دراسة تأثير العناصر الضئيلة والعوامل المضادة للأكسدة في مستوى اندول حامض الخليك من خلال فرضية الاكسدة التي تحدث خلال ظاهرة التعمير في عقل الماش

Phaseolus aureus Roxb.

رسالة مقدمة الى
مجلس كلية العلوم – جامعة بابل
وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم
في علوم الحياة – نبات

من قبل

عبد الله عودة علوان الدليمي

ربيع ثاني ١٤٢٥هـ **حزيران ٢٠٠٤م**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الله لا اِله اِلا هُو الحيّ القَيُّوم لاَ تَاْخُذُهُ سِنَةٌ وَلاَ نَوْم لَـهُ مَـا فـيِ السَّمَواتِ وَمَـا فـيِ ٱلاَرضِ مَنْ ذَا الـذّيَ يَشْفَعُ عِنْدَهُ اِلاَّ بِاذِنِـهِ يَعْلَمُ مَابَيْنَ اَيدْيهِمِ وَ مَا خَلْفَهُمْ وَلاَ يُحيطُونَ بِشَيءٍ مِنْ عِلْمِهِ اِلاّ بِمَا شَاءَ وسِـعَ كُرسْـيهُ السَّمواَتِ وَٱلاَرْضَ ولاَ يـؤُدُهُ حِفْظُهُمَـا وَهُـوَ العَلِـي ٱلعَظيمُ

صدق الله العظيم

سورة البقرة ــ اية ٢٥٥

توصية الاستاذ المشرف

اشهد ان اعداد هذه الرسالة قد جرى تحت اشرافي في قسم علوم الحياة / كلية العلوم/ جامعة بابل، وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير علوم في علوم الحياة/ نبات.

اسم المشرف: د.عبد الله ابراهيم شهيد
المرتبة العلمية: استاذ
العنوان: قسم علوم الحياة/كلية العلوم/ جامعة بابل
التوقيع:
التاريخ: / /٢٠٠٤

اسم المشرف : د.عودة مزعل ياسر
المرتبة العلمية: استاذ مساعد
العنوان: كلية العلوم/ جامعة بابل
التوقيع :
التاريخ: / /٢٠٠٤

توصية رئيس قسم علوم الحياة

اشارة الى التوصية اعلاه المقدمة من قبل الاستاذ المشرف، احيل هذه الرسالة الى لجنة المناقشة لدراستها وبيان الرأي فيها.

الاسم: د.كريم حميد رشيد
المرتبة العلمية: استاذ
العنوان: كلية العلوم / جامعة بابل
التوقيع:
التاريخ : / /٢٠٠٤

اقرار لجنة المناقشة

نشهد نحن أعضاء لجنة المناقشة باطلاعنا على هذه الرسالة الموسومة (دراسة تأثير العناصر الضئيلة والعوامل المضادة للأكسدة في مستوى اندول حامض الخليك من خلال فرضية الاكسدة التي تحدث خلال ظاهرة التعمير في عقل الماش (*Phaseolus aureus* Roxb.) وقد ناقشنا الطالب في محتوياتها وكل ما يتعلق بها وذلك بتاريخ / / ٢٠٠٤ ووجدنا انها جديرة بالقبول بدرجة (امتياز) لنيل درجة الماجستير علوم في علوم الحياة/ نبات.

التوقيع:
رئيس اللجنة:
المرتبة العلمية:
العنوان:
التاريخ: / /٢٠٠٤

التوقيع:
العضو:
المرتبة العلمية:
العنوان:
التاريخ: / /٢٠٠٤

التوقيع:
العضو:
المرتبة العلمية:
العنوان:
التاريخ: / /٢٠٠٤

التوقيع:
العضو:
المرتبة العلمية:
العنوان:
التاريخ: / /٢٠٠٤

التوقيع:
العضو:
المرتبة العلمية:
العنوان:
التاريخ: / /٢٠٠٤

مصادقة مجلس كلية العلوم/ جامعة بابل

التوقيع:
الاسم: د.عودة مزعل ياسر
المرتبة العلمية: استاذ مساعد
العنوان: كلية العلوم- العميد
التاريخ: / /٢٠٠٤

شكر وتقدير

أتقدم بوافر شكري وامتناني للاستاذين الفاضلين، الدكتور عبد الله ابراهيم شهيد والدكتور عودة مزعل ياسر لإشرافهما وتوجيهاتهما القيمة ومتابعتهما المتواصلة لانجاز مشروع هذا البحث. كما أتقدم بالشكر الى رئاسة قسم علوم الحياة وعمادة كلية العلوم ورئاسة جامعة بابل لمساعدتهم السخية في توفير مستلزمات البحث والله الموفق.

الباحث

عبد الله عودة الدليمي

LIST OF ABBREVIATIONS

AH	Primary antioxidants
α-Toc	α-Tocopherol
APX	Ascorbate peroxidase
ARF	Adventitious roots formation
Asc	Ascorbate
Dase	De-epoxidase
DHAR	Dehydro ascorbate reductase
DHAsc	Dehydro ascorbate
d/H_2O	Distilled water
DNA	Deoxy ribonucleic acid
Ease	Epoxidase
GγL	L-Galactono - γ - lactone
γ-EC	γ-Glutamyl cysteine
γ-ECS	γ- Glutamyl cysteine synthetase
GSH	Glutathione in its reduced form
GSSG	Glutathione in its oxidized form
GSHS	Glutathione synthetase
GTR	Glutathione reductase
HAA	Hydrophilic antioxidant activities
HFA cycle	Halliwell/ Foyer/ Asada cycle
hGSH	homo Glutathione
hGSHS	homo Glutathione synthetase
H_2O_2	Hydrogen peroxide
IAA	Indole-٣-acetic acid
IBA	Indole butyric acid
L^*	Highly reactive allylradical
LAA	Lipophilic antioxidant activities
LH	Substrate molecule
LO^{**}	Alkoxyl radical
LOO^{**}	Lipid peroxyl radical
LOOH	Lipid hydro peroxides

LSD	Least significant difference
MAP	Mehler ascorbate peroxidase reaction
MDAR	Monodehydro ascorbate reductase
MDHAsc	Monodehydro ascorbate
NAA	Naphthalene acetic acid
NADH	Nicotinamide adenine dinucleotide (reduced)
NADPH	Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (reduced)
PQ	Photochemical quenching
PSI	Potosystem I
PSII	Potosystem II
RNA	Ribonucleic acid
ROS	Reactive oxygen species
SOD	Superoxide dismutase
X	Concentration
y	Absorbance

الخلاصة

تم قياس كمية الاوكسين (IAA) بطريقة Spectrophotometery في عقل الماش *Phaseolus aureus* Roxb. الطرية والمعمرة، كمؤشر لتأثير عمليات الاكسدة Oxidative Processes التي تحدث خلال ظاهرة التعمير بدلالة استجابة التجذير في العقل. اخذت العقل باعتبارها نظام تجريبي من بادرات نامية لمدة عشرة ايام تحت ظروف قياسية (اضاءة مستمرة وبشدة ضوئية ٣٠٠٠-٣٥٠٠ لوكس، ودرجة حرارة ٢٥ ±١ درجة مئوية، ورطوبة نسبية ٦٠-٧٠%). وطبقاً لفرضية الأكسدة باعتبارها واحدة من الفرضيات التي تفسر ظاهرة التعمير، جهزت العقل الطرية أو المعمرة او النباتات الام Stock Plants ببعض العوامل المرتبطة بميكانيكيات الدفاع المضادة للاكسدة Antioxidant defense mechanisms كالعناصر الضئيلة وفيتامين C والكلوتاثيون (GSH) والمركبات الفينولية والسكريات، بهدف معرفة تأثيرها في اخماد او كبح عوامل الشد التأكسدي المصاحبة لظاهرة التعمير. استعمل التصميم العشوائي الكامل Completely Randomized Design (CRD) في جميع التجارب لغرض التحليل الاحصائي، واعتمدت قيمة (L. S. D) للموازنة بين المعاملات وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥, ٠.٠١). وكانت النتائج كالاتي:

١- انخفاض استجابة التجذير في العقل المعمرة (المحفوظة لمدة ثلاثة ايام في الماء المقطر) والمأخوذة من بادرات نامية في محلول Hoagland قياساً بالعقل الطرية وبنسبة ١١.٨% بوجود الاوكسين (NAA, 10^{-4}M) و ٣٠.٨% بعدمه. وقد تزامن ذلك مع انخفاض المحتوى الاوكسيني IAA في العقل المعمرة قياساً بالعقل الطرية ويعزا ذلك الى العمليات التأكسدية التي تحدث خلال ظاهرة التعمير.

٢- انخفاض استجابة تجذير عقل الماش المعمرة في الماء المقطر (المستحثة بالاوكسين المجهز) والمأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland التي ينقصها البورون أو الحديد وبشكل معنوي ومعنوي جداً على التوالي قياساً بالسيطرة (المحلول الكامل).

٣- زيادة معنوية في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة في الماء المقطر (غير المستحثة) المأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland التي ينقصها المنغنيز أو البورون قياساً بالسيطرة (المحلول الكامل).

٤- زيادة معنوية جداً في استجابة تجذير عقل الماش الطرية المعاملة بتراكيز واطئة من SeO_2 وبمدى (١٠-٠.٠٠١) جزء بالمليون قياساً بالسيطرة (d/H_2O).

٥- زيادة معنوية جداً في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة بقوى مختلفة من المحاليل المغذية المحورة، باستثناء حالة المحلول المحور الكامل (SeO_2 = ١ جزء بالمليون)، قياساً بالسيطرة (d/ H_2O)، مما يؤكد دور السلينيوم في آليات الدفاع ضد عوامل الاكسدة التي تحدث في العقل خلال عملية التعمير.

٦- زيادة معنوية في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة في الماء المقطر (غير المستحثة) المأخوذة من بادرات نامية في المحاليل المغذية المحورة التي ينقصها البورون قياساً بعينة السيطرة (المحلول الكامل).

٧- انخفاض معنوي في استجابة تجذير عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام والمعمرة بالمحاليل المغذية المحورة (Half Strength) التي ينقصها المنغنيز أو مجموعة العناصر (Se, Zn, Mn) قياساً بالسيطرة (المحلول الكامل) مما يؤكد

دور هذه العناصر في مقاومة التلف الناتج عن العمليات التأكسدية التي تحدث خلال ظاهرة التعمير.

٨- زيادة معنوية جداً في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة لمدة ثلاثة ايام بمدى (٢٠٠-٥٠٠) جزء بالمليون من فيتامين C قياساً بالسيطرة (d/ H_2O) . ويعزا ذلك الى دور حامض الاسكوربك بصفته مضاد للاكسدة في مقاومة الشد التأكسدي وما ينتج عنه من انواع الاوكسجين الفعالة (ROS) والجذور الحرة و H_2O_2 ونواتج التلف التأكسدي الاخرى.

٩- زيادة معنوية جداً في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة بتركيز (10^{-3}) مولار من محاليل المركبات الفينولية (o-Coumaric Acid، Caffeic Acid، p-Hydro Quinone) وزيادة معنوية فيما يخص العقل المعمرة بمحاليل (Cinnamic Acid، Phenol، o-Hydroxy Catechol) بتركيز (10^{-3} ,10^{-5} ,10^{-7}) مولار على التوالي قياساً بعينة السيطرة، مسببة ايقاف او افساد العمليات التأكسدية التي تحدث خلال ظاهرة التعمير بصفتها مركبات مضادة للاكسدة ، معززة بذلك التخليق الحيوي للاوكسين IAA، كاشفة عن زيادة معنوية جداً في كمية الاوكسين IAA في هايبوكوتيل العقل المعمرة وفي جميع المعاملات اعلاه.

١٠-عدم تأثير مركبات Gallic Acid و m-Hydroxy Resorcinol الفينولية من الناحية الاحصائية وبشكل مدهش في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة بالرغم من الزيادة المعنوية جداً في كمية الاوكسين IAA في هايبوكوتيل العقل المعمرة بها.

١١-زيادة غير معنوية في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة لمدة ثلاثة ايام بتراكيز واطئة من الكلوتاثيون GSH (10^{-10}) مولار قياساً بعينة السيطرة. وربما يعزا ذلك الى دور الكلوتاثيون كمضاد للاكسدة في دفاع النبات ضد عوامل الاكسدة التي تحدث خلال ظاهرة التعمير.

١٢-زيادة معنوية جداً في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة لمدة ثلاثة ايام بتركيز ٣% من محلول السكروز، موقفة بذلك العمليات التي تحدث خلال ظاهرة التعمير. ويعزا ذلك الى اهمية السكروز كمضاد للاكسدة لامكانية تحلل الاصرة الكلايكوسيدية في الوسط الحامضي ودوره في تحوير فعالية الانزيمات المتعلقة بايض الاوكسين وخفض فعالية الانزيم IAA-oxidase، مما يؤكد التقديرات الكمية العالية والمعنوية احصائياً للاوكسين IAA في هايبوكوتيل عقل الماش المعمرة بالسكروز.

١٣-انخفاض استجابة تجذير عقل الماش المعمرة لمدة ثلاثة ايام بمحاليل الكلوكوز والفركتوز بالرغم من زيادة كمية الاوكسين IAA معنوياً من الناحية الاحصائية في الهايبوكوتيل، لضعف قابليتها على التحلل والتأكسد.

١٤-انخفاض معنوي جداً في كمية الاوكسين IAA في هايبوكوتيل العقل الطرية المأخوذة من بادرات نامية في المحاليل المغذية المحورة التي ينقصها Se أو Mn أو B أو Cu أو مجموعة العناصر (Mn, Zn, Se) أو مجموعة العناصر (Fe, Cu, B). وانخفاض معنوي في كمية الاوكسين لهايبوكوتيل العقل المعمرة بمحاليل ينقصها Fe قياساً بالسيطرة (المحلول الكامل).

١٥-انخفاض معنوي في كمية الاوكسين (IAA) في هايبوكوتيل عقل الماش المعمرة بالماء المقطر والمأخوذة من بادرات نامية في المحاليل المغذية المحورة التي تنقصها مجموعة العناصر (Mn, Zn, Se).

١٦-زيادة معنوية في كمية الاوكسين (IAA) في هايبوكوتيل عقل الماش المعمرة لمدة ثلاثة ايام في المحاليل المغذية المحورة التي ينقصها Mn, Se.

المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الخلاصة بالعربية	I
المحتويات	IV
قائمة بالجداول	VII
قائمة بالاشكال	IX
الفصل الاول – مقدمة عامة	١
١-١ : التكاثر الخضري بوساطة العقل	١
١-٢: تكوين الجذور العرضية	٢
١-٣: دور الاوكسين	٣
١-٤: العوامل المرافقة للتجذير	٥
١-٥: التغذية المعدنية	٩
١-٦: العناصر الضرورية والنافعة	١٠
١-٦-١: الزنك	١٢
١-٦-٢: المنغنيز	١٤
١-٦-٣: البورون	١٥
١-٦-٤: النحاس	١٦
١-٦-٥: الحديد	١٧
١-٦-٦: السلينيوم	١٨
١-٧: مضادات الاكسدة	٢٠
١-٧-١: فيتامين C	٢٢
١-٧-٢: المركبات الفينولية	٢٨
١-٧-٣: الكلوتاثيون	٣٣
١-٨: الكاربوهيدرات	٣٦
١-٩: التعمير	٣٨
١-١٠: اسباب ظاهرة التعمير	٤١
١-١١: السيطرة على ظاهرة التعمير	٤٢
١-١٢: الهدف من الدراسة	٤٤

الفصل الثاني- المواد وطرائق العمل	٤٦
٢-١: مصدر البذور	٤٦
٢-٢: زراعة البذور	٤٦
٢-٣: تهيئة العقل	٤٦
٢-٤: المعاملة القاعدية للعقل	٤٧
٢-٥: معاملات التعمير	٤٧
٢-٦: حساب عدد واطوال الجذور والتحليل الاحصائي	٤٧
٢-٧: قياس مساحة الورقة النباتية	٤٨

٢-٨: تحضير المحاليل	٤٨
٢-٨-١: محاليل التجذير	٤٨
(A): تحضير محاليل الاوكسينات المصنعة	٤٨
(B) تحضير محلول حامض البوريك	٤٨
(C) تحضير المحاليل المغذية	٤٨
١- تحضير محلول Hoagland	٤٨
٢- تحضير محاليل Hoagland التي تنقصها بعض المغذيات	٤٩
٣- تحضير محاليل ثنائي اوكسيد السلينيوم SeO_2	٥٠
٤- تحضير المحاليل المحورة	٥٠
(D) تحضير محلول حامض الاسكوربك	٥٢
(E) تحضير محاليل المركبات الفينولية	٥٢
(F) : تحضير محلول الكلوتاثيون	٥٢
(G) تحضير محاليل السكريات	٥٢
٢-٨-٢: تحضير المحاليل المستعملة في استخلاص وتقدير الاوكسين(IAA)	٥٣
٢-٩: تقدير الاوكسين (IAA) كمياً	٥٣
الفصل الثالث – النتائج	٥٧
٣-١: المحور الاول – الجانب الفسيولوجي	٥٧
٣-١-١: استجابة تجذير عقل الماش الطرية والمعمرة المأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland كاملة أو منقوصة (Full Strength) لمدة عشرة ايام.	٥٧
٣-١-٢: تأثير ثنائي اوكسيد السلينيوم (SeO_2) في استجابة التجذير.	٦١
٣-١-٣: تاثير قوى مختلفة من محاليل Hoagland والمحاليل المحورة في استجابة تجذير عقل الماش الطرية أو المعمرة.	٦٢
٣-١-٤: استجابة تجذير عقل الماش الطرية والمعمرة المأخوذة من بادرات نامية في محاليل مغذية محورة كاملة أو منقوصة لبعض العناصر (Half Strength) لمدة عشرة ايام.	٦٧
٣-١-٥: استجابة تجذير عقل الماش المعمرة في المحاليل المحورة الكاملة أو المنقوصة لبعض العناصر (Half Strength).	٧١
٣-١-٦: تاثير مضادات الاكسدة في السيطرة على ظاهرة التعمير بدلالة تكوين الجذور العرضية.	٧٣
٣-١-٦-١: تاثير حامض الاسكوربك في استجابة تجذير عقل الماش الطرية أو المعمرة.	٧٤
٣-١-٦-٢: تاثير المركبات الفينولية في استجابة تجذير عقل الماش الطرية أو المعمرة.	٧٥
٣-١-٦-٣: تأثير الكلوتاثيون (GSH) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية أو المعمرة.	٨٧
٣-١-٧: تاثير السكريات (كلوكوز، فركتوز، سكروز) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية أو المعمرة.	٩٠
٣-٢: المحور الثاني – الجانب البايوكيميائي	٩٤
٣-٢-١: التقديرات الكمية للاوكسين IAA	٩٤
الفصل الرابع – المناقشة	١٠٧

الاستنتاجات	١٣٣
التوصيات	١٣٤
المصادر العربية	١٣٦
المصادر الاجنبية	١٣٨
الخلاصة بالانكليزية	

قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	رقم الصفحة
١	تركيب المحلول المغذي الذي اقترحه Arnon و Hoagland (١٩٤٠).	٤٩
٢	اعداد محاليل Hoagland الكاملة أو المنقوصة لبعض العناصر.	٤٩
٣	تركيب المحلول المغذي المحور Modified Solution الكامل (Half Strength).	٥١
٤	اعداد المحاليل المحورة الكاملة أو المنقوصة (Half Strength).	٥١
٥	استجابة تجذير عقل الماش الطرية والمعمرة المأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland كاملة أو منقوصة لبعض العناصر (Full Strength) لمدة عشرة ايام.	٦٠
٦	تأثير ثنائي اوكسيد السلينيوم (SeO_2) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية.	٦٢
٧	استجابة تجذير عقل الماش الطرية المعاملة بقوى مختلفة من محاليل Hoagland والمحاليل المحورة.	٦٦
٨	استجابة تجذير عقل الماش المعمرة بقوى مختلفة من محاليل Hoagland والمحاليل المحورة .	٦٧
٩	استجابة تجذير عقل الماش الطرية والمعمرة المأخوذة من بادرات نامية في محاليل محورة (Half Strength) كاملة أو منقوصة لبعض العناصر لمدة عشرة ايام.	٧٠
١٠	تأثير المحاليل المغذية المحورة الكاملة أو المنقوصة لبعض العناصر (Half Strength) في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة.	٧٣
١١	تأثير حامض الاسكوربك في استجابة تجذير عقل الماش الطرية.	٧٤
١٢	تأثير حامض الاسكوربك في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة.	٧٥
١٣	تأثير المركبات الفينولية في استجابة تجذير عقل الماش الطرية.	٨١
١٤	تأثير المركبات الفينولية في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة.	٨٦
١٥	تأثير الكلوتاثيون (GSH) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية.	٨٩

١٦	تأثير الكلوتاثيون (GSH) في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة.	٨٩
١٧	تأثير السكريات (كلوكوز، فركتوز، سكروز) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية.	٩٢
١٨	تأثير السكريات (كلوكوز، فركتوز، سكروز) في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة .	٩٣

قائمة الاشكال

رقم الشكل	العنوان	رقم الصفحة
١	العلاقات الافتراضية بين مركبات مختلفة تؤدي الى نشوء الجذور العرضية، بالاضافة الى ذلك ربما توجد عوامل خاصة مثبطة للتجذير التي ربما تتداخل في عملية تكشف الجذور.	٨
٢	الانظمة الكابحة في البلاستيدات الخضراء.	٢٧
٣	تفاعل الاوكسين (IAA) مع الـAcetic Anhydride لتكوين ٢-Methyl Indole-α-pyrone	٥٤
٤	المنحنى القياسي لتراكيز مختلفة من الاوكسين (IAA) والامتصاصية بطول موجي ٤٤٩ نانومتر	٥٦
٥	المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول/ غم نسيج نباتي) لهايبوكوتيل عقل الماش الطرية المأخوذة من بادرات نامية في المحاليل المغذية المحورة الكاملة أو المنقوصة (Half Strength).	٩٩
٦	تأثير ظاهرة التعمير في المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول/ غم نسيج نباتي) لهايبوكوتيل عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في المحاليل المغذية المحورة الكاملة أو المنقوصة (Half Strength)	١٠٠
٧	المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول/ غم نسيج نباتي) لهايبوكوتيل عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر أو المعمرة لمدة ثلاثة ايام في المحاليل المغذية المحورة الكاملة والمنقوصة (Half Strength).	١٠١
٨	المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول/ غم نسيج نباتي) لهايبوكوتيل عقل الماش المعمرة لمدة ثلاثة ايام في محلول فيتامين C بتركيز ٥٠٠ جزء بالمليون والكلوتاثيون بتركيز (10^{-10} مول).	١٠٢
٩	المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول/ غم نسيج نباتي) لهايبوكوتيل عقل الماش المعمرة لمدة ثلاثة ايام في بعض المركبات الفينولية.	١٠٣

١٠	المحتـوى الاوكسـيني IAA (ملـي مـول/ غـم نسـيج نبـاتي) لهايبوكوتيـل عقـل المـاش المعمـرة لمـدة ثلاثـة ايـام فـي محاليـل الكلوكوز والفركتوز والسكروز بتركيز ٣%.	١٠٤
١١	المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول/ غم نسيج نباتي) لاجزاء مختلفة من عقل الماش الطرية.	١٠٥
١٢	المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول/ غم نسيج نباتي) لاجزاء مختلفة من عقل الماش المعمرة لمدة ثلاثة ايام بالماء المقطر.	١٠٦

الفصل الاول

مقدمة عامة General Introduction

١-١: التكاثر الخضري بوساطة العقل

Vegetative Propagation by Cuttings

يتضمن التكاثر الخضري انتاج افراد جديدة من النباتات بوساطة استعمال اي جزء خضري من اجزاء النبات، وذلك لان العديد من هذه الاعضاء لها القدرة على التجديد Regeneration (يوسف، ١٩٨٧). وتعد العقل الساقية من أهم أنواع العقل المستعملة، لانها تحتوي على براعم لها القدرة على تكوين مجموع خضري جديد، ويمكن تقسيمها على اربعة انواع وفقاً لطبيعة الخشب المنتخب، وهي العقل ذات الخشب الصلب Hard Wood، والخشب شبه الصلب Semi-Hard Wood، والخشب اللينSoft Wood، والعشبية Herbaceous. وتستعمل العقل الساقية في اكثار شجيرات الزينة النفظية والدائمة الخضرة، وفي اكثار نباتات الزينة المهمة في البيوت الزجاجية، وفي اكثار العديد من انواع الفاكهة. ومن العوامل المؤثرة في نجاح تجذير العقل، الحالة الفسلجية للنباتات الام، وعمرها، والعوامل الوراثية، ونوع الخشب المنتخب، وموعد اخذ العقل، والتظليم، والحزّة، والتحليق، وعوامل معاملة العقل، زيادة على العوامل البيئية (يوسف، ١٩٨٧).

ان نجاح تكثير النباتات خضرياً بالعقل يعتمد على نشوء الجذور العرضية، ونموها اولاً، ثم كسر السكون في البراعم ونموها ثانياً، وذلك لمنع التنافس على العوامل الغذائية المخزونة في العقلة، واللازمة لعمليتي التجذير والتبرعم (شهيد، ١٩٨٠). وتتميز طريقة التكثير الخضري بالعقل Cuttings بكونها وسيلة مميزة لاختزال الوقت واحتفاظ النباتات الناتجة بالصفات الوراثية للنباتات الام Stock Plant (Hansen, ١٩٧٥). كما ان التكاثر الخضري بالعقل يضمن حفظ النوع (Salisbury & Ross, ١٩٨٥). والحصول على اثمار مبكر (محمد واليونس، ١٩٩١)، والتغلب على ظاهرة العقم (يوسف، ١٩٨٧)، زيادة على النوعية العالية والانتاجية الكبيرة (Chaturvedi, *et al.*, ١٩٩٦) . لذا يعد التكثير الخضري بالعقل من الممارسات الشائعة التي استعملها الانسان على نطاق تجاري واسع (Davies, *et al.* ١٩٨٢).

١-٢: تكوين الجذور العرضية Adventitious Roots Formation (A. R. F.)

يعد تكوين الجذور العرضية اساسياً لنجاح تكثير النباتات بالعقل (يوسف، ١٩٨٧) وتتكون الجذور العرضية عادة في النباتات العشبية مباشرة خارج الحزم الوعائية وبينها (Priestly & Ewingle, ١٩٢٩). أما منشأ الجذور العرضية في العقل الساقية للنباتات الخشبية المعمرة فيكون عادة من اللحاء الثانوي الفتي، كما يمكن ان تنشأ من الاشعة الوعائية Vascular Rays، والكامبيوم او اللب Pith (يوسف، ١٩٨٧).

وجد ان عملية تكوين الجذور العرضية تحدث في طورين اساسيين، الاول– طور النشوء Initiation Phase، والآخر – طور النمو والتكشف Growth and Development Phase

(Eriksen, ١٩٧٣). وقد اشار Jarvis (١٩٨٦) الى امكانية تقسيم طور النشوء في عقل الماش *Phaseolus aureus* Roxb. على اطوار ثانوية هي:-

اولاً : طور التحفيز Induction Phase ويتميز بتراكم الاوكسين في منطقة نشوء الجذور مصحوباً بقلة فعالية انزيم IAA-oxidase (Foong & Barnes, ١٩٨١)، كما ان انتقال الاوكسين يرافقه انتقال الكربوهيدرات وحاميات الاوكسين o-Diphenols (Stonier, ١٩٧١).

ثانياً : طور النشوء المبكر Early Initiation وتبدأ فيه الخلايا بالانقسام بفعل الاوكسين المتراكم مما يؤدي الى تكوين البادئات الجذرية، ويختلف كثيراً طول المدة اللازمة لتكوين البادئات الجذرية باختلاف النباتات، نظراً الى الاختلاف في موعد بدء الانقسام الخيطي (Stangler, ١٩٥٦). فقد وجد في احدى الدراسات انه بالامكان تمييزها مكروسكوبيا بعد (٣) أيام في عقل الداودي، و (٥) أيام في عقل القرنفل، و (٧) أيام في الجنبد.

ثالثاً: طور النشوء المتأخر Late Initiation Phase ويتميز بانخفاض مستوى الاوكسين نتيجة لنشاط انزيم IAA-oxidase مسبباً تحفيز البادئات الجذرية وتكشفها لاحقاً.

اما الطور الثاني في عملية تكوين الجذور (طور النمو والتكشف)، فتتحول فيه البادئات الجذرية الى جذور مرئية Vissible Roots من خلال دور البورون في زيادة نشاط الانزيم IAA-oxidase مسبباً انخفاض مستوى الاوكسين من خلال تكوين معقدات بين البورون والفينولات التي كانت تعمل كحاميات للاوكسين IAA.

يبدأ الانقسام الخيطي في عقل الماش خلال (٢٠-٢٤) ساعة، أما تكوين البادئات الجذرية فيستغرق ٤٨ ساعة، في حين يستغرق ظهور الجذور المرئية (٧٢-٩٦) ساعة (الراوي والدوري، ١٩٩١).

١-٣: دور الاوكسين The Role of Auxin

بين Went (١٩٣٩) ان تاثير الاوكسين في تكوين الجذور العرضية في العقل يتضمن اعادة توزيع Re-distribution الرايزوكالين Rhizocaline الافتراضي في العقلة (تجميع الرايزوكالين في الجزء القاعدي من العقلة)، وتنشيط الرايزوكالين المتجمع او التفاعل معه. كما أوضح Blakesly وجماعته (١٩٩١) دور الاوكسين الرئيسي في تكوين الجذور العرضية، وعدم اشتراك اية مادة اخرى في عملية النشوء بشكل مباشر، وانه يؤثر في العمليات الحيوية المرتبطة بتكوين الجذور. فقد بين Altman و Wareing (١٩٧٥) ان الاوكسين يؤثر في انتقال الكاربوهيدرات الى منطقة نشوء الجذور . وقد يؤثر في تخليق (Yasuda, *et al.*, ١٩٧٤) DNA. واستنساخ RNA (Ricard, *et al.*, ١٩٧٦) . كما انه ينشط فعالية الانزيمات المتعلقة بايض الكربوهيدرات (Bhattacharya & Nanda, ١٩٧٨).

يوجد نوعان من الاوكسين في النباتات، الاوكسين الحر Free Auxin الذي يتميز بقابليته على الانتشار ويمكن استخلاصه من المذيبات المختلفة، والاوكسين المرتبط Bound Auxin الذي يتحرر من الأنسجة النباتية بالتحلل الانزيمي Enzymolysis، ويتميز بارتباطه مع مركبات الخلية، ويمثل صوراً احتياطية او مخزونة او صوراً غير سامة، ويتكون من الـIAA الزائد او المستويات العالية من الاوكسينات الصناعية المضافة الى الأنسجة النباتية (ديفيلين، ١٩٨٥). ومثال ذلك، الاوكسين المرتبط مع الاسترات مثل

IndoleAcetyl β-D-Glucose ، والاوكسين المرتبط مع الاحماض الامينية مثل Indole Acetyl Glutamate، وIndole Acetyl Aspartic Acid (Wilkins, ١٩٨٤) . وقد وجد أنّ الاوكسين المرتبط من نوع الاميدات هو الشائع في البقوليات (Bandurski, Schuluze, ١٩٧٧).

اوضح Hemberg (١٩٥١) ان تجذير السويقات الجنينية تحت الفلق Hypocotyls للعقل المأخوذة من بادرات *Phaseolus vulgaris* L. والنامية في ماء الحنفية يزداد بزيادة محتوى الاوكسين في العقل، وان الاوكسين المجهز من الخارج ربما يرفع كمية الاوكسين اعلى بكثير مما هي عليه داخل النبات. وبما ان عملية تكوين الجذور لها صلة وثيقة بمحتوى الاوكسين الطبيعي، لذلك افترض ان وجود الاوكسين في التراكيز الفسيولوجية مهم في عملية التجذير. ووجد أنّ جميع الجذور تظهر على النصف السفلي من الهايبوكوتيل لذا افترض وجود اختلافات في محتوى الاوكسين بين النصف الاسفل والنصف الاعلى من الهايبوكوتيل.

اما فيما يتعلق بهدم الـ IAA في النباتات، فهنالك اسلوبان: الاول، يتمثل بالاكسدة الانزيمية Enzymatic Oxidation بوساطة الانزيم IAA-oxidase (Galston & Hillman, ١٩٦١)، حيث يتأكسد الاوكسين بوساطة الاوكسجين الحر محرراً CO_2 ويتطلب الامر وجود نوع من الـ Flavoprotein المختزل وانزيم البيروكسيديز Peroxidase. وان ناتج التفاعل يختلف باختلاف النباتات، كما ان تفاعل بعض النظم يحتاج لايونات Mn^{+2} وعامل فينولي مثل ٢-٤-dichlorophenol، زيادة على ذلك فقد وجد أنّ الانزيم IAA-oxidase يفقد فعاليته بوجود بعض المركبات الفينولية مثل Ferulic Acid, Scopoletin, Caffeic Acid, Chlorogenic Acid (Witham & Gentile,١٩٦١)، وبعض المركبات الفينولية الاخرى الحاوية على مجموعتي هيدروكسيل في مواقع الـ Ortho بالنسبة للحلقة المغلقة، ومن ثم زيادة فعالية الاوكسين. بيد ان الانزيم IAA-oxidase تزداد فعاليته ببعض المركبات الحاوية على مجموعة هيدروكسيل واحدة Mono Phenols مثل المركب p-coumaric acid الذي يسبب فقدان فعالية الاوكسين (ديفيلين، ١٩٨٥). أما الاسلوب الآخر لهدم الاوكسين، فيعرف بالاكسدة الضوئية، حيث عرف بان الـ IAA يمكن اكسدته بالاشعة المؤينة، وذلك عند تعريض محلول الـIAA النقي الى اشعة اكس وكاما X and Gamma Radiation، كما لوحظ هدم الاوكسين نسبياً في الجو المشبع بالنتروجين، مما يدل على ان تثبيط فعالية الاوكسين بالاكسدة الضوئية يحدث نتيجة تكون بيروكسيد الهيدروجين اثناء الاشعاع (محمد ، ١٩٨٥).

تعد الاوكسينات المصنعة Synthetic Auxins اكثر تأثيراً من الاوكسينات الطبيعية في تحفيزها تكوين الجذور العرضية، لكونها اكثر ثباتاً واقل تحطماً بالانظمة الانزيمية المؤكسدة للاوكسين IAA-oxidase (Salisbury & Ross, ١٩٨٥) . وقد وجد Galston و Dalberg (١٩٥٤) ان قابلية خلايا الجذور والسيقان في بادرات البزاليا Pea على تحطيم الاوكسين الطبيعي تزداد مع تقدم عمر الخلايا مما يزيد من فاعلية الانزيم IAA-oxidase، وربما يكون ذلك بسبب نقصان حساسية الخلايا المسنة للاوكسين، وقد يكون بسبب آلية التعمير البايوكيميائية. كما اتضح ان الانزيم IAA-oxidase يسلك سلوك الانزيم المحفز، رافعاً الاستجابة لزيادة الاوكسين المجهز من الخارج. زيادة على ذلك فقد اشار Hopkins (١٩٩٩) الى ان فعالية الانزيم IAA-oxidase تزداد بصورة عامة في الأنسجة

المسـنة، والانسـجة المتوقفـة عـن النمـو قياسـاً بالانسـجة الفتيـة، والانسـجة الناميـة بشـكل فعـال، والتـي تحتـاج كميـات عاليـة مـن الاوكسـين. كمـا لـوحظ أنّ الهـدم التأكسـدي Oxidative Breakdown هـي الطريقـة الوحيدة التـي لا تتعـارض مـع ازالـة الاوكسين مـن الخـزين الفعـال، وربمـا تكـون مهمـة فـي تنظـيم الاسـتجابات المشـفوعة بالاوكسـين IAA-Mediated Responses. زيادة على ذلك ان خزين الاوكسين بشكل اوكسينات مرتبطة يجعلها محصنة ضد الهجوم التأكسدي Oxidative Attack.

١-٤: العوامل المرافقة للتجذير Rooting Cofactors

ان العوامـل المرافقـة للتجـذير، هـي مـواد تتكـون بشـكل طبيعـي وتعمـل تعاونيـاً (Syneristically) مـع الاوكسـين IAA فـي تكـوين الجـذور العرضـية Adventitious Root Formation (A.R.F.) ، وقـد وجـد ان العقـل سـهلة التجـذير Easy-to-Root Cuttings ذات محتـوى اكبـر مـن العوامـل المرافقـة للتجـذير، قياسـاً بالعقـل صـعبة التجذير Difficult – to-Root Cuttings (Hess, ١٩٦٨). وتتكون هذه العوامل بصورة خاصة في الاوراق (Weaver, ١٩٧٢)، والبراعم (Jacobs, ١٩٧٩)، وتختلف في طبيعتهـا بـاختلاف النباتـات، فهـي امـا ان تكـون مركبـات فينوليـة مثـل Chlorogenic Acid وCaffeic Acid و Coumaric Acid و Catechol (Batten & Goodwin, ١٩٧٨)، او أمينـات متعـددة Polyamines (Friedman, *et al.* ١٩٨٢)، وإمّـا احمـاض أمينيـة مثـل Tryptophan (Jackson & Harney, ١٩٧٠)، وإمّـا بعض العناصـر المعدنيـة كالكالسيوم (Eliasson, ١٩٧٨). كمـا ان تجهيـز هذه المـواد للعقل مـع الاوكسين يزيـد مـن معدل تكـوين الجذور العرضية قياساً بتجهيزها بشكل منفرد (Hackett, ١٩٧٠).

عـزل Hess (١٩٦٢) عوامـل مرافقـة مختلفـة مـن العقـل، باسـتعمال تقنيـات الكروماتوكرافي، والفحص الاحيائي لنبات الماش (Mung Bean Bioassay)، وقد استعملها فـي اختبـارات اجراهـا علـى العقـل سـهلة وصـعبة التجـذير فـي نباتـات English Ivy و Chrysanthemum و Hibiscus Rosa-Sinensis، وقد وجد ان النباتات سهلة التجذير ذات محتوى اكبر من هذه العوامل قياساً بالنباتات صعبة التجذير. وان احد هذه العوامـل المرافقـة للتجـذير هـو (No.٤) ، ويمثـل مجموعـة المـواد الفعالـة، وصـفت علـى انهـا Oxygenated Terpenoids، أمّا العامل الاخر (No.٣) فشخص على انه Isochlorogenic Acid (Hess, ١٩٦٨) شكل (١). كما اشارت بحوث اخرى الى وجود ثلاثة مركبات محفزة للتجذير شبيهة باللبيد في انسجة اللبلاب الفتية، الحاوية على مجاميع الكحول والنتريل Nitrile الفعالـة، وجميعهـا عديمـة اللـون وغير ثابتـة، وتتحطم الـى مركبـات برتقاليـة – صـفراء، وفاقدة لفعاليتها المحفزة للتجذير (Heuser & Hess, ١٩٧٢). وفي اختبار اجري للكشف عن الفعالية البايولوجية للمركبات المتعلقة بالعامل المرافق (No.٣) من الناحية التركيبية، وجد (١٩٦٢) Hess ان المركب الفينولي Catechol يتفاعل تعاونياً مع الاوكسين (IAA) في تكوين الجذور باستعمال تقنية الفحص الحيوي لنبات الماش، وبالنظر لتأكسد الـCatechol بشكل سريع الى Quinone، ولكون نبات الماش مصدر جيد للانزيم Phenolase، لذلك فربما تكون اكسدة الـ ortho-dihydroxy phenol هي واحدة من الخطوات الاولى التي تؤدي الى نشوء الجذور،

وقد اقترح ذلك مبكراً من قبل Bouillenne و Walrand-Bouillenne (١٩٥٥).

أنّ حامض الابسيسيك Abscisic Acid، هو أحد العوامل المرافقة للتجذير المفترضة، وذلك لقابليته على تحفيز نشوء الجذور، الذي ربما يضاد عمل الجبرلين Antagonizing Gibberellic Acid الذي يعمل كمثبط لتكوين الجذور في تراكيز معينة (Fernqvist, ١٩٦٦)، وقد وجد باستعمال التقنيات خارج الجسم، ان الـ Phloroglucinol (١, ٣, ٥ – trihydoxybenzene)، والمركبات الفينولية، تعمل تعاونياً مع (IBA) في تحفيز نشوء الجذور العرضية في نباتات التفاح (٩ Malling) كما لوحظ ان Phloroglucinol يعمل على تحفيز عملية التجذير في انواع نباتات توت العليق Rubus (James,١٩٧٩) والاجاص والكرز Prunus (Jones & Hopgood, ١٩٧٩).

حاول Jarvis (١٩٨٦) أن يربط العلميات البايوكيميائية مع التشريح التكشفي لتكوين الجذور العرضية، وذلك بفحص المراحل التكشفية الاربع للتجذير، مستنداً في ذلك الى (١) ان التراكيز العالية من الاوكسين اللازمة لنشوء الجذور هي مثبطة لتكشف بادئات الجذور ونموها اللاحق، لهذا السبب فإنّ تنظيم تركيز الاوكسين الداخلي ومعقد الانزيم - Peroxidase IAAoxidase ذو اهمية جوهرية (اي ان الايض الحيوي للاوكسين يخضع لفعل الانزيم IAA-oxidase). (٢) ان فعالية IAA-oxidase تنتظم بوساطة المركبات الفينولية (اي ان مركبات o-diphenols مثبطة للانزيم IAA-oxidase). أمّا تكوين معقدات البورات Borate مع الـ o-diphenols فتسبب فعالية اكبر للانزيم IAA-oxidase، ولهذا السبب ينخفض محتوى IAA الى التراكيز المثلى اللازمة لمراحل النمو والتكشف الاخيرة من التجذير.

إنّ ارتباط الاوكسين مع الاحماض الامينية، ربما يؤثر تأثيراً مهماً في التعاقب التكشفي لتكوين الجذور، وقد شخص الـ Indole Acetyl Aspartic Acid كحامض اميني اولي يرتبط مع IAA (In IAA – Treated Mung Bean) ، ويزداد بشكل سريع خلال اليوم الاول من التحفيز – النشوء (Induction – Initiation)، ومن ثم ينخفض (Norcini & Heuser, ١٩٨٨).

إنّ قابلية الخلايا على انشاء بادرات جذرية تعتمد على الانزيمات الفعالة (Bhattacharya, ١٩٨٩)، او على مواد تدخل في تخليق ارتباطات الاوكسين – الفينولات، التي تفتقر اليها العقل صعبة التجذير. ولايزال الجدل قائماً لعدم وجود معقدات Auxin-Phenol – Enzyme Complex داخل الجسم *in vivo*، وعدم ملاحظة الانظمة المحفزة – المثبطة للتجذير في النباتات بشكل عام (Bassuk , ١٩٨١).

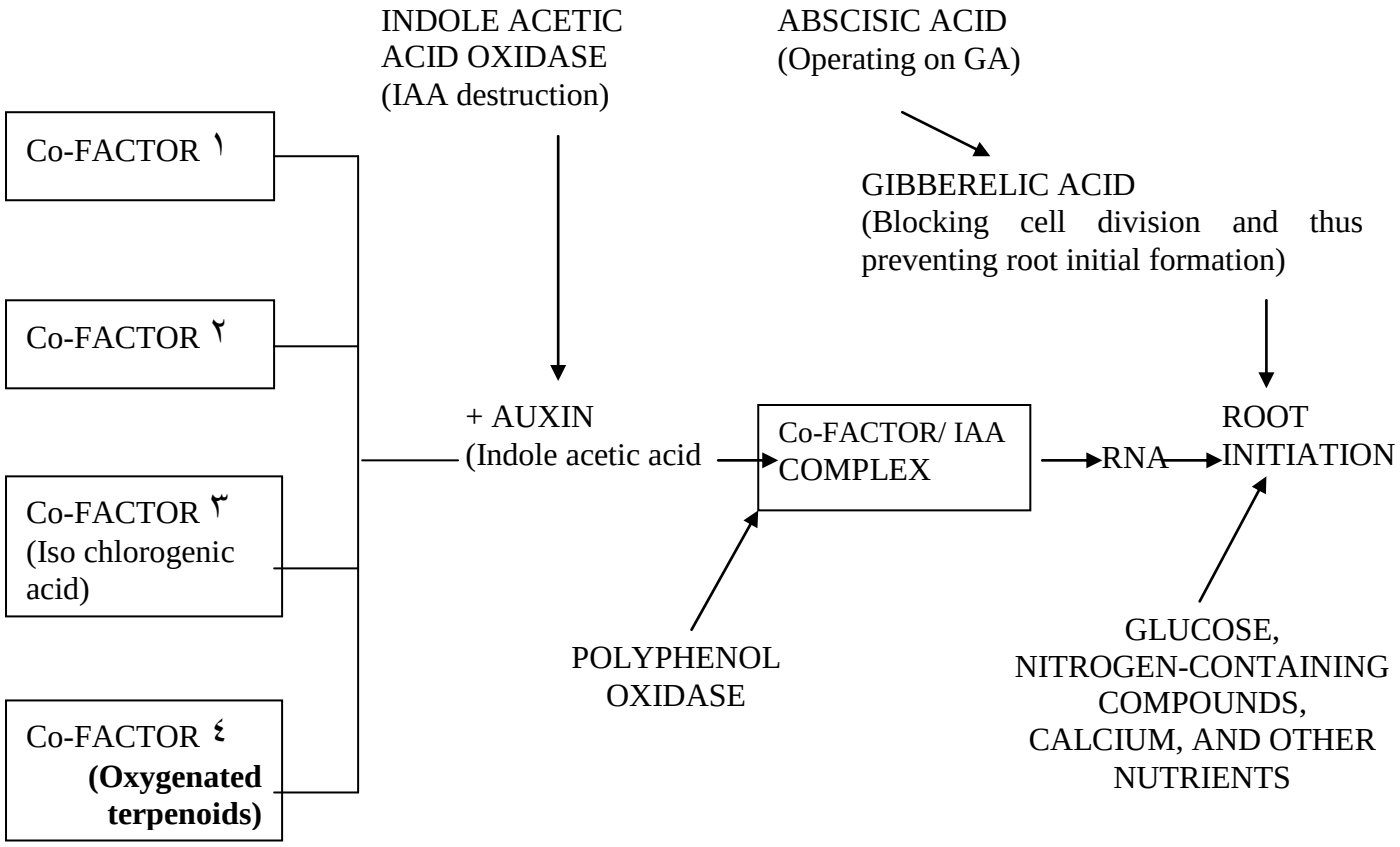


Figure (١): Hypothetical relationships of various components leading to adventitious root initiation. In addition, Specific root-inhibiting factors may be present , which interfere with root development (Hartmann, *et al*. ١٩٩٠).

١-٥: التغذية المعدنية Mineral Nutrition

تهدف التغذية العضوية في النباتات الى تكوين مركبات الكاربون، وبشكل خاص تضمين الكاربون والهايدروجين والاوكسجين من خلال البناء الضوئي، في حين تتعلق التغذية غير العضوية بامتصاص العناصر المعدنية من التربة، ومتابعة دورها في الايض الحيوي.

أنّ أول من احدث تقدماً معنوياً في مجال التغذية النباتية هو العالم N. T. de Saussure (١٧٦٧-١٨٤٥) حيث درس البناء الضوئي وامتصاص العناصر المغذية باستعمال الطرائق الكمية Quantitative Methods، وبين Sprengel أنّ الترب قد تكون غير منتجة في حالة وجود نقص في عنصر واحد فقط ضروري لنمو النبات، وشدد Boussingault على العلاقات الكمية بين تاثيرات الاسمدة وامتصاص المغذيات في انتاج المحصول، واثبت قابلية البقوليات legumes على تمثيل النتيروجين الجوي، وقد تاكد ذلك اخيراً باكتشاف دور البكتريا في تثبيت النتيروجين في العقد الجذرية Root Nodules.

اوضح عالم النبات الالماني Julius Sachs عام ١٨٦٠ أول مرة بان النباتات يمكن ان تنمو حتى النضج في محاليل مغذية في غياب التربة تماماً (Hydroponic Culture). وقد استنبط Sachs نظاماً تجريبياً مبسطاً للمحاليل المغذية يحتوي ستة املاح لا عضوية تمكن من خلاله توضيح النمو في النباتات حتى النضج . كما ان التغيرات التي جرت على نظام Sachs المعروف بالمزرعة المائية Solution Cultures او (Hydroponics) بقيت الى يومنا هذا كأساس للنظام التجريبي في دراسة متطلبات تغذية النبات (Hopkins, ١٩٩٩).

استعملت مزارع المحاليل لعدم جدوى وفاعلية استعمال التربة كوسط معقد للنمو في الدراسات الجادة، ولكونها الوسيلة المفضلة للتحكم في كمية ونوعية الاملاح المعدنية التي تعطى للنبات تحت الظروف التجريبية، زيادة على صفات الاذابة العالية للماء، والسهولة النسبية لتخليص الماء من معظم الملوثات (ديفيلين ، ١٩٨٥). تحصل معظم النباتات على العناصر المعدنية من خلال الجذور واحياناً اخرى بوساطة الاوراق، وللحصول على نمو مثالي يجب ان يحتوي المحلول المغذي على جميع العناصر التي يحتاجها النبات بشكل مناسب وبنسب صحيحة نسبياً. كما أنّ قيمة pH للمحلول المغذي هي الاخرى مهمة، وتضبط عادة على القيمة المثلى (غالباً حوالي ٦.٥ pH) باضافة حامض (HCl) او قاعدة (NaOH) عندما يتطلب ذلك (James, ١٩٨١).

إنّ انظمة الزراعة المائية Hydroponics قد حظيت بالنجاح في مجال الانتاج التجاري للخضروات مثل الخس Lettuce والطماطة Tomato والخيار عديم البذور Seedless Cucumber. كما استحدث الباحثون تحويرات ثانوية على تركيب المحلول المغذي المعد اصلاً بوساطة Hoagland للحصول على حالات خاصة. وتنسب عادة مثل هذه التحويرات الى محاليل Hoagland المحورة Modified Hoagland's Solutions (Hopkins, ١٩٩٩)، التي تختلف في تسميتها وتركيبها من بلد لآخر بحسب توافر المواد الاولية للعناصر.

١-٦: العناصر الضرورية والنافعة Essential and Beneficial Elements

تعد العناصر المغذية التي تحتاجها النباتات للنمو والتكشف عناصر ضرورية Essential Elements، واستناداً الى Shout, Arnon (١٩٣٩) Epstein, (١٩٧٢) عدّت

العناصر ضرورية اعتماداً على ثلاثة معايير (١) بغياب العنصر لايستطيع النبات النمو والتكاثر، اي اكمال دورة حياته الطبيعية. (٢) ان يكون العنصر جزء من بعض مكونات الخلايا الاساسية او عملياتها الايضية. (٣) يتصف العنصر بالنوعية Specificity، أي لايمكن احلاله بعنصر آخر على الرغم من التشابه بالخواص الكيميائية والفيزيائية. وعليه هناك (١٧) عنصراً اساسياً للنمو في جميع النباتات الراقية صنفت بشكل تقليدي على مجموعتين (١) المغذيات الكبرى Macro Nutrients: وتشمل الهيدروجين والكاربون والاوكسجين والنتيروجين والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والفسفور والكبريت، ودعيت بهذه التسمية لانها تستلزم بكيمات كبيرة (.wt dry ١g/Kg≅)، وتشترك غالباً في تركيب الجزيئات . (٢) المغذيات الصغرى: Micro Nutrients وتشمل الكلور والبورون والحديد والمنغنيز والزنك والنحاس والنيكل والموليبدنم، وسميت كذلك لحاجة النبات اليها بكميات قليلة نسبياً ١٠٠mg/Kg dry≅) (.wt، وتعمل كعوامل مساعدة Catalytic وتقوم بادوار منظمة كمنشطات للانزيم (Hopkins, Enzyme Activators ١٩٩٩).

زيادة على العناصر الضرورية ، يظهر ان بعض النباتات تحتاج الى عناصر اضافية سميت بالعناصر النافعة Beneficial Elements، ولكون هذه العناصر غير ضرورية للنباتات الراقية بشكل عام لذلك استثنيت من قائمة العناصر الضرورية. يسري تعريف العناصر النافعة بشكل اولي على الصوديوم والسليكون والكوبلت والسلينيوم، وبمرور الوقت ربما يضاف واحد او اكثر من هذه العناصر الى قائمة العناصر الضرورية (Hopkins, ١٩٩٩).

غالباً ما تمثل المغذيات العوامل المحددة للنمو وربما في تكوين الجذور العرضية ايضاً، وقد اجريت دراسات عديدة كشفت عن توازن المغذيات وتاثيرها في العقل والنباتات الام. فقد استعمل Thimann و Poutasse (١٩٤١) ٠.٢٥% من محلول Hoagland المغذي في تنمية عقل الفاصوليا bean الورقية، ولاحظا تثبيطاً قليلاً في تكوين الجذور العرضية، كما هو الحال في املاح الكالسيوم والمغنيسيوم . اما كبريتات الامونيوم فثبطت تكوين الجذور العرضية حتى في التراكيز الواطئة، على العكس من نترات البوتاسيوم التي حفزت تكوين الجذور العرضية لمدى واسع. وقد أشار Fernqvist (١٩٦٦) الى ان افضل تكوين للجذور العرضية في العقل تم الحصول عليه بوجود الكاربوهيدرات: النتروجين وبنسبة (٤٠ الى ١). كما وجد (١٩٤٦) Pearse في دراسته حول الاعناب بان العقل المأخوذة من نباتات تعاني من نقص الكالسيوم والمغنيسيوم والفسفور تكون جذوراً اضعف poorer قياساً بالعقل الماخوذة من نباتات ذات تغذية كاملة، على حين نقص النتروجين في النبات الام يزيد تكوين الجذور في العقل، زيادة على ذلك فقد بين ان الكالسيوم يعد العنصر الوحيد من بين المغذيات المعدنية لاهميته في استطالة الجذور.

بين Kamp و Bluhm (١٩٥٠) بأنّ أجزاءاً متساوية من محلول فوسفات البوتاسيوم الاحادية وفوسفات الامونيوم الثنائية تزيد من تجذير عقل القرنفل Carnation بنسبة ١٠%. كما درس Bouillenne و Bouillenne (١٩٥٢) تاثير المحاليل المغذية بوجود الادنين والسكروز على السويقات الجنينية تحت الفلق لنبات ورد الحنة *Impatients*، ووجدا ان تكوين الجذور العرضية في الظلام لا يتأثر بالمغذيات. ومن جانب آخر استعمل Haun و Cornell(١٩٥١) ثلاثة تراكيز مختلفة من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في تنمية نباتات عطرة الشاي *Geranium* واتسمت بقلة تاثيرها في استجابة العقل في التجذير. وقد

استعمل Shanks و Link (١٩٥٢) المغذيات في تنمية نباتات بنت القنصل *Poinsettia* الام واستعملها Von Henting (١٩٥٩) على نباتات فوشيا *Fuchsia* والداودي *Chrysanthemum*، لاجل معرفة استجابة التجذير، واتضح بان التغيرات في ميزان المغذيات الكبرى على النباتات الام فقط قد اعطت تاثيرات ثانوية في تكوين الجذور العرضية في العقل اللاحقة. ومن خلال دراسة استجابة تجذير العقل عندما تجهز بالمغذيات مباشرة وجد (١٩٣٧) Hulsmann ان نترات البوتاسيوم والامونيوم تحفز تكوين الجذور العرضية في نبات سجاد *Coleus*، وان كبريتات الامونيوم ليس لها تأثير. زيادة على ذلك فقد لاحظ Paul و Smith (١٩٦٦) بان مستوى الكالسيوم المتبادل في البيت موس Peat-moss الذي استعمل وسطاً لتجذير عقل الداودي *Chrysanthemum* كان له تاثير في عدد الجذور لكل عقلة وعلى طول الجذر – كما اوضح Hackett (١٩٦٨) بأنّ نقص البوتاسيوم يقلل من تكوين الجذور الجانبية الاولية ويمنع تماماً من بزوغ الجذور الجانبية الثانوية. في حين اشار (١٩٧٥) Drew الى ان نقص البوتاسيوم يؤدي الى نظام جذري ضعيف ومثبط تماماً لتفرع الجذور الجانبية .

١-٦-١ : الزنك ZINC (Zn)

يمتص النبات الزنك بشكل ايون موجب ثنائي التكافؤ Zn^{+2} (Hopkins, ١٩٩٩). يدخل الزنك في التخليق الحيوي للاوكسين النباتي Indole-٣-Acetic Acid (IAA)، فقد لاحظ Skoog (١٩٤٠) نقص ملحوظ في المحتوى الاوكسيني لنباتات الطماطة التي تعاني من نقص الزنك، كما زاد هذا المحتوى الاوكسيني عندما جهزت تلك النباتات المحرومة بالزنك، ان مثل هذه الاستجابة (الزيادة والنقص في المحتوى الاوكسيني) تؤثر على مدى استجابة نمو النبات في غياب او وجود الزنك، مما ادى الى الاستنتاج بان اعراض نقص الزنك تكون مصحوبة بنقص مستوى الاوكسين جزئياً. وقد دلت الابحاث الاخيرة على ان محتوى التربتوفان يوازي المحتوى الاوكسيني في النبات في كلتا الحالتين من نقص الزنك او تجهيزه للنباتات، لذلك فقد استنتج العلماء ان الزنك يؤثر في المحتوى الاوكسيني من خلال اشتراكه في تمثيل التربتوفان (Auxin Precursor) (Tsui, ١٩٤٨). ولتاكيد هذا الاستنتاج فقد وجد Nason (١٩٥٠) ان نشاط انزيم Tryptophan Synthetase يكون منخفضاً في فطريات *Neurospora* المحرومة من الزنك. وهذا الانزيم يساعد على تفاعل السيرين Serine مع الاندول لتكوين التربتوفان.

إنّ أول الانزيمات المكتشفة والحاوية على الزنك هو انزيم Carbonic anhydrase الذي يساعد على تحلل حامض الكربونيك الى ثنائي اوكسيد الكاربون والماء (Keilin & Mann, ١٩٤٠) . ومن الانزيمات الاخرى التي تحتاج الى وجود الزنك هو أنزيم Alcohol Dehydrogenase وانزيمات Pyridine Nucleotide Dehydrogenases (Nason, *et al.* ١٩٥٣)، وتراكم الفسفور غير العضوي في نباتات الطماطة المحرومة من الزنك يدل على ان الزنك ربما يؤثر في تنشيط بعض الانزيمات الناقلة للفوسفات مثل Hexose Kinase او Triose Phosphate Dehydrogenase . زيادة على ذلك فان من سمات نقص الزنك تراكم المركبات النتيروجينية الذائبة مثل الاحماض الامينية والاميدات (Possingham, ١٩٥٦). وعلى اساس ما تقدم يمكن الاستنتاج بان الزنك لابد من أن يؤثر تأثيراً هاماً في تمثيل البروتين.

اوضح Turner (١٩٧٠) بان الاجزاء المايتوكوندرية تحتوي على كميات اكبر من الزنك في حشيش .*Agrostis tenuis* Sibth المجمعة للزنك، ولكنها لاتصل الى مستواه في جدار الخلية، الذي يمارس دور الحماية ومنع وصوله الى المايتوكوندريا او المواقع المهيأة له في الجذور. موضحاً ان ارتباط الزنك بجدار الخلية يتاثر بوجود البروتين. وقد اقترح (١٩٦٧) turner بان الزنك ربما يرتبط مع الكاربوهيدات في جدار الخلية. أمّا Peterson (١٩٦٩) فاشار الى ارتباط الزنك مع البكتات Pectate في الجذور، واقترح بان اختلاف النباتات في تجميع الزنك يرتبط بتغاير الكاربوهيدرات وتركيب البروتينات في جدار الخلية، وان هذا التغاير قد أرسى قواعد اساسية لآلية تحمل المعدن الثقيل في هذه المجاميع من الحشائش. زيادة على ذلك فقد اشار Baumeister (١٩٥٤) الى ان زيادة قابلية المعدن على الارتباط في جدار الخلية يقترن مع تكيفات ايضية معينة تمنح النباتات القابلية على تحمل تراكيز قاتلة من المعادن السامة.

وجد Blazich (١٩٨٩) أنّ عقل العنب الماخوذة من اشجار مسمدة بالزنك اعطت نسب عالية من التجذير ونوعية افضل قياساً بالعقل الماخوذة من اشجار غير مسمدة. ان هذا التاثير ربما يعزا الى زيادة الاوكسين الطبيعي، الناتج من زيادة مستوى التربتوفان (Auxin Precursor) الموجود في النباتات المسمدة. حيث ان الزنك ضروري لتكوين التربتوفان، ووجد أيضاً ان تجهيز العقل بالتربتوفان المصنع يزيد من تجذير عقل العنب. ان التاثيرات النافعة لاستعمال الزنك في النباتات الام لوحظت كذلك في التكثير الخضري لعقل الاجاص Marianna في جنوب افريقيا.

١-٦-٢ : المنغنيز MANGANESE (Mn)

يوجد المنغنيز في جميع الأنسجة النباتية، ولكنه يتركز في الاوراق الخضر او الاجزاء الخضرية، والبذور ايضاً. ويُعد من العناصر الثابتة او غير المتحركة Immobile في الأنسجة النباتية (الريس، ١٩٨٧) . يمتص المنغنيز وينتقل في النبات بشكل ايون موجب ثنائي التكافؤ $Mn^{+٢}$ (Hopkins, ١٩٩٩). ويُعد عنصراً اساسياً في التنفس، وايض النتروجين حيث يعمل منشطاً للانزيمات، الا انه في بعض الحالات لاسيما في تفاعلات التنفس، يمكن أن تحلَّ محله كايتونات أخرى ثنائية مثل $Fe^{+٢}$, $Zn^{+٢}$, $Co^{+٢}$, $Mg^{+٢}$ ويُعد المغنيسيوم من اكثر البدائل التي تحل محل المنغنيز (ديفيلين، ١٩٨٥). ومن الدراسات الواسعة على دورة كربس تبين أنَّ المنغنيز هو المعدن الايوني السائد في تفاعلات هذه الدورة، فيعمل مثلاً منشط للانزيم Malic Dehydrogenase والانزيم Oxalo Succinic Decarboxylase، وربما يستبدل المنغنيز جزئياً بالكوبلت في هذا الانزيم الاخير (ديفيلين، ١٩٨٥). ويؤثر المنغنيز تأثيراً هاماً في اختزال النترات (Gauch, ١٩٥٧)، حيث يعمل منشطاً لانزيمات Nitrite Reductase وانزيمات Hydroxyl Amine Reductase (Sadana & Mc Elroy, ١٩٥٧).

أنّ نقص معدل التمثيل الضوئي في الطحالب في المراحل الاولى من نقص المنغنيز، قد رجح الدور المباشر الذي يؤديه المنغنيز في عملية التمثيل الضوئي (Wiessner, ١٩٦٢). وقد ظهر من الابحاث على جميع النباتات الراقية وطحلب *Ankistrodesmus Braunii* ان موقع نشاط المنغنيز يكون في خطوة انتاج الاوكسجين في التمثيل الضوئي Photosynthesis (Kessler, ١٩٥٥). ويظهر ايضاً ان لنقص المنغنيز تاثيراً واضحاً في

البلاستيدات الخضراء لاوراق الطماطة، حيث تفقد البلاستيدات الخضراء الكلوروفيل وحبيبات النشاء، وتصبح خضراء مصفرة اللون وبها فجوات عصيرية ومحببة (Vacuolated and Granular) ، وفي النهاية تتحلل (Eltinge, ١٩٤١).

يعتقد أنّ المنغنيز يدخل في هدم او اكسدة Indole-٣-Acetic Acid (الاوكسين الطبيعي في النبات) (Goldacre, ١٩٦١)، حيث وجد Thomaszewski وThimann (١٩٦٦) ان المنغنيز منشط للانزيم IAA-oxidase، الذي يحطم الاوكسين مسبباً اختزال كمية الاوكسين الطبيعي في قاعدة العقلة، مما يؤدي الى ضعف التجذير في العقل. وقد اشار Reuveni و Raviv (١٩٨١) الى وجود تراكيز عالية من المنغنيز في اوراق العقل المأخوذة من نباتات الافوكادو Avocado صعبة التجذير، على حين تحتوي العقل المأخوذة من نباتات سهلة التجذير على تراكيز اقل بكثير من المنغنيز. كما لوحظ من خلال الدراسات التي اجريت على عقل نبات الماش بهدف معرفة استجابتها في تكوين الجذور العرضية ، عدم تاثير ايونات المنغنيز والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريتات والنترات والكلوريد، في تكوين الجذور العرضية عندما تستعمل بالتراكيز الواطئة، قياساً بعينات السيطرة المعاملة بالماء المقطر (Fernqvist, ١٩٦٦).

١-٦-٣:البورون BORON (B)

يوجد البورون في المحاليل المائية بشكل حامض ضعيف $B(OH)_3$ (حامض البوريك او H_3BO_3)، وهو الشكل المفضل للامتصاص بوساطة الجذور (Hopkins, ١٩٩٩). وقد وجد أنّ اكبر نسبة لحامض البوريك في الخلايا توجد في جدار الخلية بسبب ميل البورون لتكون استرات مع السكريات المتعددة لجدار الخلية كالمانوز ومشتقاته بهيأة Cis-diol، ووجد ان الكلوكوز والفركتوز والكالاكتوز لاتحظى بمثل هذه الهيأة لذلك فهي لاترتبط مع البورون (Hopkins, ١٩٩٩).

اجمع العلماء ان دور البورون ينحصر في انتقال السكر، وتمثيل DNA في المرستيمات، ونمو وتكشف الخلايا، والايض النتروجيني، والاخصاب، ونشاط امتصاص الاملاح، وتمثيل الهرمونات، والعلاقات المائية ، وتمثيل الدهون، وتمثيل الفسفور، والتمثيل الضوئي. وان دوره في هذه العمليات دوراً غير مباشر من خلال تاثيره في انتقال السكر (ديفيلين، ١٩٨٥). ووجد أيضاً ان نقص البورون يسبب شذوذ تركيبية في الجدران الابتدائية للخلايا، وتثبيط انقسام الخلايا واستطالتها في الجذور الاولية والثانوية مسبباً زيادة على الكثافة جذور متقزمة، ويثبط انقسام الخلايا في قمة الساق والاوراق الفتية متبوعاً بنخر المرستيم. زيادة على ذلك فإنّ تثبيط انقسام واستطالة الخلايا الناتج عن نقص البورون يكون مصحوباً بزيادة فعالية الانزيمات التي تؤكسد هرمون الاوكسين Indole-٣-Acetic Acid ونقصان في محتوى RNA (Hopkins, ١٩٩٩).

اوضح Hemberg (١٩٥١) دور البورون في تكوين الجذور العرضية من خلال تجذير العقل المأخوذة من السويقات الجنينية تحت الفلق لنبات الفاصوليا Bean Hypocotyls. إذ وجد انعدام ظهور الجذور المرئية في العقل المحفوظة بمحاليل غذائية خالية من البورون تماماً. وان نمو البادئات الجذرية يتطلب وجود البورون (Gorter, ١٩٥٨)، على حين يستحث نشوء الجذور بالاوكسين فقط. وقد أكد ذلك

Middleton وجماعته (١٩٧٨) في عقل الماش من ضرب بيركن *Phaseolus aureus* Roxb. var Berkin، حيث وجد أن البورون ملازم لنمو وتكشف البادئات الجذرية وتحولها الى جذور مرئية وان هذا التكشف لا يتم الا عند معاملة العقل بالبورون فقط. أمّا سبب تجذير ضروب نباتية متعددة دون الحاجة الى تجهيزها بالبورون من الخارج فقد عزاها Middleton (١٩٧٧) الى وجود البورون ولو بنسب قليلة ومن مصادر متعددة ناتجة عن التلوث.

إنّ دور البورون في نمو وتكشف البادئات الجذرية من خلال دوره في استمرار تحفيز انقسام الخلايا وتحول البادئات الجذرية الى جذور مرئية اوضحه Shaheed (١٩٨٧) حيث اشار الى أنّ عقل الماش النامية في الضوء تظهر حاجتها للبورون بعد ٤٨ ساعة من انتهاء المعاملة الاوكسينية التي امدها ٢٤ ساعة. وعليه يمكن تجهيز البورون خلال مرحلة نمو البادرات، خلال معاملة العقل بالاوكسين او بعد الانتهاء من معاملة العقل بالاوكسين شرط ان لا تتجاوز اضافته الـ ٧٢ ساعة الاولى من اخذ العقل. من خلال هذه الملاحظات قدم (١٩٨٧) Shaheed اقتراحاً مفاده لكي يبدأ طور النمو والتكشف للبادئات الجذرية الذي يتزامن مع انخفاض مستوى الاوكسين ياتي من دور البورون المفترض في زيادة فعالية انزيم IAA-oxidase بعد ارتباطه مع مركبات Orthodiphenols التي تعمل كحاميات للاوكسين Auxin Protectinats.

١-٦-٤: النحاس COPPER (Cu)

يتيسر النحاس للنبات بشكل ايون النحاسيك Cu^{+2}، الذي يكون وبسرعة مواد مخلبية Chelate مع احماض الدبال Humic Acids في اجزاء التربة العضوية، وربما تشترك في توفير النحاس على سطح الجذر (Hopkins, ١٩٩٩). يُعد النحاس احد المكونات الضرورية للانزيم Laccase الذي يحفز تأكسد المركبات الفينوليةPhenolic Compounds، والانزيم Ascorbic Acid Oxidase. الذي يحفز اكسدة حامض الاسكوربك Ascorbic Acid (Storz, *et al.*, ١٩٣٧) زيادة على ذلك فقد بين Hill (١٩٤٩) بان النحاس ضروري في تكوين مادة Iron Porphyrin التي تُعد اساس صبغة الكلوروفيل (الريس، ١٩٨٧) وربما تظهر اهمية النحاس في النبات كونه يعمل كمكون لانزيمات Phenolases و Laccase و Ascorbic Acid Oxidase (Nason & Mc Elroy, ١٩٦٣). فقد اظهرت ابحاث Neish (١٩٣٩) بان النحاس ربما يعمل في التمثيل الضوئي، حيث وجد Neish ان البلاستيدات الخضراء للبرسيم (Clover) تحتوي على معظم محتوى النبات من النحاس، وقد وجد Loustalot وآخرون (١٩٤٥) ان امتصاص CO_2 يقل في اشجار التنج Tung المحرومة من النحاس، وان البلاستيدات الخضراء تحتوي على بروتينات فيها نحاس تسمى Plastocyanin، وهي ضرورية كونها حاملة للالكترون في التمثيل الضوئي. زيادة على ذلك فإنّ انزيمات البلاستيدات ولاسيما انزيمات Phenolases تحتوي على النحاس الضروري لأداء وظيفتها.

١-٦-٥ : الحديد IRON (Fe)

ترتبط اهمية الحديد بالعديد من الوظائف الهامة في العمليات الايضية للنبات، وبالرغم من ان الحديد يؤخذ على صورة حديديك (Fe^{+3}) إلاّ أنّ الحالة النشطة ايضاً في النبات هي

صورة الحديدوز (Fe^{+2}) ، فقد يدخل الحديد مباشرة الى السايتوكرومات Cytochromes تلك المركبات الاساسية للانسياب الالكتروني في المايتوكوندريا والكلوروبلاست، وايضاً الى الفيريدوكسين Ferredoxin الضروري لتفاعلات الضوء في التمثيل الضوئي، وبالرغم من أنّ الحديد اساسي لتمثيل الكلوروفيل الا ان دوره الكيميائي في كل من تمثيل وتحلل الكلوروفيل مازال غامضاً (Nason & Mc Elroy, ١٩٦٣). وان الحديد ضروري لتمثيل بروتينات البلاستيدات الخضراء، ومن المحتمل ان يصاحب الانزيمات في تمثيل الكلوروفيل (Gauch, ١٩٥٧). زيادة على ذلك ، فإنّ المركب الوسطي Protoporphyrin-٩ يؤثر تأثيراً فرعياً في التمثيل الحيوي للسايتوكروم او الكلوروفيل، ويعتمد الطريق التمثيلي على اي معدن (المغنيسيوم او الحديد) يدخل في تركيب البورفرين (Granick, ١٩٥٠). يدخل الحديد ايضاً في تكوين عدة انزيمات "Oxidase Enzymes" مثل انزيم Peroxidase, Catalase (ديفيلين، ١٩٨٥).

أنّ نقص الحديد يؤدي الى نقصان متزامن في الكلوروفيل ، وتدهور تركيب البلاستيدات الخضراء، مسبباً الاصفرار في المناطق المتداخلة بين العروق في الاوراق الفتية اولاً نظراً لبطء حركة الحديد في النبات، وربما يستمر الاصفرار الى العروق (Hopkins, ١٩٩٩) . ويمكن التغلب على مشكلة نقص الحديد باستعمال المواد المخلبية الحديدية Chelated Iron التي تمتلك الفة عالية لمعظم الايونات المعدنية وتعمل على اختزال القابلية على تكوين رواسب غير قابلة للذوبان، كما يمكن استرجاع العنصر المعدني من المادة المخلبية لغرض الامتصاص بوساطة النبات (Romheld & Marschner, ١٩٨٦).

قام Hinman و Lang (١٩٦٥) بدراسة اكسدة الاوكسين IAA بوجود انزيم Peroxidase النقي المحضر من نبات الفجل في غياب H_2O_2، وقد اكتشفا تشابه عمل الانزيم IAA-oxidase الطبيعي والانزيم Peroxidase النقي. واشار الى ان التفاعل الاول في اكسدة الاوكسين IAA الذي ينتج عنه المركب Indole Aldehyde يمثل اكسدة الكترون واحد من الحلقة الاندولية التي يعمل فيها ايون الحديد Fe^{+3} والنتريت NO_2^- والانزيم Peroxidase في نفس المسار لانتاج وتحرر الجزء الاساسي Free Radical.

١-٦-٦ : السلينيوم SELENIUM (Se)

يعتمد مقدار السلينيوم الذي يمتص من قبل النبات على تركيز السلينيوم الجاهز للامتصاص، وقابلية النبات في امتصاص هذا العنصر وتجميعه في انسجته. كما ان امتصاص السلينيوم له علاقة مباشرة بمقدار احتياج النبات للكبريت (الريس، ١٩٨٧). ورغم ان السلينيوم سام لمعظم النباتات، وجد ان بعض افراد العائلة البقولية (الكثيراء) *Astragalus* تتحمل تراكيز عالية من السلينيوم (تزيد عن ٠.٥ % من الوزن الجاف) وتوجد في الترب السلينية فقط. زيادة على ذلك فإنّ المحتوى العالي للسلينيوم في هذه النباتات يسبب مرضاً يعرف بالتسمم القلوي Alkali Poisoning او الترنح الاعمى Blind-Staggers في حيوانات الرعي، حيث يلاحظ احياناً في مناطق معينة من السهول في الشمال الغربي لامريكا (Brown & Shrift, ١٩٨٢) .

حاول الباحثون تحديد فيما اذا كانت هذه النباتات تحتاج الى السلينيوم، وقد وجد ان هذه النباتات تنمو بشكل افضل في المحاليل المغذية التي ترتفع فيها تراكيز حامض السلينيك (SeO_4^{-2}) الى ما يقارب ٣٠ جزء بالمليون. واشارت الدراسات الحديثة الى

ان سبب هذه الزيادة في النمو يعود الى قيام حامض السلينيك Selenate باختزال التاثيرات السمية للفوسفات (Bollard, ١٩٨٣) . إنّ السلينيوم الذي يحل محل الكبريت لايسمم تلك النباتات التي تجمعه، ويعزا السبب في ذلك الى ان الانواع المجمعة للسلينيوم تُكوّن بشكل رئيسي احماض سلينو-امينية Seleno-Amino Acids، وهذه الاحماض تكون غير سامة، كما انها لا تدخل في تكوين بروتينات سامة (Brown & Shrift, ١٩٨٢; Bollard, ١٩٨٣). كما وجد في البكتريا والحيوانات التي تحتاج الى السلينيوم عدد قليل من البروتينات الاساسية تحتوي على السلينيوم(Stadtman, ١٩٨٠). ومعظم هذه البروتينات هي انزيمات تحفز تفاعلات الاكسدة-الاختزال، ووجود السلينيوم ضروري لفعاليتها . وربما توجد انزيمات مماثلة في الانواع النباتية المجمعة للسلينيوم . ومما تجدر الاشارة اليه، ان اجراء موازنة بين الحامضين الامينيين Seleno Methionine ، Methionine مختبرياً كونهما مادتي تفاعل تدخلان في عمليات الـ Amino Acylation ، وارتباط الرايبوسوم Ribosome Binding، وتكوين اصرة الببتيد Peptide Bond Formation على عينات من اجنة الحنطة Wheat Germ، قد اظهرت أنّ الحامض الأميني Seleno Methionine يوازي الحامض الاميني Methionine في جميع خطوات عملية الترجمة Translation (تخليق البروتين)، ما عدا عملية تكوين آصرة الببتيد، وقد بينت عملية تكوين اصرة الببتيد بابتداء انواع $tRNA^{Met}$ ، ان الـ Seleno Methionyl-t RNA^{Met} كمادة تفاعل اقل تاثيراً من الـ Methionyl-t RNA^{Met}، ويتوقع من ذلك ان تقوم عينات الحامض الأميني Seleno Methionine البادئة لعملية الترجمة باختزال المعدل العالي لتخليق البروتين. وربما يساعد ذلك في توضيح سمية السلينيوم في النباتات الحساسة للسلينيوم (David, *et al.*, ١٩٨٠).

١-٧: مضادات الاكسدة Antioxidants

أنّ العمليات الأيضية التأكسدية Oxidative Metabolism ضرورية لبقاء الخلايا. وان التاثيرات الجانبية لهذه العمليات ناتجة عن تكوين الجذور الحرة وانواع الاوكسجين الفعالة Reactive Oxygen Species (ROS) الاخرى التي تسبب تغيرات تاكسدية، توجد ادلة كثيرة باشتراك مثل هذه الانواع في اليات التنظيم الطبيعية المختلفة داخل الجسم *in vivo* (Winrow, *et al.*, ١٩٩٣). ان زيادة الجذور الحرة تقهر انزيمات الحماية كانزيمات Peroxidase, Catalase, Super oxide dismutase مسببة انحلال وتاثيرات خلوية مميتة مثل الموت المبرمج للخلية (e.g, Apoptosis) باكسدة لبيدات الغشاء والبروتينات الخلوية والـ DNA والانزيمات، وهكذا يتوقف التنفس الخلوي، ويبدو ان انواع الاوكسجين الفعالة (ROS) تؤثر على مجريات الاحداث في الخلية (Cell Signalling PathWays) بطرائق اصبحت الان واضحة (Bauer, *et al.*, ١٩٩٩). زيادة على ذلك، فان الاكسدة تؤثر على الغذاء كونها احد الاسباب الرئيسية للتلف الكيميائي Chemical Spoilage (Colbert & Decker, ١٩٩١) الذي ينتج عنه فساد او تدهور نوعية المغذيات ولون ونكهة وقوام الغذاء (Shahidi, *et al.*, ١٩٩٢). لقد قدر ان نصف محاصيل الثمار والخضراوات في العالم (Martine & Whitaker, ١٩٩٥) يخسرها الانسان بسبب تفاعلات التلف ما بعد الحصاد. وان اليات الدفاع المضادة للاكسدة المفرطة جهزت بفعل

مضادات اكسدة متنوعة، وان الحاجة الى قياس فعالية مضادات الاكسدة اصبحت موثقة بشكل جيد.

يمكن تعريف مضادات الاكسدة (Gutteridge, ١٩٩٤) بانها تلك المواد التي عندما توجد بتراكيز واطئة قياساً بالمواد القابلة للتأكسد Oxidizable Substrates، تقوم بتأخير او تثبيط اكسدة تلك المواد وبشكل معنوي. وتقسم مضادات الاكسدة بشكل تقليدي على قسمين، مضادات اكسدة اولية Primary او تسمى مضادات الاكسدة المحطمة للسلسلة Chain-Breaking Antioxidants، ومضادات اكسدة ثانوية Secondary او تسمى مضادات اكسدة وقائية Preventative Antioxidants (Jadhav, *et al.*, ١٩٩٦). إنّ مضادات الاكسدة الوقائية هي المركبات التي تعيق معدل الاكسدة، وربما يتم هذا في عدد من الطرائق تتمثل بازالة مادة التفاعل او اخماد الاثارة المتسببة عن الاوكسجين Singlet Oxygen Quenching (Frankel & Meyer, ٢٠٠٠). كما ان وجود مضادات الاكسدة الاولية (AH) بكميات ضئيلة ربما يؤثر او يثبط خطوة الابتداء Initiation Step بتفاعلها مع جذر اللبيد Lipid Radical او تثبيط خطوة الادامة Propagation Step بتفاعلها مع البيروكسيل Peroxyl او جذور الكوكسيل Alkoxyl Radicals (Jadhav, *et al.*, ١٩٩٦).

$L^{\bullet} + AH \Rightarrow LH + A^{\bullet}$

$LO^{\bullet} + AH \Rightarrow LOH + A^{\bullet}$

$LOO^{\bullet} + AH \Rightarrow LOOH + A^{\bullet}$

highly reactive allyl radical $= L^{\bullet}$

primary antioxidants $= AH$

substrate molecule (lipid) $= LH$

lipid hydroperoxides $= LOOH$

alkoxylradical $= LO^{\bullet}$

lipid peroxyl radical $= LOO^{\bullet}$

وربما يتداخل الجذر الحر لمضاد الاكسدة Antioxidant Free Radical مرة اخرى مع تفاعلات ادامة السلسلة Chain Propagation Reactions لتكوين مركبات مضادة للاكسدة البيروكسية Peroxy Antioxidant Compounds:

$$A^{\bullet} + LOO^{\bullet} \Rightarrow LOOA$$

$$A^{\bullet} + LO^{\bullet} \Rightarrow LOA$$

تزداد طاقة التنشيط للتفاعلات اعلاه (Shahidi, *et al.*, ١٩٩٢) بزيادة طاقة تفكك اصرة A-H و L-H . لذلك تزداد كفاءة مضادات الاكسدة كلما قلت قوة اصرة A-H. وربما تكون مضادات الاكسدة المحطمة للسلسلة بصورة طبيعية ، او قد تنتج صناعياً كما في حالة Butylated Hydroxy Toluene (BHT) و Butylated Hydroxy Anisole(BHA) و Tert-Butyl Hydro Quinone (TBHQ) والمركبات الدباغية Gallates. استعملت مضادات الاكسدة الصناعية بشكل واسع في صناعة الاغذية (Adegoke, *et al.*, ١٩٩٨) التي تدخل في غذاء الانسان، وقد كثر حالياً استعمال مضادات الاكسدة الطبيعية لكونها اكثر اماناً قياساً بمضادات الاكسدة الصناعية (Iverson, ١٩٩٩)، ومثال ذلك (Plant Biophenols) التي تمتلك فعالية مضادة للاكسدة تماثل او تفوق فعالية مضادات الاكسدة المصنعة.

قام Antonio وجماعته (٢٠٠٣) ، بدراسة التغيرات في فعالية العوامل المضادة للاكسدة بنوعيها الذائبة في الماء او الدهون، خلال اطوار مختلفة من نضج ثمار الطماطة. كما قاموا بتحليل العلاقات بين محتوى ثمار الطماطة من β-carotene, Lycopene, Total Phenols, Ascorbic Acid والتغايرات اعلاه. ووجدوا ان معظم التغيرات المهمة في فعالية مضادات الاكسدة الكلية تحدث في الطور العضوي، حيث تزداد فعالية مضادات الاكسدة الذائبة في الدهون Lipophilic Antioxidant Activities (LAA). نتيجة لتراكم الـ Lycopene في الثمرة، على حين لاتتغير فعالية مضادات الاكسدة الذائبة في الماء Hydxophilic Antioxidant Activities (HAA) بشكل اساسي على الرغم من زيادة محتوى الفينولات خلال النضج (Antonio, *et al.*, ٢٠٠٣).

يمكن تصنيف المركبات المضادة للاكسدة (كاسحات الجذور Radical Scavengers) على مجموعتين رئيسيتين : مضادات الاكسدة الذائبة في الماء (Thiols, Uric Acid, Flavonoids, Ascorbic Acid) ومضادات الاكسدة الذائبة في الدهون (Ubiquinols, Carotenoids, Vitamin E) (Halliwell, ١٩٩٦) . وقد اشار Marino وجماعته (٢٠٠١) الى ان فعالية اخماد الجذور الحرة (الفعالية المضادة للاكسدة) لمستخلصات الصبغات الورقية قد قدرت في مستخلصات اوراق الشعير والشوفان والحمضيات، وعزيت الى محتوى الـ Carotenoids. ومما تجدر الاشارة اليه، ان تناول ثمار الطماطة الحاوية على Carotenoids وبعض المركبات المضادة للاكسدة مثل Phenols, Ascorbic Acid، تؤثر تأثيراً مهماً في تخفيف مخاطر الاصابة ببعض انواع السرطان والامراض الاخرى (Antonio, *et al.*, ٢٠٠٣).

١-٧-١: فيتامين Ascorbic Acid (C)

تمتلك النباتات الراقية انظمة كابحة متعددة، بعضها انزيمية، والبعض الاخر غير انزيمي، تعمل على تقليل التاثيرات الهدمية لانواع الاوكسجين الفعالة Reactive Oxygen Species (ROS) شكل (٢). ان مضادات الاكسدة الرئيسية المهمة في البلاستيدات الخضراء هي α-Tocopherol, Glutathione, Ascorbic Acid. تعمل الانزيمات الكابحة على اخماد (ROS)، او تشترك في اعادة دورة مضادات الاكسدة، ويؤثر الاسكوربيت تأثيراً جوهرياً كمضاد للاكسدة في البلاستيدات الخضراء، وان جزءاً من وظيفته هو كونه مضاد اكسدة اولي Primary، زيادة على دوره في كونه مضاد اكسدة ثانوي Secondary للاسكوربيت القابلية على اختزال Superoxide الى بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2، ويتفاعل أيضاً مع الـ Singlet Oxygen بمعدل سريع نسبياً. وان وجود الاسكوربيت (بصفته واهب للهيدروجين) يقوم باخماد H_2O_2 من خلال تفاعل Mehler (MAP) Ascorbate Peroxidase Reaction بوساطة الانزيم Ascorbate Peroxidase (APX) (Swiss, ١٩٩٨). زيادة على ذلك ، يبدو ان الاسكوربيت يعمل على اعادة دورة جذور α-Tocopheroxyl الى α-Tocopherol (Fryer, ١٩٩٢). ويثبط اكسدة ابتداء جذر بيروكسي المثيل لينوليت Methyl Linoleate (Larson,١٩٨٨). زيادة على ذلك فان الاسكوربيت مادة تفاعل مرافقة Co-Substrate ضرورية لمادة تفاعل عملية (De-Epoxidation) الخاصة بالفويلازانثين Voilaxanthin بسبب منحه الهايدروجين لاجل

هـــذا التحـــول. وقـــد اوضـــح Bratt وجماعتـــه (١٩٩٥) أنَّ فعاليـــة الانـــزيم Voilaxanthin De-Epoxidase تنتظم بزيادة تركيز الاسكوربيت في التراكيب الغشائية (Lumenal Ascorbate)، ويمكن اعادة دورة الاشكال المتاكسدة للاسكوربيت، وبالذات (DHAsc) De Hydro Ascorbate, (MDHAsc) Mono DeHydroAscorbate بوساطة الانزيم (MDAR) Mono Dehydro Ascorbate Reductase، والانزيم (DHAR) De Hydro Ascorbate Reductase على التوالي باستعمال NAD(P)H، وكلوتاثيون (GSH) على التوالي ، كونها مركبات واهبة للهيدروجين. ووجد أيضاً ان بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 يفقد سميته في البلاستيدات الخضراء بفعل الانزيم Ascorbate Peroxidase (APX) بوجود الاسكوربيت كونه مركباً واهب للهيدروجين. وقد اشار Anderson وجماعته (١٩٩٥) الى وجود خمسة انزيمات مناظرة للانزيم (APX) في بادرات الذرة. وان نصف المجموع الكلي لفعالية هذا الانزيم في البلاستيدات الخضراء تعزا الى ارتباطه بالثايلاكويد Thylockoid Bond APX والستروما Stromal APX (Asada, ١٩٩٢). وإنّ ازالة H_2O_2 المحفزة بهذا الانزيم ينتج عنها تكوين ($MDHA_{sc}$)، الذي يتحلل لا انزيمياً الى Ascorbate، (DHA_{sc}). أمّا في ستروما البلاستيدات الخضراء، فيختزل ($MDHA_{sc}$) انزيمياً الى اسكوربيت بوساطة الانزيم (MDAR) بوجود NADPH, NADH كمركبات واهبة للالكترونات (Hossain, *et al.*, ١٩٨٤). زيادة على ذلك فإنّ المركب ($MDHA_{sc}$) يختزل بوساطة PSI من خلال الفيريدوكسين Ferredoxin (Miyake & Asada, ١٩٩٤). ان هذه الانزيمات الثلاثة وبالذات (MDAR), (APX), (SOD) Super Oxide Dismutase تشكل تفاعل (Polle, (MAP) (١٩٩٦، وان أعادة دورة (DHA_{sc}) تتم بوساطة انزيمات دورة Halliwell – Foyer- Asada (HFA) شكل (٢) حيث يقوم الانزيم (DHAR) بتحفيز اختزال (DHA_{sc}) بوساطة (GSH) في ستروما البلاستيدات الخضراء (Nakano & Asada, ١٩٨١). أمّا اعادة اختزال الكلوتاثيون المؤكسد (GSSG) فيحفز بوساطة الانزيم Glutathione Reductase (GTR) بوجود NADPH المجهز للالكترون (Foyer & Halliwell, ١٩٧٦).

ينتج الاسكوربيت في النباتات الراقية من العمليات الايضية السداسية (Foyer, ١٩٩٣)، ولا يبدو ان المركب L-Galacton–γ-Lactone (GγL) الذي يتحول الى اسكوربيت من المكونات الطبيعية للنباتات الراقية. ويحفز التفاعل بوساطة الانزيم L-Galacton -γ- Lactone DeHydrogenase (De Gara, *et al.* ١٩٩٤)، وبما ان الاسكوربيت مادة تفاعل مرافقة ضرورية لعملية (De-Epoxidation) الفويلازانثين والانثرازانثين (Yamamoto, *et al.*, ١٩٧٢)، فربما ينتج الاسكوربيت من (GγL) الموجود في البلاستيدات الخضراء. وفي دراسة على اوراق نبات الخيارCucumber وجد ان الاسكوربيت ربما يقلل تلف التاكسد الضوئي في التراكيز العالية جداً فقط، على حين لم تعط زيادة الاسكوربيت المجهز من الخارج حماية اكبر ضد شد التأكسد الضوئي قياساً باوراق السيطرة (Wise & Naylor, ١٩٨٧). كما لوحظ أنّ الانزيم الذي يحفز تفاعل (GγL) الى اسكوربيت يرتبط بغشاء المايتوكوندريا في اوراق السبانغ Spinach، ولم يلاحظ في البلاستيدات السليمة (Mutsuda, *et al.*, ١٩٩٥). زيادة على ذلك فقد لوحظ أنَّ البلاستيدات

الخضراء تحتوي ٢٠-٤٠% من الاسكوربيت في خلايا الميزوفيل (Foyer, ١٩٩٣)، وان انتشار انواع الاسكوربيت غير المشحونة يتم من خلال الاغشية.

وجد ان محتوى الاسكوربيت يبقى ثابتاً خلال الشد البرودي في اوراق نبات الذرة النامي في ٢٥ و ١٥ درجة مئوية، وينخفض قليلاً بعد ازالة العامل المؤثر (الشد البرودي) لذلك فان محتوى الاسكوربيت يعتمد على درجات الحرارة الفعلية (Nie, *et al.*, ١٩٩٢). كما ان هدم مضادات الاكسدة المتمثلة بـ α-Tocopherol, Glutathione, Ascorbate يتأخر ويقل في الاوراق النامية في ١٥ او ٢٥ درجة مئوية في حالة تعرضها الى اشعاع عالٍ أو برودة شديدة، وان اضمحلال كلورفيل Lutein, B-Carotene, B, A يكون اوطأ في هذه الحالة (Swiss, ١٩٩٨). زيادة على ذلك فقد وجد ان اوراق الذرة المعاملة بـ(GγL) المصدر الاولي للاسكوربيت، والنامية في ٥ درجة مئوية تحتوي كمية كافية من الاسكوربيت لغرض آليات الدفاع، لكي تعمل في مستوى أمثل، علاوة على ذلك فان المحتوى العالي للاسكوربيت يعمل على زيادة الحاجة للكلوتاثيون المختزل (GSH) مشيراً بذلك الى قابلية (GSH) العالية في مقاومة الشد التأكسدي (Swiss, ١٩٩٨).

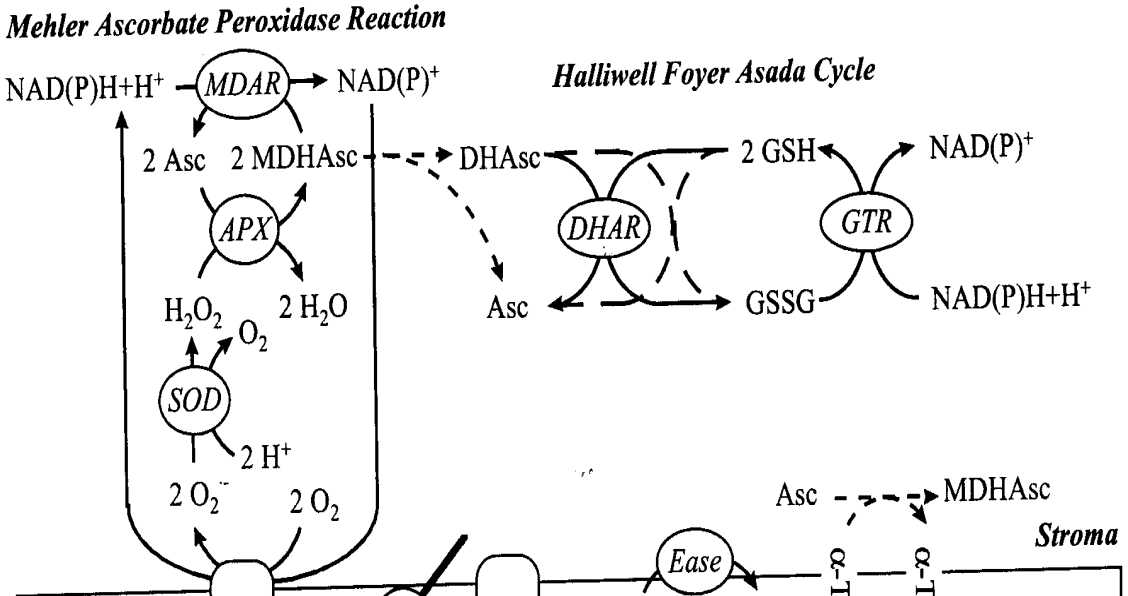
اجريت دراسات لمعرفة تاثير العديد من الفيتامينات مثل Thiamine, Pyridoxine, Nicotinamide, Adenine, Vitamin K, Carotene, Ascorbic Acid, في استجابة تجذير عقل ساق البزاليا Pea، واظهرت جميعها تاثيرات ايجابية (Aberg, ١٩٦١). وقد افترض Champagnat (١٩٦١) صعوبة تفاعل الفيتامينات والاوكسينات في معقد الرايزوكالين Rhizocaline Complex. اما استجابة تجذير عقل الفاصوليا Bean (*Phaseolus vulgaris*) المعاملة بالفيتامينات فقد اظهرت تاثيرات ايجابية فيما يخص الاسكوربيت والرايبوفلافين Riboflavine في حين كشفت العقل المعاملة بالادنين Adenine والثايمين Thiamine زيادة قليلة في عدد الجذور المتكونة، وينطبق الحال نفسه بالنسبة للتربتوفان Tryptophan (Fernqvist, ١٩٦٦).

تؤثر الفيتامينات بشكل قليل نسبياً قياساً بالاوكسينات، كما ان اعتماد التراكيز ($١٠^{-٣}$-$١٠^{-٢}$) مولار ضروري للحصول على زيادة معنوية، وربما يكون التخليق الداخلي لهذه الفيتامينات، والفيتامينات الاخرى هو العامل المحدد في تكوين الجذور العرضية، كما اقترح Hemberg (١٩٥٣) فيما يخص البايوتين Biotin وفيتامين K. وقد اجريت محاولات لمعرفة التاثيرات التآزرية بين التراكيز العالية من الاسكوربيت والاوكسين بتركيز ($١٠^{-٤}$) مولار، وعلاقتها باستجابة عقل الفاصوليا (*Phaseolus vulgaris*) للتجذير، ووجد عدم تاثير الاسكوربيت لوحده في تجذير العقل بالتراكيز ($١٠^{-٧}$-$١٠^{-٢}$) مولار، كما وجد ان التعاون بين الاوكسين والاسكوربيت يحدث في التراكيز ($١٠^{-٤}$) مولار من الاوكسين والتراكيز العالية من الاسكوربيت. وفي محاولات اخرى على استجابة تجذير عقل نفس النبات، وجد عند اختبار تعاضد الاوكسين والاسكوربيت والـ٢, ٣, ٥-TriIodBenzoic Acid (TIBA) ان الاسكوربيت لم يظهر اية تاثيرات تثبيطية حتى في التراكيز ($١٠^{-٢}$) مولار ، وحفز الاوكسين على تكوين الجذور العرضية في التراكيز العالية فقط ($١٠^{-٤}$-$١٠^{-٢}$) مولار، وذلك عند مقارنة استجابة التجذير في العقل المعرضة للضوء، واستجابة التجذير في العقل التي حجب عنها الضوء، والتي تبدو اقل حساسية لتراكيز الاسكوربيت (Fernqvist, ١٩٦٦).

وجدت Scheuermann (١٩٥٢) ان محتوى الاسكوربيت في عقل الفاصوليا Bean النامية في الظلام ينخفض بنسبة ٣٥% قياساً بالعقل النامية في الضوء، واستنتجت بأنّ دور

الفيتامينات في تكوين الجذور العرضية ربما يكون في حالة النسيان بسبب تخليقها في النباتات الخضراء. وإنّ معاملة ابيكوتيلات Epicotyls عقل نبات *Phaseolus multiflorus* بالاسكوربيت بتركيز (١٥٠) جزء بالمليون كشفت عن زيادة في عدد الجذور بنسبة (٢٢-٢٨%) لكل عقلة، قياساً بالسيطرة، في حين ان العقل المعاملة بالاسكوربيت والاوكسين بتركيز (٤٠) جزء بالمليون كشفت عن زيادة في عدد الجذور بنسبة (٦٢%) قياساً بالحالة التي استعمل فيها الاوكسين بمفرده. وفي تجارب اخرى اجرتها لمعرفة استجابة تجذير عقل الفاصوليا القزمة اظهرت ان الاسكوربيت بمفرده يحفز تكوين الجذور العرضية في العقل النامية في الضوء، ولا يحفز تكوينها في العقل النامية في الظلام، وان العمل التآزري بين الاسكوربيت والاوكسين يكون اكبر تاثيراً في الضوء، وعلى عكس ما هو متوقع.

اشار Brauner, Brauner (١٩٥٤) الى ان الاسكوربيت يمكن ان يعمل كمثبط للانزيم IAA-oxidase، من خلال التنافس على الاوكسجين، او من خلال تاثيره في الـ pH، حيث يكون الاوكسين اكثر تاثيراً في الـ pH الواطئ، المحفز بزيادة تراكيز الاسكوربيت. وقد اجريت دراسات لمعرفة تاثير الفيتامينات على زيادة فعالية الاوكسين IAA في تكوين الجذور في عقل الماش Mung Bean ووجد أنَّ الفيتامينات مثل Vitamin H, Biotin بتركيز (10^{-6}-10^{-3}) مولار لم تظهر اية استجابة في تكوين الجذور العرضية، على حين اظهرت تاثيراً ايجابياً قليلاً بوجود الاوكسين (IBA) بتركيز (5×10^{-4}) مولار باعتماد نفس التراكيز من البايوتين Biotin (Went & Thimann , ١٩٣٧). وفي محاولات اخرى على نفس النبات استعملت فيتامينات مثل Vitamin B_1 , Vitamin B_2 Riboflavine, Thiamine Hydrochloride, بتراكيز (10^{-7}-10^{-3}) مولار، ووجد أنَّ فيتامين B_1 اظهر تحفيزاً قليلاً في تكوين الجذور العرضية بتركيز (10^{-4}-10^{-3})مولار، بينما اظهر فيتامين B_2 تأثيراً معاكساً حيث كشف عن تثبيط قليل في تكوين الجذور العرضية، واستنتج ان الفيتامينات لا تتفاعل مع IBA او IAA في اختبارات تجذير عقل نبات الماش.



١-٧-٢: المركبات الفينولية Phenolic Compounds

تعد المركبات الفينولية نواتجاً ثانوية للايض الحيوي في النباتات وتسمى المركبات العطرية Aromatic Compounds لرائحتها الخاصة او المركبات المغلقة لامتلاكها حلقة بنزين ، التي قد ترتبط بمجاميع عديدة كالهيدروكسيلات والكاربوكسيلات والميثوكسيل، وقد تحتوي تراكيب اخرى غير مغلقة. تحتوي المركبات الفينولية دائماً على ما لايقل عن مجموعة واحدة من الهيدوركسيل، وتنشأ معظمها مباشرةمن الـ Phenylalanine او الـ Tyrosine، ويعتقد ان بعض الاحماض الفينولية مثلp-Coumaric Acid, Caffeic Acid لاتوجد بصورة حرة ، بل مرتبطة مع السكريات كالكلوكوز بوساطة احدى مجاميعها كالهايدروكسيل او الكاربوكسيل بشكل آواصر Esters او Glycosides (محمد، ١٩٨٥). تمتلك المركبات الفينولية وظائفاً عديدة، فاللكنينات Lignins تدخل في تركيب جدار الخلية، والانثوسيانينات Anthocynins قد تعطي الازهار النباتية الواناً زاهية. زيادة على ذلك تقوم المركبات الفينولية بالسيطرة على فعالية وتكوين بعض الانزيمات، وتدخل في عمليات الاكسدة والتنفس. وتقوم بتنظيم نمو وتكشف النبات من خلال التاثير على فعالية الهرمونات النباتية، وتعمل على تكيف بيئة الخلية النباتية وتنظيم المحتويات الازموزية، علاوة على ذلك فانها تؤثر على عملية التجذير في العقل (محمد ، ١٩٨٥). فقد اشار Shaheed (١٩٩٧) الى عدم قدرة الفينولات مثل Gallic Acid, o-Coumaric Acid, Caffeic Acid على تثبيط العمليات التي تحدث خلال عملية التعمير في عقل الماش، والتي تؤدي الى خفض استجابة التجذير باستثناء حامض السينامك بتركيز ($١٠^{-٣}$) مولار حيث تساوت استجابة العقل للمعاملة الاوكسينية معنوياً سواء أكانت في حالة طرية او معمرة. وربما يعزا ذلك الى دور حامض السينامك في تثبيط فعالية الانزيم IAA-oxidase، او من خلال تاثيره على الثغور وزيادة معدل النتح. أمّا الفعل التثبيطي للفينولات فربما يعزا الى زيادة فعالية انزيم Peroxidase, IAA-oxidase.

توجد المركبات الفينولية في جميع الثمار والخضروات ، ويبدو انها تشترك في دفاع النبات ضد مسببات الاصابة بالامراض النباتية والمتمثلة بالحشرات والفطريات والرواشح، وربما تشترك في تكوين المضادات المكروبية المقاومة لمسببات امراض الانسان مثل *Campylobacter jejuni, Esherichia coli* (Mendel and Hella, ٢٠٠٠). ووجد ان بعض المركبات الفينولية تسبب سبات بعض البذور، وقد تعد مواداً مخزونة للنبات وقت الحاجة، زيادة على ذلك فان المركبات الفينولية تؤدي وظيفة المخلبات Chelating حيث ترتبط ببعض

المغذيات الصغرى كالنحاس والزنك ...الخ، وتسبب عدم ترسب هذه المغذيات . وقد تقوم بدور الاذابة لبعض المواد الحيوية في الخلية وقد تقوم بدور التثبيت (محمد، ١٩٨٥).

توجد العديد من الانزيمات التي تشترك في الهدم التاكسدي للمركبات الفينولية، فانزيمات Peroxidases مسؤولة عن تدني طعم ولون وبنية ونوعية المغذيات في الاغذية النباتية ما بعد الحصاد (Robinson, ١٩٩١)، ولها أثراً مهم في فسيولوجيا النبات، زيادة على اشتراكها في الاسمرار الانزيمي Enzymatic Browning الذي يرتبط بالاكسدة بوجود اوكسجين المركبات الفينولية المتمركزة في الفجوة، وبفعل انزيمات Poly Phenol Oxidases الموجودة في السايتوبلازم، ويتسبب الاسمرار الانزيمي بفعل عدة عوامل ، منها فسيولوجية خلال النضج (تغير عمر الثمار)، حيث تظهر بعض التشوهات خلال الخزن والعمليات الميكانيكية.

ان مضادات الاكسدة هي احد العوامل الرئيسية التي تحافظ على نوعية الغذاء بمنع الانحدار التاكسدي للبيدات. وقد اوضحت العديد من الدراسات ان تناول الغذاء الغني بمضادات الاكسدة الطبيعية (المركبات الفينولية) يقلل خطر الاصابة بامراض السرطان وامراض الاوعية القلبية Cardio Vascular Disease (Clydesdale, ١٩٩٥)، ومن مضادات الاكسدة الفينولية النباتية المألوفة، مركبات Flavonoids (Flavanes , Flavonols, Flavanones, Flavones) ومشتقات Tocopherols, Coumarins, Cinnamic Acid (فيتامين E) (Larson, ١٩٨٨). اجريت دراسات عديدة على مركبات فينولية مختلفة من الناحية التركيبية مثل Ferulic Acid, Chlorogenic Acid, Caffeic Acid, Rutin, Gallocatechin, Epicatechin, Gallic Acid والمركب غير الفينولي Trans-Cinnamic Acid، وقد وجد تنوع هذه الاشكال من حيث قابليتها على الهدم التأكسدي، وتفاعلاتها مع الفينولات الاخرى والاحماض الامينية والبروتينات والايونات المعدنية، ووجد أنَّ جميع هذه الاشكال تتحول في مدى pH (١-٨)، مستعيدة فعاليتها المضادة للاكسدة (Lapidot, *et al.*, ١٩٩٩) ، وان ثباتها لا يعتمد على pH ومدة الخزن فقط، وانما يعتمد كذلك على الصيغ التركيبية لهذه الفينولات، فالمركب Trans-Cinnamic Acid اتصف بعدم تغير طيف امتصاصه بشكل معنوي تحت تأثير الـ pH، وثباته في الـ pH العالي. اما المركب Ferulic Acid الحاوي على مجموعة OH واحدة، فاتصف بثباته كذلك في الـ pH العالي. في حين أنَّ المركب Caffeic Acid الحاوي على مجموعتي OH يتغير معنوياً بتغير pH وبمدى (٧-١١) وقد وجد ان مجموعتي OH المتصلتين بحلقة البنزين مسؤولتان عن تلك التغيرات. أمّا المركب Gallic Acid الذي يمتلك ثلاث مجاميع OH فاتصف بعدم ثباته في الـ pH العالي (Mendel, ٢٠٠٠).

إنّ المركبات الفينولية متعددة الحلقات اكثر تعقيداً من المركبات الفينولية احادية الحلقات التي تكون عرضة لتأثيرات pH، وإنّ اشكالها المتأينة والرنينية Resonance اكثر مقاومة للهدم بوساطة pH قياساً بالمركبات الفينولية احادية الحلقة. واقترح الاخير ان مجاميع OH الفينولية، ربما تكون مسؤولة عن التغيرات الطيفية لثلاثة مركبات غير ثابتة وهي Caffeic Acid, Chlorogenic Acid, Gallic Acid (Mendel, ٢٠٠٠). إنَّ التغيرات في طيف امتصاص هذه المركبات غير قابلة للعكس، مما يجعلها تتغير تحت تأثير الـ pH، وربما يعزا ذلك الى تكوين مواد Quinone الوسطية غير الثابتة واشكال الرنين الاخرى (Friedman, ١٩٩٧). ولوحظ أنَّ انتزاع الكاربوكسيل من Caffeic Acid والفينولات المتعددة خلال الخزن ، وخلال صناعة عصائر الحمضيات يؤثر على نوعية النتائج بشكل معكوس (Lee & Nagy, ١٩٩٦). وقد وجد ان اعتماد التسخين من قبل اصحاب المصانع لغرض تحطيم الكائنات الحية

الدقيقة وتعقيم عصائر التفاح المتخمرة تحفز تفاعلات الاسمرار غير الانزيمية بين الاحماض الامينية والبروتينات والكاربوهيدرات وتكوين Maillard Browning Products (Friedman, ١٩٩٦). ان هذه النواتج تؤثر على طعم ومظهر ونوعية الغذاء. زيادة على ذلك وجد أنَّ التسخين والخزن يتلف المركبات الفينولية والفيتامينات لاسيما فيتامين C (Chaudry, *et al..*, ١٩٩٨). لهذه الاسباب نشأت الحاجة الى مركبات جديدة تحمي عصائر التفاح والاغذية الاخرى ضد عدوى الاصابة بالمكروبات. وقد وجد أنَّ بعض المركبات الفينولية التي تتكون بشكل طبيعي مثل Chlorogenic Acid,Gallic Acid والفينولات المتعددة الموجودة في الشاي تمتلك خصائص مضادة للمكروبات تستطيع تثبيط او قتل كائنات حية دقيقة متنوعة . زيادة على ذلك فانها تستعمل لحماية عصائر التفاح والاغذية الاخرى ضد عدوى الاصابة بمسببات امراض الانسان كما هو الحال بالنسبة للحليب (Rosenthal, *et al.* ١٩٩٧).

حظيت المركبات الفينولية باهتمام كبير لاهميتها في عمليات النمو (Wain & Taylor , ١٩٦٥) ، ونوقشت مبكراً بعض جوانب ارتباطها بالانزيم IAA-Oxidase . إنّ الاستعمال المباشر للمركبات الفينولية في الاختبارات التي اجريت على نبات الماش بوجود الاوكسين وعدمه اظهر تأثيرات ايجابية . ووجد ان المركبات الفينولية ثنائية الهيدروكسي Di-Hydroxy Phenol مثل Resorcinol , Hydroquinone زيادة على مشتقات Guaiacol هي المواد الاكثر تاثيراً في اختبارات الفينولات. ووجد أنّ مركبات Caffeic Acid, (p-Hydroxy Cinnamic Acid) Para-Coumaric Acid Chlorogenic Acid, (٣,٤-Dihydroxy Cinnamic Acid) تحفز نشوء الجذور وتعمل على زيادة تاثير الاوكسين (IBA), (IAA)، وان الفعل التعاضدي بين Chlorogenic Acid) Caffeic Acid) , وبين (IBA) يحدث في التراكيز العالية جداً، عكس ما هو عليه في تفاعل p-Coumaric Acid, IAA. زيادة على ذلك، فقد وجد (١٩٦٤) Hess من خلال اختبارات اجراها على عدة مركبات فينولية، ان مركبات o-Amino Phenol, Pyrogallol, Catechol تحفز تكوين الجذور العرضية في عقل نبات الماش المعرضة للضوء، عندما تجهز مع بعضها بالاوكسين IAA بتركيز (٥×١٠^{-٦}) مولار.اما مركباتCaffeic Acid,Chlorogenic Acid,Hydro Quinone, Resorcinol فكانت غير فعالة، ومعاكسة للنتائج اعلاه وبخصوص المركب Isochlorogenic Acid فأشار Hess (١٩٦٥) الى فعاليته في استجابة التجذير، واعزا السبب في فعل المركبات الفينولية الى تثبيط ارتباط الاوكسين، زيادة على الحماية ضد التحطيم بوساطة تلك النواتج.

إنّ استعمال المركبات الفينولية بشكل منفرد كشف عن تأثيرات محفزة بشكل عام في الاختبارات التي اجريت على عقل الماش لمعرفة استجابتها في تكوين الجذور العرضية، ومن الجدير بالذكر فان التأثيرات الناجمة عن استعمال المركبات الفينولية في تكوين الجذور العرضية لا يمكن أنَّ تعزا الى مكونات كيميائية خاصة من الفينولات، حيث اشار الكثير من الباحثين مثل Nitsch، Nitsch (١٩٦٢) الى اشتراك هذه المركبات في تفاعلات النمو المختلفة. ومن الممتع ان نلاحظ ان p-Coumaric Acid الذي يتفاعل كمثبط قوي في استطالة الخلية، يحفز تكوين الجذور العرضية في عقل الماش، سواءاً كان لوحده ام بوجود (IAA) . وفي الحالة الاخيرة يكشف عن تاثير تعاوني نموذجي في التراكيز الواطئة، وتاثير تثبيطي في التراكيز العالية . ومن الملاحظات المهمة ايضاً، وجد ان التاثيرات التعاونية بين المركبات الفينولية في تكوين الجذور العرضية تحدث بوجود الاوكسين (IBA) . في حين أنّ التاثيرات التعاونية بين المركبات

الفينولية في النمو تحدث بوجود الاوكسين (IAA) فقط (Nitsch & Nitsch, ١٩٦١). لاحظ Tomaszewski (١٩٦٤) في اختبار الشوفان Avena عدم وجود تاثيرات تعاونية بين Chlorogenic Acid ,(IBA) واعزا ذلك الى وجود تآلف بين المركبات الفينولية والانزيم IAA- Oxidase وايض الاوكسين IAA. وقد اشار Zenk وMuller (١٩٦٣) الى ان المركبات Caffeic Acid وChlorogenic Acid ثبطت الانزيم IAA-Oxidase داخل الجسم (*in vivo*)، في حين ان p-Coumaric Acid عزز التحطيم الانزيمي للاوكسين IAA في اغمدة رويشة الشوفان *Avena* Coleoptiles. وإنَّ المركب Para- Coumaric Acid بتركيز ($١٠^{-٤}$) مولار اكثر تاثيراً في عملية انتزاع $CO_٢$ من الاوكسين (Auxin DeCarboxylation) في وسط التجذير. وأمّا تاثير الحامض في استجابة تجذير العقل فانه يزيد تحفيز الاوكسين في تكوين الجذور العرضية في التراكيز ($١٠^{-٥}$-$١٠^{-٤}$) مولار. يبدو مما تقدم صعوبة توضيح النتائج التي اجريت على نبات الماش اعلاه، بسبب فعل الانزيم IAA- Oxidase الضئيل على الاوكسين عندما يقوم (IBA) بتحفيز الجذور العرضية، في حين ان فعل p-Coumaric Acid يناقض عمل هذه الفرضية. على اية حال اتضح ان تاثيرات المركبات الفينولية في انواع نباتية اخرى وخلال عمليات نمو مختلفة، تختلف بشكل كبير عن تاثيراتها في تكوين الجذور العرضية في عقل نبات الماش Mung Bean. إذْ اشار Stenlid (١٩٦٣) الى احتمال وجود تفاعلات مختلفة تعتمد على طبيعة وكمية المثبطات الطبيعية، او على وجود العوامل المرافقة في مادة الاختبار. وقد اتضح هذا من خلال الاكتشافات المختلفة في تفاعل المركبات الفينولية في مقاطع ابيكوتيل البزاليا Pea، زيادة على الاختلافات في محتوى المركبات الفينولية الطبيعية (Tomaszewski, ١٩٦٤). ومن الجدير بالذكر إنَّ المركبات الفينولية ربما تعمل باتجاهات عديدة في العمليات الايضية التي تحدث في العقل. وهكذا فان الاحماض الفينولية التي تستخدم بوجود الاوكسين، ربما تؤثر في اخذ Uptake واذابة (Dissociation) الاوكسين مما يسبب زيادة الكفاءة لاحقاً. زيادة على ذلك فان المركبات الفينولية، ربما تؤثر في معدل ارتباط الاوكسين (Tomaszewski, ١٩٦٤) الذي يمكن ان يؤثر بشكل معنوي في تكوين الجذور العرضية، لكون الاوكسينات المرتبطة مهمة في التجذير (Hemberg, ١٩٥٤)، إذ إنَّ للمركبات الفينولية علاقة في تخليق الاوكسين في العقل، وبعض الجوانب المتعلقة بتأثيراتها على الجروح Wound Effects. فقد وجد Paleg, Gordon (١٩٦١) ان المركبات الفينولية تؤثر في تعزيز تخليق (IAA) خارج الجسم (*in vitro*) من الترتبوفان الذي يتوسط عملية تكوين Quinone, Phenolase، وتأكد ذلك بوساطة Koves (١٩٦٤) بوجود انزيم الفاصوليا المتقزمة وبعدمه.

اجريت ابحاث على نظام IAA-oxidase داخل الجسم النباتي (*in vivo*)، ووجد ان هذا الانزيم يتأثر بالمركبات الفينولية، واتضح ان تأثيراته على المركبات الفينولية في تكوين الجذور العرضية معقدة تماماً. كما ان الاكتشافات التي اشار اليها Leopold و Plummer(١٩٦١) بان الانزيم Phenolase ربما يؤثر على مستوى IAA من خلال تكوينه نواتج كبيرة من الـPhenols والـQuinone ربما تؤكد هذا التعقيد . وربما يضاف الى ذلك افتراض Riddle و Mazelis (١٩٦٤) بان الانزيم Peroxidase ربما يشترك كذلك في تسريع التخليق الحيوي للاوكسين.

١-٧-٣: الكلوتاثيون Glutathione (GSH)

ان GSH هو ثايول thiol ذو وزن جزيئي واطئ يشترك في دفاع مضادات الاكسدة Antioxidants Defense من خلال دورة Ascorbate/ GSH. ويؤثر تأثيراً مهماً في دفاع النبات ضد انواع الشد الحياتي واللاحياتي Biotic and Abiotic Stresses. ويشترك أيضاً في تحمل المعادن الثقيلة وانتزاع سميتها (Foyer & Rennenberg, ٢٠٠٠)، وتحوير خزين GSH المختزل / المؤكسد خلال الفعل المتبادل بين النبات والعوامل الممرضة Plant-Pathogen Interaction (Vanacher, *et al.*, ١٩٩٨). علاوة على ذلك، يشترك GSH في تنظيم عملية انقسام الخلية في المرستيم القمي لجذور نبات Arabidopsis (Sanchez-Fernandez, *et al.*, ١٩٩٧).

يتكون مسلك تخليق GSH من خطوتين . الخطوة الاولى : يساعد الانزيم γ-Glutamyl Cysteine Synthetase (γ-ECS) في تكوين γ-Glutamyl Cysteine (γ-EC) من الـ Glutamate والـ Cysteine. أمّا الخطوة الآخرى: فيقوم الانزيم Glutathione Synthetase (GSHS) باضافة الـ Glycine الى طرف كاربوكسيل المركب γEC- مكوناً GSH (Frendo, *et al.*, ٢٠٠١).

ان احد صفات البقوليات هو وجود شبيه الكلوتاثين (γ-Glutamyl Cysteine - β-Alanine: hGSH) الذي يوجد بدلاً من الكلوتاثيون GSH، او يوجدان معاً. يحفز تكوين شبيه الكلوتاثيون بوساطة انزيم يدعى homo Glutathione Synthetase (hGSHS) ، الذي يضيف β-Alanine الى طرف كاربوكسي المركب (γ-EC) مكوناً شبيه الكلوتاثيون (hGSH) (Frendo,*et al.*,٢٠٠١) وقد اشارت الدراسات الى وجود كلا النوعين من الكلوتاثيون (hGSH, GSH) بكثرة في العقد الجذرية Nodules، اكثر من وجودهما في اعضاء النبات الاخرى (Matamoros, *et al.*, ١٩٩٩). كما لوحظ أنّ اعلى التراكيز توجد في المناطق المصابة من العقد الجذرية ذات الاصابة المحددة وغير المحددة. زيادة على ذلك لوحظ اضمحلال محتوى وتخليق الثايول thiol خلال مراحل الشيخوخة الطبيعية والمستحثة، وزيادة تأكسد خزين الثايول (Matamoros, *et al.*, ١٩٩٩). ومن خلال ذلك اقترح بان GSH و hGSH ربما يؤثران في تكوين وتنظيم مرستيم العقد الجذرية، وادامة عقد جذرية ناضجة، زيادة على اهميتها في فعالية مرستيم قمة الجذر (Vernoux, *et al.*, ٢٠٠٠)، كما يقومان بتحفيز تعبير جينات الدفاع النباتية، علاوة على ذلك، فانهما ضروريان في التكشف المبكر للعقد الجذرية في نباتات من جنس الجت *Medicago truncatula*، وربما يشتركان في تنظيم عدد العقد الجذرية لكل نبات (Wingate, *et al.*, ١٩٨٨).

إنّ الكلوتاثيون ثلاثي الببتيد (γ-Glu-Cys-Gly) او GSH هو الثايول الرئيسي في النبات، ويعمل كمضاد للاكسدة بوساطة مجموعة Sylfhydryl السستائين مكوناً GS·. وبتكون آصرة Disulfiede في الـ GS· الثاني يتكون الشكل المؤكسد الثابت للكلوتاثيون (GSSG) (Dalton, ١٩٩٥). ان الجهد الاختزالي التأكسدي السالب يسمح للكلوتاثيون المختزل GSH بمنح الالكترونات لاعادة دورة الاسكوربيت، ومن المحتمل α-Tocopherol (Hausladen & Alscher, ١٩٩٣). كما ان اعادة اختزال الكلوتاثيون المؤكسد (GSSH) يحفز بوساطة الانزيم Glutathione Reductase (GTR) بوجود NAD (P)H المجهز للالكترونات ، وقد اوضح Hausladen و Alscher (١٩٩٣) بان البلاستيدات الخضراء تحتوي ١٠-٦٠% من المجموع الكلي للكلوتاثيون الخلوي، وان

٦٦-٩٠% منه يكون بشكل مختزل، في حين ان ٩٨% من الكلوتاثيون خارج البلاستيدات الخضراء يوجد بشكل مختزل.

لوحظ انخفاض الفعالية النوعية لمعظم الانزيمات الكابحة مثل الانزيم (GTR) والانزيم DeHydro Ascorbate Reductase بنسبة ٥٠% عندما تنخفض درجة الحرارة من ١٥ الى ٢٥ درجة مئوية. ووجد أنّ الانزيم (GTR) يمتلك فعالية اوطأ قياساً بالانزيمات الكابحة، وان فعاليته تستجيب بشكل واضح لدرجات حرارة الفحص الحيوي والنمو، وقد لوحظ انخفاض فعاليته في طراز الذرة الحساس للبرودة Panjalinan، لذا اقترح ان هذا الانزيم ربما يؤثر تأثيراً مهماً خلال الشد البرودي Chilling Stress. ووجد ان α-Tocopherol ربما يقوم بحماية آليات البناء الضوئي، على حين يعمل الكلوتاثيون بارتباطه مع الانزيم (GTR) على حفظ الانزيمات التي تشترك في تثبيت الكاربون (Swiss, ١٩٩٨). زيادة على ذلك فقد وجد Hodgeset وجماعته (١٩٩٧) أنّ تحمل الطرز الوراثية المختلفة للشد البرودي يرتبط ايجابياً بفعالية الانزيم (GTR)، وان نقصان خزين الكلوتاثيون الذي يحدث تحت ظروف الاكسدة الضوئية يتم بوساطة القابلية والكفاءة العالية لنفس الانزيم (GTR)، وبوساطة منع تعطيل انزيمات تثبيت CO_2، ومن ثم زيادة تاثير الشد المتسبب عن الاكسدة الضوئية. ان الفعالية النوعية الواطئة عموماً والحساسية العالية لدرجات الحرارة الواطئة، والدور المهم في تنظيم انزيمات الثايول المعدلة عبر حالة التأكسد – الاختزال لخزين الكلوتاثيون تعني ان انزيم (GTR) له دورٌ جوهريُ في انهاء التلف المحفز بالبرودة في البلاستيدات الخضراء. يبدو من خلال ذلك وكما موضح في شكل (٢) أنّ الانزيم المحدد لتفاعل MAP هو Ascorbate Reductase، على حين أنّ الانزيم المحدد لدورة HFA هو (GTR)، الذي بارتباطه مع الكلوتاثيون ربما يكون له دورُ مهم خلال ظروف الشد البرودي (Swiss, ١٩٩٨).

اجريت دراسات لمعرفة تأثير الكلوتاثيون والمواد الحاوية على مجاميع السلفهيدريل Sulfhydryl Groups في استجابة عقل الماش Mung Bean في تكوين الجذور العرضية. وقد اظهرت بشكل عام تاثيرات تثبيطية، وتبين انها غير فعالة في التراكيز الواطئة، كما هو الحال في مركبات الثايوريا Thiourea، على حين تميز السستائين Cysteine الذي يحتوي على مجموعة SH بعدم وجود اي فعل تثبيطي عندما استعمل في مدى (10^{-6}-10^{-4}) مولار (Fernqvist, ١٩٦٦). وقد وجد أنّ المواد التي تحتوي على مجموعة سلفهيدريل حرة مثل السستائين والكلوتاثيون، ربما تقوم بحماية انزيمات السلفهيدريل من الخمول Inactivation (Johnstone, ١٩٦٣). وزيادة على هاتين المادتين لايوجد دليل في المواد الاخرى على وجود وظيفة خاصة للسلفهيدريل في تكوين الجذور العرضية في الاختبارات التي اجريت على نبات الماش. وقد اشار Hess (b ١٩٦٤) الى انه في الوقت الذي يكون فيه الكلوتاثيون مثبطاً في التراكيز (10^{-6}) مولار فصاعداً، فانه يمكن للكلوتاثيون ان يعمل ككابح لبعض العمليات التأكسدية المتعلقة بتكوين الجذور العرضية كما في تفاعل Tryptophan-Phenolase-Phenol بِعَدَّه يمثل آلية كامنة في النبات التي ربما تنطلق بوساطة التجريح Wounding فتأخذ دورها في الكالس Callus وتكوين الجذور العرضية. ومن جانب اخر وجد ان المركب ٣-Methylene Oxindole الناتج من اكسدة الاوكسين IAA كاشف قوي من نوع السلفهيدريل ويتفاعل بسرعة مع المواد مثل الكلوتاثيون و CoA ، ويُعد مثبطاً فاعلاً جداً للانزيمات المحتوية على SH (توماس، ١٩٨٢).

١-٨: الكاربوهيدرات Carbohydrates

غالباً ما تمثل الكاربوهيدرات المصدر الرئيسي للطاقة وهيكل الكاربون خلال عملية التجذير، لوجودها في معظم العقل بتراكيز اكبر من مصادر الطاقة البديلة كالدهون Lipids (Haissig, ١٩٧٤) وقد وجد أن افضل تجذير للعقل يحدث تحت الظروف التي توجد فيها الكاربوهيدرات الذائبة الكلية بالتركيز الامثل داخل النبات Optimum Internal (TNC) Total Non-Structural Carbohydrate قبل وخلال التجذير (Champagnol,١٩٨١). ولايزال الجدل قائماً حول السيطرة الايضية على عملية التجذير، الذي ربما يتاثر بالتركيز الكلي للكاربوهيدرات او نوعها. حيث اقترح حديثاً بان التركيز الكلي للكربوهيدرات الذائبة وتركيز النشاء في العقل ربما يتعلق ايجابياً بعملية التجذير (Haissig, ١٩٨٤). وان مستويات الكاربوهيدرات الكلية المتعلقة بنمو الجذور في العقل ربما يكون اكثر قياساً بمستوياتها اثناء عملية نشوء الجذور (Veierskov, *et al.*, ١٩٨٢). وان تراكيز الكاربوهيدرات باشكالها المنفردة ربما تكون ذات علاقة مباشرة بعملية التجذير (Haissig, ١٩٨٤). فعلى سبيل المثال يختلف تركيز السكريات المختزلة والسكروز عن تركيز النشاء بين مناطق السيقان العلوية (غير المجذرة) ومناطق السيقان القاعدية (المجذرة) في عقل بادرات الصنوبر Jack Pine خلال التكاثر الخضري. حيث وجد ان نسبة السكر المختزل الى النشاء في هذه العقل يُعد مؤشراً حساساً ويتعلق بتجزئة الكاربوهيدرات تفاضلياً خلال التجذير.

وجد أنّ السكروز المجهز ربما يتحول الى سكريات مختزلة عندما يمتص من قبل النبات (Welander, ١٩٧٨). ووجد انه يثبط تكشف النباتات الام وجذورها (Eliasson, ١٩٧٨). ووجد كذلك ان السكروز والكلوكوز والمانوز ربما تثبط فعالية الانزيمات (Rozema, ١٩٧٩). وربما تعمل بعض السكريات ضد تأثيرات السكريات النافعة (Faludi, *et al.*, ١٩٦٣). زيادة على ذلك، فان للسكريات تأثيرات ازموزية (Hyndman , *et al.*, ١٩٨٢).

ربما تتأثر تراكيز الكاربوهيدرات في العقل جزئياً عند معاملة العقل بالاوكسين، الذي يعزز حشد الكاربوهيدرات في الاوراق واعلى الساق ويزيد النقل الى منطقة التجذير (Haissig, ١٩٨٢). ووجد ان امتصاص السكريات ونقلها علوياً في العقل يتم غالباً بوساطة الخشب، وان المعاملة بالاوكسين التي تعزز التجذير، ربما ترفع من معدل التنفس (Ooishi, *et al.*, ١٩٧٨)، وبذلك تحفز استنزاف المخزون الكاربوهيدراتي (Haissig, ١٩٧٤).

ان اهمية الكاربوهيدرات في العقل لاتكمن في كونها مصادراً للطاقة والهياكل الكاربونية فحسب، بل ربما تؤثر في التنظيم الازموزي، وقابلية المذيبات الخلوية، والظواهر الفيزوكيمياوية Physico-Chemical Phenomena من خلال تركيزها في السايتوبلازم، التي تؤثر في العمليات الأيضية خلال عملية التجذير. لذلك فان تقسيم الكاربوهيدرات الى كاربوهيدرات ذائبة، وكاربوهيدرات جاهزة للأيض الحيوي، وكاربوهيدرات مخزنة قابلة للذوبان وكاربوهيدرات مخزنة غير ذائبة، ربما يساعد في تحديد ادوارها في تجذير العقل (Haissig, ١٩٨٤). أنَّ ظروف تواجد الكاربوهيدرات والحالة الفسيولوجية للنباتات الام تؤثر في العمليات الايضية للكاربوهيدرات في العقل، وتسبب تغيرات في كميات وانواع مواد التفاعل المتيسرة للعمليات الايضية. فقد وجد ان ديمومة البناء الضوئي تكون ضرورية في حالة توقف نمو الساق فقط، لمنع حالة التنافس على الكاربوهيدرات خلال عملية التجذير. ووجد أنّ السكروز والكلوكوز

والفركتوز والكحولات السكرية والنشاء، غالباً ما تتجمع في العقل وتحت الظروف المناسبة لتراكم الكربوهيدرات (Veierskov, *et al.*١٩٨٢).

وجد ان الاصناف سهلة التجذير من عقل نبات الداودي تحتوي على التراكيز الاعلى من الكاربوهيدرات المخزنة (Stoltz & Hess, ١٩٦٨). وقد وجد في دراسات اخرى ان اضافة الكلوكوز والسكروز الى وسط التجذير كان اساسياً لتكوين الجذور في العقل الساقية (يوسف، ١٩٨٧). ووجد أنّ تحديد الخشب الاكثر ملائمة لاخذ العقل يعتمد على الكاربوهيدرات المخزنة بوساطة قياس صلابة الخشب. فالسيقان قليلة المحتوى من الكاربوهيدرات تكون لينة ومرنة، على حين أنّ السيقان ذات المحتوى العالي منها تكون صلبة وقوية وتتكسر بصوت عند تكسرها دون حصول اي التواء فيها. وقد تبين في اختبار اجري على عقل العنب ان نسب نجاح تجذير العقل بلغت ٦٣% و ٣٥% و١٧% للعقل ذات المحتوى العالي والوسط والقليل من النشاء على التوالي (يوسف، ١٩٨٧).

اقترح Reid (١٩٣٠) أنّ أية ظروف مشجعة لزيادة نسبة الكاربوهيدرات الى النتروجين (N/C) تشجع تكوين الجذور في العقل. كما بين معظم الباحثين ان السكريات كالسكروز والكلوكوز والفركتوز والرايبوز والديوكسي رايبوز والمايواينوسيتول والدكستروز يمكن ان تعزز استجابة التجذير في العقل بوجود او بغياب الاوكسين المجهز (Middleton, *et al.*, ١٩٨٠). زيادة على ذلك فإنّ التجهيز بالاوكسين يعزز بسرعة نقل السكروز من الأوراق الى قاعدة العقل (Jarvis & Booth , ١٩٨١). علاوة على ذلك فقد اشارت سالم (٢٠٠٠) الى أنّ قابلية العقل على تكوين الجذور العرضية يرتبط بالحالة الغذائية للعقلة، اذ ان حفظ العقل في الماء المقطر لمدة ثلاثة ايام (مدة التعمير) يسبب انخفاضاً في استجابة التجذير نتيجة لنقص العوامل الغذائية كالكاربوهيدرات والبروتينات والعناصر المعدنية، وان معاملة عقل الماش بمحلول السكروز وبتركيز (١.٥%) اوقفت بشكل جزئي العمليات التي تحدث خلال ظاهرة التعمير من خلال المحافظة على المحتوى الكاربوهيدراتي والبروتيني الضروريين لتكوين الجذور العرضية. كما اشارت الى ان تجهيز المواد الغذائية عن طريق الفلق باعتبارها مصدراً داخلياً للكاربوهيدرات ادى الى ايقاف كامل لظاهرة التعمير في عقل الماش المعمرة قياساً بالعقل الطرية.

١-٩: التعمير Aging

اشار Gorter (١٩٧٢) الى صعوبة اعطاء فكرة عن موعد بدء ظاهرة التعمير في الكائنات الحية، ولكنها في الغالب تعبر عن مجمل العمليات التي تحدث بعد النضج Maturity. ولهذا فإنّ الشيخوخة قد تبدأ عندما تصبح تلك العمليات التي تضمنتها ظاهرة التعمير غير معكوسة. وقد اشار Thrower (١٩٦٧) الى صعوبة تحديد موعد بدء ظاهرة التعمير في العضو او النبات الكامل، لكنه اشار الى امكانية تشخيص مظاهر التعمير في الورقة بعد وصولها الى مرحلة الاتساع الكامل. أما Dale (١٩٨٢) فأشار الى أنّ تعمير الثمار يبدأ بعد وصولها الى مرحلة النضج، وأنّ موت العضو، لايعني بالضرورة موت النبات باكمله، فمعظم النباتات تتميز بقصر مدة حياة اوراقها، وفي الوقت الذي تتساقط فيه الأوراق المسنة بشكل تدريجي، يستمر الساق بالنمو والارتفاع.

أوضح Makrides و Goldthwaite (١٩٨١) ، ان المقصود بالشيخوخة والتعمير هو انخفاض الفعاليات الحيوية بصورة تدريجية او مفاجئة في الاوراق الناضجة. او

تحطم الكلوروفيل والبروتينات والاحماض النووية والرايبوسومات (Sarath, *et al.*, ١٩٨٦)، او تغير في مكونات وخواص الغشاء البلازمي (Ben-Yehoshua,١٩٨٦; الخفاجي،٢٠٠١)، او تناقص المحتوى الاوكسيني بزيادة عمر الاوراق (Hartmann, *et al.*, ١٩٨٨)، او عمر عقل الماش (العلواني، ١٩٩٨). كما ان حدوث الشخيوخة في النباتات الحولية وثنائية الحول يكون اقل وضوحاً مما هو عليه في النباتات المعمرة Perennial، مما يجعل من الصعب وضع بداية واضحة للتعمير والشيخوخة في النبات الكامل، أمّا على مستوى الاعضاء فيصعب التمييز بين النهج الوراثي المؤدي الى تعمير العضو والشيخوخة المفروضة عليه من قبل النبات الكامل (Dhindse, *et al.*, ١٩٨٢).

إنَّ لظاهرة التعمير اكثر من مفهوم، يمكن تحديدها بحسب الظاهرة الفسيولوجية المدروسة الى :

اولاً: عبارة عن التغيرات البايوكيميائية والوراثية التي تؤدي الى الشيخوخة التدريجية فالموت للخلية، او الكائن الحي (Coombs, ١٩٨٦).

ثانياً: فقدان او قلة استجابة الأنسجة النباتية للاوكسين (محمد واليونس، ١٩٩١).

ثالثاً: الظاهرة التي تمتاز بكونها هدمية Degenerative، متدرجة Progressive يتناقص فيها بناء DNA (Wel,١٩٩٢)، وRNA (Zaleqski,١٩٩٢)، والبروتينات (Reuzeau, *et al.*١٩٩٢)، والدهون المفسفرة (Lalaguna & Agudo, ١٩٨٩)، والكلوروفيل . حيث تمتاز بارتباطها بزيادة فعالية عدد كبير من الانزيمات المحللة Hydrolyzing Enzymes (Kar & Mishra, ١٩٧٦) مثل انزيم Chlorophyllase, Lipoxygenase, Protease, RNase, DNase.

اما بدلالة تكوين الجذور العرضية في العقل، فانها تعني انخفاض قابلية العقل المعمرة على تكوين الجذور العرضية قياساً بالعقل الطرية (Shaheed, ١٩٨٧)، وقد اشار الاخير الى انخفاض استجابة تجذير عقل الماش تدريجياً عندما يتم تعميرها في الماء المقطر قبل معاملتها بالاوكسين، قياساً بالعقل الطرية، حيث تكون استجابتها للتجذير على اشدها. وقد اشار من خلال دراساته على عقل الماش *Phaseolus aureus* var.Berkin الى عدة نقاط منها:

اولاً: انخفاض معدل النتح Transpiration في العقل المعمرة، بزيادة مدة التعمير قياساً بالعقل الطرية.

ثانياً: انخفاض معدل اخذ الاوكسين Auxin Uptake المجهز قاعدياً للعقل، الذي قد يرتبط مع انخفاض النتح في العقل المعمرة ايضاً.

ثالثاً: انخفاض معدل الانتقال العلوي للاوكسين Acropetal Transport of Auxin من منطقة الهايبوكوتيل باتجاه الاوراق في العقل المعمرة، بغض النظر عن الكمية التي تم اخذها من قبل هايبوكوتيل العقل المعمرة.

رابعاً: انخفاض معدل الانتقال القاعدي للاوكسين المجهز للاوراق Basipetal Transport of Auxin في العقل المعمرة، في حالة معاملة الاوراق الاولية بـC^{14}-IAA (Foliar Application)، عند متابعة انتقاله وتجمعه في منطقة نشوء الجذور العرضية (الهايبوكوتيل).

اشار Delafuente و Leopold (١٩٧٠) الى تلف او تعطيل قابلية الأنسجة في نقل الاوكسين خلال عملية التعمير في سيقان زهرة الشمس، واعزا سبب ذلك الى انخفاض عدد المواقع المتوافرة للعقل، او زيادة قابلية الأنسجة في تحطيم او تقليل حركة الاوكسين، الامر الذي يؤدي الى انخفاض استجابة التجذير. وقد اشار العلواني (١٩٩٨) لاحقاً من خلال دراساته على

عقل الماش، الى ان سبب انخفاض استجابة التجذير يعود الى قلة المحتوى الاوكسيني (الفرضية الاولى) وانسداد الاوعية الخشبية بمادة السوبرين، التي تحد من صعود الاوكسين المجهز قاعدياً للعقل المعمرة خلال اوعية الخشب المغلقة (الفرضية الثانية). والتجمع في الاوراق، ومن ثم قلة نزوله وتجمعه في منطقة نشوء الجذور العرضية، كما اكد الخفاجي (٢٠٠١) انخفاضاً معنوياً في كمية البروتين والدهون المفسفرة، وبنسبة ٢١%، ٥٠% على التوالي في العقل المعمرة قياساً بالعقل الطرية، وزيادة في النسبة المئوية للالكتروليتات الناضجة بدلالة التوصيل الكهربائي اثناء التعمير. ووجد ايضاً زيادة في معدل نضوح ايونات Ca^{+2}, Mg^{+}, Na^{+}, K^{+}، وزيادة في معدل امتصاصها، كمؤشر لتاثير ظاهرة التعمير في اضطراب النفاذية (الفرضية الثالثة) للاغشية السايتوبلازمية بدلالة استجابة التجذير في عقل الماش .*Phaseolus aureus* Roxb. وان التعمير يؤدي ايضاً الى اضطراب ترتيب اغشية البلاستيدات الخضراء وتحطيم الكلوروفيل فيها، مما يؤدي الى انخفاض معدل البناء الضوئي (Dale, ١٩٨٢). علاوة على ذلك فقد اشارت سالم (٢٠٠٠) الى انخفاض الحالة الغذائية Nutritional Status في العقل المعمرة قياساً بالطرية (الفرضية الرابعة)، فيما يتعلق بالبروتين والكاربوهيدرات والعناصر المعدنية كالصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم، باستثناء الكالسيوم.

١-١٠: اسباب ظاهرة التعمير Causes of Aging

اقترح العديد من الفسيولوجيين النباتيين عدة اسباب لظاهرة التعمير في انظمة تجريبية مختلفة. فقد تمكن العلواني (١٩٩٨) من التحقق من فرضيتين في نظام تجريبي واحد يتمثل بعقل الماش، وبدلالة تكوين الجذور العرضية، وهما الفرضية المتعلقة بانسداد الاوعية الخشبية Blockage of Xylem Vessels، والفرضية المتعلقة بانخفاض المحتوى الاوكسيني خلال مرحلة التعمير. كما تمكنت سالم (٢٠٠٠) من التحقق من صحة الفرضية المتعلقة بالحالة الغذائية Nutritional Status في نفس النظام التجريبي (عقل الماش) . زيادة على ذلك تمكن الخفاجي (٢٠٠١) من التحقق من صحة الفرضية المتعلقة باضطراب النفاذية Permeability باعتماد النظام التجريبي ذاته، أمّا بقية الفرضيات قيد الدراسة فهي:-

١- انخفاض العوامل المرافقة للاوكسين Co-factors: تساهم هذه المركبات في عملية تكوين الجذور في العقل (Wall, *et al.*, ١٩٨٠) ففي العقل المعمرة ربما يقل معدل تخليق وانتقال هذه المركبات الى الجزء القاعدي مما يؤثر سلبياً في معدل تكوين الجذور في العقل.

٢- تكون الكالوز Callose: قد تتكون خلال مرحلة التعمير مواد كاربوهيدراتية (كلوكوز) تتجمع في الصفائح المنخلية (Sieve Plates) للحاء (Ullrich, ١٩٦٢)، مسببة منع نزول الاوكسين والعوامل المرافقة الى قواعد العقل، مما يؤثر سلبياً في معدل تكوين الجذور.

٣- زيادة فعالية انزيم اندول حامض الخليك-اوكسيديز (IAA- oxidase) الذي يمنع تجمع الاوكسين الى المستوى الملائم لطور النشوء، وتكوين البادئات الجذرية Root Primordia. حيث يتطلب هذا الطور مستوى عالياً من الاوكسين، وفعالية واطئة من انزيم IAA- oxidase على نقيض الطور اللاحق للنمو والتكشف (Chibbar, *et al.*, ١٩٧٩).

٤- قلة تواجد المركبات الفينولية ودورها التعاضدي Auxin-Synergistic في عملية تكوين الجذور العرضية لدورها في حماية الاوكسين من الاكسدة بوساطة الانزيم IAA-oxidase (Zenk & Mullar, ١٩٦٣).

٥- زيادة مستوى هورمون حامض الابسيسيك Abscisic Acid خلال مرحلة التعمير مسبباً غلق الثغور، وقلة النتح (Atkinson , *et al.*, ١٩٨٩)، مما يؤدي الى قلة الـ Uptake وصعود الاوكسين المجهز قاعدياً الى العقل، مما يؤثر سلبياً على معدل تكوين الجذور العرضية فيها.

٦- فرضية الأكسدة (Oxidative Hypothesis) قيد الدراسة، التي سيتم شرح مضمونها عندما يتم التطرق الى موضوع الهدف من الدراسة.

١-١١: السيطرة على ظاهرة التعمير

اجريت العديد من الدراسات بهدف السيطرة على العمليات التي ترافق ظاهرة التعمير، من خلال اعاقتها Retardation او افسادها Offset او تأخيرها Delaying او ايقافها Stopping، جزئياً او كلياً. ان ازالة الازهار او الثمار او الاوراق الفتية، ماهي الا محاولات لتاخير ظاهرة التعمير عن طريق تقليل التنافس على المغذيات، ومنع او تاخير حركتها من الأنسجة المعمرة الى الاجزاء المتكشفة حديثاً (Klubertanz, *et al.*, ١٩٩٦). وقد اشار Abraham و Reinhold (١٩٨٠) الى ان الضرر الذي يصيب الغشاء البلازمي للخلايا اثناء تعمير أوراق نبات المطاط *Centranthus ruber*، الذي يؤدي الى زيادة معدل الامتصاص، قد تم ايقافه كلياً من خلال معاملة الاوراق اثناء التعمير بمادة السيرالين Ceralin وكبريتات الكالسيوم $CaSO_4$. كما اشارت ابو التمن (٢٠٠٣) الى ان تفعيل المستخلص المائي للزنجبيل Ginger باضافة $(NH_4)_2SO_4$ بتركيز (٠.٠٢٥%) و Glucose بتركيز (١ ,١.٥ ,٢)%، ادى الى زيادة معنوية احصائياً في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة قياساً بالعقل الطرية المعاملة بالاوكسين.

ان معظم المحاولات التي اجريت للسيطرة على ظاهرة التعمير تمت في عقل الماش، بعضها فشلت، والبعض الاخر نجحت في السيطرة على ظاهرة التعمير جزئياً او كلياً. فمن المحاولات التي فشلت في ايقاف ظاهرة التعمير في عقل الماش، محاولات Shaheed (١٩٨٧) باستعمال :

١- البورون بتركيز ١٠µg/ml.

٢- مركبات البولي-امين (Polyamines) مثل Spermine بتركيز (10^{-12}-10^{-7}) مولار.

٣- ازالة الجزء القاعدي من الهايبوكوتيل (٣mm) Excision of the Base Part of Hypocotyl. وقد فشل Shaheed (١٩٩٧) في محاولة اخرى، باستعمال القلويدات المصنعة Synthetic Alkaloids مثل Harmalol, Nicotine, ٨-Hydroxy Quinoline وجميعها بتراكيز (10^{-11}-10^{-3}) مولار. زيادة على ذلك، فقد فشلت سالم (٢٠٠٠) في السيطرة على ظاهرة التعمير عند حفظ العقل في محلول كلوريد الصوديوم وكلوريد البوتاسيوم خلال مدة التعمير.

أمّا المحاولات التي نجحت في ايقاف ظاهرة التعمير جزئياً فهي محاولات Shaheed (١٩٨٧) وتمثلت بما يأتي:-

١- حفظ العقل خلال مدة التعمير في محاليل مخففة من (IBA), (IAA) بتراكيز (10^{-9}-10^{-8}) مولار.

٢- تعريض العقل المعمرة لظروف الظلام التام Darkness خلال مدة التعمير، نجح في ايقاف ظاهرة التعمير بنسبة ٧٣% بدلالة تكوين الجذور العرضية.

٣- تاثير الفعل المتبادل بين البورون والاوكسين، وازالة الجزء القاعدي من العقل نجح في ايقاف ظاهرة التعمير بنسبة ٥٤% ونجح Shaheed (٢٠٠٣) ايضاً في ايقاف ظاهرة التعمير جزئياً عند حفظ العقل خلال مدة التعمير بالمستخلصات المائية لبذور المعدنوس والحلبة بتراكيز ١% و٠.١% على التوالي. وإنّ حفظ العقل بالمستخلصات المائية لبذور الخس والحلبة والبابونك بتركيز ١٠% و ٠.١% و ١% على التوالي، اوقف ظاهرة التعمير جزئياً (العلواني، ١٩٩٨). ومن المحاولات الاخرى التي اوقفت ظاهرة التعمير جزئياً، حفظ العقل خلال مدة التعمير في محلول السكروز بتركيز ١.٥% (سالم، ٢٠٠٠).

إنّ المحاولات التي نجحت في ايقاف ظاهرة التعمير كلياً تمثلت بمحاولات Shaheed (١٩٩٧) عند حفظ العقل خلال التعمير بمحاليل عالية التركيز (10^{-3}) مولار من حامض السيناميك Cinnamic Acid وحفظ العقل بالمستخلصات المائية لبذور الحلبة بتركيز ١% (Shaheed, ٢٠٠٣). ومحاولات العلواني (١٩٩٨) عند حفظ العقل بالمستخلصات المائية لبذور الينسون ١% والقيصوم ١% وحبة البركة ١% والقريص ٠.١%. ومحاولات الخفاجي (٢٠٠١) عند حفظ العقل بالمستخلصات المائية لبذور المعدنوس ١% ، زيادة على محاولات ابو التمن (٢٠٠٣) عند حفظ العقل بمحاليل النيكوتين Nicotine والكلوكوز Glucose وحامض الاسكوربيك Ascorbic Acid والسكروز Sucorse بتركيز [(10^{-7}, 10^{-5}) مولار و (١.٥)% و (٤٠٠) جزء بالمليون و (١.٥)%] على التوالي، حيث تم ايقاف ظاهرة التعمير كلياً، واستجابت العقل للمعاملة الاوكسينية كما لو كانت عقلاً طرية.

١-١٢: الهدف من الدراسة

يهدف البحث الى تخمين او معرفة تاثير عمليات الاكسدة Oxidative Processes التي يفترض انها تزداد خلال ظاهرة التعمير Aging في عقل الماش، بدلالة تخليق الاوكسين IAA. ثم امكانية تخفيف ذلك التأثير من خلال معرفة العوامل المرتبطة بميكانيكيات الدفاع المضادة للاكسدة Anti-Oxidant Defense Mechanisms والمتمثلة بالعناصر الضئيلة والفيتامينات والكلوتاثيون والمركبات الفينولية والسكريات قيد الدراسة، مما يزيد من امكانية قابلية تجذير العقل المعمرة بهذه المركبات ، او يحافظ على استجابتها كما في العقل الطرية.

وقد تضمنت الدراسة المحاور الاتية:

(A) المحور الاول – الجانب الفسيولوجي ويتضمن:

١- تاثير ظاهرة التعمير في استجابة التجذير في العقل المستحثة بالاوكسين.

٢- معرفة استجابة التجذير في عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland الكاملة والمنقوصة لبعض العناصر لمدة عشرة ايام وكما يأتي:-

(أ) محلول مغذي كامل . (ب) محلول مغذي ينقصه Zn. (جـ) محلول مغذي ينقصه Mn. (د) محلول مغذي ينقصه B. (هـ) محلول مغذي ينقصه Cu. (و) محلول مغذي ينقصه Fe.

٣- دراسة تاثير عنصر السلينيوم (Se) في استجابة التجذير في العقل.

٤- معرفة استجابة التجذير في عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية لمدة عشرة أيام في المحاليل المحورة Modified Solution التالية:

(أ) محلول محور كامل . (ب) محلول محور ينقصه Se. (ج) محلول محور ينقصه Zn. (د) محلول محور ينقصه Mn. (هـ) محلول محور ينقصه B. (و) محلول محور ينقصه Cu.

(ز) محلول محور ينقصه Fe. (ح) محلول محور ينقصه (Mn, Zn, Se). (ي) محلول محور ينقصه (Fe, Cu, B).

٥- معرفة استجابة التجذير في العقل الماخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام والمعاملة خلال مدة التعمير بمحاليل مختلفة، كما هو عليه في الفقرة (٤) من المحور الاول (من آ-ي).

٦- دراسة تاثير بعض السكريات (كلوكوز، فركتوز، سكروز) في استجابة التجذير في العقل.

٧- معرفة استجابة التجذير في العقل المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام والمعاملة خلال مدة التعمير بمحاليل وتراكيز مختلفة من مضادات الاكسدة الآتية:

(أ) فيتامين (C) Ascorbic Acid

(ب) كلوتاثيون Glutathione (GSH)

(جـ) بعض المركبات الفينولية Phenolic Compounds

(B)المحور الثاني – الجانب البايوكيميائي:

ويتضمن تقدير الاوكسين (IAA) كمياً بطريقة Spectrophotometery في الأنسجة النباتية (منطقة السويقة الجنينية تحت الفلق Hypocotyl) لكل حالة من الحالات المذكورة في الفقرة ٤، ٥، ٦ و ٧ قبل وبعد معاملات التعمير. كما تضمن تقدير الاوكسين (IAA) كمياً في الاوراق والسويقات الجنينية فوق الفلق Epicotyl والسويقات الجنينية تحت الفلق Hypoctyl في العقل الطرية والمعمرة في الماء المقطر، لمعرفة كمية الاوكسين الموجودة اصلاً، وكذلك توزيعها في اجزاء العقلة.

الفصل الثاني

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

٢-١: مصدر البذور Source of Seeds

استعملت بذور الماش من صنف *Phaseolus aureus* Roxb. var. local لمحصول تشرين الاول – ٢٠٠٢ من محافظة بابل – قضاء المحاويل. وقد انتخبت البذور المتماثلة مظهرياً لغرض اجراء التجارب.

٢-٢ : زراعة البذور Cultivation of Seeds

تم غسل البذور بماء الحنفية الجاري Current Water وتنقيعها لليلة كاملة Over Night، وزرعت البذور بشكل متجانس في خطوط متوازية وعلى مسافة ١ سم بين بذرة واخرى في نشارة الخشب Sawdust باستعمال احواض بلاستيكية مثقبة بابعاد (١٩×١٤×٦) سم. غطيت البذور بطبقة من نشارة الخشب سمكها ٢-٣ ملم ووضعت الاحواض المثقبة داخل احواض بلاستيكية اعتيادية (غير مثقبة) بابعاد (٢٦ × ٢٠ × ٧)سم، واضيف لتر واحد من الماء المقطر او محاليل الاختبار بحسب نوع التجربة الى الاحواض الكبيرة، ثم تركت الاحواض تحت ظروف قياسية (اضاءة مستمرة، وبشدة ضوئية ٣٠٠٠-٣٥٠٠ لوكس، ودرجة حرارة (٢٥±١)°م، ورطوبة نسبية (٦٠-٧٠%) في غرفة نمو Growth Chamber. وبعد بزوغ البادرات Seedlings Emergence اضيفت المحاليل بحسب الحاجة الى عمر عشرة ايام ثم انتخبت البادرات المتماثلة لتهيئة العقل واجراء التجارب.

٢-٣: تهيئة العقل Preparation of Cuttings

تحضر العقل من بادرات متماثلة بعمر عشرة ايام ١٠-Day Old Seedings حسب طريقة Hess (١٩٦١) التي تمتاز باحتوائها على برعم طرفي صغير Terminal Bud، وزوج من الاوراق الاولية كاملة الاتساع Pair of Fully Expanded Primary Leaves، وسويقة جنينية فوق الفلق Epicotyl، وسويقة جنينية تحت الفلق Hypocotyl بطول ٣ سم تحت موقع ندب الفلق Cotyledenary Nodes، وذلك بعد ازالة المجموع الجذري Root System.

٢-٤: المعاملة القاعدية للعقل Basal Treatment of Cuttings

عُوملت الاجزاء القاعدية للعقل بمحاليل الاختبار بوضع العقل في انابيب زجاجية Glass Vials . تضمنت كل معاملة ثلاثة انابيب يتسع كل انبوب فيها لاربع عقل اي بواقع (١٢) عقلة للمعاملة الواحدة. يتطلب غمر السويقة الجنينية تحت الفلق التي طولها (٣) سم محلول حجمه (١٥) مل من محاليل الاختبار. وعندما يكون الهدف من المعاملة هو دراسة استجابة التجذير في العقل الطرية تعامل هذه العقل بالماء المقطر او الاوكسين (NAA بتركيز 10^{-4} مولار)، او محاليل الاختبار الاخرى كالمحاليل المغذية Nutrient Solutions والمركبات الفينولية Phenolic Compounds وفيتامين C (Ascorbic Acid) والكلوتاثيون Glutathione والسكريات Sugars. يليها حساب معدل عدد الجذور.

٢-٥: معاملات التعمير Aging Treatments

لدراسة اسباب ظاهرة التعمير تحفظ العقل بعد اخذها مباشرة من البادرات في الماء المقطر لمدة ثلاثة ايام (Aging Period). او تحفظ في محاليل الاختبار لنفس المدة اعلاه لغرض السيطرة على ظاهرة التعمير. وعندما يكون الهدف هو دراسة استجابة التجذير في العقل المعمرة من الناحية الفسيولوجية تعامل هذه العقل بعد انتهاء مدة التعمير (ثلاثة ايام بالماء المقطر) بالاوكسين (NAA, 10^{-4}M) لمدة ٢٤ ساعة، ثم تنقل الى حامض البوريك (١٠µg/ml) لمدة ستة ايام اخرى. وفي النهاية يتم حساب معدل عدد الجذور.

٢-٦: حساب عدد واطوال الجذور والتحليل الاحصائي

تظهر الجذور العرضية على طول الهيبوكوتيل لكل عقلة في اربعة صفوف Four Rows كأسنان المشط، حيث يتم حساب عدد واطوال الجذور في العقل الطرية والمعمرة بعد الانتهاء من المعاملة بحامض البوريك (٦ ايام)، وذلك بازالة البشرة الممزقة بالملقط وتقطع الجذور بمستوى البشرة بشفرة حادة ويحسب عددها واطوالها لكل عقلة. اما بالنسبة للتحليل الاحصائي فقد استعمل التصميم تام التعشية Completely Randomized Design واعتمدت قيمة (L.S.D) للموازنة بين المعاملات على مستوى احتمالية (٠.٠٥ و ٠.٠١) في جميع التجارب.

٢-٧: قياس مساحة الورقة النباتية Leaf Area

تم قياس مساحة الوريقات الوسطى للاوراق الحقيقية الاولى – ثلاثية الوريقات ١-st True Tri-Foliated Leaf من العقل بحسب طريقة Stickler وجماعته (١٩٦١) وذلك باستعمال العلاقة الآتية:

مساحة الورقة = طول الورقة (سم) × اقصى عرض للورقة (سم) × ٠.٧٥

٢-٨: تحضير المحاليل Preparation of Solutions

٢-٨-١: محاليل التجذير Rooting Solutions

(A) الاوكسينات المصنعة Synthetic Auxins

تم تحضير محلول الاوكسين الصناعي Naphthalene Acetic Acid (NAA) بتركيز (10^{-4}) مولار اثناء المعاملة، وهو التركيز الامثل Optimum Concentration لتجذير نفس النوع من العقل (ابو التمن، ٢٠٠٣). حيث يذاب باضافة كمية قليلة من الكحول الاثيلي المطلق Absolute Alcohol ويكمل الحجم النهائي للـ Stock الى الحجم المطلوب بالماء المقطر بحيث يكون تركيز الكحول النهائي (٢) مل لكل (١٠٠) مل من الماء المقطر. ان هذا التركيز غير مؤثر في عملية تكوين الجذور العرضية في عقل الماش (Middleton, *et al.* ١٩٧٨ a).

(B) حامض البوريك Boric Acid

تـم تحضـير حـامض البوريـك بتركيـز (١٠µg/ml) واسـتعمل وسـطاً للتجـذير وذلـك لـدور البـورون الضـروري فـي نمـو وتكشـف البادئـات الجذريـة الـى جـذور مرئيـة (Middleton, *et al.* ١٩٧٨ b).

(C) المحاليل المغذية Nutrient Solutions

١- محلول Hoagland

استعمل محلول Hoagland المقترح من قبل Arnon و Hoagland عام ١٩٤٠ في الزراعة المائية Solution Culture في تنمية بادرات نبات الماش Stock Plants، ومعاملة العقل بهدف معرفة استجابتها للتجذير كما في جدول (١).

٢- محاليل Hoagland التي تنقصها بعض المغذيات

اعدت المحاليل المغذية التي تنقصها بعض المغذيات لاظهار تاثير نقص بعض العناصر الغذائية في نمو النبات واستجابة العقل للتجذير كما في جدول (٢).

جدول (١): تركيب المحلول المغذي الذي اقترحه Arnon و Hoagland (١٩٤٠).

g litre^{-1} distilled water		mg litre^{-1} distilled water		
Salt	Concentration	Salt	Concentration	
KNO_3	١.٠٢	H_3BO_3	٢.٨٦	
$Ca(NO_3)_2$	٠.٤٩	$MnCl_2 4H_2O$	١.٨١	
$NH_4H_2PO_4$	٠.٢٣	$CuSO_4 5H_2O$	٠.٠٨	
$MgSO_4 7H_2O$	٠.٤٩	$ZnSO_4 7H_2O$	٠.٢٢	
		$H_2MoO_4H_2O$	٠.٠٩	
		$FeCl_2$	٠.٥٪	٠.٦ ml per litre added
		Tartaric acid	٠.٤٪	٣ times weekly

جدول (٢): اعداد محاليل Hoagland الكاملة والمنقوصة لبعض العناصر (Full Strength).

Salt / Solution	Macronutrient g litre^{-1} distilled water				Micronutrient mg litre^{-1} distilled water					
	KNO_3	$Ca(NO_3)_2$	$NH_4H_2PO_4$	$MgSO_4 7H_2O$	H_3BO_3	$MnCl_2 4H_2O$	$CuSO_4 5H_2O$	$ZnSO_4 7H_2O$	$H_2MoO_4H_2O$	$FeCl_2$ ٠.٥٪ Tartaric acid ٠.٤٪
ماء مقطر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
محلول مغذي كامل	١.٠٢	٠.٤٩	٠.٢٣	٠.٤٩	٢.٨٦	١.٨١	٠.٠٨	٠.٢٢	٠.٠٩	٠.٦ مل
محلول مغذي ينقصه Zn	١.٠٢	٠.٤٩	٠.٢٣	٠.٤٩	٢.٨٦	١.٨١	٠.٠٨	-	٠.٠٩	٠.٦ مل
محلول مغذي ينقصه Mn	١.٠٢	٠.٤٩	٠.٢٣	٠.٤٩	٢.٨٦	-	٠.٠٨	٠.٢٢	٠.٠٩	٠.٦ مل
محلول مغذي ينقصه B	١.٠٢	٠.٤٩	٠.٢٣	٠.٤٩	-	١.٨١	٠.٠٨	٠.٢٢	٠.٠٩	٠.٦ مل
محلول مغذي ينقصه Cu	١.٠٢	٠.٤٩	٠.٢٣	٠.٤٩	٢.٨٦	١.٨١	-	٠.٢٢	٠.٠٩	٠.٦ مل
محلول مغذي ينقصه Fe	١.٠٢	٠.٤٩	٠.٢٣	٠.٤٩	٢.٨٦	١.٨١	٠.٠٨	٠.٢٢	٠.٠٩	-

حضرت محاليل Hoagland غير الكاملة بطرح الاملاح الحاوية على المغذيات الصغرى المراد دراسة تاثيرها.

٣- تحضير محاليل ثنائي اوكسيد السلينيوم SeO_2

استعمل محلول ثنائي اوكسيد السلينيوم بثمانية تراكيز وهي (٠.٠٠١، ٠.٠١، ٠.١، ١، ١٠، ٣٠، ٥٠، ١٠٠) جزء بالمليون. وحضرت باذابة ٠.٠٢ غرام من ثنائي اوكسيد السلينيوم في ٢٠٠ مل. من الماء المقطر للحصول على تركيز (١٠٠) جزء بالمليون كخزين (Stock Solution) ثم خففت لتحضير التراكيز المتبقية اعلاه باستعمال القانون الآتي:-

$$\text{حجم المحلول الاصلي (الخزين)} = \frac{\text{الحجم المطلوب} \times \text{التركيز المطلوب}}{\text{تركيز الخزين}}$$

٤- تحضير المحاليل المحورة Modified Solutions

تم استنباط محاليل جديدة على غرار محلول Hoagland وبنصف قوة (Half Strength) كاملة أو منقوصة لبعض العناصر، وذلك باضافة عنصر السلينيوم بهيأة مركب ثنائي اوكسيد السلينيوم SeO_2 بتركيز (١٠) جزء بالمليون واستعملت بشكل تمهيدي في تنمية النباتات الام (Stock Plants). وكانت النتيجة ان ثبطت نمو النباتات، حيث كشفت عن بادرات قصيرة قياساً بالنباتات النامية في المحاليل المحرومة من السلينيوم او ماء الحنفية. وعليه استعملت محاليل Hoagland والمحاليل المحورة بثلاث قوى (Full, Half and Quarter Strength) كما في جدول (٧) متضمنة عنصر السلينيوم بتركيز (١، ٠.٥، ٠.٢٥، ٠.١، ٠.٠٥، ٠.٠٢٥) جزء بالمليون بهدف معرفة استجابة العقل للتجذير ومعرفة التركيز الامثل لثنائي اوكسيد السلينيوم في المحلول المحور. وبناءً على ذلك حضرت المحاليل المحورة باستعمال SeO_2 بتركيز (٠.٥) جزء بالمليون وكانت النتيجة سلبية، كذلك حيث كشفت عن بادرات شاحبة متطاولة ذات اوراق صغيرة. وفي محاولة اخيرة تم اعتماد تركيز (٠.٠١) جزء بالمليون من SeO_2 جدول (٦) كتركيز امثل ضمن مكونات محلول Hoagland وبنصف قوة في تنمية النباتات الام وتجذير العقل. وعليه تم اعداد المحاليل المحورة الكاملة أو المنقوصة لبعض العناصر كما في جدول (٤). اما تركيب المحلول المغذي المحور الكامل بوجود (SeO_2) بتركيز ٠.٠١ جزء بالمليون فيوضحه جدول (٣).

جدول (٣): تركيب المحلول المغذي المحور Modified Solution الكامل (Half Strength)

g litre^{-1} distilled water		mg litre^{-1} distilled water		
Salt	Concentration	Salt	Concentration	
KNO_3	٠.٥١	H_3BO_3	١.٤٣	
$Ca(NO_3)_2$	٠.٢٤٥	$MnCl_2 4H_2O$	٠.٩٠٥	
$NH_4H_2PO_4$	٠.١١٥	$CuSO_4 5H_2O$	٠.٠٤	
$MgSO_4 7H_2O$	٠.٢٤٥	$ZnSO_4 7H_2O$	٠.١١	
		$H_2MoO_4H_2O$	٠.٠٤٥	
		$FeCl_2$	٠.٢٥٪	٠.٣ ml per litre added
		Tartaric acid	٠.٢٪	٣ times weekly
		SeO_2	٠.١	

جدول (٤): اعداد المحاليل المحورة الكاملة أو المنقوصة (Half Strength).

Salt / Solution	Macronutrient g litre^{-1} distilled water				Micronutrient mg litre^{-1} distilled water						
	KNO_3	$Ca(NO_3)_2$	$NH_4H_2PO_4$	$MgSO_4.7H_2O$	H_3BO_3	$MnCl_2.4H_2O$	$CuSO_4.5H_2O$	$ZnSO_4.7H_2O$	$H_2MoO_4.H_2O$	$FeCl_3$ ٠.٢٥٪ Tartaric acid ٠.٢٪	SeO_2
ماء مقطر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
محلول مغذي كامل	٠.٥١	٠.٢٤٥	٠.١١٥	٠.٢٤٥	١.٤٣	٠.٩٠٥	٠.٠٤	٠.١١	٠.٠٤٥	٠.٣ مل لكل لتر	٠.١
محلول مغذي ينقصه Se	٠.٥١	٠.٢٤٥	٠.١١٥	٠.٢٤٥	١.٤٣	٠.٩٠٥	٠.٠٤	٠.١١	٠.٠٤٥	٠.٣ مل لكل لتر	-
محلول مغذي ينقصه Zn	٠.٥١	٠.٢٤٥	٠.١١٥	٠.٢٤٥	١.٤٣	٠.٩٠٥	٠.٠٤	-	٠.٠٤٥	٠.٣ مل لكل لتر	٠.١
محلول مغذي ينقصه Mn	٠.٥١	٠.٢٤٥	٠.١١٥	٠.٢٤٥	١.٤٣	-	٠.٠٤	٠.١١	٠.٠٤٥	٠.٣ مل لكل لتر	٠.١
محلول مغذي ينقصه B	٠.٥١	٠.٢٤٥	٠.١١٥	٠.٢٤٥	-	٠.٩٠٥	٠.٠٤	٠.١١	٠.٠٤٥	٠.٣ مل لكل لتر	٠.١
محلول مغذي ينقصه Cu	٠.٥١	٠.٢٤٥	٠.١١٥	٠.٢٤٥	١.٤٣	٠.٩٠٥	-	٠.١١	٠.٠٤٥	٠.٣ مل لكل لتر	٠.١
محلول مغذي ينقصه Fe	٠.٥١	٠.٢٤٥	٠.١١٥	٠.٢٤٥	١.٤٣	٠.٩٠٥	٠.٠٤	٠.١١	٠.٠٤٥	-	٠.١
محلول مغذي ينقصه Se, Zn, Mn	٠.٥١	٠.٢٤٥	٠.١١٥	٠.٢٤٥	١.٤٣	-	٠.٠٤	-	٠.٠٤٥	٠.٣ مل لكل لتر	-
محلول مغذي ينقصه B, Cu, Fe	٠.٥١	٠.٢٤٥	٠.١١٥	٠.٢٤٥	١.٤٣	٠.٩٠٥	-	٠.١١	٠.٠٤٥	-	٠.١

حضرت المحاليل المغذية المحورة المنقوصة بطرح الأملاح الحاوية على المغذيات الصغرى المراد دراسة تأثيرها.

(D) تحضير محلول حامض الاسكوربك Ascorbic Acid Solution

استعمل محلول حامض الاسكوربك بستة تراكيز وهي (٥٠، ١٠٠، ٢٠٠،٣٠٠، ٤٠٠،٥٠٠) جزء بالمليون. وحضر هذا المحلول طازجاً خلال التجربة باذابة ٠.١٢٥ غرام من الحامض في ٢٥٠ مل، من الماء المقطر كخزين بتركيز (٥٠٠) جزء بالمليون . ثم خفف لتحضير بقية التراكيز اعلاه.

(E) تحضير المركبات الفينولية Phenolic Compounds

حضرت المركبات الفينولية بأربعة تراكيز وهي (10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-7}, 10^{-9}) مولار. وقد استعملت مجموعتان من المركبات الفينولية. المجموعة الاولى تتكون من اربعة مركبات تختلف عن بعضها في عدد مجاميع الهيدروكسيل (OH) وتشمل (Gallic Acid, Caffeic Acid, o-Coumaric Acid, Cinnamic Acid) . اما المجموعة الثانية فتعتمد على موقع مجاميع الهيدروكسيل (OH) وتضم (p-Hydro Quinone,m-Hydroxyl Resorcinol,o-Hydroxy Catechol,Phenol).

وقد استعمل التركيز (10^{-3}) كخزين Stock ثم خفف لتحضير التراكيز الباقية وهي (10^{-5}, 10^{-7}, 10^{-9}).

(F) تحضير محلول الكلوتاثيون Glutathione Solution

تم تحضيره باذابة ٠.١١٥٢ غرام من الكلوتاثيون في (٧٥) مل من الماء المقطر كخزين بتركيز (5×10^{-3}) مولار. ثم خفف لتحضير بقية التراكيز. حيث استعمل الكلوتاثيون بعشرة تراكيز وهي (10^{-10}، 10^{-9}، 10^{-8}، 10^{-7}، 10^{-6}، 10^{-5}، 10^{-4}، 10^{-3}، 2×10^{-3}، 5×10^{-3}) مولار.

(G) تحضير محاليل السكريات Sugar Solution

استعملت ثلاثة انواع من السكريات وهي الكلوكوز والفركتوز والسكروز، بثلاثة تراكيز وهي ١% و ٢% و ٣%. وقد حضرت محاليلها باذابة (٤.٥) غم من السكر في (١٥٠) مل من الماء المقطر كخزين بتركيز ٣%. ثم خفف لتحضير التراكيز المتبقية اعلاه.

٢-٨-٢: المحاليل المستخدمة في استخلاص وتقدير الاوكسين (IAA)

١- Ethanol ٨٠%.

٢- محلول كبريتات الامونيوم Ammonium Sulphate Solution

يحضر من اذابة (٨٠) غرام من كبريتات الامونيوم ويكمل بالماء المقطر الى حجم ١٠٠ مل لغرض الحصول على محلول مشبع ٨٠%. يضاف ٥٠سم^3 من هذا المحلول الى المستخلص النباتي الناتج من استعمال (١-٥) غرام من النسيج النباتي (Atsumi,*et al.*١٩٧٦).

٣- Diethyl ether.

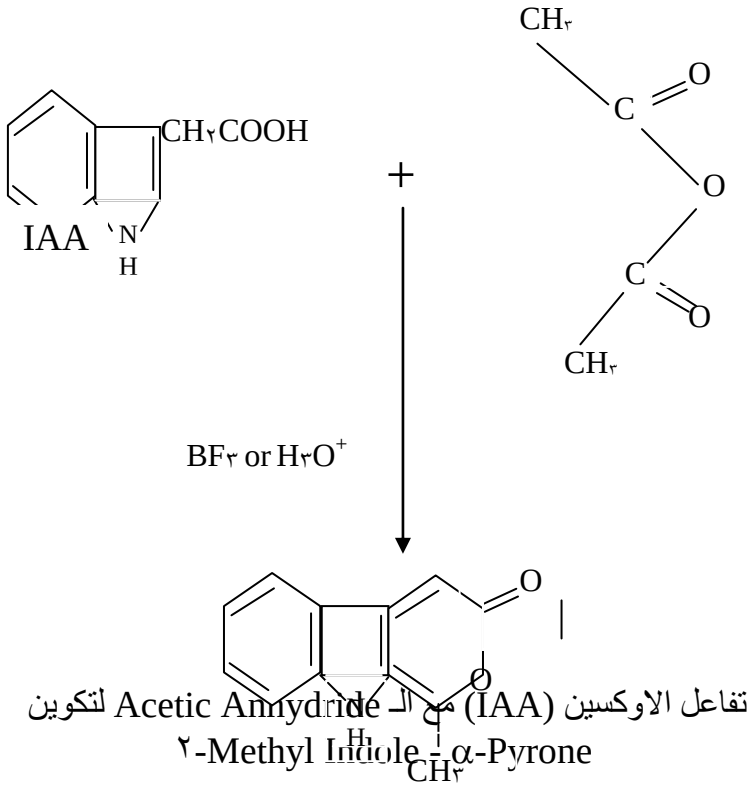
٤- HCl [٢٠٪ (V/V)] (Atsumi, *et al.* ١٩٧٦).

٥- Indole –٣- Acetic Acid (IAA).

٦- Acetic Anhydride.

٩-: تقدير الاوكسين (IAA) كمياً Quantitative Determination of IAA

تُعد طرائق الفحص الفلورومترية Fluorimetric Assay واجهزة المطياف الضوئي Spectrophotometry (وهي موضوع بحثنا هذا) من اكثر الطرائق تخصصاً لانها تعطي معدلات عالية من الدقة والحساسية في التقديرات الكمية للاوكسين (IAA) من كميات قليلة من المواد النباتية. تستند هذه الطريقة الى تفاعل الاوكسين (IAA) مع الـ Acetic Anhydride بوجود عامل مساعد Catalyst لتكوين مركب ٢-Methyl Indole - α-Pyrone ذي اللون الاحمر – البرتقالي (Plieninger, *et al.* ١٩٦٤; Stoessl & Venis, ١٩٧٠) كما في شكل (٣).



شكل (٣) : تفاعل الاوكسين (IAA) مع الـ Acetic Anhydride لتكوين ٢-Methyl Indole - α-Pyrone

كرس هذا الجزء من البحث لتقدير كمية الاوكسين (IAA) في العقل الطرية والمعمرة المأخوذة من بادرات نبات الماش المحفوظة في الماء المقطر او محاليل الاختبار. حيث تم استخلاص الاوكسين (IAA) بحسب طريقة Stoessl و Venis (١٩٧٠) من الاوراق الاولية مع البراعم الطرفية، والسويقات الجنينية فوق الفلق، والسويقات الجنينية تحت الفلق باستعمال مذيبات عضوية، مع اجراء بعض التحويرات وكما يأتي:-

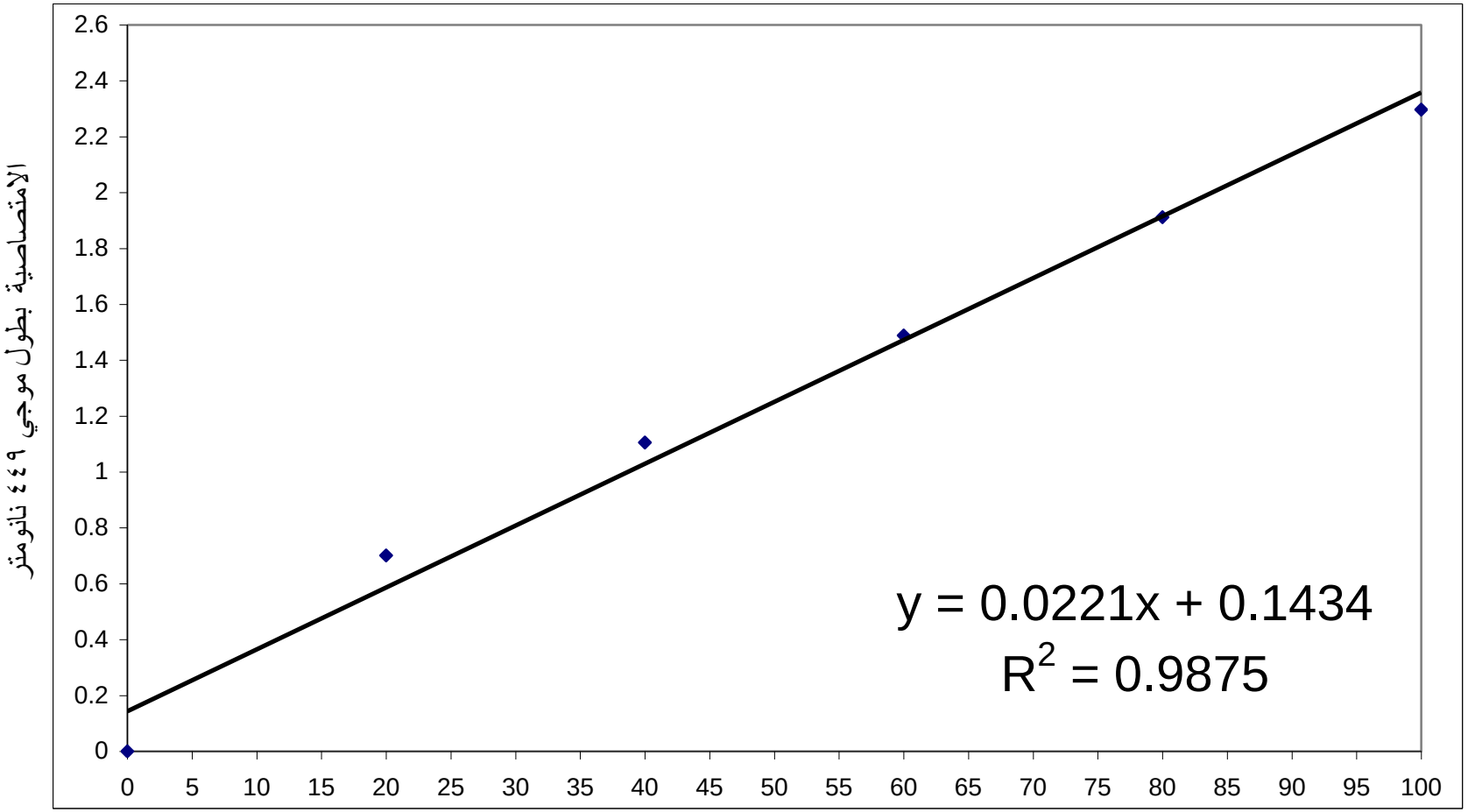
يؤخذ (١) غم من النسيج النباتي وبواقع مكررين ويهضم في ستة حجوم من الايثانول ٨٠% بوساطة هاون خزفي. ثم يستخلص الخليط من خلال طبقتين من قماش الململ. يجمع الراشح بعد ذلك ويختزل بتعريضه لدرجات حرارية تعادل (٤٠) درجة مئوية. ثم يشبع المحلول المائي المتبقي بوساطة كبريتات الامونيوم Ammonium Sulphate. يرشح البروتين المترسب بوساطة ورق ترشيح Watmann No.١ باستعمال قمع بخنر، ويضبط الـ pH للراشح الصافي على ٢.٥. ثم يستخلص ثلاث مرات بوساطة الايثر Ether باستعمال قمع فصل صغير، وتجفف المستخلصات الحاوية على الايثر بدرجة

حـرارة الغرفـة. يضـاف (٢.٥) مـل مـن الـ Acetic Anhydride و(٢.٥) مـل مـن الـ Tri Fluoro Acetic Acid او قطرتان من حامض الكبرتيك Sulfuric Acid مع التحريك المسـتمر، حيـث تتفاعـل هـذه المركبـات مـع الاوكسـين IAA لتكـوين Indolo-α-Pyrone الاحمر – البرتقالي، وبدلالة هذا المركب تقرأ الكثافة الضوئية Optical Density بجهاز المطياف Spectronic ٦٠١ بطول موجي ٤٤٩ نانومتر، باعتباره الطول الموجي الامثل لقياس الامتصاصية Absorbance مقابل تراكيز الاوكسين شكل (٢). اما المعيـار Blank فيمثـل (٥) مـل مـن كحـول الايثـانول المطلـق ويسـتعمل لمعـايرة الاجهـزة. ولرسـم المنحنـى القياسـي تـم تحضـير المركـب ٢-Methyl Indole - α-Pyrone من اذابة غرام واحد من الاوكسين (IAA) النقي في (٢.٥) مل من الـ Acetic Anhydride و (٢.٥) مل من الـ Tri Fluoro Acetic Acid او قطرتين مـن حـامض الكبريتيـك. ثـم جفـف بعـد ذلـك واخـذت منـه الاوزان الآتيـة (١٩.٩, ٣٩.٨, ٥٩.٧, ٧٩.٦, ٩٩.٥) ملغم باستعمال القانون الآتي:

$$mM = \frac{W}{MW} \times \frac{1000}{V}$$

mM = ملي مولر
W = الوزن
$M.W$ = الوزن الجزيئي
V = الحجم المطلوب (مل)

حيث اذيبت كل منها في (٥) مل من الايثانول المطلق للحصول على التراكيز الآتية: (٢٠, ٤٠, ٦٠, ٨٠, ١٠٠) ملي مولر على التوالي، بعد ذلك تقرأ الكثافة الضوئية لكل تركيز وحسب السياق اعلاه، يليها رسم المنحنى القياسي شكل (٤) وتقدير تركيز الاوكسين في العينات النباتية من خلاله.



شكل (٤) : المنحنى القياسي لتراكيز مختلفة من الاوكسين (IAA) والامتصاصية بطول موجي ٤٤٩ نانومتر. حيث y = الامتصاصية.

x = التركيز.

الفصل الثالث

النتائج Results

٣-١ : المحور الاول : الجانب الفسيولوجي

٣-١-١: استجابة تجذير عقل الماش الطرية والمعمرة المأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland كاملة أو منقوصة (Full Strength) لمدة عشرة ايام.

بهدف معرفة تاثير نقصان العناصر المغذية الضئيلة في استجابة تجذير عقل الماش، استعملت بشكل تمهيدي محاليل Hoagland الكاملة أو المنقوصة (Full Strength) في تنمية البادرات تحت ظروف قياسية، ولمدة عشرة ايام.

يشير جدول (٥-A) الى أنّ العقل الطرية غير المعاملة بالاوكسين (عينة السيطرة العامة)،اي المعاملة بالماء المقطر والمنقولة الى حامض البوريك لمدة ستة ايام، قد كشفت عدداً من الجذور يساوي (٢٢.٤١) جذراً في العقلة الواحدة. إنّ هذه الاستجابة تعزا الى تاثير الاوكسين الطبيعي (Endogenous Auxin). أمّا العقل الطرية المستحثة بالاوكسين ($NAA, 10^{-4}M$) لمدة ٢٤ ساعة، فقد كشفت عدداً من الجذور في العقلة الواحدة يساوي (٦٦.١٦) جذراً، أي بنسبة زيادة قدرها (١٩٥.٢%). ان هذه الزيادة تعزا الى الدور التحفيزي للاوكسين المجهز من الخارج (Exogenous Auxin). كما ان ارتفاع نسبة عدد الجذور في العقل الطرية المستحثة بالاوكسين (٦٦.١٦) جذراً قياساً بعينة السيطرة العامة (٢٢.٤١) جذراً (غير المستحثة). قد صاحبه انخفاض في معدل طول الجذور (١٠) ملم قياساً بعينة السيطرة العامة (١٥) ملم، اي بنسبة انخفاض قدرها (٣٣.٣%). وقد تزامن ذلك ايضاً مع انخفاض معدل مساحة الوريقات الوسطى للاوراق الحقيقية الاولى – ثلاثية الوريقات 1-st True Tri-foliated Leaf (٠.٢٩٠) سم^{٢} قياساً بعينة السيطرة (٠.٩٣٦) سم^{٢}، اي بنسبة انخفاض قدرها (٦٩.٠١%). أمّا بخصوص العقل المعمرة، فان حفظ العقل لمدة ثلاثة ايام في الماء المقطر، ونقلها الى حامض البوريك من دون معاملة اوكسينية (جدول ٥-B) قد كشفت عن (١٥.٥) جذراً في العقلة الواحدة قياساً بالعقل الطرية غير المعاملة (٢٢.٤١)، اي انها ادت الى خفض استجابة التجذير بنسبة (٣٠.٨%). في حين ان العقل المعمرة في الماء المقطر ، والمستحثة بالاوكسين (جدول ٥-A) قد كشفت (٥٨.٣٣) جذراً في العقلة الواحدة، أي ان استجابة التجذير قد انخفضت بنسبة (١١.٨%) قياساً بالعقل الطرية المستحثة بالاوكسين (٦٦.١٦)، وهذا يعود الى العمليات التي تحدث خلال ظاهرة التعمير. وبهدف السيطرة على هذه العمليات التي تحدث خلال التعمير، ومعرفة تاثير العناصر المغذية استعملت عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland كاملة أو منقوصة (Full Strength) لأحد المغذيات قيد الدراسة.

ان النتاجات المورفولوجية المتمثلة بمعدل عدد الجذور في العقل الماخوذة من بادرات نامية في المحاليل المغذية التي ينقصها Fe, Cu, B, Mn, Zn (pH=٥.٣, ٥.٥, ٥.٤, ٥.٤, ٥.٣) على التوالي

(جدول ٥-A) هي (٥١.٤١ ,٥٣.٢٥ ,٤٦.٢٥ ,٤٩.٨٣ ,٤١.٠٨) جذراً على التوالي. وكانت نسبة الانخفاض في معدل عدد الجذور قياساً بعينة السيطرة (٥٨.٣٣) جذراً (pH=٥.٦) ، بعّها ١٠٠% هي (١١.٩%، ٨.٧%، ٢٠.٧%، ١٤.٦%، ٢٩.٦%) على التوالي. وان هذه القيم لا تختلف معنوياً من الناحية الاحصائية، باستثناء المعاملات التي ينقصها البورون، حيث يوجد فرق معنوي سلبي، وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥)، والمعاملات التي ينقصها الحديد، حيث يوجد فرق معنوي جداً بالاتجاه السلبي ايضاً، وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة. أمّا فيما يخص اطوال الجذور، فقد وجد ان معدل طول الجذور للمعاملات المنقوصة اعلاه هي (٧,٧,١٠,٨,٨) ملم على التوالي، وكانت نسبة الانخفاض قياساً بعينة السيطرة (١٠) ملم بعّها ١٠٠%، في المعاملات التي ينقصها Fe, Cu, Mn, Zn هي (٢٠%، ٢٠%، ٣٠%، ٣٠%) على التوالي ، أمّا المعاملات التي ينقصها البورون فقد تساوت مع عينة السيطرة. ووجد أنّ معدل مساحة الوريقات الوسطى للمعاملات المنقوصة اعلاه هي (١.٣٣٥، ١.٠٩، ١.٠٩٧، ١.٣٧٨، ١.٠٤٥) سم^{٢} على التوالي، وكانت نسبة الانخفاض في المعاملات التي ينقصها Fe, B, Mn, Zn هي (١.٧%، ١٩.٧%، ١٩.٢%، ٢٣%) على التوالي قياساً بعينة السيطرة (١.٣٥٨) سم^{٢}، بعّها ١٠٠%. أمّا بقية المعاملات المتمثلة بالمعاملات التي ينقصها النحاس، فتميزت بزيادة معدل مساحة الورقة بنسبة (١.٥%) قياساً بعينة السيطرة بعّها ١٠٠%.

يشير الجدول (٥-B) الى ان النتاجات المورفولوجية المتمثلة بمعدل عدد الجذور في العقل المأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland التي ينقصها Fe, Cu, B, Mn, Zn (pH=٥.٣, ٥.٥, ٥.٤, ٥.٤, ٥.٣) على التوالي هي (١٧.٨٣, ١٨.٥, ١٩, ١٧.٢٥, ١٥.١٦) جذراً على التوالي. وقد ارتفعت معدلات التجذير في المعاملات التي ينقصها Cu, B, Mn, Zn بنسبة (١٥%، ١٩.٤%، ٢٢.٦%، ١١.٣%) على التوالي، على حين انخفضت في المعاملات التي ينقصها الحديد بنسبة (٢.٢%) قياساً بعينة السيطرة (١٥.٥) جذراً بعّها ١٠٠%، وان هذه القيم جميعها لا تختلف معنوياً من الناحية الاحصائية، باستثناء المعاملات التي ينقصها المنغنيز والبورون، حيث تميزت بوجود فرق معنوي ايجابي، وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة. أمّا فيما يخص معدلات اطوال الجذور فقد وجد ان معدل طول الجذور في المعاملات المنقوصة اعلاه هي (١٥.٥, ١٧.٦٦, ١٥.٠٨, ١١.١٨, ١٥.٩١) ملم على التوالي، وقد ارتفعت جميعها، وكانت نسبة الزيادة فيها (٩١.٨%، ١١٨.٦%، ٨٦.٦%، ٣٨.٤%، ٩٦.٩%) على التوالي ، قياساً بعينة السيطرة (٨.٠٨) ملم، بعّها ١٠٠%. ووجد أن معدل مساحة الوريقات الوسطى للمعاملات المنقوصة اعلاه هي (١.٩٩, ١.٧٨, ١.٩٢٨, ١.٨١٩, ١.٦٨٩) سم^{٢} على التوالي، وقد ارتفعت جميعها، وكانت نسبة الزيادة فيها (٧.٨%، ١٦.٨%، ١٠.٢%، ٢.٣%، ٢٠.٥%) على التوالي، قياساً بعينة السيطرة (١.٦٥١) سم^{٢} بعّها ١٠٠%.

جدول (٥): استجابة تجذير عقل الماش الطرية والمعمرة، المأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland كاملة أو منقوصة لبعض العناصر (Full Strength) ، لمدة عشرة ايام.

(A) مستحثة بالاوكسين (NAA, ١٠$^{-٤}$ M)

Solution supplied to stock plants for (١٠) days	Aging treatment for ٣ days in:	Sub-sequent treatment for ٢٤h. in:	Mean root No./cutting	Mean root length/cutting (mm)	Mean leaf area (cm)^{٢}	pH of Hoagland solution
محلول مغذي كامل (السيطرة العامة)	None	d/H$_{٢}$O	٢٢.٤١	١٥	٠.٩٣٦	٥.٦
محلول مغذي كامل	None	NAA,١٠$^{-٤}$M	٦٦.١٦	١٠	٠.٢٩	٥.٦
محلول مغذي كامل (السيطرة)	d/H$_{٢}$O	NAA,١٠$^{-٤}$M	٥٨.٣٣	١٠	١.٣٥٨	٥.٦
محلول ينقصه Zn	d/H$_{٢}$O	NAA,١٠$^{-٤}$M	٥١.٤١	٨	١.٣٣٥	٥.٣
محلول ينقصه Mn	d/H$_{٢}$O	NAA,١٠$^{-٤}$M	٥٣.٢٥	٨	١.٠٩	٥.٥
محلول ينقصه B	d/H$_{٢}$O	NAA,١٠$^{-٤}$M	*٤٦.٢٥	١٠	١.٠٩٧	٥.٤
محلول ينقصه Cu	d/H$_{٢}$O	NAA,١٠$^{-٤}$M	٤٩.٨٣	٧	١.٣٧٨	٥.٤
محلول ينقصه Fe	d/H$_{٢}$O	NAA,١٠$^{-٤}$M	**٤١.٠٨	٧	١.٠٤٥	٥.٣

معدلات عدد الجذور، ومساحة الوريقات الوسطى للاوراق الحقيقية الاولى-ثلاثية الوريقات واطوال الجذور، في عقل الماش الطرية والمعمرة، المأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland كاملة أو منقوصة لبعض العناصر (Full Streagth). تمت معاملتها بالماء المقطر لمدة ثلاثة ايام، بعدها عوملت بالاوكسين (NAA, ١٠$^{-٤}$M) لمدة ٢٤ ساعة، ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠µg/ml) لمدة ستة ايام.
قيمة (L.S.D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٩.٤٨٧١) وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١=(١٣.٥٦٩٢).
A* تاثير سلبي معنوي.
A** تاثير سلبي معنوي جداً.

(B) غير مستحثة

Solution supplied to stock plants for (١٠) days	Aging treatment for ٣ days in:	Sub-sequent treatment for ٢٤h. in:	Mean root No./cutting	Mean root length/cutting (mm)	Mean leaf area (cm)^{٢}	pH of Hoagland solution
محلول مغذي كامل (السيطرة العامة)	None	d/H$_{٢}$O	٢٢.٤١	١٥	٠.٩٣٦	٥.٦
محلول مغذي كامل	None	NAA,١٠$^{-٤}$M	٦٦.١٦	١٠	٠.٢٩	٥.٦
محلول مغذي كامل (السيطرة)	d/H$_{٢}$O	d/H$_{٢}$O	١٥.٥	٨.٠٨	١.٦٥١	٥.٦
محلول ينقصه Zn	d/H$_{٢}$O	d/H$_{٢}$O	١٧.٨٣	١٥.٥	١.٧٨	٥.٣
محلول ينقصه Mn	d/H$_{٢}$O	d/H$_{٢}$O	١٨.٥*	١٧.٦٦	١.٩٢٨	٥.٥
محلول ينقصه B	d/H$_{٢}$O	d/H$_{٢}$O	١٩*	١٥.٠٨	١.٨١٩	٥.٤
محلول ينقصه Cu	d/H$_{٢}$O	d/H$_{٢}$O	١٧.٢٥	١١.١٨	١.٦٨٩	٥.٤
محلول ينقصه Fe	d/H$_{٢}$O	d/H$_{٢}$O	١٥.١٦	١٥.٩١	١.٩٩	٥.٣

معدلات عدد الجذور، ومساحة الوريقات الوسطى للاوراق الحقيقية الاولى-ثلاثية الوريقات واطوال الجذور، في عقل الماش الطرية والمعمرة، المأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland كاملة أو منقوصة لبعض العناصر (Full Streagth). تمت معاملتها بالماء المقطر لمدة ثلاثة ايام، ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠µg/ml) لمدة ستة ايام.
قيمة (L.S.D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٢.٨٢٧١) وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١=(٤.٠٤٣٦).
A* تاثير ايجابي معنوي.

٣-١-٢: تأثير ثنائي اوكسيد السلينيوم ($SeO_{٢}$) في استجابة التجذير

يشير الجدول (٦) الى تأثير ثنائي اوكسيد السلينيوم ($SeO_{٢}$) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام، بهدف انتخاب

التركيز الامثل للتجذير. وكانت النتائج المورفولوجية المتمثلة بمعدل عدد الجذور في العقلة الواحدة لعينات السيطرة (Control) هي (٨.٢) جذراً. وإنّ معاملة العقل بتراكيز مختلفة من SeO_2 اظهرت ما يأتي: أنّ التراكيز الواطئة (٠.٠٠١, ٠.٠١, ٠.١, ١, ١٠)جزء بالمليون، وبأس هيدروجيني يساوي (٥)، كشفت عدداً من الجذور يساوي (٢٢.١٦, ٢٣, ٢٤, ١٩.٩١, ٢٨.٥) جذراً على التوالي، اي ان نسبة الزيادة في عدد الجذور تساوي (١٧٠.٢٪, ١٨٠.٥٪, ١٩٢.٧٪, ١٤٢.٨٪, ٢٤٧.٦٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة (٨.٢) جذراً ، بعدّها ١٠٠%. وتميزت المعاملات اعلاه من الناحية الاحصائية بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة. أمّا معاملة العقل بالتركيز (٣٠) جزء بالمليون، وبأس هيدروجيني يساوي (٤.٥) فقد كشفت عن انخفاض في معدل عدد الجذور قياساً بالمعاملات اعلاه، حيث كان معدل عدد الجذور يساوي (١٣.٢) جذراً. وكشفت عن زيادة في معدل عدد الجذور بنسبة مئوية قدرها (٦١%) قياساً بعينة السيطرة، بعدّها ١٠٠% الا انها لم تبد أي تاثير معنوي من الناحية الاحصائية، في حين ان زيادة التراكيز الى (٥٠،١٠٠) جزء بالمليون، وبأس هيدروجيني (٣.٦, ٣.٤) على التوالي، كان لها تأثيرُ تثبيطي كاملٌفي استجابة التجذير. وقد نتج عنها ذبول وتيبس الاوراق الاولية والسويقات الجنينية فوق الفلقية Epicotyl، ولمسافة (٤) سم تحت الاوراق الاولية، مع تغير لون وطبيعة الهايبوكوتيل في التركيزين (١٠٠,٥٠) جزء بالمليون، مع ملاحظة ان التركيز الاول اقل تاثيراً قياساً بالاخر. في حين تميز التركيز (٣٠) جزء بالمليون بذبول وتيبس الاوراق الاولية فقط في بعض العقل وبدرجة اقل قياساً بالتركيزين السابقين.

وبناءً على استنتاجات الباحثين Hopkins (١٩٩٩), Trelease (١٩٤٥), Salisbury (١٩٨٥), Shrift & Brown (١٩٨٢) و Bollard (١٩٨٣) المتعلقة بامكانية البقوليات في تجميع السلينيوم بتراكيز عالية، وتماشياً مع استجابة تجذير عقل الماش للسلينيوم وبتراكيز مختلفة (جدول ٦) تم اعتماد السلينيوم مبدئياً بتركيز (١٠) جزء بالمليون ضمن مكونات محلول Hoagland. حيث نميت بادرات الماش في محلول محور (Full Strength) يتضمن السلينيوم بتركيز (١٠) جزء بالمليون، تحت ظروف قياسية ولمدة عشرة أيام. فكانت النتيجة أنْ ثبط السلينيوم نمو بادرات الماش، فظهرت قصيرة قياساً بالبادرات النامية في محاليل Hoagland المحرومة من السلينيوم او ماء الحنفية.

جدول (٦): تأثير ثنائي اوكسيد السلينيوم (SeO_2) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية.

التركيز ppm / السيطرة	٠.٠٠١	٠.٠١	٠.١	١	١٠	٣٠	٥٠	١٠٠
pH/H_2O)	٥	٥	٥	٥	٥	٤.٥	٣.٦	٣.٤

٠*	٠*	١٣.٢	٢٨.٥**	١٩.٩١**	٢٤ **	٢٣**	٢٢.١٦**	٨.٢

معدل عدد الجذور في عقل الماش الطرية المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. عوملت العقل بتراكيز مختلفة من ثنائي اوكسيد السلينيوم (SeO_2) لمدة ٢٤ ساعة. ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠µg/ml)لمدة ستة ايام.

قيمة (L.S.D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٦.٢٧٣٦) ، وعلى مستوى احتمالية .٠١=(٨.٣٠٤).

٣-١-٣ : تأثير قوى مختلفة من محاليل Hoagland والمحاليل المحورة في استجابة تجذير عقل الماش الطرية أو المعمرة.

بهدف الحصول على التركيز المثالي لعنصر السلينيوم لادخاله ضمن مكونات محلول Hoagland لتحقيق حالة المحلول المغذي المحور المثالية، ومعرفة تأثيرها في ظاهرة التعمير، تم معاملة عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام بقوى مختلفة من محاليل Hoagland ومحاليل محورة (ذات اس هيدروجيني = ٦.٥) باضافة (SeO_2) بتراكيز مختلفة لغرض معرفة استجابة التجذير في العقل الطرية أو المعمرة كما في جدول (٧ و ٨).

يشير جدول (٧) الى استجابة تجذير عقل الماش الطرية المعاملة بقوى مختلفة من محاليل Hoag land والمحاليل المحورة والمأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. وكانت النتاجات المورفولوجية المتمثلة بمعدل عدد الجذور في العقلة الواحدة لعينات السيطرة (١١.٥) جذراً، وفي العينات المعاملة بقوة كاملة Full Strength ونصف قوة Half Strength وربع قوة Quarter Strength من محلول Hoagland (١٧.١, ١٦.٩, ١٦.٧) جذراً على التوالي (جدول ٧-A) . وقد ارتفعت معدلات عدد الجذور في جميعها بنسبة (٤٨.٧٠٪ ,٤٧٪ ,٤٥.٢٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة (١١.٥) جذراً بعّدها ١٠٠%، وتميزت جميعها من الناحية الاحصائية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) بوجود فروق معنوية ايجابية قياساً بعينة السيطرة. أمّا العينات المعاملة بالقوى (Quarter, Half, Full) من المحاليل المحورة (جدول ٧-B) والحاوية على (٠.٢٥,٠.٥,١) جزء بالمليون من SeO_2 على التوالي فقد كشفت عن (٢٢.٦ ,٢١.٢ ,١٧.٢) جذراً على التوالي ، وارتفعت معدلات عدد الجذور في جميعها بنسبة (٩٦.٥٪,٨٤.٣٪,٤٩.٦٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّدها ١٠٠%. وقد تميزت حالتي القوى (Half, Full) من الناحية الاحصائية على مستوى احتمالية (٠.٠١) بوجود فروق ايجابية معنوية جداً ، على حين تميزت الحالة الثالثة (Quarter Strength) بوجود فرق ايجابي معنوي وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة. في حين ان العينات المعاملة بالقوى (Quarter, Half, Full) من المحاليل المحورة (جدول ٧-C) والحاوية على (٠.٠٢٥,٠.٠٥,٠.١) جزء بالمليون من SeO_2 على التوالي كشفت عن (١٦.٣,١٧.٧,٢٦) جذراً على التوالي، وقد ارتفعت معدلات عدد الجذور في جميعها بنسبة (١٢٦.١٪,٥٣.٩٪,٤١.٧٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّدها ١٠٠%، وقد تميزت حالتي

** A تاثير ايجابي معنوي جداً.

* A تاثير سلبي معنوي.

القوى (Half, Full) من الناحية الاحصائية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) بوجود فروق ايجابية معنوية جداً، على حين تميزت الحالة الثالثة (Quarter Strength) بوجود فرق ايجابي معنوي على مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة.

وقد لوحظ من خلال جدول (٧-A) تيبس بعض اجزاء حافات الاوراق وقممها مع ظهور بقع بنية اللون على السطح السفلي للاوراق، وقد تميزت العقل بظهور الاوراق الحقيقية الاولى-ثلاثية الوريقات Tri-Foliated Leaf –st True-١ في العينات المعاملة بمحلول Hoagland (Full Strength) ، على حين تميزت الحالتان (Quarter, Half) بحيوية الاوراق مع انعدام ظهور الاوراق الحقيقية الاولى. أمّا العينات المعاملة بالمحاليل المحورة (جدول ٧-B) فتميزت بتيبس حافات وقمم الاوراق، مع ظهور الاوراق الحقيقية الاولى في العينات المعاملة بالقوة (Full). وتيبس بعض اجزاء حافات وقمم الاوراق وانعدام الاوراق الحقيقية الاولى في العينات المعاملة بالقوة (Half). وظهور بقع بنية اللون على السطح السفلي لحافات بعض الاوراق مع انعدام ظهور الاوراق الحقيقية الاولى في العينات المعاملة بالقوة (Quarter). في حين تميزت العينات المعاملة بالمحلول المحور (Full Strength) جدول (٧-C) بظهور بقع بنية اللون على السطح السفلي لحافات الاوراق، وتيبس جزء قليل من بعض حافات الاوراق مع ظهور الاوراق الحقيقية الاولى. وظهور بقع بنية اللون على حافات وقمم الاوراق، مع انعدام ظهور الاوراق الحقيقية الاولى في العينات المعاملة بالقوة (Half). وتيبس بعض حافات وقمم الاوراق مع انعدام ظهور الاوراق الحقيقية الاولى في العينات المعاملة بالقوة (Quarter).

يشير الجدول (٨) الى استجابة تجذير عقل الماش المعمرة بمحاليل Hoagland والمحاليل المحورة (بقوى مختلفة) والمأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. وكانت النتائج المورفولوجية المتمثلة بمعدل عدد الجذور في العقلة الواحدة لعينات السيطرة هي (١٢.٣) جذراً، وان معاملة العقل بقوى مختلفة من محلول Hoagland (Quarter, Half, Full) جدول (٨-A) قد كشفت عدداً من الجذور يساوي (١٥, ١١.٨, ١٧.٧ جذراً على التوالي، حيث انخفض معدل عدد الجذور في الحالة الاولى (Full) بنسبة مقدارها (٤.١%) وارتفع في الثانية والثالثة (Quarter, Half) بنسبة مقدارها (٢٢٪, ٤٣.٩٪ على التوالي، قياساً بعينة السيطرة (١٢.٣) جذراً بعدّها ١٠٠%، وقد تميزت جميعها بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة. أمّا معاملة العقل بقوى مختلفة من المحلول المحور (جدول ٨-B) كشفت عدداً من الجذور يساوي (١٥.٩, ٢٥.٩, ٢٠.٢) جذراً على التوالي، اي بنسبة زيادة قدرها (٢٩.٣٪, ١١٠.٦٪, ٦٤.٢٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠% وقد تميزت الحالة الاولى (Full Strength) بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة. أمّا الحالتين الثانية والثالثة (Quarter, Half) فقد تميزت بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة. من ناحية اخرى وجد ان معاملة العقل بقوى مختلفة من المحلول المحور (جدول ٨-C) قد كشفت عدد من الجذور يساوي (٢٣.٥, ٢٠.١, ٢٠.٥) جذراً على التوالي. اي بنسبة زيادة قدرها (٩١.١٪, ٦٣.٤٪, ٦٦.٧٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%، وقد تميزت جميعها من الناحية الاحصائية بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة.

وقد لوحظ من خلال جدول (٨-A) تيبس بعض حافات وقمم الاوراق واصفرار المساحات مابين العروق في الاوراق مع ظهور الاوراق الحقيقية الاولى في العينات المعاملة

بمحاليل Hoagland (Full Strength). على حين تميزت الحالة (Half Strength) باوراق حيوية مع ظهور الاوراق الحقيقية الاولى (اكبر من سابقتها). في حين تميزت الحالة (Quarter Strength) بأوراق حيوية مع انعدام ظهور الاوراق الحقيقية الاولى. ولوحظ من خلال جدول (B-٨) تيبس بعض اجزاء حافات وقمم الاوراق مع وجود بقع بنية اللون على السطح السفلي للورقة مع ظهور الاوراق الحقيقية الاولى (صغيرة وصفراء اللون)، أمّا الجذور فكانت صغيرة في العينات المعاملة بالمحلول المحور (Full Strength). على حين تميزت الحالة (Half Strength) بتيبس جزء من حافات وقمم بعض الأوراق مع ظهور الاوراق الحقيقية الاولى (صفراء وذات عروق خضراء). في حين تميزت الحالة (Quarter Strength) بأوراق حيوية مع ظهور الأوراق الحقيقية الاولى (صغيرة واكثر اخضراراً). أمّا جدول (C.٨) فكشف عن تيبس بعض أجزاء حافات وقمم الأوراق مع وجود تبقع بني اللون على السطح السفلي للورقة مع ظهور الأوراق الحقيقية الاولى (كبيرة صفراء اللون بعروق خضراء) في العينات المعاملة بالمحلول المحور (Full Strength). على حين تميزت الحالة (Half Strength) بأوراق حيوية مع تيبس بعض حافات وقمم الأوراق، وظهور الاوراق الحقيقية الاولى (كبيرة صفراء اللون وذات عروق خضراء)، في حين تميزت الحالة (Quarter Strength) بأوراق حيوية مع ظهور الأوراق الحقيقية الاولى (صغيرة صفراء اللون).

استناداً الى النتائج التي اظهرها جدول (٧) حول استجابة تجذير عقل الماش الطرية لمحاليل Hoagland والمحاليل المحورة وبقوى مختلفة، استعمل (Seo_2) بتركيز (٠.٥) جزء بالمليون ضمن مكونات محاليل Hoagland الكاملة أو المنقوصة (Half Strength) في تنمية بادرات الماش تحت ظروف قياسية ولمدة عشرة ايام، فكانت النتيجة سلبية ايضاً حيث كشفت البذور عن بادرات غير متجانسة من حيث النمو، وذات أوراق صغيرة شاحبة قياساً بالبادرات النامية في المحاليل المحرومة من السلينيوم او البادرات النامية في ماء الحنفية. وفي محاولة اخيرة استعمل فيها (SeO_2) بتركيز (٠.٠١) جزء بالمليون ضمن مكونات محاليل Hoagland الكاملة أو المنقوصة (Half Strength) في تنمية بادرات الماش، وقد كشفت البذور عن بادرات حيوية متجانسة من حيث النمو، لذلك اعتمد التركيز (٠.٠١) جزء بالمليون لاجراء التجارب اللاحقة بعّه التركيز الامثل لتحقيق حالة المحلول المحور المثالي. مع الاخذ بنظر الاعتبار ان التراكيز (١٠-٠.٠٠١) جزء بالمليون اظهرت استجابة تجذير عالية جداً وتميزت بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة (جدول ٦).

جدول (٧): استجابة تجذير عقل الماش الطرية المعاملة بقوى مختلفة من محاليل Hoagland أو المحاليل المحورة.

Strength / Solution		Control (d/ H_2O)	Full	Half	Quarter
Hoagland	A	١١.٥	١٧.١*	١٦.٩*	١٦.٧*
Modified	B		٢٢.٦** (١ppm)	٢١.٢** (٠.٥ppm)	١٧.٢* (٠.٢٥ppm)
Modified	C		٢٦** (٠.١ppm)	١٧.٧** (٠.٠٥ppm)	١٦.٣* (٠.٠٢٥ppm)

معدل عدد الجذور في عقل الماش الطرية المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام، تمت معاملتها بقوى مختلفة من محاليل Hoagland أو المحاليل المحورة (Hoagland + SeO_2) لمدة ٢٤ ساعة، ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠µg/ml) لمدة ستة ايام. pH=٦.٥. القيم بين الاقواس تمثل تركيز SeO_2.
قيمة (L.S.D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٤.٦٩٦) وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١=(٦.٢١١).
A^* تأثير ايجابي معنوي.
A^{**} تأثير ايجابي معنوي جداً.

جدول (٨): استجابة تجذير عقل الماش المعمرة بقوى مختلفة من محاليل Hoagland أو المحاليل المحورة.

Quarter	Half	Full	Control (d/ H_2O)	Strength / Solution	
١٥	١٧.٧	١١.٨	١٢.٣	Hoagland	A
٢٠.٢** (٠.٢٥ppm)	٢٥.٩** (٠.٥ppm)	١٥.٩ (١ppm)		Modified	B
٢٠.٥** (٠.٠٢٥ppm)	٢٠.١** (٠.٠٥ppm)	٢٣.٥** (٠.١ppm)		Modified	C

معدل عدد الجذور في عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام، أو المعمرة بقوى مختلفة من محاليل Hoagland والمحاليل المحورة (Hoagland + SeO_2) لمدة ثلاثة ايام، ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠µg/ml) لمدة ستة ايام. pH=٦.٥. القيم بين الاقواس تمثل تركيز SeO_2.
قيمة (L.S.D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٥.٨٣٠) وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١=(٧.٧١٢).
A^{**} تأثير ايجابي معنوي جداً.

٣-١-٤: استجابة تجذير عقل الماش الطرية والمعمرة المأخوذة من بادرات نامية في محاليل مغذية محورة كاملة أو منقوصة لبعض العناصر (Half Strength) لمدة عشرة ايام.

يشير الجدول (٩-A) الى استجابة تجذير عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في محاليل مغذية محورة كاملة أو منقوصة (Half Strength) لمدة عشرة ايام (pH=٦.٥). وقد اظهرت النتائج ما يأتي: إنّ العقل الطرية غير المعاملة بالاوكسين (عينة السيطرة العامة)، اي المعاملة بالماء المقطر والمنقولة الى حامض البوريك لمدة ستة ايام كشفت عدداً من الجذور يساوي (٧.٣٣) جذراً في العقلة الواحدة، ويعزا هذا الى تأثير الاوكسين الطبيعي (Endogenous Auxin) أمّا العقل الطرية المستحثة بالاوكسين ($NAA, 10^{-4}M$) لمدة ٢٤ ساعة كشفت عدداً كبيراً من الجذور في العقلة الواحدة (٢٥ و ٢٩) جذراً، اي بنسبة زيادة قدرها (٢٩٩%). إنّ هذه الزيادة تعزا الى الاوكسين المجهز من الخارج. أمّا بخصوص العقل المعمرة فإنّ حفظ العقل لمدة ثلاثة ايام في الماء المقطر ونقلها الى حامض البوريك من دون معاملة اوكسينية جدول (٩-B) قد ادت الى حفض استجابة التجذير بنسبة (٢.٢%) وكشفت (٧.١٧)

جذراً في العقلة الواحدة قياساً بالعقل الطرية غير المعاملة (٧.٣٣) جذراً. أمّا بالنسبة للعقل المعمرة في الماء المقطر والمستحثة بالاوكسين بعد انتهاء مدة التعمير، فقد كشفت عن (١٤.٢٥) جذراً في العقلة الواحدة، اي ان استجابة التجذير قد انخفضت بنسبة (٥١.٣%) قياساً بالعقل الطرية المستحثة بالاوكسين (٢٩.٣) . ويعزا هذا الى العمليات التي تحدث خلال ظاهرة التعمير التي تؤدي الى انخفاض استجابة التجذير في العقل. وبهدف السيطرة على هذه العمليات التي تحدث خلال التعمير ومعرفة تأثير العناصر المغذية استعملت عقل نبات الماش المأخوذة من بادرات نامية في محاليل مغذية محورة كاملة أو منقوصة لبعض العناصر. ان النتاجات المورفولوجية المتمثلة بمعدل عدد الجذور في العينات التي ينقصها Fe, Cu, B, Mn, Zn, Se ومجموعة (Se, Zn, Mn) ومجموعة (B, Cu, Fe) هي (١١.٨٣, ١١.٣٣, ١٣.٩٢, ١٧.٠٨, ١٧.٤٢, ١٣.٤٢, ١٨.١٦, ١١.٠٨) جذراً على التوالي. وقد انخفضت معدلات التجذير في المعاملات التي ينقصها Fe, Mn, Zn, Se ومجموعة العناصر (B, Cu, Fe) بنسبة (١٧٪,٢٠.٥٪ ,٢.٣%, ٥.٨٪ ,٢٢.٣٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة (١٤.٢٥) جذراً بعّها ١٠٠%. وان هذه القيم جميعها لاتختلف معنوياً من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة. كما ارتفعت معدلات التجذير في المعاملات التي ينقصها Cu, B ومجموعة (Se, Zn, Mn) بنسبة (١٩.٩٪ ,٢٢.٢٪ ,٢٧,٤٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّها ١٠٠%، وان هذه القيم لا تختلف معنوياً من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة.

كشف جدول (٩-A) عن بعض الملاحظات المتعلقة بالتجذير. حيث تميزت العينات الطرية غير المستحثة (السيطرة العامة) بحدوث التجذير في الجزء القاعدي من الهايبوكوتيل، على حين تميزت العينات الطرية المستحثة للمحلول المحور الكامل بحدوث التجذير في النصف السفلي من الهايبوكوتيل، في حين ان جميع المعاملات الاخرى المعمرة بالماء المقطر لمدة ثلاثة ايام والمستحثة بالاوكسين وبضمنها عينات السيطرة تميزت بما يأتي:-

١- الجذور قصيرة وتميزت جذور عينات السيطرة والعينات التي ينقصها Fe, B بكونها قصيرة جداً.
٢- يمتد التجذير فيها على طول الهايبوكوتيل .
٣- عدم ظهور الاوراق الحقيقية الاولى.

يشير جدول (٩-B) الى أنّ النتاجات المورفولوجية المتمثلة بمعدل عدد الجذور في المعاملات التي ينقصها Fe, Cu, B, Mn, Zn, Se ومجموعة العناصر (Se, Zn, Mn) ومجموعة العناصر (B, Cu, Fe) هي(٦.٤٢,٧.٨٣,٩,١٠.١٧,٩.١٧,٩.٥,٨.٨٣,٧.٥) جذراً على التوالي. وقد ارتفعت معدلات التجذير في المعاملات التي ينقصها Fe, Cu, B, Mn, Zn ومجموعة (Se, Zn, Mn) ومجموعة (B, Cu, Fe) بنسبة (٩.٢٪ ,٢٥.٥٪ ,٤١.٨٪ ,٢٧.٩٪ ,٣٢.٥٪ ,٢٣.٢٪ ,٤.٦٪) على التوالي . وانخفضت في المعاملات التي ينقصها Se فقط وبنسبة (١٠.٥٪) قياساً بعينة السيطرة (٧.١٧) جذراً بعّها ١٠٠% . وان هذه القيم جميعها لا تختلف معنوياً من الناحية الاحصائية باستثناء المعاملة التي ينقصها البورون حيث تميزت بوجود فرق معنوي ايجابي وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة.

وقد كشف جدول (٩-B) عن جملة ملاحظات تتمثل بما يأتي:

١- يحدث التجذير في جميع العينات وبضمنها عينة السيطرة في الجزء القاعدي من الهيايبوكوتيل باستثناء المعاملات التي ينقصها البورون حيث شمل التجذير منطقة الفلق زيادة على الجزء القاعدي من الهايبوكوتيل.
٢- الجذور طويلة وتصل الى حدود (٣ او ٤)سم.
٣- ظهور الاوراق الحقيقية الاولى.

يستنتج من هذا ان افتقار المحاليل المحورة للعناصر Zn ,Se ومجموعة (B, Cu, Fe) قد خفض استجابة تجذير العقل قياساً بالسيطرة والمعاملات الاخرى ، وبشكل غير معنوي من الناحية الاحصائية، في حين ان افتقار المحاليل المحورة لمجموعة العناصر (Se, Zn, Mn) والعناصر Cu, B رفع استجابة تجذير العقل قياساً بالسيطرة والمعاملات الاخرى وبشكل غير معنوي ايضاً من الناحية الاحصائية جدول (٩-A). وان افتقار المحاليل المحورة لعنصر البورون يمثل الحالة الوحيدة التي رفعت من استجابة تجذير العقل قياساً بالسيطرة وبشكل ايجابي معنوي من الناحية الاحصائية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) جدول (٩-B).

جدول (٩) : استجابة تجذير عقل الماش الطرية أو المعمرة المأخوذة من بادرات نامية في محاليل محورة (Half Strength) كاملة أو منقوصة لبعض العناصر، لمدة عشرة ايام.

(A) : مستحثة بالاوكسين (NAA, ١٠$^{-٤}$ M)

Solution Supplied to Stock Plants for (١٠) Days	Aging Treatment for ٣ Days In:	Sub-Squent Treatment for ٢٤ h. In:	Mean Root No./ Cutting
محلول محور كامل (السيطرة العامة)	None	d/ $H_٢O$	٧.٣٣
محلول محور كامل	None	NAA, ١٠$^{-٤}$M	٢٩.٢٥
محلول محور كامل (السيطرة)	d/ $H_٢O$	NAA, ١٠$^{-٤}$M	١٤.٢٥
محلول محور ينقصه Se	d/ $H_٢O$	NAA, ١٠$^{-٤}$M	١١.٨٣
محلول محور ينقصه Zn	d/ $H_٢O$	NAA, ١٠$^{-٤}$M	١١.٣٣
محلول محور ينقصه Mn	d/ $H_٢O$	NAA, ١٠$^{-٤}$M	١٣.٩٢
محلول محور ينقصه B	d/ $H_٢O$	NAA, ١٠$^{-٤}$M	١٧.٠٨
محلول محور ينقصه Cu	d/ $H_٢O$	NAA, ١٠$^{-٤}$M	١٧.٤٢
محلول محور ينقصه Fe	d/ $H_٢O$	NAA, ١٠$^{-٤}$M	١٣.٤٢
محلول محور ينقصه (Se,Zn,Mn)	d/ $H_٢O$	NAA, ١٠$^{-٤}$M	١٨.١٦
محلول محور ينقصه (B, Cu, Fe)	d/ $H_٢O$	NAA, ١٠$^{-٤}$M	١١.٠٨

معدل عدد الجذور في عقل الماش الطرية أو المعمرة، المأخوذة من بادرات نامية في محاليل محورة كاملة أو منقوصة لبعض العناصر (Half Strength). تمت معاملتها بالماء المقطر لمدة ثلاثة ايام، بعدها عوملت بالاوكسين (NAA, ١٠$^{-٤}$M) لمدة ٢٤ ساعة، ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠µg/ml) لمدة ستة ايام. pH=٦.٥.
قيمة (L.S.D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٤.٥٥٥) وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١=(٦.٠٣).

(B) : غير مستحثة

Solution Supplied to Stock Plants for (١٠) Days	Aging Treatment for ٣ Days In:	Sub-Squent Treatment for ٢٤ h. In:	Mean Root No./ Cutting
محلول محور كامل (السيطرة العامة)	None	d/ H_2O	٧.٣٣
محلول محور كامل	None	NAA, 10^{-4}M	٢٩.٢٥
محلول محور كامل (السيطرة)	d/ H_2O	d/ H_2O	٧.١٧
محلول محور ينقصه Se	d/ H_2O	d/ H_2O	٦.٤٢
محلول محور ينقصه Zn	d/ H_2O	d/ H_2O	٧.٨٣
محلول محور ينقصه Mn	d/ H_2O	d/ H_2O	٩
محلول محور ينقصه B	d/ H_2O	d/ H_2O	١٠.١٧*
محلول محور ينقصه Cu	d/ H_2O	d/ H_2O	٩.١٧
محلول محور ينقصه Fe	d/ H_2O	d/ H_2O	٩.٥
محلول محور ينقصه (Se,Zn,Mn)	d/ H_2O	d/ H_2O	٨.٨٣
محلول محور ينقصه (B, Cu, Fe)	d/ H_2O	d/ H_2O	٧.٥

معدل عدد الجذور في عقل الماش الطرية أو المعمرة، المأخوذة من بادرات نامية في محاليل محورة كاملة أو منقوصة لبعض العناصر (Half Strength). تمت معاملتها بالماء المقطر لمدة ثلاثة ايام، ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠µg/ml) لمدة ستة ايام. pH=٦.٥.
قيمة (L.S.D) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٢.٤١) وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١=(٣.١٩١).
*A تأثير ايجابي معنوي.

٣-١-٥: استجابة تجذير عقل الماش المعمرة في المحاليل المحورة الكاملة أو المنقوصة لبعض العناصر (Half Strength)

يشير الجدول (١٠) الى تأثير المحاليل المغذية المحورة الكاملة أو المنقوصة لبعض العناصر (Half Strength) ذات اس هيدروجيني (٦.٥) الحاوية على (SeO_2) بتركيز (٠.٠١) جزء بالمليون، في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة فيها، التي اخذت من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. وكانت النتاجات المورفولوجية المتمثلة بمعدل عدد الجذور في العقلة الواحدة لعينات السيطرة (المحلول الكامل) هي (١٨.٠٨) جذراً، اي بنسبة زيادة تساوي (٧٧.٨٪) قياساً بالسيطرة العامة (الماء المقطر) التي كشفت (١٠.١٧) جذراً، وان معاملة العقل بمحاليل محورة تنقصها العناصر Fe, Cu, B, Mn, Se ومجموعة العناصر (Mn, Zn, Se) ومجموعة العناصر (Fe, Cu, B) ، سببت انخفاض استجابة العقل للتجذير قياساً بعينة السيطرة (المحلول الكامل). حيث كشفت هذه المعاملات عن عدد من الجذور يساوي

(١٥.١٧, ١٢.٥, ١٤.٧٥, ١٤.٥٨, ١٣.٦٧, ١٢.٢٥, ١٥, ١٠.١٧) جذراً على التوالي وكانت نسبة الانخفاض تساوي (١٦.١٪,٣٠.٩٪,١٨.٤٪,١٩.٤٪,٢٤.٤٪,٣٢.٣٪,١٧٪,٤٣.٨٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%. وتميزت بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية باستثناء المعاملات التي ينقصها المنغنيز والمعاملات التي تنقصها مجموعة العناصر (Se, Zn, Mn) حيث تميزت بوجود فرق معنوي بالاتجاه السلبي وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) زيادة على معاملة السيطرة العامة (d/H_2O) التي تميزت بوجود فرق سلبي معنوي جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة. ومن جانب اخر، وجد ان معاملة العقل بالمحلول المحور الذي ينقصه Zn كشفت عن زيادة في معدل عدد الجذور (١٩.٧٥) جذراً وكانت نسبة الزيادة في عدد الجذور (٩.٢٪) قياساً بعينة السيطرة، وتميزت بعدم وجود فرق معنوي من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة.

يستنتج من هذا ان المحلول المحور الذي ينقصه المنغنيز او مجموعة العناصر (Mn, Zn, Se) سبب انخفاض استجابة التجذير وبشكل معنوي من الناحية الاحصائية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥). في حين ان المحلول المحور الذي ينقصه الخارصين سبب ارتفاع استجابة التجذير وبشكل غير معنوي قياساً بعينة السيطرة.

وقد كشفت النتائج عن جملة ملاحظات وهي:

١- نشأت الجذور في جميع المعاملات بضمنها السيطرة العامة (d/H_2O) من الجزء القاعدي للهايبوكوتيل باستثناء المعاملات التي ينقصها B, Mn, Zn حيث نشأت الجذور فيها من النصف السفلي للهايبوكوتيل.

٢- الجذور متطاولة في جميع المعاملات وقدرت اطوالها بحوالي (٣ملم-٢سم) في معاملة السيطرة العامة (d/H_2O) و (١ملم – ٣ سم) في معاملات المحلول الكامل (السيطرة) والمحلول الذي ينقصه الحديد و (١ملم – ٤سم) في المعاملات Cu, B, Mn, Zn, Se ومجموعة العناصر (Mn, Zn, Se) ومجموعة العناصر (Fe, Cu, B).

٣- ظهور الاوراق الحقيقية الاولى 1-st True Tri-foliated Leaf في جميع المعاملات باستثناء معاملة السيطرة العامة (d/H_2O).

جدول (١٠) : تأثير المحاليل المغذية المحورة الكاملة أو المنقوصة لبعض العناصر (Half Strength) في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة.

Solution	(d/H_2O) (السيطرة)	Complete (السيطرة)	-Se	-Zn	-Mn	-B	-Cu	-Fe	-Mn Zn Se	-Fe Cu B
Mean Root No./ cutting	**١٠.١٧	١٨.٠٨	١٥.١٧	١٩.٧٥	*١٢.٥	١٤.٧٥	١٤.٥٨	١٣.٦٧	*١٢.٢٥	١٥

معدل عدد الجذور في عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. عمرت العقل لمدة ثلاثة ايام في المحاليل المغذية المحورة (Half Strength) الكاملة أو المنقوصة لبعض العناصر (تركيز SeO_2=٠.٠١ جزء بالمليون) . ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠ µg/ml) لمدة ستة ايام. pH=٦.٥.
قيمة (L.S.D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٥.٠١٧) وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١=(٦.٦٣٧).
A* تأثير سلبي معنوي.
A** تأثير سلبي معنوي جداً.

٣-١-٦: تأثير مضادات الأكسدة Antioxidants في السيطرة على ظاهرة التعمير بدلالة تكوين الجذور العرضية.

٣-١-٦-١: تأثير حامض الاسكوربك في استجابة تجذير عقل الماش الطرية أو المعمرة.

يشير جدول (١١) الى تأثير فيتامين C (Ascorbic Acid) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية . حيث اتضح أنّ معدل عدد الجذور المتكشفة في العقل الطرية غير المعاملة (عينة السيطرة) هو (١٠.٢) جذراً في العقلة الواحدة. وان معدلات عدد الجذور المتكشفة في العقل المعاملة بالتراكيز المستعملة قيد الدراسة من حامض الاسكوربك هي (١٤.٤ ,١٣.٥ ,١٨.٨ ,١٩.٨ ,٢٦.٤ ,٢٧.٨) جذراً على التوالي. وقد ارتفعت هذه المعدلات بنسبة زيادة قدرها (٤١.٢٪ ,٣٢.٤٪ ,٨٤.٣٪ ,٩٤.١٪ ,١٥٨.٨٪ ,١٧٢.٥٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّها ١٠٠%. وتميزت هذه الزيادة بكونها معنوية من الناحية الاحصائية بالنسبة للعقل المعاملة بتركيز (٢٠٠) جزء بالمليون، وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) ومعنوية جداً بالنسبة للعقل المعاملة بالتراكيز الثلاثة الاخيرة (٣٠٠ ,٤٠٠ ,٥٠٠) جزء بالمليون، وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١)، في حين تميزت الزيادة في معدلات عدد الجذور في العقل المعاملة بالتراكيز الواطئة (٥٠,١٠٠) جزء بالمليون بكونها غير معنوية من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة.

أمّا جدول (١٢) فيشير الى أنّ العقل المعمرة بالماء المقطر لمدة ثلاثة ايام قد كشفت عن (١٢.٦) جذراً للعقلة الواحدة (عينة السيطرة). وان معدلات عدد الجذور المتكشفة في العقل المحفوظة لمدة ثلاثة ايام (مدة التعمير) في محاليل حامض الاسكوربك وبالتراكيز المشار اليها قيد الدراسة هي (١٣.٤,١٦.٢,٢٠.١ ,٢٩.٥,٢٧.٩,٣٢.٨) جذراً على التوالي. وقد ارتفعت هذه المعدلات بنسبة زيادة قدرها (٦.٣٪ ,٢٨.٦٪ ,٥٩.٥٪ ,١٣٤.١٪ ,١٢١.٤٪ ,١٦٠.٣٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّها ١٠٠%. وتميزت العقل المعاملة بالتراكيز العالية ٤٠٠, (٢٠٠ ,٣٠٠ ,٥٠٠)جزء بالمليون من الناحية الاحصائية بوجود فروق ايجابية معنوية جداً، وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة في حين ان زيادة معدلات عدد الجذور في العقل المعاملة بالتراكيز الواطئة (٥٠ ,١٠٠) جزء بالمليون لم يكن لها تأثير معنوي من الناحية الاحصائية.

يستنتج من هذا ان التراكيز العالية من حامض الاسكوربك وفي مدى (٢٠٠-٥٠٠) جزء بالمليون قد عززت استجابة تجذير عقل الماش الطرية (جدول ١١) ، واوقفت بشكل كامل العمليات المسببة لظاهرة التعمير (جدول ١٢) . أمّا التراكيز الواطئة (٥٠-١٠٠) جزء بالمليون فتميزت بعدم وجود تأثير معنوي من الناحية الاحصائية في استجابة التجذير في كلا المعاملتين (الطرية أو المعمرة).

جدول (١١): تأثير حامض الاسكوربك في استجابة تجذير عقل الماش الطرية.

التركيز ppm / pH	٥٠	١٠٠	٢٠٠	٣٠٠	٤٠٠	٥٠٠

السيطرة (d/H_2O)	٣.٢	٢.٦	٢.٤	٢.٣	٢.٣	٢.٢
١٠.٢	١٤.٤	١٣.٥	١٨.٨*	١٩.٨**	٢٦.٤**	٢٧.٨**

معدل عدد الجذور في عقل الماش الطريه المأخودة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. عوملت العقل بتراكيز مختلفة من فيتامين C لمدة ٢٤ ساعة ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠ µg/ml) لمدة ستة ايام.

قيمة (L.S.D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٦.٥٨٨) وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١ =(٨.٧٥٧).

*A تأثير ايجابي معنوي.

**A تأثير ايجابي معنوي جداً.

جدول (١٢): تأثير حامض الاسكوربك في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة

التركيز ppm / السيطرة pH (d/H_2O)	٥٠	١٠٠	٢٠٠	٣٠٠	٤٠٠	٥٠٠
	٣.٢	٢.٦	٢.٤	٢.٣	٢.٣	٢.٢
١٢.٦	١٣.٤	١٦.٢	٢٠.١**	٢٩.٥**	٢٧.٩**	٣٢.٨**

معدل عدد الجذور في عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. عمرت العقل بتراكيز مختلفة من فيتامين C لمدة ثلاثة ايام. ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠ µg/ml) لمدة ستة ايام.

قيمة (L.S.D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٥.٤٠٧) وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١ =(٧.١٨٧).

**A تأثير ايجابي معنوي جداً.

٣-١-٦-٢: تأثير المركبات الفينولية في استجابة تجذير عقل الماش الطرية أو المعمرة.

يشير الجدول (١٣) الى تأثير مجموعتين من المركبات الفينولية في استجابة تجذير عقل الماش الطرية، عندما تجهز للعقل مباشرة. تضم المجموعة الاولى اربعة مركبات فينولية وهي Caffeic Acid, o-Coumaric acid, Cinnamic Acid وGallic Acid ، وتختلف عن بعضها من الناحية التركيبية في عدد مجاميع الهيدروكسيل (OH) المرتبطة في حلقة البنزين. أمّا المجموعة الثانية فتضم أربعة مركبات فينولية ايضاً وهي o-Hydroxy Catechol, m-Hydroxy Resorcinol,p-Hydro Quinone, Phenol وتختلف عن بعضها في موقع مجاميع الهيدروكسيل في حلقة البنزين. وقد اتضح أنّ معدل عدد الجذور المتكشفة في العقل الطرية غير المعاملة (عينة السيطرة) هو (٨.٩) جذور في العقلة الواحدة. وان معدل عدد الجذور في العقل المعاملة بالتراكيز المستعملة قيد الدراسة من المحلول Cinnamic Acid ذات الأُس الهيدروجيني (٦.٣, ٦.٣, ٦.٢, ٣.٧) على التوالي،

يساوي (١٩ ,١٣.٢ ,١١.٧ ,٢٥.٢) جذراً على التوالي، وقد ارتفعت جميعها بنسبة زيادة قدرها (١١٣.٥% ,٤٨.٣٪ ,٣١.٥٪ ,١٨٣.١٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%، ومن الناحية الاحصائية تميزت العقل المعاملة بالمحاليل ذات التراكيز ($١٠^{-٩}$,$١٠^{-٣}$) مولار وبأس هيدروجيني (٦.٣ ,٣.٧) على التوالي، بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١)، وتميزت العقل المعاملة بالمحلول ذي التركيز ($١٠^{-٧}$) مولار بأُس هيدروجيني (٦.٣) بوجود فرق ايجابي معنوي على مستوى احتمالية (٠.٠٥). أمّا العقل المعاملة بالمحلول ذي التركيز ($١٠^{-٥}$) مولار بأس هيدروجيني (٦.٣) فلم تظهر اي تاثير معنوي قياساً بعينات السيطرة.

إنّ معدلات عدد الجذور في العقل المعاملة بالتراكيز قيد الدراسة من المحلول o-Coumaric Acid ذات الأُس الهيدروجيني (٦.١ ,٥.٩ ,٥.٩ ,٣.٨) على التوالي، تساوي (١٤.٤ ,١٢.٨ ,١٢.٢ ,١٩.٦) جذراً على التوالي، وقد ارتفعت جميعها بنسبة زيادة مقدارها (٦١.٨٪ ,٤٣.٨٪ ,٣٧.١٪ ,١٢٠.٢٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%. ومن الناحية الاحصائية تميزت العينات المعاملة بالمحلول ذي التركيز ($١٠^{-٣}$) مولار وبأس هيدروجيني (٣.٨) بوجود فرق ايجابي معنوي جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١)، والعينات المعاملة بالمحلول ذي التركيز ($١٠^{-٩}$) مولار وبأُس هيدروجيني (٦.١) بوجود فرق ايجابي معنوي وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥)، أمّا العينات المعاملة بالمحاليل ذات التركيز $^{-}$١٠ ,($١٠^{-٥}$,$١٠^{-٧}$) مولار وبأس هيدروجيني (٥.٩) فلم تكشف عن اي تاثير معنوي قياساً بعينة السيطرة.

أمّا معدلات عدد الجذور في العقل المعاملة بمحلول Caffeic Acid بالتراكيز المشار اليها وباس هيدروجيني (٥.٥ ,٥.٥ ,٥.٥ ,٣.٤) على التوالي، فكانت (٧.٩ ,٦.٨ ,٦.٤ ,١٨) جذراً على التوالي، وقد انخفضت معدلات التجذير في العقل المعاملة بالتراكيز الواطئة ($١٠^{-٩}$,$١٠^{-٧}$,$١٠^{-٥}$) مولار ذات الأُس الهيدروجيني (٥.٥) بنسبة انخفاض قدرها (١١.٤٪ ,٢٣.٦٪ ,٢٨.١٪) على التوالي، قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%. على حين ارتفع معدل عدد الجذور في العقل المعاملة بالتراكيز العالية ($١٠^{-٣}$) مولار وبأس هيدروجيني (٣.٤) فكان (١٨) جذراً وبنسبة زيادة قدرها (١٠٢.٢%) قياساً بعينة السيطرة . وتميزت جميع المعاملات من الناحية الاحصائية بعدم وجود فروق معنوية باستثناء العينات المعاملة بتركيز ($١٠^{-٣}$) مولار حيث تميزت بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة.

كما اظهرت النتائج انخفاض معدل عدد الجذور في العقل المعاملة بمحاليل Gallic Acid بالتراكيز الواطئة ($١٠^{-٩}$,$١٠^{-٧}$,$١٠^{-٥}$) مولار وبأس هيدروجيني (٦.٥ ,٥.٨ ,٥.٦) على التوالي، حيث كانت معدلات عدد الجذور تساوي (٧.٢ ,٧.٤ ,٧.٣) جذراً على التوالي وقد انخفضت بنسبة (١٩.١٪ ,١٦.٩٪ ,١٨٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة . وارتفعت معدلات عدد الجذور في العقل المعاملة بالتراكيز العالية ($١٠^{-٣}$) مولار وبأس هيدروجيني (٣.٢) وكانت (١٤.١) جذراً وبنسبة زيادة قدرها (٥٨.٤%) قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%. وتميزت جميع المعاملات بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية باستثناء العينات المعاملة بالتراكيز العالية ($١٠^{-٣}$) مولار حيث تميزت بوجود فروق ايجابية معنوية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة.

فـي حـين كشـفت العقـل المعاملـة بمحاليـل الفينـول Phenol بـالتراكيز الواطئـة (10^{-9}, 10^{-7}, 10^{-5}) مولار وبأس هيدروجيني (٥.٢, ٥.١, ٥.١) على التوالي عن انخفاض في معدل عدد الجذور حيث كانت معدلات عدد الجذور تساوي (٤.٤, ٦, ٥.٨) جذراً على التوالي وكانت نسبة الانخفاض تساوي (٥٠.٦٪, ٣٢.٦٪, ٣٤.٨٪) قياساً بعينة السيطرة بعّها ١٠٠%. أمّا معاملة العقل بالتراكيز العالية (10^{-3}) مولار باس هيدروجيني (٥.١) فكشفت عن ارتفاع في معدل عدد الجذور ، حيث كان معدل عدد الجذور يساوي (٢٢.١) جذراً وازداد بنسبة قدرها (١٤٨.٣%) قياساً بعينة السيطرة بعّها ١٠٠%. ومن الناحية الاحصائية تميزت التراكيز الواطئة (10^{-9}) مولار وباس هيدروجيني (٥.٢) بتثبيطها استجابة التجذير في العقل واظهرت تاثيرات سلبية معنوية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥)، في حين ان التراكيز العالية (10^{-3}) مولار وباس هيدروجيني (٥.١) حفزت استجابة التجذير في العقل واظهرت تاثيرات ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة، أمّا العينات الباقية المعاملة بالتراكيز (10^{-7}, 10^{-5}) مولار فلم يكن لها تاثير معنوي من الناحية الاحصائية.

أمّا العقل المعاملة بمحلول o-Hydroxy Catechol فقد كشفت عن انخفاض في معدل عدد الجذور في العينات المعاملة بالتراكيز الواطئة (10^{-9}, 10^{-7}, 10^{-5}) وباس هيدروجيني (٥.٣)، حيث كانت معدلات عدد الجذور تساوي (٧.٤, ٨.٨, ٥.٦) جذراً على التوالي، وقد انخفضت بنسبة (١٦.٩٪, ١.١٪, ٣٧.١٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّها ١٠٠% ، وتميزت جميعها بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة، على حين ارتفعت استجابة تجذير العقل في التراكيز العالية (10^{-3}) مولار وباس هيدروجيني (٥.٢)، حيث كان معدل عدد الجذور يساوي (١٦.٣) جذراً وارتفع بنسبة زيادة قدرها (٨٣.١%) قياساً بعينة السيطرة، وقد اظهرت تاثيرات ايجابية معنوية جداً من الناحية الاحصائية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١).

من جانب اخر كشفت العقل المعاملة بمحلول m-Hydroxy Resorcinol بالتراكيز الواطئة (10^{-9}, 10^{-7}, 10^{-5}) مولار وبأُس هيدروجيني (٥.٥, ٥.٤, ٥.٣) على التوالي عن انخفاض في معدل عدد الجذور أيضاً، حيث كانت معدلات عدد الجذور تساوي (٥.٤, ٨.١, ٧.٢) جذراً على التوالي، وقد انخفضت جميعها بنسبة (٣٩.٣% ١٠٪, ١٩.١٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّها ١٠٠%. أمّا معاملة العقل بالتراكيز العالية (10^{-3}) مولار وباس هيدروجيني (٥.٢) فقد كشفت عن زيادة غير معنوية في عدد الجذور حيث كان معدل عدد الجذور (١١.٨) جذراً بنسبة زيادة قدرها (٣٢.٦%) وقد تميزت المعاملات بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة.

واخيراً فان معاملة العقل بمحلول p-Hydro Quinone كشفت عن انخفاض في معدل عدد الجذور في التراكيز الواطئة (10^{-9}, 10^{-7}, 10^{-5}) مولار وباس هيدروجيني (٥.٩, ٥.٦, ٥.٦) على التوالي، حيث كانت معدلات عدد الجذور تساوي (٧.٧, ٥.٧, ٧.٤) جذراً على التوالي، وانخفضت بنسبة قدرها (١٣.٥٪, ٣٦٪, ١٦.٩٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّها ١٠٠%، وقد تميزت جميعها بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية. أمّا معاملة العقل بالتراكيز العالية (10^{-3}) مولار وباس هيدروجيني (٥.٦) فقد كشفت عن زيادة في معدل عدد الجذور، حيث كان معدل عدد الجذور يساوي (١٥.٧) جذراً وبنسبة زيادة قدرها

(٧٦.٤%) . وقد تميزت بوجود فروق ايجابية معنوية جداً من الناحية الاحصائية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة.

وكأستنتاج نهائي فان التراكيز العالية (10^{-3}) مولار قد كشفت عن استجابة تجذير عالية في جميع المعاملات متعززة بذلك استجابة تجذير العقل الطرية، وتميزت بوجود فروق ايجابية معنوية جداً من الناحية الاحصائية، باستثناء العقل المعاملة بمحلول m-Hydroxy Resorcinol فقد كشفت عن زيادة غير معنوية من الناحية الاحصائية في استجابة التجذير، ومن جانب اخر فإنّ التراكيز الواطئة (10^{-9} ,10^{-7} ,10^{-5}) جميعها قد خفضت واثرت سلبياً في استجابة تجذير عقل الماش الطرية، باستثناء التركيزين (10^{-7} ,10^{-9}) مولار من محلول Cinnamic Acid، حيث تميز الاول بوجود فروق ايجابية معنوية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥)، والآخر بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة. والتركيز (10^{-9}) مولار من محلول o-Coumaric Acid الذي تميز بوجود فروق ايجابية معنوية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) وعلى العكس من ذلك فإنّ التركيز (10^{-9}) من محلول Phenol تميز بوجود فروق معنوية سلبية معنوية من الناحية الاحصائية على مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة.

ومن الجدير بالذكر فإنّ معاملة العقل الطرية بالمركبات الفينولية قد كشفت عن جملة ملاحظات تتلخص بما يأتي:-

١- نشوء الجذور في الجزء القاعدي من الهايبوكوتيل مع اصفرار الأوراق الاولية في العقل المعاملة بالتراكيز الواطئة (10^{-9} ,10^{-7} ,10^{-5}) مولار من محلول Cinnamic Acid، أمّا التراكيز العالية (10^{-3}) مولار فتنشأ الجذور في المنطقة الواقعة اعلى واسفل منطقة الفلق، مع خلو المنطقة القاعدية من الهايبوكوتيل ولمسافة (٢) سم من الجذور ، وتتميز الجذور بكونها كثيفة ومتطاولة مع ملاحظة اصفرار الأوراق الاولية ايضاً.

٢- نشوء الجذور في الجزء القاعدي من الهايبوكوتيل في العقل المعاملة بالتراكيز الواطئة (10^{-9} ,10^{-7} ,10^{-5} مولار من محلول o-Coumaric Acid مع اصفرار الأوراق الاولية، أمّا في التراكيز العالية (10^{-3}) مولار فتنشأ الجذور من المنطقة التي تلي النهاية القاعدية للهايبوكوتيل بحوالي (١سم) ولغاية منطقة الفلق، مع ملاحظة اصفرار الأوراق الاولية.

٣- معاملة العقل بمحلول Caffeic Acid يسبب اصفرار الأوراق الاولية، وفي التراكيز العالية (10^{-3}) مولار لوحظ اسوداد الجزء القاعدي من الهايبوكوتيل بطول $\left(\frac{1}{2}\right)$ سم ، وتنشا الجذور في المنطقة التي تعلوه.

٤- معاملة العقل بمحلول Gallic Acid سبب اصفرار الأوراق الاولية في جميع التراكيز.

٥- معاملة العقل بمحلول الفينول Phenol سبب اصفرار الأوراق الاولية، وفي التراكيز العالية (10^{-3}) مولار سبب اسوداد الجزء القاعدي للهايبوكوتيل ولمسافة (١ سم)، أمّا منشأ الجذور فكان من المنطقة التي تعلوه.

٦- معاملة العقل بمحلول o-Hydroxy Catechol سبب اصفرار الأوراق الاولية وتساقطها، وفي التراكيز العالية (10^{-3}) مولار يحدث التجذير في المنطقة الواقعة اعلى الجزء القاعدي للهايبوكوتيل بحوالي (٢ سم) ولغاية منطقة الفلق.

٧- معاملة العقل بمحلول m-Hydroxy Resorcinol سببت اصفرار الأوراق الاولية وتساقطها.
٨- معاملة العقل بمحلول p-Hydro Quinone سببت اصفرار الأوراق الاولية وتساقطها، وفي التراكيز العالية ($١٠^{-٣}$) مولار يحدث التجذير في المنطقة التي تلي الجزء القاعدي للهايبوكوتيل بحوالي (٢سم).

جدول (١٣) : تأثير المركبات الفينولية في استجابة تجذير عقل الماش الطرية.

Solution	Concentration (M)	Mean Root No./cutting	pH
d/H_2O (السيطرة)		٨.٩	
Cinnamic Acid	$١٠^{-٩}$	١٩.٠**	٦.٣
	$١٠^{-٧}$	١٣.٢*	٦.٣
	$١٠^{-٥}$	١١.٧	٦.٢
	$١٠^{-٣}$	٢٥.٢**	٣.٧
o-Coumaric Acid	$١٠^{-٩}$	١٤.٤*	٦.١
	$١٠^{-٧}$	١٢.٨	٥.٩
	$١٠^{-٥}$	١٢.٢	٥.٩
	$١٠^{-٣}$	١٩.٦**	٣.٥
Caffeic Acid	$١٠^{-٩}$	٧.٩	٥.٥
	$١٠^{-٧}$	٦.٨	٥.٥
	$١٠^{-٥}$	٦.٤	٥.٥
	$١٠^{-٣}$	١٨.٠**	٣.٤
Gallic Acid	$١٠^{-٩}$	٧.٢	٦.٥
	$١٠^{-٧}$	٧.٤	٥.٨
	$١٠^{-٥}$	٧.٣	٥.٦

	10^{-3}	14.1^{*}	٣.٢
Phenol	10^{-9}	$^{*}4.4$	٥.٢
	10^{-7}	٦.٠	٥.١
	10^{-5}	٥.٨	٥.١
	10^{-3}	22.1^{**}	٥.١
o-Hydroxy Gatechol	10^{-9}	٧.٤	٥.٣
	10^{-7}	٨.٨	٥.٣
	10^{-5}	٥.٦	٥.٣
	10^{-3}	16.3^{**}	٥.٢
m-Hydroxy Resorcinol	10^{-9}	٥.٤	٥.٥
	10^{-7}	٨.١	٥.٤
	10^{-5}	٧.٢	٥.٣
	10^{-3}	١١.٨	٥.٢
p-Hydro Quinone	10^{-9}	٧.٧	٥.٩
	10^{-7}	٥.٧	٥.٦
	10^{-5}	٧.٤	٥.٦
	10^{-3}	15.7^{**}	٥.٦

معدل عدد الجذور في عقل الماش الطريه المأخوذة من بادرات ناميه في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. عوملت العقل بتراكيز مختلفة من المركبات الفينولية لمدة ٢٤ ساعة. ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠µg/ ml) لمدة ستة ايام.
قيمة (L. S. D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٤.٢٩١) وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١=(٥.٦٥٣).
A^{*} تأثير ايجابي معنوي، A^{**} تأثير ايجابي معنوي جداً، A^{*} تأثير سلبي معنوي.

يشير جدول (١٤) الى تأثير مجموعتين من المركبات الفينولية في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة، تضم المجموعة الاولى اربعة مركبات فينولية هي: Gallic Acid, Caffeic Acid, o-Coumaric Acid, Cinnamic Acid، وتختلف عن بعضها في عدد مجاميع الهيدروكسيل (OH) المرتبطة في حلقة البنزين. أمّا المجموعة الثانية فتضم اربعة مركبات فينولية ايضاً وهي: o-Hydroxy Catechol, Phenol, p-Hydro Quinone, m-Hydroxy Resorcinol ، وتختلف عن بعضها في موقع مجاميع الهيدروكسيل في حلقة البنزين. وقد اتضح ان معدل عدد الجذور المتكشفة في العقل المعمرة بالماء المقطر لمدة ثلاثة ايام (عينة السيطرة) هو (١٢.٢) جذراً في العقلة الواحدة. وان معدل عدد الجذور في العينات المعمرة بالتراكيز المستعملة قيد الدراسة من المحلول Cinnamic Acid ذات الأُس الهيدروجيني (٦.٣, ٦.٣, ٦.٢, ٣.٧) على التوالي، يساوي (١٣.٩,١٧.٧,١٣.٧,١٩.١) جذراً على التوالي، وقد ارتفعت جميعها بنسبة زيادة قدرها (١٣.٩٪ ,٤٥.١٪ ,١٢.٣٪ ,٥٦.٦٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%، وقد تميزت جميع المعاملات من الناحية الاحصائية بعدم وجود فروق معنوية، باستثناء العقل المعاملة بالتراكيز العالية (10^{-3}) مولار حيث تميزت بوجود فروق ايجابية معنوية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة.

أمّا تعمير العقل بمحاليل o-Coumaric Acid بالتراكيز المستعملة قيد الدراسة وبأس هيدروجيني يساوي (٦.١ ,٥.٩ ,٥.٩ ,٣.٨) على التوالي قد كشفت عن ارتفاع في استجابة

تجـــذير العقـــل المعمـــرة، حيـــث كانـــت معـــدلات عـــدد الجـــذور تســـاوي (١٢.٩, ١٥.٢, ١٥.٣, ٤٢) جذراً على التوالي ، وبنسبة زيادة قدرها ٢٥.٤٪, ٢٤٤.٣٪) (٥.٧٪, ٢٤.٦٪ على التوالي قياساً بعينة السيطرة . وقد تميزت جميع المعاملات بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية باستثناء العقل المعاملة بالتراكيز العالية (10^{-3}) مولار وبأس هيدروجيني (٣.٨)، حيث تميزت بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة.

ومن جانب آخر فان حفظ العقل بمحاليل Caffeic Acid لمدة ثلاثة ايام (مدة التعمير) بـــالتراكيز (10^{-9} ,10^{-7} ,10^{-3}) مـــولار وبـــأس هيـــدروجيني (٥.٥ ,٥.٥ ,٣.٤) على التوالي قد كشف عن زيادة في استجابة تجذير العقل، حيث كانت معدلات عدد الجذور تســـاوي (١٦.٣ ,١٣.٨ ,٢٨) جـــذراً علـــى التـــوالي، وقـــد ازدادت بنســـبة قـــدرها (٣٣.٦٪ ,١٣.١٪ ,١٢٩.٥٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%، أمّا حفظ العقل بالتراكيز (10^{-5}) مولار بأس هيدروجيني (٥.٥) ثبط استجابة التجذير، حيث كان معدل عدد الجذور يساوي (١٠.٤) جذراً وانخفض بنسبة قدرها (١٤.٨%) قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%. ومن الناحية الاحصائية تميزت العقل المعاملة بالتراكيز العالية (10^{-3}) مولار وبأس هيدروجيني (٣.٤) بوجود فروق ايجابية معنوية جداً، وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة، أمّا باقي العينات فلم يكن لها تأثير معنوي من الناحية الاحصائية.

وعلى نقيض جميع المعاملات كشفت العقل المعمرة في محلول Gallic Acid عن انخفاض استجابة التجذير في التراكيز العالية، حيث كانت معدلات عدد الجذور في التراكيز (10^{-9} ,10^{-5} ,10^{-3}) مولار وبأس هيدروجيني (٦.٥ ,٥.٦ ,٣.٢) على التوالي تساوي (٨.٦ ,١٢ ,٩.٥) جذراً على التوالي، وقد انخفضت بنسبة قدرها (٢٩.٥٪ ,١.٦٪ ,٢٢.١٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة ، في حين ان تعمير العقل في المحلول وبتركيز (10^{-7}) مولار وبأس هيدروجيني (٥.٨) كشف عن زيادة في استجابة تجذير العقل حيث كان معدل عدد الجذور يساوي (١٣.٩) جذراً وازداد بنسبة قدرها (١٣.٩%) قياساً بعينة السيطرة . وقد تميزت جميع المعاملات من الناحية الاحصائية بعدم وجود فروق معنوية قياساً بعينة السيطرة.

أمّا تعمير العقل في محلول الفينول Phenol فقد كشف عن زيادة في معدل عدد الجذور المتكشفة في جميع التراكيز المستعملة قيد الدراسة وبأس هيدروجيني يساوي (٥.٢,٥.١,٥.١,٥.١) على التوالي، حيث كان معدل عدد الجذور يساوي (١٣.٤,١٧.٤ ,١٩ ,١٨) جذراً على التوالي، وازداد بنسبة قدرها (٤٢.٦٪ ,٩.٨٪ ,٥٥.٧٪ ,٤٧.٥٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%. وقد تميزت جميع المعاملات بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية باستثناء العينات المعمرة بالتركيز (10^{-5}) مولار وبأس هيدروجيني (٥.١)، حيث تميزت بوجود فروق ايجابية معنوية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة.

وينطبق الحال كذلك بالنسبة للعقل المعمرة بمحاليل o-Hydroxy Catechol حيث كشفت العقل المعمرة عن زيادة في استجابة التجذير في جميع التراكيز المستعملة قيد الدراسة وبأس هيدروجيني (٥.٣ ,٥.٣ ,٥.٢ ,٥.٢) على التوالي، وان معدلات عدد الجذور هي (١٥.١ ,١٥.٦ ,١٩.٤ ,١٤.٩) جذراً على التوالي، وقد ارتفعت بنسبة زيادة قدرها ٢٢.١٪, ٢٣.٨٪ ,٢٧.٩٪ ,٥٩٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة ومن الناحية الاحصائية تميزت جميع المعاملات بعدم وجود فروق معنوية باستثناء العينات المعمرة بالتركيز (10^{-5}) مولار وبأس

هيدروجيني (٥.٣) حيث تميزت بوجود فروق ايجابية معنوية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة.

ومن جهة اخرى كشفت العقل المعمرة بمحاليل m-Hydroxyl Resorcinol وبالتراكيز ($١٠^{-٩}$, $١٠^{-٥}$, $١٠^{-٣}$) مولار وبأس هيدروجيني (٥.٥, ٥.٣, ٥.٢) على التوالي عن زيادة في استجابة تجذير العقل، حيث ان معدلات عدد الجذور المتكشفة هي (١٣, ١٤.١, ١٤.٦) جذراً على التوالي، وقد ازدادت بنسبة قدرها (٦.٦٪, ١٥.٦٪, ١٩.٧%) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّها ١٠٠%. أمّا العقل المعمرة بالتركيز ($١٠^{-٧}$) مولار من المحلول اعلاه فقد كشفت عن انخفاض في استجابة تجذير العقل، حيث كان معدل عدد الجذور يساوي (٩.٥) جذراً وانخفض بنسبة قدرها (٢٢.١%) قياساً بعينة السيطرة . ومن الناحية الاحصائية تميزت جميع المعاملات بعدم وجود فروق معنوية قياساً بعينة السيطرة.

في حين ان العقل المعمرة بمحاليل p-Hydro Quinone كشفت عن زيادة في معدل عدد الجذور في جميع المعاملات وفي التراكيز المستعملة قيد الدراسة وبأس هيدروجيني يساوي (٥.٩, ٥.٦, ٥.٦, ٥.٦) على التوالي، حيث كانت معدلات عدد الجذور تساوي (١٤.٢, ١٥.٢, ١٧.٦, ٣٧.١) جذراً على التوالي، وارتفعت بنسبة زيادة قدرها (١٦.٤٪, ٢٤.٦٪, ٤٤.٣٪, ٢٠٤.١٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّها ١٠٠%. كما تميزت جميعها بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية باستثناء العقل المعاملة بالتراكيز العالية ($١٠^{-٣}$) مولار وبأس هيدروجيني (٥.٦) حيث تميزت بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة.

وكأستنتاج نهائي فإنّ تعمير العقل بالمحاليل o-Coumaric Acid, p-Hydro Quinone, Caffeic Acid وبالتراكيز العالية ($١٠^{-٣}$) مولار وباس هيدروجيني (٣.٨, ٣.٤, ٥.٦) على التوالي، قد ضاعفت استجابة التجذير في عقل الماش بما يعادل (٣.٤, ٢.٣, ٣) مرة على التوالي . وتميزت احصائياً بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة. أمّا تعمير العقل بالمحاليل o-Hydrocy Catechol, Phenol, Cinnamic Acid وبالتراكيز ($١٠^{-٣}$, $١٠^{-٥}$, $١٠^{-٥}$) مولار على التوالي وبأس هيدروجيني (٥.٣,٥.١,٣.٧) على التوالي فقد ضاعفت استجابة التجذير بما يعادل (١.٦) مرة في كل حالة ، وتميزت احصائياً بوجود فروق ايجابية معنوية على مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة. في حين تميزت المعاملات الاخرى بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة.

ومن الجدير بالذكر إنّ تعمير العقل بالمركبات الفينولية قيد الدراسة كشف عن جملة ملاحظات تتلخص بما يأتي:-

١- المعاملة بمحلول Cinnamic Acid كشفت عن عقل حيوية باستثناء التراكيز العالية ($١٠^{-٣}$) مولار حيث اظهرت النتائج موت الهايبوكوتيل وجزء من الابيكوتيل، وان منطقة نشوء الجذور انحصرت في منطقة ما فوق الفلق.

٢- المعاملة بمحاليل m-Hydroxy Resorcinol,Caffeic Acid, o-Coumaric Acid كشفت عن عقل حيوية في جميع التراكيز المستعملة قيد الدراسة.

٣- المعاملة بمحلول Gallic Acid كشفت عن عقل حيوية باستثناء التراكيز العالية ($١٠^{-٣}$) مولار، حيث تميزت العقل باصفرار الاوراق وانطوائها مع موت الجزء القاعدي من الهايبوكوتيل بطول (٥-٨)ملم.

٤- المعاملة بمحلول الفينول Phenol ومحلول o-Hydroxy Catechol كشفت عن عقل حيوية باستثناء التراكيز العالية ($١٠^{-٣}$) مولار حيث تميزت العقل بموت الجزء القاعدي من الهايبوكوتيل بطول ٢ سم (ذو لون بني) وان منطقة نشوء الجذور تنحصر في المنطقة الواقعة اعلى واسفل منطقة الفلق.

٥- المعاملة بمحلول p-Hydro Quinone كشفت عن عقل حيوية باستثناء التراكيز العالية ($١٠^{-٣}$) مولار حيث تميزت العقل بموت الجزء القاعدي من الهايبوكوتيل بطول (١) سم، وان منطقة نشوء الجذور انحصرت في المنطقة الواقعة اسفل منطقة الفلق ولحد النهاية الميتة.

جدول (١٤) : تأثير المركبات الفينولية في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة.

Solution	Concentration (M)	Mean Root No./cutting	pH
d/H_2O (السيطرة)		١٢.٢	
Cinnamic Acid	$١٠^{-٩}$	١٣.٩	٦.٣
	$١٠^{-٧}$	١٧.٧	٦.٣
	$١٠^{-٥}$	١٣.٧	٦.٢
	$١٠^{-٣}$	١٩.١*	٣.٧
o-Coumaric Acid	$١٠^{-٩}$	١٢.٩	٦.١
	$١٠^{-٧}$	١٥.٢	٥.٩
	$١٠^{-٥}$	١٥.٣	٥.٩
	$١٠^{-٣}$	٤٢**	٣.٨
Caffeic Acid	$١٠^{-٩}$	١٦.٣	٥.٥
	$١٠^{-٧}$	١٣.٨	٥.٥
	$١٠^{-٥}$	١٠.٤	٥.٥
	$١٠^{-٣}$	٢٨**	٣.٤
Gallic Acid	$١٠^{-٩}$	٨.٦	٦.٥
	$١٠^{-٧}$	١٣.٩	٥.٨
	$١٠^{-٥}$	١٢	٥.٦
	$١٠^{-٣}$	٩.٥	٣.٢
Phenol	$١٠^{-٩}$	١٧.٤	٥.٢
	$١٠^{-٧}$	١٣.٤	٥.١
	$١٠^{-٥}$	١٩*	٥.١
	$١٠^{-٣}$	١٨	٥.١

o-Hydroxy Catechol	$١٠^{-٩}$	١٥.١	٥.٣
	$١٠^{-٧}$	١٥.٦	٥.٣
	$١٠^{-٥}$	١٩.٤*	٥.٣
	$١٠^{-٣}$	١٤.٩	٥.٢
m-Hydroxy Resorcinol	$١٠^{-٩}$	١٣	٥.٥
	$١٠^{-٧}$	٩.٥	٥.٤
	$١٠^{-٥}$	١٤.١	٥.٣
	$١٠^{-٣}$	١٤.٦	٥.٢
p-Hydro Quinone	$١٠^{-٩}$	١٤.٢	٥.٩
	$١٠^{-٧}$	١٥.٢	٥.٦
	$١٠^{-٥}$	١٧.٦	٥.٦
	$١٠^{-٣}$	٣٧.١**	٥.٦

معدل عدد الجذور في عقل الماش الماخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. غمرت العقل بتراكيز مختلفة من المركبات الفينولية لمدة ثلاثة ايام. ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠µg/ ml) لمدة ستة ايام.

قيمة (L.S.D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٥.٨١٠) وعلة مستوى احتمالية ٠.٠١=(٧.٦٥٤).

*A تاثير ايجابي معنوي، **A تاثير ايجابي معنوي جداً

٣-١-٦-٣: تأثير الكلوتاثيون (GSH) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية والمعمرة

يشير جدول (١٥) الى تأثير الكلوتاثيون (GSH) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية عندما يجهز للعقل مباشرة، حيث اتضح ان معدل عدد الجذور المتكشفة في العقل الطرية غير المعاملة (عينة السيطرة) هو (١٢.٣) جذراً في العقلة الواحدة. وان معاملة العقل بالتراكيز المستعملة قيد الدراسة من الكلوتاثيون (GSH) وبأس هيدروجيني (٦.٤,٦.٣,٦.٢,٦.٢,٦.٢,٦.٢,٥.٩,٤,٣.٧,٣.١,٢.٨) على التوالي، اظهرت انخفاض في استجابة تجذير عقل الماش وفي جميع المعاملات، حيث ان معدلات عدد الجذور تساوي (١٠.٨,١٢.١,٧.٨,١١.٣,٩.٤,٨.٢,٥.٤,٥.١,٨.٥,٠.٢) جذراً على التوالي،وانخفضت بنسبة قدرها (١٢.٢٪ ,١.٦٪ ,٣٦.٦٪ ,٨.١٪ ,٢٣.٦٪ ,٣٣.٣٪ ,٥٦.١٪ ,٥٨.٥٪ ,٣٠.٩٪ ,٩٨.٤٪) على التوالي، قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%. اظهرت جميع المعاملات تأثيرات تثبيطية في استجابة تجذير عقل الماش الطرية، ومن الناحية الاحصائية تميزت العينات المعاملة بالتراكيز ($١٠^{-٤}$,$١٠^{-٣}$,٥×١٠^{-٣}) مولار بكونها مثبطة وذات تاثيرات سلبية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة.

أمّا جدول (١٦) فيشير الى ان العقل المعمرة بالماء المقطر لمدة ثلاثة ايام (مدة التعمير) قد كشفت عن (١١.١) جذراً للعقلة الواحدة (عينة السيطرة). وان حفظ العقل لمدة ثلاثة ايام (مدة التعمير) في محلول الكلوتاثيون (GSH)، وبالتراكيز المستعملة قيد الدراسة وبأس هيدروجيني (٦.٤, ٦.٣, ٦.٢, ٦.٢, ٦.٢, ٥.٩, ٤, ٣.٧, ٣.١, ٢.٨) على التوالي كشفت عن زيادة غير معنوية من الناحية الاحصائية في استجابة تجذير العقل المعاملة بالتراكيز الواطئة ($١٠^{-١٠}$) مولار وبأس هيدروجيني (٦.٤)، اذْ كان معدل عدد الجذور يساوي (١٤.٥) جذراً وارتفع بنسبة زيادة قدرها (٣٠.٦٪) قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%. في حين ان جميع المعاملات الاخرى باعتماد التراكيز والأُس الهيدروجيني المشار اليها في اعلاه، ثبطت استجابة تجذير العقل، فكانت معدلات عدد الجذور تساوي

(٩.٣, ٩.١, ٩.٧, ٥.٤, ١٠.١, ٦, ٤.٧, ٥.١, ٠) جذراً على التوالي وقد انخفضت بنسبة قدرها (١٠٠, ٪١٦.٢, ٪١٨, ٪١٢.٦, ٪٥١.٤, ٪٩, ٪٤٦, ٪٥٧.٧, ٪٥٤.١) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%، ومن الناحية الاحصائية تميزت العينات المعاملة بالتراكيز ($١٠^{-٦}$, $١٠^{-٤}$, $١٠^{-٣}$, ٢×١٠^{-٣}, ٥×١٠^{-٣}) مولار بتأثيرات سلبية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة. وكأستنتاج نهائي فان جميع التراكيز المشار اليها (جدول ١٥) قد ثبطت واثرت سلبياً في استجابة تجذير عقل الماش الطرية قياساً بعينة السيطرة. في حين ان التراكيز الواطئة من الكلوتاثيون ($١٠^{-١٠}$) مولار وبأس هيدروجيني (٦.٤) قد عززت استجابة تجذير عقل الماش المعمرة، وبشكل غير معنوي من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة. أمّا التراكيز الباقية، فكانت مثبطة الأُستجابة التجذير ولاسيما التراكيز العالية ($١٠^{-٦}$, $١٠^{-٤}$, $١٠^{-٣}$, ٢×١٠^{-٣}, ٥×١٠^{-٣}) حيث تميزت بتأثيرات سلبية معنوية جداً من الناحية الاحصائية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة.

ومن الجدير بالذكر فإنّ معاملة عقل الماش الطرية بمحاليل الكلوتاثيون (GSH) كشفت عن جملة ملاحظات تتلخص بما يأتي:

١- شحوب قليل يكسو قمم بعض الاوراق في العينات المعاملة بتراكيز ($١٠^{-١٠}$,$١٠^{-٩}$) مولار وبأس هيدروجيني (٦.٤, ٦.٣) على التوالي.
٢- اصفرار يكسو قمم الاوراق في العينات المعاملة بتراكيز ($١٠^{-٨}$, $١٠^{-٧}$, $١٠^{-٦}$, $١٠^{-٥}$) مولار وبأس هيدروجيني (٦.٢, ٦.٢, ٦.٢, ٥.٩) على التوالي.
٣- اصفرار قمم الاوراق مع وجود بقع بنية اللون (بشكل نقط) في قمم واطراف الاوراق في العينات المعاملة بتراكيز ($١٠^{-٤}$) وبأس هيدروجيني (٤).
٤- تيبس قمم الاوراق مع وجود بقع بنية اللون (بشكل نقط) في اطراف الاوراق في العينات المعاملة بتراكيز ($١٠^{-٣}$) مولار وبأس هيدروجيني (٣.٧).
٥- تيبس قمم الاوراق مع وجود بقع بنية اللون (بشكل نقط) في جميع اجزاء الورقة او في قمم واطراف الاوراق في العينات المعاملة بتراكيز (٢×١٠^{-٣}) وبأس هيدروجيني (٣.١).
٦- اصفرار وذبول وتيبس اطراف وقمم الاوراق مع وجود بقع بنية اللون (بشكل نقط) بين العروق ، زيادة على تلف الهايبوكوتيل.
٧- وجود الجذور الثانوية في جميع المعاملات.

أمّا حفظ العقل لمدة ثلاثة ايام (مدة التعمير) في محاليل الكلوتاثيون (GSH) فقد كشف عن عقل حيوية في جميع التراكيز باستثناء التراكيز العالية ($١٠^{-٣}$, ٢×١٠^{-٣}, ٥×١٠^{-٣}) مولار وبأس هيدروجيني (٣.٧, ٣.١, ٢.٨) على التوالي، حيث كشف التركيز الاول عن تيبس قمم واطراف الاوراق. على حين كشف التركيز الثاني عن ذبول قمم بعض الاوراق وتيبس البعض الاخر مع ظهور بقع بنية اللون (بشكل نقط) حول العروق. أمّا التركيز الثالث، فقد كشف عن ذبول الاوراق وتيبس بعض اطرافها، مع تلف (موت) الهايبوكوتيل.

جدول (١٥) : تأثير الكلوتاثيون (GSH) في استجابة تجذ ير عقل الماش الطرية.

التركيز M / pH	$١٠^{-١٠}$	$١٠^{-٩}$	$١٠^{-٨}$	$١٠^{-٧}$	$١٠^{-٦}$	$١٠^{-٥}$	$١٠^{-٤}$	$١٠^{-٣}$	٢×١٠^{-٣}	٥×١٠^{-٣}

السيطرة (d/H٢O)	٦.٤	٦.٣	٦.٢	٦.٢	٦.٢	٥.٩	٤	٣.٧	٣.١	٢.٨
١٢.٣	١٠.٨	١٢.١	٧.٨	١١.٣	٩.٤	٨.٢	**٥.٤	**٥.١	٨.٥	**٠.٢

معدل عدد الجذور في عقل الماش الطرية المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. عوملت العقل بتراكيز مختلفة من الكلوتاثيون (GSH) لمدة ٢٤ ساعة. ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠µg/ml)لمدة ستة ايام.
قيمة (L.S.D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٤.٦٥٨) ، وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١=(٦.١٦٥).
A** تأثير سلبي معنوي جداً.

جدول (١٦): تأثير الكلوتاثيون (GSH) في استجابة تجذ ير عقل الماش المعمرة.

التركيز M / السيطرة pH (d/H٢O)	١٠-١٠	١٠-٩	١٠-٨	١٠-٧	١٠-٦	١٠-٥	١٠-٤	١٠-٣	٢×١٠-٣	٥×١٠-٣
	٦.٤	٦.٣	٦.٢	٦.٢	٦.٢	٥.٩	٤	٣.٧	٣.١	٢.٨
١١.١	١٤.٥	٩.٣	٩.١	٩.٧	**٥.٤	١٠.١	**٦	**٤.٧	**٥.١	**٠

معدل عدد الجذور في عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. عمرت العقل بتراكيز مختلفة من الكلوتاثيون (GSH) لمدة ثلاثة ايام. ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠µg/ml)لمدة ستة ايام.
قيمة (L.S.D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٣.٧٨٥) ، وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١=(٥.٠٠٩).
A** تأثير سلبي معنوي جداً

٣-١-٧: تأثير السكريات (كلوكوز، فركتوز، سكروز) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية أو المعمرة

يشير جدول (١٧) الى تأثير السكريات (كلوكوز، فركتوز، سكروز) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية عندما تجهز للعقل مباشرة. حيث اتضح ان معدل عدد الجذور المتكشفة في العقل الطرية غير المعاملة (عينة السيطرة) هو (١٢.٣) جذراً في العقلة الواحدة. وان معاملة العقل بالتراكيز المستعملة قيد الدراسة من الكلوكوز وبأس هيدروجيني (٦.٢, ٦.٥, ٦.٢) على التوالي كشفت عن زيادة في استجابة تجذير العقل، حيث ان معدلات عدد الجذور تساوي (١٨, ١٩.٩, ٢٦.٤ جذراً على التوالي، وقد ازدادت هذه المعدلات بنسبة (٤٦.٣٪, ١١٤.٦٪, ٦١.٨٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة. بعّها ١٠٠% وتميزت العينات المعاملة بالتراكيز

١% وبـأس هيـدروجيني (٦.٢) مـن الناحيـة الاحصـائية بوجـود فـروق ايجابيـة معنويـة وعلـى مستوى احتمالية (٠.٠٥)، أمّا العينات المعاملة بالتراكيز ٢% وبأس هيدروجيني (٦.٥) فتميزت بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١)، في حين ان الزيادة في استجابة التجذير في العينات المعاملة بالتراكيز ٣% وبأس هيدروجيني (٦.٢) فتميزت بعدم تأثيرها من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة. أمّا معاملة العقل بالفركتوز وبالتراكيز المشار اليها في جدول (١٧) وبأس هيدروجيني يساوي (٦.٢ ,٦.٢,٥.٨) على التوالي، فقد كشفت ايضاً عن زيادة في استجابة التجذير، وان معدلات عدد الجذور يساوي (٣٤.٢ ,٢٩.١ ,٣١.٢) جذراً على التوالي، وقد ازدادت هذه المعدلات بنسبة قدرها (١٧٨٪ ,١٣٦.٦٪ ,١٥٣.٧٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة، ومن الناحية الاحصائية تميزت جميع المعاملات بوجود فروق معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة. أمّا بخصوص معاملة العقل بالسكروز وبالتراكيز المستعملة قيد الدراسة وبأس هيدروجيني (٥.٦ ,٥.٥ ,٤.٤) على التوالي فقد كشفت المعاملات كذلك عن زيادة في استجابة التجذير، وان معدلات عدد الجذور تساوي (٢٩.٦ ,٢٦.٣ ,٢٨.٤) جذراً على التوالي، وقد ازدادت بنسبة قدرها (١٤٠.٧٪,١١٣.٨٪,١٣٠.٩٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة ، ومن الناحية الاحصائية تميزت جميع المعاملات بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة.

أمّا جدول (١٨) فيشير الى ان العقل المعمرة بالماء المقطر لمدة ثلاثة ايام قد كشفت عن (٩.٥) جذراً للعقلة الواحدة (عينة السيطرة). وان حفظ العقل لمدة ثلاثة ايام (مدة التعمير) في محلول الكلوكوز في التراكيز المستعملة قيد الدراسة وبأس هيدروجيني (٦.٢ ,٦.٥ ,٦.٢) على التوالي، قد كشف عن انخفاض في استجابة تجذير العقل في المعاملتين الاولى والثانية حيث كانت معدلات عدد الجذور تساوي (٥.٤,٥.٥) جذراً وقد انخفضت بنسبة قدرها (٤٢.١٪ ,٤٣.٢٪) قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%، وارتفاع استجابة التجذير في المعاملة الثالثة، حيث كان معدل عدد الجذور يساوي (١٤.٧) جذراً وارتفع بنسبة زيادة قدرها (٥٤.٧٪) قياساً بعينة السيطرة ، وقد تميزت جميع المعاملات بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة. على حين تعمير العقل بمحلول الفركتوز بالتراكيز المشار اليها في جدول (١٨) وبأس هيدروجيني (٦.٢ ,٦.٢ ,٥.٨) على التوالي قد كشف عن انخفاض في استجابة التجذير حيث كانت معدلات عدد الجذور تساوي (٤.٤ ,٤.٥ ,٥.٨) جذراً على التوالي وانخفضت بنسبة قدرها (٥٣.٧٪ ,٥٢.٦٪ ,٣٩٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة وقد تميزت جميع المعاملات بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة. ومن جانب اخر لوحظ ان تعمير العقل بمحلول السكروز بالتراكيز المستعملة قيد الدراسة وبأس هيدروجيني (٥.٦ ,٥.٥ ,٤.٤) على التوالي قد كشف عن انخفاض في استجابة التجذير في المعاملتين الاولى والثانية، حيث كانت معدلات عدد الجذور تساوي (٦.١ ,٧.٩) جذراً على التوالي، وقد انخفضت بنسبة قدرها (٣٥.٨٪,١٦.٩٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّدها ١٠٠%. وتميزت بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة. أمّا معاملة العقل بالسكروز وبالتركيز ٣% وبأس هيدروجيني (٤.٤) فقد كشفت عن ارتفاع في استجابة تجذير العقل حيث كان معدل عدد الجذور يساوي (١٩.١) جذراً وازداد بنسبة قدرها (١٠١.١٪) قياساً بعينة السيطرة . وقد تميزت بوجود فروق ايجابية معنوية جداً من الناحية الاحصائية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة.

وكأستنتاج نهائي فان السكريات (كلوكوز، فركتوز، سكروز) عززت عملية تكوين الجذور العرضية في عقل الماش الطرية من الناحية الاحصائية وبشكل معنوي جداً وفي جميع التراكيز المستعملة قيد الدراسة فيما يخص الفركتوز والسكروز، أمّا بخصوص الكلوكوز فقد اثر بشكل معنوي جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) باعتماد التركيز ٢%، وبشكل معنوي وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) باعتماد التركيز ١% وبشكل غير مؤثر معنوياً باعتماد التركيز ٣% قياساً بعينة السيطرة . ومن جانب اخر فان معاملة العقل بمحلول السكروز لمدة ثلاثة ايام (مدة التعمير) وبتركيز ٣% وبأس هيدروجيني (٤.٤) قد اوقفت ظاهرة التعمير بشكل كامل، حيث كشفت العقل عن زيادة في عدد الجذور المتكشفة بنسبة قدرها (١٠١.١٪) قياساً بعينة السيطرة.

جدول (١٧): تأثير السكريات (كلوكوز، فركتوز،سكروز) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية.

Concentration / Solution	١%	٢%	٣%
d/H_2O (السيطرة)	١٢.٣		
Glucose	١٩.٩* (٦.٢)	٢٦.٤** (٦.٥)	١٨ (٦.٢)
Fructose	٣١.٢** (٦.٢)	٣٤.٢** (٦.٢)	٢٩.١** (٥.٨)
Sucrose	٢٩.٦** (٥.٦)	٢٦.٣** (٥.٥)	٢٨.٤** (٤.٤)

معدل عدد الجذور في عقل الماش الطرية المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام.عوملت العقل بتراكيز مختلفة من السكريات (كلوكوز، فركتوز، سكروز) لمدة ٢٤ ساعة.ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠µg/ml) لمدة ستة ايام. القيم بين الاقواس تمثل الأُس الهيدروجيني.
قيمة (L.S.D.) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٧.٤٠٨) ، وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١=(٩.٨١٢).
A* تأثير ايجابي معنوي
A** تأثير ايجابي معنوي جداً

جدول (١٨): تأثير السكريات (كلوكوز، فركتوز،سكروز) في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة.

Concentration / Solution	١%	٢%	٣%
d/H_2O (السيطرة)	٩.٥		

Glucose	٥.٥ (٦.٢)	٥.٤ (٦.٥)	١٤.٧ (٦.٢)
Fructose	٤.٤ (٦.٢)	٤.٥ (٦.٢)	٥.٨ (٥.٨)
Sucrose	٦.١ (٥.٦)	٧.٩ (٥.٥)	١٩.١** (٤.٤)

معدل عدد الجذور في عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. غمرت بتراكيز مختلفة من السكريات (كلوكوز، فركتوز، سكروز) لمدة ثلاثة ايام. ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (١٠µg/ml) لمدة ستة ايام. القيم بين الاقواس تمثل الأُس الهيدروجيني.
قيمة (L.S.D) على مستوى احتمالية ٠.٠٥=(٥.٥٣٣) ، وعلى مستوى احتمالية ٠.٠١=(٧.٣٢٩).
** A تأثير ايجابي معنوي جداً

ومن الجذير بالذكر فإنّ معاملة العقل بالسكريات قد كشف عن بعض الملاحظات التي تتلخص بما يأتي:

١- معاملة العقل الطرية بمحاليل الكلوكوز والفركتوز والسكروز وبتركيز (١%) وبأس هيدروجيني (٦.٢ ,٦.٢ ,٥.٦) على التوالي كشف عن عقل حيوية.
٢- معاملة العقل الطرية بمحاليل الكلوكوز (٢%) وبأس هيدروجيني (٦.٥) كشف عن اصفرار الاوراق وتيبس قمم بعضها. أمّا معاملتها بالفركتوز (٢%) وبأس هيدروجيني (٦.٢) فقد كشف عن تيبس بعض قمم وحافات الاوراق. في حين ان معاملة العقل بالسكروز (٢%) وبأس هيدروجيني (٥.٥) كشف عن عقل حيوية.
٣- معاملة العقل الطرية بالكلوكوز (٣%) وبأس هيدروجيني (٦.٢) كشف عن تيبس حافات وقمم بعض الاوراق مع وجود بقع بنية اللون بين العروق. أمّا معاملة العقل بالفركتوز (٣%) وبأس هيدروجيني (٥.٨) فقد كشفت عن تيبس اطراف وقمم الاوراق. في حين ان معاملة العقل بالسكروز (٣%) وبأس هيدروجيني (٤.٤) كشف عن اصفرار بعض الاوراق.
٤- تعمير عقل الماش بمحاليل الكلوكوز كشف عن عقل حيوية باعتماد التراكيز الواطئة (٠,٢٪ ١٪) وبأس هيدروجيني (٦.٢ ,٦.٥) على التوالي، وتيبس بعض اجزاء حافات الاوراق باعتماد التراكيز العالية (٣%) وبأس هيدروجيني (٦.٢).
٥- تعمير عقل الماش بمحاليل الفركتوز كشف عن عقل حيوية باعتماد التراكيز الواطئة (١٪) وبأس هيدروجيني (٦.٢)، وتيبس بعض اجزاء حافات الاوراق باعتماد التركيز (٢%) وبأس هيدروجيني (٦.٢). وتيبس حافات الاوراق بشكل كلي او جزئي باعتماد التركيز (٣%) واس هيدروجيني (٥.٨).
٦- تعمير عقل الماش بمحاليل السكروز كشف عن عقل حيوية باعتماد جميع التراكيز واس هيدروجيني يساوي (٥.٦ ,٥.٤ ,٤.٤) على التوالي.

٣-٢ : المحور الثاني- الجانب البايوكيميائي

٣-٢-١: التقديرات الكمية للاوكسين (IAA)

يوضح شكل (٥) المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول/ غم نسيج نباتي) في السويقات الجنينية تحت الفلق (Hypocotyl) لعقل الماش الطرية المأخوذة من بادرات نامية في المحاليل المغذية المحورة الكاملة أو المنقوصة Half Strength (pH=٦.٥) لمدة عشرة ايام. وقد اشار الى ان كمية الاوكسين (IAA) الموجودة في (١) غم من هايبوكوتيل العقل المأخوذة من بادرات نامية في محلول محور كامل (عينة السيطرة) تساوي (١٩.٠٧٦) ملي مول. وان كمية الاوكسين في العينات التي ينقصها Fe, Cu, B, Mn, Se ومجموعة العناصر (Mn, Zn, Se) ومجموعة العناصر (Fe, Cu, B) تساوي (١٧.١٧٦, ١٨.٠٨, ١٧.٨٥٤, ١٧.٣١٢, ١٨.١٧١, ١٨.٤٢, ١٧.٧١٩ ملي مول على التوالي، اي انها انخفضت بنسبة مئوية قدرها (٥.٢٪, ٦.٤٪, ٩.٣٪, ٤.٨٪, ٣.٤٪, ٧.١٪, ١٠٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%. وتميزت هذه المعاملات من الناحية الاحصائية بوجود فروق سلبية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١). باستثناء المعاملات التي ينقصها الحديد حيث تميزت بوجود فروق سلبية معنوية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة. أمّا فيما يتعلق بالمعاملات التي ينقصها Zn فقد تميزت بارتفاع كمية الاوكسين، حيث كشفت عن كمية من الاوكسين تساوي (١٩.٢٥٧) ملي مول، اي انها ازدادت بنسبة مئوية قدرها (٠.٩٤%) وتميزت بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة.

يوضح شكل (٦) المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول/ غم نسيج نباتي) في هايبوكوتيل عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في المحاليل المغذية المحورة الكاملة أو المنقوصة Half Strength (pH=٦.٥) لمدة عشرة ايام والمعمرة لمدة ثلاثة ايام في الماء المقطر. وقد اشار الى ان كمية الاوكسين IAA الموجودة في (١) غم من هايبوكوتيل العقل المأخوذة من بادرات نامية في محلول محور كامل والمعمرة لمدة ثلاثة ايام في الماء المقطر (عينة السيطرة) تساوي (١٣.٨٧٣) ملي مول. وان كمية الاوكسين في العينات التي ينقصها Fe, Cu, B, Mn ومجموعة العناصر (Mn, Zn, Se) ومجموعة العناصر (Fe, Cu, B) تساوي (١٢.٦٥١, ١٢.١٩٨, ١٢.٨٧٧, ١٣.٢٣٩, ١١.٨٣٦, ١٢.٤٢٤) ملي مول على التوالي، اي انها انخفضت بنسبة مئوية قدرها (١٢.١٪, ٧.٢٪, ٤.٦٪, ٨.٨٪, ١٤.٧٪, ١٠.٥٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعدّها ١٠٠%. وتميزت جميعها من الناحية الاحصائية بعدم وجود فروق معنوية باستثناء المعاملات التي تنقصها مجموعة العناصر (Mn, Zn, Se) حيث تميزت بوجود فروق سلبية معنوية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة. أمّا فيما يتعلق بالمعاملات التي ينقصها (Se), (Zn) فقد تميزت بارتفاع كمية الاوكسين ، حيث كشفت عن كمية من الاوكسين تساوي (١٤,٢٣٤), (١٤.٣٧) ملي مول على التوالي، اي انها ازدادت بنسبة مئوية قدرها (٢.٦٪), (٣.٦٪) على التوالي وتميزت بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة.

يوضح شكل (٧) تأثير ظاهرة التعمير في المحتوى الاوكسيني (IAA) لهايبوكوتيل عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام والمعمرة لمدة ثلاثة ايام في المحاليل المغذية المحورة الكاملة أو المنقوصة Half Strength (pH= ٦.٥). وقد اشار الى ان كمية الاوكسين الموجودة في (١) غم من هايبوكوتيل العقل المعمرة في محلول محور كامل (عينة السيطرة) يساوي (١٣.٣٠٧) ملي مول. وان كمية الاوكسين في المعاملات التي ينقصها Fe, Cu, B, Mn, Se ومجموعة العناصر (Mn, Zn, Se) ومجموعة العناصر (Fe, Cu, B) تساوي

(١٤.٨٦٨ ,١٥.٠٠٤ ,١٣.٣٢٩,١٣.٤٤٣,١٤.١٦٧,١٤.٥٢٩,١٣.٩١٨) ملي مول على التوالي، اي انها ازدادت بنسبة مئوية قدرها (١١.٧٪ ,١٢.٨٪ ,٠.٢٪ ,١٪ ,٩.٢٪ ,٤.٦٪ ,٦.٥٪ على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّدها ١٠٠%. وتميزت جميعها من الناحية الاحصائية بعدم وجود فروق معنوية باستثناء المعاملات التي ينقصها Mn, Se حيث تميزت بتأثيرها الايجابي المعنوي وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة. أمّا فيما يتعلق بالمعاملات التي ينقصها Zn والعينات المعمرة بالماء المقطر (السيطرة العامة) فقد تميزت بانخفاض كمية الاوكسين، حيث كشفت عن كمية من الاوكسين تساوي (١٣.١٩٤ ,١١.١١٢) ملي مول على التوالي، اي انها انخفضت بنسبة مئوية قدرها (٠.٨٥٪ ,١٦.٥٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّدها ١٠٠%. وتميزت المعاملة الاولى (التي ينقصها Zn) بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية، على حين تميزت المعاملة الثانية (السيطرة العامة d/H_2O) بوجود فروق سلبية معنوية جداً قياساً بالسيطرة (المحلول الكامل) وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١).

يوضح شكل (٨) المحتوى الاوكسيني (IAA) في هايبوكوتيل عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام ، والمعمرة لمدة ثلاثة ايام في محاليل حامض الاسكوربيك Ascorbic Acid بتركيز (٥٠٠) جزء بالمليون وبأس هيدروجيني (٢.٢) والكلوتاثيون Glutathione بتركيز (10^{-10}) مولار وبأس هيدروجيني (٦.٤) . وقد اشار الى ان كمية الاوكسين الموجودة في (١) غم من هايبوكوتيل العقل المعمرة في الماء المقطر (عينة السيطرة) تساوي (١١.٠٦٧) ملي مول. وان كمية الاوكسين الموجودة في (١)غم من هايبوكوتيل العقل المعمرة بمحلول حامض الاسكوربك والكلوتاثيون تساوي (١٧.١٧٦, ١٧.٣٥٧) ملي مول على التوالي. اي انها ارتفعت بنسبة مئوية قدرها (٥٦.٨٪ ,٥٥.٢٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّدها ١٠٠%. وتميزت كلا المعاملتين من الناحية الاحصائية بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة.

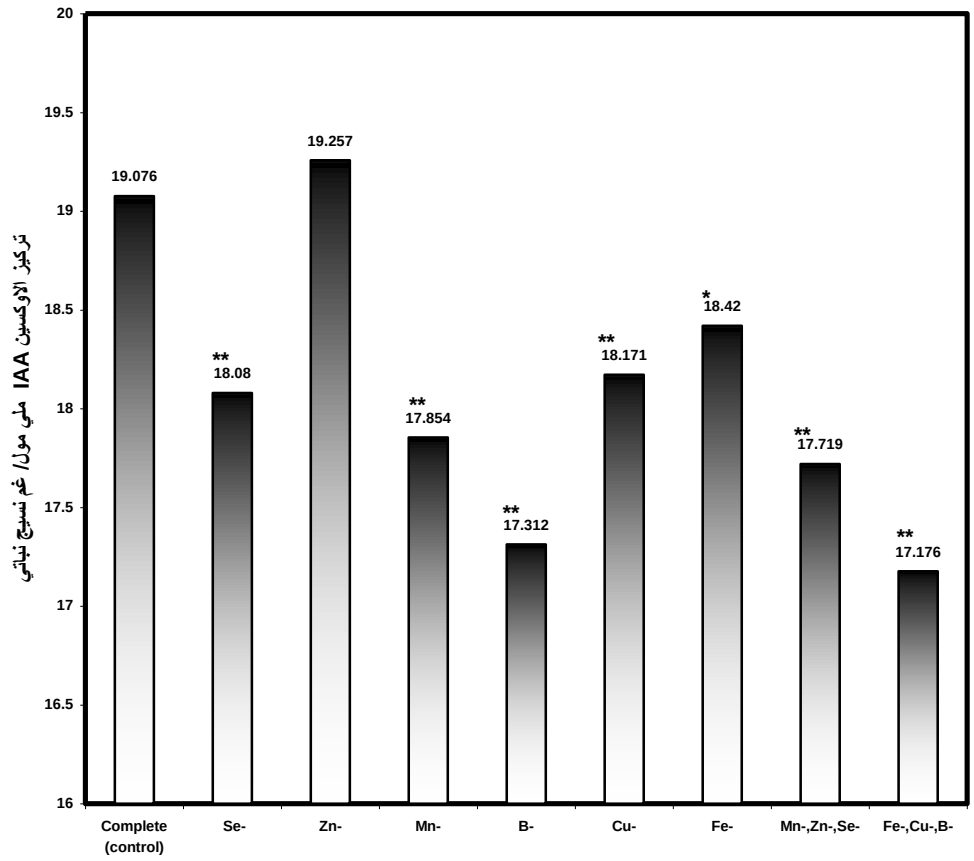
يوضح شكل (٩) تأثير ظاهرة التعمير في المحتوى الاوكسيني (IAA) لهايبوكوتيل عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام، والمعمرة لمدة ثلاثة ايام في محاليل بعض المركبات الفينولية المتمثلة بـCinnamin Acid بتركيز (10^{-3}) مولار واس هيدروجيني = (٣.٧٥) وo-Coumaric Acid بتركيز (10^{-3}) مولار واس هيدروجيني = (٣.٨٥) و Caffeic Acid بتركيز (10^{-3}) مولار واس هيدروجيني = (٣.٤) و Gallic Acid بتركيز (10^{-7}) مولار واس هيدروجيني=(٣.٨٥) و Phenol بتركيز (10^{-5}) مولار وأُس هيدروجيني=(٥.٧) وo-Hydroxy Catechol بتركيز (10^{-5}) مولار وأُس هيدروجيني =(٥.٣) وm-Hydroxy Resorcinol بتركيز (10^{-3}) مولار واس هيدروجيني=(٥.٢٥) وp-Hydro Quinone بتركيز (10^{-3}) مولار وبأس هيدروجيني=(٥.٧). وقد اشار الى ان كمية الاوكسين الموجودة في (١) غم من هايبوكوتيل العقل المعمرة في الماء المقطر (عينة السيطرة) تساوي (١١.٠٦٧) ملي مول. وان كمية الاوكسين الموجودة في (١) غم من هايبوكوتيل العقل المعمرة في المحاليل اعلاه تساوي (١٢.٩٢٣, ١٤.٣٢٥, ١٥.٥٩٢, ٢٠.٤٧, ١٤.٧٥٥, ١٤.٠٥٣, ١٣.٠١٣, ١٥.٠٤٩) ملي مول على التوالي، اي انها ارتفعت بنسبة مئوية قدرها (١٦.٨٪,٢٩.٤٪,٤٠.٩٪,٨٥٪,٣٣.٣٪,٢٧٪,١٧.٦٪,٣٦٪) على

التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّها ١٠٠%. وتميزت جميعها من الناحية الاحصائية بوجود فروق ايجابية معنوية جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) قياساً بعينة السيطرة.

يوضح شكل (١٠) تأثير ظاهرة التعمير في المحتوى الاوكسيني (IAA) لهايبوكوتيل عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام ، والمعمرة لمدة ثلاثة ايام في محاليل السكريات (الكلوكوز والفركتوز والسكروز) وبتركيز ٣% وأس هيدروجيني مقداره (٦.٢٥ ,٥.٨٥ ,٤.٤) على التوالي. وقد اشار الى ان كمية الاوكسين الموجودة في (١) غم من هايبوكوتيل العقل المعمرة في الماء المقطر (عينة السيطرة) تساوي (١١.٠٦٧) ملي مول. وان كمية الاوكسين الموجوة في (١) غم من هايبوكوتيل العقل المعمرة بمحاليل الكلوكوز والفركتوز والسكروز تساوي (١٧.٦٢٨,١٥.٦٨٣,١٥.٤١١) ملي مول على التوالي. اي انها ازدادت بنسبة مئوية قدرها (٥٩.٣٪ ,٤١.٧٪ ,٣٩.٣٪) على التوالي قياساً بعينة السيطرة بعّها ١٠٠%. ومن الناحية الاحصائية تميزت معاملة الكلوكوز بوجود فرق ايجابي معنوي جداً وعلى مستوى احتمالية (٠.٠١) ، على حين تميزت معاملتي الفركتوز والسكروز بوجود فروق ايجابية معنوية وعلى مستوى احتمالية (٠.٠٥) قياساً بعينة السيطرة.

يوضح شكل (١١) المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول / غم نسيج نباتي) في اجزاء مختلفة من عقل الماش الطرية، المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. وقد اشار الى ان كمية الاوكسين الموجودة في (١) غم من الاوراق الاولية والبراعم تساوي(١٦.٩٩٥) ملي مول (اعلى قيمة موازنة بالاجزاء الاخرى). أمّا كمية الاوكسين الموجودة في (١) غم من السويقات الجنينية فوق الفلق (Epicotyl) فتساوي (١٤.٧٧٧) ملي مول. اي انها انخفضت بنسبة مئوية قدرها (١٣.١٪) قياساً بكمية الاوكسين في الاوراق بعّها ١٠٠%. في حين ان كمية الاوكسين الموجودة في (١) غم من السويقات الجنينية تحت الفلق (Hypocotyl) تساوي (١١.٠٢٢) ملي مول، اي انها انخفضت عن قيمتها في الاوراق والابيكوتيل بنسبة مئوية قدرها (٣٥.٢٪,٢٥.٤٪) على التوالي.

أمّا شكل (١٢) فيوضح تأثير ظاهرة التعمير (لمدة ثلاثة ايام في الماء المقطر) في المحتوى الاوكسيني IAA للاجزاء الثلاثة المذكورة انفاً. وقد اشار الى ان كمية الاوكسين الموجودة في (١) غم من الاوراق الاولية والبراعم يساوي (١٤.٧٧٨) ملي مول (اعلى قيمة موازنة بالاجزاء الاخرى). أمّا كمية الاوكسين الموجودة في (١)غم من السويقات الجنينية فوق الفلق (Epicotyl) فتساوي (٩.٩٣٦) ملي مول، اي انها انخفضت بنسبة مئوية قدرها (٣٢.٨٪) قياساً بكمية الاوكسين في الاوراق بعّها ١٠٠%. في حين ان كمية الاوكسين الموجودة في (١) غم من السويقات الجنينية تحت الفلق (Hypocotyl) تساوي (١١.٠٦٧) ملي مول. اي انها انخفضت بنسبة (٢٥.١%) قياساً بكمية الاوكسين في الاوراق الاولية وارتفعت بنسبة (١١.٣٨%) قياساً بكمية الاوكسين في الابيكوتيل.

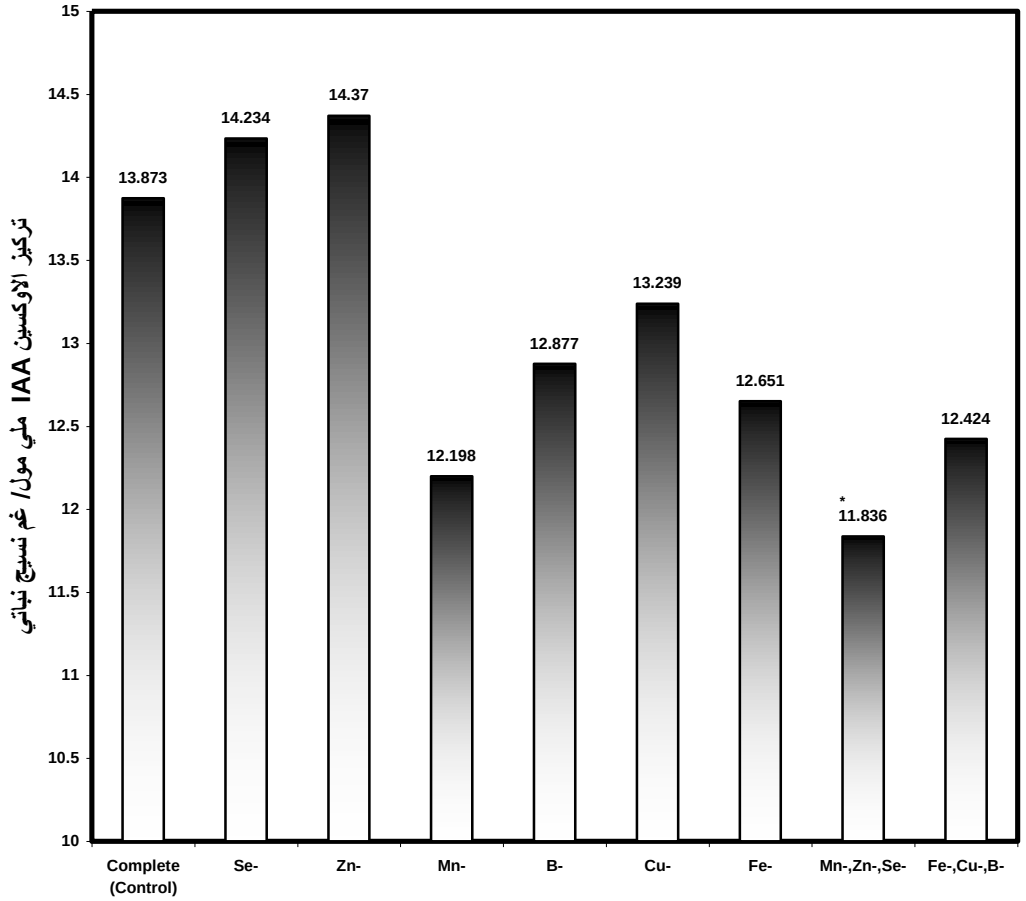


شكل (٥): المحتوى الاوكسيني IAA(ملي مول / غم نسيج نباتي) لهايبوكوتيل عقل الماش الطرية الماخوذة من بادرات نامية في المحاليل المغذية المحورة الكاملة أو المنقوصة (Half Strength).

قيمة L.S.D. على مستوى احتمالية ٠.٠٥ = (٠.٦١٥) و على مستوى احتمالية ٠.٠١= (٠.٨٨٣)

A* تأثير سلبي معنوي

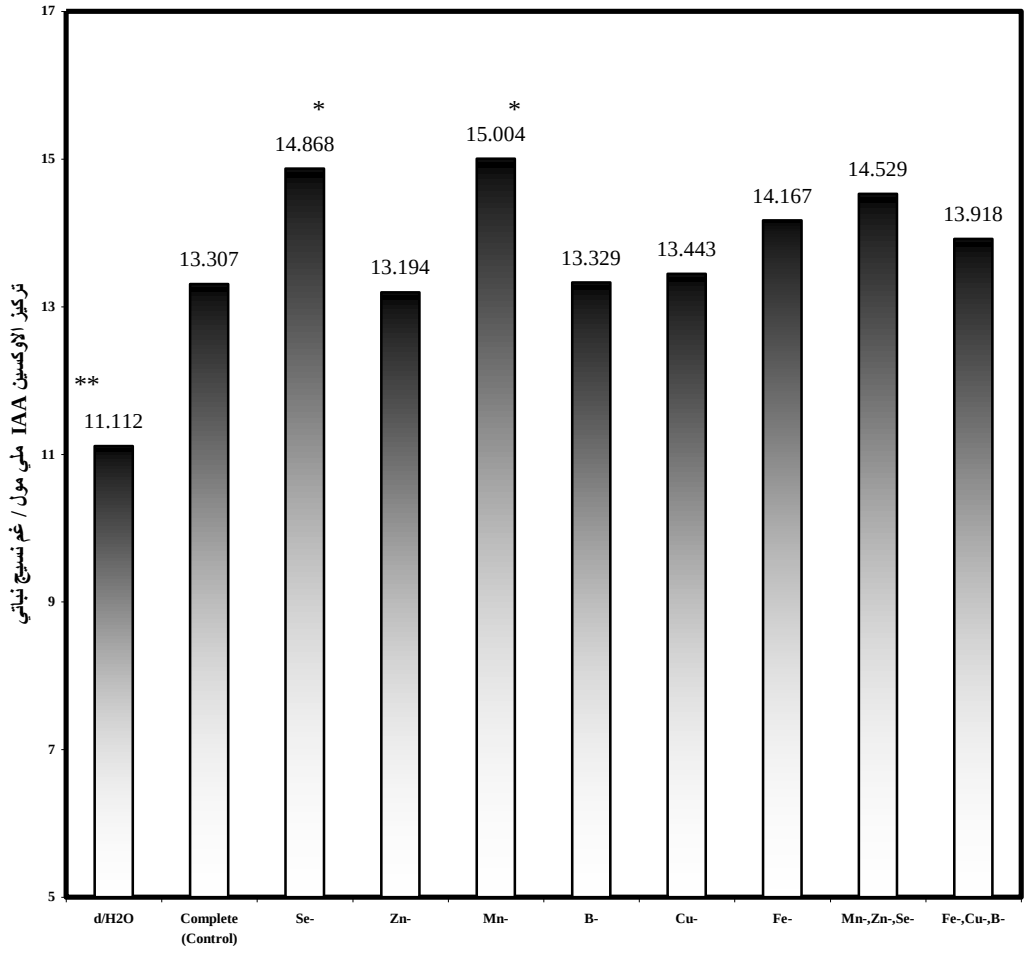
A ** تأثير سلبي معنوي جدا



شكل (٦): تأثير ظاهرة التعمير في المحتوي الاوكسيني IAA (ملي مولر / غم نسيج نباتي) لهايبوكوتيل عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في المحاليل المغذية المحورة الكاملة أو المنقوصة (Half strength)

قيمة L.S.D. على مستوى احتمالية ٠.٠٥ = (١.٨٣٢) و على مستوى احتمالية ٠.٠١= (٢.٦٣٢)

A* تأثير سلبي معنوي

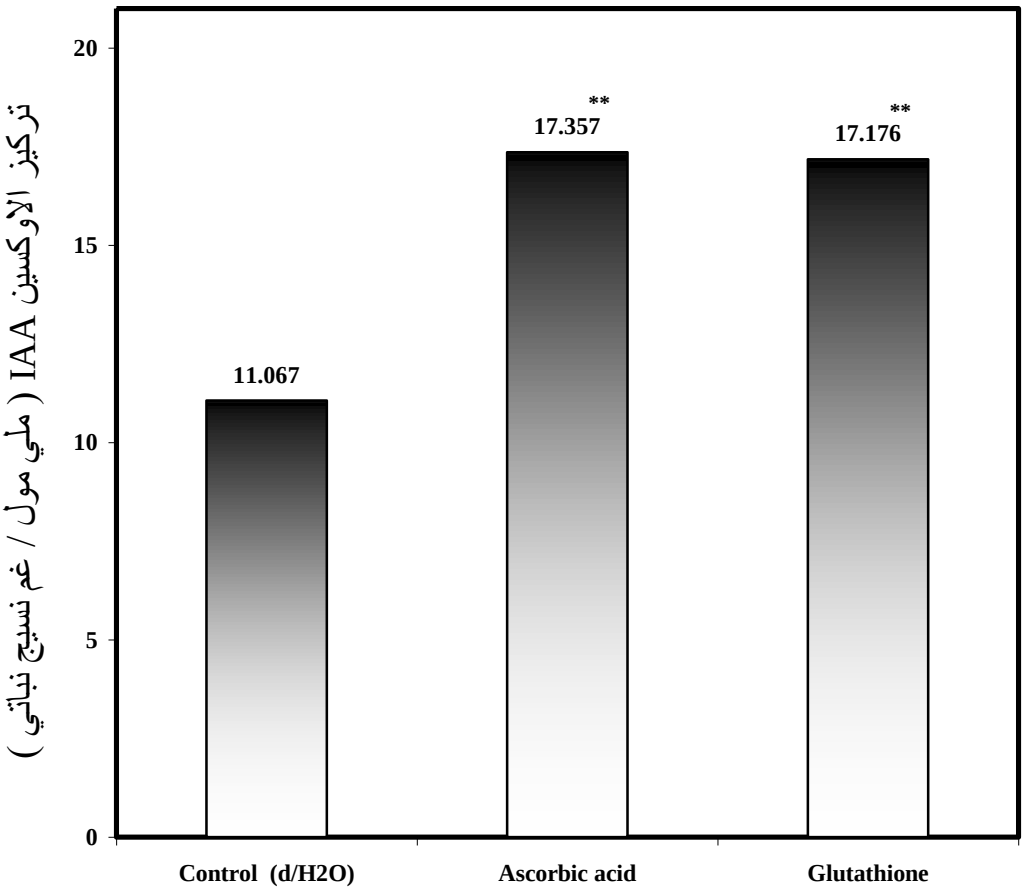


شكل (٧): المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول/غم نسيج نباتي) لهايبوكوتيل عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر و المعمرة لمدة ثلاثة ايام في المحاليل المغذية المحورة الكاملة أو المنقوصة (Half Strength) ، الاس الهيدروجيني= ٦.٥

قيمة .L.S.D على مستوى احتمالية ٠.٠٥ = (١.٥٢٣) و على مستوى احتمالية٠.٠١= (٢.١٦٦)

A** تأثير سلبي معنوي جدا

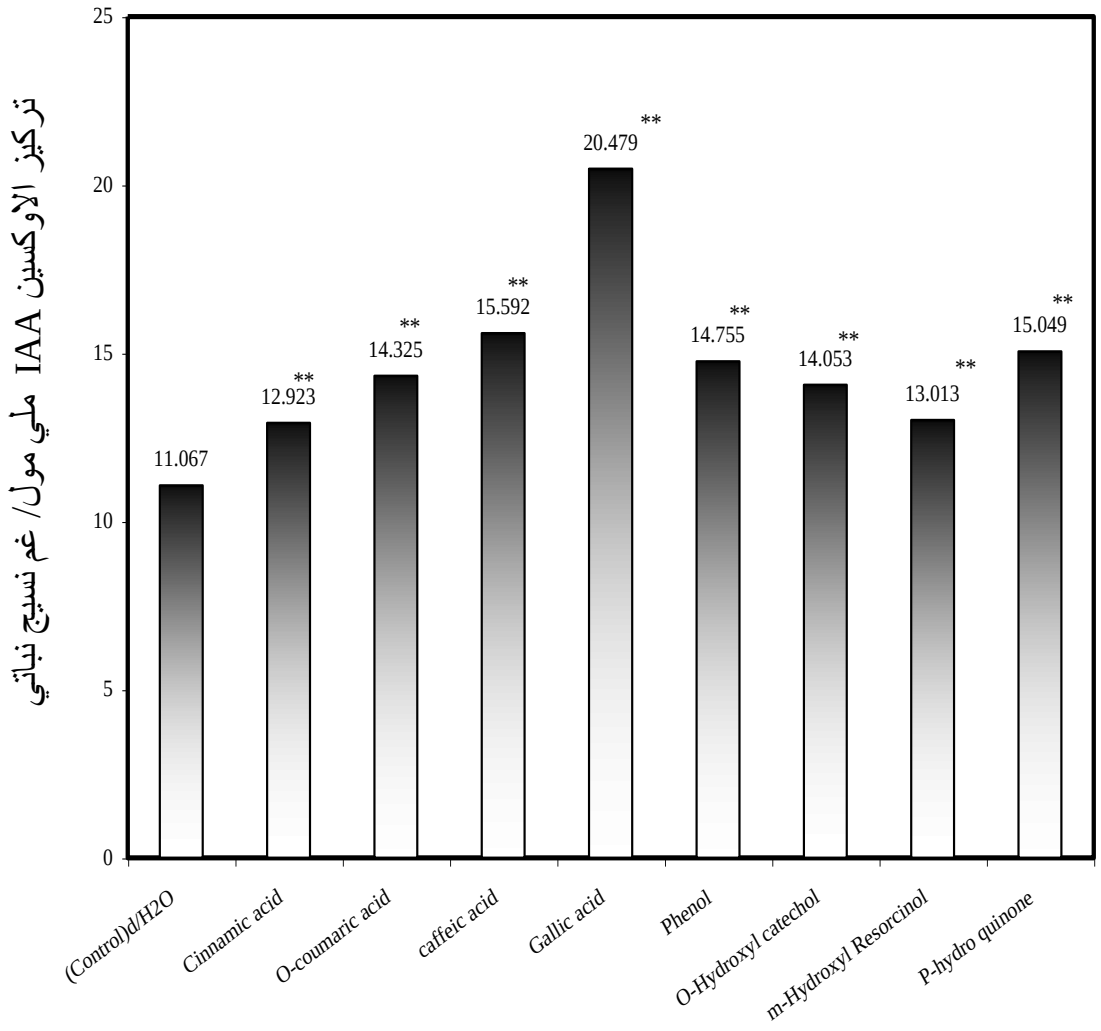
A* تأثير ايجابي معنوي



شـكل (٨): المحتـوى الاوكسـني IAA (ملـي مـول / غـم نسـيج نبـاتي) لهايبوكوتيل عقل الماش المعمرة لمدة ثلاثة ايام في محلول فيتـامين C بتركيز ٥٠٠ جزء بالمليون أو الكلوتاثيون بتركيز(10^{-10} مولر) الاس الهيدروجيني = (٢.٢ و ٦.٤)على التوالي .

قيمـة L.S.D. علـى مسـتوى احتماليـة ٠.٠٥ = (١.٣٨٧) و علـى مسـتوى احتمالية ٠.٠١= (٢.٥٤٥)

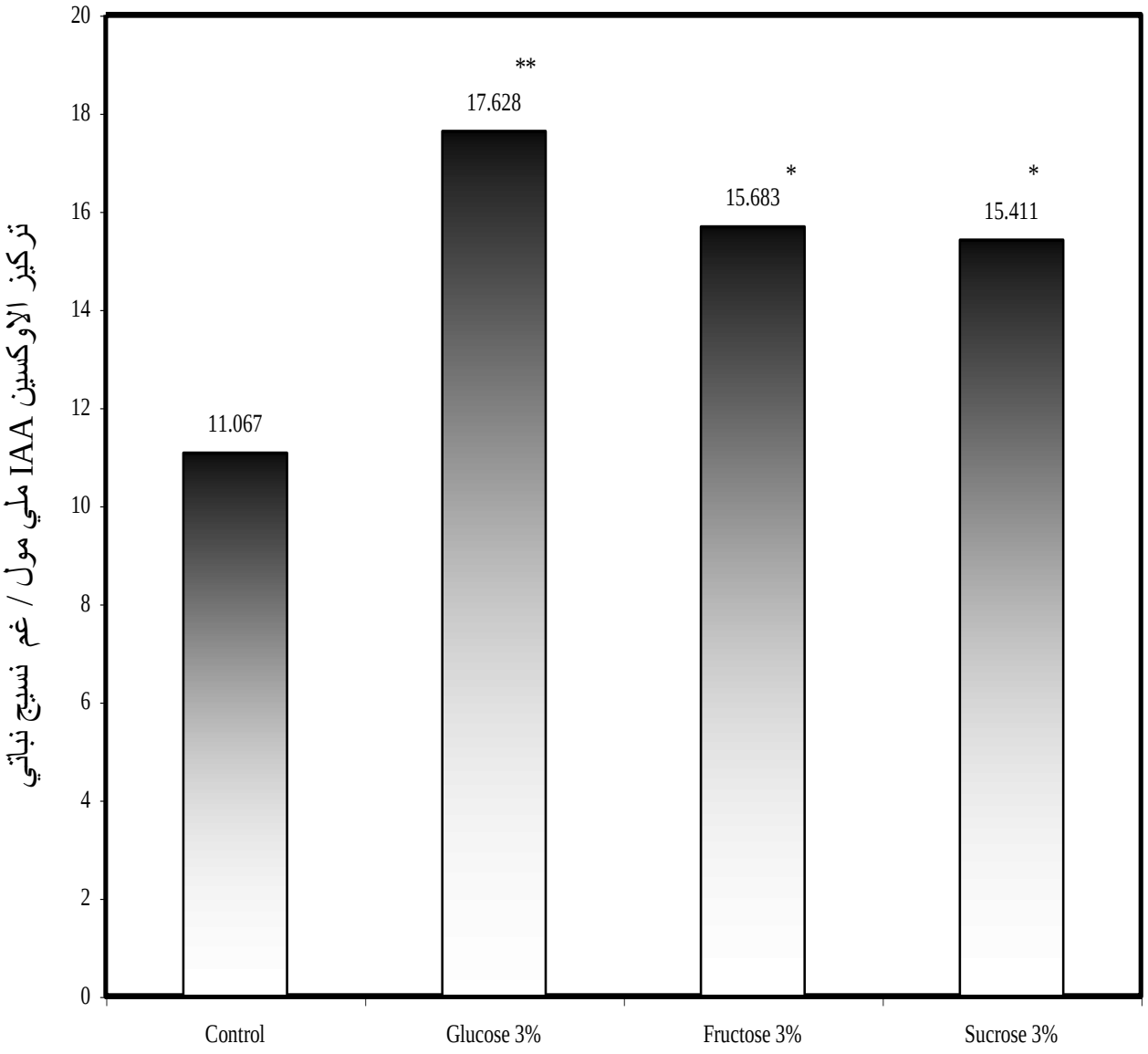
** A تأثير ايجابي معنوي جدا



شكل (٩) : المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول / غم نسيج نباتي) لهايبوكوتيل عقل الماش المعمرة لمدة ثلاثة ايام في بعض المركبات الفينولية و بتركيز ($١٠^{-٣}$, $١٠^{-٣}$, $١٠^{-٧}$, $١٠^{-٥}$, $١٠^{-٥}$, $١٠^{-٣}$, $١٠^{-٣}$) مولار على التوالي وبأس هيدروجيني (٣.٧٥، ٣.٨٥، ٣.٤، ٣.٨٥، ٥.٧، ٥.٣، ٥.٢٥، ٥.٧) على التوالي من يسار الشكل الى يمينه.

قيمة L.S.D. على مستوى احتمالية ٠.٠٥ = (١.٠٢١) و على مستوى احتمالية ٠.٠١= (١.٤٦٧)

A** تأثير ايجابي معنوي جداً

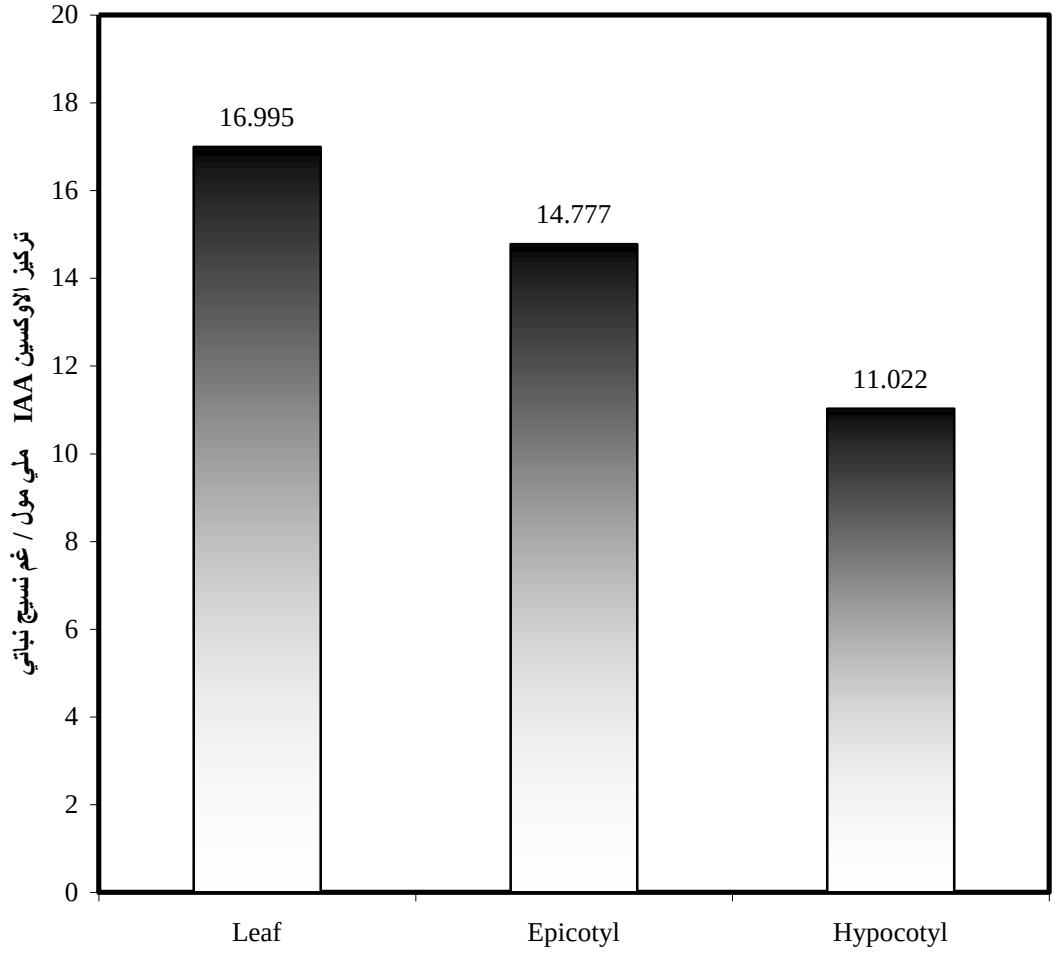


شكل (١٠) : المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول / غم نسيج نباتي) لهايبوكوتيل عقل الماش المعمرة لمدة ثلاثة ايام في محاليل الكلوكوز أو الفركتوز أو السكروز وبتركيز ٣% والأُس الهيدروجيني= (٦.٢٥، ٥.٨٥، ٤.٤) على التوالي.

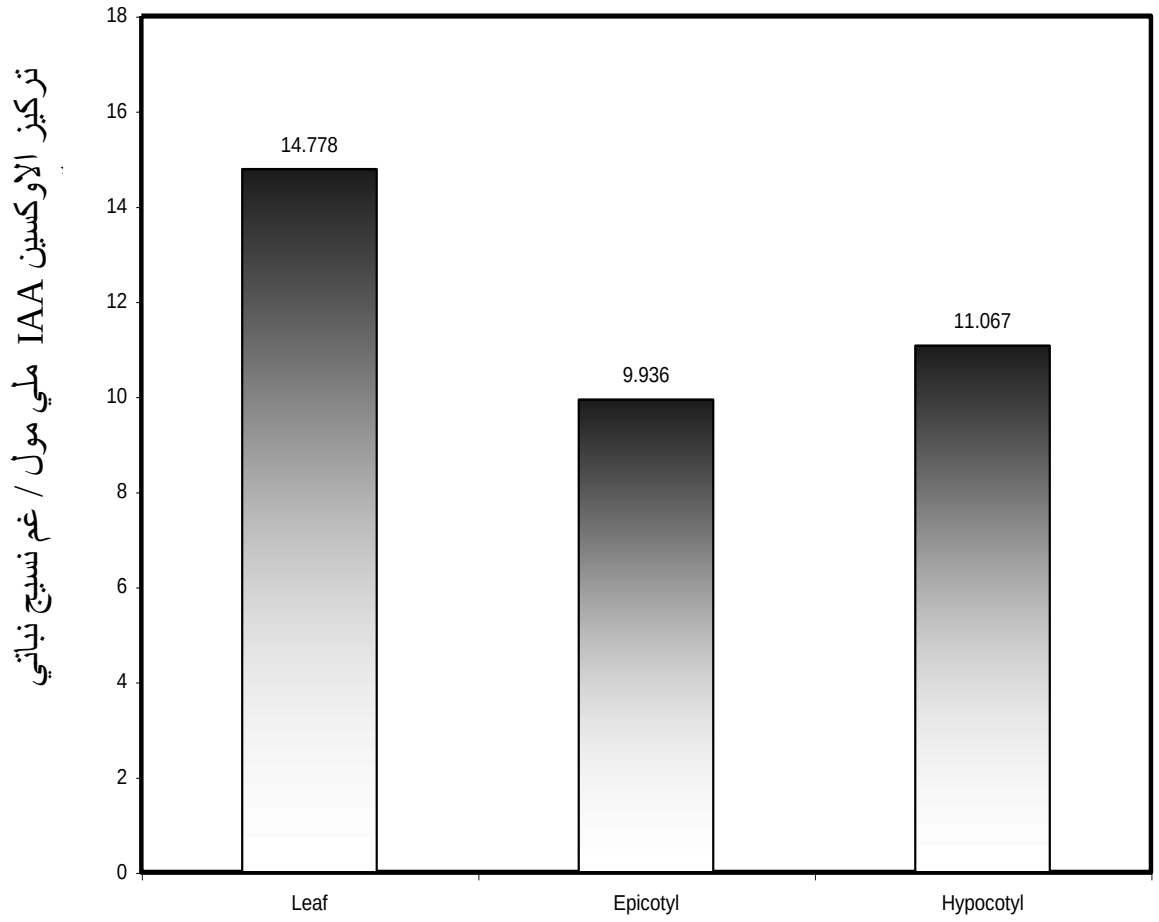
قيمة L.S.D على مستوى احتمالية ٠.٠٥ = (٢.٩٧٦) و على مستوى احتمالية ٠.٠١= (٤.٩٣٤)

* A تأثير ايجابي معنوي

** A تأثير ايجابي معنوي جدا



شكل (١١) : المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول / غم نسيج نباتي) لأجزاء مختلفة من عقل الماش الطرية ، المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام (Total IAA =٤٢.٧٩٤)



شكل (١٢) : المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مول / غم نسيج نباتي) لأجزاء مختلفة من عقل الماش المعمرة لمدة ثلاثة ايام بالماء المقطر . اخذت العقل من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام (Total IAA= ٣٥.٧٨١).

الفصل الرابع

المناقشة Discussion

افترض Leshem (١٩٨١) نظرية الجذور الحرة في التعمير لتوضيح علاقة تلف الخلايا مع تقدم العمر في الحيوانات والنباتات، موضحاً ان اكسدة اللبيدات ترتبط بشيخوخة النبات ، وان مضادات الاكسدة تعمل ككوابح داخلية للجذور الحرة مخفضة بذلك عمليات التعمير في النباتات. وقد اشار Ishii وجماعته (٢٠٠١) من خلال دراستهم ظاهرة التعمير في النيماتودا Nematode الى ان الجذور الحرة والاشكال التابعة لها في الخلايا والاعضاء المعمرة تتولد بشكل اولي في المايتوكوندريا كنواتج غير مرغوب فيها لعملية الفسفرة التأكسدية، وان الجذور الحرة تحفز مدى واسع من التلف الذي يؤثر في التماسك الجزيئي والخلوي والعضوي. اما Davies (١٩٨٣) فقد وصف التعمير بانها الظاهرة التي ترتبط بشكل جوهري بالتغيرات الهدمية في الايض الحيوي. وقد اشار الى ان التغاير في التوازن الهرموني الدقيق فقط يُعدّمن الاحداث الجزيئية التي تؤدي الى تلك التغيرات.

إنّ العمليات التي تؤدي الى انخفاض استجابة التجذير في عقل الماش خلال ظاهرة التعمير قد تعزا الى قلة المحتوى الاوكسيني في منطقة نشوء الجذور (الهايبوكوتيل) او في مكان اخر من العقلة كالاوراق مثلاً. ومن خلال دراسة طبيعة العمليات التأكسدية التي يفترض زيادة معدلاتها خلال ظاهرة التعمير اعتماداً على توافر عوامل الاكسدة من جانب، او قلة العوامل التي تشترك في الميكانيكيات الدفاعية المضادة للاكسدة من جانب آخر. اشارت التقديرات الكمية للاوكسين الطبيعي (Endogenous IAA) في عقل الماش الطرية والمعمرة المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر كما في الشكل (١١ و ١٢) الى ان المحتوى الاوكسيني الكلي (Total IAA) في العقل الطرية يساوي (٤٢.٧٩٤) ملي مول، وقد انخفض في العقل المعمرة الى (٣٥.٧٨١) ملي مول. كما انخفض محتوى الاوكسين IAA في هايبوكوتيل العقل المعمرة عما هو عليه في هايبوكوتيل العقل الطرية (١٩.٠٧٦ الى ١٣.٨٧٣ ملي مول) المأخوذة من بادرات نامية في المحاليل المغذية المحورة Half Strength (شكل ٥ و ٦).

إنَّ هذه النتائج تتفق مع نتائج الجانب الفسيولوجي المتعلقة بقلة استجابة التجذير في العقل المعمرة قياساً بالعقل الطرية (جدول ٩ ومعظم الجداول الاخرى) من جانب، وتؤكد ايضاً احدى الفرضيات التي تفسر اسباب ظاهرة التعمير (او العمليات التي تحصل خلالها) وهي انخفاض مستوى الاوكسين الطبيعي، التي تم اثباتها سابقاً من قبل العلواني (١٩٩٨) باستعمال نفس النوع من العقل وبتقنية الكشف الاحيائي القديمة (Auxin Bioassay) من جانب اخر. علماً ان التقديرات الكمية قيد الدراسة قد تمت باستعمال تقنية Spectrophtometry.

إنّ انخفاض المحتوى الاوكسيني في العقل المعمرة (خلال مدة التعمير) ربما يعود الى (١) قلة تخليق الاوكسين في الاوراق الاولية للعقل المعمرة باعتبارها المركز الرئيسي لتخليقه، حيث اشار Hartmann وجماعته (١٩٨٨) الى انخفاض محتوى الاوكسين في الاوراق خلال عملية التعمير. كما اشار Wilkins (١٩٧٥) الى انخفاض او توقف تخليق الاوكسين في الاوراق كاملة الاتساع (Fully Expanded Leaves)، وهذا ما اكدته نتائج هذه الدراسة حيث

اظهر الشكلان (١١ و ١٢) انخفاض محتوى IAA بشكل معنوي في اوراق العقل المعمرة و بنسبة مئوية قدرها (١٣.٠٥%) قياساً بالعقل الطرية. (٢) قلة الانتقال القاعدي Basipetal Transport للاوكسين، وهذا ما اكده Shaheed (١٩٨٧)، حيث اشار الى انخفاض معدل الانتقال القاعدي للاوكسين في عقل الماش المعمرة عند معاملة الاوراق الاولية بـ (Foliar Application) C^{14}-IAA. (٣) تحول الاوكسين الحر الى اوكسين مرتبط في العقل المعمرة، وهذا يتفق مع Norcini وجماعته (١٩٨٥) الذي اشار الى تغاير مستوى الاوكسين الحر والمرتبط خلال عملية التجذير. كما بين الاخير ان مستوى الاوكسين الحر يكون عالياً بعد مرور ٢٤-٣٦ ساعة، وهذا يتزامن مع انقسام الخلايا وتكوين البادئات الجذرية ثم ينخفض بشدة بعد مرور ٧٢-٩٦ ساعة متزامناً مع تكشف البادئات الجذرية الى جذور مرئية، وفي حالة حصول تحول الاوكسين الحر الى مرتبط وانخفاض مستواه سوف يتغير مستوى الاحداث المذكور آنفاً، مما يؤدي الى خفض استجابة التجذير. (٤) حصول عمليات اكسدة بمعدلات اعلى في العقل المعمرة التي سيتم مناقشتها لاحقاً من خلال النتائج التي تم الحصول عليها.

اظهرت عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland (جدول ٥) زيادة في عدد الجذور المتكشفة في العقل الطرية المستحثة بالاوكسين (NAA, 10^{-4}M) لمدة ٢٤ ساعة قياساً بالعقل الطرية غير المستحثة وبنسبة زيادة قدرها (١٩٥.٢%). ان هذه الزيادة تعزا الى الدور التحفيزي للاوكسين المجهز من الخارج (Exogenous Auxin) ، حيث اشار Chen وجماعته (١٩٩٥) الى قابلية الاوكسين (NAA) في تحفيز مضاعفة DNA، واستنساخ RNA، وتخليق البروتينات ومن ثم انقسام واستطالة الخلايا التي تؤدي الى تكوين الجذور العرضية. كما ان الزيادة في استجابة التجذير في العقل الطرية المأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland (جدول ٥) قياساً بالعقل الطرية المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر (معاملات التجذير الروتينية) يعزا الى تأثير العناصر الغذائية فضلاً عن العوامل الهرمونية في عملية تكوين الجذور العرضية. وهذا ما اكدته سالم (٢٠٠٠) باستعمال نفس النوع من العقل.

أمّا بخصوص العقل المعمرة فقد اشار جدول (٥-B) الى انخفاض استجابة التجذير في العقل المعمرة غير المستحثة (١٥.٥ جذراً/ عقلة) قياساً بالعقل الطرية غير المستحثة (٢٢.٤١ جذراً/ عقلة) و بنسبة انخفاض قدرها (٣٠.٨%)، في حين انخفضت استجابة التجذير في العقل المعمرة بالماء المقطر والمستحثة بالاوكسين (٥٨.٣٣ جذراً/ عقلة) جدول (٥-A) قياساً بالعقل الطرية المستحثة بالاوكسين (٦٦.١٦ جذراً/ عقلة) بنسبة انخفاض قدرها (١١.٨%) ويعزا هذا الى العمليات التأكسدية التي تحدث خلال ظاهرة التعمير التي ادت الى انخفاض استجابة التجذير في العقل المعمرة كما هو الحال في جدول (٩) ، ومما يؤكد ذلك افتراضات Leshem (١٩٨١) و Ishii وجماعته (٢٠٠١) المشار اليها انفاً. وقد اشار Sarath وجماعته (١٩٨٦) الى انخفاض الفعاليات الحيوية بصورة تدريجية في العقل المعمرة كتدهور الاحماض النووية والرايبوسومات في الاوراق الناضجة وتحطم البروتينات والكلوروفيل او تناقص المحتوى الاوكسيني بزيادة عمر الاوراق (Hartmann, *et al.*١٩٨٨). او عمر عقل الماش (العلواني، ١٩٩٨). او انخفاض الحالة الغذائية في العقل المعمرة قياساً بالطرية فيما يتعلق بالبروتينات والكاربوهيدرات والعناصر المعدنية (سالم، ٢٠٠٠). او تغير في مكونات وخواص الغشاء البلازمي وانخفاض كمية البروتين والدهون المفسفرة (الخفاجي، ٢٠٠١). او انخفاض معدل النتح، وانخفاض معدل

اخذ الاوكسين المجهز قاعدياً للعقل الذي قد يرتبط مع انخفاض النتح في عقل الماش المعمرة (Shaheed, ١٩٩٧). زيادة على ذلك فقد أكد الاخير على انخفاض معدل الانتقال العلوي للاوكسين من منطقة الهايبوكوتيل باتجاه الاوراق في العقل المعمرة، وانخفاض معدل الانتقال القاعدي للاوكسين المجهز للاوراق في العقل المعمرة.

إنّ ارتفاع نسبة عدد الجذور في العقل الطرية المستحثة وانخفاضها في العقل الطرية غير المستحثة (عينة السيطرة العامة) قد تزامن مع انخفاض معدل اطوال الجذور الذي يساوي (١٠) ملم قياساً بعينة السيطرة العامة (١٥) ملم، اي انخفض بنسبة قدرها ٣٣.٣%. وقد تزامن ذلك ايضاً مع انخفاض معدل مساحة الوريقات الوسطى للاوراق الحقيقية الاولى – ثلاثية الوريقات بنسبة انخفاض قدرها (٦٩%)، مما يشير الى ان زيادة تكوين الجذور العرضية في العقل الطرية المستحثة بالاوكسين (NAA, ١٠$^{-٤}$M) كانت على حساب نمو الجزء الخضري المتمثل بالاوراق وعلى حساب اطوال الجذور . وربما يعود السبب في ذلك الى دور الاوكسين في حث تكوين الجذور العرضية، حيث ينفرد الاوكسين في عملية النشوء (Blakesly, *et al.* ١٩٩١)، زيادة على دوره في العمليات الحيوية المرتبطة بتكوين الجذور (Ali, *et al.* ١٩٩٨) او ربما يعود الى تأثيره في انتقال الكاربوهيدرات الى منطقة نشوء الجذور حيث ينشط الانزيمات المتعلقة بايض الكاربوهيدرات (Bhattacharya & Nanda, ١٩٧٨).

كشفت عقل الماش المأخوذة من بادرات نامية في محلول Hoagland عن ظهور الاوراق الحقيقية الاولى ١-St True Tri-Foliated Leaves على نقيض عمليات التجذير الروتينية (عندما تؤخذ العقل من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام). وربما يعزا ذلك الى دور المغذيات التي تُعدّالعوامل المحددة للنمو وتكوين الجذور العرضية. وهذا ما اكده Thimann و Poutasse (١٩٤١)، زيادة على دورها في رفع او خفض كمية الكاربوهيدرات الذائبة الضرورية للنمو والتكشف، اذ ان تأثيرها يعتمد على الحالة الغذائية الداخلية للعقل، وهذا يتفق مع Audus (١٩٦٣).

يشير جدول (٥-A) الى انخفاض معنوي من الناحية الاحصائية في استجابة تجذير عقل الماش المستحثة بالاوكسين (المعمرة بالماء المقطر) والمأخوذة من بادرات نامية في محلول Hoagland الذي ينقصه البورون (pH=٥.٤) قياساً بعينة السيطرة (المحلول الكامل). وقد تزامن ذلك مع زيادة معنوية في المعاملات غير المستحثة بالاوكسين (جدول ٥-B) . ولتوضيح هذا التناقص في استجابة التجذير فانه لايخفى علينا ان للبورون اهمية كبيرة في العمليات الايضية من خلال (١) دوره في العلاقات المائية، ونشاط امتصاص الاملاح، وتمثيل الفسفور، والتمثيل الضوئي، والايض النتروجيني، وتمثيل الدهون، وتمثيل الهرمونات، وتمثيل DNA في المرستيمات، ونمو وتكشف الخلايا، وذلك من خلال تأثيره في انتقال السكر (ديفيلين، ١٩٨٥). (٢) نقصه يكون مصحوباً بانخفاض فعالية الانزيمات التي تؤكسد هورمون الاوكسين IAA مثل انزيم IAA-oxidase (Parish, ١٩٦٨). (٣) نقصه يسبب شذوذ تركيبية في الجدران الابتدائية للخلايا ويثبط انقسام واستطالة الخلايا (Hopkins, ١٩٩٩). (٤) نقصه يكون مصحوباً بنقصان في محتوى RNA (Hopkins, ١٩٩٩ . (٥) نمو وتكشف البادئات الجذرية يتطلب وجود البورن، على حين يستحث نشوء الجذور بالاوكسين فقط (Gorter, ١٩٥٨).

إنّ انخفاض استجابة التجذير في الحالة الاولى (المعاملة المستحثة) يعزا الى حدوث خلل في التوازن الهرموني في منطقة نشوء الجذور اي (محتوى الاوكسين الطبيعي IAA والاوكسين المجهز من الخارج NAA) والفعل المتبادل بينهما من جهة وبين البورون الذي جهز للعقل بعد المعاملة الاوكسينية من جهة اخرى ، بحيث لم تتوافق في فعلها مع المراحل الزمنية التي يعمل فيها الاوكسين بدوره المعروف في حث نشوء الجذور، والبورون بدوره المعروف في نمو وتكشف البادئات الجذرية، حيث ان العقل في كلتا الحالتين (المستحثة وغير المستحثة) اخذت من بادرات نامية في محاليل Hoagland ينقصها عنصر البورون (اي بمعنى اخر ان نقص البورون شمل النباتات الام ومراحل التعمير في العقل)، وهذا يتفق مع استنتاجات (١٩٨٧) Shaheed حيث اشار الى ان عقل الماش النامية في الضوء تظهر حاجتها للبورون بعد ٤٨ ساعة من انتهاء المعاملة الاوكسينية التي امدها ٢٤ ساعة، وعليه يمكن تجهيز البورون خلال مرحلة نمو البادرات او خلال معاملة العقل بالاوكسين او بعد الانتهاء من معاملة العقل بالاوكسين شرط ان لا تتجاوز الـ ٧٢ ساعة الاولى من اخذ العقل. حيث اقترح الاخير انه لكي يبدأ طور النمو والتكشف للبادئات الجذرية يجب ان ينخفض مستوى الاوكسين الذي يتزامن مع تجهيز البورون من الخارج الذي يعمل على زيادة فعالية انزيم IAA-oxidase من خلال ارتباطه مع مركبات orthodiphenols التي تعمل كحاميات للاوكسين . مما يؤكد الحالة الثانية اي زيادة استجابة التجذير (جدول ٥-B) من خلال حصول حالة توازن هورموني تنسجم مع الفعل المتبادل بين عنصر البورون المجهز بعد مرحلة التعمير مباشرة وبين الاوكسين الطبيعي IAA الذي يوجد بكمية ملائمة من الناحية الفسيولوجية في منطقة نشوء الجذور خلال مراحل عملية تكوين الجذور. وهذا يساعد في تفسير الزيادة المعنوية احصائياً في استجابة التجذير في المعاملات المعمرة (غير المستحثة) التي ينقصها البورون (جدول ٩-B) . حيث ارتفعت استجابة تجذير العقل بنسبة زيادة قدرها (٤١.٨%) قياساً بعينة السيطرة (المحلول الكامل) وانخفاض المحتوى الاوكسيني الى (١٢.٨٧٧) ملي مول قياساً بالسيطرة اي (١٣.٨٧٣) ملي مول (شكل ٦)، مع الاخذ بنظر الاعتبار وجود عنصر السلينيوم كمضاد للاكسدة بتركيز (٠.٠١) جزء بالمليون الذي يتأين بتأكسدين Se^{+2} و Se^{+4} من خلال ارتباطه في الانزيمات المحفزة لتفاعلات الاكسدة – الاختزال.

ومما تجدر الاشارة اليه ان انخفاض معدل عدد الجذور في المعاملات التي ينقصها البورون (جدول ٥-A) قد صاحبه ارتفاع في معدل اطوال الجذور (مساوية لعينة السيطرة). إنّ سبب ذلك ربما يعود الى ان نقص البورون في المراحل الاولى (النباتات الام) قد عوضه البورون المجهز للعقل المستحثة بعد مرحلة التعمير ودوره في نمو وتكشف البادئات الجذرية، حيث اشار Middleton وجماعته (١٩٧٨a) من خلال دراستهم على عقل الماش من ضرب Berkin المأخوذة من بادرات نامية في الضوء الى ان البورون ملازم لنمو وتكشف البادئات الجذرية وتحولها الى جذور مرئية، وان هذا التكشف لايتم إلاّ عند معاملة العقل بالبورون فقط. او ربما يعود الى محتوى الاوكسين العالي الذي يعززه نقص البورون في المراحل الاولى، حيث اشار Parish (١٩٦٨) الى ان نقص البورون يعزز وجود الاوكسين. وقد اشار Dutta و McIlrath (١٩٦٤) الى تلاشي فعالية انزيم Peroxidase في غياب البورون في بعض الأنسجة مما يسبب زيادة في تاثير الاوكسين. وهذا يوضح كذلك الزيادة في استجابة التجذير ومعدلات اطوال الجذور ومعدل مساحة الوريقات الوسطى في المعاملات التي ينقصها البورون

قياساً بعينة السيطرة (جدول ٥-B). أمّا انخفاض معدل مساحة الوريقات الوسطى (جدول ٥-A) في المعاملات المستحثة التي ينقصها البورون فيعزا الى العوامل المذكورة انفاً بخصوص التوازن الهورموني ونقص البورون في المراحل الاولى. فقد اشار Hopkins (١٩٩٩) الى ان نقص البورون يثبط انقسام الخلايا في قمة الساق والورقة الفتية زيادة على نقصان في محتوى RNA.

يشير جدول (٥-A) الى انخفاض استجابة تجذير عقل الماش المعمرة المستحثة بالاوكسين والمأخوذة من بادرات نامية في محلول Hoagland الذي ينقصه الحديد (pH=٥.٣) وبشكل معنوي جداً من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة (المحلول الكامل). وقد تزامن ذلك مع انخفاض معدلات اطوال الجذور ومعدلات مساحة الوريقات الوسطى (اقل قيمة قياساً بعينة السيطرة). ويعزا ذلك الى ان ايونات الحديد تعمل كمضادات للاكسدة ومؤكسدات في ان واحد فعندما تكون مترابطة مع الانزيمات تعمل كمضادات للاكسدة وعندما تكون حرة (*in vitro*) تعمل كمؤكسدات ومضادات اكسدة في آن واحد وذلك لاحتوائها على اوربتال (d) وامكانية هذا الاوربتال على استيعاب او اعطاء الالكترونات، ولهذا يظهر للحديد اكثر من عدد تأكسدي حيث يتأين بتأكسدين $Fe^{+٢}$ و $Fe^{+٣}$. ولهذا فإنّ للحديد اهمية في العديد من العمليات الايضية للنبات، فقد يدخل مباشرة الى السايتوكرومات الضرورية للانسياب الالكتروني في المايتوكوندريا والكلاروبلاست، ويدخل الى الفيريدوكسين الضروري لتفاعلات الضوء في التمثيل الضوئي، كما يدخل في تمثيل الكلوروفيل . وهذا ما اكده Nason و McElroy (١٩٦٣) وتمثيل بروتينات البلاستيدات الخضراء (Gauch, ١٩٥٧). زيادة على ذلك يدخل الحديد في تكوين عدة انزيمات (Oxidase Enzymes) مثل انزيم Catalase وPeroxidase (ديفيلين، ١٩٨٥) فقد وجد ان نقص الحديد يؤدي الى نقصان متزامن في الكلوروفيل وتدهور تركيب الكرانا في البلاستيدات الخضراء (Hopkins, ١٩٩٩).

يشير جدول (٥-B) الى زيادة استجابة تجذير عقل الماش المعمرة (غير المستحثة) المأخوذة من بادرات نامية في محلول Hoagland الذي ينقصه عنصر المنغنيز (pH=٥.٥) وبشكل معنوي من الناحية الاحصائية قياساً بعينة السيطرة (المحلول الكامل). وقد تزامن ذلك مع ارتفاع معدلات اطوال الجذور ١٧.٦٦ ملم (اعلى قيمة قياساً بالسيطرة) ومساحة الوريقات الوسطى (١.٩٢٨ سم^{٢})، ويعود السبب في ذلك الى دور المنغنيز كعامل مؤكسد حيث يتأين بتأكسدين $Mn^{+٢}$ و $Mn^{+٤}$. وإن للمنغنيز أثراً مهماً في هدم او اكسدة الاوكسين الطبيعي في النبات IAA، ويعمل كمنشط للانزيم IAA-oxidase مسبباً تحطيم الاوكسين واختزال كميته في قاعدة العقلة، اي بمعنى اخر ان نقص المنغنيز يعزز الاوكسين في العقلة مما يساعد في تحفيز العقل على التجذير. وهذا ما اكده Thomaszewski و Thimann (١٩٦٦). ولكن خلال الدراسات على عقل نبات الماش اشار Fernqvist (١٩٦٦) الى عدم تاثير ايونات المنغنيز في التراكيز الواطئة في استجابة التجذير قياساً بعينات السيطرة المعاملة بالماء المقطر. وربما يعود السبب في استجابة التجذير العالية هذه الى امكانية احلال كاتيونات Cations اخرى ثنائية محل المنغنيز ولاسيما في تفاعلات التنفس مثل $Mg^{+٢}$, $Co^{+٢}$, $Zn^{+٢}$, $Fe^{+٢}$ ، ويعد المغنيسيوم من اكثر البدائل التي تحل

محلـــه (ديفيلـــين ، ١٩٨٥)، ويمكـــن ان يســـتبدل المنغنيـــز جزئيـــاً بالكلوبلـــت فـــي انـــزيم Oxalo Succinic De Carboxylase الذي يدخل في دورة كربس.

يشير جدول (١٠) الى انخفاض معنوي من الناحية الاحصائية في استجابة تجذير عقل المـاش المـأخوذة مـن بـادرات ناميـة فـي المـاء المقطـر والمعمـرة بـالمحلول المغـذي المحـور Half Strength الذي ينقصه المنغنيز او مجموعة العناصر (Se,Zn,Mn) (pH=٦.٥) قياساً بالسيطرة (المحلـول الكامـل). وارتفـاع غيـر معنـوي لكلتـا المعـاملتين قياسـاً بالسـيطرة العامـة (d/H٢O). ان سبب ذلك يعزا الى (١) دور ايونات المنغنيز والخارصين والسلينيوم كمضـادات للاكسدة ومؤكسدات في ان واحد. ولهذا يظهر للعنصر الواحد اعداد تأكسدية مختلفة فالمنغنيز يتأين بتأكسدين هما $Mn^{+٢}$ و $Mn^{+٤}$ والسلينيوم يتـأين بتأكسدين ايضـاً وهمـا $Se^{+٢}$ و $Se^{+٤}$ في حين ان الخارصين يتـأين علـى شكل $Zn^{+٢}$. (٢) انخفـاض الحالـة الغذائيـة فـي العقل المعمـرة، (حيث اخذت من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام) فضلاً عن العوامل الهورمونيـة وتأثيرها. (٣) تغير قيمة pH (٦.٥) اي انخفاض درجة الحامضية قياساً بجدول (٥).

إنَّ دور المنغنيـــز فـــي هـــدم او اكســـدة الاوكســـين IAA بصـــفته منشـــط للانـــزيم IAA-oxidase اكدته التقديرات الكمية المعنوية احصائياً للاوكسين (شكل ٧) في العقل المعمرة بالمحاليل المغذية المحورة (Half Strength) التي ينقصـها Mn حيث كشفت عن (١٥.٠٠٤) ملي مول وهي اعلى قيمة قياساً بالسيطرة.

يشير جدول (٦) الى نقطتين رئيسيتين الاولى –زيادة استجابة تجذير عقل الماش الطرية المعاملـة بتراكيـز واطئـة مـن $SeO_٢$ (٠.٠٠١ ,٠.٠١ ,٠.١ ,١ ,١٠) جزء بـالمليون وبـأس هيدروجيني (٥) وبشكل معنوي جداً من الناحيـة الاحصـائية وبنسبة زيـادة قدرها ٢٤٧.٦٪, (١٧٠.٢٪ ,١٨٠.٥٪ ,١٩٢.٧٪ ,١٤٢.٨٪ علـى التـوالي قياسـاً بعينـة السيطرة بعـّها ١٠٠%. والاخرى –ذبول وموت العقل في التراكيز العالية (٥٠ و١٠٠) جزء بالمليون وبأس هيدروجيني (٣.٦ و ٣.٤) على التوالي. ان تـأثير التراكيز العاليـة من السلينيوم فـي استجابة التجذير وذبول ومـوت العقـل نـاتج عـن تـأثير الشـد الملحـي فـي اسـتجابة النبـات الـذي يعتمـد علـى التـأثيرات الازموزية، وسمية الملح، زيادة على مستوى ومدة الشد وهذا يأتي من دور السلينيوم حيث يعمل كعامـل مختـزل ويتحـول مـن $Se^{+٤}$ الـى $Se^{+٢}$، ومـن ثـم يكتسـح الالكترونـات ، ويقـوم بمـنح الالكترونات الى اغشية الخلايا مسبباً اكسدتها ويتحول الى $Se^{+٤}$، وينعكس ذلك علـى الظـاهرة الفسلجية المتمثلة بذبول وموت العقل لحدوث تلف في العمليات الازموزية نتيجة لعمليات الاكسدة التي تحدث في اغشية الخلايا وهذا ما اكدته الكثير من البحوث حيث اشارت الى ان الشد الملحـي ربما يرتبط بتحفيز الخلايا على تكوين نوع الاوكسجين الفعال (ROS) المهدم الذي يستطيع ان يتلف لبيدات الغشاء الاساسية والبروتينات والاحماض النووية (Noctor & Foyer, ١٩٩٨) مما يؤدي الى زيادة تراكم نواتج اكسدة اللبيدات في انسجة الجذر والساق والورقة، وما ينتج عنها من زيـادة في نضـوح الالكتروليتـات الاساسية لاغشية البلازمـا المحفزة بالشد (Noctor & Foyer, ١٩٩٨) . وهذا ربمـا يسـاعد في تفسير انخفاض استجابة تجذير عقل المـاش المعمـرة بمحاليل Hoagland (Full Strength) قياساً بعينة السيطرة (d/ H٢O) جدول (٨).

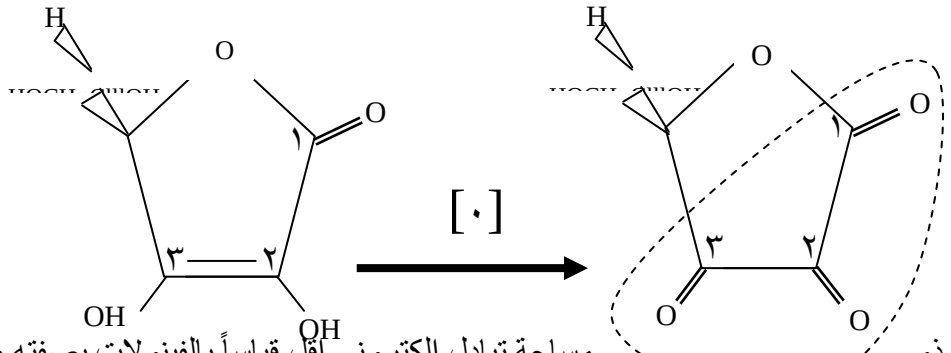
امـا سبب زيـادة استجابة التجذير المعنويـة جداً فيمـا يتعلق بتـأثير التراكيز الواطئـة من $SeO_٢$ (جدول ٦) فيعود الى (١) دور ايونات السلينيوم كمضـادات للاكسدة من خـلال ارتباطهـا بالانزيمـات التـي تحفـز تفـاعلات (الاكسـدة – الاختـزال) لاحتوائهـا علـى اوربتـال (d) الـذي

باستطاعته استيعاب او منح الالكترونات ولهذا يظهر للسلينيوم عددان تأكسديان Se^{+2} و Se^{+4}. كما يدخل السلينيوم كمرافق انزيمي في انزيمات Glutathione Oxidase التي تحول الكلوتاثيون المختزل (GSH) الى الكلوتاثيون المؤكسد (GSSG) نتيجة لعمليات الاكسدة، وذلك من خلال دور فيتامين C كونه مضاد للاكسدة في اعادة دورة الكلوتاثيون، وحماية فيتامين E. ومما يؤكد ذلك فقد اشار Stadtman (١٩٨٠) الى ان بعض انواع البكتريا والحيوانات التي تحتاج الى السلينيوم تضم عدداً قليلاً من البروتينيات الاساسية تحتوي على السلينيوم، ومعظم هذه البروتينات هي انزيمات تحفز تفاعلات (الاكسدة – الاختزال) ووجود السلينيوم ضروري لفعاليتها. (٢) تتحمل بعض انواع النباتات المجمعة accumulater species كالبقوليات تراكيز عالية من بعض العناصر المعدنية مثل السلينيوم وتقوم بتضمين المعدن بالحامض الاميني الحاوي على الكبريت مثل السستائين او المثيونين او احماض عضوية مثل الـ Acetate و الـ Malate والـ Citrate (Grill, *et al.* ١٩٨٥). (٣) عللت الكثير من البحوث الزيادة في نمو النباتات في المحاليل المغذية التي ترتفع فيها تراكيز السلينيوم الى قيام حامض السلينيك Selenate باختزال التاثيرات السمية للفوسفات (Bollard, ١٩٨٣). (٤) فندت الدراسات عدم تسمم النباتات التي تجمع السلينيوم بتراكيز عالية الى ان تلك النباتات تكون بشكل رئيسي احماض سلينو – امينية Seleno-Amino Acids، وهذه الاحماض تكون غير سامة، كما انها لاتدخل في تكوين بروتينات سامة (Bollard, ١٩٨٣). ان النقاط اعلاه تفسر دور السلينيوم في رفع استجابة تجذير عقل الماش (الطرية أو المعمرة) المعاملة بقوى مختلفة من المحاليل المحورة (جدول ٧ و ٨) قياساً بالعقل المعاملة بمحاليل Hoagland، حيث كشف جدول (٧) عن استجابة تجذير معنوية جداً من الناحية الاحصائية عند معاملة العقل الطرية بالمحاليل المحورة وبالقوى (Half, Full) واستجابة تجذير معنوية عند المعاملة بالقوة (Quarter) قياساً بعينة السيطرة. اما جدول (٨) فقد كشف عن استجابة تجذير معنوية جداً عند المعاملة بالمحاليل المحورة وبالقوى (Quarter, Half, Full) في الحالة (C) وبالقوى (Quarter, Half) في الحالة (B) قياساً بعينة السيطرة . مما يشير الى دور السلينيوم في ايقاف ظاهرة التعمير وبشكل كامل، حيث استجابت العقل المعمرة بالمحاليل المحورة كما لو كانت عقلاً طرية، حيث يعمل السلينيوم كمضاد للاكسدة ويقوم باكتساح الالكترونات في عمليات الاختزال. اما بخصوص محلول Hoagland فقد استخدمه Thimannو Poutasse(١٩٤١) في تنمية عقل الفاصوليا Bean الورقية بتركيز ٠.٢٥% ولاحظا تثبيطاً قليلاً في تكوين الجذور العرضية.

إنّ اهمية السلينيوم المشار اليها اعلاه تتجلى ايضاً في افساد او تاخير العمليات الهدمية التي تحدث خلال ظاهرة التعمير من خلال دوره في زيادة معدلات عدد الجذور في عقل الماش المعمرة بالمحاليل المغذية المحورة (Half Strength) في المعاملات المستحثة التي ينقصها البورون أو النحاس (جدول ٩-A) ، والمعاملات غير المستحدثة التي ينقصها المنغنيز أو البورون أو النحاس أو الحديد (جدول ٩-B) قياساً بعينة السيطرة (المحلول الكامل).

يشير جدول (١١) الى زيادة غير معنوية في استجابة تجذير عقل الماش الطرية المعاملة بالتراكيز الواطئة من خلال حامض الاسكوربك Ascorbic Acid (٥٠و١٠٠) جزء بالمليون، واستجابة تجذير معنوية من الناحية الاحصائية في التركيز (٢٠٠) جزء بالمليون (pH=٢.٤)، واستجابة تجذير معنوية جداً من الناحية الاحصائية في التراكيز العالية (٣٠٠ و ٤٠٠ و ٥٠٠)

جزء بالمليون وبأس هيدروجيني (٢.٣ و ٢.٣ و ٢.٢) على التوالي، كما يشير جدول (١٢) الى زيادة معنوية جداً من الناحية الاحصائية في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة بالتراكيز العالية من حامض الاسكوربك (٢٠٠ و ٣٠٠ و ٤٠٠ و ٥٠٠) جزء بالمليون مسبباً بذلك ايقاف ظاهرة التعمير بشكل كبير ، حيث كان عدد الجذور في هذه التراكيز مساوية او اكثر مما هو عليه في العقل الطرية، أي ان العقل المعمرة استجابت كما لو كانت طرية. ان امكانية التجذير العالية للعقل المعمرة بفيتامين C تعزا الى كونه مضاد للأكسدة يحتوي على نظام تبادل الكتروني بين ذرة رقم (١) وذرة رقم (٣) كما هو موضح في المعادلة ادناه.



Ascorbic Acid ١,٢- Dehydro Ascorbic Acid

وهو ذو مساحة تبادل الكتروني أقل قياساً بالفينولات بصفته مضاد للاكسدة (ثلاث ذرات كاربون وثلاث مجاميع اوكسجين) . ويعمل فيتامين C كمضاد اكسدة ثانوي على حماية فيتامين E ، كما يعمل على اعادة دورة الكلوتاثيون GSH الذي يتحول نتيجة لعمليات الاكسدة الى الكلوتاثيون المؤكسد (GSSG) التي تخضع الى فعل انزيم Glutathione oxidase الذي يحتوي على السلينيوم كونه مرافق انزيمي. وهذا ما اكدته دراسات Fryer (١٩٩٢) حيث اشار الى دور حامض الاسكوربك كونه مضاد للأكسدة في تقليل التاثيرات الهدمية لانواع الاوكسجين الفعالة (ROS) وقابليته على اختزال الـ Superoxide الى بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) زيادة على تفاعله مع الـ Singlet Oxygen بمعدل سريع نسبياً. واشار الاخير الى دور الاسكوربيت في اعادة دورة جذور α-tocophyroxyl الى α-tocopherol ، وان الاسكوربيت مادة تفاعل مرافقة ضرورية في عملية (de-epoxidation) الخاصة بالفويلازانثين Violaxanthin بسبب منحه الهيدروجين لاجل هذا التحول. علاوة على ذلك فان وجود الاسكوربيت (بصفته واهب للهيدروجين) يقوم باخماد (H_2O_2) من خلال تفاعل Mehler Ascorbate Peroxidase Reaction (MAP) بوساطة الانزيم Ascorbate Peroxidase (APX) شكل (٢) صفحة (٢٧). اشار Shalata و Neumann (٢٠٠١) الى أنّ الاسكوربيت يعمل على التثبيط الجزئي لزيادة تراكم نواتج اكسدة اللبيد Lipid Peroxidation في الجذور والسيقان والاوراق التي تتكون بتأثير انواع الاوكسجين الفعالة (ROS) المهدمة التي تعمل على هدم لبيدات الغشاء الاساسية والبروتينات والاحماض النووية. كما يقلل الاسكوربيت تلف التأكسد الضوئي في التراكيز العالية جداً فقط (Wise & Naylor, ١٩٨٧). ويعمل على مقاومة الشد الملحي من خلال تنظيم تراكيز انواع الاوكسجين الفعالة (ROS) وتثبيط زيادة تراكيز نواتج الاكسدة واختزال مستوى الشد الازموزي (Zhang & Kirkham, ١٩٩٦). وتثبيط زيادة نضوح الالكتروليتات الاساسية الناتجة عن

التلف فوق التأكسدي Peroxidative damage لاغشية البلازما المحفزة بالشد (Lechno, *et al.* ١٩٩٧).

إنّ تاثير الحماية التي يوفرها حامض الاسكوربك ربما يرتبط بشكل كبير بانخفاض تلف البروتينات الاساسية والاحماض النووية المتسبب عن ROS (Noctor & Foyer, ١٩٩٨). او ربما يكون ناتج عن تاثيره في الخلايا المرستيمية في انسجة الجذور والسيقان، حيث وجد ان التراكيز الواطئة منه تؤثر في مدة السكون التي تسبق الانقسام الخيطي Mitotic Quiescence (Kerk, *et al.* ٢٠٠٠). وان المعاملة بتراكيز (٠.١ ملي مول) ارتبطت بزيادة ظهور جذور وسيقان طبيعية من الـ Somatic Embroys (Stasolla & Yeung, ١٩٩٩)، زيادة على دوره كونه عامل مرافق لبعض التفاعلات الانزيمية (Ting, ١٩٨٢). ومما يؤكد النتائج اعلاه الدراسات التي اجريت لمعرفة تاثير العديد من الفيتامينات ومنها الاسكوربيت في استجابة تجذير عقل البزاليا الساقية واظهرت جميعها تاثيرات ايجابية (Aberg, ١٩٦١). وفي دراسات اخرى لمعرفة استجابة تجذير عقل الفاصوليا Bean كشفت عن تاثيرات ايجابية ايضاً فيما يخص الاسكوربيت والرايبوفلافين (Fernqvist, ١٩٦٦). وفي دراسات لمعرفة التاثيرات التأزرية بين الاسكوربيت والاوكسين وعلاقتها باستجابة تجذير عقل الفاصوليا اشار الاخير الى وجود تعاون بينهما في تركيز ($١٠^{-٤}$) مولار من الاوكسين والتراكيز العالية من الاسكوربيت. وفي محاولات اخرى لمعرفة استجابة التجذير في عقل نفس النبات لوحظ ان الاسكوربيت حفز الاوكسين على تكوين الجذور العرضية في التراكيز العالية فقط ($١٠^{-٤}$-$١٠^{-٢}$) مولار في العقل المعرضة للضوء. وقد اشارت Scheuermann (١٩٥٢) الى زيادة عدد الجذور بنسبة (٢٢-٢٨%) لكل عقلة عند معاملة عقل نبات *Phaseolus multiflorus* بالاسكوربيت بتركيز (١٥٠) جزء بالمليون قياساً بالسيطرة، في حين أنّ معاملة العقل بالاسكوربيت والاوكسين بتركيز (٤٠) جزء بالمليون كشفت عن زيادة في عدد الجذور بنسبة (٦٢%) قياساً بالحالة التي استعمل فيها الاوكسين بمفرده. إنّ هذا التاثير تؤكده النتائج المعنوية جداً من الناحية الاحصائية قيد الدراسة والتي تتمثل بمحتوى الاوكسين في هايبوكوتيل العقل المعمرة بمحلول الاسكوربيت، حيث كشف شكل (٨) عن كمية من الاوكسين تساوي (١٧.٣٥٧) ملي مول اي بنسبة زيادة قدرها (٥٦.٨%) قياساً بعينة السيطرة. إنّ ذلك يعزا الى دور الاسكوربيت في تثبيط الانزيم IAA-Oxidase وتعزيز محتوى IAA، حيث اشار Brauner و Brauner (١٩٥٤) الى ان الاسكوربيت يمكن ان يعمل مثبطاً للانزيم IAA-oxidase من خلال التنافس على الاوكسجين او من خلال تاثيره في الـ pH، حيث يكون الاوكسين اكثر تاثيراً في الـ pH الواطئ المحفز بزيادة تراكيز الاسكوربيت.

كشف جدول (١٥) عن تثبيط غير معنوي من الناحية الاحصائية في استجابة تجذير العقل الطرية في التراكيز ($١٠^{-١٠}$, $١٠^{-٩}$, $١٠^{-٨}$, $١٠^{-٧}$, $١٠^{-٦}$, $١٠^{-٥}$, ٢×١٠^{-٣}) مولار وتثبيط معنوي جداً من الناحية الاحصائية في التراكيز العالية ($١٠^{-٤}$, $١٠^{-٣}$, ٥×١٠^{-٣}) مولار من الكلوتاثيون، اما جدول (١٦) فقد كشف عن زيادة غير معنوية من الناحية الاحصائية في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة بمحاليل الكلوتاثيون (GSH) بتركيز ($١٠^{-١٠}$) مولار وبأس هيدروجيني (٦.٤) وتثبيط غير معنوي في التراكيز ($١٠^{-٩}$, $١٠^{-٨}$, $١٠^{-٧}$, $١٠^{-٥}$) مولار وتثبيط معنوي جداً من الناحية الاحصائية في التراكيز ($١٠^{-٦}$, $١٠^{-٤}$, $١٠^{-٣}$, ٢×١٠^{-٣}, ٥×١٠^{-٣}) مولار. إنّ ارتفاع استجابة التجذير يعود الى دور الكلوتاثيون كونه مضاد للاكسدة في دفاع النبات ضد

عوامل الاكسدة من خلال دورة Ascorbate/ GSH. كما ان الجهد الاختزالي السالب يسمح للكلوتاثيون المختزل (GSH) بمنح الالكترونات لاعادة دورة الاسكوربيت ومن المحتمل α-tocopherol شكل (٢) صفحة (٢٧). وان للكلوتاثيون ايضاً دوراً مهماً في انتزاع سمية البيروكسيدات Peroxides التي تتولد بوجود انواع الاوكسجين الفعالة (ROS). ان دور الكلوتاثيون كونه مضاد للاكسدة اكدته الكثير من الدراسات، فقد اشار Foyer و Rennenberg (٢٠٠٠) الى ان الكلوتاثيون هو الثايول thiol الاكثر وفرة في النباتات ويشترك في تحمل المعادن الثقيلة وانتزاع سميتها. وان العديد من النباتات لها القدرة على تخليق ببتيدات متعددة تسمى Phytochelatins تماثل في تركيبها الكلوتاثيون (GSH) الذي يؤدي دوراً مهماً في انتزاع سمية الـ Peroxides التي تتولد بوجود انواع الاوكسجين الفعالة ROS (Schmidt & Jager, ١٩٩٢) . كما يشترك الكلوتاثيون في تحوير خزين (GSH) المختزل / المؤكسد خلال الفعل المتبادل بين النبات والعوامل الممرضة (Vanacher, *et al.* ١٩٩٨). علاوة على ذلك يشترك (GSH) في تنظيم عملية انقسام الخلية في المرستيم القمي لجذور نبات Arabidopsis (Sanchez – Fernandez, *et al.* ١٩٩٧).

اشار Vernoux وجماعته (٢٠٠٠) الى دور (GSH) وشبيهه (hGSH) في تكوين وتنظيم مرستيم العقد الجذرية وادامة عقد جذرية ناضجة، زيادة على اهميتهما في فعالية مرستيم قمة الجذر، ودورها في تحفيز تعبير جينات الدفاع النباتية، علاوة على اهميتهما في التكشف المبكر للعقد الجذرية في نباتات *Medicago truncatula* واشتراكهما في تنظيم عدد العقد الجذرية لكل نبات (Wingate, *et al.* ١٩٨٨). يقوم الكلوتاثيون باعادة دورة الاسكوربيت ومن المحتمل α-tocopherol (Hausladen & Alscher, ١٩٩٣).

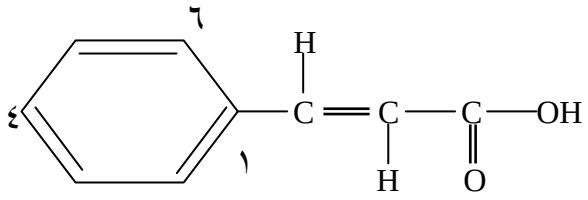
كما ان اعادة اختزال الكلوتاثيون المؤكسد (GSSG) يحفز بوساطة الانزيم Glutathione Reductase (GTR) بوجودNAD (P)H المجهز للالكترونات. زيادة على ذلك فقد وجد في دراسة على نبات الذرة ان الكلوتاثيون يعمل بارتباطه مع الانزيم (GTR) على حفظ الانزيمات التي تشترك في تثبيت الكاربون (Swiss, ١٩٩٨). وان تحمل الطرز الوراثية المختلفة للشد البرودي يرتبط ايجابياً بفعالية هذا الانزيم (GTR) من خلال دوره في انهاء التلف المحفز بالبرودة في البلاستيدات الخضراء. اما انخفاض استجابة التجذير في عقل الماش الطرية والمعمرة المعاملة بالكلوتاثيون (GSH) فيعزا الى (١) وفرة الكلوتاثيون (GSH) وانخفاض او انعدام وجود حامض الاسكوربك حيث يعمل الكلوتاثيون بصفته مضاد للاكسدة وكما هو معروف من خلال دورة Ascorbate/ GSH. (٢) تتميز البقوليات بوجود شبيه الكلوتاثيون (hGSH) homo Glutathione زيادة على او بدلاً من الكلوتاثيون GSH، الذي يحل فيه الحامض الاميني β-alanine بدلاً من الكلايسين Glycine وهذا ما اكده Frendo وجماعته (٢٠٠١). (٣) لا يوجد دليل على وجود وظيفة خاصة للسلفهيدريل (في المركبات الحاوية على مجاميع السلفهيدريل) في تكوين الجذور العرضية في الاختبارات التي اجريت على نبات الماش، وهذا ما اكده Fernqvist (١٩٦٦) من خلال دراسات اجراها لمعرفة تاثير الكلوتاثيون والمركبات الحاوية على مجاميع السلفهيدريل Sulfhydryl Groups في استجابة تجذير عقل الماش، وقد اظهرت بشكل عام تاثيرات تثبيطية . كما اشار Hess (b ١٩٦٤) الى انه في الوقت الذي يكون فيه الكلوتاثيون مثبطاً في التركيز 10^{-6} مولار فصاعداً فانه يمكن ان يعمل ككابح لبعض العمليات التأكسدية المتعلقة بتكوين الجذور العرضية كما في تفاعل Tryptophan-

Phenolase-Phenol باعتباره يمثل آلية كامنة في النبات التي ربما تنطلق بوساطة التجريح Wounding فتأخذ دورها في الكالس وتكوين الجذور العرضية. مما تقدم يتبين عدم وجود فعل تعاضدي بين الكلوتاثيون (GSH) والاوكسين، حيث كشفت التقديرات الكمية للاوكسين (IAA) عن وجود كمية كبيرة من الاوكسين في الهايبوكوتيل (١٧.١٧٦) ملي مول. اي بنسبة زيادة قدرها (٥٥.٢%) قياساً بعينة السيطرة (١١.٠٦٧) ملي مول، وتميزت بوجود فارق معنوي جداً من الناحية الاحصائية (شكل ٨) وربما يعود السبب في ذلك الى وجود المركب ٣-Methylene Oxindole الناتج من اكسدة الاوكسين IAA الذي يُعد كاشفاً قوياً من نوع السلفهيدريل حيث يتفاعل بسرعة مع الكلوتاثيون و CoA ويُعدّمثبطاً جداً للانزيمات المحتوية على SH (توماس، ١٩٨٢).

يشير جدول (١٣) الى زيادة معنوية جداً من الناحية الاحصائية في استجابة تجذير عقل الماش الطرية المعاملة بتراكيز عالية (10^{-3}) مولار من المركبات الفينولية جميعها باستثناء العقل المعاملة بمحلول Gallic Acid حيث تميزت بزيادة معنوية والعقل المعاملة بمحلول m-Hydroxy Resorcinol التي تميزت بزيادة غير معنوية من الناحية الاحصائية. ومن ناحية اخرى يشير الجدول اعلاه الى انخفاض استجابة التجذير في التراكيز الواطئة (10^{-9}) مولار باستثناء معاملة Cinnamic Acid حيث تميزت بزيادة معنوية جداً من الناحية الاحصائية ومعاملة o-Coumaric Acid التي تميزت بزيادة معنوية قياساً بعينة السيطرة، في حين ان معاملة الـ Phenol بهذا التركيز تميزت بانخفاض معنوي من الناحية الاحصائية. يضاف الى ذلك زيادة استجابة التجذير المعنوي في العقل المعاملة بتركيز (10^{-7}) مولار من Cinnamic Acid. اما بقية التراكيز فتميزت بكونها مثبطة قياساً بعينة السيطرة، في حين ان حفظ العقل بهذه المحاليل لمدة ثلاثة ايام (مدة التعمير) جدول (١٤) كشف عن استجابة تجذير معنوية جداً من الناحية الاحصائية اي بمعنى اخر انها اوقفت ظاهرة التعمير بشكل كامل في معاملات o-Coumaric Acid و Caffeic Acid ، p-Hydro Quinone وبالتراكيز العالية (10^{-3}) مولار، واستجابة تجذير معنوية في معاملات Cinnamic Acid وPhenol و o-Hydroxy Catechol وفي التراكيز (10^{-3} ,10^{-5} ,10^{-7}) مولار على التوالي، مما ادت الى ايقاف ظاهرة التعمير بشكل جزئي. وقد تميزت معاملات Gallic Acid و m-Hydroxy Resorcinol بعدم تأثيرها احصائياً وفي جميع التراكيز المعتمدة.

إنّ دور المركبات الفينولية في افساد او تعزيز العمليات التي تؤدي الى انخفاض استجابة التجذير في العقل المعمرة يصعب تفسيرها على الرغم من ان التحليلات الاحصائية للمحتوى الاوكسيني (IAA) في هايبوكوتيل العقل المعمرة بهذه المحاليل (شكل ٩) كشفت عن زيادة معنوية من الناحية الاحصائية في جميع المعاملات قياساً بعينة السيطرة، حيث بلغت كمية الاوكسين اقصاها في العقل المعمرة بمحلول Gallic Acid (٢٠.٤٧٩) ملي مول الذي تميز بعدم تأثيره بهذا التركيز في استجابة التجذير او تثبيطه لها في التراكيز الاعلى من ذلك (جدول ١٤) . على اية حال، فان المركبات الفينولية تتباين من حيث قابليتها على الهدم التأكسدي وتفاعلاتها مع الفينولات الاخرى والاحماض الامينية والبروتينات والايونات المعدنية، كما ان ثباتها لايعتمد على pH ومدة الخزن فقط وانما يعتمد كذلك على صيغها التركيبية، اي عدد الحلقات والمجاميج الهيدروكسيلية المكونة لها ومواقعها، زيادة على اشكالها المتأينة والرنينية. إنّ

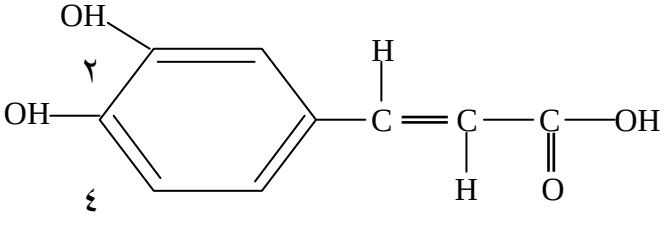
استجابة التجذير المعنوية في عقل الماش تعزا الى قابلية المركبات الفينولية قيد الدراسة بصفتها مضادات للاكسدة على استيعاب الجذور الحرة لوجود تبادل الكتروني عالٍ في تلك المركبات قياساً بمضادات الاكسدة الاخرى. يتضح من خلال التركيب الجزيئي للمركب Cinnamic Acid ان اتجاه التبادل الالكتروني يكون من الحلقة باتجاه مجموعة الكاربوكسيل، ويعتمد هذا التحرك الالكتروني على قابلية تأين الهيدروجين الحامضية في المجموعة الكاربوكسيلية، وبما انه حامض ضعيف لذا تكون الحركة الالكترونية من الحلقة باتجاه المجموعة الكاربوكسيلية ضعيفة، ومن ثم تكون مساحة التبادل الالكتروني (الغيمة الالكترونية) من الحلقة الى الكاربوكسيل غير فعالة بحكم ضعف الحامضية، مما يؤدي الى انخفاض فعاليته كمضاد للاكسدة قياساً بالمركب o-Coumaric Acid، كما يتضح من خلال جدول (١٤) حيث اظهرت النتائج عدداً من الجذور يساوي (١٩.١) جذراً في العقل المعمرة بمحلول Cinnamic Acid في حين ان العقل العمرة بمحلول o-Coumaric Acid كشفت عن (٤٢) جذراً.



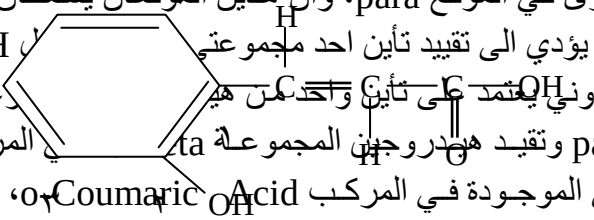
Cinnamic Acid

إنّ المركب o-Coumaric Acid يتميز بحامضية اكبر قياساً بحامض السينامك لوجود مجموعة OH في الموقع ortho، وهذا الموقع دافع للالكترونات (اي منشط للحلقة)، ومن ثم تزداد الحامضية بزيادة الـ OH في الموقع ortho مما يؤدي الى زيادة التبادل الالكتروني الفعال ليشمل مساحة الـ OH والحلقة والمجموعة الجانبية باتجاه المجموعة الكاربوكسيلية (اي يكون تبادل الكتروني متجه) يعطي صفة قوية للمركب كمضاد اكسدة اعلى من المركب السابق.

يتميز المركب Caffeic Acid بوجود مجموعتين من الهيدروكسيل OH، احداهما في الموقع meta والاخرى في الموقع para، وان هذين الموقعان يسمحان بالتآصر الهيدروجيني الداخلي (intra) مما يؤدي الى تقييد تأين احد مجموعتي الـ OH في الموقعين، ومن ثم فإنّ التبادل الالكتروني يعتمد على تأين واحد من هيدروجيني مجموعتي الـ OH، فاذا تأين OH المجموعة para وتقيد هيدروجين المجموعة meta في المركب نفس الحامضية والتبادل الالكتروني الموجودة في المركب o-Coumaric Acid، واذا تقيدت هيدروجين مجموعة OH الموقع para وتحررت هيدروجين OH الموقع meta من التآصر الهيدروجيني يتولد لدينا موقعاً يحمل اوكسجين سالب الشحنة في الموقع meta، وهو مضعف للحلقة وغير منشط للتبادل الالكتروني، ومن ثم يظهر صفة ضعف للمركب كمضاد للاكسدة وهذا ما اكدته النتائج حيث انخفضت استجابة تجذير العقل المعاملة بمحاليل المركب Caffeic Acid (٢٨ جذراً) بنسبة الثلث تقريباً قياساً بالمركب o-Coumaric Acid (٤٢ جذراً) جدول (١٤).

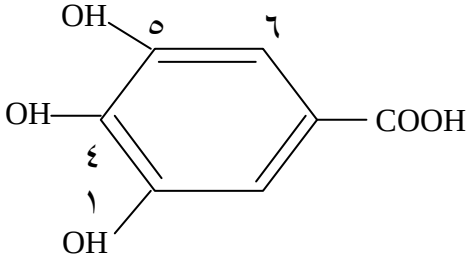


Caffeic Acid



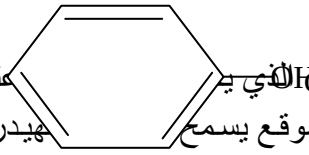
o-Coumaric Acid

وبمقارنة المركب Gallic Acid مع المركب اعلاه يتضح ان هذا المركب يحتوي على ثلاث مجاميع هيدروكسيلية (OH)، اثنتان منها في مواقع meta (الموقع ٣ او ٥) وواحدة في الموقع para (الموقع ٤)، مما يسبب حدوث تآصر هيدروجيني من نوع (intra) بين الموقع ٣ (meta) والموقع ٤ (para) او بين الموقع ٥ (meta) والموقع ٤ (para)، ينتج عنه تقييد هيدروجين مجموعة هيدروكسيل الموقع ٤ (para) او هيدروجين احد موقعي الـ meta (٣ او ٥)، فاذا تقيد الموقع (٤) يحصل تأين في الموقع (٣) او (٥) لمرتين يرافقه انخفاض في التبادل الالكتروني لان موقعي meta (٣، ٥) تضعف الحلقة مرتين (لوجود تعويضين)، على حين يحدث تنشيط (مرة واحدة) للحلقة عن طريق الـ OH في حالة تأين هيدروجين الموقع ٤ (para)، ولهذا تتميز جزيئة هذا المركب بضعفها بصفتها جزئية مضادة للاكسدة لتمزق الكثافة الالكترونية حول الحلقة باتجاه المجموعة الكاربوكسيلية وانخفاض قابليتها على اكتساح الجذور الحرة ، وهذا يعلل انخفاض استجابة تجذير العقل المعمرة بمحلول هذا المركب.



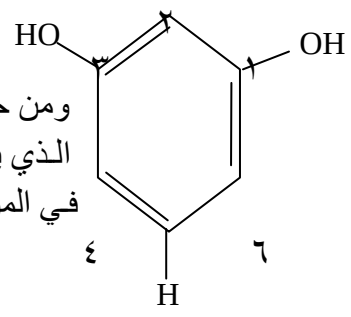
Gallic Acid

من المعروف أنّ المركب Phenol هو حامض ضعيف له ثابت تفكك حامضي pka =١١ لذا فان التبادل الالكتروني بين الاوكسجين السالب (بعد تأين ذرة الهيدروجين الحامضية) والحلقة يكون ضعيف ويعتمد على فترات تأين الهيدروجين، ومن ثم فإنَّ الكثافة الالكترونية تكون قليلة. لهذا تكون استجابة التجذير (١٩ جذراً) اقل قياساً بالمركب Caffeic Acid (٢٨ جذراً) بما يقارب الثلث جدول (١٤).



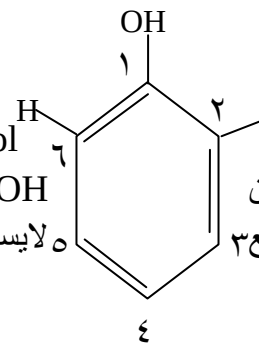
Phenol

أمّا المركب o-Hydroxy Catechol الذي يحتوي على مجموعتين من OH فيكون التعويض الثاني في الموقع ٢ (ortho) وهذا الموقع يسمح بتآصر الهيدروجيني من نوع (intra) مما يمنع تأين الهيدروجين في احد الموقعين (١) او (٢) لهذا فإنّ هذا المركب يماثل الفينول في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة (١٩.٤ جذراً لكل عقلة) في التركيز 10^{-5} مولار.



m-Hydroxy Resorcinol

ومن جانب آخر نجد أن المركب الذي يحتوي على مجموعتين من OH في الموقع ٣ (meta) وهذا الموقع٥ لايسمح بالتآصر الهيدروجيني من



o-Hydroxy Catechol

m-Hydroxy Resorcinol

نوع (intra)، كما أنّ هذا الموقع (meta) تكون فيه مجموعة الـ OH مضعفة لشحنة الحلقة. لهذا تكون صفة الـ Antioxidant المعتمدة على التبادل الالكتروني ضعيفة على الرغم من احتوائه على آصرة هيدروجينية خارجية (inter). مما يؤكد نتائج دراستنا بخصوص تأثير مساحة التبادل الالكتروني في زيادة او انخفاض قابلية المركبات الفينولية على اكتساح الالكترونات، زيادة على تأثير المجاميع المعوضة على مساحة التبادل الالكتروني ، من خلال موقع مجاميع OH المعوضة على الحلقة، وعلاقة ذلك بالتجذير ، حيث كشفت العقل المعمرة عن زيادة غير مؤثرة معنوياً في استجابة التجذير (جدول ١٤) قياساً بالمركبات المعوضة في الموقع ortho.

أمّا المركب p-Hydro Quinone الذي يتميز باحتوائه على مجموعتين من OH يكون التعويض الثاني للـ OH في الموقع ٤ (para) وهو موقع منشط لشحنة الحلقة، وتساهم فيه الـ OH في تكوين مساحة تبادل الالكتروني تشمل الحلقة ومجموعتي الـ OH الواقعتين على طرفي الحلقة، ومن ثم تظهر صفته قوية كونه مضاد للاكسدة من خلال مساحة التبادل الالكتروني الكبيرة، وهذا بدوره ينعكس على استجابة التجذير العالية في عقل الماش المعمرة بمحلول هذا المركب حيث كشفت عن (٣٧.١ جذراً لكل عقلة) قياساً بالسيطرة (١٢.٢) جذراً.

إنّ الفعل التثبيطي للفينولات قيد الدراسة قد يعزا كذلك الى العوامل البيئية والعوامل الداخلية كالمغذيات والهورمونات (التوازن الهورموني) والعوامل الوراثية. ومما يؤكد ذلك فقد اشار Alsaadawi وجماعته (١٩٨٦) [illegible] بادرات اللوبيا Cowpea بالمركبات الفينولية ادى الى تثبيط النمو بسبب [illegible] وقلة اخذ (Uptake) العناصر مثل Mo, Fe, K, P, N ، زيادة على تثبيط [illegible] الكالسيوم كاملاً. وبسبب قابلية الفينولات الدفاعية في النبات فان عملية تخليقها تتأثر بالعديد من العوامل البيئية كالضوء والحرارة والرطوبة والعوامل الداخلية كالمغذيات والهورمونات والعوامل الوراثية . زيادة على ذلك فقد وجد ان التاثيرات التعاضدية بين المركبات الفينولية في تكوين الجذور العرضية تحدث بوجود الاوكسين (IBA)، في حين ان التاثيرات التعاضدية بين المركبات الفينولية في النمو تحدث بوجود الاوكسين (IAA) فقط (Nitsch & Nitsch, ١٩٦١).

p-Hydro Quinone

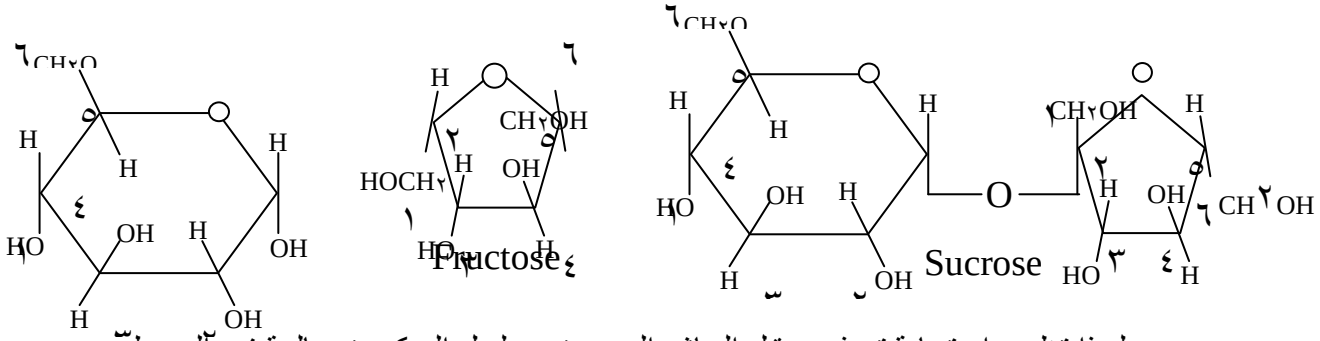
ان الزيادة المعنوية جداً من الناحية الاحصائية في كمية الاوكسين المقدرة في هايبوكوتيل عقل الماش المعمرة بالمركبات الفينولية (شكل ٩) يعزا الى قابلية المركبات الفينولية كمضادات اكسدة، وتاثيرها في تخليق الاوكسين IAA، ومما يؤكد ذلك فقد اوضح Gordon و Paleg (١٩٦١) ان المركبات الفينولية تؤثر في تخليق IAA (*in vitro*) من التربتوفان (مصدر تخليق

الاوكسين) الذي يتوسط عملية تكوين Phenol و Quinone وتأكد ذلك بوساطة (١٩٦٤) Koves بوجود انزيم الفاصوليا المتقزمة وبعدمه.

زيادة على دور المركبات الفينولية كمضادات للاكسدة في افساد او ايقاف العمليات التي تؤدي الى انخفاض استجابة التجذير في العقل الطرية أو المعمرة (جدول ١٣ و ١٤) ، فانها تعمل كحاميات للاوكسين من التحطيم بوساطة الانزيم IAA-oxidase مسببة استجابة تجذير معنوية في العقل المعمرة. ان هذا الافتراض تأكد من خلال ملاحظات Zenk وMuller (١٩٦٣) اللذان استعملا المركبات الفينولية وبشكل خاص orthodiphenols في السيطرة على تركيز الاوكسين من خلال تثبيط الانزيم IAA-oxidase. ومن جانب آخر ربما تكون فعاليتها ناجمة عن دورها في تنظيم اليات غلق وفتح الثغور في الاوراق الاولية، وهذا يتفق مع Ria وجماعته (١٩٨٦) الذي اوضح بان المركبات الفينولية تعمل كمواد محفزة لعملية النتح من خلال ابطالها دور Abscisic Acid في تنظيم غلق وفتح الثغور ، حيث اشار (١٩٨٧) Shaheed الى انخفاض معدل النتح في عقل الماش تدريجياً بتقدم العمر مما يؤثر في اخذ الاوكسين المجهز من الخارج مسببا انخفاض استجابة التجذير. علاوة على ذلك فان للمركبات الفينولية اهمية في السيطرة على فعالية وتكوين بعض الانزيمات وتأثيرها في فعالية الهورمونات النباتية وتنظيم المحتويات الازموزية للخلية ودورها في الاذابة والتثبيت في الخلية النباتية (محمد ، ١٩٨٥) واشتراكها في دفاع النبات ضد مسببات الاصابة بالامراض النباتية.

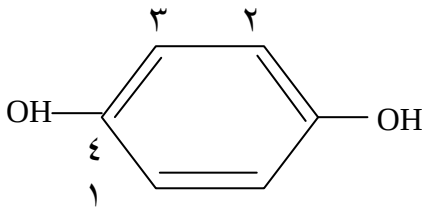
يشير جدول (١٧) الى زيادة معنوية جداً من الناحية الاحصائية في استجابة تجذير عقل الماش الطرية المعاملة بالسكريات قيد الدراسة باستثناء معاملة الكلوكوز في التركيزين (١% و ٣%) حيث كشفت العقل عن زيادة معنوية في التركيز الاول وغير معنوية في الثاني. اما جدول (١٨) فيشير الى زيادة معنوية جداً من الناحية الاحصائية في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة بمحلول السكروز ٣% (pH=٤.٤) حيث كشفت عن (١٩.١) جذراً قياساً بعينة السيطرة، وانخفاض استجابة تجذير العقل المعمرة بمحلول الكلوكوز والفركتوز في جميع التراكيز باستثناء معاملة الكلوكوز بتركيز ٣% حيث كشفت العقل عن زيادة غير معنوية من الناحية الاحصائية (١٤.٧ جذراً لكل عقلة).

تُعدّ جميع السكريات مضادات للاكسدة وذلك من خلال اكسدة اصرة اوكسجين هيدروجين في المجاميع الهيدروكسيلية على الرغم من تأينها الضعيف (لعدم وجود تبادل الكتروني في الاشكال الحلقية للسكريات) قياساً بالمركبات الفينولية وفيتامين C.



ولهذا تظهر استجابة تجذير عقل الماش المعمرة بمحلول السكروز عالية في الوسط الحامضي فقط (pH=٤.٤) لامكانية تحلل الاصرة الكلايكوسيدية في هذا السكر قياساً بالسكريات الاحادية الاخرى (الكلوكوز والفركتوز) لعدم قابليتها على التحلل والتأكسد بسهولة. يتضح من

ذلك ان قابلية السكريات بكونها مضادات للاكسدة اقل قياساً بالاسكوربيت الذي يمتلك بدوره مساحة تبادل الكتروني اكبر قياساً بالسكريات واقل قياساً بالفينولات، فعلى سبيل المثال تكون مساحة التبادل الالكتروني للمركب p-Hydro Quinone ست ذرات كاربون ومجموعتي اوكسجين وهذا يتفق مع مفاهيم التبادل الالكتروني في الكيمياء العضوية (Boxer, ١٩٩٧) مما يؤكد نتائج دراستنا في مجال استجابة تجذير عقل الماش التي جاءت منسجمة مع تلك المفاهيم.



p-Hydro Quinone

إنّ انخفاض استجابة التجذير في عقل الماش المعمرة بمحاليل السكريات قيد الدراسة وارتفاعها في العقل الطرية قد يعزا ايضاً الى الحالة الغذائية، فقد وجد ان القابلية على تكوين الجذور العرضية يرتبط بالحالة الغذائية للعقلة، وان حفظ العقل بالماء المقطر لمدة ثلاثة ايام (مدة التعمير) يسبب انخفاض استجابة التجذير نتيجة لنقص العوامل الغذائية كالكاربوهيدرات والبروتينات والعناصر المعدنية. وهذا ما اكدته سالم (٢٠٠٠) حيث اشارت الى ان تجهيز عقل نبات الماش (*Phaseolus aureus* Roxb.) بتركيز ١.٥% من السكروز قد سيطر جزئياً على العمليات التي تحدث خلال ظاهرة التعمير من خلال المحافظة على المحتوى الكاربوهيدراتي والبروتيني الضروريين لتكوين الجذور العرضية، واشارت أيضاً الى ايقاف عمليات التعمير بشكل كبير في العقل المعمرة قياساً بالعقل الطرية في حالة تجهيز العقل بالمواد الغذائية عن طريق الفلق Cotyledons يعدّها مصدراً داخلياً للكاربوهيدرات . وهذا ما يؤكدا استجابة التجذير (١٩.١ جذراً لكل عقلة) المعنوية جداً من الناحية الاحصائية في العقل المعمرة بتركيز ٣% من محلول السكروز (pH=٤.٤) قياساً بعينة السيطرة (جدول ١٨). إنّ اهمية السكروز في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة ربما تعزا كذلك الى رفع مستوى الكاربوهيدرات الذائبة، فقد اشار Foong و Barnes (١٩٨١) الى أنّ نمو الجذور العرضية يتطلب مستويات عالية من الكاربوهيدرات الذائبة. وأشار Marousky (١٩٦٩) الى أهمية السكروز في المحافظة على نظارة عقل الورد المقطوفة Cut-roses طيلة مدة التعمير وكأنها عقل طرية بسبب دور السكروز في زيادة امتصاص الماء الذي يعزا الى الجهد الازموزي العالي للسكروز. زيادة على ذلك فان للسكروز اهمية في المحافظة على الوزن الطري للعقل المعاملة به من خلال تأثيره في غلق الثغور وبالتالي في عملية النتح. علاوة على ذلك فان للسكروز دوراً في تقليل النسبة المئوية للبوتاسيوم في عقل الماش المعمرة مما يؤثر في غلق الثغور والمحافظة على العقل من الجفاف (سالم ، ٢٠٠٠).

لقد اصبح جلياً انه من خلال التوازن الدقيق بين الاوكسين والمغذيات يمكن المحافظة على نشوء الجذور بدقة، وان دور السكروز بصفته مضاد للاكسدة يكمن في تحوير فعالية الانزيمات لاسيما تلك المتعلقة بأيض الاوكسين من خلال خفض فعالية انزيم IAA-oxidase، معززاً بذلك المحتوى الاوكسيني في منطقة نشوء الجذور، وهذا ما اكدته التقديرات الكمية للاوكسين (IAA) قيد الدراسة في هايبوكوتيل عقل الماش المعمرة بالسكروز ٣% حيث كشفت

عن (١٥.٤١١) ملي مول قياساً بعينة السيطرة (١١.٠٦٧) ملي مول (شكل ١٠). وقد اكد ذلك بعض الدراسات حيث اشارت الى ان اهمية السكروز لاتقتصر على دوره كمصدر كاربوني في عملية نشوء الجذور فحسب، بل يعمل كذلك على خفض فعالية انزيم IAA-oxidase وبشكل معنوي في حالة وجود الاوكسين او عدمه (Gurumurti & Nanda, ١٩٧٤).

إنّ التجهيز الخارجي لبعض العوامل المغذية التي تشمل الكاربوهيدرات له دور في رفع او خفض كمية الكاربوهيدرات الذائبة الضرورية لنمو وتكشف الجذور، اذ ان تأثيرها يعتمد على الحالة الغذائية الداخلية للعقلة، حيث وجد أنَّ المغذيات تكون مثبطة للتجذير عندما تتجاوز المستويات المثالية لها داخل العقلة. وإنّ انخفاض استجابة التجذير في العقل المعمرة بمحاليل الكلوكوز أو الفركتوز في جميع التراكيز المستخدمة ومحاليل السكروز في التراكيز الواطئة (١% و ٢%) قياساً بعينة السيطرة (جدول ١٨) ربما يعود الى مستوى الكاربوهيدات غير المثالي، اذ بين Audus (١٩٦٣) ان الكاربوهيدرات ضرورية في عملية نمو وتكشف الجذور من خلال المحافظة على المحتوى الكلوروفيلي ومعدل البناء الضوئي ومحتوى العقل من العناصر المعدنية . وقد اكد ذلك Jensen (١٩٨٢) حيث اشار الى انخفاض مستوى العناصر المعدنية في العقل المعمرة زيادة على انخفاض المحتوى البروتيني من خلال نشاط الانزيمات Proteases المحطمة للجزيئات البروتينية او انزيمات Nucleases المحطمة للاحماض النووية التي تعتمد عليها عملية البناء الحيوي للبروتين (Dale, ١٩٨٢) فضلاً عن انخفاض المحتوى الكاربوهيدراتي. وقد اشار العلواني الى عدم قدرة الاوكسين المجهز من الخارج في تعويض النقص الحاصل بسبب التعمير، وان الاوكسين لوحده غير قادر في السيطرة على العمليات التي تحدث خلال عملية التعمير بسبب غلق اوعية الخشب بمادة السوبرين. حيث اشار Ooishi وجماعته (١٩٧٨) الى أنّ امتصاص السكريات ونقلها علوياً في العقل يتم غالباً بوساطة الخشب، وربما يساعد ذلك في توضيح تزامن الزيادة المعنوية احصائياً في كمية الاوكسين المقدرة في هايبوكوتيل العقل المعمرة بمحاليل الكلوكوز أو الفركتوز (شكل ١٠) وانخفاض استجابة التجذير (جدول ١٨) حيث ازدادت كمية الاوكسين بنسبة مئوية قدرها (٥٩.٣% و ٤١.٧%) على التوالي قياساً بعينة السيطرة. ومما يعزز هذا ايضاً ما اشار اليه Nanda وجماعته (١٩٧١) بان فعالية الاوكسين تتمحور بوجود الكلوكوز . يضاف الى ذلك ان اهمية الكاربوهيدات في العقل لاتكمن في كونها مصادر للطاقة والهياكل الكاربونية فحسب، بل ربما تؤثر في التنظيم الازموزي وقابلية المذيبات الخلوية والظواهر الفيزو-كيمياوية من خلال تركيزها في السايتوبلازم، والتي تؤثر في العمليات الايضية خلال عملية التجذير (Haissig, ١٩٨٤). وان ظروف تواجد الكاربوهيدرات والحالة الفسيولوجية للنبات الام تؤثر في العمليات الايضية للكاربوهيدرات في العقل، فقد اشار Reid (١٩٣٠) الى ان اية ظروف مشجعة لزيادة نسبة الكاربوهيدرات الى النتروجين (N\C) تشجع تكوين الجذور في العقل وان افضل تجذير للعقل يحدث تحت الظروف التي توجد فيها الكاربوهيدرات الذائبة الكلية بالتركيز الامثل داخل النبات قبل وخلال التجذير (Champagnol, ١٩٨١). كما ان تراكيز الكاربوهيدرات باشكالها المنفردة تكون ذات علاقة مباشرة بعملية التجذير فعلى سبيل المثال يختلف تركيز السكريات المختزلة والسكروز عن تركيز النشاء بين المناطق العلوية (غير المجذرة) والمناطق القاعدية (المجذرة) في سيقان عقل بادرات الصنوبر Jack pine خلال التكاثر الخضري، وان نسبة السكر المختزل

الـى النشـاء فـي هـذه العقـل يُ عدّمؤشـراً حساسـاً ويتعلـق بتجزئـة الكاربوهيدرات تفاضـلياً خـلال التجـــذير (Haissig, ١٩٨٤).

يستنتج مما تقدم وبشكل عـام ان ظـاهرة التعمير فـي النباتـات مـا هـي الا نتيجـة للعمليـات التأكسـدية التـي تحـدث فـي الجسـم النبـاتي او العقـل خـلال مـدة التعميـر مسببة انخفـاض اسـتجابة التجـذير فـي عقـل المـاش المعمـرة . وان العناصـر الانتقاليـة مثـل (Fe, Cu, Mn, Zn, Se) والمركبـات الفينوليـة والكلوتـاثيون (GSH) والاسـكوربيت والسـكريات، هـي عوامـل مضـادة للاكسدة تعمل ككوابح داخلية للجذور الحرة وتقليل تـاثيرات نـواتج عمليات الاكسدة، لاحتوائهـا علـى اوربتـال (d) فـارغ او منقـوص للالكترونـات، باسـتطاعته اسـتيعاب او مـنح الالكترونـات مسبباً حصـول تبـادل الكتروني. وتختلف تأثيراتها تبعاً لاختلاف (a) وجودها في المحاليل النباتيـة (حـرة او مرتبطـة) . (b) مسـاحة التبـادل الالكترونـي. (c) قيمـة الاس الهيـدروجيني. (d) عـدد ومواقـع المجـاميع المعوضـة. (e) الحالـة الغذائيـة للعقـل او النبـات الام. (f) العوامـل الهرمونيـة ومحتوى الاوكسين IAA (التوازن الهرموني) (g) الفعل التعاضدي بينها وبين الاوكسين IAA . (h) اشكالها المتأينـة والرنينيـة. مؤديـة بذلك الـى خفض العمليـات التأكسدية التـي تحـدث خـلال ظاهرة التعمير ومسببة ارتفاع استجابة التجذير في عقل نبات الماش المعمرة.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

١- انخفاض استجابة التجذير فـي العقـل المعمـرة (المحفوظـة لمـدة ثلاثـة ايـام فـي المـاء المقطـر) قياساً بالعقل الطرية.
٢- قلة المحتوى الاوكسيني الطبيعي (IAA) في العقل المعمرة قياساً بالعقل الطرية.
٣- ان العمليات التأكسدية التي تحدث في العقل المعمـرة هـي احـد اسـباب ظـاهرة التعميـر بدلالـة انخفاض استجابة التجذير ، التي تتزامن مع قلة المحتوى الاوكسيني في العقل المعمرة قياسـاً بالعقل الطرية.

٤- تجهيز العقل الطرية أو المعمرة او النباتات الام بالعوامل المرتبطة بميكانيكيات الدفاع المضادة للاكسدة كالعناصر الضئيلة وفيتامين C والكلوتاثيون (GSH) والمركبات الفينولية والسكريات، افسد او تغلب على عوامل الشد التأكسدي المسببة لظاهرة التعمير.
٥- تعمير العقل (المأخوذة من بادرات نامية في محاليل Hoagland) في الماء المقطر سبب انخفاض استجابة التجذير في المعاملات المستحثة التي ينقصها البورون أو الحديد ، وارتفاع استجابة التجذير في المعاملات غير المستحثة التي ينقصها المنغنيز أو البورون.
٦- ان المحاليل المغذية المحورة (الحاوية على السلينيوم) وبقوى مختلفة اوقفت العمليات التأكسدية التي تحدث خلال ظاهرة التعمير بشكل كامل او جزئي في العقل المعمرة قياساً باستجابة التجذير في العقل الطرية.
٧- حفظ العقل لمدة ثلاثة ايام (مدة التعمير) في المحاليل المغذية المحورة التي ينقصها Mn ومجموعة العناصر (Se, Zn, Mn) سبب انخفاض استجابة التجذير في العقل المعمرة.
٨- حفظ العقل بمحاليل المركبات المضادة للاكسدة كالاسكوربيت بمدى (٢٠٠-٥٠٠) جزء بالمليون والسكروز بتركيز (٣%) والمركبات الفينولية مثل o-Coumaric Acid و Caffeic Acid و p-Hydro Quinone بتركيز (10^{-3}) مولار لمدة ثلاثة ايام (مدة التعمير) اوقف العمليات التي تحدث خلال ظاهرة التعمير بشكل كامل، كما ان حفظ العقل في محاليل الكلوتاثيون بتركيز (10^{-10}) مولار والمركبات الفينولية مثل Cinnamic Acid بتركيز (10^{-3}) مولار و Phenol و o-Hydroxy Catechal بتركيز (10^{-5}) مولار اوقفها بشكل جزئي وذلك من خلال المحافظة على مستوى الاوكسين IAA.

التوصيات

١- ان معرفة اسباب ظاهرة التعمير قد يكون مفتاحاً لمعرفة اسباب صعوبة تجذير بعض العقل Difficult – to- Root Cutting.
٢- استعمال التراكيز الفعالة من السكروز ومضادات الاكسدة قيد الدراسة التي تختلف بحسب النوع النباتي اثناء تكثير العقل او في حالة نقلها او تاخير غرسها لسبب طارئ.
٣- استعمال مضادات الاكسدة مثل الاسكوربيت وبعض المركبات الفينولية وعنصر السلينيوم بوصفها بدائل لمنظمات النمو في حالة تعذر الحصول على الاوكسينات المصنعة، وان كانت استجابتها محدودة.
٤- استعمال المحاليل المغذية المحورة والعناصر الضئيلة وبالتراكيز الفعالة بحسب النوع النباتي في حفظ العقل في حالة نقلها او تاخير غرسها.
٥- زيادة المحتوى الغذائي للنباتات الام قبل اخذ العقل منها له دوراً مهماً في استجابة تجذير العقل.
٦- دراسة انزيمية تتعلق بالعمليات التأكسدية التي تنشط خلال ظاهرة التعمير، والانزيمات المرتبطة بميكانيكيات الدفاع المضادة للاكسدة.
٧- دراسة انواع الشد المختلفة مثل الشد المائي والشد الملحي والشد الضوئي والشد الحراري وغيرها من عوامل الشد الاخرى، وعلاقتها بظاهرة التعمير من خلال دراسة العمليات التأكسدية والعوامل المرتبطة باليات الدفاع المضادة للاكسدة والمتغيرات المرافقة لكل حالة.
٨- دراسة المتغيرات التي تحدث في النبات الكامل وفي اجزاء مختلفة منه قبل وبعد التعمير، اي في المرحلة التي تسبق عمليات الازهار والتكاثر والمرحلة التي تنتهي فيها العمليات التكاثرية.

٩- دراسة ظاهرة التعمير وراثياً من خلال تحديد الجينات المتعلقة باسباب ظاهرة التعمير وتشخيصها ومن ثم كيفية معالجتها.
١٠- دراسة عوامل الاكسدة والعوامل المضادة للاكسدة خلال ظاهرة التعمير في ان واحد بدلالة استجابة تجذير عقل الماش.
١١- دراسة ظاهرة التعمير باستعمال تراكيز مختلفة من الكلوتاثيون GSH وفيتامين C معاً لمعرفة العفل التعاضدي بينهما بدلالة استجابة تجذير عقل الماش.
١٢- دراسة الوسط القاعدي للفينولات وعلاقته بعمليات التجذير في عقل الماش خلال ظاهرة التعمير.
١٣- دراسة علاقة الفينولات بايونات العناصر النزرة خلال ظاهرة التعمير لبرهنة انخفاض استجابة تجذير العقل المعمرة بمحلول Gallic Acid على الرغم من المحتوى العالي من الاوكسين IAA.
١٤- دراسة تاثير عنصر البورون باتجاه نظرية الاكسدة.
١٥- تحليل التربة المراد زراعتها بالماش لمعرفة العناصر المكونة لها، والتأكد من وجود عنصر السلينيوم.
١٦- دراسة الفعل المتبادل بين السكريات المختزلة (كلوكوز وفركتوز).

المصادر

ـ المصادر العربية

ابو التمن، وسن مضر. ٢٠٠٣. التفعيل الكيمياوي والحفظ الفيزياوي لفعالية المستخلصات النباتية ودورها في السيطرة على ظاهرة التعمير في عقل الماش المعمرة. رسالة ماجستير. جامعة بابل.

الخفاجي، محمد عبد الله. ٢٠٠١. تأثير ظاهرة التعمير في اضطراب النفاذية وعلاقة ذلك باستجابة التجذير في عقل ساق نبات الماش .*Phaseolus aureus* Roxb رسالة ماجستير . جامعة بابل.

الراوي، عادل، والدوري، علي. ١٩٩١. المشاتل وتكثير النباتات. الطبعة الثانية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل.

الريس، عبد الهادي جواد. ١٩٨٧. تغذية النبات. الجزء الثاني. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد/ كلية الزراعة.

العلواني، بشير عبد الحمزة، ١٩٩٨. أسباب ظاهرة التعمير Aging والسيطرة عليها بدلالة تكوين الجذور العرضية في عقل نبات الماش .*Phaseolus aureus* Roxb. رسالة ماجستير . جامعة بابل.

توماس، س. مور. ١٩٨٢. الهرمونات النباتية فسلجتها وكيمياؤها الحيوية. ترجمة عبد المطلب سيد محمد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل. دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل.

ديفيلين، روبرت هـ، ووتام، فرنسيس هـ. ١٩٨٥. فسيولوجيا النبات. الطبعة الرابعة. ترجمة محمد محمود شرقاوي و عبد الهادي خضر وعلي سعد الدين سلامة ونادية كامل. الطبعة العربية ١٩٨٥. المجموعة العربية للنشر.

سالم ، سهام عبد الرزاق. ٢٠٠٠. ظاهرة التعمير Aging في عقل الماش *Phaseolus aureus* Roxb. وعلاقتها بالحالة الغذائية. رسالة ماجستير . جامعة بابل.

شهيد، عبد الله ابراهيم (١٩٨٠). الفعل المتبادل بين الاوكسين والسايتوكنين ودورهما في نشوء ونمو الجذور العرضية والبراعم في عقل نبات الفاصوليا .*Phaseolus vulgaris* L . رسالة ماجستير. جامعة بغداد.

محمد ، عبد العظيم كاظم. ١٩٨٥. علم فسلجة النبات. الجزء الثاني. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر.

محمد، عبد العظيم كاظم، واليونس، مؤيد احمد. ١٩٩١. اساسيات فسيولوجيا النبات. ثلاثة اجزاء. جامعة بغداد. دار الحكمة للطباعة والنشر.

يوسف، يوسف حنا. ١٩٨٧. اكثار اشجار الفاكهة. جامعة صلاح الدين. اربيل . مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل.

ـ المصادر الاجنبية

Aberg, B. ١٩٦١. Vitamins as growth factors in higher plants . Handb. D. Pflanzen-Physiol. ١٤, ٤١٨-٤٤٩.

Abraham, G., and Reinhold. ١٩٨٠. Mechanism of Effect of Aging on Membrane Transport in Leaf Strips of *Centranthus ruber*: Possible Ethylene involvement in cutting shock. Planta, ١٥٠: ٣٨٠-٣٨٤.

Adegoke, G. O., Kumar, M. V. , Krishna, A. G. G., Varadaraj, M. C., Sambaiah, K. and Lokesh, B. R., J. Food Sci. Technol. Mysore, ١٩٩٨, ٣٥, ٢٨٣. (cited by Mechael , et al. ٢٠٠١. Methods for testing antioxidant activity. Analyst, ٢٠٠٢, ١٢٧, ١٨٣-١٩٨).

Ali, H. , Attiya, H., and Hassoun, Q. ١٩٩٨. Response of different genotypes of corn (*Zea mays* L.) to some plant growth regulators. Dirasat, ٢٥(٢): ٢٩٦-٣١٠.

Al- Saadawi, I. S., Al-Hadithy, S. M., and Arif. M. B. ١٩٨٦. Effect of three phenolic acids on chlorophyll content and ions

uptake in cowpea seedlings. Journal of Chemical Ecology, ١٢(١): ٢٢١-٢٢٧.

Altman, A. and Wareing, P. F. ١٩٧٥. The effect of IAA on sugar accumulation & basiptal transport of C^{14}- Labelled assimilates in relation to root formation in *Phaseolus vulgaris* L. Cuttings . Physiol . Plant. ٣٣: ٣٢-٣٨.

Anderson, M. D., Prasad, T. K., & Steward, C. R. ١٩٩٥ Changes in isozyme profiles of catalase, peroxidase, and glutathione reductase during acclimation to chilling in mesocotyls of maize seedlings. Plant Physiology. ١٠٩, ١٢٤٧-١٢٥٧.

Antonio, C., Manuel, A., and Marino, B. A. ٢٠٠٣ Hydrophilic and lipophilic antioxidant activity changes during on-vine ripening of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill). Postharvest Biology and Technology, ٢٨. ٢٠٠٣, ٥٩-٦٥.

Arnon, D. I., and Stout, P. R. ١٩٣٩. The essentiality of certain elements in minute quantity for plant with special reference to copper. Plant Physiol. ١٤ : ٣٧١-٣٧٥. ١٩٣٩.

Arnon, D. R., And Hoagland , D. R. ١٩٤٠. Soil Sci, ٥٠ : ٤٦٣-٨٤. (cited by James, ١٩٨١).

Asada, K. ١٩٩٢. Production and scavenging of active oxygen in chloroplasts. In Molecular Biology of Free Radical Scavenging Systems (ed. J. G. Scandalios), pp. ١٧٣-١٩٢. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.

Atkinson, C. J. , Davies, W. J., and Mansfield, T. A. ١٩٨٩. Changes in intact aging wheat leaves in response to abscisic acid. Exp. J. Bot., ٤٠: ١٠٢١-١٠٢٨.

Atsumi, S., Kuraishi, S., & Hayashi, T. ١٩٧٦. An improvement of auxin extraction procedure and its application to cultured plant cells. Planta, Berlin, ١٢٩, ٢٤٥-٨.

Audus, L. J. ١٩٦٣. Plant Growth Substances. Leonard Hill Ltd . London.

Bandurski, R. S. and Schuluze, A. ١٩٧٧. Concentration of indole – ٣-acetic acid & its dervatives in plant. Plant Physiol . ٦٠ : ٢١١-٢١٣.

Batten, D. J., and Goodwin, P. B. ١٩٧٨. Phytohormones and the induction of adventitious roots. In : Phytohormones and related compounds, a comprehensive treatise. D. S. Letham, P. B. Goodwin and T. J. V. Higgins, eds. Vol. ١١, pp:١٣٧-١٧٣.

Bauer, V. , Sotnikova, R., Machova, J., Matyas, S., Pucovsky, V., and Stefek, M. ١٩٩٩, Life Sci., ١٩٩٩, ٦٥, ١٩٠٩ (cited by Michael, *et al.* ٢٠٠١).

Baumeister, W. ١٩٥٤. Uberden Einfluss des Zinks bei Silene inflata. Sm. Ber. Dt. Bot. Ges., ٦٧, ٢٠٥.

Ben-Yehoshua, S. ١٩٨٦. Respiration and ripening fruit, Physiol Plant. ٧٧: ٧١-٨٩.

Bhattacharya, N. C. ١٩٨٩. Enzyme activities during adventitious rooting. In: adventitious rooting formation in cuttings, T. D. Davis, B. E. Haissig, and N. Sankhla, eds. Portland, Oreg. : Dioscorides Press.

Bhattacharya, S. and Nanda, K. K. ١٩٧٨. Stimulatory effect of purine & pyrimidine bases & their role in the mediation of auxin action through the regulation of carbohydrate metabolism during adventitious root formation in hypocotyl cutting of *Phaseolus mungo* Z. Pflanzen Physiol. ٨٨: ٢٨٣-٢٩٣.

Blakesly, D., Wetos, G. D., and Hall, J. F. ١٩٩١. The role of endogenous auxin in root initiation I. Evidence from studies an auxin application & analysis of endogenous levels. Plant Growth Regulation . ١٠: ٣٤١:٥٣.

Blazich, F. A. ١٩٨٩. Mineral nutrition and adventitious rooting . In : Adventitious root formation in cuttings, T. D. Davis, B. E. Haissig, and N. Sankhla, eds. Portland, Oreg. : Dioscorides Press.

Bollard, E. G. ١٩٨٣. Involvement of unusual elements in plant growth and nutrition. Pages ٦٩٥-٧٤٤ in Lauchli, A. and Bieleski, R. L. (eds). ١٩٨٣.

Bouillenne, R., and M. Bouillenne – Walrand. ١٩٥٥. Auxines et bouturage . Rpt. ١٤ th Inter. Hort. Cong. ١ :٢٣١:٣٨.

Boxer, R. J. ١٩٩٧. Essentials of organic chemistry. Wm. C. Brown Publishers, Taipei . Printed in the United States of America ٢٤٦٠ Kerper Boulevard , Dubuque, IA .

Bratt, C. E., Arvidsson, P. O. , Carlsson , M., & Akerlund , H.-E. ١٩٩٥. Regulation of violaxanthin de-epoxidase activity by pH and ascorbate concentration. Photosynthesis Research ٤٥, ١٦٩-١٧٥.

Brauner, L., & Brauner, M. ١٩٥٤. Untersuchungen Uber die Photolyse des Heteroauxins II-Zeitschr. Bot. ٤٢, ٨٣-١٢٤.

Brown, T. A., and A. Shrift. ١٩٨٢. Selenium: toxicity and tolerance in higher plants. Biological Reviews ٥٧ : ٥٩-٨٤.

Champagnat, P. ١٩٦١. Defferenciation . Formation desracines etdes bourgeons. Hanb. d. Pflanzenphysiol. ١٤, ٨٣٩-٨٧١.

Champagnol, F. ١٩٨١. Relation entre la formation de pousseet de racines par une bouture de vigne et la quantite damidon initialement presente. Comptus Rendus Academie des Science (Paris). ٦٧. ١٣٩٨-١٤٠٥.

Chaturvedi, O. P., Tha. N. A., and Das, D. K. ١٩٩٦. Vegetative Propagation of *Acacia auriculiformis* by stem cuttings. Fors Far. Comm. Tre-Resea. Repor., ١: ٢-٦.

Chaudry, M. A. Bibi, N. ; Khan, F. and Sattar, A. ١٩٩٨. Phenolics and quality of solar cabinet dried persimmon during storage. Ital. J. Food Sci. ١٩٩٨, ١٠, ٢٦٩-٢٧٥.

Chen, J., Witham, F. H., and Heuser, C.W. ١٩٩٥. Inhibition of NAA-induced adventitious roots in mung bean cuttings by Kinetin, Zeatin , Ethidium bromide and other DNA intercalators. Microsoft internet explorer.

Chibbar, R. N. , Gurumurti, K., and Nanda, N. N. ١٩٧٩. Changes in IAA-oxidase activity in rooting hypocotyl cutting of *Phaseolus mungo* L. Specialia , ١٥: ٢٠٢-٢٠٣.

Clydesdale, F. M. ١٩٩٥. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. ٣٥, ١-١٧٣.

Colbert , L. B., and Decker, E. A. (١٩٩١) J. Food Sci., ١٩٩١, ٥٦. ١٢٤٨. (cited by Michael, *et al.* ٢٠٠١).

Coombs, J. ١٩٨٦. Macmillan Dictionary of Biotechnology. P.١٠. the Macmillan Press Ltd.

Dale, J. E. ١٩٨٢. Studies in biology. The growth of leaves, Edward Arnold Ltd. London.

Dalton, D. A. ١٩٩٥ Antioxidant defenses of plant and Fungi. In Oxidative Stress and Antioxidant Defense in Biology (ed. S.A. Ahmad), PP. ٢٩٨-٣٥٥. Chapman and Hall, New York.

David, C. E., Fredrick, J. K., and Alex , S. ١٩٨٠. Selenium Toxicity : Aminoacylation and Peptide Bond Formation with Selenomethionine . Plant Physiol.(١٩٨١) ٦٧, ١٠٥٤-١٠٥٨.

Davies, F. T., Jr., Lazarte, J. E., and Joiner, J. N. ١٩٨٢. Initiation an Development of Roots In Juvenile and Mature leaf Bud cutting of *Ficus pumila* L. Amer. J. Bot. , ٦٩(٥) : ٨٠٤-٨١١.

Davies, I. ١٩٨٣. Aging . Edward Arnold, London. P. ٦٠ .

De Gara, L., Paciolla C., Tommasi, F. , Liso, R. & Arrigoni O. ١٩٩٤. *In vivo* “ inhibition of galactono-γ- Lactone conversion to ascorbate by lycorine. Journal of Plant physiology ١٤٤, ٦٤٩-٦٥٣.

Dhindse, R. S., Plumb- Dihindsa, L. P., and Reid, D. M. ١٩٨٢. Leaf senescence and lipid peroxidation : effect of some phytohormones and scavengers of free radical singlet oxgen. Physiol. Plant., ٥٦ : ٤٥٣-٤٥٧.

Drew, M. C. ١٩٧٥. Comparison of effect of localized supply of phosphate, nitrate, ammonium and potassium on the growth of seminal root system and the shoot in barley. New Phytol., ٧٥ : ٤٧٩-٤٩٠.

Dutta, T. R., & Mc Ilrath, W. J. ١٩٦٤. Effects of boron on growth and lignification in sunflower tissue and organ cultures. Botanical Gazette, ١٢٥ , ٨٩-٩٦.

Eliasson, L. ١٩٧٨. Effects of nutrients and light on growth and root formation in *Pisum sativum* cuttings. Physiol. Plant., ٤٣ , ١٣-١٨.

Eltinge, E. T. ١٩٤١. Effect of manganese deficiency upon the histology of *Lycopersicon esculentum*. Plant Physiol. ١٦ : ١٨٩.

Epstein, E. ١٩٧٢. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives, New York: Wiley.

Eriksen, E. N. ١٩٧٣ . Root Formation in pea cutting. I. Effect of decapitation and disbudding of different developmental stages. Physiol. Plant., ٢٨ : ٥٠٣-٥٠٦.

Faludi,B., Daniel, A. F., Gyurian, I., & Anda, S. ١٩٦٣. Sugar antagonisms in plant tumor cells induced by ٢, ٤-dichlorophenoxy acetic acid. Acta Biologica Academiae Scientianum Hunganicae, ١٤ , ١٨٣-١٩٠.

Fernqvist, I. ١٩٦٦. Studies on factors in adventitious root formation. Vol. ٣٢, ١٠٩-٢٤٤, ١٩٦٦.

Foong, T. W., and Barnes, M. F. ١٩٨١. Rooting cofactors in Rhodendron: the fractionation and activity of components from an easy- to- root and difficult – to- root variety. Biochemic Physiol. Physiol Pflanzen., ١٧٦ : ٥٠٧-٥٢٣.

Foyer, C. H., Rennenberg, H. ٢٠٠٠ . Regulation of glutathione synthesis and its role in abiotic and biotic stress defence, in : C. Brunold (Ed.), Sulfur Nutrition and Sulfur Assimilation in Higher Plants, Paul Haupt, Bern, PP.١٢٧-١٥٣.

Foyer, C. H., & Halliwell B. ١٩٧٦ Presence of glutathione and glutathione reductase in chloroplast: a proposed role in ascorbic acid metabolism , Planta ١٣٣ , ٢١-٢٥.

Foyer, C. H. ١٩٩٣ Ascorbic acid. In Antioxidants in Higher Plants (eds R. G. Alscher & J. L. Hess), PP. ٣١-٥٨. CRC Press, Boca Raton.

Frankel, E. N., and Meyer, A. S. ٢٠٠٠ J. Sci. Food Agric., ٢٠٠٠, ٨٠, ١٩٢٥. (Cited by Michael, *et al.* ٢٠٠١).

Frendo, P., Hernandez Jimenez, M. J., Mathieu,C., Duret, L., Gallesi, D., Vande Sype, G., ٢٠٠١. A *Medicago truncatula* homogluathione Synthetase is derived from glutathione Synthetase by gene duplication, Plant Physiol. ١٢٦ ٢٠٠١, ١٧٠٦-١٧١٥.

Friedman, M. ١٩٩٦ . Food browning and its prevention . J. Agric. Food Chem. ١٩٩٦, ٤٤, ٦٣١-٦٥٣.

Friedman, M. ١٩٩٧. Chemistry, biochemistry, and dietary role of potato polyphenols. J. Agric. Food Chem. ١٩٩٧, ٤٥, ١٥٢٣-١٥٤٠.

Friedman, R., Altman, A., and Bachrach, U. ١٩٨٢. Polyamines and root formation in mung bean hypocotyl cuttings. Plant Physiol., ٧٩ : ٨٠-٨٣.

Fryer, M. J. ١٩٩٢. The antioxidant effects of thylakoid vitamin E (α-tocopherol). Plant, Cell and Environment ١٥, ٣٨١-٣٩٢.

Galston, A. W., & Dalberg, L. ١٩٥٤: The adaptive formation and physiological significance of indole acetic acid oxidase.- Amer. Jour. Bot. ٤١ : ٣٧٣. ١٩٥٤.

Galston, A. W., and W. S. Hillman, ١٩٦١. The degradation of auxin . In W. Ruhland, ed., Encyclopedia of Plant Physiology ١٤ : ٦٤٧. Berlin : Springer.

Gauch, H. G. ١٩٥٧. Mineral nutrition of Plants. Ann. Rev. Plant Physiol. ٨:٣١.

Goldacre, P. L. ١٩٦١. The indole. ٣-acetic acid oxidase-peroxidase of peas. In R. M. Klein, ed., Plant Growth Regulation. Ames: Iowa State University Press.

Gordon, S. A., & Paleg, L. G. ١٩٦١. Formation of auxin from tryptophan through action of polyphenols. Plant Physiol. ٣٦, ٨٣٨-٨٤٥.

Gorter, C. J. ١٩٧٢. Growth regulator & Aging of Plant In : Kaldewey. H., & Vasdar, Y. (Eds) Hormonal Regulation in Plant Growth & Development. PP. ٤٣٩-٤٥١. Verlag Chemies Weinheim.

Gorter, C. J. ١٩٥٨. Synergism of indole and indole.٣- acetic acid in root production of cutting. Physiol. Plant., ١١ :-٩.

Granick, S. ١٩٥٠. Iron metabolism in animals and Plants. Harvey Lectures Ser. ٤٤ :٢٢٠.

Grill, E., E. L. Winnacker, M. H. Zenk. ١٩٨٥. Phytochelatins : The Principal heavy- metal complexing peptides of higher plants. Science, ٢٣٠ : ٦٧٤-٦٧٦.

Gurumurti, K., & K. K. Nanda. ١٩٧٤. Phytochemistry ١٣, ١٠٨٩ ١٩٧٤ (Cited by Chibbar , R. N., K. Gurumurti & K. K. Nanda. ١٩٧٨. Changes in IAA-oxidase activity in rooting hypocotyl cuttings of *Phuseolus mungo* L.).

Gutteridge, J. M. C. ١٩٩٤ Chem.-Biol. Interact., ٩١, ١٣٣.(Cited by Michael, *et al*. ٢٠٠١).

Hackett, W.P.١٩٧٠. The influence of auxin, catechol and methanolic tissue extracts on root initiation of the juvenile and adult forms of *Hedera _helix* . J. Amer. Soc.Hert. Sci.,٩٥:٣٩٨-٤٠٢.

Hackett, C. ١٩٦٨. A study of root system of barley . I. Effect of nutrition on two varieties. New Phytol., ٦٧: ٢٨٧-٢٩٩.

Haissig, B. E. ١٩٧٤. Metabolism during adventitious root primordium initiation and development. NewZealand Journal of Forest Science, ٤. ٣٢٤-٣٢٧.

Haissig, B. E. ١٩٨٢. Carbohydrate and amino acid concentrations during adveatitious root primordium development in *Pinus banksiana* Lamb. cuttings. Forest Science. ٢٨. ٨١٣-٨٢١.

Haissig, B. E. ١٩٨٤. Carbohydrate accumulation and partitioning in *Pinus banksiana* seedlings and seedling cuttings. Physiologia Plantarum. ٦١:١٣-١٩.

Halliwell, B. ١٩٩٦. Anti-oxidants in human health and disease. Rev. Nutr. ١٦:٣٣-٥٠.

Hansen, J. ١٩٧٥. Adventitious root formation . Influence of light during stock plant growth. Diss. ISBN Copenhagen. Denmark.

Hartmann, H. T., Kofranek, A. M., Rubatzky, V. E., and Flocker, W. J. ١٩٨٨. Plant Science , growth, development, utilization of cultivated plants. ٢nd ed. Printice Hall . Englewood Liffs, New Jersey, pp. ١٢٥-١٢٦.

Hortmaan, H. T., Kester, D. E., and Davies, F. T. Jr. ١٩٩٠. Plant propagation, principle and practices. ٥th ed. Prentice-Hall. Inc.

Haun, R., & Cornell, W. ١٩٥١. Rooting Response of Geranium (Pel. hort) cutting as influenced by N, P and K nutritions of the stock plant. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci . ٥٨, ٣١٧-٣٢٣.

Hausladen, A. & Alscher, R. G. ١٩٩٣. Glutathione. In Anti oxidants in Higher Plants (eds R. G. Alscher & J. L. Hess), pp.١-٣٠. CRC Press, Boca Raton.

Hemberg, T. ١٩٥٣. The effect of vitamins K and H^t on the root formation in cuttings of *Phaseolus vulgaris*. Physiol. Plant. ٦, ١٧-٢٠.

Hemberg, T. ١٩٥٤. The relation between the occurrence of auxin and the rooting of hypocotyls in *Phaseolus vulgaris* L. Physiol.Plant.٧, ٣٢٣-٣٣١.

Hemberg,T.١٩٥١.Rooting experiment with hypocotyles of *Phaseolus vulgaris* L. Physiol. Plant .٤:٣٥٨.١٩٥١.

Hess, C. E. ١٩٦١. The mung bean bioassay for detection of root promoting substances. Plant Physiol.,٣٦: Suppl.٢١.

Hess, C. E. ١٩٦٤. Characterization of the rooting co-factors extracted from *Hedera helix* L. and *Hibiscus rosa-sinesis* L. Proc. ١٦ th Internat. Hort. Congr. ١٩٦٢: ٤, ٣٨٢-٣٨٨.

Hess, C. E. ١٩٦٥. Phenolic compounds as stimulators of root initiation. Plant Physiol. ٤٠ Suppl., ٤٥.

Hess, C. E. ١٩٦٨. Internal and external factors regulating root intitiation . In Root growth: Proc. ١٥th Easter School in Agricultural Science, University of Nottingham. London: Butterworth.

Hess,C.E.١٩٦٢. Characterization of the rooting Co-factors extracted from *Hedera helix L.* and H*ibiscus rosa-Sinensis* L. Proc-١٦th Inter; Hort. Cong. pp. ٣٨٢-٨٨.

Heuser, C. W. , and C. E. Hess. ١٩٧٢. Isolation of three lipid root initiating substances from juvenile *Hedera helix* shoot tissue. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. ٩٧(٥): ٥٧١-٧٤.

Hinman, R. L., and J. Lang. ١٩٦٥. Peroxidase-catalyzed oxidation of indole-٣-acetic acid. Biochemistry ٤: ١٤٤-١٥٨.

Hopkins,W.G.١٩٩٩. Introduction to plant physiology ٢-nd ed. John Wiley and Sons, Inc.

Hossain, M. A. , Nakano, Y., & Asada K. ١٩٨٤. Monodehydroascorbate reductase in spinach chloroplasts and its participation in

regeneration of ascorbate for scavenging hydrogen peroxide-Plant and Cell Physiology, ٢٥, ٣٨٥-٣٩٥.

Hulsmann, B. ١٩٣٧. versuche zur stickstoffdungung von. steck lingen. Garten bauwissensch.١٠, ٥٧٦-٦٠٩.

Hyndman, S. E., Hasegawa, P. M., & Bressan, R. A. ١٩٨٢. The role of sucrose and nitrogen in adventitious root formation on cultured rose shoots. Plants Cell Tissue Organ Culture, I. ٢٢٩-٢٣٨.

Ishii, N. , Kita, K., and Hartman, P. S. ٢٠٠١. Mitochondrial Contributions to Aging in the Nematode *Caenorhabditis elegans*. Current Genomics, ٢٠٠١,٢,٣٤٩-٣٥٥.

Iverson, F. ١٩٩٩. Food Chem. Toxicol., ٣٧, ٩٩٣. (cited by Michael, *et al.* ٢٠٠١).

Jackson, M. B., and Harney, P. M. ١٩٧٠ Rooting cofactors, indole acetic acid and adventitious root initiation in mung bean cuttings (*Phaseolus aureus*). Can. J. Bot., ٤٨: ٩٤٣-٩٤٦.

Jacobs, W. P. ١٩٧٩. Plant hormones and plant development. Cambridge, University Press. U. S. A., pp:٦٤-٧١.

Jadhar, S. J., Nimbalkar, S. S., Kulkarni, A. D., and Madhavi, D. L. ١٩٩٦ In Food Antioxidants: Technological , Toxicological and Health Perspective, ed. D.L. Madhavi, S. S. Deshpande and D. K. Salunkhe, Marcel Dekker, New York, pp.٥-٦٤.

James, D. J. ١٩٧٩. The role of auxins and phloroglucinol in adventitious root formation in Rubus and Fragaria grown in vitro . Jour Hort. Sci. ٥٤: ٢٧٣-٧٧.

James, F. S. ١٩٨١. Plants and Mineral Salts. second Edition. Printed and bound in Great Britain at the Camelot Press Ltd, Southampton.

Jarvis, B. C., & Booth, A. ١٩٨١. Influence of indole - butyric acid, boron, myo-inositol, vitamin $D_٢$ and seedling age on aventitious root

development in cuttings of *Phaseolus aureus*. Physiol. Plant., ٥٣, ٢١٣-٢١٨.

Jarvis, B. C. ١٩٨٦. Endogenous control of adventitous rooting in non woody cuttings. In Jackson. M. B. (ed) New root formation in plant and cuttings. Martinus Nijhoff Pub., Netherlands.

Jenson, P. ١٩٨٢. Effects of interrupted K^+ supply on growth and uptake of K^+, $Ca^{+٢}$, $Mg^{+٢}$ and Na^+ in spring wheat. Physiol . Plant., ٥٦: ٢٥٩-٢٦٥.

Johnstone, R. M. ١٩٦٣. Sulfhydryl agents: Arsenicals. Metabolic Inhibitors. ٢ , ٩٩-١١٨. Ed. by Hochster & Quastel.

Jones, O. P., and M. E. Hopgood. ١٩٧٩. The successful propagation in vitro of two root stocks of Prunus: the plum root stock Pixy (*P.insititia*) and the cherry rootstock $F_{١٢/١}$ (*P.avium*). Jour. Hort. Sci. ٥٤: ٦٣-٦٦.

Kamp, J. R., & Bluhm , C. R. ١٩٥٠. Effect of nutrients on the rooting response of softwood cuttings. Proc. Amer. Sec. Hort. Sci. ٥٦, ٤٨٢-٤٨٤.

Kar, M., and Mishra, D. ١٩٧٦. Catalase peroxidase, polyphenol oxidase activities during vice leaf senescence. Plant Physiol., ٥٧: ٣١٥-٣١٩.

Keilin, D., and T. Mann. ١٩٤٠. Carbonic anhydrase. Biochem. J. ٣٤. ١١٦٣.

Kerk, N. M., Jiang, K. N., & Feldman, L. J. ٢٠٠٠. Auxin metabolism in the root apical meristem. Plant Physiology, ١٢٢, ٩٢٥-٩٣٢.

Kessler, E. ١٩٥٥. On the role of manganese in the Oxygen-evolving system in photosynthesis . Arch. Biochem. Biophys. ٥٩: ٥٢٧.

Klubertanz, T. H., Pedigo, L. P., and Carlson, R. E. ١٩٩٦. Soybean physiology, regrowth and senescence in response to defoliation. Agron. J. , ٨٨: ٥٧٧-٥٨٢.

Koves, E. ١٩٦٤. The effect of phenol carboxylic acids occurring in plants on the in vitro formation of β-indoleacctic acid from tryptophan. Acta Bot. Sci. Hung. ١٠. ٢٩٩-٣٠٧.

Lalaguna, F., and Agudo, M. ١٩٨٩. Relationship between changes in lipid with aging of cassava roots and senescence parameters. Phytochemistry , ٢٨: ٢٠٥٩-٢٠٦٢.

Lapidot, T. ; Harel, S., Akiri, B., Granit, R., and Kanner, J. ١٩٩٩. pH-dependent forms of red wine anthocynins as antioxidants. J. Agric. Food Chem. ١٩٩٩.٤٧, ٦٧-٧٠.

Larson, R. A. ١٩٨٨. The antioxidants of higher plants. Phyto Chemistry ٢٧, ٩٦٩-٩٧٨.

Lechno, S., Zamski, E., & Tel-Or, E. ١٩٩٧. Salt stress-induced responses in cucumber plant. Journal of Plant Physiology ١٥٠, ٢٠٦-٢١١.

Lee, H. S., Nagy, S. (١٩٩٦) Chemical degrudative indicators to monitor the quality of processed and stored citrus products. In Chemical Markers for Processed and Stored Foods; Lee, T. C., Kim, H. J. , Eds., ACS Symposium Series ٦٣١: American Chemical Society: Washington, DC, ١٩٩٦; pp٨٦-١٠٦.

Leopold, A. C., & Plummer, T. H. ١٩٦١. Auxin-phenol complexes. Plant Physiol. ٣٦, ٥٨٩-٥٩٢.

Leshem, Y. Y. ١٩٨١. Oxy free radicals and plant senescence. What's New in Plant Physiol. ١٢: ١-٤.

Loustalot, A. J., F. W. Burrows, S. G. Gilbert, and A. Nason. ١٩٤٥. Effect of copper and zinc deficiencies on the photosynthesis activity of the foliage of young tung trees Plant Physiol. ٢٠: ٢٨٣.

Makrides, S. C., and Goldthwaite, J. ١٩٨١. Biochemical changes during bean leaf growth , maturity and senescence. J. Exp. Bot., ٣٢ (١٢٩): ٧٢٥-٧٣٥.

Marino, B. A., Antonio, C., Jesus, F. A., and Manuel, A. (٢٠٠١) Estimation of Free Radical –quenching Activity of Leaf Pigment Extracts. Phytochem. Anal. ١٢: ١٣٨-١٤٣ (٢٠٠١).

Marousky, F. J. ١٩٦٩. Vascular blokage, water absorption stomatal opening, and respiration of cut, better times roses treated with ٨-hydroxy quinoline citrate and sucrose. Amer. Soc. Hort. Sci. ٩٤: ٢٢٣-٢٢٦.

Martine, M. V., and J. R. Whitaker. ١٩٩٥. Trends Food Sci. Technol ., ٦, ١٩٥. (Cited by Michael , *et al.* ٢٠٠١).

Matamoros, M. A, J. F. Moran, I. Iturbe-Ormaetxe , M. C. Rubio , and M. Becana, ١٩٩٩. Glutathione and homoglutathione synthesis in legume root nodules. Plant Physiol. ١٢١ (١٩٩٩) ٨٧٩-٨٨٨.

Mendel, F., and Hella. S. J. (٢٠٠٠). Effect of pH on the stability of plant phenolic compounds. J. Agric. Food Chem., Vol. ٤٨. No.٦, ٢٠٠٠.

Middleton, W. ١٩٧٧. Root development in cutting of *Phaseolus aureus* Roxb. Ph. D. Thesis. Univ. Of Shefield. UK. (cited by Middleton, *et al*, ١٩٨٠).

Middletan, W., Jarvis, B. C. and Booth, A. ١٩٧٨a. The boron requirement for root development in stem cuttings of *Phaseolus aureus* Roxb. New Phytol., ٨١: ٢٨٧-٢٩٧.

Middleton, W., Jarvis, B. C., & Booth, A. ١٩٨٠. The role of leaves in auxin and boron dependent rooting of stem cuttings of *Phaseolus aureus* Roxb. The New Phytologist, ٨٤, ٢٥١-٢٥٩.

Middleton, W., Jarvis, B. C., and Booth, A. ١٩٧٨b . The effect of ethanol on rooting and carbohydrate metabolism in stem cuttings of *Phaseolus aureus* Rox b. New Phytol., ٨١: ٢٧٩-٢٨٥.

Miyake, C., & Asada K. ١٩٩٤. Ferredoxin – dependent photoreduction of the monodehydro ascorbate radical in spinach thylakoids. Plant and Cell Physiology ٣٥, ٥٣٩-٥٤٩.

Mutsuda, M. , Ishikawa, T., Takeda T. & Shigeoka S. ١٩٩٥. Subcellular localization and properties of L. galactono-γ-lactone dehydrogenase in spinach leaves. Bioscience , Biotechnology and Biochemistry ٥٩ , ١٩٨٣-١٩٨٤.

Nakano, Y., & Asada, K. ١٩٨١. Hydrogen Peroxide is scavenged by ascorbate. Specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant and Cell Physiology ٢٢, ٨٦٧-٨٨٠.

Nanda, K. K. ١٩٧٥. Indian J. Pl Physiol . ١٨, ٨٠. (Cited by Chibbar, R. N., K. Gurumurti & K. K. Nanda. ١٩٧٨. Changes in IAA-oxidase activity in rooting hypocotyl cuttings of *Phaseolus mungo* L.).

Nanda, K. K., Jain, M. K., & Malhotra, S. ١٩٧١. Effect of glucose and auxin in rooting etiolated stem segments of *Phaseolus nigra*. Physiol. Plant. ٢٤: ٣٨٧-٣٩١.

Nason, A. ١٩٥٠. Effect of Zinc deficiency on the synthesis of tryptophan by *Neurospora* extracts . Science, ١١٢:١١١.

Nason, A., and W. D. McElroy. ١٩٦٣. Modes of action of the essential mineral elements . In F. C. steward, ed., Plant Physiology. New York: Academic Press.

Nason, A., N. O. Kaplan, and H. O. Oldewurtel. ١٩٥٣. Further studies of nutritional conditions affecting enzymatic constitution in *Neurospora*. J. Biol. Chem. ٢٠١: ٤٣٥.

Neish, A. C. ١٩٣٩. Studies on chloroplasts. ١١. Their chemical composition and the distribution of certain metabolites between the chloroplasts and the remainder of the leaf . Biochem. J. ٣٣.٣٠٠.

Nie, G., Y., Long. S. P. & Baker, N. R. ١٩٩٢ . The effects of development at suboptimal growth temperature on photosynthetic capacity and susceptibility to chilling-dependent

photoinhibition in *Zea mays*. Physiologia Plantarum ٨٥, ٥٥٤-٥٦٠.

Nitsch , J. P., & Nitsch, C. ١٩٦٢. Composes Phenoliques et croissance vegetale. Ann. Physiol. Veget . ٤, ٢١١-٢٢٥.

Nitsch, J. P., & Nitsch, C. ١٩٦١. Synergistes naturels des auxines et des gibberellines. Bull . Soc. Bot. France, ١٠٨, ٣٤٩-٣٦٢.

Noctor, G., & Foyer, C. H. ١٩٩٨. Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, ٤٩, ٢٤٩-٢٧٩.

Norcini, J. G., and C. W. Heuser. ١٩٨٨. Changes in the level of [$C^{١٤}$] indole-٣-acetic acid and [$C^{١٤}$] indole acetylaspartic acid during root formation in mung bean cuttings. Plant. Phys. ٨٦: ١٢٣٦-٣٩.

Norcini, J. G., Heuser, C. W. And Hamillon, R. H. ١٩٨٥. Changes in free & conjugated indole-٣-acetic acid during initiation & early development of adventitious root in mung bean Amer J. Soc. Hort. Sci. , ١١٠(٤): ٥٢٨-٥٣٣.

Ooishi, A., Machida, H., Hosoi, T., & Komatsu , H. ١٩٧٨. Root formation and respiration of the cuttings under different temperatures . Journal of the Japanese Society of Horticultural Science, ٤٧, ٢٤٣-٢٤٧.

Parish, R. W. ١٩٦٨. *In vitro* studies on the relationship between boron and peroxidase . Enzymologia, ٣٥. ٢٣٩-٢٥٢.

Paul, J. L., and Smith, L. V. ١٩٦٦. Rooting of Chrysanthemum cutting in peat as influenced by calcium. Pro. Amer. Soc. Hort. Sci. , ٨٩: ٦٢٦-٦٣٠.

Pearse, H. L. ١٩٤٦. Rooting of vine and plum cutting as affected by nutrition of the parent plant and treatment with phytohormons. Sci. Bull. ٢٤٩. Dept. of Agric. Uni. S. Afri. P. B.

Peterson, P. J. ١٩٦٩. The distribution of zinc – ٦٥ in *Agrostis tenuis* Sibth. And *A. Stolonifera* L. Tissues. Exp. Bot., ٢٠, ٨٦٣.

Plieninger, H., Muller, W. & Weinerth, K. ١٩٦٤. Indole - α-pyrone and indolo- α-pyridone. Chemische Berichte ٩٧, ٦٦٧-٨١.

Polle, A. ١٩٩٦. Mehler reaction : friend or foe in photosynthesis Botanica Acta ١٠٩, ٨٤-٨٩.

Possingham, J. V. ١٩٥٦. The effect of mineral nutrition on the content of free amino acid and amides in tomato plants. I. A. Comparison of effect of deficiencies of copper, zinc, manganese, iron and molybdenum. Australian Biol. Sci.٩ : ٥٣٩.

Priestley, J. H., and J. Ewing. ١٩٢٩. Physiologyical studies in plant anatomy . VI.Etiolation. New Phytology, ٢٢ : ٣٠-٤٤.

Rai, V. K. , Sharma, S. S., and Sharma, S. ١٩٨٦. Reversal of ABA-Induced Stomatal close by phenolic compounds. J. Exp. Bot., ٣٧(١٧٤): ١٢٩-١٣٤.

Reid, R. E. ١٩٣٠. The influence of nutritive conditions of seeds and cuttings upon the development of roots, Royal Hort . Soc. Rep. And Proc. IX Int. Hort. Connr.: ١٦٥-١٦٩.

Reuveni, O. , and M. Raviv, ١٩٨١. Importance of leaf retention to rooting avocado cuttings. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. ١٠٦ (٢): ١٢٧-٣٠.

Reuzeau, C., Goffner, D., and Gavalie, G. ١٩٩٢. Relation between protein composition and germination capacity of sunflower seeds . Seed Science Research, ٢: ٢٢٣-٢٣٠.

Ricard, J. , Teissere, M., Azon, Y. and Penon, P. (١٩٧٦). Hormonal control of ribonucleic acid. Protein Synthesis in Plant . Microsc. J. Boil. Cell, ٢٦: ١٣٩-١٥٠.

Riddle, V. M., & Mazelis, M. ١٩٦٤. A role for peroxidase in biosynthesis of auxin. Nature ٢٠٢, ٣٩١-٣٩٢.

Robinson, D. S. ١٩٩١. In oxidative enzymes in foods (ed. D. S. Robinson and N. A. M. Eskin) , pp.١-٤٧. Elsevier, London.

Romheld, V., and Marschner, H. Plant Physiology, ٨٠ : ١٧٥-١٨٠, ١٩٨٦. Copyright American Society of Plant Physiologists.

Rosenthal, I., Rosen, B., and Bernstein, S. ١٩٩٧. Phenols in milk . Evaluation of ferulic acid and other phenols as antifungal agents. Milchwissenschaft. ١٩٩٧, ٥٢, ١٣٤-١٣٧.

Rozema, J. (١٩٧٩) Population dynamics and ecophysiological adaptations of some coastal members of the *Juncaceae* and *Gramineae*. In Ecological Processes in Coastal Environments

(eds. R. L. Jefferies & A. J. Davy). Pp. ٢٢٩-٢٤١. Blackwell. Oxford.

Sadana, J. C, and W. D. McElroy . ١٩٥٧. Nitrate reductase from *Achromobacter fischeri*. Purification and properties: functions of flavine and cytochrome. Arch. Biochem. Biophys. ٦٧:١٦.

Salisbury, F. B., and Ross, C. ١٩٨٥. Plant Physiology . ٣rd ed. Wads Warth Publishing Co. Inc. Belmont. California.

Sanchez-Fernandez, R., M. Fricker, L. B. Corben, N. S. White, N. Sheard, and C. J. Leaver, ١٩٩٧. Cell proliferation and hair tip growth in the *Arabidopsis* root are under mechanistically different forms of redox control, Proc. Natl. Acad. Sci. USA ٩٤, ٢٧٤٥-٢٧٥٠.

Sarath, G., Pfeiffer, N. E., Sodhi, C. S., and Wanger, F. W. ١٩٨٦. Bacteroids are stable during dark Induced senescence of soybean root nodules . Plant Physiol., ٨٢: ٣٤٦-٣٥٠.

Scheuermann, R. ١٩٥٢. Der Einfluss wasserloslicher Vitamine aufdie Wirk samkeit von Hetero auxin im Wachstumsprozess der hoheren Pflanzen. Planta ٤٠ , ٢٦٥-٣٠٠.

Schmidt, A. & Jager, K. ١٩٩٢. Open questions about sulfur metabolism in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, ٤٣: ٣٢٥-٤٩.

Shaheed, A. I. ١٩٨٧. The control of adventitious root development in cutting of *Phaseolus aureus* Roxb. Ph. D. Thesis, University of Sheffield, U. K.

Shaheed, A. I. ١٩٩٧. Effect of Secondary metabolites on the Aging of mung bean stem cuttings. Iraqi J. Sci., Vol. ٣٨. No. ٣.

Shaheed, A. I. ٢٠٠٣. Midicinal herb extract and aging controling *Phaseolus aureus* Roxb. Stem cuttings (Submited for Pub.).

Shahidi, F., P. K. Janitha and P. D. Wanasundara , Crit. Rev. Food Sci. Nutr. , ١٩٩٢, ٣٢. ٦٧. (Cited by Michael , *et al.* ٢٠٠١).

Shalata, A., & Neumann, P. M. ٢٠٠١. Exogenous ascorbic acid (vitamin C) increases resistance to salt stress and reduces lipid peroxidation. Journal of Experimental Botany, Vol. ٥٢, No. ٣٦٤. Pp.٢٢٠٧-٢٢١١.

Shanks, B., & Link, C. B. ١٩٥٢. *Poinsettia* stock plant nutrition in relation to production , rooting and growth of cuttings. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci, ٥٩, ٤٨٧-٤٩٥.

Skoog, F. ١٩٤٠. *Relationships* between zinc and auxin in the growth of higher plants. Am. J. Bot. ٢٧: ٩٣٩.

Stadtman,T.C.١٩٨٠. Selenium –dependent enzymes. Annual Review of Biochemistry, ٤٩:٩٣-١١٠.

Stangler, B. B. ١٩٥٦. Origin and development of adventitious roots in stem cutting of chrysanthemum, carnation and rose. New York, Agr. Exp. Sta. Memoir, ٣٤٢ (Cited by Blazich *et al.* ١٩٨٣).

Stasolla, C., & Yeung, E. C. ١٩٩٩. Ascorbic acid improves conversion of white spruce somatic embryos . In vitro Cellular and Developmental Biology-Plant ٣٥, ٣١٦-٣١٩.

Stenlid, G. ١٩٦٣. The effect of flavonoid compounds on oxidative phosphorylation and on the enzymatic destruction of indole acetic acid. Physiol. Plant . ١٦, ١١٠-١٢٠.

Stickler, F. C., S. Wearden & A.W. Pauli (١٩٦١). Leaf area determination in grain sorghum. Agron. J. ٥٣: ١٨٧-١٨٨.

Stoessl, A., & Venis, M. A. (١٩٧٠). Determination of submicrogram levels of indole-٣-acetic acid, A new , highly specific method . Anal. Biochem. ٣٤: ٣٤٤-٥١.

Stoltz, L. P., and C. E. Hess. ١٩٦٨. The effect of girdling upon root initiation: carbohydrates and amino acid . Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. , ٨٩: ٧٣٤-٧٤٣.

Stonier, T. ١٩٧١. The role of auxin protector in autonomous growth. In Les cultures deitissue de plantes, pp.٤٢٣-٤٢٥. Collagues inter nationaux. C. N. R. S. Pair (No.١٩٣) (cited by Blazich, *et al.* ١٩٨٣).

Storz, E. H. *et al.* ١٩٣٧. Science, ٨٦, ٣٥. (Cited by Al-Rayess, ١٩٨٧).

Swiss, F. ١٩٩٨. Chilling - induced photo oxidative stress and adaptation of defence systems in maize (*Zea mays* L.) leaves. Dip١. Biol. Universital GieSen, Germany.

Thimann, K. V., & Poutasse, E. ١٩٤١. Factors affecting root formation of *Phaseolus vulgaris* . Plant Physiol . ١٦, ٥٨٥-٥٩٨.

Thomaszewski, M. , and K. V. Thimann . ١٩٦٦. Interactions of phenolic acids, metallic ions and chelating agents on auxin – induced growth. Plant Phys. ٤١: ١٤٤٣-٥٤.

Thrower, S. L. ١٩٦٧. The pattern of translocation during leaf aging. In: Aspects of the biology of aging. Ed. H. W. Woolhouse, Academic Press, NewYork, pp:٤٨٣-٥٠٦.

Ting, I. W. P. ١٩٨٢. Plant Physiology. Addison-Wesley Publishing Company Inc.

Tomaszewski, M. ١٩٦٤. The mechanism of synergistic effects between auxin and some natural phenolic substances. Regulateurs naturels de la croissance vegetal, ٣٣٥-٣٥١. Ed. By Nitsch. Paris.

Trelease, S. F. ١٩٤٥. Selenium in Soils, Plants and Animals . Soil Sci. ٦٠: ١٢٥-٣١. ١٩٤٥.

Tsui, C. ١٩٤٨. The role of Zinc in auxin synthesis in the temato plant . Am. J. Bot. ٣٥: ١٧٢.

Turner, R. G. ١٩٦٧. Experimental studies on heavy metal tolerance . Ph. D. Thesis, University of Wales.

Turner, R. G. ١٩٧٠. The subcellular distribution of zinc and copper with- in the roots of metal-tolerant clones of *Agrostis tenuis*. Sibth, New Phytol. ٦٩, ٧٢٥.

Ullrich, W. ١٩٦٢. Uberdie bildung vonkallsoe bei einer hemmung sedtrans sporey in den sieborohrin in durchcuanid. Planta, ٦٩: ٣٨٧-٣٩٠.

Vanacher, H., T. L. W. Carver, and C. H. Foyer. ١٩٩٨. Pathogen-induced changes in the antioxidant status of the apoplast in barley leaves, Plant Physiol. ١١٧ (١٩٩٨) ١١٠٣-١١١٤.

Veierskov, B., Andersen, A. S., & Eriksen, E. N. (١٩٨٢). Dynamics of extractable carbohydrates in *Pisum sativum* I. Carbohydrate and nitrogen content of pea plants and cuttings grown at two different irradiances. Physiologia Plantarum,٥٥, ١٦٧-١٧٣.

Vernoux, T., R. C. Wilson, K. A. Seeley, J. P. Reichheld, S. Muroy, S. Brown, *et al.* ٢٠٠٠. The Root Meristemlessi/ Cadimium Sensitive z gene defines a gluthatione-dependent pathway involved in initiation and maintenance of cell division during postembryonic root development. Plant Cell, ١٢, ٢٠٠٠. ٩٧-١٠٩.

Wain, R. L., & Taylor, H. F. ١٩٦٥. Phenols as plant growth regulators. Nature, ٢٠٧, ١٦٧-١٦٩.

Wally, Y. A. , El-Hamady, M. M., Boulos, S. T., and Salama , M. A. ١٩٨٠. Physiological and Anatomical Studies on Pecan hard wood cutting. Egypt J. Hort ., ٨ (١): ٨٩-١٠٠.

Weaver, R. J. ١٩٧٢. Rooting and propagation . In : Plant growth substances in agriculture. W. H. Freeman Co. San Francisco. California. Chap.٥.

Welander, T. ١٩٧٨. Influence of nitrogen and sucrose in the medium and of irradiance of the stock plants on root formation in *Pelargonium* petioles grown in vitro. Physiologia Plantarum, ٤٣. ١٣٦-١٤١.

Well, Y. H. ١٩٩٢. Mitochondria DNA a berations as aging associated molecular events. Mutation Research , ٢٧٥ (٣-٦) : ١٤٥-١٥٥.

Went, F. W., & Thimann , K. V. ١٩٣٧. Phytohormones. ٢٩٤ pp. New York. (cited by Fernqvist , ١٩٦٦).

Went, F. W. ١٩٣٩. The dual effect of auxin on root formation . Amer . J. Bot. ٢٦ : ٢٤-٢٩.

Wiessner, W. ١٩٦٢. Inorganic micronutrient, In R. A. Lewin , ed., Physiology and Biochemistry of Algae. New York: Academic Press.

Wilkins, M. B. (١٩٨٤). Advanced Plant Physiology . Plutman Co. England pp.١٠-١١.

Wilkins, M. B. ١٩٧٥. Correlative inhibition of lateral bud growth in *Phaseolus vulgaris* L. Isolation of IAA from the inhibitory region . J. Exp. Bot., ٢٦ (٩٢): ٤١٩-٤٢٤.

Wingate, V. P. M. , M. A. Lawton, G. J. Lamb, ١٩٨٨. Glutathione causes a massive and selective induction of plant defense genes. Plant Physiol. ٨٧ (١٩٨٨) ٢٠٦-٢١٠.

Winrow, V. R., P. G. Winyard, C. J. Morris and D. R. Blake. ١٩٩٣. Br. Med. Bull.,٤٩, ٥٠٦. (Cited by Michael, A., Paul, D. P. , Emilios, P., Suzanne, M., and Kevin, R. ٢٠٠١. Methods for testing antioxidant activity. Analyst , ٢٠٠٢, ١٢٧, ١٨٣-١٩٨).

Wise, R. R., & Naylor, A. W. (١٩٨٧) Chilling – enhanced photo oxidation. Plant Physiology ٨٣, ٢٧٨-٢٨٢.

Witham, F. H., and A. C. Gentile. ١٩٦١. Some characteristics and inhibitors indole acetic acid oxidase from cultures of crown – gall. Exp. J. Bot. ١٢ : ١٨٨.

Yamamoto, H. Y., Kamite, L., & Wang, Y.Y. (١٩٧٢). An ascorbate-induced absorbance change in chloroplasts from violaxanthin de-epoxidation Plant Physiology ٤٩, ٢٢٤-٢٢٨.

Yasuda, T., Jajima, Y., and Yanada, Y. ١٩٧٤. Induction of DNA synthesis & callus formation from tuber tissue of Jerusalem artichoke by ٢, ٤-dichlorophenoxy acetic acid. Plant & cell Physiol . ١٥ : ٣٢١-٣٢٩.

Zalewski, K. ١٩٩٢. The metabolism of aged seeds . the formation of polyribosomes in germination field bean (*vicia faba* SS Minor) Seed of different ages. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, ٦١-٢٠٣-٢١٠.

Zenk, M. H., and Mullar, G. ١٩٦٣ . *In vivo* destruction & exogenously applied indolyl-٣acetic acid as influenced by naturally occurring phenolic acid. Nature, ٢٠٠: ٧٦١-٧٦٣.

Zhang , J. X., & Kirkham , M. B. ١٩٩٦. Lipid peroxidation in sorghum and sunflower seedlings as affected by ascorbic acid, benzoic acid and propyl gallate . Journal of Plant Physiology ١٤٩, ٤٨٩-٤٩٣.

Summary

Naturally occurring auxin (IAA) was measured spectrophotometrically in fresh and aged cuttings of mung bean (*Phaseolus aureus* Roxb.) . These measurments were considered as indicators for oxidative processes that occur during aging phenomenon, in terms of rooting response of stem cuttings. These cuttings as "experimental system" were token from ١٠-day-old seedlings grown in growth chamber under standared conditions of continuous light, light irradiance (٣٠٠٠-٣٥٠٠ lux). temperature (٢٥±١C) and relative humidity (٦٠-٧٠ %).

According to oxidative hypothesis which is one of several hypotheses that explain aging causes, fresh and aged cuttings as well as stock plants were supplied with some agents that are associated with anti-oxidant defense mechanisms [e.g. Trace elements, Vitamin C, Glutathione (GSH), Phenolic compounds and Sugars] to investigate their effects in suppression of oxidative stress that accompanied aging phenomenon .

Completely Randomized Design (CRD) was used in all experiments for statistical analyses, and L. S. D. was used to compare between treatments on both ٠.٠٥ and ٠.٠١ levels. The data revealed the following results:

١- A decline in rooting response of aged cuttings (held in d/H_2O for ٣ days) taken from seedlings grown in Hoagland solution compared to fresh cuttings, with a percentage of decline equal to ١١.٨٪ in presence of NAA, $١٠^{-٤}$ M and ٣٠.٨٪ in its absence. This coincided with the

decline of IAA level in aged cuttings compared to fresh cuttings, and was attributed to oxidative processes that occur during aging.

٢- A decline in rooting response of aged cuttings in d/H_2O (Supplied with auxin) taken from seedlings grown in Hoagland solutions minus Boron (B) or iron (Fe). This decline was significant and highly significant, respectively, compared to control (complete Hoagland solution) .

٣- Significant increase in rooting response of aged cuttings in d/H_2O (not supplied with auxin) taken from seedlings grown in Hoagland solutions minus Manganese (Mn) or Boron (B) compared to control (complete Hoagland soulution).

٤- Highly significant increase in rooting response of fresh cuttings treated with low concentrations of SeO_2 (٠.٠٠١-١٠ ppm) compared to d/ H_2O.

٥- Highly significant increase in rooting response of cuttings aged in different strengths of modified nutrient solutions, except the case of complete, modified solution (SeO_2=١ ppm) compared to control (d/H_2O). This confirmed the role of selenium as anti-oxidant in defense mechanisms occurring in cuttings during aging.

٦- significant increase in rooting response of cuttings aged in d/ H_2O (not supplied with auxin), taken from seedlings grown in modified nutrient solution minus (B) compared to control (complete solution).

٧- significant decrease in rooting response of cuttings taken from seedings grown in d/H_2O for ١٠ days , and aged in modified nutrient solution (Half strength) minus Mn or a group of elements (Mn, Zn and Se) compared to control (complete solution). This confirmed the importance of these elements in their resistance the damage that resulted by oxidative processes, occurring during aging phenomenon.

٨- Highly significant increase in rooting response of mung bean cuttings aged for ٣ days in vit. C, (٢٠٠-٥٠٠ ppm) compared to control (d/ $H_٢O$). This increase was attributed to the role of ascorbic acid as anti-oxidant to resist the oxidative stress and its products of reactive oxygen species (ROS), free radicals, $H_٢O_٢$ and other products of oxidative damage.

٩- Highly significant increase in rooting response of cuttings aged in phenolic compounds solutions at conc. $١٠^{-٣}$ M (e. g. o-Coumaric Acid, Caffeic Acid and p-Hydro Quinone). In addition to significant increase in cuttings aged in (Cinnamic Acid, Phenol, o-Hydro Catechol) of conc. $١٠^{-٣}$, $١٠^{-٥}$, $١٠^{-٥}$M, respectively, compared to control treatment. These compounds might have caused offset or stopping of oxidative processes that occur during aging, and act as anti-oxidant agents promoting IAA levels in the hypocotyl of aged cuttings as confirmed quantitatively in all the above treatments in this study.

١٠- Surprisingly , statistically Gallic Acid and m-Hydroxy Resorcinol did not affact rooting response of aged cuttings, although high level of IAA was estimated in hypocotyl of these cuttings.

١١- Non-significant increase in rooting response of cuttings aged in low conc. of Glutathione GSH($١٠^{-١٠}$ M) compared to control. This might direct the attention that GSH acts as anti-oxidant during aging of cuttings in terms of adventitious root formation.

١٢- Highly significant in crease in rooting response of cuttings aged in sucrose solution (٣٪). However, stopping the processes that lead to aging by sucrose, may be attributed to the importance of sucrose as anti-oxidant due its capability in hydrolysing glycoside bonds in acidic medium and its role in modifying the activity of enzymes that

are associated with auxin metabolism and declining the activity of IAA-oxidase. This explanation was confirmed by quantitative analysis which indicated a significantly high level of IAA in hypocotyl of cuttings aged in sucrose.

١٣- A decline in rooting response of mung bean cuttings aged in glucose and fructose solutions, although IAA level was raised significantly in their hypocotyls, due to weakend ability of these compounds to be hydrolyzed and oxidized .

١٤- Highly significant decrease of IAA levels in hypocotyl of fresh cuttings taken from seedlings grown in modified nutrient solutions minus Se, Mn, B, Cu, group of elements (Se, Zn, and Mn) or group of elements (B, Cu, and Fe) . In addition , significant decrease of IAA level in hypocotyl of cuttings aged in nutrient solutions minus (Fe) compared to control (complete solution).

١٥- Significant decrease of IAA level in hypocotyl of cuttings aged in d/ H_2O . These cuttings were taken from seedling grown in modified nutrient solutions minus a group of elements (Se, Zn, and Mn).

١٦- Significant increase of IAA level in hypocotyl of cuttings aged for ٣ days in modified nutrient solutions minus Se or Mn.

Study of the effect of trace elements and anti-oxidant agents on the level of IAA via oxidative hypothesis during aging in mung bean (*Phaseolus aureus* Roxb.) Cuttings

A Thesis

Submitted to the Council of the College of Science

University of Babylon

In Partial fulfillment of the Requirements for the

Degree of Master of Science

In

Biology- Botany

By

Abdullah Oda Alwan Al-Delaimy

June ٢٠٠٤