جامعة كربلاء

كلية الزراعة

قسم المحاصيل الحقلية

تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش بمستخلص الطحالب البحرية في بعض صفات النمو والحاصل والمركبات الفعالة لنبات الحلبة

أطروحة

قدمت الى مجلس كلية الزراعة - جامعة كربلاء

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه فلسفة

علوم في الزراعة / المحاصيل الحقلية

من قبل

زهراء محسن محمد العسافي

بإشراف

أ.د. أحمد نجم عبد الله الموسوي

2025 م 1447هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ وَعَلَّمَكَ مَا لَمْ تَكُنْ تَعْلَمُ ۚ وَكَانَ فَضْلُ اللَّهِ عَلَيْكَ عَظِيمًا﴾

صدق الله العلي العظيم

سورة النساء (الآية 113)

إقرار المشرف

أشهد أنّ إعداد هذه الأطروحة الموسومة (تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش بمستخلص الطحالب البحرية في بعض صفات النمو والحاصل والمركبات الفعالة لنبات الحلبة) قد جرى تحت إشرافي في قسم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة / جامعة كربلاء وهي جزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه فلسفة علوم في الزراعة / المحاصيل الحقلية .

المشرف

أ. د. أحمد نجم عبدالله الموسوي

بناءً على التوصيات المتوفرة نرشح هذه اطروحة للمناقشة .

أ.م. د. علي ناظم فرهود

رئيس قسم المحاصيل الحقلية

ورئيس لجنة الدراسات العليا

إقرار لجنة المناقشة

نشهد نحن أعضاء لجنة المناقشة ، قد اطلعنا على هذه الأطروحة الموسومة (تأثير توليفات الدتروجين والحديد والزنك بمستخلص الطحالب البحرية في بعض صفات النمو والحاصل والمركبات الفعالة لنبات الحلبة) والقشا الطالبة(زهراء محسن محمد العسافي) في محتواها وما له علاقة بها ، ووجدناها جديرة بالقبول لنيل درجة الدكتوراه فلسفة علوم في الزراعة / المحاصيل الحقلية.

رئيساً

أ.د محمد احمد ابريهي

جامعة كربلاء – كلية الزراعة

عضواً

أ.د حميد عبد الغفان

جامعة كربلاء – كلية الزراعة

عضواً

أ.د رزاق لفته اعطية

جامعة كربلاء – كلية الزراعة

عضواً

أ.د عباس علي حسين

جامعة كربلاء – كلية الزراعة

عضواً

أ.م.د علي احمد حسين

جامعة الكفيل– كلية الصيدلة

عضواً ومشرفاً

أ.د احمد نجم عبد الله

جامعة كربلاء – كلية الزراعة

صدقت الأطروحة من قبل مجلس كلية الزراعة – جامعة كربلاء

الأستاذ الدكتور

علي عبد الحسين كريم

العميد

كلية الزراعة – جامعة كربلاء

الاهداء

إلى معلم البشرية ومنبع العلم ونور العالمين نبي الرحمة محمد (صلى الله علية واله وسلم) إلى شمس الحقيقة بقية الله صاحب الزمان الإمام الحجة ابن الحسن المهدي (عجل الله فرجه شريف) وأئمتي أهل البيت (عليهم السلام).

الى العزيز الذي حملت اسمه فخراً الى النور الذي اضاء دروبي وقدوتي في كل خطوه اخطوها الى من علمني دون انتظار وعلمني ان الدنيا كفاح وسلاحها العلم والمعرفة والدي العزيز دمت لنا دخراً ...

الى من علمتني الصبر والمثابرة الى من ابصرت بها طريق حياتي واعتزازي بذاتي واملي في الحياة وقرة عيني ومن كان دعائها سر نجاحي والدتي العزيزة ...

إلى من أوقدوا النور في دربي وقاسموني أفراحي وأحزاني وهم مصدر سعادتي ... أخواني وأخواتي

إلى من كان لي خير مرشد وموجة في اعداد هذه اطروحة أستاذي ومشرفي الفاضل الأستاذ الدكتور احمد نجم الموسوي والى الذين حملوا اقدس رسالة في الحياة الى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة استاذتي الافاضل جميعاً ...

إلى من ضحوا بأنفسهم من أجل الدفاع عن أوطانهم ولتبقى ذكراهم خالدة على مر الأزمان الشهداء الأبرار ...

إليهم جميعا أهدي بحثي وثمرة جهدي ...

الباحثة

زهراء محسن

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الخلق والمرسلين نبينا محمد صلى الله علية وعلى اله الطيبين الطاهرين، الحمد لله الذي جعل لنا من العلم نورا نهتدي به، الحمد والشكر أولا وأخرا إلى الله سبحانه وتعالى الذي يسر لي كل عسير وألهمني الصبر والقوة في شق طريقي نحو البحث العلمي .

إلى من تعجز كلماتي وتنحني هامتي لعظيم عطائهم الذين كانا السبب المباشر في توجيهي واستمراري في مسيرة العلم وكان لهم أعمق الجهود في تحقيق النجاح في هذه الرحلة العلمية ، شمس حياتي التي لا تغيب الوالدين العزيزين وجزيل الشكر والتقدير إلى أخواني وأخواتي حفظكم الله جميعاً .

شكري وتقديري للسادة رئيس وأعضاء لجنة المناقشة لقبولهم مناقشة اطروحتي وإبدائهم الملاحظات القيمة التي أغنت الاطروحة . وأتوجه بخالص شكري وتقديري وعظيم امتناني إلى أستاذي ومشرفي الأستاذ الدكتور احمد نجم الموسوي ، الذي رعى هذا البحث من مهده ، وتعهده بعنايته وسقاه بعلمه الغزير وروح علميه مخلصة وما قدمه لي من توجيهات ونصائح وملاحظات قيمة ومستمرة فجزاه الله خير الجزاء .

شكري وتقديري الى عمادة كلية الزراعة – جامعة كربلاء والى السادة التدريسيين في كلية الزراعة واساتذة قسم المحاصيل الحقلية وموظفيه جميعاً للجهود المبذولة خلال مرحلة الدراسة . وشكري وتقدير الى شعبة الدراسات العليا أ.م.د محمود ناصر حسين وجميع كادر الشعبة لما قدموه من تعاون . كما أتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى أدارة إعدادية ابن البيطار المهنية في قضاء الحسينية واخص بالذكر الأستاذ قاسم البازي جزاه الله خير الجزاء .
شكري وامتناني الى م.م بتول صباح على دعمك الدائم ووجودك جعل رحلتي العلمية والانسانية اكثر اشراقاً وجمالاً ، اسال الله ان يوفقك في مسيرتك العلمية وينير دربك بالعلم والمعرفة ويرزق التفوق والنجاح في كل خطواتك . كما أتقدم بجزيل الشكر والتقدير الى جميع من وقفوا إلى جانبي وكل من ساندني في عملي وأعطاني القدرة والإصرار ومد يد المساعدة لي في تحقيق هدفي حتى لو بكلمة تشجيع واحدة والى من نسي ذكراهم قلمي شكرا لكم جميعاً واسال الله ان يبارك في حياتكم ويرزقكم السعادة والتوفيق الدائم لكم مني كل احترام والتقدير.....

الباحثة

زهراء محسن

المستخلص

نفذت تجربة حقلية في حقل تجارب إعدادية ابن البيطار المهنية التابعة لمديرية التربية في كربلاء المقدسة قسم التعليم المهني خلال الموسمين الشتويين 2023-2024 و2024-2025 ، لدراسة تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش بمستخلص الطحالب البحرية في بعض صفات النمو والحاصل والمركبات الفعالة لنبات الحلبة وقد استعمل تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD بترتيب الالواح المنشقة وتضمنت كل تجربة عاملين العامل الاول ست توليفات من النتروجين اضافة ارضية (كغم N هـ$^{-1}$) + الحديد رشاً على النبات (ملغم Fe لتر$^{-1}$) وهي (N0Fe0 =T1)، (N0 Fe50 =T2)، (N75 Fe0 =T3)، (N75 =T4)، (Fe50 N150Fe0 =T5)، (N150 Fe50 =T6) والعامل الثاني ثلاثة تراكيز من مستخلص الطحالب البحرية (A0 الرش بالماء المقطر فقط وA1 الرش بالطحالب البحرية بالتركيز1غم لتر$^{-1}$ وA2 الرش بالطحالب البحرية بالتركيز2غم لتر$^{-1}$) وبثلاث مكررات.

اظهرت النتائج تفوق معاملة اضافة توليفات النتروجين والحديد T6 150كغمN هـ$^{-1}$ - 50ملغمFe لتر$^{-1}$ ولم يختلف معنوياً عن معاملة T4 50كغمN هـ$^{-1}$ - 75ملغمFe لتر$^{-1}$ بإعطائها اعلى المتوسطات لصفات ارتفاع النبات (50.30 و55.46) سم وعدد الافرع (4.88 و4.44) فرع نبات$^{-1}$ وعدد الاوراق (81.80 و 88.33) ورقة نبات$^{-1}$ لكلا الموسمين بالتتابع وعدد القرنات بالنبات (88.55) قرنة نبات$^{-1}$ وعدد البذور بالقرنة (15.29) بذرة نبات$^{-1}$ في الموسم الاول ووزن 1000 بذرة (12.14 و13.50) غم لكلا الموسمين بالتتابع وحاصل البذور(1422) كغم هـ$^{-1}$ في الموسم الاول وحاصل الحيوي (4824) كغم هـ$^{-1}$ في الموسم الثاني ودليل الحصاد (28.50)% في الموسم الاول وتركيز النتروجين في الاوراق (2.49 و 2.27) % لكلا الموسمين بالتتابع وتركيز الفسفور في اوراق (0.66)% في الموسم الاول ومحتوى الحديد في الاوراق (53.00 و33.92) ملغم كغم$^{-1}$ لكلا الموسمين بالتتابع وتركيز النتروجين في البذور(2.87)% وتركيز الفسفور في البذور(0.37)% في الموسم الاول ومحتوى الحديد في البذور(63.07) ملغم كغم$^{-1}$ في الموسم الثاني وتركيز البروتين في البذور(17.94)% ومحتوى القلويدات الكلية في البذور(3.52)ملغم 100 ملغم$^{-1}$ ومحتوى الكلايكوسيدات الكلية في البذور(825.40)ملغم 100 غم$^{-1}$ في الموسم الاول وتركيز Vitamin C

في البذور(13.01 و9.03)% لكلا الموسمين بالتتابع وتركيز Oleic acid في البذور (9.16)% وتركيز Linoleic acid في البذور (9.06)% في الموسم الاول وتركيز Palmitic acid (4.98 و4.30)% في البذور لكلا الموسمين بالتتابع وتركيز Myristic acid في البذور(12.22 و 10.44)% لكلا الموسمين بالتتابع وتركيز Stearic acid في البذور(11.65)% في الموسم الثاني بالمقارنة مع جميع المعاملات .

اظهرت النتائج تفوق تراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية اكاديان تركيز 2غم لتر$^{-1}$ معنوياً ولم يختلف معنوياً عن تركيز1غم لتر$^{-1}$ بإعطائه اعلى المتوسطات لصفات ارتفاع النبات(48.02 و54.46) سم لكلا الموسمين بالتتابع وعدد الافرع (4.63) فرع نبات$^{-1}$ في الموسم الاول وعدد الاوراق (87.57) ورقة نبات$^{-1}$ والمساحة الورقية (911.70) سم^{2} ودليل المساحة الورقية (0.91) في الموسم الثاني وعدد القرنات بالنبات(85.92 و90.80) قرنة نبات$^{-1}$ وعدد البذور بالقرنة(14.80 و14.50) بذرة نبات$^{-1}$ لكلا الموسمين بالتتابع ووزن 1000 بذرة (12.20) غم في الموسم الثاني وحاصل البذور(1366 و1163) كغم هـ$^{-1}$ لكلا الموسمين بالتتابع وحاصل الحيوي(5013) كغم هـ$^{-1}$ في الموسم الاول ودليل الحصاد(27.27 و28.39)% وتركيز النتروجين في اوراق(2.42 و2.26)% لكلا الموسمين بالتتابع وتركيز الفسفور في اوراق(0.64) % في الموسم الاول وتركيز البوتاسيوم في اوراق (2.24 و2.14) % ومحتوى الحديد في اوراق (51.54 و 34.17) ملغم كغم $^{-1}$ وزن جاف لكلا الموسمين بالتتابع وتركيز النتروجين في البذور(2.47) % وتركيز الفسفور في البذور(0.25)% في الموسم الثاني وتركيز البوتاسيوم في البذور(1.98 و2.32) % لكلا الموسمين بالتتابع ومحتوى الحديد في البذور(93.13) ملغم كغم $^{-1}$ وزن جاف في الموسم الاول وتركيز البروتين في البذور(15.45)% في الموسم الثاني وتركيز Vitamin C(11.56)% وتركيز Oleic acid في البذور(8.03)% في الموسم الاول وتركيز Linoleic acid في البذور(7.91 و10.28) % وتركيز Myristic acid في البذور(11.22و9.39)% لكلا الموسمين بالتتابع وتركيزStearic acid في البذور(7.99)% في الموسم الثاني بالمقارنة مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ ومعاملة المقارنة التي اعطت اقل متوسطات لجميع الصفات. تفوق تداخل معاملة توليفات النتروجين والحديد 75كغمN هـ$^{-1}$– 50 ملغمFe لتر$^{-1}$ مع تركيز رش بمستخلص الطحالب البحرية 2غم لتر$^{-1}$ ولم يختلف معنوياً عن معاملة تداخل T4 مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ بإعطائها اعلى المتوسطات في صفات عدد اوراق (93.65) ورقة نبات$^{-1}$ والمساحة الورقية (980.20) سم^{2} ودليل المساحة الورقية (0.98) في الموسم الثاني وعدد القرنات (93.08) قرنة نبات$^{-1}$ في

الموسم الأول. تفوق تداخل معاملة توليفات النتروجين والحديد 150كغمN هـ$^{-1}$ – 50 ملغمFe لتر$^{-1}$ مع تركيز رش بمستخلص الطحالب البحرية اكاديان 2غم لتر$^{-1}$ ولم يختلف معنوياً عن معاملة التداخل T6 مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ بإعطائها اعلى المتوسطات في صفات ارتفاع النبات(61.53) سم عدد افرع(5.88) فرع نبات$^{-1}$ في الموسم الاول وعدد البذور بالقرنة(15.91 و15.40) قرنة نبات$^{-1}$ لكلا الموسمين بالتتابع ووزن 1000 بذرة (13.85) بذرة نبات$^{-1}$ في الموسم الثاني وتركيز النتروجين في اوراق (2.60) % وتركيز البوتاسيوم في الاوراق (2.64) % في الموسم الاول ومحتوى الحديد في الاوراق (37.98) ملغم كغم$^{-1}$ في الموسم الثاني و تركيز Palmitic acid في البذور(5.40) % في الموسم الاول.

قائمة المحتويات		
التسلسل	الموضوع	الصفحة
1	**المقدمة**	1
2	**مراجعة المصادر**	3
1-2	الاهمية الغذائية والطبية لنبات الحلبة	3
2-2	المحتوى الكيميائي لنبات الحلبة	4
3-2	المركبات الفعالة في بذور نبات الحلبة	5
1-3-2	القلويدات	5
2-3-2	الكلايكوسيدات	6
3-3-2	المواد الهلامية	7
4-3-2	مكونات الاخرى	7
4-2	الطحالب البحرية	7
1-4-2	تأثير مستخلص الطحالب البحرية في النمو والحاصل والعناصر المغذية والمركبات الفعالة في النبات	8
5-2	النتروجين	11
1-5-2	تأثير النتروجين في النمو والحاصل والعناصر المغذية وبعض المركبات الفعالة في النبات	12
6-2	الحديد	14
1-6-2	تأثير الحديد في النمو والحاصل والعناصر المغذية المركبات الفعالة في النبات	15
3	**المواد وطرائق العمل**	18

1-3	موقع التجربة	**18**
2-3	تهيئة تربة الحقل	**18**
3-3	عوامل التجربة	**19**
4-3	العمليات الزراعية	**19**
5-3	الصفات المدروسة خلال الموسمين	**20**
1-5-3	صفات النمو الخضري	**20**
1-1-5-3	ارتفاع النبات (سم)	**20**
2-1-5-3	عدد الافرع (فرع نبات$^{-1}$)	**20**
3-1-5-3	عدد الاوراق (ورقة نبات$^{-1}$)	**21**
4-1-5-3	المساحة الورقية (سم^{2})	**21**
5-1-5-3	دليل المساحة الورقية	**21**
2-5-3	صفات الحاصل ومكوناته	**21**
1-2-5-3	عدد القرنات بالنبات (قرنة نبات$^{-1}$)	**21**
2-2-5-3	عدد البذور بالقرنة (بذرة قرنة$^{-1}$)	**21**
3-2-5-3	وزن 1000 بذرة (غم)	**22**
4-2-5-3	الحاصل الكلي للبذور (كغم هـ$^{-1}$)	**22**
5-2-5-3	الحاصل الحيوي (كغم هـ$^{-1}$)	**22**
6-2-5-3	دليل الحصاد (%)	**22**
3-5-3	الصفات الكيميائية	**22**
1-3-5-3	تقدير العناصر المغذية (N-P-K-Fe) في الاوراق والبذور والبروتين في البذور	**22**
1-1-3-5-3	تركيز النتروجين (%)	**23**

2-1-3-5-3	تركيز الفسفور (%)	**23**
3-1-3-5-3	تركيز البوتاسيوم (%)	**23**
4-1-3-5-3	محتوى الحديد (ملغم كغم $^{-1}$ وزن جاف)	**23**
5-1-3-5-3	تركيز البروتين (%)	**23**
4-5-3	المكونات الفعالة في البذور	**24**
1-4-5-3	القلويدات الكلية في البذور (ملغم 100غم)	**24**
2-4-5-3	الكلايكوسيدات الكلية في البذور (ملغم 100غم)	**24**
5-5-3	تقدير محتوى البذور من المركبات الفعالة باستعمال جهاز كروماتوكرافيا الغاز – مطياف الكتلة (GC-MS)	**24**
1-5-3	الاستخلاص وتحليل العينة	**24**
6-3	التحليل الاحصائي	**25**
4	**النتائج والمناقشة**	**27**
1-4	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في صفات النمو الخضري لنبات الحلبة للموسمين الزراعيين 2023-2024 و2024-2025	**27**
1-1-4	ارتفاع النبات (سم)	**27**
2-1-4	عدد الافرع (فرع نبات$^{-1}$)	**28**
3-1-4	عدد الاوراق (ورقة نبات$^{-1}$)	**30**
4-1-4	المساحة الورقية (سم^{2})	**32**
5-1-4	دليل المساحة الورقية	**34**
2-4	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في صفات حاصل ومكوناته لنبات الحلبة للموسمين الزراعيين 2023-2024 و2024-2025	**36**
1-2-4	عدد القرنات بالنبات (قرنة نبات$^{-1}$)	**36**

2-2-4	عدد البذور بالقرنة (بذرة قرنة$^{-1}$)	**38**
3-2-4	وزن 1000 بذرة (غم)	**40**
4-2-4	حاصل البذور (كغم هـ$^{-1}$)	**41**
5-2-4	حاصل الحيوي (كغم هـ$^{-1}$)	**43**
6-2-4	دليل الحصاد (%)	**44**
3-4	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم ومحتوى الحديد في الاوراق لنبات الحلبة للموسمين الزراعيين 2023-2024 و2024-2025	**47**
1-3-4	تركيز النتروجين في الاوراق (%)	**47**
2-3-4	تركيز الفسفور في الاوراق (%)	**49**
3-3-4	تركيز البوتاسيوم في الاوراق (%)	**50**
4-3-4	محتوى الحديد في الاوراق (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)	**52**
4-4	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم ومحتوى الحديد في البذور وتركيز البروتين في البذور لنبات الحلبة للموسمين الزراعين 2023-2024 و2024-2025	**54**
1-4-4	تركيز النتروجين في البذور (%)	**54**
2-4-4	تركيز الفسفور في البذور (%)	**56**
3-4-4	تركيز البوتاسيوم في البذور (%)	**57**
4-4-4	محتوى الحديد في البذور (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)	**59**
5-4-4	تركيز البروتين في البذور(%)	**61**
5-4	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في بعض مركبات فعالة في البذور نبات الحلبة للموسمين الزراعين 2023-2024 و2024-2025	**63**

1-5-4	محتوى القلويدات الكلية في البذور(ملغم 100غم$^{-1}$)	**63**
2-5-4	محتوى الكلايكوسيدات الكلية في البذور(ملغم 100غم$^{-1}$)	**65**
3-5-4	تركيز Vitamin C في البذور (ملغم 100 غم$^{-1}$)	**66**
6-4	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في بعض الاحماض الدهنية في البذور نبات الحلبة للموسمين الزراعين 2023-2024 و2024-2025	**68**
1-6-4	تركيز Oleic acid في البذور (%)	**68**
2-6-4	تركيز Linoleic acid في البذور (%)	**70**
3-6-4	تركيز Palmitic acid في البذور (%)	**71**
4-6-4	تركيز Myristic acid في البذور (%)	**73**
5-6-4	تركيز Stearic acid في البذور (%)	**74**
5	**الاستنتاجات والتوصيات**	**77**
6	**المصادر**	**78**
1-6	المصادر العربية	**78**
2-6	المصادر انكليزية	**83**
7	**الملاحق**	**92**

قائمة الجدول

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
1	بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل	**18**
2	مكونات مستخلص الطحالب البحرية حسب الشركة المنتجة	**19**
3	زمن الاحتجاز ومساحة المحلول لبعض المركبات الفعالة لبذور نبات الحلبة	**26**
4	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في ارتفاع النبات (سم) لنبات الحلبة	**28**

5	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في عدد الافرع (فرع نبات$^{-1}$) لنبات الحلبة	29
6	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في عدد الاوراق (ورقة نبات$^{-1}$) لنبات الحلبة	31
7	تأثير التوليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في المساحة الورقية (سم^{2}) لنبات الحلبة	33
8	تأثير التوليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في دليل المساحة الورقية لنبات الحلبة	35
9	تأثير التوليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية و التداخل بينهما في عدد القرنات بالنبات (قرنة نبات$^{-1}$) لنبات الحلبة	37
10	تأثير التوليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في عدد البذور بالقرنة (بذرة قرنة$^{-1}$) لنبات الحلبة	39
11	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في وزن 1000 بذرة (غم) لنبات الحلبة	41
12	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في حاصل البذور (كغم هـ$^{-1}$) لنبات الحلبة	42
13	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في الحاصل الحيوي (كغم هـ$^{-1}$) لنبات الحلبة	44
14	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في دليل الحصاد (%) لنبات الحلبة	45
15	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز النتروجين في الاوراق (%) لنبات الحلبة	48
16	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز الفسفور في الاوراق (%) لنبات الحلبة	50
17	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز البوتاسيوم في الاوراق (%) لنبات الحلبة	51
18	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل	53

	بينهما في محتوى الحديد في الاوراق (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف) لنبات الحلبة	
19	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز النتروجين في البذور (%) لنبات الحلبة	**55**
20	تأثير التوليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز الفسفور في البذور (%) لنبات الحلبة	**56**
21	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز البوتاسيوم في البذور (%) لنبات الحلبة	**58**
22	تأثير التوليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في محتوى الحديد في البذور (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف) لنبات الحلبة	**60**
23	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز البروتين في البذور (%) لنبات الحلبة	**62**
24	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في محتوى القلويدات الكلية في البذور (ملغم 100ملغم$^{-1}$) لنبات الحلبة	**64**
25	تأثير النتروجين والحديد و مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في محتوى الكلايكوسيدات الكلية في البذور(ملغم 100غم$^{-1}$) لنبات الحلبة	**66**
26	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز Vitamin C في البذور(ملغم 100غم$^{-1}$) لنبات الحلبة	**67**
27	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز Oleic acid في البذور(%) لنبات الحلبة	**69**
28	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز Linoleic acid في البذور (%) لنبات الحلبة	**70**
29	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز Palmitic acid في البذور (%)لنبات الحلبة	**72**
30	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز Myristic acid في البذور (%)لنبات الحلبة	**73**
31	تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل	**75**

	بينهما في تركيزStearic acid في البذور (%) لنبات الحلبة	

قائمة الملاحق

رقم الملحق	عنوان الملاحق	رقم الصفحة
1-7	تحليل التباين للموسم الاول تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في صفات النمو الخضري لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات(MS) للتجربة	92
2-7	تحليل التباين للموسم الثاني تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في صفات النمو الخضري لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات(MS) للتجربة	93
3-7	تحليل التباين للموسم الاول تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في صفات الحاصل ومكوناته لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات(MS) للتجربة	94
4-7	تحليل التباين للموسم الاول تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في صفات الحاصل ومكوناته لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات(MS) للتجربة	95
5-7	تحليل التباين للموسم الاول تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز NPK ومحتوى الحديد في الاوراق والبذور لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات(MS) للتجربة	97-96
6-7	تحليل التباين للموسم الثاني تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز NPK ومحتوى الحديد في الاوراق والبذور لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات(MS) للتجربة	99-98
7-7	تحليل التباين للموسم الاول تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في بعض المركبات الفعالة في البذور لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات(MS) للتجربة	100
8-7	تحليل التباين للموسم الثاني تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في بعض المركبات الفعالة في البذور لنبات	101

	الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات(MS) للتجربة	
9-7	تحليل التباين للموسم الاول تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في بعض الاحماض الدهنية في البذور لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات(MS) للتجربة	**102**
10-7	تحليل التباين للموسم الثاني تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في بعض الاحماض الدهنية في البذور لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات(MS) للتجربة	**103**
11-7	منحنيات بعض المركبات الكيميائية في المستخلص الكحولي بذور نبات الحلبة للموسم الاول في جهاز GC-MS	**104**
12-7	منحنيات بعض المركبات الكيميائية في المستخلص الكحولي بذور نبات الحلبة للموسم الثاني في جهاز GC-MS	**105**

1- المقدمة

تعد الحلبة *Trigonellafoenum – graecum* L. من النباتات المهمة والشائعة في الاستخدام الطبي منذ القدم ، وتستخدم بشكل واسع في معظم دول العالم كغذاء ودواء وذلك لاحتوائها على العديد من المركبات الفعالة طبياً (Barnes واخرون،2002). محصول عشبي حولي تنتمي الى نباتات العائلة البقولية (Mcgee ،2003). بذوره تمتاز باحتوائها على العديد من المركبات الطبية المهمة مثل القلويدات والكربوهيدرات والاحماض الامينية والستيرويدات الصابونية والفلافونات وغيرها(Aasim واخرون،2018). تعد اوراق الحلبة مصدر غذائي مهم وتحتوى على الكربوهيدرات والبروتين والدهون والمعادن والالياف والعديد من الفيتامينات مثل فيتامين A و B1 و C و K (Maaz،2021).

من الضروري الاهتمام بتسميد النباتات الطبية والعطرية بالعناصر المغذية النتروجين والفسفور والبوتاسيوم التي لها دور مهم في تحسين صفات النمو والتي تسهم في زيادة الانتاج وكمية الحاصل الاقتصادي ومحتوى المركبات الفعالة طبياً، فقد اكدت الدراسات على اهمية العناصر المغذية الكبرى للنباتات وتأثيرها في صفات النمو الخضري والمحتوى الكيميائي للنبات (الربيعي،2011) . للنتروجين دوراً مهماً في نمو وانتاج محصول الحلبة يسهم في زيادة النمو وعدد التفرعات كما يؤثر في كمية المركبات الفعالة طبيا الموجودة في البذور، اذ يدخل النتروجين كمكون اساسي في تركيب الاحماض الامينية مما يؤثر بشكل ايجابي على كمية القلويدات (Boroomand و Grouh ،2012).

لا تقل اهمية المغذيات الصغرى عن المغذيات الكبرى برغم حاجة النباتات لها بكميات اقل وتلعب دور حيوي في مختلف التفاعلات الحيوية وتكمن اهميتها في تأثيرها المباشر وغير المباشر في تنشيط الانزيمات المختلفة ، اضافة الى دوره في عمليات الاكسدة والاختزال (علي،2012). مستخلصات الطحالب البحرية التي لها دور في تحسين النمو الخضري للنباتات وزيادة انتاجيتها وكذلك دوره في تعزيز عملية انقسام الخلايا واستطالة الخلايا(Zamani واخرون،2013).

ان مستخلص الطحالب البحرية يعد مستخلصاً طبيعياً من الطحالب البحرية النقية واكثر استخداماً في مجال الزراعي كونه غني بالمكونات الطبيعية خاصة الهرمونات النباتية التي تعمل على تنشيط وتحفيز العمليات الحيوية في النبات فضلاً عن المركبات العضوية مثل الاحماض الامينية والفيتامينات والكربوهيدرات والعديد من العناصر المغذية الكبرى والصغرى الضرورية لنمو النبات ، كونه يساعد في تكوين مجموع جذري قوي ومنتشر ويعزز من قدرة النبات على امتصاص العناصر المغذية وانتاج نباتات قوية وسليمه (Jan واخرون،2014). تستخدم مستخلصات الطحالب البحرية مكملاً للأسمدة وليس بديلا لها سواء بإضافتها مباشرة الى التربة او رشها على المجموع الخضري وكونه احد المغذيات الامنة من التلوث للبيئة (Al-Ealayaw و Al- Dulaimy،2023).

الهدف من الدراسة:

1- تحديد التوليفة الافضل من النتروجين والحديد في النمو والحاصل وبعض المركبات الفعالة لنبات الحلبة.

2- تحديد التركيز الامثل من مستخلص الطحالب البحرية واثره في انتاجية نبات الحلبة.

3- معرفة مدى تأثير التداخل عاملي الدراسة في صفات النمو والحاصل لنبات الحلبة.

2- مراجعة المصادر

2-1 الأهمية الغذائية والطبية لنبات الحلبة

بذور ومستخلصات الحلبة تسهم في تحسين الهضم وتعزيز امتصاص العناصر المغذية ولا سيما الأحماض الامينية وله خصائص مغذية ومقوية وكما تستخدم كمكمل غذائي (Mercan واخرون،2007). تعد من اقدم النباتات الطبية والعطرية تستعمل اوراقها كعشب وبذورها كتوابل(Zandi واخرون،2015). تستخدم اوراق وبذور الحلبة كخضار مباشرة أو كإضافة غذائية أو كمنكهة للأطعمة ، تحتوى بذور الحلبة على نسبة عالية من الكلايكوسيدات الصابونية والمعادن والمركبات الهلامية(Aasim واخرون،2018).

ومن الاستخدامات الاخرى لبذور الحلبة استعمال زيتها كوسيلة طاردة للحشرات ووقاية محاصيل الحبوب المخزونة من الحشرات والجردان وفي صناعة الورق والاصباغ (Murlidhar وGoswami،2012). تستخدم بذور الحلبة كأعلاف للماشية ، اذ تحفز إدرار الحليب وتُزيد من نشاطها تتمتع الحلبة بقيمة غذائية عالية بسبب احتوائها على عناصر غذائية متنوعة ، وتضاف إلى غذاء الطيور لزيادة وزنها وتحسين جودة لحومها (علي،2018 و Govindaraj واخرون،2019). وتكون مفيدة في الدورة الزراعية ولتثبيت النتروجين في التربة وزيادة خصوبتها(Sarwar واخرون،2020).

تعد بذور الحلبة الجافة الجزء الاكثر اهمية في النبات ، يتم استخدمها لأغراض طبية(Griieve، 2003). تتميز بذور الحلبة الجافة بخصائص طبية نتيجة احتوائها على مجموعة متنوعة من المركبات الفعالة مثل القلويدات والصابونيات والتانينات والراتنجات والفلافونات والكومارينات والفيتامينات وكذلك احتوائها نسبة رطوبة (9.4%) والبروتين(25.6%) والكربوهيدرات(48.7%) والرماد(3.2%) والزيت الثابت (9%) والزيت الطيار(0.1%) (تقي واخرون،2010). تستعمل الحلبة بشكل واسع في العديد من المجالات الطبية والتجميلية وتدخل في صناعة المراهم الصيدلانية لمختلف استخدامات الوقاية من الإشعاع الحراري ، ومضادة للالتهابات الجلدية وكذلك علاج التقرحات الجلدية والاكزيما والكدمات والجروح (Sunita واخرون،

2011). كما تستخدم البذور لزيادة افراز الغدة الدرقية وكعلاج منع الشيخوخة (Mullaicharam واخرون، 2013). اذ تعد ملييناً وطارداً للطفيليات ، ومضاداً للتشنج ، ومنشطاً للقلب وبسبب لاحتوائها على مركبات حيوية فعالة وعلاج تصلب الشرايين والسكري ، ومسكنة للآلام ومضادة للبكتريا(Bahmani واخرون، 2016). اشارت بعض الدراسات الى ان مستخلص بذور الحلبة فعال في تقليل وزن الجسم والانسجة الدهنية ، وقدرتها على طرد الكربوهيدرات من الجسم قبل دخولها الى مجرى الدم مما يؤدي الى فقدان الوزن ، تحتوي الحلبة ايضاً على نسبة عالية من الالياف مما يؤدي الى تشكل طبقة هلامية وبالتالي تبطئ عملية هضم وامتصاص الطعام من الامعاء وتشعر الشخص بالشبع (Khorshidian واخرون ،2016).

وتستعمل في حماية الخلايا العصبية وداء الشقيقة وتحسين الذاكرة ومهدئ وكمضادات للفيروسات والتورمات السرطانية (Wani وKumar،2018). تعد مصدراً غنياً بالعديد من الاحماض الامينية المهمة مثل Glutamic acid و Phenylalanine و Aspartic acid و Leucine و Tyrosine (Syed واخرون،2020). واشارت الدراسات الى ان للحلبة خصائص متعددة منها مضادات الاكسدة والميكروبات والفطريات وطاردة للريح ، ودعم صحه الجلد والشعر(Laila واخرون،2022 وAwulachew،2022 و Tewari واخرون،2024 وShaheen واخرون،2024).

2-2 المحتوى الكيميائي لنبات الحلبة

تحتوي بذور الحلبة على أحماض امينية حرة مثل التيروسين Tyrosine والسيستين Cystine وحامض الاسبارتيك Aspartic acid والحامض الاميني 4-Hydroxyisoleuine (Chhibba وآخرون،2007) . احتواء بذورها على كميات مختلفة من العناصر المغذية اهمها البوتاسيوم والكالسيوم والفسفور والصوديوم والمغنيسيوم والحديد والزنك وغيرها من العناصر المعدنية (الجابر،2007) . وتحتوي على السكريات احادية مثل Arabinose و Manose وGalactos وGlucose إضافة وجود سكريات معقدة غير متجانسة مثل Galactomannan توجد في سويداء البذور بنسبة 51% وتشكل الزيوت الثابتة (الدهون) نسبة 5% من وزن البذور، وتتميز برائحة غير مقبولة ، وتتكون من مجموعة من الأحماض الدهنية منها Oleic acid وLinoleic acid وPalmitic acid وStearic acid وPhospholipids وغيرها ، الزيوت الطيارة تشكل نسبة قليلة من وزن البذور(العطار،2012). تعد بذور الحلبة مصدراً غنياً بالعديد من الفيتامينات مثل C وD

وA وB1 وB2 وB3 وB7 وB9 وتتكون بروتينات الحلبة من مجموعه متنوعة من الأحماض الامينية وبكمية عالية مثل Lysine وGelicin وHistidine وArginine وTryptophan ، واحماض امينية بكمية قليلة مثل Valine وMethionine وThreonine (Bahmani واخرون،2016).

2-3 المركبات الفعالة في بذور نبات الحلبة

2-3-1 القلويدات

القلويدات عبارة عن مركبات حلقية غير متجانسة وتعد من اهم المنتجات الطبيعية تعرف بتنوعها الهيكلي وتعقيدها وعددها الكبير ومما يجعلها تصنف بناءً على هياكلها الكيميائية الأساسية ، إذ تمتاز القلويدات بخصائصها المضادة للبكتريا(Yan وآخرون،2021). تعد مركبات عضوية ذات أصل نباتي ، مشتقة من الأحماض الأمينية ، وتحتوي جزيئاتها على ذرة نيتروجين واحدة أو أكثر وتتميز هذه المركبات بكونها مواد صلبة متبلورة ، ومعظمها عديم اللون والرائحة ، ولكنها ذات طعم مر(Chaskar واخرون،2017).

أن بذور الحلبة تحتوي على قلويدات هامة ، يعد Trigonelline من ابرز قلويدتها وتقدر نسبته حوالي 0.2-0.36% من وزن البذور وبنسبة 0.5% للمركبات الاخرى Choline وGentianin وCarpaine وFlavonoids وApigenin و LuteoiIn وQuercetin وVitexin وIsovitexin (Mehrafarin واخرون ،2010 وWallace واخرون،2018). القلويدات ذات أهمية كبيرة للنباتات التي توجد فيها فهي تستعمل كمواد دفاعية لحماية النبات من الكائنات الحية الأخرى ، اذ تتميز معظمها بطعمها المر اللاذع فضلاً عن انها تخزن القلويدات النيتروجين والعناصر الغذائية الأخرى لتزويد النبات عند الحاجة ، كما تسهم في الحفاظ على التوازن الأيوني داخل النبات تصنع القلويدات في منطقة القمة النامية للجذر ثم تُنقل إلى الجزء الخضري من النبات من خلال النسغ الصاعد على شكل استرات (حمود،2017). توجد القلويدات في النباتات بشكل حر مثل النيكوتين ومشتقاته ، وقد توجد بشكل املاح لأحماض عضوية مثل حامض الستريك وحامض الخليك او على شكل كلايكوسيدات مع سكريات مثل الجلوكوز والجالكتوز او شكل استرات للأحماض العضوية مثل الاتروبين (Ramawat ،2008). تستخدم في العديد من الاستخدامات الطبية منها

مسكن للام ومخدر موضعي ومضاد حيوي وموسع للأوعية الدموية ومضادة للسرطان وعلاج حالات الربو وارتفاع ضغط الدم (محمود،2008).

2-3-2 الكلايكوسيدات

تحتوي بذور الحلبة على مجاميع عدة من الكلايكوسيدات بما في ذلك الكلايكوسيدات الصابونية اهمها طبياً Diosgenin تلية Yamogenin و Tigogenin وغيرها (Barnes واخرون،2002). تلعب دوراً مهماً في علاج الأمراض وتستخدم كمنبه ومقوي للقلب(محمود،2008). الكلايكوسيدات مركبات عضوية تتحلل بفعل الاحماض أو الأنزيمات وتتكون من جزئيين جزء سكري تسمى (Glycone) وجزء غير سكري تسمى (Aglycone) (النعيمي ،2010).

تعرف الفلافونات في النباتات بوجودها بهيئة كلايكوسيدات ، إن تسمية الفلافون يعني اللون الأصفر باللغة اللاتينية ، اذ توجد هذه المركبات في النباتات خاصة في البذور وترتبط جزئيات السكر مع جزئ الهيدروكسيل على الحلقة A في هيكل الفلافون (بدر،2015).

تعد الكلايكوسيدات جزءاً مهماً من المواد الفعالة طبيا في بذور الحلبة وتتباين في تركيبها الكيميائي منها كلايكوسيدات صابونية استيرويدية التي هي مركبات الايض الثانوية التي تنتج بصورة طبيعية في النبات ولها قيمة علاجية عالية واذا تستخدم كمادة اولية في الصناعات الدوائية (Talreja و Goswami،2016).

تعد بذور الحلبة مصدرا غنياً بالمكونات النباتية بما في ذلك الستيرويدات الصابونية مثل Sapoenins و Diosgenin ، يتكون هيكل الستيرويدات الصابونية من حلقة سداسية الكربون (C-6) مع 2-3 من سلاسل جانبية والتي تحتوي على مجموعة الهيدروكسيل او المثيل ، بذور الحلبة لا تحتوي على Sapoenins حرة ولكنها توجد كمعقد كلايكوسيد (Gautam واخرون،2016). تستخدم في الوقاية من أمراض الكبد والمعدة وكذلك تستخدم كمادة مرخية للأوعية الدموية والعضلات (Morais وآخرون،2019).

2-3-3 المواد الهلامية

عبارة عن سكريات متعددة غير متبلورة تتكون من D-mannose وD-galactose بنسبة 1:1 أو 1:2 يمكن ان تصل نسبة المواد الهلامية الى اكثر من 30% وتعد من المكونات البارزة في بذور الحلبة (Mishra وآخرون،2003). تستخدم كعلاج لقرحة المعدة والالتهابات المعوية والغشاء المخاطي للمعدة كما تستخدم في صناعة الأقراص والكبسولات الدوائية (Mirzaei وVenkatesh،2012). وتستخدم كمسكنة ومقوية ومطرية ومدره للبول وطاردة للريح وطاردة للبلغم وطاردة للديدان وكذلك تستعمل لعلاج قرح الفم وتشقق الشفاه (Moustafa واخرون،2020).

2-3-4 مكونات أخرى

تحتوي بذور الحلبة على مكونات طبية أخرى بما في ذلك الكومارين Coumarin المعروف ايضاً باسم ترايكوفورين والذي ينتمي الى مجموعة المواد المرة (Khurana ،1982). يستخدم كعلاج أمراض القلب والجلطة الدموية ، اذ يعمل كمانع لتخثر الدم وخافض نسبة السكر في الدم ويساهم في منع تجمع وترسيب الدهون في الكبد (Varshney وSharma،1996). وتحتوي ايضاً على مركبات نكهة فيورانية مثل سوتولون Sotolone (Peraza-Luna واخرون،2001).

2-4 مستخلص الطحالب البحرية

تعد مستخلصات الطحالب البحرية منشطات حيوية لعمليات الايض الثانوي في النباتات، ومما يؤدي الى تحفيز عمليات نمو مختلفة في النبات (Pelegrin وآخرون،2008). مستخلصات الطحالب البحرية منتجات أولية للمواد الغذائية العضوية ، تدخل في تركيب خلاياها مركبات مهمة مثل الأحماض الامينية والاحماض العضوية والأنزيمات والسكريات والفيتامينات وغيرها من محفزات النمو تتميز المستخلصات باحتوائها على السايتوكاينينات التي لها دور تنظيمي في تطور ونمو النباتات وتأخير الشيخوخة (Osman وآخرون،2010 وOyoo واخرون،2010). كما يسهم في زيادة المساحة الورقية ومحتوى الكلوروفيل مما يؤدي الى زيادة الكربوهيدرات وبناء الجلوكوسيدات وتكوين مجموع جذري متشعب قوي يعزز امتصاص العناصر المغذية وتعطي زيادة نمو النبات ومقاومة النبات للأمراض والحشرات(Doug واخرون،2005 وتوفيق،2012).

مستخلصات الطحالب البحرية تحتوي على خصائص طبيعية مشابهة للمواد المتواجدة في النباتات نفسها، تستخدم كأسمدة عضوية ، تضاف الى التربة او رشاً على النبات(Calvo واخرون،2014). تتميز مستخلصات الطحالب البحرية بانها غير سامة وغير ملوثة للبيئة ومنخفضة التكلفة وتسهم في العديد من الوظائف الفسلجية المهمة في النباتات وتشجع نمو النبات وتحفز انقسام الخلايا للأنسجة النباتية ، وتزيد كفاءة عملية التمثيل الكاربوني وتنعكس ايجاباً في النمو الخضري والجذري للنباتات (Begum،2018 و Sanodiya،2022).

مستخلصات الطحالب البحرية هي مستخلصات طبيعية تستخرج من الأعشاب والنباتات تنتمي إلى مجموعة النباتات ثلاثية الكاربون لا تمتلك جذوراً أو سيقاناً أو أوراقاً حقيقية، تختلف فيما بينها بالحجم وتتكون من خلية واحدة غير مرئية إلا تحت المجهر (Mukherjee وPatel،2020). تحتوي الطحالب البحرية على كميات كبيرة من منظمات النمو والعناصر المغذية التي يمتصها النبات بسهولة ، تعد اكثر ملاءمة لنمو النبات مقارنة بالأسمدة الكيميائية ، وتسهم في المشاركة في نقل الالكترونات والتحكم في عمليات الاكسدة والاختزال وتنشيط تكوين الاوكسينات الطبيعية داخل النبات (Verma واخرون،2020 وKumawat وKumawat،2023).

2-4-1 تأثير مستخلص الطحالب البحرية في النمو والحاصل والعناصر المغذية والمركبات الفعالة في النبات.

يعد مستخلص الطحالب البحرية مستخلص طبيعي من الطحالب البحرية النقية ، الاكثر استخداماً في المجال الزراعي ، وغنياً بالمكونات الطبيعية وخاصة الهورمونات النباتية التي تنشط وتحفز العمليات الحيوية في النبات ، وبالإضافة الى العناصر المغذية الكبرى والصغرى الضرورية لنمو النباتات وتعمل على المحافظة على حيوية النبات (Jan واخرون،2014). دراسة Pise وSabale،(2010) تأثير مستخلصات الطحالب البحرية على نمو ومكونات نبات الحلبة وشملت التجربة ثلاثة أنواع من الطحالب البحرية Ulva fasciata و Sargassum ilicifolium وGracilaria corticata ، وبتراكيز (10% و25% و50%) أظهرت النتائج تحسنًا معنويًا في المحتوى الكيميائي للنباتات عند تركيز 50% من المستخلص

الطحالب البحرية في محتوى البروتين في الاوراق (3.31) ملغم100غم من وزن طازج والكربوهيدرات الكلي في الاوراق(5.79)غم100غم من وزن جاف والأحماض الأمينية في الاوراق(4.68) غم100غم من وزن جاف الفينولات في الاوراق(0.51) ملغم100غم من الوزن الرطب والنيتروجين الكلي في الاوراق(8.89) غم100غم من الوزن الجاف ، استنتج الباحثان أن مستخلصات الطحالب البحرية تعمل كمنشطات حيوية طبيعية تعزز نمو الحلبة وزيادة محتواها من المركبات الكيميائية ، وأن نوع الطحالب البحرية وتركيز المستخلص لهما تأثير كبير على النتائج ، حيث أظهرت مستخلص الطحالب البحرية Ulva fasciata تفوق مقارنة بالأنواع الأخرى.

ان رش مستخلصات الطحالب البحرية على النباتات البقولية يزيد بشكل كبير من نموها وانتاجيتها وجودتها ، وتحفز امتصاص العناصر المغذية مثل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم من قبل النباتات المعاملة (Pramanick واخرون،2013). اشارت نتائج دراسة Tarraf واخرون،(2015) تأثير رش مستخلص الطحالب البحرية على نبات الحلبة في نوعين مختلفين من التربة الترب الرملية والطينية ، ان رش النباتات بتراكيز مختلفة من مستخلص الطحالب البحرية (0 و 2.5 و5) غم لتر$^{-1}$ ادى الى تأثير معنوي وتفوقت تركيز 5غم لتر$^{-1}$ في صفات ارتفاع النبات وعدد الاوراق وعدد الافرع في الترب الرملية والطينية والتي اعطت اعلى متوسطات في مرحلة النمو الخضري بلغت (18.67 و21.67) سم و(19.00 و22.67) ورقة نبات$^{-1}$ و(4.67 و3.67) فرع نبات$^{-1}$ على الترتيب ، بينما في مرحلة الازهار بلغت(23.33 و25.00) سم و(20.33 و23.00) ورقة نبات$^{-1}$ و(10.33 و10.00) فرع نبات$^{-1}$ على الترتيب ، وتركيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في مرحلة النمو الخضري بلغت (5.23 و4.69)% و(0.30 و 0.30)% و(1.90 و2.25)% على الترتيب تركيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم وفي البذور بلغت (4.82 و4.18)% و(0.27 و0.30)% و(1.55 و1.75)% على الترتيب وتركيز زيت بلغت(1.35 و0.95)% على الترتيب مقارنه مع عدم اضافة مستخلص الطحالب البحرية . ان رش نباتات الحلبة بمستخلص الطحالب البحرية بتركيز(0 و2 و4) مل لتر$^{-1}$ بينت النتائج تفوق تركيز4 مل لتر$^{-1}$ معنوياً في صفة ارتفاع النبات وعدد الافرع وعدد الاوراق وعدد القرنات والوزن الجاف وعدد البذور بالقرنة وحاصل البذور ووزن 1000 بذرة (61.00 سم و6.67 فرع نبات$^{-1}$ و27.00 ورقة نبات$^{-1}$ و13.56 قرنة نبات$^{-1}$ و9.166غم و14.12بذرة قرنة$^{-1}$ و413.5 كغم هـ$^{-1}$ و13.99غم) بالتتابع (السعيدي،2017).

ان الرش بمستخلص الطحالب البحرية بالتراكيز (50 و100 و150 ملغم لتر$^{-1}$) على نباتات الباقلاء ادى الى زيادة معنوية في عدد القرنات بالنبات ووزن القرنة والحاصل الكلي ونسبة البروتين والكربوهيدرات بزيادة تراكيز الرش اذ اعطى التركيز الاعلى من المستخلص اعلى المتوسطات بلغت (27.00 قرنة نبات$^{-1}$ و49.00 غم و3.62 طن هـ$^{-1}$ و 23.26% و54.90%) مقارنة بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل المتوسطات بلغت (20.73 قرنة نبات$^{-1}$ و 42.12 غم و2.89 طن هـ$^{-1}$ و 20.44% و 51.30%) على الترتيب(El-Metwally،2016).

بين حمدان(2019) ان رش نباتات الباقلاء بتراكيز مختلفة من مستخلص الطحالب البحرية (0 و1 و2 و3 و4)غم لتر$^{-1}$ ، وزيادة تركيز مستخلص الطحالب البحرية ادت الى زيادة معنوية في صفات النمو ومكونات الحاصل لارتفاع النبات وعدد التفرعات والوزن الجاف للنبات وعدد القرنات ووزن القرنة ووزن 100 بذرة وحاصل البذور الكلي و نسبة البروتين بالبذور مقارنة بمعاملة المقارنة. ان المستخلصات الطحالب البحرية لها تأثير ايجابي على زيادة المركبات الفعالة وتحسين صفات الزيوت الطيارة في النبات ومن المهم معرفة تأثير هذه المستخلصات على الاجزاء الفعالة من النبات والتي تكون لها تأثير ايجابي في الصفات المطلوبة (Rezaei وآخرون،2019).

اشارت نتائج دراسة Sujatha واخرون،(2021) تأثير رش مستخلص الطحالب البحرية Sargassum wightii على النمو والحاصل والمركبات الكيميائية لنبات الحلبة ، تم استخدام تراكيز مختلفة من المستخلص الطحالب(2 و4 و6 و8 و10)% تم التخفيف بالماء المقطر ، أظهرت النتائج أن التركيز 6% تفوقت مقارنه بالتراكيز الأخرى ، أدى رش المستخلص الطحالب البحرية بتركيز 1.0% إلى زيادة معنوية في ارتفاع النبات(6.83) سم والوزن الرطب(3.63غم) والوزن الجاف(0.22غم) والبروتين(6.8) ملغم.غم وزن الجاف والكربوهيدرات(2.6) ملغم.غم وزن الجاف والأحماض الأمينية(3.63) ملغم.غم وزن الجاف والفينولات (0.8) ملغم.غم وزن الجاف وحمض الاسكوربيك(0.36) ملغم.غم وزن الجاف.

2-5 النتروجين

يعد النتروجين من العناصر الطبيعية الاساسية ويتواجد في الغلاف الجوي بنسبة حوالي 79% على شكل غاز حر ، الا ان هذه الصورة الغازية لا تكون جاهزة لامتصاص النبات اذ يمكنه الاستفادة منها الا عند ارتباط النتروجين مع عناصر الاخرى مثل الاوكسجين و الهيدروجين والكربون ، يتطلب تثبيت النتروجين كسر الروابط الثلاثية القوية التي تربط ذراته مع بعضها وهي عملية تحتاج الى طاقة عالية لا يمتلكها النبات بمفرده لذلك يحدث التثبيت بوساطة كائنات دقيقة قادرة على تحويل النتروجين الجوي الى صورة عضوية يمكن للنبات امتصاصها والاستفادة منها (الربيعي،2022).

يتعرض النتروجين في التربة لعدة عمليات حيوية وكيميائية تؤثر في توافره للنباتات . تعد عملية تحويل النيتروجين العضوي إلى النيتروجين المعدني وتكوين ايون الامونيوم (NH_4^+) من العمليات الحيوية الاساسية في دورة النتروجين داخل التربة تعرف هذه العملية بمعدنة النيتروجين العضوي (Mineralization) وإن هذه العملية تؤثر على كمية النيتروجين الجاهز للنبات ، ويتم التحكم بها من قبل الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة والتي تقوم بتحليل المواد العضوية واطلاق النتروجين منها بصورته المعدنية ، اما عملية اكسدة الامونيوم (NH_4^+) الى النترات (NO_3^-) ، فإن هذه العملية تسمى بالنترجة (Nitrification) وهي تمر بمرحلتين رئيسيتين الاولى تتضمن أكسدة الامونيوم إلى نتريت (NO_2^-) بواسطة بكتريا Nitrosomonas بينما تشمل المرحلة الثانية أكسدة النتريت إلى نترات (NO_3^-) بوساطة بكتريا Nitrobacter وتعد هاتان المرحلتان من العمليات الحيوية التي تنفذها بكتريا ذاتية التغذية وتسهمان بدور اساسي في تحويل النتروجين الى صورة يسهل امتصاصها من قبل النباتات (Mohammadi و Sohrabi،2012).

يعد النتروجين من العناصر الغذائية الضرورية في الانظمة البيئية الزراعية حيث تمتصه النباتات من التربة عن طريق الجذور على شكل نترات وامونيوم ، وتعد صورة الامونيوم اكثر امتصاصاً من قبل النباتات لأنها تتحول مباشرة الى احماض امينية ومن ثم الى بروتينات دون الحاجة الى استهلاك طاقة اضافية (Tajer،2016 و Qin واخرون،2017). يشكل النتروجين (2-5)% من المادة الجافة للنبات ويعد من المكونات الاساسية للبروتوبلازم والاغشية الخلوية كما يدخل في تركيب العديد من المركبات الحيوية المهمة مثل الكلوروفيل ومركبات الطاقة(ATP) والمرافقات الانزيمية ويساهم كذلك في تكوين والاحماض الامينية

التي تعد الاساس في بناء البروتينات والانزيمات وبعض الفيتامينات(Lestari واخرون،2016 و الموصلي واخرون،2019). النتروجين يعد من العناصر التي تشرك في معظم العمليات الحيوية التي تحدث داخل النبات ويلعب دوراً في حياة النبات الفسيولوجية ويشجع نمو الجذور مما يزيد من كفاءة النبات في امتصاص الماء والعناصر المغذية من التربة وزيادة النمو الخضري وتحسين انتاجية ونوعية المحاصيل الزراعية وكذلك يؤثر في زيادة المساحة السطحية للأوراق فتزداد نسبة الكلوروفيل في الأوراق وزيادة كفاءة عملية التمثيل الكربوني (علي وآخرون،2014). تحتاج جميع النباتات سواء محاصيل حقلية او محاصيل بستنية والنباتات الطبية والعطرية الى كميات متوازنة من الاسمدة النيتروجينية التي تسهم في تنظيم الهرمونات النباتية الاوكسينات والسايتوكينينات وزيادة معدل نمو النباتات وزيادة انقسام الخلايا المرستيمية وانتاج الازهار ومقاومة الإجهادات الخارجية واطالة مدة النمو وتأخير الشيخوخة النبات (Bianco واخرون،2015).

2-5-1 تأثير النتروجين في النمو والحاصل والعناصر المغذية وبعض المركبات الفعالة في النبات.

اوضحت نتائج الدراسة ان استخدام مستويات مختلفة من السماد النتروجيني (0 و15 و25 و35 كغم دونم$^{-1}$ N) على صنفين من نباتات الحلبة خلال موسمين ادى الى زيادة معنوية في ارتفاع النبات وعدد الافرع ، اذ تفوق المستوى 35 كغم. دونم$^{-1}$ N واعطى اعلى متوسطات بلغت (89.2 سم و12.3 فرع نبات$^{-1}$) على الترتيب ، وتفوق المستوى 25 كغم دونم$^{-1}$ N في صفة عدد القرنات وعدد البذور بالقرنة والقلويدات والتي اعطت اعلى متوسطات بلغت (28.2 قرنة نبات$^{-1}$ و18.6 بذرة و26.6 قرنة نبات$^{-1}$ و18.2 بذرة و1.64 و1.62%) على الترتيب لكلا الموسمين مقارنة بمعاملة المقارنة (الهدواني،2004).

اشارت نتائج دراسة Tuncturk واخرون(2011) التي اجريت على نبات الحلبة حول تأثير السماد النتروجيني خلال الموسمين النمو بمستويات سمادية (0 و30 و60 و90 كغم هـ$^{-1}$ N) تفوق مستوى 90 كغم هـ$^{-1}$ N لكلا الموسمين في صفات ارتفاع النبات وعدد القرنات بالنبات وعدد البذور بالقرنة وحاصل البذور نسبة البروتين واعطت اعلى متوسطات بلغت (42.2 سم الموسمين و8.4 و7.8 قرنة نبات$^{-1}$ و 13.9 و13.6 بذرة قرنة$^{-1}$ و831.0 و796.0 كغم هـ$^{-1}$ و22.5 و22.2%) على الترتيب ، عدد الافرع

تفوقت في مستوى 90 كغم هـ$^{-1}$ للموسم الاول بلغت (2.8 فرع نبات$^{-1}$) وتفوقت الموسم الثاني عند مستوى 60كغم هـ$^{-1}$ بلغت(2.8فرع نبات$^{-1}$) ووزن 1000 بذرة تفوقت مستوى 30كغم هـ$^{-1}$ للموسم الاول بلغت (18.8غم) وتفوقت الموسم الثاني عند مستوى 90 كغم هـ$^{-1}$ بلغت (18.3غم) مقارنة بمعاملة المقارنة .

اشار نتائج دراسة عبد الحسين(2013) وعبد الحسين واخرون(2013) حول استجابة نباتات الحلبة لمستويات مختلفة من السماد النتروجيني وتأثيرها في نمو وحاصل البذور والنسبة المئوية للمادة الفعالة Trigonelline ، للمستويات السمادية (0 و60 و90 و120 كغم هـ$^{-1}$ N) وان زيادة مستويات السماد النتروجيني ادت الى زيادة معنوية في ارتفاع النبات وعدد الافرع وعدد الاوراق ومساحة الورقية ودليل مساحة الورقية والنسبة المئوية للنتروجين في الاوراق ، اذ تفوقت المعاملة 120 كغم هـ$^{-1}$ N التي اضيفت بشكل يوريا (46%)N والتي اعطت اعلى متوسطات بلغت (45.58 سم و3.9 فرع نبات$^{-1}$ و28.57 ورقة نبات$^{-1}$ و526سم^{2} و3.307 و3.65%) بالتتابع مقارنة بباقي المستويات ولم يختلف عن المستوى 90 كغم هـ$^{-1}$ ، بينما تفوقت المعاملة 90 كغم هـ$^{-1}$ N في صفات عدد القرنات وعدد البذور بالقرنة ووزن 1000 بذرة وحاصل البذور الكلي والنسبة المئوية للبروتين في البذور ومحتوى البذور من المادة الفعالة Trigonelline والتي اعطت اعلى المعدلات بلغت(15.63 قرنة نبات$^{-1}$ و10.67 بذرة قرنة و1.597 طن هـ$^{-1}$ و22.86 % و89.02 مايكرو غرام مل$^{-1}$) بالتتابع مقارنة بباقي المستويات .

ان استجابة حاصل البذور ومكوناته في اصناف نبات الحلبة لمستويات مختلفة من التسميد النتروجيني (0 و40 و80 كغم هـ$^{-1}$ N) اظهرت نتائج التجربة ان معظم الصفات الحاصل ومكوناته اعطت اعلى متوسط عند مستوى 40 كغم هـ$^{-1}$ ادى الى زيادة معنوية في صفات ارتفاع النبات وعدد البذور بالقرنة ووزن 1000 بذرة وحاصل البذور والحاصل البيولوجي والنسبة المئوية للزيت الثابت والتي اعطت اعلى متوسطات بلغت (113.00 سم و12.70 بذرة قرنة$^{-1}$ و12.01 غم و582.66 كغم هـ$^{-1}$ و3286.80 كغم هـ$^{-1}$ و16.34%) بالتتابع مقارنة بباقي المستويات السمادية (Muhammed واخرون،2018). اشارت نتائج دراسة Singh واخرون(2018) التي اجريت في الهند على نبات الحلبة حول تأثير اضافة النتروجين بمستويات سمادية (20 و40 و60 كغم هـ$^{-1}$ N) تفوق معاملة اضافة 60 كغم هـ$^{-1}$ N في صفات ارتفاع النبات وعدد القرنات بالنبات وعدد البذور بالقرنة وحاصل البذور والحاصل البيولوجي واعطت اعلى

متوسطات بلغت (108.69 سم و51.32 قرنة نبات$^{-1}$ و12.08 بذرة قرنة$^{-1}$ و1.38 طن هـ$^{-1}$ و4.28 طن هـ$^{-1}$) مقارنة بباقي المستويات السمادية. بينت نتائج جامل واخرون(2020) لدراسة معرفة تأثير مستويات مختلفة من التسميد النتروجيني في صفات النمو لنبات الحلبة ، بالمستويات السمادية (0 و100 و150 و200 كغم هـ$^{-1}$ N) ادى الى زيادة معنوية في اغلب صفات النمو ، اذ اعطى مستوى 200 كغم هـ$^{-1}$ N اعلى متوسطات في ارتفاع النبات 16.05 سم وعدد الاوراق بالنبات 33.14 ورقة نبات$^{-1}$ وعدد الافرع بالنبات 2.25 فرع نبات$^{-1}$ والوزن الرطب 48.39غم والوزن الجاف 8.02غم مقارنة بباقي المستويات السمادية. بينت النتائج Deshmukh واخرون (2020) دراسة اثر مستويات السماد النتروجيني في نمو وانتاج بذور نبات الحلبة ، بمستويات مختلفة (40 و60 و80 و100 كغم هـ$^{-1}$ N) اثرت بشكل كبير بمستويات النتروجين المختلفة في مراحل النمو المختلفة ، اذ اعطى مستوى 80 كغم هـ$^{-1}$ N اعلى متوسطات في عدد القرنات بالنبات وعدد البذور بالقرنة وحاصل البذور والنسبة المئوية للبروتين بلغت (27.33 قرنة نبات$^{-1}$ و 13.64 بذرة قرنة$^{-1}$ و13.27 كغم هـ$^{-1}$ و23.68%) مقارنة بمستوى 40 كغم هـ$^{-1}$. اوضحت نتائج Mohammed واخرون(2022) لدراسة استجابة نباتات الحلبة للسماد النيتروجيني على شكل يوريا بأربعة مستويات(0 و50 و100 و150 كغم هـ$^{-1}$) وجود زيادة معنوية في ارتفاع النبات وعدد الافرع وتفوقت مستوى 150 كغم هـ$^{-1}$ والتي اعطت اعلى متوسطات بلغت(45.80 سم و3.86 فرع نبات$^{-1}$) واظهرت النباتات التي تم تسميدها باليوريا بمعدل (50 و100 كغم هـ$^{-1}$) اعلى متوسط في حاصل البذور الكلي مقارنة بمعاملة المقارنة ، وان زيادة تراكيز اليوريا ادت الى زيادة معنوية في عدد القرنات وعدد البذور بالقرنة وحاصل البذور الكلي عند مستوى 50 كغم هـ$^{-1}$ والتي اعطت اعلى متوسطات بلغت (15.43 قرنة نبات$^{-1}$ و10.66 بذرة قرنة$^{-1}$ 3.80 كغم هـ$^{-1}$) مقارنة بمعاملة المقارنة عدم اضافة النتروجين .

2-6 الحديد

تعد العناصر الصغرى من المعادن الاساسية للنباتات، اذ يحتاجها النبات بكميات قليلة مقارنة بالعناصر الكبرى مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم ، تلعب دورا حيوياً في تنظيم العمليات الأيضية ودعم النمو وتكوين الأنسجة النباتية . ويعتبر الحديد من اهم هذه العناصر الصغرى ، حيث يلعب دوراً حيوياً في العديد من العمليات الحيوية والفسيولوجية ، بما في ذلك تكوين البروتينات المرتبطة بالكلوروفيل ، والمشاركة في

سلاسل نقل الإلكترونات ، ويعمل كعامل مساعد للعديد من الانزيمات المسؤولة عن التفاعلات الاكسدة والاختزال ، وعلى الرغم من ان محتوى الحديد في النبات منخفض نسبياً ، فإن نقصه يؤدي الى تأثيرات سلبية كبيرة في نمو النبات وانتاجية المحاصيل (Marschner ،2012 وLi واخرون،2015).

ان غالبية صور الحديد الموجودة في التربة تكون في اشكال يصعب على النبات الاستفادة منها وتواجد بصورة رئيسية على شكل أكاسيد وهيدروكسيدات غير قابلة للذوبان ، ويمتص النبات الحديد على هيئة ايونات الحديد ثنائية التكافؤ وهي الصورة الاكثر قابلية للانتقال عبر الاغشية الخلوية وبصورة اقل ايونات الحديد ثلاثي التكافؤ او من خلال مركبات الحديد المخلبية وينتقل الحديد داخل النبات بصورة سترات ، اذ ان الحديد يتميز باحتياج النبات له اكثر من بقية العناصر الغذائية الصغرى وتتراوح كمية الحديد في الانسجة الورقية ما بين 50–250 ملغمFe كغم$^{-1}$ مادة جافة (Esmail وRasul،2009 وBhat واخرون، 2024). تركيز الحديد في الترب بصورة عامة حوالي 38.3 ملغم Fe كغم$^{-1}$ تربة (3.8%) الا ان الحديد الجاهز لا يتجاوز 0.02% من الحديد الكلي (علي واخرون،2014).

الحديد يلعب دوراً مهماً في انتاج الطاقة وبناء الاحماض الامينية والنووية والدهنية ، وزيادة كفاءة نقل نواتج التمثيل الكاربوني من اماكن تصنيعها الى باقي اجزاء النبات ويحسن اداء الانظمة الضوئية (الطاهر،2009 وMalkaouti). وتلعب دوراً مهماً في تخليق العديد من منظمات النمو النباتية ، ومما ينعكس ذلك في زيادة النمو الخضري و زيادة محتوى المركبات الكيميائية والزيوت (Imtiaz واخرون،2010 وFarooq واخرون،2012). يعد مكوناً اساسياً لمركبات فعالة ومختلفة في الخلية مثل الانزيمات والسايتوكرومات وغيرها وله دور مهم في ايض النبات(Barker وStratton،2015 و Salam–Abdel،2016).

2–6–1 تأثير الحديد في النمو والحاصل والعناصر المغذية والمركبات الفعالة في النبات.

تشير نتائج الحلبوسي،(2013) الى ان استخدام تراكيز مختلفة من الحديد (0 و60 و120 و180 ملغم لتر$^{-1}$) على نباتات الحلبة ، ادى الى تحسين معظم صفات النمو الخضري والحاصل ، اذ تفوق تركيز 180 ملغم لتر$^{-1}$ Fe في العديد من الصفات مثل ارتفاع النبات (61.79 و55.54 سم) وعدد الافرع (7.85

و7.25 فرع نبات$^{-1}$) وعدد القرنات بالنبات (10.88 و 10.09 قرنة نبات$^{-1}$) وعدد البذور بالقرنة (18.69 و17.96 بذرة قرنة$^{-1}$) ووزن 100 بذرة (1.67 و 1.55 غم) وحاصل الكلي (2060.4 و1665.6 كغم هـ$^{-1}$) ومحتوى الحديد في الاوراق (235.64 و 227.73 ملغم كغم$^{-1}$) للموسمين مقارنه بمعاملة المقارنة.

اظهرت نتائج دراسة الدليمي والمحمدي (2014) لتأثير ثلاثة تراكيز من الحديد (0 و75 و150) ملغم لتر$^{-1}$ Fe عند رشها على نباتات فول الصويا ، ان التركيز 150 ملغم لتر$^{-1}$ حقق اعلى المتوسطات في ارتفاع النبات(69.03 سم) وعدد التفرعات(7.39 فرع نبات$^{-1}$) والوزن الجاف للنبات(49.87 غم نبات$^{-1}$) وتركيز الحديد في الاوراق(121.58 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة) مقارنة بعدم رش الحديد على النبات.

اشارت نتائج دراسة حسن وسعدالدين(2018) تأثير الرش بالزنك والحديد خلطاً(Zn–Fe) وبثلاثة مستويات (0 و50+50 و100+100) ملغم لتر$^{-1}$ في حاصل البذور والمادة الفعالة Trigonelline في بذور نبات الحلبة ، ادى الرش مستوى(100+100) ملغم لتر$^{-1}$ الى زيادة معنوية في عدد القرنات بالنبات وحاصل البذور اعطت متوسطات بلغت (64.6 قرنة نبات$^{-1}$ و2732 كغم هـ$^{-1}$) على الترتيب وبينما تفوق الرش بالمستوى و(50+50) ملغم لتر$^{-1}$ في عدد البذور بالقرنة ووزن 100 بذرة ونسبة Trigonelline في البذور وحاصل Trigonelline والتي اعطت متوسطات بلغت (16.5 قرنة نبات$^{-1}$ و 1.34 غم و132.11 مايكرو غرام مل$^{-1}$ و 4.58 غم هـ$^{-1}$) مقارنة مع معاملة المقارنة عدم الاضافة .

بينت نتائج الدراسة ان رش عدة تراكيز من الحديد النانوي المخلبي (0 و80 و160 ملغم لتر$^{-1}$) على نباتات الحلبة ادى الى زيادة معنوية في ارتفاع النبات وعدد الافرع المساحة الورقية الوزن الجاف للنبات وعدد القرنات في النبات وعدد البذور بالقرنة ووزن 100 بذرة والحاصل الكلي، قد تفوق التركيز 160ملغم لتر$^{-1}$ ، اذ اعطى اعلى متوسطات بلغت(65.811 سم و5.927 فرع نبات$^{-1}$ و4.662 سم^{2} و13.621غم و49.389 قرنه نبات$^{-1}$ و12.906 بذرة قرنة$^{-1}$ و1.472 غم و1308.83 كغم هـ$^{-1}$) على الترتيب مقارنة بمعاملة المقارنة (المحمدي وياسين،2020).

بينت نتائج دراسة AL–Zubaidi واخرون(2021) اثر الحديد المخلب الصلب والسائل على نمو وانتاج نباتات الفاصوليا ، استخدمت الحديد المخلب بالشكل الصلب بتراكيز (0 و100 و200) جزء بالمليون وتمت إضافته إلى التربة والحديد المخلب بالشكل السائل بتراكيز (0 و2 و4) مل لتر$^{-1}$ وتم رشه على النباتات ، أظهرت النتائج تأثير معنوي بمعاملة الحديد المحلب الصلب بتركيز 100 جزء بالمليون في عدد القرنات بالنبات والانتاج الكلي والتي اعطت اعلى متوسطات بلغت (25.74 قرنة نبات$^{-1}$ و5.01 ميغاغرام هـ$^{-1}$) على الترتيب ، أما معاملة 200 جزء بالمليون فقد حققت أعلى المتوسطات في ارتفاع النبات وإنتاجية النبات وعدد البذور بالقرنة واعطت المتوسطات بلغت(30.10 سم و771.35 غم نبات$^{-1}$ و6.18 بذرة قرنة$^{-1}$) على الترتيب ، بينما معاملة الحديد المخلب السائل تفوقت بتركيز 4 مل لتر$^{-1}$ في ارتفاع النبات وعدد القرنات بالنبات وعدد البذور بالقرنة وانتاجية النبات والانتاج الكلي واعطت المتوسطات بلغت (128.55سم و25.45 قرنة نبات$^{-1}$ و7.88 بذرة قرنة$^{-1}$ و755.98 غم نبات$^{-1}$ و80 ميغاغرام هـ$^{-1}$) على الترتيب مقارنة بمعاملة المقارنة عدم الاضافة .

اشارت نتائج دراسة Kumar واخرون،(2022) معرفة تأثير الحديد في النمو والحاصل ومكوناته لنبات الحلبة ، ان استخدام اربعة مستويات من الحديد (0 و5 و7.5 و10) كغم $FeSO_4$ هـ$^{-1}$ ادى الى تفوق مستوى 10 كغم $FeSO_4$ هـ$^{-1}$ معنوياً في الصفات ارتفاع النبات(90.93 سم) ووزن 100 بذرة(11.89غم) وعدد البذور بالقرنة (17.23) قرنة نبات$^{-1}$ وحاصل البذور(1957) كغم هـ$^{-1}$ والحاصل الحيوي (8607) كغم هـ$^{-1}$ مقارنة مع عدم اضافة الحديد ، وكانت هذه النتائج متشابهة احصائياً مع مستوى 7.5 كغم $FeSO_4$ هـ$^{-1}$.

3- المواد وطرائق العمل

3-1 موقع التجربة

نفذت تجربة حقلية في حقل تجارب إعدادية ابن البيطار المهنية التابعة لمديرية التربية في كربلاء المقدسة قسم التعليم المهني / منطقة الحسينية التي تبعد مسافة 25كم عن مركز المدينة وعلى خط طول 32.67 ودائرة عرض 44.16 خلال الموسمين الشتويين 2024-2023 و2025-2024 ، وذلك لدراسة تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش بمستخلص الطحالب البحرية في بعض صفات النمو والمركبات الفعالة لنبات الحلبة.

3-2 تهيئة تربة الحقل

تم أخذ عينات من تربة الحقل من مناطق مختلفة على عمق 0-30 سم قبل تنفيذ التجربة ، إذ جففت التربة هوائيًا وقدرت الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة والموضحة في جدول رقم (1) ، في مختبرات كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل.

الجدول(1) بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل.

الخاصية	القيمة	الوحدات
درجة التفاعل (PH)	7.1	---
الايصالية الكهربائية (EC)	2.30	ملي سيميزم$^{-1}$
المادة العضوية (OM)	1.58	%
النترات الجاهز $NO3^-$	49	ملغم كغم$^{-1}$
الامونيوم الجاهز $NH4^+$	59	ملغم كغم$^{-1}$
الفسفور الجاهز P	3.32	ملغم كغم$^{-1}$
البوتاسيوم K	728	ملغم كغم$^{-1}$
الحديد Fe	11.5	ملغم كغم$^{-1}$
مفصولات التربة		
الرمل Sand	82.55	%
الغرينSilt	6.00	
الطينClay	11.45	
النسجة	رملية مزيجية	

3-3عوامل التجربة

نفذت تجربة حقلية وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD بترتيب الالواح المنشقة وتضمنت تجربة الالواح الرئيسية ست توليفات من النتروجين اضافة ارضية (كغم N هـ$^{-1}$) + الحديد رشاً على النبات (ملغمFe لتر$^{-1}$)وهي(Fe0+NO=T1) و(Fe50+N0=T2) و(Fe0+N75=T3) و(Fe50 +N75=T4) و(Fe0+N150=T5) و(Fe50+N150=T6) والالواح الثانوية ثلاثة تراكيز من مستخلص الطحالب البحرية(A0 الرش بالماء المقطر فقط وA1 الرش بالطحالب البحرية بالتركيز1غم لتر$^{-1}$ وA2 الرش بالطحالب البحرية بالتركيز2غم لتر$^{-1}$) وبثلاث مكررات وعليه فإن مجموع الوحدات التجريبية المستعملة في هذه الدراسة هو 54 وحدة تجريبية. تمت عملية الرش حتى الوصول إلى مرحلة البلل التام باستعمال المرشة اليدوية سعة 2 لتر.

الجدول(2) مكونات مستخلص الطحالب البحرية حسب الشركة المنتجة.

NPK والمعادن (ash)	%45 - %55
حمض الأجنيك	10% كحد ادنى
مانيتول	4% كحد ادنى
احماض امينية	4% كحد ادنى
الطالب البحرية النقية	50% كحد ادنى

3-4 العمليات الزراعية

حضرت التربة للزراعة وذلك بحراثتها وتنعيمها وتسويتها وبعدها قسمت الأرض إلى وحدات تجريبية بمساحة 6 م^2 (3م ×2م) ، وزرعت بذور الحلبة صنف هندي الموسم الاول بتاريخ 2023/10/24 والموسم الثاني بتاريخ 2024/10/24 ، على المسافة بين خط وخط 50 سم وبمسافة 20 سم بين نبات واخر وبكثافة نباتية 100000 نبات هـ$^{-1}$ ، بوضع اربعة بذور في كل جوره وقد اجريت عملية الخف للنباتات

بترك نبات واحد ، وتم اضافة ارض التجربة حسب التوليفات وذلك بإضافة سماد اليوريا (46% N) كمصدر للنتروجين على دفعتين ، كانت الدفعة الاولى بعد شهرين من زراعة والدفعة الثانية بعد شهر من الدفعة الاولى وكما تم رش التجربة بالعنصر الحديد بهيأة Fe EDDHR 6% على دفعتين الاولى بعد شهرين من زراعة والثانية بعد شهر من الدفعة الاولى اما رش مستخلص الطحالب البحرية نوع اكاديان على دفعتين كانت الدفعة الاولى بعد شهرين من الزراعة والدفعة الثانية بعد شهر من الدفعة الاولى ، اضيف 100 كغم هـ$^{-1}$ سوبر فوسفات+50 كغم هـ$^{-1}$ سلفات البوتاسيوم دفعة واحدة قبل الزراعة (الحسيني، 2006). ورويت النباتات حسب الحاجة باستخدام نظام الري بالتنقيط ، وتم التخلص من الادغال بعزقها يدوياً كلما دعت الحاجة اليها وتم حصاد النباتات عند النضج التام في الموسم الاول بتاريخ 2024/3/25 والموسم الثاني بتاريخ 2025/4/14.

3-5 الصفات المدروسة خلال الموسمين:

3-5-1 صفات النمو الخضري

3-5-1-1 ارتفاع النبات (سم)

قيس ارتفاع النبات لخمس نباتات وبصورة عشوائية لكل وحدة تجريبية باستعمال مسطرة قياس مدرجة من موقع اتصال الساق بالتربة إلى أعلى قمة في النبات ثم استخرج متوسط ارتفاع النبات.

3-5-1-2 عدد الافرع بالنبات (فرع نبات$^{-1}$)

حسب عدد الافرع للنبات وقسمت على عدد النباتات الخمس.

3-5-1-3 عدد الأوراق الكلي (ورقة نبات$^{-1}$)

حسب عدد الأوراق الكلي لخمسة نباتات من أول ورقة عند سطح التربة إلى نهاية أوراق النبات وأخذ متوسطها في كل وحدة تجريبية.

3-5-1-4 المساحة الورقية (سم^2)

قيست المساحة الورقية بأخذ اوراق نبات كاملة الاتساع التي تقع في الجزء الوسط من النبات من كل وحدة تجريبية خمسة نباتات وتم قياسها باستعمال جهاز الماسح الضوئي وبرنامج Image المحمل على جهاز الحاسوب ثم حسبت المساحة الورقية الكلية للنبات من خلال ضرب متوسط مساحة الورقة الواحدة في متوسط عدد الأوراق لكل نبات(الزيدي،2016).

3-5-1-5 دليل المساحة الورقية

حسب دليل المساحة الورقية وفق المعادلة التالية :-

دليل المساحة الورقية= المساحة الورقية للنبات(سم^2)/مساحة الارض التي يشغلها النبات (سم^2).

3-5-2 صفات الحاصل ومكوناته

3-5-2-1 عدد القرنات في النبات (قرنة نبات$^{-1}$)

حسب عدد القرنات بأخذ خمس نباتات عشوائية لكل وحدة تجريبية وحسب عدد القرنات لكل نبات وثم نأخذ متوسطها .

3-5-2-2 عدد البذور بالقرنة (بذرة قرنة$^{-1}$)

اخذت خمس قرنات لكل نبات من الوحدة التجريبية بطريقة عشوائية وتم حساب عدد البذور فيها واخذ متوسطها.

3-5-2-3 وزن 1000 بذرة (غم)

بعد حصاد النباتات اخذ منها 1000 بذرة بصورة عشوائية ثم وزنت لكل وحدة تجريبية بالميزان الحساس.

3-5-2-4 الحاصل الكلي للبذور (كغم هـ$^{-1}$)

حسب وزن بذور نباتات لكل الواحدة التجريبية ثم حولت الى كغم هـ$^{-1}$ وباستخدام **المعادلة الاتية:**

حاصل البذور الكلي كغم هـ$^{-1}$ = (معدل حاصل البذور للنبات الواحد × الكثافة النباتية هـ$^{-1}$).

3-5-2-5 الحاصل الحيوي (كغم هـ$^{-1}$)

تم حسابه من وزن معدل خمس نباتات بعد تجفيف العينة لحين ثبات الوزن المعادلة التالية:

الحاصل البيولوجي = (الوزن الجاف للنبات الواحد × الكثافة النباتية هـ$^{-1}$) (الساهوكي،2007).

3-5-2-6 دليل الحصاد (%)

حسب من المعادلة الآتية:

دليل الحصاد = (حاصل البذور الكلي / الحاصل البايلوجي) × 100 (عيسى،1990).

3-5-3 الصفات الكيميائية

3-5-3-1 تقدير العناصر المغذية (N – P – K–Fe) في الأوراق والبذور والبروتين في البذور

بعد أخذ عينة عشوائية من كل وحدة تجريبية من أوراق وكذلك أخذ عينة عشوائية من كل وحدة تجريبية من بذور ، وطحنت العينات النباتية المجففة وثم أخذ 0.2 غم منها وهضمت باستعمال حامضي الكبريتيك المركز 3.5 مل والبيروكلوريك 0.5 مل ونقل ناتج الهضم الى قنينة حجمية نقل كمي سعة 50 سم^3 واكمل الى العلامة بالماء المقطر ومن ثم قدرت العناصر NPK وFe في الاوراق والبذور(الصحاف،1989) .

3-5-3-1-1 تركيز نتروجين (%)

تم تقدير تركيز النيتروجين في الاوراق والبذور بحسب الطريقة الموصوفة من قبل Novamsky واخرون، (1974). بواسطة القياس الطيفي يتم الامتصاصية في الطول الموجي 660 نانومتر.

3-5-3-1-2 تركيز الفسفور(%)

تم تقدير تركيز الفسفور في الأوراق والبذور، بطريقة مولبيدات الامونيوم وحامض الاسكوربيك وباستخدام جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer على طول موجي (620 نانوميتر) ومن تراكيز عدة من محاليل قياسية للفسفور اخذت قراءة الامتصاص الضوئي (الصحاف،1989).

3-5-3-1-3 تركيز البوتاسيوم (%)

قدر تركيز البوتاسيوم في اوراق وبذور نباتات الحلبة بواسطة جهاز اللهب الضوئي Flamephotomete (الصحاف،1989).

3-5-3-1-4 محتوى الحديد (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)

قدر الحديد في الأوراق والبذور بحسب الطريقة الموصوفة من قبل Kassem وAmin (2013) تم قراءة الكثافة الضوئية على طول موجي 508 نانوميتر باستعمال جهاز UV-Spectrophotometer. وتم تحضير المحاليل القياسية لعنصر الحديد بعدة تركيز لعمل المنحنى القياسي له لتسقيط القراءات عليه.

3-5-3-1-5 تركيز البروتين (%)

تم استخراج تركيز البروتين من خلال تقدير النتروجين بحسب المعادلة الآتية :

تركيز البروتين = تركيز النتروجين × 6.25 (دلالي والحكيم،1987).

3-5-4 المكونات الفعالة في البذور

3-5-4-1 القلويدات الكلية (ملغم /100 غم)

تم تقدير محتوى القلويدات الكلية في البذور تبعاً لطريقة Ajanal واخرون،(2012) وباستخدام جهاز المطياف الضوئي UV-Spectrophotometer على طول الموجي 470 نانومتر.

3-5-4-2 الكلايكوسيدات الكلية (ملغم /100 غم)

قدر محتوى الكلايكوسيدات في البذور من الناحية الكمية ، وفقًا للطريقة الموصوفة من Solich واخرون (1992) مع بعض التعديلات لتحديد الكلايكوسيدات . تم خلط مستخلص 10% مع 10 مل من كاشف Baljet المحضر حديثًا (95 مل من حمض البكريك 1% + 5مل من 10% هيدروكسيد الصوديوم). بعد ساعة ، تم تخفيف الخليط بـ 20 مل من الماء المقطر ، وتم قياس الامتصاصية عند 495 نانومتر بواسطة مقياس الطيف الضوئي Shimadzu UV / VIS موديل A160 (كيوتو، اليابان). لتحضير المنحنى القياسي ، تم تحضير 10مل من التركيزات المختلفة(12.5- 100ملغم لتر$^{-1}$) من سيكيورياساید. تم التعبير عن إجمالي الكلايكوسيدات من التكرارات الثلاثية على شكل ملغم من سيكيورياساید لكل غرام من المستخلصات المجففة.

3-5-5 تقدير محتوى البذور من المركبات الفعالة باستعمال جهاز كروماتوكرافيا الغاز- مطياف الكتلة (GC-MS):

3-5-5-1 الاستخلاص وتحليل العينة

تم استخلاص العينات النباتية تبعاً لطريقة Atallah واخرون،(2015) اذ حضر المستخلص الكحولي بوضع 10غم من مسحوق البذور نبات الحلبة في 250 مل من كحول المثيل في جهاز الاستخلاص ولمدة ثماني ساعات ثم رشحت العينات وتم تركيز المستخلص باستخدام المبخر. تم تحليل

العينات في المختبر المركزي في كلية العلوم التطبيقية / جامعة سامراء، باستخدام جهار(GC–MS) Shimadzu QP2010 Plus ياباني المنشأ كما موضح في الشكل(5). تم اخذ 10 مايكرولتر من العينة أكملت الى 5 مل من الايثانول وضبط حاقن الجهاز على 2 ميكرولتر من العينة المخففة باستخدام عمود شعري من نوع (100% dime Inert Cap 1 is a non–polar column bonded thylpolysiloxane) بطول30 متر والغاز الحامل هو الهليوم بمعدل تدفق (30mL/min) ، بدأ البرنامج الحراري للفرن بدرجة 50 مئوية بنسبة تجزئة 2:1 وتم الابقاء على هذه الدرجة لمدة 3 دقيقة بعدها ترفع الحرارة بمعدل 25 م لكل دقيقة حتى الوصول لحرارة 200 م ثم ثبتت لمدة 3 دقيقة بزمن احتجاز كلي مدته 20 دقيقة. سجلت اطياف الكتلة بمدى m/z 50–900 وبطاقة 72ev تم التعرف على المركبات الكيميائية المستخلصة من العينات المدروسة بمقارنة اطياف الكتلة الناتجة مع اطياف الكتلة الموجودة في المكتبات المتوافرة في برنامج الجهاز (Meyer،2016).

في تحليل GC–MS (الكروماتوغرافيا الغازية – مطياف الكتلة) ، يتم احتساب النسبة المئوية للمركبات بناءً على مساحة القمة (Peak Area) لكل مركب في الكروماتوغرام .

معادلة احتساب النسبة المئوية (الكمية النسبية) لمركب معين :

$$\text{النسبة المئوية للمركب} = \left(\frac{\text{مساحة قمة المركب}}{\text{مجموع مساحات جميع القيم}}\right) \times 100$$ (Sparkman واخرون،2011).

3–6 التحليل الإحصائي

تم تحليل النتائج إحصائيا حسب تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (RCBD) بترتيب الألواح المنشقة ومقارنة المتوسطات باستعمال أقل فرق معنوي (LSD) في مستوى احتمال 0.05 بين المعاملات وباستعمال البرنامج الإحصائي Genstat (الاسدي،2019).

جدول(3) زمن الاحتجاز ومساحة المحلول لبعض المركبات في البذور نبات الحلبة.

رقم النموذج	النموذج القياسي	الموسم الاول		الموسم الثاني	
		زمن الاحتجاز (دقيقة)	مساحة المحلول (Area)	زمن الاحتجاز (دقيقة)	مساحة المحلول (Area)
1	**Oleic acid**	14.232	6.99	12.480	6.79
2	**Linoleic acid**	13.945	5.41	12.413	12.39
3	**Palmitic acid**	13.154	4.83	11.917	5.12
4	**Myristic acid**	11.745	2.90	12.666	5.11
5	**Stearic acid**	12.920	13.81	12.728	6.11
6	**Vitamin C**	12.932	13.24	12.479	6.95

4- النتائج والمناقشة

4-1 تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية في صفات النمو الخضري لنبات الحلبة للموسمين الزراعيين 2023-2024 و 2024-2025.

4-1-1 ارتفاع النبات (سم)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(1و2) والجدول(4) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخلهما في ارتفاع نبات الحلبة لكلا الموسمين. اشارت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد الى وجود تأثيراً معنوياً في ارتفاع نبات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 ولم يختلف معنوياً عن معاملات عدا معاملة المقارنة والتي اعطت اعلى متوسطات لكلا الموسمين بلغت (50.30 و55.46) سم على الترتيب ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسطات ارتفاع نبات لكلا الموسمين بلغت (43.77 و45.56) سم على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت(14.92 و21.73 %) على الترتيب لكلا الموسمين.

كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في ارتفاع نبات الحلبة ، اذ اعطى تركيز 2غم لتر$^{-1}$ ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسطات ارتفاع نبات لكلا الموسمين بلغت (48.02 و54.46) سم على الترتيب ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسطات ارتفاع نبات لكلا الموسمين بلغت(45.87 و42.04) سم على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت (4.69 و29.54%) على الترتيب لكلا الموسمين. بينت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في ارتفاع نبات الحلبة لكلا الموسمين ، اذ اعطت معاملة T6 مع تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط ارتفاع نبات الحلبة للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن بقية معاملات عدا معاملة المقارنة والتي بلغت (52.10) سم ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط ارتفاع نبات بلغت (41.40) سم ، بينما اعطت معاملة T6 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط ارتفاع نبات للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن بقية معاملات عدا معاملة المقارنة

بلغت (61.53) سم مقارنة مع معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اعطت اقل متوسط ارتفاع نبات بلغت (40.37) سم.

الجدول 4 تأثير توليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في ارتفاع النبات(سم) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	41.40	43.70	46.20	43.77
T2	42.50	46.40	48.50	45.80
T3	48.70	44.40	45.50	46.97
T4	46.70	49.00	48.20	47.97
T5	48.70	49.90	48.10	48.90
T6	47.20	52.10	51.60	50.30
المتوسط	45.87	47.58	48.02	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	1.10	1.40	2.96	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	40.37	48.10	48.20	45.56
T2	41.30	51.00	51.30	47.87
T3	41.63	51.80	51.90	48.44
T4	43.27	53.50	54.30	50.36
T5	41.70	54.10	59.50	51.77
T6	44.00	60.83	61.53	55.46
المتوسط	42.04	53.22	54.46	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	2.33	1.70	3.98	

4-1-2 عدد الافرع (فرع نبات$^{-1}$)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(1و2) والجدول(5) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخلهما في عدد الافرع لنبات الحلبة لكلا الموسمين. اشارت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد الى وجود

تأثيراً معنوياً في عدد الافرع نبات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسطات في الموسمين بلغت(4.88 و4.44) فرع نبات$^{-1}$ على الترتيب ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسطات عدد افرع بلغت (3.96 و3.58) فرع نبات$^{-1}$ على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت(23.23 و 24.02 %) على الترتيب لكلا الموسمين.

الجدول 5 تأثير توليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في عدد الافرع (فرع نبات$^{-1}$) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات N Fe	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
	0	1	2	
T1	3.60	4.07	4.20	3.96
T2	3.90	4.70	4.30	4.30
T3	4.35	4.10	4.77	4.41
T4	4.70	4.90	5.82	4.81
T5	4.10	4.90	4.80	4.60
T6	4.85	4.91	5.88	4.88
المتوسط	4.25	4.51	4.63	
L.S.D 0.05	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
	0.30	0.15	0.41	
الموسم الثاني 2024-2025				
N Fe توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
	0	1	2	
T1	3.40	3.50	3.85	3.58
T2	3.80	4.53	3.97	4.10
T3	3.97	4.38	4.40	4.25
T4	3.93	4.53	4.80	4.42
T5	3.87	4.60	4.55	4.34
T6	3.90	4.87	4.57	4.44
المتوسط	3.83	4.39	4.36	
L.S.D 0.05	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
	0.43	0.16	0.52	

بينت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في عدد افرع نبات الحلبة ، واعطى تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط عدد افرع للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن تركيز1 غم لتر$^{-1}$

والتي بلغت (4.63) فرع نبات$^{-1}$ ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط عدد افرع لنبات الحلبة بلغ (4.25) فرع نبات$^{-1}$ ، واعطى تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط عدد افرع للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (4.39) فرع نبات$^{-1}$ ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط عدد افرع لنبات الحلبة بلغ (3.83) فرع نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت (8.94 و14.62 %) على الترتيب لكلا الموسمين.

بينت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في عدد افرع لنبات الحلبة الحلبة لكلا الموسمين ، اذ تفوقت معاملة T6 مع تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ ولم يختلف عن بقية معاملات عدا معاملة المقارنة والتي اعطت اعلى متوسط عدد افرع للموسم الاول بلغت (5.88) فرع نبات$^{-1}$ ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط عدد افرع بلغ (3.60) فرع نبات$^{-1}$ ، واعطت معاملة T6 مع تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ اعلى القيم ولم تختلف معنويا عن بقية معاملات عدا معاملة المقارنة ومعاملة T2مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط عدد افرع للموسم الثاني بلغت (4.87) فرع نبات$^{-1}$ مقارنة مع معاملة عدم الإضافة (المقارنة) التي اعطت اقل متوسط عدد افرع بلغ (3.40) فرع نبات$^{-1}$.

4-1-3 عدد الاوراق (ورقة نبات$^{-1}$)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(1و2) والجدول (6) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخلهما في عدد الاوراق لنبات الحلبة لكلا الموسمين. بينت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد الى وجود تأثيراً معنوياً في عدد الاوراق نبات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي اعطت اعلى متوسطات لكلا الموسمين بلغت(81.80 و88.33) ورقة نبات$^{-1}$ على الترتيب ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسطات لعدد الاوراق بلغت (61.90 و76.68) ورقة نبات$^{-1}$ على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت(32.14 و15.19%) على الترتيب لكلا الموسمين. اشارت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية في عدد الاوراق ، واعطى تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط لعدد الاوراق للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغت (79.20) ورقة نبات$^{-1}$ ،

بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط لعدد الاوراق لنبات الحلبة بلغ (65.10) ورقة نبات$^{-1}$ ، واعطى تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط عدد الاوراق للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (87.57) ورقة نبات$^{-1}$ ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط عدد الاوراق لنبات الحلبة بلغ (80.14) ورقة نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت (21.65 و9.27 %) على الترتيب لكلا الموسمين.

الجدول 6 تأثير توليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في عدد الاوراق (ورقة نبات$^{-1}$) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	**Acadion**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	49.30	69.40	66.90	61.90
T2	53.70	76.50	88.50	72.90
T3	66.00	83.40	72.20	73.80
T4	69.70	86.40	74.50	76.90
T5	73.30	75.40	74.10	74.20
T6	78.70	84.50	82.20	81.80
المتوسط	65.10	79.20	76.40	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	9.32	5.23	13.39	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**Acadion**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	70.30	79.65	80.10	76.68
T2	73.53	82.30	87.85	81.23
T3	78.80	80.00	92.60	83.80
T4	88.05	81.08	93.65	87.59
T5	83.60	85.63	84.60	84.61
T6	86.55	85.82	92.63	88.33
المتوسط	80.14	82.41	87.57	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	4.50	2.93	7.09	

اوضحت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في عدد الاوراق لكلا الموسمين ، اذ تفوقت معاملة T2 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ ولم يختلف عن بقية معاملات عدا معاملة المقارنة واعطت أعلى متوسط عدد الاوراق للموسم الاول بلغ(88.50) ورقة نبات$^{-1}$ ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط عدد الاوراق بلغ (49.30) ورقة نبات$^{-1}$ ، فيما اعطت معاملة T4 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط عدد الاوراق للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن بقية معاملات عدا معاملة المقارنة بلغ (93.65) ورقة نبات$^{-1}$ مقارنة مع معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اعطت اقل متوسط عدد الاوراق بلغ (70.30) ورقة نبات$^{-1}$.

4-1-4 المساحة الورقية (سم^2)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(1و2) والجدول(7) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخلهما في المساحة الورقية لنبات الحلبة لكلا الموسمين. اشارت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد الى وجود تأثيراً معنوياً في المساحة الورقية لنباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات ولم يختلف معنوياً عن معاملتي T5 وT6 واعطت اعلى متوسطات لكلا الموسمين بلغت (778 و897.10) سم^2 على الترتيب، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسطات المساحة الورقية بلغت(580 و739.20) سم^2 على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت(34.13 و21.36%) على الترتيب لكلا الموسمين.

اوضحت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية في المساحة الورقية ، اذ اعطى تركيز 1غم لتر اعلى متوسط مساحة ورقية للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (821) سم^2 ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط للمساحة الورقية لنبات الحلبة بلغ (551) سم^2 ، واعطى تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط المساحة الورقية للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (911.70) سم^2 ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط للمساحة الورقية لنبات الحلبة بلغ (738.90) سم^2 وبنسبة زيادة بلغت (49.00 و23.38 %) على الترتيب لكلا الموسمين. بينت نتائج التداخل لمعاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في المساحة الورقية لكلا الموسمين ، اذ اعطت

معاملة T2 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للمساحة الورقية للموسم الاول ولم يختلف عن بقية معاملات عدا معاملة المقارنة والتي بلغ (972) سم^2 ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط المساحة الورقية بلغ (413) سم^2 ، واعطت معاملة T4 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط المساحة الورقية للموسم الثاني ولم يختلف عن بقية معاملات عدا معاملة المقارنة ومعاملة T1 مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ(980.20) سم^2 مقارنة مع معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اعطت اقل متوسط للمساحة الورقية بلغ (631.90) سم^2 .

الجدول 7 تأثير توليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في المساحة الورقية (سم^2) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	413	661	667	580
T2	452	708	972	711
T3	555	909	760	741
T4	644	938	751	778
T5	620	878	789	762
T6	622	834	802	753
المتوسط	551	821	790	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
	110.10	66.90	165.70	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	631.90	724.40	861.30	739.20
T2	654.20	860.30	970.00	828.20
T3	738.30	885.90	871.80	832.00
T4	759.90	951.30	980.20	897.10
T5	793.70	928.40	925.40	882.50
T6	855.30	963.40	861.60	893.50
المتوسط	738.90	885.60	911.70	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
	57.47	46.13	104.92	

4-1-5 دليل المساحة الورقية

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(1و2) والجدول(8) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخلهما في دليل المساحة الورقية لنبات الحلبة لكلا الموسمين. اوضحت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد الى وجود تأثيراً معنوياً في دليل المساحة الورقية لنباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسطات لكلا الموسمين بلغت(0.77 و0.89) على الترتيب ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسطات دليل المساحة الورقية بلغت (0.58 و0.73) على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت (32.75 و21.91%) على الترتيب لكلا الموسمين.

اشارت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية في دليل المساحة الورقية ، اذ اعطى تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط دليل المساحة الورقية للموسم الاول ولم يختلف معنوياً تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (0.82) ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط دليل المساحة الورقية لنبات الحلبة بلغ(0.55) ، واعطى تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط دليل المساحة الورقية للموسم الثاني بلغ (0.91) ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط دليل المساحة الورقية لنبات الحلبة بلغ (0.73) وبنسبة زيادة بلغت (49.09 و24.65 %) لكلا الموسمين على الترتيب.

بينت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في دليل المساحة الورقية لكلا الموسمين ، اذ اعطت معاملة T2 مع تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط دليل المساحة الورقية للموسم الاول ولم يختلف عن بقية معاملات عدا معاملة المقارنة والتي بلغ(0.97) ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط دليل المساحة الورقية بلغ (0.41) ، واذ اعطت معاملة T4 مع تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط دليل المساحة الورقية للموسم الثاني ولم يختلف عن بقية معاملات عدا معاملة المقارنة والتي بلغ (0.98) مقارنة مع معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اعطت اقل متوسط دليل المساحة الورقية بلغ (0.63).

الجدول 8 تأثير توليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في دليل المساحة الورقية لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	0.41	0.66	0.66	0.58
T2	0.45	0.70	0.97	0.71
T3	0.55	0.90	0.76	0.74
T4	0.64	0.93	0.75	0.77
T5	0.62	0.87	0.78	0.76
T6	0.62	0.83	0.80	0.75
المتوسط	0.55	0.82	0.79	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	0.10	0.06	0.16	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	0.63	0.72	0.86	0.73
T2	0.65	0.86	0.97	0.82
T3	0.73	0.88	0.87	0.83
T4	0.75	0.95	0.98	0.89
T5	0.79	0.92	0.92	0.88
T6	0.85	0.96	0.86	0.89
المتوسط	0.73	0.88	0.91	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	0.05	0.04	0.10	

بينت نتائج جداول تحليل التباين ملحق(1و2) والجداول(4 و5 و6 و7و8) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك رش مستخلص الطحالب البحرية لكلا الموسمين في صفات ارتفاع النبات وعدد الافرع وعدد الاوراق والمساحة الورقية ودليل المساحة الورقية لنباتات الحلبة . وقد يعزى سبب زيادة صفات النمو الخضري الى دور النتروجين ايجابياً في نمو النباتات ، اذ يدخل في بناء منظمات النمو النباتية ، مما يعزز من قوة المجموع الجذري ويزيد من قدرته على امتصاص المغذيات من التربة ، مما

يؤدي إلى تحسين كفاءة عملية التمثيل الكربوني ونمو النبات ويسهم في زيادة النمو الخضري ، مما يزيد من ارتفاعه وعدد الأفرع وعدد الأوراق ومساحة الورقية ، من جهة أخرى يلعب الحديد دوراً حيوياً في عمليات انقسام الخلايا واستطالتها ، بالإضافة إلى كونه مكوناً أساسياً للعديد من مركبات السايتوكرومات والفيريدوكسين ، هذه المركبات تسهم في عمليات التنفس والتمثيل الكربوني (ابو ضاحي واليونس،1988 و Faeooq واخرون، 2012). وهذه النتيجة تتفق مع عبد الحسين،(2013) وجامل واخرون،(2021) اللذين توصلوا ان زيادة مستويات السماد النتروجيني ادى الى زيادة معنوية في صفات النمو الخضري لنباتات الحلبة. قد يعود سبب الزيادة الى دور مستخلص الطحالب البحرية وذلك لاحتوائه على العناصر المغذية وبالإضافة الى المواد العضوية والمركبات الاخرى جدول (2) والتي تحفز استطالة وانقسام الخلايا في النبات زيادة نشاط الأنسجة المرستيمية ، يعزز كفاءة النباتات في امتصاص الماء والمغذيات ، ويسهم في تشجيع النمو وزيادة التفرعات التي يحملها النبات الواحد وبالتالي زيادة عدد الاوراق (العبيدي،2020). هذه النتيجة تتفق مع السعيدي،(2017) ان رش نباتات الحلبة بمستخلص الطحالب البحرية ادت الى زيادة معنوية في صفات النمو الخضري.

4-2 تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في صفات حاصل ومكوناته لنبات الحلبة للموسمين الزراعيين 2023-2024 و 2024-2025

4-2-1 عدد القرنات بالنبات (قرنة نبات$^{-1}$)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(3 و4) والجدول(9) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخل الموسم الاول وعدم وجود تأثير معنوي لتداخل الموسم الثاني في عدد القرنات لنبات الحلبة . اذ اشارت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد الى وجود تأثيراً معنوياً في عدد قرنات نبات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 ولم يختلف معنوياً عن المعاملات T3 وT4 وT5 والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الاول بلغ (88.55) قرنة نبات$^{-1}$ ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط عدد قرنات بالنبات بلغ (75.52) قرنة نبات$^{-1}$ ، بينما تفوقت معاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى

متوسط للموسم الثاني بلغ (92.00) قرنة نبات$^{-1}$ ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط عدد قرنات بالنبات بلغ (72.30) قرنة نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت(17.25 و27.24 %) على الترتيب لكلا الموسمين.

الجدول 9 تأثير توليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية و التداخل بينهما في عدد القرنات بالنبات (قرنة نبات$^{-1}$) لنبات الحلبة.

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	68.13	74.63	83.80	75.52
T2	76.25	77.40	78.17	77.27
T3	76.30	81.88	87.30	81.83
T4	76.92	92.65	93.08	87.55
T5	80.83	91.78	83.40	85.34
T6	85.05	90.80	89.80	88.55
المتوسط	77.25	84.86	85.92	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	4.96	2.78	7.13	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	66.30	71.30	79.20	72.30
T2	70.70	82.60	87.70	80.30
T3	75.00	94.00	90.70	86.60
T4	80.40	95.60	99.90	92.00
T5	79.40	81.90	93.50	84.90
T6	84.80	94.30	93.60	90.90
المتوسط	76.10	86.60	90.80	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	11.78	9.46	**NS**	

كما اشارت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية في عدد قرنات بالنبات ، اذ اعطت تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسطات لعدد القرنات بالنبات لكلا الموسمين ولم يختلف عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغت(85.92 و90.80) قرنة نبات$^{-1}$ على الترتيب ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسطات لعدد قرنات بالنبات لكلا الموسمين بلغت(77.25و76.10) قرنة نبات$^{-1}$ وبنسبة

زيادة بلغت(11.22 و19.31%) على الترتيب لكلا الموسمين. بينت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في عدد القرنات بالنبات، اذ اعطت معاملة T4 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ على متوسط عدد قرنات بالنبات للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة ومعاملة T1 مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ ا بلغت(93.08) قرنة نبات$^{-1}$ ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغت (68.13) قرنة نبات$^{-1}$.

4-2-2 عدد البذور بالقرنة (بذرة قرنة$^{-1}$)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(3 و4) والجدول(10) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخلهما في عدد البذور بالقرنة لنباتات الحلبة لكلا الموسمين . بينت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في عدد البذور بالقرنة لنباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 ولم يختلف معنوياً عن معاملتي T4 وT5 والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الاول بلغ (15.29) بذرة قرنة$^{-1}$ ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط عدد البذور بالقرنة بلغ (13.39) بذرة قرنة$^{-1}$ ، بينما تفوقت معاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة ومعاملة T2 والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ(14.67) بذرة قرنة$^{-1}$ ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ(12.88) بذرة قرنة$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت(14.18 و13.89%) على الترتيب لكلا الموسمين.

كما اشارت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز رش بمستخلص الطحالب البحرية في عدد البذور بالقرنة ، اذ اعطت تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسطات لعدد البذور بالقرنة ولم تختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغت (14.80 و 14.50) بذرة قرنة$^{-1}$ لكلا الموسمين على الترتيب ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسطات لعدد البذور بالقرنة لكلا الموسمين بلغت(13.83 و 13.42) بذرة قرنة$^{-1}$ على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت(7.01 و8.04 %) على الترتيب لكلا الموسمين. اوضحت نتائج التداخل لمعاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في عدد البذور بالقرنة لكلا الموسمين ، اذ اعطت معاملة T6 مع تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسطات لعدد البذور بالقرنة ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة بلغت(15.91 و

15.40) بذرة قرنة$^{-1}$ لكلا الموسمين على الترتيب ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسطات بلغت(12.65 و 12.40) بذرة قرنة$^{-1}$ على الترتيب لكلا الموسمين.

الجدول 10 تأثير توليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في عدد البذور بالقرنة (بذرة قرنة$^{-1}$) لنبات الحلبة.

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	**Acadion**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	12.65	13.85	13.68	13.39
T2	13.95	14.15	14.10	14.08
T3	13.45	14.90	14.70	14.35
T4	14.05	15.15	14.92	14.71
T5	14.00	14.10	15.50	14.53
T6	14.90	15.05	15.91	15.29
المتوسط	13.83	14.53	14.80	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.85	0.28	0.98	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	12.40	12.60	13.65	12.88
T2	13.40	13.60	13.65	13.55
T3	13.50	14.50	14.10	14.03
T4	13.60	15.30	15.10	14.67
T5	13.70	13.80	15.10	14.20
T6	13.93	14.33	15.40	14.56
المتوسط	13.42	14.02	14.50	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.63	0.33	0.88	

4-2-3 وزن 1000 بذرة (غم)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(3 و4) والجدول(11) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة ولتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخلهما في وزن 1000 بذرة لنبات الحلبة لكلا الموسمين . بينت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في وزن 1000 بذرة لنباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسطات لكلا الموسمين بلغت (12.14 و13.50)غم على الترتيب ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسطات لكلا الموسمين بلغ (9.65 و10.67)غم على الترتيب ، وبنسبة زيادة بلغت (25.80 و26.52 %) على الترتيب لكلا الموسمين.

اذ اشارت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية في وزن 1000 بذرة ، اذ اعطى تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (11.66)غم ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (9.92) غم ، واعطى معاملة تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (12.20)غم ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (11.60) غم وبنسبة زيادة بلغت (17.54 و5.17 %) على الترتيب لكلا الموسمين.

اشارت نتائج التداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في وزن 1000 بذرة لكلا الموسمين ، اذ اعطت معاملة T4 مع تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط وزن 1000 بذرة للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة بلغ(12.95) غم ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة(المقارنة) اقل متوسط بلغ (9.03) غم ، واعطت معاملة T6 مع تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة ومعاملة T1 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ واعطت اعلى متوسط وزن 1000 بذرة للموسم الثاني بلغ (13.85) غم ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (10.15) غم .

الجدول 11 تأثير التوليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في وزن 1000 بذرة (غم) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	9.03	10.14	9.77	9.65
T2	9.25	10.73	11.95	10.64
T3	9.75	11.75	11.32	10.94
T4	9.85	12.95	12.44	11.75
T5	10.15	11.70	12.20	11.35
T6	11.50	12.70	12.23	12.14
المتوسط	9.92	11.66	11.65	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	0.46	0.43	0.95	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	10.15	11.00	10.85	10.67
T2	11.30	11.60	11.50	11.47
T3	10.65	12.80	12.70	12.05
T4	12.05	12.60	12.80	12.48
T5	12.25	11.05	11.50	11.60
T6	13.20	13.45	13.85	13.50
المتوسط	11.60	12.08	12.20	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	0.77	0.44	1.13	

4-2-4 حاصل البذور (كغم هـ$^{-1}$)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(3 و4) والجدول(12) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة ولتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد ورش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية في حاصل البذور لنبات الحلبة لكلا الموسمين . بينت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في حاصل البذور لنباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 ولم يختلف معنوياً عن المعاملات T3 وT4 وT5

والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الاول بلغ (1422) كغم هـ$^{-1}$ ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ (971) كغم هـ$^{-1}$ ، بينما تفوقت معاملة T5 ولم يختلف معنوياً عن معاملة T6 والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ (1214) كغم هـ$^{-1}$ ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ(948)كغم هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت(46.44 و 28.05%) على الترتيب لكلا الموسمين.

الجدول 12 تأثير التوليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في حاصل البذور (كغم هـ$^{-1}$) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	715	884	1313	971
T2	1019	1352	1101	1157
T3	1061	1436	1379	1292
T4	1165	1535	1319	1340
T5	1171	1365	1581	1372
T6	1278	1483	1505	1422
المتوسط	1068	1343	1366	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	272.10	160.20	NS	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	826	918	1100	948
T2	886	1116	1065	1022
T3	967	1238	1011	1072
T4	1016	1124	1187	1109
T5	1051	1346	1245	1214
T6	1063	1196	1370	1210
المتوسط	968	1156	1163	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	169.50	157.20	NS	

اشارت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز رش بمستخلص الطحالب البحرية في حاصل البذور ، اذ اعطى تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسطات حاصل البذور لكلا الموسمين ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$

والتي بلغت(1366 و1163) كغم هـ$^{-1}$ على الترتيب ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسطات حاصل البذور لكلا الموسمين بلغ (1068 و968) كغم هـ$^{-1}$ على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت(27.90 و20.14%) على الترتيب لكلا الموسمين.

4-2-5 الحاصل الحيوي (كغم هـ$^{-1}$)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(3 و4) والجدول(13) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة ولتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخل الموسم الاول وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد ورش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية اكاديان في الحاصل الحيوي لنبات الحلبة للموسم الثاني. اشارت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في الحاصل الحيوي لنباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسط للموسم الاول بلغ (5022) كغم هـ$^{-1}$ ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ (4535) كغم هـ$^{-1}$ ، بينما تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ (4824) كغم هـ$^{-1}$ ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ (3052)كغم هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت(10.73 و58.06 %) على الترتيب لكلا الموسمين. بينت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية في الحاصل الحيوي ، اذ اعطى تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ بلغ (5013) كغم هـ$^{-1}$ ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (4644)كغم هـ$^{-1}$ ، بينما اعطى تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ بلغ (4530) كغم هـ$^{-1}$ ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة(المقارنة) اقل متوسط بلغ(3544) كغم هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت (7.94 و27.82 %) على الترتيب لكلا الموسمين.

اوضحت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في الحاصل الحيوي ، اذ تفوقت معاملة T3 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة بلغ (5274) كغم هـ$^{-1}$ ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (4291)كغم هـ$^{-1}$.

الجدول 13 تأثير التوليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في الحاصل الحيوي (كغم هـ$^{-1}$) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	4291	4727	4586	4535
T2	4669	4998	4891	4853
T3	4602	4809	5274	4895
T4	4900	5071	5094	5022
T5	4649	4975	5203	4942
T6	4753	5201	5030	4995
المتوسط	4644	4964	5013	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	121.20	107.90	239.90	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	2800	3083	3274	3052
T2	2976	4111	4292	3793
T3	3464	4474	4792	4243
T4	3743	5828	4161	4577
T5	3770	4961	5093	4608
T6	4508	4721	5242	4824
المتوسط	3544	4530	4476	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	458.90	400.30	NS	

4-2-6 دليل الحصاد (%)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(3 و4) والجدول(14) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد ورش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية اكاديان في دليل الحصاد لنبات الحلبة لكلا الموسمين . اذ بينت معاملات إضافة توليفات

النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في دليل الحصاد لنباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسط دليل الحصاد للموسم الاول بلغ (28.50) % ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط دليل الحصاد بلغ (19.29) % ، بينما تفوقت معاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسط دليل الحصاد للموسم الثاني بلغ (31.19) % ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط دليل الحصاد بلغ (23.66)% وبنسبة زيادة بلغت(47.74 و31.82 %) على الترتيب لكلا الموسمين.

الجدول 14 تأثير التوليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في دليل الحصاد (%) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	16.66	18.69	22.51	19.29
T2	21.87	27.05	28.57	25.83
T3	23.09	29.86	25.96	26.30
T4	23.85	30.48	26.15	26.83
T5	25.20	27.44	30.34	27.66
T6	26.90	28.54	30.07	28.50
المتوسط	22.93	27.01	27.27	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	5.51	3.18	NS	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	19.27	25.37	26.35	23.66
T2	20.38	27.73	24.03	24.05
T3	27.98	27.72	27.73	27.81
T4	29.69	29.92	33.96	31.19
T5	24.38	27.21	27.97	26.52
T6	24.60	27.26	30.30	27.39
المتوسط	24.38	27.53	28.39	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	4.54	3.10	NS	

بينت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية في دليل الحصاد ، اذ اعطت تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسطات دليل الحصاد لكلا الموسمين ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغت (27.27 و28.39)% على التوالي ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسطات دليل الحصاد لكلا الموسمين بلغت (22.93 و19.27)% على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت (18.92 و47.32%) على الترتيب لكلا الموسمين.

بينت نتائج جدول تحليل التباين ملحق(3 و4) والجداول(9 و10 و11 و12 و13 و14) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك رش مستخلص الطحالب البحرية لكلا الموسمين في صفات عدد القرنات بالنبات وعدد البذور بالقرنة ووزن 1000 بذرة وحاصل البذور والحاصل الحيوي ودليل الحصاد لنباتات الحلبة . وقد يعزى سبب ذلك الى إضافة السماد النيتروجيني ودوره في تعزيز نمو النبات التي تسهم بشكل فعال في تحفيز تكوين الأفرع في النباتات جدول (5) مما يؤدي إلى زيادة في عدد السلاميات وبالتالي زيادة عدد الأزهار ومما ينعكس إيجابيا على زيادة عدد القرنات جدول(9) ، كما تلعب دوراً في تحسين العمليات الحيوية المختلفة داخل النبات ومما يؤثر بشكل كبير على نمو الأنسجة الثمرية ويعزز عدد البذور المتكونة في القرنات ، كما ان الزيادة في حاصل البذور جدول(12) تعود الى زيادة مكونات الحاصل عدد القرنات بالنبات جدول(9) وعدد البذور بالقرنة جدول(10) ووزن 1000 بذرة جدول(11) (الهدواني،2004). يعود الزيادة الى تأثير اضافة النتروجين ، الذي يسهم في زيادة المجموع الخضري وكفاءة التمثيل الكربوني فان زيادة ارتفاع النبات جدول(4) وعدد التفرعات جدول(5) وعدد الاوراق جدول(6) يزيد من الحاصل الحيوي جدول(14) (عبدول،1988). كما تسهم الزيادة في حاصل البذور جدول (12) والحاصل الحيوي جدول (13) الى زيادة في نسبة دليل الحصاد جدول (14). كما تلعب المغذيات الصغرى دوراً اساسياً في نمو وتطور النباتات نظراً لتأثيرها المحفز والمنشط للعمليات الايضية المختلفة ودورها في تحسين الحاصل ونوعيته(Lahijie،2012). وهذه النتيجة يتفق مع ما تواصل الية الحياني، (2010) وعبدالحسين،(2013) Singh واخرون،(2018) ان استخدام السماد النيتروجيني يؤثر بشكل ايجابي على صفات حاصل ومكوناته لنباتات الحلبة. قد يعزى سبب الى احتواء مستخلص الطحالب البحرية على عناصر المغذية ومركبات الاخرى جدول(2) التي تدخل في تركيب عدد من الانزيمات ومنظمات النمو التي تعزز النمو ويزيد عدد الثمرات، مما يقلل تساقط الازهار وبالتالي يؤدي الى زيادة القرنات في النباتات

(Arjumand واخرون،2013). هذه النتيجة يتفق مع ما تواصل الية السعيدي،(2017) واحمد،(2017) ان الرش بمستخلص الطحالب البحرية لنباتات الحلبة ادت الى زيادة معنوية في صفات الحاصل ومكوناته .

4-3 تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية في تركيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم ومحتوى الحديد في الاوراق لنبات الحلبة للموسمين الزراعيين 2023-2024 و2024-2025.

4-3-1 تركيز النتروجين في الاوراق (%)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(5 و6) والجدول(15) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخلهما في تركيز النتروجين في الاوراق نبات الحلبة لكلا الموسمين.

اشارت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثير معنوي في تركيز النتروجين في الاوراق نبات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسطات لكلا الموسمين بلغت (2.49 و2.27) % على الترتيب ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسطات بلغت (1.69 و1.89) % على الترتيب بنسبة زيادة بلغت (47.33 و20.11%) على الترتيب لكلا الموسمين.

اذ بينت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في تركيز النتروجين في الاوراق ، اذ اعطى تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسطات لكلا الموسمين ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغت(2.42 و2.26) % على الترتيب ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة(المقارنة) اقل متوسطات بلغت (2.04 و2.01) % على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت(18.62 و12.43%) على الترتيب لكلا الموسمين.

اوضحت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في تركيز النتروجين في الاوراق ، اذ اعطت معاملة T6 مع تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ اعطت اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة

والتي بلغ (2.61)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة(المقارنة) اقل متوسط بلغ (1.48) % ، بينما اعطت معاملة T6 مع تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة اعطت اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ (2.35)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (1.59) %.

الجدول 15 تأثير التوليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز النتروجين في الاوراق (%) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	1.48	1.52	2.08	1.69
T2	1.78	2.27	2.54	2.19
T3	2.11	2.52	2.41	2.34
T4	2.36	2.56	2.49	2.47
T5	2.12	2.54	2.42	2.36
T6	2.38	2.49	2.61	2.49
المتوسط	2.04	2.32	2.42	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.13	0.112	0.252	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**Acadion**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	1.59	1.88	2.20	1.89
T2	1.96	2.25	2.17	2.12
T3	2.13	2.28	2.27	2.22
T4	2.11	2.30	2.29	2.23
T5	2.12	2.32	2.34	2.26
T6	2.15	2.35	2.33	2.27
المتوسط	2.01	2.23	2.26	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.13	0.06	0.17	

4-3-2 تركيز الفسفور في الاوراق (%)

اشارت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(5 و6) والجدول(16) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخلهما في تركيز الفسفور في الاوراق نبات الحلبة لكلا الموسمين . اشارت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد الى وجود تأثيراً معنوياً في تركيز الفسفور في الاوراق نباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي اعطت اعلى متوسط لتركيز الفسفور في الاوراق للموسم الاول بلغ (0.66) % ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط لتركيز الفسفور في الاوراق بلغ (0.39)% ، بينما تفوقت معاملة T3 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي اعطت اعلى متوسط لتركيز الفسفور في الاوراق للموسم الثاني بلغ (0.20)% ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط لتركيز الفسفور في الاوراق بلغ (0.13)% وبنسبة زيادة بلغت(69.23 و 53.84%) على الترتيب لكلا الموسمين.

بينت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية في تركيز الفسفور في الاوراق نباتات الحلبة ، اذ اعطت تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (0.64)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (0.44) % ، بينما اعطت تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ(0.19)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة(المقارنة) اقل متوسط بلغ(0.15) % وبنسبة زيادة بلغت (45.45 و26.66 %) على الترتيب لكلا الموسمين. اوضحت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وجود تأثيراً معنوياً في تركيز الفسفور في الاوراق ، اذ اعطت معاملة T5 مع تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي بلغ (0.77)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة(المقارنة) اقل متوسط بلغ (0.36) % ، بينما اعطت معاملة T5 مع تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة ومعاملة T1 مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ ومعاملة T1 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط لتركيز الفسفور في الموسم الثاني بلغ (0.24)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (0.12) %.

الجدول 16 تأثير التوليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز الفسفور في الاوراق (%) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	0.36	0.37	0.45	0.39
T2	0.38	0.50	0.60	0.50
T3	0.40	0.66	0.65	0.57
T4	0.42	0.65	0.70	0.59
T5	0.52	0.66	0.77	0.65
T6	0.58	0.74	0.66	0.66
المتوسط	0.44	0.60	0.64	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	0.03	0.04	0.09	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	0.12	0.13	0.14	0.13
T2	0.13	0.21	0.19	0.18
T3	0.18	0.20	0.20	0.20
T4	0.16	0.19	0.21	0.18
T5	0.15	0.24	0.18	0.19
T6	0.16	0.17	0.20	0.18
المتوسط	0.15	0.19	0.18	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	0.02	0.02	0.037	

4-3-3 تركيز البوتاسيوم في الاوراق (%)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(5 و6) والجدول(17) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخلهما في تركيز البوتاسيوم في الاوراق نباتات الحلبة لكلا الموسمين . بينت معاملات إضافة توليفات النتروجين

والحديد وجود تأثيراً معنوياً في تركيز البوتاسيوم في الاوراق نباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي اعطت اعلى متوسطات لتركيز البوتاسيوم في الاوراق لكلا الموسمين بلغت (2.39 و2.16) % على الترتيب ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسطات لتركيز البوتاسيوم في الاوراق لكلا الموسمين بلغت(1.71 و1.81) % على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت (39.76 و19.33%) على الترتيب لكلا الموسمين.

الجدول 17 تأثير التوليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز البوتاسيوم في الاوراق (%) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	1.41	1.90	1.80	1.71
T2	1.53	1.99	2.26	1.93
T3	1.73	2.07	2.06	1.95
T4	2.27	2.31	2.56	2.39
T5	1.61	2.16	2.14	1.97
T6	2.03	2.47	2.64	2.38
المتوسط	1.76	2.15	2.24	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.15	0.08	0.21	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	1.58	2.00	1.85	1.81
T2	1.62	2.05	2.06	2.05
T3	1.86	1.87	2.37	2.14
T4	2.03	2.22	2.22	2.16
T5	1.97	2.06	2.19	2.07
T6	2.07	2.10	2.15	2.11
المتوسط	1.86	2.05	2.14	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.19	0.10	0.27	

اشارت النتائج الى وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في تركيز البوتاسيوم في الاوراق ، اذ اعطت تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسطات لتركيز البوتاسيوم في الاوراق لكلا الموسمين ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغت (2.24 و2.14)% على الترتيب ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط لتركيز البوتاسيوم في الاوراق لنبات الحلبة لكلا الموسمين بلغت(1.76 و1.86)% على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت (27.13 و15.31%) على الترتيب لكلا الموسمين. اوضحت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في تركيز البوتاسيوم في الاوراق ، اذ اعطت معاملة T6 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي بلغ (2.64)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (1.41) % ، بينما اعطت معاملة T3 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي بلغ (2.37)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (1.58) %.

4-3-4 محتوى الحديد في الاوراق (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(5 و6) والجدول(18) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة ووجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخلهما في محتوى الحديد في الاوراق نباتات الحلبة لكلا الموسمين . اشارت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في محتوى الحديد في اوراق نباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي اعطت اعلى متوسطات لمحتوى الحديد في الاوراق لكلا الموسمين بلغت (53.00 و33.92)ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف على الترتيب ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط لمحتوى الحديد في الاوراق لكلا الموسمين بلغت(44.31 و28.93) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت(19.61 و17.24)%على الترتيب لكلا الموسمين.

بينت النتائج الى وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في محتوى الحديد في اوراق ، اذ اعطت تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسطات لمحتوى الحديد في اوراق لكلا الموسمين لم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغت (51.54 و34.17) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف على الترتيب ، بينما

أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسطات لمحتوى الحديد في اوراق نبات الحلبة لكلا الموسمين بلغت (45.36 و29.79) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت (13.62 و14.70%) على الترتيب لكلا الموسمين.

الجدول 18 تأثير التوليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في محتوى الحديد في الاوراق (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	41.27	45.07	46.61	44.31
T2	44.24	48.03	51.59	47.95
T3	45.19	48.86	51.83	48.62
T4	46.09	54.55	55.08	51.91
T5	47.03	51.88	53.25	50.72
T6	48.36	59.77	50.87	53.00
المتوسط	45.36	51.36	51.54	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	2.48	1.86	4.49	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	26.98	29.92	29.91	28.93
T2	28.96	35.07	33.52	32.52
T3	30.28	32.04	33.81	32.04
T4	32.39	35.12	33.37	33.63
T5	28.73	33.94	36.55	33.07
T6	31.43	32.44	37.89	33.92
المتوسط	29.79	33.09	34.17	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	1.64	1.34	3.04	

كما اوضحت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في محتوى الحديد في الاوراق ، اذ اعطت معاملة T6 مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي بلغ

(59.77) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (41.27) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف ، بينما اعطت معاملة T6 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي بلغ (37.89) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (26.98) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف .

4-4 تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية في تركيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم ومحتوى الحديد في البذور وتركيز البروتين في البذور لنبات الحلبة 2023-2024 و2025-2025.

4-4-1 تركيز النتروجين في البذور (%)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(5 و6) والجدول(19) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخل الموسم الاول وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد ورش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية في تركيز النتروجين في البذور نبات الحلبة للموسم الثاني.

بينت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في تركيز النتروجين في البذور نباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة ومعاملة T2 والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الاول بلغ (2.87)% ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ (2.54) % ، بينما تفوقت معاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة ومعاملة T2 والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ (2.46)% ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ (2.33)% وبنسبة زيادة بلغت (12.99 و5.57%) على الترتيب لكلا الموسمين.

أشارت النتائج الى وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في تركيز النتروجين في بذور ، اذ اعطى تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (2.80)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (2.60)% ، واذ اعطت تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ بلغ (2.47)% ،

بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (2.28)% وبنسبة زيادة بلغت(7.69 و 8.33%) على الترتيب لكلا الموسمين. اوضحت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في تركيز النتروجين في البذور ، اذ اعطت معاملة T6 مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسط للموسم الاول بلغ (2.94)% . بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (2.36)%.

الجدول 19 تأثير توليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز النتروجين في البذور (%) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	2.36	2.58	2.68	2.54
T2	2.44	2.61	2.76	2.60
T3	2.45	2.83	2.82	2.70
T4	2.76	2.93	2.87	2.85
T5	2.77	2.93	2.77	2.82
T6	2.79	2.94	2.88	2.87
المتوسط	2.60	2.80	2.79	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.08	0.06	0.15	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	2.19	2.43	2.39	2.33
T2	2.28	2.37	2.43	2.36
T3	2.27	2.46	2.48	2.40
T4	2.32	2.51	2.54	2.46
T5	2.33	2.46	2.48	2.42
T6	2.33	2.51	2.51	2.45
المتوسط	2.28	2.45	2.47	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.07	0.08	NS	

4-4-2 تركيز الفسفور في البذور (%)

اوضحت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(5 و6) والجدول(20) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات التداخل في تركيز الفسفور في البذور لنبات الحلبة لكلا الموسمين .

الجدول 20 تأثير توليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز الفسفور في البذور (%) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	0.14	0.15	0.15	0.14
T2	0.19	0.32	0.31	0.27
T3	0.20	0.35	0.32	0.29
T4	0.22	0.52	0.31	0.35
T5	0.18	0.33	0.32	0.28
T6	0.23	0.36	0.51	0.37
المتوسط	0.19	0.34	0.32	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.13	0.10	NS	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	0.13	0.14	0.14	0.13
T2	0.13	0.16	0.18	0.16
T3	0.16	0.18	0.19	0.18
T4	0.21	0.28	0.42	0.30
T5	0.16	0.22	0.25	0.21
T6	0.24	0.31	0.33	0.29
المتوسط	0.17	0.21	0.25	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.09	0.06	NS	

اذ بينت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في تركيز الفسفور في البذور لنباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي اعطت اعلى متوسط

لتركيز الفسفور في البذور للموسم الاول بلغ (0.37) % ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط لتركيز الفسفور في البذور بلغ (0.14)% ، وبينما تفوقت معاملة T4 ولم يختلف معنوياً عن المعاملات T2 وT3 وT6 والتي اعطت اعلى متوسط لتركيز الفسفور في البذور للموسم الثاني بلغ (0.30) % ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط لتركيز الفسفور في البذور بلغ (0.13)% وبنسبة زيادة بلغت (164.28 و 130.76%) على الترتيب لكلا الموسمين.

اشارت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية في تركيز الفسفور في بذور نباتات الحلبة ، اذ اعطت تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (0.34)% ، وأعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (0.19) % ، بينما اعطت تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ (0.25)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (0.17) % وبنسبة زيادة بلغت (78.94 و47.05%) على الترتيب لكلا الموسمين.

4-4-3 تركيز البوتاسيوم في البذور (%)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(5 و6) والجدول(21) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة ووجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخل الموسم الاول وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد ورش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية اكاديان في تركيز البوتاسيوم في البذور لنبات الحلبة للموسم الثاني. بينت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في تركيز البوتاسيوم في البذور لنباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T5 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسط للموسم الاول بلغ (1.96)% ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط لتركيز البوتاسيوم في البذور بلغ(1.70) % ، بينما تفوقت معاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ (2.26)% ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط لتركيز البوتاسيوم في البذور بلغ (1.95) % وبنسبة زيادة بلغت (15.29 و15.89%) على الترتيب لكلا الموسمين.

اشارت النتائج الى وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في تركيز البوتاسيوم في البذور ، اذ اعطى تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسطات لتركيز البوتاسيوم في البذور لكلا الموسمين ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغت (1.98 و2.32) % على الترتيب ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسطات لتركيز البوتاسيوم في البذور لنبات الحلبة لكلا الموسمين بلغت (1.68 و1.95) % على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت (17.85 و18.97%) على الترتيب لكلا الموسمين.

الجدول 21 تأثير توليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز البوتاسيوم في البذور (%) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	1.56	1.75	1.79	1.70
T2	1.79	1.96	1.91	1.88
T3	1.69	1.96	1.95	1.87
T4	1.56	2.02	2.06	1.88
T5	1.64	2.19	2.05	1.96
T6	1.64	1.85	2.13	1.94
المتوسط	1.68	1.95	1.98	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.14	0.08	0.21	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	1.56	2.06	2.24	1.95
T2	1.96	2.35	2.36	2.23
T3	2.01	2.39	2.29	2.23
T4	2.04	2.39	2.36	2.26
T5	2.03	2.31	2.35	2.23
T6	2.08	2.34	2.31	2.24
المتوسط	1.95	2.31	2.32	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.17	0.10	NS	

اظهرت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد ورش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية وجود تأثيراً معنوياً في تركيز البوتاسيوم في بذور نبات الحلبة للموسم الاول ، اذ اعطت معاملة T5 مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة بلغ (2.19)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (1.56) % .

4-4-4 محتوى الحديد في البذور (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(5 و6) والجدول(22) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك وجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وتداخلهما في محتوى الحديد في البذور لنبات الحلبة لكلا الموسمين. بينت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في محتوى الحديد في البذور لنباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي اعطى اعلى متوسط للموسم الاول بلغ (95.23) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط محتوى حديد في البذور بلغ (81.91) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف ، بينما تفوقت معاملة T6 ولم يختلف عن معاملتي T4 وT5 والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ (63.07) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط محتوى حديد في البذور بلغ (36.29) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف وبنسبة زيادة بلغت (16.26 و73.79%) على الترتيب لكلا الموسمين. اوضحت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في محتوى الحديد في البذور ، اذ اعطت تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط لمحتوى الحديد في البذور للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (93.13) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط لمحتوى الحديد في البذور لنبات الحلبة بلغ(86.26) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف، واعطت تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط لمحتوى الحديد في البذور للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (54.34) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة(المقارنة) اقل متوسط لمحتوى الحديد في البذور لنبات الحلبة بلغ (39.93) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف وبنسبة زيادة بلغت (7.96 و36.08%) على الترتيب لكلا الموسمين. كما اظهرت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى وجود تأثيراً معنوياً في محتوى

الحديد في البذور ، اذ اعطت معاملة T4 مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي بلغ (98.79) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف ، فيما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (71.35) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف ، بينما اعطت معاملة T6 مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الثاني ولم يختلف عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة ومعاملة T2 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ ومعاملة T3 مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (69.71) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف ، وأعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (32.76) ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف .

الجدول 22 تأثير التوليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في محتوى الحديد في البذور (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	71.35	87.99	86.37	81.91
T2	84.86	88.59	94.04	89.16
T3	84.79	94.40	95.11	91.43
T4	91.67	98.79	95.23	95.23
T5	92.26	92.26	93.72	92.75
T6	92.65	94.11	94.28	93.68
المتوسط	86.26	92.69	93.13	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	4.15	2.61	6.39	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	32.76	39.44	36.67	36.29
T2	36.67	49.75	41.18	42.53
T3	40.12	41.94	46.09	42.72
T4	38.67	65.43	65.80	56.63
T5	39.94	59.81	67.34	55.69
T6	51.46	69.71	68.03	63.07
المتوسط	39.93	54.34	54.18	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	6.44	4.89	11.28	

4-4-5 تركيز البروتين في البذور

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(7و8) والجدول(23) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة ووجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية كذلك تداخل الموسم الاول وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد ورش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية في تركيز البروتين في البذور نبات الحلبة للموسم الثاني.

توضح معاملات إضافة توليفات من النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في تركيز البروتين في البذور لنباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة ومعاملة T2 والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الاول بلغ(17.94)% ،بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ (15.91) % ، وتفوقت معاملة T4 ولم يختلف معنوياً عن معاملتي T5 وT6 والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ(15.35)% ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ(14.61) % وبنسبة زيادة بلغت(13.36 و5.06%) على الترتيب لكلا الموسمين.

اوضحت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في تركيز البروتين في البذور، اذ اعطت تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ(17.56)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ(16.25)% ، واعطت تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط لتركيز البروتين في البذور للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ(15.45)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (14.30)% وبنسبة زيادة بلغت(8.06 و8.04%) على الترتيب لكلا الموسمين.

كما اظهرت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وجود تأثيراً معنوياً في تركيز البروتين في البذور ، واعطت معاملة T6 مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي بلغ(18.38)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (14.79)% .

الجدول 23 تأثير التوليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز البروتين في البذور(%) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	14.79	16.16	16.78	15.91
T2	15.24	16.35	17.29	16.29
T3	15.35	17.72	17.64	16.91
T4	17.28	18.37	17.95	17.87
T5	17.35	18.35	17.33	17.67
T6	17.45	18.38	17.99	17.94
المتوسط	16.25	17.56	17.50	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	0.51	0.41	0.94	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	13.68	15.18	14.95	14.61
T2	14.27	14.85	15.18	14.77
T3	14.23	15.39	15.50	15.04
T4	14.50	15.68	15.87	15.35
T5	14.56	15.37	15.52	15.15
T6	14.56	15.68	15.70	15.32
المتوسط	14.30	15.36	15.45	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	0.44	0.52	NS	

بينت جداول تحليل التباين ملحق(5 و6 و7 و8) والجداول (15 و16 و17 و18 و19 و20 و21 و22 و23) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك رش بمستخلص الطحالب البحرية لكلا الموسمين في صفات تركيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم ومحتوى الحديد في الاورق والبذور وتركيز البروتين في البذور. ان للنتروجين تأثيرا مهما على عناصر الغذائية لنباتات ، وان مستويات مختلفة من السماد النتروجيني يؤدي الى زيادة معنوية في تركيز العناصر المغذية ، اذ ان زيادة تركيز العناصر المغذية في الاوراق انعكست في زيادة تركيزها في البذور(الساعدي واخرون،2012 وعلي

واخرون،2014). هذه النتائج اتفق مع ما توصل اليه الركابي،(2014) في دراسته على نبات الحلبة . قد يرجع زيادة العناصر المغذية في النباتات الحلبة الى احتواء مستخلص الطحالب البحرية على المغذيات الكبرى والصغرى والاحماض الامينية جدول(2) ، وان استعمال مستخلص الطحالب البحرية يؤدي الى زيادة فعالية العمليات الحيوية كالتمثيل الكربوني مما يعزز النمو ويحفز النبات على امتصاص العناصر المغذية الضرورية لبناء الكلوروفيل، بما في ذلك الحديد (AL- Janabi واخرون،2016) . يعزى السبب في زيادة تركيز البروتين في البذور جدول(23) الى زيادة تركيز النتروجين في البذور جدول(19)(Husain واخرون،2021)

4-5 تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية في بعض المركبات الفعالة في البذور نبات الحلبة للموسمين الزراعيين 2023-2024 و2024-2025.

4-5-1 محتوى القلويدات الكلية في البذور (ملغم100غم$^{-1}$)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(7و8) والجدول(24) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة ووجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد و رش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية في محتوى القلويدات الكلية لنبات الحلبة لكلا الموسمين .

اوضحت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في محتوى القلويدات الكلية لنباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 ولم يختلف معنوياً عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الاول بلغ(3.52) ملغم100غم$^{-1}$ ،بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط للقلويدات بلغ(2.79) ملغم100غم$^{-1}$ ، بينما تفوقت معاملة T5 ولم يختلف معنوياً عن معاملتي T4 و T6والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ(2.70) ملغم100غم$^{-1}$ ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط للقلويدات بلغ(2.26) ملغم100غم$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت(26.16 و19.46%) على الترتيب لكلا الموسمين. بينت النتائج الى وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش بمستخلص الطحالب البحرية في محتوى القلويدات الكلية ، اذ اعطت تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسطات لمحتوى القلويدات الكلية لكلا الموسمين ولم

يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغت (3.15 و2.73) ملغم100غم$^{-1}$ على الترتيب ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسطات لمحتوى القلويدات الكلية لنبات الحلبة بلغت (2.81 و2.19) ملغم100غم$^{-1}$على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت (12.09و24.65%) على الترتيب لكلا الموسمين.

الجدول 24 تأثير التوليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في محتوى القلويدات الكلية في البذور(ملغم100غم$^{-1}$) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2024-2025				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	2.52	2.90	2.97	2.79
T2	2.87	3.26	2.97	3.03
T3	2.80	2.90	3.06	2.92
T4	2.59	2.97	3.07	2.87
T5	2.84	3.11	3.07	3.01
T6	3.23	3.78	3.56	3.52
المتوسط	2.81	3.15	3.12	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.38	0.19	NS	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	2.15	2.31	2.33	2.26
T2	2.16	2.45	2.69	2.44
T3	2.19	2.65	2.55	2.46
T4	2.22	3.00	2.76	2.66
T5	2.22	3.05	2.83	2.70
T6	2.23	2.94	2.81	2.66
المتوسط	2.19	2.73	2.66	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.25	0.22	NS	

4-5-2 محتوى الكلايكوسيدات الكلية في البذور(ملغم 100غم$^{-1}$)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(7 و8) والجدول(25) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة ووجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية لكلا الموسمين وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد ورش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية للموسم الاول ووجود تأثير معنوي في محتوى الكلايكوسيدات الكلية في بذور نبات الحلبة للموسم الثاني. اذ تشير معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في محتوى الكلايكوسيدات الكلية لنباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الاول بلغ (825.40) ملغم 100غم$^{-1}$ ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ (799.40) ملغم 100غم$^{-1}$ ، بينما تفوقت معاملة T5 معنوياً على بقية المعاملات عدا المعاملة المقارنة والتي اعطت اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ (783.50) ملغم 100غم$^{-1}$ ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ (527.60) ملغم 100غم$^{-1}$ ونسبة زيادة بلغت (3.25 و 48.50%) على الترتيب لكلا الموسمين.

كما اوضحت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في محتوى الكلايكوسيدات الكلية في البذور، اذ اعطت تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسطات لمحتوى الكلايكوسيدات الكلية لكلا الموسمين ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغت(823.90 و785.20) ملغم 100غم$^{-1}$ على الترتيب ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسطات لمحتوى الكلايكوسيدات الكلية لنبات الحلبة بلغت (812.50 و526.10) ملغم 100غم$^{-1}$ على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت(1.40 و 49.24%) على الترتيب لكلا الموسمين.

بينت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية الى عدم وجود تأثيراً معنوياً في محتوى الكلايكوسيدات الكلية في بذور نبات الحلبة للموسم الاول ، بينما اعطت معاملة T6 مع تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الثاني ولم يختلف عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة والتي بلغ(880.30) ملغم 100غم$^{-1}$ ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (335.10) ملغم 100غم$^{-1}$.

الجدول 25 تأثير التوليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في محتوى الكلايكوسيدات الكلية في البذور (ملغم 100غم$^{-1}$) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	793.70	806.10	798.40	799.40
T2	819.40	829.30	823.90	824.20
T3	818.60	822.70	823.80	821.70
T4	801.30	831.20	825.60	819.40
T5	819.90	832.20	817.90	823.40
T6	821.80	822.10	832.30	825.40
المتوسط	812.50	823.90	820.30	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	15.67	5.55	NS	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	335.10	613.80	633.90	527.60
T2	378.00	775.80	772.10	642.00
T3	488.90	811.10	797.30	699.10
T4	633.60	801.90	823.50	753.00
T5	685.80	828.50	836.20	783.50
T6	635.00	880.30	816.80	777.40
المتوسط	526.10	785.20	780.00	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	81.76	43.76	114.32	

4-5-3 تركيز Vitamin C في البذور (ملغم 100 غم$^{-1}$)

اشارت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(7 و8) والجدول(26) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة ووجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد ورش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية في تركيز Vitamin C في بذور نبات الحلبة لكلا الموسمين.

اشارت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثير معنوي في تركيز Vitamin C في بذور نباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسطات لكلا الموسمين بلغت (13.01 و9.03) ملغم 100غم$^{-1}$ على الترتيب ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسطات بلغت(8.13 و5.88) ملغم 100غم$^{-1}$ على الترتيب ونسبة زيادة بلغت(60.02 و53.57%) على الترتيب لكلا الموسمين.

الجدول 26 تأثير التوليفات النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز Vitamin C في البذور (ملغم 100غم$^{-1}$) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2024-2023				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	6.57	8.80	9.01	8.13
T2	8.24	9.80	11.52	9.85
T3	8.77	11.91	11.76	10.81
T4	10.53	12.44	12.97	11.98
T5	9.48	12.08	11.29	10.95
T6	11.97	14.27	12.79	13.01
المتوسط	9.26	11.55	11.56	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	2.57	1.45	NS	
M2 الموسم الثاني 2025-2024				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	5.36	6.02	6.27	5.88
T2	5.84	7.30	6.76	6.64
T3	5.48	7.24	7.90	6.88
T4	7.90	8.78	8.76	8.48
T5	6.49	9.97	7.39	7.95
T6	8.40	9.31	9.37	9.03
المتوسط	6.58	8.10	7.74	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	1.86	1.13	NS	

اذ بينت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في تركيز Vitamin C في بذور نباتات الحلبة ، اذ اعطت تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط لتركيز Vitamin C في بذور للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (11.56) ملغم.100غم$^{-1}$ ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط لتركيز Vitamin C في بذور نبات الحلبة بلغ(9.26) ملغم.100غم$^{-1}$ ، بينما اعطت تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط لتركيز Vitamin C في بذور للموسم الثاني ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (8.10) ملغم.100غم$^{-1}$ ، وأعطت معاملة عدم الإضافة(المقارنة) اقل متوسط لتركيز Vitamin C في بذور نبات الحلبة بلغ (6.58) ملغم.100غم$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت (24.83 و23.10%) على الترتيب لكلا الموسمين.

4-6 تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في بعض الاحماض الدهنية في البذور نبات الحلبة للموسمين الزراعيين 2023-2024 و 2024-2025.

4-6-1 تركيز Oleic acid في البذور (%)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(9 و10) والجدول(27) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة ووجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد ورش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية اكاديان في تركيز Oleic acid في البذور نبات الحلبة لكلا الموسمين.

بينت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثير معنوي في تركيز Oleic acid في البذور نباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات ولم يختلف معنوياً عن معاملة T4 واعطت اعلى متوسط للموسم الاول بلغ (9.16)% ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ (5.92) % ، بينما تفوقت معاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ (7.63)% ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ (5.89) % ونسبة زيادة بلغت(54.72 و 29.54%) على الترتيب لكلا الموسمين. اذ وضحت النتائج الى وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش بمستخلص الطحالب البحرية في تركيز Oleic acid في البذور الحلبة ، اذ اعطت

تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط لتركيز Oleic acid في البذور الحلبة للموسم الاول بلغ (8.03)%، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (6.19)% ، بينما اعطت تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط لتركيز Oleic acid في البذور الحلبة للموسم الثاني واختلفت معنوياً عن تركيز2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (7.81)%، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (6.47)% وبنسبة زيادة بلغت (29.72 و20.71 %) على الترتيب لكلا الموسمين.

الجدول 27 تأثير النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز Oleic acid في البذور (%) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2024-2023				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	5.13	6.09	6.55	5.92
T2	5.24	6.72	8.90	6.95
T3	6.43	6.73	6.89	6.68
T4	6.51	10.42	8.69	8.54
T5	5.64	7.01	8.26	6.97
T6	8.18	10.41	8.90	9.16
المتوسط	6.19	7.89	8.03	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	1.83	1.34	NS	
M2 الموسم الثاني 2025-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	5.81	5.95	5.91	5.89
T2	6.21	7.22	7.37	6.93
T3	6.67	7.63	8.43	7.58
T4	6.70	8.63	7.57	7.63
T5	6.67	8.81	6.86	7.45
T6	6.76	8.60	7.12	7.49
المتوسط	6.47	7.81	7.21	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	1.10	0.90	NS	

4-6-2 تركيز Linoleic acid في البذور (%)

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(9 و10) والجدول (28) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة للموسم الاول فقط ووجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية للموسمين وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد ورش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية في تركيز Linoleic acid في البذور نبات الحلبة لكلا الموسمين.

الجدول 28 تأثير النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز Linoleic acid في البذور (%) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	5.28	5.69	6.25	5.74
T2	5.91	6.37	7.29	6.52
T3	6.87	7.21	7.87	7.31
T4	7.21	9.40	8.59	8.40
T5	6.66	8.06	8.89	7.87
T6	9.06	9.56	8.57	9.06
المتوسط	6.83	7.71	7.91	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	2.11	0.86	NS	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	7.01	8.57	7.58	7.72
T2	7.34	9.13	9.62	8.70
T3	8.08	10.51	10.25	9.61
T4	7.32	11.39	11.82	10.18
T5	8.17	11.51	10.76	10.15
T6	8.46	10.34	11.68	10.16
المتوسط	7.73	10.24	10.28	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	NS	1.86	NS	

اشارت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد للموسم الاول وجود تأثيراً معنوياً في تركيز Linoleic acid في البذور نباتات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 ولم يختلف معنوياً عن معاملتي T4وT5 والتي اعطت اعلى متوسط بلغ (9.06) % ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ(5.74) %، وبنسبة زيادة بلغت(36.64%). بينت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في تركيز Linoleic acid في البذور، اذ اعطى تركيز 2غم لتر$^{-1}$ ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ واعطت اعلى متوسطات تركيز Linoleic acid لكلا الموسمين بلغ (7.91 و10.28) % على الترتيب ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة(المقارنة) اقل متوسطات تركيز Linoleic acid في البذور نبات الحلبة بلغ(6.83 و7.73) % على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت(15.81 و32.98%) على الترتيب لكلا الموسمين.

4-6-3 تركيز Palmitic acid في البذور (%)

اشارت النتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(9 و10) والجدول (29) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة ووجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية لكلا الموسمين وجود تأثير معنوي لتداخل الموسم الاول وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد و رش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية اكاديان في تركيزPalmitic acid في البذور نبات الحلبة للموسم الثاني.

بينت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثيراً معنوياً في تركيز Palmitic acid في بذور نبات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 ولم يختلف معنوياً عن المعاملات T3وT4 وT5 للموسم الاول ولم يختلف معنويا عن معاملة T5 للموسم الثاني والتي اعطت اعلى متوسطات لكلا الموسمين بلغت(4.98 و4.30)% على الترتيب ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسطات بلغت(3.47 و3.12)% على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت (43.51 و37.82%) على الترتيب لكلا الموسمين. اشارت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش بمستخلص الطحالب البحرية في تركيزPalmitic acid في البذور الحلبة ، اذ اعطت تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسطات لتركيز Palmitic acid في البذور الحلبة لكلا الموسمين ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغت(4.38 و3.94)% على الترتيب ، بينما أعطت معاملة عدم

الإضافة (المقارنة) اقل متوسطات بلغت(3.97 و3.18)% وبنسبة زيادة بلغت(10.32 و23.89%) على الترتيب لكلا الموسمين. بينت نتائج تداخل معاملات اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد مع تراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وجود تأثيراً معنوياً في تركيز Palmitic acid في البذور نبات الحلبة ، اذ اعطت معاملة T6 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف عن بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة ومعاملة T2 مع تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ(5.40)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسط بلغ (3.18)% .

الجدول 29 تأثير النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز Palmitic acid في البذور (%) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	3.18	3.79	3.43	3.47
T2	3.45	3.61	4.03	3.70
T3	3.87	4.91	4.05	4.28
T4	3.85	4.59	5.02	4.48
T5	4.63	4.67	4.27	4.53
T6	4.86	4.68	5.40	4.98
المتوسط	3.97	4.38	4.37	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.45	0.28	0.70	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	2.87	3.46	3.04	3.12
T2	3.06	3.95	3.69	3.56
T3	3.15	3.52	3.95	3.54
T4	3.37	3.50	3.96	3.61
T5	3.08	4.48	4.36	3.97
T6	3.56	4.74	4.62	4.30
المتوسط	3.18	3.94	3.93	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	0.68	0.36	NS	

4-6-4 تركيز Myristic acid في البذور (%)

بينت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(9 و10) والجدول (30) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة ووجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد و رش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية اكاديان في تركيز Myristic acid في البذور نبات الحلبة لكلا الموسمين.

الجدول 30 تأثير النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز Myristic acid في البذور (%) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2023-2024				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	8.04	8.80	9.01	8.62
T2	8.41	9.80	9.29	9.17
T3	8.77	10.96	11.31	10.34
T4	10.71	11.91	12.97	11.86
T5	10.61	11.95	11.29	11.28
T6	11.14	12.08	13.44	12.22
المتوسط	9.61	10.92	11.22	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	N Fe × مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	2.50	1.29	NS	
الموسم الثاني 2024-2025				
توليفات	مستخلص الطحالب البحرية			المتوسط
N Fe	0	1	2	
T1	4.82	5.34	6.04	5.40
T2	6.12	8.28	9.62	8.01
T3	6.03	10.22	10.24	8.83
T4	6.82	8.77	9.45	8.35
T5	6.24	7.76	10.88	8.29
T6	9.90	11.32	10.09	10.44
المتوسط	6.66	8.62	9.39	
L.S.D	N Fe	مستخلص الطحالب البحرية	مستخلص الطحالب البحرية	
0.05	2.72	2.11	NS	

اوضحت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثير معنوي في تركيز Myristic acid في البذور نبات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسطات لكلا الموسمين بلغت(12.22و10.44)% على الترتيب ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسطات بلغت(8.62 و5.40)% على الترتيب ونسبة زيادة بلغت(41.76 و93.33%) على الترتيب لكلا الموسمين.

بينت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في تركيز Eicosenoic acid في بذور الحلبة ، اذ اعطت تركيز 2غم لتر$^{-1}$ للموسم الاول اعلى متوسطات لكلا الموسمين ولم يختلف معنوياً عن تركيز 1غم لتر$^{-1}$ والتي بلغت(11.22 و9.39)% على الترتيب ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة (المقارنة) اقل متوسطات بلغت(9.61 و6.66)% على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت(16.75 و40.99%) على الترتيب لكلا الموسمين.

4-6-5 تركيز Stearic acid في البذور (%)

اوضحت نتائج التحليل الاحصائي ملحق رقم(9 و10) والجدول(31) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة ووجود تأثير معنوي لتراكيز رش مستخلص الطحالب البحرية وعدم وجود تأثير معنوي لمعاملات تداخل اضافة توليفات النتروجين + رش الحديد و رش نباتات الحلبة مستخلص الطحالب البحرية اكاديان في تركيز Stearic acid في البذور الحلبة لكلا الموسمين.

اشارت معاملات إضافة توليفات النتروجين والحديد وجود تأثير معنوي في تركيز Stearic acid في البذور نبات الحلبة ، اذ تفوقت معاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات واختلفت معنوياً عن معاملتي T2 وT3 واعطت اعلى متوسط للموسم الاول بلغ(11.65)% ، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ(8.22)% ونسبة زيادة بلغت (41.72%) ، وتفوقت معاملة T6 معنوياً على بقية المعاملات عدا معاملة المقارنة واعطت اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ(9.25)%، بينما اعطت معاملة المقارنة T1 اقل متوسط بلغ(5.59)% ونسبة زيادة بلغت (65.47%).

بينت النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز الرش مستخلص الطحالب البحرية في تركيز Stearic acid في البذور الحلبة ، اذ اعطت تركيز 1غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الاول ولم يختلف معنوياً عن تركيز 2غم لتر$^{-1}$ والتي بلغ (11.10)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة(المقارنة) اقل متوسط بلغ(8.53)% وبنسبة زيادة بلغت(30.12%) ، بينما اعطت تركيز 2غم لتر$^{-1}$ اعلى متوسط للموسم الثاني بلغ (7.99)% ، بينما أعطت معاملة عدم الإضافة(المقارنة) اقل متوسط بلغ(5.90)% وبنسبة زيادة بلغت(35.42%).

الجدول 31 تأثير النتروجين والحديد ومستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز Stearic acid في البذور (%) لنبات الحلبة .

الموسم الاول 2025-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	6.57	9.30	8.80	8.22
T2	6.57	9.80	8.77	8.38
T3	8.04	11.52	10.29	9.95
T4	10.16	12.02	12.79	11.65
T5	9.48	11.91	11.29	10.89
T6	10.38	12.08	12.21	11.56
المتوسط	8.53	11.10	10.69	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	2.10	0.94	NS	
الموسم الثاني 2025-2024				
توليفات	**مستخلص الطحالب البحرية**			**المتوسط**
N Fe	**0**	**1**	**2**	
T1	5.11	5.41	6.27	5.59
T2	5.19	6.34	7.07	6.20
T3	5.84	6.71	7.76	6.77
T4	5.94	6.46	9.18	7.19
T5	5.65	6.39	6.75	6.26
T6	7.69	9.13	10.92	9.25
المتوسط	5.90	6.74	7.99	
L.S.D	**N Fe**	**مستخلص الطحالب البحرية**	**N Fe × مستخلص الطحالب البحرية**	
0.05	1.80	1.00	NS	

بينت جداول تحليل التباين ملحق(7و8 و9 و10) والجداول(24 و25 و26 و27 و28 و29 و30 و31) وجود تأثير معنوي لمعاملات توليفات النتروجين والحديد المضافة وكذلك رش بمستخلص الطحالب البحرية في محتوى القلويدات الكلية والكلايكوسيدلات الكلية وتركيز Vitamin C و Oleic acid و Linoleic acid و Palmitic acid و Myristic acid و Stearic acid في بذور النباتات الحلبة . وقد يعزي السبب الى دور النتروجين والتي تسهم في تكوين الاحماض الامينية والقواعد النتروجينية والانزيمات والهرمونات التي تلعب دوراً في عمليات البناء الحيوي للعديد من مركبات الثانوية مما يسهم إيجابا على انتاج القلويدات (Aniszewski،2007 و Boroomand واخرون،2012). تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه الهدواني، (2004) في دراسته على نبات الحلبة .

تعزى زيادة المركبات الفعالة في النبات إلى دور الحديد كمرافق إنزيمي للعديد من التفاعلات الحيوية التي تحدث داخل النبات، والتي تسهم في تكوين النواتج الثانوية الضرورية لإنتاج المركبات الفعالة في النباتات الطبية. أن رش الحديد على المجموع الخضري يؤدي إلى زيادة المواد الفعالة في النباتات(الحلبوسي، 2015). تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه حسن وسعدالدين،(2018) في دراستهم على نبات الحلبة.

قد يعود السبب الى مكونات مستخلص الطحالب البحرية جدول(2) ، التي يلعب دورًا مهمًا في عمليات الأيض الحيوي داخل الخلايا النباتية ، هذه النتيجة يتفق مع ما تواصل الية Battah واخرون،(2021) في دراسته على نبات الحلبة وادى الى زيادة بعض الاحماض الامينية Oleic و Linoleic وحصل انخفاض في الاحماض الامينية Paimitic و Stearic . ان الزيادة في محتوى القلويدات والكلايكوسيدات والاحماض الدهنية في البذور عند تسميد النتروجين ورش الحديد ومستخلص الطحالب البحرية تعزى إلى تحسين التغذية الكلية للنباتات (نيتروجين + عنصر الحديد) وزيادة فعالية الأيض الخضري وبالإضافة إلى تنشيط مسارات الأيض الثانوي، حيث يوفر النيتروجين احماض الأمينية اللازمة للقلويدات ، ويساعد الحديد في تنشيط الإنزيمات الرئيسية ، في حين يعمل مستخلص الطحالب كمحفز حيوي لتعزيز امتصاص العناصر وتحفيز النمو واستجابة النبات ، فإن التوازن الغذائي يسهم في توجيه النبات نحو إنتاج أعلى للمركبات الحيوية الثانوية بدلًا من التركيز فقط على النمو الخضري(Pise و Sabale،2010).

5- الاستنتاجات والتوصيات

5-1 الاستنتاجات

1- اثرت توليفات النتروجين والحديد معنوياً في الصفات الخضرية والحاصل ومكوناته والمركبات الفعالة.

2- تفوق معاملتي T4 وT6 معنوياً على بقية المعاملات والذي انعكس بشكل ايجابي في معظم الصفات المدروسة.

3- ان الرش بمستخلص الطحالب البحرية اسهم بشكل فعال في تعزيز نمو وحاصل والمركبات الفعالة لنبات الحلبة والتي عززت من كفاءة النبات والعمليات الحيوية ولا سيما تركيز 2غم لتر$^{-1}$.

4- ان معاملة التداخل اضافة النتروجين والحديد والرش بمستخلص الطحالب البحرية اثر ايجابيا في معظم الصفات النمو الخضري والحاصل ومكوناته وتفوقت معاملة تداخل T4مع تركيز2غم لتر$^{-1}$ على بقية معاملات ولم يختلف عن معاملة تداخل T6 مع تركيز2غم لتر$^{-1}$.

5-2 التوصيات

1- نوصي باعتماد توليفات النتروجين والحديد على نبات الحلبة لغرض التوسع في تحسين الانتاج وزيادة الحاصل .

2- نوصي بالرش مستخلص الطحالب البحرية على نبات الحلبة لغرض زيادة الانتاج والحاصل والمركبات الفعالة .

3- نوصي بأجراء دراسات مستقبلية باستخدام عوامل نمو مختلفة بهدف تحسين الانتاجية والمركبات الفعالة في نبات الحلبة .

6- المصادر

6-1 المصادر العربية

ابو ضاحي ، يوسف محمد ومؤيد احمد اليونس.1988. دليل تغذية النبات. جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جمهورية العراق.

احمد ، طه شهاب .2017. تأثير مستويات مختلفة من السماد الفوسفاتي والرش بمستخلصات الاعشاب البحرية في بعض صفات النمو الخضري والحاصل ونسبة الزيت لنبات الحلبة – (*Trigonella foenum graecum* L.) . مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية .17(2):1813-1646.

الأسدي ، ماهر حميد سلمان.2019. GenStat لتحليل التجارب الزراعية . جامعة القاسم الخضراء . كلية الزراعة . دار الوارث للطباعة والنشر. ص 304.

بدر ، تمارا عبد الله .2015. الكيمياء الحيوية التطبيقية . دار امجد للنشر والتوزيع . الاردن . صفحة 237.

تقي ، رامي علي وامنة نعمة الثويني وصفاء عبد لطيف المعيني.2010. المكونات الكيميائية لبذور الحلبة المحلية .*Trigonella foenum-graecum* L وتأثير مستخلصها على بعض الاحياء المجهرية الممرضة. مجلة علوم المستنصرية .21(4).

توفيق ، انس منير.2012. تأثير الرش بمستويات من مستخلص الطحالب البحرية (الجامكس) البحرية ومادة اتونك في نمو وحاصل الباقلاء (*Vicia faba* L). مجلة تكريت للعلوم الزراعية . 12(4):83-92 .

الجابر ، حيدر صبيح شنو.2008. استجابة نبات الحلبة لموعد الزراعة ونقع البذور وتأثيرهما في النمو وحاصل البذور وبعض مكوناته الفعالة. رسالة ماجستير ، كلية الزراعة. جامعة البصرة- العراق .

جامل ، فاطمة علي ومحمد عودة خلف العبودي وسندس كامل جبار الحلفي. 2020. تأثير مستويات مختلفة من التسميد الفوسفاتي والنتروجيني في نمو نبات الحلبة. مجلة ديالى للعلوم الزراعية. 12(1): 315-325.

حسن ، احمد ياسين وشروق محمد كاظم سعد الدين. 2018. تأثير الرش بالزنك والحديد في حاصل البذور والمادة الفعالة Trigonelline في بذور الحلبة (*Trigonella Foenum-graecum* L.). مجلة جامعة كركوك للعلوم الزراعية. 9(2).

الحسيني، محمد. 2006. محاصيل البقول البذرية الترمس والحمص والحلبة . القاهرة . مكتبة ابن سينا.

الحلبوسي ، اسامة حسين مهدي محمد. 2013. تأثير مستويات من السماد الفوسفاتي والبوتاسي والتغذية الورقية بالحديد والبورون في النمو والحاصل والمكونات الفعالة في الحلبة. اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة. جامعة الانبار.

الحلبوسي ، اسامة حسين مهيدي.2015.. تأثير التسميد الفوسفاتي والتغذية الورقية بالحديد في صفات النمو والحاصل والمادة الفعالة لنبات الكمون *Cuminum Cyminum* L. مجلة الانبار للعلوم الزراعية 13.(1):7479-1992.

حمدان ، سنار علي ناجي.2019. تأثير الرش الورقي بمستخلص الطحالب البحرية في الصفات المورفولوجية والفسلجية لبذور اربعة اصناف وهجن من الباقلاء .*Vicia faba* L. رسالة ماجستير. كلية الزراعة والاهوار. جامعة ذي قار.

حمود ، علي خلف. 2017. تأثير البنزل ادنين وحامض السالسليك في انتاج بعض المركبات الفعالة لنبات سم الفراخ (*Withania somnifera* L) داخل وخارج الجسم الحي. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

دلالي ، باسل كامل والحكيم وصادق حسن.1987. تحليل الاغذية. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر- جامعة الموصل- العراق.

الدليمي ، بشير حمد عبد الله والمحمدي عبد الله ماجد عبد الحميد. 2014. تأثير الرش بالحديد والبورون في صفات النمو لصنفين من فول الصويا. مجلة الانبار للعلوم الزراعية .12(2):1992-7479.

الربيعي ، باقر جلاب هادي.2022. سؤال وجواب في تغذية وفسلجة وتشريح النبات ص29-33.

الربيعي ، فاضل عليوي عطية. 2011. تأثير الصنف وحامض الجبرلين والسماد المركب NPK وتداخلاتها في النمو والمركبات الفعالة لنبات البانونج . *Matericaria chamomilla* L . اطروحة دكتوراه. كلية التربية ابن الهيثم. جامعة بغداد- العراق .

الركابي ، محمد سوادي زغير . 2014. تأثير حجم البذور وعدد الريات والتسميد النتروجيني في صفات النمو لنبات الحلبة .*Trigonella foenum-graecum* L . رسالة ماجستير. كلية التربية . علوم الحياة. جامعة القادسية .

الزيدي ، كريم علي نهير.2016. تأثير اضافة خث الحنطة والرش بمستخلصه في نمو وانتاج الهانة الحمراء. رسالة ماجستير .كلية الزراعة. جامعة بغداد- العراق.

الساعدي ، عباس جاسم حسين وامل غانم محمود القزاز وحسن عبد الرزاق السعدي وسهاد سعد يحيى .2012. دور النتروجين والزنك في الحالة الغذائية لنبات الحلبة (*Trigonella foenum-graecum* . L) مجلة جامعة كربلاء العلمية . 10(2):145-151.

الساهوكي ، مدحت مجيد. 2007. علاقات نمو البذرة. جامعة بغداد. كلية الزراعة. ع.ص:140.

السعيدي ، حسن علي مجيد. 2017. تأثير مسافات الزراعة والرش بالمستخلص البحري في صفات النمو والحاصل لنبات الحلبة (*Trigonella foenum-graecum* L.). مجلة الفرات للعلوم الزراعية.9(4): 855-868 .

الصحاف ، فاضل حسين.1989. تغذية النبات التطبيقي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. مطبعة دار الحكمة. جمهورية العراق. 296-308 .

الطاهر ، فيصل محبس مدلول.2009. تأثير الرش بالحديد والمنغنيز في نمو وحاصل الذرة الصفراء. *Zea mays* L صنف بحوث 106. مجلة جامعة ذي قار. 5(1):32-41.

عبد الحسين ، طيف ماجد ورشيد خضير الجبوري وسعد علي احسان.2013. استجابة نبات الحلبة (*Trigonella foenum-graecum* L.) Fenugreek لمعدلات البذار ومستويات مختلفة من السماد النتروجيني وتأثيرها على المادة الفعالة (Trigonelline). مجلة الفرات للعلوم الزراعية. 5(4):104-112.

عبد الحسين ، طيف ماجد.2013. تاثير الكثافات النباتية ومستويات مختلفة من السماد النتروجيني في نمو وحاصل البذور والنسبة المئوية للمادة الفعالة Trigonelline في نبات الحلبة *Trigonella foenum-graecum* L. . رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بابل.

عبدول ، كريم صالح .1988. فسلجه العناصر الغذائية في النبات. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . جامعة صلاح الدين .

العبيدي ، صدام ابراهيم يحيى قاسم.2020. تأثير طرق استخدام مستخلص الطحالب البحرية وحامض الهيومك في صفات النمو والحاصل ومكوناته لمحصول الباقلاء (*Vicia faba* L.). رسالة ماجستير. كلية الزراعة والغابات. جامعة الموصل- العراق.

العطار ، استبرق سامي عباس.2012. تحفيز انتاج بعض مركبات الايض الثانوي ذات الاهمية الطبية في نبات الحلبة *Trigonella foenum-graecum* L. خارج الجسم الحي. رسالة ماجستير. علوم حياة . جامعة المستنصرية- العراق.

علي ، نور الدين شوقي وحمد الله سليمان راهي وعبد الوهاب عبد الرزاق شاكر.2014. خصوبة التربة والاسمدة. دار الكتب العلمية للطباعة والنشر والتوزيع. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. الطبعة العربية الاولى .

علي ، نور الدين شوقي.2012. تقانات الاسمدة واستعمالاتها. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة.

علي ، وسام جاسم محمد.2018. تأثير استخدام مستويات مختلفة من بذور الحلبة في علائق الماعز الشامي على انتاج الحليب ومكوناته ونمو المواليد. مجلة زراعة الرافدين.46(2).

عيسى ، طالب احمد.1990. فسيولوجيا نباتات المحاصيل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل. ع.ص:496.(مترجم).

المحمدي ، عقيل نجم عبود وياسين، ياسين عبد اللطيف.2020. تأثير الرش بالحديد النانوي المخلبي والسماد الحيوية والفسفور في بعض صفات النمو وحاصل لنبات الحلبة – (*Trigonella foenum graecum* L.) . مجلة التربية والدراسات العلمية. 6(16).

محمود ، مهند جميل.2008. كيمياء النباتات الطبية. مطبعة انوار دجلة. بغداد. العراق.

الموصلي ، مظفر احمد داود و وحيدة علي البدراني وفاتح عبد سيد حسن وصالح محمد الراشدي.2019. تغذية النبات. دار الكتب العلمية بيروت لبنان.

النعيمي، جبار حسن.2010. العلاج بأشجار وشجيرات الفاكهة. دار الحوراء. بغداد. العراق. ص.541.

الهدواني ، احمد خالد.2004. تأثير التسميد والرش ببعض العناصر الغذائية في الصفات الكمية والنوعية لبعض المركبات الفعالة طبياً في بذور صنفين من الحلبة(*Trigonella foenum-graecum* L.) .اطروحة دكتوراه .كلية الزراعة. قسم البستنة. جامعة بغداد.

2-6 المصادر الاجنبية

Aasim , M. Baloch, F. S. Nadeem, M. A. Bakhsh, A. Sameeullah, M. & Day,S. 2018. Fenugreek (*Trigonell foenum-graecum* L.) : An underutilized edible plant of modern world. In Global perspectives on underutilized crops (pp.381- 408) .Springer, Cham.

Abdel-Salam , M.M.2016.Effect of foliar application of salicylic acid & micronutrients on the berries quality of "Bez El Naka" local grape cultivar. Middle East J. Appl. Sci. 6(1): 178–188.

Ajanal M , Gundkalle M.B, Nayak S.U.2012. Estimation of total alkaloid in Chitrakadivati by UV-Spectrophotometer. Ancient science of life Apr;31(4):198.

Al-Ealayawi, Z. A. and Al-Dulaimy, A. F. 2023 . Marine Algae and Applications to Plant Nutrition: A review. In Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1158, No. 4, p. 400 402) IOP Publishing.

Al-Zubaidi, M. S. K. Bader, B. R., Abood, M. A., Hamdi, G. J., & Al-Afraji, H. R. J. 2021. Effect of solid and liquid chelated iron on growth and yield of broadbean (*Vicia faba* L.). Agraarteadus | Journal of Agricultural Science, 32(2), 188–194.

Aniszewski , T. 2007. Alkaloids – secets Of Life,Alkaloid Chemistry,Biological Significance,Applications And Ecological Role .Elsevier, Amsterdam, Netherlands .P. 335.

Arjumand , B. S. S. N.B. Ananth & E.T. Puttaiah .2013. Effectivenes of Farmyard manure, poultry manure and Fertilizer - NPK on the growth parameters of French bean (phaseolus vulgaris L.

Atallah , A. Shawkat, M.S. &Mohammed, M. A. S.2015.The Inhibitory Effect of Some Plant Extracts on Acetylcholinesterase Activity in Mice. Iraqi Journal of Science, 56(2A), 1039-1046.

Awulachew , M.T.2022.Health benefits and improvements of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Crop. Journal of Agricultural Research & Advances, 4(3), 33-44.

Bahmani , M. Shirzad, H. Mirhosseini, M. Mesripour, A. & Rafieian-Kopaei, M.2016.A review on ethnobotanical & therapeutic uses of fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L). Journal of Evidence-based Complementary and Alternative Medicine, 21(1), 53-62.

Barker , A.V. & Stratton, M.L .2015. Iron. Chapter 11. In: Barker, A.V.and Pilbeam,D.J.(eds): Handbook of Plant Nutrition. Second Edition. CRC Press Taylor and Francis Group. London. New York, pp: 399 426.

Barnes , J, Anderson, L.A & Phillipson, J.D .2002. Herbal Medicines: A Guide for Healthcare Professionals, 2nd ed. Pharmaceutical Press: London.

Battah , M. G. Mostfa, M. A. Eladel, H. M. Soror, A. S.& Tantawy, M. M . 2021Physiological Response of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) plant Treated by Farmyard Manure & Two Selected Seaweeds as Biofertilizers. *Benha* Journal of Applied Sciences, *6*(2), 115-124.

Begum , M.Bordoloi, B. C. Singha, D. D. and Ojha, N. J.2018.Role of seaweed extract on growth, yield and quality of some agricultural crops:A review. Agricultural Reviews, 39(4), 321-326.

Bhat, M. A. Mishra, A. K. Shah, S. N. Bhat, M. A. Jan, S. Rahman, S. Baek, K.-H. & Jan, A. T. 2024. Soil and mineral nutrients in plant health: Aprospective study of iron and phosphorus in the growth and development of plants. Current Issues in Molecular Biology, 46(6), 5194–5222.

Bianco , M.S. A.B.CecílioFilho & L.B. de Carvalho.2015.Nutritional status of the cauliflower cultivar Verona grown with omission of out added macronutrients. Plos One, 10(4): e0123500.

Boroomand , N.and Grouh, Ms.H.2012.Macroelements nutrition (NPK) of medicinal plants: A review. J. of Med. Plants Res, 6(12): 2249-2255.

Calvo,P.Nelson, L.&Kloepper, J.W.2014.Agricultural uses of plant biostimulants . Plant & soil ,383(1):3-41.

Chaskar , P.K. Doshi, G.M. & Tank, S.H.2017.Gas chromatography-mass spectroscopy studies on Cestrum nocturnum macerated methanolic extract. Asian J. Pharm. Clin. Res.10.

Chhibba , I. M. Nayyar, V.K. & Kanwar, J.S.2007. Influence of mode and source of applied Iran of fenugreek in a typical ustochrept in Punjab, Int. J. Agric. Biol., 19:254-256.

Deshmukh, A. A. Nagre, P. K. & Wagh, A. P.2020. Effect of nitrogen and phosphorus levels on yield and quality of fenugreek (*Trigonella-foenum-graecum*). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9(4), 1567-1571.

Doug , S.Chang,L.Scagel,C.F. Fuchigami, L.H.(2005).Timing of urea application effects leaf and root N4plake in young fagi / M.9 apple trees .hort .Sci .43.

El-Metwally , I. M. 2016.Efficiency of some weed control treatments and some bio-stimulants on growth, yield & its components of faba bean and associated weeds. Inter. J. of PharmTech Re.9(12): 165-174.

Esmail, A. O. and Rasul, K.M. 2009. Effect of Iron chelate consumed and non-consumed tea on corn plant . College of Agriculture University of Salahaddin.

Farooq , M. Wahid, A. Kadambot, H. & Siddique, M .2012. Micro nutrient application through seed treatment, areview. J. Soil Plant Nut., 12 (1): 125 – 142.

Gautam , S. Ishrat, N. Yadav, P. Singh, R. Narender , T. & Srivastava, A. K .2016.4-Hydroxyisoleucine attenuates the inflammation-mediated insulin resistance by the activation of AMPK and suppression of SOCS-3 coimmunoprecipitation with both the IR-β subunit as well as IRS-1. Molecular and Cellular Biochemistry, 414(1) : 95-104.

Govindaraj K , Balakrishnan S, Shoba N, Somasundaram E.2019. Influence of growing environment on growth and yield of fenugreek leaves under shade net and open condition.Internat. J Chemical Studies.7(3):2102-2105.

Griieve , M. 2003. A modern Herbal . Dover Publishing , New York.

Husain, N. Nair, R. and andBhawana Yadav, R. K. S. 2021. Crop productivity and nutrient uptake of fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) as influenced by inorganic fertilizers and bio inoculant (Rhizobium, PSB and KSB). The Pharma Innovation Journal ,10(9), 2056-2060.

Imtiaz , M. Rashid, A. Memon, M.Y. & Aslam, M.2010.The role of micronutrients in crop production and Human health. Pak. J. Bot,42(4): 2565-2578.

Jan ,K. Rather, A.M. Boswal, M. V. & Ganie, A. H.2014.Effect of biofertilizer and organic fertilizer on morpho-physiological parameters associated with grain yield with emphasis for further improvement in wheat yield production (Bread wheat = Triticum aestivum L). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 7(4) :178-184.

Kassem , M. A. & Amin, A. S. 2013. Spectrophotometric determination of iron in environmental and food samples using solid phase extraction. Food Chemistry, 141(3), 1941-1946.

Khorshidian ,N.Yousefi Asli, M.Arab,M.Adeli Mirzaie, A. & Mortazavian,A.M .(2016).Fenugreek: potential applications as a functional food and nutraceutical . Nutrition and Food Sciences Research, 3(1), 5-16.

Khurana , S.K. Krishnamoorthy,V. Parmar,V.S. Sanduja,R. & Chawla,H.L .1982.3,4,7-Trimethylcoumarin from Trigonella foenum-graecum stems. Phytochemistry, 21(8), 2145-2146.

Kumar, V. Yadav, K. K. & Singh, D. P. 2022. Effect of phosphorus and iron on yield attributes, yield and economics of fenugreek (Trigonella foenum-graecum L.). The Pharma Journal, 11(4), 1111–1114.

Kumawat , P. & Kumawat, V.2023.Seaweed Marine Algae: Nutritional Values &Plant Growth Regulators for Sustainable Agriculture.lnt.J.Environ.Agric.Res.9.

Lahijie , M.F.2012.Application of micro-nutrrients FeSO4 on the growth and development of Gladiolus variety "Oscar". Int. J.Agric., Crop. Sci, 4: 718 – 720.

Laila , U.Albina, T.Zuha, S.S.& Tamang, H.2022.Fenugreek seeds: Nutritional composition and therapeutic properties.The Pharma Innovation Journal, 11(6): 2417-2425.

Lestari, Y. Maas, A. Purwanto, B. H. and Utami, S. N. H. 2016. The influence of lime and nitrogen fertilizer on soil acidity, growth and nitrogen uptake of corn in total reclaimed potential acid sulphate soil. Journal of Agricultural Science, 8(12), 197-205.

Li , H. Wang, L. & Yang, Z.M .2015.Co-expression analysis reveals a group of genes potentially involved in regulation of plant response to iron-deficiency. Gene, 554: 16-24.

Maaz , M.2021.Identification of Anti inflammatory Metabolites From Trigonella foenum graecum (Doctoral dissertation ,CAPITAL UNIVERSITY).

Marschner, H. 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (3rd ed.). Academic Press.

Mcgee , B .2003. Fenugreek: in encyclopedia of spices.1-3.

Mehrafarin, A. Rezazadeh, S. H. Naghdi Badi, H. Noormohammadi, G. H. Zand, E. & Qaderi, A. 2011.A review on biology, cultivation and biotech nology of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) as a valuable medicinal plant and multipurpose J. Med. Plants, 10 (37), pp. 6-24.

Mercan , N. Guvensen, A. Celik, A. and Katircioglu, H .2007. Antimicrobial activity and pollen composition of honey samples collected from different provinces in Turkey.Natural Product Research, 21(3):187-195.

Meyer , Markus .2016. Hans-Joachim Hübschmann: Handbook of GC-MS: fundamentals & applications, 3rd ed. Analytical and Bioanalytical Chemistry. 408. 10.1007/s00216-015-9282-1.

Mirzaei, F. and Venkatesh, H.K. R.2012. Efficacy of phyto medicines as supplement in feeding practices on ruminant‘s performance: a review. Global Journal of Research on Medicinal Plants and Indigenous Medicine. (GJRMI), 1(9), p. 391-403.

Mishra , A. Agarwal, M. &Yadav,A.2003.Fenugreek mucilage as aflocculating agent for sewage treatment. Colloid and Polymer Science.218(2): 164-167.

Mohammadi, K., and Sohrabi, Y.2012. Bacterial biofertilizers for sustainable crop production: a review. ARPN J Agric Biol Sci, 7(5), 307-316.

Mohammed , T.S. Abd Elrahman,M.I.H.2022.Effect of Nitrogen Levels on Growth and Yield of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Grown Under Zalingei Situation.International Journal of Advanced Technology &Science Research.2(4).

Morais , I. C. P. D. S. Moura , I. J. L. Sabino, C. K. B. Nicolau , L. A. D. Souza , F. D. M. Silva-Filho, J. C. D ,and Oliveira, A. P. D .2019. Cardiovascular effect of diosgenin in ovariectomized rats. Journal of Medicinal Food, 22(3) :248-256.

Moustafa , E.M.Dawood, M.A. Assar, D.H. Omar, A.A. Elbialy, Z.I. Farrag, F.A. Shukry, M. and Zayed, M.M.2020.Modulatory effects of fenugreek seeds powder on the histopathology, oxidative status, and immune related gene expression in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) infected with Aeromonas hydrophila. Aquaculture, (515):734589-734601.

Muhammed , Karzan Ezzalddin . Rozhgar Mustafa Ahmed & Almas Muhammad Galal .2018. Response of Seed Yield & its Component of Fenugreek Trigonella foenum-graecum Variety to Nitrogen Fertilizer under Rainfed Condition. Journal of Kerbala for Agricultural Sciences, 5(4): 38-44.

Mukherjee , A. & Patel, J. S.2020.Seaweed extract: biostimulator of plant defense & plant productivity.International Journal of Environmental Science & Technology, 17(1), 553-558.

Mullaicharam , A. R. Deori, G. & Maheswari, R. U.2013. Medicinal values of fenugreek-a review. Research Journal of Pharmaceutical, Biological & Chemical Sciences, 4(1), 1304-1313.

Murlidhar , M. & Goswami, T. K.2012. A review on the functional properties, nutritional content, medicinal utilization & potential application of fenu greek. Journal of Food Processing & Technology, 3(9).

Novamsky , I. Van Eck, R.Van Schouwenburg, C. H.& Walinga, I.1974. Total nitrogen determination in plant material by means of the indophenol-blue method. Netherlands Journal of Agricultural Science,22(1),3-5.

Osman , S.M. M.A. Khamis and A.M. Thorya .2010. Effect of mineral and Bio-NPK soil application on vegetative growth, flowering , fruiting & leaf chemical composition of young olive trees .Res. J. Agric. & Biol . Sci .6 (1)54-63.

Oyoo , J. Nyongesa , M. Mbiyu ,M. & Lungaho , C.2010.Organic farming: Effect of kelpak and earthlee on the yield of Irish potatoes. In the Proceedings 12th Kari Biennial Scientific Conference. Kenya Agricultural Research Institute: 8-12.

Pelegrin,Y .D. Robledo, M.J. Chan-Bacab, B.O. Ortega-Morales .2008. Antileishmanial properties of tropical marine algae extracts. Fitoterapia . 79:374–7.

Peraza-Luna , F.Rodríguez-Mendiola, M.Arias-Castro,C.Bessiere, J. M. & Calva-Calva, G.2001. Sotolone production by hairy root cultures of Trigonella foenum-graecum in airlift with mesh bioreactors.Journal of agricultural & food chemistry, 49(12), 6012-6019.

Pise , N. M.& Sabale , A. B.2010.Effect of seaweed concentrates on the growth and biochemical constituents of Trigonella foenum-graecum L.Journal of Phytology, 2(4), 50-56.

Pramanick , B; Brahmachari .K and Ghosh .A.2013. Effect of seaweed saps on growth & yield improvement of green gram Indian .African Journal of Agricultural Research .Vol. 8(13), pp. 1180-1186.

Qin SY, Sun XC, Hu CX, Tan QL, Zhao XH, Xin J, Wen X.2017. Efect of $NO3^-$: NH4+ ratios on growth, root morphology and leaf metabolism of oilseed rape (Brassica napus L.)seed-lings. Acta Physiologiae Plantarum, 39(9): 198.

Ramawat , K. G.2008. Plant Biotechnology. S.Chand and Company Ltd. third edition, New Delhi, India.

Rezaei , A.Ebadi, M. T. & Pirani, H .2019.Effect of different levels of seaweed fertilizer on growth parameters, yield & essential oil content of summer savory (*Satureja hortensis* L) .

Sanodiya , L. K. Kevat, P. & M .Tiwari .2022.Seaweed Extract : Usable for Plants Growth and Yield . 3(3): 80 – 84.

Sarwar , S.Hanif , M. A., Ayub , M. A. Boakye, Y.D.& Agyare, C.2020. Fenugreek. In Medicinal Plants of South Asia (pp. 257-271). Elsevier.

Shaheen , C. Aslam, I. A. A. R. Naz, S. Mushtaq, S. Ahmed, S. Nawaz, A. & Riaz16,T.2024.A Review of Therapeutic and Medicinal Uses of Fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.).Journal for Research in Applied Sciences.3(5):39-50.

Singh , Satybhan. V. K. Dhangrah,Virendra Singh, O. V. S. Thenua; Krishan Pal and R. D. Shukla .2018. Nitrogen Rate and Cung Management for Fenugreek Green Leaf and Seed Production. Nternational Journa of Bio-resource and Stress Management, 9(4):523-526.

Solich P, Sedliakova V, Karlicek R.1992. Spectrophotometric determination of cardiac glycosides by flow-injection analysis. Anal Chim Acta. 269(2): 199-203.

Sparkman, O.D., Penton, Z. and Kitson, F.G. 2011. Gas chromatography and mass spectrometry: a practical guide. Academic press.

Sujatha, M. Pradeepa, V. & Mahalakshmi, A. 2021. Influence of Seaweed Liquid Fertilizer on the Growth of (*Trigonellafoenum-graecum* L). Asian Journal of Biological and Life Sciences, 10(2), 485.

Sunita , S.M. Sasikumar, S.Ashish, M.Maudar & S. Neelam.2011. Avalidated Rp-HPLC Method for quantitation of trigoneline from Herbad.

Syed QA , Rashid Z, Ahmad MH, Shukat R, Ishaq A, Muhammad N, et al.2020.Nutritional and therapeutic properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*):A review. International Journal of Food Properties. Jan 1;23(1):1777-91.

Tajer , A.2016. What's the function of nitrogen (N) in plants? Diunduh dari www. Green way biotech.com.

Talreja , T. & Goswami, A.2016.Phytosterols production in Moringa oleifera in vitro cultures. European Journal of Biotechnology & Bioscience, 4(1):66 69.

Tarraf , S.H.A. I.M. Talaat, Abo–Khair, B. EL-Sayed & L. Balbaa.2015. Influence of foliar application of algae extract and amino acids mixture on fenugreek plants in sandy & clay soils. Nusant ara Biosc Ience, 7(1): 33-37.

Tewari ,A. Singh,R. & Brar, J.K. 2024.Pharmacological and Therapeutic Properties of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) Seed:A Review. Journal of Phytopharmacology, 13(2): 97-104.

Tuncturk , R. 2011. The effects of varying row spacing and phosphorus doses on the yield and quality of fenugreek (Trigonella foenum-graecum L.). Turkish Journal of Field Crops, 16(2), 142-148.

Varshney , I.P.and Sharma, S.C.1996.Saponins XXXII: Trigonilla foenum graecum seeds . J. Indian Chem. Soc , 43: 564 – 567.

Verma , N.Sehrawat, A. R. Pandey, D. & Pandey, B. K .(2020).Seaweed: a novel organic biomaterial. Current Journal of Applied Science and Technology. 39(14): 1-8.

Wallace , T. C. Blusztajn, J. K. Caudill, M. A. Klatt, K. C. Natker, E., Zeisel, S. H. & Zelman, K. M.2018.Choline: The underconsumed and un derappreciated essential nutrient. Nutrition Today,53(6), 240–253.

Wani , S.A.& Kumar, P.2018. Fenugreek: A review on its nutraceutical properties and utilization in various food products. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 17(2), 97-106.

Yan ,Y. Li ,X. Zhang,C.Lv, L.Gao, B.and Li, M.2021.Research progress on antibacterial activities and mechanisms of natural alkaloids: a review. Antibiotics, 10(3), 318.

Zamani, S. Khorasaninejad, S. and Kashefi, B. 2013 . The importance role of seaweeds of some characters of plant.

Zandi , P. Basu, S.K. Khatibani, L.B. Balogun, M.O. Aremu, M.O. Shar ma, M. Cetzal-Ix, W.2015. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seed: a review of physiological and biochemical properties and their genetic improvement. Acta Physiol. Plant. 37 (1), 1–14.

7- الملاحق

7-1 تحليل التباين للموسم الاول تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في صفات النمو الخضري لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات (MS) للتجربة .

مصادر الاختلاف S.O.V	الموسم الاول					
	درجات الحرية Df	ارتفاع النبات (سم)	عدد الافرع (فرع نبات$^{-1}$)	عدد الأوراق (ورقة نبات$^{-1}$)	المساحة الورقية (سم^2)	دليل المساحة الورقية
القطاعات	2	339.73	0.557	70.15	65848	0.064
التوليفات Fe + N	5	50.08**	1.065**	338.60*	47121*	0.043*
الخطأ التجريبي	10	1.10	0.085	78.75	10980	0.010
مستخلص الطحالب البحرية	2	23.27**	0.787**	1008.53**	39296**	0.399**
التداخل	10	13.04*	0.186**	155.27*	24862*	0.024*
الخطأ التجريبي	24	4.17	0.048	57.83	9446	0.009

2-7 تحليل التباين للموسم الثاني تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في صفات النمو الخضري لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات (MS) للتجربة .

مصادر الاختلاف S.O.V	الموسم الثاني					
	درجات الحرية Df	ارتفاع النبات (سم)	عدد الافرع (فرع نبات$^{-1}$)	عدد الأوراق (ورقة نبات$^{-1}$)	المساحة الورقية (سم^2)	دليل المساحة الورقية
القطاعات	2	60.21	2.081	44.80	9125	0.009
التوليفات Fe + N	5	107.43**	0.936**	167.04**	32627**	0.032**
الخطأ التجريبي	10	4.93	0.173	18.42	2993	0.002
مستخلص الطحالب البحرية	2	841.49**	1.769**	342.72**	15628**	0.156**
التداخل	10	15.92*	0.169*	48.97*	10509*	0.010*
الخطأ التجريبي	24	6.17	0.057	18.17	4496	0.004

*** يوجد فرق معنوي في مستوى 5%**

**** يوجد فرق معنوي عند مستوى 1%**

NS لا يوجد فرق معنوي

3-7 تحليل التباين للموسم الاول تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في صفات الحاصل ومكوناته لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات (MS) للتجربة.

مصادر الاختلاف S.O.V	الموسم الاول						
	درجات الحرية Df	عدد القرنات بالنبات (قرنة نبات$^{-1}$)	عدد البذور بالقرنة (بذرة نبات$^{-1}$)	وزن 1000 بذرة (غم)	حاصل البذور (كغم هـ$^{-1}$)	حاصل الحيوي (كغم هـ$^{-1}$)	دليل الحصاد (%)
القطاعات	2	54.13	0.407	3.915	170286	108282	103.92
التوليفات Fe + N	5	263.63**	3.650*	7.045**	253165*	282476**	97.99*
الخطأ التجريبي	10	22.37	0.667	0.198	671250	13323	27.55
مستخلص الطحالب البحرية	2	403.06**	4.494**	18.067**	49425**	721706**	106.64*
التداخل	10	51.50*	0.533*	0.904*	56075NS	57114*	10.58NS
الخطأ التجريبي	24	16.39	0.168	0.399	54249	24613	21.43

4-7 تحليل التباين للموسم الثاني تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في صفات الحاصل ومكوناته لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات (MS) للتجربة.

مصادر الاختلاف S.O.V	الموسم الثاني						
	درجات الحرية Df	عدد القرنات بالنبات (قرنة نبات$^{-1}$)	عدد البذور بالقرنة (بذرة نبات$^{-1}$)	وزن 1000 بذرة (غم)	حاصل البذور (كغم هـ$^{-1}$)	حاصل الحيوي (كغم هـ$^{-1}$)	دليل الحصاد (%)
القطاعات	2	84.70	2.620	0.605	73923	106495	27.81
التوليفات Fe + N	5	482.60*	4.034**	8.458**	98909*	3925105**	68.67*
الخطأ التجريبي	10	125.80	0.370	0.551	26027	190897	18.73
مستخلص الطحالب البحرية	2	1029.10*	5.249**	1.821*	220113*	5533565**	80.15*
التداخل	10	41.00 NS	0.612*	1.032*	21240NS	655516NS	11.41NS
الخطأ التجريبي	24	189.00	0.234	0.421	52222	338589	20.42

*** يوجد فرق معنوي في مستوى 5%**

**** يوجد فرق معنوي عند مستوى 1%**

NS لا يوجد فرق معنوي

5-7 تحليل التباين للموسم الاول تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز NPK ومحتوى الحديد في الاوراق والبذور لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات (MS) للتجربة.

مصادر الاختلاف S.O.V	الموسم الاول				
	درجات الحرية Df	تركيز النتروجين في الاوراق (%)	تركيز الفسفور في الاوراق (%)	تركيز البوتاسيوم في الاوراق (%)	محتوى الحديد في الاوراق (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)
القطاعات	2	0.023	0.003	0.024	5.46
التوليفات Fe + N	5	0.797**	0.093**	0.659**	89.17**
الخطأ التجريبي	10	0.016	0.001	0.022	7.35
مستخلص الطحالب البحرية	2	0.702**	0.186**	1.165**	222.38**
التداخل	10	0.083*	0.010*	0.044*	18.06*
الخطأ التجريبي	24	0.026	0.004	0.014	7.30

تابع الملاحق 5-7

مصادر الاختلاف S.O.V	الموسم الاول				
	درجات الحرية Df	تركيز النتروجين في البذور (%)	تركيز الفسفور في البذور (%)	تركيز البوتاسيوم في البذور (%)	محتوى الحديد في البذور (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)
القطاعات	2	0.009	0.001	0.072	9.41
التوليفات Fe + N	5	0.170**	0.055*	0.077*	204.96**
الخطأ التجريبي	10	0.005	0.016	0.018	15.62
مستخلص الطحالب البحرية	2	0.250**	0.109*	0.495**	265.74**
التداخل	10	0.0225*	0.014NS	0.038*	38.61*
الخطأ التجريبي	24	0.009	0.021	0.016	14.42

* يوجد فرق معنوي في مستوى 5%

** يوجد فرق معنوي عند مستوى 1%

NS لا يوجد فرق معنوي

6-7 تحليل التباين للموسم الثاني تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في تركيز NPK ومحتوى الحديد في الاوراق والبذور لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات (MS) للتجربة.

مصادر الاختلاف S.O.V	الموسم الثاني				
	درجات الحرية Df	تركيز النتروجين في الاوراق (%)	تركيز الفسفور في الاوراق (%)	تركيز البوتاسيوم في الاوراق (%)	محتوى الحديد في الاوراق (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)
القطاعات	2	0.003	0.0006	0.023	161.97
التوليفات Fe + N	5	0.190**	0.0054**	0.151*	29.51**
الخطأ التجريبي	10	0.016	0.0004	0.033	2.44
مستخلص الطحالب البحرية	2	0.346**	0.0087**	0.382**	93.64**
التداخل	10	0.026*	0.0012*	0.054NS	8.83**
الخطأ التجريبي	24	0.009	0.0005	0.023	3.82

تابع الملحق 7-6

مصادر الاختلاف S.O.V	الموسم الثاني				
	درجات الحرية Df	تركيز النتروجين في البذور (%)	تركيز الفسفور في البذور (%)	تركيز البوتاسيوم في البذور (%)	محتوى الحديد في البذور (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)
القطاعات	2	0.00004	0.016	0.064	183.30
التوليفات Fe + N	5	0.020*	0.044*	0.122*	976.41**
الخطأ التجريبي	10	0.004	0.007	0.027	37.69
مستخلص الطحالب البحرية	2	0.190**	0.030*	0.797**	1232.21**
التداخل	10	0.002NS	0.003NS	0.021NS	118.94*
الخطأ التجريبي	24	0.015	0.008	0.242	50.56

* يوجد فرق معنوي في مستوى 5%

** يوجد فرق معنوي عند مستوى 1%

NS لا يوجد فرق معنوي

7-7 تحليل التباين للموسم الاول تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في بعض المركبات الفعالة في البذور لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات (MS) للتجربة.

مصادر الاختلاف S.O.V	الموسم الاول				
	درجات الحرية Df	تركيز البروتين في البذور (%)	محتوى القلويدات الكلية في البذور (ملغم 100ملغم$^{-1}$)	محتوى الكلايكوسيدات الكلية في البذور (ملغم 100غم$^{-1}$)	تركيز Vitamin C في البذور (%)
القطاعات	2	0.36	0.32	243.07	29.41
التوليفات Fe + N	5	6.70**	0.59*	862.22*	25.81*
الخطأ التجريبي	10	0.23	0.13	222.49	5.99
مستخلص الطحالب البحرية	2	9.87**	0.65**	618.95**	31.56**
التداخل	10	0.88*	0.03NS	128.19NS	1.14NS
الخطأ التجريبي	24	0.37	0.07	64.99	4.45

*** يوجد فرق معنوي في مستوى 5%**

**** يوجد فرق معنوي عند مستوى 1%**

NS لا يوجد فرق معنوي

7-8 تحليل التباين للموسم الثاني تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في بعض المركبات الفعالة في البذور لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات (MS) للتجربة.

مصادر الاختلاف S.O.V	الموسم الثاني				
	درجات الحرية Df	تركيز البروتين في البذور (%)	محتوى القلويدات الكلية في البذور (ملغم 100ملغم$^{-1}$)	محتوى الكلايكوسيدات الكلية في البذور (ملغم 100غم$^{-1}$)	تركيز Vitamin C في البذور (%)
القطاعات	2	0.001	0.39	6193	1.69
التوليفات Fe + N	5	0.80*	0.26*	87878**	13.03*
الخطأ التجريبي	10	0.17	0.05	6059	3.15
مستخلص الطحالب البحرية	2	7.42**	1.52**	395007**	11.39*
التداخل	10	0.08 NS	0.06NS	9522*	1.40NS
الخطأ التجريبي	24	0.58	0.10	4045	2.72

*** يوجد فرق معنوي في مستوى 5%**

**** يوجد فرق معنوي عند مستوى 1%**

NS لا يوجد فرق معنوي

9-7 تحليل التباين للموسم الاول تأثير النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في بعض الاحماض الدهنية في البذور لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات (MS) للتجربة.

مصادر الاختلاف S.O.V	الموسم الاول					
	درجات الحرية Df	تركيز Oleic acid في البذور (%)	تركيز Linoleic acid في البذور (%)	تركيز Palmitic acid في البذور (%)	تركيز Myristic acid في البذور (%)	تركيز Stearic acid في البذور (%)
القطاعات	2	45.97	0.12	0.03	23.52	8.89
التوليفات Fe + N	5	13.47*	13.42 *	2.83**	19.32*	20.99*
الخطأ التجريبي	10	3.037	4.04	0.18	5.69	4.01
مستخلص الطحالب البحرية	2	18.97*	5.92 *	0.94*	13.13*	34.34**
التداخل	10	2.69 NS	1.05 NS	0.42*	0.81NS	0.58NS
الخطأ التجريبي	24	3.82	1.56	0.17	3.53	1.88

*** يوجد فرق معنوي في مستوى 5%**

**** يوجد فرق معنوي عند مستوى 1%**

NS لا يوجد فرق معنوي

7-10 تحليل التباين للموسم الثاني تأثير توليفات النتروجين والحديد والرش مستخلص الطحالب البحرية والتداخل بينهما في بعض الاحماض الدهنية في البذور لنبات الحلبة ممثلة بمتوسطات المربعات (MS) للتجربة.

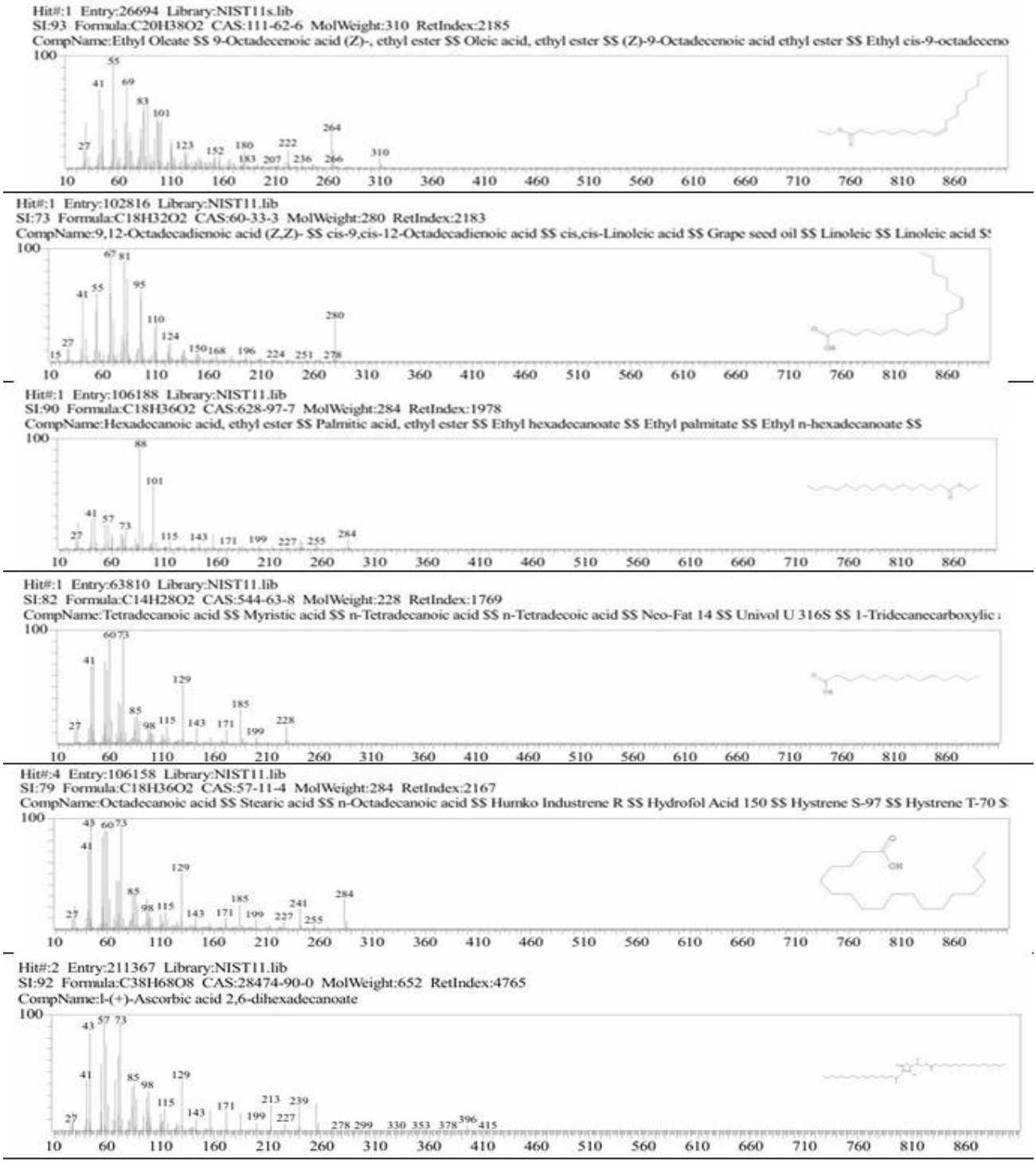
مصادر الاختلاف S.O.V	الموسم الثاني					
	درجات الحرية Df	تركيز Oleic acid في البذور (%)	تركيز Linoleic acid في البذور (%)	تركيز Palmitic acid في البذور (%)	تركيز Myristic acid في البذور (%)	تركيز Stearic acid في البذور (%)
القطاعات	2	1.92	1.60	0.33	2.14	0.82
التوليفات Fe + N	5	4.07*	9.18NS	1.48*	23.96*	14.77*
الخطأ التجريبي	10	1.09	9.46	0.43	6.74	2.95
مستخلص الطحالب البحرية	2	8.11*	38.53*	3.42**	35.70**	19.88**
التداخل	10	1.06NS	1.72NS	0.26 NS	3.32NS	0.90NS
الخطأ التجريبي	24	1.73	7.33	0.28	9.45	2.12

*** يوجد فرق معنوي في مستوى 5%**

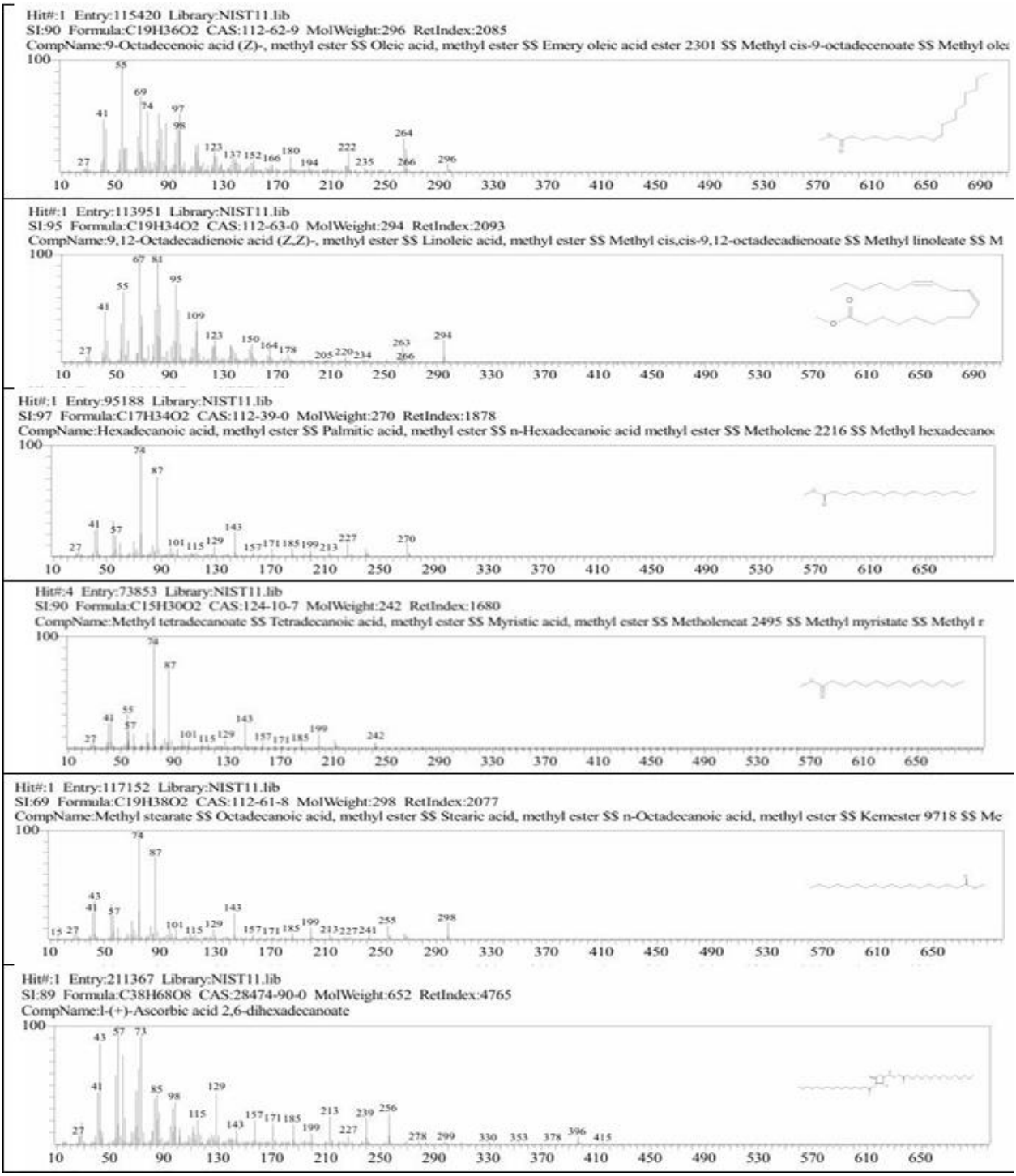
**** يوجد فرق معنوي عند مستوى 1%**

NS لا يوجد فرق معنوي

7-11 منحنيات بعض المركبات الكيميائية في المستخلص الكحولي لبذور نبات الحلبة للموسم الاول في جهاز GC-MS .



7-12 منحنيات بعض المركبات الكيميائية في المستخلص الكحولي لبذور نبات الحلبة للموسم الثاني في جهاز GC-MS .



Abstract

A field experiment was carried out in the experimental field of Ibn Al-Bitar Preparatory Vocational School, affiliated with the Directorate of Education in Holy Karbala, during the winter seasons of 2023-2024 and 2024-2025. The study aimed to investigate the effect of nitrogen and iron combinations and foliar application of seaweed extract on growth, yield, and active compound traits of fenugreek plants. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with a split-plot arrangement, comprising two factors. The first factor consisted of six combinations of soil-applied nitrogen (kg N ha^{-1}) and foliar-applied iron (mg FeL^{-1}):T1(N0+Fe0), T2(N0+Fe50),T3(N75+Fe0), T4(N75+Fe50), T5 (N150+Fe0), and T6(N150+Fe50).The second factor involved three concentrations of seaweed extract: A0 (spraying with distilled water only), A1 (1 g L^{-1}), and A2 (2 g L^{-1}). The experiment was conducted with three replications.

The results demonstrated the superiority of the nitrogen and iron combination T6 (150 kg N ha^{-1} + 50 mg Fe L^{-1}), which was not significantly different from treatment T4 (75 kg N ha^{-1} + 50 mg Fe L^{-1}). This treatment recorded the highest mean values for plant height (50.30 and 55.46 cm), number of branches (4.88 and 4.44 branches $plant^{-1}$), and number of leaves (81.80 and 88.33 leaves $plant^{-1}$) for the two consecutive seasons, respectively. It also resulted in the highest number of pods per plant (88.55 pods $plant^{-1}$), number of seeds per pod (15.29 seeds pod^{-1}) in the first season, and 1000-seed weight (12.14 and 13.50 g) for both seasons. Additionally, T6 produced the highest seed yield (1422 kg ha^{-1}) in the first season, biomass yield (4824 kg ha^{-1}) in the second season, and harvest index (28.50%) in the first season. Furthermore, T6 led to superior leaf nutrient concentrations,

including nitrogen (2.49% and 2.27%) and phosphorus (0.66% in the first season), as well as iron content (53.00 and 33.92 mg kg^{-1}) for both seasons. Seed quality was also enhanced under T6, showing higher nitrogen (2.87%), phosphorus (0.37% in the first season), and iron content (63.07 mg kg^{-1} in the second season). This treatment also increased seed protein concentration (17.94%), total alkaloids (3.52 mg per 100 mg), total glycosides (825.40 mg per 100 g in the first season), and Vitamin C content (13.01% and 9.03% for both seasons). Moreover, T6 significantly improved seed fatty acid profiles, including oleic acid (9.16%), linoleic acid (9.06% in the first season), palmitic acid (4.98% and 4.30%), myristic acid (12.22% and 10.44%), and stearic acid (11.65% in the second season) compared to all other treatments.

The results also indicated the significant superiority of the 2 g L^{-1} seaweed extract (Acadian) foliar spray, which was not significantly different from the 1 g L^{-1} concentration. This treatment yielded the highest averages for plant height (48.02 and 54.46 cm), number of branches (4.63 branches $plant^{-1}$ in the first season), number of leaves (87.57 leaves $plant^{-1}$), leaf area (7091.7 cm^2), and leaf area index (0.91) in the second season. It also resulted in the highest number of pods per plant (85.92 and 90.80), number of seeds per pod (14.80 and 14.50), 1000-seed weight (12.20 g in the second season), seed yield (1366 and 1163 kg ha^{-1}), biomass yield (5013 kg ha^{-1} in the first season), and harvest index (27.27% and 28.39%). Nutritionally, the 2 g L^{-1} extract enhanced leaf nitrogen (2.42% and 2.26%), phosphorus (0.64% in the first season), potassium (2.24% and 2.14%), and iron content (51.54 and 34.17 mg kg^{-1} dry weight). It also improved seed nitrogen (2.47%), phosphorus (0.25% in the second season), potassium (1.98% and 2.32%), iron content (93.13 mg kg^{-1} dry weight in the first season), protein concentration (15.45% in the second season), Vitamin C (11.56%), oleic acid (8.03% in the first

season), linoleic acid (7.91% and 10.28%), myristic acid (11.22% and 9.39%), and stearic acid (7.99% in the second season) compared to the 1 g L^{-1} concentration and the control treatment, which recorded the lowest averages for most traits. The interaction between the nitrogen-iron combination T4 (75 kg N ha^{-1} + 50 mg Fe L^{-1}) and the 2 g L^{-1} seaweed extract was superior , showing no significant difference from the T4 interaction with the 1 g L^{-1} concentration. This interaction produced the highest values for number of leaves (93.65 leaves $plant^{-1}$), leaf area (980.20 cm^2), and leaf area index (0.98) in the second season, as well as the number of pods (93.08 pods $plant^{-1}$) in the first season. Furthermore, the interaction between the T6 combination (150 kg N ha^{-1} + 50 mg Fe L^{-1}) and the 2 g L^{-1} seaweed extract demonstrated significant superiority , with no significant difference from the T6 interaction with the 1 g L^{-1} concentration. This interaction yielded the highest plant height (61.53 cm), number of branches (5.88 branches $plant^{-1}$ in the first season), number of seeds per pod (15.91 and 15.40 for both seasons), 1000-seed weight (13.85 g in the second season), leaf nitrogen concentration (2.60%), leaf potassium concentration (2.64% in the first season), leaf iron content (37.98 mg kg^{-1} in the second season), and seed palmitic acid concentration (5.40% in the first season).

University of Kerbala

College of Agriculture

Field Crops Department

Effect of Nitrogen, Iron Combinations and Spraying with seaweed extract on Some growth, yield and active substance of Fenugreek Plant

A Dissertation

Submitted to the Council of the College of Agriculture - University of Kerbala in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Agricultural Sciences / Field Crops

By

Zahraa Mohsen Mohamed Alassafi

Supervised By

Prof. Dr.Ahmed Najm Almosawy

2025 AD **1447 AH**