين Torro ومبيد Reef Sulfuran أعلى كفاءة في خفض كثافة الأدغال وزيادة حاصل الحبوب، مما يعكس أهمية التداخل بين العوامل الوراثية والهندسة الكيميائية في إدارة الأدغال.
5. تُعد هذه الدراسة أول توثيق جزيئي محلي دقيق لمقاومة دغل الدهنان في العراق لمبيدات ALS، مما يُشكل قاعدة بيانات مهمة للبرامج المستقبلية في الإدارة المتكاملة للأدغال المعمرة.
6. أثبتت تقنية (NGS) Next Generation Sequencing فعاليتها في الكشف عن الطفرات الوراثية الدقيقة وتحديد الجينات المرتبطة بالمقاومة، مما يعزز من استخدامها كأداة تشخيصية دقيقة في برامج تحسين المكافحة الكيميائية المتكاملة.

2-5- المقترحات

1. اعتماد الهجين Torro زراعياً في المناطق التي تعاني من الإصابة الشديدة بدغل الدهنان، نظراً لتفوقه في صفات النمو والحاصل وكفاءته العالية في التنافس مع الأدغال.
2. إعادة تقييم فعالية مبيدات ALS مثل Reef Sulfuran في ضوء ثبوت وجود طفرات جينية مقاومة في دغل الدهنان، واللجوء إلى مبيدات بديلة ذات آلية عمل مختلفة لتفادي تفشي المقاومة.
3. استخدام تقنية NGS كأداة تشخيصية متقدمة للكشف عن الطفرات الجينية المرتبطة بالمقاومة، واعتمادها في مراكز الأبحاث الزراعية لتحديث استراتيجيات مكافحة الأدغال.
4. تطبيق مبدأ الإدارة المتكاملة للأدغال (IWM) من خلال الدمج بين استخدام الهجن المقاومة، وتدوير المبيدات، والممارسات الزراعية السليمة للحد من انتشار الأدغال والمقاومة معاً.
5. دعم برامج التربية الوراثية لاستنباط هجن جديدة من الذرة الصفراء تجمع بين الكفاءة الإنتاجية والقدرة على مقاومة الأدغال، بما يضمن استدامة الإنتاج في ظل التحديات البيئية والاقتصادية.

6- المصادر

1-6- المصادر العربية

الأسدي، ماهر حميد سلمان . 2019 . GenStat لتحليل التجارب الزراعية. جامعة القاسم الخضراء - كلية الزراعة. دار الوارث للطباعة والنشر. ع ص 304.

إبراهيم ، صالح محمد . 2013 . التأثير الفسيولوجي للسماد الحيوي EMI والتسميد النتروجيني وازالة الورقة تحت العرنوص في صفات النمو والحاصل ومكونات الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) - مجلة زراعة الرافدين . المجلد (41) ، العدد 2 : 279- 259 .

أحمد، محمد رمضان . 2017 . تأثير تراكيز مختلفة من مبيدات الأدغال (Proponit) و (Camix) في مكافحة الأدغال المرافقة لمحصول الذرة الصفراء (*Zea mays L.*)الصنف الأمريكي (DKc65-81RIB) . مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية . 17(2): 67-75.

الخزعلي، عمار جاسم ،ريسان كريم شاطي. 2016. تأثير بعض مبيدات الأدغال الجديدة على القدرة التنافسية لسبعة أصناف من الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) على الحشائش المرافقة. المجلة العراقية للعلوم الزراعية ، 47 (1): 437-425 .

الخزعلي ، عمار جاسم غني . 2016. تأثير بعض مبيدات الادغال الحديثة في القدرة التنافسية ونمو وحاصل سبعة اصناف من الذرة الصفراء *Zea mays L.* . رسالة ماجستير. كلية الزراعة - جامعة بغداد.

الزبيدي، خالد محمد داؤد . محمد إبراهيم محمد مصطفى العكيدوي وعبد السالم رجب احمد الجميلي . 2017. تقدير القدرة على الاتحاد والتأثيرات الجينية في الذرة الصفراء *Zea mays L.* باستخدام هجن السلالة x الفاحص تحت ظروف بيئية مختلفة . مجلة الفرات للعلوم الزراعية - 9 (4): 513-524.

الساھوكي ، مدحت مجيد. 1990. الذرة الصفراء ، انتاجها وتحسينها .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . ع ص ، 368.

الساھوكي، مدحت وصادم حكيم جياذ . 2013. جداول تقدير المساحة الورقية للذرة الصفراء باعتماد طول ورقة واحدة. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 44 (2) : 164-167.

الساھوكي، مدحت مجيد وكريمة محمد وهيب . 1990 . تطبيقات في تصميم وتحليل التجارب . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . دار الحكمة للطباعة والنشر . الموصل . العراق . 488 ص .

- السعدون، سامي نوري . 2012. تأثير المبيدات وفترات الري في حاصل الذرة الصفراء والادغال المرافقة لها. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. 12 (3): 93 – 102.
- الطيف ، محمد رمضان أحمد . 2012 . تأثير طرق إضافة بعض المبيدات والموقع في مكافحة ادغال الذرة الصفراء . أطروحة دكتوراه . كلية الزراعة والغابات - جامعة الموصل
- العلي ، عزيز. 1980. دليل مكافحة الآفات الزراعية. الهيئة العامة لوقاية المزروعات. قسم بحوث الوقاية . وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي . العراق.
- العبيدي، محمد اكرم عبداللطيف . احمد محمد سلطان العبيدي. 2020. تأثير مبيدات قبل وبعد الزراعة في مكافحة الأدغال المرافقة لمحصول لذرة الصفراء (*Zea mays L.*) . مجلة جامعة كركوك للعلوم الزراعية. 11(1):94-109.
- الكبيسي، مجاهد اسماعيل حمدان . 2019. الوراثة الجزيئية وتطبيقاتها. الفصل الخامس . وزارة الزراعة دائرة البحوث الزراعية . 235- 303.
- النقيب، موفق عبد الرزاق، هادي محمد كريم العبودي و انتصار هادي حميدي الحلفي . 2010. تأثير مبيدات الادغال الاترازين والبريمكرام ومسافات الزراعة في نمو وحاصل الذرة الصفراء والادغال المرافقة مجلة جامعة كربلاء العلمية . 8 (3) : 36 - 45.
- حبيب، شوكت عبدالله، وائل مصطفى جاسم و محمد علي حسين الفلاحي . 2002. استجابة وتحمل خمسة أصناف من الذرة الصفراء والادغال المرافقة لعدد من مبيدات الادغال. مجلة اباء للأبحاث الزراعية . مجلد 12 عدد 4: 128- 142.
- عيسى، سعيد سلمان . 2013. إستجابة ثلاثة أصناف من الذرة الصفراء لإضافة الزنك في محافظة بابل.مجلة القادسية للعلوم الزراعية. 3(1). 54 – 61.
- عبد المحسن، علاء محمد. 2023. الكشف الجزيئي عن جينات تحمل الإجهاد المائي في اربعة اصناف من الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة كربلاء.
- سلمان، محمد داود . 2021. التشخيص الجزيئي لفايروسات النبات المنقولة بواسطة بعض الحشرات المنتشرة على عدد من العوائل النباتية في محافظة كربلاء باستعمال تقنية الجيل التالي. رسالة ماجستير، كلية الزراعة ، جامعة كربلاء، العراق .

- شاهين، محمد سمير عبدالله. محمد اكرم عبداللطيف العبيدي. 2022. تقييم فاعلية مبيد (Adengo 465 sc) في مكافحة الادغال المرافقة لمحصول الذرة الصفراء (Zea mays L.) وتأثيره في صفات النمو والحاصل الموسمين الربيعي والخريفي. مجلة جامعة كركوك للعلوم الزراعية . 13 (3):379-392.
- فاضل، فائز تحسين. 2010. التغيرات المورفولوجية والانتاجية في بعض التراكيب الوراثية من تحت النوع للذرة الصفراء Zea mays L. بوجود الادغال او عدم وجودها المجلة العراقية لدراسات الصحراء / الانبار . 2(1) : 48 - 52 .
- فزع، احمد طلال مجاهد اسماعيل حمدان، عبد العزيز يونس عبد العزيز و حسن علي فياض . 2014 . نمو وحاصل الذرة الصفراء بتأثير موعد العزق الميكانيكي والمكافحة الكيميائية للأدغال . مجلة الزراعة العراقية. عدد خاص 19 (6) : 131 - 141.
- وزارة الزراعة العراقية. 2011. دليل زراعة محصول Maize. نشرة ارشادية. الهيئة العامة للبحوث الزراعية. وزارة الزراعة العراقية.

2-6- المصادر الاجنبية

- Abdullah, A., M. Khan, S. Ali, and H. Rahman.** 2021. The impact of insertion and deletion mutations on genetic disorders and protein function. *Journal of Genetic Mutations and Molecular Biology* 15(2): 112-125.
- Alptekin, H., A.Ozkan, R. Gurbuz, and M. Kulak.** 2023. Management of weeds in maize by sequential or individual applications of pre-and post-emergence herbicides. *Agriculture*, 13(2): 421-433.
- Ahmadi, A. R., S. Shahbazi, and M. Diyanat.** 2017. Analysis of nicosulfuron residues in maize field soil by high-performance liquid chromatography. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 9(2): 229-235. DOI: 10.3920/QAS2015.0741.

- Ahmed**, M. R. 2017. Effect of Different Concentrations of Proponit and Camix Herbicides in Controlling of Companion Weeds of American Variety (Dkc65-81RIB) Corn (*Zea mays* L.). *Tikrit Journal of Agricultural Sciences*, 17(2): 67-75.
- Ahmed**, T. Y., and S. M. Saleh. 2023. Evaluation of the efficacy of some new herbicides in controlling weeds associated with *Zea mays* L. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1158 (6):1-11. 062008.1-11.
- Ahmed**, S. A., H. M. Shams, I. M. El-Metwally, M. N. Shehata, and M. A. El-Wakeel. 2008. Efficiency of some weed control treatments on growth, yield and its attributes of maize (*Zea mays* L.) plants and associated weeds. *Journal of Plant Production*, 33(7): 4777–4789.
- Ahmadpour**, S. R., N. Majid, M. Mesgarbashi, H. Rajabi-Memary, M. Farzane, and A. Ebrahimi. 2019. Resistance of *Echinochloa colona* to some selective herbicides in sugarcane fields of Khuzestan. *Journal of Sugarcane Research*, 30(1): 1–5.
- Ali**, A., M. Adnan, A. Abbas, M. A. Javed, M. E. Safdar, M. Asif, and R. Ahmad. 2020. Comparative performance of various *Zea mays* cultivars for yield and related attributes under semi-arid environment. *Agricultural and Biological Research*, 36(4): 63–66.
- Ali**, Q., M. Saleem, M. Tahir, M. Ali, F. Hussain, and A. Aslam. 2014. Genetic analysis of morphological traits in *Zea mays*. *Scientific Research and Essays*, 9(14): 665–672.
- Al-Rawi**, A. F. S., and A. L. M. Al-Kaisy .2019. Effect of weed control treatments on the growth, yield and quality of three cultivars of maize (*Zea mays* L.). *Plant Archives*, 19(2): 192-202.

- Al-Shakarchy, W. Y. R., M. S. Al-Taweel, S. Y. H. Al-Hamadany, and K. M. D. Al-Zubaidy.** 2023. Genetic variability and estimate some genetic parameters of *Zea mays* L. In *4th International Agricultural Conference*, 10(11): 893–905.
- Al-Sayed, W. M., H. H. El-Shazly, A. I. El-Nahas, and A. A. Omran.** 2025. Cytogenetic impact of gamma radiation and its effects on growth, yield and drought tolerance of *Zea mays* L. *BMC Plant Biology*, 25(1): 141-157.
- Alwarnaidu Vijayarajan, V. B., C. Morgan, N. Onkokesung, S. K. Cook, T. R. Hodkinson, S. Barth .**2023. Characterization of mesosulfuron-methyl + iodosulfuron-methyl and pyroxsulam-resistant annual bluegrass (*Poa annua*) in an annual cropping system. *Weed Science*, 71(6): 557–564.
- Alzahawi, S., S. M. A. Safi. and A. A. Taha .**2024. Herbicides and Effective Weed Control in Maize (*Zea mays* L.). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* , 1371(5):1-9. (052060). IOP Publishing.
- Andrews, S.** 2010. FastQC: A quality control tool for high throughput sequence data. Retrieved from <https://www.bioinformatics.babraham.ac.uk/projects/fastqc/>.
- Ayana, B.** 2024. Improving maize production and decreasing weed pressure by application of weed control methods. *International Journal of Research* 10(1): 10-17.
- Bankevich, A., S. Nurk, D. Antipov, A.A. Gurevich, M. Dvorkin, and A.S Kulikov.** 2012. SPAdes: A New Genome Assembly Algorithm and Its Applications to Single-Cell Sequencing. *Journal of Computational Biology*, 19(5):455-477.
- Batlla, D., C. M. Ghera, and R. L. Benech-Arnold.** 2020. Dormancy, a critical trait for weed success in crop production systems. *Pest Management Science*, 76(4): 1189-1194.

- Barba, M., H. Czosnek, and A. Hadidi.** 2014. Historical perspective, development and applications of next-generation sequencing in plant virology. *Viruses*, 6, 106-136.
- Barrett, S. C.** 2015. Influences of clonality on plant sexual reproduction. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(29): 8859-8866.
- Bankevich, A., S. Nurk, D. Antipov, A.A. Gurevich, M. Dvorkin, and A.S. Kulikov.** 2012. SPAdes: a new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. *Journal of Computational Biology*, 19(5): 455–477.
- Beckie, H. J.** 2020. Herbicide resistance in plants. *Plants*, 9(4): 435-438.
- Beckie, H. J., I. M. Heap, R. J. Smeda, and L. M. Hall.** 2000. Screening for herbicide resistance in weeds. *Weed Technology*, 14(2): 428–445.
- Bhowmik, P. C.** 2012. Introduction to the symposium: history of sulfonylurea herbicide use in turfgrass environments. *Weed Technology*, 26(3): 575–578.
- Bhurer, K. P., D. N. Yadav, J. K. Ladha, R. B. Thapa, and K. Pandey.** 2013. Effect of integrated weed management practices on performance of dry direct seeded rice (*Oryza sativa* L.). *Agronomy Journal of Nepal*, 3(8): 53–63.
- Bohara, B., S. Oli, B. Kafle, K. Thapa, and M. Bohara.** 2024. A review on biology, status, and medicinal importance of *Echinochloa colona* L. *Matrix Science Pharma*, 8(1): 10-17.
- Bolger, A. M., M. Lohse, and B. Usadel.** 2014. Trimmomatic: A flexible trimmer for Illumina sequence data. *Bioinformatics*, 30(15): 2114-2120.
- Bontenbroich, J.** 2012. Trinity®–die innovative Kombination von drei herbiziden Wirkstoffen zur Nachauflaufanwendung im Getreide. *Julius-Kühn-Archiv*, 434(6): 477-482.

- Bor**, N. L. 1961. Grasses of Burma, Ceylon, India and Pakistan. *Soil Science*, 92(5): 1-351.
- Brookes**, G., and P. Barfoot. 2011. GM crops: global socio-economic and environmental impacts. Retrieved July, 20(2):1996-2009. PhD thesis.
- Burgos**, N. R., I. M. Heap, C. E. Rouse, and A. Lawton-Rauh. 2018. Evolution of herbicide-resistant weeds. *Weed Science*, 66(4): 345–362.
- Burgos**, N. R., P. J. Tranel, J. C. Streibig, V. M. Davis, D. Shaner, J. K. Norsworthy, and C. Ritz. 2013. Confirmation of resistance to herbicides and evaluation of resistance levels. *Weed Science*, 61(1): 4–20.
- Bunchek**, J. M., J. M. Wallace, W. S. Curran, D. A. Mortensen, M. J. VanGessel, and B. A. Scott. 2020. Alternative performance targets for integrating cover crops as a proactive herbicide-resistance management tool. *Weed Science*, 68(5): 534-544.
- Butler**, J. M. 2004. Forensic DNA typing by capillary electrophoresis using the ABI Prism 310 and 3100 genetic analyzers for STR analysis. *Electrophoresis*, 25(10): 1397-1412.
- Camacho**, C., G. Coulouris, V. Avagyan, N. Ma, J. Papadopoulos, K. Bealer, and T. L. Madden. 2009. BLAST+: Architecture and applications. *BMC Bioinformatics* 10: 421- 435.
- Carranza**, N. M., D. Zabala-Pardo, E. Torres-Rojas, and G. Plaza. 2023. Characterization of acetolactate synthase gene (*ALS*) in *Echinochloa colona* L. Link., a hexaploid weed species. *Advances in Weed Science* 41(1):1-8.e020220067.

- Castella, V., N. Dimo-Simonin, C. Brandt-Casadevall, and P. Mangin.** 2006. Forensic evaluation of the QIAshredder/QIAamp DNA extraction procedure. *Forensic Science International* 156(1): 70-73.
- Chandra, S., and R. G. Leon.** 2022. Genome-wide evolutionary analysis of putative non-specific herbicide resistance genes and compilation of core promoters between monocots and dicots. *Genes* 13(7): 1171-1184.
- Chauhan, B. S.** 2020. Grand challenges in weed management. *Frontiers in Agronomy*, 3(2): 1-4. DOI: 10.3389/fagro.2020.00003.
- Chavarria, E. M. J.** 2016. The Cell: A Molecular Approach. The Yale Journal of Biology and Medicine, 89(3): 424-425.
- Crooks, G.E., G. Hon, J.M. Chandonia, and S.E. Brenner.** 2004. WebLogo: a sequence logo generator. *Genome Research*, 14(6): 1188–1190.
- Chin, D. V., T. C. Thien, H. H. Bi, and N. T. Nhiem.** 2007. Study on weed and weedy rice control by imidazolinone herbicides in Clearfield™ paddy grown by imi-tolerance *indica* rice variety. *Omon Rice* 15(2): 63–67.
- Chipman, D., Z. E. Barak, and J. V. Schloss.** 1998. Biosynthesis of 2-aceto-2-hydroxy acids: acetolactate synthases and acetohydroxyacid synthases. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Protein Structure and Molecular Enzymology*, 1385(2): 401-419.
- Cordeiro, J. M. B., G. L. D. Leite, L. D. T. Santos, W. de Souza Tavares, Z. V. Caldeira, R. S. da Silva, et al.** 2025. Toxicity of herbicides on biological parameters of *Trichogrammatidae*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 132(1): 1-8.
- Dabkiene, V., T. Balezentis, and D. Streimikiene.** 2021. Development of agri-environmental footprint indicator using the FADN data: Tracking

- development of sustainable agricultural development in Eastern Europe. *Sustainable Production and Consumption*, 27(1): 2121-2133.
- Dagne, W., B. S. Vivek, T. Berhanu, A. Koste, W. Mosisa, and W. Legesse.** 2011. Genetic variation for grain yield and other agronomic traits in mid-altitude maize landraces of Ethiopia. *African Crop Science Journal*, 19(4): 183–194.
- Damalas, C. A., and S. D. Koutroubas.** 2024. Herbicide resistance evolution, fitness cost, and the fear of the super weeds. *Plant Science*, 339(2):1-2. 111934.
- de Menezes, C. W., M. A. Soares, A. J. Fonseca, J. B. dos Santos, S. D. S. Camilo, and J. C. Zanuncio.** 2014. *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) as an indicator of toxicity of herbicides registered for corn in Brazil. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 74(3): 361-365.
- De Vries, H.** 1910. *The Mutation Theory: Experiments and Observations on the Origin of Species in the Vegetable Kingdom, Vol. 2.* Kraus Reprint Company. pp.1-683.
- De Wet, J. M. J., K. E. Prasada Rao, M. H. Mengesha, and D. E. Brink.** 1983. Domestication of mawa millet (*Echinochloa colona*). *Economic Botany*, 37(3): 283–291.
- Délye, C., M. Jasieniuk, and V. Le Corre.** 2013. Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. *Trends in Genetics*, 29(11): 649–658.
- Délye, C., S. Michel, F. Pernin, V. Gautier, M. Gislard, C. Poncet, and V. Le Corre.** 2020. Harnessing the power of next-generation sequencing technologies to the purpose of high-throughput pesticide resistance diagnosis. *Pest Management Science*, 76(2): 543-552.
- Délye, C., A. Duhoux, F. Pernin, C. W. Riggins, and P. J. Tranel.** 2015. Molecular mechanisms of herbicide resistance. *Weed Science*, 63(SP1): 91–115.

- Dhawan, R. S.** 2009. Factors affecting germination, emergence, and establishment of two *Echinochloa* species. *Annals of Plant Protection Sciences*, 17(1): 220-224.
- Duan, J., Y. Wu, Y. Zhou, X. Ren, Y. Shao, W. Feng, Y. Zhu, L. He. and T. Guo,** 2018. Approach to higher wheat yield in the huang-huai plain: improving post-anthesis productivity to increase harvest index. *Frontiers in Plant Science*, 1457 (9): 1-14.
- Duke, S. O.** 2012. Why have no new herbicide modes of action appeared in recent years? *Pest Management Science*, 68(4): 505–512.
- El-Sobky, E. E. A., and N. Z .El-Naggar.** 2016a. Effect of weed control treatments and planting density in maize (*Zea mays* L.). *Egyptian Journal of Agronomy*, 38(1): 55-77.
- El-Sobky, E. E. A., and N. Z .El-Naggar.** 2016b. Effect of weed control treatments and planting density in maize (*Zea mays* L.). *Egyptian Journal of Agronomy*, 38(1): 55-77.
- El-Mastouri, Z., K. Hamouzová, T. Trifan, P. Košnarová, E. Alimi, and J. Soukup.** 2024. Resistance to ACCase and ALS-inhibiting herbicides detected in targeted sampling of *Lolium rigidum* (rigid ryegrass) populations from cereal crops in Morocco, Algeria, and Tunisia. *Crop Protection* 186(2):1-9. 106902.
- Elahifard, E., A. Ghanbari, M. H. R. Mohassel, E. Zand, A. M. Kakhki, and A. Mohkami.** 2013. Characterization of triazine resistant biotypes of *Echinochloa colona* found in Iran. *Australian Journal of Crop Science*, 7(9): 1302–1308.
- El-Taif, M.R.A.** 2021. Sensitivity of wheat genotypes to newly introduced selective herbicides. *Arab Journal of Plant Protection*, 39(1): 55–60.

- FAO. 2023. Food and Agriculture Organization. Accessed 08.09.2024.
- Ford, G. T., and J. M. Pleasant. 1994. Competitive abilities of six corn (*Zea mays* L.) hybrids with four weed control practices. *Weed Technology*, 8(1): 124–128.
- Franić, M., A. Jambrović, D. Šimić, and V. Galić. 2020. Photosynthetic properties of maize hybrids under different environmental conditions probed by the chlorophyll a fluorescence. *Maydica*, 64(3): 1–9.
- Galinato, M. I. 1999. Upland rice weeds of South and Southeast Asia. *International Rice Research Institute*. Book .156.
- Galon, L., F. A. De David, C. T. Forte, F. W. Júnior, A. L. Radunz, R. Kujawinski, and A. J. Mossi. 2018. Chemical management of weeds in corn hybrids. *Weed Biology and Management*, 18(1): 26–40.
- Gaines, T. A., S. O. Duke, S. Morran, C. A. Rigon, P. J. Tranel, A. Küpper, and F. E. Dayan. 2020. Mechanisms of evolved herbicide resistance. *Journal of Biological Chemistry*, 295(30): 10307–10330.
- Gibson, K. D., A. J. Fischer, T. C. Foin, and J. E. Hill. 2002. Implications of delayed *Echinochloa spp.* germination and duration of competition for integrated weed management in water-seeded rice. *Weed Research*, 42(5): 351–358.
- Gitzendanner, M., G. Stull, M. Chester, A. Chanderbali, S. Chamala, I. Jordon-Thaden, and W. Barbazuk. 2013. The potential of genomics in plant systematics. *Taxon* 62(5): 886-898. <https://doi.org/10.12705/625.13>.
- Glowacka, A. 2011. Dominant weeds in maize (*Zea mays* L.) cultivation and their competitiveness under conditions of various methods of weed control. *Acta Agrobotanica* 64(2).119-126.
- Greenwald, M. E. 1956. List of references on control of aquatic plants, including algae. Chipman Chemical Company, 1-22.

- Grabherr, M. G., Haas, B. J., Yassour, M., Levin, J. Z., Thompson, D. A., Amit, I., and Regev, A.** 2011. Full-length transcriptome assembly from RNA-Seq data without a reference genome. *Nature Biotechnology* 29(7): 644-652.
- Ghanizadeh, H., and K. C. Harrington.** 2017. Non-target site mechanisms of resistance to herbicides. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 36(1): 24–34.
- Ghatrehsamani, S., G. Jha, W. Dutta, F. Molaei, F. Nazrul, M. Fortin, and J. Neupane.** 2023. Artificial intelligence tools and techniques to combat herbicide resistant weeds—a review. *Sustainability*, 15(3): 1843–1861.
- Haefele, S. M., D. E. Johnson, S. Diallo, M. C. S. Wopereis, and I. Janin.** 2000. Improved soil fertility and weed management is profitable for irrigated rice farmers in Sahelian West Africa. *Field Crops Research*, 66(2): 101–113.
- Hashim, S., S. Tanaka, T. Nakamura, T. Shimizu, and K. Matsuo.** 2012. Novel α -*tubulin* mutations conferring resistance to dinitroaniline herbicide in *Alopecurus aequalis*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 102(3): 248-254. DOI: 10.1016/j.pestbp.2012.01.004.
- Hassan, G. Z., M. Zia Ul Haq, S. Shafiq, M. Shahid Ibni Zamir, A. Shahbaz, and M. Saqib.** 2025. Integrated weed management in sunflower using a hybrid mixture and reduced herbicide dose. *Journal of Crop Health*, 77(1): 1–15.
- Heap, N.** 2019. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Brighton crop protection conference: weeds. *Proceedings of an International Conference, Brighton. CABI Invasive Species Compendium* 3: 769-776.
- Heap, I.** 2020. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Available online at: <http://www.weedscience.org>. Accessed July 7.
- Heap, I.** 2021. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Available online at: www.weedscience.org (accessed March 14, 2021).

- Heap, I.** 2022. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Available at: <https://www.weedscience.org>. Accessed: August 9, 2022.
- Heap, I.** 2023. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Retrieved from <http://www.weedscience.org>.
- Heap, I.** 2024. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Available at: <https://www.weedscience.org>. Accessed: January 5, 2024.
- Hereward, J. P., J. A. Werth, D. F. Thornby, M. Keenan, B. S. Chauhan, and G. H. Walter.** 2016. Complete chloroplast genome sequences of six lines of *Echinochloa colona*. *Mitochondrial DNA Part B*, 1(1): 945–946.
- Hernandez-Tenorio, F., A. M. Miranda, C. A. Rodríguez, C. Giraldo-Estrada, and A. A. Sáez.** 2022. Potential strategies in the biopesticide formulations: a bibliometric analysis. *Agronomy*, 12(11): 2665.
- Hiiesalu, I., M. Öpik, M. Metsis, L. Lilje, J. Davison, M. Vasar, and M. Pärtel.** 2011. Plant species richness belowground: higher richness and new patterns revealed by next-generation sequencing. *Molecular Ecology* 21(8): 2004-2016.
- Holm, L. G., D. L. Plucknett, J. V. Pancho, and J. P. Herberger.** 1977a. The world's worst weeds. University Press of Hawaii, Honolulu, Hawaii, USA:610.
- Holm, L. G., D. L. Plucknett, J. V. Pancho, and J. P. Herberger.** 1977b. The world's worst weeds. University Press of Hawaii, Honolulu, Hawaii, USA:610.
- Holm, L. G., D. L. Plucknett, J. V. Pancho, and J. P. Herberger.** 1977c. The world's worst weeds. University Press of Hawaii, Honolulu, Hawaii, USA:610.
- Hunt, R.** 1982. Plant Growth curves The functional Approach to plant Growth Analysis. London. Edward Arnold : 248.

- Humada**, Y. H., R. M. Abdullah, and F. K. Hussein. 2025. Genetic relationship analysis to evaluate the performance of several pure strains and their individual hybrids between the RAPD-PCR indicators in the yield traits of *Zea mays* L. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 18(1): 1–17.
- Imoloame**, E. O., and J. O. Omolaiye. 2017. Weed infestation, growth and yield of *Zea mays* L. as influenced by periods of weed interference. *Advances in Crop Science and Technology* 5(2): 1-7.
- International Rice Research Institute**. 1986. Annual report for 1985. Los Baños, Laguna, Philippines: International Rice Research Institute, pp.1-555.
- Islam**, M. M., and M. Monjardino. 2025. The importance of developing an integrated data-driven modelling platform for herbicide resistance research: A review. *Heliyon*, 11(4): 1-16 .
- Jordan**, N. 1993. Prospects for weed control through crop interference. *Ecological Applications* 3(1): 84–91.
- Josia**, C. C. 2019. Evaluation of maize hybrids for low-nitrogen stress tolerance, yield stability and genetic purity. Doctoral dissertation, University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg.
- Kane**, N. C., and L. H. Rieseberg. 2008. Genetics and evolution of weedy *Helianthus annuus* populations: adaptation of an agricultural weed. *Molecular Ecology* 17(1): 384-394.
- Kandil**, E. E. E., and A. M. Kordy. 2013. Effect of hand hoeing and herbicides on weeds, growth, yield and yield components of *Zea mays* L. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(4): 3075–3082.
- Kathirvelan**, P., S. Vaishnavi, V. Manivannan, M. Djanaguiraman, S. Thiyageshwari, P. Parasuraman, and M. K. Kalarani. 2025. Response of *Zea*

- mays* L. to foliar-applied nanoparticles of zinc oxide and manganese oxide under drought stress. *Plants*, 14(5):1-16. 732.
- Kabeakan, N. T. M. B.** 2023. the effect of weed management using herbicide on corn results (*zea mays* L.) biolink (jurnal biologi lingkungan industri kesehatan), 9(2): 231-238.
- Katoh, K., and D. M. Standley.** 2013. MAFFT multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Molecular Biology and Evolution*, 30(4): 772–780.
- Kaur, P., S. S. Rana, R. Kumar, N. Guleria, and B. Singh.** 2025. Allelopathy: A green sustainable weed management approach. In *Natural Pesticides and Allelochemicals*, 1st Edition. pp. 335–351. CRC Press.
- Khan, I. A., G. Hassan, N. Malik, R. Khan, H. Khan, and S. A. Khan.** 2016. Effect of herbicides on yield and yield components of hybrid maize (*Zea mays* L.). *Planta Daninha* 34(4): 729-736.
- Kim, M., H. Kim, W. Lee, and Y. Lee.** 2020. Functional analysis of *ycf1* and its role in stress response regulation in plants. *Plant Physiology* 183(2): 567-578.
- Kim, Y., H. Park, J. Lee, and C. Choi.** 2020. Photosynthetic gene expression under herbicide stress in resistant *Echinochloa* species. *Plant Physiology Journal* 15(1): 120-135.
- Knezevic, S. Z., S. P. Evans, E. E. Blankenship, R. C. Van Acker, and J. L. Lindquist.** 2002. Critical period for weed control: the concept and data analysis. *Weed Science*, 50(6): 773-786.
- Kreiner, J. M., J. R. Stinchcombe, and S. I. Wright.** 2018. Population genomics of herbicide resistance: adaptation via evolutionary rescue. *Annual Review of Plant Biology*, 69(1): 611-635.

- Kumar, S., G. Stecher, and K. Tamura.** 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33(7): 1870-1874. DOI: 10.1093/molbev/msw054.
- Kumudini, B. S., and S. V. Patil.** 2021. Antioxidant-mediated defense in triggering resistance against biotic stress in plants. In *Biocontrol Agents and Secondary Metabolites*, pp. 383–399. Woodhead Publishing.
- Kutasy, B., Z. Farkas, B. Kolics, K. Decsi, G. Hegedűs, J. Kovács, and E. Virag.** 2021. Detection of target-site herbicide resistance in the common ragweed: nucleotide polymorphism genotyping by targeted amplicon sequencing. *Diversity*, 13(3),1-16.
- Lamo, K., D. J. Bhat, K. Kour, and S. P. S. Solanki.** 2017. Mutation studies in fruit crops: a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(12): 3620–3633.
- Landrum, C. A.** 2024. Mechanisms of herbicide resistance in polyploid monocot weed species, 165(1):1-24
- Langmead, B. and S.L. Salzberg.** 2012. Fast gapped-read alignment with Bowtie 2. *Nat Methods* 9(4): 357-359.
- Lazarides, M.** 1980. *Phanerogamarum monographiae XII: The tropical grasses of Southeast Asia*. J. Cramer, Vaduz, Liechtenstein.301 .
- Leah, J. M., J. C. Caseley, C. R. Riches, and B. Valverde.** 1994. Association between elevated activity of aryl acylamidase and propanil resistance in jungle-rice, *Echinochloa colona*. *Pesticide Science*, 42(4): 281–289.
- Leon, R. G., J. C. Dunne, and F. Gould.** 2021a. The role of population and quantitative genetics and modern sequencing technologies to understand evolved

- herbicide resistance and weed fitness. *Pest Management Science* 77(1): 12-21.
- Leon, R. G., J. C. Dunne, and F. Gould.** 2021b. The role of population and quantitative genetics and modern sequencing technologies to understand evolved herbicide resistance and weed fitness. *Pest Management Science* 77(1): 12-21.
- Li, Y., W. Zhang, Y. Wang, W. Liu, and J. Wang.** 2017. Effects of *nicosulfuron* on carbohydrate metabolism and cracking in maize kernels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(32): 6789-6795.
- Lin RueyJen, L. R., and W. H. J. Kuo.** 1996. Seasonal changes in the germinability of buried seeds of *Echinochloa colonum* and *Alopecurus aequalis* var. *amurensis*. 36(3):232-244.
- Liu, H., X. Zhang, Y. Wu, and L. Chen.** 2018. Ribosomal proteins as stress regulators in plants. *Frontiers in Plant Science: Article*, 456 (9):1-19.
- Lu, H., Y. Liu, D. Bu, F. Yang, Z. Zhang, and S. Qiang.** 2023. A double mutation in the ALS gene confers a high level of resistance to mesosulfuron-methyl in shepherd's-purse. *Plants*, 12 (14):1-14. <https://doi.org/10.3390/plants12142730>
- Mahon, C. R., and D. C. Lehman.** 2019. Textbook of diagnostic microbiology. Sixth edition. Elsevier Saunders, St. Louis, Missouri, USA. Edition Number 6 .Dewey Edition .1088.
- Mann, R. A., Sh. Ahmad, G. Hassan, and M. S. Baloch.** 2007. Weed management in direct seeded rice crop. *Pakistan Journal of Weed Science Research* 13(3-4): 219-226.

- Mba, C., R. Afza, S. Bado, and S. M. Jain.** 2010. Induced mutagenesis in plants using physical and chemical agents. In: *Plant Cell Culture: Essential Methods*, 7: 111–130.
- McElroy, J. S., and D. Martins.** 2013. Use of herbicides on turfgrass. *Planta Daninha*, 31(2): 455-467.
- Menalled, F., and R. Ebel.** 2025. Edible weeds as crops. In *Agroecology of Edible Weeds and Noncrop Plants*, pp. 75-102. *Academic Press*.
- Meena, H. P., B. L. Meena, R. K. Yadav, B. R. Kumar, and J. Kumar.** 2018. Genetic variability and trait association studies in *Zea mays*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(4): 2442–2450.
- Mendes, R. R., H. K. Takano, A. Gonçalves, G. J. Picoli, A. L. Cavenaghi, V. F. Silva, et al.** 2021. Monitoring glyphosate- and chlorimuron-resistant *Conyza* spp. populations in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 93(1): 1-14.e20190425.
- Mulo, P., I. Sakurai, and E. M. Aro.** 2012. Strategies for psbA gene expression in cyanobacteria, green algae and higher plants: from transcription to PSII repair. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics*, 1817(1): 247–257.
- Mohammadi, G. R.** 2007. Growth parameters enhancing the competitive ability of *Zea mays* L. against weeds. *Weed Biology and Management* 7(4): 232–236.
- Mohamed, A. H., A. M. Ali, A. A. El-Borai, and M. A. El-Shenawy.** 2016. Estimates of genetic variability and correlation in *Zea mays* hybrids. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 8(4): 49–56.

- Mohammad**, A., and M. Akhtar. 2001. Efficiency and economics of integrated weed management in maize. *Online Journal of Biological Sciences* 1(4): 222–223. Asian Network for Scientific Information.
- Monteiro**, A. and S. Santos . 2022. Sustainable approach to weed management: The role of precision weed management. *Agronomy*, 12(1): 118-123.
- Mohler**, C.L. 2001. Enhancing the competitive ability of crops. In: *Ecological Management of Agricultural Weeds*. Eds. M. Liebman, C.L. Mohler, C.P. Staver. pp. 269–321.
- Murphy**, B. P., and P. J. Tranel. 2019. Target-site mutations conferring herbicide resistance. *Plants*, 8(10): 382.1-16.
- Mutation**. 2022. *Oxford University Press eBooks*, 253–268. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198856566.003.0012>.
- Nakka**, S., C. R. Thompson, D. E. Peterson, and M. Jugulam. 2017. Target site–based and non–target site–based resistance to ALS inhibitors in *Amaranthus palmeri*. *Weed Science*, 65(6): 681-689.
- Nam**, K. H., and C. G. Kim. 2015. Effects of water stress on chemical composition of rice grains. *Korean Journal of Agricultural Science*, 42(1): 1-5.
- Nakova**, R., and S. Khristova, 2012. contemporary investigations on competitive relations between maize *Zea mays* L. and weeds. 49 (2) :67-72.
- Negewo**, T., Dechassa, N., Fufa, A., and Bidira, T. 2024. Weed science research achievements on maize in Ethiopia: a review. *F1000Research*, 12(1):1-17. 880.

- Nyporko, A. Y., A. I. Yemets, V. N. Brytsun, M. O. Lozinsky, and Y. B. Blume.** 2009. Structural and biological characterization of the tubulin interaction with *dinitroanilines*. *Cytology and Genetics*, 43(2): 267–282. <https://doi.org/10.3103/S0095452709040082>.
- Ortiz, A., V. Perez, and M. Pacheo.** 2000. *Echinochloa colona* biotypes potentially resistant to propanil in Venezuela. Abstracts, Third International Weed Science Congress, Foz du Iguassu, Brazil: 156.
- Ogunniyan, D.J., and S.A. Olakojo.** 2014. Genetic variation, heritability, genetic advance and agronomic character association of yellow elite inbred lines of *Zea mays* L. *Nigerian Journal of Genetics*, 28(2): 24–28.
- Pacanoski, Z., and G.Glatkova** 2009. The use of herbicides for weed control in direct wet-seeded rice (*Oryza sativa* L.) in rice production regions in the Republic of Macedonia. *plant protect Sci.* 45(3), 113-118 .
- Pant, C., S. Dhakal, S. K. Sah, and S. S. Karkee.** 2023. Effect of herbicide application on weed density and yield of wet direct seeded spring rice at Sundarpur, Nepal. *Agronomy Journal of Nepal*, 7(1): 94–102.
- Parthipan, T., V. Ravi, and E. Subramanian.** 2013. Integrated weed management practices on growth and yield of direct-seeded lowland rice. 43(1):7-11.
- Pawluczyk, M., J. Weiß, M. Links, M. Aranguren, M. Wilkinson, and M. Egea-Cortines.** 2015. Quantitative evaluation of bias in PCR amplification and next-generation sequencing derived from metabarcoding samples. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 407(3): 1841-1848. <https://doi.org/10.1007/s00216-014-8435-y>.

- Pedroso, R. M., and M. L. Moretti.** 2025. Weed resistance to herbicides and genetically engineered, herbicide-resistant soybeans as a tool for weed control: Past, present, and future of adoption. In *Soybean Production Technology: Crop Pests and Diseases*, pp. 327–351. Singapore: Springer Nature Singapore.
- Peerzada, A. M., A. A. Bajwa, H. H. Ali, and B. S. Chauhan.** 2016. Biology, impact, and management of *Echinochloa colona*. *Crop Protection*, 83(2): 56–66.
- Powles, S. B., and Q. Yu.** 2010. Evolution in action: plants resistant to herbicides. *Annual Review of Plant Biology*, 61(1): 317–347.
- Quiroz, D., M. Lensink, D. J. Kliebenstein, and J. G. Monroe.** 2023. Causes of mutation rate variability in plant genomes. *Annual Review of Plant Biology* 74(1): 751-775.
- Radjabov, J., I. Troyanovskaya, T. Dvoryashina, V. Vanzha, and L. Akhtyamova.** 2025. Impact of weed control methods on corn yield and soil fertility conservation. *E3S Web of Conferences*, 613(2): 1–11.
- Rai, A., D. Mahata, E. Lepcha, K. Nandi, and P. K. Mukherjee.** 2018. A review on management of weeds in maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7(8): 2906-2922.
- Rao, A. N., D. E. Johnson, B. Sivaprasad, J. K. Ladha, and A. M. Mortimer.** 2007. Weed management in direct-seeded rice. *Advances in Agronomy*, 93(1): 153–255.
- Ray, S. and P. Satya.** 2014. Next generation sequencing technologies for next generation plant breeding. *Frontiers in Plant Science*. 5(2):1-4.

- Reuter, T., K. Nahrstedt, L. Wittstruck, T. Jarmer, G. Broll, and D. Trautz.** 2025. Site-specific mechanical weed management in *Zea mays* in North-West Germany. *Crop Protection*, 190(2):1-6. 107123
- Rojas-Sandoval, J., and P. Acevedo-Rodríguez .**2022. *Echinochloa colona* (junglerice). CABI Compendium, CABI Compendium.
<https://doi.org/10.1079/cabicompendium.20368>
- Ryan, G. F.** 1970. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. *Weed Science*, 18(5): 614–616.
- Safi, S.M.A.** 2016. Control of wheat weeds using herbicides and reflection on yield. *Al Euphrates Journal of Agricultural Sciences*, 8(1): 134-141.
- Sachan, D. S., N. Khan, R. Sachan, S. Singh, P. Gangwar, B. Singh, and M. Kumar.** 2023. Effect of chemical herbicides on diversified weed flora and weed control efficiency in *Zea mays L.* *International Journal of Plant and Soil Science*, 35(17): 54–61.
- Sabiel, S. A., A. A. Abdelmula, E. M. Bashir, S. Khan, S. Yingying, Y. Yang, and W. Bashir.** 2014. Genetic variation of plant height and stem diameter traits in *Zea mays* under drought stress at different growth stages. *Journal of Natural Sciences Research*, 4(23): 116–122.
- Salah, S. A., M. A. Ahmed, M. A. Al-Kordy, and A. F. Magda Shalaby.** 2011. Genetic analysis of energy production in yellow maize hybrids cultivated in newly cultivated sandy land. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(5): 104–114.
- Sesay, S., D. K. Ojo, O. J. Ariyo, and S. Meseka.** 2016. Genetic variability, heritability and genetic advance studies in top-cross and three-way cross *Zea mays* hybrids. *Maydica*, 61: 1–7.

- Sen, M. K., K. Hamouzová, J. Mikulka, R. Bharati, P. Košnarová, P. Hamouz, and J. Soukup.** 2021. Enhanced metabolism and target gene overexpression confer resistance against acetolactate synthase-inhibiting herbicides in *Bromus sterilis*. *Pest Management Science*, 77(4): 2122–2128.
- Shaner, D. L.** 2017. Physiological effects of the imidazolinone herbicides. In *The Imidazolinone Herbicides* (1991): 129–138. CRC Press.
- Sharma, N., and M. Rayamajhi.** 2022. Different aspects of weed management in maize (*Zea mays* L.): A brief review. *Advances in Agriculture* . 22(1): 2314-2322. 7960175.
- Shen, X., Y. Yang, S. Zhang, F. He, and Y. Liu.** 2024. Response surface optimisation for corona discharge treatment of *nicosulfuron* in water. *Environmental Technology*, 46(13): 2292-2305.
- Shrinivas, C. S.** 2016. A review on weed management on *Zea mays* L. *Advances in Life Sciences* 5(9): 3448-3455.
- Shaw, S. L., and L. Vineyard .**2014. Cortical microtubule array organization and plant cell morphogenesis. *Plant Cell Wall Patterning and Cell Shape*, 97-126.
- Shu, Q. Y.**2009. Turning plant mutation breeding into a new era: molecular mutation breeding. *Induced plant mutations in the genomics era*, 425-427.
- Shukla, A., and R. Yadav.** 2023. Next-generation sequencing technologies for the development of disease-resistant plants. In *Integrative Approaches to Biotechnology*, 1st Edition. pp. 231-245. *CRC Press*.
- Simić, M., V. Dragičević, A. Tataridas, T. Krachunova, J. Srdić, I. Gazoulis, and M. Brankov.** 2025. Integrated effects of crop rotation and different herbicide rates in *Zea mays* L. production in central Serbia. *Crop Protection*, 187(2):1-9.106913. *Crop Protection* .

- Singh, A., M. Chand, N. Singh, G. Prasad, S. S. Punia, and S. Weber.** 2025. Tembotrione for weed management in kharif maize and its residual effect on succeeding wheat crop in western Indo-Gangetic plain of India. *Phytoparasitica*, 53(1): 12.45-51.
- Singh, S., K.T. Jadhav, A.R. Araj, P.M. Bahekar, and S.B. Talekar.** 2024. Empact or effect of weed management with different herbicide and herbicide combination on yield and economics of maize. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(12): 216–220.
<https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i12sc.3120>.
- Silva, P. S. L., A. P. A. B. Damasceno, K. M. B. Silva, O. F. Oliveira, and R. C. F. Queiroga.** 2009. Growth and yield of corn grain and green ear in competition with weeds. *Planta Daninha*, 27(1): 947–955.
- Shaw, S.L., and L. Vineyard.** 2014. Cortical microtubule array organization and plant cell morphogenesis. In: *Plant Cell Wall Patterning and Cell Shape*, pp. 97–126.
- Spasojević, I., V. D. Dragičević, M. Simić, D. Kovačević, and M. Brankov.** 2014. Effects of different cropping systems and weed management methods on free energy and content of pigments in maize. *Pesticidi i Fitomedicina* 29(1): 45–54.
- Soerjani, M., A. J. G. H. Kostermans, and G. Tjitrosoepomo.** 1987. Weeds of Indonesia. Jakarta, Indonesia: Balai Pustaka. pp.716.ISBN: 9794070628.
- Storrie, A., T. Cook, P. Boutsalis, D. Penberthy, and P. Moylan.** 2008. Glyphosate resistance in awnless barnyard grass (*Echinochloa colona*) and its implications for Australian farming systems. *Sixteenth Australian Weeds Conference* .74-76.

- Strandberg, M.**, and J. J. Scott-Fordsmand. 2004. Effects of *pendimethalin* at lower trophic levels—a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 57(2): 190-201.
- Straub, S.**, M. Parks, K. Weitemier, M. Fishbein, R. Cronn, and A. Liston. 2012. Navigating the tip of the genomic iceberg: next-generation sequencing for plant systematics. *American Journal of Botany* 99(1): 349-364.
<https://doi.org/10.3732/ajb.1100335>.
- Suman, S.**, R. G. Upadhyay, A. Guleria, S. Kumar, C. Sahoo, S. Sharma, and A. Verma. 2024. Impact of different herbicidal treatments on hybrid maize: a review. *International Journal of Plant and Soil Science*, 36(9): 412–422.
- Swanton, C.J.**, R. Nkoa, and R.E. Blackshaw. 2015. Integrated weed management: knowledge-based weed management systems. *Weed Science* 63(1): 118–127.
- Tataridas, A.**, K. Jabran, P. Kanatas, R. S. Oliveira, H. Freitas, and I. Travlos. 2022. Early detection, herbicide resistance screening, and integrated management of invasive plant species: a review. *Pest Management Science*, 78(10): 3957–3972.
- Tranel, P. J.**, T. R. Wright, and I. M. Heap. 2024. Mutations in herbicide-resistant weeds to inhibition of acetolactate synthase. Available at: <http://www.weedscience.com>. Accessed 9 July 2024.
- Üremiş, I.**, and F. N. Uygur. 1999. Minimum, optimum and maximum germination temperatures of some important weed species in the Çukurova Region of Turkey. *Türkiye Herboloji Dergisi*. Journal article. 2(2) .1-12.

- Valverde, B. E.** 1996. Management of herbicide resistant weeds in Latin America: the case of propanil-resistant *Echinochloa colona* in rice. Proceedings of the Second International Weed Control Congress, Copenhagen, Denmark, 25–28 June 1996. 1(4): 415–420.
- Valentinuz, O. R., and Tollenaar, M.** 2006. Effect of genotype, nitrogen, plant density, and row spacing on the area-per-leaf profile in maize. *Agronomy Journal* 98(1): 94-99.
- Vanipraveena, M., S. C. Talekar, and R. M. Kachapur.** 2022. Studies on genetic variability, heritability and genetic advance in sweet corn for green ear yield and yield related traits. *International Journal of Agricultural Sciences*, 18(2): 592–594.
- Varadi, M., Bordin, N., Orengo, C., and Velankar, S.** 2023. The opportunities and challenges posed by the new generation of deep learning-based protein structure predictors. *Current Opinion in Structural Biology* 79(2):1-7. 102543.
- Vijayarajan, V. B. A., J. Torra, F. Runge, H. de Jong, J. van de Belt, M. Hennessy, and P. D. Forristal.** 2025. Confirmation and characterisation of ALS inhibitor resistant *Poa trivialis* from Ireland. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 198 (208): 8-20.
- Wanda, D., J. Ateka, and R. Mbeche.** 2019. Adoption of ‘push-pull’ biological control of *Striga hermonthica* weeds among smallholder maize farmers in Homa Bay, Kenya. *Journal of Agriculture, Science and Technology* 19(1): 1-12.
- Wang, L., M. Riaz, B. Song, X. Song, W. Huang, X. Bai, and X. Zhao.** 2022. Study on phytotoxicity evaluation and physiological properties of nicosulfuron on sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Frontiers in Plant Science*, 13(2):1-13. 998867.

- Werth, J., S. Walker, D. Thornby, and L. Boucher.** 2012. Decade of glyphosate-resistant cotton in Australia: what has changed? *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 23rd Asian-Pacific Weed Science Society Conference: 571–575.
- Williams, W.A., R.S. Loomis, W.G. Duncan, A. Dovrate and F.A. Nunez .**1968. Canopy architecture at various population densities and the growth and grain yield of corn. *crop science*. 8(3):303-308.
- Wu, D., E. Shen, B. Jiang, Y. Feng, W. Tang, S. Lao, and C. Y. Ye .** 2022. Genomic insights into the evolution of *Echinochloa* species as weed and orphan crop. *Nature communications*, 13(1):1-16. 689.
- Xu, S., S. Wang, S. Xing, D. Yu, B. Rong, H. Gao, et al.** 2021. KDM5A suppresses PML-RAR α target gene expression and APL differentiation through repressing H3K4me2. *Blood Advances*, 5(17): 3241–3253.
- Ye, C. Y., Z. Lin, G. Li, Y. Y. Wang, J. Qiu, F. Fu, et al.** 2014. *Echinochloa* chloroplast genomes: insights into the evolution and taxonomic identification of two weedy species. *PLoS One*, 9(11): 1-16.
- Yu, Q., and S. Powles.** 2014. Metabolism-based herbicide resistance and cross-resistance in crop weeds: a threat to herbicide sustainability and global crop production. *Plant Physiology*, 166(3): 1106–1118.
- Zalapa, J., H. Cuevas, H. Zhu, S. Steffan, D. Senalik, E. Zeldin, and P. Simon.** 2012. Using next-generation sequencing approaches to isolate simple sequence repeat (SSR) loci in the plant sciences. *American Journal of Botany*, 99(2):193-208. <https://doi.org/10.3732/ajb.1100394>.

- Zhang, Q., M. Li, X. Wang, and Y. Zhou.** 2021. Metabolic shifts in stress-resistant plants: A comparative study. *Journal of Experimental Botany*. 72(8) 2450-2465.
- Zhai, L., R. Xie, P. Wang, G. Liu, P. Fan, and S. Li.** 2016. Impact of recent breeding history on the competitiveness of Chinese maize hybrids. *Field Crops Research*, 191(3): 75–82.
- Zhang, J., J. Zhao, J. Sun, Y. He, Y. Xie, Q. Liang, J. Jing, Y. Tao, P. Yu, C. Jia, and E. Zhao.** 2024. Herbigation combined with plastic film mulching to control weeds in maize (*Zea mays* L.) fields in the Hexi Corridor region, Northwest China. *Crop Protection*. 176(2):1-12. 106485
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106485>.
- Zhao, N., Y. Yan, L. Du, X. Zhang, W. Liu, and J. Wang .**2020. Unravelling the effect of two herbicide resistance mutations on acetolactate synthase kinetics and growth traits. *Journal of Experimental Botany*, 71(12): 3535-3542.
- Zhang, Y., A. Zhang, X. Li, and C. Lu.** 2020. The role of chloroplast gene expression in plant responses to environmental stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(17): 1-15. 6082.
- Zhukov , A., and V. Popov.** 2022. Synthesis of C20–38 fatty acids in plant tissues. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(9): 4731-4755.
<https://doi.org/10.3390/ijms23094731>.

7- الملاحق

ملحق 1: تحليل التباين ممثلاً بمتوسطات المربعات (MS) للصفات المدروسة في التجربة

| النسبة المئوية لتثبيط الادغال (%) | الوزن الجاف للأدغال (غم) | النسبة المئوية لمكافحة الادغال بعد 90 يوماً من الرش (%) | النسبة المئوية لمكافحة الادغال بعد 60 يوماً من الرش (%) | النسبة المئوية لمكافحة الادغال بعد 30 يوماً من الرش (%) | كثافة الادغال بعد 90 يوماً من المكافحة | كثافة الادغال بعد 60 يوماً من المكافحة | كثافة الادغال بعد 30 يوماً من المكافحة | درجات الحرية DF | مصادر الاختلاف S.O.V |
|-----------------------------------|--------------------------|---|---|---|--|--|--|-----------------|----------------------|
| 98.62 | 19.089 | 51.92 | 187.83 | 77.02 | 203.09 | 74.69 | 41.16 | 2 | المكررات |
| 230.28 n.s | 5.956 n.s | 57.50 n.s | 21.46 n.s | * 374.27 | 50.69 n.s | * 240.02 | 299.29 n.s | 2 | هجن الذرة الصفراء T |
| 62.71 | 2.922 | 75.81 | 38.99 | 234.57 | 106.26 | 46.86 | 234.89 | 4 | الخطأ التجريبي A |
| **12781.27 | **2955.611 | **13926.37 | **13707.92 | **12990.43 | 31250.31 ** | 20312.37** | 16875.11* | 4 | معاملات المكافحة H |
| *81.92 | *18.344 | *12.25 | 56.63 n.s | *112.66 | * 25.74 | 105.80 n.s | 152.51* | 8 | التداخل |
| 27.31 | 7.533 | 30.71 | 31.10 | 47.07 | 75.37 | 46.44 | 65.98 | 24 | الخطأ التجريبي B |

ملحق 2 : تحليل التباين ممثلاً بمتوسطات المربعات (MS) للصفات المدروسة في التجربة

| عدد الصفوف بالعروض (صف) | طول العرنوص (سم) | ارتفاع النبات (سم) | دليل الكلوروفيل (SPAD) | دليل المساحة الورقية | المساحة الورقية | درجات الحرية DF | مصادر الاختلاف S.O.V |
|-------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| 0.1182 | 3.203 | 54.97 | 0.664 | 0.16323 | 34653 | 2 | المكررات |
| 0.3536 N.s | **48.249 | 320.95 n.s | * 28.122 | ** 4.91714 | ** 10824551 | 2 | هجن الذرة الصفراء T |
| 0.6199 | 1.552 | 55.76 | 3.064 | 0.06397 | 77395 | 4 | الخطأ التجريبي A |
| ** 6.5270 | ** 60.722 | ** 816.12 | ** 358.108 | ** 1.66192 | ** 3138165 | 8 | معاملات المكافحة H |
| * 1.0947 | *3.398 | 32.22 | ** 13.192 | * 0.10817 | * 243727 | 4 | التداخل |
| 0.4104 | 2.042 | 18.17 | 2.575 | 0.04434 | 86901 | 24 | الخطأ التجريبي B |

ملحق 3: تحليل التباين ممثلاً بمتوسطات المربعات (MS) للصفات المدروسة في التجربة

| مصادر الاختلاف S.O.V | درجات الحرية DF | عدد الحبوب بالصف (حبة صف ⁻¹) | عدد الحبوب بالعرنوص (حبة عرنوص ⁻¹) | وزن 500 حبة (غم) | الحاصل البايولوجي (طن هـ ⁻¹) | حاصل الحبوب الكلي (طن هـ ⁻¹) | دليل الحصاد (%) |
|-------------------------|-----------------------|---|--|---------------------|---|---|--------------------|
| المكررات | 2 | 17.814 | 6038 | 5.258 | 1.76 | 1.0365 | 3.87 |
| هجن الذرة الصفراء T | 2 | **108.545 | ** 36032 | ** 4465.481 | * 52.31 | ** 16.0318 | * 41.93 |
| الخطأ التجريبي A | 4 | 0.545 | 1511 | 14.142 | 5.73 | 0.8412 | 4.40 |
| معاملات المكافحة H | 8 | ** 71.442 | ** 53677 | ** 193.301 | ** 184.85 | ** 27.0400 | *25.46 |
| التداخل | 4 | * 7.43 | ** 4354 | *11.498 | *12.95 | * 1.9526 | *5.19 |
| الخطأ التجريبي B | 24 | 3.600 | 1115 | 9.455 | 14.30 | 0.6034 | 10.67 |

ملحق 4 : التسجيل الخاص بالبلاستيدة الخضراء لدغل *Echinochloa colona* L. في بنك الجينات


National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information
Log in

Nucleotide Nucleotide Search
Help

GenBank ▼ Send to: ▼

Echinochloa colona isolate Karbala-1 chloroplast, complete genome

GenBank: PV365187.1

[FASTA](#) [Graphics](#)

Go to: ▼

LOCUS PV365187 141691 bp DNA circular PLN 08-APR-2025

DEFINITION Echinochloa colona isolate Karbala-1 chloroplast, complete genome.

ACCESSION PV365187

VERSION PV365187.1

KEYWORDS .

SOURCE chloroplast Echinochloa colona

ORGANISM [Echinochloa colona](#)
 Eukaryota; Viridiplantae; Streptophyta; Embryophyta; Tracheophyta;
 Spermatophyta; Magnoliopsida; Liliopsida; Poales; Poaceae; PACMAD
 clade; Panicoideae; Panicodae; Paniceae; Boivinellinae;
 Echinochloa.

REFERENCE 1 (bases 1 to 141691)

AUTHORS Al-Kriti, M.G. and Alfarttoosi, H.A.

TITLE Direct Submission

JOURNAL Submitted (19-MAR-2025) University of Kerbala, University of
 Kerbala, Shabanat street, City Centre, Karbala, Karbala 56001, Iraq

COMMENT ##Assembly-Data-START##
 Assembly Method :: SPAdes v. 3.15.5
 Sequencing Technology :: Illumina
 ##Assembly-Data-END##

FEATURES Location/Qualifiers

source 1..141691

Change region shown ▼

Customize view ▼

Analyze this sequence ▲

Run BLAST

Pick Primers

Highlight Sequence Features

Find in this Sequence


Related information ▲


Protein

Taxonomy

Recent activity ▲

[Turn Off](#) [Clear](#)

 Echinochloa colona isolate Karbala-1 chloroplast, complete gen Nucleotide

 Echinochloa colona isolate Karbala-1 photosystem II D1 protein Nucleotide

ملحق 5 : التفاصيل الخاصة لعينات دغل الدهنان *Echinochloa colona* L. في بنك الجينات


Service Alert: Planned Maintenance beginning July 25th
Most services will be unavailable for 24+ hours starting 9 PM EDT. [Learn more ab](#)

SRA [Advanced](#)

full ▾

Send to: ▾

SRX28141237: RNA-Seq of Herbicide-Resistant *E. colona* Leaf Tissue

ILLUMINA (Illumina HiSeq 1000) run: 7.1M spots, 1.1G bases, 741Mb downloads

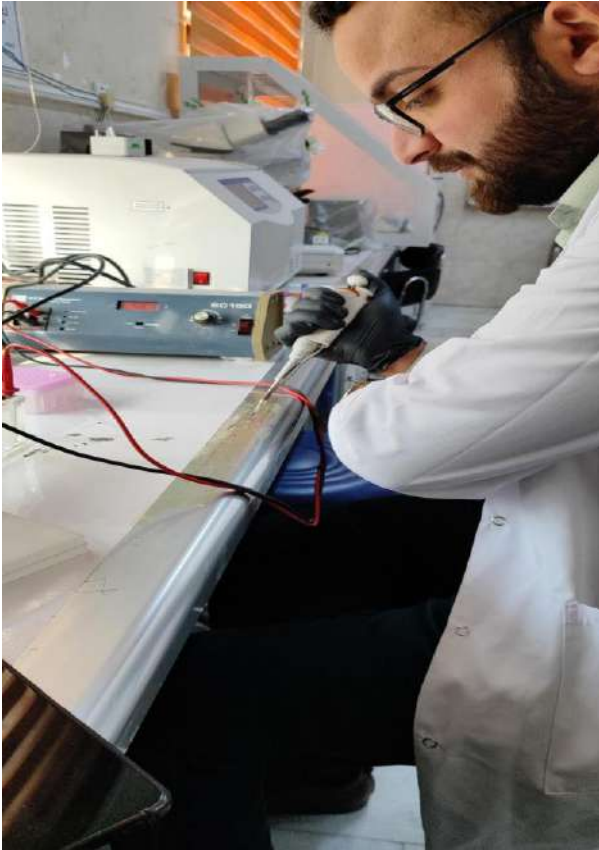
Design: Total RNA was extracted, cDNA, PCR, library preparation and sequenced**Submitted by:** University of Kerbala**Study:** RNA-Seq Analysis of Herbicide-Resistant *Echinochloa colona* for Identification of Mutations in Target Site and Detoxification Genes[PRJNA1241997](#) • [SRP573108](#) • [All experiments](#) • [All runs](#)[hide Abstract](#)

Through transcriptome profiling, this project investigates the molecular basis of herbicide resistance in *Echinochloa colona* (jungle rice). The main objective is identifying mutations and differential expression in genes associated with herbicide target sites (e.g., ALS, ACCase) and detoxification pathways (e.g., cytochrome P450s, GSTs, ABC transporters). Project Scope: This study involves high-throughput RNA sequencing (RNA-Seq) of resistant and susceptible *E. colona* populations collected from agricultural fields. Comparative transcriptome analysis will be conducted to: - Detect point mutations or SNPs in herbicide target-site genes. - Identify upregulated detoxification-related genes. - Annotate and categorize differentially expressed genes involved in resistance mechanisms. - Contribute to the development of molecular markers for resistance monitoring and management. Bioinformatics analysis using established pipelines will include read quality control, transcript assembly, annotation, and variant calling. Participants: - Principal Investigator: Prof. Dr. Hameed Abed Khashan Alfartoosi, Field Crops Department, Agriculture College, University of Kerbala - Research Team: - Mohammed Gassid Turki Al-Kriti, MSc student, Field Crops Department, Agriculture College, University of Kerbala - Prof. Dr. Adnan A. Lahuf, Plant Protection Department, Agriculture College, University of Kerbala - Assist. Prof. Dr. Ali N. Farhood, Field Crops Department, Agriculture College, University of Kerbala

Sample: DHA[SAMN47575481](#) • SRS24495767 • [All experiments](#) • [All runs](#)**Organism:** [Echinochloa colona](#)**Library:****Name:** DNBSEQ Eukaryotic Strand-specific mRNA library**Instrument:** Illumina HiSeq 1000**Strategy:** RNA-Seq**Source:** TRANSCRIPTOMIC**Selection:** cDNA**Layout:** PAIRED**Runs:** 1 run, 7.1M spots, 1.1G bases, [741Mb](#)

| Run | # of Spots | # of Bases | Size | Published |
|-----------------------------|------------|------------|-------|------------|
| SRR32859704 | 7,140,873 | 1.1G | 741Mb | 2025-04-04 |

D: 37843425







Abstract

A field experiment was conducted during the fall season of 2024, with the aim of studying the response of three maize hybrids—Torro, Top, and Tawer—to weed control treatments and to detect the resistance patterns of weed herbicides. The experiment was carried out in Al-Khiraat subdistrict, Al-Hindiya district, in the province of Holy Karbala (longitude 44°13'15.3"E and latitude 32°28'26.6"N). A randomized complete block design (R.C.B.D) with a split-plot arrangement was used. The main plots, consisted of three maize hybrids (Torro, Top, and Tawer), while the sub-plots included the second factor representing weed control treatments (three chemical herbicides: Reef Sulfuran, Trinity, and Proponit, in addition to two other treatments: the weed-infested treatment—allowing weeds to compete with the crop throughout the growing season—and the weed-free treatment—manual hoeing).

The results showed that the resistant Jungle rice (*Echinochloa colona*) plant is characterized by clear genetic variations in the chloroplast genome and the ALS enzyme associated with resistance to Reef sulfuran herbicide. A total of 19 SNPs were recorded in the ALS enzyme and 80 SNPs in the *psbA* gene, with key mutations identified that were highly frequent and associated with the resistance trait. A phylogenetic tree was constructed, confirming the close relationship between the Iraqi isolate and its global counterparts, providing the first accurate molecular documentation of this local isolate. This study confirms that weed resistance to herbicides in *Echinochloa colona* is due to dual mechanisms involving target-site resistance (TSR) through mutations in target genome regions, and non-target-site resistance (NTSR) through changes in gene expression related to photosynthesis and defense mechanisms.

The results showed that the hybrids were similar in their competitive ability against the accompanying weeds, except for the Torro hybrid, which achieved the highest average weed control percentage 30 days after application, and the Tawer hybrid, which excelled in reducing weed density 60 days after application. The Torro hybrid outperformed others in most growth and yield traits such as plant height, leaf area and index, chlorophyll index, ear length, number of kernels per row and per ear, 500-kernel weight, grain yield, biological yield, and their respective indices. Weed control treatments showed clear and significant differences in their effects on the studied traits. The Trinity treatment excelled in plant height, leaf area, number of kernels per row, 500-kernel weight, and biological yield. The Proponit herbicide outperformed in chlorophyll and leaf area indices and the number of kernels per ear. The weed-free treatment (manual hoeing) showed superiority in all remaining traits. The interaction between hybrids and weed control treatments was significant. The interaction between the Torro hybrid and Reef sulfuran herbicide was superior in ear length, number of rows per ear, number of kernels per ear, and 500-kernel weight. The same hybrid with Proponit herbicide excelled in leaf area, harvest index, and chlorophyll index.

We conclude from this study that the hybrids behaved similarly in their competitive ability with the associated weeds, while they varied in their response to growth and yield traits, with the Torro hybrid being superior in most growth and yield characteristics.



University of Karbala
College of Agriculture
Department of Field Crops

**Response of maize hybrids to weed control using some
chemical herbicides and study of the resistance of
Echinochloa colona L. weed**

A Thesis

**Submitted to the council of the College of Agriculture
University of Kerbala**

**In Partial Fulfillment for the Requirements for the
Degree of Master in Agricultural Sciences / Filed Crops**

By

Mohammed Gassid Turki Al-Kriti

Supervised by

Prof. Dr. Hameed Abed Khashan Al-Farttoosi

2025 AD

1447 AH