جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الأنبار- كلية الزراعة

UNIVERSITY OF ANBAR

تحضير تركيبات سمادية مخلبية طبيعية للزنك والحديد ودراسة سلوكها في التربة وأثرها في حاصل الخيار *Cucumis sativus* L. تحت ظروف البيوت البلاستيكية

أطروحة تقدم بها

بسام رمضان سرهيد

إلى مجلس كلية الزراعة – جامعة الأنبار
وهي جزء من متطلبات الحصول على شهادة دكتوراه فلسفة علوم في الزراعة
(علوم التربة والموارد المائية)
(خصوبة التربة و الأسمدة)

بإشراف

أ.م.د. فوزي محسن علي الحمداني
أ.م.د. أكرم عبداللطيف حسن الحديثي

1434 هـ
2013 م

﴿يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ﴾

سورة المجادلة- الآية 11

بسم الله الرحمن الرحيم

إقرار المشرفين

نشهد أن إعداد هذه الأطروحة الموسومة بـ**(تحضير تركيبات سمادية مخلبية طبيعية للزنك والحديد ودراسة سلوكها في التربة وأثرها في حاصل الخيار *Cucumis sativus* L. تحت ظروف البيوت البلاستيكية)** المقدمة من طالب الدكتوراه **(بسام رمضان سرهيد)** جرى بإشرافنا في كلية الزراعة – جامعة الأنبار وهي جزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه فلسفه في العلوم الزراعية/علوم التربة والموارد المائية **(خصوبة التربة والأسمدة)**.

المشرف
الدكتور
فوزي محسن علي الحمداني
أستاذ مساعد
كلية الزراعة/جامعة الأنبار

المشرف
الدكتور
اكرم عبد اللطيف حسن الحديثي
أستاذ مساعد
كلية الزراعة/جامعة الأنبار

بناءً على التوصيات المتوافرة نرشح هذه الأطروحة للمناقشة.

الأستاذ الدكتور
ادهام عبد علي العسافي
رئيس قسم علوم التربة والموارد المائية
رئيس لجنة الدراسات العليا
كلية الزراعة /جامعة الأنبار
التأريخ: / / 2013

إقرار المقوم اللغوي

أشهد أن إعداد هذه الأطروحة الموسومة بـ **(تحضير تركيبات سمادية مخلبية طبيعية للزنك والحديد ودراسة سلوكها في التربة وأثرها في حاصل الخيار *Cucumis sativus* L. تحت ظروف البيوت البلاستيكية)** المقدمة من طالب الدكتوراه **(بسام رمضان سرهيد)** قد راجعتها من الناحية اللغوية وصححت ما ورد بها من أخطاء لغوية، والأطروحة مؤهلة للمناقشة قدر تعلق الأمر بسلامة الأسلوب وصحة التعبير.

الدكتور
مصطفى كامل احمد
أستاذ مساعد
كلية الآداب/جامعة الأنبار

إقرار المقوم العلمي

أشهد أن إعداد هذه الأطروحة الموسومة بـ **(تحضير تركيبات سمادية مخلبية طبيعية للزنك والحديد ودراسة سلوكها في التربة وأثرها في حاصل الخيار *Cucumis sativus* L. تحت ظروف البيوت البلاستيكية)** المقدمة من طالب الدكتوراه **(بسام رمضان سرهيد)** قد راجعتها علمياً وتم الأخذ بما ورد بها من ملاحظات، والأطروحة مؤهلة للمناقشة.

الدكتور
محمد عبد شحتول
أستاذ مساعد
كلية الزراعة/جامعة بغداد

بناءً على التوصيات المتوافرة نرشح هذه الاطروحة للمناقشة.

الأستاذ الدكتور
ادهام عبد علي العسافي
رئيس قسم علوم التربة والموارد المائية
رئيس لجنة الدراسات العليا
كلية الزراعة /جامعة الأنبار
التأريخ: / / 2013

إقرار لجنة المناقشة

نشهد باننا أعضاء لجنة التقويم والمناقشة، أطلعنا على هذه الأطروحة الموسومة **(تحضير تركيبات سمادية مخلبية طبيعية للزنك والحديد ودراسة سلوكها في التربة وأثرها في حاصل الخيار *Cucumis sativus* L. تحت ظروف البيوت البلاستيكية)** وقد ناقشنا الطالب **(بسام رمضان سرهيد)** في محتوياتها وفيما له علاقة بها ووجدنا إنها جديرة بالقبول لنيل درجة الدكتوراه فلسفه في العلوم الزراعية/علوم التربة والموارد المائية **(خصوبة التربة والأسمدة) بتقدير أمتياز.**

د. نور الدين شوقي علي
أستاذ
جامعة بغداد / كلية الزراعة
رئيساً

د. موسى فتيخان ياسين العلواني
أستاذ
جامعة الأنبار/ كلية الزراعة
عضواً

د. ياس خضير حمزة الحديثي
أستاذ
جامعة الانبار / كلية الزراعة
عضواً

د. نور الدين محمد مهاوش
أستاذ مساعد
جامعة تكريت / كلية الزراعة
عضواً

د. حسين عواد عداي الزوبعي
أستاذ مساعد
جامعة الأنبار / كلية الزراعة
عضواً

د. فوزي محسن علي الحمداني
أستاذ مساعد
جامعة الأنبار/ كلية الزراعة
عضواً / المشرف

د. اكرم عبد اللطيف حسن الحديثي
أستاذ مساعد
جامعة الأنبار/ كلية الزراعة
عضواً / المشرف

صدقت هذه الأطروحة من قبل مجلس كلية الزراعة

د. إبراهيم حماد حمد السعد
أستاذ مساعد
عميد كلية الزراعة / جامعة الأنبار

2. مراجعة المصادر

1.2. محتوى التربة من الزنك

1.1.2. محتوى التربة من الزنك الكلي

تحوي القشرة الأرضية على كمية متوسطة من الزنك اعتماداً على مادة الأصل ونوع التربة، فالتربة التي أصلها صخور رسوبية رملية تحتوي على قرابة 28–66 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة، أما الترب التي أصلها نارية فإن محتواها من الزنك يتراوح بين 48–160 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة (Lyengar وRaija،1981). وبصورة عامة يتراوح محتوى التربة من الزنك بين 10–300 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة وبمتوسط عام 80 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة (عواد، 1987 وقوليت وآخرين، 1995)، إذ تختلف الترب بمحتواها الكلي من هذا العنصر وإن معظم الزنك الموجود في القشرة الأرضية يوجد في تركيب المعادن الأولية، مثل معادن الـ Biotite وHornblende وAugite (Mengel وKirkby، 1982). وعند تعرض هذه المعادن لعملية التجوية (Weathering) يحدث تحرر جزء كبير من الزنك إلى محلول التربة بشكل أيونات موجبة ثنائية الشحنة وهي تمتز على دقائق الطين أو المادة العضوية وتكون قابلة للتبادل في التربة (Bould، 1963). والجزء المتبقي في محلول التربة يكون بحدود (0.002 –0.2) ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة وعلى الرغم من قلة هذه الكمية إلا أنها تسهم في تغذية النبات بهذا العنصر.

وجد Wahhab وBhatti (1958) أن محتوى ترب غرب باكستان من الزنك الكلي كان بحدود 51 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة . أما في بعض ترب بريطانيا فقد كان معدل الزنك الكلي في 86 عينة هو 105 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة (John، 1972) ، وفي عموم الوطن العربي فقد ذكر El-Gala (1973) أن مستوى تربها من الزنك الكلي تراوح بين 18–20 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة.

أما في العراق فقد أشارت بعض الدراسات إلى أن محتوى الترب العراقية من الزنك الكلي يتراوح بين 30 – 80 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة (Awad، 1984)، كما بيّن العبد الله (1988) وجود نقص في محتوى الزنك الجاهز في ترب وسط العراق وجنوبه على الرغم من أن كمية الزنك الكلي تتراوح بين 25.5 إلى 59.5 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة.

2.1.2. محتوى التربة من الزنك الجاهز

لوحظ أن 78% من ترب الهند تعاني انخفاضاً في كمية الزنك الجاهز(Katyal وSharma، 1979)، وفي تركيا بين Eyupoglu وآخرين (1994) أن قرابة 14 مليون هكتار

من المنطقة القابلة للزراعة مرشحة أن تعاني تربتها نقصاً في الزنك ولا سيما الترب في هضبة الاناضول التي تعد من أكبر مناطق زراعة محصول الحنطة في تركيا، وفي دراسة أجراها نهود (1981) لدراسة محتوى ترب المناطق الشمالية والوسطى من العراق من الزنك أظهرت النتائج أن محتواها من الزنك الجاهز قد تراوح بين 0.29 – 1.30و 0.21–0.94 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة عند استعمال طريقتي الاستخلاص بـ EDTA–NH_4OAC و EDTA–$(NH_4)_2CO_3$ على التوالي. وقد أشار Sillanpaa (1982) في دراسة أجريت من لدن منظمة الغذاء والزراعة الدولية (FAO) لثلاثين بلداً في العالم لتقييم حالة التربة ومحتواها من الزنك الجاهز إلى أن العراق يحتل المرتبة الأولى بين الدول التي تعاني تربها مشكلة نقص الزنك الجاهز في التربة والذي بلغ معدل تركيزه 0.29 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة، كما ذكر Salih وآخرين (1987) أن ترب وسط العراق وجنوبه يتراوح فيها الزنك الجاهز بين 0.4–3.0 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة، كما بين العكيلي (1994) أن محتوى الترب في منطقة اللطيفية (وسط العراق) من الزنك الجاهز تراوح بين 0.08–1.48 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة. وفي دراسة أجريت من لدن جارالله (2012) لتقويم محتوى ترب محافظة بابل في 13 موقعاً مستغلاً بزراعة الذرة الصفراء، أظهرت النتائج أن محتوى الترب قيد الدراسة من الزنك الجاهز تراوحت بين 0.32–3.70 وبمتوسط عام 0.82 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة. وبشكل عام يكون تركيز الزنك الجاهز بين 0.08–3.70 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة في مختلف ترب العراق.

2.2. صيغ الزنك في التربة.

يوجد الزنك في جميع مركباته بصورة أيون موجب ثنائي (Zn^{2+}) ويوجد في الترب عند اجراء عملية الفصل له بالصيغة الذائبة في الماء، ويكون ممتزاً على أسطح معادن الطين ومرتبطاً مع الكاربونات وأكاسيد الحديد والألمنيوم، ويكون مرتبطاً بالمادة العضوية (Fahad، 1988) ومن المعادن الأولية المهمة التي تحوي الزنك هي الكبريتدات وتضم المعدن Sphalerite (Zns) والكربونات وتضم المعدن Smithsonite (ZnO_3) وأوكسيد الزنك Zinicate (ZnO) وسيلكات الزنك villemite ($Zn_2SiO_4ZnSiO_3$) والمعدن Hemimorphite ($Zn_4(OH)_2SiO_7.H_2O$) كذلك يوجد الزنك في معادن الأطيان الثانوية أو مرتبطاً بالمادة العضوية.

3.2. أهمية الزنك للنبات

يعد الزنك أحد أهم العناصر الغذائية الصغرى التي يحتاج اليها النبات بكميات قليلة، وهو ضروري لنموها طبيعياً وإكمال دورة حياته، ويتراوح مدى تركيزه الطبيعي في أنسجة النباتات الاقتصادية بين 25–150 ملغمZn.كغم$^{-1}$ مادة جافة، وتظهر أعراض نقصه عند تركيز أقل من 20 ملغمZn.كغم$^{-1}$ مادة جافة وتظهر أعراض سميته عند 400 ملغمZn.كغم$^{-1}$ مادة جافة (Tisdal وآخرون، 1985). إن نقص الزنك أو انخفاضه عن الحدود الحرجة يسبب خللاً في نمو النبات من خلال دوره في تنشيط عدد من الإنزيمات تصل إلى 300 انزيم منها Protenase و Piptidase و Dehydrogenase و Lactic acid و Enolase (Coleman،1992 وCakmak وMarschner، 1993). يشترك الزنك في آيض الأحماض النووية DNA وRNA وبناء الكاروتينات والشفرة الوراثية (Vallce و Falchuk ، 1991)، وبيّن Cakmak وآخرين (1998) أن النباتات تحتاج إلى الزنك في تكوين الحامض الأميني Tryptophan والذي يتكون منه هرمون الأندول حامض الخليك (IAA) الضروري لاستطالة الخلايا، وان انخفاضه يسبب تغيرات في طبيعة النمو ومن ثَمّ إنتاج نباتات متقزمة (Cakmak وMarschner، 1993). وأشار Bidwell (1979) إلى دور الزنك في تكوين الفيتامينات ومساعدات الإنزيمات، وأنه يحافظ على ثبات أجزاء الرايبوسومات (النعيمي، 1999) وكذلك أوضح Sauchelli (1969) دور الزنك في تنظيم استهلاك السكر وزيادة الطاقة اللازمة لإنتاج الكلوروفيل من خلال دخوله عاملاً مساعداً في عملية الأكسدة والاختزال في النبات، ويساهم الزنك في انتاج حبوب لقاح سليمة وعالية الانبات (Sharma وآخرين، 1990). كما يسهم في تقليل الإصابة بالإمراض البكتيرية والفيروسية والفطرية من خلال تقليل شدة الإصابة (Thongbia وآخرين، 2001).

4.2. أهمية الزنك للإنسان

إن إضافة الزنك للنبات ليس فقط لتحسين نمو النبات وإعطاء أعلى حاصل بل الغاية منه أيضا لزيادة تركيزه في الجزء المأكول من لدن الإنسان إلى التركيز المناسب. فقد أشار Cavdar وآخرين (1983) إلا أن من المشاكل الخطرة في تغذية الإنسان في تركيا كانت جراء نقص الزنك. إذ يتوزع في أعضاء جسم الإنسان مايقارب من 2–3 غم من الزنك، وأن أعلى تركيز للزنك يوجد في عين الإنسان يلي ذلك الكبد ثم العظام وأخيراً البروستات والشعر والسائل المنوي،

لذا إن وجوده في جسم الإنسان يحسن من صحته العامة من خلال رفع أداء الجهاز المناعي له وتحسين كفاءة الجهاز الهضمي والتحكم في حدوث السكري كما أن وجوده يخفف من حالات الإجهاد العصبي، كما يساعد على التمثيل الجيد للطاقة داخل الجسم، كما أنه يفيد في علاج حب الشباب والتئام الجروح وضد الإكزيما والحكة ويقوي الشعر (الوكيل، 2009).

لذا لابد من تناول كميات مناسبة ذات محتوى مناسب من الزنك لكي يحافظ الإنسان على نسبة زنك متوازن في جسمه فضلاً عن ذلك إن وجوده في جسم الإنسان بكميات كافية يؤدي إلى توقف تطور السرطان ويثبط تلف الأوعية المنوية الناتجة من أيونات الكادميوم ومن ثم حماية جسم الإنسان من التأثير الضار أو السمي لهذا العنصر (Yang وآخرين، 1996)، وان انخفاض تركيزه في الحبوب يؤدي إلى انخفاض القيمة التغذوية للمحاصيل التي تشكل ما مجموعه قرابة 90% من أغذية الأطفال في الدول النامية وعلى هذا إن 40% من سكان العالم يعانون نقص العناصر الصغرى (Cakmak وآخرين، 1997). ولاحظ Black (2003) ان نقص الزنك في جسم الإنسان لتغذيته على محاصيل تعاني من نقصه يؤدي إلى التخلف العقلي وتأخر النمو ونقصان الشهية واضطراب المناعة وبطء التئام الجروح. كما وجد Martin (2004) ان نقص الزنك في الأطعمة له عواقب خطرة على صحة الانسان منها ضعف نظام المناعة وانتشار الإصابات في الأطفال مثل أمراض الإسهال وذات الرئة والضعف العام للجسم.

5.2. محتوى التربة من الحديد

1.5.2. محتوى التربة من الحديد الكلي

يعد عنصر الحديد واحداً من أهم العناصر الغذائية الصغرى وهو أكثر العناصر الصغرى محتوى في النبات كما أنه أكثر وفرة في الطبيعة إذ يعد العنصر الرابع من حيث وجوده في الطبيعة بعد الأوكسجين والسيلكون والألمنيوم، ويشكل قرابة 5% من وزن القشرة الأرضية لذا يعد محتواه في المرتبة الأولى بالنسبة إلى المغذيات الصغرى في التربة والنبات.

إذ يبلغ محتوى الترب المختلفة من الحديد الكلي في العالم بين 10–100 غمFe.كغم$^{-1}$ تربة وبمتوسط 38.0 غمFe.كغم$^{-1}$ تربة (Mortvedt وآخرين، 1972) وفي ترب أمريكا قد تراوح محتوى الحديد الكلي منها بين 11.0– 76.0 وبمتوسط 30.0 غم Fe.كغم$^{-1}$ تربة عند تحليل 77 عينه تربة (Lindsay وNorvell، 1978) أما في الهند فقد وجد Singh وTripathi (1978) أن محتوى التربة من الحديد الكلي بلغ بين 13.8– 84.8 وبمتوسط 36.5

غمFe.كغم$^{-1}$ تربة عند دراسة عشرة مواقع، كما وجد Lindsay وNorvell (1978) ن قيم الحديد الكلي تتراوح بين 11.0 إلى 76.0 وبمتوسط 30.0 غم. كغم$^{-1}$ تربة في 77 عينة تربة في أمريكا. كما وجد Singh وTripathi (1978) إن محتوى الحديد الكلي بلغ من 13.8 إلى 84.8 وبمتوسط 36.5 غم كغم$^{-1}$ تربة في 10 مواقع في الهند. وقد أشارت العديد من الدراسات التي أجريت في أنحاء مختلفة من العالم إلى المحتوى العالي من الحديد الكلي في التربة مقارنة ببقية العناصر الغذائية الصغرى الأخرى، فوجد Rawat وMathpal (1981) أن محتوى الحديد الكلي في ثلاث مقاطعات في الهند تراوح بين 12.0 إلى 46.0 غم.كغم$^{-1}$ تربة. وبيّن katyal وAgarwala (1982) أن محتوى الحديد الكلي في 78 مقد تربة Soil profiles تراوح بين 12.9 إلى 98.6 وبمتوسط 33 غم.كغم$^{-1}$ تربة. ولاحظ Tisdale و Grewal (1985) أن المحتوى الكلي للحديد يتباين بمدى واسع من 7.0 إلى 550.0 وبمتوسط 38.0غم. كغم$^{-1}$ تربة،

أما في العراق فقد إشارت بعض الدراسات والبحوث إلى وجود اختلاف في محتوى ترب القطر المختلفة من الحديد الكلي إذ وجد الأعظمي (1981) أن مستوى ترب حمام العليل الرسوبية من الحديد الكلي بلغ 34.5– 48.9 وبمتوسط 42.0 غمFe.كغم$^{-1}$ تربة في خمسة مواقع. وذكر الملك (1986) في دراسة لترب كلسية في شمال العراق أن محتواها الكلي من الحديد تراوح بين 45.2–66.1 غمFe.كغم$^{-1}$ تربة وبمتوسط مقداره 55.65 غمFe.كغم$^{-1}$ تربة، في حين توصل العزاوي (1988) عند دراسته لترب أبي غريب إلى أن محتواها من الحديد الكلي تراوح بين 17.0 – 38.5 غمFe.كغم$^{-1}$ تربة وبمتوسط 28.0 غمFe.كغم$^{-1}$ تربة . كما بين الجدوع (1990) أن محتوى بعض الترب الرسوبية من الحديد الكلي تراوح بيّن 27.2– 38.2 وبمتوسط 33.0 غم Fe.كغم$^{-1}$ تربة. ولاحظ العبيدي وآخرين (1994) عند دراستهم لمواقع مختلفة من منطقة اسكي كلك في شمال العراق أن محتوى الحديد الكلي تراوح بين 5.40– 21.3 غمFe.كغم$^{-1}$ تربة وبمتوسط 13.35 غمFe.كغم$^{-1}$ تربة. كما وجد الحديثي (1997) في دراسته لأربعة ترب كلسية من وسط العراق وشماله أن محتوى هذه الترب قد تراوح بين 12.6 – 14.8 غمFe.كغم$^{-1}$ تربة وبمتوسط 13.70 غمFe.كغم$^{-1}$ تربة.

2.5.2. محتوى التربة من الحديد الجاهز

يختلف محتوى الترب في العالم من الحديد الجاهز كما اختلف محتوى الترب العراقية من الحديد الجاهز من منطقة إلى أخرى، إذ وجد الملك (1986) أن محتوى الترب الكلسية في شمال العراق من الحديد الجاهز تراوح بين 2.2–26.6 ملغمFe.كغم$^{-1}$ تربة، في حين وجد Salih وآخرين (1987) أن الحديد الجاهز في بعض الترب العراقية تراوح بين 18.6–60.2 وبمتوسط 38.3 ملغمFe.كغم$^{-1}$تربة في 50عينة تربة كلسية من السهل الرسوبي، ويرتبط بعلاقة معنوية سالبة مع الاس الهيدروجيني للتربة، كما توصل العزاوي (1988) إلى أن معدل محتوى ترب ابي غريب من الحديد الجاهز كان 6.25 ملغمFe.كغم$^{-1}$تربة. ووجد الراوي (1988) عند دراسته لترب وسط العراق وجنوبه أن محتواها من الحديد الجاهز تراوح بين 3.9–12.7 ملغمFe.كغم$^{-1}$ تربة، وهي ترب تعاني نقصاً في محتواها من الحديد إلا أن ظروف الأكسدة التي تسود الترب العراقية حولت الحديد الجاهز إلى حديد غير جاهز. أما العبيدي وآخرين (1994) فقد لاحظوا في دراستهم لستة مواقع في شمال العراق أن تركيز الحديد الجاهز قد تراوح بين 1.2–7.0 وبمتوسط 5.2 ملغمFe.كغم$^{-1}$ تربة. أما الحديثي (1997) فقد وجد أن محتوى أربع ترب كلسية في السهل الرسوبي من الحديد الجاهز بلغ مداه بين 1.95–3.57 ملغمFe.كغم$^{-1}$ تربة، وفي دراسة أجريت من قبل الكنة (2006) وجد قيم الحديد الجاهز في 7 أنواع ترب من شمال العراق تراوحت بين 4.69–8.53 وبمتوسط 6.61 ملغمFe.كغم$^{-1}$ تربة.

6.2. صيغ الحديد في التربة

يوجد الحديد في المعادن الأولية (Primary minerals) على شكل اكاسيد مثل: الهيماتايت ($a-Fe_2O_3$) والمغنتايت (Fe_3O_4) والالمنيت ($FeTiO_3$) وعلى شكل هيدروكسيدات مثل: الجيتايت ($a-FeOOH$) والبدوكروسايت ($Y-FeOOH$) وبشكل كربونات مثل: سيدرات ($FeCO_3$) وبشكل كلوريدات مثل: لورنسايت ($Fecl_2$)وبشكل كبريتيدات: مثل البايرايت (FeS_2) وبشكل كبريتات مثل: الجاروسايت ($KFe_3(SO_4)_2\ (HO)_6$) وبشكل سيلكات مثل: الفالايت (Fe_2SiO_4) وسيليكات المغنسيوم الحديدية والبايوتايت . كما يوجد الحديد في المعادن الثانوية (Secondary minerals) كالمعادن الطينية ومنها المونتمورلونايت والالايت، ويوجد الحديد مرتبطاً مع المادة العضوية مكوناً معقدات عضوية معدنية، ويوجد ضمن التركيب البلوري

لبعض المعادن وبصورة ذائبة في محلول التربة، إن محتوى الترب من الحديد الذائب أو الجاهز (المستخلص بـ DTPA) قليل بالمقارنة مع الحديد الكلي الموجود فيها.

7.2. أهمية الحديد للنبات

يعد عنصر الحديد ضرورياً للنبات من خلال المحافظة على الكلوروفيل في النبات فمنذ عام 1844 ربطت مظاهر نقص الحديد مع الكلوروفيل، إذ له دور في العمليات الحيوية المتعلقة بأيض الـ RNA في حبيبات الكلوروبلاست (ڤوليت وآخرون، 1995) .

يشترك الحديد في مركبات حيوية مهمة مثل Cytochromes المهمة في عمليتي التنفس والبناء الضوئي وكذلك مركب Phytoferritin وهو بروتين يحتوي على الحديد والفوسفات وقد وجد ان 80 – 90% من الحديد الكلي يوجد في البلاستيدات الخضراء التي تعد مخزناً له (أبو ضاحي واليونس، 1988)، إذ تعمل السايتوكرومات كعوامل مساعدة في المسار الرئيسي لعمليات الأكسدة الحيوية لذلك إن النباتات التي تفتقر الى الحديد سرعان ما تبدي اصفراراً يظهر عند أجزاء النمو الحديثة في حين تبقى الأنسجة القديمة خضراء مؤكدة بذلك أن عنصر الحديد هو عنصر غير متحرك داخل النسيج النباتي (ڤوليت وآخرين، 1995). كما أنه يعد من العناصر المهمة في تركيب ونشاط العديد من الإنزيمات المهمة للنبات ومنها Nitrogenase و Catalase و Peroxidase (Brill،1980) ، كما أن الحديد يدخل كعامل مساعد في بناء الكلوروفيل (Focus، 2003) وله أهمية في عملية التركيب الضوئي (**كاردينر وميشل**، 1990) ويدخل الحديد في تركيب الفيريدوكسينات (تسلك كعوامل مختزلة) في الأوراق (كبروتينات وحديد وكبريت) وهي تسهم في عمليتي الأكسدة والاختزال كما تسهم في اختزال النتريت والنترات وكذلك تثبيت النيتروجين الجوي (Mengel و Kirkby، 1982). أما الحديد الذي يكون له دور في العمليات الحيوية التي تسهم في تركيب الكلوروفيل فيمثل الحديد النشط (الفعال) (Active Iron)

أشار Tisdale وآخرين (1997) إلى أن المدى الكافي (Sufficient range) للحديد في النبات يتراوح بين 40 – 250 ملغم Fe.كغم$^{-1}$ مادة جافة، أما مداه في النبات فيتراوح بين 25–1000 ملغمFe.كغم$^{-1}$مادة جافة.

8.2. أهمية الحديد للإنسان.

الحديد من العناصر المهمة للجسم فهو يدخل في تركيب المادة الصباغية الحمراء التي تخصب الكريات الحمر في الدم والمكون لهيموغلوبين الدم (Hemoglobin) ويكسبه المقدرة على نقل الاوكسجين من الرئتين إلى انسجة الجسم المختلفة إذ يؤكسد ما بها من طعام فيولد الطاقة الحرارية اللازمة لقيام الجسم بوظائفه. وبدون الحديد يفقد الدم خواصه الحياتية، إذ ان الدم هو الحياة ذاتها وهو يمثل 6% تقريباً من وزن الجسم.

قال الله تعالى (لقد أرسلنا رسلنا بالبينات وأنزلنا معهم الكتاب والميزان ليقوم الناس بالقسط وأنزلنا الحديد فيه بأس شديد ومنافع للناس وليعلم الله من ينصره ورسله بالغيب ان الله قوي عزيز) الحديد –25

وبقول الله تعالى: (فيه بأس شديد). لقد أثبت علمياً وطبياً أن نقص الحديد في جسم الإنسان يسبب مرض فقر الدم (الأنيما) والضعف العام، فالحديد هو مصدر قوة الانسان وبأسه (البأس هو الشدة) في لسان العرب.

إن إضافة الحديد للنبات ليس فقط لتحسين نمو النبات واعطاء أعلى حاصل بل الغاية منه أيضا لزيادة تركيزه في الجزء المأكول من لدن الإنسان إلى التركيز المناسب(مصراوي، 2013). يحتوي جسم الإنسان البالغ على 5 غم حديد يتركز 60% منها في الدم (الخلايا الحمر) وفي الكبد والطحال ونخاع العظم، في حين يحتوي جسم الوليد حديث الولادة تقريباً نصف غرام.

يدخل الحديد في تركيب الإنزيمات المسؤولة عن أكسدة المواد الكربوهيدراتية والدهنية والبروتينية، ويساعد الخلايا على امتصاص الأوكسجين وتحويل السكر في الدم إلى طاقة، كما يدخل في ميوغلوبين العضلات (Myoglobin) المسؤولة عن تخزين الاوكسجين لاستخدامه في انقباض العضلات .

وعند نقص الحديد يعجز نخاع العظم عن توليد عدد كاف من كريات الدم الحمراء لعدم وجود الحديد الذي يعد ضرورياً في تركيب الهيموغلوبين ومن ثَمّ إن نقص الحديد يؤدي إلى الاصابة بفقر الدم بعوز الحديد (Iron deficiency Anemia) وجفاف الجلد ويكون لون الجلد شاحباً وتحدث اضطرابات للهضم، ومن الأعراض الأخرى هي الخمول والتعب وضيق التنفس وخفقان سريع للقلب وحرقان في الفم وجفاف الفم والحلق وصعوبة البلع والهشاشة وتساقط الشعر

، أما عند الأطفال فنقصه يسبب التعب الدائم وفقدان الشهية وتأخر النمو العقلي وزيادة خطر الإصابة بالأمراض .

أما الإفراط في تناول الحديد فيؤدي إلى تراكم الحديد في الأنسجة والأعضاء مما يسبب إنتاج جذور حرة (Free Radicals) وتلف القلب والكبد والبنكرياس ومن ثم مرض السكري الذي يسمى بالسكري البرونزي (Bronze Diabetes). وإن زيادة إضافة الحديد تزيد خطر الإصابة بسرطان الحلق والمعدة ولكن يزال هذا الخطر مع زيادة مستويات الزنك.

فلا بد من معرفة الكمية الضرورية اللازمة لتناول الحديد من لدن الإنسان في اليوم الواحد وبحسب منظمة الصحة العالمية (WHO)، تتراوح حاجة الإنسان من تركيز الحديد بعمر 4–12 شهراً بين 8.5 ملغم ويقل احتياجه إليه عند عمر 3 سنوات ويزداد إلى 16 ملغم بزيادة عمر الإنسان إلى 14 سنة. إن نظام التغذية المتوازن يؤمن للجسم ما مقداره 10 إلى 15 ملغم من الحديد يومياً، يمتص منها الجسم ما يقارب 0.9 إلى 51 ملغم من وزن الجسم.

9.2. العوامل المؤثرة في جاهزية الزنك والحديد

نالت دراسة جاهزية وامتصاص المغذيات الصغرى اهتماماً متزايداً خلال السنوات الماضية لدورها المهم في النمو الطبيعي واكمال دورة حياة النبات التي لا تقل أهمية عن دور المغذيات الكبرى على الرغم من احتياج النبات اليها بكميات قليلة، إلا أن أهميتها في العمليات الحيوية تدفعنا إلى دراستها وتأثيرات إضافتها وخصوصا تزايد هذة الأهمية في الترب الكلسية التي تعاني غالباً من نقصاً شديداً لمحتوى أو جاهزية الزنك والحديد .

ارتبطت جاهزية العديد من المغذيات الصغرى وخاصة الزنك والحديد بعوامل عديدة غالبا ما يكون لخصائص الترب الكيميائية والفيزيائية والظروف البيئية الأثر الواضح في تحديد الكمية الممتصة من النباتات النامية، ومن أهم هذه العوامل ما يأتي :-

1.9.2. درجة تفاعل التربة (pH)

أكد Lindsay (1972) و Lindsay (1979) أن تركيز كل من الزنك والحديد الذائبين في محلول التربة يتأثران بدرجة تفاعل التربة (pH) إذ يتم انخفاض جاهزية عنصري الزنك والحديد بارتفاع درجة تفاعل التربة (pH) في محلول التربة وأن هناك علاقة ارتباط عكسية بين تركيز الزنك والحديد و pH التربة . فعند ارتفاع درجة تفاعل الوسط ستحصل عملية فقد بروتونات Deprotenation (H^+) من طبقة الماء التي تحيط بالعنصر ومن ثَمّ ستحصل

عملية ترسيب للأكاسيد باستمرار فقد البروتونات (H^+) (Bohn وآخرين، 1979) من هذا يتضح أهمية درجة التفاعل في التأثير في مستوى العناصر في محلول التربة ومن ثَمّ جاهزيته للنبات. فعند ارتفاع قيمة pH التربة وحدة واحدة من 5.0 إلى 6.0 تؤدي إلى خفض تركيز أيونات Zn^{2+} و Fe^{2+} في المحلول بمقدار 100 مرة (Lindsay 1972)، وان ارتفاع قيم درجة تفاعل التربة أدت إلى خفض الزنك المستخلص (Zn extractable) من التربة وتركيزه في النبات ابطأ وان الجاهز للنبات يكون بأعلى مستوياته عند درجة تفاعل بين 5.0- 6.5 (Lindsay و Norvell، 1969). ووجد الباحثونUdo وآخرين، (1970) وkalbasi وآخرين، (1978)، ان الترب التي تكون درجة تفاعلها أكثر من 7.0 وهذا ينطبق على الترب العراقية التي تميل إلى درجة تفاعل مائلة إلى القاعدية في كثير من الأحيان يكون الزنك فيها ذا جاهزية قليلة (محتوى الذائب منه في الماء قليل) تحدد سرعة انتشاره إلى النظام الجذري ومن ثَمّ إن الزنك يترسب على شكل مركبات مختلفة وان عملية الترسيب هي السائدة على عمليات الامتزاز أو التبادل وهذا ما أكده Karathanasis (1999) عندما وجد علاقة ارتباط موجبة بين امتزاز الزنك وترسيبه مع زيادة درجة تفاعل التربة .

إن تأثير درجة تفاعل التربة في جاهزية الحديد يكون كبيراً جداً إذ ان إيون الحديديك Fe^{3+} ينخفض في محلول التربة بمقدار 1000 مرة عند ارتفاع pH التربة وحده واحدة (من 3.0- 4.0) في حين أن أيون الحديدوز Fe^{2+} ينخفض في الوسط بمقدار 100 مرة عند زيادة pH التربة وحده واحدة، اي تكون السيادة لأيون الحديديك في الوسط الحامضي في حين تكون السيادة لأيون الحديدوز في pH 7.8 (Lindsay، 1972)، لذا إن الترب عند pH 3.0 تحتوي على كمية من الحديد الذائب في محلول التربة تكفي حاجة النبات، وعند ارتفاع pH التربة إلى 4.0 يبقى 1% من هذة الكمية ولذلك إن محتوى معظم الترب الزراعية من الحديد الجاهز في الظروف الاعتيادية أقل من المطلوب لسد حاجة نمو النبات (Chen و Stevenson، 1986). ويكون الحديد الجاهز للنبات في أعلى مستوياته وفي معظم الترب في مدى pH بين 6.0- 6.8 وإن ارتفاع درجة تفاعل التربة عن هذا الحد أو أكثر تقلل جاهزية الحديد بتحوله إلى صورة حديديك ومن ثَمّ تقلل كمية الجاهز منه للنبات (lucas وkenzek، 1972).

2.9.2. معادن الكربونات

تتاثر جاهزية الزنك والحديد بوجود معادن الكربونات إما بصورة مباشرة من خلال مشاركة عنصري الكالسيوم والمغنسيوم أو بصورة غير مباشرة من خلال مساهمتها في رفع درجة تفاعل التربة إذ تترسب بصيغة كاربونات أو هيدروكسيدات الزنك أو الحديد.

إن المحتوى العالي من كاربونات الكالسيوم يؤدي إلى زيادة تركيز أيونات الكالسيوم والبيكربونات في المحلول ولهذه الأيونات دور في خفض قدرة النبات على امتصاص الزنك والحديد المضاف بهيئة كبريتات إذ إن المحتوى العالي من معادن الكربونات يؤدي إلى امتزاز الزنك والحديد أو ترسيبه على شكل كربونات الزنك ($ZnCO_3$) أو هيدروكسيدات الزنك ($Zn(OH)_2$) كما وجد أن امتزاز الزنك والحديد وترسيبهما يعتمد على المساحة السطحية لدقائق معادن الكربونات أكثر مما يعتمد على نسبته (Al–Kaysi، 1983و Razaq وآخرون، 1993) وقد أوضح العديد من الباحثين أن كاربونات الكالسيوم هي المسؤولة عن تثبيت وترسيب الزنك (Udo وآخرين، 1970) ولاحظ الجدوع (1990) أن المحتوى العالي من معادن الكاربونات قد أدى إلى امتزاز الزنك وترسيبه ومن ثَمّ تحوله إلى صيغة غير جاهزة للنبات. وتوصل كل من Ryan و Harig، (1983) و Narwall وSingh، (2001) إلى وجود علاقة ارتباط معنوية بين امتزاز الزنك المضاف بشكل معدني أو مخلبي مع محتوى التربة من كاربونات الكالسيوم وبلغت نسبة الامتزاز للزنك المعدني والمخلبي 98% و68% من الزنك المضاف على التوالي .

إن نقص الحديد أكثر شيوعاً في الترب الكلسية منه بالنسبة للزنك إذ إن الحديد المضاف بصيغة لا عضوية للترب الكلسية يترسب على صيغة اكاسيد وهيدروكسيدات وكاربونات الحديد FeO و$Fe(oH)_3$ و$FeCO_3$ و$Fe_2(CO_3)_3$ (Dyanand وSihne، 1979) . وأكد AL–Khteeb و Raiham، (1985) عند دراسة امتزاز الحديد المضاف بصورة $FeSO_4.7H_2O$ إلى ترب كلسية أنه لا يمكن تحديد الامتزاز الأعظم وطاقة الربط وذلك لترسيب الحديد المضاف بكاملة عند مستويات الإضافة التي استخدمها. إن الكمية العالية من الكالسيوم (Ca^{2+}) في محلول التربة الذي لها تأثير سلبي في النشاط الفسيولوجي للحديد نتيجة تزاحم Ca^{2+} مع Fe^{2+} في جهة الارتباط من المركبات المخلبية نفسها وبهذا تقل جاهزية الحديد (Burleson و Cunningham، 1963) كما بيّن Mengel وKirkby (1982) ان بإمكان الكالسيوم الإحلال محل الحديد حتى في المركبات المخلبية المحتوية على الحديد مما يؤدي إلى تحرير

وانطلاق الحديد إلى التربة الذي سرعان ما يتحول إلى مركب معقد من هيدروكسيد الحديديك Fe $(OH)_3$.

3.9.2. معادن الطين والأكاسيد

تؤثر كمية معادن الطين ونوعيته في مسك وتثبيت العناصر الصغرى وذلك من خلال امتلاك معادن الطين الثانوية مساحة سطحية عالية فضلاً عن امتلاكها الشحنه الكهربائية السالبة التي تعطيها القابلية على مسك عنصري الزنك والحديد في صيغته الجاهزة على سطوحها (Thompson و Torah، 1978) وأكد Reddy و Parkins، (1974) أن لمعادن الطين القدرة على تثبيت الزنك المضاف وأن معدن الكاؤلينايت يثبت كمية اقل من الزنك المضاف مقارنة بمعادن البنتونايت والالايت تحت المعاملة نفسها. ويمتز الزنك على معادن الاطيان وأكاسيد الحديد وألالمنيوم سواء أكان بشكل حبيبات متبلورة أم بشكل مواد رابطة تعمل على ترابط حبيبات التربة بعضها ببعض وان هذا الامتزاز مرتبطاً بسعة تبادل الايون الموجب ودرجة تفاعل التربة (pH) للأطيان، إذ أشار Kalbasi وآخرين (1978) إلى أن امتزاز الزنك بشكل اكاسيد الحديد والالمنيوم يتأثر بدرجة تفاعل التربة إذ يزداد الامتزاز مع زيادة pH التربة. وأوضح Bruemmer وآخرين (1988) أن أوكسيد الحديد يعد مجمع (Sink) لكل العناصر الصغرى إذ يكون التفاعل على شكل امتزاز في البداية ثم يرتبط ويثبت في مواضع داخل الجزيئة. أما الحديد إن معادن (1:1) هي المواقع المفضلة لتثبيت الحديد وعند انطلاقه منها يترسب أو يثبت على سطوح معادن المونتمورلونايت (Boyed و Kenezek، 1977). وقد اكد Shuman (1985) أن الحديد يتوزع بالتساوي على مفصولات التربة (الرمل والغرين والطين) على عكس توزيع الزنك والنحاس والمنغنيز المتمركزة في الجزء الطيني.

4.9.2. المادة العضوية في التربة

تعد المادة العضوية في التربة من العوامل الرئيسية المهمة التي تؤثر في جاهزية المغذيات الصغرى من خلال قابليتها على الارتباط مع تلك المغذيات. تعمل المادة العضوية على خلب (Chelating) المغذيات الصغرى ومنها الزنك والحديد وتمنع تفاعلها مع مكونات التربة المعدنية مما يزيد من جاهزيتها للنبات، وفي هذا المجال أوضح Hodgson (1963) أن المساحة السطحية وسعة تبادل الايون الموجب العالية للمادة العضوية يمكنها أن تمسك العناصر الصغرى وتمنع ترسبها . ووجد Himes و Barder (1957) أن جزءاً مهماً من الزنك يوجد في التربة

على شكل مخلبي أو معقد مع المادة العضوية، فقد ذكر Stevenson و Fetch (1986) أن جاهزية العديد من المغذيات الصغرى تزداد وتصبح بالمستوى الذي يسد حاجة النبات عند توفر مستوى مناسب من المركبات العضوية مثل حامض الهيوميك (HA) وحامض الفولفيك (FA) إذ تكون هذه المركبات معقدات مخلبية (Chelates) مع الحديد والزنك وبذلك تمنع من تثبيتها او ترسبها. وبيّن Ibrahim وآخرين (1994) أن جاهزية الزنك زادت نتيجة إضافة الأسمدة العضوية وزيادة تركيز الزنك في محلول التربة، ويعزى سبب ذلك إلى تحلل المادة العضوية وتحرر الزنك وانخفاض نسبة المترسب منه نتيجة تكون معقدات عضوية معدنية ذائبة. وهذا ما لاحظه الحديثي (1997) بأن المعقدات العضوية للزنك والحديد ذات ثباتية عالية مقارنة بالمخلبيات الصناعية .كما اشار Sharma وآخرين (2004) إلى وجود علاقة ارتباط معنوية بين الحديد الجاهز ومحتوى المادة العضوية في التربة. كما ذكر الحديثي (1997) والخطيب (2007) أن الأحماض الدبالية الناتجة من تحلل المادة العضوية تحتوي على مجاميع الكربوكسيل COOH– والفينول OH– التي لها القدرة على الارتباط مع الزنك مكونة نواتج عالية الثبات وفي الوقت نفسه صالحة للامتصاص من النباتات لذا إن الترب الفقيرة بالمادة العضوية تعتبر ذات محتوى قليل من الزنك الجاهز للنبات.

أما الحديد فإن قابليته للارتباط بالمادة العضوية هي أعلى من الزنك (Shuman، 1985) وقد لاحظ Sims و Patrick (1978) ان كمية الحديد المرتبطة بالمادة العضوية تزداد بانخفاض pH التربة.

7.2. أسمدة الزنك في التربة

1.7.2. أسمدة الزنك المعدنية

يعد الزنك المعدني على هيئة كبريتات الزنك [($ZnSO_4.7H_2O$) Zn%22.75] من أكثر أسمدة الزنك المعدنية استعمالاً، وهو من أهم أنواعها وهو يضاف إلى التربة مباشرة أو عن طريق الرش على النبات وذلك لذوبانيته العالية مقارنة بمصادر الزنك الأخرى (Thompson و Troeh، 1978) ويكون أوكسيد الزنك [(ZnO) Zn%70] بصورة غير قابلة للذوبان في الماء. وهناك أيضاً كبريتات الزنك الأحادية [($ZnSO_4.H_2O$) Zn%36] وكبريتات وهيدروكسيدات الزنك [($ZnSO_4$) Zn%55] [($Zn_4(OH)_2$) Zn %88.49] وكربونات الزنك [($ZnCO_3$) Zn%52.14] وفوسفات الزنك [($Zn_3(PO_4)_2$) Zn%50.80] وهناك أيضاً

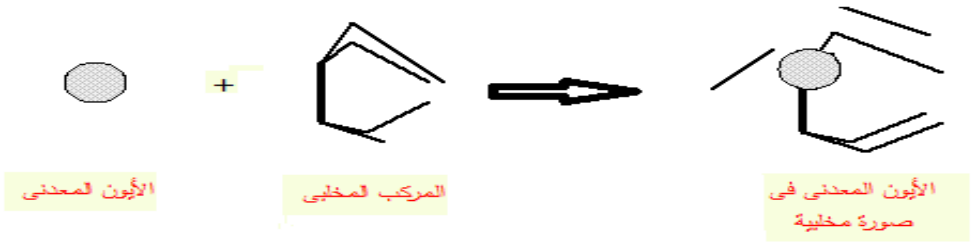
معقد الزنك والامونيا [($ZnNH_3$ Or $Zn(NH_3)_4$) 10%Zn] (قوليت وآخرين،1995 والخطيب، 2007).

نفذ Salako وآخرين (1975) دراسة مقارنة لمصادر الزنك المعدنية وحصلوا على انتاج عالٍ من فول الصويا نتيجة إضافة كبريتات الزنك مقارنة بإضافة أوكسيد الزنك لتربة ذات pH 7.10. وأوضح Kalbasi وآخرين (1978) أن إضافة سماد كبريتات الزنك إلى الترب غير الكلسية ذات درجة تفاعل مساوٍ إلى 8.20 يترسب فيها الزنك على هيئة $ZnCO_3$ و $(OH)_6$ Zn_5 $(CO_3)_2$ في حين لا يوجد ناتج تفاعل متبلور في الترب المعاملة بسماد Zn–EDTA. واشار Cakmak وآخرون (1997) والحديثي وآخرون (2000) إلى أن إضافة الزنك بصورة معدنية $ZnSO_4.7H_2O$ إلى التربة أو رشه على المجموع الخضري ادت إلى زيادة معنوية في حاصل الحبوب لنبات الحنطة، أما سماد فوسفات الزنك $Zn_3(PO_4)_2$ فهي الأقل إذابة من أوكسيدات وهيدروكسيدات وكربونات الزنك ولكنها تجهز النبات بالزنك لمدد زمنية أطول (Tisdale وآخرين، 1985). وقد وجد Khan و Din (2009) أن إضافة كبريتات الزنك إلى التربة بمستوى 0 و5 و10 كغمZn.هـ$^{-1}$ حققت زيادة معنوية في وزن 1000 حبة لنبات زهرة الشمس وحاصل الحبوب عند المستوى 10 كغمZn.هـ$^{-1}$. في حين أوضح Tzerakis وآخرين (2012) أن أول اعراض سمية الزنك والمنغنيز تظهر على نباتات الخيار عند بلوغ تراكيزها في الأوراق 900 و450 ملغم .كغم$^{-1}$ مادة جافة على التوالي. وان الزيادة المفرطة في تركيز الزنك في الأوراق يقلل من الانتاج الحيوي للثمار نتيجة انخفاض اعداد الثمار لكل نبات وان زيادة تركيز Zn في المحلول المغذي يؤثر سلباً في امتصاص Mg و Ca و Fe و Cu في حين P و K لم تتأثر بزيادة Mn و Zn. ولاحظ Gurmani وآخرين (2012) ان إضافة الزنك إلى التربة بالمستويات 0 و5 و10 و15 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة قد حسّن من نمو وحاصل ثمار صنفي الطماطة VCT–1 و Riogrande تحت ظروف البيت الزجاجي، إذ بلغت نسبة الزيادة في الحاصل 39% و 54% لكلا الصنفين على التوالي بمعاملة المقارنة مع تفوق المستويات 10 و15 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة. وقد ازداد تركيز الزنك في الأوراق والثمار والجذور بزيادة مستويات الإضافة مع حصول زيادة معنوية في الكلوروفيل.

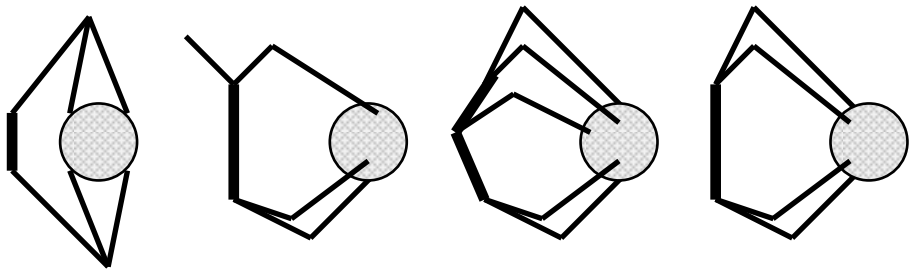
2.10.2. أسمدة الزنك العضوية الصناعية

وغالباً ما تسمى بالمركبات المخلبية الصناعية (Synthetic Chelates Compounds) إذ أن معظم المغذيات الصغرى يفضل إضافتها على هيئة أسمدة مخلبية وخاصة في الترب القاعدية والكلسية. إن اصطلاح كلمة Chelates أو مخلبيات ينسب إلى الكلمة اليونانية Claw التي تعني المخلب وعلى هذا فالمركبات المخلبية هي مركبات لها القدرة على خلب أومسك بعض العناصر وحفظها بداخلها من طريق الشحنات الكهربائية (فوليت وآخرين، 1995).

إن المركبات المخلبية المستخدمة في المجال الزراعي وخاصة في تغذية النبات هي مركبات عضوية تتحد مع بعض الأيونات المعدنية (Metal Ion) مثل: الحديد أو النحاس أو المنغنيز أو الزنك وتكون مركباً مخلبياً للفلز (Metal Chelates) وهو مركب ذو بناء حلقي مع أحد هذه الكاتيونات (ناتج من ارتباط أيون مجموعتين وأكثر من مجاميع الموزعة للالكترونات لتكوين جزيئة واحدة والعنصر الذي يخلب أو يرتبط بهذا المركب الحلقي يفقد خواصة الأيونية (النعيمي 1999). وعلى ذلك ينعدم نشاط هذا العنصر ومن ثَمّ لا يتفاعل مع أي أيونات أخرى موجودة في التربة كما موضح في المخططات الاتية:



مخطط يوضح فكرة تكوين المركب المخلبى للعناصر المعدنية



EDDHA **HEDTA** **DTPA** **EDTA**

مخطط يوضح بعض المركبات المخلبية

وان استعمال هذه المركبات مصدراً لإمداد النبات بالمغذيات عملية واسعة الانتشار وناجحة ما دام يتم اختيار المركب المناسب تبعاً لخصائص التربة ولاسيما درجة تفاعل التربة.

ويمكن ترتيب بعض مركبات العناصر المخلبية أعتماداً على درجة ثباتها في التربة :

M-EDDHA > M-DTPA > M-HEDTA > M-EDTA

وتعد عناصر المركبات المخلبية ذائبة في الماء، إذ إن ثوابت تأين هذه المركبات تكون منخفضة لذلك إن التربة لاتستطيع تثبيت عناصرها. وتوجد المركبات المخلبية في حالة عدم وجود العناصر المعدنية مثل الحديد والنحاس والزنك أو المنغنيز على صورة أملاح الصوديوم أو احماض عضوية .

وجد Anderson (1964) أن كمية الزنك المتحررة والجاهزة من سماد Zn-DTPA في الترب الكلسية كانت قليلة وان لخصائص التربة دوراً مهماً في تحديد كفاءة أسمدة المغذيات الصغرى المخلبية كما وجد ان كمية الزنك المخلوبة بالـ DTPA مقسوماً على الزنك الأيوني أكثر بمليون مرة من الزنك المخلوب بوساطة EDDHA والمنسوب إلى الزنك الأيوني أيضاً. اشار Davies (1980) إلى ان أسمدة EDTA وHEEDTA أكثر كفاءة في زيادة جاهزية الحديد والزنك في الترب الحامضية والقليلة القاعدية في حين أسمدة DTPA و EDDHA أكثر مناسبة في الترب الكلسية وقد تباينت الكفاءة النسبية لأسمدة الحديد المخلبية في معالجة نقص الحديد في الترب المتعادلة على وفق التسلسل الآتي:

APCA > DTPA > HEEDTA > EDTA

أما في الترب الكلسية فتختلف هذه المركبات في قدرتها على خلب الزنك إذ وجد ان كفاءتها كانت كما يأتي:

DTPA >CDTA, HEDTA, EDTA >NTA > EGTA > EDDHA

(Anderson، 1964 و Norvell و Lindsay، 1969).

وتشير الدراسات بهذا الشأن إلى أن المصادر العضوية المخلبية الصناعية هي الأكثر فاعلية في معالجة نقص المغذيات في أكثر الاحيان مقارنة بالمصادر المعدنية، وبصفة عامة فإن المخلبيات هي الأكثر تيسراً إلى حد ما من المصادر المعدنية كما اكده Boawn (1973) أن نسبة فعاليتها قد تصل إلى 10:1 وهذا يعني 1 كغم زنك مضاف إلى صورة المركب المخلبي

مثل Zn–EDTA يكون مساوياً في فعاليته لمقدار 10 كغم من الزنك المضاف بصورة معدنية. وهناك بحوث أخرى تشير إلى وصول النسبة إلى 13:1 كما بيّن آخرين وصولها إلى 2:1. ان أسمدة الزنك المخلبية (Zn–DTPA) كانت الأكثر فعالية لنمو النباتات تحت ظروف البيت الزجاجي هذا ما اكدته دراسات Maskinu وآخرين (1979) و Chand وآخرين (1981)وSingh وآخرين (1983) بأن الكفاءة النسبية للزنك المخلبي والزنك المعدني على محصول الرز ان الصيغة المخلبية كانت الأكثر كفاءة في المحافظة على أكبر كمية من الزنك الجاهز طوال فترة النمو. بيّن محمد (1981) زيادة تركيز محتوى نباتات الذرة الصفراء من الزنك وكذلك الحاصل الكلي عند إضافة الزنك المخلبي مقارنة بـ $ZnSO_4.7H_2O$ و ZnO. وقد ولاحظ Ali وآخرين (2001) ان المصدر العضوي Zn–DTPA تفوق على المصدر المعدني $ZnSO_4$ في حاصل المادة الجافة والحبوب، كما ادت إضافة الزنك بالصورة المخلبية Zn–EDTA والمعدنية $ZnSO_4.7H_2O$ إلى زيادة في حاصل الرز بنسبة 27.7 و17.5% على التوالي (DaS وآخرين، 2002). وفي دراسة اجراها العامري وآخرين (2004) لمعرفة تأثير طرائق ومصادر الزنك المضاف في نمو وحاصل الحنطة وجد ان التسميد بالزنك بمصادر متعددة ($ZnSO_4$ و Zn–DTPA و Zn–Citrat و Zn–Oxalate، وبنسبة 4.5 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة أدى إلى زيادة وزن 1000حبة. وأوجد Boycheva و Babalakova (2008) في دراسة عن تأثير الزنك المخلبي Zn(II)HEDTA في تشخيص التغاير من الاصفرار الناجم عن نقص الحديد في أوراق الخيار اشارت النتائج إلى أن إضافة الزنك بشكل مخلبي قد أعطت أوراق خضراء بالغة لا يشوبها الاصفرار من خلال زيادة نسبة الكلوروفيل في الأوراق. وفي مقارنة اجريت من لدن الحديثي وآخرين (2011) بين مصادر الزنك المعدنية $ZnSO_4.7H_2O$ والمخلبي الصناعي Zn–DTPA وبين طرائق إضافتها وبالتراكيز 4 و8 كغم.هـ$^{-1}$ للإضافة الأرضية و0.4 و0.8 كغم.هـ$^{-1}$ للإضافة رشاً على المجموع الخضري في تجربتين منفصلتين. لوحظ تفوق طريقة إضافة مصادر الزنك الأرضية مقارنة بإضافتها رشاً على المجموع الخضري كما تفوق المستوى 8 كغم زنك.هـ$^{-1}$ إذ كانت نسبة الزيادة في حاصل الحبوب بنسبة 24.6% و38.5% لصنفي الحنطة الناعمة والخشنة على التوالي ولم تكن هناك فروق في استخدام مصدري الزنك.

3.10.2. أسمدة الزنك العضوية الطبيعية (الأسمدة المخلبية الطبيعية).

من المعروف أن من نواتج التحلل النهائي للمخلفات النباتية والحيوانية في التربة مركبات عضوية دباليه مثل حامض الهيوميك وحامض الفولفيك، هذه المركبات تعد مواد مخلبية طبيعية لها القدرة على تكوين معقدات عضوية معدنية (Organ–metal Complexes) مع بعض العناصر ومن ثَمّ تحفظ هذه العناصر من الترسيبة لمدة معينة كما أن هذه المركبات الطبيعية قد تعمل على إذابة بعض العناصر الصغرى مما يزيد من جاهزيتها للنبات ، وقد اشار Hodgson (1963) و Schnitzer و Skineer (1966) إلى ان كلا من حامضي الهيوميك والفولفيك يؤديان دوراً مهماً في خلب الزنك ويعدان من المخلبيات الطبيعية التي من الممكن ان تكون بديلاً عن المخلبيات الصناعية في إبقاء الزنك مدة أطول وبصورة جاهزة للامتصاص من قبل النبات في محلول التربة وأقل عرضة للمسك من المصادر الأخرى. وبالإمكان ان يتبادل أيون مع أيون آخر في الجدول الدوري اعتمادا على الـ pH إن الحديد بالصيغة المخلوبة يمكن ان يزاح بوساطة (Zn^{2+}) والعكس بالعكس (Lindsay، 1974).

وهناك مركبات أخرى لأسمدة الزنك العضوية الطبيعية مثل Zn– Polyflavonoid (الزنك متعدد الفلافونويدات) و Zn–lignin Sulfonate (لكنين الزنك السليفوني) وهذه المركبات هي من نواتج الخشب الجانبية خلال عملية تصنع الورق وتسمى جميعها معقدات عضوية طبيعية . (ڤوليت وآخرين، 1995). وفي دراسة قامت بها التميمي (1997) لمقارنة تفاعلات الأسمدة المخلبية الطبيعية المصنعة مع الزنك من حامضي الهيوميك والفولفيك المستخلصة من مخلفات الماعز مع مصادر الزنك الأخرى ($ZnSO_4.7H_2O$ وZn–EDTA وZn–DTPA) في نمو محصولي الباقلاء والذرة الصفراء المزروعين في أصص، وجدت ان الأسمدة المخلبية الطبيعية المصنعة للزنك تفوقت في زيادة الكفاءة الإنتاجية وكفاءة الامتصاص وخفض نسبة التدهور بالمقارنة مع الأسمدة المخلبية الصناعية والأسمدة المعدنية إذ اتخذت الترتيب الآتي:

$ZnSO_4.7H_2O$ < Zn–EDTA < Zn–DTPA < Zn–HA < Zn–FA لتؤكد أهمية استخدام الأسمدة المخلبية المصنعة لمعالجة حالات نقص الزنك وتوفير كميات مناسبة منه لمدة أطول في الترب الكلسية . كما لاحظ Lopez-Valdivia وآخرين (2002) استجابة الذرة الصفراء لإضافة مصادر الزنك المختلفة وهي (Zn–lignosulfonate , Zn–EDTA و Zn–EDDHA وZn–phenolate و Zn–helptagluconat و Zn–Polyflovonid. وكذلك

حصول زيادة معنوية في محتوى النبات من الزنك مقارنة بغير المعاملة وأعلى زيادة سجلت في التربة المعاملة بالمصدر (Zn-EDTA وثم Zn-EDDHA وثم Zn-lignosulfonate. وان أعلى تركيز للزنك قد سجل عند معاملة النباتات بـ 20 ملغم.كغم$^{-1}$ تربة من Zn-EDTA و10 ملغم .كغم$^{-1}$ تربة من Zn-lignosulfonate. وقد لاحظ Alvarez و Gonzalez (2006) عند دراستهم لستة مصادر من الزنك وهي Zn-Polyflavonoid و Zn-lignosulfonate و Zn-phenolate و Zn-EDDHA و Zn-EDTA و Zn-glucoheptonate والمضافة بمستويات مختلفة لتربة كلسية في تجربة تحضين حصول أعلى قيمة لنسبة الزنك المسترجع من المضاف للتربة بلغت 29% عند التسميد بـ 20 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة في حين لم تسجل جميع المصادر اي زيادة معنوية في حاصل المادة الجافة للذرة الصفراء المزروعة حقلياً ولكن لوحظ ان أعلى حاصل تحقق عند معاملة النباتات بالزنك بهيئة Zn-EDDHA بلغ 79.4غم .أصيص$^{-1}$ رافقها حصول زيادة في تركيز الزنك في النبات ولوحظت كميات كافية من الزنك الجاهز المتبقي في التربة بعد حصاد النباتات. هذا ما اكده الحديثي (2009) في تجربته لتقويم كفاءة هيومات الزنك المحضرة من خث الحنطة مع الزنك المعدني ومقارنة بـ Zn-DTPA و $ZnSO_4.7H_2O$ بمستوى 5 كغمZn.هـ$^{-1}$ أظهرت النتائج تفوق التسميد بهيومات الزنك في حاصل حبوب الحنطة مقارنة بالتسميد Zn-DTPA الذي تفوق على $ZnSO_4.7H_2O$ بالمقارنة مع عدم التسميد بالزنك . أما تركيز الزنك في القش والحبوب فقد كان الأعلى عند إضافته بصورة هيومات الزنك وان كفاءة استخدام الزنك كانت 106.3 و69.3 و 47.39 للمصدر Zn-HA وZn-DTPA و$ZnSO_4.7H_2O$ على التوالي. لقد درس Mclaughlin وStacoy (2008) الأسمدة المخلبية للعناصر الصغرى باستخدام Poly Ethylenimine و Rhamnolipid (PEI) مصدراً عضوياً إذ أظهرت كلتا المادتين زيادة في امتصاص الزنك لنباتات الحنطة. كما اشارت العبيدي (2010) عند إضافة ثلاثة مصادر من الزنك وهي هيومات الزنك المستخلص من قش الحنطة و Zn-DTPA و$ZnSO_4.7H_2O$ المضاف ارضياً حصول زيادة معنوية في كمية الزنك الممتص من نبات الحنطة مع الزمن إذ بلغ 626.7 و548.2 و444.6 مايكروغرام.أصيص$^{-1}$ للمصادر Zn-HA وZn-DTPA و$ZnSO_4.7H_2O$ على التوالي مقارنة بكميته في معاملة المقارنة (147.3 مايكروغرام.أصيص$^{-1}$) كما تفوقت المعاملة Zn-HA معنويا في زيادة حاصل الحبوب وحاصل القش وتركيز الزنك في الحبوب ونسبة البروتين وكفاءة التسميد. ودرس Krishnasamy

و Chitdeswari (2011) تأثير الاسمدة الحيوانية المدعمة بالزنك Zinc enriched Organic Manures (ZnE) في حاصل الرز صنفِ ADCT-36 ولاحظا حصول تفوق معنوي عند اضافته بمستوى 1طن.هـ$^{-1}$ وان عملية إضافة الزنك قد سببت زياده في محتوى التربة من الزنك وزيادة امتصاص الرز لهذا العنصر كما أعطت حاصلاً أكبر للرز مقارنة بالأسمدة الأخرى.

11.2. أسمدة الحديد في التربة

1.11.2. أسمدة الحديد المعدنية

على الرغم من توفر عدد من أسمدة الحديد المعدنية المصنعة مثل أوكسيد الحديدوز FeO (Fe %78) واوكسيد الحديديك Fe_2O_3 (Fe %67) وكربونات الحديدوز الثنائية $FeCO_3.H_2O$ (Fe %42) وكبريتات الحديديك $Fe_2(SO_4)_3.4H_2O$ (Fe %24) وكبريتات الحديدوز الامونيومي $(NH_4)_2SO_4FeSO_4.6H_2O$ (Fe%14) إلا أن كبريتات الحديدوز $FeSO_4.7H_2O$ (Fe%20) تعد الأكثر شيوعا للاستعمال مصدر للحديد المعدني سواء أكان عن طريق إضافتها للتربة أم إضافتها رشاً على المجموع الخضري (Foliar Application) (ڤوليت وآخرين 1995) وتتميز هذه المصادر بمدى واسع من الذوبانية في الماء وكذلك اقل كلفة لوحدة الحديد مقارنة بمصادر الحديد العضوية، إلا أن استخدام مثل هذه الأسمدة يتطلب الاخذ بنظر الاعتبار حالة التدهور السريع بفعل الأكسدة السريعة لصور الحديدوز المضافة (Davies، 1980) وهذا يفسر انخفاض الاستجابة لأسمدة الحديد أو انعدامها تحت ظروف التهوية الاعتيادية للترب (Murphy و Walsh، 1972). تتعرض أسمدة الحديدوز المضافة إلى مختلف الترب لحالة الاكسدة لتكون صور أيون الحديديك مع ازدواجات أيونية (Ion Pairs) ومركبات مترسبة لأيون الحديديك . واشار حسن وآخرين (1990) إلى ان إضافة الحديد المعدني بصيغة كبريتات الحديدوز ($FeSO_4.7H_2O$) إلى ترب كلسية هي عملية غير فعالة لان الحديد المضاف يتفاعل ويترسب على شكل هيدروكسيد الحديديك، لذا يفضل إضافة الأسمدة المعدنية رشاً على المجموع الخضري أو قد تضاف مركبات الحديد الذائبة في مياه الري.

وجد Norvell (1971) أن الحديد المعدني المضاف إلى الترب القاعدية قد يكون الازدواج الأيوني $Fe\ (oH)_4$ والمركب المترسب $Fe\ (OH)_3$ الذي يتحكم بإذابة الحديد في هذه الترب.

وهذا يتفق مع ما توصل اليه Hochberg و Lahav (1978) أن إضافة سماد كبريتات الحديدوز إلى الترب القاعدية يؤدي إلى تحوله إلى مركب هيدروكسيد الحديديك غير الذائب ويستمر التفاعل إلى تكوين أوكسيد الحديديك.

2.11.2. أسمدة الحديد العضوية الصناعية

عند إضافة العنصر المغذى في صورة مخلبية لتغذية النباتات النامية في أراضٍ ذات مشاكل تعمل على تثبيته دون الخوف من دخوله في تفاعلات كيميائية أو حدوث تبادل أيوني له إذ تحافظ هذه المركبات على العنصر في صورة قابلة للامتصاص من لدن النبات. ولتوضيح ذلك نورد المثال الآتي: عند إضافة الحديد إلى التربة في صورة أملاح معدنية وليكن كبريتات الحديديك فنجد أن هناك احتمال حدوث تفاعل أو أكثر من التفاعلات الآتية :

$$Fe^{3+} + 3OH^{-} \Rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow$$

$$Fe^{3+} + PO_4^{3-} \Rightarrow Fe\,PO_4 \downarrow$$

$$Fe^{3+} + 3\,CO_3^{2-} \Rightarrow Fe_2(CO_3)_3 \downarrow$$

ويعزى ذلك إلى أحتمال وجود أيونات الهيدروكسيل أو الفوسفات أو الكربونات في محلول التربة. وعلى هذا يحدث ترسيب للحديد في صورة هيدروكسيد الحديديك أو فوسفات الحديديك أوكربونات الحديديك ويصبح في صورة غير ميسرة للنبات أما في حالة إضافة هذا العنصر في صورة مخلبية فيمكن حمايته من الترسيب.

لاحظ Norvell و Lindsay (1972) عند مقارنة كفاءة المركبات المخلبية في الترب أن مخلبيات DTPA للمغذيات الصغرى أكثر ثباتاً واستقراراً من مخلبيات EDTA وتعتمد ثباتيتهأ على قيمة pH التربة والأيونات المنافسة والتركيز لذا إن مخلبيات Fe–DTPA تكون مستقرة جداً في الترب الحامضية ومتوسطة الثبات في الترب المتعادلة وقليلة الثبات في الترب الكلسية ، كما توصلا إلى قدرة سماد Fe–DTPA في المحافظة على الحديد الذائب في أربع ترب ذات pH يتراوح بين 5.80–7.30 إذ بقي 13% من الحديد المضاف (Fe–DTPA) ذائباً بعد ثلاثين يوما من الإضافة إلى تربة كلسية ذات pH 7.90 على حين تدهور سماد Mn–DTPA بعد ثلاثة ايام من الإضافة، مما يؤكد عدم صلاحية استخدامه كسماد لمعالجة حالات النقص.

أشار Lindsay (1979) إلى أن العديد من المركبات العضوية المضافة إلى التربة أو العناصر الصغرى المضافة بشكل مركبات مخلبية يمكن ان تسهم بشكل فعال في تحسين جاهزية المغذيات الصغرى ومنها الحديد، ووجود الحديد بصيغة مخلبية بالمقارنة مع اضافته بشكل أملاح ذائبة مثل كبريتات الحديدوز لإن الأخير يتعرض إلى عمليات امتزاز وتثبيت سريعة جداً وترسبها بصيغ غير ذائبة. أما الصيغ المضافة بشكل مخلبي فإنها توفر تجهيزاً مستمراً للحديد من المركب المخلبي مما يحول دون تعرضها للترسيب أو الامتزاز السريع ويعمل على توفير حديد جاهز للنبات لمدة أطول بالمقارنة مع ما يوفره الحديد المضاف بشكل معدني. اشار Holmes و Brown (1955) إلى أن الحديد المخلبي على صور Fe-DTPA و Fe-EDDHA كان أكثر تأثيراً في معالجة نقص الحديد الحاصل في نباتات فول الصويا النامية في الترب الكلسية. وأوضح Lindsay وآخرين (1967) عند معالجة نقص الحديد في الترب الكلسية المزروعة بنبات الذرة البيضاء ان المركب المخلبي Fe-EDDHA اظهر ثباتية عالية عند pH يتراوح بين 4.0 – 10.0 ولهذا أعطت حاصلاً أعلى لنباتات الذرة البيضاء. وذكر Boxma و (1971Degroot) أن أعلى كمية من الحديد الممتصة من النباتات قد حصلت مع Fe-EDDHA ومن دون ظهور اي تأثير سام، وكانت أعلى ثباتية من مركب Fe-EDTA و Fe-DTPA في الترب الكلسية. وذكر Mengel وآخرين (1984) ان المركبات المخلبية للحديد تكون ذات تأثير أكبر من المركبات المعدنية ويمكن استعمالها كأسمدة تضاف إلى التربة أو ترش على النباتات . وذكر ابو ضاحي واليونس (1988) ان مركبات الحديد المخلبية لها قابلية كبيرة على الذوبان وتكون جاهزة للامتصاص من خلال جذور النباتات، وقد يمتص المركب المخلبي بما فيه أيونات العنصر من الجذور وعندما تصل إلى الأوراق ينفصل العنصر عن مركبه المخلبي نتيجة للتفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل الخلية النباتية للورقة. وأوضح Moraghan وآخرين (2002) أن إضافة الحديد بالمستوى 4 ملغم Fe. كغم$^{-1}$ تربة بهيئة Fe-EDDHA قد سبب زيادة معنوية في حاصل بذور الفاصولياء وتركيز الحديد. وفي دراسة اجريت من لدن AL-Uqaili وآخرين (2002) لدراسة امتزاز واطلاق الحديد لاربعة مصادر من الحديد هي $FeSO_4$ و Fe-DTPA و Fe-EDTA و Fe-HEDTA في ثماني ترب كلسية وجدوا ان اطلاق الحديد إلى محلول التربة انخفض خطياً مع زيادة مدة التحضين. كما اكدت النتائج ان معادلة الرتبة الأولى كانت ذات كفاءة عالية في وصف اطلاق الحديد وكذلك اشارت النتائج إلى

ان المادة المخلبية DTPA تعد اكفأ مصدر بين المصادر المستخدمة لحمل عنصر الحديد في جميع الترب الكلسية المستخدمة في الدراسة مقارنة بالمصادر الأخرى. كما درس Moraghan (2004) إضافة الحديد بالمستوى 2 ملغم Fe.كغم$^{-1}$ تربة على هيئة Fe–EDDHA سبب زيادة معنوية في تركيز الحديد في الجزء الخضري وكذلك امتصاصه لاصناف من فول الصويا في حين لم يلاحظ تأثير ذلك على الوزن الجاف للنبات. ولاحظ Sanchez وآخرين (2005) في تجربتين نفذتا في البيت البلاستيكي جنوب شرق اسبانيا أن إضافة المركبات العضوية التجارية قد حسنت من امتصاص Fe لنباتات الطماطة من خلال إضافة Fe–EDDHA مصدر للحديد، مع زيادة محتوى الأوراق من الحديد وحاصل ونوعية الثمار. ولاحظت عجوري (2009) عند دراستها لمقارنة تأثير إضافة مصادر مختلفة من الحديد (Fe–EDDHA و Fe–EDDS و Fe–EDTA و $FeSO_4.7H_2O$) كإضافات أرضيه في تجربة اصص لزراعة الخس، حصول زيادة في تركيز الحديد بنسبة مقدارها 86% و79% و77% و35 % للمصادر المذكوره آنفاً على التوالي فضلاً عن حصول زيادة معنوية في الوزن الجاف. كما لاحظ Sramek و Dubsky (2009) ان إضافة تراكيز ولو منخفضة من المحاليل المغذية والمحتوية على Mn وFe ومغذيات أخرى على هيئة مخلبية EDTA عالجت الاصفرار وحسنت من امتصاص الحديد على نباتات البطونية المزروعة في تربة كلسية. واظهرت نتائج Bacaicoa (2009) عند دراسة تأثير إضافة الحديد المخلبي Fe–EDTA في أربعة أصناف من الخيار في اسبانيا، ان جميع الاصناف لها القدرة والفعالية على الاستجابة لإضافة الحديد ولوحظ زيادة في حاصل المادة الجافة وزيادة في تراكيز العناصر عموماً. وازدياد في فعالية التركيب الضوئي.

3.11.2. أسمدة الحديد العضوية الطبيعية

زيادة على دور المخلبيات الصناعية التي هي مركبات معروفة التركيب والوزن الجريئي وعدد الشحنات في تجهيز وتعويض النقص الحاصل في الحديد لاسيما في الترب الكلسية نتيجة تثبيتها وترسيب الحديد واتحاده مع مركبات تكون بصيغة غير جاهزة للامتصاص من قبل النبات وكذلك التي لها القابلية على تكوين معقدات مع مختلف أيونات العناصر إن المواد العضوية بصورة عامة تستطيع هي أيضاً زيادة جاهزية العناصر الصغرى للنبات وكذلك الحد من ترسبها وتثبيتها في التربة. أظهرت النتائج التي توصلت اليها التميمي (1997) عند استعمالها هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من مخلفات الماعز والمضاف اليها الحديد بنسبة 10:1 ومقارنتها بمصادر

الحديد الأخرى وهي Fe–DTPA و Fe–EDTA و $FeSO_4.7H_2O$ وتأثيرها في نمو وحاصل الباقلاء والذرة الصفراء المزروعة في اصص تفوق الأسمدة المصنعة في زيادة الكفاءة الإنتاجية وكفاءة الامتصاص وخفض نسبة التدهور بالمقارنة مع الأسمدة المخلبية إذ اتخذت الترتيب الآتي:

$$FeSO_4.7H_2O < Fe–EDTA < Fe–DTPA < Fe–HA < Fe–FA .$$

اكد Pinton وآخرين (1998) ان إضافة هيومات الحديد إلى نباتات الخيار التي تعاني الاصفرار نتيجة نقص الحديد أدت إلى حصول زيادة معنوية في محتوى الحديد والكلوروفيل في الأوراق زيادة على إزالة أعراض الاصفرار. واستخدم Cesco وآخرين (2002) الحديد العضوي المركب (المعقد) بوساطة الهيوميك الذائب في الماء(Water Extractable Humic substance) المستخلص من الدبال ولاحظوا امتصاص نظير الحديد المشع (Fe^{59}) من لدن نباتات الخيار كانت أعلى عند درجة تفاعل 6.0 مقارنة بدرجة تفاعل 7.50. ولاحظ Rüstü (2002) عند إضافة هيومات الحديد (Fe–HA) ومقارنته بالمصدر المخلبي الصناعي (Fe–EDDHA) بالحديد المعدني المضافة بشكل ارضي إلى الترب الكلسية حصول زيادة في جاهزية الحديد عند إضافة هيومات الحديد زيادة على خفض اصفرار الحديد على اشجار الخوخ التي عملت حل لمشكلة التكلفة العالية للمادة المخلبية الصناعية Fe–EDDHA. وقد لاحظ Boehme وآخرين (2005) تأثير إضافة هيومات الحديد الذائبة في الأوساط الغذائية السائلة التي أضيفت إلى نبات الخيار عن طريق نظام الري بالتنقيط بينت النتائج تأثيرات واضحة لإضافة هيومات الحديد في نمو النبات والحاصل مقارنة بعدم الإضافة، وأوضح أن نقص الحديد يمكن معالجته بإضافة هيومات الحديد إلى المنطقة الجذرية. لقد درس Bocanegra وآخرين (2006) تمثيل الحديد المخلبي بهيئة حامض الهيوميك ذي الوزن الجزيئي المنخفض $HA_{10.000}$ والعالي $HA_{100.000}$ وامتصاصه وتأثيره في نمو بادرات زهرة الشمس ولاحظ أن محتوى الحديد في الأوراق قد أظهرت أن جزءاً من الحديد ينتقل بسرعة من الجذور إلى الأوراق وان EDTA كانت أكثر فاعلية في التأثير والانتقال للحديد من الجذور إلى انسجة الأوراق في حين FA و $HA_{10.000}$ و $HA_{100.000}$ لم تظهر مقدرة في اختراق اكياس الديلزة (dialysis bags) وان للحديد المخلبي بصيغة Fe–HA القدرة على المرور خلال الأغشية التناضحية إلى المحاليل المغذية، وقد أظهرت نتائج الدراسة إمكانية استعمال المواد الدبالية في تكوين معقدات لأيون

Fe^{3+} الذي يحافظ على الحديد الجاهز لنباتات زهرة الشمس بالصيغة Fe–HA و Fe–FA. ولقد أشار Hashemimajd و Golching (2009) إلى أن إضافة الأسمدة المعدنية إلى الحديد للترب الكلسية عادة ما تكون محدودة التأثير بالنسبة لمحصول الطماطة. لذا فاستخدم مخلفات الابقار المضاف اليها الحديد بالمستويات 0 و 5 و 10 و15 و20% حجم/حجم من المصدر Fe–EDDHA فلاحظ حصول زيادة معنوية في الحديد الكلي والجاهز ومحتوى أنسجة النبات ولاحظ أن أفضل تأثير كان عند المعاملتين 15و 20% حجم/حجم. قام Colombo وآخرين (2010) باختبار مواد هيوماتية معقدة غير ذائبة للحديد (Fe–HS) Fe–humic Substance Complexes مع Fe–EDDHA (المعقد الذائب) وقدرتها على معالجة الاصفرار في نباتات الخيار التي تعاني نقصاً في الحديد. وأظهرت النتائج أن كلا المصدرين للحديد قد أزالت الاصفرار من النبات وقد أوضحت النتائج أن Fe–HS غير الذائب حسن قدرة التربة على تجهيز الحديد.

12.2. طرائق إضافة أسمدة الزنك والحديد وأثرهما في نمو النبات وامتصاص بعض المغذيات.

تعاني الترب الكلسية والقلوية من نقصاً شديداً في الكمية الجاهزة من مغذيات معظم العناصر الصغرى الأمر الذي ينعكس على النبات وانخفاض الفعاليات الحيوية وانتاج الطاقة ويولد ضعفاً في عملية امتصاص المغذيات عن طريق الجذور (McCall 1980) و (FAO، 2000) لذا إن اجراء التصحيحات اللازمة لمعالجة النقص يتطلب إضافة أسمدة ذات كفاءة عالية وتقاوم التثبيت والترسيب مثل الأسمدة المخلبية الصناعية والأسمدة المخلبية الطبيعية أو إيجاد طرائق بديلة للتعويض عن النقص الحاصل في مثل هذه المغذيات. في هذا المجال أشار Wittwer و Lansing (2005) إلى ان التغذية الورقية (Foliar Nutrition) هي أفضل تقنية تسميد للمغذيات الصغرى بسبب الاستفادة العالية من المغذيات وقلة التلوث البيئي وتكون أكثر كفاءة مقارنة بالتسميد الأرضي، لذا اتجهت دراستنا إلى معرفة أفضل طريقة وأفضل مصدر لإضافة الزنك والحديد لما تعانيه الترب العراقية من نقصهما لكونها تربا كلسية، فقد درست الخفاجي (1993) دور الزنك المضاف بالصيغة المعدنية $ZnSO_4.7H_2O$ رشاً على المجموع الخضري لنبات الخيار المزروع في البيوت المحمية، ولاحظت وجود فروق معنوية في صفات النمو الخضري والحاصل ومكوناته قياساً بمعاملة المقارنة، وكذلك حصول زيادة معنوية في الامتصاص الكلي للنيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والمنغنيز. ففي دراسة

البديري (2001) عند إضافة الحديد والزنك كل واحد على انفراد بهيئة كبريتات وبثلاث طرائق هي النقع والتعفير والرش إلى نبات الذرة الصفراء تفوق طريقة التغذية الورقية على كلتا الطريقتين الأخريين، وان إضافة Zn و Fe قد سبب زيادة معنوية في محتوى الأوراق والبذور مع حصول زيادة معنوية في محتوى الأوراق والبذور من الفسفور لجميع مستويات الزنك بالتغذية الورقية. اشار الآلوسي وآخرين (2002) إلى حصول زيادة معنوية في وزن المادة الجافة وحاصل الحبوب ومحتوى النبات من النيتروجين والفسفور لنبات الذرة الصفراء بزيادة تركيز الحديد والمضاف رشاً ولحد المستوى 100 ملغم.لتر$^{-1}$ وقد زاد محتوى الحديد في النبات بزيادة تركيز الحديد المضاف بالمستويات 50 و100 و150 و200 ملغم.لتر$^{-1}$ عند رش الحديد المعدني مرتين قبل الازهار وبعده مقارنة بمعاملة الرش مرة واحدة. ولاحظ الآلوسي وتاج الدين (2002) عند دراستهم تأثير رش الزنك المعدني بالمستويات 0 و25 و50 و75 و100 ملغم.لتر$^{-1}$ وبثلاثة مواعيد رشة واحدة قبل التزهير ورشة واحدة في التزهير ورشتين قبل التزهير وفي اثنائه). حصول زيادة معنوية في حاصل حبوب الذرة الصفراء ومحتوى الأوراق من الفسفور وزيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري وان تركيز الزنك في الأوراق والحبوب قد ازداد بصورة تدريجية مع زيادة تركيز الزنك وان أفضل موعد لإضافة الزنك هو رشتان قبل التزهير واثنائه. كما أوضحت المحمدي (2005) عند دراستها تأثير كل من كبريتات الزنك وكبريتات الحديد المضافين ورقيا في نمو وحاصل الذرة البيضاء حصول زيادة معنوية في جميع مؤشرات النمو والحاصل ومكوناته ومحتوى النبات (الأوراق والسيقان والبذور) من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والحديد نتيجة رش الزنك أو الحديد منفرداً أو متداخلاً . واجريت تجربة من لدن الكنة (2006) لدراسة تأثير طرائق إضافة الحديد المخلبي (Fe-EDTA) والحديد المعدني ($FeSO_4.7H_2O$). فلاحظ تفوق السماد المخلبي على المعدني وبإضافته رشاً على المجموع الخضري مقارنة بالإضافة الأرضية في جميع مؤشرات النمو وحاصل الذرة الصفراء النامي في ترب محافظة نينوى. اشار Potarzycki و Grzebisz (2009) إلى أن رش نباتات الذرة الصفراء بالزنك في مرحلة البادرات قد أظهرت استجابة عالية وان مستوى الإضافة المثالي قد تراوح بين 1.0 إلى 1.5 كغم Zn.هـ$^{-1}$، إذ ازداد حاصل الحبوب بنسبة 18% مقارنة بالمعاملة المسمدة بـ N و P و K فقط مع حصول زيادة معنوية في امتصاص النيتروجين وعدد الحبوب في النبات. ولاحظ Zeidan وآخرين (2010) عند دراستهم لتأثير إضافة الأسمدة الورقية للمغذيات الصغرى (Fe و Zn و Mn) في حاصل

الحنطة ونوعية الحبوب، أشارت النتائج إلى حصول زيادة معنوية في حاصل الحبوب وحاصل القش ووزن 1000 حبة وعدد الحبوب لكل سنبلة وتركيز الحديد عند إضافة هذه العناصر. كما لاحظ AL-Qing وآخرين (2011) ان إضافة الحديد بتركيز 5 ملغم. لتر$^{-1}$ والزنك بتركيز 0.1 ملغم.لتر$^{-1}$ قد سبب زيادة الوزن الجاف لنباتات الحنطة ومحتوى الكلوروفيل في الأوراق. وفي دراسة للصميدعي (2011) عن تأثير طرائق ومصدر ومستوى إضافة الزنك في نمو وحاصل زهرة الشمس. أشارت النتائج إلى تميز الإضافة بالرش على الإضافة الأرضية في معظم الصفات المدروسة مع تفوق الزنك المخلبي (Zn-EDTA) على كبريتات الزنك ($ZnSO_4.7H_2O$) في اغلب الصفات المدروسة. وفي دراسة اجريت من لدن الحديثي وآخرين(2011) لتحديد افضل طريقة لإضافة الزنك من المصدرين المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) والمخلبي (Zn-DTPA) إذ اضيفا بمستويات 4.0 و8.0 كغم Zn.هـ$^{-1}$ للاضافات الارضية و 0.4 و0.8 كغم Zn.هـ$^{-1}$ للإضافة الورقية في نمو وحاصل صنفين من الحنطة، اشارت النتائج تفوق الإضافة الأرضية على الإضافة رشاً على المجموع الخضري مع تفوق المستوى 8.0 كغم Zn. هـ$^{-1}$ وكانت الزيادة في حاصل الحبوب بنسبة 26.4 و38.5 % لصنفي الحنطة الناعمة والخشنة على التوالي. لقد أوضح Moosavi و Ronaghi (2011) في تجربتهما لدراسة تأثير الإضافة الورقية والأرضية للحديد والمنغنيز في حاصل ومحتوى نبات فول الصويا المزروع في تربة كلسية أن كلتا طريقتي الإضافة لم تسجل تأثيراً معنوياً في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري للنبات ولكنها سببت زيادة معنوية في محتوى الحديد في النبات، وتفوقت طريقة الإضافة رشاً على الإضافة الأرضية. كما وجد Salehin وRahman (2012) ان إضافة الزنك بتركيز 1 غم. لتر$^{-1}$ رشاً على نبات الفاصوليا قد أثر بدرجة عالية المعنوية في صفات الحاصل ومكوناته ووزن مئة حبة وعدد القرنات. نبات$^{-1}$ وارتفاع النبات.

13.2. الأحماض العضوية في التربة Organic acid in Soil

المادة العضوية في التربة (Soil organic matter) هي أحد مكونات التربة الأساسية وتعرف أنها تجمع مادة النبات الميت والأجزاء النباتية والحيوانية المتحللة والمخلفات الحيوانية المختلفة وما تحتويه التربة من أحياء مجهرية (Bohn وآخرين، 1985) فضلاً عن الأوراق المتساقطة وجذور النباتات الميتة، التي سرعان ما تتحلل عند توافر الظروف المناسبة من رطوبة

وتهوية وحرارة بفعل الأحياء المجهرية مكونة نواتج التحلل المختلفة التي تكون بدرجات مختلفة من حيث ثباتها في التربة ويكون لونها بنياً إلى أسود محبة للماء ذات أوزان جزيئية تتراوح بين مئات إلى عدة الآف دالتون والتي يطلق عليها الدبال (Humus)، وهي تكون بطئية التحلل لهذا تبقى في التربة زمناً طويلاً، وهذه المواد عادة لا يمكن ان يستدل بها على الأصل الذي تكونت منه (Russel، 1973). وقسم Schnitzer (1991) الأحماض العضوية على قسمين هما:

1.13.2. الأحماض العضوية غير الدبالية (Non humified substances)

اشار Stevenson و Mendez (1967) إلى وجود أكثر من 20 حامضاً اليفاتياً في التربة منها حامض الفورميك (HCOOH) والخليك (CH_3COOH) والاكزاليك ($(COOH)_2$) زيادة على إفرازات الجذور (Root exudates) التي قد تصل إلى عشرة أحماض عضوية، فضلاً عن ذلك فقد أمكن استخلاص 20 حامضاً أمينياً في التربة (Vancura، 1964 وBremner، 1967).ان المركبات غير الدبالية التي توجد في التربة لها القدرة على خلب العناصر المغذية الصغرى والمحافظة على جاهزيتها في منطقة الجذور (Rizosphere) ومن المركبات التي تسهم في خلب الحديد هي الكاتجولات(Catachols) والهيدروكسيمات (Hydroxamates) الحاملة للحديد التي تمتص من النبات (Powell وآخرين، 1982) وزيادة على حامض الستريك الذي يعمل كمواد مخلبية للحديد (Huang وSchnitzer 1986).

2.13.2. الأحماض الدبالية Humified Substances

توصف المركبات الدبالية (Humus compound) أنها سلسلة من الأحماض صفراء إلى سوداء اللون، متوسطة إلى عالية الوزن الجزيئي متعددة الاليكتروليتات تتكون من تفاعلات الايض الثانوي وهي لا تشابه المركبات التي تكونت منها (Stevenson ، 1982) ، إذ تتكون بفعل الأحياء المجهرية وبحسب النظرية المقترحة من لدن Varadachari و Gosh (1984) إن الدبال يتكون من اللكنين والكربوهيدرات والمركبات النيتروجينية وإن المركبات الأخرى تتكون من بقايا النباتات مثل التانين والشموع (Tannin وWaxes). كما بيّن Dehaan (1977) أن مركبات الدبال يكون اللكنين المساهم الأكبر فيها وتكون بقية المركبات العضوية اقل، أما السكر والبروتين والسيللوز فتكون مشاركته بنسبة قليلة جداً، وأن 5% منها متأتية من فعالية الأحياء المجهرية الدقيقة المسؤولة عن تحلل المادة العضوية .

لقد قسم Schnitzer و Khan (1978) المواد الدبالية على ثلاثة مكونات أساسية اعتماداً على خواص الإذابة وهي :

1.حامض الهيوميك Humic Acid

يتشكل حامض الهيوميك من مجموعة من المركبات المتحدة ذات الأوزان الجزيئية الفعالية الذي يصل بحدود 100000– 1000000 دالتون ويذوب هذا الحامض في الظروف القاعدية ويترسب في الظروف الحامضية عند pH 2.0 تقريباً. يتألف حامض الهيوميك من تركيبات بنائية حلقية أروماتية (Aromatic) من الكربون تأخذ اتجاهات متباينة ويرتبط بها تركيبات بنائية لسلاسل مستقيمة الفاتية (Aliphatic) تمثل مجاميع فعالة مثل المجاميع الكاربوكسيلية (COOH) والهيدروكسيلية الفينولية (OH) والكاربونيلية (C=O) وغيرها. وبشكل عام إن حامض الهيومك يحتوي في تركيبه على الكربون والنيتروجين والهيدروجين والأوكسجين والكبريت بنسب متباينة ينتج منها تكوين مركبات ذات أوزان جزيئية متباينة (Senesi، 1992). لقد بيّن Buffle (1988) إن حامض الهيوميك يتكون من وحدات تسمى Polyone وهي عبارة عن نوى وجسور ومجاميع فعالة ، وتكون النوى بشكل حلقات خماسية أو سداسية متفعلة من نوع Isocyclic أو Heterocyclic وكذلك بشكل حلقات مكثفة مثل Furan و Naphthaline و Benzol و Guinoline و Indole وترتبط هذه النوى مع بعضها ببعض بوساطة جسور يمكن ان تتكون من ذرة واحدة (–0– و –N–) أو من مجموعة من الذرات (–NH– و $-CH_2-$) ويمثل الأوكسجين جسراً بين النوى الحلقية. كما اشار إلى ان المجاميع الفعالة عبارة عن سلاسل جانبية لذرات الكربون المتجمعة بشكل سلاسل مستقيمة تحدد طابع تفاعل حامض الهيوميك مع الوسط المحيط بها.

2. حامض الفولفيك Fulvic Acid

تركيب حامض الفولفيك أبسط من تركيب حامض الهيوميك الذي يتألف أيضاً من المركبات الأروماتيية والالفاتية ويمتاز هذا الحامض بلونه الأصفر وله قابلية ذوبان عالية في القواعد والحوامض (Murray و Linder، 1984) وله وزن جزيئي اقل من حامض الهيوميك (1000–10000 دالتون) في حين له حموضة كلية أكبر من الهيوميك ويحتوي حامض الفولفيك على كمية اقل من الكربون والنيتروجين والهيدروجين وعلى كميات أكبر من الكبريت

والأوكسجين مقارنة بحامض الهيوميك(Felbeck وGeorge ، 1971 وSchnitzer، 1977). وأشار Schnitzer و Khan (1978) إلى ان حامض الفولفيك أكثر جذبا للماء (More hydrophilic) من حامض الهيوميك بسبب ارتفاع نسبة المجاميع السلسليه المستقيمة مقارنة بالمجاميع الحلقية فيه، وقد حدد Stevenson (1977) درجة تفاعل حامض الفولفيك في الماء ما بين 2.6 – 2.8 في حين تبلغ نحو 2.0 في كل من حامض الهيوميك والهيومين. كما اشار Stevenson (1982) إلى ان ارتباط حامض الفولفيك بالأيونات الموجبة الاحادية أو الثنائية أو الثلاثية التكافؤ الذائبة في محلول التربة أو على سطح معادن الطين يكون مركبات مخلبية ذائبة في الماء عند ظروف درجة تفاعل الترب الاعتيادية التي يطلق عليها فولفات الأيون (Ion–Fulvate) نتيجة تبادل أيون هيدروجين المجاميع الفعالة مع الأيونات الموجبة، هذا الأمر مشابه لقدرة حامض الهيوميك على الارتباط مع الأيونات الأحادية والثنائية والثلاثية الموجبة التكافؤ الذائبة أو المتبادلة على سطوح معادن الطين إذ تكون مركبات مخلبية ذائبة في الماء عند ظروف درجة تفاعل الترب الاعتيادية مكونة هيومات الأيون (Ion–Humate) إلا أن هيومات الأيون الثنائي والثلاثي اقل ذوباناً في ظروف الترب الحامضية.

3.الهيومين Humin

هو الجزء من المواد الدبالية غير الذائب في جميع الأوساط المائية الحامضية أم القاعدية المختلفة وهو مركب معقد لمواد دبالية متكونة من حوامض الهيوميك والفولفيك الاعتياديين . بينت Kononova (1965) أن الهيومين من الأجزاء العضوية التي ترتبط بقوة مع الجزء المعدني للتربة، وأن وجود أواصر قوية بين حامضي الهيوميك والفولفيك في الهيومين تفقدها جزءاً كبيراً من صفاتها الحامضية، وتكون هذه الحوامض متعددة الجزيئات (Polymerized) مما يزيد من مقاومتها لتأثير محاليل الاستخلاص القاعدية .

14.2. دور الأحماض الدبالية وتأثيرها في نمو النبات وتطوره.

إن المركبات الدبالية تؤدي دوراً حيوياً في خصوبة التربة ومغذيات النبات فالنباتات التي تنمو في ترب ذات محتوى عالٍ من المركبات الدبالية يقل تعرضها للاجهاد وتصبح أكثر حيوية وتعطي حاصلاً أعلى ذا نوعية عالية الجودة (Pettit، 2003). كما أشارت الدراسات إلى أن المواد الدبالية تؤثر في نمو النبات وتطوره بطريقة مباشرة أو غير مباشرة وان التأثيرات غير

المباشرة في خصوبة التربة التي وضحها Chen وآخرين (1999) و Zhang وHe، 2004) تشتمل على:

أ- زيادة في كمية أعداد أحياء التربة المجهرية.

ب- تحسن وتطور بناء التربة.

ت- زيادة في السعة التبادلية الكاتيونية والسعة التنظيمية للتربة.

أما التأثيرات المباشرة فهي تغيرات تحصل في العمليات الايضية للنبات وهي تحدث بعد امتصاص الأحماض الدبالية فعندما تدخل هذه المكونات داخل الخلية النباتية ستحصل العديد من التغيرات في الاغشية الخلوية لأن مركبات الأحماض الدبالية تمتلك تأثيرات كيميائية في جدار الخلية سواء على مستوى الغشاء أو على مستوى السايتوبلازم مسببة بعض التأثيرات الايجابية، وهذه التأثيرات بغض النظر عن طريقة الإضافة الارضية أو الرش هي:

1. زيادة في عملية التركيب الضوئي أو معدل التنفس في النبات. (Chen وآخرين، 1999)
2. زيادة نفاذية الاغشية الخلوية : تزيد الأحماض الدبالية من نفإذيتها وتسهل حركة المغذيات إلى المواقع التي تتطلب وجودها ، فتؤثر في كل المواقع المحبة والكارهة للماء الموجودة على سطوح الاغشية الخلوية (عند الإضافة رشاً) (Chen و Aviad ،1990) مما يسبب زيادة الامتصاص للمغذيات المضافة .
3. زيادة نفاذية الثغور ومن ثَمّ زيادة الكمية الممتصة من العنصر المضاف رشاً (Xudan ، 1986)
4. تحسن الانقسام الخلوي واستطالة الخلايا وتحسن توازن الخلايا ، وتحدث أعلى معدل نمو وأفضل ظروف الانقسام الخلايا (Poapst و Schniter ،1971 و Pettit ، 2003)
5. زيادة بناء البروتين وفعالية الهرمونات ، إذ تعمل الأحماض الدبالية على رفع مستوى تمثيل البروتينات وتكوين DNA و RNA (Khristeva وآخرين،1967) وفعالية الهرومونات للنبات (Chen و Avaid، 1999) .
6. تعمل المواد الدبالية على تكوين معقدات مع الفيتامينات ومن ثَمّ سوف تحفز عمل الفيتامينات داخل الخلايا . (Williams، 1977).

7. تغير الأحماض الدبالية نمط ايض الكربوهيدرات مؤدية إلى تراكم السكريات الذائبة التي تزيد الضغط الازموزي داخل الجدار الخلوي وتجعل النبات أكثر مقاومة للذبول وتزيد من قدرة النظام المناعي للنبات (Syltic، 1985).
8. تعد الأحماض الدبالية مصدرا مكملاً للفينول المتعدد الذي يعمل وسيطاً كيميائياً تنفسياً ومن ثَمّ زيادة الفعاليات الحيوية للنبات إذ تزداد فعالية النظام الأنزيمي (Seen و Kingman، 1998) وكذلك تزيد الأحماض الدبالية من انتاج الإنزيمات النباتية (Khristeva وآخرين، 1962).
9. المواد الدبالية تزيد من كمية المغذيات الممتصة عن طريق الجذور من خلال زيادة طول وتشعب المجموع الجذري (Cooper وآخرين، 1998) و (Pettit، 2003) أو من خلال تحفيز الكائنات الحية (الأحياء المجهرية) (Mayhew، 2004) فعندما تكون هناك مواد دبالية كافية في التربة تكون الحاجة إلى أسمدة N و P و K أقل (Pettit، 2004) وزيادة على ما سبق فقد استخدمت المواد الدبالية بصورة واسعة لإزالة وتقليل التأثيرات السلبية للأسمدة الكيميائية للتربة فضلاً عن تأثيراتها الإيجابية في نمو النبات (Pal و Sengupta، 1985 ; Ghabbour و Davies،2001). ولها دور في الحد من التأثير السلبي للملوحة (Demir وآخرون،1999) وكذلك تحسن انتقال وجاهزية العناصر الصغرى للنبات (Kreij و Hoeven، 1997).

1.14.2. دور حامض الهيوميك

وجد Padom وآخرين (1997) ان رش حامض الهيوميك بتركيز 0 و2000 و4000 و6000 و8000 و10000 مل هـ$^{-1}$على نباتي البإذنجان والفلفل سبب زيادة في مؤشرات النمو الخضري وفي الكمية الممتصة من النيتروجين والبوتاسيوم. كما لاحظ Pinton وآخرين (1998) اهمية طريقة الاستخلاص أذ لاحظ أن حامض الهيوميك المستخلص بالماء لم يكن ذا تأثير معنوي في المساحة الورقية والوزن الجاف لبادرات الخيار وكذلك محتوى الأوراق من Fe والكلوروفيل وعلى العكس إن الهيوميك المستخلص بواسطه الـ Pyrophoshate قد سبب اختفاء أعراض الاصفرار على الأوراق مع حصول زيادة معنوية في محتوى الكلوروفيل ومحتوى الحديد في الأوراق، مع انخفاض محتوى الجذور من الحديد بنسبة أكثر من 50% في حالة وجود حامض الهيوميك. ولاحظ Adani (1998) أن إضافة

حامض الهيوميك قد كان ذا تأثير ايجابي في امتصاص النيتروجين والفسفور والحديد والكالسيوم لنبات الطماطة المعاملة بها رشاً. لقد أوضح Pascual وآخرين (1999) ان إضافة حامض الهيوميك له دور في تحسين امتصاص النيتروجين من التربة وزيادة امتصاص البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والفسفور وجعلها أكثر حركة وجاهزية للنظام الجذري في النبات. لاحظ Demir وآخرين (1999) أن للملوحة تأثيراً سلبياً في خفض حاصل ثمار الخيار ولكن عند إضافة حامض الهيوميك كان له دور جذري في الحد من هذا التأثير السلبي للملوحة، وان إضافة حامض الهيوميك قد سببت زيادة في محتوى الزنك في النبات . كما ولاحظ Nardi وآخرين (2002) أن إضافة حامض الهيوميك قد سببت زيادة في الوزن الجاف والطري لبادرات نبات البإذنجان. وذكر Tenshi و Singaram (2002) ان رش حامض الهيوميك التجاري بالتراكيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ على نبات الطماطة قد سبب زيادة في امتصاص عناصر النيتروجين والبوتاسيوم بنسبة 12% و 10% على التوالي قياساً على معاملة المقارنة عند اعطاء كامل التوصية السمادية للنبات في حين كانت نسبة الزيادة 19% و14 % على التوالي عند اعطاء 75% من التوصية. ولوحظ عند رش حامض الهيوميك التجاري 23% هيوميك بتركيز 0 و1000 و2000 ملغم.لتر$^{-1}$ على نبات الطماطة حصول زيادة في كل من وزن الأوراق الجافة وعدد الثمار وارتفاع النبات والحاصل الكلي بالنسب 9% و25% و7% و14% على التوالي (Yldirim، 2007). وقد وجد Chen وآخرين (2004) ان أفضل تركيز لحامض الهيوميك والذي اظهر تأثيرات ايجابية في نمو نباتات مختلفة تراوح بين 50–300 ملغم.لتر$^{-1}$ ، على الرغم من ان التراكيز الواطئة أعطت تأثيرات إيجابية أيضاً. وبيّن علي وحسين (2004) ان معاملة شتلات الطماطة بالهيومات بمعدل 100ملغم.لتر$^{-1}$ ادى إلى زيادة معنوية في عدد الأوراق والمساحه الورقية كما ادى إلى زيادة معنويه في الحاصل. وقد أوضح Boehme وآخرين (2005) أن إضافة حامض الهيوميك له تأثير ايجابي في عمليات التنفس، ويكون النبات أكثر مقاومة للأمراض والفايروسات . ولاحظ Kaya وآخرين (2005) عند معاملة بذور الفاصوليا بالزنك مع إضافة حامض الهيوميك رشاً عند مرحلة الثلاث والست اوراق أنه ذو تأثير معنوي في زيادة الحاصل ومكوناته إذ سببت زيادة معنوية في ارتفاع النبات وعدد البذور في النبات وحاصل البذور بنسبة زيادة مقدارها 40.5% و 28.1% و 49.0% على التوالي. كما وجد Taha وآخرين (2006) عند دراسة

تأثير إضافة حامض الهيوميك المستخلص من مواد عضوية مختلفة بخمسة مستويات 0 و50 و100 و150 و200 كغم .هـ$^{-1}$ في نمو وحاصل الحنطة في تربتين كلسية وغير كلسية مع إضافة 30% من متطلبات المحصول من N و P و K إلى وجود زيادة معنوية في جاهزية عدد من العناصر P و K و Fe و Mn و Zn و Cu وبدرجة أكثر في الترب غير الكلسية وكانت النتائج تصاعدية من إذ التأثير بزيادة مستويات إضافة الهيوميك وقد سجل في نهاية التجربة زيادة في محتوى التربة من المادة العضوية مع زيادة امتصاص N و P و K و Fe و Mn و Zn و Cu وحاصل الحبوب والقش لمحصول الحنطة. لقد أوضح Hellal (2007) عند استخدام حامض الهيوميك المستخلص من بقايا قش الرز قد حسّن من قيم المغذيات مع وجود ارتباط معنوي بين المحتوى الكلي من المادة العضوية وحامض الهيوميك مع زيادة معنوية من الحديد الذائب والجاهز من خلال تحرر الحديد من الروابط المخلبية خلال التحضين والتخمير وكذلك زيادة الحبوب وقش الشعير المزروع في تربة كلسية. ولاحظ كل من Ortega و Fernandez (2007) أن لإضافة حامض الهيوميك السائل تحت ظروف البيت الزجاجي قد سببت زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري لنبات الخيار وامتصاص كل من N و P و K. كما وجد Ulukan (2008) أن إضافة المركبات الدبالية لها دور مهم في تحسن نمو نباتات الحنطة والشعير وزهرة الشمس والبطاطا والتبغ والشوفان والذرة الصفراء والبنجر السكري وفول الصويا وفستق الحقل وأهميتها تكمن في زيادة القدرة الفعالة للساق في نفاذية الهرمونات والنواقل الكيميائية مما يؤثر ايجابياً في نمو النبات وتطوره والمساعدة على تنظيم استجابة المحصول للظروف البيئة المحيطة. ولقد أوضح Akincl وآخرين (2009) أن إضافة حامض الهيوميك له تأثير ايجابي في نمو وتطور وامتصاص المغذيات لنبات الباقلاء، إذ سجلت تأثيرات معنوية وايجابية في مؤشرات نمو النبات والحاصل مع زيادة معنوية في محتوى النبات من العناصر K و Na و Ca و Fe في حين انخفض محتوى النبات من Cu و Mn . وجد Karakurt وآخرين (2009) عند أضافتهم حامض الهيوميك بمستويات 0 و10 و20 و30 و40 مل.لتر$^{-1}$ رشاً على نبات الفلفل بثلاث دفعات بعد 45 و60 و75 يوماً من الزراعة ان المستوى 20 مل. لتر$^{-1}$ قد حقق أعلى معدل لكل من وزن الثمرة ومحتوى الكلوروفيل الكلي والحاصل. وأكد Fawzy (2010) أن إضافة حامض الهيوميك رشاً على نباتات الخس بالمستويين 2 و4 غم.لتر$^{-1}$ ذو تأثير معنوي في زيادة عدد الأوراق والوزن الجاف للأوراق

والحاصل ومحتوى الأوراق من Fe و Zn و Mn. وفي دراسة لـ ابو نقطة وآخرين (2010) تأثير حامض الهيوميك المستخلص من مخلفات الابقار وبثلاثة مستويات 5 و10 و20 كغمHA.هـ$^{-1}$ إضافة أرضية للسبانغ في حقول جامعة دمشق، وتوصلوا الى حصول زيادة في تركيز Fe و Zn و Cu الجاهزة في التربة وفي انتاج السبانغ. ووجد Unlu وآخرين (2011) أن رش حامض الهيوميك بالمستويات 0 و120 و240 و360 و480 مل.هـ$^{-1}$ بثلاث دفعات 45 و60 و75 يوماً من الزراعة في تركيا قد اثرت معنويا في بعض مؤشرات نمو نبات الخيار واعطى المستوى 240 مل.هـ$^{-1}$ أعلى قيم لمحتوى الكلوروفيل الكلي ومعدل وزن الثمرة والحاصل بنسب زيادة مقدارها 33.3% و16.9% و14.9% على التوالي قياساً على معاملة المقارنة. وفي بحث اجري من لدن الشبراوي وآخرين (2011) لاستخدام حامض الهيوميك في خفض معدلات التسميد النيتروجيني للخيار والذي اضيف بمستويات 0 و75 و150 و225 كغمN.هـ$^{-1}$ اظهرت النتائج ان إضافة حامض الهيوميك بتركيز 0.5% بمعدل 25 مل للنبات مرتين بعد 36 و50 يوماً من الزراعة أدى إلى زيادة معنوية في النمو الخضري والحاصل ومحتوى أوراق الخيار من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم مع تقليل التأثير الضار للأسمدة النيتروجين. كما أوضح Mora وآخرين (2012) ان معاملة نبات الخيار بحامض الهيوميك قد سبب تثبيطاً في انتقال الأوكسين وكذلك تمثيل الاثلين وفعاليته وإزالة تأثير أوكسيد النتريك. وفي تجربة نفذها Sure وآخرين (2012) لدراسة تأثير إضافة حامض الهيوميك إلى نباتات الخيار لاحظوا تأثيراً معنوياً لحامض الهيوميك في معظم مؤشرات نمو الخيار وحاصله. ولاحظ Bozrogi وآخرين (2012) أن إضافة حامض الهيومك رشاً على نباتات الخيار بالمستويات 30 و60 ملغم.لتر$^{-1}$ ذو تأثير عالي المعنوية في زيادة مؤشرات النمو مقارنة بمعاملة المقارنة. إذ سجل إضافة 60 ملغم.لتر$^{-1}$ حامض الهيوميك زيادة بنسبة 104.4% و9.2% و24.6% في مؤشرات حاصل الثمار وطول الثمار وارتفاع النبات على التوالي مقارنة بمعاملة المقارنة. ولاحظ El-Nemr وآخرين (2012) أن إضافة حامض الهيوميك بأعلى مستوى من مستويات الإضافة 0 و1 و2 و3 غم. لتر$^{-1}$ وبثلاث دفعات كل 15 يوماً من الزراعة قد سبب زيادة معنوية في ارتفاع نباتات الخيار وعدد الأوراق وقطر الساق والوزن الطري للأوراق كما أعطت زيادة في عدد الثمار ووزن الثمار الطري وطول الثمار وقطرها وحاصل النبات الواحد بنسبة زيادة مقدارها 40.4% و29.3% و97.7%

و43.9% و85.0% على التوالي مقارنة بمعاملة المقارنة مع حصول زيادة معنوية في محتوى الأوراق من N و P و K و Ca و Mg.

2.14.2. دور حامض الفولفيك

لا يقل دور حامض الفولفيك أهمية عن حامض الهيوميك فقد وجد Rauthan و Schnitzer (1981) من خلال إضافة حامض الفولفيك المستخلص من التربة بالمستوى 100– 300 ملغم.كغم$^{-1}$ إلى محلول هوكلند قد سبب زيادة معنوية في نمو وتطور أجزاء نبات الخيار الخضري والجذري وامتصاص المغذيات N و P و K و Ca و Mg و Cu و Fe و Zn وزيادة عدد الأزهار في النبات والتفرعات الجذرية وتزداد الشعيرات الجذرية وهو يزيد من المساحة السطحية ويسهل الامتصاص الفعال فضلاً عن أنه يزيد من نفاذية الغشاء الخلوي للجذور ويسهل امتصاص العناصر وكذلك تأثيره المشابه لتأثير الهرمون ودوره الاساسي في تكوين معقدات مع أيونات المعادن التي تزيد من ذوأنية وجاهزية هذه العناصر إلى جذور النباتات. ويكون للأوزان الجزيئية الواطئة من حامض الفولفيك تأثير أوكسين في الخلايا ويعمل على زيادة نفإذيتها وهذا ينشط ويشجع حركة العناصر إلى الخلايا (Faust، 1998).

3.14.2. دور حامض الهيوميك + حامض الفولفيك

في مجال دراسة الحامضين الدباليين (الهيوميك والفولفيك) فقد لاحظ Turan وآخرين (2005) وجود اختلافات بين حامضي الهيوميك (HA) والفولفيك (FA) اعتمادا على مصدر الخث الذي حُصل عليه منها. وان الاختلافات ناجمة عن اختلاف المصدر والظروف المناخية والمنطقة المأخوذة منها والملاحظ أن محتوى الكربون العضوي والنيتروجين في حامض الهيوميك كان أعلى من حامض الفولفيك وان معظم الحموضة الكلية في الهيوميك هو ناجم عن مجموع $COOH^-$ في حين يحتوي حامض الفولفيك على المجاميع الفينولية OH^-. كما وجد Sladky و Tichy(1959) زيادة في محتوى الكلوروفيل الكلي بنسبة 6.3% و6.9% نتيجة رش حامض الهيوميك والفولفيك على نبات الطماطة على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة. ووجد Chen و Aviad (1990) أن رش حامض الهيوميك والفولفيك قد سبب زيادة في النمو الخضري لنباتات مختلفة عند اضافتها بالتراكيز 50–300 ملغم.لتر$^{-1}$. وأشار Yigit و Dikilitas (2008) إلى أن استخدام سماد تجاري بشكل مسحوق يحتوي 80% حامض هيوميك وفولفيك قد سبب حصول زيادة في الوزن الطري للطماطة. كما توصل Saruhan وآخرين (2011a) إلى ان رش نبات

الدخن بخليط من حامض الهيوميك (40%) وحامض الفولفيك (25%) بمستوى 150 ملغم. لتر$^{-1}$ سبب زيادة في ارتفاع النبات وعدد التفرعات وفي تركيز والبروتين وفي حاصل الحبوب بالنسب 9.6% و19.9% و31.8% و50.9% على التوالي بالقياس إلى معاملة المقارنة.

15.2. طرائق إضافة الأحماض الدبالية وتأثيرها في نمو النبات وحاصله.

تؤدي الأحماض العضوية الدبالية التي تشمل حامض الهيوميك وحامض الفولفيك دوراً فعالا في نمو النبات وجاهزية العناصر الغذائية وهما الجزء المؤثر حيوياً وكيميائياً في التربة والنبات ويمكن إضافتهما للتربة بصيغ سائلة أو صلبة كما يمكن إضافتها مباشرة إلى النبات عن طريق التغذية الورقية إذ تسلك الأحماض الدبالية سلوك مواد ذات سطوح قابلة للامتزاز على مختلف الاسطح الطبيعية وان كلتا طريقتي الإضافة لها ما يميزها من الأخرى (عوامل جاهزية العناصر الغذائية) وهناك عوامل تميز طرائق الإضافة رشاً على المجموع الخضري مثل عمر النبات ومساحة الورقة ووقت الرش (Kanan، 1986 و Kanan، 1990). تشكل المركبات الدبالية جزءاً كبيراً من المواد العضوية بين 60– 70% (Schnitzer و Khan، 1972). إذ لاحظ كل من Tenshia و Singaram (2002) ان إضافة حامض الهيوميك بمستوى 20كغم.هـ$^{-1}$ بالإضافة الورقية التي تفوقت على الإضافة الأرضية للهيوميك مع إضافة 75% من متطلبات التسميد إلى محصول الطماطه، بينت النتائج حصول زيادة في جاهزية وامتصاص المغذيات وخصوصاً الزنك والحديد مقارنة بالتسميد 100%من متطلبات المحصول. كما لاحظ Yildirim (2007) أن معاملة نبات الطماطة بحامض الهيوميك إضافة ارضية ورشاً على النباتات بالتراكيز 0 و10 و20 مل.لتر$^{-1}$ بعد ثلاثة اسابيع من النمو وبواقع اربع إضافات خلال مرحلة النمو وبفاصلة زمنية مقدارها 10 أيام، أن معاملات الهيوميك أدت إلى زيادة قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية في عصير الثمار بكلتا طريقتي الإضافة وان إضافة الهيوميك بمستوى 20 مل.لتر$^{-1}$ رشاً قد اعطت زيادة في محتوى حامض الاسكوربيك وفي أعلى مساحة ورقية والوزن الجاف وقطر الساق انعكس ايجابياً على قطر الثمار ووزن وعدد الثمار في النبات. لقد درس Asik وآخرين (2009) تأثير الإضافة الارضية للهيوميك الصلب قبل زراعة الحنطة بشهر واحد ومقارنتها بالهيوميك السائل المضاف مرتين بعد 20 و35 يوماً من الانبات رشاً ولوحظ ان الإضافة الارضية للهيوميك الصلب قد زادت من امتصاص النيتروجين في حين الإضافة الورقية اظهرت زيادة في امتصاص P وK وMg وNa وCu وZn. وقام العامري (2011) بدراسة

تأثير إضافة اربعة انواع من الأسمدة العضوية وهي سماد الابقار وسماد الاغنام وسماد الدواجن وحامض الهيوميك المصنع نوع (Powhumus) المنتج من شركة (Humintech Gmbh) الالمانية وهو يكون على نوعين سائل وصلب وبثلاث طرائق إضافة رشاً على الأوراق وإضافة ارضية وإضافة نصف الكمية رشاً+ نصف الكمية الارضية وتوصل الى ان معاملة الدواجن + رش وإضافة حامض الهيوميك للتربة تفوقت في جميع مؤشرات النمو الخضري للطماطة المزروعة في البيوت المحمية ومحتوى الثمار من الحديد والزنك. ودرس Unlu وآخرين (2011) تأثير الإضافة الورقية والارضية لحامض الهيوميك بالمستويات 0 و10 و20 و30 و40 مل. لتر$^{-1}$ في حاصل الخيار ونوعية ثماره المزروع في البيت الزجاجي. ان كلتا طريقتي الإضافة قد سجلت زيادة معنوية في معدل وزن الثمار والحاصل الكلي في حين لم تظهر تأثيراً معنوياً في الكلوروفيل a وb في قشرة الثمار والمحتوى الكلي للكلوروفيل وطول وقطر الثمار. واكد Saruhan وآخرين (2011b) عند دراستهم تأثير إضافة حامض الهيوميك بالمعاملات (المقارنة و إضافة 100% للتربة وإضافة 100% للبذور وإضافة 100% للأوراق و50% للتربة+50% للبذور و50% للتربة+50% للأوراق و50% للبذور+50% للأوراق و33% لكل من البذور+التربة+الأوراق) وجود تأثير معنوي في مؤشرات النمو والحاصل ومكوناته لنبات الباقلاء التي قد سجلت عند 100% من الإضافة إلى الأوراق. واشار Khaled و Fawy (2011) عند مقارنتهما تأثير الإضافة الارضية والورقية لحامض الهيوميك سببت زيادة في امتصاص P وK وMg وNa وCu وZn للذرة الصفراء. وجد El-Sayed وآخرين (2011) أن لإضافة حامض الهيوميك وبكلتا طريقتي الإضافة الورقية والارضية تأثيراً معنوياً في زيادة مؤشرات نمو وحاصل البطاطا الحلوة. كما أوضح Mahmoud وآخرين (2011) تأثير الإضافة الارضية والورقية والإضافة المزدوجة لحامض الهيوميك في نمو وانتاجية نباتات فول الصويا النامية في تربة كلسية. اظهرت النتائج زيادة معنوية في محتوى التربة من المادة العضوية والجاهز من N وP وK في الإضافة الورقية. أما الإضافة الارضية والرش بالهيوميك فأدت إلى زيادة ملحوظة في مؤشرات النمو ومحتوى البذور من N وP وK وكذلك حاصل البذور ومكوناته. اشار Ameri و Tehranifar (2012) عند دراستهم لتقويم تأثير إضافة الأسمدة المحتوية على حامض الهيوميك إلى التوت Fragariaananassa بطريقتي الإضافة مع مياه الري والإضافة الورقية. اشارت النتائج إلى تفوق طريقة الإضافة الورقية بالحصول على أعلى تركيز من N وP وK.

3.المواد وطرائق العمل

أجريت الدراسة في كلية الزراعة – جامعة الانبار والتي تضمنت أربع تجارب (تجربتين مختبريتين وتجربتين حقليتين) لتحديد إمكانية استعمال الأحماض الدبالية المستخلصة من كوالح الذرة الصفراء (Corn cobs) وقش الحنطة (Wheat straw) لتحضير أسمدة مخلبية للزنك والحديد ودراسة سلوك هذه الأسمدة في الترب العراقية من خلال دراسة تأثيرهما في صفات التربة ونمو الخيار وإنتاجه تحت الظروف المحمية وكما يأتي:

1.3. تحلل المخلفات العضوية النباتية واستخلاص الأحماض الدبالية ودراسة خصائصها الكيميائية.

أ- مصادر المخلفات العضوية

حُصلت على كوالح الذرة الصفراء (الكالح هو عرنوص الذرة الخالي من الحبوب) من شركة ما بين النهرين التابعة الى وزارة الزراعة والواقعة في منطقة ابي غريب، أما قش الحنطة (بقايا سيقان وأوراق الحنطة بعد الحصاد) فقد حصلتُ عليه من أحد المزارعين في منطقة الطاش التي تبعد 10 كيلومترات جنوب مركز مدينة الرمادي.

ب-تهيئة المخلفات العضوية

جففت المخلفات العضوية هوائياً كل واحد على حدة وأزيلت منها الشوائب والقطع الصخرية والحصى ثم قطعت وجرشت بوساطة مجرشة كهربائية وحضرت لإجراء عملية التحلل وأخذ نموذج لأجراء بعض التحاليل الكيميائية قبل التحلل والموضحة في جدول (1).

ج- تحلل المخلفات العضوية

أخضعت كلا المخلفات النباتية لعملية تحلل هوائي باستعمال 140 كيلوغراماً لكل نوع من المخلفات، وضعت فوق قطع بولي أثلين وأضيف إليها النيتروجين بنسبة 2% باستعمال اليوريا(46%N)، اي ما يعادل 6.09 كغم يوريا لكل كومة. كما اضيف الفسفور بنسبة 0.5% P من سماد سوبر فوسفات ثلاثي (20%P) (الحديثي،2011) مع أضافة مخلفات دواجن متحلله وتربة خصبة بنسبة لا تزيد على 5% (اي ما يعادل 7 كغم لكل كومة) وذلك بعد عملها بشكل معلق (5 لترات)، (العبيدي، 2010) ورطبت بصورة مستمرة بشكل رذاذ مع التغطية بقطعة من بولي اثلين وإجراء عملية التقليب كل 4 الى 5 أيام لحين الوصول إلى درجة من التحلل لايستطاع عندها تشخيص المادة إلام وانخفاض درجة حرارة التفاعل داخل الكومة من

65 درجة مئوية إلى 45 درجة مئوية من خلال متابعة تغايرها يومياً باستعمال المحرار كدليل للوصول إلي نهاية التفاعل، بعدها فرشت المخلفات العضوية المتحللة لتجف هوائياً لمدة ثلاثة أيام استمرت العملية لمدة 120 يوماً ابتداءً من 2011/5/24 إلى غاية 24 /2011/9. ثم أخذت عينة من كل مادة متحللة لإجراء بعض التحاليل الكيميائية عليها كما هو موضح في جدول 1 بعدها عبئت في أكياس بلاستيكية وحفظت لحين الاستعمال .

جدول 1. بعض الخصائص الكيميائية للمخلفات العضوية قبل التحلل وبعده

نوع المخلفات العضوية	درجة التحلل	التوصيل الكهربائي ($dS.m^{-1}$) (5:1)	درجة التفاعل (pH) (5:1)	نيتروجين	فسفور	بوتاسيوم	كاربون عضوي	C/N Ratio
				المحتوى الكلي (غم.كغم$^{-1}$)				
كوالح الذرة	قبل التحلل	2.69	7.10	7.83	4.06	3.40	380.5	48.59
	بعد التحلل	5.64	5.90	19.57	5.46	11.20	352.0	17.98
قش الحنطة	قبل التحلل	3.84	7.02	9.00	3.78	13.75	472.0	52.44
	بعد التحلل	12.84	5.99	21.47	3.92	23.10	424.0	19.74

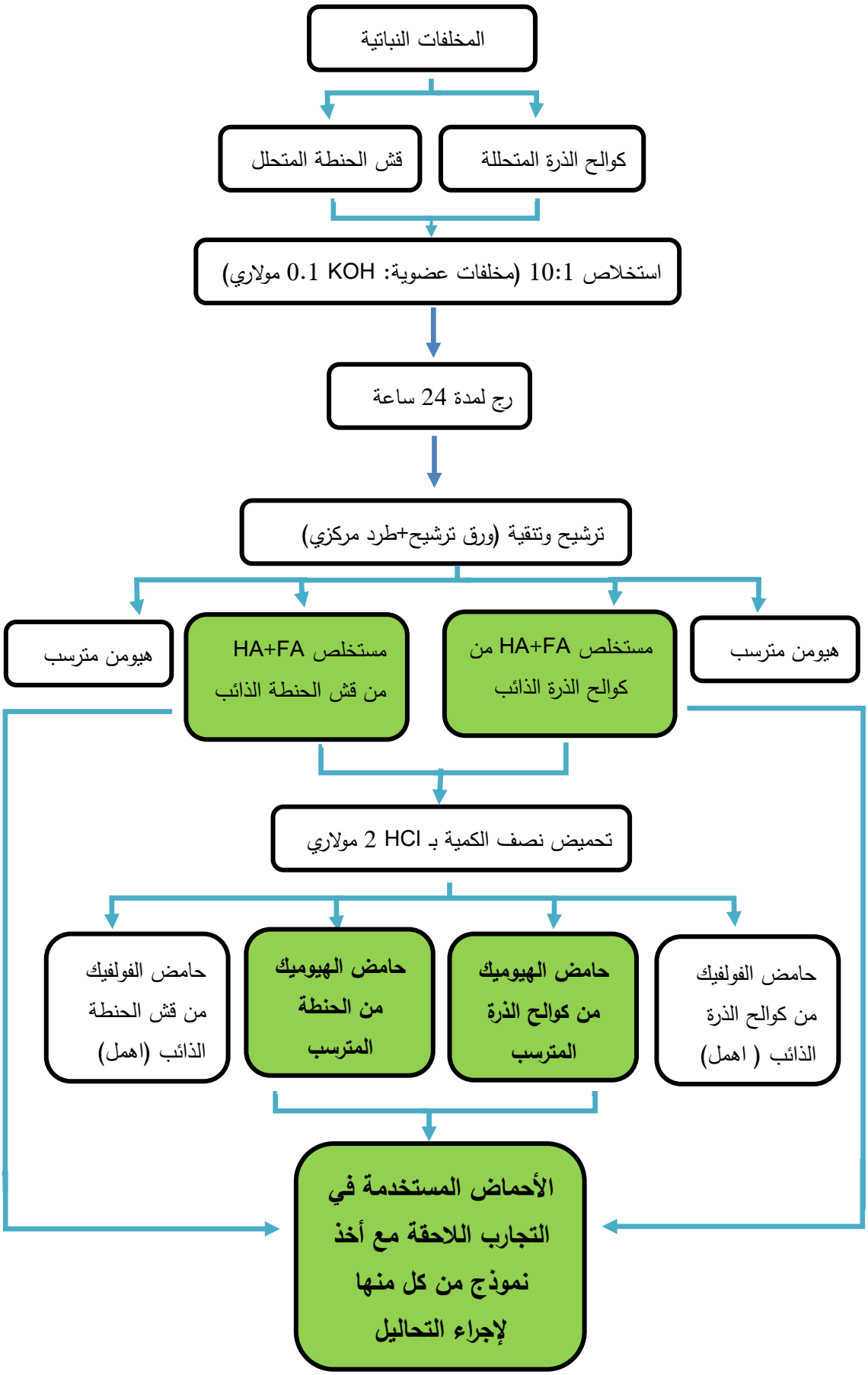
نوع المخلفات العضوية	درجة التحلل	Zn	Fe	Mn	Cu
		المحتوى الكلي (ملغم.كغم$^{-1}$)			
كوالح الذرة	قبل التحلل	30.82	303.02	45.16	19.50
	بعد التحلل	38.75	388.38	54.25	27.75
قش الحنطة	قبل التحلل	20.54	269.25	36.37	22.25
	بعد التحلل	27.27	315.54	45.25	24.75

د- استخلاص الأحماض الدبالية وفصلها وتنقيتها.

فُصلت الأحماض الدبالية (الهيوميك + الفولفيك) والهيوميك بحسب الطريقة المعتمدة من لدن Page وآخرين (1982) باستعمال محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH 0.1 مولاري بدلاً من هيدروكسيد الصوديوم بنسبة 1: 10 (مخلفات عضوية متحللة : KOH) رجت المحاليل في جهاز الرجاج لمدة 24 ساعة بعدها رشحت باستخدام ورق الترشيح والتنقية باستعمال جهاز الطرد المركزي (Centrifuge) بسرعة 4000 دورة/دقيقة، الجزء المترسب فهو الهيومين والذي

أهمل. اما الراشح فقد جمع وقسم الى جزئيين الجزء الاول : بقي كما هو كمستخلص (حامض الهيوميك + حامض الفولفيك) وحفظ في اوعية لدائنيه (بلاستيكية) كبيرة والجزء الثاني : فقد فصل حامض الهيوميك عنه الذي حُمض (Acidification) باستعمال حامض الهيدروكلوريك (HCl) 2.0 مولاري للوصول إلى pH يساوي 2.0 وتركت الى اليوم التالي لغرض التخثر (Coagulation). عزل الجزء الذائب (حامض الفولفيك) وأهمل، أما الجزء المترسب (حامض الهيوميك) فقد جمع بالفصل باستخدام جهاز الطرد المركزي بسرعة 4000 دورة/دقيقة وحفظ في أوعية مناسبة في البراد لإجراء التحاليل واستكمال التجارب. قدرت النسبة المئوية للرطوبة في كلا الجزئين المفصولين للدراسة وذلك بأخذ كمية معلومة الوزن من حامض الهيوميك ومستخلص حامض الهيوميك+الفولفيك وتجفيفهما على درجة حرارة 40 مئوية ولكلا المصدرين ويوضح المخطط 1 كيفية فصل الاحماض الدبالية المستعملة في التجربة كما يبين جدول 2 بعض الخصائص الكيميائية لكلا المصدرين المستعملين في الدراسة.

مخطط 1. يوضح كيفية فصل الأحماض الدبالية المستعملة في التجربة



هـ. تقدير بعض الخصائص الكيميائية لحامض الهيوميك والهيوميك + الفولفيك Chemical composition of Extracted Humic Acid and HA+FA. بحسب الطرائق المعتمدة في Page وآخرين (1982).

1. الحموضة الكلية (Total Acidity)

قدرت بطريقة هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ اعتمادا على طريقة Wright و Schnitzer(1959).

2. المجاميع الكاربوكسيلية (Carboxylic Groups)

قدرت باستخدام محلول خلات الكالسيوم $Ca(OAC)_2$ 1 مولاري باتباع طريقة Wright و Schnitzer(1959).

3. مجاميع الهيدروكسيل الفينولية (Phenolic OH Groups)

وذلك بطرح كمية المجاميع الكاربوكسيلية من الحموضة الكلية.

4. مجاميع الهيدروكسيل الكلية (Total OH Groups)

قدرت هذه المجاميع بأستخدام محلول الخليط المتكون من $(CH_3CO)_2$ Pyridine و N:CH:CH CH CH:CH Acetic anhyelrid والمعتمد من لدن Schnitzer و Skinner (1966).

5. مجاميع الهيدروكسيل الكحولية (Alcoholic OH Groups)

حُسبت بطرح مجاميع الهيدوكسيل الفينولية من مجاميع الهيدروكسيل الكلية.

6. النسبة بين E4/E6 *

قدرت النسبة بطريقة بيكاربونات الصوديوم (0.05 مولاري) ثم القياس بجهاز المطياف الضوئي عند الطوليين الموجيين 465 و 665 نانوميتر.

*تعرف بأنها نسبة الكثافة الضوئية للحامض الدبالي عند الطول الموجي 465 نانوميتر الى الكثافة الضوئية للحامض نفسه عند الطول الموجي 665 نانوميتر (Sposito، 1989) فعندما تكون هذه النسبة قليلة تعطي دليلاً على التكثيف الجزئي الواسع إذ يزداد محتوى الكاربون الارماتي (الحلقية) نسبة الى الكاربون الاليفاتي مصحوبة بزيادة في الوزن الجزيئي والمحتوى الكلي من الكاربون في المقابل عندما تكون هذه النسبة عالية فهذا يدل على زيادة التركيبات الجزيئية المفتوحة إذ يزداد الكاربون الاليفاتي بالمقارنة مع الارماتي.

جدول 2. بعض خصائص الأحماض الدبالية المستخلصة

نوع المخلفات العضوية	الأحماض الدبالية	نيتروجين	فسفور	بوتاسيوم	Zn	Fe	Mn	Cu
		غم.كغم$^{-1}$			ملغم .كغم$^{-1}$			
كوالح الذرة	HA+FA	26.47	4.76	51.93	309.00	949.00	139.5	28.25
	HA	19.60	3.92	35.45	174.25	910.75	96.75	24.75
قش الحنطة	HA+FA	29.63	4.48	81.43	150.75	808.25	98.25	19.25
	HA	24.60	3.36	48.60	112.50	544.00	62.00	24.75

نوع المخلفات العضوية	الأحماض الدبالية	الحموضة الكلية TA	المجاميع الفعالة (سنتمول.كغم$^{-1}$)				نسبة E4/E6
			COOH	OH الكلية	OH الفينولية	OH الكحولية	
كوالح الذرة	HA+FA	9.38	7.82	5.32	1.56	3.76	3.46
	HA	8.26	6.21	4.30	2.05	2.25	3.28
قش الحنطة	HA+FA	9.06	6.30	5.34	2.75	2.59	4.10
	HA	7.58	4.82	3.93	2.76	1.17	3.62

2.3. تحضير الأسمدة المخلبية لعنصري الحديد والزنك

لتحظير الأسمدة المخلبية لكل من الحديد والزنك (Fe وZn) مع الأحماض الدبالية المستخلصة (هيوميك + فولفيك) و (هيوميك) من كوالح الذرة وقش الحنطة ومع المادة العضوية الصناعية المخلبية (Diethylene Triamine Penta Acteic Acid)(DTPA). أستخدم مبدأ التبادل الأيوني Ion exchange على وفق طريقة Norvell وLindsay (1972) وطريقة Kerndroff وSchnitzer (1980) فبعد معرفة النسبة المئوية لرطوبة الأحماض الدبالية، أضيف اليها السماد المعدني للزنك بصيغة كبريتات الزنك $ZnSO_4.7H_2O$ (Zn 65.39) والسماد المعدني للحديد بهيئة كبريتات الحديد $FeSO_4.4H_2O$ (Fe 55.84) وفقاً لجميع التجارب وكما يأتي:

1.2.3. التجربتان المختبريتان

أضيف الحديد والزنك بشكل منفصل الى حامض الهيوميك او حامض الهيوميك + الفولفيك بمستوى 100 ملغم Zn او Fe كغم$^{-1}$ لكل منهما على حدة اي بنسبة 1: 10 (حديد أو زنك: HA اوHA+FA)، وبنسبة 5:1 للمادة العضوية الصناعية(حديد او زنك : DTPA) وإضافة

الزنك والحديد فقط بشكل كبريتات وبعدها أكمل الحجم الى حجم معلوم (100 مل) ومتساوٍ لجميع انواع الأسمدة بالإضافة الى نفس الحجم للأسمدة المعدنية.

3.3. تنفيذ التجربتان المختبريتان

نُفذت التجربتان المختبريتان بهدف دراسة طبيعة تفاعلات الحديد و الزنك المضافين مع الأحماض العضوية (HA+FAوHA) المستخلصة من كوالح الذرة وقش الحنطة والسماد المخلبي الصناعي DTPA وكبريتات الحديد أو كبريتات الزنك) إلى التربة ومتابعة التغاير في جاهزيتهما مع الزمن. إذ استعملت أقداح لدائنية (بلاستيكية) صغيرة تحوي 200غم تربة. عبئت بـ 100 غم تربة جافة ومنخولة عبر منخل قطر فتحاته 2 مم من نفس تربة البيوت اللدائنية (البلاستيكية) التي جهزت لإجراء التجارب الحقلية فيها. أضيف اليها الأسمدة المحضرة سلفاً لكل قدح بتركيز100ppm لكل من الحديد والزنك ومن الأسمدة الأتية:

أ. تجربة الزنك :

Z0: معاملة المقارنة (تربة من دون معاملة) .
Z1: معاملة بـ Zn–HAc من كوالح الذرة .
Z2: معاملة بـ Zn–HA+FAc من كوالح الذرة.
Z3: معاملة بـ Zn–HAw من قش الحنطة .
Z4: معاملة بـ Zn–HA+FAw من قش الحنطة .
Z5: معاملة بـ$ZnSO_4.7H_2O$.
Z6: معاملة بـ Zn–DTPA.

ب. تجربة الحديد

F0: معاملة المقارنة (تربة من دون معاملة) .
F1: معاملة بـ Fe–HAc من كوالح الذرة .
F2: معاملة بـ Fe–HA+FAc من كوالح الذرة.
F3: معاملة بـ Fe–HAw من قش الحنطة .
F4: معاملة بـ Fe–HA+FwA من قش الحنطة.
F5: معاملة بـ$FeSO_4.7H_2O$.
F6: معاملة بـ Fe–DTPA.

لتعطينا 7 معاملات في كل تجربة ، أخضعت هذه المعاملات لـ 8 مدد تحضين وهي: 1 و10 و20 و30 و45 و60 و75 و90 يوماً، وبواقع مكررين لكل مدة تحضين أي بعدد 112 وحدة تجريبية لكل تجربة. أضيف الماء المقطر إلى جميع الحاويات بمقدار (100%) من السعة الحقلية. بعدها غطيت الحاويات بغطاء لدائني (بلاستيكي) وذلك لتقليل فقد الرطوبة بالتبخر. أما جزء الرطوبة المفقود فقد تم تعويضه يومياً باستعمال الطريقة الوزنية. بعد انتهاء كل مدة حضن تؤخذ 14 قدح ممثلة لكل المعاملات ولكل تجربة فرغت التربة وفرشت لضمان سرعة تجفيفها الهوائي ثم طحنت ونخلت واحتفظ بجزء منها لإجراء التحاليل المطلوبة لاحقاً وهي الزنك الجاهز لتجربة الزنك والحديد الجاهز لتجربة الحديد، أخضعت نتائج كلتا التجربتين في كل مدة حضن لتطبيق المعادلات الحركية لدراسة تحرر العنصر مع الزمن .

1.3.3. دراسة حركيات تحرر الزنك والحديد

استعملت معادلات رياضية ذات أسس تجريبية (Empirical) وأسس الكيمياء الحركية (Kinetic chemistry) لوصف تركيز الزنك والحديد في محلول التربة مع الزمن وعلاقته بالزنك والحديد الموجودين أصلاً بالتربة (Chien وآخرون، 1980 وSparks ، 1989 و-Al Uqaili وآخرون، 2002) وهذه المعادلات هي :

1	معادلة الرتبة صفر	Zero order eq.	$C_t = C_0\text{-}k\ t$
2	معادلة الرتبة الأولى	First order eq.	$Ln\ C_t = ln\ C_0\text{-}k\ t$
3	معادلة الرتبة الثانية	Second order eq.	$1/Ct = 1/C_0 + k\ t$
4	معادلة الدالة الأسيه	Power Function eq.	$lnC_t = ln\ C_0\text{-}kln\ t$
5	معادلة الانتشار	Parabolic diffusion eq.	$C_t = C_0 - kt^{1/2}$
6	معادلة ايلوفج	Elovich equation	$C_t = C_0 - k\ ln\ t$

إذ تمثل:

C_0: تركيز الزنك أو الحديد في المحلول عند الزمن صفر.

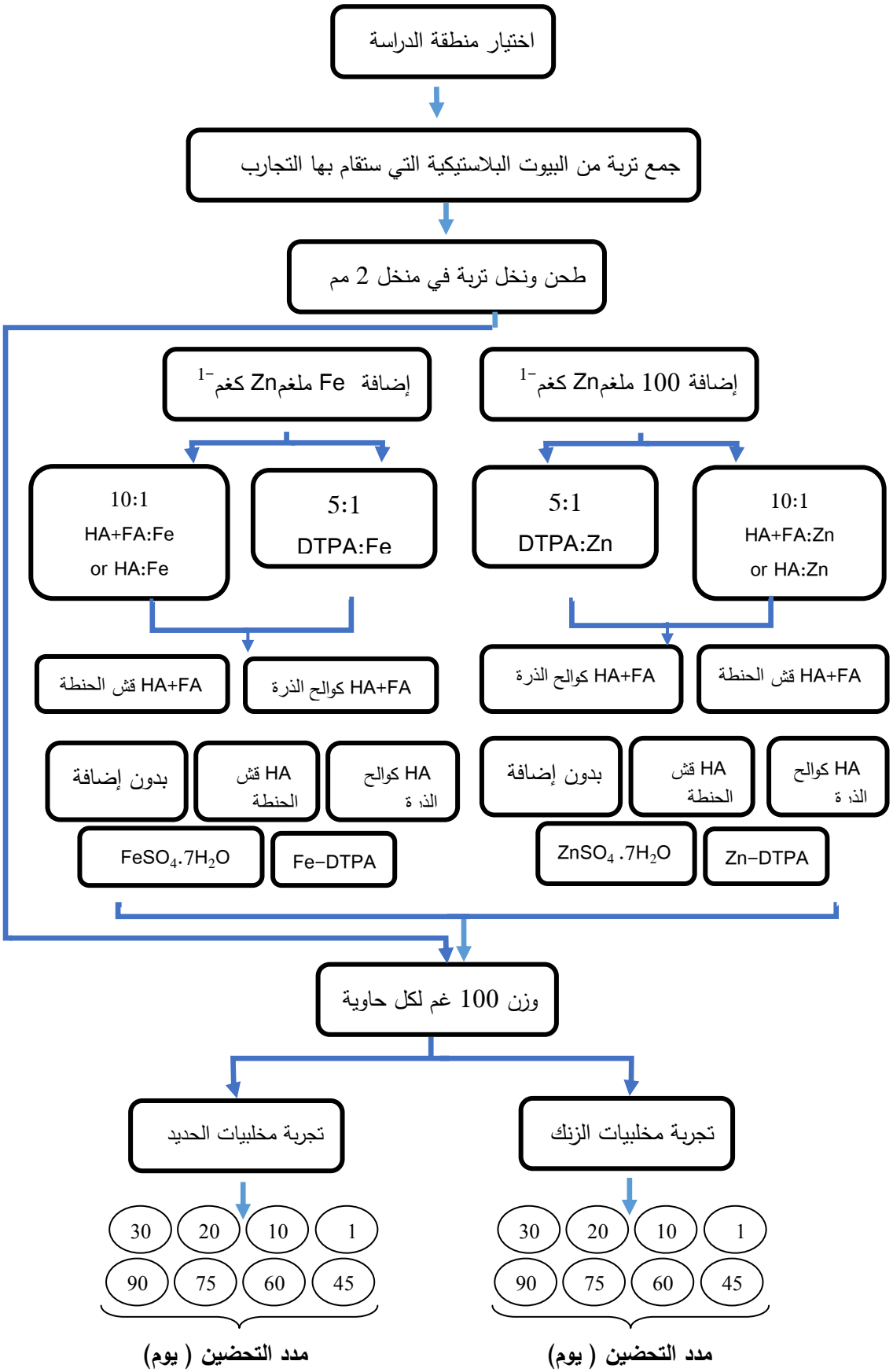
Ct: تركيز الزنك أو الحديد في المحلول عند الزمن المحدد.

K : ثابت التحرر للزنك أو الحديد.

ولتحديد أكفأ معادلة لوصف تحرر أيونات الزنك أو الحديد اعتمدت المؤشرات الأتية:

- معامل التحديد (R^2)
- قيمة الخطأ القياسي المقدر (SEe) (Standard Error of Estimate)
- قيمة (t) الجدولية (التباين بين القيم)

مخطط 2. يوضح خطوات أجراء التجربة المختبرية



2.2.3. التجربتان الحقليتان

اضيف الحديد والزنك كل واحد على انفراد بمستوى 10 كغم.هـ$^{-1}$ للمعاملات التي تضاف بشكل أرضي (مباشرة الى التربة) وبمستوى 2 كغم.هـ$^{-1}$ للأسمدة التي تضاف رشاً على المجموع الخضري(Foliar Application) ونسبة 50% من الكمية للمستويين المذكورين آنفاً للمعاملات التي تضاف بشكل (أرضي+رش) لمختلف المصادر السمادية قيد الدراسة (حديد او زنك مع HA أوHA+FA أوDTPA أو حديد أو زنك معدني فقط) وحسب النسب 1: 10 (حديد او زنك: HA اوHA+FA)، وبنسبة5:1 للمادة العضوية الصناعية(حديد او زنك: DTPA) وأضافة الزنك والحديد فقط بشكل كبريتات وبعدها أكمل الحجم الى 1200 مل من كل معاملة ناجمة عن مزج الأسمدة المعدنية مع المواد العضوية المخلبية الثلاثة (HA وHA+FA وDTPA)، اي ان في حالة الإضافة الارضية فإن كمية الحديد أو الزنك المضاف هي 1.4غم Zn اوFe/وحدة تجريبية مضاف أليها HA أوHA+FA بمقدار 14غم لكل منهما على التوالي بعد تحديد نسبة الرطوبة فيهما، أما المركب المخلبي DTPA فقد أضيف 1.4 غم لكل من الحديد اوالزنك بمقدار 7.0غم DTPA. حضرت كل الأسمدة المخلبية والمعدنية للحديد او الزنك رشاً او الى التربة بالطريقة نفسها لكل معاملة من المعاملات ولثلاثة مكررات لكل معاملة.

4.3. تنفيذ التجربتان الحقليتان.

1.4.3. موقع الدراسة (موقع التجربة).

نفذت الدراسة في مزرعة خاصة والواقعة في منطقة الجزيرة – مدينة الرمادي – محافظة الأنبار (ملحق 1) خلال الموسم الربيعي لعام 2012 في تربه رسوبية صنفت الى مستوى تحت المجاميع العظمى Typic Torrifluvents طبقاً للتصنيف الأمريكي الحديث (Soil Survey Staff، 2006) وضمن السلسلة (TW367) بحسب تصنيف Al– (1976) Agidi كما هو موضح في الملحق (2) الذي يبين الوصف المورفولوجي لمقد تربة الدراسة.

2.4.3. إعداد وتهيئه البيت اللدائني (البلاستيكي) الخاص بكل تجربة.

حضرت تربة البيتين البلاستيكيين المتجاورين لتنفيذ الدراسة، وقد بلغت مساحة كل واحد منهما 504م^2 بأبعاد (9x56م) (بيت بلاستيكي لتجربة الحديد و بيت بلاستيكي لتجربة الزنك) إذ عقمت التربة بطريقة التعقيم الشمسي (Solar Pasteurization of soil)، وحرثت وغطيت بالبلاستيك لمدة 35 يوماً أبتداءً من2011/8/1 إلى غاية 2011/9/5

بحسب ما ذكره Katan (1980) ولم يستخدم اي مبيد كيميائي في تعقيم التربة. وبعد انتهاء مدة التعقيم الشمسي للتربة أعيدت الحراثة والتنعيم لتفتيت الكتل الكبيرة (Clods) باستعمال العازقة وإجراء عملية التعديل والتسوية للتربة بشكل جيد ومتجانس، أخذت عينة ممثلة للبيت البلاستيكي لموقع تنفيذ التجربة وعلى عمق 0–30سم بوساطة مثقاب التربة (Auger) لإجراء بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية لتربة البيت البلاستيكي قبل الزراعة كما في جدول 3 وقد استخدمت في التجربتين المختبريتين.

قسمت أرض كل بيت إلى خمس مصاطب بطول 56 م وبعرض 0.7 م وتركت مسافة 0.8 م بين المصاطب مع ترك مسافات عزل في بداية ونهاية وأطراف كل بيت بلاستيكي، قسمت كل مصطبة الى 19 وحدة تجريبية طول الواحدة منها 2.0 م وبعرض 0.7 م بمساحة بلغت 1.4 م^2، مدت شبكات الري بالتنقيط على جانبي كل مصطبة إذ كانت المسافة بين منقط وآخر 40 سم وبلغ عدد النباتات في الوحدة التجريبية 10 نباتات، كما زرعت مقدمة ومؤخرة كل بيت بلاستيكي بنبات الخيار بشكل إضافي كي تكون حارسة وغذاء للحشرات.

جدول 3. بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل قبل الزراعة.

مفصولات التربة غم . كغم$^{-1}$			صنف النسجة	الكثافة الظاهرية (ميكاغرام.م$^{-3}$)	نسبة الرطوبة عند شد		نسبة الماء الجاهز
الرمل	الغرين	الطين			33 Kpa	1500 kpa	
184	712	104	Silt loam	1.46	26.80	10.44	16.36

الأيصالية الكهربائية* (ديسي سيمنز.م$^{-1}$)	درجة تفاعل التربة* (pH)	المادة العضوية (غم.كغم$^{-1}$)	معادن الكاربونات (غم.كغم$^{-1}$)	الجبس (غم.كغم$^{-1}$)	CEC (سنتي مول$^{+}$ كغم$^{-1}$ تربة)
2.24	7.63	9.00	188.7	4.50	20.21

مستخلص 1:1 الأيونات الموجبة والسالبة الذائبة مليمول.لتر$^{-1}$

Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	$CO3^{=}$	$HCO3^{=}$	$SO4^{=}$
4.50	3.75	4.88	0.36	10.48	Nil	2.33	4.34

النتروجين الكلي (غم.كغم$^{-1}$)	الفسفور الجاهز (ملغم.كغم$^{-1}$ تربة)	البوتاسيوم الجاهز (ملغم.كغم$^{-1}$ تربة)	ملغم.كغم$^{-1}$ تربة			
			الزنك	الحديد	النحاس	المنغنيز
0.102	16.36	148.00	2.592	3.190	2.184	4.379

3.4.3. التسميد

أضيف السماد الفوسفاتي بمستوى 250 كغمP.هـ$^{-1}$ بهيئة سوبر فوسفات ثلاثي $Ca(H_2PO_4)2H_2O$ P %21 أثناء إعداد الأرض للزراعة لجميع المعاملات نثراً (الخزاعي، 2006) وتم مزجها مع التربة، أما السماد النيتروجيني فقد اضيف بمستوى 1000 كغم N.هـ$^{-1}$ بهيئة يوريا ($(NH_2)_2CO$) N %46 اضيف مع مياه الري عن طريق المسمدة وعند الثلث الاخير من زمن الري وبعد شهر من الزراعة إذ جزئت الكمية الكلية المضافة إلى عشر دفعات (البطاوي، 2007) أما السماد البوتاسي فقد اضيف بشكل كبريتات البوتاسيوم بمستوى 320 كغم K.هـ$^{-1}$ وبصيغة K_2SO_4 (K %41.5) وعلى دفعتين الأولى في أثناء إعداد الأرض للزراعة والثانية بعد مرحلة التزهير (الخفاجي، 1993).

4.4.3. التصميم التجريبي المتبع ومعاملات الدراسة

نفذت التجربتان الحقليتان بترتيب التجارب العاملية .Factorial Exp على وفق تصميم القطاعات التامة المعشاة Randomized Complete Block Design (R C B D) (الراوي وخلف الله، 2000) اشتملت التجربة على 19 معاملة (6 أنواع من الأسمدة X 3 طرائق إضافة سماد + معاملة المقارنة) وبثلاثة مكررات لكل معاملة اذ تضمن كل بيت بلاستيكي على 57 وحدة تجريبية وكانت معاملات التجربة هي نفسها في التجربة المختبرية التي ذكرت سابقاً، أما المخطط الحقلي للتجربتين فالمخطط 4 يوضح توزيع معاملات التجربة حقلياً في كل تجربة.

5.4.3. طرائق إضافة معاملات التجربة :

1. طريقة الأضافة الورقية (A1)

وذلك برش السماد المصنع سابقاً خلال ثلاث مراحل لنمو النبات وكما يأتي:

المرحلة الأولى بداية مرحلة التزهير والمرحلة الثانية بعد التزهير بأسبوعين والمرحلة الثالثة بعد المرحلة الثانية بأسبوعين، مع إضافة الصابون السائل بكمية قليلة مع السماد كمادة ناشرة ومثبتة للسماد مع مراعاة موعد الإضافة بعد العصر وقبل الغروب.

2. طريقة الإضافة الأرضية (A2)

خفف السماد المصنع بماء النهر إلى حجم 5 لترات وأضيفت الى التربة سقاية بعد زراعة الشتلات بيومين لكل الوحدات التجريبية ولكلتا التجربتين ولكلتا طريقتي الإضافة الأرضية (الأضافة الأرضية بالكامل A2) و (أضافة نصف التوصية الأرضية A3).

3. طريقة الإضافة الارضية مع الرش (A3)

تمت إضافة نصف التوصية الأرضية بعد زراعة الشتلات بيومين ونصف التوصية الورقية بثلاث دفعات كما هو موضح آنفاً.

مخطط 3. توزيع الوحدات التجريبية في التجربتين حقلياً

البيت البلاستيكي الخاص بتجربة الزنك		
R1	**R2**	**R3**
A_3Z_4	A_1Z_1	**Control**
A_3Z_2	A_2Z_3	**A_3Z_3**
A_2Z_4	A_1Z_6	**A_2Z_4**
A_3Z_6	A_2Z_5	**A_1Z_1**
A_2Z_1	A_1Z_5	**A_2Z_6**
A_3Z_1	Control	**A_1Z_3**
A_2Z_2	A_3Z_1	**A_3Z_2**
A_1Z_3	A_3Z_3	**A_1Z_2**
A_1Z_6	A_1Z_2	**A_3Z_4**
A_2Z_5	A_3Z_5	**A_1Z_5**
A_1Z_5	A_3Z_6	**A_2Z_2**
A_1Z_4	A_3Z_4	**A_2Z_3**
Control	A_2Z_6	**A_3Z_6**
A_3Z_3	A_1Z_3	**A_3Z_5**
A_1Z_1	A_2Z_1	**A_2Z_5**
A_2Z_3	A_2Z_4	**A_1Z_4**
A_3Z_5	A_3Z_2	**A_3Z_1**
A_2Z_6	A_1Z_4	**A_1Z_6**
A_1Z_2	A_2Z_2	**A_2Z_1**

البيت البلاستيكي الخاص بتجربة الحديد		
R1	**R2**	**R3**
A_1F_2	A_2F_2	A_2F_3
A_1F_4	A_3F_4	A_3F_6
Control	A_2F_6	A_3F_5
A_3F_3	A_1F_3	A_2F_5
A_1F_1	A_2F_1	A_1F_4
A_2F_3	A_2F_4	A_3F_1
A_3F_5	A_3F_2	A_1F_6
A_2F_6	A_1F_4	A_2F_1
A_3F_4	A_1F_1	Control
A_3F_2	A_2F_3	A_3F_3
A_2F_4	A_1F_6	A_2F_4
A_3F_6	A_2F_5	A_1F_1
A_2F_1	A_1F_5	A_2F_6
A_3F_1	Control	A_1F_3
A_2F_2	A_3F_1	A_3F_2
A_1F_3	A_3F_3	A_1F_2
A_1F_6	A_1F_2	A_3F_4
A_2F_5	A_3F_5	A_1F_5
A_1F_5	A_3F_6	A_2F_2

اتجاه أشعة الشمس ⟶

6.4.3. البذور والزراعة.

تم اختيار بذور الخيار *Cucmis sativus* L. التابعة للعائلة القرعية Cucurbitaceac صنف Silyon RZ الذي يمتاز بكونه هجيناً أنثوياً خاصاً بالزراعة المحمية وهو هولندي المنشأ متعدد الثمار في العقدة الواحدة Multi Fruit ولكونه من الاصناف الجيدة التي ثبت نجاحه في العراق ولاسيما ضمن المنطقة الوسطى.

بتاريخ 2012/1/16 زرعت البذور في أطباق زراعية وعند ظهور من 1–2 ورقة حقيقية نقلت الشتلات بتاريخ 2012/2/12 إلى الحقل. وزرعت بواقع 10 نباتات في الوحدة التجريبية

الواحدة بواقع خمسة نباتات على كل جانب من جوانب أنبوب التنقيط والمسافة بين نبات واخر 40 سم وبذلك أصبح عدد النباتات في التجربة الواحدة 570 نبات (عدا النباتات الحارسة والخطوط الطرفية المزروعة) مع ترك أربعة نباتات حارسة بين كل وحدة تجريبية تفصلها عن الاخرى. أجريت عملية الترقيع بعد مرور 4 أيام من الزراعة.

7.4.3. الري .

تم احتساب حجم الماء المضاف للوحدة التجريبية من معرفة كل من نسبة رطوبة التربة والكثافة الظاهرية لها والعمق المطلوب لتغلغل الماء المضاف وبتطبيق المعادلة التالية :

$$d = \frac{(W_{F.c} - W_w)\ \rho_b}{100}\ D$$

(Kovda وآخرون 1973)

إذ أن :

d: عمق الماء الواجب اضافته (سم)

$W_{F.c}$: الرطوبة الوزنية عند السعة الحقلية (%)

W_w: الرطوبة الوزنية قبل الري مباشرة (%)

ρ_b : الكثافة الظاهرية للتربة (ميكا غرام. م$^{-3}$)

D: عمق المنطقة الجذرية (سم)

وبعد أيجاد عمق الماء المطلوب أضافته يضرب في المساحة الكلية لجميع الوحدات التجريبية وبذلك تم الحصول على كمية الماء اللازم للري وتم ضبط كمية المياه المضافة للوحدات التجريبية بضبط التصريف من خلال المنقطات وتم حساب الزمن اللازم للري. وقد بلغ عدد الريات (31 ريه) تم أجراؤها خلال مدة النمو كلما أستنزف 50% من الماء الجاهز للتربة لايصالها الى حد السعة الحقلية.

8.4.3. عمليات خدمة المحصول (إدارة المحصول).

اجريت عمليات الخدمة من تسليق وتقليم وتعشيب باستمرار خلال مدة نمو المحصول وكل ما دعت الحاجة ورشت النباتات رشات وقائية بالمبيدات وبالكميات الموصى بها للإصابات الفطرية والحشرية بمعدل رشة كل أسبوع في الطور الخضري وبعد عملية الجني تقريباً في الطور الثمري (العلي، 1988) ولبعض حالات الإصابة خاصة:

أ. مرض تعفن الجذور ب. المن

ت. البياض الزغبي Downy Mildow ث. الفطريات

9.4.3. التحليل الإحصائي.

حُللت بيانات الدراسة بطريقة تحليل التباين (ANOVA) ضمن تصميم القطاعات التامة المعشاة (R C B D) ومقارنة متوسطات المعاملات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي L.S.D عند المستوى احتمال 5% بحسب برنامج Genestat Edication.

10.4.3. المعلومات المناخية.

سجلت درجات الحرارة العظمى والصغرى والرطوبة النسبية اليومية، وذلك بوضع جهاز (Thermohydrograph) داخل البيت البلاستيكي، أما خارجه فأخذت المعلومات المناخية خلال مدة نمو المحصول (بدء زراعة الشتلات في البيت البلاستيكي) من محطة الأنواء الجوية في مدينة الرمادي (ملحق3).

5.3. التحاليل والقياسات.

1.5.3. صفات النبات المدروسة.

اختيرت 6 نباتات من منتصف كل وحدة تجريبية ووضعت علامة عليها لدراسة مؤشرات النمو الخضري ولكلتا التجربتين وكما يأتي :

1.1.5.3. ارتفاع النبات(م).

بتاريخ 2012/6/28 نهاية الموسم تم قياسه من منطقة اتصال الساق بالتربة الى القمة النامية لكل نبات محدد ضمن الوحدة التجريبية .

2.1.5.3. عدد العقد على الساق.نبات$^{-1}$.

حسبت في نهاية الموسم على طول الساق الرئيسي من مكان اتصاله بالتربة حتى القمة النامية لكل نبات من النباتات المختارة .

3.1.5.3. محتوى الكلوروفيل النسبي في الأوراق (وحدة SPAD).

قيس المحتوى النسبي للأوراق من الكلوروفيل بجهاز Spad (Chlorophyll meter) 502 كما هو موضح model في الصور المجهز من شركة Minolta اليابانية المحدودة، نفذ هذا القياس في الحقل بعد الرشة الثالثة بأسبوعين وعند الجنية الخامسة وقبل الظهر وكانت درجة حرارة البيت البلاستيكي 25 درجة مئوية (عمران، 2004).

4.1.5.3. المساحة الورقية (دسم^2.ورقة$^{-1}$).

حسبت المساحة الورقية عند الجنية السابعة للثمار في عينات عشوائية (الجاف، 2012) اذ أخذ 30 قرصاً معلوم المساحة (1.5 سم^2/قرص) من خمس أوراق من كل نبات من النباتات المختارة في الوحدة التجريبية (Wallace وآخرون، 2000)، جففت الأقراص وباقي الأوراق كل واحدة على انفراد ثم استخرجت قيمة المساحة الورقية للأوراق المأخوذة على أساس الوزن الجاف ومساحة الأقراص كما هو مبين في المعادلات آلاتية (Watson وWatson، 1953).

$$\text{مساحة الأوراق المختارة} = \frac{\text{مساحة الأقراص(دسم}^2\text{)} \times \text{الوزن الجاف الكلي للأوراق(غم)}}{\text{الوزن الجاف للأقراص(غم)}}$$

5.1.5.3.الوزن الجاف (غم. نبات$^{-1}$).

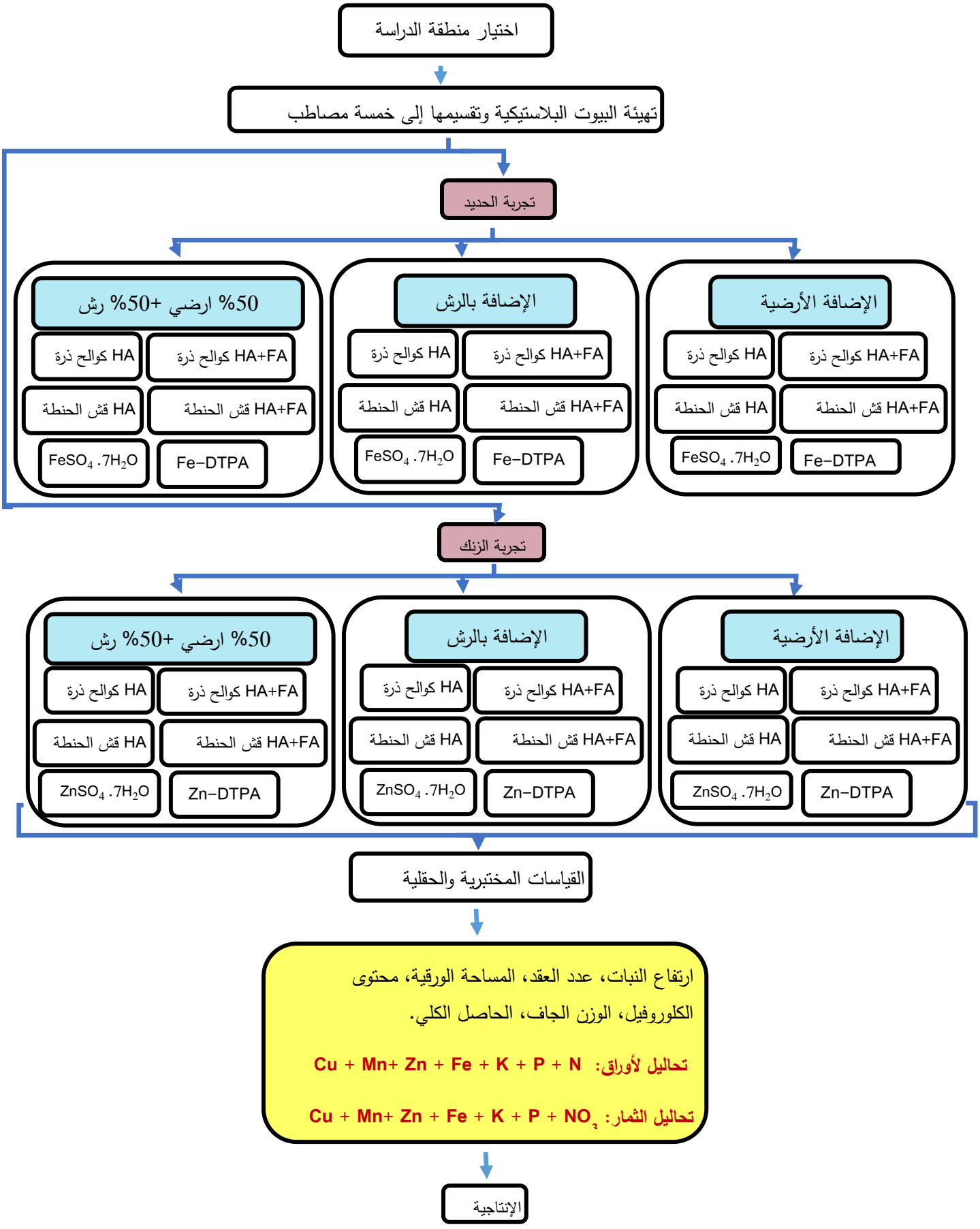
في نهاية الموسم أخذت 6 نباتات من منتصف كل وحدة تجريبية من النباتات المنتخبة سابقاً وأزيلت جذورها وثمارها، ثم وزنت قبل التجفيف وبعده في درجة حرارة 70م° لمدة 48 ساعة لحين ثبوت الوزن (الصحاف، 1989).

6.1.5.3. الحاصل الكلي(ميكاغرام.هـ$^{-1}$).

أخذت جميع القياسات الخاصة بالحاصل على اساس 23 جنية ابتداءً من أول جنية حتى آخر جنية (2012/6/28) بشكل تراكمي لحاصل الوحدة التجريبية لكل جنية زيادة على حسابها على وفق المعادلة الآتية:

$$\textbf{الحاصل الكلي(ميكاغرام.هـ}^{-1}\textbf{)} = \frac{\text{حاصل الوحدة التجريبية (ميكاغرام)}}{\text{مساحة الوحدة التجريبية (م}^2\text{)}} \times 10000\text{م}^2 \text{ (مساحة الهكتار)}$$

مخطط 4. يوضح خطوات اجراء التجربة الحقلية.



2.5.3. التحاليل المختبرية.

1.2.5.3. عينات التربة.

أخذت عينات تربة قبل الزراعة لكل بيت بلاستيكي. ثم جففت العينات هوائياً ونعمت بمطرقة خشبية ومررت من خلال منخل قطر فتحاته 2 ملم ثم مزجت جيداً للحصول على عينة ممثلة لهما وحفظت في أوعية بلاستيكية لحين اجراء عملية التحليل. اذ قدرت بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لعينة ترب الدراسة بالطرائق الآتية.

أ. القياسات الفيزيائية

1. التوزيع الحجمي لدقائق التربة

قيس التوزيع الحجمي لدقائق التربة بطريقة Pipette Method الموضحة في Black (1965a).

2.الكثافة الظاهرية

قيست بطريقة Core Sample على وفق ما ورد في Black (1965a).

ب. التحاليل الكيميائية

1. درجة تفاعل التربة (pH).

قيست باستخدام جهاز pH-Meter بحسب الطرائق الواردة فيPage وآخرين(1982).

2. **التوصيل الكهربائي (EC).**

قيست باستخدام جهاز EC-Meter بحسب الطرائق الواردة في Page وآخرين (1982).

3. الكالسيوم والمغنسيوم الذائبان.

قدر هذان الايونان في مستخلص التربة بالتسحيح مع الفرسنيت (EDTA) بحسب الطريقة الواردة في Richard (1954).

4. البوتاسيوم والصوديوم الذائبان.

قدر هذان الايونان في مستخلص التربة باستعمال جهاز اللهب (Flame photometer) كما ورد في Richard (1954)و Jackson (1973).

5. الكاربونات والبيكاربونات الذائبان.

قدرا بالتسحيح مع حامض الكبريتيك بحسب الطرائق الواردة في Jackson (1973) .

6. الكلوريد.

قدر الكلوريد بالتسحيح مع نترات الفضة بحسب الطريقة الموصوفة في Richard (1954) .

7. الكبريتات الذائبة.

قدر الذائب منها في التربة بعد استخلاصها بخلات الأمونيوم بطريقة العكارة وذلك بترسيبها بوساطة كلوريد الباريوم وتقديره بجهاز المطياف الضوئي (Spectro photometer) على طول موجي 420 نانوميتر على وفق الطريقة الموصوفة في Black (1965) كما وردت في Page وآخرين (1982).

8. معادن الكاربونات .

قدر محتوى التربة من مكافئ معادن الكاربونات كما ورد في Jackson (1958).

9. **الجبس.**

قدر بالترسيب بالأسيتون وقياس الإيصالية الكهربائية للمحلول بجهاز Conductivity Bridge كما ورد في Richard (1954).

10. **المادة العضوية.**

قدرت بطريقة الهضم الرطب بحسب طريقة Walkly و Black كما ورد في Jackson (1958) و Page وآخرين (1982) .

11. النيتروجين الكلي.

قدر النيتروجين الكلي في التربة بطريقة كلدال (Kjeldahl apparatus) الموضحة من قبل Bremner (1960) الواردة في Page وآخرين (1982) .

12. **الفسفور الجاهز في التربة.**

قدر الفسفور الجاهز حسب طريقة Watanable و Olsen (1965) الواردة في Page وآخرين (1982).

13. **البوتاسيوم الجاهز.**

استخلص بوتاسيوم التربة الجاهز باستعمال محلول خلات الامونيوم (1 مولاري) ثم قدر البوتاسيوم بوساطة جهاز اللهب الضوئي (Flame photometer) كما ورد في Black (1965).

14. العناصر الصغرى (Zn وFe و Cu وMn) .

قدرت بعد استخلاصها باستخدام المركب المخلبي DTPA طبقاً لطريقة Lindsay و Norvell (1978) وباستخدام جهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption)

2.2.5.3. العينات النباتية.

أخذت عينات نباتية في مرحلة (الورقة الرابعة والخامسة من القمة النامية اذ تكون ورقة مكتملة الاتساع وفي أوج نشاطها الفسيولوجي كما أوصى بها Millar وWard (1969) من 6 نباتات التي حددت سابقاً في منتصف مرحلة النمو عند الجنية السابعة أي بعد اخر رشة بأسبوعين. كما اخذت عينات الثمار من النباتات المنتخبة من كل وحدة تجريبية (عينات الجنية السابعة) وغسلت الأوراق والثمار بالماء المقطر بعد ذلك جففت هوائياً ثم جففت على درجة حرارة (60–65) مْ لحين ثبوت الوزن (للأوراق والثمار) وطحنت بوساطة هاون خزفي ومزجت لمجانستها وحفظت في أكياس ورقية لتصبح جاهزة للتحاليل المختبرية.

1.2.2.5.3. تحاليل الأوراق.

قدر تركيز الأوراق من عناصر (النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والحديد والزنك والنحاس والمنغنيز بأخذ 0.2 غم من مسحوق العينة النباتية الجافة وهضمت باستعمال حامض الكبريتيك المركز والبيروكلوريك على وفق الطريقة الواردة في (Gresser وParson، 1979) بعد ذلك قدرت العناصر المغذية المحددة بالطرائق الآتية:

1. قدر النتروجين باستخدام جهاز(Micro Kjeldahl) على وفق الطريقة الواردة في (Jackson، 1958)
2. قدر الفسفور الكلي باستخدام مولبيدات الامونيوم وقيس باستخدام جهاز المطياف الضوئي (Spectro phtometer) على طول موجي 882 نانوميتر على وفق الطريقة الواردة في Page وآخرين (1982).
3. قدر البوتاسيوم بواسطة جهاز المطياف اللهبي (Flame photometer) على وفق الطريقة المقترحة من Haynes (1980).
4. قدرت العناصر الصغرى بجهاز الامتصاص الذري Atomic absorption .

كما حللت المخلفات النباتية قبل التحلل وبعده بنفس الطرق اعلاه.

2.2.2.5.3. تحاليل الثمار.

1. قدر محتوى النترات NO_3 في ثمار الجنية السابعة بأستعمال جهاز المطياف الضوئي (Spectro phtometer) على طول موجي 410 نانوميتر حسب طريقة Cataldo واخرين (1975) الخاصة بتقدير النترات في الانسجة النباتية.

2. قدرت العناصر (الفسفور والبوتاسيوم والزنك والحديد والمنغنيز والنحاس) بالطرائق المذكورة آنفاً وذلك بأخذ 0.2 غم من مسحوق العينة النباتية الجافة وهضمت بطريقة هضم الأوراق نفسها ثم قياس العناصر كما في تحاليل الاوراق.

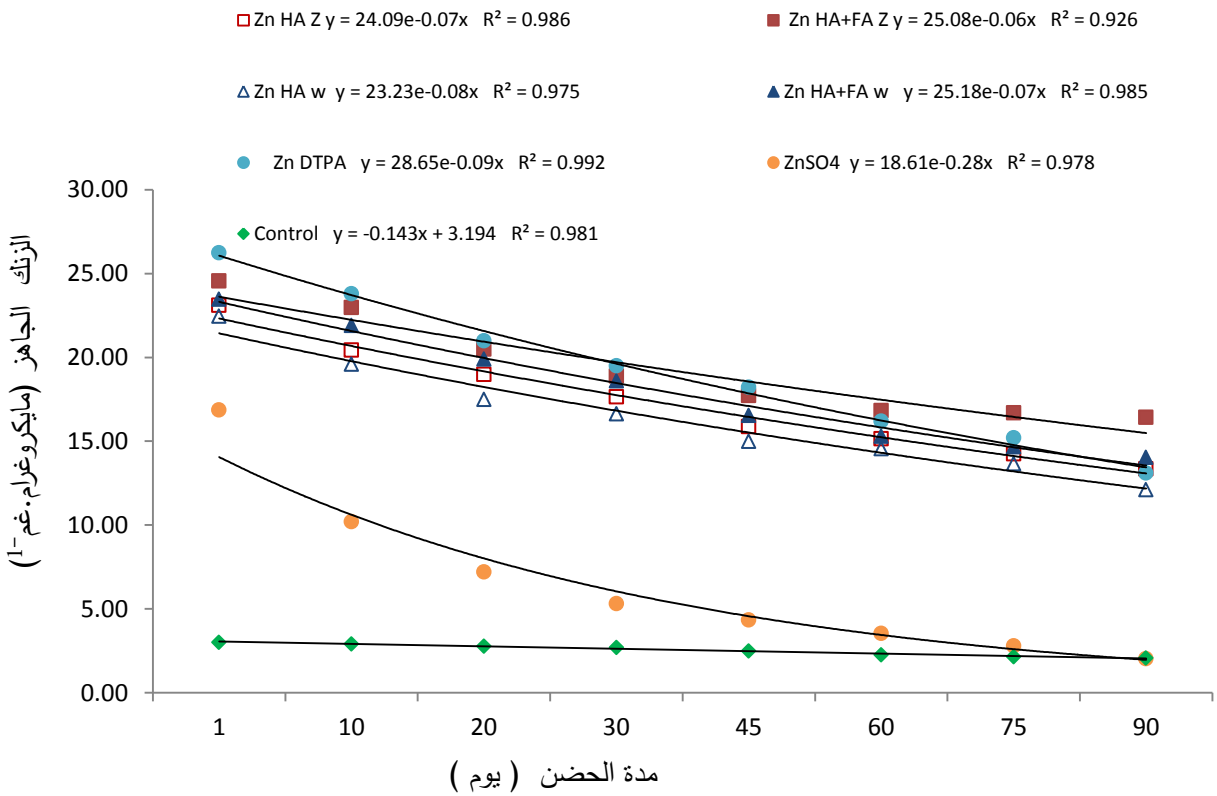
4. النتائج والمناقشة

1.4. التجارب المختبرية

1.1.4. التجربة الأولى: تجربة الزنك

1.1.1.4. تأثير مدة الحضن في تركيز الزنك الجاهز

تشير النتائج في شكل 1 وملحق 4 إلى أن الزنك الجاهز في تربة البيوت المحمية يتناقص مع الزمن عند إضافة مصادر الزنك الستة المختلفة Zn–HAc وZn–HA+FAc و Zn–HAw وZn–HA+FAw وZn–DTPA و$ZnSO_4.7H_2O$ وكان تركيز الزنك من مصادره المختلفة بعد يوم واحد من الإضافة 23.11 و 24.56 و22.47 و23.48 و26.25 و16.87 مايكروغرامZn. غم$^{-1}$على التوالي، اي ان النسبة المئوية للانخفاض في تركيز الزنك الجاهز بعد يوم واحد من الإضافة كان 76.89 و75.44 و77.53 و76.52 و73.75 و83.13% للمصادر المختلفة على التوالي. وبمرور الزمن استمر انخفاض تركيز الزنك إلى أن وصل الى حده الادنى بعد مرور 90 يوماً من الإضافة ولجميع المصادر، إذ كان تركيز الزنك عندها 13.37 و16.44 و12.11 و14.04 و13.10 و2.03 مايكروغرام Zn.غم$^{-}$أي إن النسبة المئوية للانخفاض في تركيز الزنك عند 90 يوماً كان 86.63 و83.56 و87.89 و85.96 و86.90 و97.97% للمصادر Zn–HAc وZn–HA+FAc وZn–HAw و–Zn HA+FAwو Zn–DTPA و$ZnSO_4.7H_2O$ على التوالي. بتعبير آخر بقي بحدود 12–16% من الزنك جاهزاً في التربة عند استعمال المصادر المخلبية المختلفة بالقياس الى 2% مع الزنك المعدني ويعود سبب ذلك إلى تثبيت وترسيب كميات كبيرة منه في التربة بمرور الزمن وذلك لظروف التربة الكلسية من محتواها العالي من كاربونات الكالسيوم وارتفاع درجة تفاعل التربة. إن هذه النتائج جاءت متفقة مع نتائج كثير من الباحثين (Jurinak و Bauer، 1956 و Ryan و Harig، 1983) الذين أشاروا إلى أن زيادة مدة التحضين أدت إلى خفض تركيز التربة من الزنك. كما يلاحظ أن التفاعلات الأولى عند الأزمنة المحددة هي تفاعلات سريعة (Fast reaction) مقارنة بالتفاعلات اللاحقة التي كانت تفاعلات بطيئة.



شكل 1. تأثير زمن الحضن في تركيز الزنك الجاهز (مايكروغرام.غم$^{-1}$)

ان بقاء الزنك في المحلول عند الازمنة الأولى والقصيرة يمكن تفسيره بعدم توافر الوقت الكافي لتكوين المعقدات مع العناصر او معادن الكربونات مثل تفاعلات الاحتجاز والترسيب، أما في الأزمنة الطويلة نسبياً (30 و45 و60 و75 و90) يوماً (ظروف التجربة) فهنالك الوقت الكافي لحدوث تلك التفاعلات وهذا يتفق مع نتائج عديد من الباحثين (El-Rashidi و O'Conner، 1982 و Bohn وآخرين، 1985 و الحديثي، 1997 والتميمي، 1997 و Obrador وآخرين، 2003 والعبيدي، 2010)

وعند مقارنة مصادر الزنك السته في الشكل 1 يلاحظ أن تركيز الزنك في سماد Zn-DTPA كان أعلى من تركيزه في الأسمدة الأخرى بعد أضافته لغاية 45 يوماً مقارنة بالأسمدة الأخرى، ولكن بعد مدة التحضين 60 يوماً من الإضافة تميز سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة (Zn-HA+FAc) بإبقائه على اكبر كمية من الزنك الجاهز في التربة في نهاية مدة التحضين للتربة أي بعد 90 يوماً من الإضافة مقارنة بمصادر الزنك الأخرى. وهذا يعني أن كمية الزنك المتفاعلة في وحدة الزمن ولطول مدة التحضين هي أقل بالنسبة للـ Zn-HA+FAc و Zn-DTPA عما هي عليه في المصادر الأخرى. ان بقاء الزنك

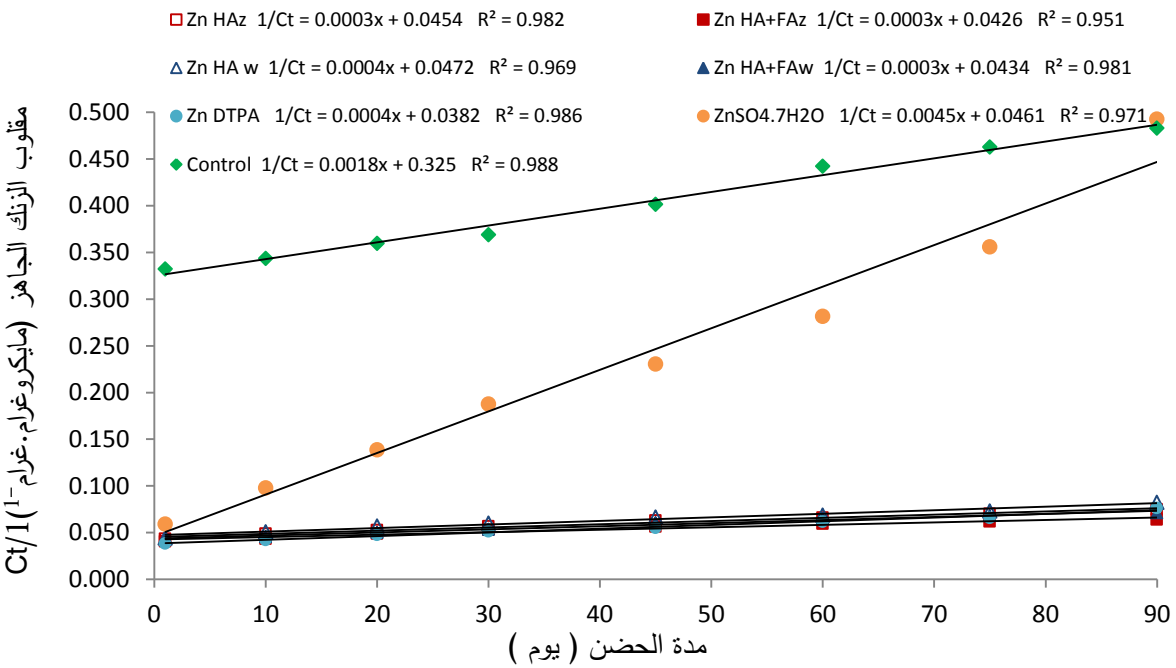
في محلول التربة من مصدر Zn–HA+FAc في نهاية مدة التحضين يمكن أن يعزى إلى دور الأحماض العضوية الطبيعية في خلب الزنك وثبات معقداتها كما ذكر ذلك Catlett (2002) والحديثي (1997) عند استعماله لحامض الهيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة والتميمي (1997) عند استعمالها لهيومات وفولفات الزنك المستخلصة من مخلفات الماعز.

كذلك يبين الشكل 1 المساحة المحصورة بين منحنى التفاعل لمصادر الزنك العضوية الطبيعية والصناعية Zn–HAc و Zn–HA+FAc و Zn–HAw و Zn–HA+FAw و Zn–HA+FAw و Zn DTPA مع المصدر المعدني $ZnSO_4.7H_2O$ فإنها تمثل الكمية الكلية من الزنك التي أضيفت بفعل دور الخلب (Chelating) للمركبات العضوية الطبيعية والصناعية، إذ أن الكمية التي يعطيها المركب المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) تأتي بالمرتبة الثانية بعد المركبات المخلبية العضوية. وإن تفوق المصادر العضوية الطبيعية يعود إلى الخصائص الكيميائية كالإستقرارية أو الثباتية (Stability Formation) للأحماض الدبالية مع العناصر الصغرى مما يؤدي إلى خفض عملية تحولاته واحتجازه في التربة، وكذلك مساهمتها في زيادة سرعة انتشاره وبقائه في طورهما السائل، ان هذه النتائج جاءت متوافقة مع عدد من الباحثين (Norvell و Lindsay، 1972 و Asher و Bar- yousef، 1982 والحديثي، 1997 والتميمي، 1997 وObrador وآخرين، 2003 وAlvarez و Gounzalez، 2006 والعبيدي، 2010). ان تركيز الزنك الجاهز المتبقي في نهاية مدة التحضين عند إضافته بصورة Zn–HA+FAc يقدر بـ 16.44% مقارنة بالأسمدة العضوية الأخرى والصناعية والمعدنية، وهذا يؤكد فاعلية هذا المركب ليس فقط للاسابيع الأولى بل تمتد إلى أكثر من 12 أسبوعاً بعد الإضافة كما تشير اليه منحنيات التفاعل تليه المعاملة Zn–HA+FAw الذي يبلغ الزنك الجاهز المتبقي في نهاية مدة التحضين فيها 14.04%.

2.1.1.4. حركيات تحرر الزنك.

أخضعت نتائج الزنك الجاهز مع الزمن (T) للتحليل الرياضي بوساطة برنامج SPSS لإيجاد أفضل معادلة تصف هذه العلاقة. ومن أصل المعادلات الست المستعملة في الدراسة (معادلة الرتبة صفر و معادلة الرتبة الأولى و معادلة الرتبة الثانية و معادلة الدالة الاسية و

معادلة الانتشار و معادلة ايلوفج) فقد تفوقت معادلة الرتبة الثانية في تحديد الزنك الجاهز من مصادره الستة Zn-HAc و Zn−HA+FAc و Zn-HAw و Zn-HA+FAw و Zn- DTPA و $ZnSO_4.7H_2O$. الشكل 2 وجدول 4 اللذان يشيران إلى أن هذه المعادلة أعطت أعلى قيم لمعامل التحديد (R^2) وأقل قيم للخطأ القياسي المقدر (SEe).



شكل 2. العلاقة بين مدة الحضن ومقلوب الزنك الجاهز (مايكروغرام.غرام$^{-1}$) تبعاً لمعادلة الرتبة الثانية

إن هذا يدل على تناقص تركيز الزنك الجاهز في التربة مع الزمن من الدرجة الثانية، أي إن النموذج الرياضي $1/Ct=1/Co+Kt$ (معادلة الرتبة الثانيةSecond−Order equation) كان هو الأنسب في وصف هذه العلاقة وذلك لأنها أعطت أعلى قيمة لمعامل التحديد (R^2=0.965) وأقل قيمة للخطأ القياسي (SEe=0.006) المبينة مؤشراتها في شكل 2 وجدول 4 وهذا جاء متطابقاً مع ما وجدته العبيدي (2010) في حصولها على المعادلة نفسها (معادلة الدرجة الثانية) في تفوقها بدراسة تناقص الزنك من المصدر العضوي Zn−HA (هيومات الزنك المستخلص من قش الحنطة) بالمقارنة مع المصدر العضوي الصناعي (Zn−DTPA) والمصدر المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$).

وعند حل هذه المعادلة نلاحظ انه عند الزمن 20 يوماً التي تمثل بداية مرحلة الإنبات لمحصول الخيار عند مقارنتها بالتجربة الحقلية، إذ بلغت كمية الزنك الجاهز من مصادره الستة Zn–HAc وZn-HA+FAc وZn-HAw وZnHA+FAw وZn-DTPA و $ZnSO_4.7H_2O$ 19.61 و20.57 و18.12 و 20.24 و21.64 و7.35 مايكروغرام.غم$^{-1}$ للمصادر المذكورة آنفاً على التوالي. فضلاً عن معاملة المقارنة التي بلغت 2.77 مايكروغرام.غم$^{-1}$ أي أن المصدر المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) يعطي أعلى تركيز للزنك بعد مرور 20 يوماً من الإضافة في حين يأتي Zn–HA+FA بالمرتبة الثانية. اما بعد 45 يوماً والتي تتوافق مع مرحلة التزهير وللمصادر أنفسها المذكورة آنفاً على التوالي فكانت قيم الزنك الجاهز 17.09 و17.82 و15.34 و17.57 و 17.79 و4.02 مايكروغرام.غم$^{-1}$ ومعاملة المقارنة بلغت 2.46 مايكروغرام.غم$^{-1}$ فيلاحظ تفوق Zn–HA+FA على المصدر المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) أي أن ثباتية DTPA في إبقاء الزنك في محلول التربة أقل من ثباتية الهيومات والفولفات بعد مرور 45 يوماً من الإضافة، وقد انخفض الزنك الجاهز إلى 14.81 و15.36 و12.95 و15.17 و14.66 و2.61 مايكروغرام.غم$^{-1}$ زيادة على معاملة المقارنة 2.17 مايكروغرام.غم$^{-1}$ عند المرحلة التي تمثل مرحلة الإنتاج والتي تقابل الزمن 75 يوماً أي استمرار ثباتية Zn–HA+FA وإبقائه أعلى تركيز للزنك للمدة من 45 يوماً بعد الإضافة إلى نهاية التجربة (90 يوماً) .

جدول 4. مؤشرات المعادلات الحركية المختلفة لوصف تفاعل الزنك في تربة الحقل المزروعة بنبات الخيار.

Second – order equation $1/C_t = 1/C_0+Kt$			First – order equation $\ln C_t = \ln C_0 - Kt$			Zero – order equation $C_t = C_0 – Kt$			المعادلات الحركية / المعاملة
t	SEe	R^2	t	SEe	R^2	t	SEe	R^2	
47.76	0.002	0.970	124.5	0.040	0.960	35.2	1.00	0.922	Zn HA z
26.34	0.003	0.895	85.43	0.605	0.865	28.6	1.33	0.840	Zn HA+FA z
33.45	0.002	0.969	97.97	0.051	0.944	29.8	1.14	0.902	Zn HA w
44.92	0.002	0.978	128.9	0.04	0.963	39.1	0.95	0.937	Zn HA+FAw
38.88	0.002	0.986	151.3	0.035	0.98	39.8	1.03	0.954	Zn DTPA
2.89	0.026	0.971	23.18	0.181	0.942	7.3	2.72	0.738	$ZnSO_4.7H_2O$
80.75	0.007	0.989	113.4	0.016	0.989	108	0.05	0.986	Control
39.284	**0.006**	**0.965**	**103.516**	**0.138**	**0.949**	**41.158**	**1.173**	**0.897**	المعدل
Elovich – type equation $C_t = C_0 - K\ln t$			**Power equation $\ln C_t = \ln C_0 - K\ln t$**			**Parabolic diffusion equation $C_t = C_0 – Kt^{1/2}$**			المعادلات الحركية / المعاملة
t	SEe	R^2	t	SEe	R^2	t	SEe	R^2	
49.71	0.072	0.871	49.71	0.072	0.871	49.71	0.072	0.871	Zn HA z
66.64	0.056	0.888	66.64	0.056	0.888	66.64	0.056	0.888	Zn HA+FA z
46.74	0.077	0.874	46.74	0.077	0.874	46.74	0.077	0.874	Zn HA w
42.54	0.066	0.827	42.54	0.066	0.827	42.54	0.066	0.827	Zn HA+FAw
34.38	0.111	0.807	34.38	0.111	0.807	34.38	0.111	0.807	Zn DTPA
14.23	0.244	0.895	14.23	0.244	0.895	14.23	0.244	0.895	$ZnSO_4.7H_2O$
16.07	0.083	0.704	16.07	0.083	0.704	16.07	0.083	0.704	Control
38.616	**0.101**	**0.838**	**38.616**	**0.101**	**0.838**	**38.616**	**0.101**	**0.838**	المعدل

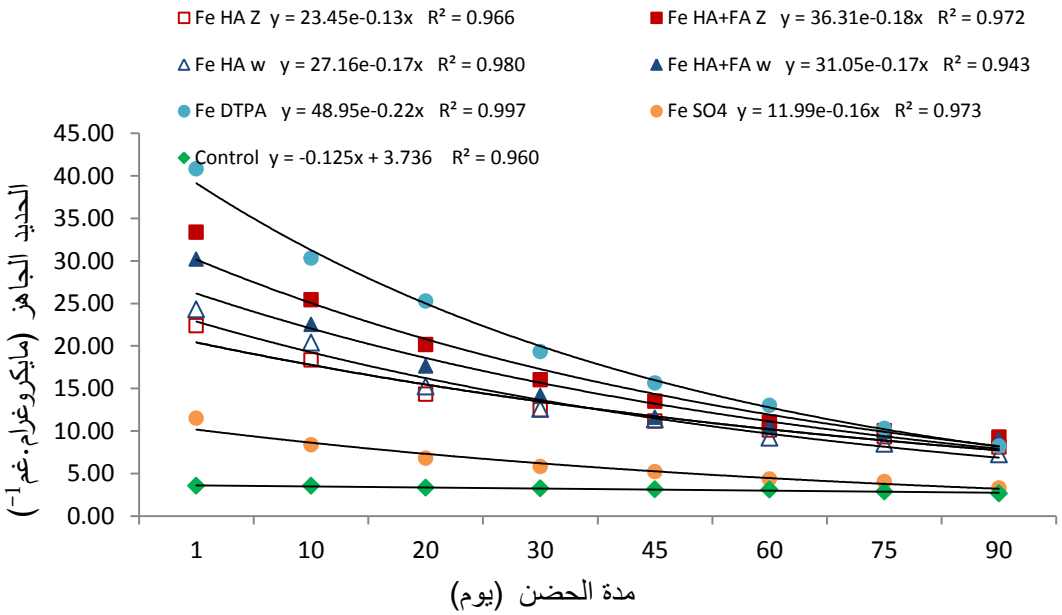
2.1.4. التجربة الثانية: تجربة الحديد

1.2.1.4. تأثير مدة الحضن في تركيز الحديد الجاهز

تشير النتائج في شكل 3 وملحق 5 إلى أن الحديد الجاهز في تربة البيوت المحمية يتناقص أسياً مع الزمن عند إضافة مصادر الحديد الستة المختلفة Fe-HAc وFe-HA+FAc وFe-HAw وFe-HA+FAw وFe-DTPA و $FeSO_4.7H_2O$ زيادة على معاملة المقارنة (من دون إضافة) .

كان تركيز الحديد الجاهز بعد يوماً واحد من الإضافة ومن المصادر المختلفة المذكورة آنفاً 22.36 و33.36 و24.29 و30.20 و40.82 و11.50 مايكروغرام.غم$^{-1}$على التوالي فضلاً عن 3.55 مايكروغرام. غم$^{-1}$ في معاملة المقارنة اي أن النسبة المئوية للأنخفاض في تركيز الحديد الجاهز بعد يوماً واحد من الإضافة كان بنسبة و77.64 و66.64 و75.71 و69.80 و59.18 و88.50% للمصادر المختلفة على التوالي، وبمرور الزمن بدأ انخفاض تركيز التربة قيد الدراسة من الحديد وصولاً إلى أعلى انخفاض سجل بعد مرور 90 يوماً من الإضافة لجميع المصادر، إذ كان تركيز الحديد عندها 8.11 و9.27 و7.25 و8.98 و8.23 و3.30 مايكروغرام.غم$^{-1}$ وكذلك في معاملة المقارنة (من دون إضافة) إلى 2.64 مايكروغرام.غم$^{-1}$اي ان مقدار الانخفاض في تركيز الحديد كان بنسبة 91.89 و90.37 و92.75 و91.02 و91.77 و96.70 % لكل من Fe-HAc وFe-HA+FAc وFe-HAw وFe-HA+FAw وFe-DTPA و$FeSO_4.7H_2O$ على التوالي. إن أعلى انخفاض في تركيز الحديد لوحظ عند إضافته من المصدر المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) وكان بنسبة 96.70% بعد 90 يوماً من الإضافة، ويعود سبب ذلك إلى تثبيت وترسيب كميات كبيرة منه في التربة وبمرور الزمن وذلك لظروف التربة الكلسية ومحتواها العالي من كاربونات الكالسيوم وارتفاع درجة تفاعل التربة. إن هذه النتائج تتفق مع نتائج كثير من الباحثين ومنهم الحديثي (1997) والتميمي (1997) كما اتفقت النتائج مع Al-Uqaili وآخرين، (2002) في تفوق سماد الحديد المخلبي Fe-DTPA مقارنة بمصادر الحديد الأخرى ولم تختلف النتائج مع الكنه (2006)، كما اتفقت النتائج مع Ryan و Harig (1983) والعبيدي (2010) في تفوق

هيومات الزنك على مصادر الزنك الأخرى. إذ أشاروا هؤلاء الباحثين إلى إن زيادة مدة الحضن أدت إلى خفض تركيز الحديد الجاهز في محلول التربة. ان سبب ذلك يمكن تفسيره إلى ان التفاعلات الأولى عند الأزمنة المحددة هي تفاعلات سريعة (Fast reactions) أما في الأزمنة الأخرى فتحدث تفاعلات بطيئة (التفاعلات اللاحقة)، ويمكن تفسير بأن تركيز الحديد في المدد الأولى كان كبيراً مقارنة بالمدد المتأخرة بسبب عدم توافر الوقت الكافي لتكوين المعقدات مع العناصر او معادن الكربونات مثل تفاعلات الاحتجاز والترسيب والتي يبقى فيها العنصر جاهزاً ، وبمرور الوقت سوف تحدث تلك التفاعلات للعناصر (الحديد، الزنك)، وهذا يتفق مع الكنه (2006) عند استعماله مصدر الحديد Fe-EDTA و $FeSO_4.7H_2O$، إذ لاحظ وجود علاقة معنوية بين امتزاز الحديد وتركيز عشر ترب من نينوى في محتواها من الطين والمادة العضوية وكاربونات الكالسيوم.



شكل 3. تأثير زمن الحضن في تركيز الحديد الجاهز (مايكروغرام.غم-1)

وعند مقارنة مصادر الحديد الستة نلاحظ ان تركيز الحديد الجاهز من المصدر Fe-DTPA كان أعلى من المصادر الأخرى من أول يوماً بعد الإضافة حتى 60 يوماً بعد الإضافة مقارنة بالأسمدة الأخرى ، ولكن بعد مدة التحضين 75 يوماً من الإضافة أصبح بمقدار مساوٍ لسماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة (Fe-HA+FAc)، أما بعد 90 يوماً من الإضافة فقد تميز سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة (Fe-

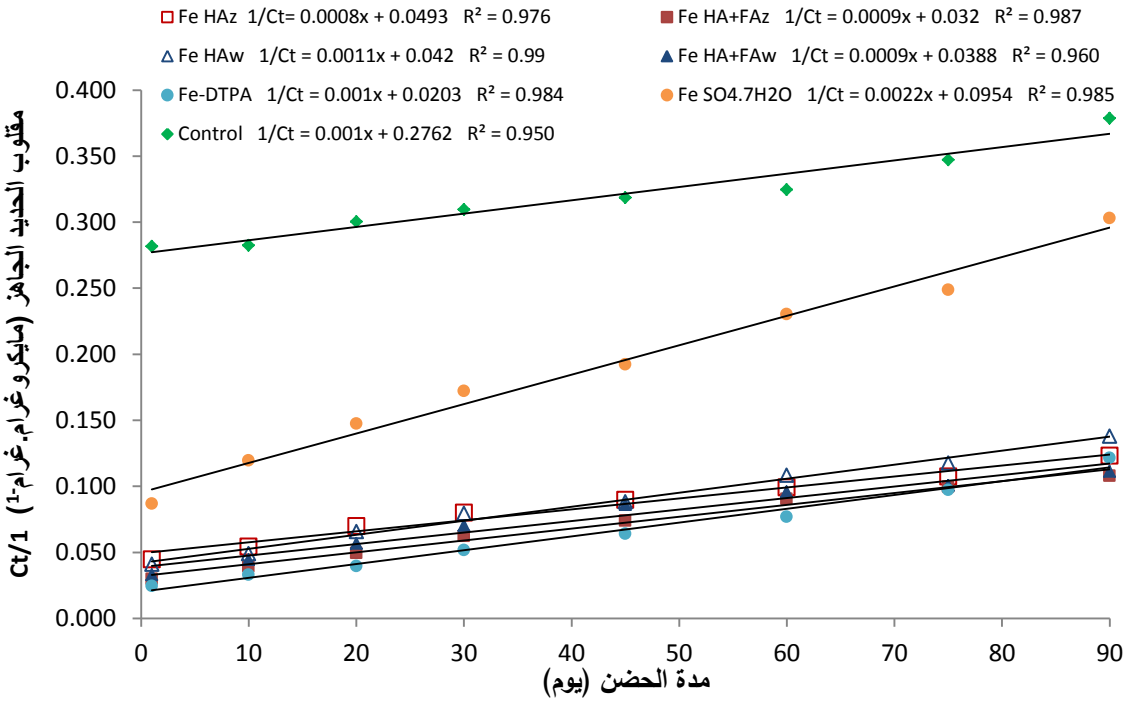
(HA+FAc باحتوائه على اكبر كمية من الحديد الجاهز المتبقي في التربة. و يعزى السبب لدور الاحماض العضوية الطبيعية (حامض الهيوميك وحامض الهيوميك +حامض الفولفيك) إلى خلب الحديد وثبات معقداتها مع الحديد والبقاء لمدة طويلة، وهذا يتفق مع ما وجده الحديثي (1997) عند استعماله لهيومات وفولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة وتفوقهما على الحديد المخلبي الصناعي والمعدني ومع التميمي (1997) التي استخدمت هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من مخلفات الماعز.

كذلك يبين شكل 3 المساحة المحصورة بين منحنى التفاعل لمصادر الحديد العضوية الطبيعية والصناعية Fe-HAc وFe-HA+FAc و Fe-HAw وFe-HA+FAw و Fe-DTPA مع المصدر المعدني$FeSO_4.7H_2O$ فانها تمثل الكمية الكلية من الحديد التي أضيفت بفعل دور الخلب (Chelating) للمركبات العضوية الطبيعية والصناعية، مقارنة بالصورة المعدنية ($FeSO_4.7H_2O$). إن تفوق المصدر المخلبي الطبيعي (Fe-HA+FAc) على المصدر المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) يعود إلى الخصائص الكيميائية كالاستقرارية أو الثباتية (Stability Formation) للأحماض الدبالية مع العناصر الصغرى التي تؤدي إلى خفض عملية تحولاته واحتجازه في التربة، وكذلك مساهمتها في زيادة سرعة انتشاره وبقائه في طورها السائل، ان هذه النتائج جاءت متوافقة مع عدد من الباحثين (الحديثي، 1997 والتميمي، 1997) وAl-Uqaili وآخرين، (2002) في تفوق سماد الحديد المخلبي Fe-DTPA مقارنة بمصادر الحديد الأخرى ولم تختلف النتائج مع الكنة (2006) ومن الملاحظ ان تركيز الحديد الجاهز المتبقي في نهاية مدة التحضين عند إضافته بصورة Fe-HA+FAc يقدر بـ 9.27% مقارنة مع الأسمدة العضوية الأخرى والصناعية والمعدنية، وهذا يؤكد فاعلية هذا المركب ليس فقط للأسابيع الأولى بل تمتد إلى أكثر من 12 أسبوع بعد الإضافة كما تشير إليه منحنيات التفاعل.

2.2.1.4. حركيات تحرر الحديد.

أخضعت نتائج تركيز الحديد الجاهز مع الزمن (T) للتحليل الرياضي بوساطة برنامج SPSS لإيجاد أفضل معادلة تصف هذه العلاقة . ومن أصل المعادلات الست المستعملة في الدراسة

(معادلة الرتبة صفر و معادلة الرتبة الأولى و معادلة الرتبة الثانية و معادلة الدالة الأسية و معادلة الانتشار و معادلة ايلوفج) فقد تفوقت معادلة الرتبة الثانية في تحديد الحديد الجاهز من مصادره الستة Fe–HAc و Fe–HA+FAc و Fe–HAw و Fe–HA+FAw و Fe DTPA و $Fe\ SO_4.7H_2O$. فضلاً عن معاملة المقارنة (من دون إضافة) مع الزمن، ويبين شكل 4 وجدول 5 أن هذه المعادلة أعطت أعلى قيم لمعامل التحديد (R^2) وأقل قيم للخطأ القياسي المقدر (SEe) وهذا يدل على تناقص تركيز الحديد الجاهز في التربة مع الزمن من الدرجة الثانية، وفق النموذج الرياضي $1/Ct=1/Co+Kt$ (معادلة الرتبة الثانية Second–Order equation) الذي تميز في وصف هذه العلاقة وذلك لأنها أعطت أعلى قيمة لمعامل التحديد (R^2=0.976) وأقل قيمة للخطأ القياسي (SEe=0.006) المبينة مؤشراتها في شكل 4 وجدول 5 وهذا جاء متطابقاً مع وجدته العبيدي (2010) على الزنك في حصولها على المعادلة نفسها (معادلة الدرجة الثانية).



شكل 4. العلاقة بين مدة الحضن ومقلوب الحديد (مايكروغرام.غرام-1) تبعاً لمعادلة الرتبة الثانية

وعند حل هذه المعادلة نلاحظ انه عند الزمن 20 يوماً والتي تمثل بداية مرحلة الإنبات لمحصول الخيار عند مقارنتها بالتجربة الحقلية. إذ بلغ تركيز الحديد الجاهز من مصادره الستة

Fe–HAc وFe-HA+FAc وFe-HAw وFeHA+FAw وFe-DTPA و$FeSO_4.7H_2O$ بمقدار 15.31 و20.00 و15.62 و17.60 و24.81 و7.17 مايكروغرام.غم$^{-1}$ للمصادر المذكورة آنفاً على التوالي بالإضافة إلى معاملة المقارنة والتي بلغت 3.38 مايكروغرام.غم$^{-1}$. ان المصدر المخلبي الصناعي للحديد (Fe–DTPA) اعطى أعلى تركيز في حين اعطى المصدر المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) أقل تركيز بعد مرور 20 يوماً من الإضافة. اما في مرحلة التزهير والتي تتوافق مع الزمن 45 يوماً تقريباً من الإضافة فقد بلغ الحديد الجاهز 11.72 و13.79 و10.93 و12.61 و15.31 و5.14 مايكروغرام.غم$^{-1}$ للمصادر الستة المذكورة آنفاً على التوالي زيادة على معاملة المقارنة التي بلغت 3.11 مايكروغرام.غم$^{-1}$ أي إعطاء مصدر الحديد المخلبي الصناعي (Fe–DTPA) أعلى تركيز بالمقارنة مع المصادر الأخرى في حين اعطى الحديد المعدني أقل تركيز. أما في مرحلة الإنتاج الفعلي والتي تقابل الزمن 75 يوماً بعد الإضافة فقد بلغ الحديد الجاهز للمصادر الستة المذكورة آنفاً على التوالي 9.15 و 10.05 و 8.03 و 9.41 و 10.49 و 3.84 مايكروغرام.غم$^{-1}$ ومعاملة المقارنة 2.85 مايكروغرام.غم$^{-1}$ اي ان Fe-DTPA اعطى تركيزاً مقداره 10.49 مايكروغرام غم$^{-1}$ فيما أعطى Fe–HA+FAc تركيزاً متقارباً جداً مقداره 10.05 مايكروغرام غم$^{-1}$ بعد مرور 75 يوماً من الإضافة. أما بعد مرور 75 وصولاً إلى نهاية التجربة (90 يوماً) فقد تميز السماد Fe–HA+FA بثباتية أعلى وإعطائه أعلى تركيز.

جدول 5. مؤشرات المعادلات الحركية المختلفة لوصف تفاعل الحديد في تربة الحقل المزروعة بنبات الخيار.

Second – order equation $1/C_t = 1/C_0+Kt$			First – order equation $lnC_t = lnC_0 - Kt$			Zero – order equation $C_t = C_0 – Kt$			المعادلات الحركية / المعاملة
t	SEe	R^2	t	SEe	R^2	t	SEe	R^2	
18.37	0.0044	0.976	46.02	0.1062	0.92	14.54	2.162	0.832	**Fe HA z**
15.09	0.0035	0.987	41.39	0.1329	0.929	11.8	3.827	0.826	**Fe HA+FA z**
18.94	0.0036	0.99	47.02	0.1075	0.945	13.72	2.505	0.852	**Fe HA w**
10.58	0.006	0.961	34.08	0.1546	0.89	10.62	3.761	0.78	**Fe HA+FA w**
7.51	0.0044	0.985	70.92	0.0835	0.98	13.12	4.263	0.874	**Fe DTPA**
16.83	0.0093	0.985	33.44	0.1112	0.936	12.46	1.2366	0.82	**$FeSO_4.7H_2O$**
57.58	0.0079	0.95	103.17	0.0204	0.965	97.21	0.0606	0.968	**Control**
20.700	**0.006**	**0.976**	**53.720**	**0.102**	**0.938**	**24.781**	**2.545**	**0.850**	**المعدل**
Elovich – type equation $C_t = C_0 - Klnt$			**Power equation $lnC_t = lnC_0 - Klnt$**			**Parabolic diffusion equation $C_t = C_0 – Kt^{1/2}$**			المعادلات الحركية / المعاملة
t	SEe	R^2	t	SEe	R^2	t	SEe	R^2	
23.7	1.119	0.955	25.63	1.062	0.959	30.84	0.1183	0.9	**Fe HA z**
22.017	1.792	0.962	21.99	1.843	0.96	24.84	0.1675	0.888	**Fe HA+FA z**
17.19	1.712	0.931	24.78	1.224	0.965	22.28	0.1706	0.862	**Fe HA w**
26.81	1.321	0.973	17.48	2.05	0.935	30.15	0.1329	0.919	**Fe HA+FA w**
18.42	2.674	0.951	31.31	1.617	0.982	18.2	0.2451	0.829	**Fe DTPA**
34.28	0.3916	0.982	22.46	0.6073	0.956	21.25	0.1366	0.904	**$FeSO_4.7H_2O$**
22.33	0.1883	0.689	43.98	0.1019	0.909	24.31	0.0615	0.68	**Control**
23.535	**1.314**	**0.920**	**26.804**	**1.215**	**0.952**	**24.553**	**0.148**	**0.855**	**المعدل**

2.4. التجارب الحقلية.

1.2.4. التجربة الأولى: تجربة الزنك.

1.1.2.4. تأثير مصدر وطرائق إضافة الزنك في بعض الصفات المدروسة.

1.1.1.2.4. ارتفاع النبات (م).

تشير نتائج جدول 6 إلى تأثير مصادر وطرائق إضافة الزنك وتداخلاتهما في ارتفاع نبات الخيار. إذ يلاحظ تفوق هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة (Zn-HA+FAc) (Z_2) معنوياً على جميع مصادر الزنك المختلفة سواء المخلبية الطبيعية الأخرى او المخلبية الصناعية او المعدنية إذ حصل عندها أعلى معدل بلغ 4.90 م بنسبة زيادة مقدارها 3.95% و19.80% و25.64% مقارنة بمصدر الزنك المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) والمصدر المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة (من دون إضافة الزنك) على التوالي. كما تفوقت جميع مصادر الزنك العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك معنوياً على السماد المخلبي الصناعي والسماد المعدني وعند المقارنة بين مصادر الزنك الطبيعية نجد أن أقل قيمة لها عند سماد هيومات الزنك المستخلصة من قش الحنطة (Zn–HA) التي بلغت 4.47م والتي تفوقت بنسبة مقدارها 3.95% و9.29% و14.61% على مصدر الزنك المخلبي الصناعي(Zn–DTPA) ومصدر الزنك المعدني ومن دون إضافة زنك على التوالي كما تفوق مصدر الزنك المخلبي Zn–DTPA معنوياً على المصدر المعدني $ZnSO_4.7H_2O$ ومعاملة المقارنة بنسبة مقدارها 5.13% و10.25% على التوالي. وكذلك لوحظ تفوق معنوي للمصدر المعدني قياساً بالمقارنة بنسبة زيادة مقدارها 4.87% ، ويعزى السبب إلى دور الزنك في تكوين الحامض الاميني Tryptapham الذي يعد المادة الأساسية لهرمون أندول حامض الخليك (IAA) الضروري في عملية انقسام الخلايا واستطالتها وزيادة عملية البناء الضوئي مما يزيد من ارتفاع النبات (Cakmak وآخرين، 1998) وهذا يتفق مع نتائج كل من Boycheva و BabalaKova (2008) و Tzerakis وآخرين (2012) الذين وجدوا زيادة ارتفاع نبات الخيار عند إضافة الزنك من مصادر مختلفة و Gurmani وآخرين (2012) عند دراستهم صنفين من الطماطة تحت ظروف البيوت المحمية.

جدول 6. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في ارتفاع نبات الخيار (م)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة مصادر الزنك (A)			معدل مصادر الزنك
	رشاً (A1)	أرضي (A2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A3)	
(Z0) Control	3.90	3.90	3.90	3.90
(Z1) Zn-HAc من كوالح الذرة	4.85	4.76	4.66	4.75
(Z2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	4.92	4.81	4.97	4.90
(Z3) Zn-HAw من قش الحنطة	4.42	4.22	4.76	4.47
(Z4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	4.65	4.26	4.91	4.61
(Z5) $ZnSO_4.7H_2O$	4.12	4.12	4.03	4.09
(Z6) Zn-DTPA	4.33	4.17	4.39	4.30
L.S.D $_{0.05}$ A * Z	0.24			
معدل طرائق الإضافة	4.46	4.32	4.52	
L.S.D $_{0.05}$	0.09			0.14

وكذلك لدور الأحماض الدبالية (حامض الهيوميك أو حامض الهيوميك + حامض الفولفيك) لما تحتوية من عناصر غذائية مهمة تزيد من نمو وتطور النبات مقارنة بالمصدر المخلبي الصناعي والمعدني. وفي الوقت نفسه تعمل على زيادة نفاذية الأغشية التي تسبب زيادة امتصاص المغذيات (Chen و Aviad، 1990) وهذه النتائج جاءت متوافقة مع Unlu وآخرين (2011) والشبراوي وآخرين (2011) والـ El– Nemr وآخرين (2012) و Sure وآخرين (2012) و Bozorgi وآخرين (2012)عند دراستهم على محصول الخيار.

اما طرائق إضافة مصادر الزنك المختلفة فقد أعطت طريقة إضافة الأسمدة (نصف الكمية أرضي+ نصف الكمية رشاً) أعلى معدل بلغ 4.52 م في حين كان أدنى معدل 4.32 م عند إضافة المصادر المختلفة بشكل أرضي. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي فروقاً معنوية بين طرائق الإضافة في ارتفاع نبات الخيار، إذ تفوقت معاملة إضافة الزنك بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً معنوياً على طريقة إضافة المصادر بشكل أرضي بنسبة مقدارها 4.62% كما

أشار الجدول ايضاً إلى تفوق طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري بنسبة زيادة مقدارها 3.24% مقارنة بالإضافة الأرضية في حين لم تلاحظ فروق معنوية بين طريقتي الإضافة بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً مقارنة بالإضافة رشاً على المجموع الخضري . وهذه النتائج تتفق مع ما وجده Unlu (2011) على نبات الخيار والعامري (2011) على نبات الطماطة في تفوق طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري وطريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري + الإضافة الأرضية.

كما أظهرت النتائج تأثيراً معنوياً للتداخل بين مصادر الزنك المختلفة وطرائق إضافتها، إذ لوحظ أن أعلى معدل لارتفاع النبات بلغ 4.97 م في معاملة هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة (Zn–HA+FA) المضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي وأدناها 4.03 م عند استعمال الزنك المعدني والمضافة بالطريقة نفسها، و3.90 م في معاملة المقارنة إذ كانت نسبة الزيادة بمقدار 23.32% و 27.43% على التوالي.

2.1.1.2.4. عدد العقد. نبات$^{-1}$.

يوضح جدول 7 أن معدل عدد العقد للنبات قد تأثر بمصادر الزنك وطرائق أضافتها إذ تشير النتائج إلى وجود فروق معنوية بين مصادر الزنك المختلفة وتفوق سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة (Zn–HA +FA) (Z_2) معنوياً على جميع مصادر الزنك المختلفة (مخلبية طبيعية أو مخلبية صناعية أو معدنية) إذ بلغ أعلى معدل لعدد العقد في النبات 53.22 عقدة.نبات$^{-1}$ مقارنة بـ 49.22 و48.33 و49.11 و46.11 و45.33 و39.00 عقدة.نبات$^{-1}$ أي بنسبة زيادة مقدارها 8.12% و10.11% و8.36% و15.42% و17.40% و36.46% مقارنة بهيومات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة وهيومات الزنك المستخلصة من قش الحنطة وهيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة ومصدر الزنك المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) والمصدر المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة على التوالي. كما تفوقت معنوياً جميع مصادر الزنك العضوية سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + الفولفيك التي كانت أقل قيمة لها عند هيومات الزنك المستخلصة من قش الحنطة وقد بلغ 48.33 عقدة.نبات$^{-1}$ وهو قد تفوق بشكل معنوي أيضاً على كل من المصدر المخلبي الصناعي

والمصدر المعدني ومعاملة من دون إضافة الذي بلغ عندها عدد العقد 46.11 و45.33 و 39.00 عقدة.نبات$^{-1}$ أي بنسبة زيادة 4.81% و6.61% و36.46% على التوالي. وعلى الرغم من أن مصدر الزنك المخلبي الصناعي (Zn-DTPA) حقق عدد عقد بالنبات بمقدار 45.33 عقدة.نبات$^{-1}$ الا انه ليس هناك فرق بينه وبين المصدر المعدني ولكنهما تفوقا وبشكل معنوي بنسبة زيادة مقدارها 18.23% و16.23% للمصدرين على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة.

جدول 7. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في معدل عدد عقد الخيار.نبات$^{-1}$

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	39.00	39.00	39.00	**39.00**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	48.00	50.00	49.67	**49.22**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	53.67	50.67	55.33	**53.22**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	50.33	47.67	47.00	**48.33**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	51.00	48.33	48.00	**49.11**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	46.67	43.33	46.00	**45.33**
(Z_6) Zn-DTPA	47.67	44.00	46.67	**46.11**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z			**2.32**	
معدل طرائق الإضافة	**48.05**	**46.14**	**47.38**	
L.S.D $_{0.05}$		**0.88**		**1.34**

إن هذه النتائج تعزى إلى دور الزنك في كثير من الفعاليات الحيوية داخل النبات. او قد يعزى السبب إلى دور الأحماض الدبالية في زيادة عدد العقد وهذه النتائج جاءت متفقة مع Bozorgi وآخرين (2012) وSure وآخرين (2012) عند إضافة حامض الهيوميك إلى الخيار.

أما طرائق إضافة مصادر الزنك المختلفة فقد أعطت طريقة إضافة الأسمدة رشاً على المجموع الخضري(A1) أعلى معدل بلغ 48.05 عقدة.نبات$^{-1}$ تليه طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي (A3) 47.38 عقدة.نبات$^{-1}$ و46.14 عقدة.نبات$^{-1}$ وأقل

معدل لعدد العقد عند إضافة مصادر الزنك المختلفة بشكل أرضي (A2). كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي فروقاً معنوية بين طرائق الإضافة في هذه الصفة. إذ تفوقت طريقة الإضافة رشاً على الجزء الخضري معنوياً على طريقة الإضافة الأرضية بنسبة زيادة 4.13% كما تفوقت طريقة إضافة الأسمدة بشكل نصف كمية الأسمدة الأرضية + نصف الكمية رشاً على طريقة الإضافة الأرضية بنسبة زيادة 2.68% في حين لم تلاحظ هناك فروق معنوية بين طريقتي الإضافة رشاً على النبات مع طريقة اضافة نصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً.

كما تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود تأثير معنوي للتداخل بين مصادر الزنك وطرائق إضافتها في معدل عدد العقد. ولوحظ ان أعلى معدل لها بلغ 55.33 عقدة.نبات$^{-1}$ في معاملة هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة (Zn–HA+FA) والمضافة بطريقة نصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً في حين بلغت أقلها 43.33 عقدة.نبات$^{-1}$ في معاملة مصدر الزنك المعدني المضاف بالطريقة الأرضية. و39.00 في معاملة المقارنة (من دون إضافة زنك).

3.1.1.2.4. محتوى الكلوروفيل النسبي في الأوراق (وحدة SPAD).

تشير البيانات في جدول 8 إلى تأثير مصدر وطرائق إضافة الزنك وتداخلاتهما في تركيز الأوراق النسبي من الكلوروفيل والمقاس بوحدة SPAD إلى تفوق سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة (Zn–HA+FA) معنوياً في صفة تركيز الأوراق النسبي من الكلوروفيل على جميع مصادر الزنك الأخرى ومعاملة من دون إضافة إذ بلغ معدله 41.28 وحدة SPAD أي بنسبة زيادة مقدارها 7.75% و 9.41% و 10.96% مقارنة بمصدر الزنك المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) والمصدر المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة على التوالي. كما يشير التحليل الإحصائي إلى تفوق جميع مصادر أسمدة الزنك العضوية الطبيعية الأخرى سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك+حامض الفولفيك عدا هيومات الزنك المستخلصة من قش الحنطة (Zn–HA) على مصدر سماد الزنك العضوي الصناعي (Zn–DTPA) ومصدر الزنك المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة. كما لم يلاحظ وجود

فرق معنوي للسماد المخلبي الصناعي العضوي مع مصدر الزنك المعدني في حين كان هناك فرق معنوي للـ Zn-DTPA وبين معاملة المقارنة بنسبة زيادة مقدارها 2.98%.

جدول 8. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز الأوراق النسبي من الكلوروفيل (SPAD)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	37.20	37.20	37.20	**37.20**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	42.07	39.87	38.40	**40.11**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	44.07	40.30	39.47	**41.28**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	40.57	39.03	38.23	**39.28**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	40.60	39.17	40.30	**40.02**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	38.23	38.07	36.90	**37.73**
(Z_6) Zn-DTPA	39.03	38.10	37.80	**38.31**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z		**1.89**		
معدل طرائق الإضافة	**40.25**	**38.82**	**38.33**	
L.S.D $_{0.05}$		**0.71**		**1.09**

قد يعزى السبب للدور الذي يلعبه الزنك في تخليق المركبات والإنزيمات المهمة لنمو النبات . وهذه الزيادة جاءت متوافقة مع نتائج Boycheva و Babalakova (2008) على الخيار عند إضافة الزنك بصورة Zn-HEDTA و Gurmani وآخرين (2012)على محصول الطماطة إذ زاد تركيز الأوراق من الكلوروفيل بزيادة إضافة مستويات الزنك. وكذلك لدور هيومات وفولفات الزنك لما تحتويه من عناصر غذائية مهمة في نمو النبات وتطوره ، كما لوحظ فرق معنوي بين هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة وهيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة ذي التركيز الأعلى من النتروجين الأعلى الذي يدخل في تكوين الكلوروفيل فضلاً عن تكوين الأحماض الامينية التي تدخل في تكوين البلاستيدات الخضراء (Micelli Gutierrez- وآخرين، 2007) مما يزيد من تركيز الأوراق من الكلوروفيل واكد Myint وآخرين

(2010) ان الكلوروفيل مرتبط ارتباطاً مباشراً بمستوى النبات من النتروجين. وهذه النتائج تتفق مع Pinton وآخرين (1998) و Unlu وآخرين (2011) و Sure (2012) في زيادة تركيز الكلوروفيل في الخيار.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن لطرائق إضافة الزنك تأثيراً معنوياً في معدل تركيز الأوراق النسبي من الكلوروفيل فأعطت معاملة الرشاً على المجموع الخضري (A1) أعلى معدل بلغ 40.25 وحدة SPAD تليه طريقة الإضافة الأرضية (A2) التي بلغت 38.82 في حين أعطت طريقة إضافة نصف الكمية رشاً مع نصفها أرضي (A3) أقل معدل بلغ 37.80 وحدة SPAD. في حين لا يوجد فرق معنوي بين طريقة الإضافة الأرضية وطريقة إضافة نصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي من مصادر الزنك المختلفة .

كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود تأثير معنوي للتداخل بين مصدر وطرائق إضافة الزنك ، إذ كان أعلى معدل لتركيز الأوراق النسبي من الكلوروفيل عند معاملة هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة Zn–HA+ ZA المضاف بطريقة الرش وقد بلغ 44.07 وحدة SPAD في حين بلغ أقل معدل عند معاملة كبريتات الزنك والمضاف بطريقة نصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي قد بلغت 36.90 وحدة SPAD .

4.1.1.2.4. المساحة الورقية (دسم^2.ورقة$^{-1}$).

يبين جدول 9 متوسطات المساحة الورقية لنبات الخيار وقيم أقل فرق معنوي (L.S.D) بين المتوسطات لمصادر الزنك المختلفة وطرائق إضافتها والتداخل بينهما ومنه يتضح وجود فروق معنوية في متوسط المساحة الورقية باختلاف مصادر الزنك إذ تفوق مصدر الزنك العضوي الطبيعي هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة (Zn–HA+FA) معنوياً على جميع مصادر الأسمدة المختلفة سواء المعدنية أم المخلبية الصناعية أو المخلبية الطبيعية الأخرى . إذ بلغ معدل المساحة الورقية عندها 577.22 دسم^2. ورقة$^{-1}$ مقارنة بمعدل المساحة الورقية للنباتات عند المصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني والمعاملة من دون إضافة إذ كانت قيمها 452.22 و428.38 و409.19 دسم^2. ورقة$^{-1}$ على التوالي اي بنسبة زيادة مقدارها 27.64% و 34.74% و 41.06% على التوالي أيضاً،

جدول 9. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في المساحة الورقية للخيار دسم^2. ورقة$^{-1}$

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	409.19	409.19	409.19	**409.19**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	581.18	525.50	473.08	**526.59**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	603.13	578.89	549.64	**577.22**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	479.73	457.53	494.12	**477.13**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	567.11	488.98	505.14	**520.41**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	425.62	413.59	445.92	**428.38**
(Z_6) Zn-DTPA	465.41	432.24	459.01	**452.22**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z		**87.12**		
معدل طرائق الإضافة	**504.48**	**472.28**	**476.59**	
L.S.D $_{0.05}$		**32.93**		**50.30**

كما تفوقت جميع مصادر الزنك العضوية الطبيعية الأخرى سواء لحامض الهيوميك او لحامض الهيوميك + حامض الفولفيك (عدا هيومات الزنك المستخلصة من قش الحنطة) والتي بلغت المساحة الورقية 526.59 و520.41 لهيومات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة وهيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة على التوالي وبفرق معنوي على مصدر الزنك المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) ومصدر الزنك المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة التي لم يكن بينها فارق معنوي. وتعزى الزيادة في المساحة الورقية إلى وظائف الزنك الفسلجية ودوره في تكوين الحامض الاميني Tryptophan الذي يتكون منه أندول حامض الخليك (IAA) الضروري في استطالة الخلايا (Cakmak و Marschner، 1993) و(Taiz و Zeiger، 2006) فضلاً عن دوره في تكوين الكلوروفيل والبروتين ومركبات الطاقة وتكوين RNA مما يزيد من نشاط النبات في امتصاص الماء والعناصر الغذائية ثم زيادة المساحة الورقية للنبات وهذه النتائج تتفق مع المحمدي (2005) والجميلي 2008 على الذرة البيضاء والصفراء على

التوالي و Tahir وآخرين (2009) والصميدعي (2011) على زهرة الشمس. او قد يعود سبب زيادة المساحة الورقية إلى دور الأحماض الدبالية غير المباشر لما تحتويه من عناصر غذائية وخاصه في معاملة Zn–HA+FAw ولاسيما النتروجين العضوي الذي سبب نمو وتطور المجموع الخضري (Arnout، 2001) من خلال دوره في بناء البروتينات المهمة في زيادة انقسام الخلايا واستطالتها واثر ذلك في زيادة المساحة الورقية (Shaheen وآخرين، 2007)، ويمكن ان يكون السبب لدور الأحماض الدبالية المباشر الذي له فعل فسلجي بالنبات مشابه للاوكسجين والسايتوكاينين مما يؤثر في نمو النبات وزيادة المساحة الورقية (Zhang وSchmidt، 2000 وZhang وErvin، 2004). وهذه النتائج تتفق مع ماوجده Sure وآخرين (2012) وBozorgi وآخرين (2012) عند معاملة الخيار بحامض الهيوميك ومع Arancon وآخرون (2003) وزيدان (2004) وعلي وحسين (2004) والعامري (2011). عند معاملة شتلات الطماطة بحامض الهيوميك الذي زاد من المساحة الورقية.

كما أثرت طرائق إضافة مصادر الزنك المختلفة في زيادة معدلات المساحة الورقية إذ لوحظت فروق ملحوظة ولكنها لم تصل إلى حد المعنوية فبلغ معدل المساحة الورقية 504.48 و472.28 و476.12 دسم^2. ورقة$^{-1}$ لـ A1 و A2 وA3 على التوالي.

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود تداخل معنوي بين مصادر الزنك المختلفة وطرائق إضافتها في صفة المساحة الورقية. إذ لوحظ ان أعلى معدل للمساحة الورقية بلغ 603.13 دسم^2. ورقة$^{-1}$ في معاملة سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة عند إضافته رشاً على النبات وأقل معدل بلغ 413.59 دسم^2. ورقة$^{-1}$ عند معاملة إضافة الزنك المعدني إلى التربة.

5.1.1.2.4. الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم.نبات$^{-1}$).

يبين جدول 10 تأثير مصدر وطرائق إضافة سماد الزنك في الوزن الجاف لنبات الخيار . إذ يلاحظ تفوق سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة الصفراء معنوياً على جميع مصادر أسمدة الزنك المختلفة سواء المعدنية او المخلبية الصناعية أو المخلبية الطبيعية الأخرى إذ كان 79.5 غم.نبات$^{-1}$. كما اعطى سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من

كوالح الذرة (Zn–HA+ZA$_z$) زيادة في الوزن الجاف للنبات الواحد مقدارها 33.36% و27.17% و 39.89% مقارنة بسماد كبريتات الزنك (المصدر المعدني) وسماد Zn–DTPA (المخلبي الصناعي) ومعاملة المقارنة على التوالي. كما تفوقت معنوياً جميع مصادر أسمدة الزنك العضوية الطبيعية لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك على مصدر سماد الزنك العضوي الصناعي (Zn–DTPA) في اعطاء حاصل أعلى في الوزن الجاف. كما وتفوق مصدر الزنك المخلبي الصناعي معنوياً على معاملة المقارنة بنسبة مقدارها 9.99%.

جدول 10. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم.نبات$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	56.83	56.83	56.83	**56.83**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	70.00	72.33	82.33	**74.89**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	76.67	73.00	88.83	**79.50**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	70.20	64.33	63.50	**66.01**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	74.67	65.83	69.17	**69.89**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	57.67	61.67	59.50	**59.61**
(Z_6) Zn-DTPA	62.67	63.33	61.53	**62.51**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z		**6.61**		
معدل طرائق الإضافة	**66.96**	**65.33**	**68.81**	
L.S.D $_{0.05}$		**2.50**		**3.81**

قد يعود السبب إلى دور الزنك في تكوين الحامض Tryptophan الذي يعد المادة الاساسية في تكوين هرمون اندول حامض الخليك (IAA) الضروري لاستطالة الخلايا ومن ثَمّ زيادة وزن النبات الرطب والجاف (Cakmak و Marschner، 1993) وكذلك يؤدي الزنك دوراً مهماً في تخليق المركبات والإنزيمات المهمة لنمو النبات (Orabi و Abdul-Aziz ، 1982). كما قد يعزى السبب لما تحتويه المستخلصات النباتية (الأحماض الدبالية) من عناصر غذائية ومواد مصنعة بعملية التركيب الضوئي كالكاربوهيدرات والبروتينات في أنسجة النبات

(Amujoyegbe وآخرين، 2007) وهذه النتائج تتفق مع محمد (2002) عندما حصلت على زيادة في الوزن الجاف لنبات الخيار عند اضافتها 20% من كوالح الذرة إلى التربة ومع Ortega وFernandez (2007) وSure وآخرين (2012) و EL-Nemr وآخرين (2012) على محصول الخيار.

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي فروقاً معنوية بين طرائق إضافة مصادر أسمدة الزنك المختلفة فقد أعطت طريقة إضافة الأسمدة بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً أعلى معدل بلغ 68.81 غم. نبات$^{-1}$، في حين اعطت أقل معدل وبحاصل 65.33 غم.نبات$^{-1}$ عند إضافة الأسمدة أرضياً. إذ تفوقت معنوياً طريقة الإضافة بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً على طريقتي الإضافة الأرضية والرش. كما تفوقت معنوياً طريقة الإضافة بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً على طريقة الإضافة الأرضية.

وتشير نتائج التحليل الإحصائي ايضاً إلى تأثير معنوي للتداخل بين مصدر السماد وطرائق إضافتها فبلغت أعلى قيمة 88.83 غم.نبات$^{-1}$ عند إضافة هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي وادناها 57.67 غم. نبات$^{-1}$ عند معاملة مصدر الزنك المعدني المضاف رشاً وبنسبة زيادة مقدارها 54.03% .

6.1.1.2.4. الحاصل الكلي (ميكاغرام.هـ$^{-1}$).

يشير الجدول 11 إلى تأثير مصدر وطرائق إضافة الزنك وتداخلاتهما في الحاصل الكلي، إذ يلاحظ تفوق مصدر الزنك المخلبي العضوي الطبيعي (هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة) معنوياً على جميع مصادر الزنك المختلفة سواء المخلبية الطبيعية الأخرى (عدا هيومات الزنك المستخلص من قش الحنطة وهيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة) او المخلبية الصناعية او المعدنية وذلك بحصوله على أعلى حاصل بلغ 243.35 ميكاغرام.هـ$^{-1}$. وانخفض الحاصل الكلي إلى ادنى مستوى في المعاملة $ZnSO_4.7H_2O$ إذ بلغ 195.06 ميكاغرام.هـ$^{-1}$ قياساً ببقية المعاملات عدا معاملة المقارنة التي بلغت 144.41 ميكاغرام.هـ$^{-1}$. وبنسبة زيادة مقدارها 21.35% و24.91% و68.81% مقارنة بالمصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومعاملة المقارنة على التوالي.

جدول 11. تأثير مصدر الزنك وطريقة الإضافة في الحاصل الكلي (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	144.41	144.41	144.41	**144.41**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	210.79	205.86	205.36	**207.34**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	255.40	241.63	233.01	**243.35**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	249.25	214.51	207.84	**223.87**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	253.44	234.66	209.83	**232.64**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	197.43	200.12	187.62	**195.06**
(Z_6) Zn-DTPA	205.40	202.07	195.11	**200.86**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z		**40.44**		
معدل طرائق الإضافة	**216.59**	**206.18**	**197.60**	
L.S.D $_{0.05}$		**15.28**		**23.35**

كما تفوقت هيومات الزنك وهيومات وفولفات الزنك المستخلص من قش الحنطة معنوياً وبزيادة مقدارها 11.39% و 16.01% على التوالي مقارنة بمعاملة الزنك المخلبي الصناعي بنسبة زيادة مقدارها 14.65% و 19.41% على التوالي مقارنة بمعاملة مصدر الزنك المعدني. في حين لم تلاحظ هناك فروق معنوية عند مقارنة المصدر المخلبي الصناعي مع المصدر المعدني ولكنهما تفوقا معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 79.00% و35.14% على التوالي عند مقارنتهما مع معاملة المقارنة. قد يعود سبب زيادة الحاصل الكلي إلى دور الزنك في زيادة عملية انقسام الخلايا واستطالتها وزيادة عملية البناء الضوئي ومن ثَمّ ازداد ارتفاع النبات ووزن النبات وزيادة المساحة الورقية والتي بزيادتها تعمل على زيادة التمثيل الضوئي نتيجة توفر الطاقة اللازمة لامتصاص الماء والمواد الغذائية ومن ثَمّ حصول زيادة في عدد الثمار ووزن الثمار والتي تصب جميعها في الحاصل وهذه النتائج جاءت متفقة مع ماوجدته المحمدي (2005) وابو ضاحي وشاطي (2009) و Tahir وآخرين (2009) والجميلي (2008) Potarzycki و

Grzebisz (2009) والصميدعي (2011). على محاصيل مختلفة عند اضافتهم الزنك. اما سبب تفوق هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة فيعزى ذلك إلى سببين : الاول هو الفعل المخلبي للـ Zn–HA+FAz وقدرته على امداد النبات بالزنك وفي جميع مراحل النمو (Ching، 1977 والتميمي، 1997 و الحديثي، 2009) إذ استمر بتجهيز الزنك خلال مراحل جني الثمار وخلال مراحل متأخرة من النمو وهذا ما اكدته التجربة المختبرية لدراسة مدة حضن الزنك، مقارنة بمصدر الزنك المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) والمصدر المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$)، إذ استمر جني ثمار نباتات الخيار المزروعة في هذا البيت والمعاملة بالمخلبيات الطبيعية مدة اطول مقارنة بالمعاملات الأخرى التي وصلت 23 جنية مع كون النباتات خضراء ويافعة واستمر الجني إلى نهاية حزيران لعام 2012 مقارنة بالمعاملات والبيوت المجاورة والتي انتهى حاصلها في منتصف حزيران. أما السبب الثاني فيعود إلى ما يحتويه سماد Zn–HA+FA والأسمدة العضوية الأخرى من عناصر غذائية مهمة (جدول 2) والتي يستمر بتجهيزها إلى مراحل متأخرة من النمو والتي زادت من قوة النمو الخضري وتمثيل العناصر ولاسيما زيادة تركيز الأوراق من الكلوروفيل والمساحة الورقية (جدول 8و9) مما زاد من نواتج التمثيل الكاربوني وتراكم نواتج هذه العملية (كربوهيدرات وبروتينات) في الاجزاء الخازنة للنبات ومن ثم زيادة الوزن الجاف للنبات الذي انعكس على زيادة الحاصل، اتفقت الزيادة مع الشبراوي وآخرين (2011) وEL–Nemr وآخرين (2012) وSure وآخرين (2012) وBozorgi وآخرين (2012) على الخيار، ووجد Unlu وآخرين (2011) زيادة في حاصل الخيار بنسبة 14.9%عند رش الهيوميك.

أما طرائق الإضافة فقد اشار التحليل الإحصائي إلى وجود تفوق معنوي لطريقة إضافة مصادر الزنك رشاً على المجموع الخضري بحصولها على أعلى معدل للحاصل الكلي بلغ 216.59 ميكاغرام.هـ$^{-1}$ مقارنة بأدناها التي وجدت عند طريقة الإضافة نصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي بلغت 197.60 ميكاغرام.هـ$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 9.61%. إن هذه النتائج جاءت متفقة مع Unlu وآخرين (2011) على محصول الخيار ومع المحمدي (2005) والطاهر (2005) والحديثي وآخرين (2011) على محاصيل مختلفة في تفوق طريقة إضافة الزنك رشاً على المجموع الخضري مقارنة بالطريقة الأرضية .

كان للتداخل بين مصادر الزنك المختلفة وطرائق اضافتها تأثير معنوي. فقد أعطت معاملة هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة والمضاف رشاً على الجزء الخضري أعلى حاصل مقارنة بباقي التداخلات عندما أعطت قيمة بلغت 255.40 ميكاغرام.هـ$^{-1}$. في حين أعطت معاملة الزنك المعدني والمضاف بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي أقل القيم بلغت 187.62 ميكاغرام.هـ$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 36.12% وبنسبة زيادة مقدارها 77.22% قياساً بمعاملة المقارنة (من دون إضافة الزنك).

2.1.2.4. تأثير مصادر وطرائق إضافة الزنك في تركيز العناصر الغذائية في الخيار.

1.2.1.2.4. تركيز النتروجين في أوراق الخيار (غم.كغم$^{-1}$).

يبين جدول 12 تأثير المصادر المختلفة للزنك وطريقة الإضافة في تركيز النتروجين في أوراق الخيار، إذ تؤكد نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي في تركيز النتروجين في أوراق الخيار فقد أعطى سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من قش الحنطة (Z_4) أعلى تركيز نيتروجين بلغ 29.25 غم.كغم$^{-1}$ الذي لم يختلف معنوياً عن هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة (Z_2) ولكن تفوق معنوياً على جميع المعاملات الأخرى، في حين كانت أقل قيمة في تركيز الأوراق من النتروجين في معاملة المقارنة (عدم إضافة الزنك)، إذ بلغت 16.18 غم.كغم$^{-1}$. كما لوحظ تفوق المعاملة (Z_4) بنسبة زيادة مقدارها 27.78% و35.73% و80.78% على Zn–DTPA و$ZnSO_4.7H_2O$ ومعاملة المقارنة على التوالي . كما يلاحظ من الجدول 12. تفوق معنوي لجميع مصادر الزنك العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك أو حامض الهيوميك + حامض الفولفيك وبفارق معنوي إذ كانت أقل قيمة لها عند معاملة هيومات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة (Z_1) قد بلغت 24.99 غم.كغم$^{-1}$ وقد تفوقت بنسبة مقدارها 9.17% و15.96% و54.45% على Zn–DTPA و$ZnSO_4.7H_2O$ ومعاملة المقارنة على التوالي. على العكس فقد اشارت النتائج إلا أن السماد المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) لم يظهر اي فرق معنوي مع السماد المعدني للزنك ($ZnSO_4.7H_2O$) ولكن اظهر تفوقاً معنوياً على معاملة المقارنة بنسبة زيادة قدرها 41.47%، كما تفوق معنوياً المصدر المعدني للزنك على معاملة من دون إضافة زنك بزيادة مقدارها 33.19% .

جدول 12. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز النتروجين في أوراق نبات الخيار (غم. كغم$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	16.18	16.18	16.18	**16.18**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	23.70	25.82	25.46	**24.99**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	26.68	28.98	27.16	**27.61**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	24.73	24.49	27.71	**25.64**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	25.52	27.95	34.27	**29.25**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	21.33	22.12	21.21	**21.55**
(Z_6) Zn-DTPA	22.12	23.03	23.52	**22.89**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z			**3.50**	
معدل طرائق الإضافة	**22.89**	**24.08**	**25.07**	
L.S.D $_{0.05}$		**1.32**		**2.02**

يعزى ذلك إلى دور الزنك في تكوين الأحماض الأمينية والكربوهيدرات ومركبات الطاقة وفي تحولات النتروجين وتكوين الحامض النووي RNA مما يزيد من نشاط النبات في امتصاص الماء والمغذيات ومن بينها النتروجين. وكذلك دور الزنك المهم في تنشيط العديد من الإنزيمات وزيادة عمليتي التنفس والبناء الضوئي. إن هذه النتائج جاءت متفقة مع نتائج Abd El-Kader وآخرون (2006) و Khan وDin (2009) والصميدعي (2011) الذين اشاروا إلى زيادة تركيز النتروجين في أوراق زهرة الشمس عند إضافة الزنك ولوحظ الشيء نفسه عند الخفاجي (1993) في الخيار، كما يمكن القول إن الأحماض الدبالية العضوية المضافة سواء على النبات أو إلى التربة يزيد من جاهزية العناصر الغذائية (جدول 2) الذي انعكس على النمو الخضري (جدول 6 و8) ومن ثم انعكس على تركيز النتروجين في الأوراق وامتصاص النبات لها (Grandy وآخرين، 2002 و Appireddy وآخرين، 2008) او قد يعود السبب إلى تركيز المستخلصات العضوية ولاسيما هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة على كمية كبيرة من النتروجين كما أن لحامض الهيوميك أهمية في خفض فعالية أنزيم الـ Urease مما يقلل من فقدان النتروجين عن طريق التطاير (Volatilization) (Vaughan وOrd، 1991)،

وله دور مهم في تطوير النظام الجذري مما يساعد على امتصاص جيد للعناصر (Harper وآخرين ، 2000 و Mesut و Ismail 2005) وهذا يتفق مع Ayes و Gluser (2005) و Verlinden وآخرين (2009) الذين أكدوا دور الأحماض الدبالية في زيادة نسبة النتروجين في النباتات المعاملة به ويتفق مع Ortega و Fernandez (2007) والشبراوي وآخرين (2011) و EL–Nemr وآخرين (2012) عند دراستهم محصول الخيار.

اما طرائق الإضافة فتشير نتائج الجدول إلى وجود فروق معنوية في طرائق إضافة مصادر الزنك إذ تفوقت طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي بإعطائها أعلى معدل لتركيز أوراق نبات الخيار من النتروجين بلغ 25.07 غم.كغم$^{-1}$ وهي لم تختلف معنوياً عن معاملة الإضافة الأرضية (24.08 غم.كغم$^{-1}$) ولكنها تفوقت معنوياً على طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري الذي بلغ معدله 22.89 غم.كغم$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 9.52%. يعود السبب إلى تجزئة الأحماض الدبالية المستخلصة إلى طريقتي إضافة.(رشاً وأرضي) (A_3) اي ان تغذية النبات تكون جذرية ولا جذرية لضمان عدم حصول فقدان في تركيز هذه الأحماض المضاف إلى التربة من النتروجين.

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي تأثيراً معنوياً للتداخل بين مصادر الزنك المختلفة وطرائق إضافتها في تركيز النتروجين في الأوراق فقد تفوقت معاملة هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة بتداخلها مع طريقة إضافة نصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي بحصولها على أعلى قيمة بلغت 34.27 غم.كغم$^{-1}$ مقارنة بأقل تركيز من النتروجين في الأوراق الذي ظهر في معاملة كبريتات الزنك البالغة 21.21 غم.كغم$^{-1}$ والمضاف بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي (طريقة التجزئة) بنسبة زيادة مقدارها 61.57% بنسبة زيادة مقدارها 111.80% مقارنة مع معاملة المقارنة التي سجلت أقل قيمة 16.18 غم.كغم$^{-1}$.

2.2.1.2.4. تركيز الفسفور في أوراق وثمار نبات الخيار (غم.كغم$^{-1}$).

تشير نتائج جدول 13 و14 إلى تأثير مصدر وطرائق إضافة الزنك وتداخلاتهما في تركيز أوراق وثمار نباتات الخيار من الفسفور، إذ أعطى سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة أعلى قيمة بلغت 5.13 و 4.65 غم.كغم$^{-1}$ وزن جاف أوراق وثمار على

التوالي، وهو لم يختلف معنوياً عن بقية المصادر العضوية الطبيعية الأخرى، ولكنه تفوق معنوياً على معاملات السماد المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) والسماد المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة على التوالي. بنسبة زيادة مقدارها (17.66% و12.32%) و(25.43% و16.54%) و(42.89% و23.67%) لفسفور الأوراق والثمار على التوالي. كما يشير الجدول إلى تفوق هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة معنوياً أيضاً على السماد المخلبي الصناعي. كما لم يلاحظ أي فرق معنوي بين السماد المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) عند مقارنته مع السماد المعدني للزنك ولكنه تفوق وبشكل معنوي بنسبة زيادة مقدارها 21.45% لتركيز الفسفور في الأوراق بنسبة 10.11% لتركيز الفسفور في الثمار قياساً بمعاملة المقارنة. ويعود سبب زيادة تركيز الفسفور إلى دور الزنك المهم في تنشيط عمليتي التنفس وتمثيل الكربوهيدرات وينعكس ذلك على زيادة فعاليات النبات في زيادة امتصاص الفسفور وتتفق النتائج مع البديري (2001) والالوسي (2002) والمحمدي (2005) والصميدعي (2011) عند اضافتهم الزنك رشاً على المجموع الخضري لمحاصيل مختلفة وعلى الخيار عند الخفاجي (1993).

جدول 13. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز الفسفور في أوراق نبات الخيار (غم. كغم$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة (A_3) رشاً+ أرضي	
(Z_0) Control	3.59	3.59	3.59	**3.59**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	4.74	4.57	4.46	**4.59**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	4.83	4.83	5.74	**5.13**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	4.70	4.50	5.45	**4.88**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	4.83	5.01	5.46	**5.10**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	4.24	3.67	4.37	**4.09**
(Z_6) Zn-DTPA	4.32	4.37	4.39	**4.36**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z			**0.95**	
معدل طرائق الإضافة	**4.46**	**4.36**	**4.78**	
L.S.D $_{0.05}$		**0.36**		**0.55**

جدول14. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز الفسفور في ثمار الخيار (غم. كغم$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	3.76	3.76	3.76	**3.76**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	4.07	4.52	4.20	**4.26**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	4.83	4.66	4.47	**4.65**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	4.09	4.41	4.65	**4.38**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	4.23	4.54	5.17	**4.64**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	3.85	4.10	4.03	**3.99**
(Z_6) Zn-DTPA	4.03	4.28	4.10	**4.14**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z		**0.67**		
معدل طرائق الإضافة	**4.12**	**4.32**	**4.34**	
L.S.D $_{0.05}$		**0.25**		**0.39**

ويمكن ان يعزى السبب أيضاً إلى تركيز الأحماض الدبالية ولا سيما هيومات وفولفات الزنك من الفسفور مما يجعل تجهيز النبات من الفسفور عن طريق الأحماض الدبالية مصدراً اضافياً له ومن ثَمّ ينعكس على الأوراق والثمار. و يتفق مع Ortega و Fernandez (2007) والشبراوي وآخرين (2011) و El-Nemr وآخرين (2012) عند أضافتهم الاحماض الدبالية إلى محصول الخيار.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي معنوياً إذ بلغ أعلى تركيز للفسفور في الأوراق 4.78 غم.كغم$^{-1}$ في حين بلغ أقل معدل عند الإضافة الأرضية بلغت 4.36 غم.كغم$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 9.63%. ولكن لم تختلف معنوياً عن طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري. أما تأثير طرائق إضافة مصادر الزنك في تركيز الفسفور في ثمار الخيار فلم تظهر النتائج حصول أي فرق معنوي بين طرائق الإضافة الثلاث.

كما تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود تأثير معنوي للتداخل بين مصادر الزنك وطرائق إضافتها، إذ لوحظ إن أعلى معدل لتركيز الفسفور في أوراق الخيار كان 5.74

غم.كغم$^{-1}$ عند إضافة مصدر هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة الصفراء وبطريقة نصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً وأدناها كانت 3.67 غم.كغم$^{-1}$ عند إضافة مصدر الزنك المعدني أرضياً بنسبة تفوق مقدارها 56.40% أي بنسبة زيادة مقدارها 59.88% عند مقارنتها مع معاملة المقارنة (3.59) غم.كغم$^{-1}$ بنسبة 34.28%. اما تركيز الفسفور في ثمار الخيار فقد بلغ 5.17 غم.كغم$^{-1}$ عند معاملة هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً وأقل معدل بلغ 3.85 غم . كغم$^{-1}$ عند رشاً كبريتات الزنك في تركيز الفسفور في ثمار الخيار.

3.2.1.2.4. تركيز البوتاسيوم في أوراق الخيار (غم.كغم$^{-1}$).

تظهر نتائج جدول 15 تأثير مصدر وطرائق إضافة الزنك وتداخلاتهما في تركيز البوتاسيوم في أوراق نبات الخيار قد تأثر بمصدر وطرائق الزنك المضاف وتداخلاتهما. إذ لوحظ عند إضافة جميع المصادر حصول زيادة معنوية في هذه الصفة مقارنة بعدم الاضافة وبلغ أعلى تركيز للبوتاسيوم عند معاملة سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من قش الحنطة 24.08 غم.كغم$^{-1}$ الذي لم يختلف معنوياً عن سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة 23.11 غم.كغم$^{-1}$ ولكن اختلف معنوياً مع جميع مصادر الزنك العضوية الطبيعية الأخرى ومصدر الزنك المخلبي الصناعي والمصدر المعدني. أعطى سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من قش الحنطة زيادة في تركيز الأوراق من البوتاسيوم بنسبة مقدارها 21.19% و27.14% و79.16% مقارنة بمحتواه عند إضافة المصدر المخلبي(Zn-DTPA) والمعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة (من دون إضافة) على التوالي. كما لوحظ تفوق جميع مصادر الزنك العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او لحامض الهيوميك + حامض الفولفيك معنوياً (عدا هيومات الزنك المستخلصة من قش الحنطة كان غير معنوي) على المصدر المخلبي الصناعي وتفوقت جميعها معنوياً على المصدر المعدني ومعاملة المقارنة. ويعزى سبب الزيادة في تركيز البوتاسيوم إلى دور الزنك المهم في تنشيط العديد من الإنزيمات ومن ثَمّ تنشيط العمليات الحيوية في النبات التي من ضمنها عمليتا التنفس والبناء الضوئي. وكذلك قد يعزى السبب إلى دور الأحماض الدبالية في زيادة نفاذية الأغشية الخلوية إذ تزيد من نفإذيتها وتسهل حركة المغذيات إلى المواقع التي تتطلب وجودها (Chen و Aviad، 1990)

مما ينعكس ذلك ايجابيا على نشاط النبات في امتصاص البوتاسيوم وهذا يتفق مع Sepehr وآخرون (2002) و Abd ELKader (2006) والصميدعي (2011) في زيادة تركيز أوراق زهرة الشمس من البوتاسيوم عند إضافة الزنك. وكذلك الخفاجي (1993) على الخيار.

جدول 15. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز البوتاسيوم في أوراق نبات الخيار

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	13.44	13.44	13.44	**13.44**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	23.46	20.33	21.12	**21.64**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	24.25	22.15	22.93	**23.11**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	23.07	20.12	20.56	**21.25**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	31.00	20.29	20.96	**24.08**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	19.58	18.21	19.03	**18.94**
(Z_6) Zn-DTPA	21.17	19.08	19.36	**19.87**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z			**2.96**	
معدل طرائق الإضافة	**22.28**	**19.09**	**19.63**	
L.S.D $_{0.05}$		**1.12**		**1.71**

ولذلك فقد ازداد تركيز البوتاسيوم في الأوراق فضلاً عن احتواء هذه الأحماض الدبالية ولا سيما هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة من البوتاسيوم (جدول 2) وكذلك دور هذه الأحماض في تحفيز التفاعلات الإنزيمية وخصوصا انزيمات التنفس وانزيم Phosphatase و Transaminase و Invertase (Khristeva وآخرين، 1962 و Samson و Visser، 1989). وهذه النتائج تتفق مع Ortega و Fernandez (2007) والشبراوي وآخرين (2009) و EL–Nemr وآخرين (2012) على الخيار الذين وجدوا زيادة البوتاسيوم في الأوراق من خلال إضافة حامض الهيوميك رشاً على النبات أو أضافته إلى التربة .

اما طرائق إضافة مصادر أسمدة الزنك المختلفة فقد أعطت طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري أعلى معدل بلغ 22.28 غم. كغم$^{-1}$ وقد تفوقت معنوياً على طريقتي الإضافة

الأرضية والإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي اللتين أعطتا قيمة بلغت 19.09 و19.63 غم.كغم$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 16.71% و13.50% مقارنة بالطريقتين على التوالي.

اما تأثير التداخل بين مصدر السماد وطرائق اضافته فقد بينت النتائج ان أعلى قيمة لتركيز الأوراق من البوتاسيوم بلغت 31.00 غم. كغم$^{-1}$ عند التداخل بين Z4 وطريقة الرشاً على المجموع الخضري وأقلها عند المصدر المعدني المضاف بالطريقة الأرضية التي بلغت 18.21 غم .كغم$^{-1}$. هذا الفرق كان له تأثير معنوي بنسبة زيادة مقدارها 70.24% .

3.2.1.2.4. تركيز البوتاسيوم في ثمار الخيار (غم. كغم$^{-1}$).

توضح نتائج جدول 16 تأثير مصدر وطرائق الزنك المضاف وتداخلاتهما في تركيز البوتاسيوم في ثمار الخيار، إذ لوحظ ان إضافة الزنك إلى التربة او رشاً على النبات وبغض النظر على مصدره عضوياً كان أم معدنياً اثر معنوياً في زيادة تركيز البوتاسيوم قياساً على معاملة المقارنة، إذ سجلت هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة أعلى معدل بلغ 43.45 غم.كغم$^{-1}$ وقد تفوقت معنوياً على جميع مصادر الزنك المخلبية العضوية الاخرى وتفوقت بنسبة زيادة مقدارها 14.31% و16.49% 42.36% مقارنة بالمصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومعاملة المقارنة على التوالي. كما لوحظ تفوق معنوي لجميع مصادر الزنك العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك على المصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومعاملة المقارنة .

أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى عدم وجود فرق معنوي بين مصدري الزنك المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ولكنهما تفوقا معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 24.54% و 22.21% على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة. وتعزى هذه الزيادة إلى دور الزنك الحيوي في تنشيط العديد من الإنزيمات ومن ثَمّ تنشيط العمليات الحيوية في النبات التي من ضمنها عمليتا التنفس والبناء الضوئي زيادة على دور الأحماض الدبالية العضوية الطبيعية في زيادة نفإذية الأغشية الخلوية إذ تزيد من نفإذيتها وتسهل حركة المغذيات إلى المواقع التي تتطلب وجودها (Chen و Aviad، 1990) مما ينعكس ذلك ايجابياً على نشاط النبات في امتصاص البوتاسيوم نظراً إلى ما تحويه هذه الاحماض من البوتاسيوم .

جدول 16. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز البوتاسيوم في ثمار الخيار (غم. كغم$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	30.52	30.52	30.52	**30.52**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	42.33	39.18	41.27	**40.93**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	43.68	39.94	41.96	**41.86**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	42.19	40.24	42.90	**41.78**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	44.66	40.99	44.71	**43.45**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	38.50	35.76	37.63	**37.30**
(Z_6) Zn-DTPA	39.46	36.21	38.35	**38.01**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z			**2.53**	
معدل طرائق الإضافة	**40.19**	**37.55**	**39.62**	
L.S.D $_{0.05}$		**0.96**		**1.46**

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي بين طرائق إضافة مصادر الأسمدة إذ أعطت معاملة إضافة الأسمدة رشاً أعلى معدل لتركيز البوتاسيوم في الثمار بلغ 40.19 غم. كغم$^{-1}$ والتي تفوقت معنوياً على طريقة الإضافة الأرضية (أدنى قيمة بلغت 37.55 غم. كغم$^{-1}$) بنسبة زيادة مقدارها 7.03% في حين لم تتفوق على طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي ولكن الأخيرة تفوقت معنوياً على طريقة الإضافة الأرضية بنسبة زيادة قدرها 5.51% .

اما ما يتعلق بالتداخل بين مصادر الزنك المختلفة وطرائق إضافتها في تركيز البوتاسيوم في الثمار. فقد أشارت النتائج الى وجود فرق معنوي عند استعمال هيومات وفولفات الزنك المستخلص من قش الحنطة والمضاف بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي (44.71 غم.كغم$^{-1}$) وأقل معدل بلغ 35.76 غم.كغم$^{-1}$ عند معاملة مصدر الزنك المعدني المضاف إلى التربة مما سبب زيادة معنوية بنسبة مقدارها 25.03%.

4.2.1.2.4. تركيز الزنك في أوراق الخيار (ملغم.كغم$^{-1}$).

يبين جدول 17 تأثير مصدر الزنك وطرائق إضافته وتداخلاتهما في تركيز الزنك في أوراق نبات الخيار. إذ يتضح التأثير المعنوي لمصادر الزنك في هذه الصفة ، فقد أدت إضافة الزنك من مصادره المخلبية الطبيعية والمخلبي الصناعي (Zn–DTPA) والمعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) بغض النظر عن طريقة الإضافة إلى زيادة معنوية في تركيز الزنك في الأوراق بالقياس إلى معاملة المقارنة (من دون إضافة زنك). سجل مصدر هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة أعلى معدل بلغ 191.72 ملغم.كغم$^{-1}$ وقد تفوق معنوياً على جميع مصادر الزنك العضوية الطبيعية الأخرى الذي بلغ عندها تركيز الزنك 159.72 و 133.67 و 138.25 ملغم.كغم$^{-1}$ لكل من هيومات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة وهيومات الزنك المستخلصة من قش الحنطة وهيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة على التوالي كما تفوق أيضاً بنسبة زيادة مقدارها 55.63% و63.62% و312.30% مقارنة بالسماد المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) والسماد المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة على التوالي.

جدول 17. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز الزنك في أوراق نبات الخيار (ملغم. كغم$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	46.50	46.50	46.50	**46.50**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	187.92	129.25	162.00	**159.72**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	275.00	135.17	165.00	**191.72**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	178.17	97.33	125.50	**133.67**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	179.92	107.75	127.08	**138.25**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	170.50	84.00	97.00	**117.17**
(Z_6) Zn-DTPA	174.58	93.92	101.08	**123.19**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z	**25.57**			
معدل طرائق الإضافة	**173.23**	**99.13**	**117.74**	
L.S.D $_{0.05}$	**9.67**			**14.76**

وتفوقت كل من هيومات الزنك المستخلص من كوالح الذرة وهيومات الزنك المستخلص من قش الحنطة وهيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة معنوياً بنسب زيادة مقدارها 29.65%و8.50%و12.22% على التوالي مقارنة بالمصدر المخلبي الصناعي(Zn-DTPA) وبنسب زيادة 36.31% و14.08% و17.78% على التوالي أيضاً مقارنة بالمصدر المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$). ان هذه الزيادة المعنوية في تركيز الزنك في الأوراق تتفق مع النتائج التي توصل إليها عدد من الباحثين Lindsay (1972) و العبدالله (1988) والتميمي (1997) والحديثي (2000) والعبيدي (2010)) عند دراستهم محاصيل مختلفة باستخدام مصادر أسمدة مخلبية طبيعية وصناعية ومعدنية للزنك و Gurmani وآخرين (2012) على الطماطة. مقارنة مع Zn-DTPA و $ZnSO_4.7H_2O$ اللذين أعطيا زيادة في تركيز الأوراق من الزنك ولكن بكميات أقل من المخلبيات الطبيعية هذا ما وجده Demir وآخرين (1999) على محصول الخيار عند إضافة حامض الهيوميك.

اما تأثير طرائق إضافة مصادر الزنك المختلفة فقد أعطت طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري أعلى معدل بلغ 173.23 ملغم.كغم$^{-1}$وقد تفوقت معنوياً على معاملتي الإضافة الأرضية والإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي إذ بلغ عندها تركيز الزنك 99.13 و117.74 ملغم.كغم$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 74.75% و 47.13% على التوالي. كما تفوقت طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي على طريقة الإضافة الأرضية التي أحرزت أقل معدل بلغ 99.13 ملغم.كغم$^{-1}$ معنوياً وزيادة بنسبة مقدارها 18.77%. إن هذه النتيجة جاءت متوافقة مع Tenshia و Singaram (2002) عند ملاحظتهما تفوق طريقة رش الهيوميك على الطماطة.

وكان للتداخل بين مصادر الزنك وطرائق اضافتها تأثير معنوي في تركيز الزنك في الأوراق، إذ بلغ أعلى معدل 275.00 ملغم كغم$^{-1}$ عند إضافة سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة رشاً على النبات وأقل معدل عند إضافة كبريتات الزنك بالطريقة الأرضية التي بلغت 84.00 ملغم كغم$^{-1}$ ثم معاملة المقارنة 46.50 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة اي نسبة زيادة مقدارها 227.38% و 491.39% على التوالي.

6.2.1.2.4. تركيز الزنك في ثمار الخيار (ملغمZn.كغم$^{-1}$).

يوضح جدول 18 تأثير مصادر الزنك وطرائق اضافتها وتداخلاتهما في تركيز الزنك في ثمار الخيار. إذ تبين ان جميع النباتات المسمدة بمصادر الزنك المختلفة أعطت تفوقاً معنوياً على معاملة بدون الإضافة في تركيز الزنك في الثمار وبغض النظر عن طريقة إضافته، إذ أعطى مصدر هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة أعلى معدل بلغ 149.36 ملغم كغم$^{-1}$ وبزيادة معنوية على جميع مصادر الزنك العضوية الطبيعية الأخرى وتفوق بنسبة زيادة مقدارها 40.10% و 82.07% و 154.79% مقارنة بالسماد المخلبي الصناعي Zn–DTPA والسماد المعدني $ZnSO_4.7H_2O$ ومعاملة المقارنة (من دون إضافة زنك).

جدول 18. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز الزنك في ثمار الخيار (ملغمZn. كغم$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة (A_3) رشاً+ أرضي	
(Z0) Control	58.62	58.62	58.62	**58.62**
(Z1) Zn-HAc من كوالح الذرة	148.67	101.75	122.75	**124.39**
(Z2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	159.17	155.17	133.75	**149.36**
(Z3) Zn-HAw من قش الحنطة	129.17	104.17	114.67	**116.00**
(Z4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	147.17	109.33	116.17	**124.22**
(Z5) $ZnSO_4.7H_2O$	112.25	87.83	103.67	**101.25**
(Z6) Zn-DTPA	119.58	91.67	108.58	**106.61**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z			**17.40**	
معدل طرائق الإضافة	**124.95**	**101.22**	**108.31**	
L.S.D $_{0.05}$		**6.58**		**10.05**

كما لوحظ من نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي بين مصادر الزنك العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك، إذ تفوق كل من هيومات

الزنك المستخلص من كوالح الذرة وهيومات وفولفات الزنك المستخلص من قش الحنطة معنوياً وبنسب زيادة مقدارها 16.68% و16.52% على التوالي مقارنة بالمصدر المخلبي الصناعي Zn–DTPA فيما لم يختلف معه معنوياً سماد هيومات الزنك المستخلصة من قش الحنطة. كما لوحظ فرق معنوي بين هيومات الزنك المستخلص من كوالح الذرة وهيومات الزنك المستخلص من قش الحنطة وهيومات وفولفات الزنك المستخلص من قش الحنطة وبنسب زيادة مقدارها 22.85% و 14.57% و 22.68% على التوالي مقارنة بالمصدر المعدني، وبنسب زيادة مقدارها 112.19% و 97.88% و 111.91% على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة. على حين لم تلاحظ اي فروق معنوية بين مصدر الزنك المخلبي الصناعي ومصدر الزنك المعدني ولكنهما تفوقا معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 81.86% و72.72% على التوالي مقارنة بمعاملة من دون إضافة الزنك. تعود هذه الاستجابة العالية للزنك إلى تركيز الأحماض الدبالية من الزنك نتيجة قلة تركيز وجاهزية الزنك الضروري في الترب الكلسية هذا ما وجده الحديثي وآخرون (2000) والعامري (2011) والعبيدي، (2010) وتتفق هذه النتائج أيضاً مع Gurmani وآخرين (2012) إذ زاد تركيز ثمار الطماطة من الزنك بزيادة مستويات الزنك المضاف.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين طرائق إضافة مصادر الزنك المختلفة فقد أعطت طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري أعلى قيمة بلغت 124.95 ملغم. كغم$^{-1}$ وهي تفوقت معنوياً على معاملتي الإضافة الأرضية والإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي بنسبة زيادة مقدارها 23.44% و 15.36% على التوالي. كما لوحظ تفوق طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي بنسبة زيادة مقدارها 7.00% مقارنة بالإضافة الأرضية. وهذه النتيجة جاءت متوافقة مع العامري (2011) على الطماطة .

كان للتداخل بين مصادر الزنك وطرائق اضافتها تأثير معنوي في تركيز الثمار من الزنك. إذ اعطى سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة أعلى قيمة بلغت 159.17 ملغم. كغم$^{-1}$ وأقل معدل عند كبريتات الزنك المضاف بصورة أرضية بلغت 87.83 ملغم.كغم$^{-1}$ اي بنسبة زيادة مقدارها 81.22% .

7.2.1.2.4. تركيز الحديد في أوراق الخيار (ملغمFe.كغم$^{-1}$).

تشير النتائج في جدول 19 إلى تأثير مصدر وطرائق إضافة الزنك وتداخلاتهما في تركيز الحديد في أوراق نبات الخيار، إذ سجلت فروق معنوية بين مصادر الزنك المختلفة، مع تفوق سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة بحصوله على أعلى معدل بلغ 386.31 ملغم Fe.كغم$^{-1}$ الذي لم يختلف معنوياً عن سماد هيومات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة (375.78 ملغم.كغم$^{-1}$) وسماد هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة (368.36 ملغم.كغم$^{-1}$) ولكن اختلف معنوياً عن سماد هيومات الزنك المستخلصة من قش الحنطة وسماد الزنك المخلبي الصناعي وسماد الزنك المعدني زيادة على معاملة المقارنة (من دون إضافة الزنك) بنسبة زيادة مقدارها 9.22% و11.95% و16.07% و24.75% على التوالي.

جدول 19. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز الحديد في أوراق نبات الخيار (ملغمFe.كغم$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	309.67	309.67	309.67	**309.67**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	351.92	349.92	425.50	**375.78**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	365.17	357.83	435.92	**386.31**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	357.42	348.08	355.58	**353.69**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	376.58	361.50	367.00	**368.36**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	335.75	330.00	332.75	**332.83**
(Z_6) Zn-DTPA	346.75	338.42	350.00	**345.06**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z			**46.21**	
معدل طرائق الإضافة	**349.04**	**342.20**	**368.06**	
L.S.D $_{0.05}$		**17.47**		**26.68**

كما أشار الجدول إلى وجود فروق معنوية بين هيومات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة بنسبة زيادة مقدارها 8.90% مقارنة بسماد الزنك المخلبي الصناعي في حين لم تلاحظ اي فروق معنوية بين هيومات الزنك وهيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة مع السماد المخلبي الصناعي. كما لوحظ تفوق جميع مصادر الزنك العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك معنوياً (عدا هيومات الزنك المستخلص من قش الحنطة) على المصدر المعدني للزنك وتفوقت جميعها على معاملة من دون إضافة الزنك. ويعود السبب إلى دور الزنك في تنشيط الفعاليات الحيوية في الأوراق ومن ثَمّ زيادة امتصاص الحديد وهذه النتائج تتفق مع Sepehr وآخرين (2002) و Mirzapour و Khoshgoftar (2006) و Abd-El-kader (2006) والصميدعي، (2011) الذين لاحظوا زيادة تركيز الحديد في الأوراق عند إضافة الزنك رشاً على المجموع الخضري إلى زهرة الشمس. وكذلك إلى دور الأحماض الدبالية التي تعمل على اختزال الحديديك (Fe^{3+}) إلى حديدوز (Fe^{2+}) فضلاً عن خلبها للحديد مما قد يكون السبب في زيادة تركيز الحديد في الأوراق (Gregor و Powerll، 1988) . كما اتفقت النتائج مع Rauthan و Schnitzer (1981) عند حصولهما على زيادة معنوية في تركيز الحديد في الخيار عند إضافة حامض الفولفيك المستخلص من التربة، وهذه ما اكده Alvarez وآخرين، (1996) في حصول زيادة في تركيز عنصري الحديد والزنك في أوراق الطماطة نتيجة خلب الأسمدة العضوية لهذه العناصر.

اما ما يخص تأثير طرائق إضافة مصادر الزنك المختلفة فقد أعطت طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي أعلى معدل في تركيز الحديد بلغ 368.06 ملغم.كغم$^{-1}$ وهي تفوقت معنوياً على طريقتي الإضافة رشاً على المجموع الخضري والإضافة الأرضية بنسبة زيادة مقدارها 5.45% و 7.55% للطريقتين على التوالي .

أما تأثير التداخل بين مصدر السماد وطرائق إضافته فقد بينت النتائج ان أعلى معدل لتركيز الأوراق من الحديد بلغ 435.92 ملغم.كغم$^{-1}$ عند إضافة هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة بطريقة إضافة نصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً مقارنة بأقل قيمة ظهرت عند إضافة المصدر المعدني المضاف مباشرة إلى التربة (330.00 ملغم.كغم$^{-1}$) وقد تفوقت معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 21.09%.

8.2.1.2.4. تركيز الحديد في ثمار الخيار (ملغمFe.كغم$^{-1}$).

تشير النتائج في جدول 20 إلى تأثير مصادر وطرائق إضافة الزنك وتداخلاتهما في تركيز الحديد في ثمار الخيار الذي ازداد معنوياً في جميع مصادر الزنك المضافة وبغض النظر عن طريقة الإضافة قياساً على معاملة المقارنة. فقد أعطت هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة أعلى معدل بلغ 318.61 ملغم. كغم$^{-1}$ الذي تفوق معنوياً على جميع مصادر الزنك المختلفة سواء المخلبية الطبيعية او المخلبية الصناعية او المعدنية، بنسبة زيادة مقدارها 22.95% و30.38% و55.93% مقارنة بالسماد المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) والسماد المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة على التوالي. كما اشار الجدول إلى تفوق جميع مصادر الزنك العضوية الطبيعية سواءا لحامض الهيوميك او لحامض الهيوميك + حامض الفولفيك (عدا هيومات الزنك المستخلص من قش الحنطة) على المصدر المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) في حين تفوقت جميعها معنوياً على المصدر المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) ومعاملة من دون إضافة زنك.

جدول 20. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز الحديد في ثمار الخيار (ملغمFe. كغم$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	204.33	204.33	204.33	**204.33**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	292.33	285.58	316.67	**298.19**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	322.17	296.42	337.25	**318.61**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	274.25	246.75	295.75	**272.25**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	282.83	279.08	304.42	**288.78**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	237.75	256.42	238.92	**244.36**
(Z_6) Zn-DTPA	255.83	271.67	249.92	**259.14**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z		**40.00**		
معدل طرائق الإضافة	**267.07**	**262.89**	**278.18**	
L.S.D $_{0.05}$		**15.12**		**23.09**

وقد يعود السبب في زيادة تركيز الحديد في الثمار إلى دور الزنك في تنشيط الفعاليات الحيوية في الأوراق مع احتواء الاحماض الدبالية على كميات تكاد لا تكون قليلة من الحديد وبالنتيجة زيادة امتصاصه وزيادة تركيزه في الأوراق ومن ثَمّ انتقاله إلى الثمار.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق طريقة إضافة مصادر الزنك المختلفة بطريقة نصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي وذلك بإعطائها أعلى قيمة بلغت 278.18 ملغم.كغم$^{-1}$ متفوقة على طريقة الإضافة الأرضية بنسبة زيادة مقدارها 5.81%. في حين لم يكن هناك فارق معنوي بينها وبين طريقة الإضافة رشاً على النبات. اتفقت النتيجة مع العامري (2011) الذي حصل على تفوق معنوي في اغلب صفات الطماطة عند إضافة حامض الهيوميك بالتجزئة (أرضي + رشاً).

وكان للتداخل بين مصادر الزنك وطرائق إضافتها تأثير معنوي في تركيز الحديد في الثمار، إذ بلغ أعلى معدل 337.25 ملغم.كغم$^{-1}$ عند معاملة (هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة (Zn–HA + FAz)عند اضافته بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً والتي تفوقت بنسبة زيادة مقدارها 41.85% و 65.05% على التوالي مقارنة بأقل قيمتي (237.75 ملغم Fe. كغم$^{-}$)^{1} عند كبريتات الزنك المضافة رشاً على المجموع الخضري و 204.33 ملغم Fe. كغم$^{-1}$ عند معاملة المقارنة.

9.2.1.2.4. تركيز النحاس في أوراق الخيار (ملغمCu.كغم$^{-1}$).

تشير نتائج جدول 21 الى تأثير مصادر وطرائق إضافة الزنك وتداخلاتهما في تركيز النحاس في أوراق الخيار. إذ لوحظ حصول زيادة معنوية في تركيز النحاس في الأوراق عند إضافة الزنك من مصادره المختلفة سواء العضوية الطبيعية أو العضوية الصناعية أم معدنية بالقياس إلى معاملة من دون إضافة الزنك (معاملة المقارنة). إذ سجل سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة أعلى معدل بلغ 128.67 ملغم.كغم$^{-1}$ وبفارق معنوي على جميع مصادر الزنك الطبيعية الأخرى والمخلبية الصناعية والمعدنية. إذ اعطى زيادة معنوية بنسبة مقدارها 19.76% و19.57% و10.98% و25.21% و71.31% و128.74% مقارنة بهيومات الزنك المستخلص من كوالح الذرة و هيومات الزنك المستخلص من قش الحنطة

وهيومات وفولفات الزنك المستخلصة من قش الحنطة ومصدر الزنك المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومعاملة المقارنة على التوالي. ولا توجد فروق معنوية بين مصادر الزنك العضوية الطبيعية الأخرى الا انها تفوقت جميعاً وبصورة معنوية على مصدر الزنك المخلبي الصناعي والمعدني فضلاً على معاملة المقارنة. في حين لوحظ تفوق المصدر المخلبي الصناعي للزنك بنسبة زيادة مقدارها 17.97% و57.53% مقارنة بمصدر الزنك المعدني ومعاملة من دون إضافة على التوالي، كما تفوق معنوياً المصدر المعدني للزنك على معاملة المقارنة بنسبة زيادة مقدارها 33.53%.

جدول 21. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز النحاس في أوراق الخيار (ملغمCu. كغم$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	56.25	56.25	56.25	**56.25**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	106.58	123.00	92.58	**107.39**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	124.00	134.75	127.25	**128.67**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	104.25	115.83	102.75	**107.61**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	109.25	122.75	115.83	**115.94**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	85.17	71.75	68.42	**75.11**
(Z_6) Zn-DTPA	98.42	91.17	76.25	**88.61**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z			**18.46**	
معدل طرائق الإضافة	**97.70**	**102.21**	**91.33**	
L.S.D $_{0.05}$		**6.98**		**10.66**

وتعزى هذه الزيادة إلى دور الزنك في تنشيط الفعاليات الحيوية للنبات وإلى تركيز الاحماض الدبالية من النحاس وهذه النتائج تتفق مع Sepehr وآخرين (2002) والصميدعي (2011) الذين وجدوا زيادة في تركيز النحاس في أوراق زهرة الشمس عند إضافة الزنك كما اتفقت النتائج

مع Rauthan و Schnitzer (1981) عند حصولهما على زيادة معنوية في تركيز النحاس في أوراق الخيار عند إضافة حامض الفولفيك المستخلص من التربة.

أما طرائق الإضافة فقد اشار التحليل الإحصائي إلى وجود فروق معنوية بين طريقة الإضافة الأرضية التي أعطت أعلى قيمة بلغت 102.21 ملغم.كغم$^{-1}$ مقارنة بطريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي والتي أعطت ادنى قيمة بلغت 91.33 ملغم.كغم$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 11.91% .

ومن جدول 21 نلاحظ أيضاً ان هناك تداخلاً معنوياً بين مصادر الزنك وطرائق إضافتها في تركيز النحاس في أوراق الخيار، إذ بلغ أعلى معدل لتركيز النحاس 134.75 ملغم.كغم$^{-1}$ عند التسميد لهيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة المضاف بالطريقة الأرضية بنسبة زيادة قدرها 96.94% قياساً على مصدر الزنك المعدني والمضاف بالطريقة نفسها مباشرة على التربة في حين وصلت الزيادة إلى 139.55% قياسا على ادنى معدل لهذه الصفة 56.25 ملغم.كغم$^{-1}$ عند معاملة المقارنة .

10.2.1.2.4. تركيز النحاس في ثمار الخيار (ملغمCu.كغم$^{-1}$).

تبين نتائج جدول 22 ان تركيز النحاس في ثمار الخيار قد تأثر معنوياً بمصادر وطرائق إضافة الزنك وتداخلهما، إذ لوحظ حصول زيادة معنوية في تركيز النحاس في الثمار نتيجة إضافة جميع مصادر الزنك عضوية كانت ام معدنية قياساساً مع معاملة المقارنة (من دون إضافة). حصل أعلى معدل لتركيز النحاس في ثمار الخيار عند سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة 24.95 ملغم.كغم$^{-1}$ وهو لم يختلف معنوياً عن سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من قش الحنطة الذي بلغ 24.48 ملغم.كغم ولكن اختلف وبصورة معنوية عن بقية مصادر الزنك العضوية الطبيعية الأخرى وقد بلغ عندها التركيز 23.69 و23.23 ملغم.كغم$^{-1}$ لكل من كوالح الذرة وقش الحنطة على التوالي، كما تفوق بنسبة زيادة قدرها 12.3% و15.51% و59.02% مقارنة بالمصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومعاملة المقارنة على التوالي. كما لوحظ من الجدول وجود فرق معنوي بين مصادر الزنك العضوية الطبيعية سواءا لحامض الهيوميك او لحامض الهيوميك + حامض الفولفيك على

المصدر المخلبي الصناعي(Zn–DTPA) والمصدر المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة. كما لوحظ التأثير المعنوي في مصدر الزنك المخلبي الصناعي بنسبة زيادة مقدارها 3.10% و 41.93% مقارنة مع الزنك المضاف بصورة معدنية وبمعاملة المقارنة (من دون إضافة زنك) على التوالي. كما تفوق المصدر المعدني للزنك معنوياً بنسبة زيادة قدرها 37.66% قياساً بمعاملة المقارنة.

جدول 22. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز النحاس في ثمار الخيار (ملغمCu.كغم$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	15.69	15.69	15.69	**15.69**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	23.84	24.12	23.10	**23.69**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	25.09	25.42	24.35	**24.95**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	23.80	23.19	22.69	**23.23**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	24.91	24.31	24.21	**24.48**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	21.30	22.36	21.16	**21.60**
(Z_6) Zn-DTPA	22.18	22.73	21.90	**22.27**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z		**1.06**		
معدل طرائق الإضافة	**22.40**	**22.55**	**21.87**	
L.S.D $_{0.05}$		**0.40**		**0.61**

اما تأثير طرائق الإضافة فقد اشار التحليل الإحصائي إلى وجود فروق معنوية بين طرائق إضافة مصادر الزنك المختلفة فقد أعطت طريقة الإضافة الأرضية أعلى معدل لتركيز النحاس في الثمار بلغ 22.55 ملغم.كغم$^{-1}$ التي تفوقت على أقل قيمة 21.87 ملغم.كغم$^{-1}$ والتي حصلت عند الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي بنسبة زيادة 3.11%. كما تفوقت معنوياً طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري على طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي بنسبة زيادة مقدارها 2.24%.

اما تأثير التداخل بين مصادر السماد وطرائق اضافتها في تركيز النحاس في ثمار الخيار . فقد بينت النتائج حصول تداخل معنوي إذ بلغ أعلى معدل لتركيز النحاس في الثمار 25.42 ملغم Cu.كغم$^{-1}$ عند التسميد بهيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة والمضاف أرضياً بنسبة زيادة مقدارها 20.13% قياساً على أدنى قيمة (21.16 ملغم.كغم$^{-1}$) عند مصدر الزنك المعدني وبطريقة إضافة نصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي في حين وصلت الزيادة إلى 62.01% مقارنة مع ادنى معدل لهذه الصفة 15.69 ملغم.كغم$^{-1}$ عند معاملة المقارنة .

11.2.1.2.4. تركيز المنغنيز في أوراق الخيار (ملغمMn.كغم$^{-1}$).

تشير نتائج جدول 23 إلى تأثير مصادر وطرائق إضافة الزنك وتداخلاتهما في تركيز المنغنيز في أوراق الخيار. إذ نلاحظ ان جميع مصادر الزنك المختلفة تفوقت معنوياً على معاملة من دون إضافة الزنك. كما اعطى سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة أعلى قيمة بلغت 110.33 ملغم.كغم$^{-1}$ وهي تفوقت معنوياً على جميع مصادر الزنك العضوية الطبيعية الأخرى، إذ بلغ عندها تركيز المنغنيز 99.69 و90.86 و97.47 لكل من Z1 وZ3 وZ4 على التوالي، كما تفوقت على المصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومعاملة المقارنة بنسبة زيادة مقدارها 30.35% و40.94% و59.32% على التوالي. كما لوحظ تفوق جميع مصادر الزنك العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او لحامض الهيوميك + حامض الفولفيك معنوياً (عدا هيومات الزنك المستخلص من قش الحنطة لم تؤثر معنوياً) على المصدر المخلبي الصناعي للزنك (Zn–DTPA) والمصدر المعدني للزنك ومعاملة المقارنة. على حين لم يشر التحليل الإحصائي إلى وجود فروق معنوية بين مصدر الزنك المخلبي الصناعي ومصدر الزنك المعدني ولكنهما تفوقا وبشكل معنوي بنسبة زيادة مقدارها 21.86% و 13.04% على التوالي مقارنة بمعاملة من دون إضافة زنك. ويعزى السبب إلى إضافة الزنك وإضافة الاحماض الدبالية التي أدت إلى تشجيع نمو النبات ومن ثَمّ زيادة امتصاص المنغنيز، وهذه النتائج جاءت متوافقة مع الخفاجي (1993) عند إضافة الزنك إلى الخيار في البيوت المحمية.

جدول 23. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز المنغنيز في أوراق نبات الخيار (ملغمMn. كغم$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	69.25	69.25	69.25	**69.25**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	89.25	107.00	102.83	**99.69**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	94.67	117.00	119.33	**110.33**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	83.75	92.33	96.50	**90.86**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	88.58	100.17	103.67	**97.47**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	77.83	77.67	79.33	**78.28**
(Z_6) Zn-DTPA	79.42	81.42	92.33	**84.39**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z		**11.75**		
معدل طرائق الإضافة	**83.25**	**92.12**	**94.75**	
L.S.D $_{0.05}$		**4.44**		**6.78**

ان لطرائق إضافة مصادر الزنك المختلفة تأثيرات معنوية، فقد أعطت طريقة إضافة المصادر بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي أعلى معدل بلغ 94.75 ملغم.كغم$^{-1}$ مقارنة بـ أقل معدل عند طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري (83.25 ملغم.كغم$^{-1}$) بنسبة زيادة مقدارها 13.81% في حين لم تختلف معنوياً عن طريقة الإضافة الأرضية ولكنها ازدادت عليها بنسبة 2.85% فيما تفوقت طريقة الاضافة الارضية معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 10.65% مقارنة بطريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري.

كما تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود تداخل معنوي بين مصادر الزنك وطرائق أضافتها في تركيز المنغنيز في الأوراق. إذ حصل أعلى معدل لتركيز المنغنيز في الأوراق بلغ 119.33 ملغم.كغم$^{-1}$عند التسميد الأرضي بهيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة بنسبة زيادة مقدارها 53.64% مقارنة إضافة المصدر المعدني للزنك أرضياً إذ بلغت 77.67 ملغم.كغم$^{-1}$بنسبة زيادة مقدارها 72.32% قياساً بالمقارنة (69.25 ملغم.كغم$^{-1}$).

12.2.1.2.4. تركيز المنغنيز في ثمار الخيار (ملغMn.كغم$^{-1}$).

يبين جدول 24 تأثير مصادر وطرائق إضافة الزنك وتداخلاتها في تركيز المنغنيز في ثمار الخيار. و يتضح منه التأثير الايجابي لمصادر الزنك في تركيز المنغنيز، إذ ادت إضافة الزنك من مصادره المخلبية الطبيعية او الصناعية او المعدنية وبغض النظر عن طريقة الإضافة إلى زيادة معنوية في تركيز المنغنيز في الثمار قياساً على معاملة المقارنة (من دون إضافة زنك) فانحصر تركيز المنغنيز بين 43.75 و58.22 ملغم.كغم$^{-1}$وكان ضمن الحدود الطبيعية للاستهلاك البشري. (باركر وبيلبيم، 2012). كما أوضح الجدول حصول سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة أعلى معدل بلغ 58.22 ملغم.كغم$^{-1}$ الذي لم يختلف معنوياً عن سمادي هيومات الزنك المستخلص من كوالح الذرة وهيومات وفولفات الزنك المستخلص من قش الحنطة في حين اختلف معنوياً عن هيومات الزنك المستخلص من قش الحنطة. وأعطى سماد هيومات وفولفات الزنك المستخلصة من كوالح الذرة زيادة مقدارها 15.93% و18.82% و33.07% في تركيز المنغنيز مقارنة بمصدر الزنك المخلبي الصناعي ومصدر الزنك المعدني ومعاملة من دون إضافة زنك على التوالي . أظهر التحليل الإحصائي حصول زيادة معنوية في جميع مصادر الزنك العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او لحامض الهيوميك + حامض الفولفيك مقارنة بالمصدر المخلبي الصناعي (Zn–DTPA) والمصدر المعدني ($ZnSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة. في حين لم يكن هناك تأثير معنوي بين المصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ولكنهما تفوقا وبشكل معنوي على معاملة المقارنة بنسبة زيادة مقدارها 14.79% و 12.00% على التوالي.

اما بالنسبة لطرائق الإضافة فقد سجلت طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي أعلى معدل بلغ 54.85 ملغم.كغم$^{-1}$وهي تفوقت معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 10.99% على طريقة الإضافة رشاً على الجزء الخضري التي سجلت أقل معدل بلغ 49.42 ملغم.كغم$^{-1}$. كما تفوقت طريقة الإضافة الأرضية بنسبة زيادة مقدارها 7.46% على طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري.

جدول 24. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز المنغنيز في ثمار الخيار (ملغMn.كغم$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(Z_0) Control	43.75	43.75	43.75	**43.75**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	49.58	55.47	61.17	**55.41**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	51.50	58.00	65.17	**58.22**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	51.92	53.92	56.17	**54.00**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	52.00	57.83	60.00	**56.61**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	48.00	51.00	48.00	**49.00**
(Z_6) Zn-DTPA	49.17	51.83	49.67	**50.22**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z			**6.29**	
معدل طرائق الإضافة	**49.42**	**53.11**	**54.85**	
L.S.D $_{0.05}$		**2.38**		**3.63**

إما تأثير التداخل بين مصادر الزنك وطرائق إضافتها في تركيز المنغنيز في ثمار الخيار. فقد لوحظ ان أعلى معدل بلغ 65.17 ملغم.كغم$^{-1}$ عند التسميد الأرضي بهيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة بنسبة زيادة مقدارها 35.77% قياسا على أدنى قيمة عند مصدر الزنك المعدني المضاف بطريقتي الرش على المجموع الخضري وبنصف الكمية رشاً ونصفها أرضياً في حين وصلت الزيادة إلى 48.96% مقارنة بأدنى معدل لهذه الصفة وجدت عند معاملة المقارنة بلغت 43.75 ملغم.كغم$^{-1}$.

13.2.1.2.4. تركيز النترات في الثمار (ملغم.كغم$^{-1}$).

يعد تركيز النترات في الثمار من الدالات الأساسية المعتمدة في تقويم جودة المحصول إذ إن زيادة تركيزها في الثمار يدل على رداءة المحصول (أبو ريان، 2010).

إذ يتضح من جدول 25 تأثير مصادر وطرائق الزنك المضاف وتداخلاتهما في تركيز النترات في ثمار الخيار، إذ انخفض إلى أدنى مستوى له في المعاملات المضاف إليها الزنك

باختلاف مصادره في معاملة هيومات الزنك المستخلص من كوالح الذرة التي أعطت معدلاً بلغ 16.53 ملغم. كغم$^{-1}$. وهو لم يختلف معنوياً عن بقية مصادر الزنك العضوية الطبيعية عدا هيومات الزنك المستخلص من قش الحنطة. كما لوحظت هناك فروق معنوية في انخفاض تركيز الثمار من النترات بين مصادر الزنك العضوية الطبيعية ومصادر الزنك العضوية الصناعية ومصدر الزنك المعدني (التسميد الكيميائي) مما سبب زيادة في تركيز النترات في ثمار الخيار حيث بلغ أعلى مستوى له 26.38 ملغم.كغم$^{-1}$ عند معاملة الزنك المعدني. كما يلاحظ من الجدول انخفاض نسبة النترات في معاملة (Zn–DTPA) مقارنة بالتسميد المعدني للزنك ($ZnSO_4.7H_2O$) وبفرق غير معنوي.

جدول 25. تأثير مصادر الزنك وطريقة الإضافة في تركيز النترات في ثمار الخيار (ملغم. كغم$^{-1}$)

مصادر الزنك (Z)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة (A_3) رشاً+ أرضي	
(Z_0) Control	14.42	14.42	14.42	**14.42**
(Z_1) Zn-HAc من كوالح الذرة	15.38	15.01	19.20	**16.53**
(Z_2) Zn-HA+FAc من كوالح الذرة	17.84	20.37	13.52	**17.24**
(Z_3) Zn-HAw من قش الحنطة	28.01	21.39	15.08	**21.49**
(Z_4) Zn-HA+FAw من قش الحنطة	19.78	16.55	15.96	**17.43**
(Z_5) $ZnSO_4.7H_2O$	27.44	29.74	21.95	**26.38**
(Z_6) Zn-DTPA	26.81	30.26	16.48	**24.52**
L.S.D $_{0.05}$ A * Z			**3.89**	
معدل طرائق الإضافة	**21.38**	**21.11**	**16.66**	
L.S.D $_{0.05}$		**1.47**		**2.25**

تأتي أهمية قياس تركيز الثمار من النترات لارتباطها بصحة الإنسان من خلال ارتباطها في سرطان الجهاز الهضمي وذلك من خلال اختزال النترات في الجهاز الهضمي إلى نتريت والأخير يرتبط بدوره بمركبات امينية تتحول إلى المادة المسرطنة نتروز امين (Taiz و Zeiger، 2006) ومن ثَمّ تترك آثاراً ضارة على صحة الإنسان والبيئة، ويعزى سبب انخفاض

تركيز النترات في ثمار الخيار عند إضافة مصادر الزنك العضوية الطبيعية إلى دور الأحماض الدبالية في تنظيم وتجهيز النبات بالنتروجين والمغذيات الأخرى بما يوازي امتصاصها من لدن النبات وخلق حالة من التوازن الغذائي والكيميائي في النبات والثمار خلال مدة النمو بما يسمح بنمو جيد للنبات دون اي تراكم لأي مادة عن الحدود المسموح بها في النبات (ابو ريان، 2010) على حين يعزى ارتفاع تركيز النترات في الثمار عند إضافة المصدر المعدني مع التوصية السمادية للاسمدة الكيميائية لمحصول الخيار ولا سيما السماد النتروجيني الذي سيتحول مباشرة إلى نترات ونتريت بفعل أكسدة الأحياء المجهرية له فيمتصها النبات وتتراكم في انسجته بشكل اكبر مما هو عليه في الأحماض الدبالية وعلى الرغم من ذلك فان مستوى النترات وللمعاملات كافة وحتى بالنسبة لأعلى قيمة هي ضمن القيم الآمنة صحياً .إذ حدد الاتحاد الأوربي تراكيز النترات المسموح بها للخضار 44 ملغم.كغم (L,Herondel و Herondel، 1996). هذه النتائج تتفق مع محمد (2002) والجاف (2012) عند إضافة المادة العضوية والشبراوي وآخرين (2011) عند إضافة حامض الهيوميك على محصول الخيار، الذين لاحظوا انخفاض النترات في ثمار الخيار ومع العامري (2011) والخليل (2011) على محصول الطماطة الذين اشاروا إلى ارتفاع نسب النترات مع التسميد المعدني وانخفاضها عند التسميد العضوي.

كما لوحظ من الجدول 25 ان لطرائق إضافة مصادر الزنك المختلفة تأثيراً في تركيز النترات. إذ نلاحظ زيادة تركيز النترات في طريقتي الإضافة رشاً على المجموع الخضري والإضافة الأرضية بلغت 21.38 و 21.11 ملغم.كغم$^{-1}$ في حين انخفضت نسبة النترات إلى أقل مستوى له عند طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي إذ بلغت 16.66 ملغم. كغم$^{-1}$ قد يعود السبب إلى تجزئة كمية وتراكيز الأسمدة بحيث كانت الإضافة بصورة تغذية ورقية وجذرية أدت إلى تحولات النترات في الاجزاء الجذرية والخضرية لمركبات متعددة.

اما ما يخص التداخل بين مصادر الزنك وطرائق إضافتها. فقد أشار الجدول إلى حصول معاملة السماد المخلبي الصناعي المضاف إلى التربة على أعلى معدل بلغ 30.26 ملغم. كغم$^{-1}$ في حين انخفض تركيز النترات في الثمار إلى ادنى معدلاته عند معاملة هيومات وفولفات الزنك المستخلص من كوالح الذرة والمضاف بنصف الكمية أرضي ونصفها رشاً على الجزء الخضري إذ بلغت 13.52 ملغم. كغم$^{-1}$.

2.2.4. التجربة الثانية : تجربة الحديد.

1.2.2.4. تأثير مصدر وطرائق إضافة الحديد في بعض الصفات المدروسة.

1.1.2.2.4. ارتفاع النبات (م)

تشير نتائج جدول 26 إلى تأثير مصدر وطرائق إضافة الحديد وتداخلاتهما في صفة ارتفاع النبات (م) لنبات الخيار. إذ يلاحظ تفوق سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة (Fe–HA+FA) (Z_2) معنوياً على جميع مصادر الحديد المختلفة سواء المخلبية الطبيعية الأخرى (عدا هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة) او المخلبية الصناعية او المعدنية إذ حصل عندها أعلى معدل بلغ 4.69 م بنسبة زيادة مقدارها 13.28% و19.03% و28.84% مقارنة بمصدر الحديد المخلبي الصناعي (Fe–DTPA) والمصدر المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة (من دون إضافة الحديد) على التوالي. كما تفوقت جميع مصادر الحديد العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك معنوياً على السماد المخلبي الصناعي والسماد المعدني وعند المقارنة بين مصادر الحديد الطبيعية نجد ان أقل قيمة لها عند سماد هيومات الحديد المستخلصة من قش الحنطة (Fe–HA) والتي بلغت 4.43 م والتي تفوقت بنسبة مقدارها 7.00% و12.43% و21.70% على مصدر الحديد المخلبي الصناعي (Fe–DTPA) ومصدر الحديد المعدني ومن دون إضافة حديد على التوالي، كما تفوق مصدر الحديد المخلبي (Fe–DTPA) معنوياً على المصدر المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة بنسبة زيادة مقدارها 5.07%و13.73% على التوالي. وكذا لوحظ تفوق معنوي للمصدر المعدني قياساً بالمقارنة بنسبة زيادة مقدارها 8.24%، ويعزى سبب ذلك إلى دور الحديد الذي يدخل في تركيب انزيمات الاكسدة والاختزال مثل السايتوكروم والسايتوكروم اوكسيديز والبيوكسديز فضلاً عن مساهمته في بناء الكلوروفيل في النبات (صهيوني، 2004) ومن ثَمّ زيادة فعاليات النبات في امتصاص المغذيات وزيادة عمليتي التنفس والبناء الضوئي وكذلك الانظمة البيئية وتشجيع نمو الانسجة المرستيمية ومن ثم انقسام الخلايا واستطالتها مما يزيد من ارتفاع النبات، إن هذا يتفق مع نتائج علوان وآخرين (2004)عندما اضاف الزنك والحديد إلى الطماطة وهي توافقت مع المحمدي (2005) وAbbas وآخرين (2009) وAmini وآخرين (2009) والعسافي (2010) والخزرجي (2011)

على محاصيل مختلفة. ومع Boehme وآخرين (2005)عند اضافتهم هيومات الحديد إلى نبات الخيار. وكذلك لدور الأحماض الدبالية (حامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك) لما تحتوية من عناصر غذائية (جدول 2) مهمة تزيد من نمو النبات وتطوره مقارنة بالمصدر المخلبي الصناعي والمعدني. وفي الوقت نفسه تعمل على زيادة نفإذية الأغشية والتي تسبب زيادة امتصاص المغذيات (Chen وAviad، 1990) وفي تحسين الانقسام الخلوي واستطالة الخلايا وتحسن توازن الخلايا (Pettit، 2003) ومن ثَمّ زيادة ارتفاع النبات، وهذه النتائج جاءت متوافقة مع Unlu وآخرين (2011) والشبراوي وآخرين (2011) والـ El–Nemr وآخرين (2012) و Sure وآخرين (2012) وBozorgi وآخرين (2012)عند دراستهم على محصول الخيار.

جدول 26. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في ارتفاع نبات الخيار (م)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	3.64	3.64	3.64	**3.64**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	4.54	4.49	4.60	**4.54**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	4.68	4.68	4.72	**4.69**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	4.66	4.21	4.43	**4.43**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	4.76	4.25	4.72	**4.58**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	3.78	3.93	4.10	**3.94**
(F_6) Fe-DTPA	3.92	4.17	4.32	**4.14**
L.S.D $_{0.05}$ A * F		**0.33**		
معدل طرائق الإضافة	**4.28**	**4.19**	**4.36**	
L.S.D $_{0.05}$		**0.1256**		**0.19**

اما طرائق إضافة مصادر الحديد المختلفة فقد أعطت إضافة الأسمدة (بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً) أعلى معدل بلغ 4.36 م في حين كانت أدنى قيمة 4.19 م كمعدل عند إضافة المصادر المختلفة بشكل أرضي. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي فروقاً معنوية بين طرائق الإضافة في ارتفاع نبات الخيار. إذ تفوقت معاملة إضافة الحديد بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً معنوياً على طريقة إضافة المصادر أرضياً بنسبة زيادة

مقدارها 4.05%. في حين لم تلاحظ فروق معنوية بين طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري مقارنة بالإضافة الأرضية والإضافة بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً. وهذه النتائج تتفق مع ما وجده Unlu (2011) على نبات الخيار والعامري (2011) على نبات الطماطة في تفوق طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري وطريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري + الإضافة الأرضية.

كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تأثيراً معنوياً للتداخل بين مصادر الحديد المختلفة وطرائق إضافتها. إذ لوحظ أن أعلى معدل لارتفاع النبات بلغ 4.76 م في معاملة هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة (Fe–HA+FA) والمضافة رشاً، وأدناها 3.78 م في معاملة مصدر الحديد المعدني المضافة بالطريقة نفسها و3.64 م في معاملة المقارنة إذ كانت نسبة الزيادة بمقدار 25.92% و 30.76% على التوالي.

2.1.2.2.4. عدد العقد .نبات$^{-1}$.

يوضح جدول 27 أن معدل عدد العقد للنبات تأثر بمصادر الحديد وطرائق إضافتها إذ تشير النتائج إلى وجود فروق معنوية بين مصادر الحديد المختلفة. إذ تفوق سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة (Fe–HA +FAz) (Z_2) معنوياً على جميع مصادر الحديد المختلفة، المخلبية الطبيعية الأخرى (عدا هيومات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة) أو المخلبية الصناعية أو المعدنية، إذ بلغ أعلى معدل لعدد العقد في النبات 49.44 عقدة .نبات$^{-1}$ مقارنة بـ 48.22 و45.11 و47.11 و42.44 و41.89 و38.33 عقدة.نبات$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 2.53% و9.60% و4.94% و16.49% و18.02% و28.98% مقارنة بهيومات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة وهيومات الحديد المستخلصة من قش الحنطة وهيومات وفولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة ومصدر الحديد المخلبي الصناعي (Fe–DTPA) والمصدر المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة على التوالي.

كما تفوقت جميع مصادر الحديد العضوية معنوياً سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + الفولفيك وقد كانت أقل قيمة لها عند هيومات الحديد المستخلصة من قش الحنطة الذي بلغ 45.11 عقدة.نبات$^{-1}$ الذي تفوق معنوياً على كل من المصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومعاملة من دون إضافة وقد بلغ عندها عدد العقد 42.44 و 41.89 و

38.33 عقدة.نبات$^{-1}$ بنسبة زيادة 6.29% و7.68% و17.69% على التوالي. وعلى الرغم من أن مصدر الحديد المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) حقق عدد عقد بالنبات بمقدار 42.44 عقدة.نبات$^{-1}$ الا انه ليس هناك فرق معنوي مع المصدر المعدني ولكنهما تفوقا وبشكل معنوي بنسبة زيادة مقدارها 10.72% و9.29% للمصدرين على التوالي مقارنة بمعاملة المقارنة.

جدول 27. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في معدل عدد عقد الخيار. نبات$^{-1}$

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	38.33	38.33	38.33	**38.33**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	49.33	51.00	44.33	**48.22**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	50.00	53.33	45.00	**49.44**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	49.67	42.33	43.33	**45.11**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	50.00	43.00	49.33	**47.44**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	42.67	41.67	41.33	**41.89**
(F_6) Fe-DTPA	43.00	42.00	42.33	**42.44**
L.S.D $_{0.05}$ A * F			**2.16**	
معدل طرائق الإضافة	**46.14**	**44.52**	**43.43**	
L.S.D $_{0.05}$	**0.82**			**1.25**

تعزى هذه النتائج إلى دور الحديد الذي يسهم في الفعاليات الحيوية داخل جسم النبات، من بناء الكلوروفيل وفي تحفيز نشاط الإنزيمات ولاسيما المتعلقة بالتمثيل الضوئي والتنفس وهذا ينعكس على عدد العقد.نبات$^{-1}$ او قد يعود السبب إلى دور العنصر في زيادة كفاءة المركبات المهمة التي تساعد على انقسام الخلايا وزيادة نموها التي انعكس عنها ارتفاع النبات ومن ثَمّ زيادة عدد العقد. او قد يعزى السبب إلى دور الأحماض الدبالية في زيادة عدد العقد، وهذه النتائج جاءت متفقه مع Bozorgi وآخرين (2012) و Sure وآخرين (2012) عند إضافة حامض الهيوميك إلى نباتات الخيار.

أما طرائق إضافة مصادر الحديد المختلفة فقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي فروقاً معنوية بين طرائق الإضافة في عدد العقد، إذ أعطت طريقة إضافة الأسمدة رشاً على المجموع

الخضري(A_1) أعلى معدل بلغ 46.14 عقدة.نبات$^{-1}$ تليه طريقة الإضافة الأرضية (A_2) 44.52 عقدة.نبات$^{-1}$ و 43.43 عقدة.نبات$^{-1}$ أقل معدل لعدد العقد عند إضافة مصادر الحديد المختلفة بنصف الكمية أرضي+ نصف الكمية رشاً (A_3) بنسبة زيادة 3.64% و6.23 على التوالي ، كما تفوقت طريقة إضافة الأسمدة بشكل أرضي على طريقة الإضافة بنصف كمية الأسمدة الأرضية + نصف كمية الرشاً بنسبة زيادة 2.51%.

كما تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود تأثير معنوي للتداخل بين مصادر الحديد وطرائق إضافتها في معدل عدد العقد. إذ لوحظ ان أعلى معدل لها بلغ 53.33 عقدة.نبات$^{-1}$ في معاملة هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة (Fe-HA+FAz) والمضافة بالطريقة الأرضية في حين بلغت أقلها 41.33 عقدة.نبات$^{-1}$ في معاملة مصدر الحديد المعدني والمضاف بنصف الكمية أرضي+ نصف الكمية رشاً و38.33 عقدة.نبات$^{-1}$ في معاملة المقارنة (من دون إضافة حديد) .

3.1.2.2.3. محتوى الكلوروفيل النسبي في الأوراق (وحدة SPAD).

تشير البيانات في جدول 28 تأثير مصدر وطرائق إضافة الحديد وتداخلاتهما في تركيز الأوراق النسبي من الكلوروفيل والمقاس بوحدة SPAD إلى تفوق سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من قش الحنطة (Fe-HA+FA) معنوياً في صفة تركيز الأوراق النسبي من الكلوروفيل على جميع مصادر الحديد الأخرى (عدا هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة) ومعاملة من بدون إضافة إذ بلغ معدله 47.93 وحدة SPAD بنسبة زيادة مقدارها 14.47% و 20.33% و 30.49% مقارنة بمصدر الحديد المخلبي الصناعي(Fe-DTPA) والمصدر المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة على التوالي.

كما يشير التحليل الإحصائي إلى تفوق جميع مصادر أسمدة الحديد العضوية الطبيعية الأخرى سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك على مصدر سماد الحديد العضوي الصناعي (Fe-DTPA)، ومصدر الحديد المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة. كما لم يلاحظ وجود فرق معنوي للسماد المخلبي الصناعي العضوي مع مصدر الحديد المعدني في حين كان هناك فرق معنوي لهما وبين معاملة المقارنة بنسبة زيادة مقدارها 13.99% و8.52% على التوالي.

جدول 28. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز الأوراق النسبي من الكلوروفيل وحدة(SPAD).

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	36.73	36.73	36.73	**36.73**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	46.77	43.73	44.40	**44.97**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	51.70	45.47	45.83	**47.67**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	43.63	46.37	42.57	**44.19**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	44.97	48.07	50.77	**47.93**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	40.10	39.00	40.40	**39.83**
(F_6) Fe-DTPA	41.07	42.80	41.73	**41.87**
L.S.D $_{0.05}$ A * F			**4.36**	
معدل طرائق الإضافة	**43.57**	**43.17**	**43.20**	
L.S.D $_{0.05}$		**N . S**		**2.52**

قد يعزى السبب إلى الدور الذي يؤديه الحديد في تكوين مركبات البلاستيدات الخضراء كما له تأثير مباشر في حفظ عدد البلاستيدات وحجمها. وقد اثبت كاردينر وميشل(1990) بأن اغشية الكرانا تقل في البلاستيدات الخضراء في النباتات التي تعاني نقص من الحديد . وكذلك لدور هيومات وفولفات الحديد ولما تحتويه من عناصر غذائية مهمة في نمو وتطور النبات، إذ لم يلاحظ هناك فارق معنوي بين هيومات وفولفات الحديد المستخلصه من كوالح الذرة و هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة ذي تركيز النتروجين الأعلى.

يدخل النتروجين في تكوين الكلوروفيل فضلاً عن تكوين الأحماض الأمينية التي تدخل في تكوين البلاستيدات الخضراء (Gutierrez – Micelli وآخرين، 2007) مما يزيد عن تركيز الأوراق من الكلوروفيل، واكد Myint وآخرين (2010) ان الكلوروفيل مرتبط ارتباطاً مباشراً بمستوى النبات من النتروجين. وهذه النتائج تتفق مع Pinton وآخرين (1998) عند إضافة هيومات الحديد لنباتات الخيار ولاحظوا حصول زيادة معنوية في تركيز الأوراق من الكلوروفيل، ومع Unlu وآخرين (2011) وSure (2012) في زيادة تركيز الكلوروفيل في الخيار. ومع

Amujoyegbe وآخرين (2007). وتتفق أيضاً مع العامري (2011) عند إضافة حامض الهيوميك إلى محصول الطماطة.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن لطرائق إضافة مصادر الحديد لم يكن لها تأثير معنوي في معدل تركيز الأوراق النسبي من الكلوروفيل فأعطت معاملة الرشاً على المجموع الخضري (A_1) أعلى معدل بلغ 43.57 وحدة SPAD تليه طريقة الإضافة بنصف الكمية أرضي+ نصف الكمية رشاً (A_3) التي بلغت 43.20 في حين أعطت طريقة الإضافة الأرضية (A_3) أقل معدل بلغ 43.17 وحدة SPAD.

كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود تأثير معنوي للتداخل بين مصدر وطرائق إضافة الحديد، إذ حصل على أعلى معدل لتركيز الأوراق النسبي من الكلوروفيل عند معاملة هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة(Fe-HA+FAz) والمضاف بطريقة الرش وقد بلغ 51.70 وحدة SPAD في حين بلغ أقل معدل عند معاملة كبريتات الحديد والمضاف بالطريقة الأرضية 39.00 وحدة SPAD .

4.1.2.2.3. المساحة الورقية (دسم^2.ورقة$^{-1}$).

يبين جدول 29 متوسطات المساحة الورقية لنبات الخيار وقيم أقل فرق معنوي (L.S.D) بين المتوسطات لمصادر الحديد المختلفة وطرائق إضافتها والتداخل بينهما ومنه يتضح وجود فروق معنوية في متوسط المساحة الورقية باختلاف مصدر الحديد إذ تفوق مصدر الحديد العضوي الطبيعي هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة (Fe-HA+FA) معنوياً على جميع مصادر الأسمدة المختلفة سواء المعدنية أو المخلبية الصناعية أو المخلبية الطبيعية الأخرى (عدا هيومات الحديد وهيومات وفولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة) . إذ بلغ معدل المساحة الورقية عندهما 558.00 دسم^2.نبات$^{-1}$ مقارنة بمعدل المساحة الورقية للمصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومن دون إضافة التي كانت قيمها 443.89 و 425.45 و 404.20 دسم^2.ورقة$^{-1}$على التوالي اي بنسبة زيادة مقدارها 25.71% و31.15% و38.05% على التوالي أيضاً، كما تفوقت جميع مصادر الحديد العضوية الطبيعية الأخرى سواء لحامض الهيوميك او لحامض الهيوميك+حامض الفولفيك (عدا هيومات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة)، إذ بلغت المساحة الورقية 523.43 و544.55 دسم^2.ورقة$^{-1}$

لهيومات الحديد المستخلصة من قش الحنطة وهيومات وفولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة على التوالي والتي تفوقتا وبفرق معنوي على مصدر الحديد المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) ومصدر الحديد المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة التي لم يكن بينها فرق معنوي.

جدول 29. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في المساحة الورقية للخيار (دسم^2.ورقة$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة (A_3) رشاً+ أرضي	
(F_0) Control	404.20	404.20	404.20	**404.20**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	463.95	450.07	460.40	**458.14**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	547.69	653.56	472.75	**558.00**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	630.51	474.01	465.76	**523.43**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	646.40	522.98	479.26	**549.55**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	444.23	405.32	426.80	**425.45**
(F_6) Fe-DTPA	459.39	424.20	448.08	**443.89**
L.S.D $_{0.05}$ A * F			**106.04**	
معدل طرائق الإضافة	**513.77**	**476.33**	**451.04**	
L.S.D $_{0.05}$		**40.08**		**61.22**

تعزى الزيادة في المساحة الورقية إلى وظائف الحديد الفسلجية في مشاركته في زيادة نشاط الخلايا التنفسية والإنزيمية وعمليات التركيب الضوئي، فضلاً عن دوره في تكوين الكلوروفيل وبروتينات جداران الخلايا كما انه يساعد على انقسام الخلايا واستطالتها مما يزيد من نشاط النبات في امتصاص الماء والعناصر الغذائية ثم زيادة المساحة الورقية للنبات (ابو ضاحي واليونس 1988) وهذه النتائج تتفق مع المحمدي (2005) والطاهر (2005) والخزرجي (2011) و عند أضافتهم الحديد لمحاصيل مختلفة Boehme وآخرين،(2005)عند اضافتهم هيومات الحديد إلى نبات الخيار. او قد يعود سبب زيادة المساحة الورقية إلى دور الأحماض الدبالية غير المباشرة لما تحتويه من عناصر غذائية وخاصة Fe-HA+FA ولاسيما النتروجين

العضوي الذي سبب نمو وتطور المجموع الخضري (Arnout، 2001) من خلال دوره في بناء البروتينات المهمة في زيادة انقسام الخلايا واستطالتها واثر ذلك في زيادة المساحة الورقية (Shaheen وآخرين، 2007)، وقد يكون السبب لدور الأحماض الدبالية المباشر الذي له فعل فسلجي بالنبات مشابه للاوكسجين والسايتوكاينين مما يؤثر في نمو النبات وزيادة المساحة الورقية (Zhang و Schmidt، 2000 و Zhang و Ervin، 2004). وهذه النتائج تتفق مع ماوجده Sure وآخرين (2012) و Bozorgi وآخرين (2012) عند معاملة الخيار بحامض الهيوميك ومع زيدان (2004) وعلي وحسين (2004) و Arancon وآخرون (2006) والعامري (2011) عند معاملة شتلات الطماطة بحامض الهيوميك الذي زاد من المساحة الورقية.

كما أثرت طرائق إضافة مصادر الحديد المختلفة في زيادة معدلات المساحة الورقية إذ تفوقت معنوياً فبلغ أعلى معدل للمساحة الورقية 513.77 دسم^2. ورقة$^{-1}$ عند طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري مقارنة بأقل قيمة عند طريقة الإضافة بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً (451.04 دسم^2.ورقة$^{-1}$) .

كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود تداخل معنوي بين مصادر الحديد المختلفة وطرائق إضافتها في المساحة الورقية. إذ لوحظ ان أعلى معدل للمساحة الورقية بلغ 653.56 دسم^2. ورقة$^{-1}$ في معاملة سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة عند إضافته الى التربة وأقل معدل بلغ 405.32 دسم^2.ورقة$^{-1}$ عند معاملة إضافة الحديد المعدني أرضياً.

5.1.2.2.4. الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم.نبات$^{-1}$).

بين جدول 30 تأثير مصدر وطرائق إضافة الحديد في الوزن الجاف لنبات الخيار. إذ يلاحظ تفوق سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة الصفراء معنوياً على جميع مصادر أسمدة الحديد المختلفة سواء المعدنية او المخلبية الصناعية أو المخلبية الطبيعية الأخرى (عدا هيومات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة وهيومات وفولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة إذ كان معدل الوزن الجاف 66.22 غم.نبات$^{-1}$، إذ اعطى سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة (Fe-HA+FAc) زيادة في الوزن الجاف للنبات الواحد مقدارها % و15.38% و21.88% مقارنة بسماد Fe-DTPA (المخلبي الصناعي) وسماد كبريتات الحديد (المصدر المعدني) ومعاملة المقارنة على التوالي. كما تفوقت جميع

مصادر أسمدة الحديد العضوية الطبيعية لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك على مصدر سماد الحديد العضوي الصناعي (Fe-DTPA) في اعطاء أعلى حاصل للوزن الجاف. لم يلاحظ فرق معنوي بين مصدر الحديد المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ولكنهما تفوقا بنسبة زيادة مقدارها 7.96% و5.63% على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة.

جدول30. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في الوزن الجاف للمجموع الخضري غم. نبات$^{-1}$

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			معدل الاسمدة
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة (A_3) رشاً+ أرضي	
(F_0) Control	54.33	54.33	54.33	**54.33**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	64.67	65.00	63.83	**64.50**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	66.00	65.83	66.83	**66.22**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	65.33	59.67	64.83	**63.28**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	66.67	64.50	66.00	**65.72**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	56.83	56.67	58.67	**57.39**
(F_6) Fe-DTPA	57.78	57.67	60.53	**58.66**
L.S.D $_{0.05}$ A * F		**3.72**		
معدل طرائق الإضافة	**61.66**	**60.52**	**62.15**	
L.S.D $_{0.05}$		**1.41**		**2.15**

قد يعود السبب إلى دور الحديد الضروري لاستطالة الخلايا وفي زيادة كمية الكلوروفيل في الجزء الخضري مما ينعكس على زيادة كفاءة النبات فضلاً عن تأثير الحديد في زيادة ارتفاع النبات والمساحة الورقية ومن ثَمّ ينعكس على زيادة وزن النبات الجاف هذا ما وجده Zahid و وآخرين (2003) والمحمدي (2005) والعسافي (2010) والخزرجي (2011) على محاصيل مختلفة ومع Boehme وآخرين، (2005)عند اضافتهم هيومات الحديد إلى نبات الخيار. و Bacaicoa و Garcia – Mina (2009) عند دراسته الخيار بإضافة مصدر الحديد Fe-EDTA إذ لاحظ حصول زيادة في حاصل المادة الجافة. كما قد يعزى السبب لما تحتويه المستخلصات النباتية (الأحماض الدبالية) من عناصر غذائية ومواد مصنعة بعملية التركيب الضوئي كالكاربوهيدرات والبروتينات في أنسجة النبات (Amujoyegbe وآخرين، 2007)، وهذه النتائج تتفق مع محمد (2002) عندما حصلت على زيادة في الوزن الرطب والجاف لنبات

الخيار عند اضافتها 20% من كوالح الذرة إلى التربة ومع Ortega وFernandez (2007) و Sure وآخرين (2012) و EL-Nemr وآخرين (2012) وعلى محصول الخيار، وكذلك تتفق مع نتائج Nardi وآخرين (2002) عند إضافة الهيوميك إلى الباذنجان .

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي فروقاً معنوية بين طرائق إضافة مصادر أسمدة الحديد المختلفة فقد أعطت طريقة إضافة الأسمدة بنصف الكمية أرضي+ نصف الكمية رشاً أعلى معدل بلغ 62.15 غم. نبات$^{-1}$ ، في حين كانتا أقل معدل وبحاصل 60.52 غم.نبات$^{-1}$ عند إضافة الأسمدة أرضياً. كما تفوقت معنوياً طريقة الإضافة بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً على طريقة الإضافة الأرضية بنسبة زيادة مقدارها 2.69% ولم تلاحظ هناك فروق معنوية عند مقارنتها بالإضافة رشاً على المجموع الخضري.

وتشير نتائج التحليل الإحصائي تأثير معنوي للتداخل بين مصدر السماد وطرائق إضافتها في الوزن الجاف فبلغت أعلى قيمة 66.83 غم.نبات$^{-1}$عند إضافة هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي وادناها 56.67 غم. نبات$^{-1}$ عند معاملة مصدر الحديد المعدني أرضياً بنسبة زيادة مقدارها 17.93% في المعاملات المضاف إليها الحديد أما عند عدم إضافة الحديد فكانت أقل قيمة 54.33 غم. نبات$^{-1}$، إذ كانت نسبة الزيادة 23.00%.

6.1.2.2.4. الحاصل الكلي (ميكاغرام.هـ$^{-1}$).

يشير جدول 31 إلى تأثير مصدر وطرائق إضافة الحديد وتداخلاتهما في الحاصل الكلي الذي قد تأثرا معنوياً بمعاملات الدراسة. يتضح التأثير المعنوي لمصادر الحديد المختلفة الطبيعية كانت او المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) او المعدني وبغض النظر عن طريقة الإضافة سواء إلى التربة او رشاً على المجموع الخضري كما يلاحظ تفوق مصدر الحديد المخلبي العضوي الطبيعي (هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة) الذي لم يختلف معنوياً عن جميع مصادر الحديد المختلفة المخلبية الطبيعية الأخرى في حين تفوق معنوياً على مصادر الحديد المخلبية الصناعية او المعدنية وذلك بحصوله على أعلى حاصل بلغ 195.67 ميكاغرام.هـ$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 10.04% و 13.69% و 36.32% مقارنة بالمصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومعاملة المقارنة على التوالي. في حين لم تلاحظ هناك فروق معنوية عند

مقارنة المصدر المخلبي الصناعي مع المصدر المعدني ولكنهما تفوقا معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 23.88% و9.90% على التوالي عند مقارنتهما بمعاملة المقارنة وانخفض الحاصل الكلي إلى ادنى مستوى له من مصادر الحديد في المعاملة $FeSO_4.7H_2O$ إذ بلغ 172.01 ميكاغرام.هـ$^{-1}$ قياساً بمعاملة المقارنة والتي بلغت143.53 ميكاغرام.هـ$^{-1}$.

جدول31. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في الحاصل الكلي (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	143.53	143.53	143.53	**143.53**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	196.76	181.31	172.91	**183.66**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	201.30	208.14	177.58	**195.67**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	188.19	188.10	191.80	**189.36**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	184.92	191.80	206.48	**194.40**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	157.31	174.60	184.13	**172.01**
(F_6) Fe-DTPA	162.49	177.93	193.21	**177.88**
L.S.D $_{0.05}$ A * F			**25.15**	
معدل طرائق الإضافة	**176.36**	**180.77**	**181.38**	
L.S.D $_{0.05}$		**9.51**		**14.52**

قد يعود سبب زيادة الحاصل إلى دور الحديد في زيادة عملية انقسام الخلايا واستطالتها وزيادة عملية البناء الضوئي ومن ثَمّ ازداد ارتفاع النبات ووزن النبات وزيادة المساحة الورقية والتي بزيادتها تعمل على زيادة التمثيل الضوئي نتيجة توفر الطاقة اللازمة لامتصاص الماء والمواد الغذائية ومن ثَمّ حصول زيادة في عدد الثمار ووزن الثمار والتي تصب جميعها في الحاصل وهذه النتائج جاءت متفقة مع و Boehme وآخرين،(2005)عند اضافتهم هيومات الحديد لنبات الخيار. ومع ما وجده Sanchez وآخرين (2005) الذين لاحظوا زيادة معنوية في حاصل الطماطة نتيجة إضافة الحديد بصيغة Fe-EDDHA كما اتفقت النتائج مع Zahid (2003) والمحمدي (2005) والعسافي (2010) والخزرجي (2011) على محاصيل مختلفة عند اضافتهم الحديد. اما سبب تفوق هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة فيعزى ذلك إلى سببين : الاول هو الفعل المخلبي للـ Fe-HA+FAz وقدرته على امداد النبات بالحديد

وفي جميع مراحل النمو (Ching، 1977 والتميمي، 1997 و الحديثي، 2009) إذ استمر بتجهيز الحديد خلال مراحل جني الثمار وخلال مراحل متأخرة من النمو وهذا ما اكدته التجربة المختبرية لدراسة مدة حضن الحديد، مقارنة بمصدر الحديد المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) والمصدر المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) قياساً بمعاملة المقارنة. إذ استمر جني ثمار نباتات الخيار المزروعة في هذا البيت والمعاملة بالمخلبيات الطبيعية مدة اطول مقارنة بالمعاملات الأخرى التي وصلت إلى حدود 23 جنية مع كون النباتات خضراء ويافعة واستمر الجني إلى حدود نهاية حزيران لعام 2012. مقارنة بالمعاملات غير المعاملة والبيوت المجاورة والتي انتهى حاصلها في منتصف حزيران. اما السبب الثاني فيعود إلى ما يحتويه سماد Fe-HA+FAz والأسمدة العضوية الأخرى من عناصر غذائية مهمة والتي يستمر بتجهيزها إلى مراحل متأخرة من النمو والتي زادت من قوة النمو الخضري وتمثيل العناصر ولاسيما زيادة تركيز الأوراق من الكلوروفيل والمساحة الورقية (جدول 28و29) مما زاد من نواتج التمثيل الكاربوني وتراكم نواتج هذه العملية (كربوهيدرات وبروتينات) في الاجزاء الخازنة للنبات ومن ثم زيادة الوزن الجاف للنبات الذي انعكس على زيادة الحاصل تتفق النتائج مع عدد من الباحثين منهم الشبراوي وآخرين (2011) وEL-Nemr وآخرين (2012) وSure وآخرين (2012) وBozorgi وآخرين (2012) على الخيار ووجد Unlu وآخرين (2011) زيادة لحاصل الخيار بنسبة 14.9% عند رش الهيوميك .

كما أثرت طرائق إضافة الحديد المختلفة في زيادة الحاصل الكلي إذ لوحظت فروق ولكنها لم تصل إلى حدود المعنوية فبلغ أعلى معدل 181.38 و180.77 و176.36 ميكاغرام.هـ$^{-1}$ ولطرائق الإضافة A3 وA2 وA1 على التوالي.

كان للتداخل بين مصادر الحديد المختلفة وطرائق اضافتها تأثير معنوي في الحاصل الكلي. إذ أعطت معاملة هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة والمضاف أرضياً أعلى حاصل مقارنة بباقي التداخلات عندما أعطت أعلى قيمة بلغت 208.14 ميكاغرام.هـ$^{-1}$. في حين أعطت معاملة الحديد المعدني والمضاف رشاً على المجموع الخضري أقل القيم بلغت 157.31 ميكاغرام.هـ$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 32.31% وبنسبة زيادة مقدارها 45.01% قياساً بمعاملة المقارنة (من دون إضافة الحديد)

2.2.2.4. تأثير مصادر وطرائق إضافة الحديد في امتصاص الخيار للعناصر.

1.2.2.2.4. تركيز النتروجين في أوراق الخيار (غم.كغم$^{-1}$).

يبين جدول 32 تأثير المصادر المختلفة للحديد وطريقة الإضافة في تركيز النتروجين في أوراق الخيار، إذ تؤكد نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي في تركيز النتروجين في أوراق الخيار وأعطى سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من قش الحنطة (F_4) أعلى تركيز نيتروجين بلغ 25.20 غم.كغم$^{-1}$ وهو لم يختلف معنوياً عن هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة (F_2) ولكن تفوقت معنوياً على جميع المعاملات الأخرى. في حين كانت أقل قيمة في تركيز الأوراق من النتروجين عند معاملة عدم إضافة الحديد (معاملة المقارنة) إذ بلغت 15.63غم.كغم$^{-1}$. كما لوحظ تفوق المعاملة (F_4) بنسبة زيادة مقدارها 21.21% 28.24% و61.23% للـ Fe-DTPA و $FeSO_4.7H_2O$ ومعاملة المقارنة على التوالي. كما يلاحظ من الجدول أيضاً تفوق معنوي لجميع مصادر الحديد العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك (عدا هيومات الحديد المستخلصة من قش الحنطة) وبفرق معنوي على مصدر الحديد المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) ومصدر الحديد المعدني($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة، كما تفوق مصدر الحديد المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) وبفرق معنوي مع السماد المعدني للحديد ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة بنسبة زيادة قدرها 5.80% و33.01%. كما تفوق معنوياً المصدر المعدني للحديد على معاملة بدون إضافته بزيادة مقدارها 25.72%. يعزى ذلك إلى دور الحديد في زيادة نشاط خلايا النبات مما يؤدي إلى زيادة قدرتها على امتصاص النتروجين وانتقاله من الجذور إلى المجموع الخضري وذلك لان مركز العمليات الإنزيمية والانشطة الحيوية وكذلك عمليات التركيب الضوئي تحدث في الجزء الخضري من النبات. فضلاً عن ان الحديد يعد من العناصر المهمة في تكوين انزيم النتروجينيز (Brill، 1980) هذه الزيادة جاءت متفقة مع نتائج الجبوري (2003) والعسافي (2010) اللذين اشارا إلى أن إضافة الحديد إلى زهرة الشمس ادت إلى زيادة تركيز النبات من النتروجين و Bacaicoa و Garcia – Mina (2009) عند حصوله على زيادة في أوراق نبات الخيار عند أضافته الحديد المخلبي الصناعي. كما يمكن القول أن الأحماض الدبالية العضوية المضافة سواء إلى النبات أو إلى التربة يزيد من جاهزية العناصر

الغذائية الذي انعكس على النمو الخضري (جدول2) ومن ثم انعكس على تركيز النتروجين في الأوراق وامتصاص النبات لها (Grandy وآخرين، 2002 و Appireddy وآخرين، 2008).

جدول 32. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز أوراق نبات الخيار من النتروجين (غم. كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	15.63	15.63	15.63	**15.63**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	18.74	20.38	27.84	**22.32**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	20.61	23.26	28.70	**24.19**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	17.50	17.81	29.17	**21.49**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	19.37	24.58	31.66	**25.20**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	15.87	18.59	24.50	**19.65**
(F_6) Fe-DTPA	16.57	18.90	26.91	**20.79**
L.S.D $_{0.05}$ A * F		**1.78**		
معدل طرائق الإضافة	**17.76**	**19.88**	**26.34**	
L.S.D $_{0.05}$		**0.67**		**1.03**

او قد يعود السبب إلى تركيز المستخلصات العضوية ولا سيما هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة على كمية كبيرة من النتروجين كما أن لحامض الهيوميك أهمية في خفض فعالية أنزيم الـ Urease مما يقلل من فقدان النتروجين عن طريق التطاير (Volatilization) (Vaughan و Ord، 1991)، وله دور مهم في تطوير النظام الجذري مما يساعد امتصاص جيد للعناصر (Harper وآخرين، 2000 و Mesut و Ismail، 2005) وهذا يتفق مع Ayas و Gluser (2005) و Verlinden وآخرين، (2009) الذين أكدوا دور الأحماض الدبالية في زيادة نسبة النتروجين في النباتات المعاملة به ويتفق مع Ortege و Fernandez (2007) والشبراوي وآخرين (2011) و EL-Nemr وآخرين (2012) و عند دراستهم .

اما طرائق الإضافة، تشير نتائج الجدول إلى وجود فروق معنوية في طرائق إضافة مصادر الحديد إذ تفوقت طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي بإعطائها أعلى معدل لتركيز النتروجين في أوراق نبات الخيار بلغ 26.34 غم.كغم$^{-1}$ وهي اختلفت معنوياً عن معاملة الإضافة الأرضية (19.88 غم.كغم$^{-1}$) والإضافة رشاً على المجموع الخضري (17.76

غم.كغم$^{-1}$) كما وتفوقت معنوياً طريقة الإضافة الأرضية على الإضافة رشاً على المجموع الخضري. وقد يعود السبب إلى تجزئة مصادر الحديد الطبيعية والصناعية المستخلصة إلى طريقتي إضافة. (رشاً وأرضي) (A_3) اي ان تغذية النبات تكون جذرية ولا جذرية لضمان عدم حصول فقدان في تركيز هذه الأحماض المضاف إلى لتربة من النتروجين .

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تأثيراً معنوياً للتداخل بين مصادر الحديد المختلفة وطرائق إضافتها في تركيز النتروجين في الأوراق فقد تفوقت معاملة هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة بتداخلها مع طريقة اضافته بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي بحصولها على أعلى قيمة بلغت 31.66 غم.كغم$^{-1}$ مقارنة بأقل تركيز من النتروجين في الأوراق الذي ظهر في معاملة كبريتات الحديد إذ بلغ 15.87 غم.كغم$^{-1}$ والمضاف رشاً على المجموع الخضري بنسبة زيادة مقدارها 99.49% بنسبة زيادة مقدارها 102.56% مقارنة مع معاملة المقارنة التي سجلت أقل قيمة 15.63 غم.كغم$^{-1}$.

2.2.2.2.4. تركيز الفسفور في أوراق الخيار (غم.كغم$^{-1}$).

تشير نتائج جدول 33 إلى أن سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة قد سجلت أعلى قيمة بلغت 4.61 غم.كغم$^{-1}$ وزن جاف أوراق، الذي لم يختلف معنوياً عن سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من قش الحنطة ولكنه تفوق على بقية المصادر العضوية الطبيعية الأخرى، كما تفوق معنوياً على معاملات السماد المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) والسماد المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة. بنسبة زيادة مقدارها 14.96% و16.71% و 30.59% على التوالي. كما يشير التحليل الإحصائي إلى تفوق سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة معنوياً أيضاً على السماد المخلبي الصناعي والسماد المعدني ومعاملة المقارنة. في حين لم يلاحظ أي فرق معنوي بين السماد المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) الذي بلغت قيمته 4.01 غم.كغم$^{-1}$ عند مقارنته مع السماد المعدني للحديد ذي القيمة 3.95 غم.كغم$^{-1}$ ولكنهما تفوقا وبشكل معنوي بنسبة زيادة مقدارها 13.59% و11.90% قياساً بمعاملة المقارنة (من دون إضافة حديد). ويعود سبب زيادة تركيز الفسفور إلى دور الحديد المهم في تنشيط عمليتي التنفس والتمثيل الضوئي نتيجة المساهمة في تخليق المركبات والمكونات الاساسية في الخلية النباتية ومنها Cytochromes وينعكس ذلك على

زيادة فعاليات النبات في زيادة امتصاص الفسفور وتتفق النتائج مع الراوي (1994) والعسافي (2010) عند اضافتهم الحديد إلى زهرة الشمس و Bacaicoa و Garcia – Mina (2009) عند حصوله على زيادة الفسفور في أوراق نبات الخيار عند إضافة الحديد المخلبي الصناعي.

جدول 33. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز أوراق نبات الخيار من الفسفور(غم. كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	3.53	3.53	3.53	**3.53**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	4.15	4.17	4.31	**4.21**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	4.44	4.61	4.77	**4.61**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	4.36	4.16	4.22	**4.25**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	4.42	4.33	4.65	**4.46**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	3.95	3.92	3.98	**3.95**
(F_6) Fe-DTPA	3.79	4.13	4.12	**4.01**
L.S.D $_{0.05}$ A * F		**0.44**		
معدل طرائق الإضافة	**4.09**	**4.12**	**4.23**	
L.S.D $_{0.05}$		**0.16**		**0.25**

ويمكن ان يعزى السبب أيضاً إلى تركيز الأحماض الدبالية ولا سيما هيومات وفولفات الحديد من الفسفور مما يجعل تجهيز النبات من الفسفور عن طريق الأحماض الدبالية مصدراً اضافياً له ومن ثَمّ ينعكس على الأوراق والثمار، ويتفق مع Ortega و Fernandez (2007) والشبراوي وآخرين (2011) و El–Nemr وآخرين (2012) عند اضافتهم الاحماض الدبالية على الخيار .

أما تأثير طرائق إضافة مصادر الحديد في تركيز أوراق الخيار من الفسفور فلم تظهر الجداول حصول أي فرق معنوي بين طرائق الإضافة الثلاثة .

كما تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود تأثير معنوي بين مصادر الحديد وطرائق إضافتها، إذ لوحظ إن أعلى معدل لتركيز الفسفور في أوراق الخيار كان 4.77 غم.كغم$^{-1}$ عند إضافة مصدر هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة الصفراء وبطريقة نصف

الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً وأدناها كانت 3.79 غم.كغم$^{-1}$ عند إضافة مصدر الحديد المخلبي الصناعي رشاً على الجزء الخضري بنسبة تفوق مقدارها 21.68% بنسبة زيادة مقدارها 35.13% عند مقارنتها بمعاملة المقارنة (3.53 غم.كغم$^{-1}$).

3.2.2.2.4. تركيز الفسفور في ثمار الخيار (غم.كغم$^{-1}$).

تشير نتائج جدول 34 إلى تأثير مصدر وطرائق إضافة الحديد وتداخلاتهما في تركيز الفسفور في ثمار نباتات الخيار، إذ أعطى سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة أعلى قيمة بلغت 5.43 غم.كغم$^{-1}$وزن جاف ثمار الخيار، وهو لم يختلف معنوياً عن بقية المصادر العضوية الطبيعية الأخرى (عدا هيومات الحديد المستخلصة من قش الحنطة)، ولكنه تفوق معنوياً على معاملات السماد المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) والسماد المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة على التوالي. بنسبة زيادة مقدارها 18.04% و24.25% و42.14% على التوالي. كما يشير التحليل الإحصائي إلى تفوق جميع مصادر أسمدة الحديد العضوية الطبيعية لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك معنوياً أيضاً على السماد المخلبي الصناعي والمصدر المعدني للحديد ومعاملة المقارنة. في حين لم يلاحظ أي فرق معنوي بين السماد المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) عند مقارنته بالسماد المعدني للحديد ولكنهما تفوق بشكل معنوي بنسبة زيادة مقدارها 20.42% و14.40% لتركيز الفسفور في الثمار قياساً بمعاملة المقارنة (من دون إضافة حديد). ويعود سبب زيادة تركيز الفسفور إلى دور الحديد المهم في زيادة تنشيط الخلايا النباتية والانشطة الإنزيمية نتيجة زيادة فعالية عمليتي التنفس والتمثيل الضوئي مما يزيد من قدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائية اللازمة لنموه ومنها الفسفور في الاوراق جدول (33) والذي انعكس على تمثيل الفسفور في الثمار، وهذه تتفق مع البديري (2001) والالوسي وآخرين (2002) عند دراستهم الذرة الصفراء والعساقي (2010) عند دراسته زهرة الشمس. ويمكن ان يعزى السبب أيضاً إلى تركيز الأحماض الدبالية ولا سيما هيومات وفولفات الحديد من الفسفور مما يجعل تجهيز النبات من الفسفور عن طريق الأحماض الدبالية مصدراً اضافياً له ومن ثَمّ ينعكس على الأوراق والثمار و يتفق مع Ortega و Fernandez (2007) والشبراوي وآخرين (2011) و El-Nemr وآخرين (2012) عند اضافتهم حامض الهيوميك إلى الخيار.

جدول 34. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز ثمار الخيار من الفسفور (غم. كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	3.82	3.82	3.82	**3.82**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	4.47	5.67	5.62	**5.25**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	4.57	5.93	5.81	**5.43**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	4.73	5.27	5.28	**5.09**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	4.97	5.60	5.64	**5.41**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	4.28	4.29	4.56	**4.37**
(F_6) Fe-DTPA	4.41	4.40	4.99	**4.60**
L.S.D $_{0.05}$ A * F		0.5549		
معدل طرائق الإضافة	**4.46**	**5.00**	**5.10**	
L.S.D $_{0.05}$		**0.21**		**0.32**

كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي معنوياً إذ بلغ عندها أعلى تركيز للفسفور في الثمار 5.10 غم.كغم$^{-1}$ في حين بلغ أقل معدل عند الإضافة رشاً على المجموع الخضري 4.46 غم.كغم$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 14.35%. وكذلك اختلفت معنوياً طريقة الإضافة الأرضية (5.00 غم.كغم$^{-1}$) عند معاملة الإضافة رشاً على المجموع الخضري بنسبة زيادة مقدارها 12.11%.

كما تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود تأثير معنوي بين مصادر الحديد وطرائق إضافتها، إذ لوحظ إن أعلى معدل لتركيز الفسفور في ثمار الخيار كان 5.93 غم.كغم$^{-1}$ عند إضافة مصدر هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة الصفراء وبالطريقة الأرضية وأدناها كانت 4.28 غم.كغم$^{-1}$ عند رشاً كبريتات الحديد بنسبة تفوق مقدارها 38.55% بنسبة زيادة مقدارها 55.23% عند مقارنتها بمعاملة المقارنة (3.82 غم.كغم$^{-1}$).

4.2.2.2.4. تركيز البوتاسيوم في أوراق الخيار (غم.كغم$^{-1}$).

تظهر نتائج جدول 35 تأثير مصدر وطرائق إضافة الحديد وتداخلاتهما في تركيز البوتاسيوم في أوراق نبات الخيار. إذ لوحظ عند إضافة جميع المصادر حصول زيادة معنوية في هذه الصفة بالمقارنة مع من دون إضافة، إذ بلغ أعلى تركيز للبوتاسيوم عند معاملة هيومات وفولفات الحديد المستخلص من قش الحنطة 26.91 غم.كغم$^{-1}$ وهو لم يختلف معنوياً عن سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة 25.41 غم.كغم$^{-1}$ ولكن اختلف معنوياً عن جميع مصادر الحديد العضوية الطبيعية الأخرى ومصدر الحديد المخلبي الصناعي والمصدر المعدني، فقد أعطى هيومات وفولفات الحديد المستخلص من قش الحنطة زيادة في تركيز البوتاسيوم في الأوراق بنسبة مقدارها 32.82% و 41.58% و 114.08% مقارنة بمحتواه عند إضافة مصادر السماد المخلبي (Fe–DTPA) والمعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة (من دون إضافة) على التوالي.

جدول 35. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز أوراق نبات الخيار من البوتاسيوم(غم.كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	12.57	12.57	12.57	**12.57**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	21.23	22.41	23.62	**22.42**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	28.25	23.33	24.63	**25.41**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	30.02	22.23	22.53	**24.92**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	34.76	22.70	23.28	**26.91**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	20.43	18.49	18.12	**19.01**
(F_6) Fe-DTPA	20.89	18.69	21.18	**20.26**
L.S.D $_{0.05}$ A * F		**3.212**		
معدل طرائق الإضافة	**24.02**	**20.06**	**20.85**	
L.S.D $_{0.05}$		**1.214**		**1.854**

كما لوحظ تفوق جميع مصادر الحديد العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او لحامض الهيوميك + حامض الفولفيك معنوياً على المصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومعاملة المقارنة. في حين لم يكن هناك تأثير معنوي بين مصدر الحديد المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ولكنهما تفوقا معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 61.17% و51.23% على التوالي قياساً بالمقارنة . ويعزى سبب الزيادة في تركيز البوتاسيوم إلى دور الحديد المهم في بناء وتخليق المركبات والمكونات الاساسية في الخلية النباتية ومنها السايتوكرومات ومن ثَمّ زيادة أنتاج الطاقة (ATP) ومن ثم زيادة قدرة النبات على امتصاص البوتاسيوم وزيادة تركيزه في أوراق الخيار جاءت هذه النتائج متوافقة مع عبد الرحيم (1995) والخزرجي (2011) عند دراستهم الذرة الصفراء ومع العسافي (2010) في زهرة الشمس و و Bacaicoa و Garcia – Mina (2009) عند حصوله على زيادة في أوراق نبات الخيار عند أضافته الحديد المخلبي الصناعي. وكذلك قد يعزى السبب إلى دور الأحماض الدبالية في زيادة نفاذية الأغشية الخلوية إذ تزيد من نفاذيتها وتسهل حركة المغذيات إلى المواقع التي تتطلب وجودها. (Chen و Aviad، 1990) مما ينعكس ذلك ايجابيا على نشاط النبات في امتصاص البوتاسيوم. ولذلك فقد زاد تركيز الأوراق من البوتاسيوم فضلاً عن احتواء الأحماض الدبالية ولا سيما هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة من البوتاسيوم. وهذه النتائج تتفق مع Ortega و Fernandez (2007) والشبراوي وآخرين (2009) و EL–Nemr وآخرين (2012) على الخيار و Padom وآخرين (1997) على نباتي الباذنجان والفلفل ومع Tenshia و Singaram (2002) وAyas و Gulser (2005) وAbdel– Mawgoud وآخرين (2007) والعامري (2011) الذين وجدوا زيادة البوتاسيوم في الأوراق من خلال إضافة حامض الهيوميك رشاً على نبات الطماطة أو أضافته إلى لتربة.

اما طرائق إضافة مصادر أسمدة الحديد المختلفة فقد أعطت طريقة الإضافة رشاً أعلى معدل بلغ 24.02 غم.كغم$^{-1}$والتي تفوقت معنوياً على معاملتي الإضافة الأرضية والإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي وقد أعطتا قيمة بلغت 20.06 و20.85 غم.كغم$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 19.74% و15.20% مقارنة بالطريقتين على التوالي. وتتفق هذه النتائج مع نتائج العامري (2011) عند رشاً حامض الهيوميك على نبات الطماطة.

اما تأثير التداخل بين مصدر السماد وطرائق اضافته فقد بينت النتائج ان أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم في الأوراق بلغت 34.76 غم. كغم$^{-1}$ عند التداخل بين F4 وطريقة الرشاً على المجموع الخضري وأقلها عند المصدر المعدني المضاف بشكل إضافة الحديد نصف الكمية أرضي+ نصف الكمية رشاً والتي بلغت 18.12 غم.كغم$^{-1}$، هذا الفرق كان له تأثيراً معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 91.83% .

5.2.2.2.4. تركيز البوتاسيوم في ثمار الخيار (غم. كغم$^{-1}$).

توضح نتائج جدول 36 ان إضافة الحديد إلى التربة او رشاً على النبات بغض النظر عن مصدره عضوياً كان أم معدنياً اثر معنوياً في زيادة تركيز البوتاسيوم قياساً على معاملة المقارنة. إذ سجل سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من قش الحنطة أعلى معدل بلغ 43.10 غم. كغم$^{-1}$ وهو تفوق معنوياً على جميع مصادر الحديد المختلفة المخلبية العضوية والمخلبية الصناعية والمعدنية بنسبة زيادة مقدارها 12.53% و 19.82% 38.62% مقارنة بالمصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومعاملة المقارنة على التوالي، كما لوحظ تفوق معنوي لجميع مصادر الحديد العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك على المصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومعاملة المقارنة. كما أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى تفوق معنوي بين مصدري الحديد المخلبي الصناعي (38.30 غم. كغم$^{-1}$) مقارنة بالمصدر المعدني (35.97 غم.كغم$^{-1}$) بنسبة زيادة مقدارها 6.48% كما تفوقا معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 23.19% و 15.69% على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة (31.09 غم. كغم$^{-1}$). تعزى هذه الزيادة إلى دور الحديد الحيوي في تنشيط العديد من الإنزيمات ومن ثَمّ تنشيط العمليات الحيوية في النبات التي من ضمنها عمليتا التنفس والبناء الضوئي والتي قد اثرتا بتركيز البوتاسيوم في الاوراق وبالتالي انعكست على الثمار، وهذا يتفق مع المحمدي (2005) والخزرجي (2011) اللذين اكدا زيادة حبوب الذرة البيضاء والصفراء في محتواها من البوتاسيوم عند أضافتهم الحديد وكذلك اتفقت النتائج مع العساقي (2010) عند دراسته زهرة الشمس. زيادة على دور الأحماض الدبالية العضوية الطبيعية في زيادة نفاذية الأغشية الخلوية إذ تزيد من نفاذيتها وتسهل حركة المغذيات إلى المواقع التي تتطلب

وجودها. (Chen و Aviad، 1990) مما ينعكس ذلك ايجابيا على نشاط النبات في امتصاص البوتاسيوم نظراً إلى ما تحويه هذه الاحماض من البوتاسيوم.

جدول 36. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز ثمار الخيار من البوتاسيوم (غم. كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	31.09	31.09	31.09	**31.09**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	40.58	40.51	40.45	**40.51**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	44.75	41.18	40.91	**42.28**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	40.98	41.43	40.98	**41.13**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	43.48	42.12	43.70	**43.10**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	38.06	35.38	34.46	**35.97**
(F_6) Fe-DTPA	39.98	37.08	37.83	**38.30**
L.S.D $_{0.05}$ A * F			**2.67**	
معدل طرائق الإضافة	**39.85**	**38.40**	**38.49**	
L.S.D $_{0.05}$		**1.01**		**1.54**

كذلك أوضحت النتائج وجود فرق معنوي بين طرائق إضافة مصادر الأسمدة إذ أعطت معاملة إضافة الأسمدة رشاً أعلى معدل لتركيز البوتاسيوم في الثمار بلغ 39.85 غم. كغم$^{-1}$ وهي تفوقت معنوياً على طريقة الإضافة الأرضية (ادنى قيمة بلغت 38.40 غم. كغم$^{-1}$) بنسبة زيادة مقدارها 3.77% بنسبة تفوق مقدارها 3.53% على طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً+ نصف الكمية أرضي والأخيرة لم تختلف معنوياً على طريقة الإضافة الأرضية.

اما فيما يتعلق بالتداخل بين مصادر الحديد المختلفة وطرائق إضافتها في تركيز الثمار من البوتاسيوم . فقد بلغ أعلى معدل عند إضافة هيومات وفولفات الحديد المستخلص من قش الحنطة والمضاف رشاً على المجموع الخضري 44.75 غم.كغم$^{-1}$ وأقل معدل بلغ 34.46 غم. كغم$^{-1}$ عند معاملة مصدر الحديد المعدني المضاف بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً

بنسبة زيادة مقدارها 29.86% عند المقارنة مع المعاملات المضاف إليها الحديد بنسبة 43.93% عند أقل معدل وجد عند معاملة المقارنة 31.09 غم. كغم$^{-1}$.

6.2.2.2.4. تركيز الزنك في أوراق الخيار (ملغم.كغم$^{-1}$).

يبين جدول 37 تأثير مصدر الحديد وطرائق إضافته وتداخلاتهما في تركيز الزنك في أوراق نبات الخيار. إذ يتضح التأثير المعنوي لمصادر الحديد في هذه الصفة، فقد أدت إضافة الحديد من مصادره المخلبية الطبيعية والمخلبي الصناعي (Fe-DTPA) والمعدني ($FeSO_4.7H_2O$) بغض النظر عن طريقة الإضافة إلى زيادة معنوية في تركيز الزنك في الأوراق قياساً على معاملة المقارنة (من دون إضافة حديد). إذ سجل سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة أعلى معدل بلغ 100.14 ملغم.كغم$^{-1}$ الذي تفوق معنوياً فقط على هيومات الحديد المستخلصة من قش الحنطة من بين مصادر الحديد العضوية الطبيعية الأخرى الذي بلغ عنده تركيز الزنك 90.17 ملغم.كغم$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 11.09%، في حين لم يختلف عن هيومات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة وهيومات وفولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة .

جدول 37. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز أوراق نبات الخيار من الزنك (ملغمZn. كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	45.33	45.33	45.33	**45.33**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	94.08	87.00	104.33	**95.14**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	99.75	90.50	110.17	**100.14**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	92.42	77.17	100.92	**90.17**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	110.75	78.08	108.08	**98.97**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	86.92	74.67	84.25	**81.94**
(F_6) Fe-DTPA	89.00	75.33	85.75	**83.36**
L.S.D $_{0.05}$ A * F		**11.68**		
معدل طرائق الإضافة	**88.32**	**75.44**	**91.26**	
L.S.D $_{0.05}$		**4.41**		**6.74**

كما وتفوق معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 20.13% و 22.21% و 120.91% مقارنة بالسماد المخلبي الصناعي (Fe–DTPA) والسماد المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة على التوالي. كما تفوقت جميع مصادر الحديد العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك معنوياً مقارنة مع مصدر الحديد المخلبي الصناعي (Fe– DTPA) ومصدر الحديد المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) زيادة على معاملة المقارنة. على حين لم تلاحظ اي فروق معنوية بين مصدر الحديد الصناعي عند مقارنته بمصدر الحديد المعدني ولكنهما تفوقا بشكل معنوي بنسبة زيادة مقدارها 83.89% 80.76% على التوالي مقارنة بمعاملة من دون إضافة الحديد . ان هذه الزيادة المعنوية في تركيز الزنك في الأوراق تتفق مع النتائج التي توصل إليها عدد من الباحثين عند دراستهم محاصيل مختلفة باستخدام احماض دبالية هذا ما وجده Demir وآخرين (1999) عند إضافة حامض الهيوميك على الخيار.

اما تأثير طرائق إضافة مصادر الحديد المختلفة فقد أعطت طريقة الإضافة بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً أعلى معدل بلغ 91.26 ملغم.كغم$^{-1}$ والتي تفوقت معنوياً على معاملة الإضافة الأرضية والتي احرزت أقل معدل لتركيز الزنك 75.44 ملغم.كغم$^{-1}$بنسبة زيادة مقدارها 20.97%. كما تفوقت طريقة الإضافة رشاً على الجزء الخضري على طريقة الإضافة الأرضية. هذه النتيجة جاءت متوافقة مع Tenshiaو Singaram (2002) عند ملاحظتهما تفوق طريقة رشاً الهيوميك في محصول الطماطة.

وكان للتداخل بين مصادر الحديد وطرائق اضافتها تأثير معنوي في تركيز الزنك في الأوراق، إذ بلغ أعلى معدل 110.75 ملغم.كغم$^{-1}$ عند إضافة سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من قش الحنطة رشاً على النبات. وأقل معدل عند إضافة كبريتات الحديد مباشرة إلى التربة بلغ 74.67 ملغم.كغم$^{-1}$ ثم معاملة المقارنة 45.33 ملغم.كغم$^{-1}$ مادة جافة اي نسبة زيادة مقدارها 48.32% و 144.32% على التوالي .

7.2.2.2.4. تركيز الزنك في ثمار الخيار (ملغمZn.كغم$^{-1}$).

يوضح جدول 38 تأثير مصادر الحديد وطرائق اضافتها وتداخلاتهما في تركيز الزنك في الثمار. إذ تبين ان جميع النباتات المسمدة بمصادر الحديد المختلفة أعطت تفوقاً معنوياً في تركيز الزنك في الثمار. مقارنة بمعاملة بدون الإضافة، إذ اعطى سماد هيومات وفولفات الحديد

المستخلص من كوالح الذرة أعلى معدل بلغ 95.69 ملغم كغم$^{-1}$ وبزيادة معنوية على جميع مصادر الحديد العضوية الطبيعية الأخرى وتفوق بنسبة زيادة مقدارها 17.88% و26.56% و67.64% مقارنة بالسماد المخلبي الصناعي(Fe–DTPA) والسماد المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة (من دون إضافة حديد). كما لوحظ من نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي بين مصادر الحديد العضوية الطبيعية الأخرى سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك وبفروق معنوية مقارنة بالمصدر المخلبي الصناعي (Fe–DTPA) والمصدر المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة. كما ولوحظت فروق معنوية بين مصدر الحديد المخلبي الصناعي وبين مصدر الحديد المعدني بنسبة زيادة مقدارها 7.35% كما تفوقا معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 42.20% و32.46% مقارنة بمعاملة من دون إضافة الحديد على التوالي.

جدول 38. تأثير مصدر لحديد وطريقة الإضافة في تركيز ثمار الخيار من الزنك (ملغمZn. كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A1)	أرضي (A2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A3)	
(F_0) Control	57.08	57.08	57.08	**57.08**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	76.83	87.17	105.42	**89.81**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	90.75	87.67	108.67	**95.69**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	72.92	84.42	98.58	**85.31**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	75.67	86.33	101.08	**87.69**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	64.17	73.25	89.42	**75.61**
(F_6) Fe-DTPA	67.75	79.25	96.50	**81.17**
L.S.D $_{0.05}$ A * F		**9.474**		
معدل طرائق الإضافة	**72.17**	**79.31**	**93.82**	
L.S.D $_{0.05}$		**3.581**		**5.470**

تعود هذه الاستجابة العالية للزنك إلى تركيز الأحماض الدبالية من الزنك نتيجة قلة تركيز وجاهزية الزنك الضروري في الترب الكلسية.

كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين طرائق إضافة مصدر الحديد المختلفة فقد أعطت طريقة الإضافة بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً أعلى قيمة بلغت 93.82 ملغم. كغم$^{-1}$ وهي تفوقت معنوياً على معاملتي الإضافة الأرضية والإضافة رشاً على المجموع الخضري بنسبة زيادة مقدارها 18.31% و30.00% على التوالي، كما لوحظ تفوق طريقة الإضافة الأرضية بنسبة زيادة مقدارها 9.89% مقارنة بالإضافة رشاً على المجموع الخضري.

كان للتداخل بين مصادر الحديد وطرائق اضافتها تأثير معنوي في تركيز الزنك في الثمار. إذ احرز هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة أعلى قيمة بلغت 108.67 ملغم.كغم$^{-1}$ والمضاف بنصف الكمية أرضي+نصف الكمية رشاً وأقل معدل عند كبريتات الحديد المضاف رشاً على المجموع الخضري بلغت 64.17 ملغم.كغم$^{-1}$ اي بنسبة زيادة مقدارها 69.35% .

8.2.2.2.4. تركيز الحديد في أوراق الخيار (ملغمFe.كغم$^{-1}$).

تشير النتائج في جدول 39 إلى تأثير مصدر وطرائق إضافة الحديد وتداخلاتهما في تركيز الحديد في أوراق نبات الخيار، إذ تفوق سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة بحصوله على أعلى معدل بلغ 778.02 ملغم.كغم$^{-1}$ معنوياً على جميع مصادر الحديد المختلفة الأخرى سواء المخلبية الطبيعية او المخلبية الصناعية او المعدنية، إذ تفوق على سماد الحديد المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) وسماد الحديد المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) زيادة على معاملة المقارنة (من دون إضافة الحديد) بنسبة زيادة مقدارها 48.78% و56.03% و145.81% على التوالي. كما لوحظ تفوق جميع مصادر الحديد العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او حامض الهيوميك + حامض الفولفيك معنوياً على مصدر الحديد المخلبي الصناعي والمصدر المعدني للحديد ومعاملة من دون إضافة الحديد. وأشارت نتائج الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية بين المصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني في حين تفوقا معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 65.22% و57.55% قياساً بمعاملة المقارنة.

جدول 39. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز أوراق نبات الخيار من الحديد (ملغمFe. كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة (A_3) رشاً+ أرضي	
(F_0) Control	316.50	316.50	316.50	**316.50**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	570.42	544.67	825.17	**646.75**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	704.03	581.75	1048.28	**778.02**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	674.03	559.67	544.83	**592.84**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	718.17	577.92	658.58	**651.56**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	518.83	484.92	492.17	**498.64**
(F_6) Fe-DTPA	539.58	510.67	518.50	**522.92**
L.S.D $_{0.05}$ A * F		**90.29**		
معدل طرائق الإضافة	**577.37**	**510.87**	**629.15**	
L.S.D $_{0.05}$		**34.13**		**52.13**

تعود الزيادة الحاصلة في تركيز الحديد في الأوراق إلى زيادة كمية الحديد المضافة مباشرة إلى التربة أو رشاً على المجموع الخضري ومن ثم زيادة محتواه في أوراق النباتات الذي له دور في تنشيط الفعاليات الحيوية في الأوراق ومن ثَمّ زيادة امتصاص الحديد وهذه النتائج تتفق مع المحمدي (2005) و Maralian وآخرين، (2009) و Hakan وآخرين،(2010) والعسافي (2010) والخزرجي (2011) والحلبوسي (2012) الذين لاحظو زيادة تركيز الحديد في الأوراق عند إضافة الحديد محاصيل مختلفة. وكذلك إلى دور الأحماض الدبالية التي تعمل على اختزال Fe^{+3} إلى Fe^{+2} فضلاً عن خلبها للحديد مما قد يكون السبب في زيادة تركيز الحديد في الأوراق (Gregor و Powerll، 1988). كما اتفقت النتائج مع Rauthan و Schnitzer (1981) عند حصولهما على زيادة معنوية في تركيز الحديد في الخيار عند إضافة حامض الفولفيك المستخلص من التربة ومع Pinton وآخرين (1998) و Bacaicoa و Garcia – Mina (2009) الذين لاحظوا زيادة تركيز الحديد في أوراق نبات الخيار عند أضافتهم الحديد المخلبي الصناعي. وهذا ما وجده Alvarez وآخرين، (1996) و Sanchez وآخرين، (2005) في حصول زيادة في تركيز عنصري الحديد في أوراق الطماطة نتيجة خلب الأسمدة العضوية لهذه

العناصر. هذا ما اشار اليه Xudan (1986) واكده Kaspare وآخرين(2004) لدور الاحماض الدبالية في زيادة الكمية الممتصة من الحديد.

اما ما يخص تأثير طرائق إضافة مصادر الحديد المختلفة فقد أعطت طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي أعلى معدل في تركيز الحديد بلغ 629.15 ملغم.كغم$^{-1}$ والتي تفوقت معنوياً على طريقتي الإضافة رشاً على المجموع الخضري والإضافة الأرضية بنسبة زيادة مقدارها 8.97% و 23.15% للطريقتين على التوالي. كما تفوقت طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري (577.37 ملغم.كغم$^{-1}$) معنوياً على طريقة الإضافة الأرضية (510.87 ملغم. كغم$^{-1}$)

أما تأثير التداخل بين مصدر السماد وطرائق إضافته فقد بينت النتائج ان أعلى معدل لتركيز الحديد في الأوراق بلغ 1048.28 ملغم Fe. كغم$^{-1}$ عند إضافة هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة بطريقة إضافة نصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً، التي تفوقت معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 116.17% مقارنة بأقل قيمة ظهرت عند إضافة المصدر المعدني المضاف مباشرة إلى التربة (484.92 ملغم. كغم$^{-1}$) .

9.2.2.2.4. تركيز الحديد في ثمار الخيار (ملغمFe.كغم$^{-1}$).

تشير النتائج في جدول 40 إلى تأثير مصادر وطرائق إضافة الحديد وتداخلاتهما في تركيز الحديد في ثمار نبات الخيار الذي ازداد معنوياً في جميع مصادر الحديد المضافة بغض النظر عن طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري كانت او الإضافة الأرضية او بالتجزئة (نصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي) قياساً على معاملة المقارنة. فقد أعطت هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة أعلى معدل بلغ 796.31 ملغمFe كغم$^{-1}$ الذي تفوق معنوياً على جميع مصادر الحديد المختلفة سواء المخلبية الطبيعية (عدا هيومات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة) والمخلبية الصناعية او المعدنية، بنسبة زيادة مقدارها 39.98% و 43.87% 187.97% مقارنة بالسماد المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) والسماد المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة على التوالي. كما اشار الجدول إلى تفوق جميع مصادر الحديد العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او لحامض الهيوميك + حامض الفولفيك على المصدر المخلبي الصناعي (Fe-DTPA) والمصدر المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة من

دون إضافة حديد. كما لم يلاحظ أي فروق معنوية بين المصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني للحديد ولكنهما تفوقا وبشكل معنوي على معاملة عدم إضافة الحديد بنسبة زيادة مقدارها 177.15% و 169.67% على التوالي.

جدول 40. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز ثمار الخيار من الحديد (ملغمFe. كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	205.25	205.25	205.25	**205.25**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	442.92	983.25	860.33	**762.17**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	473.08	997.50	918.33	**796.31**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	418.83	686.75	903.33	**669.64**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	430.50	772.42	978.67	**727.19**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	400.42	465.83	794.25	**553.50**
(F_6) Fe-DTPA	411.42	469.75	825.42	**568.86**
L.S.D $_{0.05}$ A * F			**105.83**	
معدل طرائق الإضافة	**397.49**	**654.39**	**783.65**	
L.S.D $_{0.05}$		**40.00**		**61.10**

قد يعود السبب في زيادة تركيز الحديد في الثمار إلى إضافة الحديد كعامل من عوامل التجربة وفضلاً عن دوره في تنشيط الفعاليات الحيوية في الأوراق مع أحتواء الاحماض الدبالية على كميات تكاد لا تكون قليلة من الحديد وبالنتيجة زيادة امتصاصه وزيادة تركيزه في الأوراق جدول (39) ومن ثَمّ انتقاله إلى الثمار. اتفقت النتائج مع المعيني وآخرين (2005) والعسافي (2010) والخزرجي (2011) عند أضافتهم الحديد إلى الحنطة وزهرة الشمس والذرة الصفراء على التوالي.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق طريقة إضافة مصادر الحديد المختلفة بطريقة نصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي وذلك بإعطائها أعلى قيمة بلغت 783.65 ملغم. كغم$^{-1}$ متفوقة على طريقة الإضافة الأرضية بنسبة زيادة مقدارها 19.75% وطريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري بنسبة زيادة مقدارها97.15%. كما لوحظ فروق معنوية بين طريقة الإضافة الأرضية وبين طريقة الإضافة رشاً على النبات. اتفقت النتيجة مع العامري (2011)

الذي حصل على تفوق معنوي في اغلب صفات الطماطة عند إضافة حامض الهيوميك بالتجزئة (أرضي+رشاً). وهذا يتفق مع Chen و Aviad (1990) في زيادة الاحماض الدبالية من نفاذية الاغشية الخلوية وتسهل حركة المغذيات المضافة إلى المواقع التي تتطلب وجودها.

وكان للتداخل بين مصادر الحديد وطرائق إضافتها تأثير معنوي في تركيز الحديد في الثمار. إذ بلغ أعلى معدل 997.50 ملغم.كغم$^{-1}$ عند معاملة هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة (Fe-HA+FAC) عند اضافته أرضياً وقد تفوقت بنسبة زيادة مقدارها 149.11% و 385.99% على التوالي مقارنة بأقل قيمتي (400.42 ملغم.كغم$^{-1}$) عند إضافة كبريتات الحديد المضافة رشاً على المجموع الخضري و 205.25 ملغم. كغم$^{-1}$ عند معاملة المقارنة.

10.2.2.2.4. تركيز النحاس في أوراق الخيار (ملغمCu.كغم$^{-1}$).

تشير نتائج جدول 41 إلى تأثير مصادر وطرائق إضافة الحديد وتداخلاتهما في تركيز النحاس في أوراق الخيار. إذ لوحظ حصول زيادة معنوية في تركيز النحاس في الأوراق عند إضافة الحديد من مصادره المختلفة سواء العضوية الطبيعية أو العضوية الصناعية كانت أم معدنية قياساً مع معاملة من دون إضافة الحديد (معاملة المقارنة). إذ سجل سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة أعلى معدل بلغ 101.78 ملغم.كغم$^{-1}$ وبفارق غير معنوي على جميع مصادر الحديد الطبيعية الأخرى ، في حين اعطى زيادة معنوية بنسبة مقدارها 26.14% و 35.96% و84.01% مقارنة بمصدر الحديد المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومعاملة المقارنة على التوالي. كما بين الجدول عدم حصول فروق معنوية بين مصادر الحديد العضوية الطبيعية الأخرى سواء لحامض الهيوميك او لحامض الهيوميك + حامض الفولفيك المستخلص من كوالح الذرة او من قش الحنطة ولكنها جميعاً تفوقت معنوياً على مصدر الحديد المخلبي الصناعي والمعدني زيادة على معاملة المقارنة. كما تفوق معنوياً المصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني للحديد على معاملة المقارنة بنسبة زيادة مقدارها 45.88% و35.35% على التوالي.

جدول 41. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز أوراق الخيار من النحاس (ملغمCu. كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	55.31	55.31	55.31	**55.31**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	77.42	117.50	82.58	**92.50**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	81.25	136.00	88.08	**101.78**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	80.75	104.67	85.58	**90.33**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	90.58	110.25	94.92	**98.58**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	70.00	93.58	61.00	**74.86**
(F_6) Fe-DTPA	74.33	99.00	68.75	**80.69**
L.S.D $_{0.05}$ A * F		**20.39**		
معدل طرائق الإضافة	**75.66**	**102.33**	**76.60**	
L.S.D $_{0.05}$		**7.71**		**11.77**

قد يعزى السبب لدور الحديد في زيادة تركيب ونشاط العديد من الإنزيمات المهمة للنبات ومنها Nitrogenase و Catalase و Peroxidase التي تساعد على زيادة جاهزية العناصر الغذائية ومنها النحاس وكذلك لدور الاحماض الدبالية في زيادة كمية المغذيات الممتصة عن طريق الجذور من خلال زيادة طول وتشعب المجموع الجذري (Cooper وآخرين، 1998 وPettit، 2003) وكذلك لما تحتويه الاحماض الدبالية من هذا العنصر. اتفقت النتائج مع Rauthan وSchnitzer (1981) عند حصولهما على زيادة معنوية في تركيز النحاس في أوراق الخيار عند إضافة حامض الفولفيك المستخلص من التربة.

أما طرائق الإضافة فقد اشار التحليل الإحصائي إلى وجود فروق معنوية بين طريقة الإضافة الأرضية التي أعطت أعلى قيمة بلغت 102.33 ملغمCu. كغم$^{-1}$ مقارنة بطريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري والتي أعطت ادنى قيمة بلغت 75.66ملغم Cu.كغم$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها 35.25%.

ومن الجدول 41 اتضح وجود تداخل معنوي بين مصادر الحديد وطرائق إضافتها في تركيز النحاس في أوراق الخيار. إذ بلغ أعلى معدل لتركيز النحاس 136.00 ملغم.كغم$^{-1}$ عند التسميد بهيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة والمضاف بالطريقة الأرضية بنسبة زيادة

قدرها 122.95% قياساً على مصدر الحديد المعدني(61.00 ملغم.كغم$^{-1}$) والمضاف بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً، في حين وصلت الزيادة إلى 145.88% قياساً على ادنى معدل لهذه الصفة 55.31 ملغم.كغم$^{-1}$ عند معاملة المقارنة.

11.2.2.2.4. تركيز النحاس في ثمار الخيار (ملغمCu.كغم$^{-1}$).

بينت نتائج جدول 42 ان تركيز النحاس في ثمار الخيار قد أزدادت معنوياً بمصادر وطرائق إضافة الحديد وتداخلهما، إذ لوحظ حصول زيادة معنوية في تركيز النحاس في الثمار نتيجة إضافة جميع مصادر الحديد عضوية كانت ام معدنية قياساً مع معاملة المقارنة (من دون إضافة). فحصل أعلى معدل لتركيز النحاس في ثمار الخيار عند استعمال سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة 23.75 ملغم.كغم$^{-1}$ وقد تفوق معنوياً عن بقية مصادر الحديد العضوية الطبيعية الأخرى إذ بلغ عندها التركيز 19.72 و19.71 و19.92 ملغم.كغم$^{-1}$ لكل من هيومات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة وهيومات + فولفات الحديد المستخلصة من قش الحنطة على التوالي، كما تفوق بنسبة زيادة قدرها 34.03% و41.54% و57.49% مقارنة بالمصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني والمقارنة على التوالي.

جدول 42. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز ثمار الخيار من النحاس (ملغمCu. كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	15.08	15.08	15.08	**15.08**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	18.58	20.67	19.92	**19.72**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	19.08	31.42	20.75	**23.75**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	17.67	19.83	20.00	**19.17**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	18.50	20.17	21.08	**19.92**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	15.58	16.25	18.50	**16.78**
(F_6) Fe-DTPA	16.75	17.33	19.08	**17.72**
L.S.D $_{0.05}$ A * F			**2.05**	
معدل طرائق الإضافة	**17.32**	**20.11**	**19.20**	
L.S.D $_{0.05}$		**0.77**		**1.18**

كما يبين الجدول وجود فرق معنوي بين مصادر الحديد العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او لحامض الهيوميك+حامض الفولفيك على المصدر المخلبي الصناعي(Fe-DTPA) والمصدر المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة.

في حين لم يلاحظ أي تأثير معنوي لمصدر الحديد المخلبي الصناعي مقارنة بالحديد المضاف بصيغة معدنية ولكن تفوقا معنوياً بنسبة زيادة قدرها 17.50% و11.27% قياساً بمعاملة المقارنة، وتعزى هذه الزيادة إلى دور الحديد في تنشيط الفعاليات الحيوية للنبات وإلى تركيز الاحماض الدبالية من النحاس ادى ذلك الى زيادة النحاس في الاوراق وهذا انعكس بالتالي الى زيادة جاهزية العنصر في الثمار.

اما تأثير طرائق الإضافة فقد اشار التحليل الإحصائي إلى وجود فروق بين طرائق إضافة مصادر الحديد المختلفة فقد أعطت طريقة الإضافة الأرضية أعلى معدل لتركيز النحاس في الثمار بلغ 20.11 ملغم.كغم$^{-1}$ وهي تفوقت على 19.20 و17.32 ملغم Cu.كغم$^{-1}$ والتي سجلت عند الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي والإضافة رشاً على المجموع الخضري بنسبة زيادة 4.73% و16.11% على التوالي . كما تفوقت طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي على طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري بنسبة زيادة مقدارها 10.85% .

اما تأثير التداخل بين مصادر السماد وطرائق اضافتها في تركيز النحاس في ثمار الخيار . فقد بينت النتائج حصول تداخل معنوي إذ بلغ أعلى معدل لتركيز النحاس في الثمار 31.42 ملغم Cu.كغم$^{-1}$ عند التسميد بهيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة والمضاف أرضياً بنسبة زيادة مقدارها 101.67% قياساً بأدنى قيمة عند مصدر الحديد المعدني (15.58 ملغم.كغم$^{-1}$) والمضاف رشاً على المجموع الخضري في حين وصلت الزيادة إلى 108.35% مقارنة مع ادنى معدل لهذه الصفة 15.08 ملغم.كغم$^{-1}$ عند معاملة المقارنة .

12.2.2.2.4. تركيز المنغنيز في أوراق الخيار (ملغمMn.كغم$^{-1}$).

تشير نتائج جدول 43 إلى تأثير مصادر وطرائق إضافة الحديد وتداخلاتهما في تركيز المنغنيز في أوراق الخيار، إذ نلاحظ ان جميع مصادر الحديد المختلفة تفوقت معنوياً (عدا المصدر المعدني) على معاملة من دون إضافة الحديد. كما اعطى سماد هيومات وفولفات

الحديد المستخلص من كوالح الذرة أعلى قيمة بلغت 137.03 ملغمMn.كغم$^{-1}$ وهو اختلف معنوياً مع هيومات الحديد المستخلص من قش الحنطة فقط من مصادر الحديد العضوية الطبيعية الأخرى والتي بلغ عندها تركيز المنغنيز 116.14 ملغم.كغم$^{-1}$ ، كما تفوقت على المصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني ومعاملة المقارنة بنسبة زيادة مقدارها 47.56% و 71.82% و96.68% على التوالي. كما لوحظ تفوق جميع مصادر الحديد العضوية الطبيعية سواء لحامض الهيوميك او لحامض الهيوميك + حامض الفولفيك معنوياً على المصدر المخلبي الصناعي للحديد (Fe–DTPA) والمصدر المعدني للحديد ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة. على حين لم تلاحظ وجود فروق معنوية بين مصدر الحديد المخلبي الصناعي ومصدر الحديد المعدني ولكنهما تفوقا وبشكل معنوي بنسبة زيادة مقدارها 33.28% و 14.47% على التوالي مقارنة بمعاملة من دون إضافة حديد.

جدول 43. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز أوراق نبات الخيار من المنغنيز(ملغمMn. كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	69.67	69.67	69.67	**69.67**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	120.83	129.08	128.25	**126.06**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	133.83	135.25	142.00	**137.03**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	132.08	113.33	103.00	**116.14**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	146.42	125.00	114.67	**128.69**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	80.00	79.08	80.17	**79.75**
(F_6) Fe-DTPA	84.33	108.58	85.67	**92.86**
L.S.D $_{0.05}$ A * F		**23.82**		
معدل طرائق الإضافة	**109.60**	**108.57**	**103.35**	
L.S.D $_{0.05}$		**9.00**		**13.75**

ويعزى السبب إلى إضافة الحديد وإضافة الاحماض الدبالية التي أدت إلى تشجيع نمو النبات من خلال وظائف الحديد كعامل مساعد في بناء الكلوروفيل (Focus، 2003) وبالتالي

زيادة عملية التنفس وعملية التركيب الضوئي ومن ثَمّ زيادة امتصاص المنغنيز الموجود اصلاً في الاحماض الدبالية المضافة. في حين لم يلاحظ فروق معنوية بين طرائق الإضافة الثلاث.

كما تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود تداخل معنوي بين مصادر الحديد وطرائق أضافتها في تركيز المنغنيز في الأوراق. إذ حصل أعلى معدل لتركيز المنغنيز في الأوراق بلغ 146.42 ملغم.كغم$^{-1}$ عند التسميد بهيومات وفولفات الحديد المستخلص من قش الحنطة والمضاف رشاً على الجزء الخضري وبنسبة زيادة مقدارها 85.15% مقارنة بإضافة المصدر المعدني للحديد أرضياً والتي بلغت 79.08 ملغم.كغم$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 110.16% مقارنة بمعاملة المقارنة (69.67 ملغم.كغم$^{-1}$).

13.2.2.2.4. تركيز المنغنيز في ثمار الخيار (ملغمMn.كغم$^{-1}$).

يبين جدول 44 تأثير مصادر وطرائق إضافة الحديد وتداخلاتهما في تركيز المنغنيز في ثمار الخيار . و يتضح منه التأثير الايجابي في مصادر الحديد المخلبية الطبيعية او الصناعية او المعدنية وبغض النظر عن طريقة الإضافة إلى زيادة معنوية في تركيز المنغنيز في الثمار قياسا مع معاملة المقارنة (من دون إضافة حديد) فأنحصر تركيز المنغنيز بين 43.08 و 80.75 ملغم.كغم$^{-1}$وكان ضمن الحدود الطبيعية للاستهلاك البشري (باركر وبيلبيم، 2012).
كما أوضح الجدول حصول سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة أعلى معدل بلغ 80.75 ملغم.كغم$^{-1}$ وهو لم يختلف معنوياً عن سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلص من قش الحنطة في حين اختلف معنوياً عن هيومات الحديد المستخلص من كوالح الذرة وهيومات الحديد المستخلص من قش الحنطة. وأعطى سماد هيومات وفولفات الحديد المستخلصة من كوالح الذرة زيادة مقدارها 24.34% و34.96% و87.44% في تركيز المنغنيز مقارنة بمصدر الحديد المخلبي الصناعي ومصدر الحديد المعدني ومعاملة من دون إضافة حديد على التوالي. كما لوحظ حصول زيادة معنوية في جميع مصادر الحديد العضوية الطبيعية سواءا لحامض الهيوميك او لحامض الهيوميك + حامض الفولفيك مقارنة بالمصدر المخلبي الصناعي (Fe–DTPA) والمصدر المعدني ($FeSO_4.7H_2O$) ومعاملة المقارنة. ولوحظ أيضاً هناك تأثيرا معنوياً بين المصدر المخلبي الصناعي والمصدر المعدني كما تفوقا معنوياً على معاملة المقارنة بنسبة زيادة مقدارها 50.74% و38.88% على التوالي.

جدول 44. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز ثمار الخيار من المنغنيز (ملغMn. كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	43.08	43.08	43.08	**43.08**
(F_1) Fe-HA من كوالح الذرة	72.17	90.17	61.33	**74.56**
(F_2) Fe-HA+FA من كوالح الذرة	78.58	93.33	70.33	**80.75**
(F_3) Fe-HA من قش الحنطة	86.00	63.33	60.58	**69.97**
(F_4) Fe-HA+FA من قش الحنطة	100.33	66.08	62.75	**76.39**
(F_5) FeSO4	62.75	53.00	63.75	**59.83**
(F_6) Fe-DTPA	66.58	61.25	67.00	**64.94**
L.S.D 0.05 A x F			**8.37**	
معدل طرائق الإضافة	**72.79**	**67.18**	**61.26**	
L.S.D 0.05		**3.16**		**4.83**

قد يعزى السبب إلى دور الحديد كعامل مساعد في بناء الكلوروفيل (Focus، 2003) ومن ثَمّ زيادة نشاط النباتات في امتصاص العناصر الغذائية اللازمة لنموه وانتقالها إلى الثمار ومن ضمنها المنغنيز الذي يتواجد تراكيز منه قد لا تكاد تكون قليلة في الاحماض الدبالية المضافة.

اما طرائق الإضافة فقد سجلت طريقة الإضافة رشاً على المجموع الخضري أعلى معدل بلغ 72.79 ملغMn.كغم$^{-1}$ والتي تفوقت معنوياً بنسبة زيادة مقدارها 8.35% و18.82% على طريقة الإضافة الأرضية وطريقة الإضافة بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً التي سجلت أقل معدل بلغ 61.26 ملغMn.كغم$^{-1}$. كما تفوقت طريقة الإضافة الأرضية بنسبة زيادة مقدارها 9.66% على طريقة الإضافة بنصف الكمية أرضي + نصف الكمية رشاً.

اما تأثير التداخل بين مصادر الحديد وطرائق اضافتها في تركيز المنغنيز في ثمار الخيار. فقد لوحظ ان أعلى معدل بلغ 100.33 ملغم.كغم$^{-1}$ عند التسميد رشاً على المجموع الخضري بهيومات وفولفات الحديد المستخلص من قش الحنطة بنسبة زيادة مقدارها 89.30% قياسا بأدنى قيمة عند مصدر الحديد المعدني المضاف بالطريقة الارضية في حين وصلت الزيادة على 132.89% مقارنة مع ادنى معدل لهذه الصفة وجدت عند معاملة المقارنة 43.08 ملغم.كغم$^{-1}$.

14.2.2.2.4. تركيز الثمار من النترات (ملغم.كغم$^{-1}$).

يعد تركيز النترات في الثمار من الدالات الأساسية المعتمدة في تقويم جودة المحصول إذ أن زيادة تركيزها في الثمار يدل على رداءة المحصول (أبو ريان، 2010).

يتضح من جدول 45 تأثير مصادر وطرائق الحديد المضاف وتداخلاتهما في تركيز النترات في ثمار الخيار، إذ لوحظ حصول انخفاض في مستوى النترات في المعاملات المضاف اليها الحديد من المصدر العضوي الطبيعي مقارنة بالحديد المخلبي الصناعي والمعدني اذ بلغ ادنى مستوى له عند معاملة هيومات الحديد المستخلص من كوالح الذرة والتي أعطت معدل بلغ 14.66 ملغم. كغم$^{-1}$. وهو اختلف معنوياً عن هيومات وهيومات + وفولفات الحديد المستخلص من قش الحنطة. كما لوحظت فروق معنوية في انخفاض تركيز الثمار من النترات بين مصدر الحديد العضوي الصناعي (Fe–DTPA) ومصدر الحديد المعدني (التسميد الكيميائي) الذي سبب زيادة في تركيز النترات في ثمار الخيار إذ بلغ أعلى مستوى له 28.73 ملغم. كغم$^{-1}$ عند تسميد الحديد معدنياً.

جدول 45. تأثير مصادر الحديد وطريقة الإضافة في تركيز ثمار الخيار من النترات (ملغم. كغم$^{-1}$)

مصادر الحديد (F)	طرائق إضافة الأسمدة (A)			المعدل
	رشاً (A_1)	أرضي (A_2)	نصف كمية الأسمدة رشاً+ أرضي (A_3)	
(F_0) Control	14.40	14.40	14.40	**14.40**
(F_1) Fe-HAc من كوالح الذرة	11.13	19.30	13.54	**14.66**
(F_2) Fe-HA+FAc من كوالح الذرة	13.81	18.33	13.00	**15.05**
(F_3) Fe-HAw من قش الحنطة	21.24	17.13	14.38	**17.59**
(F_4) Fe-HA+FAw من قش الحنطة	28.79	13.02	18.89	**20.23**
(F_5) $FeSO_4.7H_2O$	29.67	30.42	26.09	**28.73**
(F_6) Fe-DTPA	27.76	25.20	23.83	**25.60**
L.S.D $_{0.05}$ A * F		**4.194**		
معدل طرائق الإضافة	**20.97**	**19.69**	**17.73**	
L.S.D $_{0.05}$		**1.585**		**2.421**

تأتي اهمية قياس تركيز الثمار من النترات لارتباطها بصحة الإنسان من خلال ارتباطها في سرطان الجهاز الهضمي وذلك من خلال اختزال النترات في الجهاز الهضمي إلى نتريت

والأخير يرتبط بدوره بمركبات امينية تتحول إلى المادة المسرطنة نتروز امين (Taiz و Zeiger، 2006) ومن ثَمّ تترك آثاراً ضارة على صحة الإنسان والبيئة ويعزى سبب انخفاض تركيز النترات في ثمار الخيار عند إضافة مصادر الحديد العضوية الطبيعية إلى دور الأحماض الدبالية في تنظيم وتجهيز النبات بالنتروجين والمغذيات الأخرى بما يوازي امتصاصها من قبل النبات وإيجاد حالة من التوازن الغذائي والكيميائي في النبات والثمار خلال مدة النمو بما يسمح بنمو جيد للنبات دون اي تراكم لأي مادة عن الحدود المسموح بها في النبات (ابو ريان، 2010) على حين يعزى ارتفاع تركيز النترات في الثمار عند إضافة المصدر المعدني مع التوصية السمادية للأسمدة الكيميائية الخاصة بمحصول الخيار ولا سيما السماد النتروجيني الذي سيتحول مباشرة إلى نترات ونتريت بفعل أكسدة الأحياء المجهرية له فيمتصها النبات وتتراكم في انسجته بشكل اكبر مما هو عليه في الأحماض الدبالية وعلى الرغم من ذلك فان مستوى النترات وللمعاملات كافة وحتى بالنسبة لأعلى قيمة هي ضمن القيم الآمنة صحياً. إذ حدد الاتحاد الأوربي تراكيز النترات المسموح بها للخضار 44 ملغم.كغم$^{-1}$ (L,Herondel و Herondel، 1996) وأن الكمية المسموح تناولها باليوم هي 5 ملغم نترات– نتروجين لكل كغم من وزن جسم الإنسان (Bone وآخرون، 2006). وهذه النتائج تتفق مع محمد (2002) والجاف (2012) الذين لاحظا انخفاض النترات في ثمار الخيار عند التسميد العضوية والشبراوي وآخرين (2011) الذين لاحظوا انخفاضاً للنترات في ثمار الخيار عند إضافة حامض الهيوميك.

ان لطرائق إضافة مصادر الحديد المختلفة تأثيراً معنوياً في تركيز النترات. نلاحظ زيادة تركيز النترات في طريقتي الإضافة رشاً على المجموع الخضري والإضافة الأرضية بلغت 20.97 و 19.69 ملغم. كغم$^{-1}$ في حين انخفضت نسبة النترات إلى أقل مستوى له عند طريقة الإضافة بنصف الكمية رشاً + نصف الكمية أرضي بلغت 17.73ملغم.كغم$^{-1}$ قد يعود السبب إلى تجزئة كمية وتراكيز الأسمدة بحيث كانت الإضافة بصورة تغذية ورقية وجذرية أدت إلى عدم تراكم النترات في الثمار.

اما ما يخص التداخل بين مصادر الحديد وطرائق إضافتها، فقد أشار الجدول إلى حصول معاملة السماد المعدني المضاف إلى التربة على أعلى معدل بلغ 30.42 ملغم.كغم$^{-1}$ في حين انخفض تركيز النترات في الثمار إلى أدنى معدلاته عند معاملة هيومات وفولفات الحديد المستخلص من كوالح الذرة المضاف رشاً على الجزء الخضري بلغت 11.13 ملغم. كغم$^{-1}$.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education &
Scientific Research
University of AL-Anbar
College of Agriculture

Prepare a natural Chelating Fertilizer Formulations zinc, iron and Study its Behavior in the Soil and its Impact on yield of Plastic House cucumber *Cucumis sativus* L.

Dissertation Submitted by

Bassam Ramadhan Sarheed

To Council of the College of Agriculture at University of Al-Anbar
In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in
Agriculture Sciences
Soil and water Resources
(Soil Fertility and Fertilizers)

Supervised by

Ass. Prof. Dr. Fawzi M. A. Al-Hamadani ***Ass. Prof. Dr. Akram A. H. Al-Hadethi***

1434 A.H. 2013 A.D.