

تأثير حامض السلسليك والرصاص في إيقاف عمليات التعمير بدلالة استجابة تجذير عقل الماش *Phaseolus aureus* Roxb. المعمرة

عبد الله عودة علوان الدليمي
كلية الزراعة / جامعة بابل

الخلاصة :

توضح هذه الدراسة تأثير حامض السلسليك (SA) وكلوريد الرصاص $PbCl_2$ في إيقاف العمليات التأكسدية التي تحدث خلال ظاهرة التعمير بدلالة استجابة تجذير عقل الماش المعمرة في مستوى اندول حامض الخليك (IAA). اظهرت النتائج زيادة معنوية في استجابة تجذير العقل الطرية المعاملة بالتراكيز (100-150) جزء بالمليون، والمعمرة في التراكيز (0.01، 0.1، 1، 100، 200) جزء بالمليون من كلوريد الرصاص. بينما كشفت التراكيز العالية (500) جزء بالمليون انخفاض معنوي في استجابة التجذير مقارنة بالعقل الطرية المعاملة بالماء المقطر (عينة السيطرة). من جهة اخرى كشفت النتائج عن زيادة معنوية في استجابة تجذير العقل الطرية المعاملة بالتراكيز (25) جزء بالمليون، والمعمرة في التراكيز (25-50) جزء بالمليون من حامض السلسليك. ان حامض السلسليك مركب فينولي شائع ينتجه النبات ويعمل كمنظم للنمو مسبباً افساد عمليات الاكسدة التي تحدث خلال ظاهرة التعمير. ان التقدير الكمي للاوكسين (IAA) بالطريقة الطيفية كمؤشر لعمليات الاكسدة التي تحدث خلال ظاهرة التعمير اكدت زيادة معنوية في محتوى (IAA) في السويقات الجنينية السفلى (Hypocotyl) للعقل المعمرة في التراكيز الواطنة والمعتدلة من كلوريد الرصاص وحامض السلسليك.

Abstract :

The present study explores the effect of salicylic acid (SA) and Lead Chloride ($PbCl_2$) in stopping of oxidative processes that occurs during aging phenomenon in terms of rooting response of aging mung bean cuttings via indole acetic acid (IAA) level. The data revealed, significant increase in rooting response of fresh cuttings at (100-150ppm) and aged cuttings at (0.01, 0.1, 1, 100, 200ppm) in $PbCl_2$ solution. While, high concentration (500ppm) revealed significant decrease in rooting response compared to fresh cuttings treated in d/H₂O (control). On the other hand, the data revealed, significant increase in rooting response of fresh cuttings at (25ppm), and aged cuttings at (25-50ppm) in (SA). Salicylic acid is a common plant-produced phenolic compound, which can function as growth regulator, caused off setting the oxidative processes that occurs during aging phenomenon. Quantitative estimation of IAA by spectrophotometric method as indicator for oxidative processes that occurs during aging phenomenon verified significant increase of IAA content in hypocotyls of aging cuttings at low and mediated concentration of ($PbCl_2$) and (SA).

Key Words: Aging, Rooting response, Stem cutting, Trace elements, Pb, Phenolic compounds, Salicylic acid and IAA biosynthesis.

المقدمة:

أشار Gorter (1972) إلى صعوبة اعطاء فكرة عن موعد بدأ ظاهرة التعمير في الكائنات الحية ، ولكنها في الغالب تعبر عن مجمل العمليات التي تحدث بعد النضج Maturity . أما Coombs (1986) فقد أشار إلى أن ظاهرة التعمير عبارة عن التغيرات البايوكيميائية والوراثية التي تؤدي إلى الشيخوخة التدريجية فالموت للخلية أو الكائن الحي . أو تحطم الكلوروفيل والبروتينات والاحماض النووية والرابوسومات (Sarath , et.al., 1986) ، أو تغير في مكونات وخواص الغشاء البلازمي (Ben-Yehoshua , 1986) . أو تناقص المحتوى الاوكسيني (Hartmann , et.al., 1988) ، أو هي نتيجة للعمليات التأكسدية التي تحدث في الجسم النباتي أو العقل خلال مدة التعمير مسببة انخفاض استجابة التجذير في عقل الماش المعمرة (الدليمي ، 2004) .

يعتمد المدى الذي تستطيع فيه النباتات في البقاء والاستمرار على حساسيتها لسمية المعادن الثقيلة، حيث تكيف نفسها عن طريق اكتسابها مدى واسع من آليات التحمل (Groten and Vanbladeren, 1994). تمارس العناصر المعدنية الثقيلة ومنها الرصاص تأثيرات سمية تتضمن تغيرات في عمليات البناء الضوئي ، والتنفس ، او تثبيط نمو النبات (Vasques et al., 1987; Kimbrough et al., 1999; Aravind and Prasad, 2005) أو التأثير في التغذية المعدنية (Breckle and Kahle , 1992) ، والتبادل الغازي ، والعلاقات المائية (Becrril , et.al., 1989) ، والتكاثر ، وتحطم الأغشية (Ross, 1994)

يلعب العديد من منظمات النمو النباتية دوراً مهماً في تنظيم النمو تحت الشد البيئي. حامض السلسليك (SA) مركب فينولي شائع ينتجه النبات ويعمل كمنظم للنمو (Aberg, 1981)، ويمكن ان يكون في صنف الهرمونات النباتية (Raskin, 1992). ان تجهيز (SA) ربما يؤثر في معدل العمليات الحيوية في النباتات والتي تتضمن فعالية الانزيمات المضادة للأكسدة (Almagro et al., 2009)، وإنبات البذور (Basra et al., 2007)، وغلق الثغور (Larque-Saavedra, 1979)، واخذ الايونات ، والنقل (Harper and Balke, 1981)، ونفاذية الغشاء (Barkosky and Einhelling, 1993)، ومقاومة المرض (Park et al., 2009)، والبناء الضوئي، ومعدل النمو (Khan et al., 2003) . كما يحفز الزيادة في محتوى البروتينات الذائبة والبرولين (El-Tayeb, 2005). موضوع هذه الدراسة هو تأثير (SA) و (PbCl₂) في تغيير الخواص الفسيولوجية/البايوكيميائية المتعلقة باستجابة تجذير عقل الماش خلال ظاهرة التعمير.

المواد وطرائق العمل :

زراعة النباتات الام:

نفعت بذور الماش (*Phaseolus aureus* Roxb. Var. local) بالماء الجاري Current tap water لليلة كاملة، وزرعت في نشارة خشب معقمة ومرطبة بماء مقطر في اواني بلاستيكية، نمت البادرات في غرفة بيئية مجهزة بضوء مستمر وبشدة ضوئية (3000-3500 لوكس)، وبدرجة حرارة قدرها 25±1م°، ورطوبة نسبية 60-70% لمدة عشرة ايام.

تهيئة العقل Preparation of Cuttings

تم تحضير العقل حسب طريقة Hess (1961) من بادرات متماثلة بعمر عشرة ايام نامية في الضوء، تمتاز العقل باحتوائها على برعم طرفي صغير، وزوج من الاوراق الاولية كاملة الاتساع، وسويقة جنينية فوق الفلق (Epicotyl) ، وسويقة جنينية تحت الفلق (Hypocotyl) بطول 3 سم تحت الندب الفلقية، وذلك بعد ازالة المجموع الجذري.

المعاملة القاعدية للعقل :

عوملت الاجزاء القاعدية للعقل بغمر الهايبوكوتيل (طوله 3سم) في انبوب زجاجي يحوي محلول حجمه (15) مل من محاليل الاختبار. تعامل العقل الطرية بالماء المقطر او بمحاليل الاختبار (12 عقلة لكل معاملة) لمدة 24 ساعة، ثم تعامل بحامض البوريك (10µg/ml) لمدة ستة ايام، يليها حساب معدل عدد الجذور. استعمل التصميم تام التعشية Completely randomized design واعتمدت قيمة (L.S.D.) للموازنة بين المعاملات على مستوى احتمالية (0.05 و 0.01) في جميع التجارب (Spiegel, 1975).

معاملات التعمير :

عندما يكون الهدف دراسة استجابة التجذير في العقل المعمرة، تحفظ العقل بعد اخذها من البادرات في الماء المقطر لمدة ثلاثة ايام، ثم تعامل بمحاليل الاختبار لمدة 24 ساعة، بعد ذلك تنقل الى حامض البوريك (10µg/ml) لمدة ستة ايام، وأخيراً يتم حساب معدل عدد الجذور وأطوالها، التي تظهر على طول الهايبوكوتيل في اربعة صفوف كأسنان المشط. تم قياس مساحة الوريقات الوسطى للأوراق الحقيقية الأولى-ثلاثية الوريقات 1-st True Tri-foliated leaf في العقل حسب طريقة Stickler وجماعته (1961).

تحضير المحاليل :**أ-محلول حامض البوريك**

حضر بتركيز (10µg/ml) واستخدم كوسط للتجذير (Middleton *et al.*, 1978a).

ب-محلول كلوريد الرصاص

استعمل محلول كلوريد الرصاص بثلاث عشرة تركيز وهي (0.001، 0.01، 0.1، 1، 25، 50، 100، 150، 200، 250، 300، 400، 500) جزء بالمليون. وحضر هذا المحلول أنياً خلال التجربة بإذابة (1غم) من كلوريد الرصاص في كمية من الماء المقطر، وأكمل الحجم النهائي الى لتر، كخزين بتركيز (1000) جزء بالمليون، ثم خفف لتحضير التراكيز اعلاه.

ج- محلول حامض السلسليك (SA)

استعمل محلول حامض السلسليك بأحد عشرة تركيز وهي (0.001، 0.01، 0.1، 1، 25، 50، 100، 200، 300، 400، 500) جزء بالمليون. وحضر هذا المحلول أنياً خلال التجربة بإذابة (1غم) من (SA) في كمية من الماء المقطر، وأكمل الحجم النهائي الى لتر، كخزين بتركيز (1000) جزء بالمليون، ثم خفف لتحضير التراكيز اعلاه.

التقدير الكمي للاوكسين الطبيعي: Quantitative Determination of IAA

قدر الاوكسين الطبيعي (IAA) طيفياً في السويقات الجنينية تحت الفلق للعقل الطرية والمعمرة، حسب طريقة (Plieninger *et al.*, 1964; Stoessl and Venis, 1970). تستند هذه الطريقة المحورة على تفاعل IAA مع انهيدريد الخليك بوجود عامل مساعد لتكوين مركب 2-Methyl Indole-α Pyrone ذو اللون الاحمر البرتقالي، واستعمل IAA الصناعي لرسم المنحنى المعياري Standard Curve.

النتائج :

أ- الجزء الفلسفي :

1- تأثير الرصاص في استجابة تجذير عقل الماش الطرية والمعمرة

يشير جدول (1) الى تأثير الرصاص في استجابة تجذير عقل الماش الطرية. اتضح ان معدلات عدد الجذور المتكشفة وأطوال الجذور ومساحة الوريقات كمعدل للعقلة الواحدة في العقل الطرية غير المعاملة (عينة السيطرة) هي (11.125 جذراً، و 8.797 ملم، و 0 سم²) على التوالي. وان هذه المعدلات اعلاه في العقل المعاملة بالتراكيز المستعملة قيد الدراسة من كلوريد الرصاص هي (15.5، 13.25، 15.375، 12.625، 13.125، 10.625، 18.625، 18.625، 10.875، 10.125، 7.25، 3.5، 3.125) جذراً و (7.492، 7.713، 6.965، 7.745، 1.25، 1، 1، 1، 1، 1، 1، 1، 0.875) مليمتراً و (0.224، 0.067، 0.357، 0.281، 0.192، 0.162، 0.164، 0.104، 0.033، 0، 0، 0، 0، 0 سم²) على التوالي، مقارنة بعينة السيطرة. وقد ازداد معدل عدد الجذور في التراكيز (0.001، 0.01، 0.1، 1، 25، 100، 150) جزء بالمليون، وتميزت هذه الزيادة بكونها معنوية من الناحية الاحصائية بالنسبة للعقل المعاملة بتركيز (100، 150) على مستوى احتمالية 0.01. بينما تميزت العقل المعاملة بالتراكيز العالية (400، 500) بانخفاض معنوي على نفس المستوى مقارنة بعينة السيطرة. تميزت العقل بانخفاض معنوي على مستوى احتمالية (0.01) في معدل اطوال الجذور لجميع التراكيز. اما فيما يتعلق بمساحة الورقة فقد تميزت العقل بزيادة معنوية بالنسبة للعقل المعاملة بالتراكيز (25، 50، 100) على مستوى 0.05، وزيادة معنوية بالنسبة للتراكيز (0.001، 0.1، 1) على مستوى 0.01، اما التراكيز الباقية فلا يوجد فرق معنوي من الناحية الاحصائية مقارنة بعينة السيطرة.

اما جدول (2) فيشير الى تأثير الرصاص في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة، حيث اتضح ان معدلات عدد الجذور المتكشفة وأطوال الجذور ومساحة الورقة كمعدل للعقلة الواحدة في العقل المعمرة بالماء المقطر لمدة ثلاثة ايام (عينة السيطرة) هي (9.5 جذراً، 21.117 ملم، و 0.03 سم²) على التوالي. وان هذه المعدلات اعلاه في العقل المعمرة بالتراكيز المستعملة قيد الدراسة من كلوريد الرصاص (13.625، 20.5، 33.125، 27.625، 18.25، 18، 22.25، 16.75، 20.625، 20.875، 13.5، 11.75، 7.875) جذراً و (12.786، 11.672، 8.312، 7.913، 1.836، 1.75، 1، 1.125، 1.125، 1، 1، 0.875، 0.5) ملم و (0.136، 0.387، 0.093، 0.133، 0.291، 0، 0، 0، 0، 0، 0، 0، 0 سم²) على التوالي مقارنة بعينة السيطرة. وقد ازداد معدل عدد الجذور في جميع التراكيز ماعدا التركيز العالي (500) جزء بالمليون، وتميزت هذه الزيادة بكونها معنوية من الناحية الاحصائية بالنسبة للعقل المعاملة بتركيز (0.01، 0.1، 1، 100، 200) على مستوى احتمالية 0.01، ومعنوية بالنسبة للعقل المعاملة بتركيز (25، 50، 250) على مستوى احتمالية 0.05. اما بقية التراكيز فتميزت بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية. من جانب آخر تميزت العقل بانخفاض معنوي على مستوى احتمالية (0.01) في معدل اطوال الجذور لجميع التراكيز. اما فيما يتعلق بمساحة الورقة فقد تميزت العقل بزيادة معنوية بالنسبة للعقل المعاملة بالتراكيز (0.01، 25) على مستوى احتمالية 0.01 ومعنوية بالنسبة للتراكيز (0.001، 1) على مستوى احتمالية 0.05. في حين تميزت التراكيز المحصورة بين (50-500) بانخفاض معنوي من الناحية الاحصائية وعلى مستوى احتمالية 0.01 مقارنة بعينة السيطرة.

يستنتج من هذا ان التراكيز المعتدلة (100، 150) جزء بالمليون عززت استجابة تجذير عقل الماش الطرية، بينما ثبتت جميع التراكيز وبشكل كامل استطالة الجذور، في حين ان التراكيز الواطئة (0.001، 0.1، 1، 25، 50، 100) عززت مساحة الورقة (جدول 1). اوقفت التراكيز الواطئة والمعتدلة (0.01، 0.1، 1، 25، 50، 100، 200، 250) بشكل كامل او جزئي العمليات المسببة لظاهرة التعمير. بينما ثبتت جميع التراكيز وبشكل كامل استطالة الجذور. في حين عززت التراكيز الواطئة (0.001، 0.1، 1، 25) مساحة الورقة، و ثبتتها التراكيز المعتدلة والعالية المحصورة بين (50-500) جزء بالمليون (جدول 2).

2- تأثير حامض السلسليك في استجابة تجذير عقل الماش الطرية والمعمرة.

يشير جدول (3) الى تأثير (SA) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية، حيث اتضح ان معدلات عدد الجذور المتكشفة وأطوال الجذور ومساحة الورقة كمعدل للعقلة الواحدة في العقل الطرية غير المعاملة (عينة السيطرة) هي (4.75 جذراً، 7.5 ملم، 0.263 سم²) على التوالي. وان هذه المعدلات اعلاه في العقل المعاملة بالتراكيز المستعملة قيد الدراسة من حامض السلسليك هي (7.125، 6.5، 8.25، 8.125، 9.75، 7.625، 7.25، 3.875، 3، 0، 0) جذراً، و (7.14، 7.07، 7.213، 6.9، 6.03، 6.26، 5.64، 2.95، 1.28، 0، 0) ملم² و (0.097، 0.181، 0.285) و (0.067، 0.084، 0.12، 0.172، 0.116، 0، 0، 0.03) سم² على التوالي مقارنة بعينة السيطرة. وقد ازداد معدل عدد الجذور وبشكل معنوي، وعلى مستوى احتمالية 0.01 في التركيز (25) جزء بالمليون، وعلى مستوى احتمالية 0.05 في التراكيز (0.1، 1، 50) جزء بالمليون. اما العقل المعاملة بالتراكيز العالية فتميزت بانخفاض معنوي من الناحية الاحصائية، وعلى مستوى احتمالية 0.01 مقارنة بعينة السيطرة. من جانب آخر تميزت العقل بانخفاض معنوي على مستوى احتمالية (0.01) في معدل اطوال الجذور للتراكيز (200، 300، 400، 500) جزء بالمليون، وانخفاض غير معنوي لبقية التراكيز.

اما فيما يتعلق بمساحة الورقة، فقد تميزت العقل بانخفاض معنوي على مستوى احتمالية (0.01) في التراكيز (1، 25، 300، 400، 500) جزء بالمليون، ومعنوي على مستوى احتمالية (0.05) في التراكيز (0.1، 50، 200) جزء بالمليون، وزيادة غير معنوية في التركيز (0.001)، وانخفاض غير معنوي في التراكيز (0.01، 100) جزء بالمليون مقارنة بعينة السيطرة.

اما جدول (4) فيشير الى تأثير حامض السلسليك في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة. حيث اتضح ان معدلات عدد الجذور المتكشفة وأطوال الجذور ومساحة الورقة، كمعدل للعقلة الواحدة في العقل المعمرة بالماء المقطر لمدة ثلاثة ايام (عينة السيطرة) هي (10.75 جذراً، 11.388 ملم، 0.217 سم²) على التوالي، وان هذه المعدلات اعلاه في العقل المعمرة بالتراكيز المستعملة قيد الدراسة من (SA) هي (14.75، 14، 8.25، 9.625، 20.62، 29.5، 10.25، 2، 4.25، 6.75، 0) جذراً و (7.903، 7.228، 7.677، 8.094، 5.666، 3.381، 2.002، 0.766، 1.507، 0.596، 0، 0.155، 0.354، 0.185، 0.361، 0.206، 0.082، 0.168، 0.264، 0.226، 0.202، 0.082) سم² على التوالي مقارنة بعينة السيطرة، وقد تميزت هذه المعاملات بزيادة معدل عدد الجذور وبشكل معنوي من الناحية الاحصائية في التراكيز (25، 50) جزء بالمليون، وعلى مستوى احتمالية 0.01، وزيادة غير معنوية في التراكيز (0.001، 0.01)، مع انخفاض معنوي على مستوى احتمالية (0.01) في التراكيز (200، 500) ومعنوي في التركيز (300)، وانخفاض غير معنوي في التراكيز (0.1، 1، 100، 400) جزء بالمليون مقارنة بعينة السيطرة. من جانب آخر تميزت العقل بانخفاض معنوي على مستوى احتمالية (0.01) في معدل اطوال الجذور لجميع التراكيز. اما فيما يتعلق بمساحة الورقة، فقد تميزت العقل بعدم وجود فروق معنوية من الناحية الاحصائية لجميع التراكيز مقارنة بعينة السيطرة.

يستنتج من هذا ان التراكيز المعتدلة (0.1، 1، 25، 50) جزء بالمليون عززت استجابة تجذير عقل الماش الطرية، بينما ثبطت التراكيز العالية وبشكل كامل استطالة الجذور، في حين ان التراكيز المعتدلة والعالية ثبطت وبشكل كامل مساحة الورقة (جدول 3). من جانب آخر، اوقفت التراكيز المعتدلة (25، 50) وبشكل كامل العمليات المسببة لظاهرة التعمير، بينما ثبطت جميع التراكيز وبشكل كامل استطالة الجذور، ومن جانب آخر لم تؤثر جميع التراكيز معنوياً في معدل مساحة الورقة، مقارنة بعينة السيطرة.

ب- الجزء البايوكيميائي Biochemical Part

التقدير الكمي لاندول حامض الخليك IAA:

تأثير الرصاص وحامض السلسليك (SA) على مستوى IAA في العقل الطرية المعمرة :

يوضح شكل (2) المحتوى الاوكسيني (IAA) في هايبيوكوتيل عقل الماش الطرية والمعمرة في التراكيز المثلى من كلوريد الرصاص و (SA). وقد اشار الى ان مستوى IAA في (1غم) من هايبيوكوتيل (Hypocotyl) العقل الطرية المعاملة بالماء المقطر (عينة السيطرة) هي (11.316) ملي مولر، ومستوى (IAA) في (1غم) من هايبيوكوتيل العقل المعمرة بالماء المقطر (عينة السيطرة) هي (11.09) ملي مولر ، بينما مستوى الاوكسين في (1غم) من هايبيوكوتيل العقل الطرية والمعمرة بمحلول كلوريد الرصاص (100 ، 0.1 ، جزء بالمليون ، $pH = 5.5$ ، 6.1 على التوالي) هي (13.601 ، 13.103) ملي مولر على التوالي ، وتميزت المعاملات من الناحية الاحصائية بوجود زيادة معنوية ، وعلى مستوى احتمالية 0.01 و 0.05 على التوالي . أما مستوى الاوكسين في (1غم) من هايبيوكوتيل العقل الطرية والمعمرة بمحلول SA (25 ، 50 جزء بالمليون، $pH = 3.9$ ، 3.7 على التوالي) هي (14.846 ، 14.348) ملي مولر على التوالي ، وتميزت المعاملات من الناحية الاحصائية بوجود زيادة معنوية ، وعلى مستوى احتمالية 0.01، مقارنة بعينة السيطرة (d/w) .

المناقشة:

وصف Davies (1983) التعمير بأنها الظاهرة التي ترتبط بالتغيرات الهدمية في الايض الحيوي، وقد اشار الى ان التغيرات في التوازن الهورموني الدقيق يعتبر من الاحداث الجزئية التي تؤدي الى تلك التغيرات. وافترض Leshem (1981) نظرية الجذور الحرة في التعمير لتوضيح علاقة تلف الخلايا مع تقدم العمر في النباتات، وان مضادات الاكسدة تعمل ككوابح داخلية للجذور الحرة مخفضة بذلك عمليات التعمير في النباتات. 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 شكل (2) الى انخفاض محتوى الاوكسين IAA في هايبيوكوتيل العقل المعمرة عما هو عليه في هايبيوكوتيل العقل الطرية (11.316 الى 11.09) ملي مولر. ان هذه النتائج تتفق مع نتائج الجانب الفسيولوجي المتعلقة بقلة استجابة التجذير في العقل المعمرة مقارنة بالعقل الطرية (جدول 1 و2).

ويعزى هذا الى العمليات التأكسدية التي تحدث خلال ظاهرة التعمير، كما تؤكد احدي فرضيات تفسير اسباب ظاهرة التعمير، وهي انخفاض مستوى الاوكسين الطبيعي التي تم اثباتها سابقاً من قبل العلواني (1998) و الدليمي (2004). ان انخفاض المحتوى الاوكسيني في العقل المعمرة (خلال مدة التعمير) ربما يعود الى (1) قلة تخليق الاوكسين في الاوراق الاولى للعقل المعمرة باعتبارها المركز الرئيسي لتخليقه (الدليمي، 2004 Hartman et al., 1988; (2) قلة الانتقال القاعدي للاوكسين (Shaheed, 1987) (3) تحول الاوكسين الحر الى اوكسين مرتبط في العقل المعمرة (Norcini et al., 1985) (4) حصول عمليات اكسدة بمعدلات اعلى في العقل المعمرة (الدليمي، 2004) .

ان امكانية التجذير العالية للعقل المعمرة بالرصاص تعزى الى ان التراكيز الواطنة والمعتدلة لم تؤثر في العمليات الحيوية على مستوى النمو والتكشف للمجموع الجذري والخضري. فقد ذكر بعض الباحثين مثل Nyitrai وجماعته (2002، 2003) ان التراكيز الواطنة من الرصاص حفزت استطالة المجموعين الخضري والجذري فضلاً عن وزنيهما الرطب والجاف في نبات الذرة والفاصوليا، وسرعة بناء الكلوروفيل في الذرة والفاصوليا والحنطة مع زيادة في عملية تثبيت CO_2 بعملية البناء الضوئي، وقد علل الباحثون اعلاه ذلك بان التراكيز الواطنة ولدت تنبيه غير متخصص للتفاعلات في النباتات، وربما تكون ببيئة تغير في التوازن الهورموني. كما اشارت الجبوري

(2008) الى ان تراكيز الرصاص (10، 200) جزء بالمليون حفظت محتوى الكلوروفيل في الماش والذرة وشجعت معدل البناء الضوئي في الماش، وهذا بدوره يعلل الزيادة المعنوية في معدلات مساحة الاوراق للعقل الطرية والمعمرة في التراكيز الواطنة والمعتدلة (جدول 1 و 2).

ان توزيع وسلوك المعدن الثقيل (الرصاص) في انسجة النبات سبب تغاير في التوازن الهورموني الدقيق. فقد ذكر Atici وجماعته (2005) ان عنصر الرصاص زاد من محتوى هورموني Abscisic acid (ABA) و (Z) Zeatin وقلل محتوى Gibberellic acid (GA_3) في نبات الحمص Chick pea وكما هو معروف فإن (ABA) يتكون في الجذور والسيقان والأوراق، وان ظروف الشد تحفز تكوين هذا الهورمون الذي يزيد من مقاومة النبات لظروف الشد، ومن الادلة على ذلك ان (ABA) يتجمع في الجذور المفتقرة للماء ويسهل دخول الماء للجذور وبذلك يحفظ الاوراق من الجفاف. علاوة على ذلك فإن (ABA) يحفز تكوين الجذور على العقل في بعض اصناف الفاصوليا والبزاليا والطماط والعنب والرقي. وهذا بدوره يعلل الزيادة المعنوية في استجابة تجذير العقل المعمرة في التراكيز الواطنة والمعتدلة، واحتفاظ العقل المعاملة بالتراكيز العالية بحيويتها ونظارتها على مستوى المجموع الخضري والجذري على الرغم من انخفاض معدل عدد الجذور. اما هورمون (Z) فانه يتكون في قمم الجذور ويحفز انقسام الخلايا، ويؤدي الى تكوين البراعم الورقية، كما يحفز اتساع الخلايا شأنه شأن الاوكسين والجبرلين، ويسبب تخن الساق والهايبوكوتيل والجذور، علاوة على ذلك فهو يحفز تكوين الجذور الجانبية، ويزيد المادة الجافة للمجموع الجذري، وعندما تكون نسبة السايتوكاينين والاكسين ملائمة يحدث نشوء الجذور والبراعم الورقية في آن واحد، كما يحفز نمو الاوراق، ويحافظ على تكوين الكلوروفيل والبروتينات والأحماض النووية، ويحفز نقل المغذيات والهورمونات (الاكسين)، وتكوين بعض الانزيمات (محمد، 1991) وهذا بدوره يعلل الزيادة المعنوية في استجابة تجذير العقل المعمرة من جهة، واحتفاظ العقل المعاملة بالتراكيز العالية بحيويتها ونظارتها رغم ظروف الشد القاسية بالمعدن الثقيل من جهة اخرى. علاوة على ذلك فإن قلة محتوى (GA_3) نتيجة المعاملة بالرصاص قد عزز دور الاوكسين في تكوين الجذور العرضية.

ومن باب آخر اشار Ross, Salisbury (1985) الى ان المعاملة بالمعادن الثقيلة ومنها الرصاص تحفز تكوين هورمون الاثيلين (E) الذي يؤثر بشكل كبير في نمو الجذور والمجموع الخضري. ان هذا التأثير في استجابة تجذير عقل الماش الطرية والمعمرة تؤكد النتائج المعنوية من الناحية الاحصائية قيد الدراسة والتي تتمثل بمحتوى IAA في هايبيوكوتيل العقل الطرية المعاملة بكلوريد الرصاص، حيث كشف شكل (2) عن كمية من الاوكسين تساوي (13.601) ملي مولر مقارنة بعينة السيطرة (11.316) ملي مولر، والزيادة المعنوية بمحتوى IAA في هايبيوكوتيل العقل المعمرة بكلوريد الرصاص، حيث كشف نفس شكل عن كمية من الاوكسين تساوي (13.103) ملي مولر مقارنة بعينة السيطرة (11.090) ملي مولر. نستنتج من ذلك ان التوازن الهورموني الدقيق الناتج عن تحفيز تكوين هورمونات (ABA), (Z), (E) بسبب المعاملة بالرصاص، وقلة محتوى (GA_3) من جهة، وتكوين (IAA) من جهة اخرى، ربما شكل بيئة فسيولوجية ملائمة من خلال عمل (IAA) مع (Z) مما يحفز نشوء الجذور والبراعم الورقية في آن واحد.

ان المعاملة بالمعادن الثقيلة ومنها الرصاص تحفز الانزيمات النباتية المضادة للأكسدة مثل الانزيمات الكابحة لأنواع الأوكسجين الفعالة (ROS) مثل انزيمات (CAT) Catalases و (SOD) Superoxide dismutase و (GPX) Guaiacol peroxidases او الكلوتاثيون (Apel and Hirt, 2004) Glutathione، وتقليل مستوى الـ Lipid peroxidation، ويعتمد ذلك على طبيعة التركيز، وهذا ربما يعلل بدوره الزيادة في استجابة تجذير العقل المعمرة. علاوة على ذلك، لوحظ زيادة تركيز المركبات الفينولية بوجود الرصاص التي تلعب دوراً مهماً في دفاع النبات ضد انواع مختلفة من الشد الحياتي واللاحياتي (Grace, 2005)، كما تقوم بتنظيم نمو وتكشف النبات من خلال التأثير على فعالية الهورمونات، وتعمل على تكيف بيئة الخلية النباتية وتنظيم المحتويات الازموزية، بالإضافة إلى تأثيرها في عملية التجذير في العقل (محمد، 1985).

ان للأس الهيدروجيني دور مؤثر في عمل مضادات الاكسدة، والمركبات الفينولية والهرمونات النباتية وتيسر المعادن الثقيلة، فقد اشار Hatch وجماعته 1988 الى ان تيسر المعادن الثقيلة ومنها الرصاص للجنور النباتية ينتظم بواسطة (1) الاس الهيدروجيني (pH) وبشكل خاص من المحاليل، حيث اشار الى ان المعادن الثقيلة تتفاعل على سطح الجذر او المجموع الخضري بتأثير الـ pH وتركيز الكالسيوم. (2) الـ redox potential (Eh) فقد اشار Khalid وجماعته (1981) الى ان التغيرات في Eh تستطيع ان تؤثر في تجزئة المعادن الثقيلة من خلال الماء المذيب، وقابلية التبادل، وقابلية الاختزال، وقابلية استخلاص (DTPA) diethyl triamine penta acetic acid (DTPA) والمذيب، وأشكال التآصر العضوي، وان أي زيادة في الـ Eh من 50-150 (mv) يؤدي الى قلة قابلية ابدال المعدن الثقيل، وزيادة في اشكال قابلية الاختزال. (3) العوامل الفيزيائية والكيميائية الاخرى (Campbell et al., 1988).

ان انخفاض استجابة التجذير ومعدل اطوال الجنور في التراكيز العالية للمعاملات الطرية والمعمرة يعزى الى (1) التأثيرات السامة لعنصر الرصاص. (2) التغيرات في الاس الهيدروجيني وجهد الاختزال والعوامل الكيميائية والفيزيائية. (3) حدوث خلل في التوازن الهرموني الدقيق. (4) اضطرابات في توازن ايونات الخلية بسبب تحطم الغشاء الخلوي. (5) تأثير الرصاص في المادة الوراثية. (6) درجة تحمل النبات للعناصر الثقيلة. (7) درجة تجميع النبات للعناصر الثقيلة.

حيث اشارت الدراسات الى ان العناصر الثقيلة ومنها الرصاص تمارس تأثيرات سمية تحفز تكوين نواتج التلف التأكسدي المذكورة آنفاً. كما اظهرت دراسة اخرى زيادة مستوى superoxide anion radical في نبات البزاليا (*Pisum sativum*) Pea المعامل بالرصاص، مشيراً بذلك الى ظروف اجهاد تأكسدي، اذ وجد زيادة في فعاليات المكونات الانزيمية في النظام المضاد للاكسدة في اجزاء العصير الخلوي والميتكوندريا والبيروكسيدومات المعزولة من خلايا الجنور (Malecka et al., 2001). وقد اشار Piechalak وجماعته (2005) الى ان ايونات الرصاص pb^{+2} تسبب التنخر وتثبيط استطالة الجذور وقلة عدد الشعيرات الجذرية في نباتي البزاليا والفاصوليا.

نستنتج من ذلك ان نبات الماش (*Phaseolus aureus* Rox b.) وهو نبات بقولي يتحمل تراكيز عالية من الرصاص وفق آليات مختلفة على اساس تجنبها او تحملها، وله القدرة على تجميع مستويات عالية من هذا العنصر، حيث اشارت الدراسات الى انخفاض معنوي في استطالة المجموع الجذري لنبات الماش بالتراكيز العالية للرصاص وعزي ذلك الى كون الجذور تمثل جزء النبات الذي يتعرض مباشرة الى التراكيز السامة للعنصر (الجبوري، 2008)، كما اشار Zengin و Munzuröglu (2004) الى ان الجذور تراكم عادة كميات كبيرة من المعدن اكثر من الاجزاء العليا في نبات الفاصوليا (*Phaseolus vulgaris* L.)، وان النبات طور ميكانيكيات متنوعة لتحمل اجهاد المعادن الثقيلة، واحدها تراكم المعدن الثقيل في الجذور وتقليل توزيعه (نقله) الى الساق، ان تراكم المعدن الثقيل في الجذور يؤدي الى تغيير في شكل وتشريح ونمو الجذور مقارنة بالأعضاء الأخرى، وان إعاقة المعدن لنمو الجذور والسيقان والأوراق تتم بميكانيكيات مختلفة تتغير تبعاً لتغير نوع النبات وظروف النمو.

تتباين المركبات الفينولية في قابليتها كمضادات للأكسدة، او قابليتها على الهدم التأكسدي وتفاعلاتها مع الفينولات الاخرى، والأحماض الامينية، والبروتينات، والايونات المعدنية، كما ان ثباتها لا يعتمد على الـ pH ومدة الخزن فقط، وإنما يعتمد كذلك على صيغها التركيبية، أي عدد الحلقات والمجاميع الهيدروكسيلية المكونة لها ومواقعها، بالإضافة إلى أشكالها المتأينة والرنينية. ان امكانية التجذير العالية للعقل المعمرة بـ (SA) ربما يعزى الى (1) قابلية المركب الفينولي قيد الدراسة بصفته مضاد للأكسدة في توفير الحماية ضد انواع الشد الحياتي واللاحياتي من خلال قدرته على استيعاب الجذور الحرة لوجود تبادل الكتروني عالي، حيث يتميز هذا المركب بحامضية تمنحه صفة قوية لوجود مجموعة OH في الموقع ortho، وهذا الموقع دافع للالكترونات (أي 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 الكاربوكسيلية (أي يكون تبادل الكتروني متجه نحو مجموعة OH المرتبطة بالحلقة)، مما يمنح المركب

صفة مضاد للاكسدة لكونه ذو قدرة على اكتساح Scavenage اكبر للالكترونات المؤكسدة باحتوائها فترة اطول داخل الحلقة، وهذا يبرز من خلال استجابة التجذير العالية في العقل المعمرة .

(2) التوازن الهرموني الدقيق. حيث اشارت الدراسات الى ان دور (SA) بصفته مضاد للأكسدة يكمن في تحويل فعالية الانزيمات عن طريق التأثير في مستوى الاوكسين IAA (Karanov , et.al., 1995) معززاً بذلك المحتوى الاوكسيني في منطقة نشوء الجذور، وهذا ما اكدته التقديرات الكمية للاوكسين (IAA) قيد الدراسة في هابيوكوتيل عقل الماش الطرية المعاملة بتركيز (25) جزء بالمليون من (SA) حيث كشفت عن (14.846) ملي مولر مقارنة بعينة السيطرة (11.316) ملي مولر ، وعقل الماش المعمرة بتركيز (50) جزء بالمليون من (SA) حيث كشفت عن (14.348) ملي مولر مقارنة بعينة السيطرة (11.09) ملي مولر شكل (2). وقد اكدت ذلك بعض الدراسات حيث اشارت الى تأثير المركبات الفينولية في التفاعلات الانزيمية عن طريق تحويل بعض المغذيات المعدنية او مواد عضوية متنوعة او عن طريق التأثير في مستوى الكاينتين Kinetin او الاوكسين IAA (Karanov et al., 1995 ; Letham et al., 1978) كما وجد ان المعاملة بتركيز (0.05) ملي مولر من (SA) يزيد من مستوى انقسام الخلية في المرستيم القمي للجذور في بادرات الحنطة wheat. ولوحظ ان المعاملة بـ (SA) تسبب تجمع الـ ABA و IAA في بادرات الحنطة تحت الشد، كما وجد ان المعاملة بـ SA تقلل التغير في مستوى الهرمونات النباتية (IAA، والسايوتوكاينين) لبادرات الحنطة تحت الشد (Sakhabutdinova et al., 2003)؛ حيث اشارت الدراسات الى تأثير (SA) في فعالية السايوتوكاينين. ولوحظ ان السايوتوكاينينات تحفز بناء الكلوروفيل (Dei, 1984). وان هناك علاقة بين مستوى السايوتوكاينين الداخلي وقابلية انتاج الكلوروفيل (Fletcher and Poku, 1976).

ان انخفاض معدلات استجابة التجذير وأطوال الجذور ومساحة الورقة في المعاملات الطرية والمعمرة في التراكيز العالية (جدول 1 ، 2 ، 3 ، 4) ربما يعزى الى التأثيرات السمية للتراكيز العالية للمركبات قيد الدراسة التي تؤثر في التوازن الهرموني والأيوني بالإضافة إلى التغيرات في الاس الهيدروجيني، مما يخلق بيئة غير متوازنة من الناحية الفسيولوجية. حيث اشارت الدراسات الى ان المعاملة بالتراكيز العالية من SA لها تأثير تثبيطي على فلق الفجل المستأصلة، وقطع غمد الحنطة المستأصلة، ان التأثير التثبيطي على قطع غمد الحنطة المستأصلة يوضح ان (SA) يحث على اكسدة IAA (Letham et al., 1978)، وبشكل مماثل فان التراكيز العالية من SA تحفز تحطم كلوروفيل (a+b) في اقراص ورقة الفجل وقطع ورقة الشعير. كما اشارت تأثيرات تثبيطية او سمية في معظم الدراسات على التراكيز العالية لـ (SA)، حيث وجد عدم تأثير (SA) على قطع الورقة المأخوذة من الشعير barley، وبطريقة مماثلة لا يمتلك تأثير محفز للنمو او استطالة غمد الحنطة wheat.

يستنتج مما تقدم أن المركبات الفينولية ومنها حامض السلسليك هي عوامل مضادة للأكسدة تعمل ككوابح داخلية للجذور الحرة وتقليل تأثيرات نواتج عمليات الاكسدة، وباستطاعتها اكتساح الالكترونات من خلال حصول تعاقب الكتروني لها في الجزئية الفينولية. وتختلف تأثيراتها تبعاً لاختلاف (أ) وجودها في المحاليل النباتية (حرة او مرتبطة) (ب) مساحة التعاقب الالكتروني (ج) قيمة الاس الهيدروجيني. (د) عدد ومواقع المجاميع المعوضة. (هـ) الحالة الغذائية للعقل والنباتات الام. (و) التوازن الهرموني. (ز) الفعل التعاضدي بين المركبات الفينولية و IAA. (هـ) اشكالها التأينية والرنينية، ومع ذلك فإن العوامل الملائمة اعلاه قد تعود الى خفض العمليات التأكسدية التي تحدث خلال ظاهرة التعمير ، من خلال اكتساح الالكترونات الحرة المسببة للاكسدة خلال نظام التعاقب الالكتروني لذلك تسبب ارتفاع استجابة التجذير في عقل الماش المعمرة قيد الدراسة.

جدول (1) تأثير كلوريد الرصاص ($PbCl_2$) في استجابة تجذير عقل الماش الطرية

Solution	Concentration ppm	Mean root Number/cutting	Mean root length/cutting(mm)	Mean leaf area (cm^2)	pH
Control dlH ₂ O	0	11.125	8.797	0	6.7
PbCl ₂	0.001	15.5	**7.492	0.224**	6.2
	0.01	13.25	**7.713	0.067	6.2
	0.1	15.375	**6.965	0.357**	6.1
	1	12.625	**7.745	0.281**	5.6
	25	13.125	**1.25	0.192*	5.6
	50	10.625	**1	0.162*	5.5
	100	18.625**	**1	0.164*	5.5
	150	18.625**	**1	0.104	5.5
	200	10.875	**1	0.03	5.4
	250	10.125	**1	0	5.4
	300	7.25	**1	0	5.7
	400	**3.5	**1	0	4.9
	500	**3.125	**0.875	0	4.7

معدل عدد وأطوال الجذور ومساحة الوريقات الثلاثية للأوراق الحقيقية الأولى ثلاثية الأوراق 1-st True-Tri-foliated Leaf في عقل الماش الطرية المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة أيام. عوملت العقل بتركيز مختلف من كلوريد الرصاص ($PbCl_2$) لمدة 24 ساعة ثم نقلت إلى حامض البوريك بتركيز ($10\mu g/ml$) لمدة سنة أيام. قيمة (L.S.D) على مستوى احتمالية $0.05=5.033$ بالنسبة لمعدل عدد الجذور و (0.440) بالنسبة لمعدل أطوال الجذور و (0.153) بالنسبة لمعدل مساحة الورقة. قيمة (L.S.D) على مستوى احتمالية $0.01=7.199$ بالنسبة لمعدل عدد الجذور و (0.629) بالنسبة لمعدل أطوال الجذور و (0.220) بالنسبة لمعدل مساحة الورقة.

**A تأثير ايجابي معنوي على مستوى احتمالية (0.01) A* تأثير ايجابي معنوي على مستوى احتمالية (0.05)
**A تأثير سلبي معنوي على مستوى احتمالية (0.01)

جدول (2) تأثير كلوريد الرصاص ($PbCl_2$) في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة

Solution	Concentration ppm	Mean root Number/cutting	Mean root length/cutting(mm)	Mean leaf area (cm ²)	pH
Control d/H ₂ O	0	9.5	21.117	0.03	6.7
PbCl ₂	0.001	13.625	**11.672	0.136*	6.2
	0.01	20.5**	**12.786	0.387**	6.2
	0.1	33.125**	**8.312	0.093	6.1
	1	27.625**	**7.913	0.133*	5.6
	25	18.25*	**1.836	0.291**	5.6
	50	18*	**1.75	**0	5.5
	100	22.25**	**1	**0	5.5
	150	16.75	**1.125	**0	5.5
	200	20.625**	**1.125	**0	5.4
	250	20.875*	**1	**0	5.4
	300	13.5	**1	**0	5.3
	400	11.75	**0.875	**0	4.9
	500	7.875	**0.5	**0	4.7

معدل عدد وأطوال الجذور ومساحة الوريقات الثلاثية للأوراق الحقيقية الأولى ثلاثية الأوراق 1-st True-Tri-foliated Leaf في عقل الماش المعمرة المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة أيام. عُمرت العقل بالماء المقطر لمدة ثلاثة أيام، ثم بتركيز مختلفة من ($PbCl_2$) لمدة 24 ساعة، ثم نقلت إلى حامض البوريك بتركيز ($10\mu g/ml$) لمدة ستة أيام. قيمة (L.S.D) على مستوى احتمالية $0.05=7.6389$ بالنسبة لمعدل عدد الجذور و 1.406 بالنسبة لمعدل أطوال الجذور و 0.097 بالنسبة لمعدل مساحة الورقة. قيمة (L.S.D) على مستوى احتمالية $0.01=10.925$ بالنسبة لمعدل عدد الجذور و 2.012 بالنسبة لمعدل أطوال الجذور و 0.139 بالنسبة لمعدل مساحة الورقة. A^{**} تأثير إيجابي معنوي على مستوى احتمالية 0.01 A^* تأثير إيجابي معنوي على مستوى احتمالية 0.05 A^{**} تأثير سلبي معنوي على مستوى احتمالية 0.01

جدول (3) تأثير حامض السلسليك في استجابة تجذير عقل الماش الطرية

Solution	Concentration ppm	Mean root Number/cutting	Mean root length/cutting(mm)	Mean leaf area (cm ²)	pH
Control d/H ₂ O	0	4.75	7.5	0.263	6.7
Salicylic acid (SA) HOC ₆ H ₄ CO ₂ H	0.001	7.125	7.14	0.285	6.3
	0.01	6.5	7.07	0.181	6.3
	0.1	8.25*	7.213	*0.097	6.1
	1	8.125*	6.9	**0.067	5.3
	25	9.75**	*6.03	**0.084	3.9
	50	7.625*	6.26	*0.12	3.7
	100	7.25	*5.64	0.172	3.4
	200	3.875	**2.95	*0.116	3.2
	300	3	**1.28	**0.03	3.1
	400	**0	**0	**0	3
	500	**0	**0	**0	2.9

معدل عدد وأطوال الجذور ومساحة الوريقات الثلاثية لأوراق الحقيقة الأولى ثلاثية الأوراق 1-st True-Tri-foliated Leaf في عقل الماش الطرية المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة ايام. عوملت العقل بتراكيز مختلفة من حامض السلسليك لمدة 24 ساعة ثم نقلت الى حامض البوريك بتركيز (10µg/ml) لمدة ستة ايام.

قيمة (L.S.D) على مستوى احتمالية 0.05= (2.6001) بالنسبة لمعدل عدد الجذور و (1.419) بالنسبة لمعدل اطوال الجذور و (0.123) بالنسبة لمعدل مساحة الورقة.

قيمة (L.S.D) على مستوى احتمالية 0.01= (3.721) بالنسبة لمعدل عدد الجذور و (2.029) بالنسبة لمعدل اطوال الجذور و (0.176) بالنسبة لمعدل مساحة الورقة.

**A تأثير ايجابي معنوي على مستوى احتمالية (0.01) *A تأثير سلبي معنوي على مستوى احتمالية (0.01)
*A تأثير ايجابي معنوي على مستوى احتمالية (0.05) *A تأثير سلبي معنوي على مستوى احتمالية (0.05)

جدول (4) تأثير حامض السلسليك في استجابة تجذير عقل الماش المعمرة.

Solution	Concentration ppm	Mean root Number/cutting	Mean root length/cutting(mm)	Mean leaf area (cm ²)	pH
Control d/H ₂ O	0	10.75	11.388	0.217	6.6
Salicylic acid (SA) HOC ₆ H ₄ CO ₂ H	0.001	14.75	**7.903	0.155	6.3
	0.01	14	**7.228	0.354	6.2
	0.1	8.25	**7.677	0.185	6.1
	1	9.625	**8.094	0.361	5.3
	25	20.62**	**5.666	0.206	3.9
	50	29.5**	**3.381	0.082	3.7
	100	10.25	**2.002	0.168	3.4
	200	**2	**0.766	0.264	3.2
	300	*4.25	**1.507	0.226	3.1
	400	6.75	**0.596	0.202	3
500	**0	**0	0.082	2.9	

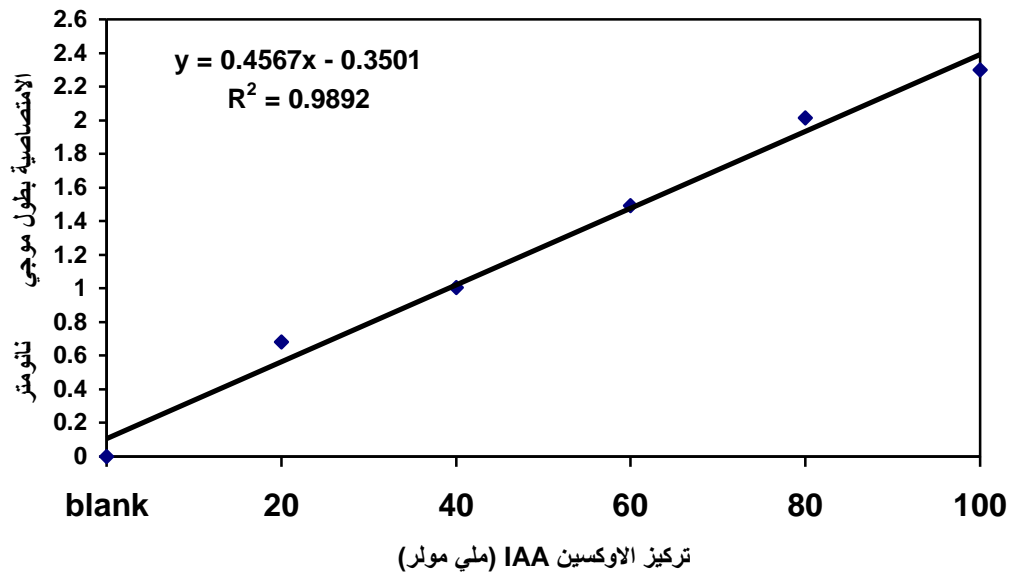
معدل عدد وأطوال الجذور ومساحة الوريقات الثلاثية للأوراق الحقيقية الأولى ثلاثية الأوراق 1-st True-Tri-foliated Leaf في عقل الماش المعمرة المأخوذة من بادرات نامية في الماء المقطر لمدة عشرة أيام. عُمرت العقل بالماء المقطر لمدة ثلاثة أيام، ثم بتركيز مختلفة من حامض السلسليك لمدة 24 ساعة. ثم نقلت إلى حامض البوريك بتركيز (10µg/ml) لمدة ستة أيام.

قيمة (L.S.D) على مستوى احتمالية 0.05= (5.744) بالنسبة لمعدل عدد الجذور و (1.744) بالنسبة لمعدل أطوال الجذور و (0.215) بالنسبة لمعدل مساحة الورقة.

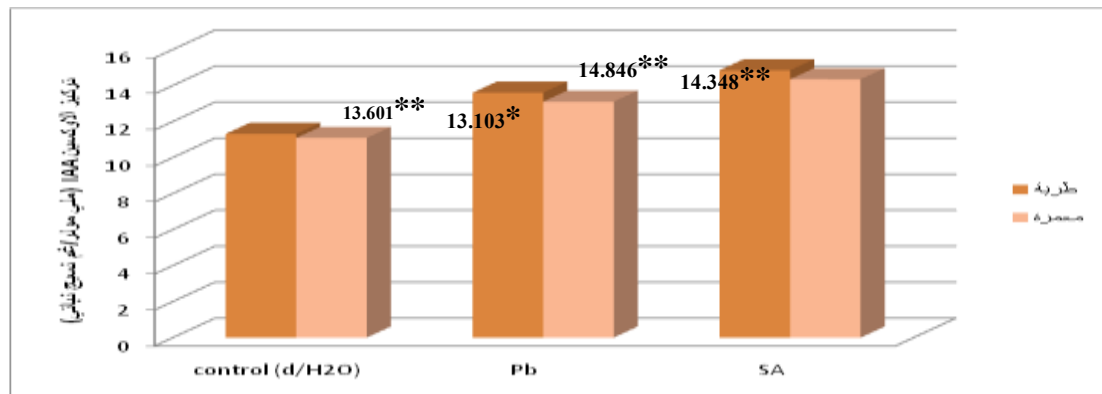
قيمة (L.S.D) على مستوى احتمالية 0.01= (8.216) بالنسبة لمعدل عدد الجذور و (2.494) بالنسبة لمعدل أطوال الجذور و (0.307) بالنسبة لمعدل مساحة الورقة.

A تأثير ايجابي معنوي على مستوى احتمالية (0.01) A تأثير سلبي معنوي على مستوى احتمالية (0.01)
*A تأثير سلبي معنوي على مستوى احتمالية (0.05)

449



شكل (1) المنحنى القياسي لتراكيز مختلفة من الاوكسين (IAA) والامتصاصية بطول موجي 449 نانومتر



شكل (2) المحتوى الاوكسيني IAA (ملي مولر/غم نسيج نباتي) لهابيوكوتيل عقل الماش الطرية والمعمرة في محلول $PbCl_2$ بتركيز (100 ، 0.1 جزء بالمليون) على التوالي و SA بتركيز (25 ، 50 جزء بالمليون) على التوالي .

قيمة L.S.D للمعاملات المعمرة على مستوى احتمالية $0.05 = (1.187)$ وعلى مستوى احتمالية $0.01 = (2.541)$

**A تأثير ايجابي معنوي على مستوى احتمالية (0.01)

*A تأثير ايجابي معنوي على مستوى احتمالية (0.05)

المصادر:

الجبوري، رحاب عيدان، 2008. تأثير عنصري الرصاص والنيكل في تركيب الانسجة وبعض المؤشرات البايولوجية في نباتي الماش (*Phaseolus aureus* Roxb.) والذرة (*Zea mays* L.). اطروحة دكتوراه-كلية العلوم-جامعة بابل.

الدليمي، عبد الله عودة، 2004. دراسة تأثير العناصر الضئيلة والعوامل المضادة للاكسدة في مستوى اندول حامض الخليك من خلال فرضية الاكسدة التي تحدث خلال ظاهرة التعمير في عقل الماش *Phaseolus aureus* Roxb. رسالة ماجستير. جامعة بابل.

العلواني، بشير عبد الحمزة، 1998. اسباب ظاهرة التعمير Aging والسيطرة عليها بدلالة تكوين الجذور العرضية في عقل نبات الماش *Phaseolus aureus* Roxb. رسالة ماجستير، جامعة بابل.

- محمد، عبد العظيم كاظم. 1985. علم فسلجة النبات. الجزء الثاني، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر.
- محمد، عبد العظيم كاظم، واليونس، مؤيد احمد. 1991. اساسيات فسيولوجيا النبات. ثلاثة اجزاء، جامعة بغداد، دار الحكمة للطباعة والنشر.
- Aberg, B., 1981. Plant growth regulators XLI. Monosubstituted benzoic acid *Swedish J. Agric. Res.*, 11: 93-105.
- Almagro, L., Gomez, L.V.; Navarro, S.B., Barcelo A.R., and Pedreno M.A. 2009. Class III peroxidase in plant defence reactions. *J.Exp. Bot.*, 60:377-390.
- Apel , K., Hirt , H., (2004). Reactive Oxygen species : metabolism , oxidative stress and signal transduction . *Annu . Plant Biol.* 55 , 373 – 399 .
- Aravind, P., Prasad, M.N.V., 2005. Modulation of cadmium-induced oxidative stress in *Geratophyllum demersum* by zinc involves ascorbate-gultathione cycle and glutathione metabolism. *Plant physiol. Biochem.* 43, 107-116.
- Atici, O; Agar, G. and Battal, P. 2005. Changes in phytohormone contents in chickpea seeds germinating under lead or zinc stress. *Biologia Platarum*, 49(2): 215-222.
- Barkosky, R.R. and F.A. Einhelling, 1993. Effect of salicylic acid on plant water relationship *J. Chem. Ecol.* 19: 237-247.
- Basra, S.M.A., Farooq M., Rehman H. and Saleem B.A. 2007. Improving the germination and early seedling growth in melon (*Cucumis melo* L.) by pre-sowing salicylate treatments. *Int J. Agric. Biol.*, 9: 550-554.
- Becerril, J.M., C. Gonzalez-Murua, A. Munoz-Rucda, and M.R. De Felipe 1989, *Plant physiol. Biochem.*, 27, 913-918.
- Ben-Yehoshua, S. (1986). Respiration and Ripening fruit , *Physiol. Plant* ., 77 : 71 – 89 .
- Breckle, S.-W. and H. Kahle 1992, *Vegetatio*, 101, 43-53.
- Campbell, P.G.C., A.G. Lewis, P.M. Chapman, A.A. Crowder, W.K. Fletcher, B./ Imber, S.N. Luoma, P.M. Stokes, and M. Winfrey, 1988. Biologically available metals in sediments. *National Research Council, Canada*. No. 27694. *Assoe. Comm. Sci. Criteria for Environ. Qual.*, P. 298.
- Coombs , J. (1986). Macmillan Dictionary of biotechnology . P. 10 . *the Macmillan Press Ltd* .
- Davies, I. 1983, Aging. *Edward Arnold, London*. P.60.
- Dei, M., 1984. Benzyladenine-induced stimulation of two components of chlorophyll formation in etiolated cucumber cotyledons. *Physiologia plantarum*, 62(4): 521-526.
- El-Tayeb, M.A., 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regul.*, 45: 215-224.
- Fletcher, R.A. and J.A.G. Poku, 1976. Cytokinins in relation to chlorophyll production in ageing cotyledons. *In Ninth International conference on Plant Growth Substances* (P.E. Pilet, Ed.) *Lausanne*_Pp:98-100.

- Gorter , C.J. (1972). Growth regulator and aging of plant in Kaldewey. H. , & Vasdar , Y. (Eds.) Hormonal Regulation in plant Growth and Development . pp. 432- 451 . Verlag Chemies Weinheim .
- Grace, S.C., 2005. Phenolics as antioxidants. In: Smirnoff, N. (Ed.), Antioxidants and reactive oxygen species in plants. *Blackwell Publishing Ltd.*, pp. 141-168.
- Groten, J.P. and P.J. Vanbladeren 1994, *Trends Food Sci. Technol.* 5, 50-55.
- Harper, J.P. and N.E. Balke, 1981. Characterization of inhibition of K⁺ absorption in oat roots by salicylic acid. *Plant physiol.*, 68: 1349-1353.
- Hartmann, H.T., Kofranek, A.M., Rubatzky, V.E., and Flocker, W.J. 1988. Plant Science, growth, development. Utilization of cultivated plants. 2nd ed. *Printice Hall. Engle woode liffs, New Jersy*, pp. 125-126.
- Hatch, D.J., L.H.P., Jones, and R.G. Bureau 1988, *Plant soil Bot.* 105, 121-126.
- Hess, C.E. 1961. The mung bean bioassay for detection of root promoting substances. *Plant Physiol.*, 36: Suppl. 21.
- Karanov, E., L. Iliev, V. Alexieva, Ts. G. Georgiev, N.T. Thang and L. Natova, 1995. Synthesis and Plant Growth Regulating. Activity of some noval 2-methoxy-4-(1-or-2-propenyl)-6-substituted phenols, *Bulg. J. Plant Physiol.* 2(4): 39-47.
- Khalid, R.A., R.P. Gambrell and W.H. Patrick, Jr. 1981, *J. Environ. Qual*, 10, 523-528.
- Khan, W., B. Prithiviraj and D. Smith 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *J. Plant Physiol.* 160: 485-492.
- Kimbrough, D.E., Chohen, Y., Winer, A.M., Creelman, L., mabuni, C., 1999. A critical assessment of chromium in the environment . *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 29, 1-46.
- Larque-Saavedera, A., 1979. Stomatal clousr in response to acetyl salicylic acid treatment. *Z. Pflanzphysiol.*, 93: 371-375.
- Leshem, Y.Y. 1981. Oxy free radicals and plant senescence. *What's New in Plant Physiol.* 12: 1-4.
- Lethmam, D., P. Goodwin and T. Higgins (Eds.), 1978. Phytohormones and Related compounds-A comprehensive treatise. *Elsevier/Nord-Holland Biomedical Pres, Vol. 1 and 2, Amstredam-Oxford-New York.*
- Malecka, A.; Jarmuszkiewicz, W. and Tomaszewska, B. 2001. Antioxidative Defense to lead stress in Subcellular compartments of Pea Root Cells. *Acta Biochimica Polonica* 43(3): 687-69.
- Middleton, W., Jarvis, B.C., and Booth, A. 1978a. The boron requirement for root development in stem cuttings of *Phaseolus aureus* Roxb. *New Phytol.*, 81: 287-297.
- Norcini , J.G. , Heuser , C.W. and Hamillon , R.H. (1985). Changes in free of conjugation indol-3-acetic acid during initiation & early development of adventitious root in mung bean Amer J. Soc. Hort. Sci., 110(4) : 528 – 533 .

- Nyitrai, P.; Boka, K.; Gaspar, L.; Sarvari, E.; Lenti, K. and Keresztes, A. 2003. Characterization of the stimulating effect of low-dose stressors in maize and bean seedlings. *J. Plant Physiol.* 1-9.
- Nyitrai., P.; Boka, K.; Sarvari, E. and Keresztes, A. 2002. Characterization of the stimulation effect of low-dose stressors in maize seedlings. *Acta Biologica Szegediensis*, 46(3-4): 117-118.
- Park, S.W., P.P.; Liu, F. Forouhar, A.C. Vlot, L. Tong and F. Klessig, 2009. Use of a synthetic salicylic acid analog to investigate the roles of methyl salicylate and its esterases in plant disease resistance. *J. Biol. Chem.*, 284: 7307-7317.
- Plieninger, H., Muller, W. and Weinerth, K. 1964. Indol- α -pyrone and indole- α -pyridone. *Chemische Berichte*, 97, 667-81.
- Raskin, I., 1992. Role of salicylic acid in plant. *Annul. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 43:439-463.
- Ross, S.M. (Ed.) 1994. Toxic metals in soil plant systems. *Wiley Chichester UK*, 469pp.
- Sakhabutdinova, A.R., D.R. Fatkhutdinova, M.V. Bezrukova and F.M. Shakirova, 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *Bulg. J. Plant Physiol., Special Issue*, pp: 314-319.
- Salisbury, F.B. and Ross, C.W. 1985. *Plant Physiology 3rd. edition wadsworth publishing company . Belmont, California.*
- Sarath , G. , Pfeiffer , N. E. , Sodhi , C. S. and Wanger , F. W. (1986). Bacteroid are stable during dark Induced senescence of Soybean root nodules . *Plant Physiol.*, 82 : 346 – 350 .
- Shaheed, A.I. 1987. The control of adventitious root development in cutting of *Phaseolus aureus Roxb.* *Ph. D. Thesis., University of Sheffield, U.K.*
- Spiegle, M.R. 1975. Theory and problems of probability statistic schaums outline series in mathematic. *McGraw Hill Books Company, New York.*
- Stickler, F.C., S. Wearden and A.W. Pauli 1961. Leaf area determination in grain sorghum. *Agron J.* 53: 187-188.
- Stoessl, A. and Venis, M.A. 1970. Dtermination of submicrogram levels of indole-3-acetic acid, A new, highly specific method. *Anal. Biochem.* 34: 344-51.
- Vasquez, M.D., Poschchenrieder, C., Barcelo., J., 1987. Chromium VI induced structural and ultrastructural changes in bush plants, (*Phaseolus vulgaris* L.) . *Ann. Bot.* 59, 427-438.
- Zengin, F.K. and Munzroglu, O. 2004. Effects of lead (Pb^{+2}) and Copper (Cu^{+2}) on the growth of root, shoot, and leaf of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seedlings. *G.U. Journal of Science.* 17(3): 1-10.