

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
جامعة منتوري - قسنطينة

الرقم:  
السلسلة:

كلية: علوم الطبيعة و الحياة  
قسم : البيولوجيا و علم البيئة

مذكرة:

قدمت لنيل شهادة الماجستير  
في بيولوجيا النبات  
تخصص: التنوع الحيوي والإنتاج النباتي

## العنوان

علاقة التغذية المعدنية الكاتيونية لعنصر الحديد بكفاءة الكيمياء الضوئية  
لنمطين وراثيين من نبات الطماطم  
(*Lycopersicum esculentum* Mill.)

تقديم: بلارو صليحة

أعضاء لجنة المناقشة:

جامعة منتوري قسنطينة	أستاذ التعليم العالي	رئيسا	م. م. بن تشيكو
جامعة منتوري قسنطينة	أستاذة محاضرة	مقررا	س. شوقي
جامعة منتوري قسنطينة	أستاذ التعليم العالي	عضوا	م. بن لعربي
جامعة منتوري قسنطينة	أستاذ التعليم العالي	عضوا	م. باقة

السنة الجامعية : 2009/2008

# التشكرات

إن الحمد لله نحمده و نستعينه ، نستهديه و نستغفره و نعوذ بالله من شرور انفسنا و سيئات اعمالنا  
و اشكره لما و فقني إليه سبحانه و تعالى و ما توفيقي إلا بالله.  
ثم أتقدم بالشكر الجزيل و العرفان إلى الأستاذة شوقي سعيدة لقبولها الإشراف على هذا البحث و التي  
لم تبخل علينا بالمساعدة و التوجيهات القيمة طوال فترة العمل .  
كما أتقدم بالشكر و التقدير للأستاذ الفاضل بن تشيكو محمد المنصف لقبوله مناقشة هذه الرسالة و كذا  
على ترأسه لجنة المناقشة.  
كما اشكر الأستاذ الفاضل باقة مبارك جزيل الشكر لقبوله مناقشة هذه الرسالة بصفته عضوا ممتحنا.  
كما أتوجه بأسمى معاني الشكر للأستاذ بن لعربي مصطفى لقبوله مناقشة هذه الرسالة بصفته عضوا  
ممتحنا . و الذي لم يبخل علينا بالتوجيهات و الحث على الجد و العمل.  
و في الختام أتقدم بالشكر الجزيل إلى كل من قدم لي يد المساعدة من قريب أو بعيد.

## الإهداء

إلى أجمع الناس إلى قلبي بعد الهادي إلى الصراط المستقيم

محمد عليه الصلاة والسلام

أمي الغالية خميسة والي أبي العزيز محمد

إلى من كانوا سندا لي إخوتي و أخواتي

إلى كل صديقاتي و زميلاتي

والى أساتذة و طلبة الماجستير دفعة 2005

إلى كل من ساندني من قريب أو بعيد و لو بكلمة طيبة اهدي هذا العمل المتواضع.

الحمد لله على توفيقه

## الفهرس

1.....مقدمة

### الفصل الأول : استعراض المراجع

-1-1

3.....عنصر الحديد

3 ..... 2-1- صور الحديد

3.....1-2-1 صور الحديد في التربة

4.....2-2-1 صور الحديد في النبات:

5.....3-1 دور الحديد في العمليات الإيضية

5.....1-3-1 دور الحديد في التمثيل الضوئي

6.....2-3-1 دور الحديد في تخليق الكلوروفيل

8.....3-3-1 دور الحديد في تحفيز بعض الإنزيمات

9.....4-3-1 دور الحديد في تنشيط البكتيريا العقدية

9 ..... 4-1 صور تيسر انتقال الحديد

10.....5-1 العوامل المؤثرة على تيسر الحديد

11.....6-1 التداخل بين العناصر الغذائية

12 ..... 7-1 تخزين الحديد في النبات

13 ..... 8-1 استجابة النبات لنقص الحديد

14.....9-1 بعض أسمدة الحديد و طرق إضافتها

### الفصل الثاني : المواد و طرق البحث

16.....1-2 الهدف من الدراسة:

16.....2-2 تصميم التجربة

18.....3-2 تنفيذ التجربة

18.....4-2 الدراسة التحليلية المطبقة

18.....1-4-2 الدراسة المورفولوجية

19.....2-4-2 الدراسة البيوكيميائية :

- 20.....3-4-2- الدراسة الفيزيولوجية:.....
- 21.....5-2- تحليل التربة .....
- 22.....6-2- الدراسة الاحصائية المطبقة .....

### الجزء الثالث : النتائج و المناقشة

#### النتائج:

- 23.....1-3- تحليل التربة .....
- 23.....2-3- التجربة الأولى إضافة الحديد في التربة على صورة Fe-EDTA.....
- 23.....3-2-1- مرحلة نمو الشتلة .....
- 23.....ا- الدراسة المورفولوجية.....
- 25.....ب-الدراسة الفيزيولوجية.....
- 27.....ج- الدراسة البيوكيميائية .....
- 31.....3-2-2- مرحلة النمو الخضري.....
- 31.....ا- الدراسة المورفولوجية.....
- 33.....ب- الدراسة الفيزيولوجية.....
- 35.....ج- الدراسة البيوكيميائية .....
- 39.....3-3- التجربة الثانية إضافة الحديد على صورة  $Fe SO_4 7H_2O$ .....
- 39.....3-3-1- مرحلة نمو الشتلة.....
- 39.....ا- الدراسة المورفولوجية.....
- 41.....ب-الدراسة الفيزيولوجية.....
- 43.....ج- الدراسة البيوكيميائية .....
- 47.....3-3-2- مرحلة النمو الخضري.....
- 47.....ا- الدراسة المورفولوجية.....
- 48.....ب-الدراسة الفيزيولوجية.....
- 50.....ج- الدراسة البيوكيميائية .....
- 55.....3-4-4- الدراسة الاحصائية.....
- 55.....3-4-1- التجربة الأولى إضافة الحديد في التربة على صورة Fe-EDTA.....
- 55.....3-4-1-1- مرحلة نمو الشتلة .....

- 55..... 1- التحليل الوصفي لأثر فعل الحديد على نمطين من نبات الطماطم
- 61..... 2- التحليل الاستدلالي لأثر فعل الحديد على نمطين من نبات الطماطم
- 63..... 3- 4-1-2- مرحلة النمو الخضري
- 63..... 1- التحليل الوصفي لأثر فعل الحديد على نمطين من نبات الطماطم
- 69..... 2- التحليل الاستدلالي لأثر فعل الحديد على نمطين من نبات الطماطم
- 71..... 3- 4-2- التجربة الثانية إضافة الحديد رشاً على الأوراق بصورة  $Fe SO_4 7H_2O$
- 71..... 3-4-2-1- مرحلة نمو الشتلة
- 71..... 1- التحليل الوصفي لأثر فعل الحديد على نمطين من نبات الطماطم
- 76..... 2- التحليل الاستدلالي لأثر فعل الحديد على نمطين من نبات الطماطم
- 78..... 3-4-2-2- مرحلة النمو الخضري
- 78..... 1- التحليل الوصفي لأثر فعل الحديد على نمطين من نبات الطماطم
- 84..... 2- التحليل الاستدلالي لأثر فعل الحديد على نمطين من نبات الطماطم

المناقشة

الخلاصة

المراجع

الملخص

قائمة المختصرات:

الرمز	المصطلح باللغة الاجنبية	المصطلح بالعربية
ACP	Analyse des Composantes Principales	تحليل المركبات النموذجية
Chl	Chlorophylle	الكلوروفيل
Car	Caroteine	الكاروتين
Ep	epinastie	الاستحاثات الورقي
etr	electron transport rate	معدل نقل الالكترونات
F0	Fluorescence minimale	الاستشعاع الابتدائي
Fm	Fluorescence maximale	الاستشعاع الأقصى
Fv	(F <sub>m</sub> -F <sub>0</sub> )Fluorescence variable	الأستشعاع المتغير
Fv/Fm	Antennane efficiency of PSII	فاعلية استقطاب الطاقة الضوئية للنظام الضوئي
Fru	Fructose	الفركتوز
Fe <sup>++</sup>	Fer active	الحديد النشط
Fe T	Fer Totale	الحديد الكلي
glu	glucose	الجليكوز
lpi	leaf plastochrom Index	مؤشر النمو الورقي
ØPSII	Quantum efficiency of PSII	المردود الكمي للنظام الضوئي الثاني
Phé	Phéophytine	الفيوفيتين
Pi	Plastochrom Index	مؤشر نمو النبات
Q <sub>A</sub>	Quinones	المستقبل الأول للالكترونات
qNP	Non-photochemical Quenching coefficient	معامل إخماد الكيمياء اللاضوئية
qP	Photochemical Quenching coefficient	معامل إخماد الكيمياء اللاضوئية
reg	Vetesse de croissance	النمو النسبي
EDTA	Ethylene diamine tetra acetic acid	ايتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخليك
DTPA	Di ethylene triamine penta acetic acid	ثنائي الايتيلين ثلاثي الامين خماسي حمض الخليك
EDDHA	Ethylène diamine di-o-hydroxyphenyl acetic acid	ايتيلين ثنائي الأمين ثنائي الفينيل هيدروكسي حامض الخليك
HEDTA	Hydroxyle Ethylène diamine tri acetic acid	الايدروكسيل اتيل ثنائي الأمين ثلاثي حمض الخليك

# المقدمة



إن معدل النمو الديمغرافي بالجزائر في تزايد مستمر، الأمر الذي يتطلب اتخاذ إجراءات ميدانية عاجلة من أجل تحقيق الاكتفاء الذاتي، للتخلص من التبعية الغذائية من جهة و التصدير لإنعاش الدخل القومي من جهة أخرى. لأجل هذا عرفت الجزائر توسعا ملحوظا في مساحة زراعة الخضروات من بينها الطماطم التي تنتزع اغلبها عبر ولايات الشرق الجزائري: الطارف، قالمة، عنابة، سكيكدة و جيجل بنسبة 90% من الإنتاج الوطني مقارنة بولايات الوسط 7% و الغرب 3% (Rachedi., 1993). إلا أن المردود الكلي لم يكن كافيا لتغطية المتطلبات المحلية للشعب وعدم توفرها في السوق في بعض الأحيان، هذا ما جعل الشركات الوطنية تتجه نحو استيراد الطماطم المصبرة ثلاثية و ثنائية التركيز من دول مختلفة، مثلا من تركيا 5526 طن\سنة، الإمارات العربية المتحدة 1338 طن\سنة و 6139 طن\سنة من إيطاليا (Medjahed.,2004).

يتضح مما سبق ذكره أهمية دراسة سبل النهوض بإنتاج نبات الطماطم من خلال رفع معدل الإنتاج عن طريق اختيار الأصناف الملائمة و ذات الجودة العالية. حيث تزرع في الجزائر أصناف استهلاكية مثل: Riogrande,Heintz,Royal sluis و صناعية منها: Marmande,Aicha,Prima . يعتبر عامل التسميد من العوامل الأساسية للنهوض بهذا المحصول و تعويض ما تفقد التربة من عناصر غذائية. تتواجد بعض هذه العناصر التي تحتاجها المحاصيل في الأسمدة الازوتية الفسفورية و البوتاسية، لكن هذا غير كاف للتغذية المثلى لنبات الطماطم، فلا بد من إعطاء اهتمام بالغ للتسميد بالعناصر الصغرى التي تؤثر على التوازن الجزيئي في التربة و داخل النبات على مستوى بعض العمليات الحيوية، مما يستوجب ضرورة إضافتها للنبات بمستويات تتلائم ومستويات N، P، K مع الأخذ بعين الاعتبار العوامل الأخرى المؤثرة على النبات من صفات التربة و نوعية مياه الري، من بين هذه العناصر عنصر الحديد الذي يلعب دورا كبيرا في العديد من الوظائف الهامة، فهو عامل من عوامل بناء الخلية الحية إذ يدخل في مركبات تكوين المادة الخضراء في النبات (الكلوروفيل).

لذلك كانت دراسة أهمية الحديد لنمو النباتات اثر كبير في الحصول على المردود الأمثل خاصة عند الري على فترات متقاربة، مما يؤدي إلى حدوث غسل للعناصر الغذائية وكون أي توتر بيئي يؤثر مباشرة على نظام الأغشية الكلوروبلاستية، مما ينتج عنه تغيرات على مستوى وظيفة جزيئه الكلوروفيل التي تنعكس على خصائص جهاز التركيب الضوئي، الذي فسر بألية فيزيولوجية

تعرف بالاستشعاع الكلوروفيلي وهي أشعة حمراء تنعكس من جزيئة الكلوروفيل المتهيجة بالطاقة الضوئية الممتصة التي لا تتحول إلى طاقة كيميائية ولا حرارية إنما تكون على شكل فتونات مشعة . من هذا المنطلق تم اختيار هذا الموضوع الذي نحاول من خلاله التعرف على مدى فاعلية عنصرالحديد المضاف إلى التربة على صورةFe-EDTA و رشا على الأوراق بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على كفاءة الكيمياء الضوئية لنمطين وراثيين من نبات الطماطم (*Lycopersicum esculentum* Mill. ، حيث تم اختيار صنفين هما (Marmande,Riogrande) أثناء مرحلة نمو الشتلة والنمو الخضري، طبقت على الأوراق عدة معايير مورفولوجية، فيزيولوجية و بيوكيميائية.

استعراض المراجع

## I- استعراض المراجع :

### 1-1- عنصر الحديد :

سورة الحديد هي السورة الوحيدة من سور القرآن الكريم التي تحمل اسم عنصر من العناصر المعدنية المعروفة ؛ التي تدور حول قضية إنزاله من السماء ، بأسه الشديد ومنافعه للناس .....!! يقول الله جل و علا: ( وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ)(الحديد: من الآية25) هذه الآية الكريمة دليل واضح على أهمية عنصر الحديد فهو احد العناصر المعدنية الصغرى الضرورية لنمو جيد للنبات .

تحتوي هذه الآية القرآنية معجزة رقمية مبهرة وبناء محكم فالوزن الذري للحديد هو تقريبا (57) والعجيب أن رقم سورة الحديد في القرآن هو (57) أيضاً!! ، أما عدد الإلكترونات في ذرة الحديد فهو (26) إلكترونات، هذا ما يسمى بالعدد الذري وهو عدد ثابت لكل عنصر من عناصر الطبيعة والعجيب أن رقم الآية التي ذكر فيها الحديد في سورة الحديد، مع البسمة هو (26) نفس العدد الذري للحديد!!!.

### 1-2- صور الحديد :

#### 1-2-1- صور الحديد في التربة:

يأخذ الحديد في التربة عدة صور إذ يدخل في تركيب معادن السلكات التي تعرف باسم الـ ferromagenesian silcates من الأولفين (Olivine) ، الهونبلاذ (Hornblende) والبوتيت (Biotite) التي تمثل المصدر الرئيسي للحديد (عبد المنعم بليغ، 1988) (Mortvedt, 2000) ، كما يوجد ضمن مكونات بعض المواد العضوية على هيئة مركبات مخليبية هذه المركبات ذات أهمية كبيرة في تغذية النبات، يكون محتوى الحديد الذائب في المحلول الأرضي منخفضا جدا، حيث يشمل بجانب المركبات العضوية أيون الحديدوز  $Fe^{+2}$  ، الحديدك  $Fe^{+3}$  وأيدروكسيد الحديدوز (Fe (OH) ، علما أنه في الأراضي جيدة التهوية قد ينعدم أيون الحديدوز  $Fe^{+2}$  و يكون الحديدك  $Fe^{+3}$  قليل الذوبان (Guerinot, 1994) .

يوجد الحديد في الأراضي الحمضية الواقعة في المناطق الرطبة على شكل ايونات مختزلة، تنتقل إلى الطبقات تحت السطحية من التربة لتترسب فيها و تبقى كميات قليلة منه في الطبقات السطحية، تتحول إلى اكاسيد مائية تعطي التربة ألوانا مختلفة حمراء و صفراء أو صفراء بنية، أما في الظروف القلوية للأراضي يتحول الحديد إلى حديد ثلاثي التكافؤ  $Fe^{+3}$  يقل تيسره للنبات (Palmgren, 2001).

## 1-2-2. صور الحديد في النبات:

تختلف كمية الحديد في النباتات، يكون تركيزه عادة في مدى يتراوح بين 20 إلى 300 جزء في المليون، أما إذا كان أقل من 20 جزء في المليون فهذا يعني أن هذه النباتات تعاني من نقص الحديد (Cohen *et al.*, 1998, Marschner *et al.*, 1986)، كما يأخذ الحديد في النبات عدة صور هي كالاتي:

### 1- أكاسيد حديدية:

يتفق الباحثون عموماً على أن حالة الحديدوز  $Fe^{+2}$  (Ferrous) هي الحالة التي يكون فيها الحديد نشطاً أثناء التحولات الأيضية في النبات، أما الصورة المؤكسد  $Fe^{+3}$  لا يمكن امتصاصها إلا في حالة تمخيلها مع مكونات الأحماض العضوية التي يفرزها الجذر في الوسط الخارجي أو مع غرويات التربة (Romheld *et al.*, 1984)، لذلك يرتبط بأيون  $(OH^-)$  ليعطي راسب ديهيدروكسيد الحديدك ( $d'$ hydroxy ferique)  $Fe(OH)_3$  القابل للذوبان (Alscher, 2002) وبالتالي تيسر انتقاله إلى النبات، يتم هذا غالباً في القمة النامية للجذر هذه المنطقة ذات النشاط الأيضي العالي، مما يسمح للمكونات المختزلة (الأحماض العضوية) بتحويل  $Fe^{+3}$  إلى  $Fe^{+2}$  على مستوى الغشاء البلازمي للخلايا الجذرية، هذا الاختزال يتبعه منح الإلكترونات إلى NADP عبر الغشاء البلازمي ليتحول إلى NADPH الخلوي ويرفق بتحرير الكترولونات  $(1H/e^-)$  (Briat *et al.*, 1999) لوحظ هذا في نبات الصوجا ونبات الطماطم .

بينت الأبحاث أن محتوى الأوراق الخضراء من كاتيونات الحديدوز  $Fe^{+2}$  يفوق بكثير محتوى الأوراق التي يظهر عليها الاصفرار لنفس النبات (Shingles *et al.*, 2002) .

### ب . المركبات العضوية الحديدية:

#### • بروتينات كبريتية:

يتكون هذا النوع من البروتينات من رابطة كيميائية فعالة تتبادل بين جزيئة الحديد والكبريت (fer-soufre) (Karlin, 1993)، تتجمع هذه الروابط في البروتينات المحتوية على مجموعة الديول (thioles). توجد هذه البروتينات في سلسلة نقل الإلكترونات في الكلوروبلاست على مستوى جهاز التركيب الضوئي و بالضبط في غشاء الثيلاكويد، إذ يلعب دور المستقبل للإلكترونات في النظام الضوئي الأول (PSI)، كما تتواجد على مستوى غشاء الميتاكوندري (Kispal *et al.*, 1999).

تعتبر هذه البروتينات الكبرى المكون الرئيسي للفيرودوكسين (ferodoxine) وهو مرجع فعال يقوم بنقل الإلكترونات بطرق كيميائية مختلفة ، فهو يعمل خلال عملية التمثيل الضوئي على تحويل الإلكترونات من PSI نحو NADP ليحول إلى NADPH الذي يعتبر المستقبل النهائي للفسفرة الضوئية اللادورية ( اللاحقية ) ، كما تمتلك هذه البروتينات نشاط إنزيمي عالي (Xoconostle *et al* ., 2000)

#### • بروتينات هيمية:

تحتوي البروتينات الهيمية على نواة رباعية البيروول في مركزها ذرة حديد تكون بصورة مرجعة مرتبطة بأربعة روابط تكافئية مع ذرة أزوت (Karlín *et al* ., 1993) . يعتبر السيتوكروم هيموبروتين أساسي في النبات، فهو مركب جيد لنقل وتحويل الإلكترونات في الميتاكوندري (cyt .a b c) والكلوربلاست (cyt.b.f) (Siedow,1991) . وهناك سيتوكرومات أخرى منفصلة عن السلسلة التنفسية وسلسلة التمثيل الضوئي مثل (cyt. b) للشبكة الهيولية التي تدخل بفعالية في تركيب الأحماض الدهنية (Karp, 1998) ، ففي كل الحالة يمر الحديد بمراحل عديدة من حالة الإرجاع إلى حالة الأكسدة أثناء نقله للإلكترونات التي تأتي من NADPH لتنتقل حسب قوة الأكسدة إرجاع المتزايدة من طرف FAD والحديد (Kim and Rees., 1992). يعتبر البيروكسيداز والكتلاز محفزات فعالة تلعب دورا كبيرا على مستوى العمليات الأيضية للنبات (Hentze and Kuhn. , 1996).

#### 1-3- دور الحديد في العمليات الأيضية:

##### 1-3-1- دور الحديد في عملية التمثيل الضوئي:

البلاستيدة الخضراء هي المثبت للطاقة الضوئية في النبات بما أودع الله فيها من خصائص حيوية، فهي التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي اللازمة لنمو النباتات وإنتاج الأنسجة النباتية المختلفة من جذور، أوراق، أزهار، ثمار وبذور ، تعتبر هذه العملية التي الوسيلة الوحيدة لتحويل طاقة الضوئية إلى روابط كيميائية تخزن في أعضاء جميع الكائنات الحية .

ذكر (Smith 1984) أن البلاستيدات الخضراء تمثل الوسط الأكثر طلبا للحديد عند النباتات الخضراء لاحتوائها على 80% من الحديد الخلوي. إذ يحتوي جهاز التركيب الضوئي بشكل خاص على 21-22 ذرة حديد، هذا يعطي نموا جيدا للخلايا الأكثر حاجة للحديد لان نقصه ( الحديد) يسبب انخفاض كفاءة الكيمياء الضوئية وعدم القدرة على امتصاص الأشعة الضوئية بسبب نقص كفاءة الجهاز الضوئي (Pascal and Done., 1994) كما يؤثر هذا النقص على نقل الإلكترونات في

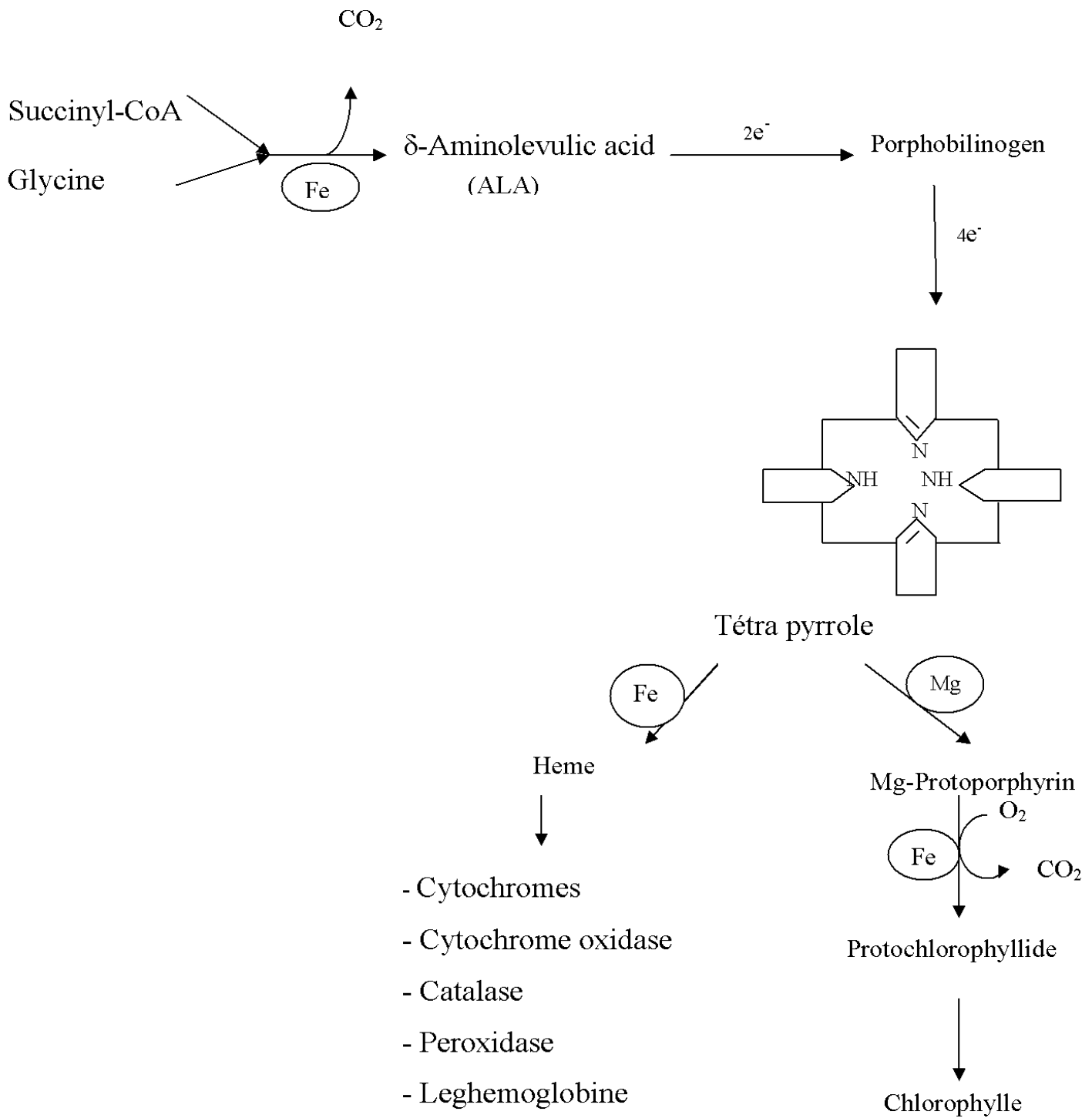
النظام الضوئي PSI و PSII وحدوث تلف في مراكز تفاعلهم ( $D_2, D_1$ ) (ببتيدات عديدة مندمجة في غشاء الثيلاكويد تملك كفاءة اختزالية عالية) نتيجة وجود ذرة الحديد بين  $D_2, D_1$  (Richter ., 1993).

يحدث نقص الحديد تشبيهاً ضوئياً، مما يساعد على زيادة تخليق صبغات: Zeaxanthin و Xanthophylle و Violaxanthin هذه المكونات تؤدي إلى تبعثر الطاقة الضوئية بشكل حرارة على مستوى جهاز التركيب الضوئي (Amy et al., 2001, William et al., 1994)، بالإضافة إلى ذلك نقص الحديد يسبب انخفاض نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة في الكلوروبلاست وخاصة على مستوى غشاء الثيلاكويد (Karem et al ., 1998). و يؤثر كذلك على عملية تجديد المركب Ribulose 1-5 biphosphate في حلقة كالفن عند نبات الشمندر الحلو بسبب انخفاض نشاط إنزيم Ribulose-5 -phosphate kinase (Arulantham et al., 1990).

### 1-2.3 . دور الحديد في تخليق الكلوروفيل:

قال سبحانه وتعالى : ( وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا ) (سورة الأنعام من الآية : 99 ) إن الله عز وجل تحدث في هذه الآية الكريمة عن أعظم مادة موجودة في الخلية النباتية وهي البلاستيدات الخضراء التي تحوي على مادة الكلوروفيل - الصبغة الخضراء - (( خَضِرًا )) في النبات. و الحديد جد مهم في تكوين هذا الكلوروفيل حيث ذكر كل من (Katyal and Sharma (1980) و (Romhelde (2000) أن نقص الحديد عند النبات يؤدي إلى ما يعرف بتبرقع الأوراق (chlorose) خاصة بين العروق ويعرف كذلك ببرقان داخل العروق هذا نتيجة نقص كمية الكلوروفيل في الأوراق، لأن مختلف مراحل البناء الحيوي تتطلب وجود عنصر الحديد (Tagliavini et al., 2000).

إن تثبيط تكوين الكلوروفيل بفعل نقص الحديد، يؤدي إلى إتلاف تمثيل البروتينات بسبب انخفاض الريبوزومات التي هي مواقع تمثله (Eisensien and Blemings., 1998). هذا ما يزيد في تركيز الأحماض الأمينية في الأوراق المبرقعة بـ (proline) ، بتاين (Betaine) ، يحدث هذا في الكلوروبلاست أكثر من السيتوبلازم (Aisen et al., 1999) لأن الحديد له أهمية بالغة في تمثيل المكونات البروتينية لغشاء الثيلاكويد كالمركبات الصبغية مثل الكلوروفيل، الكاروتين كتلاز والبيروكسيداز، انخفاض هذه المركبات بفعل نقص الحديد يسبب تلف مراكز استقطاب وتجميع الطاقة الضوئية.



شكل (1-1) مخطط مسار تخليق الكلوروفيل و المركبات الهيمية

Chereskin and Castelfranco (1982)



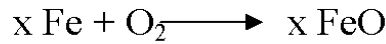
و أشار (1993) Richter أن ثلث بروتينات غشاء التيلاكويد و 50% من الكلوروفيل الكلي تسيطر على نظام الاستقطاب الضوئي وتحويل الطاقة المتجمعة إلى طاقة كيميائية. الحديد مهم خلال مراحل أكسدة مركب coproporphyrinogène إلى protoporphyrinogène وتحويل مركب Mg-protoporphyrine أحادي الميثيل (monométhylester) إلى مركب protochlorophyllide لذلك نجد النقص في الحديد يؤدي إلى تراكم محتوى Mg- Protoporphyrine الأمر الذي يؤدي إلى عدم تخليق الكلوروفيل (Pascal and Dorne., 1994).

### 1-3-3- دور الحديد في تحفيز بعض الإنزيمات:

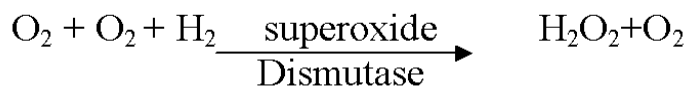
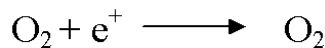
إن للحديد القابلية للتمخبط في صورة معقدات مخلبية (chelate) وكذلك تغيير تكافئه أي قدرته على التأكسد والاختزال داخل النبات و بذلك فهو ذو تأثيرات فسيولوجية مهمة



فهو يلعب دورا مهما وضروريا في تنشيط العديد من إنزيمات الميتاكوندري التي تساهم في عملية التنفس منها catalase, peroxidase و cytochrome oxidase (Morri et al., 1993). أكد كل من Stemmler and berthenlin (2003) أن الحديد يدخل في إنزيمات التنفس في صورة معقد بورفيرين الحديد حيث يتحد الحديد مع الأكسجين و المعادلة تبين ذلك :



هذا المركب المؤكسد x FeO يعطي الأوكسجين لمادة التنفس لذلك نجد أن نقص الحديد في الميتاكوندري يؤدي إلى انخفاض معدل التنفس . هذا النقص ينعكس على النشاط الأيضي ،حيث لوحظت هذه الظاهرة في ميتاكوندري جذور نبات الأرز نتيجة انخفاض محتوى بروتينات الحديد وتغير النشاط الأيضي للميتاكوندري (Pascal and Dorne ., 1994). كما أن للحديد دورا مرافق لعدة إنزيمات مثل Superoxide-dismutase هذا الإنزيم يحمي الأنسجة من الآثار الضارة لجذر الأوكسجين الحر (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) الناتج من عدة تفاعلات (Vancamp, 1996) والتفاعل التالي يبين ذلك:



يتم هذا التفاعل على مستوى الكلوروبلاست حيث يتواجد هذا الإنزيم بنسبة 90%، كما يتم كذلك على مستوى الميتاكوندري حيث نسبته تتراوح بين (4-5) % فقط (William *et al.*, 1994) إذ يعتبر الحديد عنصرا مرافقا لإنزيم تخليق (Ethylyène forming Enzyme) EFE و هو amino cyclopropane-carboxylase، إذ أن نقص انتقال الحديد الناتج عن أي توتر بيئي يتبعه خلل في وظيفة هذا الإنزيم، الأمر الذي يؤدي إلى تراكم الأثيلين المسؤول على تنشيط استطالة الجذر الرئيسي، فينعكس هذا على ارتفاع الاستحثاث الورقي epinastie (Aisen *et al.*, 1999).

### 1-3-4- دور الحديد في تنشيط البكتيريا العقدية:

تشكل البقوليات مع بكتيريا التربة من جنس *Rhizobium*، *Bradyrhizobium* التي تقوم بتثبيت الهيدروجين الجوي ( $N_2$ ) و اختزاله إلى أمونيا ( $NH_4^+$ ) في وجود إنزيم النيتروجيناز (nétrogénase)، الذي يحوي الملبدان (Mo) و الكبريتيت و الحديد (Tan *et al.*, 1990). هذا الأخير يدخل في تكوين بروتين اللجهمولوبين (leghémoglobine)، الذي يرتبط بالأوكسجين عند سطح كل خلية عقدية حيث يسهل انتشاره فيها و بالتالي تزويدها بالأوكسجين الذي تحتاجه في عملية التنفس (Ragland *et al.*, 1993).

### 1-4- صور تيسر انتقال الحديد:

يكون الحديد متوفرا بكثرة في التربة على شكل اوكسيد الحديد أو على شكل راسب في صورة دهيدروكسيد الحديد hydroxyde ferrique، كما يوجد متمخبا مع المركبات العضوية (siderophoresbacteriens, acidesorganiques, acidesfubriques) أو الصناعية (EDTA, EDDHA).

يتم انتقال الحديد من الوسط الخارجي (محلول التربة أو محلول مغذي) إلى الجذر عن طريق الخشب على صورة  $Fe^{+3}$  ممخلب بسترات (citrate)، ثم يتجه نحو اللحاء على صورة  $Fe^{+3}$  ممخلب مع الحامض الأميني (nicotianamine)، يتوضع هذا الأخير في نسغ لحاء مختلف النباتات فهو مكمل لعمل البسترات (citrate) المتمخلب مع  $Fe^{+3}$  في الخشب (Udo and Gunter., 1993) نتيجة تميزه بالخصائص التالية :

- قدرته على احتباس الحديد طيلة فترة نقله في اللحاء.

- حث اللحاء على شحن الحديد.

- يساعد على تحرير الحديد من اللحاء عندما يصل إلى الأوراق .

(Stephen and Scholz., 1993)

## 1-5-العوامل المؤثرة على تيسر الحديد:

يتوقف ظهور أعراض نقص الحديد في النبات على الكمية الميسرة له في التربة والتي تتحكم بها مجموعة من العوامل يمكن إيجازها فيما يلي:

### ✓ pH محلول التربة:

تعتمد درجة ذوبان الحديد بدرجة كبيرة على pH الوسط ، لدرجة أنه يحدث انخفاضا في تركيز الحديد الذائب قدره 1000 مرة ضعف مع كل زيادة في الـ pH قدرها وحدة واحدة . وبالتالي يكون من الواضح أن تيسر الحديد للنبات يقل بدرجة كبيرة مع ارتفاع رقم الـ pH (Palmgren , 2001) ، لذلك يكون نقص الحديد الميسر في الأراضي الجيرية في الغالب نتيجة ارتفاع رقم الـ pH لها ، حيث يصبح أيون الحديديك هو السائد (Briat *et al.* , 1999). يمكن التقليل من شدة هذا النقص بانخفاض رقم الـ pH بإضافة المركبات ذات التأثير الحامضي مثل الكبريت المعدني لمثل هذه التربة ، كما يمكن زيادة تيسر الحديد للنبات في التربة القاعدية بإضافة المواد العضوية لها (Robinson *et al.* , 1999). لكن عكس ذلك في الأراضي شديدة الحموضة حيث يمكن أن يتواجد أيون الحديدوز بتركيز مرتفعة قد يصل إلى حد السمية (Grusak *et al.* , 1990).

### ✓ المادة العضوية:

يزداد الحديد الميسر للنبات بوجود المادة العضوية حيث يوجد في صورة مركبات مخلبية ذائبة في محلول التربة، لذلك يمكن القول بأن الأراضي الفقيرة في محتواها من المادة العضوية قد تعاني من نقص الحديد الميسر للنبات. (Kraemer, 2004)

### ✓ قوام التربة :

تقل كمية الحديد الميسر في الأراضي خشنة القوام كما هو الحال في الأراضي الرملية التي تحتوي على كمية قليلة من الحديد الكلي و بالتالي النباتات النامية بها تعاني من نقص الحديد. (Mortvedt, 2000)

### ✓ محتوى الأراضي من الرطوبة :

ذكر كل من ( Stemmler et al ( 2003 أن ارتفاع رطوبة التربة الزراعية تقلل من التهوية وبالتالي تأثر على النمو فيصبح ضعيفا ، حيث يكون أكثر قابلية للتعرض لنقص الحديد خاصة في الأراضي الجيرية، ففي هذه الأراضي يجب الحذر من ارتفاع المحتوى الرطوبي بها وذلك بتجنب

الري المستمر الذي يؤدي إلى غسل العناصر الغذائية الأخرى، حيث لوحظ ظهور الاصفرار على النباتات النامية تحت هذه الظروف نتيجة حدوث التحلل المائي لكاربونات الكالسيوم (Kraemer, 2004).

#### ✓ درجة الحرارة :

إن انخفاض درجة الحرارة يقلل من معدل نمو النبات، كما تقل معدنة المادة العضوية التي تساهم بجزء أساسي في تيسير الحديد نتيجة قلة نشاط الكائنات الدقيقة تحت هذه الظروف، لذلك يمكن ظهور الاصفرار الناتج من نقص الحديد الميسر. (Weinberg, 2000).

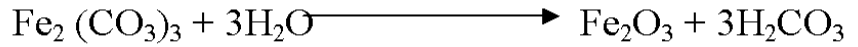
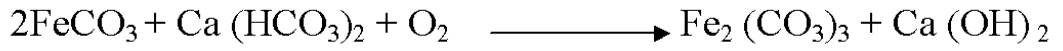
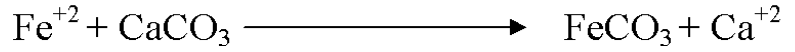
### 1-6- التداخل بين العناصر الغذائية:

#### 1-6-1- التداخل بين الحديد وبعض الأيونات:

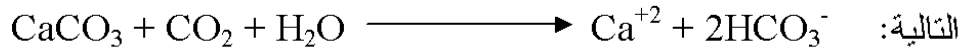
إن زيادة الفسفور الذائب في التربة يقلل من امتصاص الحديد، حيث يعتقد أن الفوسفات يساعد على ترسيب الحديد في وسط النمو وجعله في صورة غير قابلة للامتصاص بواسطة النبات (Mckie *et al.*, 2001). ارتفاع نسبة الفسفور في الوسط يؤدي إلى نقص الحديد مما يسبب اصفرار للنباتات، حيث تبين أن التركيز العالي للفسفور يؤدي إلى ترسيب الحديد على أسطح الجذور أو داخلها وعدم انتقاله إلى الأوراق (Thomine *et al.*, 2000) نفس التأثير وجد مع زيادة Zn، Mo، Mn و Cu في وسط النمو، حيث يحدث تنافس بين تركيزها و تيسير امتصاص الحديد للنبات إذ يمكن أن تظهر أعراض نقص الحديد تحت هذه الظروف. أشارت بعض الأبحاث إلى زيادة مستوى التسميد النيتروجيني خاصة إذا كان في صورة نترات يؤدي إلى ظهور أعراض نقص الحديد (Mortvedt, 2000)، في حين إضافة الحديد مع النيتروجين في صورة أمونيا ( $NH_4^+$ ) يزيد الإنتاج نتيجة التأثير الحامضي لهذا السماد، لكن يحدث عكس هذا عند إضافته في صورة نترات  $NO_3^-$  ذات التأثير القاعدي (Coppenet and Juste., 1994).

#### 1-6-2- التداخل بين الحديد وبعض الكاتيونات:

تلعب كاربونات الكالسيوم والمغنيزيوم دورا مهما و مباشرا في درجة ذوبان الحديد حيث تؤدي زيادة كمية الكاربونات إلى تحويل أيون الحديدوز الذائب إلى صورة غير ذائبة كأكسيد الحديد أو هيدروكسيد الحديد يتضح ذلك من المعادلات التالية:



فوجود الكربونات في التربة يشجع نقص الحديد الميسر للنبات وبالتالي ظهور الاصفرار عليها (Coppenet and Juste ., 1994 , Mckie *et al.* , 2001) كما أن ظهور أعراض نقص الحديد في الأراضي الجيرية يرجع إلى عرقلة أيون البيكاربونات  $\text{HCO}_3^-$  لامتناس كاتيونات الحديد وانتقاله داخل النبات ، يتكون أيون البيكاربونات من عملية التحلل المائي لكربون الكالسيوم كما في المعادلة



تؤثر البيكاربونات على امتصاص النبات للحديد ، إذ أن امتصاصه يؤدي إلى رفع قيمة pH المسافات بين خلوية للجذور وخلايا أنسجة الأوراق، فيتسبب الحديد داخل النبات (الجذور) وتقل حركته في الخشب و اللحاء مما يحدث ظهور الاصفرار على الأوراق الحديثة (Watteau et Berthelin ., 1992). وللتقليل من ظاهرة الاصفرار الناتج عن نقص الحديد في الأراضي الجيرية يجب الاهتمام بمايلي :

- عدم زيادة رطوبة الأراضي أكثر من اللازم.
- زيادة نسبة  $\text{CO}_2$  في المجال الأرضي للتقليل من أيون  $\text{OH}^-$  الناتج من التحلل المائي.
- إضافة بعض المركبات ذات التأثير الحامضي مثل الكبريت المعدني إلى مثل هذه الأراضي.

(Coppenet and Juste ., 1994)

### 1-7- تخزين الحديد في النبات:

إن امتصاص كميات كبيرة من الحديد الموجود في التربة تؤدي إلى تراكمه في الأنسجة مما يتطلب أنظمة تخزين فعالة حتى نتجنب خطر السمية (Longnecker and Welch ., 1990) ، تعتبر الأوبلازم (apoplasme) احسن مكان لتخزين الحديد خصوصا على مستوى قشرة الجذر، من جهة أخرى أيون الفوسفات ( $\text{PO}_4^-$ ) له القدرة على تكوين فوسفات الحديد في الأوبلازم (apoplasme) (Portnoy *et al.*, 2000) ، كذلك أوكسيدات الحديد المتواجدة في البلاستيدات تكون بأشكال متعددة تساعد على تخزين الحديد الحر و جعله غير سام و الاستفادة منه حسب احتياجات الخلية فهي تتكون من 24 وحدة بروتينية مشكلة حلقة مجوفة داخل جزيئة تعرف ب (ferritine) وهي بروتين حديدي يمكنه تخزين ما يقارب 4500 ذرة حديد (Hentz and kuhn , 1996)

## 1-8-8- استجابة النبات لنقص الحديد:

### 1-8-1- استجابة مورفولوجية:

بينت الدراسات أن نقص الحديد في محلول التربة يؤدي إلى ظهور تغيرات مورفولوجية للجذر تتمثل في تكوين خلايا ناقلة تتميز بزيادة السيئوبلازم مقارنة بحجم الفجوة مما يؤدي إلى زيادة مساحة سطح الغشاء البلازمي للخلايا الجذرية (Adam and Smith., 2001) تتمثل هذه الخلايا في تعرقات الأوراق وبشرة الفلقتين وخلايا الأنسجة الجنينية. تغيب هذه الخلايا المميزة في الظروف العادية للنمو و ظهورها دليل على نقص الحديد في الوسط (Briggs, 1995، Schmidt and Bartels., 1996).

يسبب نقص الحديد قصر طول الجذر الرئيسي وزيادة قطر قمته النامية، كذلك زيادة طول وعدد الأوبار الماصة وارتفاع معدل اختزال الحديد على مستوى مساحة الجذور، زيادة حموضة المجال الجذري وارتفاع كفاءة انتقال الحديد (Robinson *et al.*, 1999, Schmidt *et al.*, 2000)، كل هذه التغيرات المورفولوجية هي استجابة النبات لمقاومة نقص الحديد وزيادة نسبة تيسر انتقاله إلى الأوراق (Eckard *et al.*, 2001).

تظهر الاستجابة لنقص الحديد عند بعض الأنواع النباتية مثل نبات الطماطم والفلفل والخيار بتركيب خلايا ناقلة متحولة. هذا النوع من التغيرات المورفولوجية يتم على مستوى خلايا مرتبطة بالأوعية والخلايا المرافقة (قصبيات، خلايا غريبالية) المتجمعة (Schmidt and Bartels., 1996) في حالة الحد من التغذية بالحديد، الخلايا الناقلة تظهر على مستوى أدمة الجذور، تتميز بانغماد في الجدار الخلوي مشكلة نتوءات من نوع تجويفي عند نبات الطماطم (Dahiya and Brewin., 2000) (Schmid and Schikora, 2001).

### 1-8-2- استجابة فيزيولوجية :

يسبب نقص الحديد تراكم مادة Riboflavine في جذور معظم النباتات ثنائية الفلقة وذلك نتيجة عدم تمثيل purine بسبب انخفاض نشاط إنزيم xanthine-oxidase الذي يمثل سترات إلى isociatrate (Susin *et al.*, 1993). الأمر الذي يساعد على تراكم الأحماض العضوية بالخلية الجذرية، مما يؤدي إلى زيادة حموضة عصارة الفجوة بالخلية الجذرية (Espen *et al.*, 2000) وانخفاضها في السيئوبلازم نتيجة زيادة نشاط إنزيم H<sup>+</sup>-ATPase المتواجد في الغشاء البلازمي فيتحول ATP إلى ADP مع تحرير H<sup>+</sup> في الوسط الخارجي (Graciano and Sierge., 1990).

كما يزيد نقص الحديد من نشاط إنزيم NAD(H) dehydrogenase فيتحول إلى NAD (Schmidt, 1993)، هذا التحول يحفز نظام الأكسدة والاختزال الذي يزيد من القدرة الاختزالية بالغشاء البلازمي للخلية الجذرية نتيجة ارتفاع نشاط إنزيم Fe<sup>+3</sup>-citrate réductase ليتم اختزال Fe<sup>+3</sup> إلى Fe<sup>+2</sup> على مستوى جدار الخلية أي في المسافات البينية بين الغشاء البلازمي تاركا المادة المتمخلبة (سترات citrate) خارج سطح الجذر (Robinson et al., 1999, Eckardt et al., 2001).

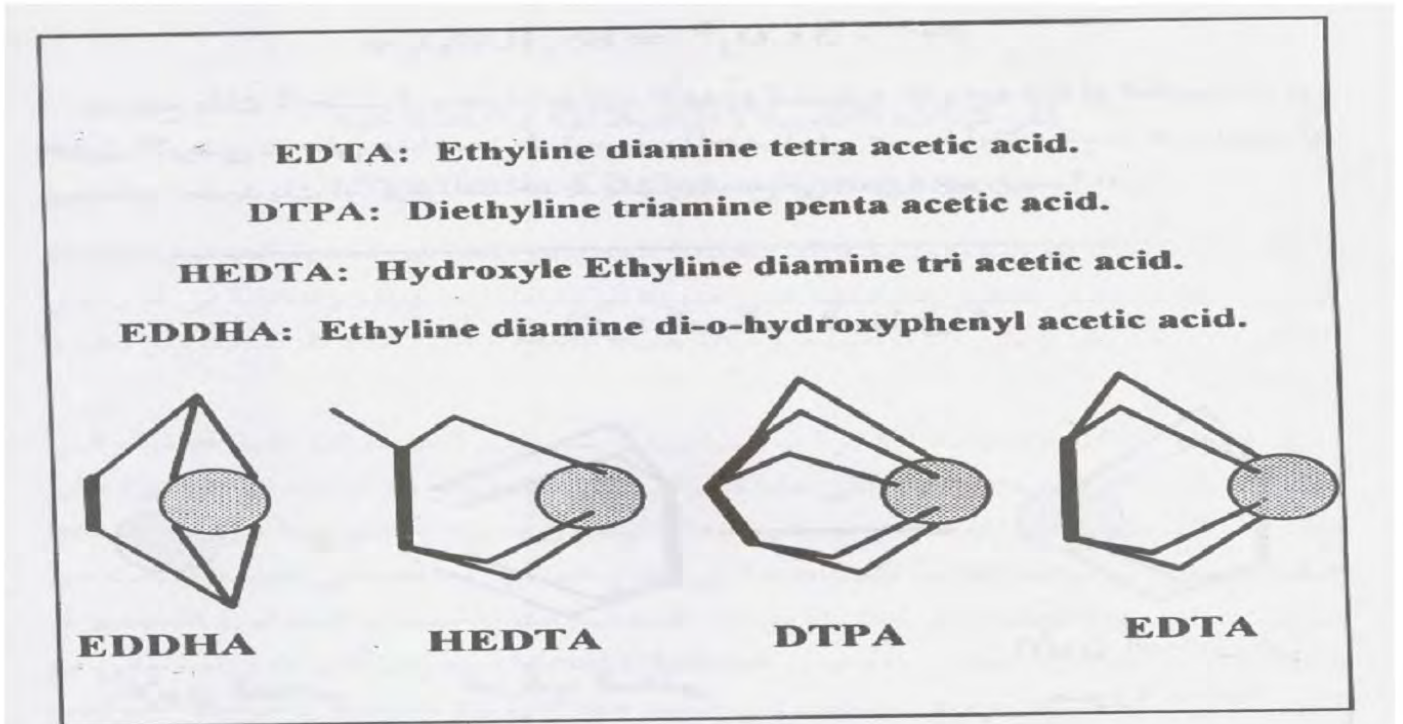
يؤدي نقص الحديد إلى تغير كاتيونات وأيونات العصارة النباتية في اللحاء، وقد أشار بعض العلماء إلى أنه هناك أحماض عضوية هي السبب في انتقال الحديد من الجذور إلى الأوراق عبر اللحاء واحتمال وجود مثبطات كاتيونية في جذور ثنائية الفلقة (Ana et al., 2000). فسر كل من Herbik et al (1999) و Espen et al (2000) ارتفاع نشاط glycerol phosphate dehydrogenase في جذور نبات الطماطم أثناء نقص الحديد بانخفاض الأكسدة التنفسية بينما يرتفع إنزيم Ascorbate peroxydase formate dehydrogenase في حالة نقص الحديد في جذور نبات الطماطم وينخفض نشاط كل من superoxide peroxidase و plastocyanine في الأوراق، مما يؤدي إلى انخفاض الأكسدة التنفسية و بالتالي انخفاض كفاءة التمثيل الضوئي.

#### 1-9- بعض أسمدة الحديد و طرق إضافتها :

تستخدم مركبات الحديد كأسمدة لمعالجة نقص الحديد الميسر بالتربة الزراعية و تختلف طرق إضافة هذه الأسمدة حسب خواص التربة الفيزيائية و الكيميائية، كذلك نوع السماد و المحصول، حيث تستعمل بعدة طرق منها رشاً على الأوراق بصور مختلفة مثل كبريتات الحديدوز (FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) أو إضافتها مباشرة في التربة بصورة مركبات مخلبية صناعية التي تعتبر أكثر ثباتاً مقارنة مع المركبات المخلبية لمختلف العناصر المعدنية الصغرى (Udo and Gunter., 1993). لدور الأول لهذه المركبات في تغذية النبات هو جعل الحديد ميسراً و جاهزاً للامتصاص من طرف الجذور، حيث تمتص الحديد من المركب المخلبي عن طريق التبادل معه تاركا الجزء العضوي في محلول التربة (Fox et al., 1996). نذكر بعض هذه المركبات المخلبية:

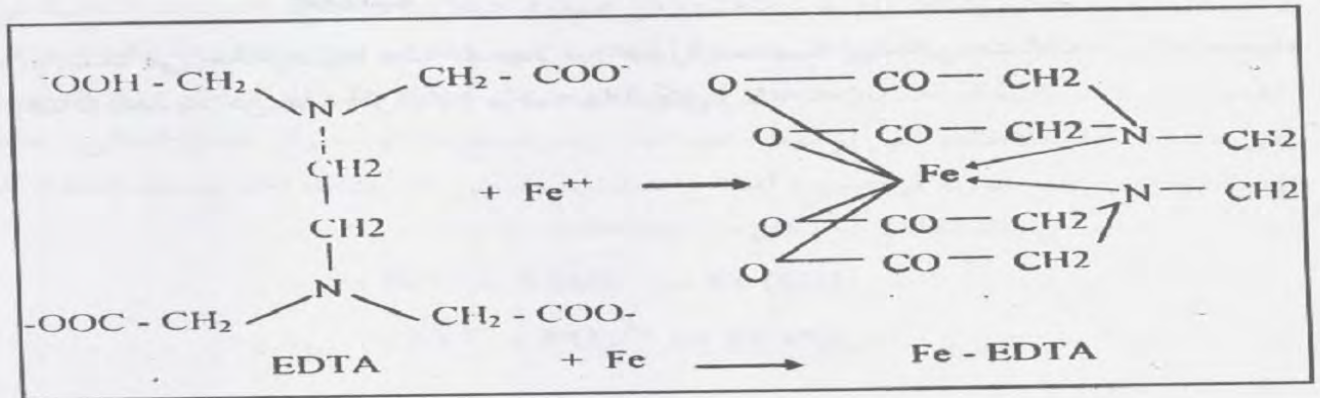
- ثنائي الإيثيلين ثلاثي الأمين خماسي حمض الخليك (DTPA)
- الإيثيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخليك (EDTA)

- إيثيلين ثنائي الأمين ثنائي الفينيل هيدروكسي حمض الخليك (EDDHA)
  - الأيدروكسيل اتيل ثنائي الأمين ثلاثي حمض الخليك (HEEDTA)
- فيما يلي توضيح لبعض المركبات المخلبية و التركيب البنائي ل Fe-EDTA حسب (Brait et al., 1995)



شكل (1- 2) : رسم تخطيطي لبعض المركبات المخلبية

ويمكن توضيح التركيب البنائي لمركب Fe - EDTA كما يلي :





# المواد و طرق البحث

## II- مواد و طرق البحث :

### 2-1- الهدف من الدراسة :

اجريت هذه التجربة خلال موسم النمو 2007-2008 بشعبة الرصاص (جامعة منتوري قسنطينة) حيث تمت مجموعة من الدراسات: المورفولوجية و الفيزيولوجية ، البيوكيميائية على اوراق نبات الطماطم (*Lycopersicum esculentum* Mill.) ، المعاملة بعنصر الحديد المضاف بطريقتين مختلفتين و ذلك لمعرفة مدى تأثير هذا العنصر على النبات خلال مرحلة نمو الشتلة و النمو الخضري.

### 2-2- تصميم التجربة:

صممت التجربة بالقطاعات العشوائية الكاملة و تم تقسيمها الى جزئين منفصلين هما:

- إضافة الحديد على شكل Fe-EDTA في المجال الجذري .
- إضافة الحديد على شكل  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  رشا على الأوراق .

احتوت كل جزء من التجربة على أربع معاملات من الحديد  $F_0$  (شاهد)،  $F_1$ ،  $F_2$ ،  $F_3$  ، كل معاملة كررت أربعة مرات وبذلك اشتمل كل جزء من التجربة على 32 وحدة تجريبية.

#### 1- المستويات:

تضمنت التجربة صنفين من نبات الطماطم (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

هذا النبات العشبي و الحولي موطنه الاصلي امريكا الوسطى و الاستوائية، الوضع التصنيفي له

حسب Cronquist 1981 هو:

**Division** : Spermatophyta

**Sb/ division** : Angiospermae

**Classe** : Dicotyledoneae

**Sub/ class** : Asterida

**Order** : Solanales

**Famille** : Solanaceae

**Genre** : *Lycopersicum*.

**Espece** : *Lycopersicum esculentum* Mill.

**Var** : - Riogrand

- Marmande

- (R)Riogrand : صنف مكسيكي (موجه نحو التعليب )

- (M)Marmande : صنف فرنسي (موجه نحو الاستهلاك الطازج )

ب- المعاملات:

استعمل في كل جزء من التجربة أربع تراكيز مختلفة من الحديد على النحو التالي:

- إضافة الحديد في المجال الجذري بشكل Fe-EDTA كما يلي:

F<sub>0</sub>: شاهد بدون إضافة الحديد

F<sub>1</sub>: 15 μmol l<sup>-1</sup>

F<sub>2</sub>: 25 μmol l<sup>-1</sup>

F<sub>3</sub>: 50 μmol l<sup>-1</sup>

- إضافة الحديد رشاً على الأوراق على صورة FeSO<sub>4</sub>7H<sub>2</sub>O بالتراكيز التالية :

F<sub>0</sub>: شاهد بدون إضافة الحديد

F<sub>1</sub>: 2.5 μmol l<sup>-1</sup>

F<sub>2</sub>: 5 μmol l<sup>-1</sup>

F<sub>3</sub>: 10 μmol l<sup>-1</sup>

ج- المكررات :

احتوى كل جزء من التجربة على أربعة معاملات، كل معاملة كررت أربعة مرات وجدول

المعاملات (1-2) يبين ذلك:

جدول (1-2) المعاملات

Marmande				Riogrand				الصنف
F <sub>3</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>0</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>0</sub>	المعاملات المكررات
M <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	M <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	M <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	M <sub>1</sub> F <sub>0</sub>	R <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	R <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	R <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	R <sub>1</sub> F <sub>0</sub>	1
M <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	M <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	M <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	M <sub>2</sub> F <sub>0</sub>	R <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	R <sub>2</sub> F <sub>0</sub>	2
M <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	M <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	M <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	M <sub>3</sub> F <sub>0</sub>	R <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	R <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	R <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	R <sub>3</sub> F <sub>0</sub>	3
M <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	M <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	M <sub>4</sub> F <sub>1</sub>	M <sub>4</sub> F <sub>0</sub>	R <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	R <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	R <sub>4</sub> F <sub>1</sub>	R <sub>4</sub> F <sub>0</sub>	4

2-3- تنفيذ التجربة: أجريت التجربة بشعبة الرصاص (جامعة منتوري قسنطينة)، اشتملت على مرحلتين:

### 2-3-1- مرحلة نمو الشتلة:

تم إنبات بذور الطماطم (Marmande, Riogrand) في أطباق بتري على أوراق ترشيح مبللة بالماء المقطر، تمت العناية بها (البذور) حتى ظهور الجذر والسويقة، بعدها نقلت البادرات إلى اكواب قطرها 10 سم مملوءة بخليط من تربة، رمل و مادة عضوية غير منحلّة بنسبة 1: 1 : اوضعت كل الاكواب تحت ظروف مراقبة في غرفة نمو درجة حرارتها بين 20-25<sup>0</sup> م نهارا و 18-20<sup>0</sup> م ليلا.

بدأت المعاملات من ظهور الورقتين الأوليتين إلى غاية ظهور الورقة 5-7 ، استغرقت التجربة شهرين ، طبقت خلالها دراسة مورفولوجية، فيزيولوجية وبيوكيميائية على الأوراق.

### 2-3-2- مرحلة النمو الخضري:

للحصول على شتلات متجانسة في النمو، تمت العناية ببادرات نبات الطماطم مدة شهرين (فيفري-أفريل)، خلال هذه المدة كانت تسقى بالماء العادي (حنفية)، بعد ظهور الورقة 5 نقلت الشتلات المتجانسة إلى أصص أبعادها 21سم/23 سم. وضعت الأصص داخل البيت البلاستيكي المتواجد بشعبة الرصاص ، بدأت المعاملات بعد حوالي أسبوع من الزرع، استغرقت هذه التجربة أربعة أشهر (أفريل - جويلية)، حيث طبقت على الأوراق دراسة مورفولوجية، فيزيولوجية وبيوكيميائية.

### 2-4- الدراسة التحليلية المتبعة:

#### 2-4-1- الدراسة المورفولوجية:

✓ قياس مؤشر النمو (LPI, PI):

لمعرفة مدى تأثير عنصر الحديد على القمة النامية والأوراق المركبة تم تطبيق المعادلة المتبعة من طرف (Warren and Richard., 1976) ، حيث تم قياس مؤشر نمو النبات (PI) و مؤشر نمو الورقة (LPI) خلال مرحلة نمو الشتلة و النمو الخضري.

#### ✓ الاستحثاث الورقي (0°) :

نفذت هذه الدراسة لمعرفة تأثير عنصر الحديد حسب طريقة ( Youssef et al ( 2000 ، ذلك بقياس زاوية ميل نصل الورقة المركبة الأكثر توترا و الأقل توترا.

#### ✓ النمو النسبي (سم / يوم) :

لتحديد اثر الحديد على نمو النبات، تم حساب النمو النسبي أثناء مرحلة نمو الشتلة و النمو الخضري حسب طريقة (Bernstein et al ( 1993، بإجراء قياسات على سرعة نمو النبات من بداية ظهور الورقتين الاوليتين.

#### 2-4-2- الدراسة البيوكيميائية:

#### ✓ تقدير الكلوروفيل T .b .a و الفيويتين T .b .a ، الكاروتين (mg/g.MF) :

تم تقدير هذه المتغيرات في أوراق النبات أثناء مرحلة نمو الشتلة والنمو الخضري تبعاً لطريقة (Francis et al ( 1970 مع بعض التعديل (Hecazie et al (1998، حيث تم تحضير مزيج مكون من 75% اسيتون و 25% ايثانول، أخذ 0.1 غ من الأوراق الغضة وضعت في 10مل من المذيب السابق ، وضعت العينات في مكان دافئ و مظلم لمدة 48 ساعة. تمت قراءة الكثافة الضوئية لكل وحدة تجريبية على حدى على طول موجات 645، 647، 663، 652، نانومتر بواسطة جهاز Spectrophotomètre 20D.

#### ✓ تقدير الجليكوز والفركتوز (µg/100g/MF) :

تم تقدير السكريات حسب طريقة (Dubois (1956، عن طريق التلوين بواسطة خليط من محلول الفينول بتركيز 5% و حامض الكبريتيك المركز المضاف الى العينة النباتية (المادة الغضة). ثم وضعت العينات في حمام مائي لمدة 20 دقيقة في درجة حرارة 30°م، قراءة الكثافة الضوئية في جهاز Spectrophotomètre 20D على طول موجة 488 نانومتر بالنسبة للجليكوز و 490 نانومتر بالنسبة للفركتوز ، حسب التراكيز من المنحنى القياسي .

#### ✓ تقدير الحديد الكلي والحديد النشط (ppm) :

تم استخلاص الحديد الكلي والحديد النشط في أوراق العينات النباتية ، أثناء مرحلة نمو الشتلة و النمو الخضري بواسطة الكاشف phenantroline المذاب في ماء مقطر مرتين ، يضاف 10مل منه الى العينة النباتية (المادة الطازجة ) ، تترك العينة لمدة 16 ساعة تحت ظروف مخبرية

ثم يقدر كل من :

الحديد النشط ( $Fe^{++}$ ) بواسطة جهاز Spectrophotomètre 20 D على طول موجة 510 نانومتر  
تم حساب النتائج من خلال المنحنى القياسي المحضر من الحديد النقي.

أما الحديد الكلي بواسطة جهاز Atomic Absorption A 20 plus على طول موجة 248.3  
نانومتر ، حسب النتائج من الجهاز مباشرة بعد ضبطه بمحلول قياسي تابع له  
Katyal and Sharma ( 1980).

✓ تقدير الفوسفور  $PO_4^-$  (ppm):

تم استخلاص الفوسفور في أوراق تبعا لطريقة الدوري وآخرون (1989). أثناء مرحلة نمو  
الشتلة و النمو الخضري بواسطة مخلوط من موليبدات الامونيوم و حامض الكبريتيك المركز و  
وحامض الاسكوربيك 20٪، تجرى عملية الهضم في حمام مائي حرارته  $80^{\circ}C$  لمدة 6 ساعات حتى  
ظهور راسب ابيض، بعد الترشيح خففت العينات و تمت القراءة بواسطة جهاز  
Spectrophotomètre 20D على طول موجة 650 نانومتر وحسبت النتائج من المنحنى القياسي  
المحضر من  $KH_2PO_4$ .

2-4-3- الدراسة الفيزيولوجية:

✓ تقدير الاستشعاع الكلوروفيلي:

لمعرفة تأثير التراكيز المختلفة للحديد على فاعلية الأنظمة الضوئية و مردودهم الكمي على  
جهاز التركيب الضوئي، تم تقدير الاستشعاع الكلوروفيلي على الورقة 5-7 أثناء مرحلة نمو الشتلة  
والورقة 11 لمرحلة النمو الخضري بواسطة جهاز ( Hansatech fluorescence Monitoring )  
FMS<sub>2</sub> (System ، بوضع حاجب آلي على العينة المراد قياسها لمدة 10 دقائق من اجل تأقلمها لفترة  
مظلمة قبل القياس.

يستعمل هذا الجهاز ومضات اهتزازية قصيرة حتى لا يحدث تغيير في فسيولوجيا العينة  
المدروسة (الأوراق) ، حيث تكون شدتها اقل من  $10.05 \mu mol \ m^{-2} \ s^{-1}$  تساعد هذه الإضاءة على  
تحديد الاستشعاع البدائي  $F_0$  ، يحتوي الجهاز على مصباح هالوجيني يرسل إضاءة بيضاء غير متغيرة  
شدتها  $3000.0 \mu mol \ m^{-2} \ s^{-1}$  ، كما يرسل إضاءة ازدواجية ذات إضاءة بيضاء شدتها

$18000 \mu mol \ m^{-2} \ s^{-1}$  على شكل ومضات قصيرة لمدة 0.3-5 ثواني مما يساعد على تحديد

أقصى مستوى الاستشعاع  $F_m$ .

التغيير في الاستشعاع ( $F_V$ ) هو الفرق بين إنتاج استشعاع البدائي ( $F_0$ ) و الأقصى ( $F_m$ ) ، فالعلاقة  $F_V/ F_m$  تتناسب مباشرة بمقدار الكفاءة القصوى للكيمياء الضوئية ، يتناقص الاستشعاع مباشرة بعد المرحلة المثيجة في حالة شبه ثابتة ( $F_s$ )، تتميز هذه المرحلة البطيئة بان إشارة الاستشعاع الكلوروفيلي تكيفت تحت ظروف الإضاءة الاكثينية (الأشعة البيضاء) المتواصلة، حيث تتناقص الهزات المسجلة نتيجة إخماد الكيمياء الضوئية ( $qP$ )، التي تعكس صورة نقل الالكترونات من PSII إلى المستقبل الأول ( $Q_A$ ) و هذا يمثل الكيمياء اللاضوئية ( $qNP$ ) كمنافس لإخماد الكيمياء الضوئية ( $qP$ ) (Schreiber and Bilger.,1986) .

هذا الجهاز المتصل بالحاسوب الالكتروني المسير بواسطة برنامج Windows PC تم من خلالها حساب:

- فاعلية الاستقطاب و جميع الطاقة الضوئية ( $F_v/F_m$ ).
  - المردود الكمي للنظام الضوئي PSII  $\Phi$ .
  - معدل نقل الإلكترونات ( $etr$ ).
  - معاملات إخماد الكيمياء اللاضوئية ( $qNP$ ).
  - معاملات إخماد الكيمياء الضوئية ( $qP$ ).
- حيث تم تحويل هذه الثوابت على شاشة الجهاز إلى قيم رقمية.

## 2-5- عينة التربة:

تم أخذ عينة التربة من مشتل الجامعة دائرة تربية النحل شعبة الرصاص ، جفت عينة التربة هوائيا لمدة ثلاثة أيام ، تم نخلها في منخل قطر عيونه 2 مم ،أخذ 250 غ من هذه التربة أضيف لها الماء المقطر مع الخلط جيدا إلى غاية اختفاء الفقاعات الهوائية، بعد حوالي ساعة من تحضيرها تم قياس pH في مستخلص عينة التربة باستخدام جهاز (pH metre) حسب طريقة

.Materiaux ( 1954)

## ✓ تقدير الفوسفور الميسر في التربة:

بعد تحضير مستخلص التربة تم ترشيحه بورق ترشيح Watman  $N^0=1$  ، قدر الفسفور بطريقة التلوين بموليبدات الألمنيوم. أجريت القراءة بواسطة جهاز spectro photometre 20 D و حسبت النتائج باستعمال المنحنى البياني بتحضير تراكيز من  $KH_2PO_4$  تبعاً طريقة Chapman and Pratt( 1961).

### ✓ تقدير الحديد الميسر في التربة:

تم استخلاص الحديد الميسر في التربة بواسطة خلات الامونيوم ذات  $pH = 4.8$  و بعد الرج لمدة 30 دقيقة أجريت عملية الطرد المركزي للحصول على محلول رائق، قدر فيه الحديد بواسطة Atomic Absorption A 20 plus على طول موجة قدرها 248.3 نانومتر تبعا لطريقة Black(1965).

### ✓ تقدير المادة العضوية:

تم تقدير المادة العضوية تبعا لطريقة Black(1965).

### ✓ تقدير الكربونات الفعالة :

تم تقدير الكربونات الفعالة حسب طريقة Richards(1954).

## 2-6 - الدراسة الاحصائية :

لتحديد المتغير الاكثر تمثيلا للأفراد المدروسة و تعيين اثر الفعل النوعي للحديد على نمطين وراثيين من نبات الطماطم المعاملة ب Fe-EDTA ب  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ، خلال مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري، أجريت على هذه المتغيرات دراسة إحصائية وصفية تمثلت في إتباع تحليل المركبات النموجية (ACP) principales Analyses en composantes ، تم من خلالها الحصول على مختلف الارتباطات الايجابية و السلبية بين المتغيرات المقدره على الأوراق خلال مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري ، هذه المتغيرات النموجية الممثل للأفراد طبقت عليهم دراسة تحليلية استدلالية بإتباع تحليل التباين (ANOVA) تحت تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomization total (RT) ، الهدف من ذلك هو تحديد ف البيانية و مقارنتها ب ف الجدولية و كذلك تقويم مدى تأثير التراكيز المقترحة للتجربة.

لمعرفة مجاميع الأفراد المتشابهة و المتباينة دعمت هذه الدراسة الاحصائية بواسطة برنامج إحصائي

XL State version 2008



# النتائج و المناقشة

### III- النتائج:

#### 3-1- تحليل التربة:

الجدول (1-3) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المستعملة

الكربونات %	مادة عضوية %	الحديد Fe الميسر (ppm)	الميسر $PO_4^-$ (ppm)	Ph
$CaCO_3$	%	الميسر (ppm)	(ppm)	
9.78	2.31	0.84	21.3	8.4

يبين الجدول (1-3) أن التربة ذات pH تقريبا قاعدية و غنية بالمواد العضوية. كذلك جيرية لاحتوائها على 9.78 % من الكربونات، حيث أشار ( Hillal et al ( 1974 ) إلى أن التربة المحتوية على نسبة كربونات اكبر أو تساوي 8 % فهي جيرية.

#### 1.1.3 . التجربة الأولى (إضافة الحديد في المجال الجذري على صورة Fe-EDTA):

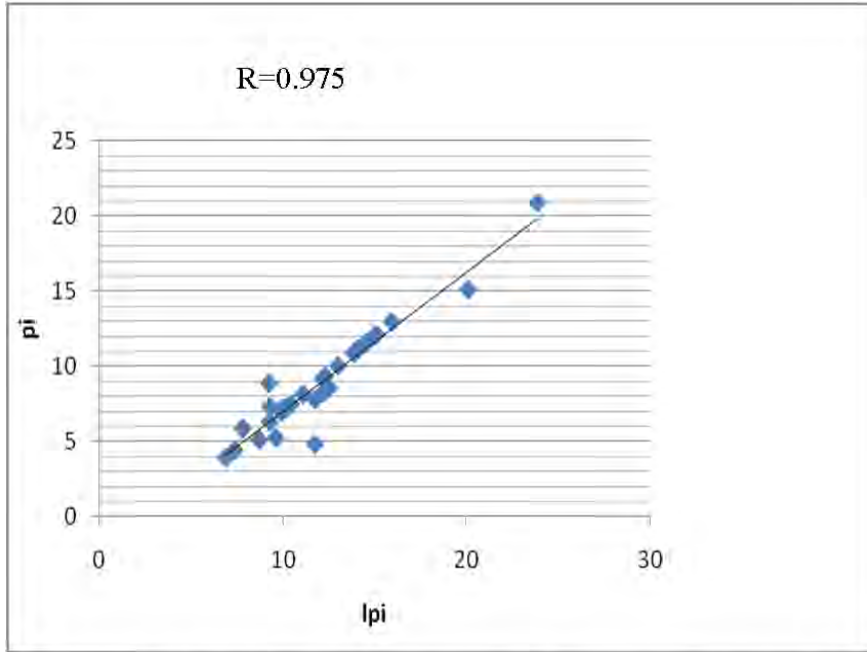
ا- مرحلة نمو الشتلة:

• التحليل الوصفي للأوراق على مستوى مصفوفة معامل الارتباطات:

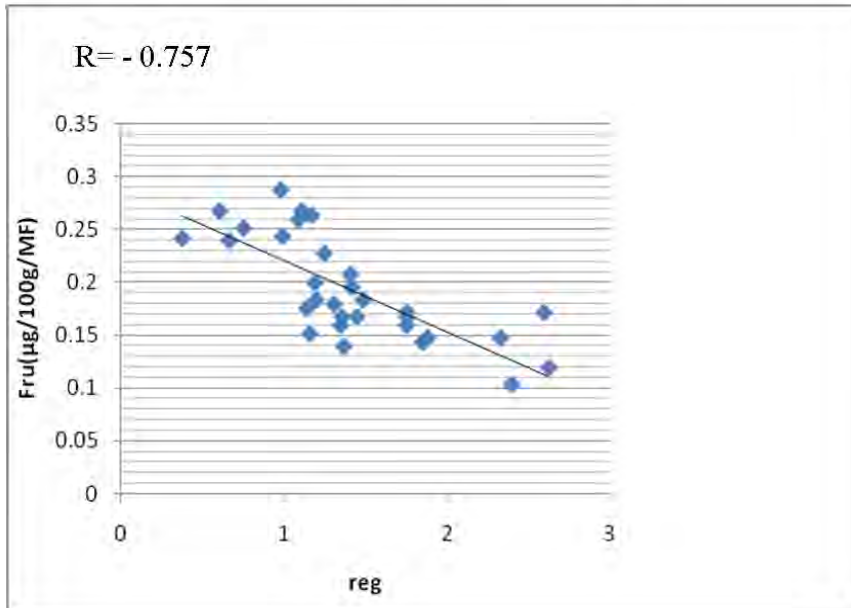
تبين من خلال تحليل مصفوفة معامل الارتباطات بين مختلف المتغيرات الموضحة في الجدول (1-3) أن أكبر ارتباط موجب سجل بين مؤشر تطور نمو النبات (Pi) و مؤشر تطور نمو الورقة (IPi)  $r = 0.957$  في حين سجل أكبر ارتباط سلبي بين الفرق  $Fru$  و الماء النسبي  $Fru/tre$   $r = - 0.757$  الشكل (1-3) الشكل (2-3)، بينما سجلت ارتباطات أخرى بين مختلف المتغيرات تراوحت بين  $r = -0.753$  و  $r = 0.917$ .

الجدول (1-3) مصفوفة معامل الارتباطات بين المتغيرات المقدرة على أوراق نبات الطماطم خلال مرحلة نمو الشتلة المعاملة ب Fe-EDTA

Variables	pi	lpi	reg	Chl (a)	Chlo(b)	chlo(T)	Phe (a)	phe (b)	phe (T)	glu	fru	Fe T	ep	Fe ++	Car	ter	ØepsII	qp	qNP	Fv/Fm	etr	phs	
pi	1																						
lpi	0,957	1																					
reg	0,328	0,293	1																				
Chl (a)	0,328	0,398	0,311	1																			
Chlo(b)	0,228	0,220	0,145	0,314	1																		
Chlo(T)	0,348	0,391	0,294	0,856	0,760	1																	
Phé(a)	0,318	0,365	0,234	0,823	0,342	0,750	1																
Phé (b)	0,250	0,240	0,159	0,527	0,594	0,685	0,319	1															
Phé (T)	0,402	0,450	0,340	0,917	0,515	0,909	0,818	0,695	1														
glu	-0,391	-0,312	-0,597	-0,369	-0,379	-0,463	-0,232	-0,477	-0,485	1													
fru	-0,271	-0,309	-0,757	-0,408	-0,152	-0,363	-0,317	-0,173	-0,401	0,503	1												
Fe T	0,49	0,42	0,555	0,680	0,404	0,511	0,445	0,371	0,605	-0,306	-0,265	1											
ep	-0,100	-0,135	-0,366	-0,217	0,014	-0,144	-0,191	-0,109	-0,245	0,274	0,496	-0,233	1										
Fe++	0,514	0,543	0,678	0,673	0,469	0,719	0,548	0,407	0,724	-0,499	-0,670	0,600	-0,340	1									
car	0,059	0,088	0,342	0,514	-0,477	0,094	0,470	0,059	0,400	-0,190	-0,361	0,190	-0,294	0,762	1								
ter	0,124	0,237	0,383	0,436	0,213	0,415	0,409	0,383	0,539	-0,297	-0,403	0,290	-0,357	0,550	0,324	1							
ØepsII	0,155	0,131	0,450	0,490	0,274	0,486	0,432	0,409	0,462	-0,310	-0,204	0,001	-0,100	0,535	0,222	0,252	1						
qp	0,133	0,190	0,282	0,058	0,139	0,116	-0,019	0,056	0,125	-0,317	-0,439	-0,131	-0,134	0,768	-0,082	0,183	0,130	1					
qNP	-0,188	-0,188	-0,168	-0,503	-0,239	-0,471	-0,375	-0,367	-0,445	0,083	0,023	0,215	0,118	-0,325	-0,152	-0,115	-0,455	0,130	1				
Fv/Fm	0,160	0,141	0,297	0,553	0,535	0,672	0,470	0,560	0,577	-0,485	-0,100	0,189	-0,005	0,552	0,070	0,309	0,810	0,009	-0,354	1			
etr	0,059	0,051	0,242	0,141	0,355	0,300	0,190	0,332	0,283	-0,413	-0,130	0,086	-0,242	0,520	0,046	0,214	0,380	0,046	0,052	0,476	1		
phos	0,044	0,131	0,071	0,418	0,154	0,373	0,233	0,419	0,344	0,639	0,753	-0,109	0,376	-0,472	0,087	0,217	0,187	0,125	-0,116	0,179	0,212	1	



شكل 1-3 اثر معاملات الحديد في صورة Fe-EDTA على العلاقة بين lpi /pi في الأوراق خلال مرحلة نمو الشتلة



شكل 2-3 اثر معاملات الحديد في صورة Fe-EDTA على العلاقة بين Fru/reg في الأوراق خلال مرحلة نمو الشتلة

• التحليل الوصفي على مستوى حلقة الارتباطات:

بينت المعطيات الموضحة على مستوى حلقة الارتباطات شكل (3-3) أن المحتوى الكلي (Phé T) مثل الأفراد في إبراز أثر فعل الحديد بنسبة 90% كما ساهم في تمثيل المحور 1 بمصدقية قدرها 37.63% و عليه سمي المحور 1 بـ "فاعلية الاستقطاب الضوئي Phé T" في حين عبر الفركتور Fru على نفس الأفراد بنسبة قدرها 65% و عليه يكون قد مثل المحور 2 بفاعلية قدرها 12.23% لذلك سمي بـ "نوتر النمو Fru جدول (2-3).

• التحليل الوصفي على مستوى المنحنى البياني لتوزيع الأفراد:

تحكم المحور 1 ذو الفعالية العالية و الممثل بفاعلية الاستقطاب الضوئي (Phé(T) في توزيع الأفراد حول المحورين 1-2 حيث تشكلت ثلاث مجموعات متباينة الشكل (3-4) :

➤ المجموعة الأولى:

أفراد هذه المجموعة ( $M_3F_3, M_2F_3, M_1F_3, M_0F_3, R_3F_3, R_2F_3, R_1F_3, R_0F_3$ ) تمركزت في الجهة الموجبة للمحور 1 و هي معاملة بالتركيز ( $\mu mol 50 = F_3$ ) حيث كانت نسبة الحديد النشط ( $Fe^{++}$ )، الكلوروفيل (a) Chl (a)، الكلوروفيل الكلي (T) Chl (T)، الفيويتين (Phé(a)، Phé(T)، المرودود الكمي للنظام الضوئي (PSII) ( $\emptyset$ )، فاعلية الاستقطاب و تجميع الطاقة الضوئية  $F_v/F_m$  مرتفعة. كما سجل انخفاض، الفركتور (Fru)، الجليكوز (glu) والفسفور ( $PO_4$ )، الاستحاث الورقي (ep)، ومعاملات إخماد الكيمياء اللاضوئية (qNP).

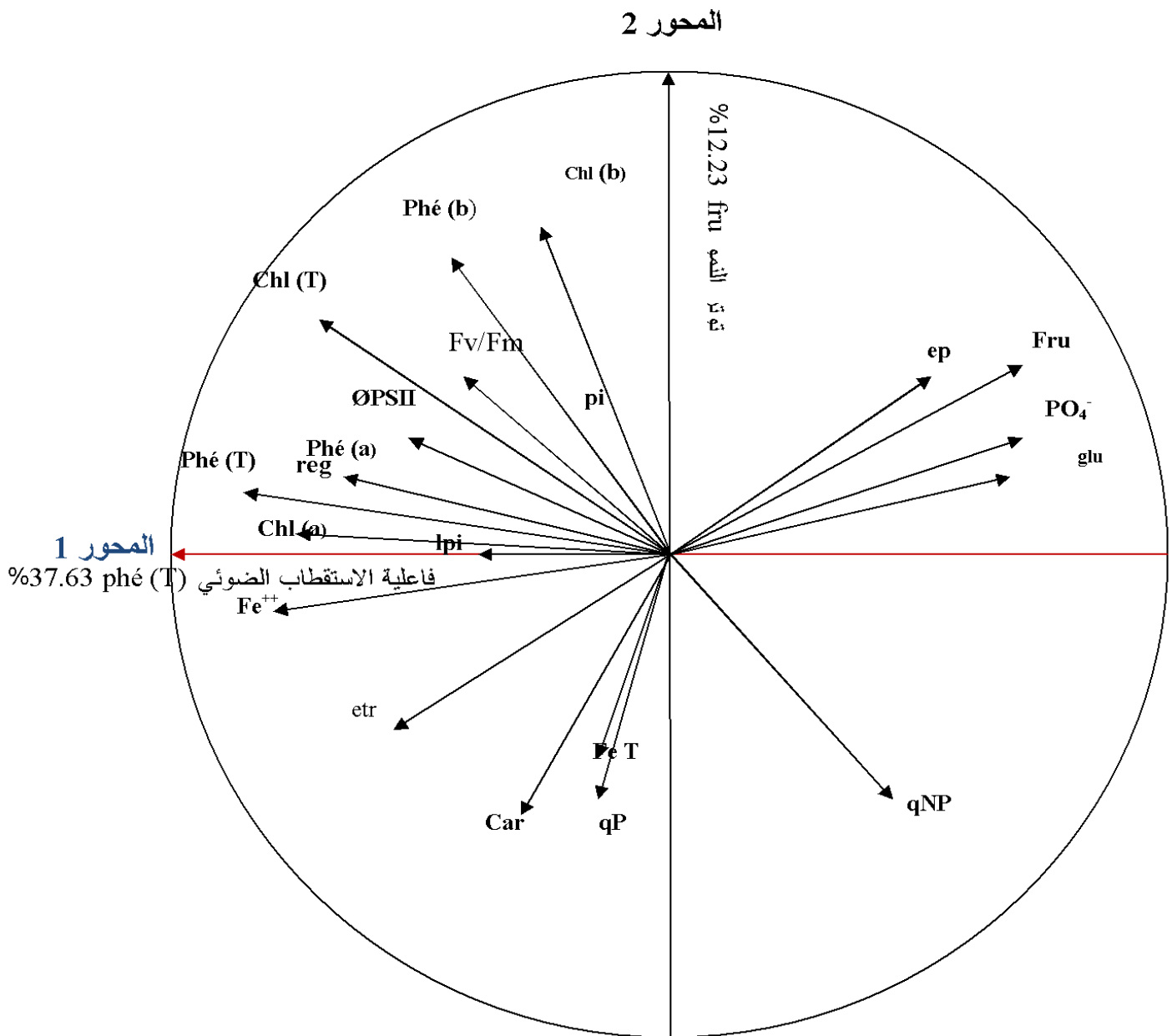
➤ المجموعة الثانية:

عند المعاملة بالتركيز ( $\mu mol 15 = F_1$ ،  $\mu mol 25 = F_2$ ) تجمعت أفرادها ( $M_3F_1, M_2F_1, M_1F_1, M_0F_1, R_3F_2, R_2F_2, R_1F_2, R_0F_2, R_3F_1, R_2F_1, R_1F_1, R_0F_1$ ) حول نقطة تقاطع المحورين 1-2 و تميزت بزيادة محتوى الكلوروفيل (b) Chl(b)، الفيويتين (Phé(b) الحديد الكلي (T) Fe (T) ومعاملات إخماد الكيمياء الضوئية (qP)، الكاروتين (Car)، مؤشر نمو الورقة (lpi)، مؤشر نمو النبات (Pi).

جدول (2-3): فاعلية المتغيرات المقدره على أوراق نبات الطماطم في تمثيل

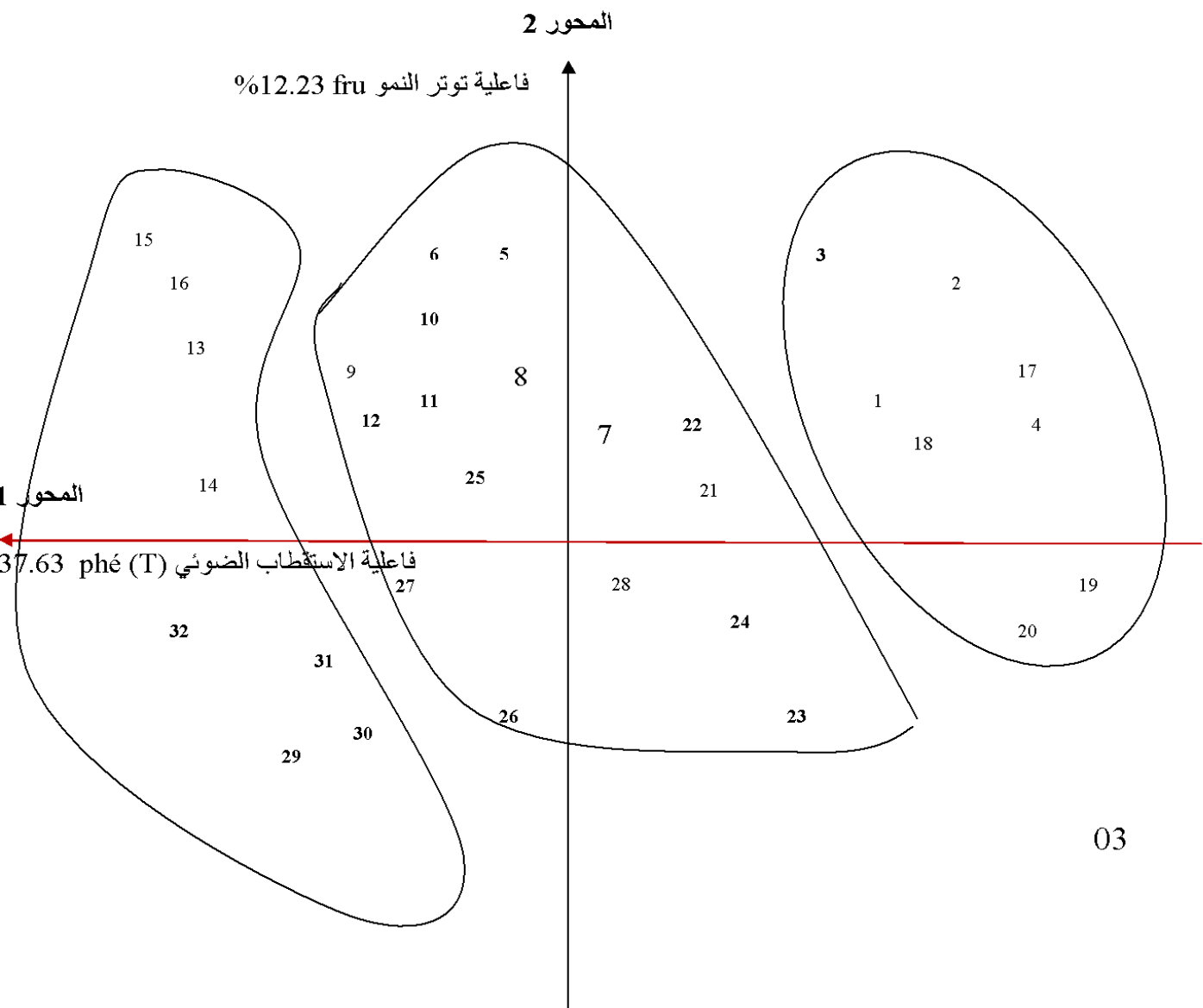
المحور 1-2 أثناء مرحلة نمو الشتلة المعاملة ب Fe-EDTA

المحور 2	المحور 1	المتغيرات
لدراسة المورفولوجية		
0,001	0,466	Pi
-0,011	0,491	lpi
-0,518	0,612	reg cm/j
0,493	-0,371	ep (O <sup>0</sup> )
الدراسة الفيزيولوجية		
-0,242	0,622	ØPSII (ur)
-0,376	0,237	qP (ur)
-0,396	-0,438	qNP (ur)
0,415	0,685	Fv/Fm (ur)
0,051	0,417	etr (ur)
الدراسة البيوكيميائية		
0,167	0,838	Chl (a) (mg/g.MF)
0,464	0,545	Chl (b) (mg/g.MF)
0,365	0,873	Chl (T) (mg/g.MF)
0,190	0,746	phé (a) (mg/g.MF)
0,343	0,661	Phé (b) (mg/g.MF)
0,197	0,906	Phé (T) (mg/g.MF)
0,269	-0,672	glu (µg/100g.MF)
0,657	-0,623	glu Fru (µg/100g.MF)
-0,412	0,380	Car (mg/g.MF)
-0,316	0,201	Fe T (ppm)
0,074	0,861	Fe <sup>++</sup> (ppm)
0,514	-0,600	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (ppm)
<b>12,23</b>	<b>37,63</b>	مصداقية المحوران %



شكل (3-3): حلقة ارتباطات المتغيرات المقدرة على أوراق نبات الطماطم المعاملة ب

Fe- EDTA خلال مرحلة نمو الشتلة



شكل (3-4): منحنى توزيع أفراد أوراق نبات الطماطم المعاملة ب Fe-EDTA

خلال مرحلة نمو الشتلة



### ➤ المجموعة الثالثة:

أفراد هذه المجموعة لم تعامل بالحديد ( $M_3F_0, M_2F_0, M_1F_0, M_0F_0, R_3F_0, R_2F_0, R_1F_0, R_0F_0$ ) و توزعت في الجهة السالبة للمحور 1 و بينت التحاليل المطبقة على الأوراق ارتفاع محتواها من الجليكوز glu ، الاستحاث الورقي ep و معاملات إخماد الكيمياء اللاضوئية qNP و انخفاض في الكلوروفيل (a) ، الكلوروفيل الكلي (T) ، الفيوفيتين Phé(a) ، Phé(T) ، المردود الكمي للنظام الضوئي (ØPSII) و الحديد النشط ( $Fe^{++}$ ) ، الفسفور ( $PO_4^-$ ) ، فاعلية استقطاب الطاقة الضوئية (Fv/Fm) و المردود الكمي للنقل الإلكتروني (etr)

### ب- مرحلة النمو الخضري:

#### • التحليل الوصفي على مستوى مصفوفة معامل الارتباطات:

تبين مصفوفة معامل الارتباطات المدونة في الجدول (3-3) بين مختلف المتغيرات أن أكبر ارتباط إيجابي سجل بين  $r = 0.951$  Phé a/Phé T ، أما أكبر ارتباط سلبي كان بين الفركتوز (Fru) و  $r = -0.948$  Phé T / Fru . الشكل (5-3) الشكل (6-3) ، كما سجلت ارتباطات بين مختلف المتغيرات الأخرى تراوحت قيمها بين  $r=0.94$  ,  $r=-0.885$  .

#### • التحليل الوصفي على مستوى حلقة الارتباطات:

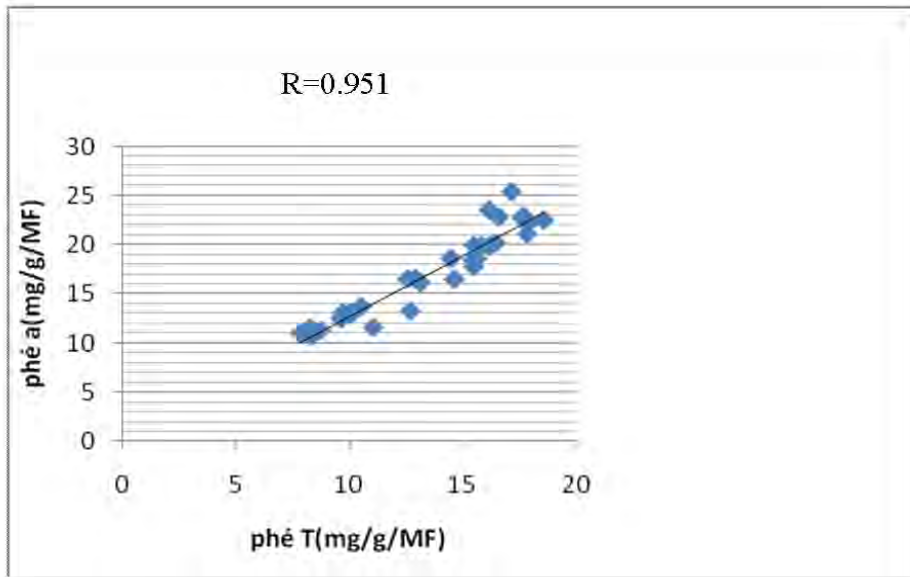
تبين المعطيات المدونة في الشكل (7-3) أن محتوى phé T تفوق في تمثيل الأفراد المدروسة بنسبة 97% مقارنة مع بقية المتغيرات و بذلك يكون قد عبر عن المحور 1 بمصادقية قدرها 52.31% فاسند إليه "فاعلية الاستقطاب الضوئي" بينما عبر مؤشر نمو النبات Pi على نفس الأفراد بنسبة 82% و مثل المحور 2 بفاعلية قدرها 13.22% و عبر عن "فاعلية نمو النبات" جدول (4-3).

#### • التحليل الوصفي على مستوى التوزيع البياني للأفراد:

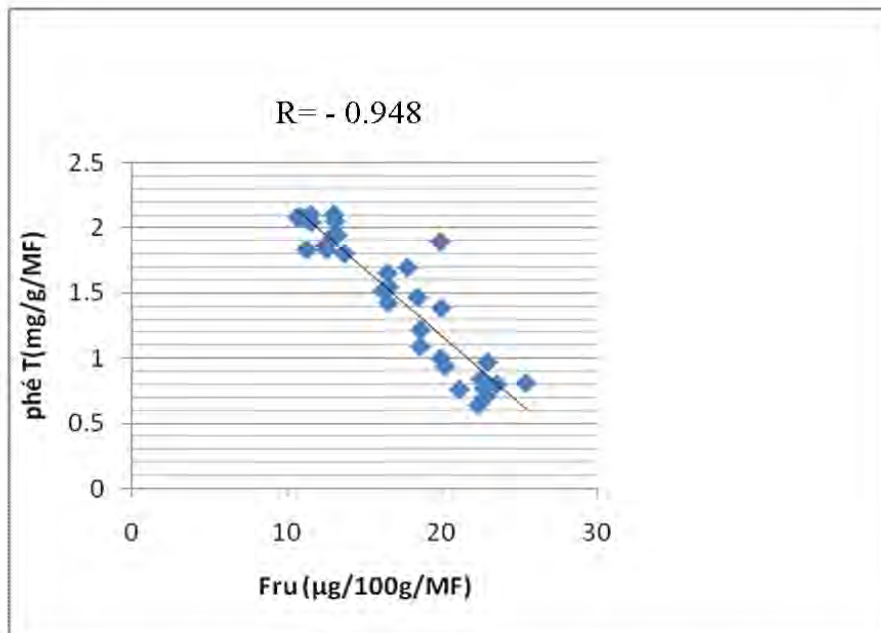
نحكم المحور 1 ذو الفعالية العالية و الممثل بفاعلية الاستقطاب الضوئي (Phé T) في توزيع الأفراد إلى ثلاث مجموعات متباينة كما هو موضح في شكل (8-3) .

جدول (5-3) مصفوفة معامل الارتباطات بين المتغيرات المقدرة على أوراق نبات الطماطم خلال مرحلة الشتلة المعاملة بـ  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Variables	pi	lpi	reg	Chl (a)	Chl (b)	Chl(T)	Phé (a)	Phé (T)	Phé (T))	glu	Fru	Fe T	ep	Po <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Car	ter	ØepsII	qP	qNP	Fv/Fm	etr
pi	1																				
lpi	0,968	1																			
reg	0,456	0,426	1																		
chl (a)	0,584	0,630	0,298	1																	
Chl (b)	0,546	0,548	0,496	0,185	1																
Chl (T)	0,735	0,769	0,499	0,834	0,696	1															
Phé (a)	0,659	0,669	0,480	0,771	0,382	0,783	1														
Phé (b)	0,481	0,522	0,319	0,337	0,687	0,631	0,101	1													
Phé (T)	0,737	0,769	0,516	0,674	0,760	0,922	0,622	0,832	1												
glu	-0,376	-0,316	-0,430	-0,243	-0,205	-0,299	-0,475	-0,054	-0,289	1											
Fru	-0,281	-0,225	-0,583	-0,339	-0,288	-0,406	-0,443	-0,175	-0,369	0,326	1										
Fe T	0,543	0,529	0,646	0,617	0,497	0,736	0,730	0,409	0,712	-0,490	-0,776	1									
ep	-0,101	-0,118	-0,416	-0,130	-0,295	-0,268	-0,219	-0,273	-0,329	0,334	0,342	-0,449	1								
Po <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-0,291	-0,274	-0,133	-0,253	-0,153	-0,269	-0,323	-0,116	-0,251	0,414	0,110	-0,284	-0,162	1							
Car	0,500	0,524	0,502	0,689	0,018	0,513	0,630	0,121	0,422	-0,269	-0,456	0,596	-0,142	-0,303	1						
ter	0,436	0,491	0,428	0,371	0,496	0,563	0,507	0,446	0,651	-0,229	-0,210	0,510	-0,395	-0,113	0,381	1					
ØepsII	0,453	0,442	0,033	0,446	0,165	0,429	0,398	0,213	0,367	-0,316	-0,250	0,407	-0,244	-0,132	0,284	0,153	1				
qP	0,015	-0,066	0,112	0,215	0,130	0,234	0,026	0,219	0,207	-0,200	-0,313	0,302	-0,084	-0,031	0,057	-0,032	0,294	1			
qNP	-0,492	-0,494	-0,282	-0,360	-0,375	-0,494	-0,524	-0,240	-0,484	0,201	0,184	-0,513	0,244	0,007	-0,187	-0,536	-0,320	0,091	1		
Fv/Fm	0,194	0,196	0,214	0,571	0,210	0,543	0,582	0,155	0,420	-0,368	-0,296	0,508	-0,336	-0,202	0,187	0,244	0,525	0,170	-0,504	1	
etr	0,348	0,401	0,211	0,641	0,197	0,584	0,610	0,161	0,444	-0,296	-0,167	0,500	-0,352	-0,138	0,464	0,407	0,517	0,137	-0,436	0,555	1
Fe <sup>++</sup>	0,488	0,525	0,604	0,487	0,644	0,717	0,399	0,665	0,717	-0,189	-0,437	0,598	-0,298	-0,121	0,452	0,728	0,808	0,671	-0,341	0,683	0,329



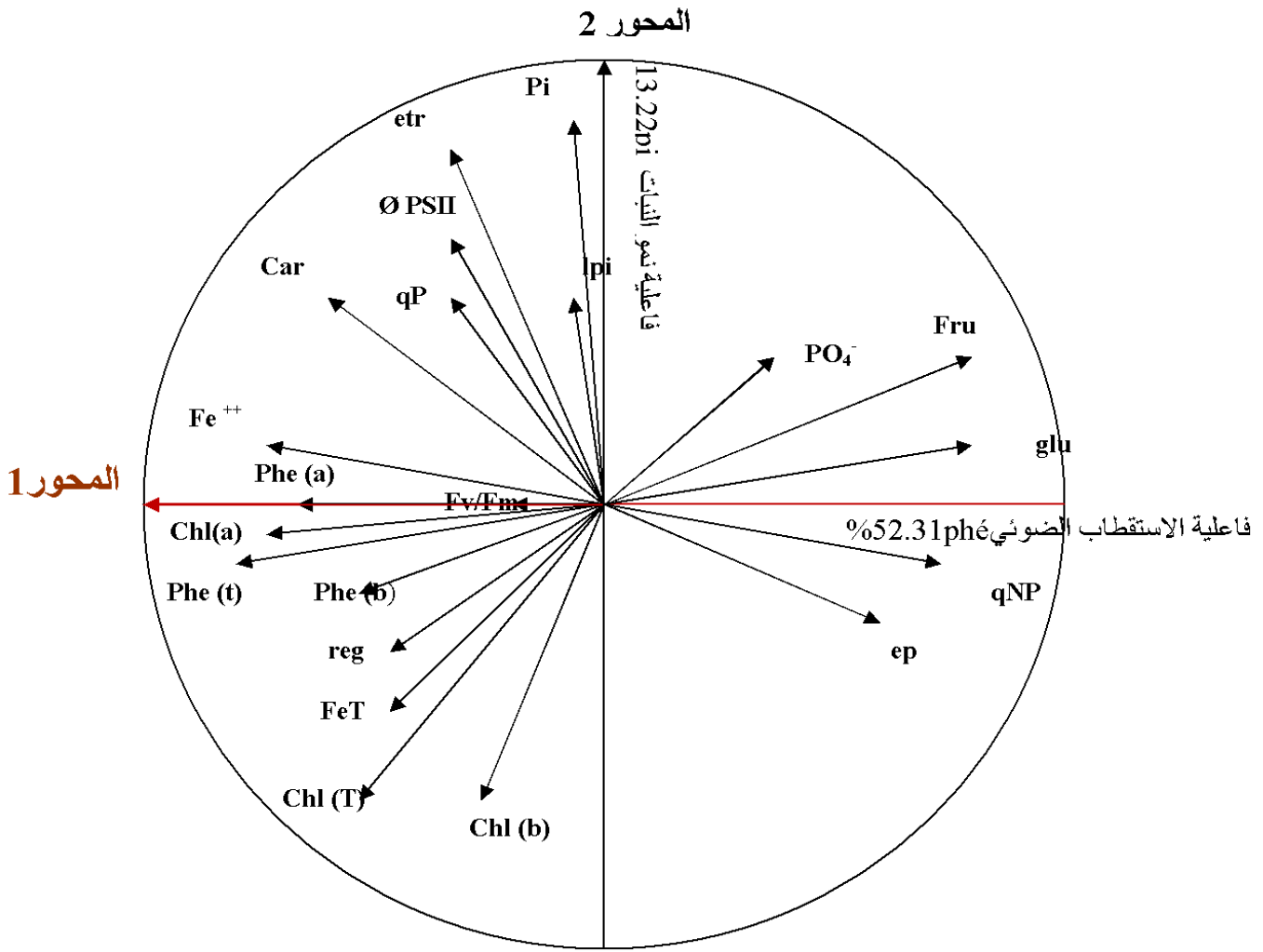
شكل 5-3 اثر معاملات الحديد في صورة Fe-EDTA على العلاقة بين  $\text{phé T}/\text{phé a}$  في الاوراق خلال مرحلة النمو الخضري



شكل (6-3) اثر معاملات الحديد في صورة Fe-EDTA على العلاقة بين  $\text{Fru}/\text{phé T}$  في الأوراق خلال مرحلة النمو الخضري

جدول (3-4) : فاعلية المتغيرات المقدرة على أوراق نبات الطماطم المعاملة ب Fe-EDTA في تمثيل المحور 1-2 خلال مرحلة النمو الخضري

المحور 2	المحور 1	المتغيرات
<b>الدراسة المورفولوجية</b>		
0,822	0,079	Pi
0,331	0,109	lpi
-0,269	0,732	reg cm/j
-0.192	-0.746	ep(O <sup>0</sup> )
<b>الدراسة الفيزيولوجية</b>		
0,547	0,364	ØPSII(ur)
0,375	0,473	qP(ur)
-0,085	-0,802	qNP(ur)
0,015	0,167	Fv/Fm(ur)
0,698	0,456	etr(ur)
<b>الدراسة البيوكيميائية</b>		
-0,004	0,928	Chl (a) (mg/g.MF)
-0,614	0,407	Chl (b) (mg/g.MF)
-0,440	0,817	Chl (T) (mg/g.MF)
-0,034	0,944	Phé (a) (mg/g.MF)
-0,061	0,707	Phé (b) (mg/g.MF)
-0,048	0,978	Phé (T) (mg/g.MF)
0,063	-0,881	glu(µg/100g.MF)
0,187	-0,911	Fru(µg/100g.MF)
0.44	0.769	Car(mg/g.MF)
-0.366	0.769	Fe T (ppm)
0.024	0.946	Fe <sup>++</sup> (ppm)
0.38	-0.456	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (ppm)
<b>13,22</b>	<b>52,31</b>	مصادقية المحوران %



شكل (3-7): حلقة معامل الارتباطات بين المتغيرات المقدره على أوراق نبات الطماطم المعاملة ب Fe-EDTA أثناء مرحلة النمو الخضري.

### ➤ المجموعة الأولى:

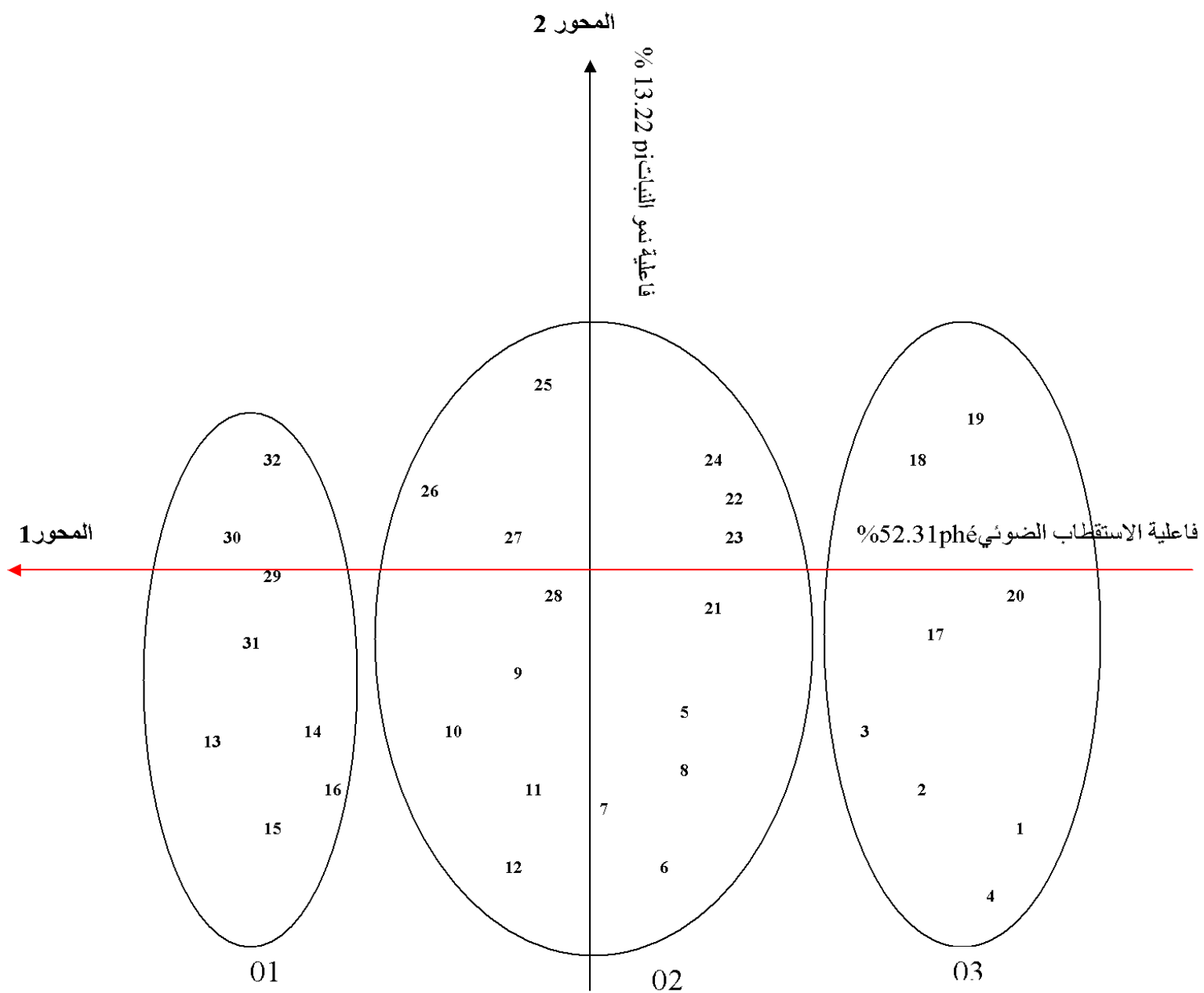
تجمعت أفراد هذه المجموعة ( $M_3F_3, M_2F_3, M_1F_3, M_0F_3, R_3F_3, R_2F_3, R_1F_3, R_0F_3$ ) في الجهة الموجبة للمحور 1 الممثل بفاعلية الاستقطاب الضوئي هذه الأفراد تمت معاملتهم بالتركيز  $\mu\text{mol}150=F_3$  للحديد حيث رافقت هذه المعاملات زيادة محتوى الأوراق من الحديد الكلي (Fe T) الحديد النشط ( $Fe^{++}$ ) الكاروتين (Car) ، الكلوروفيل (a) ، الكلوروفيل الكلي الفيوفيتين Phé(a)، Phé(T) ، أي أن زيادة تركيز الحديد على صورة Fe-EDTA كان له تأثير ايجابي على هذه المتغيرات في حين انخفضت باقي المتغيرات .

### ➤ المجموعة الثانية:

التراكيز ( $F_2, F_1$ ) أثرت أفراد هذه المجموعة حول نقطة تقاطع المحورين الأفراد ( $M_2F_2, M_1F_2, M_0F_2, R_3F_2, R_2F_2, R_1F_2, R_0F_2, R_3F_1, R_2F_1, R_1F_1, R_0F_1$ ) ، حيث أثرت هذه المعاملات على محتوى الكلوروفيل (b) Chl ، فاعلية الاستقطاب و تجميع الطاقة الضوئية ( $F_V/F_m$ ) و مؤشر نمو الورقة (lpi) مؤشر نمو النبات (pi) ، معاملات إخماد الكيمياء الضوئية (qp) ، المردود الكمي للنظام الضوئي الثاني (ØPSII) .

### ➤ المجموعة الثالثة:

أفراد هذه المجموعة متوضعة في الجهة السالبة للمحور 1 و هي ( $R_2F_0, R_1F_0, R_0F_0$ ) ،  $M_3F_0, M_2F_0, M_1F_0, M_0F_0$  و تميزت بارتفاع الاستحاثات الورقي (ep) معاملات إخماد الكيمياء اللاضوئية (qNP) ، الجلوكوز (glu) و الفريكتوز (Fru) ، الفسفور ( $PO_4$ ) بينما سجل انخفاض في مؤشر نمو النبات (pi) ، مؤشر نمو الورقة (lpi) بسبب انخفاض فاعلية الاستقطاب الضوئي ( $F_V/F_m$ ) و المردود الكمي للنقل الإلكتروني (etr) الأمر الذي أدى إلى انخفاض في إخماد الكيمياء الضوئية (qp).



( الشكل 3-8 ) منحى توزيع أفراد أوراق نبات الطماطم المعاملة ب Fe-EDTA أثناء مرحلة النمو الخضري

## 2-1- التجربة الثانية (إضافة الحديد رشا على الأوراق بصورة $\text{Fe-SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ):

أ- مرحلة نمو الشتلة:

### • التحليل الوصفي على مستوى مصفوفة معامل الارتباطات:

يبين الجدول (3-5) إن مصفوفة معامل الارتباطات سجلت أكبر ارتباط إيجابي بين مؤشر نمو النبات (Pi) و مؤشر نمو الورقة (IPi)،  $r = 0.968$ ، بينما سجل أكبر ارتباط سلبي بين الحديد الكلي Fe T و الفركتور Fru  $r = -0.776$  الشكل (3-9) الشكل (3-10) أما بقية المتغيرات سجلت ارتباطات تراوحت قيمها بين  $r=0.922$ ,  $r=-0.536$

### التحليل الوصفي على مستوى حلقة الارتباطات:

يوضح الشكل (3-11) الذي يعبر عن حلقة معامل الارتباطات أن محتوى الكلوروفيل الكلي Chl T في الأوراق مثل الأفراد بنسبة قدرها 93% و عبر عن المحور 1 بمصادقية قدرها 43.85% وبالتالي اسند اليه "فاعلية التمثيل الضوئي" أما محتوى Phé(b) فقد مثل المحور 2 بفاعلية قدرها 9.76% و عبر عن الأفراد بمصادقية 63% مقارنة ببقية المتغيرات الجدول (3-6).

### • التحليل الوصفي على مستوى المنحنى البياني للأفراد:

تحكم المحور 1 الممثل بفاعلية التمثيل الكلوروفيلي Chl(T) في توزيع الأفراد حيث يوضح الشكل (3-12) ثلاث مجموعات متباينة:

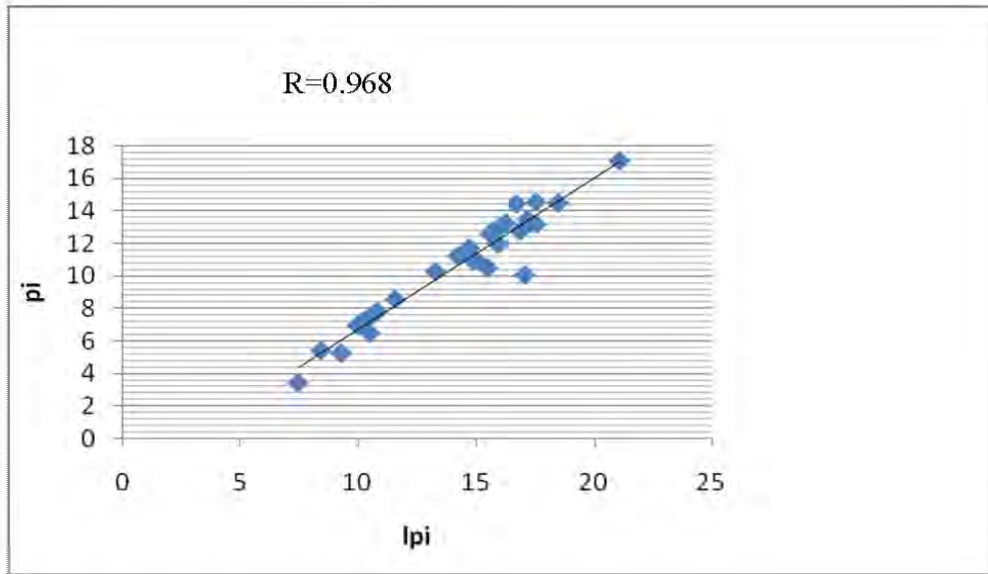
#### ➤ المجموعة الأولى:

أفراد هذه المجموعة ( $M_3F_2, M_2F_2, M_1F_2, M_0F_2, R_3F_2, R_2F_2, R_1F_2, R_0F_2$ ) تمت معاملتهم بالحديد بالتركيز  $5 = F_2 \mu\text{mol}$  حيث تمركزت في الجهة الموجبة للمحور 1 الذي اسند إليه فاعلية التمثيل الضوئي و توزعت في هذه الجهة المتغيرات الكلوروفيل الكلي Chl(T) الكلوروفيل Chl(a)، Chl(b)، مؤشر نمو الورقة (Ipi)، مؤشر نمو النبات (pi)، الكاروتين (Car) و معدل نقل الإلكترونات (etr)، الفيوبيتين Phé(a)، Phé(T) الحديد النشط ( $\text{Fe}^{++}$ ) و الحديد الكلي (FeT)، في حين سجل انخفاض واضح في الفسفور ( $\text{Po}_4$ ) الاستحاث الورقي (ep) و معاملات إخماد الكيمياء اللاضوئية (qNP).

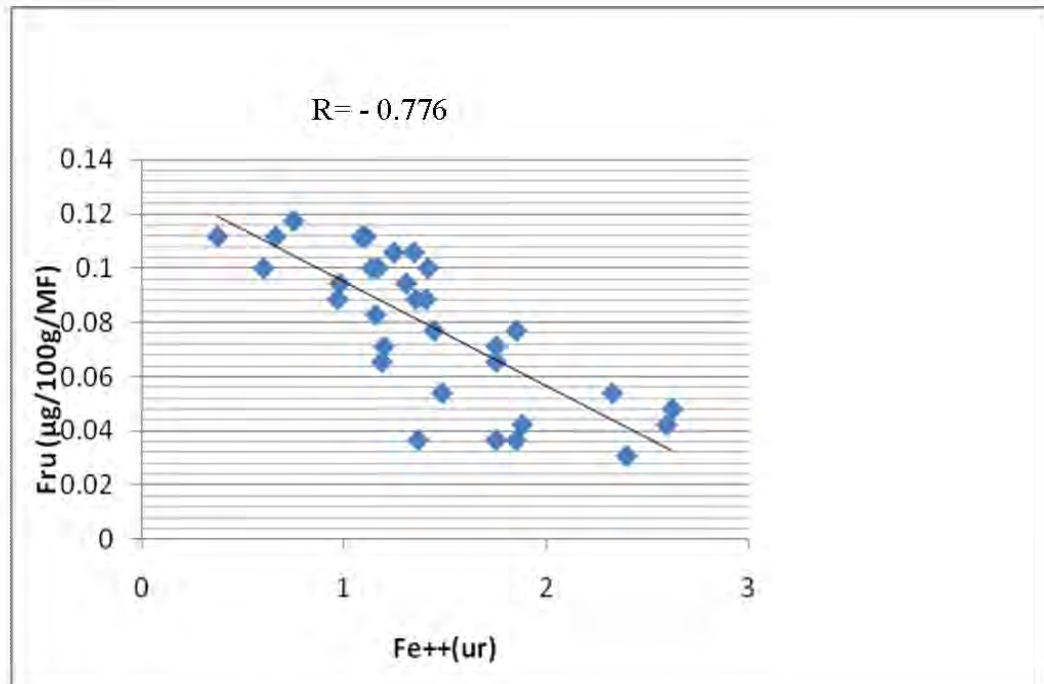


جدول (3-3) مصفوفة معامل الارتباطات بين المتغيرات المقدرة على أوراق نبات الطماطم خلال المرحلة الخضرية و المعاملة بFe-EDTA

Variables	pi	lpi	reg	Chl (a)	Chl (b)	Chl (T)	Phé (a)	Phé (b)	Phé(T)	glu	Fru	Fe T	ep	Fe ++	Car	ØepsII	qP	qNP	fv/fm	etr	phs
pi	<b>1</b>																				
lpi	0,275	<b>1</b>																			
reg	-0,129	0,225	<b>1</b>																		
Chl (a)	0,050	0,129	0,747	<b>1</b>																	
Chl (b)	-0,316	-0,070	0,408	0,209	<b>1</b>																
Chl (T)	-0,197	0,024	0,715	0,717	0,832	<b>1</b>															
Phé (a)	0,027	0,102	0,725	0,912	0,376	0,785	<b>1</b>														
Phé (b)	-0,001	-0,148	0,432	0,673	0,163	0,498	0,512	<b>1</b>													
Phé (T)	0,020	0,025	0,711	0,941	0,347	0,781	0,951	0,753	<b>1</b>												
glu	-0,019	0,020	-0,584	-0,800	-0,419	-0,752	-0,856	-0,554	-0,856	<b>1</b>											
Fru	0,061	0,083	-0,741	-0,869	-0,420	-0,793	-0,874	-0,688	-0,918	0,807	<b>1</b>										
Fe T	0,553	0,536	0,591	0,680	0,494	0,738	0,685	0,629	0,752	-0,712	-0,690	<b>1</b>									
ep	-0,176	-0,327	-0,442	-0,597	-0,222	-0,497	-0,665	-0,484	-0,684	0,609	0,644	-0,584	<b>1</b>								
Fe ++	0,723	0,767	0,731	0,924	0,320	0,752	0,923	0,652	0,942	-0,800	-0,885	0,649	-0,651	<b>1</b>							
Car	0,433	0,206	0,520	0,821	-0,137	0,368	0,748	0,589	0,786	-0,558	-0,624	0,527	-0,570	0,768	<b>1</b>						
ØepsII	0,318	-0,041	0,116	0,235	-0,047	0,100	0,289	0,194	0,291	-0,373	-0,222	0,787	-0,310	0,683	0,329	<b>1</b>					
qP	0,199	0,362	0,292	0,415	-0,030	0,214	0,410	0,279	0,415	-0,350	-0,372	0,710	-0,415	0,729	0,486	0,398	<b>1</b>				
qNP	-0,001	-0,061	-0,408	-0,663	-0,352	-0,627	-0,748	-0,530	-0,764	0,670	0,631	-0,561	0,670	-0,526	-0,598	-0,436	-0,366	<b>1</b>			
fv/fm	0,224	0,021	0,174	0,087	0,120	0,135	0,098	0,082	0,105	-0,140	-0,140	0,534	-0,073	0,688	0,122	-0,160	0,033	-0,106	<b>1</b>		
etr	0,672	0,109	0,026	0,329	-0,025	0,169	0,405	0,217	0,389	-0,433	-0,254	0,125	-0,455	0,396	0,559	0,680	0,241	-0,499	0,109	<b>1</b>	
phs	0,153	0,077	0,280	0,262	0,381	0,361	0,267	0,1705	0,019	-0,863	-0,827	0,728	-0,725	-0,286	0,732	0,401	0,484	-0,818	0,193	0,513	<b>1</b>



شكل 9-3 اثر معاملات الحديد على صورة  $Fe SO_4 \cdot 7H_2O$  على العلاقة بين Ipi/ pi في الأوراق خلال مرحلة نمو الشتلة



شكل 10-3 اثر معاملات الحديد على صورة  $Fe SO_4 \cdot 7H_2O$  على العلاقة بين FeT/ Fru في الأوراق خلال نمو الشتلة

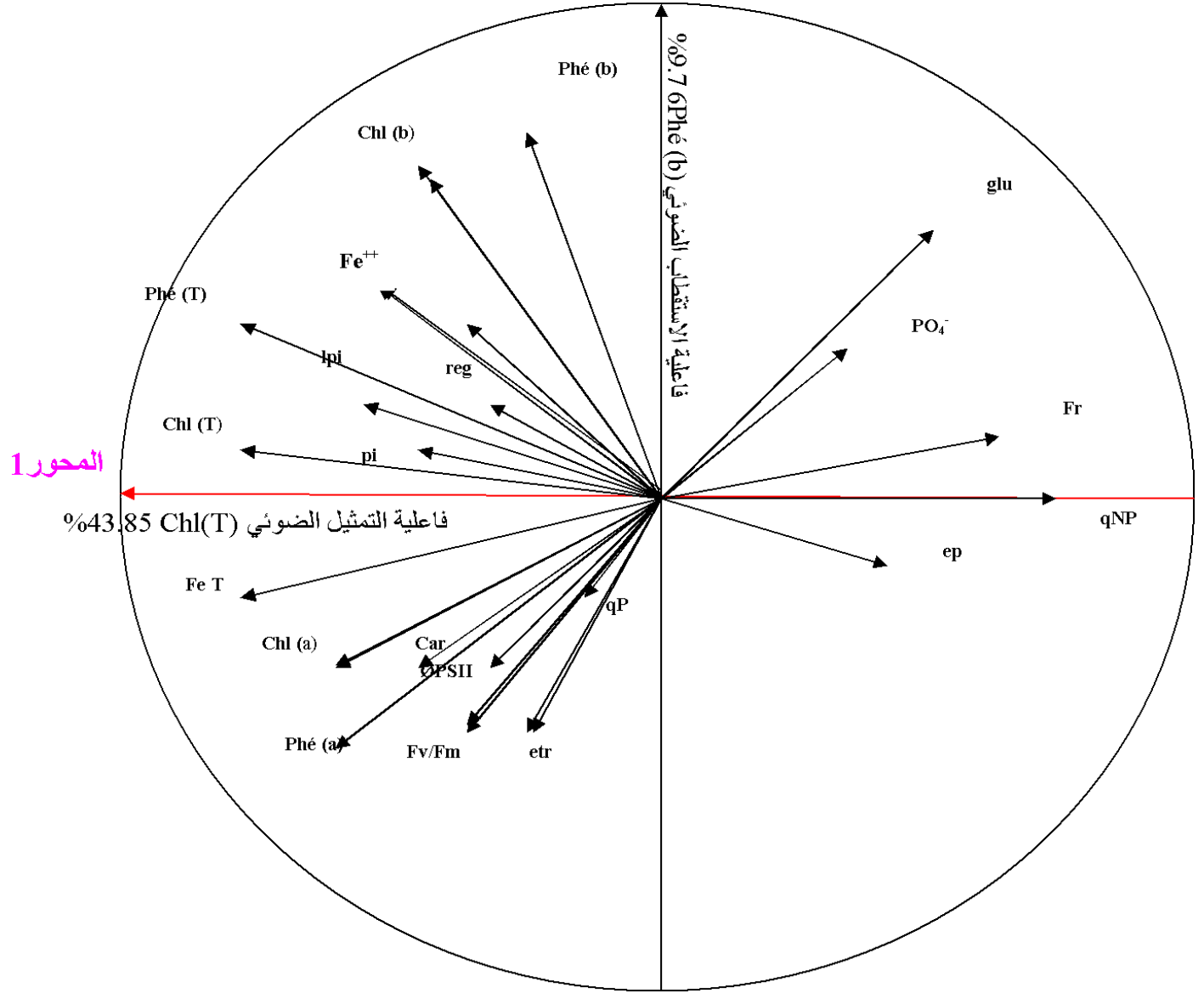
## ➤ المجموعة الثانية:

نقطة تقاطع المحورين توزعت هذه الافراد المعاملة بالتراكيز ( $\mu\text{mol}10=F_3$ ,  $\mu\text{mol}2.5=F_1$ ) حول نقطة تقاطع المحورين وهي ( $M_0F_3$ ,  $R_3F_3, R_2F_3, R_1F_3, R_0F_3, R_3F_1, R_2F_1, R_1F_1, R_0F_1$ ) و تبين من تحليل الاوراق ارتفاع محتواها من  $(M_3F_3, M_3F_1, M_2F_1, M_1F_1, M_0F_1, M_2F_3, M_1F_3)$  ومعدل نقل الالكترونات  $\text{etr}$ ، المردود الكمي للنظام الضوئي الثاني  $\text{ØPSII}$ ، فاعلية الاستقطاب و تجميع الطاقة الضوئية  $F_V/F_m$  .

جدول (3-6):فاعلية المتغيرات المقدره على أوراق نبات الطماطم المعاملة ب  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  في تمثيل المحور 1-2 أثناء مرحلة نمو الشتلة .

المحور 2	المحور 1	المتغيرات
<b>الدراسة المورفولوجية</b>		
0,122	0,785	Pi
0,151	0,799	lpi
0,153	0,642	reg cm/j
-0.044	-0.413	ep O
<b>الدراسة الفيزيولوجية</b>		
-0,349	0,523	$\emptyset$ PSII (ur)
-0,091	0,210	qP (ur)
0,002	-0,591	qNP (ur)
-0,432	0,566	Fv/Fm(ur)
-0,398	0,626	etr(ur)
<b>الدراسة البيوكيميائية</b>		
-0,320	0,774	Chl (a) (mg/g.MF)
0,586	0,649	Chl (b) (mg/g.MF)
0,091	0,936	Chl (T) (mg/g.MF)
-0,357	0,820	phé (a) (mg/g.MF)
0,636	0,488	Phé (b) (mg/g.MF)
0,324	0,903	Phé (T) (mg/g.MF)
0,341	-0,479	glu( $\mu$ g/100g.MF)
0,141	-0,546	Fru( $\mu$ g/100g.MF)
-0.335	0.626	Car (mg/g.MF)
-0.135	0.865	Fe T ( ppm)
-0.267	0.694	Fe <sup>++</sup> ( ppm)
0.339	-0.436	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ( ppm)
9.76	43.85	مصادقية المحورين %

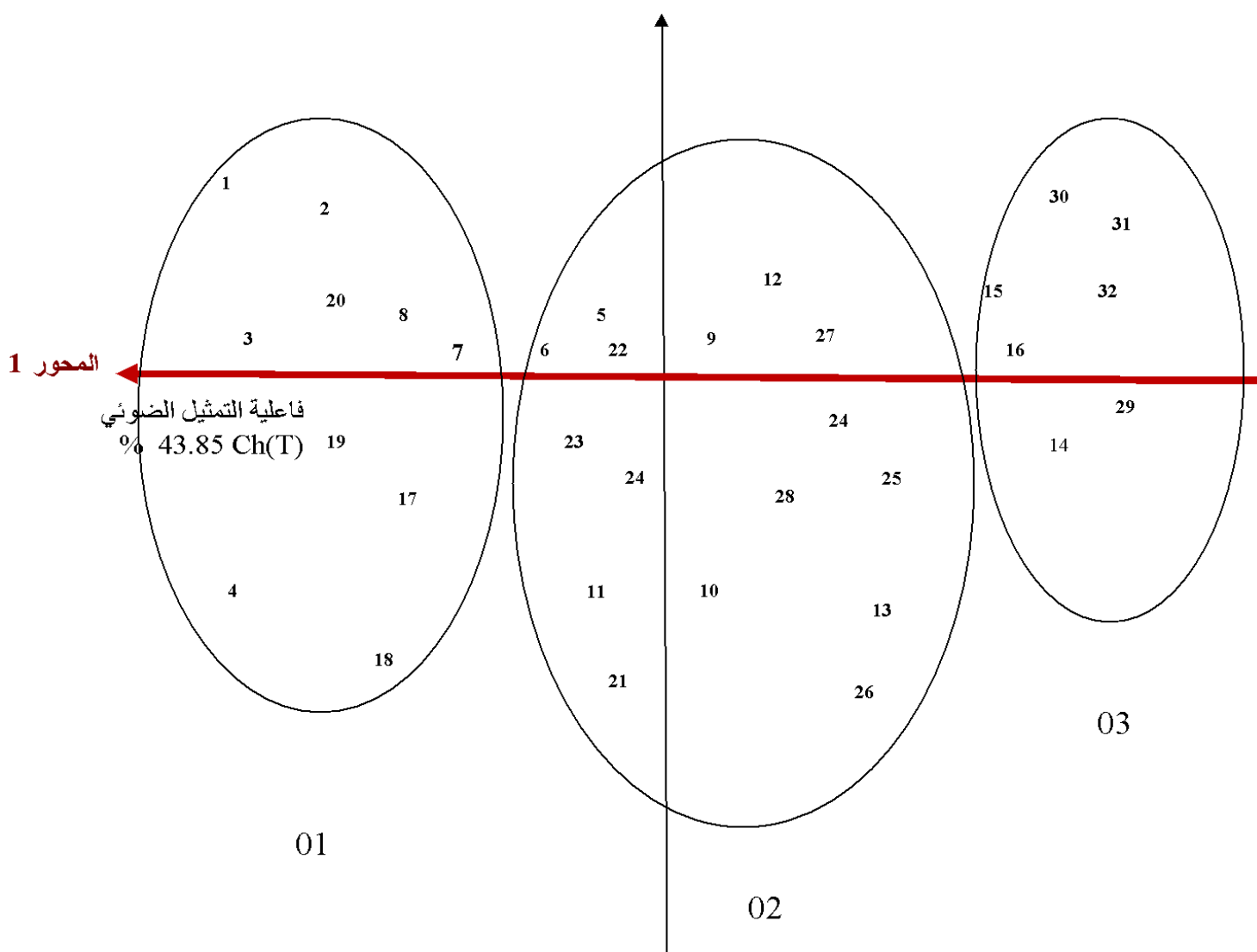
المحور 2



شكل (3-11): حلقة معامل الارتباطات بين المتغيرات المقدره على أوراق نبات الطماطم المعاملة ب  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  أثناء مرحلة نمو الشتلة

المحور 2

فاعلية الاستقطاب الضوئي Phé (b)



شكل (3-12) منحني توزيع أفراد أوراق نبات الطماطم المعاملة بـ  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

خلال مرحلة نمو الشتلة

### ➤ المجموعة الثالثة:

افراد هذه المجموعة ( $M_3F_0, M_2F_0, M_1F_0, M_0F_0, R_3F_0, R_2F_0, R_1F_0, R_0F_0$ ) لم تتم معاملتهم بالحديد ( $F_0$  شاهد) فتوزعهم في الجهة السالبة للمحور 1 هذا يدل على انخفاض محتوى كلوروفيل أوراقهم مقارنة بالمجموعة الأولى و زيادة الاستحاث الورقي ep و محتوى الجليكوز glu و الفركتوز Fru في الأوراق و كذا محتوى الفسفور  $PO_4^-$  نتيجة انخفاض الحديد الكلي (Fe T) و الحديد النشط ( $Fe^{++}$ ) مما أدى إلى انخفاض فاعلية استقطاب الطاقة الضوئية ( $Fv/Fm$ ) و المردود الكمي للنقل الالكتروني (etr) مما تسبب في انخفاض النمو .

### ب-مرحلة النمو الخضري:

#### • التحليل الوصفي على مستوى مصفوفة معامل الارتباطات:

تبين مصفوفة معامل الارتباطات المدونة في الجدول (3-7) إن اكبر ارتباط موجب قد سجل بين  $r=0.97$  Ch(a) /Ch(T) في حين كان اكبر ارتباط سلبي سجل بين Phé(a)/glu، حيث  $r=-0.87$  الشكل (3-13) الشكل (3-14)، كما سجلت ارتباطات أخرى بين مختلف المتغيرات تراوحت قيمهم بين  $r=0.932$ ,  $r=-0.868$ .

#### التحليل الوصفي على مستوى حلقة الارتباطات :

يبين الشكل (3-15) إن محتوى الكلوروفيل الكلي Chl T ، في الأوراق تفوق في تمثيل الأفراد تحت الدراسة بنسبة 96 % مقارنة ببقية المتغيرات و عبر عن المحور 1 بمصدافية قدرها 48.04 % لذلك سمي هذا المحور بـ "فاعلية التمثيل الضوئي" في حين عبر reg عن المحور 2 بنسبة 87% و بمصدافية قدرها 19.08 % و اسند إليه " تطور النمو "جدول(3-8).

#### • التحليل الوصفي على مستوى المنحنى البياني للأفراد:

يوضح الشكل (3-16) أن محتوى الكلوروفيل الكلي Chl (T) في الأوراق تسبب في توزيع الأفراد إلى ثلاثة مجموعات و هي:

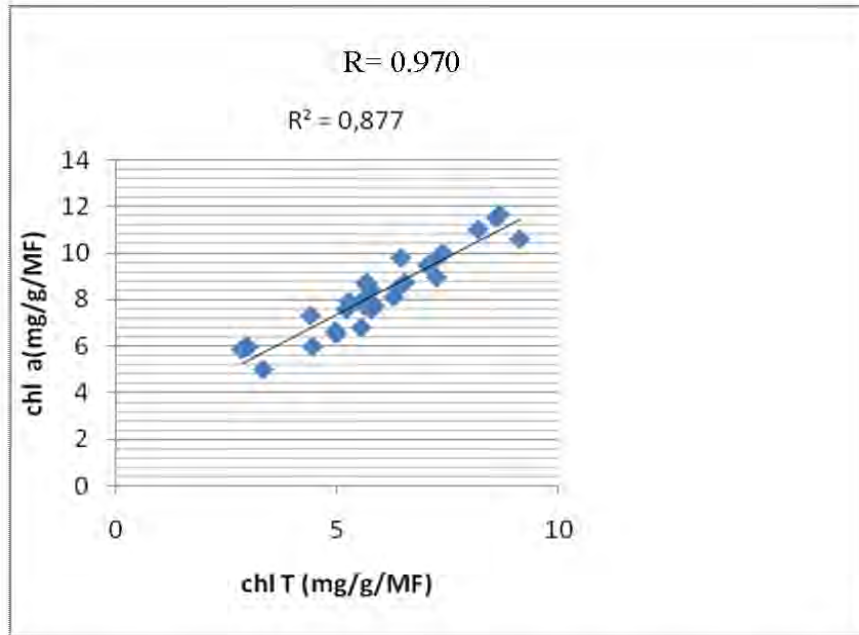
### ➤ المجموعة الأولى:

اشتملت هذه المجموعة الأفراد ( $M_3F_2, M_2F_2, M_1F_2, M_0F_2, R_3F_2, R_2F_2, R_1F_2, R_0F_2$ ) المعاملة بالحديد ( $F_2=5 \mu mol$ ) حيث توزعت في الجهة الموجبة للمحور 1 و كانت مرفقة بزيادة محتوى الأوراق من Chl (T) ، Chl (a) ، Fe (T) ،  $Fe^{++}$  ، phé(a), phé(T), phé(b)

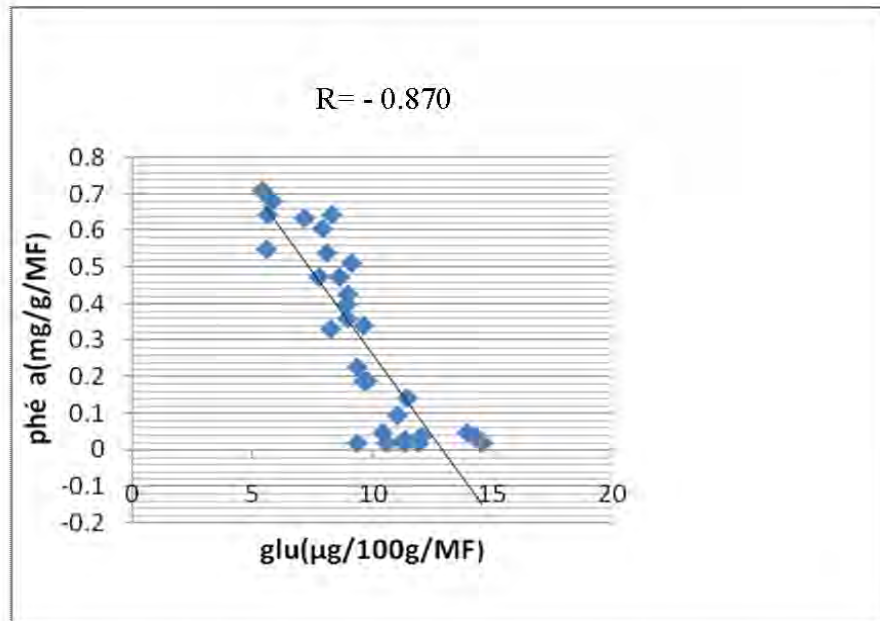
جدول (3-5) مصفوفة معامل الارتباطات بين المتغيرات المقدرة على أوراق نبات الطماطم خلال المرحلة الخضريّة و المعاملة بFeSO<sub>4</sub>7H<sub>2</sub>O

Variables	Pi	lpi	reg	chlo(a)	chlo(b)	chlo(T)	pheo(a)	pheo(b)	pheo(T)	glu	fru	fe <sup>++</sup>	ep	fet	carot	eps2	qp	qnp	fv/fm	etr	pho	
pi	<b>1</b>																					
lpi	-0,167	<b>1</b>																				
reg	-0,146	0,092	<b>1</b>																			
chlo(a)	0,769	-0,329	-0,024	<b>1</b>																		
chlo(b)	-0,054	0,208	0,679	-0,029	<b>1</b>																	
chlo(T)	0,709	-0,239	0,215	0,937	0,323	<b>1</b>																
pheo(a)	0,675	-0,315	0,100	0,899	0,147	0,903	<b>1</b>															
pheo(b)	0,617	-0,200	-0,285	0,707	-0,098	0,635	0,553	<b>1</b>														
pheo(T)	0,735	-0,305	-0,055	0,929	0,059	0,901	0,932	0,817	<b>1</b>													
glu	-0,642	0,301	-0,084	-0,843	-0,209	-0,871	-0,868	-0,603	-0,863	<b>1</b>												
fru	-0,350	0,044	-0,654	-0,499	-0,659	-0,703	-0,621	-0,210	-0,521	0,676	<b>1</b>											
fe <sup>++</sup>	0,404	-0,226	0,296	0,727	0,222	0,766	0,771	0,473	0,739	-0,805	-0,588	<b>1</b>										
ep	-0,444	0,029	-0,075	-0,643	-0,046	-0,625	-0,522	-0,618	-0,630	0,605	0,406	-0,477	<b>1</b>									
fet	0,221	-0,305	0,459	0,567	0,423	0,685	0,613	0,100	0,468	-0,614	-0,735	0,632	-0,247	<b>1</b>								
carot	0,674	-0,380	-0,274	0,902	-0,231	0,773	0,784	0,745	0,866	-0,768	-0,253	0,656	-0,587	0,351	<b>1</b>							
eps2	0,045	0,164	0,590	-0,001	0,595	0,207	0,189	-0,160	0,061	-0,124	-0,580	0,175	0,043	0,268	-0,269	<b>1</b>						
qp	0,308	-0,113	0,138	0,272	0,251	0,345	0,286	0,130	0,254	-0,368	-0,415	0,334	-0,170	0,338	0,227	0,256	<b>1</b>					
qnp	-0,412	0,507	-0,152	-0,661	-0,144	-0,677	-0,639	-0,371	-0,603	0,701	0,541	-0,553	0,318	-0,601	-0,613	0,064	-0,297	<b>1</b>				
fv/fm	0,387	-0,194	0,008	0,476	0,031	0,461	0,438	0,503	0,522	-0,432	-0,266	0,393	-0,419	0,153	0,423	0,000	0,245	-0,394	<b>1</b>			
etr	-0,113	0,158	0,688	-0,115	0,475	0,058	-0,028	-0,329	-0,162	0,062	-0,354	0,130	0,080	0,200	-0,320	0,522	0,037	-0,019	0,048	<b>1</b>		
pho	0,461	-0,243	0,412	0,734	0,462	0,856	0,809	0,441	0,752	-0,839	-0,858	0,786	-0,440	0,824	0,539	0,382	0,328	-0,631	0,330	0,140	<b>1</b>	





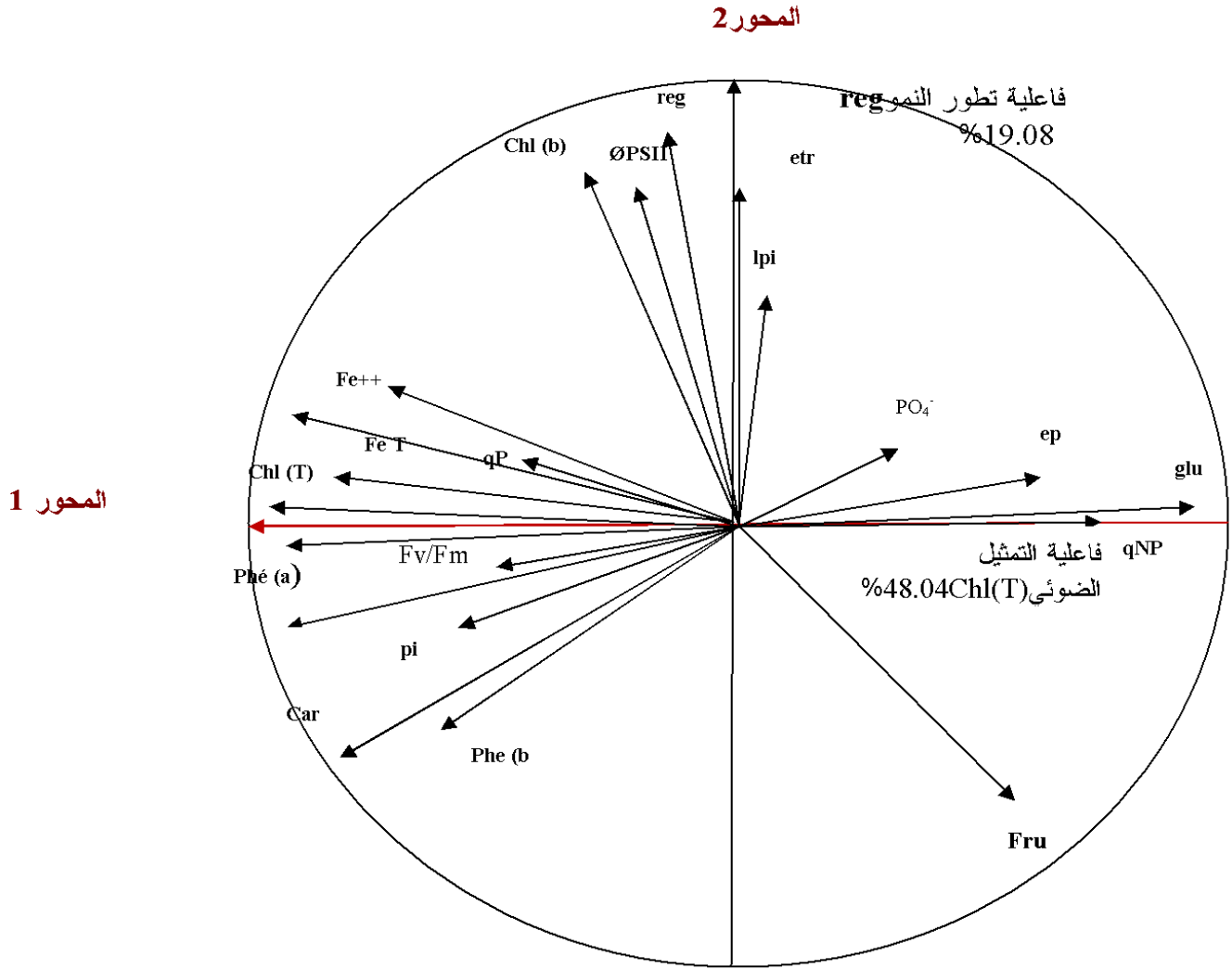
شكل 3-13 اثر معاملات الحديد على صورة  $Fe SO_4 \cdot 7H_2O$  على العلاقة بين Chl T/Chl a في الاوراق خلال مرحلة النمو الخضري



شكل 3-14 اثر معاملات الحديد على صورة  $Fe SO_4 \cdot 7H_2O$  على العلاقة بين glu /phé a في الاوراق خلال مرحلة النمو الخضري

جدول (3-8): فاعلية المتغيرات المقدره على اوراق اصناف نبات الطماطم المعاملة بـ  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  في تمثيل المحور 1-2 أثناء مرحلة النمو الخضري

المحور 2	المحور 1	المتغيرات
<b>الدراسة المورفولوجية</b>		
-0,280	0,636	Pi
0,246	0,335	lpi
0,873	0,180	reg
0,168	-0,642	ep(O <sup>0</sup> )
<b>الدراسة الفيزيولوجية</b>		
-0,754	0,171	ØPS2 (ur)
0,197	0,401	qP (ur)
0,010	-0,736	qNP (ur)
-0,145	0,526	Fv/Fm (ur)
-0,735	0,3 06	etr (ur)
<b>الدراسة البيوكيميائية</b>		
-0,240	0,935	Chl (a) (mg/g.MF)
0,800	0,236	Chl (b) (mg/g.MF)
0,053	0,968	Chl (T) (mg/g.MF)
-0,043	0,928	phé (a) (mg/g.MF)
-0,481	0,671	Phé (b) (mg/g.MF)
-0,239	0,934	Phé (T) (mg/g.MF)
0.034	-0.935	glu µg/100g.MF
-0.608	-0.719	Fru µg/100g.MF
-0.502	0.812	car(mg/g.MF)
0.12	0.828	Fe T (ppm)
0.418	0.683	Fe <sup>++</sup> (ppm)
0.324	-0.883	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (ppm)
<b>19.08</b>	<b>48.04</b>	<b>مصادقية المحوران %</b>



الشكل (3-15): حلقة معامل الارتباطات بين المتغيرات المقدره على اوراق نبات الطماطم ب  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  خلال مرحلة النمو الخضري

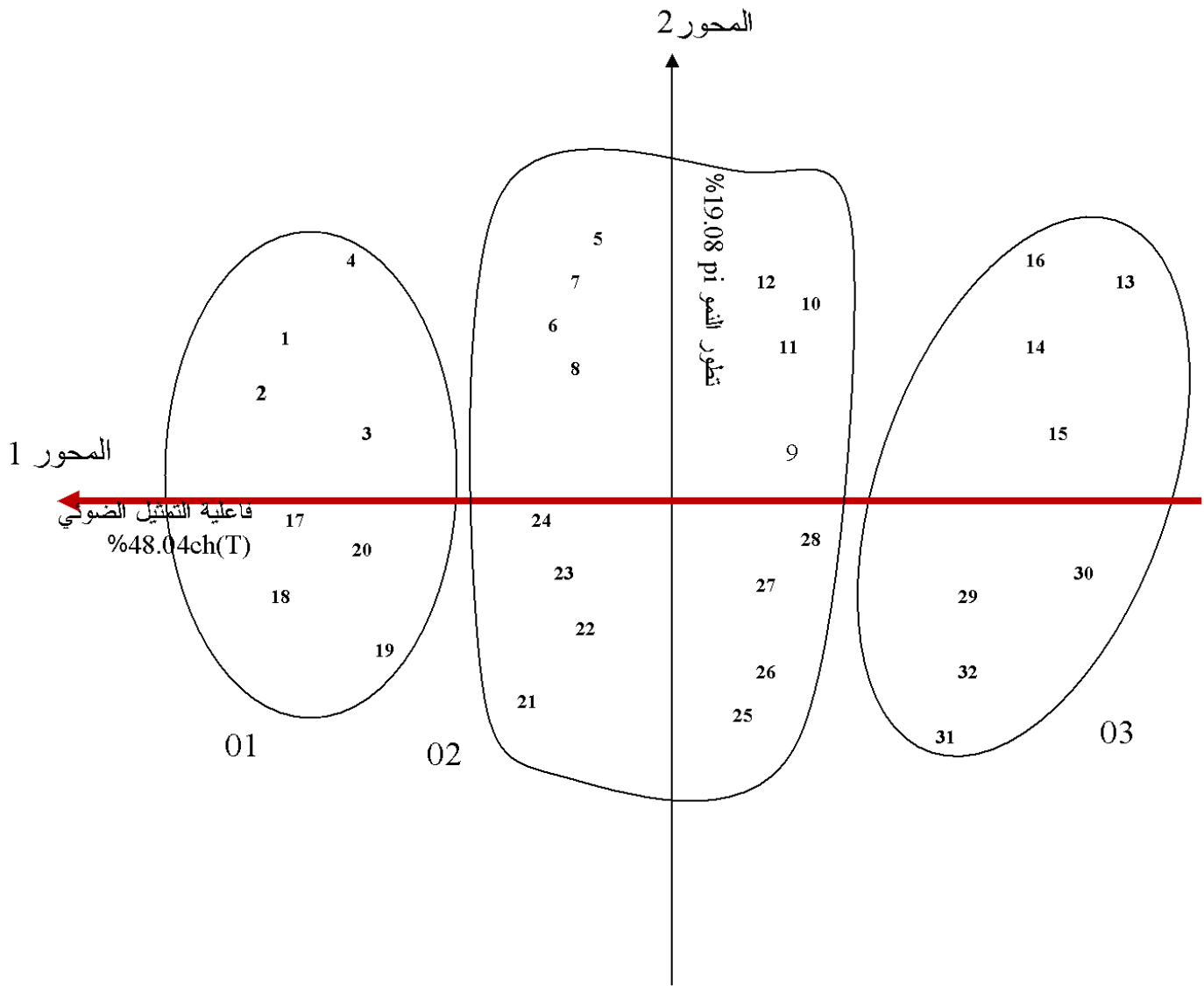
و Car ،فاعلية الاستقطاب و تجميع الطاقة الضوئية  $F_V/F_m$  . كما سجل انخفاض في الجليكوز ومعاملات إخماد الكيمياء اللاضوئية qNP ،الاستحثاث الورقي ep والفسفور  $Po_4^-$  .

### ➤ المجموعة الثانية:

توضعت في هذه المجموعة الأفراد (  $R_3F_3, R_2F_3, R_1F_3, R_0F_3, R_3F_1, R_2F_1, R_1F_1, R_0F_1$  )  
 $M_3F_3, M_2F_3, M_1F_3, M_0F_3, M_3F_1, M_2F_1, M_1F_1, M_0F_1, M_2F_3, M_1F_3$   
بالتراكيز  $F_3 = 10 \mu\text{mol}$  و  $F_1 = 2.5 \mu\text{mol}$  و ظهر عليهم ارتفاع في المردود الكمي للنظام الضوئي  
الثاني  $\text{ØPSII}$  و الكلوروفيل chl(b) معامل نقل الإلكترونات etr ،مؤشر نمو الورقة lpi ، معاملات  
إخماد الكيمياء الضوئية qP .

### ➤ المجموعة الثالثة:

تواجدت هذه الأفراد ( $M_3F_0, M_2F_0, M_1F_0, M_0F_0, R_3F_0, R_2F_0, R_1F_0, R_0F_0$ ) في الجهة السالبة  
للمحور 1 و هي الأفراد الغير معاملة بالحديد ( $F_0$ ) حيث بينت الدراسة المطبقة على الأوراق ارتفاع  
الاستحثاث الورقي ep ،الفركتوز Fru و الجليكوز glu ،كذلك الفسفور في حين سجل تناقص  
المتغيرات الأخرى .



شكل (3-16) منحني توزيع أفراد نبات الطماطم المعاملة ب  $Fe SO_4 7H_2O$  أثناء المرحلة الخضري

### 2.3. التحليل الاستدلالي لأثر الفعل الكمي للحديد:

تم تحليل المتغير الذي اثبت مصداقيته في تمثيل الأفراد تحت الدراسة و إظهار اثر الفعل النوعي لمعاملات الحديد المضاف على صورة Fe-EDTA أثناء مرحلة نمو الشتلة و النمو الخضري تحت تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (ANOVA) و ذلك لاستنباط المجموعات المتشابهة و المتباينة التأثير تبعاً لتقسيم اثر الفعل الكمي للأفراد حسب طريقة new man keuils على مستوى 5 % .

### 1.2.3. التجربة الأولى: المعاملة ب Fe-EDTA :

#### أ- مرحلة نمو الشتلة:

بين المتغير (phé T) الذي مثل الأفراد المعاملة ب Fe-EDTA المدروسة أثر الفعل الكمي للحديد على الأوراق من خلال تحليل ANOVA ، من تحليل التباين الموضح في الجدول (9.3) يتضح أن ف البيانية أكبر من ف الجدولية و هذا يدل على أن أثر فعل الحديد كان معنوياً جداً على مستوى أكبر من 0.1 % و عليه تم تقسيم سلم تأثير الفعل الكمي بطريقة new man keuils على مستوى 5 % كما يلي:

جدول (9.3) تحليل تباين أثر المعاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على كمية الفيوفيتين الكلي

(phé T) في أوراق صنفين من نبات الطماطم أثناء مرحلة نمو الشتلة

Pr > F	F	مربع المتوسطات	مجموع مربع المربعات	درجة الحرية	مصدر التباين
<0.0001	87.11	186.494	1305.461	7	معاملات الحديد
		2.141	51.382	24	الخطأ التجريبي
			1356.843	31	التباين الكلي

#### ❖ أثر فعل الحديد:

أثرت تراكيز الحديد المقترحة تأثيرات متباينة على الأفراد حيث تشكلت أربع مجموعات

مختلفة هي:

- (F<sub>3</sub> = 50 µmol) أعطى المجموعة A، تميزت أفرادها هذه المجموعة بنمو جيد .

- (F<sub>2</sub> = 25 µmol) أعطى المجموعة B، أفراد هذه المجموعة كان نموهم اقل من المجموعة

A

- أعطى المجموعة C أظهرت أفراد هذه المجموعة نموا متوترا مقارنة بمجموعة A، B .

- (F<sub>0</sub> شاهد بدون حديد) بدت على أفراد هذه المجموعة أعراض نقص الحديد .  
❖ أثر فعل الصنف:

تبين من تحليل التباين إن هناك مجموعتين مختلفتين هما المجموعة A (Riogrand) و المجموعة B (Marmande) هذا يدل إن الصنفين سلكا سلوكا متباينا عند المعاملة بهذه التراكيز أثناء نمو الشتلة

❖ أثر فعل التداخل بين الحديد و الصنف .

كونت المعاملات بالتركيز العالي للحديد (F<sub>3</sub> = 50 μmol) مجموعتين مختلفتين هما المجموعة A (R<sub>3</sub>F<sub>3</sub>, R<sub>2</sub>F<sub>3</sub>, R<sub>1</sub>F<sub>3</sub>, R<sub>0</sub>F<sub>3</sub>) و المجموعة C (M<sub>3</sub>F<sub>3</sub>, M<sub>2</sub>F<sub>3</sub>, M<sub>1</sub>F<sub>3</sub>, M<sub>0</sub>F<sub>3</sub>) التي سلكت نفس سلوك Riogrand تحت المعاملة بالتركيز (F<sub>1</sub> = 15 μmol)

- تأثير المعاملات بالتركيز (F<sub>2</sub> = 25 μmol) للحديد تسبب في تكوين مجموعتين متباينتين B (R<sub>3</sub>F<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, R<sub>1</sub>F<sub>2</sub>, R<sub>0</sub>F<sub>2</sub>) و مجموعة D (M<sub>3</sub>F<sub>2</sub>, M<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>F<sub>2</sub>, M<sub>0</sub>F<sub>2</sub>) و هذا يفسر بتباين تأثير التركيز F<sub>2</sub> على الصنفين.

- المعاملة بالتركيز (F<sub>1</sub> = 15 μmol) للحديد تسبب في تشكيل مجموعتين متباينتين هما المجموعة C (R<sub>3</sub>F<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>F<sub>1</sub>, R<sub>1</sub>F<sub>1</sub>, R<sub>0</sub>F<sub>1</sub>) و المجموعة E (M<sub>3</sub>F<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>F<sub>1</sub>, M<sub>1</sub>F<sub>1</sub>, M<sub>0</sub>F<sub>1</sub>) التي سلكت نفس سلوك الأفراد Riogrand التي لم تعامل بالحديد (R<sub>0</sub>F<sub>0</sub>) .

- نتج من المعاملات F<sub>0</sub> (الشاهد) مجموعتان هما: المجموعة E (RF<sub>0</sub>) و المجموعة F (MF<sub>0</sub>) كما هو موضح في الجدول (10.3) أي أن للصنفين تباين في النمو.

الجدول (10.3) سلم ترتيب أثر فعل الحديد المضاف على صورة Fe-EDTA على صنفى نبات الطماطم و التداخل بينهم تبعا لطريقة New man keuils على مستوى 5 % خلال مرحلة نمو الشتلة.

F3	F2	F1	F0	
BAC	BBD	BCE	B * D ** F ***	M
AAA	ABB	ACC	ADE	R

\*\*\* اثر فعل التداخل بين الصنف

\*\* اثر فعل الحديد

\* اثر فعل الصنف

و معاملات الحديد

ب - مرحلة النمو الخضري:

بين المتغير (phé T) الذي مثل الأفراد المدروسة اثناء النمو الخضري أثر الفعل الكمي للحديد على الأوراق من خلال تحليل (ANOVA) من التباين الموضح في الجدول (11.3) يتضح أن ف البيانية أكبر من ف الجدولية و هذا يدل على أن أثر فعل الحديد كان معنويا جدا على مستوى أكبر من 0.1 % و عليه تم تقسيم سلم تأثير الفعل الكمي بطريقة new man keuils على مستوى 5 % كما يلي:

الجدول (10.3) تحليل تباين أثر معاملات الحديد المضاف على صورة Fe-EDTA على كمية الفيوفيتين (phé T) في اوراق صنفي نبات الطماطم اثناء مرحلة نمو الشتلة.

Pr > F	F	مربع المتوسطات	مجموع مربع المربعات	درجة الحرية	مصدر التباين
<0.0001	115.671	85.221	596.549	7	معاملات الحديد
		0.737	17.682	24	الخطأ التجريبي
			614.232	31	التباين الكلي

❖ أثر فعل الحديد:

تشكلت تراكيز الحديد أربع مجموعات مختلفة هذا يدل على وجود تباين في تأثير التراكيز و هذه المجموعات هي:

- المجموعة A ( $\mu\text{mol } 50 = F_3$ ) اثر هذا التركيز تأثيرا ايجابيا على أفراد هذه المجموعة فكان هناك نمو متميزا .
- المجموعة B ( $\mu\text{mol } 25 = F_2$ ) تميزت أفراد هذه المجموعة بنمو اقل مقارنة بأفراد المجموعة A.
- المجموعة C ( $\mu\text{mol } 15 = F_1$ ) أظهرت أفراد هذه المجموعة سلوكا متوترا مقارنة بأفراد المجموعة A, B.
- المجموعة D ( $F_0$  شاهد) كان نمو أفراد هذه المجموعة ضعيفا مقارنة بالمجموعات الأخرى .



❖ أثر فعل الصنف:

بين أثر فعل الصنف وجود تباين الصنفين المدروسين حيث تشكلت مجموعتان هما : مجموعة (Riogrand) A و مجموعة B (Marmande) أي الصنفين لهم سلوكا مختلفا تحت تأثير الحديد المضاف رشا على الأوراق بصورة Fe-EDTA.

❖ أثر فعل التداخل بين الحديد و الصنف:

المعاملة بالتركيز ( $F_3 = 50 \mu\text{mol}$ ) للحديد و هو التركيز العالي أعطى مجموعة واحدة A هذا يعني أن الصنفين لهما نفس السلوك تحت هذا التركيز ( $M_3F_3, M_2F_3, M_1F_3, M_0F_3, R_3F_3, R_2F_3, R_1F_3, R_0F_3$ ).

أثرت معاملات الحديد بالتركيز ( $F_2$ ) على الصنفين بنفس المستوى حيث أعطت مجموعة واحدة B شملت الصنفين ( $M_3F_3, M_2F_3, M_1F_3, M_0F_3, R_3F_3, R_2F_3, R_1F_3, R_0F_3$ ).

- المعاملة بالتركيز ( $F_1$ ) أثرت تأثيرا متباينا حيث تكونت مجموعتان مختلفتان المجموعة C تشمل الأفراد ( $R_3F_1, R_2F_1, R_1F_1, R_0F_1$ ) و المجموعة D أفرادها ( $M_3F_1, M_2F_1, M_1F_1, M_0F_1$ ) هذه الأخيرة كان لها نفس سلوك أفراد ( $RF_0$ ).

- المعاملة ب ( $F_0$  بدون حديد) تأثيرا متباينا مما تسبب في تكوين مجموعتين متباينتين هما المجموعة D ( $R_3F_0, R_2F_0, R_1F_0, R_0F_0$ ) و المجموعة E كانت أفرادها ( $M_3F_0, M_2F_0, M_1F_0, M_0F_0$ ).

جدول (12.3) سلم ترتيب أثر فعل الحديد المضاف على صورة Fe-EDTA على صنفين من نبات الطماطم و التداخل بينهم تبعا لطريقة New man keuls على مستوى 5 % خلال مرحلة النمر الخضري.

F3	F2	F1	F0	المعاملات
AAA	ABB	ACC	A* D** D***	R
BAA	BBB	BCD	BDE	M

\*\*\* اثر فعل التداخل بين الصنف

\*\* اثر فعل الحديد

\* اثر فعل الصنف

و معاملات الحديد

### 2.2.3. التجربة الثانية (المعاملة بـ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ):

أ- مرحلة نمو الشتلة:

تم تحليل نتائج المتغير Chl(T) الذي تفوق في تمثيل الأفراد محل الدراسة و اظهر أثر الفعل النوعي للحديد تحت تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (ANOVA) و ذلك لتحديد أثر الفعل الكمي للحديد الذي تبين أنه معنوي على مستوى اكبر من 0.1 % استنادا إلى ف البيانية مقارنة ب ف الجدولية المدونة في الجدول (13.3).

جدول (13.3) تحليل التباين اثر معاملات الحديد بصورة  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  على محتوى الكلوروفيل الكلي (ChlT) في أوراق نبات الطماطم اثناء مرحلة نمو الشتلة .

مصدر التباين	درجة الحرية	مجموع مربع المربعات	مربع المتوسطات	F	Pr>F
معاملات الحديد	7	171.567	24.510	35.272	<0.0001
الخطأ التجريبي	24	16.677	0.695		
التباين الكلي	31	188.244			

❖ أثر فعل الحديد:

معاملات الحديد المضاف رشا على الأوراق بصورة  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  تحكمت في توزيع الأفراد إلى أربع مجموعات متباينة التأثير:

- المجموعة A ( $\mu\text{mol } 5 = F_2$ ) أفراد هذه المجموعة كان نموها متميزا
- المجموعة B ( $\mu\text{mol } 2.5 = F_1$ ) أظهرت هذه الأفراد نموا متوسطا مقارنة بالمجموعة A
- المجموعة C ( $\mu\text{mol } 10 = F_3$ ) اثر هذا التركيز تأثيرا سلبيا على نمو أفراد هذه المجموعة
- المجموعة D (F0 شاهد) أفراد هذه المجموعة نموهم كان متوترا مقارنة بباقي المجموعات .

❖ أثر فعل الصنف:

إن تقسيم **New man keuils** على مستوى 5 % شكل مجموعتين مختلفتين A (Riogrand) و B (Marmande) الذي يفسر بوجود اختلاف في سلوك الصنفين تحت تأثير معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  رشا على الأوراق.

❖ أثر فعل التداخل بين الحديد و الصنف:

- أثرت المعاملة بالتركيز  $F_2 = 5 \mu mol$  حيث تكونت مجموعتان: المجموعة A ( $R_3F_2, R_2F_2, R_1F_2, R_0F_2$ ) و المجموعة B ( $M_3F_2, M_2F_2, M_1F_2, M_0F_2$ )
- المعاملة بالتركيز ( $F_1$ ) أعطت مجموعات متباينة B و C مع ( $R_3F_1, R_2F_1, R_1F_1, R_0F_1$ ) و C و D مع ( $M_3F_1, M_2F_1, M_1F_1, M_0F_1$ ) بين تقسيم **New man keuils** على مستوى 5 % وجود تداخل في المجموعة C و في نفس الوقت تباين في المجموعة B و D.
- المعاملات بالتركيز ( $F_3$ ) للحديد على الأوراق نتج عنه مجموعات متباينة حيث أعطى المجموعتين C ( $R_3F_3, R_2F_3, R_1F_3, R_0F_3$ ) ، D ( $R_3F_3, R_2F_3, R_1F_3, R_0F_3$ ) والمجموعة E التي احتوت الأفراد ( $M_3F_3, M_2F_3, M_1F_3, M_0F_3$ ).
- تراكيز  $F_0$  للحديد بينت اختلاف في التأثير على الصنفين حيث أعطت مجموعتين مختلفتين D مع ( $R_3F_0, R_2F_0, R_1F_0, R_0F_0$ ) و E ( $M_3F_0, M_2F_0, M_1F_0, M_0F_0$ ) كما هو مبين في الجدول (14.3) .

الجدول (14.3) سلم ترتيب أثر فعل الحديد المضاف على صورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على صنفين من نبات الطماطم و التداخل بينهم تبعا لطريقة **New man keuils** على مستوى 5 % خلال مرحلة نمو شتلة.

F3	F2	F1	F0	
ABC	ADA	ACB	A* A** D***	R
ABD	ADA	ACC	AAD	R
BBE	BDB	BCC	BAE	M
BBE	BDD	BCD	BAD	M

\*\*\* اثر فعل التداخل بين الصنف و

\*\* اثر فعل الحديد

\* اثر فعل الصنف

معاملات الحديد

ب- مرحلة النمو الخضري:

تفوقت نتائج المتغير Chl(T) في تمثيل الأفراد محل الدراسة لإظهار اثر الفعل النوعي للحديد حيث يتبين من دراسة تحليل التباين بإتباع تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (ANOVA) أن اثر الفعل الكمي للحديد كان معنوي على مستوى 0.1% عند مقارنة ف البيانية ب ف الجدولية المدونة في الجدول (15.3)

جدول (15.3) تحليل تباين اثر معاملات الحديد  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على محتوى الكلوروفيل الكلي (ChlT) في أوراق نبات الطماطم أثناء مرحلة النمو الخضري.

مصدر التباين	درجة الحرية	مجموع مربع	مربع المتوسطات	F	Pr>F
معاملات الحديد	7	81.642	11.663	42.961	<0.0001
الخطأ التجريبي	24	6.516	0.271		
التباين الكلي	31	88.157			

#### ❖ اثر فعل الحديد :

أثرت معاملات الحديد المضاف رشا على الأوراق بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على الأفراد مما تسبب في توزيعهم إلى أربع مجموعات متباينة:

- المجموعة A ( $F_2 = 5 \mu mol$ ) تميزت أفراد هذه المجموعة بنموها الجيد .
- المجموعة B ( $F_1 = 2.5 \mu mol$ ) تراجع في نمو أفراد هذه المجموعة مقارنة بالمجموعة A .
- المجموعة C ( $F_3 = 10 \mu mol$ ) كان توتر أفراد هذه المجموعة واضحا وظهور بعض الحروق على الأوراق.
- المجموعة D (F0 شاهد) بدون إضافة الحديد كان نموها متوترا نتيجة نقص الحديد مقارنة بالمجموعتين A, B, C.

#### ❖ اثر فعل التداخل بين الحديد و الصنف :

أثرت معاملات الحديد تأثيرا متباينا على الصنف:

- إضافة المعاملة بالتركيز ( $F_2 = 5 \mu mol$ ) تكونت مجموعتان متباينتان: المجموعة A ( $M_3F_2, M_2F_2, M_1F_2, M_0F_2$ ) و المجموعة B ( $R_3F_2, R_2F_2, R_1F_2, R_0F_2$ ) نتجت من المعاملات بالتركيز ( $F_1 = 2.5 \mu mol, F_3 = 10 \mu mol$ ) مجموعة واحدة احتوت أفراد الصنفين ( $M_3F_1, M_2F_1, M_1F_1, M_0F_1, R_3F_1, R_2F_1, R_1F_1, R_0F_1$ ) و

(  $M_3F_3, M_2F_3, M_1F_3, M_0F_3, R_3F_3, R_2F_3, R_1F_3, R_0F_3$  ) نقص الحديد في الحالة (F0 شاهد) اثر  
تأثيرا متباينا على الأفراد حيث تكونت المجموعة C ( $R_3F_0, R_2F_0, R_1F_0, R_0F_0$ ) والمجموعة D  
(  $M_3F_0, M_2F_0, M_1F_0, M_0F_0$  ) أي أن للصنفين نمو متباينا و الجدول (16.3) يبين ذلك :

الجدول (16.3) سلم ترتيب أثر فعل الحديد المضاف على صورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على صنفين نبات الطماطم و  
التداخل بينهم تبعا لطريقة New man keuls على مستوى 5 % خلال مرحلة النمو الخضري

F3	F2	F1	F0	
ACB	AAA	ABB	A*D**D***	R
ACB	AAA	ABB	ADC	M

\* اثر فعل الصنف      \*\* اثر فعل الحديد      \*\*\* اثر فعل التداخل بين الصنف و معاملات الحديد

### 3-2-3-تحليل التربة:

الجدول (3-2-3) بعض الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للتربة المستعملة

الكربونات. %	مادة عضوية %	الحديد Fe الميسر (ppm)	$PO_4^-$ الميسر (ppm)	pH
$CaCO_3$	%	الميسر (ppm)	(ppm)	
8.76	2.31	0.84	21.3	6.8

يبين الجدول (3-1) أن التربة ذات pH تقريبا متعادل و غنية بالمواد العضوية ، كما أنها ذات  
طبيعة دبالية الأمر الذي يسمح بتهوية جيدة ( Laib ., 2004 ) ، كذلك جيرية لاحتوائها على 8.76  
% من الكربونات حيث أشار ( Hillal et al ( 1974 ) إلى أن التربة المحتوية على نسبة  
كربونات اكبر أو تساوي 8 % فهي جيرية.

## المناقشة :

بينت نتائج التحليل الإحصائي الوصفي (ACP) المطبقة على المتغيرات في التجريبتين لصنفي

نبات الطماطم (Var:Riogrand,Marmande (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

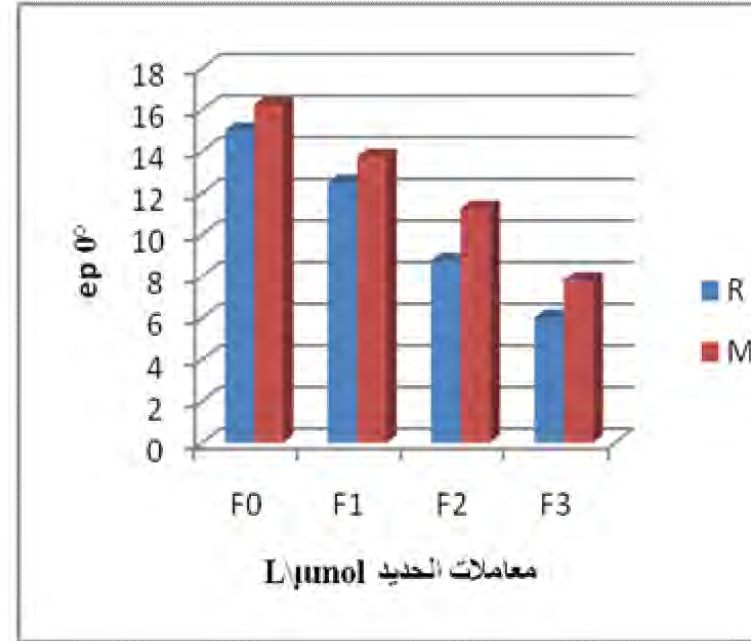
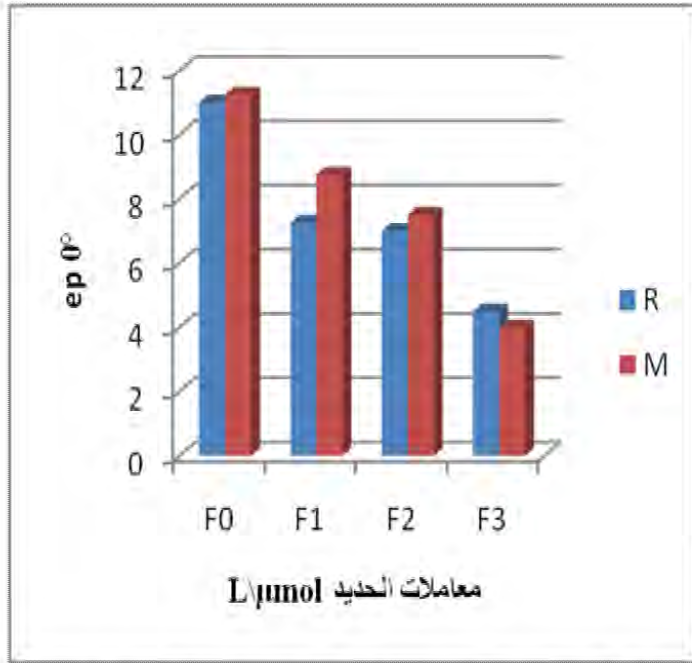
أن محتوى صبغة الفيوغيتين الكلي (phe T) في الأوراق مثلت الأفراد المدروسة خلال مرحلة نمو الشتلة ومرحلة النمو الخضري المعاملة ب Fe-EDTA بنسبة 91% و 97% على الترتيب. كما أن محتوى الكلوروفيل الكلي (Chl T) في أوراق النباتات المعاملة ب  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  خلال مرحلة نمو الشتلة ومرحلة النمو الخضري مثل كذلك الأفراد بنسبة 90% و 97% على الترتيب هذه المتغيرات أظهرت اثر الفعل الكمي للحديد والصنف والتداخل بينهم بمعنوية اكبر من 0.1% .

### 1- أثر الحديد على المظاهر المورفولوجية:

اظهر كل من الصنفين (Marmande , Riogrand) استجابة مورفولوجية لزيادة تركيز الحديد المضاف في المجال الجذري على صورة Fe-EDTA و رشا على الأوراق بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  بخفض الاستحاث الورقي (ep) خاصة عند التركيز ( $F_3 = 50 \mu mol / L$ ) تحت المعاملة ب Fe-EDTA حيث سجل الارتباط  $Fe^{++}/ep$  :  $r = -0.640$  ,  $r = -0.651$  أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري على الترتيب. في حين تأثر الصنفان بمعاملات  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  عند التركيز ( $F_2 = 5 \mu mol / L$ ) و كان الارتباط  $Fe^{++}/ep$  :  $r = -0.521$  ,  $r = -0.647$  أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري على الترتيب.

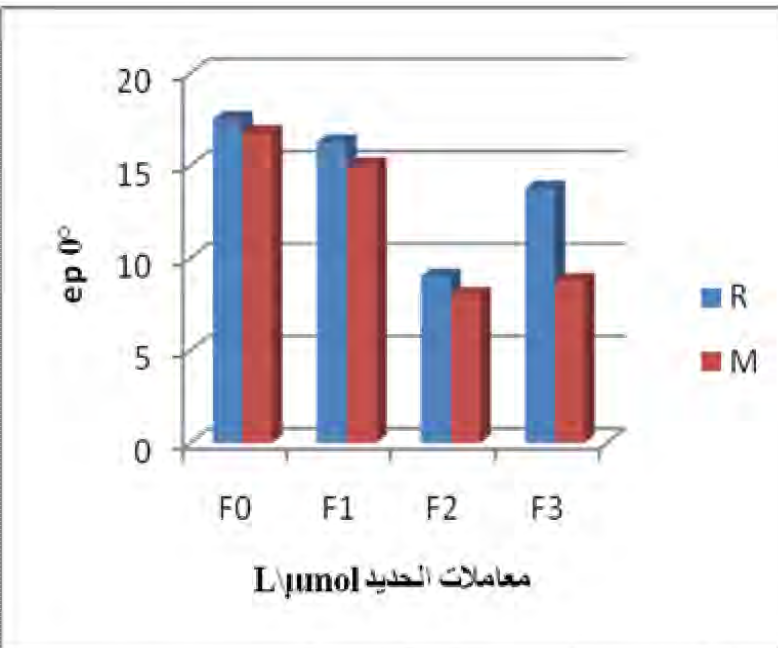
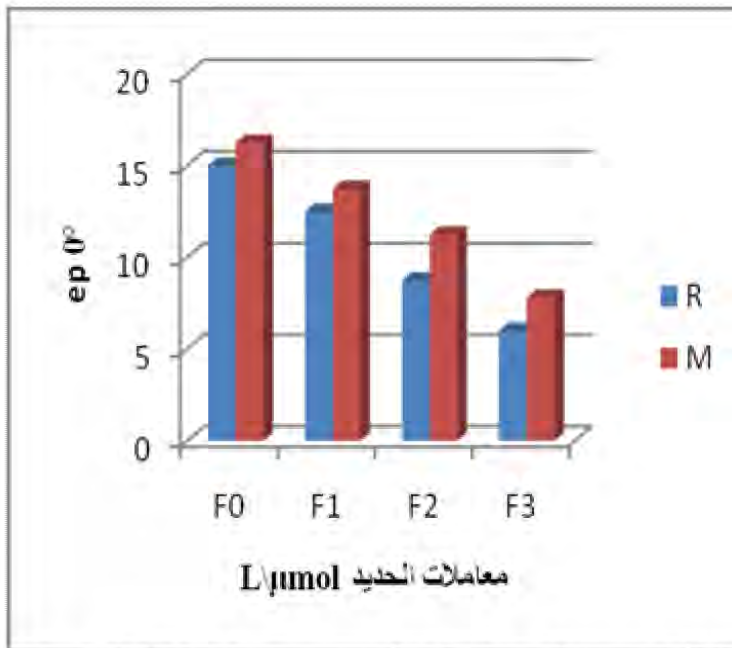
يرجع هذا التناقص في الاستحاث الورقي مع الزيادة في تركيز الحديد مقارنة بالشاهد إلى الزيادة في تخليق الاثيلين (EFE (Ethylène Forming Enzyme) الذي يعتبر الحديد مرافق إنزيم تخليقه (amino cyclopropane carboxylase) حيث يؤدي أي خلل في نشاط هذا الإنزيم إلى نقص في الاثيلن المسؤول على استطالة الجذر الرئيسي و ظهور ذبول على الأوراق و بالتالي الحث على ارتفاع الاستحاث الورقي (Schmidt et al., 2000 , Yousef et al., 2000).

كما تبين الأشكال (1-4) (2-4) اختلاف بين الصنفين حيث كان الانخفاض عند الصنف Riogrand اكبر من الصنف Marmande في التجريبتين أما معاملات الرش أثناء مرحلة النمو الخضري كان الانخفاض عند الصنف Marmande اكبر شكل (3-4) .و يرجع هذا إلى اختلاف الأصناف حسب Wilkinson et al (1995).



شكل (2-4) اثر معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على الاستحثاث الورقي اثناء مرحلة نمو الشتلة

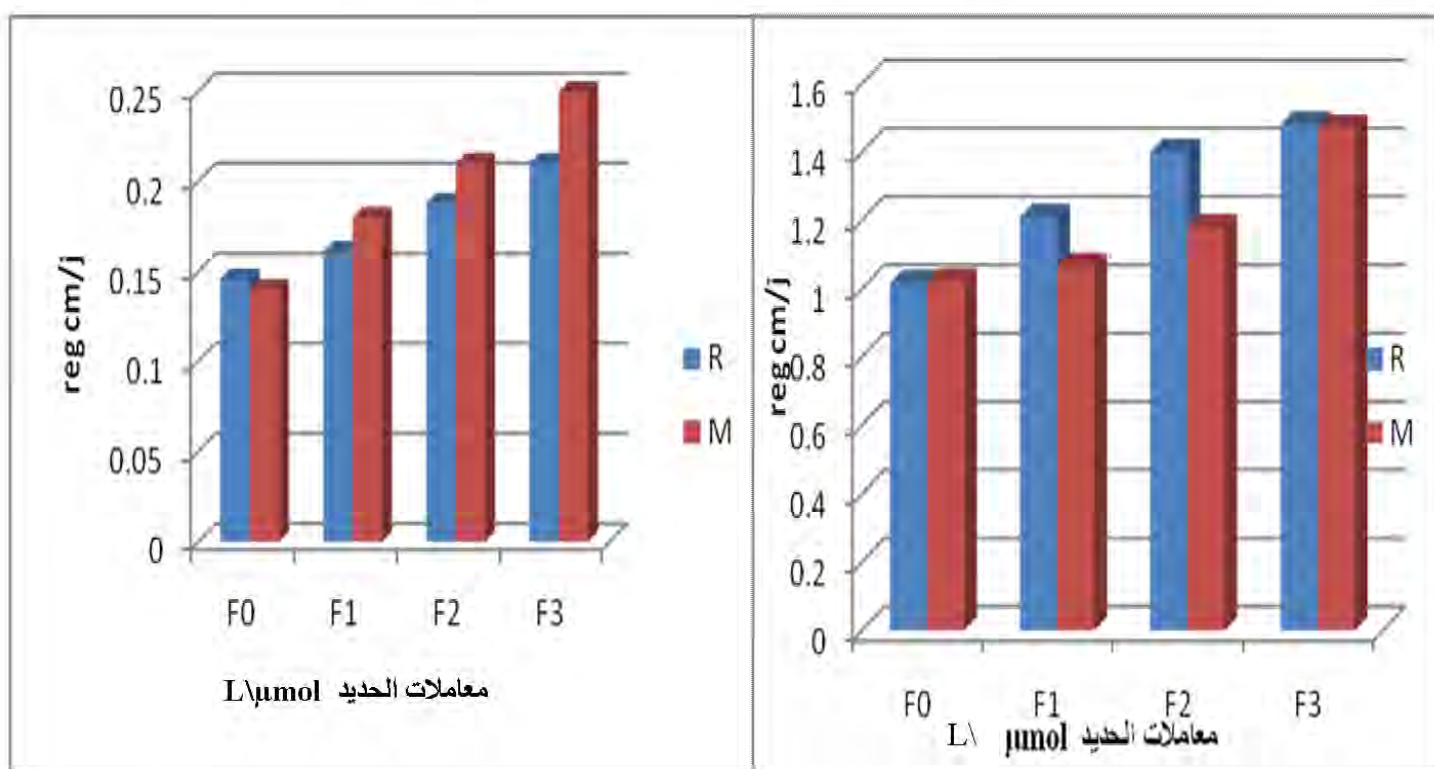
شكل (1-4) اثر معاملات الحديد ب Fe-EDTA على الاستحثاث الورقي خلال مرحلة النمو الخضري



شكل (4-4) اثر معاملات الحديد بصورة FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O على الاستحثاث الورقي اثناء مرحلة نمو الشتلة المعاملة

شكل (3-4) اثر معاملات الحديد على صورة FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O على الاستحثاث الورقي اثناء مرحلة النمو الخضري

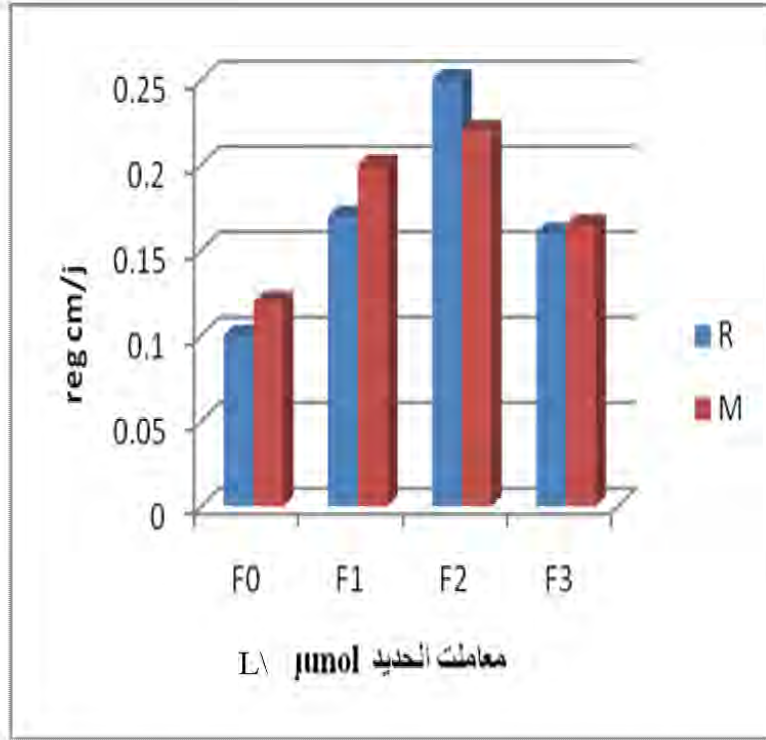
أثرت معاملات الحديد على صورة Fe-EDTA بالتركيز العالي ( $F_3=50 \mu\text{mol/L}$ ) تأثيراً إيجابياً على معدل النمو النسبي (reg) في كلتا المرحلتين  $\text{Fe}^{++}/\text{reg}$ :  $r = 0.578$ ,  $r = 0.731$  (مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري على الترتيب) و هذا مقارنة بالتركيز الأخرى ( $F_1=15 \mu\text{mol/L}$  صورة  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  عند التركيز المنخفض ( $F_2=5 \mu\text{mol/L}$ ) مقارنة بالتركيز العالي ( $F_3=10 \mu\text{mol/L}$ ) أثناء مرحلة نمو الشتلة و النمو الخضري و كانت  $\text{Fe}^{++}/\text{reg}$   $r=0.659$ ,  $r=0.504$  على الترتيب. يمكن القول أن معاملات الحديد بكلتا الصورتين (سقيا، رشاً) قد حسن نمو النبات مقارنة بمعاملات الشاهد ( $F_0$ ) و هذا يتفق مع أعمال (Wassif (1983) المطبقة على نبات الفاصوليا .



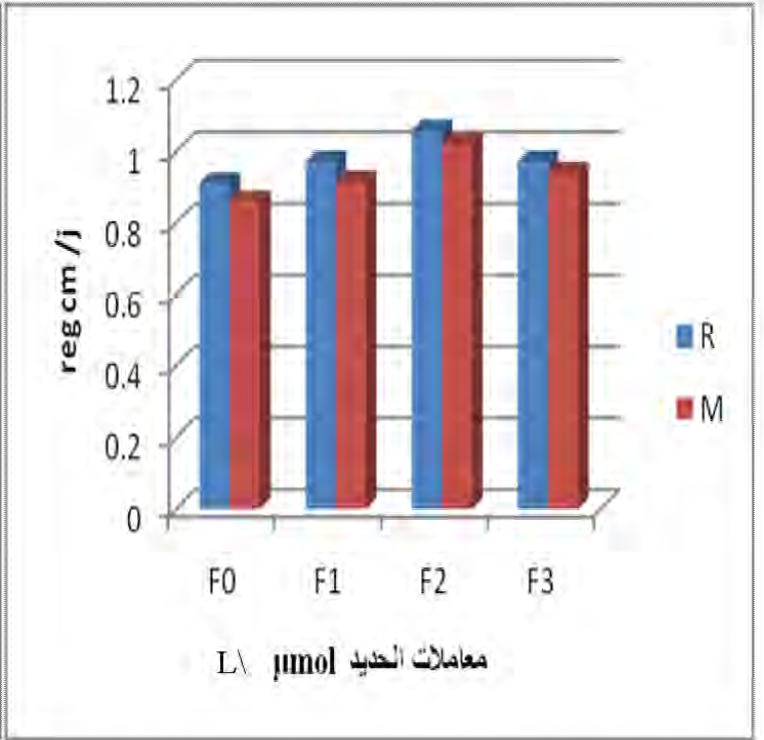
شكل (4-6) تأثير معاملات الحديد على النمو النسبي أثناء مرحلة نمو الشتلة المعاملة ب-Fe EDTA

شكل (4-5) تأثير معاملات الحديد على النمو النسبي أثناء مرحلة النمو الخضري المعاملة ب Fe-EDTA





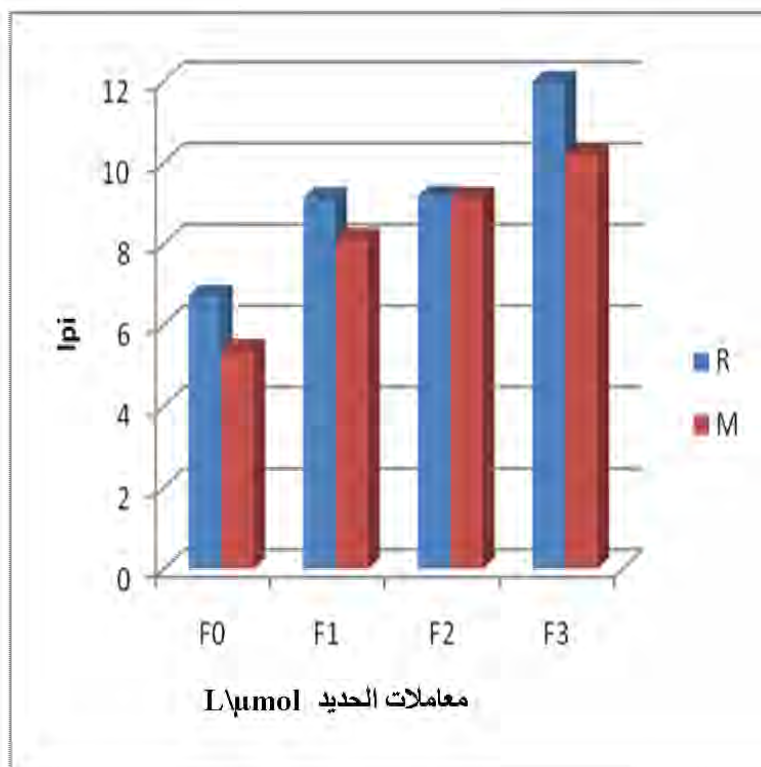
شكل ( 8-4 ) تأثير معاملات الحديد على النمو النسبي أثناء مرحلة نمو الشتلة المعاملة ب  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$



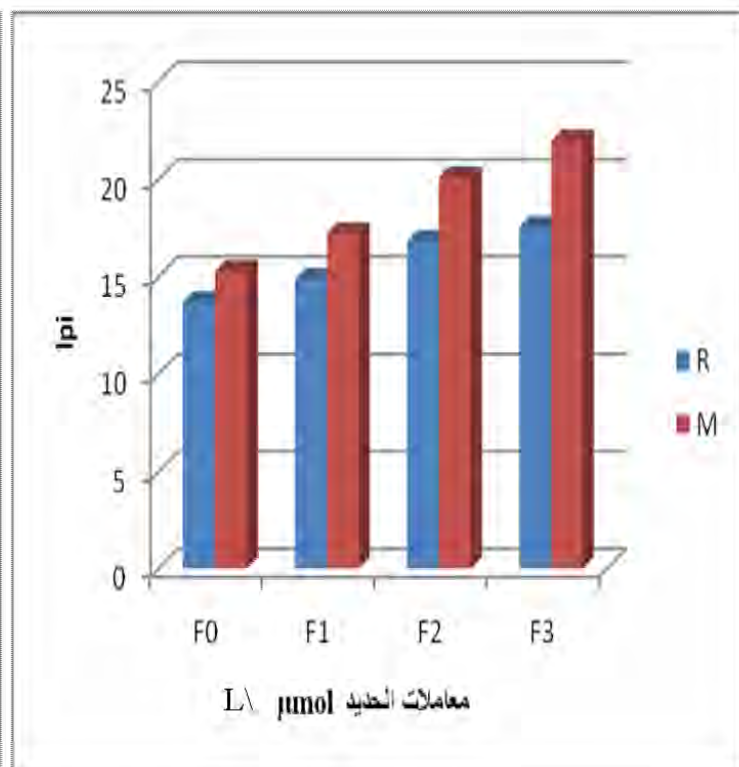
شكل ( 7-4 ) تأثير معاملات الحديد على النمو النسبي أثناء مرحلة النمو الخضري المعاملة ب  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

هذه الزيادة في النمو النسبي كانت مرفقة بزيادة نمو الورقة (lpi) و مؤشر نمو النبات pi نتيجة سهولة انتقال الحديد الميسر إلى الأوراق، حيث بينت الأبحاث أن محتوى الأوراق الخضراء بالحديد النشط  $Fe^{++}$  يفوق بكثير محتوى الأوراق التي يظهر عليها الاصفرار حتى ولو كان محتوى الحديد الكلي كبيراً (Shingles et al., 2002) هذه النتيجة يؤكدها الارتباط الموجب المسجل أثناء مرحلة نمو الشتلة و النمو الخضري عند المعاملة ب Fe-EDTA ( $r=0.567$ ،  $r=0.543$ :  $Fe^{++}/lpi$ ) أما معاملات  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  فكانت الارتباطات  $r=0.525$ ،  $r=0.305$  أثناء مرحلة نمو الشتلة و النمو الخضري على الترتيب. فسر هذا من طرف Ana et al., 2000 بارتفاع النواتج الايضية في الأوراق مثل حامض الاسكوربيك الذي يلعب دوراً كبيراً في نقل العناصر الغذائية داخل النبات و التدفق القليل للحديد في ستوبلازم خلايا الأوراق يؤدي إلى انخفاض نشاط إنزيم Fe-citrate reductase المتواجد بالغشاء البلازمي و يزيد من حموضة ستوبلازم هذه الخلايا التي تتلف نتيجة حدوث حروقات . حيث سجلت أعلى قيمة عند معاملة الصنف Riogrand بالتركيز العالي

النمو الخضري فكانت الزيادة عند الصنف Marmande شكل (9-4) .  
 على صورة Fe-EDTA أثناء مرحلة نمو الشتلة شكل (10-4) أما مرحلة



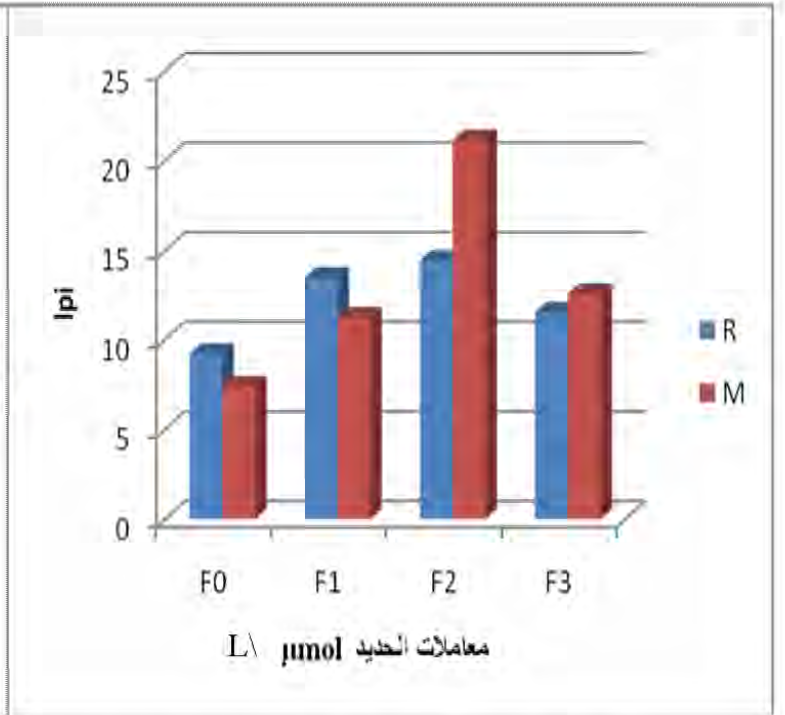
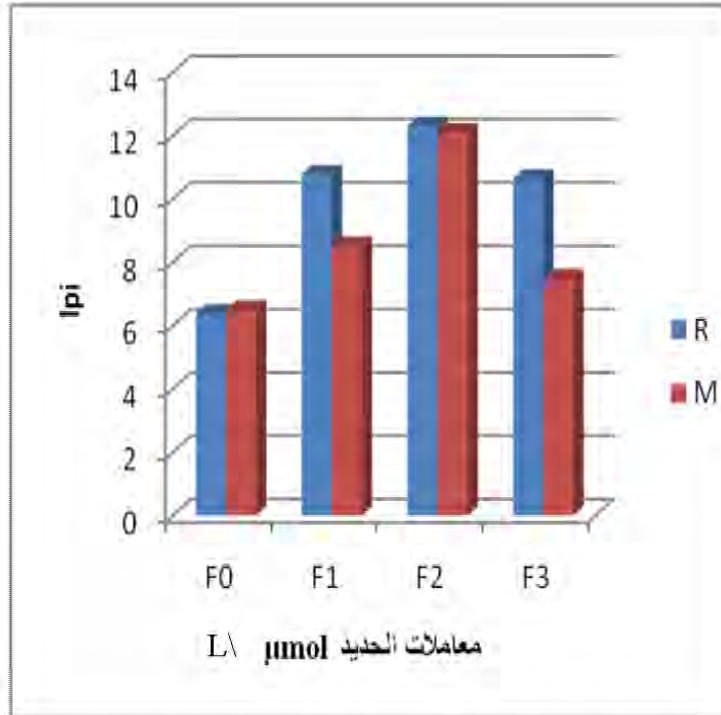
شكل (10-4) تأثير معاملات الحديد على مؤشر نمو الورقة أثناء مرحلة نمو الشتلة المعاملة ب Fe-EDTA



شكل (9-4) تأثير معاملات الحديد على مؤشر نمو الورقة أثناء مرحلة النمو الخضري المعاملة ب Fe-EDTA

في حين اثر التركيز (F<sub>2</sub>=5 μmol/L) على صورة FeSO<sub>4</sub>7H<sub>2</sub>O تأثيرا متماثلا أثناء مرحلة نمو الشتلة. بينما تبين التأثير بين الصنفين عند التركيز (F<sub>1</sub>، F<sub>3</sub>) و سجلت Riogrand شراهة اكبر للحديد عند هذه التراكيز شكل (12-4) . و اختلف تأثير التركيز (F<sub>2</sub>=5 μmol/L) على الصنفين أثناء مرحلة النمو الخضري، فسجل الصنف Marmande نموا جيدا عند هذا التركيز مقارنة بالصنف Riogrand و كذلك عند التركيز (F<sub>3</sub>=10 μmol/L) . و تفوق الصنف Riogrand المعامل بالتركيز (F<sub>1</sub>=2.5 μmol/L) شكل (11-4) و على العموم تميز الصنف بتفوق النمو مقارنة بالشاهد و هذا أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري .



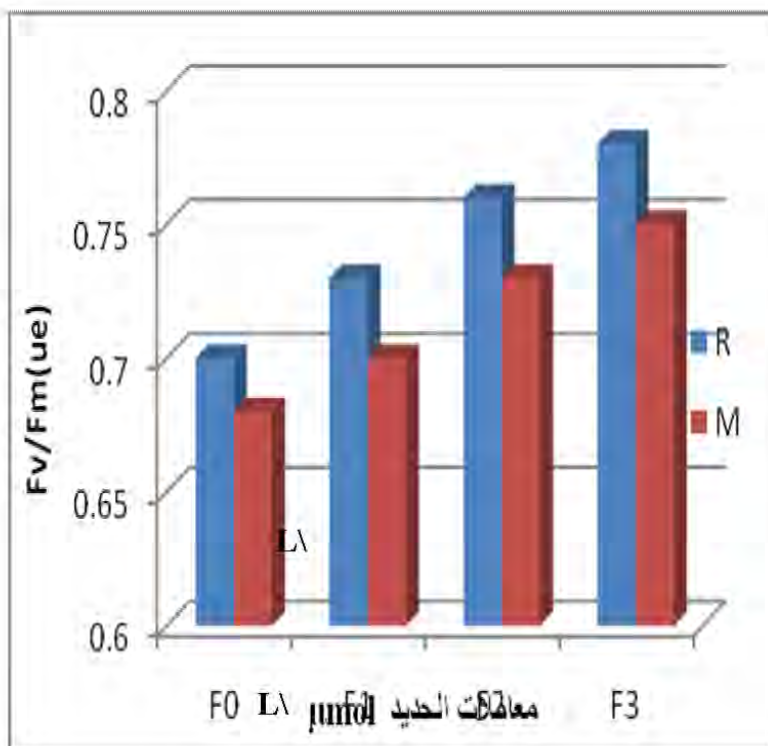


شكل (4-12) تأثير معاملات الحديد على مؤشر نمو الورقة أثناء مرحلة نمو الشتلة المعاملة ب  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

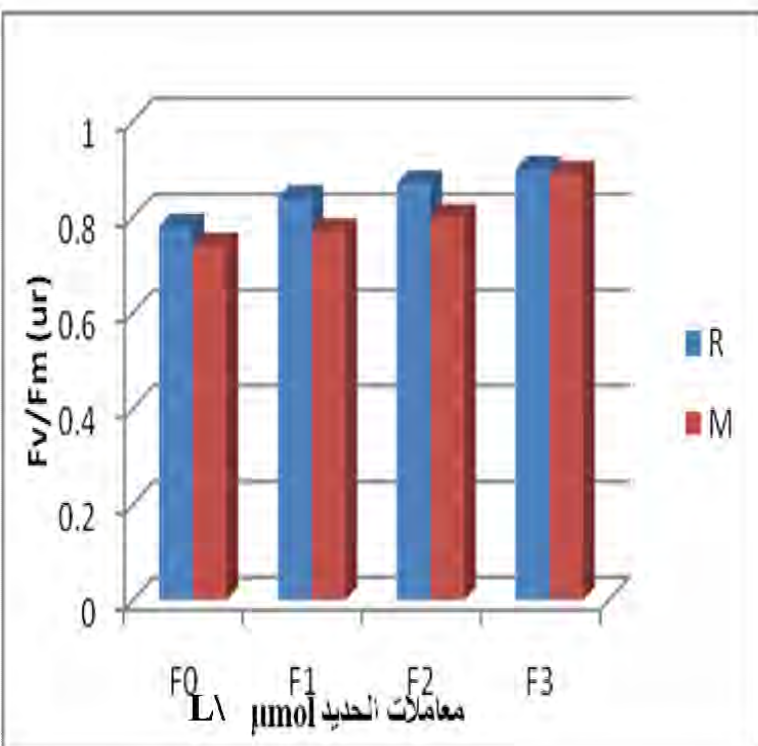
شكل (4-11) تأثير معاملات الحديد على مؤشر نمو الورقة أثناء مرحلة النمو الخضري المعاملة ب  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

#### 4-2- تأثير الحديد على العمليات الفيزيولوجية :

يعتبر الحديد العنصر المؤثر على مختلف العمليات الحيوية في النبات فقد بينت النتائج المتحصل عليها أن الحديد المضاف إلى التربة على صورة Fe-EDTA ورشاً على الأوراق بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  له تأثيرات مختلفة على المظاهر الفيزيولوجية للنبات حيث ظهر على الصنفين استجابة الاستقطاب الطاقة الضوئية (Fv/Fm) بزيادة تركيز الحديد إذ سجل الصنف Riogrand مقارنة بالصنف Marmande استقطاباً ضوئياً متميزاً عند جميع معاملات الحديد على صورة Fe-EDTA أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري و تفوق التركيز (F3=50 μmol/L) على هذا التأثير مقارنة بالتركيز (F1=15 μmol/L) و (F2=25 μmol/L) و معاملات الشاهد (F0) ،شكل (4-13) والشكل (4-14) يوضح ذلك، كما سجلت هذه المعاملات الارتباطات  $r=0.688$  ،  $r=0.522$  :  $Fe^{++}/(Fv/Fm)$  ( مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري على الترتيب ).



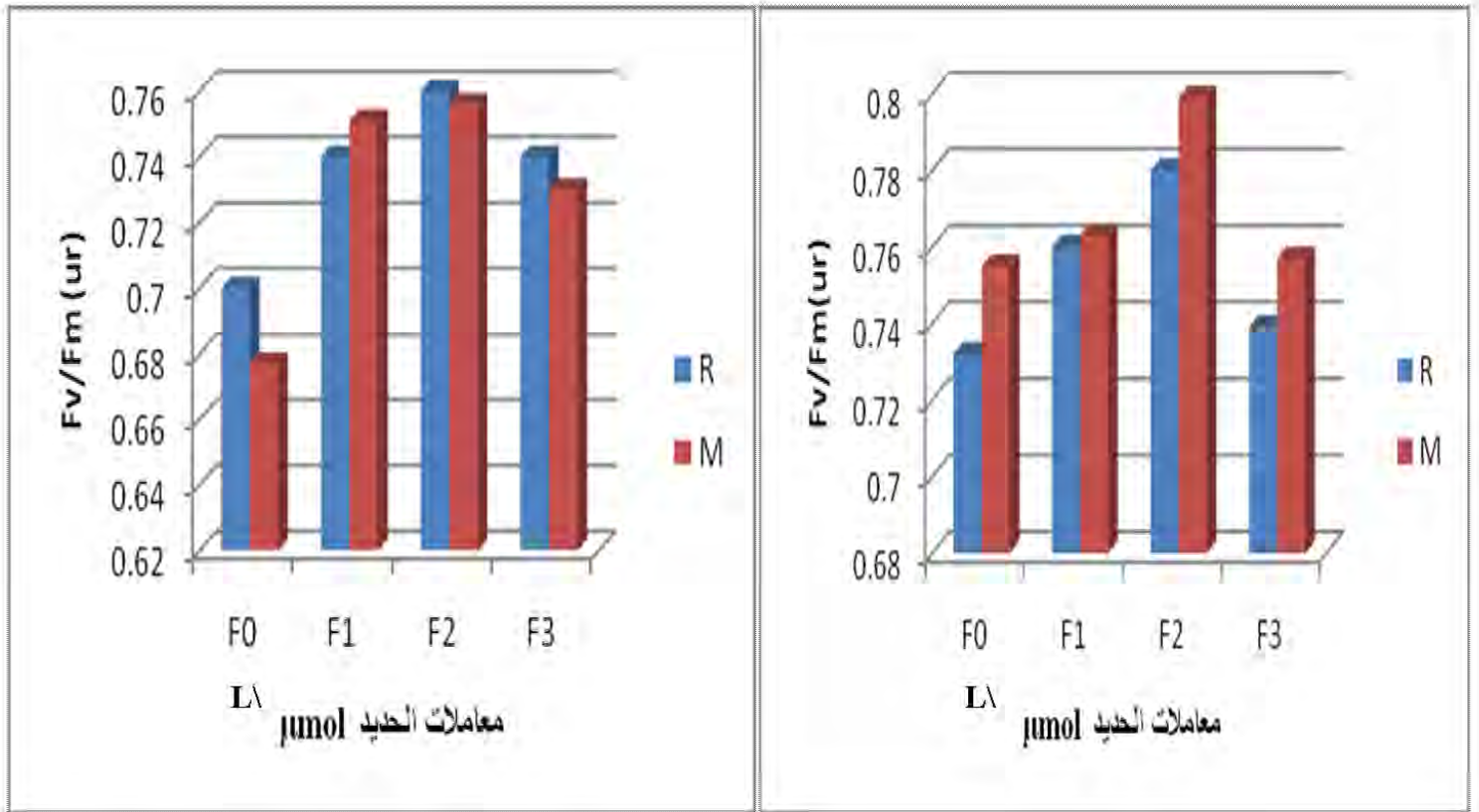
شكل (4-14) تأثير معاملات الحديد على فاعلية استقطاب الطاقة الضوئية للنظام الضوئي الثاني أثناء مرحلة نمو الشتلة المعاملة ب Fe-EDTA



شكل (4-13) تأثير معاملات الحديد على فاعلية استقطاب الطاقة الضوئية للنظام الضوئي الثاني أثناء مرحلة النمو الخضري المعاملة ب Fe-EDTA

بينما التأثير بالتركيز (F<sub>2</sub>=5 μmol/L) على صورة FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O كان شبه متماثل لدى الصنفين أثناء مرحلة نمو الشتلة الشكل (4-16) فتفوق الصنف Marmande أثناء مرحلة النمو الخضري عند المعاملة بالتركيز (F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>) مقارنة بالتركيز (F<sub>1</sub>) و الشاهد كما هو موضح في الشكل (4-15) . على العموم سجل ارتباطا ايجابيا عند المعاملة بهذه الصورة (Fv/Fm) / Fe<sup>++</sup> r=0.419, r=0.33 خلال مرحلة الشتلة و المرحلة الخضرية على الترتيب.



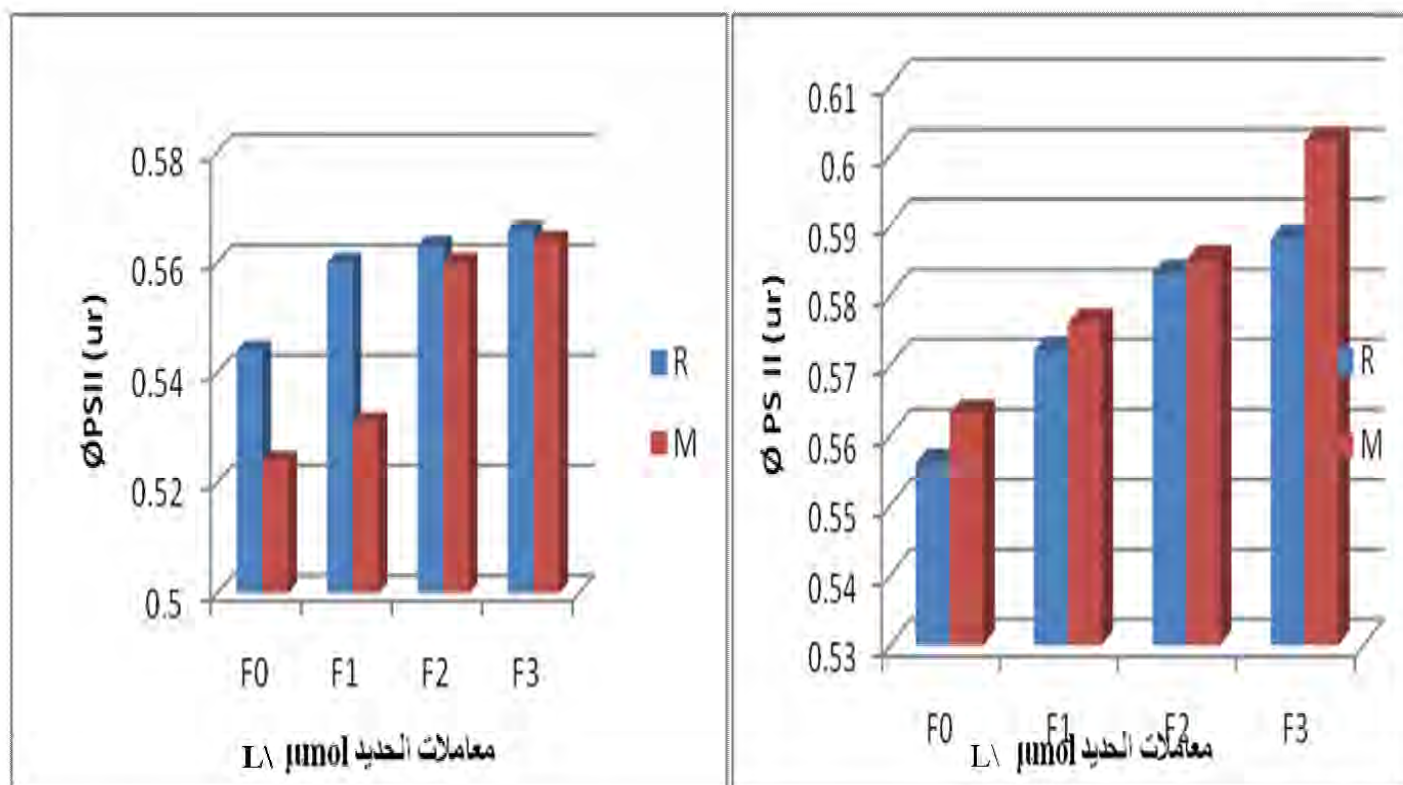


شكل (4-16) تأثير معاملات الحديد على فاعلية استقطاب الطاقة الضوئية للنظام الضوئي الثاني أثناء مرحلة نمو الشتلة المعاملة ب  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

شكل (4-15) تأثير معاملات الحديد على فاعلية استقطاب الطاقة الضوئية للنظام الضوئي الثاني أثناء مرحلة النمو الخصري المعاملة ب  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

تكون هذه الاستجابة نتيجة تأثير الحديد على كفاءة الكيمياء الضوئية و امتصاص الأشعة الضوئية حيث يؤدي نقص الحديد إلى نقص قدرة امتصاصها و ذلك لانخفاض مستقبل الصبغات (صبغات التمثيل الضوئي) Photosynthétiques وهذه النتائج تتفق مع (Pascal and Dorn., 1994) (Farineau and Morat., 2006). يؤثر هذا حسب (Cyrin ( 2005) على معدل نقل الإلكترونات في النظام الضوئي PSII حيث تؤدي زيادة امتصاص الصبغات بفعل تأثير الحديد إلى رفع طاقة الإلكترون من مستوى منخفض إلى مستوى أعلى، لذلك يؤدي نقص الحديد إلى حدوث تلف في مراكز التفاعل ( $D_1-D_2$ ) لوجود ذرة حديد بين  $D_2$ ,  $D_1$  (Richter., 1993) كما إن المستقبل الأول للإلكترونات للنظام الضوئي PSI مرتبط ببروتين (حديد ، كبريت) هو (férrédoxine) Fd من جهة أخرى نقص الحديد يؤدي إلى بعثرة الطاقة الضوئية على شكل حرارة. و يفسر هذا بارتفاع المردود الكمي للنظام الضوئي الثاني  $\Phi_{PSII}$  بزيادة تركيز الحديد الذي يكون مرفق بزيادة بروتينات

غشاء الثيلاكويد التي لها علاقة مباشرة بنظام الاستقطاب الضوئي و تحويل الطاقة الضوئية المتجمعة الى طاقة كيميائية على مستوى الأنظمة الضوئية PSI، PSII (Vredenberg., 2000) و بينت الدراسة أن الصنف Riogrand اظهر مردودا كمييا كبيرا للنقل الالكتروني OPSII عند المعاملة بالتركيز (L/  $\mu\text{mol } 15 = F_1$ ) و معاملة الشاهد (F0) على صورة Fe-EDTA مقارنة بالصنف Marmande في حين كان التأثير شبه متماثل في الصنفين عند المعاملة بالتركيز (L/  $\mu\text{mol } 25 = F_2$ ) و (L/  $\mu\text{mol } 50 = F_3$ ) ، هذا أثناء مرحلة نمو الشتلة شكل (4-14) بينما تفوق الصنف Marmande أثناء مرحلة النمو الخضري عند جميع التراكيز تحت الدراسة شكل (4-13) و كانت الارتباطات  $r = 0.535$   $\text{Fe}^{++}/\text{OPSII}$  و  $r = 0.683$ .



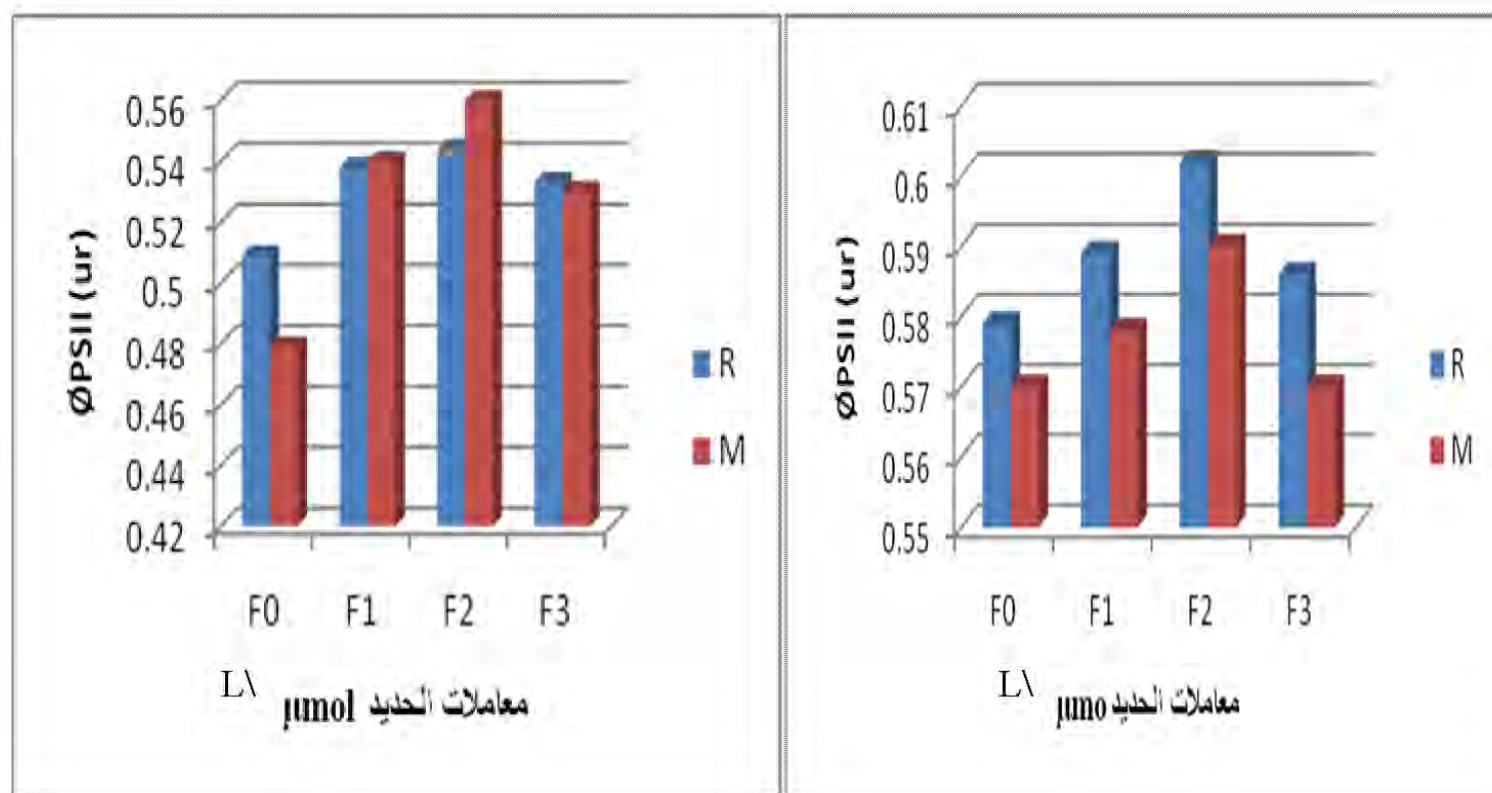
شكل (4-14) تأثير معاملات الحديد على المرود الكمي للنظام الضوئي OPSII أثناء مرحلة نمو الشتلة المعاملة ب Fe-EDTA

شكل (4-13) تأثير معاملات الحديد على المرود الكمي للنظام الضوئي OPSII أثناء مرحلة النمو الخضري المعاملة ب Fe-EDTA

أما المعاملة بالتركيز (L/  $\mu\text{mol } 5 = F_2$ ) على صورة  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  أثرت تأثيرا ايجابيا على المرود الكمي للتدفق الالكتروني OPSII و هذا في كلا المرحلتين ،حيث تماثل التأثير بين الصنفين أثناء مرحلة نمو الشتلة تحت التركيز (L/  $\mu\text{mol } 10 = F_3$ ) و (L/  $\mu\text{mol } 5 = F_2$ ) كما هو مبين في



الشكل (4-16) بينما أظهر الصنف Riogrand تقوفا متميزا أثناء مرحلة النمو الخضري و هذا تحت تأثير جميع معاملات الحديد شكل (4-15). سجل الارتباط ( $\text{Fe}^{++}/\text{OPSII}$ ):  $r=0.782$ ,  $r=0.508$  (مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري على الترتيب ) .يمكن القول أن معاملات الشاهد ( $F_0$ ) كانت وسطا جد ملائم للصنف Riogrand مقارنة بالصنف Marmande (Iwata and Barber., 2004).

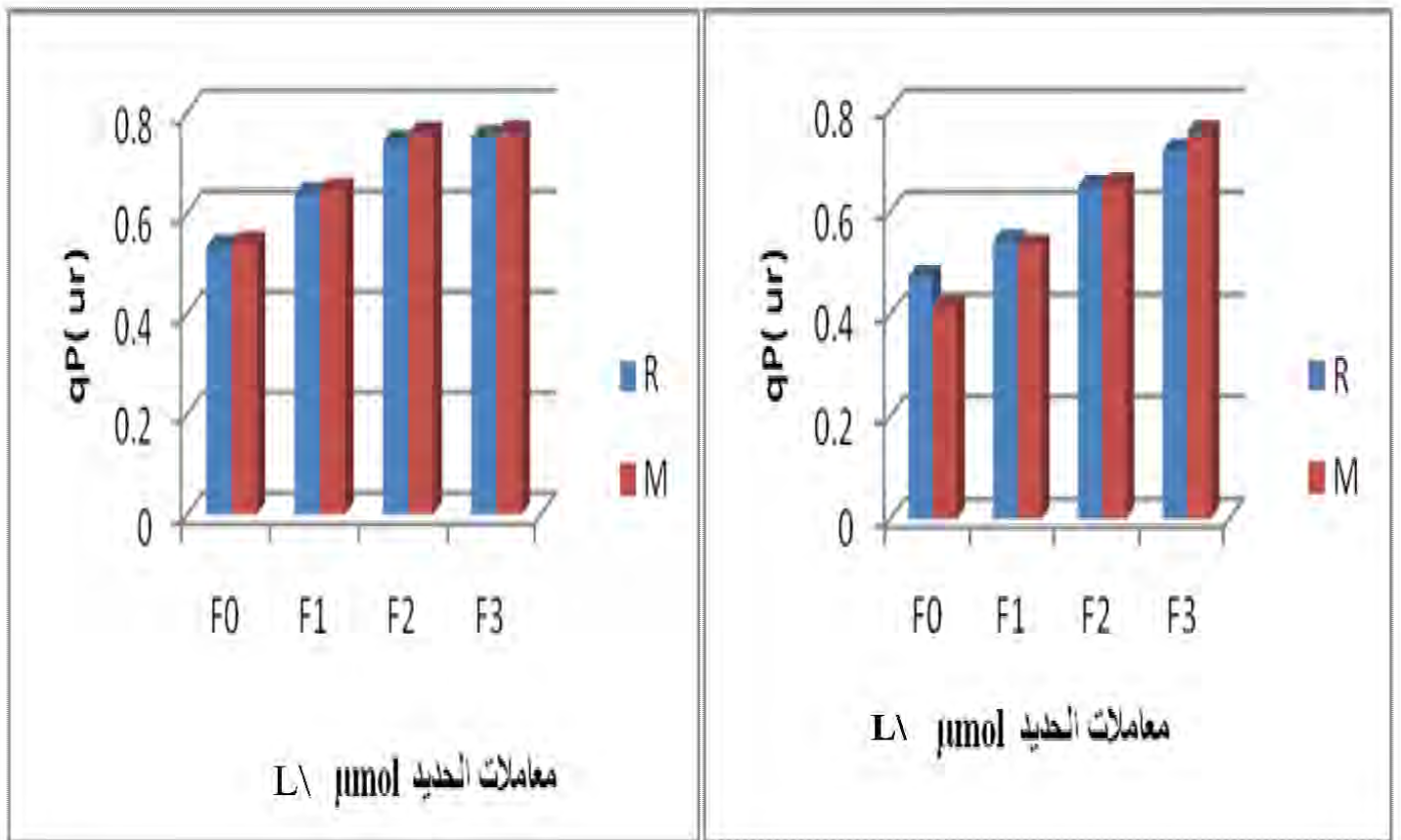


شكل (4-16) تأثير معاملات الحديد بصورة  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  على المرود الكمي للنظام الضوئي OPSII أثناء مرحلة نمو الشتلة

شكل (4-15) تأثير معاملات الحديد بصورة  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  على المرود الكمي للنظام الضوئي OPSII أثناء مرحلة النمو الخضري

أما القدرة الاختزالية للحديد النشط  $\text{Fe}^{++}$  على مستوى مراكز تفاعل الأنظمة الضوئية (D2-D1) تؤدي إلى ارتفاع فاعلية استعمال الطاقة المتهدجة بوجود إنزيمات الستروما التي تشترك في تثبيت  $\text{CO}_2$  و يترتب عن ذلك زيادة إخماد الكيمياء الضوئية (qP)

( Arulanantham.et al.,1990 ,Bilger et al., 1995 )، حيث تبين النتائج ان المعاملات بالتركيز العالي للحديد ( $F_3=50 \mu\text{mol L}^{-1}$ ) على صورة Fe-EDTA اعطى تفوقا ملحوظا على معامل احماد الكيمياء الضوئية (qP) و هذا مقارنة بالتركيز ( $F_2=25 \mu\text{mol L}^{-1}$ )، ( $F_1=15 \mu\text{mol L}^{-1}$ ) و معاملة الشاهد ( $F_0$ ) أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري لكلا التجريبتين . كما في الشكل (4-17)(4-18) و التي كانت الارتباطات بها  $r=0.768$   $\text{Fe}^{++}/\text{qP}$  ،  $r=0.729$  أثناء مرحلتي النمو (مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري على الترتيب) .

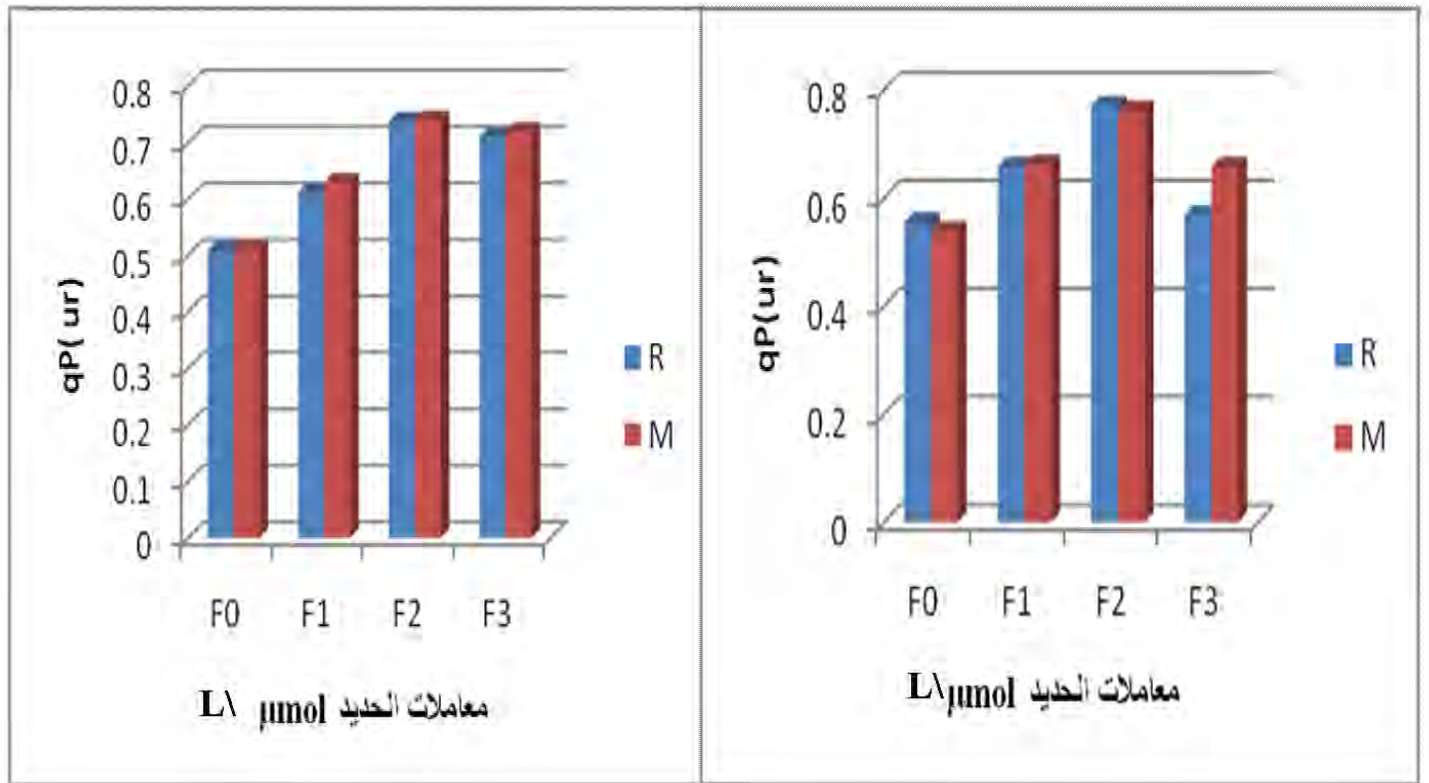


شكل (4-18) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على إحماد الكيمياء الضوئية أثناء مرحلة نمو الشتلة

شكل (4-17) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على إحماد الكيمياء الضوئية أثناء مرحلة النمو الخضري

إما التركيز ( $F_2=5 \mu\text{mol L}^{-1}$ ) على صورة  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  اظهر تفوقا على معامل إحماد الكيمياء الضوئية (qP) مقارنة بالتركيز  $F_2$ ،  $F_3$  و الشاهد ( $F_0$ ) أثناء مرحلة نمو الشتلة و النمو الخضري لكل من الصنفين (Marmande ، Riogrand). شكل (4-19)(4-20) و كانت ارتباطات هذه المعاملة  $r=0.611$  :  $\text{Fe}^{++}/\text{qP}$  ،  $r=0.38$  ايجابية .





شكل (4-20) تأثير معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على إخماد الكيمياء الضوئية أثناء مرحلة نمو الشتلة المعاملة

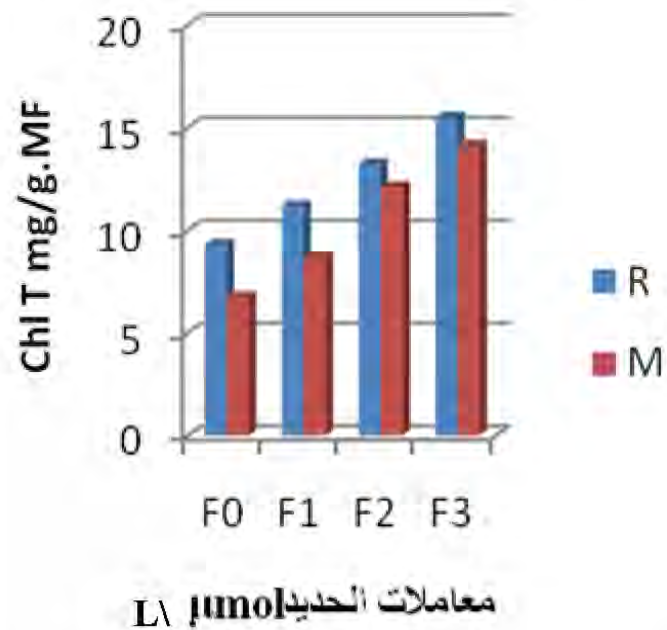
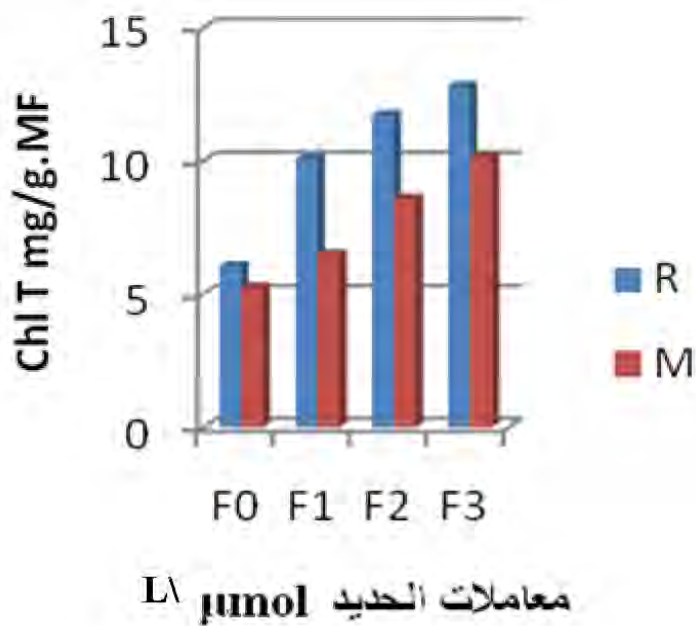
شكل (4-19) تأثير معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على إخماد الكيمياء الضوئية أثناء مرحلة النمو الخضري

الأمر الذي انعكس على انخفاض الكيمياء اللاضوئية (qNP) أثناء مرحلة نمو الشتلة والنمو الخضري في كلا التجريبتين (Terry.,1980, Schreiber et al., 1986, Farineau and Morat .,2006).

#### IV-3- تأثير الحديد على العمليات البيوكيميائية :

بينت النتائج المتحصل عليها أن معاملات الحديد المضاف في التربة على صورة Fe-EDTA ورشا على الأوراق في صورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ، نتج عنها زيادة في محتوى الأوراق من الصبغات بزيادة تركيز الحديد مقارنة بالشاهد، حيث سجل ارتفاع في نواتج التمثيل الكلوروفيلي  $r = 0.719$   $Fe^{++}/Ch T$  (Ch T)  $r = 0.752$  (Fe-EDTA) و  $r = 0.617$ ،  $r = 0.685$   $(FeSO_4 \cdot 7H_2O)$  أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري على الترتيب لكلا التجريبتين . ذلك لان تخليق حمض Aminolevulic - § الذي يسبق تكوين الكلوروفيل كذلك تمثيل Protpchlorophyllide من Mg-protoporphyrin تتطلب ذرة حديد.

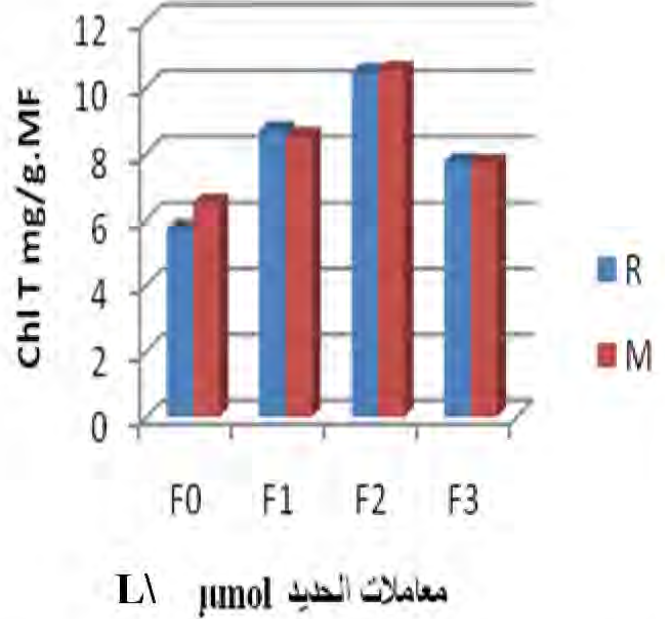
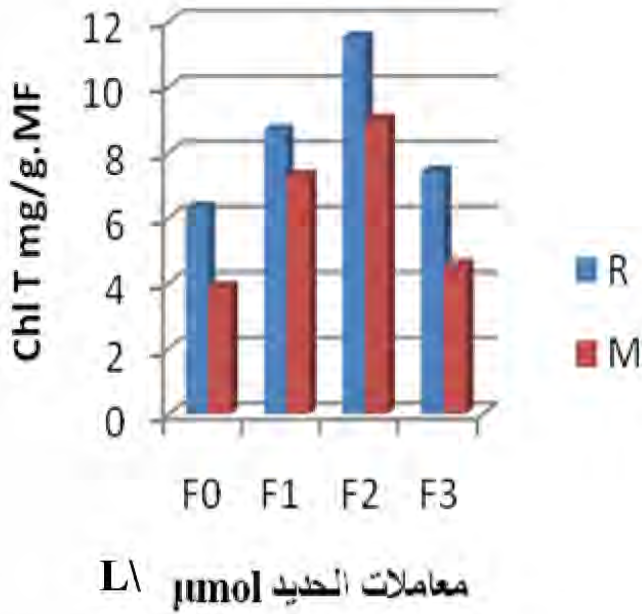
(Chereskin and Caselfrancol.,1982,Richter .,1993, Lix et al., 2000). كما تتفق هذه النتائج مع أعمال Terry and Zayed(1995) الذين بينوا أن نقص الحديد عند نبات الذرة (maise) يؤدي إلى نقص الكلوروفيل. من خلال الأشكال يتضح أن الصنف Riogrand أظهر استجابة كبيرة لمعاملات الحديد أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري تحت معاملات Fe-EDTA شكل (22-4) (21-4).



شكل ( 4-26 ) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي خلال مرحلة نمو الشتلة

شكل ( 4-25 ) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي خلال مرحلة النمو الخضري

تفوق كذلك الصنف Riogrand أثناء مرحلة نمو الشتلة أثناء المعاملة بـ  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  مقارنة بالصنف Marmande بينما تقارب محتوى الكلوروفيل الكلي في أوراق الصنفين خلال مرحلة النمو الخضري شكل ( 4-27 ) ( 4-28 ) .



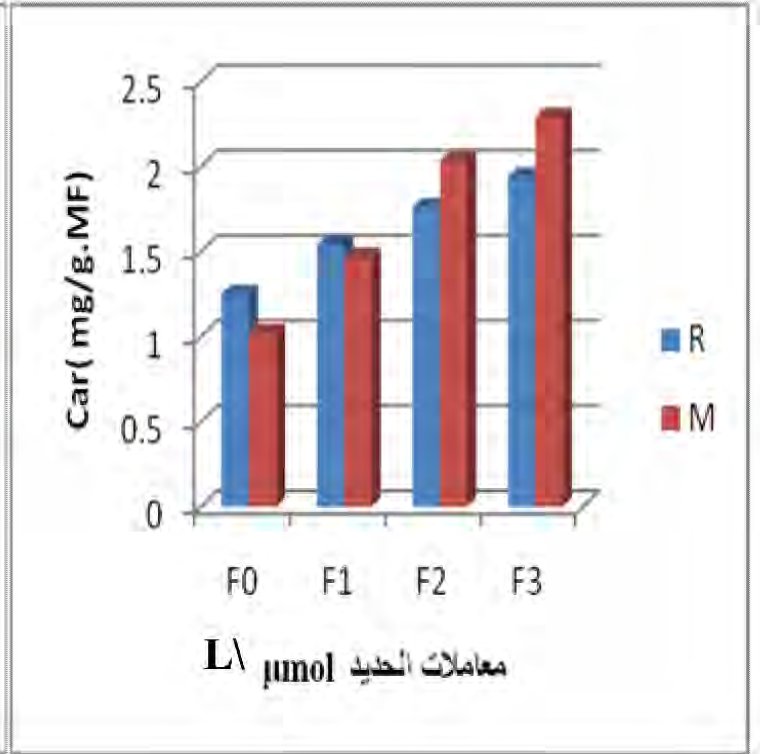
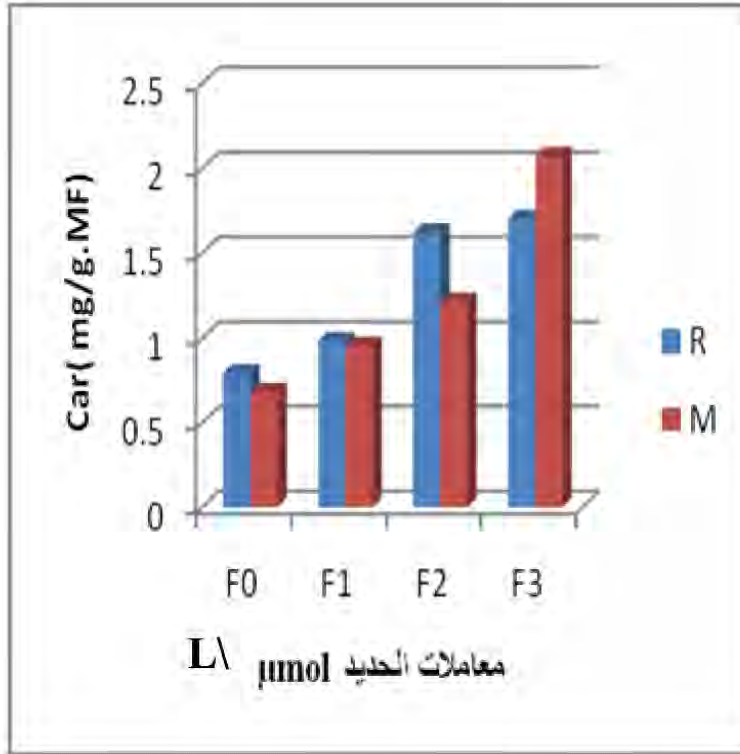
شكل (4-28) تأثير معاملات الحديد بصورة  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  على محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي خلال مرحلة نمو الشتلة

شكل (4-27) تأثير معاملات الحديد بصورة  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  على محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي خلال مرحلة النمو الخضري

هذه النتائج تتفق مع (Ailkaki 1992) و (Eckhard et al 2000).

ارتفع محتوى الأوراق من الكاروتين (Car) المعاملة بالحديد إذ أظهر الصنف Riogrand استجابة أكبر عند التركيز (F<sub>2</sub> = 25  $\mu\text{mol}$  / L) أما الصنف Marmande فأبدى استجابة أكبر عند التركيز (F<sub>3</sub> = 50  $\mu\text{mol}$  / L) عند المعاملات ب Fe-EDTA أثناء مرحلة نمو الشتلة شكل (4-29) (4-30). أما مرحلة النمو الخضري فقد تفوق الصنف Riogrand عند التركيز المنخفض (F<sub>1</sub> = 15  $\mu\text{mol}$  / L) و الشاهد. بينما ارتفع محتوى الأوراق من الكاروتين عند الصنف Marmande المعامل بالتركيز (F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>) مقارنة بالصنف Riogrand. شكل (4-29) و كانت ارتباطات معاملات Fe-EDTA أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري على الترتيب هي (Lix et al 2000)  $r = 0.768$  و  $r = 0.762$   $\text{Fe}^{++}/\text{Car}$ .

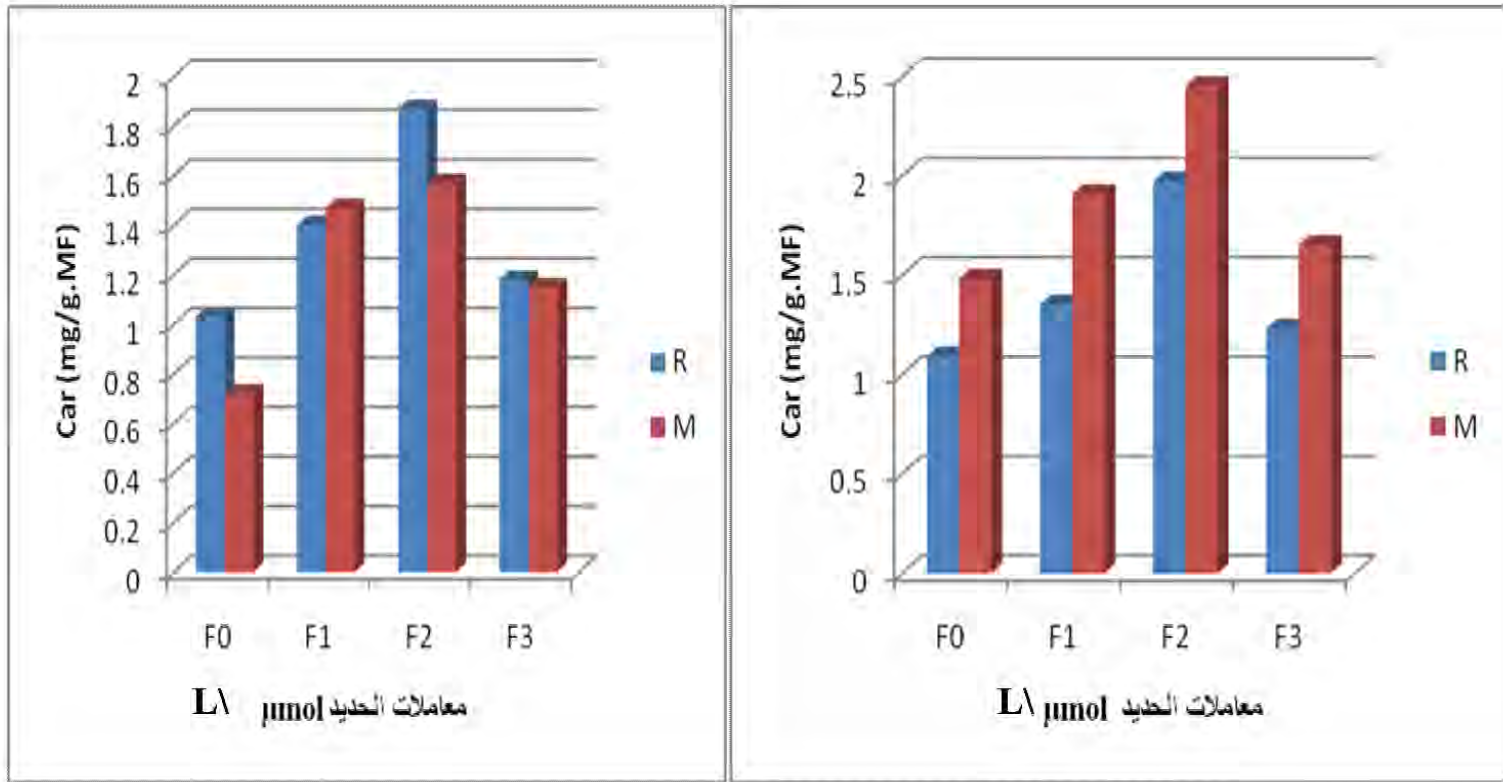




شكل (4-30) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على محتوى الأوراق من الكاروتين خلال مرحلة نمو الشتلة

شكل (4-29) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على محتوى الأوراق من الكاروتين خلال مرحلة النمو الخضري

في حين كانت معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  أكثر تأثيراً على محتوى الكاروتين في أوراق الصنف Riogrand مقارنة بالصنف Marmande أما باقي التراكيز فكان للصنفين نفس الاستجابة تقريباً شكل (4-32). و أظهر الصنف Marmande استجابة أكبر لمعاملات الحديد عند كل التراكيز. كما هو مبين في الشكل (4-31) وسجلت الارتباطات  $r=0.642$ ،  $r=0.656$  أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري على الترتيب .

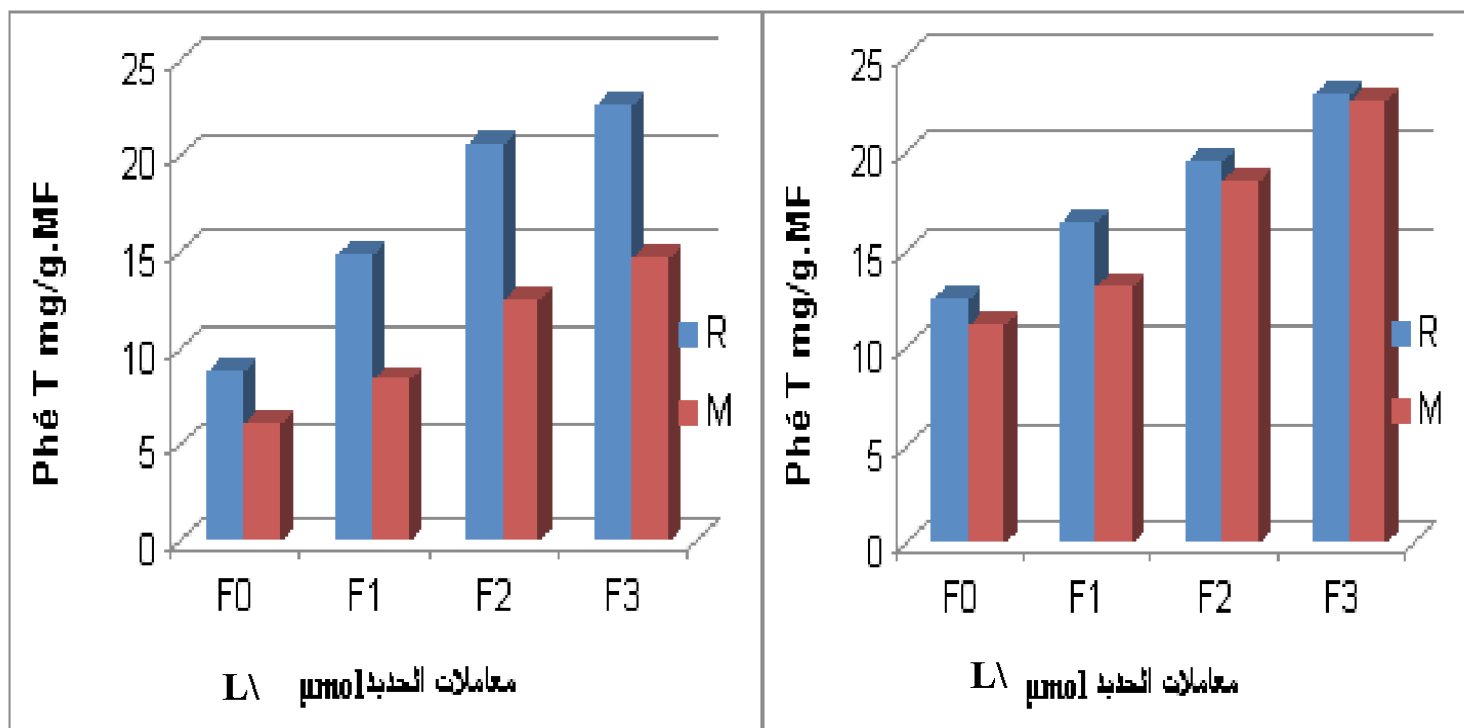


شكل (4-32) تأثير معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على محتوى الأوراق من الكاروتين خلال مرحلة نمو الشتلة

شكل (4-31) تأثير معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على محتوى الأوراق من الكاروتين خلال مرحلة النمو الخضري

ترجع هذه الزيادة في الكاروتين إلى الدور الذي يلعبه الحديد في تمثيل المكونات البروتينية لغشاء التيلاكويد منها الكاروتين الذي يقوم بامتصاص الطاقة الضوئية و نقلها إلى الكلوروفيل (a) ليتمكن هذا الأخير من الأكسدة الضوئية (Zelitch et al., 1991, Morat- Gaudry et al., 2001).

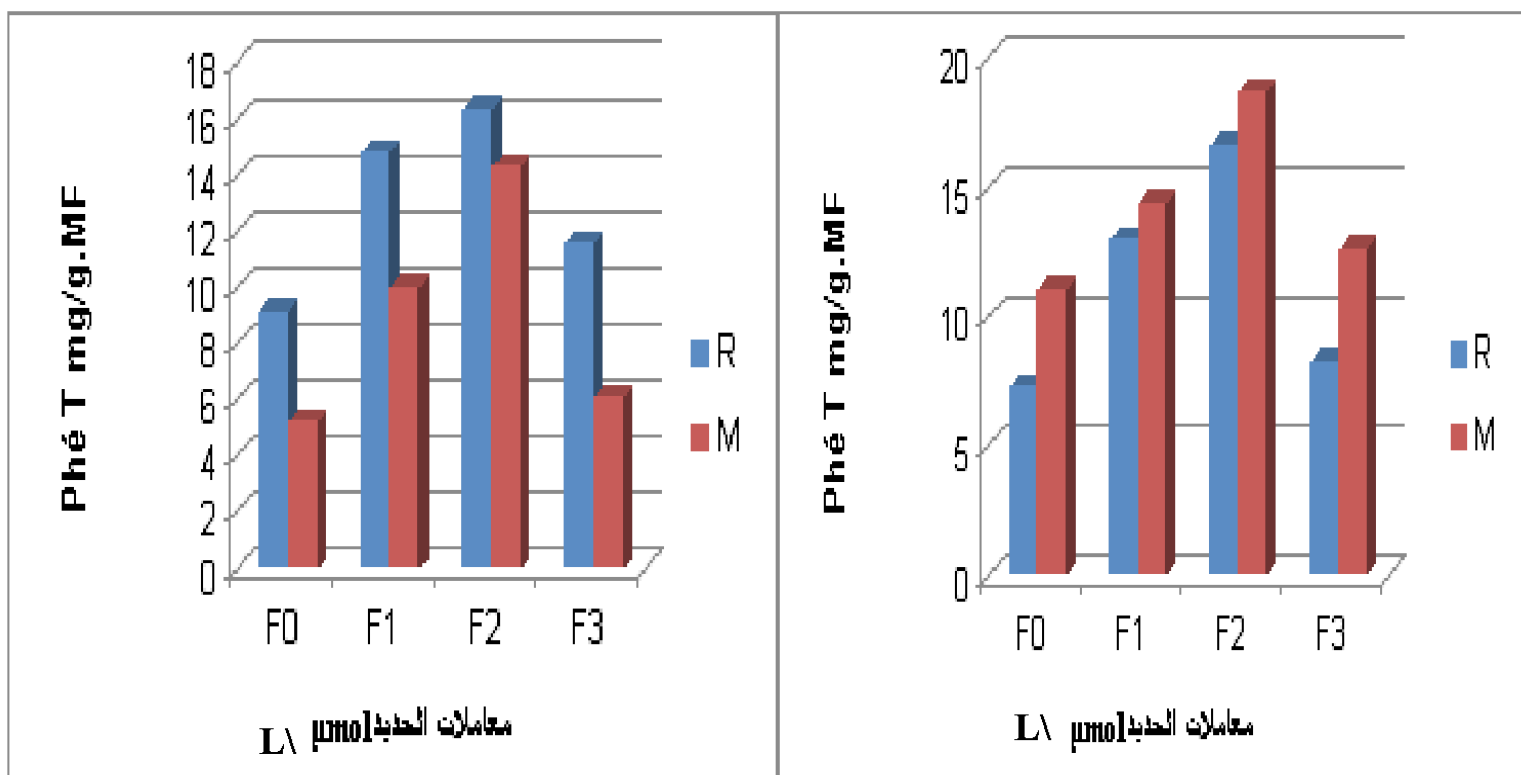
كما زاد تركيز الفيوبيتين (phe T) بزيادة تركيز الحديد و سجلت الارتباطات التالية:  $Fe^{++}/phe T$   $r=0.468$  ،  $r=0.717$  و (Fe-EDTA)  $r= 0.724$  ،  $r= 0.942$  و تبين الأشكال ان الصنف Riogrand ابدى استجابة اكبر لمعاملات الحديد (Fe-EDTA) حيث بلغت اعلى قيمة للفيوفيتين عند التركيز  $F_3=50 \mu mol/L$  مقارنة بالشاهد . كما تاثر الصنف Marmande لكن بصورة اقل من الصنف Riogrand الشكل (4-34) (4-33).



شكل (4- 34) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على محتوى الأوراق من الفيوفيتين خلال مرحلة نمو الشتلة

شكل (4- 33) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على محتوى الأوراق من الفيوفيتين خلال مرحلة النمو الخضري

أما معاملات الرش ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) فقد تفوق بها الصنف Riogrand أثناء مرحلة نمو الشتلة و سجل أعلى قيمة للفيوفيتين عند التركيز  $5 = \text{F}_2$   $\mu\text{mol/L}$ ، بينما انخفض عند التركيز  $10 = \text{F}_3$   $\mu\text{mol/L}$  و اظهر الصنف Marmande استجابة اكبر أثناء مرحلة النمو الخضري حيث ارتفع محتوى الفيوفيتين في أوراقه خاصة عند التركيز ( $5 = \text{F}_2$ )  $\mu\text{mol/L}$  مقارنة بالتركيز الأخرى  $\text{F}_0$  و  $\text{F}_1$  و  $\text{F}_2$ .



شكل (4- 36) تأثير معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على محتوى الأوراق من الفيوفيتين خلال مرحلة نمو الشتلة

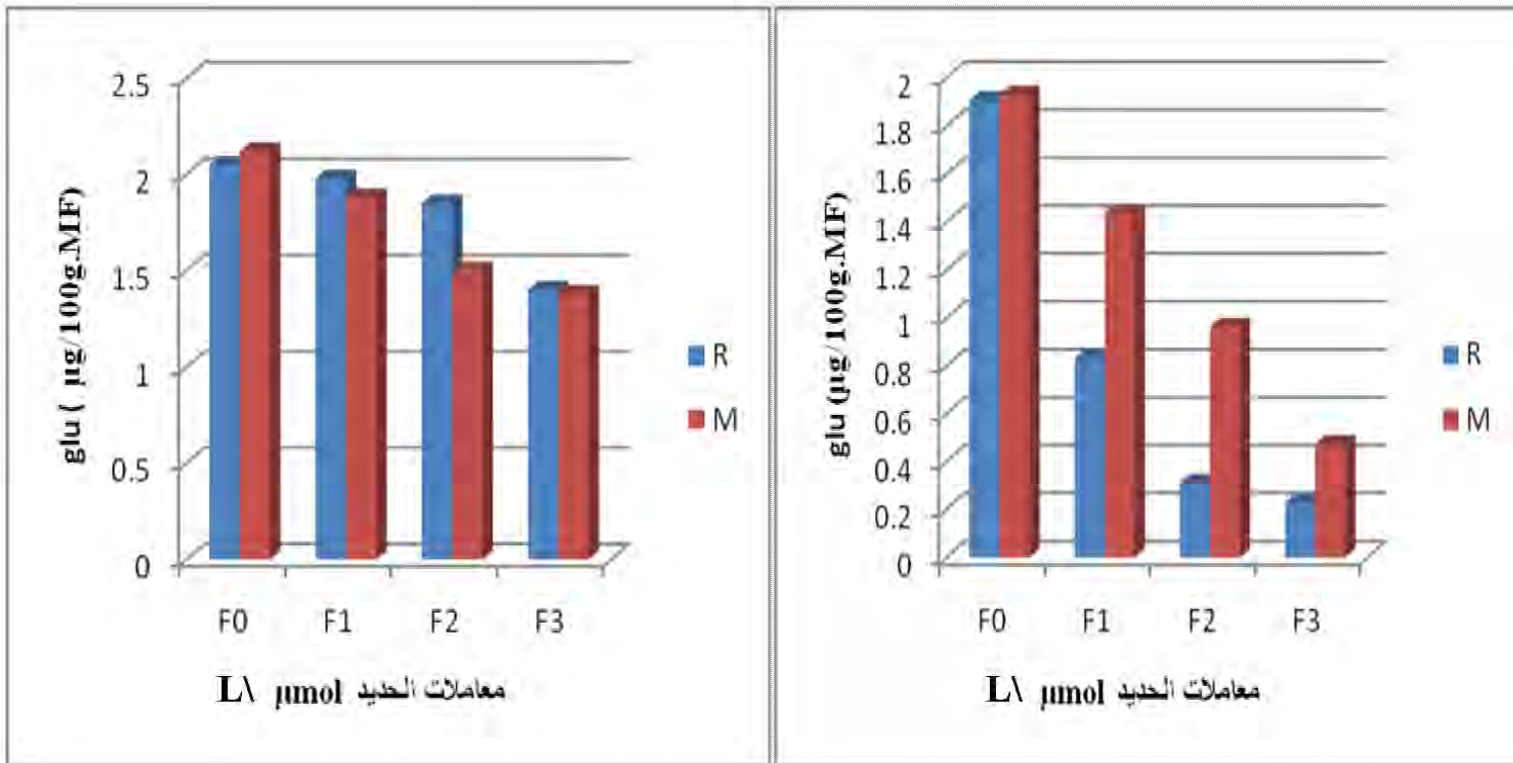
شكل (4- 35) تأثير معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على محتوى الأوراق من الفيوفيتين خلال مرحلة النمو الخضري

إذ يلعب الحديد دوراً مهماً في تكوين الكلوروفيل ، مما يزيد في نشاط الفيوفيتين (pheophytine) التي تعتبر إحدى مشتقات الكلوروفيل و لكن بدون ذرة  $Mg^{+2}$  و يعتبر المستقبل الأول للإلكترون المنطلق من جزيئة الكلوروفيل a ، ثم ينقله إلى البلاستوكينون  $Q_A$  (Richter., 1993) (Farineau and Morat .,2006)

تناقص السكريات الذائبة ( Fru , glu ) بزيادة تركيز الحديد سببه نقص تواجدتها بصورة حرة في النبات لارتفاع النشاط الأيضي فالكربون المثبت ( $CO_2$ ) يحول الجليكوز إلى نشاء او سكروز الذي يفرز في الأنابيب الغربالية ثم ينقل مع الماء الى الأنسجة النامية أو مواقع التخزين (Laouar., 1999) ، كما أن معظم فوسفات الجليسيرالدهيد الناتج من دورة كالفن يتم نقله الى المادة الأساسية حيث يحول إلى فوسفات الجليكوز بعدها يحول إلى (Uridine diphosphate –glucose)

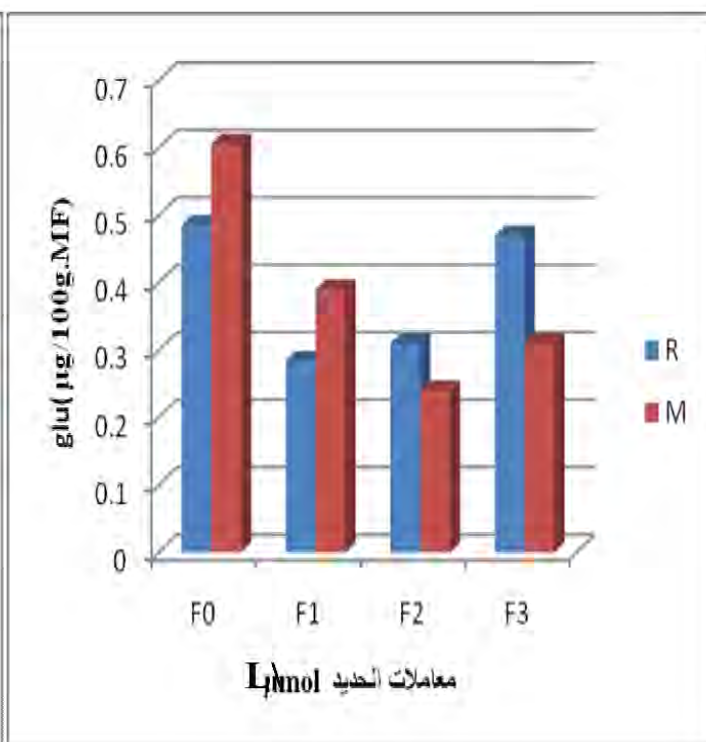
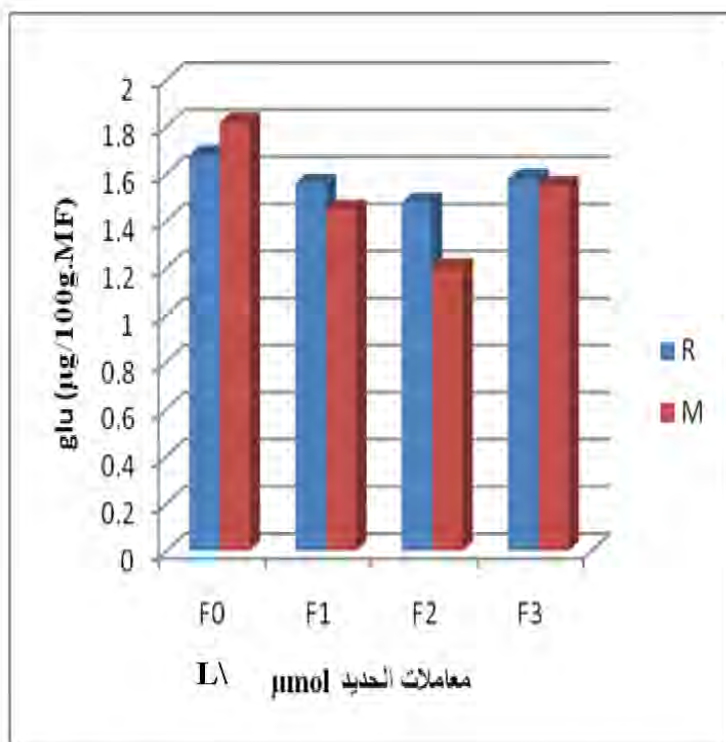


( UDP- glucose ) ، التي ترتبط معه لتكوين فوسفات السكروز ( Duff et al 2001 ) .  
يتبين من النتائج المتحصل عليها أن محتوى الأوراق من الجليكوز لكلا الصنفين قد تشابه أثناء  
مرحلة نمو الشتلة مع تسجيل تفوق طفيف للصنف Riogrand عند التركيز  $F_2$  في معاملات  
( Fe-EDTA ) . كما تشابه تأثير التركيز العالي ( $F_3=50 \mu\text{mol/L}$ ) على الصنفين و لوحظ اختلاف  
طفيف بين الصنفين عند التركيز  $F_1$  والشاهد ( $F_0$ ) شكل (4-38) . أما مرحلة النمو الخضري تحت  
نفس المعاملة فكان الانخفاض شديد عند الصنف Riogrand مع كل التراكيز مقارنة بالشاهد  
أما الصنف Marmande فقد انخفض محتوى أوراقه من الجليكوز لكن بصورة اقل من الصنف  
Riogrand شكل (4-37) . أثرت معاملات  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  أثناء مرحلة نمو الشتلة على محتوى  
الجليكوز في اوراق الصنفين مقارنة بالشاهد و كان الصنف Marmande اكبر من الصنف  
Riogrand شكل (4-40) . نفس التأثير خلال مرحلة النمو الخضري حيث كان التناقص عند الصنف  
Marmande اكبر من Riogrand مع زيادة التركيز و بلغ أدنى قيمة عند التركيز ( $F_2=5 \mu\text{mol/L}$ )  
مقارنة بالشاهد ( $F_0$ ) شكل (4-39) ( شوقي ، 2005 ) .



شكل (4-38) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على محتوى الأوراق من الجليكوز خلال مرحلة نمو الشتلة

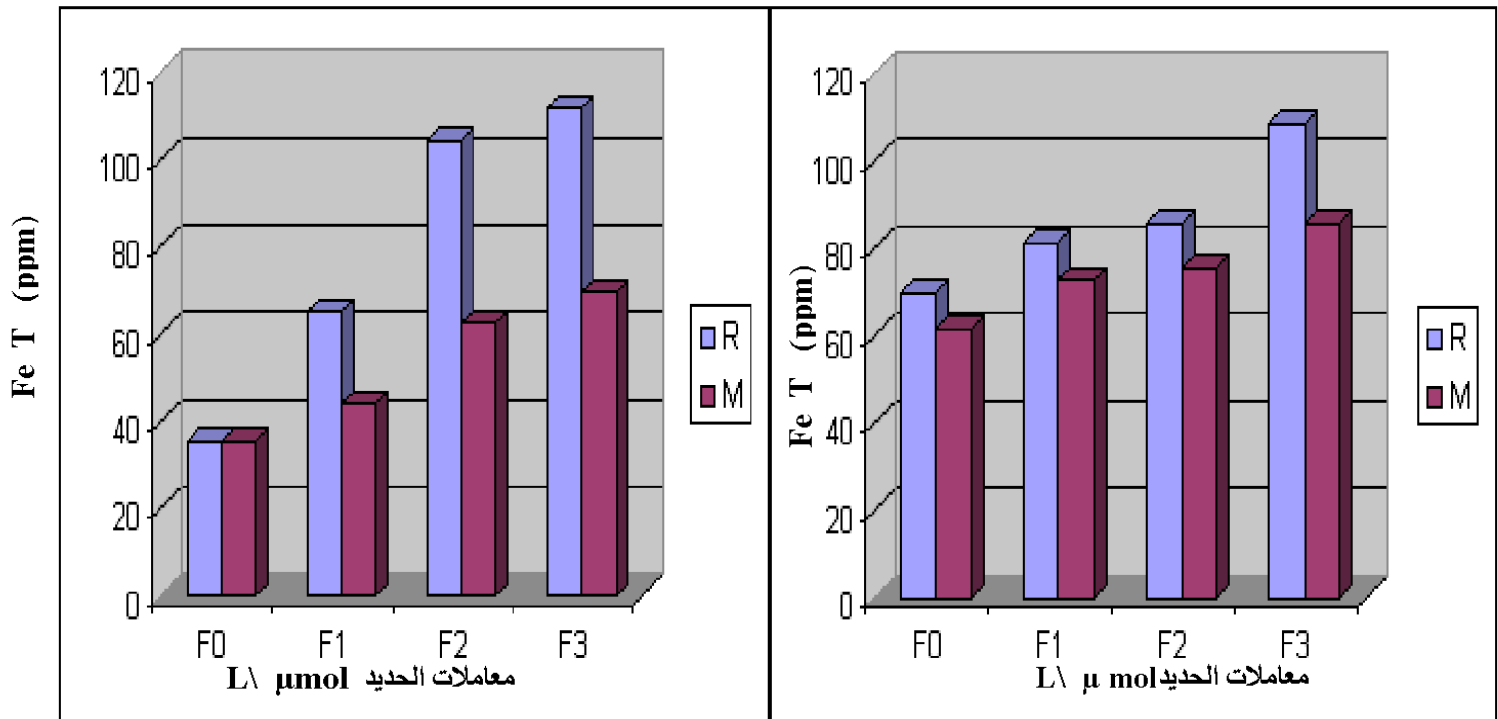
شكل (4-37) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على محتوى الأوراق من الجليكوز خلال مرحلة النمو الخضري



شكل (4-40) تأثير معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على محتوى الأوراق من الجليكوز خلال مرحلة نمو الشتلة

شكل (4-39) تأثير معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على محتوى الأوراق من الجليكوز خلال مرحلة النمو الخضري

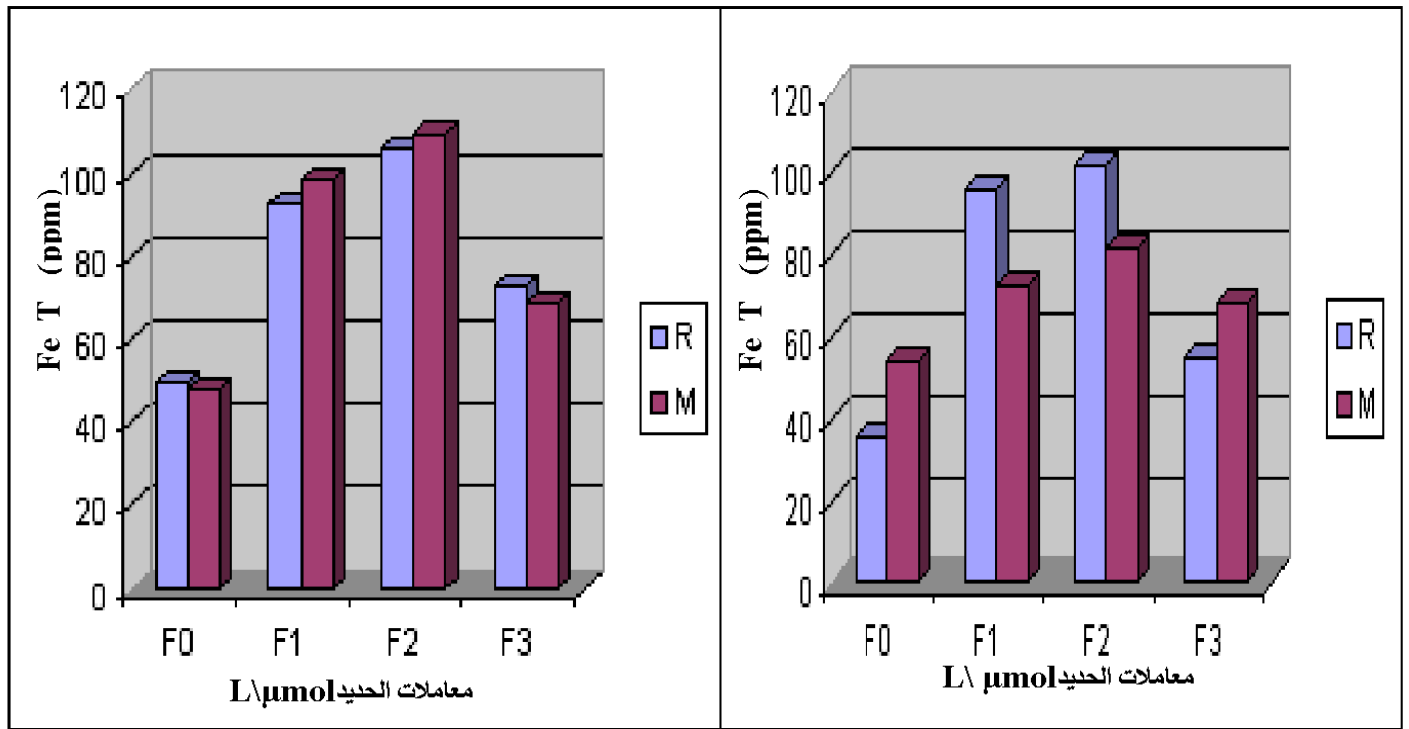
ارتفع الحديد الكلي في الأوراق بزيادة تركيز الحديد المضاف في التربة (Fe-EDTA) و رشا على الأوراق ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ )، حيث كان  $r = 0.600$   $r = 0.472$  (Fe-EDTA) و  $r = 0.598$  ،  $r = 0.632$  ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري على الترتيب . و تبين الأشكال (41-4) (42-4) تفوق الصنف Riogrand عند كل معاملات الحديد (Fe-EDTA) و سجلت أعلى قيمة عند التركيز ( $L/ \mu mol 50 = F_3$ ) مقارنة بباقي التراكيز  $F_2$ ،  $F_1$  و الشاهد  $F_0$ ، كما تأثر الصنف Marmande لكن بصورة أقل من الصنف Riogrand .



شكل (4- 42) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على محتوى الأوراق من الحديد الكلي خلال مرحلة نمو الشتلة

شكل (4- 41) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على محتوى الأوراق من الحديد الكلي خلال مرحلة النمو الخضري

أما معاملات الرش ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) فقد تبين التأثير بين الصنفين إذ أبدى الصنف Riogrand استجابة مع التركيز ( $F_3 = 10 \mu\text{mol/L}$ ) و الشاهد. في حين كان الصنف Marmande أكثر تأثراً عند التركيز ( $F_2 = 5 \mu\text{mol/L}$ ) و ( $F_1 = 2.5 \mu\text{mol/L}$ )، هذا أثناء مرحلة نمو الشتلة. بينما ظهر تأثير المعاملات أثناء مرحلة النمو الخضري على الصنف Riogrand عند التركيز ( $F_1 = 2.5 \mu\text{mol/L}$ )، و في الصنف Marmande عند التركيز ( $F_3 = 10 \mu\text{mol/L}$ ) و الشاهد  $F_0$ .



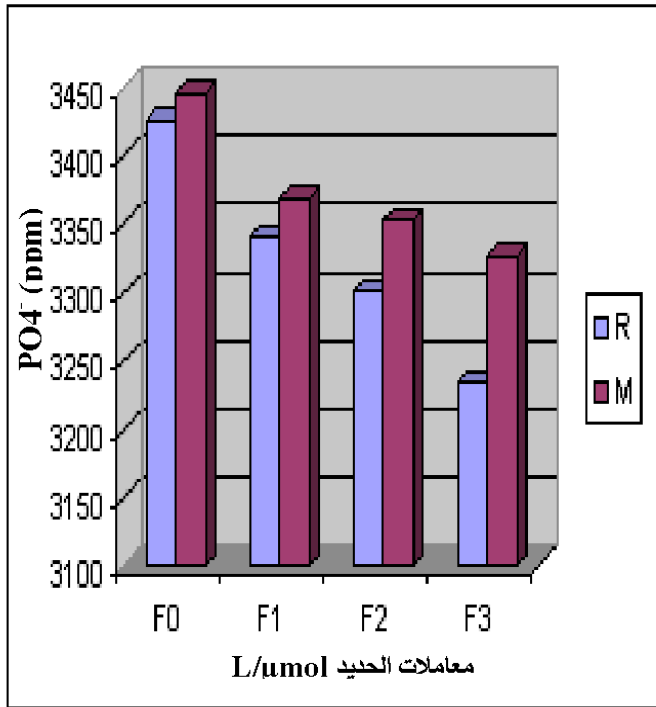
شكل (4-44) تأثير معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على محتوى الأوراق من الحديد خلال مرحلة نمو الشتلة

شكل (4-43) تأثير معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على محتوى الأوراق من الحديد الكلي خلال مرحلة النمو الخضري

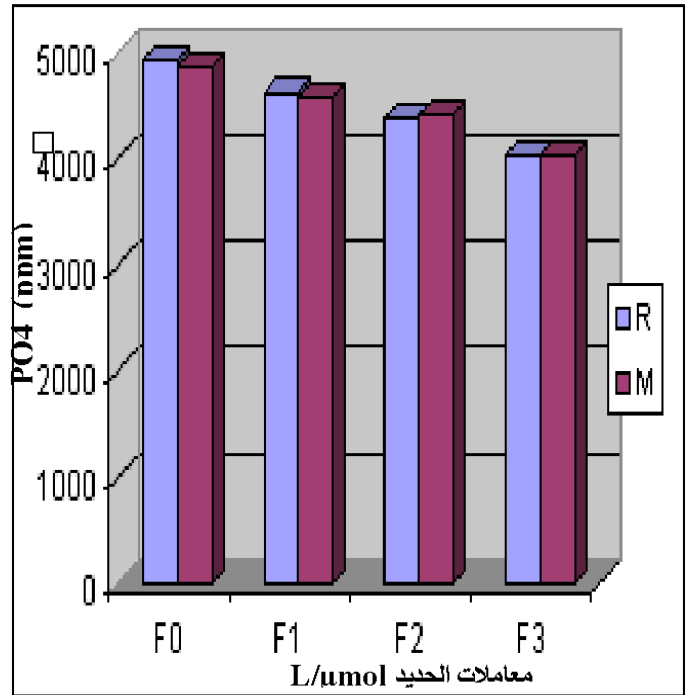
تعود هذه الزيادة إلى وجود الحديد الممخلب أي في صورة ميسرة (Fe-EDTA) مما يساعد على انتقاله إلى النبات و الاستفادة منه ،هذه النتيجة تتفق مع نتائج كل من (Udo and Gunter ( 1993), Wassif (1983) .

انخفاض الفسفور بزيادة تركيز الحديد مقارنة بالشاهد حيث كان ارتباطه بالحديد سلبي و يرجع هذا الانخفاض في الفسفور حسب (Mckie et al .,2001) إلى تشكل فوسفات الحديد الغير ميسر للنبات .كما بينت الأبحاث أن تركيز كل من الحديد و الفسفور في جذور نبات الطماطم النامية في المحلول المغذي كانت أعلى من القمم النامية و يرجع ذلك إلى ترسيب فوسفات الحديد في الجذور بسبب تكوين معقدات خاملة (Liu et al.,1998).

تبين النتائج أن محتوى الفوسفور في أوراق الصنف Riogrand أثناء مرحلة نمو الشتلة في معاملات Fe-EDTA كان أكثر تأثيراً مقارنة بالصنف Marmande وكانت ادني قيمة عند التركيز  $F_3=50\mu mol/l$  في حين الصنفين نفس السلوك تقريبا أثناء مرحلة النمو الخضري تحت جميع المعاملات المطبقة الشكل(4-45) (4-46).



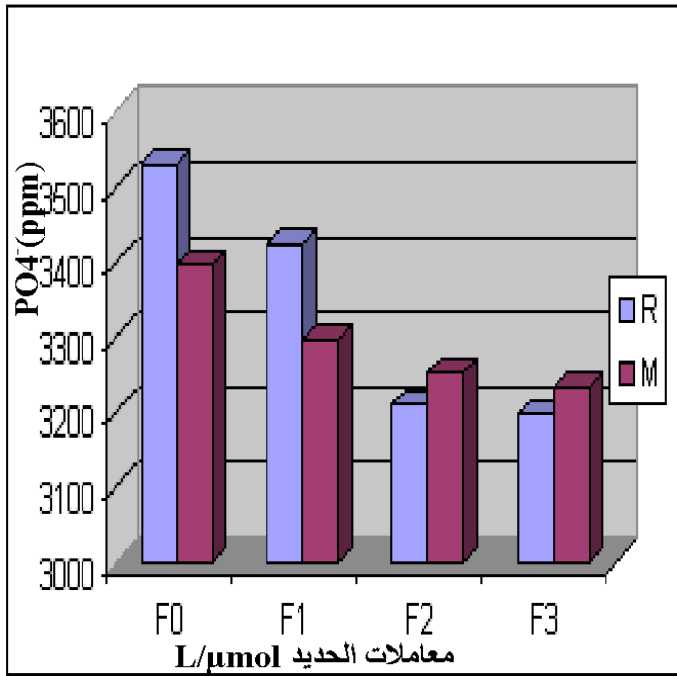
شكل (4-46) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على محتوى الأوراق من الفوسفور خلال مرحلة نمو الشتلة



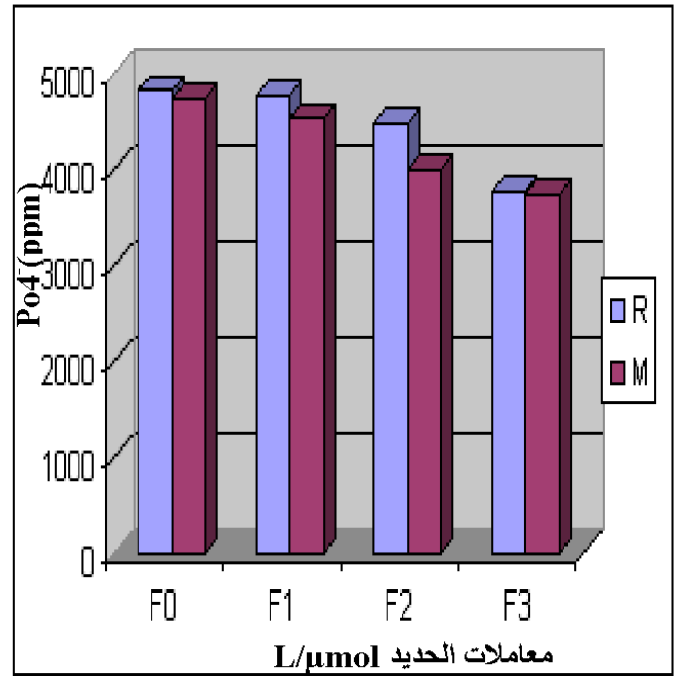
شكل (4-45) تأثير معاملات الحديد بصورة Fe-EDTA على محتوى الأوراق من الفوسفور خلال مرحلة النمو الخضري

بينما ظهر انخفاض الفوسفور في أوراق الصنف Marmande أثناء مرحلة نمو الشتلة في معاملات  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  عند التركيز F<sub>1</sub> و الشاهد F<sub>0</sub> في حين كان الصنف Riogrand أكثر تأثراً عند التركيز F<sub>2</sub> و F<sub>3</sub> الشكل (4-48).

أثناء مرحلة النمو الخضري في معاملات  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  انخفض محتوى الفوسفور في أوراق الصنفين مع زيادة تركيز الحديد و كان لهم نفس السلوك تقريبا الشكل (4-47) (48-4)



شكل (4-48) تأثير معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على محتوى الأوراق من الفوسفور خلال مرحلة نمو الشتلة



شكل (4-47) تأثير معاملات الحديد بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  على محتوى الأوراق من الفوسفور خلال مرحلة النمو الخضري

## الخلاصة العامة :

تضمنت هذه الدراسة إضافة عنصر الحديد إلى التربة بصورة Fe-EDTA و رشاً على الأوراق بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  بهدف معرفة مدى فاعلية عنصر الحديد على كفاءة الكيمياء الضوئية لنمطين وراثيين من نبات الطماطم (*Lycopersicon esculentum* Mill. Var: (Marmande, Riogrand) أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري و طبقت مجموعة من الدراسات المورفولوجية و الفيزيولوجية و البيوكيميائية على الأوراق .

### 1- مرحلة نمو الشتلة :

بينت نتائج الدراسة المطبقة خلال هذه المرحلة من النمو التأثيرات الايجابية لعنصر الحديد المضاف ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ، Fe-EDTA) على مختلف مظاهر النمو المورفولوجية و الفيزيولوجية و المحتوى البيوكيميائي مقارنة بالشاهد . حيث ارتفع النمو النسبي (reg) بزيادة تركيز الحديد المضاف بصورة Fe-EDTA و كانت الارتباطات ( $r = 0.578$  (Fe<sup>++</sup>/ reg) هذه الزيادة كانت مرفقة بانخفاض الاستحاث الورقي ( $r = -0.366$  (reg/ ep) و السكريات ( $r = -0.597$  (reg/ glu) ،  $r = -0.757$  reg/ Fru ،  $r = 0.714$  (Fe<sup>++</sup>/ pi) ، بينما ارتفع مؤشر نمو النبات بزيادة تركيز الحديد (  $r = 0.714$  (Fe<sup>++</sup>/ pi) الذي كان متبوعاً بزيادة في مؤشر نمو الورقة ( $r = 0.957$  (pi / lpi) . كما ان زيادة الحديد الميسر في التربة رافقه زيادة محتوى الكلوروفيل الكلي ( $r = 0.719$  (Fe<sup>++</sup>/ Ch T) . هذه الزيادة لها ارتباط كبير بزيادة الفيوفيتين الكلي ( $r = 0.909$  (Ch T/ phe T) حيث كانت لهم علاقة باستقطاب الطاقة الضوئية ( $r = 0.577$  (Fv/Fm) /phe T) و معدل نقل الالكترونات ( $r = 0.539$  (etr/phe T) كذلك المرود الكمي للنظام الضوئي PSII ( $r = 0.462$  (ØPSII / phe T) في حين انخفض معامل اخماد الكيمياء اللاضوئية ( $r = -0.445$  (qNP/ phe T) .

أما الحديد المضاف بصورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  فقد زاد من نسبة الحديد الميسر للنبات و هذا اثر بصورة ايجابية على النمو النسبي ( $r = 0.604$  (Fe<sup>++</sup>/ reg) و الذي اثر بدوره على مؤشر نمو النبات ( $r = 0.456$  (reg/pi) و مؤشر نمو الورقة ( $r = 0.624$  (reg/lpi) ، حيث كان الارتباط بين مؤشر نمو الورقة و مؤشر نمو النبات كبير ( $r = 0.968$  (pi/lpi) في حين انخفض محتوى السكريات الذائبة في الأوراق بزيادة النمو ( $r = -0.430$  (reg/glu) و ( $r = -0.583$  (reg/Fru) كذلك الاستحاث الورقي ( $r = -0.414$  (reg/ep) .

هذه الزيادة في النمو كانت مرفقة بزيادة في تمثيل مختلف الصبغات فكان ( $r = 0.737$  (phe T / pi)



و ( phe T / lpi )  $r = 0.769$  ، كما سجل ارتباط كبير بين الفيوفيتين الكلي ( phe T ) و الكلوروفيل الكلي ( Ch T ) ( Chl T / phe T )  $r = 0.922$  ، وهذا راجع إلى زيادة استقطاب الطاقة الضوئية ( Fv/Fm ) ( Chl T / ( Fv / Fm ) )  $r = 0.543$  . و كانت لزيادة محتوى الكاروتان في الأوراق علاقة بزيادة الكلوروفيل الكلي ( Chl T / Car )  $r = 0.513$  و زياد في معدل نقل الإلكترونات ( Chl T / etr )  $r = 0.563$  ، المردود الكمي للنظام الضوئي ( Chl T / ØPSII )  $r = 0.429$  . في حين انخفض معامل إخماد الكيمياء اللاضوئية ( Chl T / qNP )  $r = 0.494$  .

#### ب- مرحلة النمو الخضري :

أثر تركيز الحديد المضاف في المجال الجذري بصورة Fe-EDTA أثناء مرحلة النمو الخضري تأثيرا ايجابيا على النمو النسبي للنبات ( Fe<sup>++</sup> / reg )  $r = 0.731$  ، الذي كان مرفقا بزيادة في تمثيل الصبغات ( reg / Chl T )  $r = 0.715$  ، ( reg / phe T )  $r = 0.711$  و كان الارتباط ( Chl T / phe T ) كبير  $r = 0.781$  . هذه الزيادة في phe T كانت مرفقة بنقص السكريات ( phe / glu )  $r = -0.684$  ( phe / ep )  $r = -0.856$  ، ( phe T / Fru )  $r = -0.918$  . كما انخفض الاستحثاث الورقي ( phe / ep )  $r = -0.684$  و معامل إخماد الكيمياء اللاضوئية ( phe / qNP )  $r = -0$  . في المقابل زاد معامل إخماد الكيمياء الضوئية ( phe / qP )  $r = 0.415$  .

كما أن للحديد المضاف بصورة FeSO<sub>4</sub>7H<sub>2</sub>O تأثيرات ايجابية على مختلف المتغيرات حيث زاد محتوى الكاروتين في الأوراق ( Fe<sup>++</sup> / Car )  $r = 0.656$  ، الذي كان مرفقا بزيادة الكلوروفيل الكلي ( Car / Chl T )  $r = 0.773$  ، هذا الأخير كانت له علاقة ب الفيوفيتين ( Chl T / phe T )  $r = 0.901$  و زيادة الكلوروفيل الكلي له علاقة سلبية على كمية السكريات الذائبة في الأوراق ( Chl T / glu )  $r = -0.817$  ، ( Chl T / Fru )  $r = -0.703$  و الاستحثاث الورقي ( Chl T / ep )  $r = -0.625$  و معامل إخماد الكيمياء اللاضئية ( Chl T / qNP )  $r = -0.77$  في حين ارتفع معامل استقطاب الطاقة الضوئية ( Chl T / ( Fv / Fm ) )  $r = 0.461$  .

أن المراقبة المرفولوجية ، البيوكيميائية والفيزيولوجية على أفراد هاتين التجربتين أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري بينت إن إضافة الحديد على صورة Fe-EDTA بتركيز (L/µmol)F3 ذات تأثير ايجابي أكثر من التراكيز الأخرى باعتبار أن للحديد متطلبات عالية على مستوى أنظمة الأكسدة و الاختزال فتجمعه في الحجرة الجذرية على صورة Fe<sup>3+</sup> و في الستروما (stroma) و اللحاء على صورة phytopheritine بجعله غير سام .بينما تفوق تأثير F2



(5  $\mu\text{mol/L}$ ) لما أضيف رشا على الأوراق على صورة  $\text{FeS}_47\text{H}_2\text{O}$  قد يرجع سبب ذلك إلى انغلاق الثغور و منع انتشار  $\text{CO}_2$  لإتمام عملية التمثيل الضوئي .

هذه المتغيرات المختبرة ساهمت في شرح سلوك الصنفين ( Marmande, Riogrand ) أثناء معاملتهم بالحديد بإضافته إلى التربة على صورة Fe-EDTA و رشا على الأوراق بصورة  $\text{FeS}_47\text{H}_2\text{O}$  فتبين أن الصنف Riogrand أكثر استجابة و شراهة للحديد مقارنة بالصنف Marmande و هذا طيلة مراحل النمو . يتبين من هنا أن إضافة الحديد (Fe-EDTA,  $\text{FeS}_47\text{H}_2\text{O}$ ) ضروري تطبيقها خاصة:

1- عند زراعة الخضروات التي يعتمد نموها على الري المستمر مما يتسبب في صرف و فقد العناصر الغذائية الصغرى خاصة عنصر الحديد إلى الطبقات السفلى للتربة .

2- التربة الجيرية التي عادة ما تحول محلول التربة أكثر قلوية الأمر الذي يكون عائقا أمام تيسر انتقال العناصر الغذائية الصغرى إلى النبات .

3- التربة الصحراوية التي تكون عادة فقيرة بالمادة العضوية مما يتسبب في نقص انتقال العناصر الغذائية الصغرى نتيجة ارتفاع pH محلول التربة .

يبقى من اهتماماتنا في إطار أعمال مستقبلية :

1- تحديد المجال المناسب لإضافة الحديد على صورة  $\text{FeS}_47\text{H}_2\text{O}$  كونه اقتصاديا من جهة و أثره على البناء الضوئي من جهة أخرى .

2- تقويم اثر فعل الصنف على امتصاص عنصر الحديد و كفاءة تخزينه في الأنسجة النباتية

3- الاهتمام بالمركبات المخليبية الأخرى و كفاءتها على تيسر انتقال عنصر الحديد إلى النبات مثل : HEDTA , EDDHA , CDTA , DTPA .

4- تحديد طبيعة الحديد في الأعضاء النباتية و علاقة ذلك بالاستشعاع الضوئي باستعمال القياس الاستشعاعي Atoradiographe .

# المراجع

المراجع العربية :

القرآن الكريم

الدوري م. و. ،السعداوي س . ،العاني م . و المشهداني س . ، 1989- مقارنة تحمل الملوحة لاربعة

تراكيب وراثية من الشعير المحلية العراقية لعلوم الحياة .المجلد 8 :11-25

بلبع ع. م . ،1988- خصوبة الأراضى و التسميد كلية الزراعة جامعة الإسكندرية دار الطباعة الجديدة

ص 183-185

- Adam S .and Smith W., 2001-** Iron stress-induced changes in root epidermal cell fate are regulated independently from physiological responses to low iron availability .*plant physio* ;125 :1679-1
- Aisen P., Wessling R .M, Leibold E.A, 1999-** Iron metabolism. *Curr Opin chem.* 3:200-206
- Alscher R.G., Erturk N. and Heath L.S., 2002-** Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plant .*J Exp Bot* ; 53 :1331-41
- Amy S.V., Robert C.B .and Harry Y.Y., 2001-** Transgenic tobacco with suppressed zeaxanthin formation is susceptible to stress-induced photoinhibition. *Photosynthesis Research* 67:27-39
- Ana F.L., Fermin M., Abadia A . and Abadia A.J., 2000-** Effect of iron deficiency on the composition of the leaf apoplastic fluid and xylem sap in sugar beet in relation to iron and carbon transport. *Plant physiol* ; 124 :873-884
- Arulantham A.R., Rao I.M . and Terry N., 1990-** Limiting factors in photosynthesis .IV Regeneration of ribulose 1,5-bisphosphate limits photosynthesis at low photochemical capacity .*plant physio* ; 93 :1465-75
- Bernstein N ,Andre L .and Wendy K.S ., 1993-** Kinematics and dynamics of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) leaf development at various Na<sup>+</sup>/Ca<sup>+</sup> salinity .*Plant Physiol* 103:1107-1114
- Bilger W., Schreiber U. and Bock M., 1995-** Determination of the quantum efficiency of photosystem II and non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence in the field. *Oecologia* 102:425-432
- Black C.A ., 1965-** Methods of soil Analysis part 2: Chemical and Microbiological properties .Am Soc of Agr .Inc Publisher Madison .Wisconsin .U.S.A.
- Brait J.F., Fobis-Loisy L . and Grignon N 1995-** Cellular and molecular aspects of iron metabolism in plants .*Biol cell*; 84:69-81
- Briat J. F., Lobréaux S., Grignon N. and Vansuyt G., 1999-** Régulation of plant ferritin synthesis. How and why ! *cell Mol life sci* 56 :155-66
- Briggs C.L., 1995-** The initiation development and removal of embryo sac wall in growths in the developing seeds of *Solanum* L.-an ultrastructural study. *Ann Bot* ; 76 :429-439
- Chapman H.D. and Pratt P.F., 1961-** Methods of analysis for soils plant and waters .University of California division of Agr Sci Berkeley Calif .

- Chereskin B.M. and Castelfranco P.A., 1982**- Effects of iron and oxygen on chlorophyll biosynthesis II-observation on the biosynthetic pathway in isolated etioplasts. *Plant Physiol* 68:112-116
- Cohen C.K., Fox T.C., Garvin D.F. and Kochian L.V., 1998**- The role of iron –deficiency stress responses in stimulating heavy- metal transport in plant physiology ; 116 :1063-72.
- Coppenet M. and Juste C., 1994**- Les oligo-éléments chez les plantes, carences et toxicité .in M.Bonneau et B.Souchier pédologie, tome 2, Constituants et propriétés du sol .Masson, Paris ; 579-584.
- Cronquist A., 1981**-An integrated system of classification of flowering plants .Columbia University Press N.Y
- Dahiya P. and Brewin N.J., 2000**-Immunogold localization of callose and other cell wall component in pea nodule transfer cells .*protoplasma* ; 214 :210-8
- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Reber A.P. and Fred S., 1956**-Colorimetric method for determination of sugar and related substances .*Analyse Chemistry* .28:350-356
- Duff A.P., Andrews T.J. and Curni P.M.C., 2000**-The transition between the open and closed states of rubisco is triggered by the inter phosphate distance of the bound biphosphate j.*Mol Biol* 298:903-916
- Eckard V., Mas-marques A. and Bukhout T., 2001**-Two iron –regulated cation transporters from tomato complement metal uptake-deficient yeast mutants .*Plant Mol Biol* ; 45 :437-448.
- Eisenstein R.S. and Blewett R.P., 1998**-Iron regulatory proteins iron responsive elements and iron homeostasis *J Nutr* 128 :2295-2298
- Espen L., Dell'orto M., Denisi P. et Zocchi G., 2000**-Metabolic responses in cucumber (*Cucumis sativus*) roots Under Fe-deficiency .Ap31 –nuclear magnetic resonance in vivo study .*planta* ; 210 :985-992
- Fancis H.W., Blaydes D.F. et Devlin R.M., 1970**-Experiments in plant physiology (eds van Nostrand) Reinhold Company P 245
- Farineau J. et Morot-Gaudry J.F., 2006**-La photosynthèse :Processus physiques moléculaires et physiologiques édition INRA. Springer Verlag P .402
- Fox T.C., Shaff J.E., Grusak M.A., 1996** - Direct measurement of Fe-labeled Fe<sup>2+</sup> influx in roots of *Pisum sativum* using a chelator buffer system to control free Fe<sup>2+</sup> in solution *plant physiol* ;111 :93-100
- Graciano Z. and Siervo C. C., 1990**-Fe-Uptake mechanism in Fe-efficient cucumber roots *Plant Physiol* ; 92 :908-911
- Grusak M.A., Welch R.M. and Kochian L.V., 1990** - Does iron deficiency in *Pisum sativum* enhance the activity of the root plasmalemma iron transport protein *Plant Physiol* ; 94 :1353-7

- Guerinot M.L., 1994-** YiY iron ; nutritions, noxious, and not readily available, *Plant Physio* /104 :815-20
- Hecazie A ,Abou-bakr Z ., Nam M.and Khalfallah A., 1998-**Affect of some antitranspirants on growth and some metabolic products of wheat plants under water interval irrigation systems .*Desert .Ins .Bull* 48:153-171
- Hentze M. and Kuhn L., 1996-** Molecular control of verte brate iron metabolism: Mrna-based regulatory circuits operated by iron., nitric oxide, and oxidative stress. *Proc Natl Acad Sci USA* ; 93 :8175-82
- HerbiK A., Giritch A., Horstmann G., Becker R.,Balze H.J., Baumlien H . and Stephan U.W. , 1999-** Iron and copper nutrition –depedent changes in protein expression in a tomato wild type and the nicotianamine –free mutant chloronerva .*Plant Physiol*; 111:533-540.
- Hillal M.H., Auter et Yamaty A .,1974-** Achemical and biological approche words the definition of calcareas soil .I.Move iment and retention of p32 in soilas affected by partical size of calicium carbonate fraction .*Plant soil* 99.p469
- Iwata S. and Barbaer J., 2004-**Structure of photosystem II and molecular architecture of oxygen-evolving.centne-cun.opin struct .*Biol* 14:447-453
- Karem S., Bernard P., Odile R. and Gabril C., 1998-**.Photochemical efficiency of photosystem 2 and xanthophyll cycle component in laeves exposed to water stress and high light .*photsynthesis Research* ; 56 :57-66
- Karlin K D., 1993-**Metalloenzymes.structural motifs .and inorganic model. *S cience* .261.701-8
- Karp G., 1998-** Biologie cellulare et Moléculaire.Bruxelles : de Boeck université : 177-240
- Katyal J.C. and Sharma B.D., 1980-**Anew technique of plante analysis to resolve iron chlorosis. *Plant nd soil* ; 55 :105-119
- Kim J. and Rees D.C., 1992-**Structural models for the metal centers in th mitrogenase molybdenum –iron protein. *Science* .257 :1677-82
- Kispal G .,Csere P .,Prohl C .,Lill R., 1999-** The mitochndrial protéine Atm1p and Nfs1p are essential for biogenèses of cytosolic Fe/S proteins .*EMboj* .18 :3981-9
- Kraemer S.M., 2004-**Iron axide dissolution and solubility in the presence of siderophores .*Aquat.Sci* ; 66 :3-18.
- Liu D.H., Adler K. and Stephan U.W., 1998-**Iron-conaining particles accumulate in organelles and vacuoles of leaf and root cells in the nicotianamine-free tomato mutant chloronerva protoplasma ; 201 :213-20
- Lix.,Bjorkmann O.,Shih C.,Grosenann A.R., Rosen quist M.,MJanson S. and Niyogi K.,2000-**Apigment-binding protein essential for regulation of photosynthetic light harvesting *Nature* . 403 :391-395.
- Longnecker N. and Welch R.M., 1990-** Accumulation of apoplastic iron in plant roots .Afactor in the resistance of soybeans to iron-deficiency induced chlorosis.*plant physio* ; 92 :

- Marschner H., Romheld V. and Kissel M., 1986**-Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. *J Plant Nutr* ;9:3-7
- Materiaux .,1954**-Contribution de l'étude de l'analyse granulométrique *Ann Agro.Serie A.I (1)*P:59
- Mckie A.T., Barrow D., Latunde-Dada G .O., 2001**-An iron –regulated ferric associated with the absorption of dietary iron. *Science* ; 291 :1755-9.
- Medjahed.,2004**-L'Algérie continue d'importer la tomate .liberté : Samedi 11-12-2004.
- Morat-Gaudry J.F., Job D ., Lea P.J., 2001**-Amino acid metabolism in: *Plant Nitrogen* P.Lea J.F.Morat-Gaudry .eds.INRA éditions springer .Verlag 167-211
- Morri S., Nishizawa N., Hayashi H., Chino M., Yoshimura E and Lshihara J., 1993**-Why are Young rice plants highly susceptible to iron deficiency ? Ln : chen Y, Hadar Y, eds .iron nutrition in soil and plants (Netherlands Netherlands) : Kluwer Academic Publishers : 175-88
- Mortvedt J.J., 2000**- Bioavailability of micronutrients .in M.C.summer (ed.), *Handbook of soil science*, CRC press, Boca Raton, D71-D88
- Palmgren M.G., 2001**-Plant plasma membrane H<sup>+</sup> -ATP as :Powerhouses for Nutrient Uptake .*Annu Rev plant Physiol plant Mol Biol* ;52 :817-45
- Pascal N., Dorne A.J., 1994**- Inhibition of fatty acid desaturation in sycamore cells deprived of iron .*FEBS Lett* ; 353 :95-8
- Portnoy M.E., Liu X.L., Culotta V.C., 2000**- *Sacharomyces cerevisiae* expresses three functionally distinct homologues of the nramp family of metal transporters .*Mol cell Biol* ; 20 :7893-902
- Rachedi M.F.,(1993)**-Production nationale évolution importation et possibilités intensification pour l' autosatisfaction totale à court terme (Journées d'études et de réflexion sur la tomate industrielle 26-27 avril) P :2-4
- Ragland M., Theil E.C., 1993**- Ferritin (mRNA, protéine) and iron concentration during soybean nodule development *plant Mol Biol*.21:555-60
- Richards L.A.,1954**-Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils *Agr .Hand book N 60*.U.S Dept of Agr.
- Richter G., 1993**- Métabolisme des végétaux –physiologie et biochimie .5 édition georg thieme verlag. P525
- Robinson N.J., Procter C.M., Connolly E.L., Guerinot M.L., 1999**- A ferric-chelate reductase fer iron uptake from soils .*NATURE* .397/694-7
- Romheld V., Müller C., Marschner H., 1984**- Localization and capacity of proton in roots of intact sunflower plants .*plant physiol* ; 76 :603-6
- Romheld V., 2000**- The chlorosis paradox : Fe inactivation in leaves as a secondary event in Fe deficiency. *chlorosis J plant Nutr* ; 23-(inpress)

- Schmidt W.,1993**-Iron stress –induced redox reactions in bean roots .*Physio plant* .89:448-452
- Schmidt W and Bartels M .,1996**-Formation of root epidermal transfer cell in plantain .*Plant physiol*110:216,224
- Schmidt W., Schikora A., Pich A., Bartels M., 2000**-Hormones induce an Fe-deficiency-like root epidermal cell pattern in the Fe-inefficient tomato mutant fer. *Protoplasma* ; 213 :67-73.
- Schmidt W and Schikora A., 2001**-Different pathways are involved in phosphate and iron stress-induced alterations of root epidermal cell development .*plant physiol*
- Schreiber U and Bilger W .,1986**- Rapid assessment of stress effects on plant leaves by chlorophyll fluorescence measurements .In:Tenhunen JD, Catarino FM , Lange OL and Oechel WL (eds) *Plant Response to Stress –Functional Analysis in Mediterranean Ecosystems* , Vol G 15 ,PP 27-53 .Springer-Verlag, Berlin/heidelberg
- Shingles R., North M .,Mcarty R.E., 2002**-Ferrous ion transport across chloroplast inner envelope membranes. *Plant physiol*/128.1022 :103
- Siedow J.N., 1991**-**Plant lipoxygenase** : structure and function *Annu Rev plant Mol Biol* ; 42 :145-88
- Smith B.N., 1994**-Iron in higher plants : storage and metabolic role *J plant nutr* ; 7 :759-66
- Stemmler S., Berthelin J., 2003**-Microbial activity as a major factor in the mobilization of iron in the humid tropic .*Eur.J. soil Sci* ; 54 :725-733
- Stephan U.W and Scholz G.,1993**-Nicotianamine mediator of iron and heavy metals in the phloem .*Physiol* ;522-529
- Susin S., Arian J. and Sanchez – Baeza F., 1993**- Riboflavin 3 – and 5-sulfate, two novel flavins accumulating in the roots of iron – deficient sugar beet (*Beta vulgaris*). *J Biol chem* 1993 ; 268 : 20958-6
- Tan C., Robson A.D and Dilworth M.J., 1990**-Asplit root experiment shows that iron is required for nodule initiation in *Lupinus augustifolius* L .*New phyto* ; 115 :61-7
- Tagliavini M.,Abadia J., Abadia H .and Tsipouridis B.,2000**-Agronomic means for the control of iron chlorosis in deciduous fruit plant *J plant Nutr* 23
- Terry N., 1980**- Limiting factors in photosynthesis .I.Use of iron stress to control photochemical capacity in vivo. *Plant Physiol* 65 :114-120
- Terry N and Zayed A.M .,1995**-Physiology and biochemistry of leaves under iron deficiency .in :Abadia J ,ed.*Iron nutrition in soil and plants* .Dordrecht (Netherlands ) :Kluwer Academic Publishers :94-283
- Thomine S.,Wang R.,Ward J.M .,Crawford N.M.,Schroeder J.I.,2000**-cadmium and iron transport by members of a plant metal transporter family in *Arabidopsis* with homology to Nramp genes.*Proc .Natl Acad Sci USA*;99,499-6



- Udo W.S. and Gunter S., 1993**-Nicotianamine mediator of transport of iron and heavy metal in the phloem .*physiol plant* ; 88 :522-529
- Vancamp W., Camp W. ,Capian K.,Van-montagu M.,Mze D. and Slooten L,1996**- Enhancement of oxidative stress tolerance in transgenic tobacco plants over producing Fe-Superoxide dismutase in chloroplast . *Plant physiol.* 112:1703-1714.
- Vert G., Grotz N.and Dedaldechamp F., 2000**-IRT1, an Arabidopsis Transporter Essential for iron uptake from the soil for plant Growth. *Plant cell* ; 14 :1223-33
- Vredenberg W.J.,2000**-A three-state model for energy trapping and chlorophyll fluorescence in photosystem II incorporating radical pair recombination .*Biophys J.* 79;26-38
- Warren K.C. and Richard I.G.,1976**-The growth and development of the leaf in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) I-the plastochrome index a suitable bases of description . *Can J Bot* .54:2421-2428
- Wassif M.M. ,El kadi M.A.,El Bagouri I.H and Robishy A.A.,1983**-Yield of podder bean as a function of micronutrients application and saline water irrigation .*Desert .Inst Bull A.R.E.* N 14P:180
- Watteau F.et Berthelin J., 1992** - Présence de sidérophores dans les matières organiques de sols calcimagnésiques et acides .*C.R..Acad.Sc* ; 315 :1549-1554.
- Weinberg .E.D, 2000**-Modulation of intra macrophage iron metabolism during microbial cell invasion *Microbes and Infection* ; 285-89.
- Willkinson J.Q., Lanahan M.B., Yen H.C., Giovannoni J.J. and Klee H.J., 1995**-An ethylene-inducible component of signal transduction encoded by never-ripe .*Science* 270;1807-1809
- William W.A., Barbara D.A., Amy S. and David M.B., 1994**-Photoinhibition during winter stress : Involvement of sustained xanthophyll cycle-dependent energy.*Aust J plant physiol.* 22 :261-276
- Xoconostle-cazare B.,Ruiz –Medrano R. and Lucas W .J., 2000**-Proteolytic processing of CmPP36 .a protein from The cytochrome b5 reductase family .is required for entry into the phloem translocation pathway .*plant j* 24 :735-47
- Zelitch I.,Everlyn A.H.,Brian M.G.,Neil A.M . and Timothy .N.,1991**-Leaf catalase mRNA and catalase protein levels in a high catalase Tobacco mutant with O<sub>2</sub>- resistant photosynthesis. *Plant Physiol* 97; 1592.1595
- Youssef E.L., Mohamed K and Mohamed B.,2000**-Salt stress effect on epinasty in relation to ethylene production and water relation in tomato .*Agronomie* .20:399-4.6

الملحق

نتائج قياسات معاملات السقي ب Fe-EDTA أثناء مرحلة نمو الشتلة:

M				R				
14.46	13.48	10.22	9.127	13.98	12.11	11.87	9.72	Pi
10.21	9.13	8.12	5.39	11.99	9.16	9.12	8.72	lpi
0.25	0.214	0.18	0.14	0.21	0.188	0.161	0.146	reg cm/j
0	7.5	8.75	11.25	0	7	7.25	11	ep
7.48	5.09	3.42	2.64	9.48	9.26	6.64	4.32	Chl a (mg/g.MF)
2.67	3.51	3.1	2.62	5.35	4.74	4.45	1.74	Chl b (mg/g.MF)
10.15	8.6	6.52	5.25	12.81	11.73	10.09	6.06	Chl T (mg/g.MF)
12.96	10.04	6.53	5.6	16.8	16.71	16.5	7.2	Phe a (mg/g.MF)
3.59	3.18	2.066	1.67	3.66	3.15	3.13	1.78	Phe b (mg/g.MF)
14.66	12.49	8.36	6.03	22.67	20.57	14.79	8.81	Phe T (mg/g.MF)
1.38	1.5	1.88	2.12	1.4	1.85	1.98	2.05	glu µg/100g.MF
0.597	1.05	1.256	1.85	1.21	1.37	1.697	2.35	Fru µg/100g.MF
69.53	62.7	43.98	35.34	111.6	104.4	65.14	35.32	Fe T( ppm)
54.5	54	49.25	35.75	58.75	57.25	55	31	Fe ++( ppm)
3446.25	3368.7	3353.19	3327.3	3425.5	3340.2	3301.5	3234.2	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ( ppm)
2.07	1.21	0.95	0.68	1.7	1.62	0.98	0.97	Car(mg/g.MF)
0.564	0.56	0.531	0.524	0.566	0.563	0.56	0.544	ØPSII (ur)
0.76	0.757	0.745	0.74	0.750	0.74	0.6	0.532	qP (ur)
0.012	0.013	0.014	0.016	0.011	0.014	0.015	0.019	qNP (ur)
0.75	0.73	0.7	0.68	0.78	0.76	0.763	0.7	Fv/Fm(ur)
							2.877	etr(ur)

نتائج قياسات معاملات الرش ب FeSO<sub>4</sub>7H<sub>2</sub>O أثناء مرحلة نمو الشتلة:

M				R				
11.26	16.09	12.01	9.74	13.36	17.51	14.2	10.57	Pi
7.49	12.09	8.51	5.396.49	10.64	12.3	10.77	6.37	lpi
0.165	0.22	0.2	0.12	0.16	0.25	0.171	0.1	reg cm/j
11.5	0	7.5	12.5	9.5	0	7	13	ep
4.22	6.72	5.62	3.69	6.07	7.48	6.85	5.3	Chl a (mg/g.MF)
0.457	2.28	1.25	0.306	1.35	2.04	1.83	1.01	Chl b (mg/g.MF)
4.56	9	7.29	3.87	7.42	9.52	8.68	6.31	Chl T (mg/g.MF)
6.02	11.61	9.09	3.65	9.46	10.47	9.89	7.56	Phe a (mg/g.MF)
0.57	2.74	3.19	0.75	2.13	5.88	4.89	1.95	Phe b (mg/g.MF)
6.12	14.28	10	5.82	11.59	16.35	14.778	9.122	Phe T (mg/g.MF)
1.55	1.2	1.45	1.82	1.58	1.48	1.56	1.68	glu µg/100g.MF
1.26	0.6	1.05	1.85	1.4	1.209	1.37	1.98	Fru µg/100g.MF
68.5	109.67	98.67	48	72.76	105.65	92.92	49.5	Fe T( ppm)
43.75	45.75	43.75	34.25	44	47.5	44.5	31.75	Fe ++( ppm)
3234.3	3253	3298.6	3397.9	3198.09	3211.0	3425.6	3530.6	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ( ppm)
1.15	1.57	1.47	0.72	1.18	1.87	1.4	1.03	Car(mg/g.MF)
0.53	0.56	0.54	0.79	0.533	0.544	0.538	0.509	ØPSII (ur)
0.72	0.74	0.63	0.51	0.711	0.738	0.613	0.509	qP (ur)
0.17	0.13	0.14	0.19	0.15	0.11	0.13	0.16	qNP (ur)
0.73	0.756	0.751	0.677	0.73	0.76	0.74	0.7	Fv/Fm(ur)
								etr(ur)

نتائج قياسات معاملات السقي ب Fe-EDTA اثناء مرحلة النمو الخضري :

M				R				
24.96	21.09	20.21	16.26	24.53	20.8	18.86	16.66	Pi
21.96	20.09	17.21	15.26	17.53	16.8	14.86	13.66	lpi
2.44	2.098	1.066	1.02	2.53	2.40	2.21	2.016	reg cm/j
0	11.25	13.75	16.25	0	8.75	12.5	15	ep 0
10.48	8.79	6.149	4.575	10.62	8.73	7.68	6.41	Chl a (mg/g.MF)
3.54	3.229	2.466	2.126	6.27	4.42	3.42	2.81	Chl b (mg/g.MF)
14.135	12.108	8.678	6.75	16.89	13.237	11.197	9.29	Chl T (mg/g.MF)
17.45	15.38	10.64	8.86	17.53	15.64	13.3	9.64	Phe a (mg/g.MF)
5.198	3.247	2.429	2.274	5.67	2.77	3.09	2.83	Phe b (mg/g.MF)
22.65	18.64	13.079	11.142	23.104	19.62	16.4	12.47	PheT (mg/g.MF)
0.473	0.96	1.435	1.936	0.23	0.31	0.831	1.907	glu µg/100g.MF
0.77	1.56	2.008	2.073	0.803	1.102	1.533	1.830	Fru µg/100g.MF
85.74	75.66	72.77	61.26	108.77	85.74	81.42	69.9	Fe T( ppm)
57.25	49	35.25	30	51.75	45.75	43.25	35	Fe ++( ppm)
4886.1	4599.16	4428.5	4040.8	4942.9	4635.5	4394.94	4053.7	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ( ppm)
2.99	2.04	1.47	1.02	1.24	1.76	1.54	1.25	Car(mg/g.MF)
0.602	0.585	0.576	0.563	0.588	0.583	0.572	0.556	ØPSII (ur)
0.756	0.655	0.543	0.441	0.72	0.65	0.543	0.474	qP (ur)
0.11	0.15	0.16	0.19	0.12	0.14	0.18	0.21	qNP (ur)
0.89	0.8	0.77	0.74	0.9	0.87	0.84	0.78	Fv/Fm(ur)
								etr(ur)

المخلص

**العنوان :** علاقة التغذية المعدنية الكاتيونية لعنصر الحديد بكفاءة الكيمياء الضوئية لنمطين وراثيين من نبات الطماطم (*Lycopersicum esculentum* Mill. )

**المخلص:**

استهدفت هذه الدراسة تحديد علاقة عنصر الحديد بنشاط التمثيل الضوئي المعالج بتقنية الاستشعاع الكلوروفيلي، تم هذا على تجربة عاملية اشتملت على جزئين هما : إضافة الحديد في التربة على صورة Fe-EDTA و رشا على الأوراق بمحلول  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  ، تضمن كل جزء من التجربة أربعة تراكيز من الحديد (F0, F1, F2, F3) كررت كل معاملة أربعة مرات كما أجريت التجربة على صنفين من نبات الطماطم *Lycopersicum esculentum* Mill. Var: Marmande, Riogrand و بتالي فان هذا العمل أنجز على 32 وحدة تجريبية أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري تحت ظروف مراقبة.

تبين من خلال ذلك أن ارتفاع نشاط الكيمياء الضوئية للتمثيل الضوئي المعبر عنها بفاعلية استقطاب الطاقة الضوئية (Fv/Fm) و زيادة المردود الكمي للنظام الضوئي الثاني (PSII) و معدل النقل الإلكتروني (etr) لوحظ ذلك عند إضافة الحديد بتركيز F3 ( $50 \mu\text{mol/L}$ ) على صورة Fe-EDTA و عند معاملات الأوراق بتركيز F2 على صورة  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  مقارنة بالتراكيز الأخرى و كان هذا في كلا المرحلتين الأمر الذي انعكس على ارتفاع معامل اخماد الكيمياء الضوئية (qP) و انخفاض معامل إخماد الكيمياء اللاضوئية (qNP) .

المتغيرات الفيزيولوجية ارتبطت بالمتغيرات النموذجية المتمثلة بارتفاع محتوى الكلوروفيل الكلي (Chl T) و الفيوفيتين الكلي (Phe T) في الأوراق طيلة فترة النمو، حيث ساهم كل منهم بفاعلية كبيرة في تحديد اثر الفعل النوعي للحديد و إبراز السلوك المتباين بين الصنفين تبين ذلك من خلال زيادة محتوى الأوراق من عنصر الحديد الكلي (Fe T) و الحديد النشط ( $Fe^{++}$ ) و نقص عنصر الفوسفور ( $PO_4^-$ ) ، الجلوكوز (glu) و الفركتوز (Fru). كما زادت إضافة عنصر الحديد من تحسين النمو (reg, lpi, pi) و انخفاض الاستحاث الورقي (ep) خلال مرحلتين من النمو.

**الكلمات المفتاحية :**

نبات الطماطم (*Lycopersicum esculentum* Mill.) عنصر الحديد، التغذية المعدنية، الكيمياء الضوئية

## Resumé:

L'objet principale qu'a traité la présente étude est le concept d'évaluer la relation entre le fer et l'activité photosynthétique analysée par la technique de la fluorescence des chlorophylles. Cette évaluation a été appliquée sur deux expériences factorielles l'une additionnée de fer sous forme de Fe- EDTA dans le sol et l'autre une application foliaire par la solution de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  a été faite chaque expérience est constituée de quatre concentrations de fer ( $F_0, F_1, F_2, F_3$ ) et quatre répétitions sont effectuées sur deux variétés de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) var: (Marmande, Riogrand).

Ce travail a été exécuté sur 32 unités expérimentales pendant la phase de développement de la plantule et de l'appareil végétatif dans des conditions contrôlées .

Au cours de cela on s'est rendu compte que l'augmentation de l'activité photochimique expliquée par l'efficacité des antennes collectrices ( $F_v/F_m$ ) et l'accentuation du rendement quantique du PSII ( $Q_{PSII}$ ) et l'excès du flux de transfert d'électron ( $\text{etr}$ ) ont été observés sous l'adjonction du fer à un niveau élevé ( $F_3=50 \mu\text{mol}$ ) sous forme de EDTA et à un niveau moins élevé ( $F_2=5 \mu\text{mol}$ ) sous forme de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  comparativement à d'autres concentrations, pendant les deux phases de développement. La chose qui s'est reflétée sur la hausse du quenching photochimique ( $q_P$ ) et l'abaissement du quenching non photochimique .

Ses traits physiologiques ont un rapport avec les composantes principales expliquées par l'augmentation des chlorophylles totales et les pheophytines totales dans les feuilles au cours de la croissance (2 phases) ces deux paramètres ont participé à quantifier la contribution de ces traits et clarifier le comportement bien différenciés de ces deux cultivars. On peut dire que les deux traitements du fer ( $\text{FeEDTA}$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) ont amélioré la croissance (PI, LPI, reg) et diminué l'épinastie (ep) pendant les deux phases de développements.



Resume :

The main subject was treated in this study is the concept of evaluating the relationship between iron and the photosynthetic activity analyzed by the technique of fluorescence of chlorophyll. This assessment was applied in two factorial experiment plus one iron in the form of Fe-EDTA in the soil and the other a foliar application of the solution was made FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O. Each experiment consists of four concentrations of iron (F0 , F1, F2, F3) and four repetitions were carried out on two varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) var (Marmande, Riogrand).

This work has been performed on 32 experimental units per the development phase of the seedling and after the vegetation in controlled conditions.

During this study we realized that the activity of photosynthesis explained by the photochemical efficiency of collector antennas ( $F_v / F_m$ ) and the increase of quantum yield of PSII (QPSII) and the excess flow of electron transfer (ETR) were observed in the addition of iron has a high level (F3 = 50  $\mu$ mol) in the form of EDTA and has a lower level (F2 = 5  $\mu$ mol) under FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O form compared to other concentrations, during the phases of development. The thing which is reflected on the higher photochemical quenching (qP) and the lowering of non-photochemical quenching's physiological traits are related to the components mainly explained by the increase in total chlorophylls and total pheophytins leaves an over growth (2 phases) these two parameters have participated to quantify the contribution of these traits and clarify the very different behavior of these two cultivars. One can say that both iron (FeEDTA, FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) have improved the growth (PI, LPI, reg) and decrease epinasty (ep) for the two phases of development .

تاريخ المناقشة :	الاسم : صليحة اللقب : بلارو		
العنوان: علاقة التغذية المعدنية الكاتيونية لعنصر الحديد بكفاءة الكيمياء الضوئية لنمطين وراثيين من نبات الطماطم ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)			
نوع الشهادة: ماجستير			
<b>المخلص</b>			
<p>استهدفت هذه الدراسة تقويم علاقة عنصر الحديد بنشاط التمثيل الضوئي المعالج بتقنية الاستشعاع الكلوروفيلي هذا التقويم نفذ على تجربتين عامليتين ، إحداهما تمثلت في إضافة الحديد في التربة على صورة Fe-EDTA و الأخرى تم رش الأوراق بمحلول FeSO47H2O، تضمنت كل تجربة أربعة تراكيز من الحديد (F0, F1, F2, F3). كررت كل معاملة أربعة مرات، كما أجريت كل تجربة على صنفين من نبات الطماطم <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill. Var: Marmande, Riogrand. و بتالي فان هذا العمل أنجز على 32 وحدة تجريبية أثناء مرحلة نمو الشتلة و مرحلة النمو الخضري ، تم خلالها اجراء مجموعة من القياسات مورفولوجية ،فيزيولوجية و بيوكيميائية.</p> <p>تبين من خلال ذلك ارتفاع فاعلية استقطاب الطاقة الضوئية (Fv/Fm) و زيادة المردود الكمي للنظام الضوئي الثاني (ØPSII) و كذلك معدل النقل الإلكتروني (etr).و هذا عند إضافة الحديد بتركيز F3 (50 µmol/L) على صورة Fe-EDTA و عند معاملات الأوراق بتركيز F2 على صورة FeSO47H2O مقارنة بالتراكيز الأخرى ، الأمر الذي انعكس على ارتفاع معامل اخماد الكيمياء الضوئية (qP) و انخفاض معامل إخماد الكيمياء اللاضوئية (qNP).</p> <p>ارتبطت هذه المتغيرات الفيزيولوجية بالمتغيرات النموذجية المتمثلة بارتفاع محتوى الكلوروفيل الكلي (Chl T) و الفيويتين الكلي (Phe T) في الأوراق طيلة فترة النمو، حيث ساهم كل منهم بفاعلية كبيرة في تحديد اثر الفعل النوعي للحديد و إبراز السلوك المتباين بين الصنفين، تبين ذلك من خلال زيادة محتوى الأوراق من عنصر الحديد الكلي (Fe T) و الحديد النشط (Fe++) و نقص عنصر الفوسفور (PO4- )، الجلوكوز (glu) و الفركتوز (Fru). كما زادت إضافة عنصر الحديد من تحسين النمو (reg, lpi, pi) و انخفاض الاستحثاث الورقي (ep) خلال مرحلتي النمو.</p>			
الكلمات المفتاحية : الطماطم ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) ، التغذية المعدنية، عنصر الحديد ، الكيمياء الضوئية.			
مخبر البحث: تطوير وتثمين المصادر الوراثية النباتية.			
أعضاء لجنة المناقشة:			
جامعة منتوري قسنطينة	رئيسا	م. م. بن تشيكو	-
جامعة منتوري قسنطينة	مقررا	س. شوقي	-
جامعة منتوري قسنطينة	عضوا	م. بن لعربي	-
جامعة منتوري قسنطينة	عضوا	م. باقة	-
السنة الجامعية : 2009/2008			