دراسة نوعية الافرازات الجذرية وتأثير نوع وعمر النباتات والتربة في جاهزية الحديد والزنك في تربة Rhizosphere وتربة الـ Bulk Soil

موفق يونس سلطان العدواني **مروان محمود ياسين الحيالي**

استاذ مساعد

قسم علوم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل .

البريد الالكتروني: mowafaq _sultan@yahoo.com

المستخلص:

أجُريت الدراسة في البيت البلاستيكي العائد لقسم علوم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة والغابات/ جامعة الموصل بتاريخ إذ تضمنت الدراسة اجراء تجربتين:

التجربة الأولى: لدراسة نوعية الإفرازات الجذرية لتي تفرزها جذور النباتات باستخدام أربعة أنواع من المحاصيل (الحنطة Wheat، البصل Onion، الباقلاء faba bean، البرسيم Clover)، تم زراعتها في المحلول المغذي (Cooper Solution) الذي يحتوي على العناصر الغذائية جميعاً التي تحتاجها النباتات خلال مراحل النمو المختلفة . أخذت نماذج من المحلول المغذي لكل محصول عند مراحل نمو مختلفة (60 ، 100 ، 150 يوماً). بينت النتائج وجود السكريات المتعددة غير المختزلة والسيليلوز والهيميسيليلوز والسكروز والسكريات ضعيفة الاختزال (الكلوكوز، المالتوز) والسكريات السداسية الديهايدية والسكريات السداسية (الكلوكوز، الفركتوز) ومواد عضوية وللمحاصيل جميعاً عند 150 يوماً من نمو النباتات.

التجربة الحيوية الثانية: أجُريت لدراسة الحديد والزنك الجاهز في تربة الرايزوسفير (Rhizosphere) (RS)، وكتلة التربة (Bulk Soil) (BS). استخدمت المحاصيل أعلاه أيضا وتم زراعتها في تربة مزيجية طينية مأخوذة من احد حقول منطقة الرشيدية ، واخذت نماذج من التربة وفصلت إلى تربة الرايزوسفير وكتلة التربة وقدرت فيها العناصر الجاهزة (Fe Zn) في مرحلتين من مراحل نمو النبات (60 ، 120 يوماً). بينت النتائج زيادة في الحديد والزنك الجاهز في تربة الرايزوسفير وان أعلى زيادة في جاهزية الحديد كانت في التربة المزروعة بمحصول الباقلاء (3.48 ملغم.كغم$^{-1}$) مقارنة مع الشاهد (2.05 ملغم.كغم$^{-1}$)عند مرحلة النمو الأولى أما المرحلة الثانية فكانت أعلى زيادة في جاهزية الحديد في التربة المزروعة بمحصول البرسيم (3.33ملغم.كغم$^{-1}$) مقارنة مع الشاهد (2.05 ملغم.كغم$^{-1}$) .وان أعلى زيادة في الزنك الجاهز كانت في تربة الرايزوسفير المزروعة بمحصول البرسيم (0.62 ملغم.كغم$^{-1}$) عند مرحلة النمو الأولى مقارنة مع الشاهد (0.31 ملغم.كغم$^{-1}$) بزيادة مقدارها 100%.

الكلمات الدالة : الافرازات الجذرية، تربة الرايزوسفير ، جاهزية الحديد ، الزنك.

The quality of root exudates and the effect of type and age of plant and soil in iron, zinc readiness in soil rhizophere and bulk soil.

Mowaffaq Younis Sultan Marwan Mahmoud Yassen
Assistant Professor
Department Soil Science and Water Resources, College of Agriculture & Forestry, Mosul University
Email: mowafaq _sultan@yahoo.com

Abstract:

The study was conducted in the plastic house of the Department of Soil Science and Water Resources, college of Agriculture and Forestry / University of Mosul. The study included two experiments:-

The first experiment to study the quality of root exudates produced by plant roots using four type of plants, (wheat, onions, faba bean, clover) had been cultivated in the nutrient solution (Cooper) that contains all the nutrients needed for plants growth during different growth stages. Samples of the nutrient solution for each crop at different stages of development (60،100،150 days). were token. The results showed the presence of reducing sugars and cellulose , hemicellulose, sucrose and disaccharides weakly reduction (glucose, maltose) and Hexose sugar Aldosugar and Hexose sugar (glucose, fructose) and organic acids at 150 days stage of growth.

The second experiment was conducted to study the available iron and zinc Rhizosphere and Bulk Soil using the four types of crops which had been cultivated in silty clay loam soil from Al-Rashidiya site, Samples of the soil were took to estimated the nutrient concentration (Fe, Zn) in two phases of stages of plant growth (60 days, 120 days). The Results showed increase in Iron and Zinc concentration in the soil rhizosphere and the highest increase in the iron concentration was in the faba bean crop (3.48 mg .kg^{-1}) at the first stage of growth had been noted. In second phase the highest concentration of the Iron was in the soil cultivated crop clover (3.33 mg .kg^{-1}) compared with the control (2.05 mg . kg^{-1}), The highest increasing in available Zinc was in the rhizosphere soil which cultivated with clover crop (0.62 mg. kg^{-1}) at the first stage of growth as compared with the control (0.31 mg.kg^{-1}) increase 100%.

Keywords: Root exudes , soil Rhizosphere ,available iron ,zinc

المقدمة:

الإفرازات الجذرية هي مجموعة كبيرة من المركبات تفرزها جذور النباتات وتكون ذات أوزان جزيئه مختلفة تفرز إلى تربة الرايزوسفير؛ ونتيجة لهذه الإفرازات الجذرية يمكن أن تحدث تفاعلات كيميائية وفيزيائية وحيوية في تربة الرايزوسفير؛ مما يؤدي إلى حدوث تداخلات عديدة بين جذور النباتات مع بعضها البعض ، وحدوث علاقة تكافلية بين جذور النباتات والإحياء المجهرية الموجودة في التربة (21). أشار(28) بأن جذور النباتات تقوم بافراز مركبات ذات الوزن الجزيئي المنخفض، وتشمل الاحماض الامينية ، الاحماض العضوية ، الأنزيمات، السكريات، و مركبات ذات الوزن الجزيئي العالي مثل الصمغ ،السكريات المتعددة، البروتين .ذكر(5) بأن النباتات تفرز مجموعة من المركبات العضوية ذات الوزن الجزيئي المنخفض من ضمنها

السكريات البسيطة والسكريات المتعددة البسيطة والاحماض الامينية والاحماض العضوية فضلاً عن المركبات الفينولية ، وقسم من هذه المواد وخصوصا الفينولية منها يمكن أن تؤثر في نمو وتطور النباتات والاحياء المجهرية ؛لأنها تعد مصدر كاربون وطاقة وعناصر غذائية جاهزة لها. وقسم (20) الاحماض العضوية حسب تركيبها الكيميائي الى المركبات العضوية لا تحتوي على عنصر النتروجين (كاربوهيدرات، سليلوز، هيمسليلوز، السكريات الاحادية والمتعددة، الاحماض العضوية، الدهون ، الزيوت) والمركبات العضوية النتروجينية (البروتينات ،البرونينات النووية، الببتيدات المتعددة ، الاحماض الامينية). وأكد (14) بأن الإفرازات الجذرية تحتوي على الاحماض العضوية والاحماض الامينية والكاربوهيدرات والأنزيمات. أشار الباحثين (35) و (34) و (9) بأن الإفرازات الجذرية تختلف بالكمية والنوعية مع اختلاف أنواع النباتات. وذكر (41) بأن للشعيرات الجذرية وجذور النباتات أهمية في افراز المواد العضوية و غير عضوية (مركبات كاربونية مشتقة من مركبات التركيب الضوئي) ويعتمد ذلك على نوع النبات وعمر النبات والظروف البيئية المحيطة بالنباتات على الرغم من أن الافرازات لاعضوية قليلة جداً إلا أن وجودها مهم جداً . أما (19) و (23) و(27) (38) فوجدوا بأن مراحل نمو النبات تؤثر في كمية ونوعية الإفرازات الجذرية. وبين (17) و (29) بأن هناك العديد من العوامل تؤثر في تركيب وكمية الإفرازات الجذرية. وقاس (25) كمية الكاربون C^{14} المشع الناتج من عملية التركيب الضوئي المتحرر من جذور الحنطة إلى تربة الرايزوسفير خلال مراحل نمو مختلفة ، عندما علمت نباتات الحنطة مع $CO2^{14}$ النامية في الحقل فكانت الإفرازات عند مرحلة البذور 8%وعند مرحلة النمو 5% وعند التزهير 1% من الكاربون المشع المفرز من جذور الحنطة إلى تربة الرايزوسفير .وتوصل الباحثين (16) بأن جذور نبات الذرة الصفراء يمكن أن تفرز كميات عالية من الأحماض الكاربوكسيلية وكميات قليلة من السكريات. وأشار (24) بأن الإفرازات الجذرية لنبات الطماطم والفلفل الحلو يحتوي على كميات عالية من الاحماض العضوية والامينية والسكريات وحامض الستريك والسكسينك ومالك والفركتوز. وبين و(6) و (7) بأن الإفرازات الجذرية للحنطة والذرة البيضاء تقل مع تقدم عمر النبات وعند زيادة الشد الرطوبي للتربة مثل الجفاف والجهد الازموزي وكذلك قلت العناصر المعدنية الجاهزة للامتصاص من قبل النباتات. وأشار عدد آخر من الباحثين (37) و (33) و (44) و (22) بأن المواد المفرزة من الجذور تشكل ما يقرب من30 -40٪ من المواد المنتجة بعملية التركيب الضوئي، وأنها تؤدي دوراً مهما في العديد من العمليات التي تحدث في تربة الرايزوسفير منها التأثير في جاهزية العناصر الصغرى وخاصة زيادة جاهزية عنصري الحديد والزنك. وأشار (10) و (43)إلى أن 10-30% من الكاربون الكلي الممثل بعملية التركيب الضوئي يفرز من جذور النباتات إلى تربة الرايزوسفير. وذكر (42) بأن الإفرازات الجذرية في مرحلة البادرات تمثل 30%إلى 40% من نواتج التمثيل الضوئي وعند مرحلة النموات الحديثة تصل 30% من مجموع الكلي للوزن الجاف. وذكر الباحثين(28) و (36) بأن ما يقرب من 5٪ إلى 21٪ من الكاربون المثبت بعملية التركيب الضوئي يمكن أن يفرز إلى تربة الرايزوسفير. وأشار (4) إلى أن النبات يمكن أن يفرز 40% من الكاربون الناتج من عملية التركيب الضوئي

إلى تربة الرايزوسفير. وأشار (18) بأن النباتات تستخدم المواد المخلبية الناتجة من الإفرازات الجذرية ،وبالتالي زيادة جاهزية العناصر الغذائية وأكثر الإفرازات الجذرية يمكن أن تؤثر في جاهزية الحديد هي Phytosiderophores بالرغم من أن الحديد الجاهز في التربة يكون قليلاً وقد يكون بصورة غير ذائبة أو مترسبة خاصة مع ارتفاع درجة تفاعل التربة ووجود كاربونات الكالسيوم، التي تعمل على زيادة عملية الأكسدة وترسيب الحديد وتوصل الباحث نفسه إلى أن افراز Phytosiderophores له تأثير ملحوظ في زيادة جاهزية الحديد وبعض العناصر الصغرى. وذكر (40) و (13) بأن حامض Muginenic و Phytosiderophores تعمل على زيادة جاهزية الحديد. بالاتجاه نفسه، فقد وجد (8) أن هذه العلاقة تؤثر في زيادة جاهزية عنصر الحديد في التربة. بينما توصل (11) إلى أن الإفرازات الجذرية تزيد من جاهزية الزنك في التربة

الهدف من الدراسة :

1. دراسة نوعية الافرازات الجذرية
2. تأثير عمر النباتات في جاهزية الحديد والزنك في التربة
3. تأثير نوع النباتات في جاهزية الحديد والزنك في التربة

المواد وطرائق العمل:

التجربة الاولى:

تضمنت التجربة اجراء بحث في البيت البلاستيكي العائد لقسم علوم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل بتاريخ 2012/12/26 لدراسة نوعية الافرازات الجذرية لنباتات مختلفة، إذ استخدم في التجربة أربعة أنواع من النباتات، (الحنطة Wheat، البصل Onion، البرسيم Clover، الباقلاء faba bean)،باستخدام علب زجاجية معتمة كما مبين في الشكل (1،2)وتم وضع 200غم حصى ناعم معقم أسفل العلبة ، واستخدم المحلول المغذي (Cooper solution) الموضحة مكوناته في الجدول (1) كمزرعة غذائية سائلة تحتوي على العناصر الغذائية جميعاً التي يحتاجها النبات اثناء نموه، ووضع على فوهة العلبة قطن طبي زرعت فيها بذور النباتات أعلاه. وتم وضع جهاز ضخ الهواء لتجهيز المحلول المغذي بالأوكسجين و يتم استبدال المحلول المغذي كل اسبوع مع ضبط درجة حموضة المحلول والإيصالية الكهربائية طيلة فترة التجربة .وعند انتهاء التجربة ، تم اخذ المحلول والكشف عن الكاربوهيدرات والبروتينات والاحماض الامينية عند (150,100,60 يوماً)كما ذكر (30).

الشكل1: مرحلة نمو النباتات عند 60 يوم

الشكل 2: مرحلة نمو النباتات عند 100 يوم

الجدول1: الأملاح بالغرام المستخدمة لتحضير 1000 لتر من محلول Cooper

الاملاح	الوزن الجزئي	الوزن المطلوب (غم)
نترات الكالسيوم $Ca\ (NO_3)_2.4H_2O$	236	1003
مركب الحديد $CH_2N(CH_2COO)]2\ FeNa\ EDTA$	367	79
فوسفات احادي البوتاسيوم KH_2PO_4	136	263
كبريتات المغنسيوم $MgSO_4.7H_2O$	246.5	583
نترات البوتاسيوم KNO_3	101	513
كبريتات المنغنيز $MnSO_4.H_2O$	169	6.1
حامض البوريك H_3BO_3	62	1.7
كبريتات النحاس $CuSO_4.5H_2O$	149.7	0.39
مولبيدات الامونيوم $(NH4)\ 6\ MO_7O_{24}.4H_2O$	1236	0.37
كبريتات الزنك $ZnSo_4\ 7H_2O$	287.6	0.44

التجربة الثانية:

اجريت التجربة في البيت البلاستيكي التابع لقسم علوم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل بتاريخ 2012/12/25 لدراسة جاهزية عنصر الحديد والزنك في تربة Rhezosphere(RS) وكتلة التربة Bulk Soil(BS) في مرحلتين من مراحل نمو النبات (60 تمثل مرحلة النمو الخضري، و 120 يوم من نمو النبات وتمثل مرحلة قبل الحصاد) اذ تم جلب عينات التربة من منطقة الرشيدية خلطت مع بعضها البعض لتعطي عينة ممثلة لتربة الحقل، جففت هوائياً وطحنت ثم نخلت بمنخل يبلغ قطر ثقوبه (2 مل) حللت التربة وكما مبين في الجدول (2).وضعت التربة في اكياس نايلون سوداء سعة 10 كغم / سندانه بابعاد 35×45. تضمنت التجربة استخدام اربعة انواع من النباتات (الحنطة Triticum Wheat ، البصل Scalion Onion، الباقلاء Vicia bean، البرسيم Trifolium Clover) وبستة مكررات لكل معاملة ولمرحلتين مراحل نمو النبات حيث أصبح عدد الوحدات التجريبية اربع انواع نباتات × مرحلتين × ثلاث مكررات + معاملة مقارنة وهي (4×2×3) +(3*2)=30 وحدة تجريبية . تمت الزراعة بمعدل(10) بذور لكل اصيص عدا البصل (5 بذور) .خففت النباتات الى خمسة نباتات لكل سندانه . وكانت تجرى عمليات العزق والتنظيف للتخلص من الادغال في التربة طيلة فترة النمو . تم اخذ نصف المكررات اعلاه(15 وحدة تجريبية) بعد ستون يوم من الزراعة اذ فصلت تربة الرايزوسفير (RS) عن كتلة التربة (BS)حسب ما ورد (32). واستمرت التجربة إلى مرحلة أخذ الحاصل (120 يوماً من الزراعة) إذ أخذت التربة وفصلت حسب موقعها من الجذر، وتم تقدير جاهزية العناصر الصغرى (Fe و Zn) في كل من تربة الرايزوسفير وكتلة التربة ، كما ذكر في تقديرها عند المرحلة الأولى.

التحليل الاحصائي :

حللت النتائج احصائيا باستخدام الحاسبة الالكترونية واجراء اختبار دنكن متعدد الحدود وعند درجة احتمالية 5% وحسب ماورد في (3) باستخدام (نظام SAS، 2001).

الشكل3: بداية مرحلة نمو النباتات

شكل 4: مرحلة قبل الحصاد

الجدول 2 : بعض الخصائص التربة الكيمائية والفيزيائية والحيوية:

الخصائصCharacters	القيمة Value	الوحدة Unit
التوزيع الحجمي لدقائق التربة PSD		
الرمل Sand	268.5	($gm.kg^{-1}$)
الطينClay	368.5	
الغرين Silt	363	
النسجة Texture	طينية مزيجية	clay loam
نسبة الرطوبة عند السعة الحقلية	20	%
المادة العضوية Organic Matter	8.4	($gm.kg^{-1}$)
كربونات الكلية Calcium Carbonate	210	
درجة تفاعل التربة pH	7.85	ــــــــــــ
الايصالية الكهربائية للترية EC	1.8	دسيسيمنز/مds/m
النتروجين الجاهز Available Nitrogen	39.3	(mg/kg^{1-})
الفسفور الجاهز Available Phosphorus	4.1	
البوتاسيوم الجاهز Available Potassium	240	
الحديد الجاهز Available Iron	2.36	
الزنك الجاهز Available Zinc	0.31	
اعداد البكتريا Total bacteria number	$^{5}10*61$	وحدة تكوين مستعمر بكترية.غم$^{-1}$تربة UCF
اعداد الفطريات Total fungi number	$^{3}10*36.4$	وحدة تكوين مستعمر بكترية.غم$^{-1}$تربة UCF

النتائج والمناقشة:

التجربة الاولى : دراسة نوعية الافرازات الجذرية

تم اجراء الكشوفات اللونية النوعية الخاصة بالكاربوهيدرات والأحماض الأمينية والبروتينات في المحلول المغذي، وتم أخذ العينات عند مراحل النمو المختلفة للنبات عند(60،100 ،150 يوماً) للتحقق من احتوائها على السكريات والاحماض الامينية والبروتينات . وتم اجراء الكشوفات اللونية الخاصة بالكاربوهيدرات للتحقق من احتوائها على السكريات منها كشف مولش ، باندكت، بارفوريد، بايل ، سليفانوف، والايودين . أظهرت النتائج بان كشف مولش (كشف عام لجميع الكاربوهيدرات السكرية جميعاً وغير السكرية) حقق نتيجة موجبة مما يدل على وجود السكريات المتعددة غير المختزلة في المحلول المغذي وللنباتات جميعاً عند 150 يوماً . اما كشف باندكت يستخدم لصفة الاختزالية لجميع السكريات التي تحتوي مجموعة كيتون او الديهايد حرة. فيستخدم للكشف عن السكريات الاحادية والثنائية مختزلة كلوكوز وفركتوز و مالتوز لاكتوز وزايلوز (يعطي نتيجة موجبة)، اما نتيجة سالبة دلالة على وجود السكروز وسليلوز في المحلول المغذي وللنباتات جميعاً عند 150 يوماً . اما كشف بارفويد يستخدم للتميز بين السكريات الاحادية قوية الاختزال مثل كالكلوكوز و الفركتوز والكالكتوز(يعطي نتيجة موجبة) والسكريات الثنائية ضعيفة الاختزال اللاكتوز و مالتوز(يعطي نتيجة سالبة). فقط اعطى نتيجة سالبة ممايدل على وجود السكريات الثنائية ضعيفة الاختزال في المحلول المغذي وللنباتات جميعاً . كذلك فان كشف سليفانون فيستخدم للتميز بين السكريات السداسية الكيتونية التي تحتوي مجموعة

كيتون (يعطي نتيجة موجبة) والسكريات السداسية الالديهايدية التي تحتوي على مجموعة الديهايد (يعطي نتيجة سالبة).لان مركبات الكيتون تفقد جزيئات الماء اسرع من مركبات الالديهايد تحت ظروف نفسها فهو يستخدم للتميز بين الفركتوز والكلوكوز.كشف بايل يستخدم للتميز بين السكريات الخماسية (يعطي نتيجة موجبة) والسكريات السداسية (يعطي نتيجة سالبة) مما يدل على وجود السكريات السداسية في المحلول المغذي. أما بالنسبة لكشف الايودين يستخدم للتميز بين السكريات المتعددة (يعطي نتيجة موجبة) مثل زايلول ورابينوز واربينوس عن السكريات الاحادية والثنائية (يعطي نتيجة سالبة) مثل كلوكوز وفركتوز وللتميز بين السكريات المتعددة فيما بينها . فقد أعطى كشف الايودين نتيجة سالبة دلالة على وجود سيليلوز وهيمسيليلوز والانيولين ؛ لأن كشف الايودين لا يستطيع اختراق تركيب سيليلوز وهيمسيليلوز وألأنيولين. أما الكشوفات الخاصة بالأحماض الامينية والبروتينات، ومنها كشف النهايدرين وميلون، كشف النهايدرين هو كشف عام للتميز بين البروتينات والاحماض الامينية الفا وكل نواتج تحلل البروتين والتي هي الاحماض الامينية (يعطي نتيجة موجبة) ومواد العضوية (تعطي نتيجة سالبة). اما كشف مليون يستخدم للكشف عن مجموعة الفينول في الاحماض الامينية او البروتين لذا فهو كشف خاص عن الحامض الاميني التايروسين(يتكون راسب احمر) ، وهذه النتيجة لا تؤكد عدم احتواء الافرازات الجذرية على الاحماض الأمينية والبروتينات ولكن توجد بكميات قليلة لا تستطيع الكشوفات اللونية اظهارها . ولم نتمكن من قياس كمية الإفرازات الجذرية بسبب صعوبة وجود أجهزة القياس وصعوبة الحصول على المواد اللازمة لهذه التقديرات .

الجدول 3 : الكشوفات اللونية النوعية للإفرازات الجذرية

نوع الكشف	المادة كاربوهيدراتية	
	نتيجة الموجبة (+Ve)	نتيجة السالبة(−Ve)
كشف مولش	السكريات المتعددة غير المختزلة	لا وجود للسكريات
كشف باندكت	السكريات الاحادية والثنائية	السكروز
كشف بارفويد	السكريات الاحادية	السكريات الثنائية
كشف السليقانوف	السكريات السداسية الكيتونية	السكريات السداسية الالديهايدية
كشف بايل	السكريات الخماسية	السكريات السداسية
كشف الايودين	النشا النباتي و دكسترين	السلسيلوز والهيمسليلوز

التجربة الحيوية الثانية :

اولأ: تأثير نوع وعمر المحصول والتربة في جاهزية الحديد(ملغم.كغم$^{-1}$).

يعد الحديد من العناصر الغذائية الضرورية المتوفرة في التربة بكميات كبيرة في القشرة الأرضية، ويوجد على شكل أكاسيد وهيدروكسيدات وفوسفات ، كما يوجد في التركيب البلوري لمعادن السليكا الأولية ومعادن الطين (39) ،ويكون حديد التربة الكلي ما يقرب من 5% من وزن القشرة الأرضية (40) ، الا أن الذائب

منه في محلول التربة قليل جداً مقارنة بالحديد الكلي الموجود في التربة نتيجة لامتصاصه من قبل النبات فضلا عن أن معظم مركبات الحديد السائدة في التربة غير قابلة للذوبان، و يعود هذا الانخفاض إلى عوامل عديدة ،يأتي في مقدمته درجة تفاعل التربة ،إذ تنخفض ذوبانية الحديديك 100-1000 مرة كلما زاد تفاعل التربة درجة واحدة ، وإن أقل محتوى للحديد الذائب في محلول التربة هو عند درجة تفاعل5,6-8 (39). يلاحظ من الجدول (4) بأن تربة المقارنة لم يحدث لها زيادة ، أو انخفاض في قيم الحديد الجاهز؛ لعدم وجود تأثير للنبات فيها. بينما يلاحظ من الجدول تفوق الحديد الجاهز في تربة الرايزوسفير، وللمحاصيل جميعاً مقارنة بكتلة التربة وحققت زيادة مقدارها (0.62) ، وبنسبة (25.41%) مقارنة بكتلة التربة . أما تأثير عمر النبات فنلاحظ تفوق مرحلة النمو الأولى على مرحلة النمو الثانية، وبزيادة مقدارها (0.08) ، وبنسبة (2.95%) مقارنة بكتلة التربة، وهذا يعود إلى قلة الإفرازات الجذرية مع تقدم عمر النبات وهذه النتيجة تتطابق ما توصل إليه(7). ويلاحظ من الجدول(4) بأن تأثير نوع المحصول تفوق قيم الحديد الجاهز، وللمحاصيل جميعاً مقارنة بالشاهد ، وأعلى قيمة كانت في التربة المزروعة بمحصول الباقلاء (45.36%) ، تلتها التربة المزروعة بمحصول الحنطة ثم البصل فالبرسيم وبزيادة (44.87 ، 41.46 ،40%) وعلى التتابع. كذلك فإن التداخل بين تأثير عمر النبات والتربة نلاحظ فيها تفوق تربة الرايزوسفير على كتلة التربة وأعلى زيادة كانت عند مرحلة النمو الأولى ، ثم الثانية وبزيادة (0.66 ، 0.57) وبنسبة (26.83، 23.45%) ، وعلى الترتيب وهذه الزيادة بسبب الإفرازات الجذرية إذ اشار (18) بأن phytosiderophores المفرزة من جذور النباتات النجيلية تعمل على زيادة جاهزية الحديد. وذكر (40) و (13) بأن phytosiderophores و Muginenic و Malate تعمل على زيادة جاهزية الحديد. أما التداخل بين تأثير عمر النبات ، ونوع المحصول ، فقد تفوقت مرحلة النمو الاولى على مرحلة النمو الثانية، وأعلى زيادة كانت في التربة المزروعة بمحصول الحنطة ، تلتها التربة المزروعة بمحصول الباقلاء وبزيادة (50.24 ، 48.29 %) مقارنة بتربة الشاهد، وعلى التتابع. وبالاتجاه نفسه عند مرحلة النمو الثانية ، فقد حققت التربة المزروعة بمحصول البرسيم ثم الباقلاء أعلى زيادة بلغت (42.92، 41.95%) مقارنة بالشاهد وعلى التتابع. أما بالنسبة للتداخل بين تأثير التربة ونوع المحصول، فقد حققت تربة الرايزوسفير زيادة معنوية مقارنة بكتلة التربة وأعلى زيادة كانت في التربة المزروعة بمحصول الباقلاء ثم الحنطة فالبصل و البرسيم ، وبزيادة بلغت (64.87، 64.39، 59.02، 57.56%) مقارنة بتربة الشاهد وعلى التتابع وهذه الزيادة تتماشى مع ما توصل إليه(2) الذي أشار إلى أن الإفرازات الجذرية في تربة الرايزوسفير تعمل على خفض درجة تفاعل التربة ،وتحلل بعض المركبات قليلة الذوبان كأكاسيد وهيدروكسيدات الحديد إلى صورة جاهزة للامتصاص .كذلك فإن التداخل الثلاثي في جاهزية الحديد فقد تفوقت تربة الرايزوسفير على كتلة التربة وأعلى زيادة كانت في التربة المزروعة بمحصول الحنطة ثم الباقلاء عند مرحلة النمو الأولى (60 يوماً) (73.17 ،69.78%) مقارنة بالشاهد وعلى التتابع .

الجدول 4: تأثير نوع وعمر المحصول والتربة في جاهزية الحديد (ملغم.كغم$^{-1}$).

عمر النبات		60		120		تأثير عمر النبات × نوع المحصول		تأثير التربة × نوع المحصول		نوع المحصول
التربة		**BS**	**RS**	**BS**	**RS**	**60**	**120**	**BS**	**RS**	
نوع المحصول	**مقارنة**	**2.05 ز**		**2.05 ز**		**2.05 ز**	**2.05 ز**	**2.05 د**		2.05 جـ
	حنطة	**2.60 هـ**	**3.55 أ**	**2.53 هـ و**	**3.19 جـ د**	**3.08 أ**	**2.86 هـ و**	**2.56 جـ**	**3.37 أ**	2.97 أ
	بصل	**2.59 هـ و**	**3.36 ب**	**2.51 هـ و**	**3.15 د**	**2.98 ب جـ**	**2.83 د- و**	**2.54 جـ**	**3.26 ب**	2.90 ب
	باقلاء	**2.60 هـ و**	**3.48 أ**	**2.53 هـ و**	**3.29 ب جـ**	**3.04 أب**	**2.91 جـ- هـ**	**2.56 جـ**	**3.38 أ**	2.98 أ
	برسيم	**2.47 و**	**3.13 د**	**2.53 هـ و**	**3.33 ب**	**2.81 و**	**2.93 جـ د**	**2.49 جـ**	**3.23 ب**	2.87 ب
تأثير عمر النبات× تأثير التربة		**2.46 جـ**	**3.12 أ**	**2.43 جـ**	**3.00 ب**					
تأثير عمر النبات						**2.79 أ**	**2.71 ب**			
تأثير التربة								**2.44 ب**	**3.06 أ**	

الاحرف المتشابهة في العمود والصف نفسه لا تختلف معنويا عند مستوى 0.05 .

ثانيا : تأثير نوع وعمر المحصول في جاهزية الزنك (ملغم.كغم$^{-1}$).

يعد الزنك من العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات؛ ويؤدي دورا كبيرا في العديد من الوظائف الحيوية (1)، وتكون كمية الزنك الذائب في محلول التربة والناتج من عمليات تجوية المعادن الاولية والثانوية قليلة جداً ، مقارنة بكمية الزنك الكلي للتربة ويتعرض الزنك كباقي العناصر الغذائية إلى امتزاز قوي عند وجود كاربونات الكالسيوم النشطة (26). يلاحظ من الجدول (5) بأن هناك زيادة في جاهزية الزنك و للمحاصيل جميعاً في تربتي الرايزوسفير وكتلة التربة. وإن تربة الشاهد لم يحصل فيها زيادة أو انخفاض في قيم الزنك الجاهز؛ لعدم وجود تأثير للنبات فيها . بينما يلاحظ وجود تفوق الزنك الجاهز في تربة الرايزوسفير مقارنة بكتلة التربة وحققت زيادة مقدارها (0.07ملغم.كغم$^{-1}$) وبنسبة (15.21%) وهذه نتيجة تطابق ما توصل إليه الباحث(15) بأن الإفرازات الجذرية تعمل على خفض درجة تفاعل التربة وزيادة جاهزية الحديد والزنك والفسفور في تربة الرايزوسفير. كذلك فإن تأثير نوع المحصول في جاهزية الزنك فقد تفوقت التربة المزروعة بمحصول الباقلاء وأعطت أعلى زيادة بلغت (0.25ملغم.كغم$^{-1}$) مقارنة بالشاهد تلتها التربة المزروعة بمحصول الحنطة ثم البرسيم فالبصل (0.24 ، 0.23 ، 0.20 ملغم.كغم$^{-1}$) وعلى التتابع. أما بالنسبة للتداخل بين تأثير عمر النبات ونوع المحصول، فقد تفوقت التربة المزروعة بمحصول الباقلاء عند مرحلة النمو الأولى ، وأعطت أعلى زيادة بلغت (83.87% ،مقارنة بالشاهد تلتها التربة المزروعة بمحصول الحنطة ثم البرسيم ، وبزيادة بلغت (74.19 ، 67.74 %) مقارنة بالشاهد وعلى التتابع ، وبالاتجاه نفسه ، فقد حققت التربة المزروعة بمحصول الباقلاء عند مرحلة النمو الثانية أعلى زيادة بلغت (80.64%) مقارنة بالشاهد تلتها التربة المزروعة بمحصول الحنطة ثم

البرسيم الزيادة نفسها (77.42%) وعلى التتابع . كذلك فأن التداخل بين تأثير التربة ونوع المحصول ، فقد تفوقت تربة الرايزوسفير على كتلة التربة وأعلى زيادة كانت في التربة المزروعة بمحصول الباقلاء ثم البرسيم (96.77، 93.54%) وعلى التتابع وهذا يعود إلى أن النباتات البقولية المثبتة للنتروجين الجوي تفرز أيون الهيدروجين في الوسط الذي تعيش فيه ؛ مما يؤدي إلى خفض درجة تفاعل التربة ، ومن ثم زيادة جاهزية العناصر الغذائية (31).

الجدول 5: تأثير نوع وعمر المحصول والتربة في جاهزية الزنك (ملغم.كغم$^{-1}$)

عمر النبات		60		120		تأثير عمر النبات × نوع المحصول		تأثير التربة × نوع المحصول		نوع المحصول
التربة		BS	RS	BS	RS	60	120	BS	RS	
نوع المحصول	مقارنة	0.31 ط		0.31 ط		0.31 د	0.31 د	0.31 و		0.31 د
	حنطة	0.50 هـ و ز	0.58 أ ب جـ	0.53 د هـ	0.57 ب جـ د	0.54 أ ب	0.55 أ ب	0.51 د	0.57 ب جـ	0.55 أب
	بصل	0.44 حـ	0.57 ب جـ د	0.50هـ و ز	0.54 جـ د هـ	0.51 ج	0.52ب جـ	0.47هـ	0.55 جـ	0.51 جـ
	باقلاء	0.51 هـ و ز	0.62 أ	0.52 د وز	0.60 أب	0.57 أ	0.56 أ	0.52 د	0.61 أ	0.56 أ
	برسيم	0.47 زحـ	0.58 أ- جـ	0.48 وزحـ	0.62 أ	0.52ب جـ	0.55 أب	0.47 هـ	0.60 أب	0.54 ب
تأثير عمر النبات× تأثير التربة		0.45 جـ	0.53 أ	0.47 ب	0.53 أ					
تأثير عمر النبات						0.50 أ	0.49 أ			
تأثير التربة								0.46 ب	0.53 أ	

الاحرف المتشابهة في العمود والصف نفسه لا تختلف معنويا عند مستوى 0.05 .

References :

1. **AL-Niemi, S. N. A. (1999)**. Fertilizers and soil fertility Dar-AL-kutub publication. *Mosul Univ. Iraq (in Arabic)*.
2. **AL-Niemi, S. N. A. (1999).** Fertilizers and soil fertility Dar-AL-kutub publication. *Mosul Univ. Iraq (in Arabic)*.
3. **Al-Naimi, Saadullah Najm Abdullah (2011)**. Principles of Plant Nutrition (Translation) Directorate Dar Al Kutub Printing And publishing Establishment University of Al Mosul.
4. **Al -Rawy Khasha Mahmoud (1977).** Introduction to regression analysis college of Agriculture and Forestry/ University of Mosul.
5. **Bais, H. P., Weir, T. L., Perry, L. G., Gilroy, S., and Vivanco, J. M. (2006).** The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annu. Rev. Plant Biol.*, *57*, 233-266.
6. **Bertin, C., Yang, X., and Weston, L. A. (2003).** The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant and soil*, *256*(1), 67-83.
7. **Brady, N. C., and Weil, R. R. (1999)**. Soil organic matter. *The nature and properties of soils. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey*, 446-490.

8. **Brimecombe, M. J., Leij, F. A., and Lynch, J. M. (2001)**. Nematode community structure as a sensitive indicator of microbial perturbations induced by a genetically modified Pseudomonas fluorescens strain. *Biology and Fertility of Soils*, *34*(4), 270-275.
9. **Clark, R. B., and Zeto, S. K. (1996).** Iron acquisition by mycorrhizal maize grown on alkaline soil. *Journal of plant nutrition*, *19*(2), 247-264.
10. **Curl, E. A., and Truelove, B. (1986)**. The rhizosphere. Springer-Verlag, New York. *The rhizosphere. Springer-Verlag, New York.*
11. **Dinkelaker, B., Römheld, V., and Marschner, H. (1989).** Citric acid excretion and precipitation of calcium citrate in the rhizosphere of white lupin (Lupinus albus L.). *Plant, Cell and Environment*, *12*(3), 285-292.
12. **Faber, B. A., R. J. Zasoski, R. G. Brau and K. Uriu (1990).** Zinc uptake by corn affected by VA mycorrhiza. Plant and Soil 129:121-130.
13. **Fan, T. W. M., Lane, A. N., Pedler, J., Crowley, D., and Higashi, R. M. (1997).** Comprehensive analysis of organic ligands in whole root exudates using nuclear magnetic resonance and gas chromatography–mass spectrometry. *Analytical biochemistry*, *251*(1), 57-68.
14. **Fan, T. W. M., Lane, A. N., Shenker, M., Bartley, J. P., Crowley, D., and Higashi, R. M. (2001)**. Comprehensive chemical profiling of gramineous plant root exudates using high- resolution NMR and MS . *Phytochemistry*, *57* (2) , 209- 221.
15. **Faure, D., Vereecke, D., and Leveau, J. H. (2009)**. Molecular communication in the rhizosphere. *Plant and soil*, *321*(1-2), 279-303.
16. **Gardner, W. K., D. A. Barrber and D. G. Parbery (1983).** The acquisition of phosphorus by Lupinus albus L. III. The probable mechanism by which phosphorus movement in the soil/root interface is enhanced. Plant and Soil 70:107-124.
17. **Gransee, A. and L. Wittenmayer (2000).** Qualitative and quantitative analysis of water-soluble root exudates in relation to plant species and development. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 163:381-385.
18. **Grayston, S .J., D. Vaughan and D. Jones (1996)**. Rhizosphere carbon flow in trees, in comparison with annual plants: The importance of root exudation and its impact on microbial activity and nutrient availability. Applied Soil Ecology 5:29-56
19. **Griffiths, B.S.(1989).** The role of bacterial feeding nematodes and protozoa in rhizospherenutrient cycling. Asp. Appl. Biol. 22:141–45.Group, Boca Raton, London, New York, pp 73–109.
20. **Hamlen, R. A. , F.L. Lukezica and J.R. Bloom (1972).** Influence of clipping height on the neutral carbohydrate levels of root exudates of alfalfa plants grown under gnotobiotic conditions. Canadian Journal of Plant Science 52:643-649.

21. **Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale and W. L. Nelson (2005)**. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management *(7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.*
22. **Hirsch, A.M., W.D Bauer, D.M. Bird, J. Cullimore; B .Tyler and J.I. Yoder (2003).** Molecular signal sand receptors controlling rhizosphere interaction between plants and other organisms .Ecology84:858–68.
23. **Hopkins, B.G., D.A. Whitney, R.E Lamond and V.D Jolley (1998).** Phytosiderophore released by sorghum, wheat and corn under zinc deficiency. J. Plant Nutr. 21:2623–2637.
24. **Juo, P. and G. Stotzky (1970)** Electrophoretic separation of proteins from roots and exudates. Canadian Journal of Botany 48:713-718
25. **Kamilova, F., L. V. Kravchenko, A. I. Shaposhnikov, T. Azarova, N .Makarova and B .Lugtenberg (2006)**. Organic acids, sugars, and L-tryptophane in exudates of vegetables growing on stonewool and their effects on activities of rhizosphere bacteria. Molecular Plant-Microbe Interactions 19:250-256
26. **Keith, H., J.M. Oades and J. K.Martin (1986).** Input of carbon to soil from wheat plants. Soil Biology and Biochemistry 18:445-449
27. **Leeper, G.W.(1952)**. factors affecting availability of inorganic nutrient in soil with special rfrence to micronutrient meatls .Ann. Rcv. plant physiology .3:1-6.
28. **Leyval, C. and J. Berthelin (1993).** Rhizodeposition and net release of soluble organic compounds by pine and beech seedlings inoculated with rhizobacteria and ectomycorrhizal fungi. Biology and Fertility of Soils 15:259-267
29. **Marschner, H. (1995).** Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.
30. **Neumann. G. and V. Romheld (2007)**. The release of root exudates as affected by the plant's physiological status. In Pinton R, Varanino Z, Nannipieri P (eds) The Rhizosphere Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface, CRC Press, New York. pp 23-72.
31. **Plummer, .D.T(1978).** An introduction to practical biochemistry 2nd. Ed .MCGRAW-WILL .Book company(UK)Limited PP145_179.
32. **Raven, J.A.; A.A. Feanco; E.I. Dejesus; and J. Jacob-Neto (1990).** New phytol. 114:369-389.
33. **Rengel , Z. (1997)**. Root exudation and microflora population in rhizosphere of crop genotypes differing in tolerance to micronutrient deficiency. Proceeding of the X III International Plant Nutr. Colleguium, 243- 248, Tokyo, Japan.
34. **Romheld, V. (1991).** The role of phytosiderophores in acquisition of iron and other micronutrients in graminaceous species-an ecological approach. Plant and Soil. 130: 127-134.

35. **Rovira, A. D. (1959).** Root excretions in relation to the rhizosphere effect. IV. Influence of plant species, age of plant, light, temperature and calcium nutrition on exudation. Plant and Soil 11:53-64.
36. **Rovira, A. D. and C.B. Davey (1974).** Biology of the rhizosphere. In: Carson E W (ed) The Plant Root and its Environment, Univ. Virginia Press Charlottesville. pp 153-204.
37. **Ryan, P. R., Delhaize, E., & Jones, D. L. (2001).** Function and mechanism of organic anion exudation from plant roots. *Annual review of plant biology*, *52*(1), 527-560.
38. **Sauerbeck, D., Nonnen, S., & Allard, J. L. (1981).** [Consumption and turnover of photosynthates in the rhizosphere depending on plant species and growth conditions].[German]. *Landwirtschaftliche Forschung. Sonderheft*.
39. **Singh, G., & Mukerji, K. G. (2006).** Root exudates as determinant of rhizospheric microbial biodiversity. In *Microbial activity in the rhizoshere* (pp. 39-53). Springer, Berlin, Heidelberg.
40. **Tisdale, S. ; L.W.L. Nelson and j. D .Beaton.(1993)**. fertility and fertility macmiller ,New York.
41. **Treeby, M., Marschner, H., & Römheld, V. (1989).** Mobilization of iron and other micronutrient cations from a calcareous soil by plant-borne, microbial, and synthetic metal chelators. *Plant and soil*, *114*(2), 217-226.
42. **Uren, N. C. (2000).** Types, amounts, and possible functions of compounds released into the rhizosphere by soil-grown plants. In *The rhizosphere* (pp. 35-56). CRC Press.
43. **Whipps, J. M. (1990).** Carbon economy. The rhizosphere., 59-97.
44. **Whipps, J. M., & Lynch, J. M. (1986).** The influence of the rhizosphere on crop productivity. In *Advances in microbial ecology* (pp. 187-244). Springer, Boston, MA.
45. **Zhang, F., Romheld, V., & Marschner, H. (1991).** Release of zinc mobilizing root exudates in different plant species as affected by zinc nutritional status. *Journal of Plant Nutrition*, *14*(7), 675-686.