جامعة كربلاء

كلية الزراعة

قسم البستنة وهندسة الحدائق

أستجابة البردقوش الحلو *Origanum majorana* L. للثيوريا والبورون ومحتواه من الزيوت الطيّارة.

رسالة مقدمة إلى مجلس كلية الزراعة / جامعة كربلاء وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير

علوم في الزراعة / البستنة وهندسة الحدائق

من قبل

رسل فاضل نوري العوادي

بإشراف

أ.م.د. كاظم محمد عبد الله

٢٠٢٥ م ١٤٤٧هـ

﴿بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ﴾

{ وَأَنزَلَ ٱللَّهُ عَلَيْكَ ٱلْكِتَٰبَ وَٱلْحِكْمَةَ وَعَلَّمَكَ مَا لَمْ تَكُن تَعْلَمُۚ وَكَانَ فَضْلُ ٱللَّهِ عَلَيْكَ عَظِيمًا }

صَدَقَ الله العَلِيُّ العَظيمُ

(سورة النساء /الآية ((١١٣

الأهداء

الى خالق الروح والقلم وبارئ الذر والنسم وخالق كل شي من العدم

الى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة ونصح الأمة نبي الرحمة ونور العالمين (ص)

الى السادة الأطهار أهل بيت النبوة (عليهم السلام)

الى مراد قلبي والاقرب الى نفسي المغيب عن الأبصار والكامن بعين البصيرة الى بقية الله الأعظم

صاحب العصر والزمان (عج)

الى من علمني أن الدنيا كفاح وسلاحها العلم والمعرفة الى من سعى لأجل نجاحي وتوفيقي

(أبي العزيز)

الى تلك الحبيبة ذات القلب النقي الى من أوصاني الرحمن بها برا وأحسانا الى من سعت وعانت من أجلي الى من كان دعائها سر نجاحي (أمي الحبيبة)

الى من أشاركهم لحضاتي الى من يرون نجاحي وكأنه نجاحهم الى من كانو سند لي في مسيرتي
الى من أشد بهم أزري وأعجز عن شكرهم (أخوتي وأخواتي)

الى من كانو لي نوراً استضيء بهم في طريقي الى الأيادي البيضاء التي أسدت لي النصح والعون
الى كل من غمرني بدعمة وتشجيعة

الباحثة

رسل فاضل نوري العوادي

شكر وتقدير

الحمد لله الذي ماتمّ جُهد ولا ختم سعي إلا بفضله، الحمدلله على البلوغ ثمّ الحمدلله على التمام

(وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ)

في رحاب هذا العمل الأكاديمي، أجد لزاماً عليّ أن أخص بالشكر والتقدير الى من كان له الدور الأساسي في أتمام هذه الرسالة وبالإشراف عليها لقد كانت توجيهاته السديدة نبراساً أضاء لي الطريق ونصائحه القيمة خارطة طريق قادتني نحو إنجاز هذا العمل وبكل امتنان أتقدم بخالص الشكر الى (أ.م.د كاظم محمد عبد الله الفتلاوي).

ولم تقتصر مساعدته على الجوانب المنهجية والعلمية فحسب، بل امتدت لتشمل الدعم المعنوي والتحفيز المستمر الذي كان له أبلغ الأثر في إجتيازي للتحديات والصعاب التي واجهتني خلال هذه الرحلة فجزاه الله عني خير الجزاء، وأدام عليه الصحة والعافية، وبارك في علمه وعمله.

والشكر الموصول للسادة الأفاضل رئيس وأعضاء لجنة المناقشة الموقرين لما بذلوه من جهد في قراءة رسالتي المتواضعة.

كما أكرر شكري وتقديري الى جميع اساتذتي الذين تلقيت العلم على ايديهم ولم يبخلو علينا بعلمهم والى كل من مد لي يد العون في كلية الزراعة / جامعة كربلاء من ابتداءً من عميد الكلية واخر شخص أسدى اليه معروفاً.

جل الشكر والأمتنان للأشخاص الذي يؤدون المعروف دون أنتظار كلمة شكر وكانوا في الشدة العون وفي وقت الرخاء نعم الأخوة والرفاق زملائي الأعزاء .

الى صديقات الرحلة لقد أضفتم بريقاً الى حياتي شكراً لكم على المحبة وعلى كل لحظة جميلة، قلبي ممتلئ بالأمتنان اليكم (وسن، صفا، سلوى، عالية، هبة).

الباحثة

رسل فاضل نوري العوادي

إقرار المشرف

أشهد أن إعداد الرسالة الموسومة (**أستجابة البردقوش الحلو *Origanum majorana* L للثيوريا والبورون ومحتواه من الزيوت الطيّارة**) جرت تحت اشرافي في قسم البستنة وهندسة الحدائق / كلية الزراعة / جامعة كربلاء وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير علوم في الزراعة / البستنة وهندسة الحدائق.

أ.م.د كاظم محمد عبد الله
كلية الزراعة - جامعة كربلاء
التاريخ: / / ٢٠٢٥

توصية رئيس قسم البستنة وهندسة الحدائق ورئيس لجنة الدراسات العليا

بناءً على التوصية المقدمة من قبل الأستاذ المشرف ارشح هذه الرسالة للمناقشة العلمية.

أ. م. د.حارث محمود عزيز
كلية الزراعة / جامعة كربلاء
التاريخ: / / ٢٠٢٥

إقرار لجنة المناقشة

نشهد نحن أعضاء لجنة المناقشة، اطلعنا على الرسالة الموسومة (**أستجابة البردقوش الحلو *Origanum majorana* L. للثيوريا والبورون ومحتواه من الزيوت الطيّارة)** وناقشنا الطالب في محتوياتها وفيما له علاقة ووجدنا انها جديرة بالقبول لنيل درجة الماجستير علوم في الزراعة – البستنة وهندسة الحدائق.

رئيساً

أ .د. سوزان محمد خضير الربيعي

كلية الزراعة /جامعة كربلاء

/ /٢٠٢٥

عضواً

أ. د سراب عبد الهادي محمد

كلية الزراعة - جامعة كربلاء

/ /٢٠٢٥

عضواً

أ.د.أحمد عدنان كاظم

كلية التقنية - المسيب/جامعة الفرات الأوسط التقنية

/ /٢٠٢٥

عضوا ومشرفا

أ.م.د كاظم محمد عبد الله

كلية الزراعة – جامعة كربلاء

/ /٢٠٢٥

صدقت الرسالة من قبل مجلس كلية الزراعة – جامعة كربلاء

أ.د. علي عبد الحسين كريم

العميد

/ /٢٠٢٥

المستخلص

نُفذت التجربة في الظلة التابعة لقسم البستنة وهندسة الحدائق - كلية الزراعة - جامعة كربلاء خلال الفصل الربيعي ٢٠٢٤، من ٢٥-٢-٢٠٢٤ ولغاية ١-٧-٢٠٢٤ من أجل دراسة تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في النمو الخضري، الجذري، والمحتوى الكيميائي، ومحتوى ومكونات الزيوت الطيارة في نبات البردقوش الحلو. أُجريت الدراسة كتجربة عاملية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاث مكررات، تضمنت التجربة ١٦ معاملة عبارة عن ٤ تراكيز من الثيوريا ٠، ٥٠٠، ٧٥٠، ١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ ويرمز لها (T٣,T٢,T١,T٠) على التتابع و٤ تراكيز من البورون ٠، ٢٥، ٥٠، ١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ ويرمزلها (B٣,B٢,B١,B٠) على التتابع. حللت بيانات التجربة احصائياً باستخدام برنامج الاحصائي Genestat، وقورنت المتوسطات باستعمال أقل فرقاً معنوياً (LSD)، عند مستوى احتمال ٠.٠٥. وتم الحصول على أهم النتائج وكما مبين في الآتي:

١- أثر الرش بالثيوريا والبورون بصورة منفردةً معنوياً في معظم الصفات الخضرية، والجذرية، والكيميائية، ومحتوى النبات من المركبات الفعالة الموجودة في الزيوت الطيارة.

٢- كان التأثير معنوياً للتداخل بين عاملي الدراسة إذ سجل اعلى متوسط لصفة ارتفاع النبات كان عند المعاملة (T١B٣) بلغ (٢٩.٤٥ سم) ، أما صفة قطر الساق وعدد الأفرع وطول الجذرفكان التفوق للمعاملة (T٣B٢) وأعطت أعلى متوسط بلغ (٢.٠٨٠ ملم) و(١٨.٦٨ فرع نبات$^{-1}$) و (١٦.٦٣٣ سم) على التوالي ، أما صفة مساحة الورقة وحجم الجذر فقد أعطت معاملة التداخل (T٢B٢) أعلى متوسط بلغ (١.١٣٧ سم٢) و (١.٦٦٧سم^{٣}) على التتابع ، بينما نسبة المادة الجافة للمجموع الخضري كان التفوق لمعاملة التداخل (T٣B٣) إذ أعطت أعلى متوسط بلغ (٢٤.٩٧%) وكذلك أعلى متوسط لصفة النسبة المئوية للمادة الجافة للمجموع الجذري بلغ (٨٦.٢٧%) عند نفس المعاملة ، المحتوى الكيميائي للنبات كذلك تأثر معنوياً بعوامل الدراسة، إذ بلغ أعلى متوسط (٥٧.٩١ ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن طري) لمحتوى الكلوروفيل الكلي عند المعاملة (T٣B٢) وكذلك أعطت اعلى متوسط للنسبة المئوية للفسفور (٠.٤٥٩٢%) ، أما محتوى الكربوهيدرات والبروتين والنتروجين والبوتاسيوم والكبريت والبورون فكان التفوق لمعاملة التداخل (T٣B٣) وأعطت أعلى متوسط بلغ (٣٧.٨٣٢ ملغ

Abstract

١٠٠غم$^{-١}$ وزن جاف) كاربوهيدرات (١٨.٦٠٤%) بروتين و(٢.٩٧٦٧%) نتروجين (١.٨٨٦٨%) بوتاسيوم، وبلغ أعلى متوسط لتركيز الكبريت في النبات (٩٢.٨٧ ملغم لتر$^{-١}$)، وأعلى متوسط لتركيز البورون في النبات بلغ (٣٨.٧٠ ملغم لتر$^{-١}$). اما بالنسبة لمحتوى النبات من المركبات الفعالة الموجودة في الزيت الطيار فقد كان تأثير تداخل المعاملات معنوياً على متوسط محتوى المركبات، فأعطت معاملة (T٣B٣) أعلى متوسط لمحتوى النبات من مركب Terpinene ٤-ol وبلغ (٥٦٩.٤٢ مايكروغرام مل$^{-١}$) و Cis sabinene hydrate بلغ (٤٢٤.١٤ مايكروغرام مل$^{-١}$)، أعطت معاملة (T٢B٣) أعلى متوسط من مركب α-terpene بلغ (٢٤٤.٠٢ مايكروغرام مل$^{-١}$) ومعاملة (T٢B١) أعطت أعلى متوسط لمركب Thymol بلغ (٢٠٧.٣٥ مايكروغرام مل$^{-١}$) ، أما معاملة التداخل (T٣B٢) أعطت أعلى المتوسطات للمركبات β-cymene، Carvone بلغت (٢٣٠.٧٣ مايكروغرام مل$^{-١}$)، (٢٠٢.٣٠ مايكروغرام مل$^{-١}$) على التتابع.

قائمة المحتويات

التسلسل	العنوان	الصفحة
١	**المقدمة Introduction**	١
٢	**استعراض المراجع Literature review**	٣
٢-١	النباتات الطبية	٣
٢-١-١	العائلة الشفوية Lamiaceae Family	٤
٢-١-٢	جنس الأوريكانو Origanum	٥
٢-١-٣	نبات البردقوش الحلو *Origanum majorana* L.	٦
٢-١-٣-١	الوصف العام لنبات البردقوش الحلو	٦
٢-١-٣-٢	التصنيف النباتي لنبات البردقوش الحلو	٧
٢-١-٣-٣	ألأهمية الطبية والصناعية لنبات البردقوش الحلو	٨
٢-٢	مركبات الأيض الثانوي	٩
٢-٢-١	الزيوت الأساسية (الزيوت العطرية)	١٠
٢-٣	تقنية كروماتوغرافيا السائل عالية الأداء HPLC	١٣
٢-٤	الثيوريا وفائدتها للنبات	١٤
٢-٤-١	تأثير الثيوريا في النمو الخضري والجذري	١٥
٢-٤-٢	تأثير الثيوريا في المحتوى الكيميائي ومكونات الزيوت الطيارة	١٧
٢-٥	البورون	١٨
٢-٥-١	تأثير البورون في النمو الخضري والجذري	١٩
٢-٥-٢	تأثير البورون في المحتوى الكيميائي ومكونات الزيوت الطيارة	٢٠
٣	**المواد وطرائق العمل Materials and Methods**	٢٤
٣-١	موقع التجربة وتهيأة مكان العمل	٢٤
٣-٢	زراعة البذور وتحضير الدايات وعمليات الخدمة	٢٥
٣-٣	التصميم التجريبي المستخدم وعوامل التجربة	٢٥
٣-٤	الصفات المدروسة	٢٧
٣-٤-١	الصفات الخضرية	٢٧

٣-٤-١-١	ارتفاع النبات (سم)	٢٧
٣-٤-١-٢	قطر الساق (ملم)	٢٧
٣-٤-١-٣	عدد الأفرع في النبات (فرع نبات$^{-1}$)	٢٧
٣-٤-١-٤	مساحة الورقة (سم^{2})	٢٧
٣-٤-١-٥	نسبة المادة الجافة للمجموع الخضري %	٢٧
٣-٤-٢	الصفات الجذرية	٢٨
٣-٤-٢-١	طول الجذر (سم)	٢٨
٣-٤-٢-٢	حجم الجذر (سم^{3})	٢٨
٣-٤-٢-٣	نسبة المادة الجافة للمجموع الجذري %	٢٨
٣-٤-٣	تقدير بعض الصفات الكيميائية	٢٨
٣-٤-٣-١	تقدير محتوى الكلوروفيل الكلي في الأرواق (ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن طري)	٢٨
٣-٤-٣-٢	تقدير محتوى الأوراق من الكاربوهيدرات الذائبة الكلية(ملغم ١٠٠غم وزن جاف$^{-1}$)	٢٩
٣-٤-٣-٣	هضم وتحضير العينات	٣٠
٣-٤-٣-٤	تقدير تركيز النتروجين في الأوراق %	٣١
٣-٤-٣-٥	تقدير تركيز الفسفور في الأوراق %	٣١
٣-٤-٣-٦	تقدير تركيز البوتاسيوم في الأوراق %	٣٢
٣-٤-٣-٧	تقدير تركيز الكبريت في الأوراق (ملغم لتر$^{-1}$)	٣٢
٣-٤-٣-٨	تقدير نسبة البروتين الكلية في الأوراق %	٣٣
٣-٤-٣-٩	تقدير تركيز البورون في الاوراق (ملغم لتر$^{-1}$)	٣٣
٣-٤-٤	تقدير المركبات الفعالة في نبات البردقوش الحلو	٣٤
٣-٤-٤-١	تقدير محتوى أوراق النبات من الزيوت الطيارة	٣٤
٣-٥	التحليل الإحصائي	٣٥
٤	**النتائج والمناقشة Results and Discussion**	٣٦
٤-١	صفات النمو الخضري	٣٦
٤-١-١	ارتفاع النبات (سم)	٣٦

٤-١-٢	قطر الساق (ملم)	٣٧
٤-١-٣	عدد الأفرع في النبات (فرع نبات$^{-1}$)	٣٨
٤-١-٤	مساحة الورقة (سم^{2})	٣٩
٤-١-٥	نسبة المادة الجافة للمجموع الخضري %	٤٠
٤-٢	الصفات الجذرية	٤١
٤-٢-١	طول الجذر (سم)	٤١
٤-٢-٢	النسبة المئوية للمادة الجافة للمجموع الجذري %	٤٢
٤-٢-٣	حجم المجموع الجذري (سم^{3})	٤٣
٤-٣	الصفات الكيميائية	٤٦
٤-٣-١	محتوى الكلوروفيل الكلي في الأرواق (ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن طري)	٤٦
٤-٣-٢	محتوى الأوراق من الكاربوهيدرات الذائبة الكلية (ملغم ١٠٠غم وزن جاف$^{-1}$)	٤٧
٤-٣-٣	تركيز النتروجين في الأوراق %	٤٨
٤-٣-٤	تركيز الفسفور في الأوراق %	٤٩
٤-٣-٥	تركيز البوتاسيوم في الأوراق %	٥٠
٤-٣-٦	تركيزالكبريت في الأوراق (ملغم لتر$^{-1}$)	٥١
٤-٣-٧	النسبة المئوية للبروتين في الأوراق %	٥٢
٤-٣-٨	تركيزالبورون في الاوراق (ملغم لتر$^{-1}$)	٥٣
٤-٤	محتوى النبات من بعض المركبات الاساسية للزيت العطري	٥٦
٤-٤-١	محتوى الأوراق من المادة الفعالة Terpinene ٤-ol	٥٦
٤-٤-٢	محتوى الأوراق من المادة الفعالة Cis sabinene hydrate	٥٧
٤-٤-٣	محتوى الأوراق من المادة الفعالة α-terpene	٥٨
٤-٤-٤	محتوى الأوراق من المادة الفعالة β-cymen	٥٩
٤-٤-٥	محتوى الأوراق من المادة الفعالة Thymol	٦٠
٤-٤-٦	محتوى الأوراق من المادة الفعالة Carvone	٦١
٤-٦	معامل أنكسار الزيت	٦٢

٤-٧	كثافة الزيت	٦٣
٥	**الاستنتاجات والتوصيات** **Conclusions and Recommendations**	٦٦
٥-١	الاستنتاجات Conclusions	٦٦
٥-٢	التوصيات Recommendations	٦٧
٦	**المصادر References**	٦٨
٦-١	المصادر العربية	٦٨
٦-٢	المصادر الأجنبية	٦٨
٧	**الملاحق Appendices**	٨٨
	المستخلص الانكليزي Abstract	

قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
١	بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة التجربة	٢٤
٢	مخطط توزيع المعاملات حسب التصميم التجريبي للتجربة	٢٦
٣	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في أرتفاع نبات البردقوش الحلو(سم)	٣٦
٤	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في قطر الساق (ملم) لنبات البردقوش الحلو	٣٧
٥	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في عدد الأفرع (فرع نبات$^{-1}$) لنبات البردقوش الحلو	٣٨
٦	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في مساحة الورقة لنبات البردقوش الحلو	٣٩
٧	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في نسبة المادة الجافة للمجموع الخضري % لنبات البردقوش الحلو	٤٠
٨	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في طول الجذر لنبات البردقوش الحلو(سم)	٤١
٩	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في النسبة المادة الجافة للمجموع الجذري % لنبات البردقوش الحلو	٤٢

١٠	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في حجم المجموع الجذري لنبات البردقوش الحلو(سم^{٣})	٤٣
١١	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في محتوى الكلوروفيل (ملغم ١٠٠غم$^{-١}$ وزن طري) لنبات البردقوش الحلو	٤٦
١٢	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في محتوى الكاربوهيدرات الذائبة الكلية (ملغم ١٠٠غم$^{-١}$ وزن جاف) لنبات البردقوش الحلو	٤٧
١٣	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في تركيز النتروجين في الأوراق % لنبات البردقوش الحلو	٤٨
١٤	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في تركيز الفسفور في الأوراق % لنبات البردقوش الحلو	٤٩
١٥	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في تركيز البوتاسيوم في الأوراق % لنبات البردقوش الحلو	٥٠
١٦	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في تركيز الكبريت في الأوراق لنبات البردقوش الحلو(ملغم لتر$^{-١}$)	٥١
١٧	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في نسبة البروتين الكلية % لنبات البردقوش الحلو	٥٢
١٨	تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في تركيز البورون في الأوراق (ملغم لتر$^{-١}$) لنبات البردقوش الحلو	٥٣
١٩	تأثير الرش بالثيوريا والبورون في محتوى الأوراق من المادة الفعالة Terpinene ٤-ol	٥٦
٢٠	تأثير الرش باليوريا والبورون في محتوى الأوراق من المادة الفعالة Cis sabinene hydrate	٥٧
٢١	تأثير الرش بالثيوريا والبورون في محتوى الأوراق من المادة الفعالة α-terpene	٥٨
٢٢	تأثير الرش بالثيوريا والبورون في محتوى الأوراق من المادة الفعالة β-cymen	٥٩
٢٣	تأثير الرش بالثيوريا والبورون في محتوى الأوراق من المادة الفعالة Thymol	٦٠
٢٤	تأثير الرش بالثيوريا والبورون في محتوى الأوراق من المادة الفعالة Carvone	٦١
٢٥	تأثير الرش بالثيوريا والبورون في معامل أنكسار الزيت	٦٢
٢٦	تأثير الرش بالثيوريا والبورون في كثافة الزيت	٦٣

قائمة الصور

رقم الصورة	العنوان	الصفحة
١	بعض النباتات الرئيسية الموجودة في العائلة الشفوية	٥
٢	نبات البردقوش الحلو	٧
٣	أزهار نبات البردقوش الحلو	٧
٤	جذور نبات البردقوش الحلو	٧
٥	أوراق نبات البردقوش الحلو	٧

قائمة الأشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
١	مخطط عملية بناء مركبات الأيض الثانوي من عملية البناء الضوئي	٩
٢	المسار الحيوي لتخليق بعض المركبات للزيوت العطرية	١٢
٣	المنحنى القياسي للكربوهيدرات	٣٠
٤	المنحنى القياسي للفسفور	٣١
٥	المنحنى القياسي للكبريت	٣٢
٦	المنحنى القياسي للبورون	٣٣

قائمة الملاحق

رقم الملحق	العنوان	الصفحة
١	بعض التحاليل القياسية للمعاملات في جهاز HPLC	٨٨
٢	تحليل التباين لصفات النمو الخضري والجذري	٩٢
٣	جدول تحليل التباين لصفات المواد الكيميائية في النبات	٩٣
٤	تحليل التباين للمواد الفعالة في النبات	٩٤
٥	مراحل نمو نبات البردقوش الحلو	٩٥
٦	عوامل الدراسة المستخدمة الثيوريا والبورون	٩٦

١- المقدمة: Introduction

تُعرّف النباتات الطبية على انها تلك النباتات الموجودة بصورة برية أو المزروعة، والتي تحتوي على خليط من المركبات الفعالة بايلوجياً، التي تكون لها القدرة على الوقاية من الأمراض أو تخفيفها أوعلاجها، أو تكون بمثابة مواد أولية لإكتشاف تركيبات دوائية جديدة، ويتم تصنيع هذه المركبات في النباتات من خلال مسارات كيميائية حيوية يتقاسمها التمثيل الغذائي الأولي والثانوي وتعرف عادة بإسم المستقلبات الثانوية والتي توفرها للنباتات الطبية بكميات كبيرة لنشاطها البايولوجي المهم (Ahad وآخرون،٢٠٢١).أحد هذه النباتات المهمة هو نبات البردقوش الحلو(*Origanum majorana* L.) الذي ينتمي إلى العائلة الشفوية Lamiaceae موطنه الاصلي مناطق البحر الابيض المتوسط أما الان فإنه يزرع في مناطق مختلفة من العالم وهو نبات طبي عطري معمر كثيف التفرعات يصل طوله من ٣٠-٦٠ سم والأوراق تكون بيضوية خضراء داكنة اللون مرتبة بشكل معاكس والأزهار بيضاء أو حمراء اللون توجد في نورات عنقودية ،يزرع نبات البردقوش بشكل أساسي لأوراقه العطرية الخضراء والجافه لأغراض الطهي وعلى الرغم من إنّها عشبة معمرة إلّا إنّها تعامل على إنّها نباتات حولية، يُعد البردقوش من النباتات الحساسة للبرد وعادة ما يتطلب النبات لغرض إنباته تربة طينية وجيدة التصريف،يتكاثر عن طريق البذور، والتفريد، أو العُقلْ ويزرع في الربيع ولغاية فصل الصيف، يحصد بعد ثلاث إلى اربع اشهر وعادة ما يتم الحصاد قبل تكوين البذور، لأحتواء الأوراق على نسبة عالية من الزيت (Kakouri وآخرون، ٢٠٢٢). تعود الأهمية الطبية لهذا النبات نسبة إلى احتوائهُ على العديد من مركبات الأيض الثانوية، إذ اظهرت التحاليل الكيميائية لأجزاء النبات والزيوت الأساسية، احتوائه على نسبة عالية من الفينولات، واغلبها عبارة عن احماض فينولية وتربينات، قد حددت تحليلات الكرموتوكرافيا حوالي ٣٠ مركب رئيسي (Bouyahya وآخرون، ٢٠٢١). أختلفت مركبات الزيوت الطيارة في نبات البردقوش نتيجة لأختلاف مناطق الدراسة، لكن اجمعت أغلب الدراسات إنَّ المركبات الطيارة هي عبارة عن تربينات أحادية هيدروكربونية والتربينات الأحادية المؤكسدة، ويعد مركب Terpinene-٤-ol الأكثر وفرة في النبات (Kakouri وآخرون، ٢٠٢٢ ،El-sawah وآخرون، ٢٠٢٤).

الثيوريا هو سماد يحتوي على النيتروجين والكبريت كما يعمل كمحفز لنمو النبات إذ يعمل على تحسين الأنشطة الأيضية داخل النبات ومثل العلاقات المائية والأكسدة والاختزال ومضادات للأكسدة ومتوسط التمثيل الضوئي وبناء البروتين ويمكن إنّ يكون البديل المتوفر للنيتروجين

والكبريت (Rasheed، ٢٠٢٥). يُعد الثيوريا عبارة عن مركب كبريتي عضوي $SC(NH_2)_2$ ذا قابلية عالية للذوبان في الماء، والامتصاص السريع، وكذلك يستخدم برشه على النبات لزيادة تحمله للأجهادات، ويشبه تركيبه من الناحية البنائية اليوريا بإستثناء استبدال ذرة الأوكسجين بذرة الكبريت بينما الخصائص تختلف فيما بينهما (Maliha وآخرون، ٢٠٢٣)، إنَّ معرفة التركيز الأمثل للرش الورقي للثيوريا على النبات يلعب دوراً بارزاً في زيادة نمو وانتاج المحاصيل، وتحسين جودتها مثل زيادة الأحماض الدهنية والزيوت، ويعد نبات البردقوش الحلو من الأعشاب التي تحتوي على نسبة عالية من الزيوت وأوضحت الدراسات السابقة الدور الذي يلعبه هذا المركب الكبريتي في زيادة هذه الزيوت وتحسين جودتها (Khandelwal وآخرون، ٢٠٠٢ و Pandey وآخرون، ٢٠١٣ و Ahmad وآخرون، ٢٠٢٣ وRasheed وآخرون، ٢٠٢٥) .

تحتاج النباتات إلى العناصر الضرورية لنموها سواء كانت كبرى أم صُغرى وإنَّ التسميد غير المتوازن لهذه العناصر يؤدي إلى ظهور أعراض النقص او السمية على النبات، مما يؤثر على إنتاج المحاصيل وسوء نوعيتها ويعد عنصر البورون من العناصر الأساسية التي يحتاجها النبات لما له من دور فعال في الفعاليات الحيوية فهو يشارك في بناء جدار الخلية والغشاء الخلوي وإداء وظائفهما، فهو يشارك في نقل الآيونات والهرمونات ونواتج العمليات الأيضية (Brdar-Jokanovićlecular،٢٠٢٠).

بناءً على ما تقدم ولأهمية النبات من الناحية الطبية وبما إنَّه من النباتات غير مزروع سابقاً في العراق وفي محافظة كربلاء بالتحديد ولأهميته الغذائية، تهدف هذه الدراسة إلى ما يلي: -

١- تحديد مدى إستجابة نمو نبات البردقوش الحلو للمعاملة بالثيوريا والبورون بشكل منفرد أو متداخل من خلال قياس بعض صفات النمو الخضري لهذا النبات وتحديد أفضل معاملة للنمو الأمثل.
٢- نتيجة احتواء نبات البردقوش الحلو على كميات كبيرة من الزيوت العطرية المتطايرة وعدم زراعة هذا النبات رغم أهميته فأن هذه الدراسة الغرض منها معرفة بيان دور رش الثيوريا والبورون في انتاج المركبات الأيضية.

٢- استعراض المراجع : Literature review

٢-١ النباتات الطبية:

تم توسيع قائمة النباتات المهمة اقتصادياً في الزراعة والتجارة الحديثة إلى ما وراء الأعلاف والأطعمة التقليدية ومحاصيل الألياف لتشمل تدريجيا الأنواع التي تحتوي على مركبات كيميائية لها خصائص عطرية أو طبية مرغوبة إذ تمثل النباتات الطبية مورداً قيماً قادراً على المساهمة في تعزيز صحة المجتمع عندما يتم تحديدها وزراعتها وتطويرها واستخدامها بالصورة الصحيحة وبالطرق المناسبة، أذ تحتوي المملكة النباتية على أنواع مختلفة من النباتات الطبية تُستخدم بطرق مفيدة مثل صناعة الأدوية والمنتجات العشبية لعلاج مختلف الأمراض الشائعة (Khate و Sharma، ٢٠٢٢).

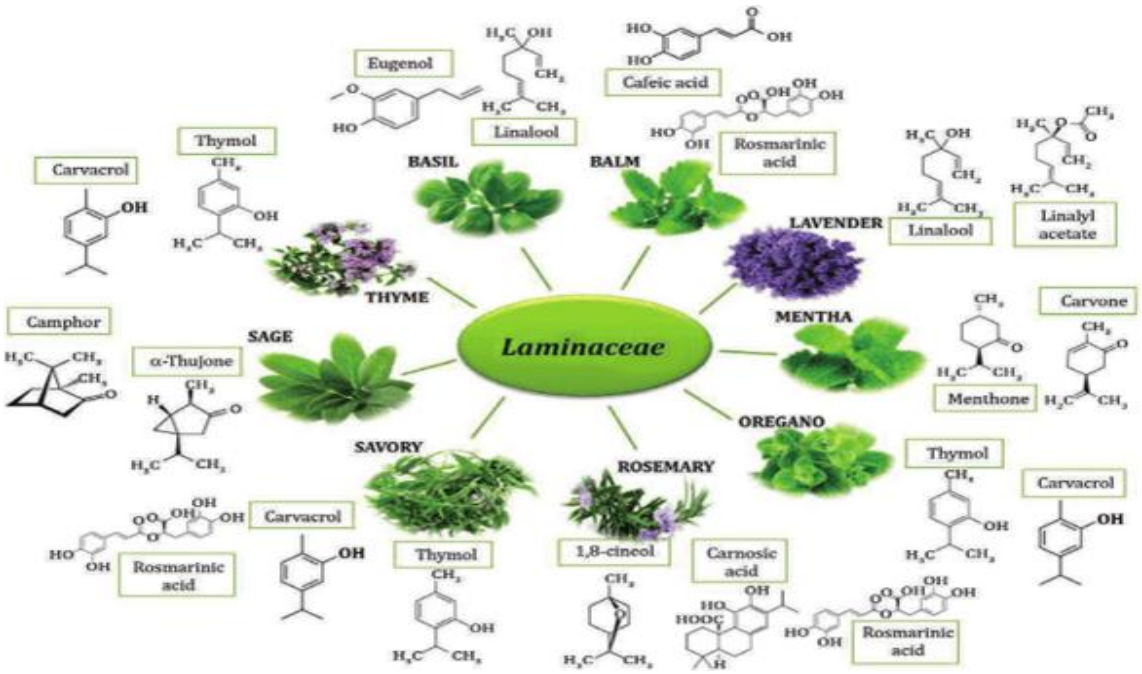
عند تطور السياسيات الزراعية وسياسيات الموارد الطبية على مستوى العالم شهد القطاع الزراعي بأكمله تطوراً سريعاً (Osinga وآخرون، ٢٠٢٢).

أكتسبت النباتات الطبية التي تشتهر بأنها الموارد الرئيسية لتطوير المنتجات ذات القيمة الاقتصادية والطبية اهمية كبيرة كونها تعطي بصورة مستمرة مجموعة متزايدة من المزايا للبشرية (Chen وآخرون، ٢٠١٦) فهي اصبحت لا تعمل كوسيلة للعلاج الذاتي فقط بل تشكل مصدراً مهماً للدخل (Smith وآخرون،٢٠٢١) إذ أصبح استخدام النباتات الطبية بصورة متزايدة خاصة اعقاب جائحة كورونا (Timoshynaوآخرون، ٢٠٢٠).

تستخدم النباتات الطبية العطرية ومستخلصاتها بشكل متزايد في الآونة الأخيرة من قبل المختصين بسبب تأثيراتها المفيدة على الصحة، ودراسة المستخلصات النباتية هي قضية حديثه إذ تفضل الصناعات الدوائية والغذائية في السنوات الأخيرة مضادات الأكسدة الطبيعية على تلك المصنعة وتظهر مستخلصات النباتات والأعشاب مجموعة واسعة من الأنشطة البيولوجية مثل مضادات الأكسدة ومضادات الميكروبات ومضادات السرطان ومضادات الطفيليات (Tsakni وآخرون، ٢٠٢٣). يعد ضمان الترابط في التركيب الكيميائي للنباتات الطبية امراً بالغ الاهمية للحفاظ على فعالية الدواء فهناك حاجة ملحة لدراسة وتقييم نوعية هذه النباتات وما تحتويه من مواد فعالة مختلفة في اجزائها النباتية الا ان تقييم جودة النباتات الطبية امر معقد كونه يتضمن مكونات فعالة متعددة لا يمكن وصفها بشكل كامل في تقنية تحليلية واحدة (Wang وآخرون،٢٠٢٣).

٢-١-١ العائلة الشفوية Lamiaceae Family

تعتبر عائلة Lamiaceae إحدى العوائل النباتية الغنية بالمستقلبات الثانوية مثل الزيوت الأساسية التي تحتوي على مركبات الفلافونيدات والفينولات والتربينويدات تحتوي على أهم النباتات لإنتاج الزيوت الأساسية وتوجد غالبية النباتات العطرية التي تحتوي على نسبة عالية من الزيوت الأساسية في منطقة البحر الأبيض المتوسط، إذ يعد استخراج الزيت صناعة مربحة تعزز النمو البيئي والإقتصادي وتعد الأنواع من جنس *Origanum* من بين هذه النباتات العطرية والعلاجية التي تُستخدم غالبًا كتوابل بسبب وفرة الزيوت الأساسية فيها، فضلاً عن ذلك، فإنها تعرض مجموعة من الأنشطة البيولوجية، والتي تم إثبات إمكاناتها من خلال العديد من الاختبارات العلمية وهي مجموعة من النباتات المزهرة تتكون من ٢٣٦ جنس وحوالي ٧١٧٣ نوع موزعة في جميع انحاء العالم تقريباً (Xu و Chang ، ٢٠١٧). توجد في الطبيعة على هيئة اعشاب ونادراً ما تكون على هيئة اشجار او شجيرات تستخدم كنباتات طبية ونباتات زينة لها اوراق مرتبة ترتيب حلقي وبسبب احتوائها على الزيوت العطرية فغالباً ما يتم استخدامها كتوابل عطرية وادوية تقليدية وغيرها (ÇATAK وATALAY، ٢٠٢٢). ترتبط التطبيقات البيولوجية لنباتات العائلة الشفوية بشكل اساسي بزيوتها الاساسية التي لها انشطة مختلفة مثل مضادات الأكسدة ومضادات الالتهابات وكمسكنات للآلام وخافضات للحرارة فضلاً عن تقوية الجهاز العصبي المركزي وغيرها (Çelik وآخرون٢٠٢١). حظيت النباتات الطبية والعطرية بالكثير من الإهتمام البحثي في الآونة الأخيرة وخاصة تلك التي تنتمي إلى العائلة الشفوية وذلك لاحتوائها على نباتات تحتوي على مركبات فعالة نشطة بايلوجياً يمكن استخدامها في الصناعات الغذائية وفي قطاعي الأدوية ومستحضرات التجميل (Ma, J وآخرون٢٠٢١). من أهم العمليات الزراعية التي تم التركيز عليها هو توفير التوازن التغذوي لهذه العائلة ومنها استخدام الرش الورقي للمغذيات المعدنية الذي وجد انه أكثر فعالية من التسميد الأرضي (ÇATAK وATALAY،٢٠٢٢). بعض نباتات العائلة الشفوية كما مبين في الصورة رقم (١).



الصورة (١) بعض النباتات الرئيسة الموجودة في العائلة الشفوية (Karpiński، ٢٠٢٠)

٢-١-٢ جنس الأوريكانو Origanum

تضم عائلة Lamiaceae جنس *Origanum* والذي يعرف بأسم Oregano تعد الأنواع النباتية من هذا الجنس *Origanum* من بين النباتات العطرية والعلاجية التي تُستخدم غالبًا كتوابل بسبب وفرة الزيوت الأساسية فيها وفضلاً عن ذلك، فإنها تحتوي على مجموعة كبيرة من الأنشطة البيولوجية، والتي تم إثبات امكانيتها من خلال العديد من الأبحاث العلمية (Jedidi وSebai ،٢٠٢٤) ، يعود استخدامها الطبي إلى آلاف السنين بسبب استخداماتها الطهوية والعلاجية العديدة استُخدمت الأوراق كمطهر ولعلاج تشوهات الجلد كما استخدمتها الإمبراطوريتان اليونانية والرومانية القديمة لعلاج أمراض مختلفة، مثل عسر الهضم والإسهال والربو (Malik وآخرون،٢٠٢٣) .

تحتوي الزيوت العطرية الموجودة في انواع الأوريجانوم بشكل رئيس على أحاديات التربين مثل p-cymene و carvacrol وy-terpinene وthymol و نظراً لكون هذه المركبات تظهر خصائص مضادة للسرطان، فقد اصبحت انواع الأوريجانوم هي النباتات التي لها الأفضلية في مكافحة السرطان ومن اهمها *Origanum majorana*و*Origanum vulgare* و*Origanum munzurense* من الأنواع الواعدة لمكافحة السرطان بالنظر إلى التركيب

الكيميائي لمستخلصاتهم وزيوتهم العطرية (Sanders وآخرون،٢٠٢٣) ، بالأضافة إلى الأنواع النباتية المختلفة وبناءً على ظروف النمو للنباتات ومراحل النمو المختلفة فضلاً عن اعضاء النبات المختلفة تم التعرف على المركبات السائدة الموجودة في الزيت العطري لبعض انواع جنس Origanum و التي توجد بنسبة كبيرة في النباتات التي تنتمي لهذه العائلة وهي

_ Terpinene_ α-terpineol _ Cis sabinene hydrate _Carvacrol γ-terpinene _ α-terpinene _ Thymol _ β - cymene _ linalool Terpineol _Terpinen-٤-ol وغيرها من المواد الفعالة المهمة الموجودة في الزيت العطري للنباتات (Muqaddas وآخرون، ٢٠١٦ وMoradi وآخرون، ٢٠٢١).

٢-١-٣ نبات البردقوش الحلو *Origanum majorana* L

٢-١-٣-١ الوصف العام لنبات البردقوش الحلو

احد النباتات المهمة التي تنتمي إلى العائلة الشفوية هو نبات البردقوش الحلو وتم التعرف إلى هذا النوع من النبات ونشرة عام ١٧٥٣ من قبل العالم Carl Linnaeus وتصنيفه من قبل منظمة الأغذية العالمية (Taşcıoğlu ،٢٠٢٢) وله مسميات عديدة حول العالم مثل المَرْدَقُوشُ أو النَّضَفُ أو المَردكوش أو البَرْدَقوش أو المَرْزَنْجُوش أو ريحان داوود أو السُّمسُق أو سَعْتر أو زعتر أو صعتر أو فُودنج جبلي أو قَرنِبة وغيرها تختلف المسميات من منطقة لأخرى و يصل طول النبات إلى ٦٠ سم ويكون كثيف يحتوي على افرع عديدة ويكون عبارة عن عشبة معمرة يحتوي على اوراق متقابلة بيضوية او شفوية الشكل تحتوي على راحة عطرية قوية ، و هو نبات عطري وطبي منتشر في اجزاء مختلفة من دول البحر الابيض المتوسط يستخدم هذا النوع على نطاق واسع في الطب التقليدي لعلاج العديد من الامراض (Bouyahya وآخرون ،٢٠٢١). نبات البردقش الحلو كما موضح في الصور (٢و٣و٤و٥).

٢- (جذور النبات)

٣- (أوراق النبات)

٤-(المجموع الخضري)

٥-(أزهار النبات)

الصور (٢،٣،٤،٥ نبات البردقوش الحلو)

٢-١-٣-٢ التصنيف النباتي لنبات البردقوش حسب العالم (Bouyahyaوآخرون، ٢٠٢١)

king gdom: Plant

Phylum: Euphyllophytina

Subphylum: Spermatophyta

Class: Magnoliophyta

High Order: Lamianae

Order: Lamiales

Family: Lamiaceae

Genus: Origanum

Species: majorana

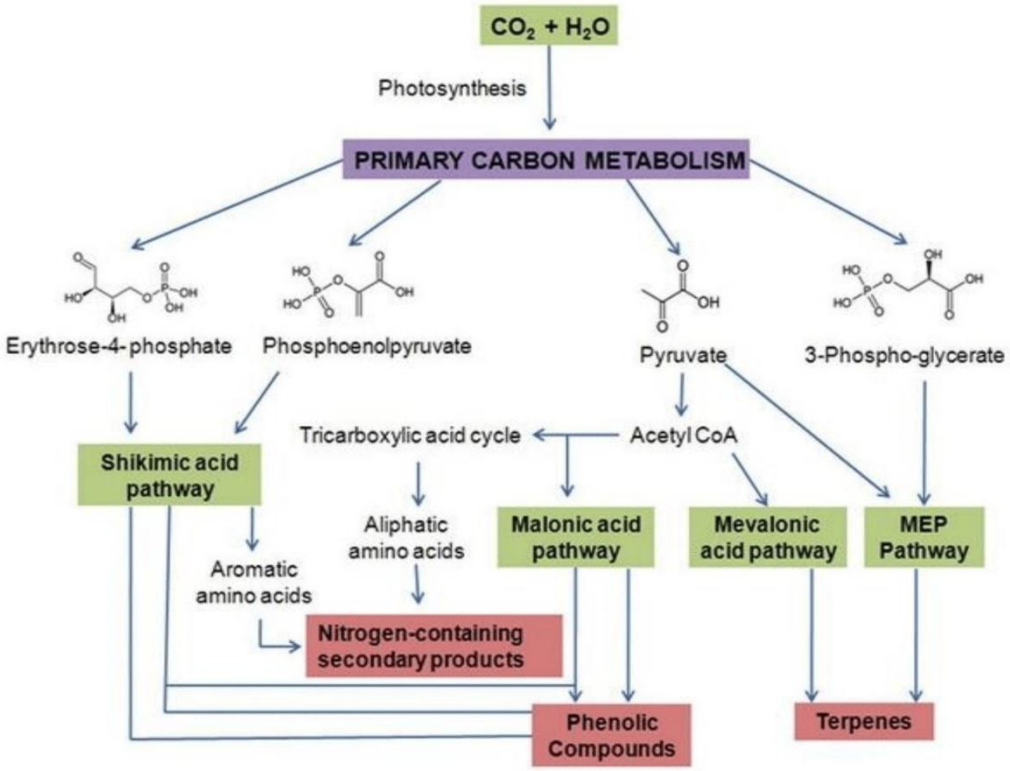
٢-١-٣-٣ الأهمية الطبية والصناعية لنبات البردقوش الحلو

تم استخدام نبات البردقوش منذ القدم في بلدان مختلفة لفعاليته الحيوية، يستخدم كمضاد للميكروبات ،ومطهر ،وطارد للرياح ،ومضاد للسعال، وأيضاً يستخدم في اضطرابات الجهاز الهضمي ونزلات البرد والتهاب الأذن الوسطى ، الصداع ،الصرع ،ضعف البصر ،آلآم الاذن ، ضيق التنفس وأمراض القلب منها عدم انتظام ضربات القلب وفي انسداد الامعاء الغليظة وآلام الظهر والنمش والصداع النصفي يتم استخدام نبات البردقوش الحلو كزيت في علاج انتفاخ البطن ،والعصبية ،ومدرر للبول، ومسكن ، إستخدامت أوراق النبات ضد نزلات البرد و كزيت عطري في تهدئه وجع الاسنان وتهدئه المفاصل وآلام العضلات ، وكذلك تم أستخدامه لعلاج أمراض الجهاز الهضمي والتهابات و في للربو وعسر الهضم والصداع والروماتيزم وارتفاع ضغط الدم (Bina و Rahimi،٢٠١٧).

أمّا من الناحية الزراعية فيتم استخدام نبات البردقوش كمبيد حشري أذ يتم وضعه داخل المنازل لطرد الحشرات (Dhiman وBhasin، ٢٠٢٢). في الوقت الحاضر، ومن أجل ضمان توفر الغذاء تتم معالجة المحاصيل بالمبيدات الحشرية الاصطناعية، والتي لها تأثيرها السلبي على صحة الإنسان والبيئة وبذلك يمكن أنْ تكون البدائل البيولوجية للمبيدات الحشرية الإصطناعية المستخدمة حاليًا عبارة عن زيوت أساسية (Fierascu وآخرون، ٢٠٢٠). ومن الناحية الصناعية، يستخدم النبات كمواد حافظة طبيعية لحفظ المواد الغذائية نظرًا لخصائصها المضادة للميكروبات ومضادات الأكسدة وومن ثم تؤدي إلى منع تلف الطعام، تُستخدم لمكافحة الكائنات الحية الدقيقة التي يمكن أن تنتقل عن طريق الطعام (Dhiman وBhasin، ٢٠٢٢) للبردقوش أهمية اقتصادية كبيرة، أذ يستهلك عادة كتوابل وبكميات صغيرة على شكل شاي أو زيت أو عصير، ونظرًا لاحتواء البردقوش على زيوت أساسية ذات تأثيرات مضادة للميكروبات ومضادات الأكسدة قوية للغاية، فهو ذو أهمية كبيرة كمادة مضافة إلى الأطعمة والعطور ومستحضرات التجميل والأدوية والمستحضرات والصابون ومعاجين الأسنان، وتربط العلاجات التقليدية حتى يومنا هذا بالبردقوش بتخفيف الأمراض الرئوية مثل السعال. في القرن التاسع عشر الميلادي، أستخدم أطباء الأسنان مكونات زيت الأوريجانوم لعلاج الخراجات والالتهابات الفموية وكمطهر (Ravindran، ٢٠٢٣).

٢-٢ مركبات الأيض الثانوي

تحتوي النباتات الطبية على مركبات فعالة بيولوجيًا متنوعة واستناداً إلى بنيتها التركيبية والحيوية تنقسم إلى ثلاث مجموعات رئيسية وهي الفينولات والتربينات والقلويدات Chiocchio وآخرون ،٢٠٢١) كما في الشكل (١). يتم إنتاج المستقلبات الثانوية النباتية والمعروفة ايضاً بإسم المواد الكيميائية النباتية في النباتات كدفاع طبيعي ضد الميكروبات والتحديات البيئية وتدخل في العديد من التطبيقات الطبية كصناعة الأدوية والعلاجات (Kumar وآخرون، ٢٠٢٣)، ومن ناحية أخرى فهي توفر دفاعاً ضد الظروف المناخية القاسية والكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض والآفات الحشرية وغالباً ما تمتلك خصائص مضادة للجراثيم ضد مختلف الكائنات الحية الدقيقة المنقولة في الأغذية والسموم المرتبطة فيها تُستخدم المستقلبات الثانوية في التفاعلات الكيميائية المختلفة ضمن المسارات الأيضية التي يتم التحكم فيها إنزيمياً والتي تعد جزءاً من عملية التمثيل الغذائي للخلية كما مبين في الشكل رقم (١)(Twaij وHasan، ٢٠٢٢)



الشكل (١) مخطط عملية بناء مركبات الأيض الثانوي من عملية البناء الضوئي (Twaijو Hasan، ٢٠٢٢)

٢-٢-١الزيوت الأساسية (الزيوت العطرية)

الزيوت ألأساسية عبارة عن مستخلصات عطرية سائلة متطايرة تُعزى اليها الرائحة الموجودة في جميع أجزاء النبات المختلفة يتم انتاجها كمستقلبات ثانوية من داخل الاجهزة الإفرازية موجودة في الغدد الزيتية الموجودة في الزهور والأوراق وبناءاً على تركيبها يتم تصنيف هذه المستقلبات إلى مجموعتين كيميائيتين terpenoids و phenylpropanoids وقد أظهرت كلتا المجموعتين امكانيات جيدة في العديد من المجالات بصورة عامة وكذلك امكن استخدامها كمبيدات حشرية (Moustafa وآخرون، ٢٠٢٢). وكذلك تعرف الزيوت العطرية على انها نواتج أيضية ثانوية يتم استخلاصها من النباتات العطرية، وهي المواد الرئيسية المسؤولة عن الرائحة المتميزة للنباتات عديمة اللون في الأساس، ومحبة للدهون، ومتطايرة بطبيعتها تحت الظروف الطبيعية (Zheng وآخرون،٢٠٢٤).

الزيوت العطرية هي منتجات طبيعية تسمى الزيوت المتطايرة أو الزيوت العطرية التي توجد في أجزاء مختلفة من النباتات، والتي توفر حماية طبيعية ضد مجموعة متنوعة من مسببات الأمراض والكائنات الحية الدقيقة المسببة للتلف وتنتج النباتات الزيوت العطرية لضمان تكيفها مع البيئة وكذلك لمحاربة هجمات الحيوانات المفترسة (Assadpour وآخرون ،٢٠٢٤). وقد أظهرت الدراسات التي أجريت في العقد الماضي التطبيقات الفريدة لهذه المركبات في مجالات صناعة الأغذية والزراعة، كذلك تحتوي على خليط من المركبات المتطايرة والعطرية التي استغلها الإنسان لتطبيقها في الطب التقليدي وكمضافات غذائية ذات أنشطة بيولوجية (Alfred وآخرون، ٢٠٢١). منذ حوالي ١٠٠٠ عام ميلادي حدثت نقطة تحول في عمليات الاستخلاص للنباتات عندما اخُترع العالم والطبيب ابن سينا طريقة التقطير بالبخار والتي اصبحت الآن معيار الصناعة في استخراج معظم الزيوت الأساسية (Schlossers، ٢٠١١)

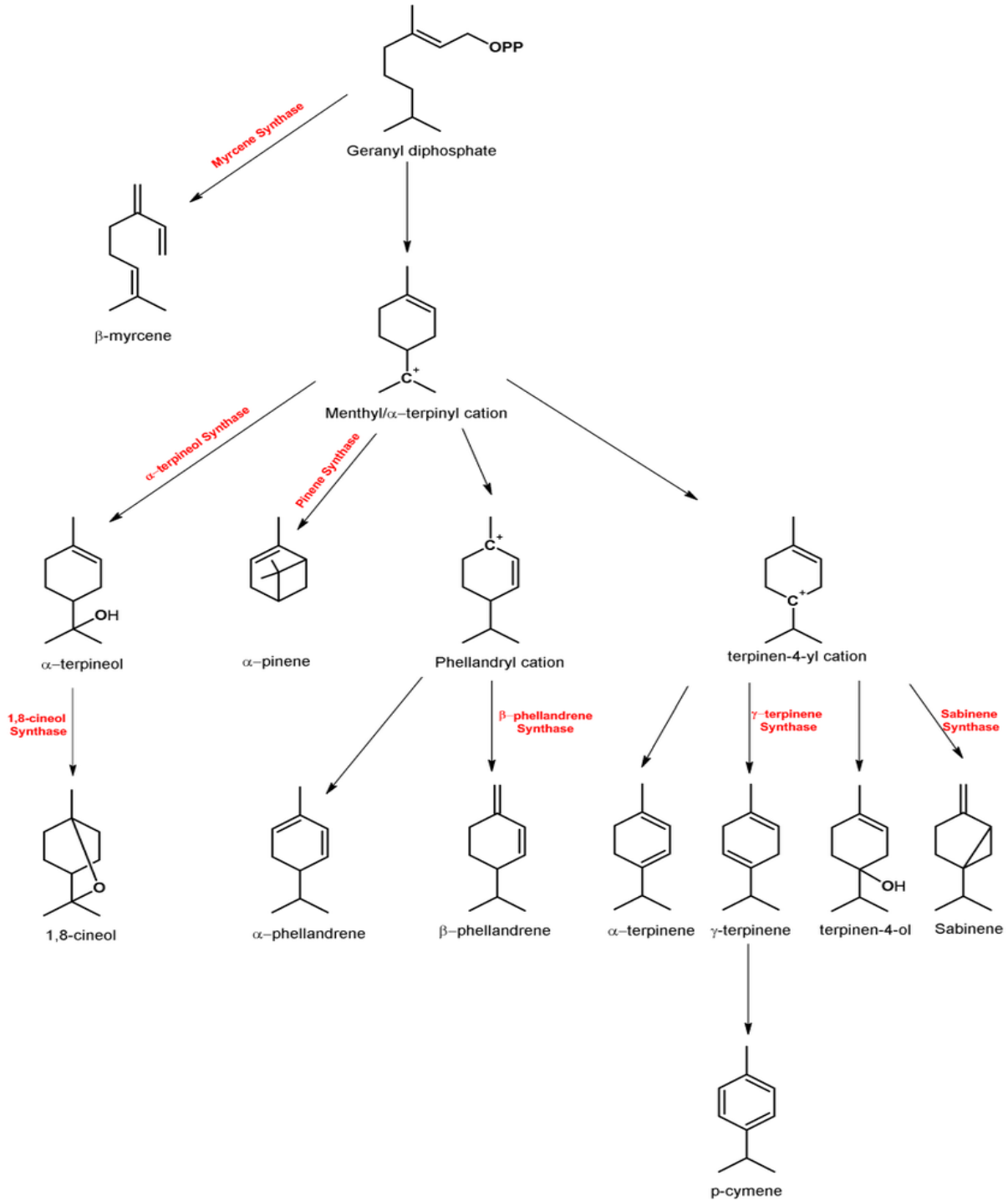
في السنوات الأخيرة، اكتسبت الزيوت العطرية شعبية كبيرة في مختلف الصناعات، مثل العلاج بالروائح، ونكهات الطعام، والعلاجات الدوائية الطبيعية، بسبب استخداماتها العديدة ومكوناتها الأساسية وخصائصها الخاصة ومن ثم تمت دراستها في العديد من التطبيقات العلاجية ذات الاستخدام

المكثف في المجال الطبي تُنسب الخصائص الطبية إلى هذه الزيوت المتطايرة، والتي تتكون من مزيج معقد من المركبات الأيضية والعطرية الثانوية المنتجة في أجزاء مختلفة من النبات (Aziz وآخرون ٢٠١٨ ;Jaradat وآخرون، ٢٠٢٠). وعلى العكس من الزيوت الدهنية فإن الزيوت العطرية تتبخر بشكل كامل ولا تترك أي أثر خلفها تتكون الزيوت العطرية من العديد من المكونات المختلفة، وتكون انحلالية هذه الزيوت في الماء ضعيفة، وتشكل قطيرات سائلة تطفو على السطح لأنها أقل كثافة من الماء وتتميز الزيوت العطرية بسهولة فصلها عن الأعضاء النباتية الحاملة لها بواسطة طرق التقطير والاستخلاص المختلفة (Ejaz وآخرون، ٢٠٢٣).

تُستخدم الزيوت العطرية المتطايرة التي يتم استخراجها من النباتات الطبية والعطرية بشكل عام كمواد خام طبيعية كونها تمتلك مجموعة واسعة من الخصائص الطبية والتي تتألف من خليط من المركبات، بما في ذلك التربينات والمركبات العطرية مثل الفينولات والهيدروكربونات والألدهايدات والكحوليات والمركبات المؤكسدة، على وجه الخصوص، مسؤولة عن رائحتها المميزة وأن المنتجات الطبيعية تحظى بشعبية عالمية بسبب قيمتها الغذائية وآثارها الجانبية القليلة أو المعدومة وهذا هو السبب في استخدامها في العلاجات الطبيعية والطب البديل والمستحضرات الصيدلانية ومستحضرات التجميل وحفظ الأغذية (Souza وآخرون،٢٠٢١)

أظهرت الأبحاث أن للزيوت العطرية، تأثيرات محتملة كمضادات اكسدة تساعد في حماية الدماغ من بعض الامراض المزمنة مثل مرض الزهايمر، ووجد كذلك أن العلاج بالعطور يحسن الوظيفة الإدراكية لدى المرضى الذين يعانون من مثل هذه الحالات (Benny وThomas، ٢٠١٩). لوحظ أن تطبيقات الزيوت العطرية تمنح تأثيرات وقائية ومضادة للشيخوخة، وتخفيف احتقان الجهاز التنفسي والألم والأرق والقلق والاكتئاب والإجهاد وغيرها من الاضطرابات النفسية والفسيولوجية ويرجع ذلك في الغالب إلى خصائصها المضادة للأكسدة عند استنشاقها، يمكن للزيوت العطرية تنشيط حاسة الشم والجهاز التنفسي والجهاز الهضمي، وتطلق الزيوت العطرية الإندورفين (Endorphin) لبدء الشعور بالرفاهية وتأثيره كمسكن للألم (Farrar وFarrar، ٢٠٢٠). أظهرت الزيوت العطرية لأنواع الأوريجانو نشاطًا مضادًا للبكتيريا بشكل كبير إذ تم اختبار فعاليته ضد بعض انواع البكتيريا، أظهرت النتائج فعالية عالية مضادة للبكتيريا، ويرجع ذلك في المقام الأول إلى المستويات العالية من مكوناته النشطة بيولوجيًا، بما في ذلك γ-Terpinene و carvacrol و-p Cymene وThymol وهي مركبات زيوت طيارة كحولية اروماتية غير مشبعة وقد تعود فعالية

هذه المواد وتمتعها بخصائصها المضادة للبكتيريا بسبب تركيبتها الكيميائية المميزة وتآزرها القوي عند دمجها (Ejaz وآخرون، ٢٠٢٣). ويبين الشكل (٢) المسار الحيوي لتخليق بعض المركبات والتي تكون من الاساس .Acetyl CO A



الشكل (٢) المسار الحيوي لتخليق بعض المركبات للزيوت العطرية (Mohamed، ٢٠١٦)

٢-٣ تقنية كروماتوغرافيا السائل عالية الأداءHPLC

كروماتوغرافيا السائل عالية الأداء (HPLC) هي تقنية تحليلية كيميائية متقدمة تُستخدم لفصل المركبات وتحديدها وتحديد كميتها في العينات السائلة .تعتمد هذه التقنية على تمرير سائل (الطور المتحرك) تحت ضغط عبر عمود مملوء بمادة صلبة (الطور الثابت)، مما يؤدي إلى تفاعل مختلف مكونات العينة مع الطور الثابت وخروجها في أوقات مختلفة، وبالتالي فصلها ، تعد تقنية كروموتوغرافيا السائل عالي الأداء من التقنيات المستخدمة لفصل وتحديد المواد المذابة العضوية وغير العضوية في العينات مختلفة اذ يتم الفصل المركبات على أساس تفاعلاتها مع الجسيمات الصلبة المعبأة في العمود بأحكام والتي تمثل الطور الثابت و مذيب الطور المتحرك وتعد تقنية HPLC مفيدة للمركبات التي لا تتأثر بالحرارة العالية (Ingle وآخرون ،٢٠١٧)و(Zubair وآخرون،٢٠٢٥).

مزايا :HPLC

-الدقة العالية والحساسية:

تُعدّ تقنية HPLC دقيقة جدًا في تحديد وقياس كميات المركبات .

-تعدد الاستخدامات:

يمكن استخدامها لفصل مجموعة واسعة من المركبات .

-السرعة:

تُعدّ أسرع من بعض تقنيات الكروماتوغرافيا الأخرى .

-قابلية الأتمتة:

يمكن تشغيلها بشكل آلي، مما يسهل إجراء تحليل كميات كبيرة من العينات .

٢-٤ الثيوريا وفائدتها للنبات:

يعمل الباحثون باستمرار للبحث عن تقانات مستدامة لإنتاج المحاصيل في ظل تهديد الضغوط البيئية الناتجة ومن بين هذه الاستراتيجيات تم اقتراح تطبيق التغذية الورقية لمختلف المواد الكيميائية والاصطناعية للتخفيف من التأثيرات السلبية الناتجة عن تغيير المناخ على النبات، ومنها الرش الورقي لبعض محفزات النمو مثل الثيوريا التي صنعت لأول مرة في عام ١٨٧٣م من قبل العالم الكيمائي البولندي Marceli Nencki كأول نظير لليوريا بإستبدال ذرة الأوكسجين بذرة الكبريت (Ronchetti وآخرون، ٢٠٢١). وفقا للاتحاد الدولي للكيمياء الصرفة والتطبيقية IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) فان ثيوكاربامايد (Thiocarbamide) هو الاسم البديل للثيوريا بوزن جزيئي قدره (٧٦.١٢) غم مل$^{-1}$ ويتكون جزيء الثيوريا من اربعة عناصر التي تكون نسبتها مختلفة وهي الكربون الذي تكون نسبته (١٥.٧٧%) والهيدروجين (٥.٣١%) والنيتروجين(٣٦.٨١%) والكبريت (٤٢.١١%) وتم استبدال الاكسجين الموجود في جزيء اليوريا بالكبريت لتكوين جزيء الثيوريا هذا الاستبدال يجعل خصائص الثيوريا مختلفة عن اليوريا (Wahid وآخرون،٢٠١٧). يتم استخدام الثيوريا بشكل متزايد لتعزيز نمو النبات وإنتاجيته في ظل الظروف البيئية العادية والصعبة ويقوي النبات ضد الأمراض والحرارة الشديدة والاجهاد التأكسدي الناتج من الجفاف والملوحة والمعادن الثقيلة (Bairwa وآخرون، ٢٠٢٥)، لأنها تعمل على تراكم البروتينات القابلة للذوبان والسكريات وكذلك الأنزيمات النشطة المضادة للأكسدة (Ahmad وآخرون، ٢٠٢٤). تساهم الثيوريا بشكل كبير في تكوين بعض المستقلبات الثانوية بما في ذلك الزيوت الأساسية وكذلك الكلوروفيل والبروتين (Singh وآخرون ،٢٠١٧).

تعتبر الثيوريا من المركبات العضوية الكيميائية التي تحتوي على عنصري الكبريت والنيتروجين بالصيغة العامة $C=S(R_3R_4N)(R_1R_2N)$ (Jambi ، ٢٠١٩ :Yi وآخرون، ٢٠٢٥) في صورة SH و NH_2 على التوالي وهذه العناصر تعتبر من العناصر الكبرى التي تجعل الثيوريا تتحكم في نمو النبات وان استخدامها بطرقة الرش الورقي تقلل من الضرر التأكسدي الناتج من جذور

الاوكسجين الحرة عن طريق تحفيز نشاط انظمة الأنزيمات التي تعمل كمضادات الأكسدة مثل protease و catalase بالأضافة إلى ascorbate peroxidase وومن ثم يحسن من استقرار اغشية الخلية (Ahmad وآخرون،٢٠٢١ و Yadav وآخرون، ٢٠٢٠).

فضلاً عن ذلك، تعمل الثيوريا على تحسين عملية النقل في اللحاء من التمثيل الضوئي نحو مناطق الخزن في البذور الزيتية والبقول والحبوب عن طريق زيادة صبغات التمثيل الضوئي وتحسين كفاءة التمثيل الضوئي ونمو النبات (Waqas وآخرون، ٢٠١٩ وAhmad وآخرون، ٢٠٢١). وجد ان الرش الورقي بالثيوريا يحفز عملية تثبيت الكاربون في النبات (Meena وآخرون ،٢٠١٩) وكذلك تظهر الثيوريا نشاط السايتوكاينين (Suryavanshi و Buttar ،٢٠١٨) ، وومن ثم تؤدي إلى تحسين كفاءة التمثيل الضوئي واستفادة المحاصيل من الطاقة الناتجة من ضوء الشمس للنمو من خلال عملية التمثيل الضوئي.تشير الدلائل إلى ان تطبيق الثيوريا تؤدي إلى تعزيز كفاءه الأنظمة الضوئية وهي النظام الضوئي الأول (PSI) والنظام الضوئي الثاني (PSII) وتعزيز نمو الأنسجة النباتية من خلال تقليل الاجهاد التأكسدي الذي يمكن ان يضر النباتات ويقلل الإنتاجية تساهم الثيوريا في التعامل بشكل أفضل مع الظروف المعاكسة وفي النهاية المطاف زيادة انتاجيه المحاصيل (Nathawa وآخرون،٢٠٠٧ :Pandey وآخرون،٢٠١٣).

إنَّ الرش الورقي للثيوريا هو العلاج الأكثر فعالية أذ تساعد في تنشيط إنزيمات مضادات الأكسدة وتحسين البروتينات القابلة للذوبان والسكريات المختزلة وغير المختزلة مما أدى إلى تنظيم الضغط الازموزي وتحسين نمو النبات وإنتاج البذور وتركيز زيت البذور تحت ضغط درجات الحرارة العالية (Ahmad وآخرون، ٢٠٢٢).

ونظراً لكون الثيوريا عالية الذوبان في الماء، لذا يتم امتصاصه من على سطح النبات بسهولة، لذا فهو يساعد النبات على تخفيف أضرار الإجهادات اللاحيائية السائدة وكذلك دوره في زيادة متوسطات التمثيل الضوئي وتركيز الكلوروفيل الكلي والنشأ في الأوراق (Ishfaq وآخرون، ٢٠٢٤).

٢-٤-١ تأثير الثيوريا في النمو الخضري والجذري

الثيوريا هي مركب عضوي يحتوي على النيتروجين والكبريت واثبتت الدراسات السابقة دور هذا المركب في تحسين وزيادة نشاط النمو الخضري والجذري لنباتات مختلفة، إذ أجريت دراسة

لبيان تأثير الرش بالثيوريا بتراكيز (٢٥٠، ٥٠٠، ٧٥٠، ١٠٠٠) ملغم لتر$^{-1}$ على نبات القرطم *Carthamus tinctorius L* إذ اشارت النتائج إلى ان الرش الورقي للثيوريا ادى إلى تحسن كبير في متوسط نمو المحصول متمثلاً بزيادة ارتفاع النبات وعدد الأفرع وكان التفوق للتركيز ١٠٠٠ملغم لتر$^{-1}$ والأكثر فعالية في تحسين نمو المحصول (Sher وآخرون،٢٠١٧).

بين Premaradhya وآخرون، (٢٠١٨) أن إستخدام ١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ من الثيوريا عن طريق الرش الورقي في المراحل المختلفة من نمو نبات العدس (*Lens culinaris* L.)، اظهرت النتائج ان رش الثيوريا بتركيز ١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ عند مرحلة ما قبل الازهار سجل زيادة ملحوظة في ارتفاع الساق إذ سجل اعلى متوسط بلغ (٣٤.١ سم) وكذلك في اجمالي المادة الجافه كان اعلى متوسط (١٩.٥٢ غرام نبات$^{-1}$).

وجد إنَّ الرش الورقي للثيوريا على نبات الثوم المعمر (*Allium tuberosum*) وبتركيز ١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ كان له تأثير معنوي في أرتفاع النبات وعدد الأوراق وعدد الأفرع وطول الجذر أذ تبين من هذه الدراسة إنَّ رش الثيوريا على نبات الثوم المعمر كان لها القدرة على النمو السريع (Uddin وآخرون ،٢٠١٩).

الرش الورقي للثيوريا بتركيز ١٠٠٠ملغم لتر$^{-1}$ على نبات الكزبرة (*Coriandrum sativum* L.) ادى إلى الحصول على تأثيرات معنوية في بعض صفات النمو الخضري مثل ارتفاع النبات وعدد الأفرع والمساحة الورقية ومساحة الورقة وتراكم المادة الجافة وزيادة نمو المحصول بسبب وجود مجموعة SH في مركب الثيوريا ادت إلى تحفيز آلية تثبيت الكاربون ومن ثم فان الرش الورقي للثيوريا يزيد من عملية التمثيل الضوئي (Rai وآخرون،٢٠٢٠).

في دراسة لمعرفة تأثير رش الثيوريا بتراكيز (٢٥٠، ٥٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) مع بعض نظمات النمو الأخرى على نبات الكرويه (caraway) *Trachyspermum ammi* L. فكان التأثير معنوي في اغلب الصفات عند رش النبات بتركيز ٢٥٠ ملغم لتر $^{-1}$ إذ أعطى اقصى عدد للأفرع الرئيسية للنبات كان ١٥.٠٣ فرع اولي نبات$^{-1}$ وعدد الفروع الثانوية ٨٣.٤٠ فرع ثانوي نبات$^{-1}$ وعدد اوراق النبات ٢٩٨.٨ ورقة نبات $^{-1}$ ومساحة الورقة ١٥.٢٩ سم^{2} والوزن الرطب ٣٧٦.٢٩غم والوزن الجاف ١٠٣.٥٤غم والكلوروفيل الكلي ٤.٤١ ملغم غم$^{-1}$ وهذا انعكس على زيادة عملية البناء الضوئي للأوراق وزيادة تراكم الماد الجافة في النبات وومن ثم تزيد من نسبة المادة الجافة (Reddy وآخرون،٢٠٢٠).

وجد عند إجراء الرش الورقي للثيوريا على نبات الكزبرة وبتركيز ١٠٠٠ملغم لتر$^{-1}$ كان له تأثير معنوي على بعض الصفات الخضرية مثل ارتفاع النبات وعدد الأفرع وعدد الأوراق والوزن الطري للمجموع الخضري والوزن الجاف ومساحة الورقة (Malav، ٢٠٢٢).

تبين أن للثيوريا تأثير على بعض صفات النمو في نبات الخردل (*Brassica juncea* L.) إذ وجد ان الرش بتركيز ٥٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ كان له تأثير معنوي على ارتفاع النبات ومساحة الورقة وعدد الافرع وكذلك كمية المادة الجافة (Kamboj وآخرون، ٢٠٢٣).

أوضح (Ahmad وآخرون، ٢٠٢٣) عند تطبيق الرش الورقي على نبات الكاميلينا *Camelina sativa L.* أدى إلى حدوث تغيرات معنوية في ارتفاع النبات وطول الجذر ونسبة المادة الجافة بنسبة ١٩ ،١٦ و١٧% على التوالي.

وجدت (Sonia وآخرون، ٢٠٢٤) عند الرش الورقي للثيوريا بتركيز ٥٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ على نبات السمسم *Sesamum indicum* كان له تأثير معنوي على ارتفاع النبات ومساحة الورقة وعدد الأفرع إذ وجد أن الرش الورقي بالثيوريا أدى إلى حدوث فعالية كبيرة في تحسين الصفات الفسيولوجية للنبات مما انعكس على تحسين الصفات المورفولوجية.

٢-٤-٢ تاثير الثيوريا في المحتوى الكيميائي ومكونات الزيوت الطيارة

التركيب الكيميائي للثيوريا له دور كبير وفعال في احداث تغير ملحوظ في المحتوى الكيميائي لمختلف النباتات وهذا ما توصلت إليه الدراسات والبحوث التطبيقية السابقة، أذ وجد في دراسة عند رش نبات الكزبرة بالثيوريا وبتركيز ١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ في المرحلة الخضرية والزهرية كان له تأثير معنوي في المواد الكيميائية الموجودة داخل النبات إذ زاد تركيز النتروجين والبوتاسيوم فضلاً عن الفسفور (Balai وKeshwa، ٢٠١٢).

توجد دراسة ب ينهاAhmad وآخرون، (٢٠٢٣) على نبات الكاميلينا *Camelina sativa L.* الذي أوضح إنَّ الرش الورقي للثيوريا أدى إلى زيادة معنوية في الكلوروفيل الكلي بنسبة ٦٨% وفي البروتين بنسبة ١٠% وفي نفس الدراسة وجد ان رش الثيوريا ادى إلى ارتفاع نسبة الزيت في على النبات بنسبة ٣١%. تعتبر الثيوريا مادة كيميائية كبريتية معروفة على نطاق واسع في زيادة انتاجية النباتات الزيتية (Sahu، ٢٠٢٣)

Meena وآخرون، (٢٠٢٤) وجدوا عند رش نبات الخردل *Brassica juncea* L. بالثيوريا بمتوسط ٥٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ إلى زيادة كبيرة في محتوى الزيت إذ كانت نسبة الزيادة ٧.١٩% مقارنة مع معاملة السيطرة كذلك بين الرش بتركيز ٥٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ و٧٥٠ ملغم لتر$^{-1}$ كان لهما تأثيراً معنوياً في المركبات الكيميائية ومنها عناصر النتروجين والفسفور والكبريت ومحتوى البروتينات.

أوضحت دراسة تأثير الرش الورقي للثيوريا على نبات الكتان *Linum usitatissimum* L. وبتراكيز (٠، ٥٠٠، ١٠٠٠) ملغم لتر$^{-1}$ كان له تأثير معنوي على بعض الصفات الكيميائية مثل الكلوروفيل والبروتينات وبعض العناصر مثل البوتاسيوم والفسفور (Fiaz وآخرون، ٢٠٢٤).

أفادت دراسة للرش الورقي للثيوريا على نبات الكانولا وبتركيز ١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ أدى إلى زيادة معنوية في محتوى البروتينات فضلاً عن زيادة امتصاص المغذيات مثل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم فضلاً عن الكبريت وزيادة تركيز الكلوروفيل (Rasheed وآخرون، ٢٠٢٥).

٢-٥ البورون

المغذيات الصغرى هي عناصر أساسية لجميع النباتات وهي مطلوبة بكميات أقل بكثير من المغذيات الكبرى وأثبتت تجارب متعددة تأثيراتها المفيدة في نمو النبات وإنتاجيته (Brayek وآخرون، ٢٠١٩). تظهر النباتات احتياجات مختلفة لبعض المغذيات الصغرى ولكن توجد عناصر أساسية لجميع النباتات العليا ومنها عنصر البورون وهو عنصر غذائي دقيق اساسي للنباتات ونقصه يمكن إنَّ يؤدي إلى ضعف النمو والوظيفة تمتص النباتات البورون على شكل حامض البوريك في أو بورات وتختلف الأصناف النباتية وكذلك الأنماط الجينية فيما بينها من ناحية متطلباتها إلى البورون (Brdar-Jokanović، ٢٠٢٠). يشارك عنصر البورون بصوره مباشرة او غير مباشرة في عمليه التمثيل الغذائي للنبات بما في ذلك تركيب جدار الخلية وغشاء البلازما وإستقلاب الكربوهيدرات والبروتين وفي تكوين الأحماض النووية RNA فضلاً عن ذلك يتفاعل عنصر البورون مع العناصر الغذائية الاخرى مثل الكالسيوم والزنك والنيتروجين والفسفور (Vera-Maldonado وآخرون،٢٠٢٤). كذلك تم بالفعل توثيق دور البورون في عملية تخليق الأوكسين المسؤول عن انقسام الخلايا وقوة جدار الخلية والتمايز (Shireen وآخرون،٢٠١٨). يمكن أن يؤدي نقص البورون أو سميته إلى تقليل محتوى النيتروجين الكلي وانزيمات إختزال النترات وومن ثم يؤدي إلى

زيادة النترات في انسجة النبات فيؤدي ذلك إلى الحاق الضرر في النبات، يعد الإمداد المتوازن بالبورون ضروري للعمليات الفسيولوجية التي تتم داخل النبات (Long وPeng، ٢٠٢٣).

البورون عنصر غذائي أساسي للنباتات وله دور بنيوي كبير في النمو، وعلى مستوى العالم، توجد مساحات كبيرة من الأراضي الصالحة للزراعة تعاني من نقص البورون، وأخرى ذات تركيز عالية وسامة من البورون، وقد طورت النباتات مجموعة من الإستراتيجيات للتعامل مع النقص والزيادة نتيجة إختلافاتها الجينية في الاستجابات لإمدادات البورون المتغيرة النطاق، ويعد البورون متاح للنباتات على شكل حمض البوريك، وهو جزيء صغير ذو نفاذية غشائية عالية مقارنة بالمغذيات المعدنية الأخرى ونتيجة لذلك، قد يكون من الصعب التحكم في إمتصاصه وتوزيعه في النباتات (Reid، ٢٠١٤). يعد البورون من العناصر الضرورية الصغرى التي تلعب دور مهم في الفعاليات الفسيولوجية للنباتات ،أذ يشارك البورون في تدفق الآيونات عبر الأغشية وإنقسام الخلايا واستطالتها وتمثيل النيتروجين والكربوهيدرات ونقل السكريات والبروتينات والأنزيمات والاحماض النووية ،وحامض الاندول استيك والاولي أمينات وحامض الأسكوربيك إضافة إلى تمثيل الفينولات ونقلها ،وكذلك يعمل باتحاده مع السكريات مركب يسرع حركة السكريات إلى المناطق النشطة وهذا يعمل على تحريك البورون عِبّر اغشية الخلايا بسهولة اثناء النمو طوال مراحل نموه وتكاثره (Al-Juheishy، ٢٠٢٠). كما إنَّ مركبات الأيض الثانوي ومنها الزيوت الطيارة تتأثر بالتجهيز المتوازن للعناصر الغذائية ومنها البورون، إذ وجد إنَّ إستخدام تراكيز مختلفة من البورون كان لها تأثير معنوي في حاصل الزيت الأساسي ومكوناته (Karayel وآخرون، ٢٠٢٤) والذي بدوره في تحفيز الانزيمات المسؤولة عن بناء هذه الزيوت، أو إلى دور البورون في زيادة أمتصاص العناصر الغذائية الضرورية الكبرى (Kohli وآخرون، ٢٠٢٣ وVera- Maldonado وآخرون، ٢٠٢٤).

٢-٥-١ تأثير البورون في النمو الخضري والجذري

يُعد البورون من العناصر الغذائية الصغرى والضرورية لنمو النبات كونه له دور مهم في نقل المركبات الأيضية إلى مناطق النمو الفعالة كالأنسجة المرستيمية والتي تُساهم في زيادة إنقسام الخلايا واستطالتها، فقد وجد في دراسة اجريت على نبات الكزانيا *(Gazania)* عند إستخدام الرش الورقي للبورون بتركيز (٠ و٢٥ و٥٠) ملغم لتر$^{-1}$ كان له تأثير معنوي على اغلب الصفات المدروسة ، إذ اعطت المعاملة بتركيز ٥٠ ملغم لتر$^{-1}$ تفوقاً معنوياً على باقي التراكيز إذ سجلت عندها

اعلى متوسط وزن طري للمجموع الخضري ٣٩.٧٨ غم و اعلى متوسط وزن جاف للجذور ٣.٦٩ غم واعلى متوسط لطول الجذر ٢٥.٨١ سم (Al-Rubaye و Khudair،٢٠٢٠) .

في دراسة على نبات الشوندر (*Beta vulgaris* L.) إنّه عند الرش الورقي للبورون بتركيز (٠، ١٠٠، ١٥٠، ٢٠٠) ملغم لتر$^{-1}$ أدى إلى الحصول على أعلى متوسط إرتفاع النبات ومساحة الورقة والوزن الطري للنبات وطول الجذر ووزن الجذر الطازج عند رش البورون بتركيز ٢٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ وذلك لدور البورون في زيادة النشاط الأيضي للنباتات (Bhatnagar وآخرون،٢٠٢١).

أوضح Abd Elhamed وآخرون، (٢٠٢٢) عند رش نبات الشيا (*Salvia Hispanica*) بالبورون بتركيز ٥٠ ملغم لتر$^{-1}$ وعلى موسمين أدى إلى زيادة معنوية في صفات النمو الخضري ومنها ارتفاع النبات بنسبة (٢٦.٥١ و٢٦.٥٠%) والوزن الرطب بنسبة (٥٧.١٣ و٥٣.٩٤%) والوزن الجاف للنبات غم (٦٢.٣٥و٥٣.٦٦%)، ولكلا الموسمين على التوالي فضلاً عن تأثيره المعنوي في صفة عدد الافرع، و إنَّ رش النباتات بالمغذيات الصغرى بشكل منفصل او مع بقية العناصر ادى إلى تأثير معنوي على النباتات.

اوضح النعيمي والجميلي، (٢٠٢٢) عند رش البورون بالتركيز ٢٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ على نبات فول الصويا *Glycine max* كان له تأثير معنوي على العديد من الصفات الخضرية التي كانت قيد الدراسة منها ارتفاع النبات وعدد الافرع والمساحة الورقية.

وجد Dey وآخرون، (٢٠٢٣) إنَّ الرش الورقي للبورون على نبات السمسم وبتراكيز (٠، ٢٥، ٥٠، ٧٥) ملغم لتر$^{-1}$ كان لتركيز ٧٥ ملغم لتر$^{-1}$ تأثير معنوي على بعض الصفات الخضرية ومنها ارتفاع النبات وعدد الأفرع والوزن الجاف للجذور والوزن الجاف للأوراق.

وجد Khan وآخرون (٢٠٢٤) في دراستهم على نبات الحلبة (*Trigonella foenum-graecum*) ان الرش بالبورون بتركيز ٠ و٢ % ادى إلى حدوث زيادة معنوية في ارتفاع المجموع الخضري بنسبة ٦% وطول الجذر بنسبة ٢% ووزن المجموع الجذري الرطب بنسبة ١٨% والوزن الجاف بنسبة ٨%.

٢-٥-٢ تأثير البورون في المحتوى الكيميائي ومكونات الزيوت الطيارة

يعد البورون عنصر أساسي لنمو وتطور النباتات ويؤثر بشكل كبير على تركيب ووظائف العديد من المواد الكيميائية داخل النبات أذ يعد جزء من تركيب الأحماض النووية في النباتات وله دور في تكوين البروتينات.

وجد انه عند رش حامض البوريك الذي يحتوي على ١٧% بورون على نبات رأس التنين المولدافي (Dracocephalum *moldavica* L.) وبمتوسط أربعة رشات وعلى جميع مراحل النمو ادى إلى زيادة كبيرة في نسبة الزيت العطري (Mady وYoussef ، ٢٠١٤).

وجد Mohammed وآخرون (٢٠١٦) في دراستهم التي تضمنت الرش الورقي بالبورون بتركيز (٠، ٥٠، ١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) ادت إلى زيادة معنوية في نسبة الزيت العطري لنبات الريحان ومركباته الأساسية وكانت التفوق إلى التركيز ١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ وبينت هذه الدراسة أهمية استخدام البورون بمفرده أو مع التوليفات الأخرى على النباتات العطرية لتحسين النمو وإنتاجية الزيت وتركيب الزيت العطري (*Ocimum basilicum* L.).

في دراستين مختلفتين على نبات الخردل وجد انه عند استخدام البورون بمقدار ١.٥ كغم هكتار$^{-1}$ ادى إلى حدوث زيادة معنوية في انتاجية الزيت بنسبة ٥٢% وزيادة محتوى الزيت بنسبه ٣٦% (Yadav وآخرون، ٢٠١٦).

عند أضافة البورون على نبات الكزبرة *Coriandrum sativum* L. وبكميات (٠، ٤، ٨، ١٢) كغم هكتار$^{-1}$ وعلى اربعة اصناف من الكزبرة، وبعد الحصاد تم تحديد محتوى الزيت العطري أذ تراوح محتوى الزيت العطري بين ٠.٢٣ و٠.٣٩٪ فضلاً عن ذلك، تم تحديد ١٤ مركب كيميائي ومنها linalool، camphor ، γ-terpinene مركبات رئيسية وتم الحصول على أعلى النسب من تطبيق ٨ كغم هكتار$^{-1}$ من البورون في جميع الأصناف الأربعة (Beyzi وGünes، ٢٠١٧).

وجد Karayel (٢٠٢٠ a) ان عند تسميد نبات الميرمية *Salvia officinalis* بالبورون بمتوسط ٨ لتر هكتار$^{-1}$ ادى إلى التأثير المعنوي إلى نسبة وجودة الزيت العطري الموجود في النبات إذ كانت النسبة الطبيعية للزيت العطري ما يقارب ٠.١١% قبل المعاملة بالبورون اما بعد المعاملة فقد كانت النسبة ٠.٤٤% في نبات الميرمية.

بين Karayel (٢٠٢٠ b) على نبات الشمّر *Foeniculum vulgare* Mill وبجرعات مختلفة (٠ ،٨/١٠، ٨) لتر هكتار$^{-1}$ تبين أنه اضافة البورون كان لها تأثير معنوي على متوسط ومكونات الزيت العطري لنبات الشمر إذ كانت اقل نسبة للزيت العطري عند ٨/١ التي بلغت ١.٥٥% واعلى نسبة عند ٨ بلغت ٣.٤٣%.

عند رش البورون على نبات *Satureja khuzistanica* Jamzad وبثلاث مستويات (٠، ٢.٥، ٥) ملغم لتر$^{-1}$ كان له تأثير في نسبة الزيت العطري ومحتوى الفينولي والكارفاكرول (carvacrol) (Mumivand وآخرون، ٢٠٢١).

بين Mohammed وآخرون (٢٠٢١) أنه عند استخدام البورون بتركيز ٢٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ على نبات القرم *Trachyspermum ammi* ادى إلى زيادة نسبة الزيت العطري وأن مركبات الزيوت العطرية تأثرت معنوياً عند التسميد بالبورون.

وجد Aghdasi وآخرون، (٢٠٢١) انه عند رش البورون على نبات الكاميلينا *Camelina sativa L* ادى إلى زيادة محتوى الزيت بنسبة ٢% إلى ٤% فضلاً عن زيادة الاحماض الدهنية غير المشبعة بشكل ملحوظ.

بين Karayel، (٢٠٢٢) في دراسة حول استخدام البورون بنسبة (٠، ٢/١جرعة ٨/١ جرعة (٨ لتر ديكار$^{-1}$) على نبات النعناع *Mentha spicata L* ومن ثم اجراء التحليل تم الحصول على مركبات الزيت العطري الغنية بالتربين ومنها مركب Carvone بنسبة ٥٦.٠٢% وهي نسبة مرتفعة في النبات.

بين (Abd Elhamed وآخرون،٢٠٢٢) عند أستخدام البورون و بعض العناصر الغذائية لتحسين أنبات بذور الشيا (*Salvia hispanica* L.) في المناطق الرملية و كان تركيز البورون ١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ كان له تأثير معنوي على النبات بشكل عام، أظهرت النتائج أن النمو، وإنتاج البذور، وإنتاج الزيت الثابت، والقياسات الكيميائية لنبات الشيا، مثل تركيب الزيت الثابت (الأحماض الدهنية)، ، والمغذيات الكبرى والصغرى، والكربوهيدرات الكلية، ومحتوى البروتين، والفينولات الكلية، ونشاط مضادات الأكسدة في الزيت قد تحسنت عن طريق التطبيق الورقي للمغذيات الصغرى بمفردها أو مجتمعة .

يعد البورون أحد العناصر الصغرى الضرورية لنمو النبات و يلعب دورًا مهمًا في العمليات الأيضية داخل النباتات، إذ يؤثر على نمو المحاصيل وأنتاجيتها من خلال تنظيم جدار الخلية والغشاء البلازمي ونقل الأيونات وانقسام الخلايا وعمليات النمو والتكاثر وتثبيت النتروجين ومقاومة الأمراض وأن نقص هذا العنصر يقلل من إنتاجية وجودة المحاصيل في العديد من مناطق العالم من (Kohli وآخرون، ٢٠٢٣).

في دراسة على نبات اللافندر(*Lavandula officinalis* L.)، بين (Fouad وآخرون (٢٠٢٣) انه عند استخدام الرش الورقي للبورون بتركيز ٥ ملغم لتر$^{-1}$ على النبات ادى إلى زيادة تركيز الزيت وزيادة النسبة المئوية للزيت وكذلك تم الحصول على اعلى تركيز من مركب Terpineol ٤-ol ومركب sabinene.

في دراسة على نبات اللفت الزيتي *Brassica napus* L تبين وجود زيادة معنوية في عدد البذور الزيتية للنبات وكذلك في محتوى الزيت وتحسين جودة الزيت في الظروف المناخية شبه القاحلة عند التسميد بالبورون بكمية ٢ كغم هكتار$^{-1}$ إذ ادى إلى زيادة محتوى الزيت بنسبة ٥٣% - ٥٤% خلال عامين (Safdar وآخرون، ٢٠٢٣).

تم رش نبات الحلبة (*Trigonella foenum graecum*) بالبورون وبتركيز (٠ و٢ ملغم لتر$^{-1}$) على نباتات بعمر ٣ اسابيع أدى إلى حصول زيادة معنوية بتركيز الكلوروفيل a بنسبة زيادة (١%) وكلوروفيل b (٢٥%) والبوتاسيوم (٥%) والبروتين (٣%) (Khan وآخرون ٢٠٢٤).

في دراسة اجريت على نبات القيصوم (*Achillea millefolium* L.) في تأثير معاملات البورون المختلفة (٠، ١٠، ٨٠) لتر هكتار$^{-1}$ على إنتاجية ومكونات الزيت العطري للنبات إذ كانت نسبة الزيت للنباتات بدون أضافة البورون تتراوح بين ٠.٥٩%-٠.٦٦% ونسبة الزيت كانت ٠.٨١%-٠.٨٢% للنباتات التي تم معاملتها ٨٠ لتر هكتار$^{-1}$ وكانت نسبة الزيت ٠.٧٠%-٠.٦٩% للنباتات التي تم اضافة البورون لها بكمية ١٠ لترهكتار$^{-1}$ (Coskun، ٢٠٢٤)

٣- المواد وطرائق العمل: - Materials and Methods

٣-١- موقع التجربة وتهيئة مكان العمل:

نفذت التجربة في الظلة التابعة لقسم البستنة وهندسة الحدائق - كلية الزراعة - جامعة كربلاء عند خطوط طول "٠١ ١٠ ٤٤° شرقاً ودائرة عرض "٢٩ ٤٠ ٣٢° شمالاً للفترة من بدء موعد زراعة البذور في الدايات في ٢٠٢٤/٢/٢٥ وإلى حد نهاية التجربة ٢٠٢٤/٧/١. أخذت عينات من التربة المستخدمة في الزراعة ثم مزجت بشكل جيد لغرض مجانستها قدر الإمكان، وبعدها تم تجفيفها هوائياً، وأخذت منها عينة لغرض إجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية لها، كما موضح في الجدول رقم (١).

*** جدول (١) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة التجربة**

نوع التحليل	القيمة	الوحدة
تفاعل التربة (pH)	٦.٨١	-------
الايصالية الكهربائية (E.C)	٠.٤٨	dsm^{-1}
المادة العضوية (O.M)	٠.٥٣	%
المحتوى الجاهز من العناصر الغذائية		
النتروجين N	٠.١٣٨	ملغم كغم$^{-1}$
الفسفور P	١٢.٥٢٥	ملغم كغم$^{-1}$
البوتاسيوم K	٣٤.٧٠٨	ملغم كغم$^{-1}$
التوزيع الحجمي لمفصولات التربة		
الرمل	%٩٥.٩	
الغرين	%١.١٥	

الطين	%٢.٩٥	
نسجة التربة	رملية	
البتموس		
Ph (٥-٧)	E.C ٢٥-٥٠ ms/m	NPK (٢٠-١٠-١٨) غم كغم$^{-1}$

* حللت التربة في أحد المختبرات الاهلية.

٣-٢- زراعة البذور وتحضير الدايات وعمليات الخدمة: -

تم الحصول على البذور من أحد المكاتب الاهلية (تجهيزات اهل البيت للبذور النادرة في كربلاء المقدسة). زرعت البذور بتاريخ ٢٥-٢-٢٠٢٤ في صواني خاصة للدايات التي تحتوي على البيتموس فقط ومن ثم فردت النباتات إلى أطباق تحتوي على البيتموس والبيرلايت بعد ظهور ٣-٤ اوراق حقيقية لكل نبات، وبعد ظهور من ٥-٦ أوراق حقيقية تم نقلها إلى اصص بلاستيكية سعتها ٥ كغم تربة تحتوي على وسط مكون من خلط التربة مع البيتموس بنسبة (١تربة :١بتموس) وتعقيم الأصص بمبيد فطري Beltanol قبل أسبوعين من نقل الشتلات.

٣-٣- التصميم التجريبي المستخدم وعوامل التجربة: -

نفذت الدراسة بوصفها تجربة عاملية Factorial Experiment بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Blocks Design R.C.B.D بواقع ثلاثة مكررات. وزعت المعاملات عشوائياً بإذ يحتوي كل مكرر على ١٦ معاملة وبواقع ٤ نباتات في لكل معاملة، وبذلك يكون عدد النباتات الداخلة بالدراسة (١٦ معاملة ×٤ مشاهدات×٣ مكررات =١٩٢ نبات)، وكما موضح في الجدول (٢). شملت التجربة عاملين هما:

العامل الأول: الثيوريا

تم إستخدام الثيور بطريقة الرش الورقي وبتركيز (٠، ٥٠٠، ٧٥٠، ١٠٠٠) ملغم لتر$^{-1}$، وتم البدأ بعملية الرش بعد مرور شهرين من موعد الزراعة ٢٥-٤-٢٠٢٤ الى ٢٠٢٥\٧\١١ نهاية التجربة وبأربعة رشات وبين رشة وأخرى ١٤ يوم. يوضح ملحق رقم

(٩) الثيوريـا التـي اسـتخدمت فـي الدراسـة وتـم الحصـول عليهـا مـن مكتـب زراعـي مُعتمـد فـي

R١	R٢	R٣

بغداد ورُمز لها في التجربة (T٠،T١، T٢، T٣) على التتابع.

العامل الثاني: البورون

تم رش البورون (B) على هيئة حامض البوريك بتركيز (٠،٢٥،٥٠،١٠٠) ملغم لتر$^{-١}$ وتم البدأ بعملية الرش بعد مرور شهرين من موعد الزراعة من ٢٨-٤-٢٠٢٤ الى ١١\٧\٢٠٢٥ نهاية التجربة وبأربعة رشات وبين رشة وأخرى ١٤ يوم، وتم رش البورون بعد رش معاملات الثيوريا بيومين. يوضح ملحق (٩) حامض البوريك الذي أستخدم بالدراسة وتم الحصول عليه من مكتب زراعي مُعتمد في بغداد ورُمز له في التجربة (B٠، B١، B٢، B٣) على التتابع.

الجدول (٢) مخطط توزيع المعاملات حسب التصميم التجريبي الحقلي للتجربة

T_2B_2 T_3B_2 $T.B_1$ T_1B_1	$T.B_2$ T_2B_3 T_3B_1 $T_1B.$	T_3B_3 T_1B_3 $T.B.$ $T_2B.$
T_3B_3 T_1B_3 $T.B.$ $T_2B.$	T_2B_2 T_3B_2 T_2B_1 T_1B_1	$T_3B.$ $T.B_3$ T_2B_1 T_1B_2
$T_3B.$ $T.B_3$ T_2B_1 T_1B_2	T_3B_3 T_1B_3 $T.B.$ $T_2B.$	$T.B_2$ T_2B_3 T_3B_1 $T_1B.$
$T.B_2$ T_2B_3 T_3B_1 $T_1B.$	$T_3B.$ $T.B_3$ T_2B_1 T_1B_2	T_2B_2 T_3B_2 $T.B_1$ T_1B_1

٣-٤ الصفات المدروسة:-

٣-٤-١ الصفات الخضرية: -

٣-٤-١-١ أرتفاع النبات (سم): -

تم قياس أرتفاع النبات من القاعدة إلى أعلى قمة الفرع الرئيس باستخدام شريط القياس عند بداية مرحلة التزهير.

٣-٤-١-٢ قطر الساق (ملم): -

تم قياس القطر بوساطة القدمة الإلكترونية (Electronic Digital Caliper) بأخذ قياس قطر الساق الرئيسي بالقرب من قاعدة النبات لجميع نباتات الوحدة التجريبية وحساب المتوسط لها.

٣-٤-١-٣ عدد الأفرع في النبات (فرع نبات$^{-1}$): -

تم حساب جميع الأفرع الناشئة على الساق الرئيسي لجميع نباتات الوحدة التجريبية ومن ثم تم حساب المتوسط لها.

٣-٤-١-٤ مساحة الورقة (سم^{2}): -

تم حساب مساحة الورقة سم^{2} للنبات من خلال برنامج (Image J) يتم تصوير الورقة لكل نبات ووضع مسطرة أسفل الورقة لمعرفة مقياس الرسم ومن ثم وضع الصورة داخل البرنامج وتحديد ورقة النبات من خلالها ومن ثم استخراج مساحة الورقة لكل نبات ومن ثم حساب المتوسط لها (Easlonو Bloom ، ٢٠١٤).

٣-٤-١-٥ نسبة المادة الجافة للمجموع الخضري %: -

تم أخذ الجزء الخضري للنبات من كل وحده تجريبية وغسله وتم اخذ وزن الطري، ووضع في اكياس ورقية مثقبة وتركت للتجفيف بتعرضها لأشعة الشمس لحين ثبات الوزن وبعدها تم وزن النبات وهو جاف ومن ثم تم استخراج النسبة المئوية لجميع نباتات الوحدات التجريبية من خلال المعادلة الاتية:

$$\text{النسبة المئوية للمادة الجافة} = \frac{\text{الوزن الجاف}}{\text{الوزن الطري}} \times ١٠٠$$

٣-٤-٢ الصفات الجذرية:

٣-٤-٢-١ طول الجذر (سم): -

تم قياس طول الجذر لكل النباتات من كل معاملة باستخدام شريط القياس من قاعدة الجذر إلى نهايته ومن ثم أخذ المتوسط لكل معاملة.

٣-٤-٢-٢ حجم الجذر (سم^{٣}): -

تم قياس حجم الجذر لكل النباتات من كل معاملة باستخدام دورق حجمي معلوم الحجم ٢٥ مل عند ملئه بالماء فأن ارتفاع الماء يمثل حجم الجذر بالسنتمتر المكعب.

٣-٤-٢-٣ نسبة المادة الجافة للمجموع الجذري: -

تم حساب الوزن الطري للمجموع الجذري بأخذ جذور النباتات من كل معاملة، وغسلت جيداً بالماء للتخلص من التربة ووسط الزراعة، وجففت من خلال وضعها في اكياس ورقية مثقبة ووضعت تحت اشعة الشمس حتى ثبات الوزن ومن ثم تم تطبيق المعادلة أعلاه لكل نبات من نباتات المعاملة ومن ثم تم حساب المتوسط.

$$\text{النسبة المئوية للمادة الجافة} = \frac{\text{الوزن الجاف}}{\text{الوزن الطري}} \times ١٠٠$$

٣-٤-٣- تقدير بعض الصفات الكيميائية: -

تم إجراء اغلب التحليلات الكيميائية في مختبرات قسمي البستنة وهندسة الحدائق والمحاصيل الحقلية في كلية الزراعة / جامعة كربلاء، في حين تم تقدير عنصري الكبريت والبورون في جامعة العميد الاهلية.

وتم تقدير الصفات التالية: -

٣-٤-٣-١ تقدير محتوى الكلوروفيل الكلي في الأوراق (ملغم ١٠٠غم$^{-١}$ وزن طري): -

تم تقدير محتوى الكلوروفيل وفقا لطريقة Chappelle وآخرون (١٩٩٢) بأخذ مجموعة من أوراق أربعة نباتات لكل وحدة تجريبية قبل بداية التزهير، وغسلت بالماء المقطر لإزالة الأتربة وجففت من ماء الغسل وأخذ منها ٠.٥ غم وقطعت بالمقص إلى قطع صغيرة ونقعت بالأسيتون ٨٠% لمدة ٢٤ ساعة في مكان معتم في درجة حرارة الغرفة وبعدها تم أخذ المستخلص لغرض قياس الكثافة الضوئية بوساطة جهاز Spectrophotometer عند الطولين الموجيين ٦٤٥ و٦٦٣ نانوميتر و بالاستعانة بالمعادلة أدناه تم تقدير الكلوروفيل الكلي في أوراق النبات محسوبة على أساس ملغم غم$^{-١}$ نسيج نباتي طري.

$$\text{الكلوروفيل الكلي} = ١٠٠ * \frac{\mathbf{20.2}\left((\boldsymbol{D}\ \mathbf{645}) + \mathbf{8.02}\ (\boldsymbol{D}\mathbf{663})\right\} \times \boldsymbol{V}}{\mathbf{1000} \times \boldsymbol{W}}$$

V: الحجم النهائي للراشح (١٠مل).

D: قراءة الكثافة الضوئية للكلوروفيل المستخلص.

W: الوزن الطري (٠.٥ غم).

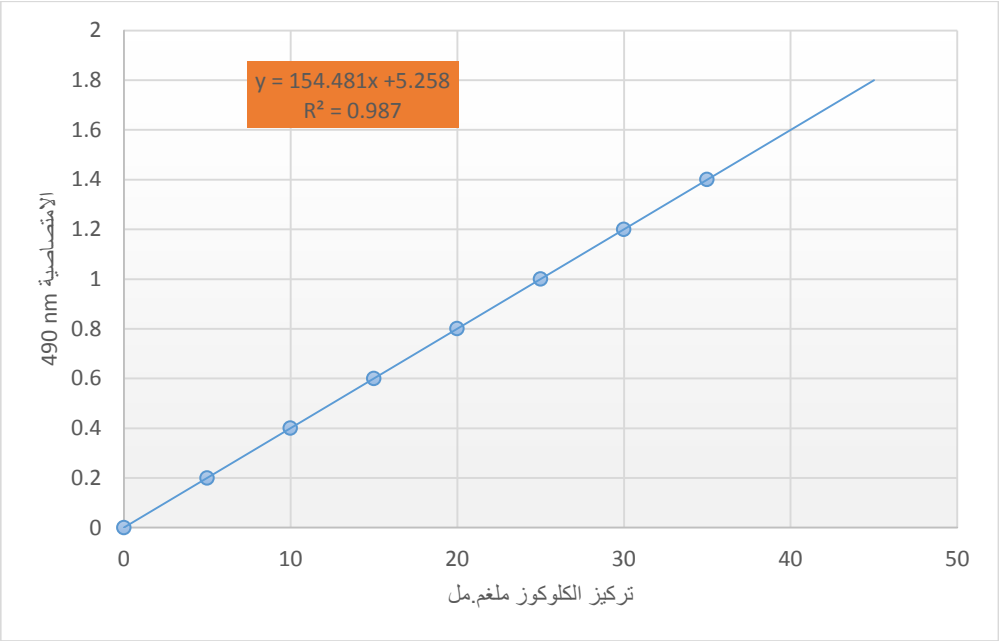
٣-٤-٣-٢ محتوى الأوراق من الكربوهيدرات الذائبة الكلية (ملغم ١٠٠ غم وزن جاف$^{-1}$):

تم تقدير كمية الكربوهيدرات وفقا للعالم (Herbert وأخرون،١٩٧١) في الأنسجة النباتية وذلك بسحق (٠.١) غم من العينة المجففة والمطحونة مع ١٠ مل ماء مقطر وفصل الراشح بجهاز الطرد المركزي بسرعة ١٥٠٠ دورة.دقيقة$^{-1}$ ، ثم أخذ ١ مل من الراشح وأضيف له ١ مل من كاشف الفينول (٥%) و٥ مل من حامض الكبريتيك المركز(H_2SO_4)، ترك المحلول ليبرد لمده ٢٥ دقيقة، تم القياس بقراءة الامتصاص الضوئي بوساطة جهاز UV-Visible Spectrophotometer على طول موجي ٤٩٠ نانوميتر، تم تحضير عينة المحلول القياسي إذ تحتوي هذه العينة على كافة المواد المستخدمة في التجربة ماعدا العينة النباتية، أما المنحني القياسي فقد تم أخذ (٥٠،١٠٠،١٥٠،٢٠٠ ملغم.غم-١ كلوكوز) وأذيب كل منها في ١٠٠مل ماء مقطر، ثم أخذ من كل تركيز ١مل فينول بتركيز (٥%) و٥مل من حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4)، ثم أخذت قراءات الامتصاص الضوئي على طول موجي (٤٩٠ نانوميتر) لكل المحاليل ، وسجلت البيانات لإنشاء المنحني القياسي لسكر الكلوكوز.

(Y= ١٥٤.٤٨١ X + ٥.٢٥٨)

X : محتوى الأنسجة النباتية من الكربوهيدرات الذائبة الكلية (ملغم ١٠٠غم وزن جاف$^{-1}$).

Y : الامتصاص الضوئي.



الشكل (٣) المنحنى القياسي للكربوهيدرات

تقدير بعض العناصر الغذائية: -

٣-٤-٣-٣ هضم وتحضير العينات: -

أخُذت أوراق النباتات لكل وحدة تجريبية، وغسلت الأوراق بالماء لإزالة الغبار والأتربة، ومن ثم جففت على الهواء في المختبر، ومن ثم في الفرن الكهربائي (Oven) على درجة حرارة ٧٠ ْم حتى ثبات الوزن ومن بعدها طحنت ووضعت بعلب بلاستيكية محكمة الغلق ، تم اخذ (٠.٢ غم) من المادة الجافة المطحونة ووضعت في دورق هضم سعة (١٠٠مل)، ومن ثم أُضيف لها (٥ مل) من حاض الكبريتيك H_2SO_4 المركز وترك لمدة (٢٤) ساعة ، ومن ثم تم إضافة (٣ مل) من الخليط الحامضي (خليط الهضم) الذي حضر من (٤ %) من حامض البيروكلوريك المركز $HCLO_4$ و(٩٦ %) من حامض الكبريتيك المركز H_2SO_4 ، ووضع على المصدر الحراري حتى اصبح المحلول رائق، رفعت العينات من جهاز الهضم وتركت لتبرد، ثم اكمل الحجم الى (٥٠ مل) بالماء المقطر، حفظت النماذج بقناني زجاجية معلمة لحين استعمالها حسب ما جاء بطريقة Cresser وParsons (١٩٧٩)، وبعد اكتمال عملية الهضم قُدرت العناصر الآتية:

٣-٤-٣-٤ تقدير تركيز النتروجين في الأوراق %

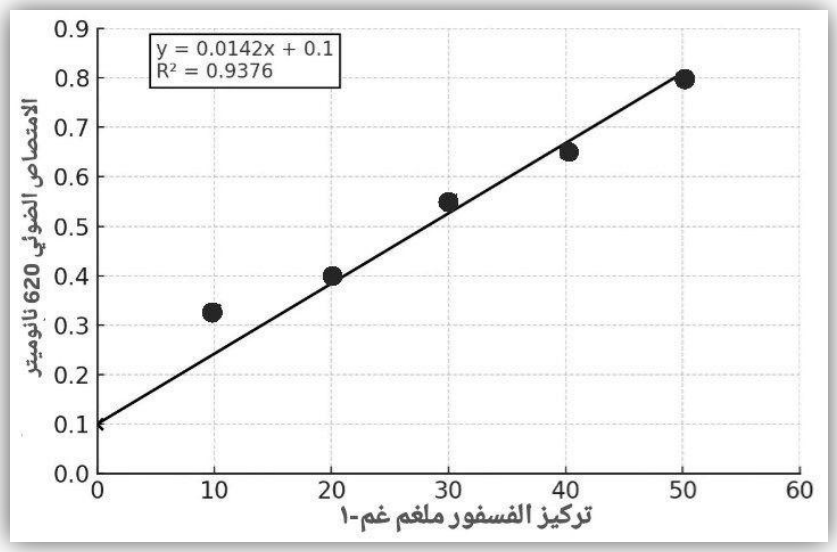
قُدرت نسبة النتروجين في باستخدام جهاز Microkjldal وحسب الطريقة المذكورة من قبل (الفرطوسي وآخرون، ٢٠٢٣) عن طريق أخذ ١٠ مل من العينة المهضومة وإضافة ١٠ مل من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز ٤٠%، ثم أجريت عملية التقطير ومن ثم جمعت الأمونيا في دورق زجاجي يحتوي على ١٠ مل من خليط حامض البوريك بتركيز (٢%) مع صبغة المثيل الحمراء ومن ثم تم التسحيح بواسطة حامض الهيدروكلوريك HCl.

ووفقا للمعادلة الاتية:

$$\text{النتروجين}(\%) = \frac{\text{حجم الحامض المستهلك} \times \text{عيارية الحامض} \times ١٤ \times \text{حجم التخفيف}}{\text{حجم العينة} \times \text{وزن العينة المهضومة} \times ١٠٠٠} \times ١٠٠$$

٣-٤-٣-٥ تقدير تركيزالفسفور في الأوراق %

قُدرت النسبة المئوية للفسفور في الأوراق وحسب طريقة (الصحاف ،١٩٨٩) بجهاز Spectrophotometer وبطول موجي٦٢٠ نانوميتر وذلك باستخدام مولبيدات الأمونيوم وتمت الطريقة بأخذ (١٠مل) من العينة المهضومة وضعت في دورق وأكمل الحجم إلى (٥٠ مل) بالماء المقطر ومن ثم تم أخذ (١٠ مل) من المحلول ووضعة في دورق سعة (١٠٠ مل) ويضاف الية ٠ غم من حامض الأسكوربيك و(٤ مل) من مولبيدات الأمونيوم ثم تم تسخين المحتويات على صفيحة ساخنة (Hot plat) حتى أصبح اللون محلول أزرق ثم أكمل الحجم إلى (١٠٠ مل) بالماء المقطر ومن ثم تم القراءة على طول موجي ٦٢٠ نانوميتر.



الشكل (٤) المنحنى القياسي للفسفور

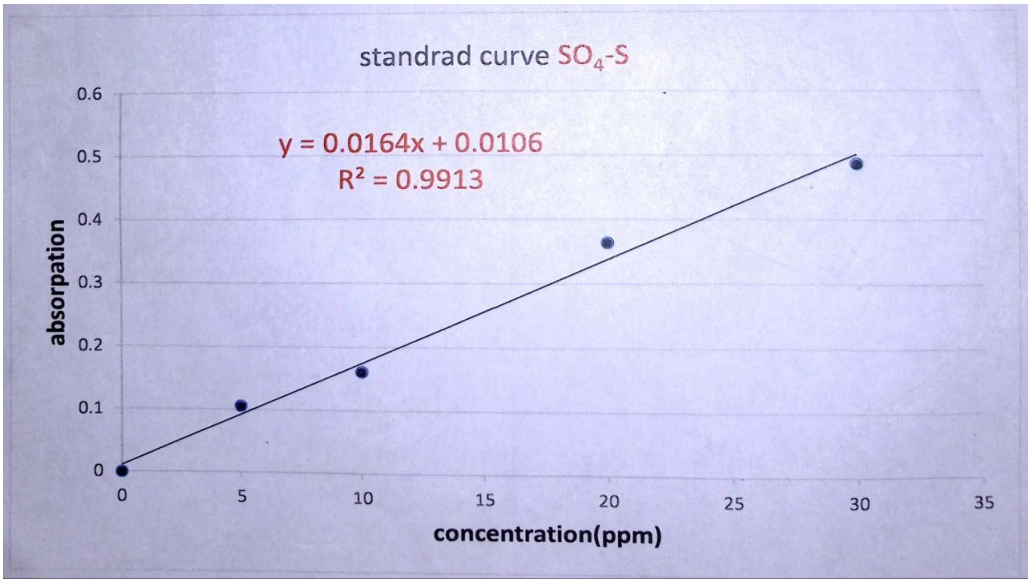
٣-٤-٣-٦ تقدير تركيز البوتاسيوم في الأوراق %

قُدر البوتاسيوم باستعمال جهاز Flame photometer. حسب ما ذكر في الفرطوسي وآخرون، (٢٠٢٣).

٣-٤-٣-٧ تقدير تركيزالكبريت (ملغم لتر$^{-1}$)

تم تقدير الكبريت حسب طريقة العالم (Williams وsteinbergs، ١٩٥٩) وباستخدام جهاز spectrophotometerوعلى طول موجي ٤٧٠ nm عن طريق وزن ٠.١ غم من العينة النباتية وتوضع في دورق ويضاف اليها ٢٥ مل من كلوريد الكالسيوم ثنائي الماء $CaCL_2.2H_2O$ ٠.١٥% وترج لمدة ٣٠ دقيقة على جهاز رج كهربائي ترددي (١٨٠ دورة / دقيقة) ومن ثم يتم ترشيح المعلق بورق الترشيح وتعطي هذه الطرقة مستخلص عديم اللون ومن ثم يتم أخذ ١٠ مل من المستخلص ويضاف اليها ١ مل من حمض كلور الماء فضلاً عن ٥ مل من السوربيتول ٧٠% وأخيرا يضاف ١غم من كلوريد الباريوم البلوري ومن ثم يرج على جهاز الرج لمدة ٣٠ ثانية لإذابة كلوريد الباريوم ومن ثم يتم قراءة الامتصاص الضوئي للعينات تحضير المنحنى القياسي والخط البياني للمحاليل القياسية ومن ثم قراءة التركيز من الخط البياني . وحسب المعادلة الأتية:

الكبريت ملغم لتر$^{-1}$ =الحجم الكلي للمستخلص (مل)/ وزن العينة (غم)



الشكل (٥) المنحنى القياسي للكبريت

٣-٤-٣-٨ تقدير نسبة البروتين الكلية في الأوراق %

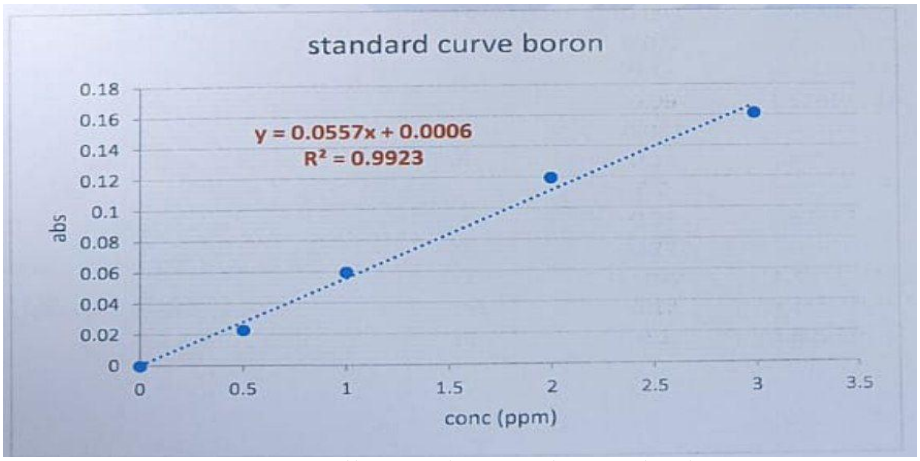
قُدرت نسبة البروتين على أساس الوزن الجاف حسب (A.O.A.C، ١٩٧٠) وعن طريق المعادلة الآتية:

نسبة البروتين (%) = نسبة النتروجين الكلي × ٦.٢٥

٣-٤-٣-٩ تقدير تركيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)

تم قياس البورون في النبات حسب طريقة حمض كلور الماء المخفف أو طريقة محلول HCL المخفف للعالم (Ponnamperuma وآخرون ١٩٨١) كون هذه الطريقة بسيطة واقتصادية واكثر كفاءة وتتم طريقة العمل كالاتي تزن ٠.١ غم من العينة النباتية وتهضم ب HCL وتخفف إلى ١٠٠ مل من الماء المقطر ومن ثم يؤخذ ١ مل من العينة وتوضع في انبوبة سعة ١٠ مل ويضاف اليها ٢ مل من المحلول المنظم (الذي يتم تحضيره عن طريق إذابة ٢٥٠ غم من خلات الأمونيوم (NH_4OAC) و١٥ غم من حامض أثلين ثنائي أمين رباعي الخليك وملح ثنائي الصوديوم في ٤٠٠ مل م الماء المقطر ثم يضاف تدريجيا ١٢٥ مل من حامض الخليك الثلجي CH_3COOH ثم يمزج جيداً) و٢ مل من محلول الأيزوميثان-H الذي يتم تحضيره من إذابة ٠.٤٥ غم من من الايزوميثان –H في ١٠٠ مل من حامض الاسكوربيك ١%) ويقاس على طول موجي ٤٢٠ nm ويتم تحضير الخط البياني للمحاليل القياسية وذلك برسم خط بياني بين قراءات الامتصاص الضوئي وتراكيز البورون في المحاليل القياسية على التوالي ويحسب عن طريق المعادلة الآتية :

البورون (ملغم لتر$^{-1}$) =حجم العينة (مل) / وزن العينة (غم)



الشكل (٦) المنحنى القياسي للبورون

٣-٤-٤- تقدير المركبات الفعالة

٣-٤-٤-١ تقدير محتوى اوراق النبات من الزيوت الطيارة:

تم تقدير محتوى أوراق النبات من الزيوت الطيارة باستعمال تقانة جهاز كروماتوغرافيا السائل ذي الأداء العالي (High – Performance Liquid Chromatography) (HPLC) على وفق طريقة Liang وآخرون (٢٠١٠)، وتحت الظروف الآتية: -

نوع الجهاز :HPLC.

الشركة والموديل :Shimadzu ١٠ AV- LC.

عمود الفصل HPLC column :Lichrospher CN (٤.٦mm x ١٠٠mm, ٣µm).

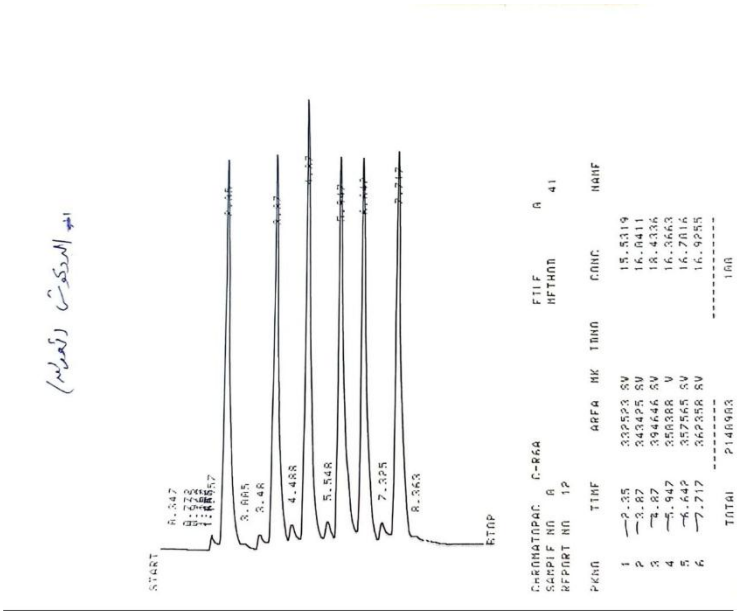
Mobile phase:الطور المتحرك ١٪ acetic in deionized water:٠.١٪ phosphoric acid :(٨٨:١٢:٠.١,v/v)

Detection:الطول الموجي Uv set wavelength was ٢٨٠ nm.

Flow rate سرعة الجريان :١.٣ ml/min.

Temperature:درجة الحرارة ٣٠C.

Seq	Subjects	Retention time minute	Area µ volt
١	Terpinene ٤-ol	٢.٣٥	٣٣٢٥٢٣
٢	Cis sabinene hydrate	٣.٨٧	٣٤٣٤٢٥
٣	α-terpene	٤.٨٧	٣٩٤٦٤٦
٤	β-cymen	٥.٩٤٧	٣٥٠٣٨٨
٥	Thymol	٦.٦٤٢	٣٥٧٥٦٥
٦	Carvone	٧.٧١٧	٣٦٢٣٥٨



وتم الحساب وفق المعادلة الحسابية (Calculation)التالية: -

$$\text{تركيز المجهول}(\mu g.\ ml^{-1}) = \frac{\text{مساحة حزمة النموذج}}{\text{مساحة حزمة القياس}} \text{ تركيز القياس } \times \text{ عدد مرات التخفيف}$$

٥- التحليل الإحصائي: -

حُللت بيانات التجربة إحصائياً بوصفها تجربة عاملية على وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Block Design (RCBD) وباستخدام البرنامج الإحصائي Genestat، وقورنت المتوسطات باستعمال أقل فرقاً معنوياً (LSD)، عند مستوى احتمال ٠.٠٥ (الأسدي، ٢٠١٩).

٤-النتائج والمناقشة Results and discussion

٤-١ صفات النمو الخضري

٤-١-١ ارتفاع النبات (سم)

تبين النتائج في الجدول (٣) وجدول تحليل التباين الملحق (٢) إلى وجود تأثير معنوي للرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في ارتفاع نبات البردقوش، إذْ بينت النتائج تفوق معاملة الرش بالثيوريا بالتركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) وسجلت اعلى متوسط بلغ (٢٧.٨٦ سم)، بينما اعطى تركيز (٧٥٠ ملغم لتر$^{-1}$) اقل متوسط بلغ (٢٣.٧٢ سم). وكذلك اشارت نتائج الجدول ذاته إلى تفوق معاملة رش عنصر البورون بتركيز (١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) وأعطى أعلى متوسط بلغ (٢٨.٢٦ سم)، بينما اعطى تركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) اقل متوسط (٢٣.٧٧ سم). اشار التداخل بين تراكيز رش الثيوريا والبورون انه كان معنوياً أذ تفوقت معاملة التداخل T١B٣ بتسجيل اعلى متوسط بلغ (٢٩.٤٥ سم)، في حين اعطت المعاملة T٢B١ اقل متوسط إذْ بلغت (٢١.٣٨ سم).

الجدول (٣) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في ارتفاع نبات البردقوش (سم)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	٢٣.٣٥	٢٣.٢٨	٢١.٩٤	٢٦.٥٠	٢٣.٧٧
٢٥(B١)	٢٢.٨٧	٢٤.٧٠	٢١.٣٨	٢٨.٢٥	٢٤.٣٠
٥٠(B٢)	٢٣.٢٣	٢٣.٨٣	٢٤.١٦	٢٧.٤٦	٢٤.٦٧
١٠٠(B٣)	٢٦.٩١	٢٩.٤٥	٢٧.٤٢	٢٩.٢٥	٢٨.٢٦
LSD٠.٠٥	٣.٠٥٩				١.٥٢٩
متوسط الثيوريا	٢٤.٠٩	٢٥.٣٢	٢٣.٧٢	٢٧.٨٦	
LSD٠.٠٥	١.٥٢٩				

٤-١-٢ قطر الساق (ملم)

توضح النتائج في جدول (٤) وجدول تحليل التباين الملحق (٢) إلى وجود تأثير معنوي للرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في صفة قطر الساق لنبات البردقوش، إذ تشير النتائج إلى تفوق معاملة الرش بالثيوريا بالتركيز (١٠٠٠ملغم لتر$^{-1}$) وسجلت اعلى متوسط بلغ (١.٨٠٦ ملم)، بينما اعطى التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) اقل متوسط بلغ (١.٤٦٩ ملم). وكذلك تشير نتائج الجدول ذاته إلى تفوق معاملة رش البورون بتركيز (١٠٠ملغم لتر$^{-1}$) والتي اعطت اعلى متوسط بلغ (١.٧٣٧ ملم)، بينما اعطى التركيز (٠ ملغم لتر $^{-1}$) اقل متوسط بلغ (١.٣٨٥ ملم). كان للتداخل بين رش الثيوريا والبورون تأثيراً معنوياً أذ تفوقت معاملة التداخل T٣B٢ في تسجيل اعلى متوسط بلغ (٢.٠٨٠ ملم) في حين اعطت المعاملة T٠B١ اقل متوسط بلغ (١.٢٤٠ ملم).

الجدول(٤) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في قطر الساق (ملم) لنبات البردقوش الحلو

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠ (T٠)	٥٠٠ (T١)	٧٥٠ (T٢)	١٠٠٠ (T٣)	
٠ (B٠)	١.٣٨٠	١.٢٧٧	١.٣٥٣	١.٥٣٠	١.٣٨٥
٢٥ (B١)	١.٢٤٠	١.٦٥٠	١.٥٨٧	١.٦٣٣	١.٥٢٧
٥٠ (B٢)	١.٥٦٠	١.٦٠٣	١.٦١٠	٢.٠٨٠	١.٧١٣
١٠٠ (B٣)	١.٦٩٧	١.٧٥٧	١.٥١٣	١.٩٨٠	١.٧٣٧
LSD٠.٠٥	٠.٢٧١٤				٠.١٣٥٧
متوسط الثيوريا	١.٤٦٩	١.٥٧٢	١.٥١٦	١.٨٠٦	
LSD٠.٠٥	٠.١٣٥٧				

٤-١-٣ عدد الافرع في النبات (فرع نبات$^{-1}$)

أظهرت نتائج التجربة (جدول ٥) وجدول تحليل التباين الملحق (٢)، إلى وجود تأثير معنوي للرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في صفة عدد الأفرع لنبات البردقوش اذ تشير النتائج إلى تفوق معاملة الرش بالثيوريا بالتركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) وسجلت اعلى متوسط بلغ (١٧.٦٤ فرع نبات$^{-1}$)، بينما اعطى تركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) اقل متوسط بلغ (١٤.٣٨فرع نبات$^{-1}$). وكذلك تشير نتائج الجدول ذاته إلى تفوق معاملة رش عنصر البورون بتركيز (١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) إذ اعطى اعلى متوسط بلغ (١٧.٢٦ فرع نبات$^{-1}$)، بينما اعطى تركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) أقل متوسط بلغ (١٤.٣٩ فرع نبات$^{-1}$). اما التداخل بين تراكيز رش الثيوريا والبورون كان معنوياً إذ تفوقت معاملة التداخل T٣B٢ في تسجيل اعلى متوسط بلغ (١٨.٦٨ فرع نبات$^{-1}$) في حين اعطت المعاملة T٠B٢ أقل متوسط إذ بلغت (١٢.٥٧فرع نبات $^{-1}$).

الجدول (٥) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في عدد الافرع لنبات البردقوش الحلو فرع نبات$^{-1}$

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	١٣.٩٩	١٢.٦٠	١٤.٠٨	١٦.٩٠	١٤.٣٩
٢٥(B١)	١٢.٥٧	١٥.٢٣	١٥.٤٨	١٦.٧٣	١٥.٠٠
٥٠(B٢)	١٤.٥٨	١٣.٤٠	١٦.٥٠	١٨.٦٨	١٥.٧٩
١٠٠(B٣)	١٦.٣٨	١٦.٤٠	١٨.٠٢	١٨.٢٣	١٧.٢٦
LSD٠.٠٥	١.٨٦١				٠.٩٣١
متوسط الثيوريا	١٤.٣٨	١٤.٤١	١٦.٠٢	١٧.٦٤	
LSD٠.٠٥	٠.٩٣١				

٤-١-٤ مساحة الورقة (سم^{٢})

تشير نتائج جدول (٦) وجدول تحليل التباين الملحق (٢) إلى وجود تأثير معنوي للرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في صفة مساحة الورقة لنبات البردقوش، إذْ تشير النتائج إلى تفوق معاملة الرش بالثيوريا بالتركيز (٧٥٠ ملغم لتر$^{-١}$) وسجل اعلى متوسط لمساحة الورقة إذ بلغ (٠.٩٣٨ سم^{٢}) بينما اعطى تركيز (٠ ملغم لتر$^{-١}$) اقل متوسط بلغ (٠.٨٢٤ سم^{٢})، وكذلك بينت نتائج الجدول ذاته إلى تفوق معاملة رش عنصر البورون بتركيز (١٠٠ملغم لتر$^{-١}$) اعطى اعلى متوسط بلغ (٠.٩٥٥ سم^{٢})، بينما اعطى تركيز (٠ ملغم لتر$^{-١}$) اقل متوسط (٠.٧٧٤ سم^{٢})،بين التداخل بين تراكيز رش الثيوريا والبورون انه كان معنوياً إذْ تفوقت معاملة التداخل في تسجيل اعلى متوسط بلغ (١.١٣٧سم^{٢}) عند معاملةT٢B٢ في حين اعطت المعاملة T٠B٠ اقل متوسط إذ بلغت (٠.٦٤٨ سم^{٢}).

الجدول (٦) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في مساحة الورقة لنبات البردقوش الحلو سم^{٢}

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-١}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-١}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	٠.٦٤٨	٠.٧١٧	١.٠٠٨	٠.٧٢٢	٠.٧٧٤
٢٥(B١)	٠.٨٦٦	٠.٨٩٥	٠.٨١٨	٠.٨٢٩	٠.٨٥٢
٥٠(B٢)	٠.٧٩٧	٠.٨٥٩	١.١٣٧	٠.٩٥٢	٠.٩٣٦
١٠٠(B٣)	٠.٩٨٦	١.١٣٤	٠.٧٨٩	٠.٩١٢	٠.٩٥٥
LSD٠.٠٥	٠.٢٠٨١				٠.١٠٤١
متوسط الثيوريا	٠.٨٢٤	٠.٩٠١	٠.٩٣٨	٠.٨٥٤	
LSD٠.٠٥	٠.١٠٤١				

٤-١-٥ نسبة المادة الجافة للمجموع الخضري (%)

أظهرت النتائج في جدول (٧) وجدول تحليل التباين الملحق (٢) إلى وجود تأثير معنوي للرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في نسبة المادة الجافة لنبات البردقوش، إذْ تشير النتائج إلى تفوق معاملة الرش بالثيوريا بالتركيز (١٠٠٠ملغم لتر$^{-1}$) وسجلت اعلى متوسط بلغ (٢١.٤١%) بينما اعطى تركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) أقل متوسط بلغ (١٨.٦٠%). وكذلك اشارت نتائج الجدول ذاته إلى تفوق معاملة رش عنصر البورون بتركيز (١٠٠ملغم لتر$^{-1}$) وأعطى اعلى متوسط بلغ (٢١.٦١%)، بينما أعطى تركيز (٢٥ملغم لتر $^{-1}$) أقل متوسط بلغ (١٧.٩٢٪). إمّا التداخل بين تراكيز رش الثيوريا والبورون فكان معنوياً أذ تفوقت معاملة التداخل في تسجيل اعلى متوسط بلغ (٢٤.٩٧%) عند معاملة T٣B٣ في حين اعطت المعاملة T٠B٠ اقل متوسط إذْ بلغت (١٧.٢٠٪).

الجدول (٧) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في نسبة المادة الجافة للمجموع الخضري لنبات البردقوش الحلو %

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	١٧.٢٠	١٨.٦٥	١٨.٣٤	١٨.٦٣	١٨.٢١
٢٥(B١)	١٧.٦٨	١٨.٥٣	١٧.٨٠	١٧.٦٨	١٧.٩٢
٥٠(B٢)	٢١.١٧	١٨.٢٥	٢٠.٧٩	٢٤.٣٧	٢١.١٤
١٠٠(B٣)	١٨.٣٧	٢١.١٧	٢١.٩٣	٢٤.٩٧	٢١.٦١
LSD٠.٠٥	٢.٥٦٥				١.٢٨٣
متوسط الثيوريا	١٨.٦٠	١٩.١٥	١٩.٧٢	٢١.٤١	
LSD٠.٠٥	١.٢٨٣				

٤-٢ الصفات الجذرية:

٤-٢-١ طول الجذر (سم)

تشير النتائج في جدول (٨) وجدول تحليل التباين الملحق (٢) إلى وجود فرق معنوي عند رش النبات بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في صفة طول الجذر لنبات البردقوش الحلو اذ تفوق متوسط الثيوريا عند تركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) وبلغ (١٥.٠٤٢ سم) عندما كان أقل متوسط (٩.٢٥٨ سم) عند تركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$)، أما البورون كان تأثيره معنوي وأعطى اعلى متوسط عند تركيز (١٠٠ ملغم-١) وكان (١٣.٤٤٢ سم) أما أقل متوسط كان عند تركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) بلغ (١٠.١٦٧ سم) ، فضلاً عن التداخل بين رش الثيوريا والبورون أعطى نتائج معنويه بمعاملة المقارنة التي بلغ متوسطها (٨.٣٣٣ سم) واعلى متوسط بلغ (١٦.٦٣٣سم) عند معاملة T٣B٢ .

الجدول (٨) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في طول الجذر لنبات البردقوش الحلو (سم)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	٨.٣٣٣	٩.٦٠٠	١٠.٦٠٠	١٢.١٣٣	١٠.١٦٧
٢٥(B١)	٨.٩٦٧	١٠.٢٠٠	١٢.٥٠٠	١٤.٩٦٧	١١.٦٥٨
٥٠(B٢)	٩.٣٦٧	١١.١٣٣	١٣.٧٣٣	١٦.٦٣٣	١٢.٧١٧
١٠٠(B٣)	١٠.٣٦٧	١٢.٣٣٣	١٤.٦٣٣	١٦.٤٣٣	١٣.٤٤٢
LSD٠.٠٥	٠.٥٤٢٤				٠.٢٧١٢
متوسط الثيوريا	٩.٢٥٨	١٠.٨١٧	١٢.٨٦٧	١٥.٠٤٢	
LSD٠.٠٥	٠.٢٧١٢				

٤-٢-٢ النسبة المئوية للمادة الجافة للمجموع الجذري %:

تشير نتائج (جدول ٩) وجدول تحليل التباين الملحق (٢)إلى وجود تأثير معنوي للرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في النسبة المئوية للمادة الجافة للمجموع الجذري لنبات البردقوش الحلو ، إذ تُشير النتائج إلى تفوق معاملة الرش بالثيوريا بالتركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) وسجل اعلى متوسط للنسبة المئوية للمادة الجافة للمجموع الجذري إذ بلغ (٨٠.٧٣%) بينما اعطى تركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) أقل متوسط بلغ (٥٧.٢٠%). وكذلك بينت نتائج الجدول ذاته إلى تفوق معاملة رش عنصر البورون بتركيز (١٠٠ملغم لتر$^{-1}$) اعطى أعلى متوسط بلغ (٧٤.٦٢%)، بينما اعطى تركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) أقل متوسط (٦١.٦٤%). بين التداخل بين تراكيز رش الثيوريا والبورون إنّه كان معنوياً إذ تفوقت معاملة التداخل في تسجيل اعلى متوسط بلغ (٨٦.٢٧%) عند معاملة T٣B٣ في حين اعطت المعاملة T٠B٠ اقل متوسط إذ بلغت (٥١.٢٣%).

الجدول (٩) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في النسبة المئوية للمادة الجافة للجذر في نبات البردقوش الحلو (%)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	٥١.٢٣	٥٩.٢٣	٦٦.١٣	٦٩.٩٧	٦١.٦٤
٢٥(B١)	٥٤.٧٨	٦٢.٣٠	٧٥.٩٧	٨١.٤٧	٦٨.٦٣
٥٠(B٢)	٥٨.٧٣	٦٤.١٧	٧٥.٤٣	٨٥.٢٣	٧٠.٨٩
١٠٠(B٣)	٦٤.٠٣	٦٨.٠٧	٨٠.١٣	٨٦.٢٧	٧٤.٦٢
LSD٠.٠٥	٣.٤٨٠				١.٧٤٠
متوسط الثيوريا	٥٧.٢٠	٦٣.٤٤	٧٤.٤٢	٨٠.٧٣	
LSD٠.٠٥	١.٧٤٠				

٤-٢-٣ حجم المجموع الجذري (سم^{٣})

بين الجدول (١٠) وجدول تحليل التباين الملحق (٢) أن للثيوريا والبورون تأثير معنوي على حجم المجموع الجذري لنبات البردقوش الحلو، إذ وجد عند رش النبات بالثيوريا بتركيز (٧٥٠ ملغم لتر$^{-١}$) كان له تأثير معنوي على حجم الجذر اذ اعطت اعلى متوسط وبلغ (١.١٤٩سم^{٣}) وأقل متوسط كان بلغ (٠.٥٨٨ سم^{٣})عند تركيز(٠ ملغم لتر$^{-١}$) ، وكذلك رش البورون كان له تأثير معنوي على حجم الجذر عن استخدام (٥٠ملغم لتر$^{-١}$) اعطت أعلى متوسط بلغ (١.٠١٨ سم^{٣}) وأقل متوسط (٠.٦٥٦ سم^{٣}) عند (٠ ملغم لتر$^{-١}$) ، اما التداخل بين الثيوريا والبورون كان تأثيره معنوياً على صفة حجم الجذر أذ أعطت معاملة T٢B٢ أعلى متوسط بلغ عندها (١.٦٦٧ سم^{٣}) وأقل معاملة عند T٠B٠ كان (٠.٤٩٧ سم^{٣})

الجدول (١٠) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في حجم المجموع الجذري لنبات البردقوش الحلو (سم^{٣})

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-١}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-١}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	٠.٤٩٧	٠.٦٥٠	٠.٧١٠	٠.٧٦٧	٠.٦٥٦
٢٥(B١)	٠.٥٦٣	٠.٧١٠	٠.٨٩٠	٠.٨٥٣	٠.٧٥٤
٥٠(B٢)	٠.٦٢٣	٠.٧٧٣	١.٦٦٧	١.٠٠٧	١.٠١٨
١٠٠(B٣)	٠.٦٦٧	٠.٧٩٠	١.٣٣٠	١.٢٣٠	١.٠٠٤
LSD٠.٠٥	٠.١٧٨٨				٠.٠٨٩٤
متوسط الثيوريا	٠.٥٨٨	٠.٧٣١	١.١٤٩	٠.٩٦٤	
LSD٠.٠٥	٠.٠٨٩٤				

أشارت نتائج التحليل الاحصائي في الجداول (٣-١٠) لعدد من الصفات الخضرية والجذرية لنبات البردقوش الحلو ومعرفة تأثيرات عوامل الدراسة المتمثلة بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما على هذه الصفات قد اعطت نتائج رش بالثيوريا زيادة ملحوظة في ارتفاع النبات وقطر الساق الخضري وعدد الافراع فضلاً عن مساحة الورقة ونسبة المادة الجافة، بالأضافة إلى زيادة الصفات الجذرية. يعزى السبب وراء التأثير الإيجابي للثيوريا إلى كونها تتكون من عنصرين اساسين هما النيتروجين والكبريت إذ يعمل النيتروجين على تحسين نشاط هرمونات النمو مما ينعكس ذلك على زيادة انقسام الخلايا ونموها اما الكبريت يساعد في تكوين البروتين الذي يعد المكون الرئيسي للهيكل الحيوي للنبات إذ يدخل الكبريت في تكوين بعض الاحماض الأمينية (Meena وآخرون ،٢٠٢٣). ويعود سبب زيادة نسية المادة الجافة نتيجة رش الثيوريا إلى تحسين صفات النمو وزيادة مستقبلات الضوء، وزيادة عملية البناء الضوئي ، كما تساهم صيغة الثيوريا المستقرة في البناء الحيوي للأنزيمات والبروتينات وقدرتها على زيادة نشاط انزيم اختزال النترات مما يساهم في زيادة تراكم المادة الجافة في النبات (Sachin وآخرون ،٢٠١٩) ، ربما أدى رش الثيوريا إلى ادامة الضغط الانتفاخي للخلايا مما ينعكس على زيادة مساحة الورقة (Meena وآخرون ،٢٠٢٣) ، إنَّ الرش الورقي للثيوريا يساعد على امتصاص العناصر الغذائية التي سوف يكون تأثيرها ايجابياً على زيادة محتوى الجزء النباتي من الكلوروفيل (Meena وآخرون ٢٠٢٣) وهذا انعكس على زيادة نسبة المادة الجافة. نتائج مشابهة وفقًا لنتائج الدراسة، أدى رش نباتات البردقوش بالثيوريا بتركيز (٧٥٠ ملغم لتر$^{-1}$) إلى انخفاض متوسط ارتفاع النبات مقارنةً بمعاملة عدم الرش، لكن المعاملة (٥٠٠و١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) عززت النمو بشكل ملحوظ. ان العلاقة غير الخطية بين الثيوريا وارتفاع النبات ربما تفسر إلى ان تركيز ٧٥٠ ملغم لتر$^{-1}$ قد يكون أقل من الحد الفسيولوجي المطلوب لتنشيط الفعاليات الحيوية في النبات والذي ربما أدى إلى تثبيط النمو نتيجة اختلال امتصاص العناصر الغذائية، بينما في الجانب المقابل، ربما التركيز العالي (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) كان ملائماً أو مثالياً لتنشيط النشاط الايضي النباتي ومنها بناء الهرمونات والتمثيل الغذائي وهذا انعكس في إعطاء زيادة معنوية لارتفاع النبات وهناك العديد من الدراسات تدعم هذا التفسير(Malav،٢٠٢٢).

كان للبورون تأثيرٌ معنويٌّ عند رشّه على المجموع الخضري للنبات، إذ أعطت التراكيز المُستخدمة زيادةً معنويةً في الصفات المدروسة (٣-١٠). الرش الورقي للبورون على النبات يؤدي إلى تعزيز إنقسام الخلايا وإتساع الأوراق وزيادة امتصاص الضوء ومن ثم يؤدي إلى تحسين النمو الخضري للمحاصيل (Kohli وآخرون، ٢٠٢٣)، يُعدّ البورون من العناصر الضرورية لتكوين جدار الخلية وسلامة الأغشية، ويساعد في نقل السكريات، ويؤثّر في ١٦ وظيفة على الأقل ومنها انقسام الخلايا، وتكوين النشاء، وتخليق الكربوهيدرات، وتكوين الأحماض النووية، وتخليق وحركة الهرمونات (Shireen وآخرون، ٢٠١٨؛ Al-Juheishy، ٢٠٢٠). وهذا ما اظهرته الدراسات السابقة في دور البورون في تعزيز صفات نمو النباتات (Shaker وRasool، ٢٠٢٣؛ Hasan وMassa، ٢٠٢٣). النتائج كذلك أظهرت الدور الذي لعبه البورون في تعزيز صفات النمو الجذرية (٨-١٠)، أذ يدخل هذا العنصر في تركيب البكتينات في جدران الخلايا مما يساعد في مرونتها وصلابتها وهو أمر اساسي في نمو الانسجة الجذرية، ويظهر دورة الواضح في استطالة القمم النامية للجذور وهذا يعكس دوره الحيوي في انقسام الخلايا مما يحفز نمو الجذور وتفرعاتها (Srivastava وآخرون،٢٠٢٥).

٤-٣ الصفات الكيميائية: -

٤-٣-١ محتوى الكلوروفيل الكلي في الأوراق (ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن طري)

كَشفت نتائج الجدول (١١) وجدول تحليل التباين الملحق (٣) إلى وجود تأثير معنوي للرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في صفة محتوى الكلوروفيل لنبات البردقوش، اذ بينت هذه النتائج إلى تفوق معاملة الرش بالثيوريا عند تركيز (١٠٠٠ملغم لتر$^{-1}$) سجلت أعلى متوسط (٤٤.٢٨ ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن طري)، بينما اعطى تركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) أقل متوسط بلغ عند (٢٤.٥١ ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن طري). كذلك تشير نتائج الجدول ذاته إلى تفوق معاملة رش

الجدول (١١) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في محتوى الكلوروفيل لأوراق نبات البردقوش الحلو (ملغم١٠٠ غم$^{-1}$ وزن طري)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	١٥.٤٩	١٨.٥٦	٢٧.٧٠	٢٩.٨٣	٢٢.٨٩
٢٥(B١)	٢٠.٣٣	٣٠.٩١	٣١.٢٤	٣٨.٦٩	٣٠.٢٩
٥٠(B٢)	٣٠.٢٤	٣١.٤٦	٢٣.٠٢	٥٧.٩١	٣٥.٦٦
١٠٠(B٣)	٣١.٩٨	٣٥.٩٣	٤٤.٢٦	٥٠.٧٠	٤٠.٧٢
LSD٠.٠٥	٧.٧٢٦				٣.٨٦٣
متوسط الثيوريا	٢٤.٥١	٢٩.٢٢	٣١.٥٥	٤٤.٢٨	
LSD٠.٠٥	٣.٨٦٣				

عنصر البورون بتركيز (١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) أعطى أعلى متوسط بلغ (٤٠.٧٢ ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن طري)، بينما اعطى تركيز (٠ ملغم لتر $^{-1}$) اقل متوسط بلغ (٢٢.٨٩ م ملغم١٠٠ غم$^{-1}$ وزن طري). اعطى التداخل بين تراكيز رش الثيوريا والبورون تأثيراً معنوياً أذ تفوقت معاملة التداخل

T٣B٢ بتسجيل اعلى متوسط بلغ (٥٧.٩١ ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن طري)، في حين اعطت المعاملة T٠B٠ أقل متوسط بلغ (١٥.٤٩ ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن طري).

٤-٣-٢ محتوى الاوراق من الكربوهيدرات الذائبة الكلية (ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن جاف)

توضح نتائج جدول تحليل التباين الملحق (٣) وجدول النتائج (١٢) التأثير المعنوي للرش بالثيوريا والبورون على محتوى الكربوهيدرات لنبات البردقوش الحلو إذ كان تأثير الرش بالثيوريا معنوياً عند تركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) كونه اعطى أعلى متوسط (٣٤.٩١١ ملغم

الجدول (١٢) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في محتوى الكربوهيدرات لأوراق نبات البردقوش الحلو (ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن جاف)

١٠٠غم$^{-1}$ وزن جاف)، بينما بلغ اقل متوسط (١٢.٨٣٩ ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن جاف) عند التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$). رش البورون اعطى أعلى متوسط (٢٧.١٤٦ ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن جاف) عند التركيز (١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) وأقل متوسط (١٨.٠٠٧ ملغم ١٠٠ غم$^{-1}$ وزن جاف) بلغ عند للتركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$). كذلك تبين نتائج التداخل بين العاملين التأثير المعنوي على محتوى الكربوهيدرات، إذ بلغ أعلى متوسط (٣٧.٨٣٢ ملغم١٠٠ غم$^{-1}$ وزن جاف) عند المعاملة (T٣B٣) وأقل متوسط (١٠.٥٢٦ ملغم ١٠٠غم$^{-1}$ وزن جاف) كان عند المعاملة (T٠B٠).

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	١٠.٥٢٦	١١.٥٦٩	١٨.٢٥٣	٣١.٦٨٢	١٨.٠٠٧
٢٥(B١)	١٢.٤٥٠	١٣.٩٣٢	٢٣.٦٠٦	٣٣.٩٥٤	٢٠.٩٨٥
٥٠(B٢)	١٣.٤٦٧	١٧.٠٨٤	٢٨.٨٥٤	٣٦.١٧٦	٢٣.٨٩٥
١٠٠(B٣)	١٤.٩١٤	٢٢.٣٠٢	٣٣.٥٣٥	٣٧.٨٣٢	٢٧.١٤٦
LSD٠.٠٥	١.٠٦٣٠				٠.٥٣١٥
متوسط الثيوريا	١٢.٨٣٩	١٦.٢٢٢	٢٦.٠٦٢	٣٤.٩١١	
LSD٠.٠٥	٠.٥٣١٥				

الجدول (١٣) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في تركيز النيتروجين لأوراق نبات البردقوش الحلو (%)

٤-٣-٣ تركيز النتروجين في الأوراق (%):

تظهر النتائج في الجدول (١٣) وجدول تحليل التباين الملحق (٣) التأثير المعنوي للرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في النسبة المئوية للنتروجين إذ أعطت معاملة الثيوريا اعلى متوسط (٢.٧٢٦٧%) عند التركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$)، بينما اقل متوسط كان عند التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) بلغ (١.٤١٥٠%). اما البورون، كذلك كان له تأثير معنوي على نسبة النتروجين في أوراق نبات البردقوش، إذ أعطى أعلى متوسط بلغ (٢.١٧٣٣%) عند التركيز (١٠٠ملغم لتر$^{-1}$)، اما اقل متوسط بلغ (١.٧٩٠٠%) سجل عند التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$). تؤكد نتائج الجداول ذاتها ان رش الثيوريا والبورون بصورة متداخلة أدى إلى حصول على زيادة معنوية في زيادة النسبة المئوية للنيتروجين في أوراق نبات البردقوش، إذ اعطت المعاملة (T٣B٣) أعلى متوسط بلغ (٢.٩٧٦٧ %)، بينما اقل متوسط كان عند المعاملة (T٠B٠) بلغ (١.٢١٦٧ %)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	١.٢١٦٧	١.٦٥٦٧	١.٨٩٣٣	٢.٣٩٣٣	١.٧٩٠٠
٢٥(B١)	١.٣٨٠٠	١.٧١٣٣	٢.٠١٠٠	٢.٦١٠٠	١.٩٢٨٣
٥٠(B٢)	١.٤٧٣٣	١.٧٣٠٠	٢.٢٥٠٠	٢.٩٢٦٧	٢.٠٩٥٠
١٠٠(B٣)	١.٥٩٠٠	١.٧٩٠٠	٢.٣٣٦٧	٢.٩٧٦٧	٢.١٧٣٣
LSD٠.٠٥	٠.٠٨٣٦٨				٠.٠٤١٨٤
متوسط الثيوريا	١.٤١٥٠	١.٧٢٢٥	٢.١٢٢٥	٢.٧٢٦٧	
LSD٠.٠٥	٠.٠٤١٨٤				

٤-٣-٤ تركيز الفسفور في الأوراق (%):

بينت نتائج جدول تحليل التباين الملحق (٣) وجدول (١٤) إلى وجود فروق معنوية في نتائج محتوى أوراق نبات البردقوش الحلو من الفسفور نتيجة الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما، اعطت المعاملة المنفردة لرش الثيوريا اعلى متوسط بلغ (٠.٤١٥٠%) عند التركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$)، بينما اقل متوسط بلغ (٠.٣٢٣٠%) كان عند التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$). كذلك سبب رش البورون بمفرده تأثيراً معنوياً في نسبة الفسفور في الأوراق، إذ كان أقل متوسط (٠.٣٢٦٦%) عند تركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$)، بينما ازداد النسبة المئوية للفسفور مع زيادة تركيز رش البورون ليبلغ اعلى متوسط بلغ (٠.٣٩٥٠%) عند التركيز (١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$). كذلك توضح معاملات التداخل الثنائي بين العاملين في الجدول (١٩) وجدول تحليل التباين (المحلق ٣) التأثير المعنوي لهذه المعاملات، إذ اعطت المعاملة (T٠B٠) أقل متوسط بلغ (٠.٢٧٦٨%)، بينما

ازدادت نسبة الفسفور مع زيادة تراكيز معاملات التداخل لتعطي المعاملة (T٣B٢) اعلى متوسط بلغت (٠.٤٥٩٢%).

٤-٣-٥ تركيز البوتاسيوم في الأوراق (%):

تُظهر النتائج في جدول تحليل التباين الملحق (٣) وجدول (١٥) إلى وجود تأثيرات معنوية لرش الثيوريا والبورون والتداخل بينهما على النسبة المئوية للبوتاسيوم في أوراق نبات البردقوش الحلو، إذ كان رش بالثيوريا بتركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) الأعلى تأثيراً وأعطى اعلى متوسط بلغ (١.٧١٧٠٥%)، بينما انتجت معاملة عدم رش الثيوريا (٠ ملغم لتر$^{-1}$) اقل متوسط

الجدول (١٤) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في تركيز الفسفور لأوراق نبات البردقوش الحلو (%)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	٠.٢٧٦٨	٠.٣١٥٦	٠.٣٤٨٩	٠.٣٦٥٢	٠.٣٢٦٦
٢٥(B١)	٠.٣٢١١	٠.٣٧٧٣	٠.٣٨٢٧	٠.٤١٢٢	٠.٣٧٣٣
٥٠(B٢)	٠.٣٤١٩	٠.٣٨٨٠	٠.٣٩٢٠	٠.٤٥٩٢	٠.٣٩٥٣
١٠٠(B٣)	٠.٣٥٢٠	٠.٣٩٣٤	٠.٤١١٢	٠.٤٢٣٣	٠.٣٩٥٠
LSD٠.٠٥	٠.٠١٥٥٧				٠.٠٠٧٧٨
متوسط الثيوريا	٠.٣٢٣٠	٠.٣٦٨٦	٠.٣٨٣٧	٠.٤١٥٠	
LSD٠.٠٥	٠.٠٠٧٧٨				

بلغ (١.٢٩٦٨%). ازدادت النسبة المئوية للبوتاسيوم مع زيادة تركيز البورون في محلول الرش، إذ كان متوسط النسبة المئوية للفسفور (١.٣٢١٤%) عند التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$)، بينما ارتفعت النسبة لتصبح (١.٦٥٨٢%) وسجلت عند اعلى التراكيز المستخدمة (١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$). التداخل بين الرش بالثيوريا والبورون أيضا كان له تأثيراً معنوياً واضحاً في زيادة النسبة المئوية

للبوتاسيوم، إذ اعطت المعاملة (T٠B٠) اقل المتوسطات بلغ (١.١٠٠٠%)، بينما اعطت المعاملة ذات التراكيز العالية منهما (T٣B٣) اعلى متوسط بلغ (١.٨٨٦٨%).

٤-٣-٦ تركيز الكبريت في الأوراق (ملغم لتر$^{-1}$)

تُشير النتائج المبينة في الجدول (١٦) وجدول تحليل التباين الملحق (٣) إلى وجود فروق معنوية بينت نتائج محتوى أوراق نبات البردقوش من الكبريت نتيجة رش النبات بالثيوريا والبورون، إذ اعطى رش الثيوريا عند التركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) اعلى متوسط وكان (٨٨.٠٧ ملغم لتر-١)، بينما اقل متوسط كان عند التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) وبلغ (٦٦.١٩ ملغم لتر$^{-1}$). اما نتائج رش البورون، فكان التفوق المعنوي للمعاملة بالتركيز (١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) وسبب زيادة في محتوى الكبريت واعطى أعلى متوسط (٨٠.٧١ ملغم لتر$^{-1}$)، بينما اقل متوسط بلغ (٧٥.٣٦ ملغم لتر$^{-1}$) كان عند التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$). فضلاً عن ذلك، بينت النتائج إلى وجود تأثير معنوي عند

الجدول (١٥) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في تركيز البوتاسيوم لأوراق نبات البردقوش الحلو (%)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	١.١٠٠٠	١.٢٢٩٢	١.٣٩١٧	١.٥٦٤٧	١.٣٢١٤
٢٥(B١)	١.٢٦٨٣	١.٤٦٣٧	١.٤٤١٧	١.٦٦٢٠	١.٤٥٨٩
٥٠(B٢)	١.٣٦٥٠	١.٤٨٢٧	١.٤٩٤٧	١.٧٥٤٧	١.٥٢٤٣
١٠٠(B٣)	١.٤٥٤٠	١.٤٩٩٣	١.٧٩٣٠	١.٨٨٦٨	١.٦٥٨٢
LSD٠.٠٥	٠.٠٢٧٣٦				٠.٠١٣٦٨
متوسط الثيوريا	١.٢٩٦٨	١.٤١٨٧	١.٥٣٠٣	١.٧١٧٠٥	
LSD٠.٠٥	٠.٠١٣٦٨				

التداخل بين الثيوريا والبورون وكان أعلى متوسط (٩٢.٨٧ ملغم لتر$^{-1}$) عند معاملة (T٣B٣) واقل متوسط بلغ (٦٤.٨٠ ملغم لتر$^{-1}$) عند معاملة (T٠B٠).

٤-٣-٧ النسبة المئوية للبروتين الكلي (%)

كان تأثير رش الثيوريا والبورون على البروتينات الموجودة في نبات البردقوش الحلو

الجدول (١٦) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في تركيز الكبريت لأوراق نبات البردقوش الحلو (ملغم لتر$^{-1}$)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	(T٠)٠	(T١)٥٠٠	(T٢)٧٥٠	(T٣)١٠٠٠	
(B٠)٠	٦٤.٨٠	٧١.٩٠	٧٩.٣٣	٨٥.٤٠	٧٥.٣٦
(B١)٢٥	٦٥.٧٠	٧٦.٢٠	٨٠.٧٠	٨٥.٥٣	٧٧.٠٣
(B٢)٥٠	٦٦.٧٣	٧٦.٧٠	٨٢.٢٣	٨٨.٤٧	٧٨.٥٣
(B٣)١٠٠	٦٧.٥٣	٧٨.٣٧	٨٤.٠٧	٩٢.٨٧	٨٠.٧١
LSD.٠٥	١.٦١٠				٠. ٨٠٥
متوسط الثيوريا	٦٦.١٩	٧٥.٧٩	٨١.٥٨	٨٨.٠٧	
LSD.٠٥	٠. ٨٠٥				

تأثيراً معنوياً كما مبين في جدول تحليل التباين الملحق (٣) و(جدول النتائج ١٧)، إذ اعطت الثيوريا اعلى متوسط بلغ (١٧.٠٤٢%) عند التركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$)، بينما أقل متوسط كان عند التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) والذي كان (٨.٨٤٤٪)، اما رش البورون فكان له تأثير معنوي على محتوى بروتينات في النبات إذ أعطى تركيز البورون اعلى متوسط بلغ عند التركيز (١٠٠ملغم لتر$^{-1}$) إذ أعطى (١٣.٥٨٣%) واقل متوسط بلغ عند التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) والذي كان (١١.١٨٨%). كذلك كان تأثير التداخل بين الثيوريا والبورون معنوياً على محتوى البروتينات في

الأوراق، إذ اعطت المعاملة T٣B٣ اعلى متوسط بلغ (١٨.٦٠٤%)، بينما أقل متوسط سجل عند المعاملة (T٠B٠) إذ اعطت (٧.٦٠٤%).

٤-٣-٨ تركيز البورون في الاوراق (ملغم لتر$^{-1}$)

الجدول (١٧) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في نسبة البروتين الكلية لأوراق نبات البردقوش الحلو (%)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	٧.٦٠٤	١٠.٣٥٤	١١.٨٣٣	١٤.٩٥٨	١١.١٨٨
٢٥(B١)	٨.٦٢٥	١٠.٧٠٨	١٢.٥٦٢	١٦.٣١٢	١٢.٠٥٢
٥٠(B٢)	٩.٢٠٨	١٠.٨١٢	١٤.٠٦٢	١٨.٢٩٢	١٣.٠٩٤
١٠٠(B٣)	٩.٩٣٧	١١.١٨٨	١٤.٦٠٤	١٨.٦٠٤	١٣.٥٨٣
LSD٠.٠٥	٠.٥٢٣٠				٠.٢٦١٥
متوسط الثيوريا	٨.٨٤٤	١٠.٧٦٦	١٣.٢٦٦	١٧.٠٤٢	
LSD٠.٠٥	٠.٢٦١٥				

تبين نتائج البيانات المذكورة في الجدول (١٨) وجدول تحليل التباين الملحق (٣) ان الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينمهما سبب زيادة معنوية في محتوى اوراق نبات البردقوش الحلو من البورون، إذ أوضحت نتائج الدراسة ان اعلى متوسط للبورون نتيجة رش الثيوريا كان عند التركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) بلغ (٢٤.٠٢ ملغم لتر$^{-1}$)، بينما اقل متوسط سجل عند التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) بلغ (١٧.٧٢ ملغم لتر$^{-1}$). اما رش النبات بالبورون، فسجل اعلى متوسط بلغ (٣١.٣٩ ملغم لتر$^{-1}$) عند التركيز (١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$)، اما اقل متوسط كان (١٣.٠٢ ملغم لتر$^{-1}$)

عند التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$). معاملات التداخل الثنائي بين العاملين كذلك احدثت تأثير معنوي على محتوى الأوراق من البورون، إذ أعطت المعاملة (T٣B٣) أعلى متوسط بلغ (٣٨.٧٠ ملغم لتر$^{-1}$)، بينما كان أقل متوسط (١٢.٧٠ ملغم لتر$^{-1}$) عند المعاملة (T٠B٠).

بينت النتائج الموضحة في الجداول (١١_١٨) ان الصفات الكيميائية لأوراق نبات البردقوش الحلو متمثلة بمحتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي والكربوهيدرات والبروتينات والنسب المئوية للعناصر الكبرى (NPK)، فضلاً عن تركيز عنصري البورون والكبريت،

الجدول (١٨) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في تركيز البورون لأوراق نبات البردقوش الحلو(ملغم لتر$^{-1}$)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	١٢.٧٠	١٣.١٠	١٣.٠٣	١٣.٢٧	١٣.٠٢
٢٥(B١)	١٥.٥٧	١٦.٣٧	١٦.٥٣	١٧.١٧	١٦.٤١
٥٠(B٢)	١٨.٤٧	١٩.٢٧	٢٤.٩٧	٢٦.٩٧	٢٢.٤٢
١٠٠(B٣)	٢٤.١٧	٢٦.٦٧	٣٦.٠٣	٣٨.٧٠	٣١.٣٩
LSD٠.٠٥	١.٢٠٦				٠. ٦٠٣
متوسط الثيوريا	١٧.٧٢	١٨.٨٥	٢٢.٦٤	٢٤.٠٢	
LSD٠.٠٥	٠. ٦٠٣				

تأثرت معنوياً نتيجة الرش بالثيوريا والبورون. ربما يعود تأثير الثيوريا المعنوي إلى وجود النتروجين والكبريت في تركيبها إذ أرتبط الرش الورقي للثيوريا بتحسين الجودة الغذائية للنباتات (Flohr وآخرون ،٢٠١٧)، إذ وجد أن الثيوريا ينظم عملية التمثيل الغذائي للنتروجين والفسفور ويزيد من عملية التمثيل الضوئي وينتج عنه كميات أعلى من النشأ والبروتينات وزيادة تركيز المعادن في النبات (Waqas وآخرون، ٢٠١٩). الثيوريا تحتوي على عنصري الكبريت

والنتروجين فهذا يساعد على فهم آلية عمل مركب الثيوريا إذ تحتوي على نتروجين بنسبة (٣٦.٨١%) وكبريت بنسبة (٤٢.١١%) ولكل عنصر منهما له دور مهم في التأثير على محتوى المواد لكيميائية في النبات إذ يعد النتروجين اللبنة الاساسية لبناء البروتينات من خلال الاحماض الأمينية التي تعد مكوناً رئيسياً للأحماض النووية فكان لرش الثيوريا تأثير معنوي على النسبة المئوية للنتروجين ومن ثم يؤدي إلى زيادة البروتينات في النباتات (Shukla وآخرون ،٢٠١٨) و (Damor و Patel ، ٢٠١٨). فضلاً عن ذلك، الأهمية الكبيرة للكبريت كونه يدخل في تركيب الأحماض الأمينية السيستين والسستاين والميثيونين، وهذه الأحماض ضرورية لتركيب البروتينات النباتية (Narayan وآخرون،٢٠٢٣). يدخل الكبريت في تركيب الأنزيمات النباتية والتي تحفز التفاعلات الكيميائية الحيوية ومنها الأنزيمات التي تشارك في إستقلاب النتروجين وتخليق البروتين (Shah وآخرون ،٢٠٢٢). أدى الرش الورقي للثيوريا إلى تأثير معنوي على محتوى الكلوروفيل في النبات وترجع زيادة تركيز الكلوروفيل في النباتات التي تم معاملتها بالرش الورقي للثيوريا إلى كفاءة وفعالية النتروجين والكبريت في بناء الكلوروفيل والصبغات النباتية (Zahid وآخرون، ٢٠٢٤)، وان زيادة الكلوروفيل ربما كان سبباً في زيادة محتوى الأوراق من الكربوهيدرات والبروتينات.

كذلك أوضحت النتائج ان رش البورون على النبات كان معنوياً وادى إلى زيادة تركيز البورون داخل النبات وعدم حصول السمية وكذلك كان تجهيز الفسفور من التربه متوازن كون phالتربة متعادلة والفسفور ينشط في التربة المتعادلة (جدول ١)، إذ تشير الدراسات إلى أن التغذية الكافية بالبورون تسبب زيادة امتصاص العناصر الغذائية وتراكمها في اوراق النبات (Day وAasim ، ٢٠٢٠) ، وهذا ما تم التوصل اليه في هذه الدراسة إذ أدى رش البورون إلى زيادة معنوية في جميع الصفات الجذرية (٨_١٠) والتي تؤدي إلى زيادة أمتصاص النبات للعناصر الغذائية الموجودة في التربة اثبتت دراسات سابقة ان رش البورون يظهر استجابة ايجابية على المحاصيل من خلال زيادة الفسفور داخل النبات (Khattab وآخرون ،٢٠١٩; Irfan وآخرون،٢٠١٩). الزيادة المعنوية في البروتين الكلي لنبات البردقوش (جدول ١٤) يُعزى تأثير رش النباتات بالثيوريا، الغنية بالكبريت والنتروجين، إضافةً إلى البورون، وهذه العناصرتعمل على تحقيق توازن مستمر في تغذية النبات، بما يعزز كفاءته الفسيولوجية وقدرته على إنتاج وتراكم الكربوهيدرات، إذ تسهم الثيوريا بما تحتويه من كبريت ونتروجين في تكوين الإنزيمات والبروتينات الضرورية لعملية البناء الضوئي، مما يؤدي إلى تحسين كفاءة إنتاج الكربوهيدرات. كما يُعَدّ النتروجين عنصرًا أساسيًا في تكوين الكلوروفيل، بينما يدخل الكبريت في بناء الأحماض الأمينية الأساسية اللازمة لتخليق البروتينات (Thirupathi وآخرون، ٢٠١٦) .

من جهة أخرى، يُسهم البورون في تثبيت النتروجين وتخليق الأحماض النووية، مما ينعكس إيجابًا على زيادة محتوى البروتين في النبات وتحفيز تخليق الكربوهيدرات (Martello وآخرون، ٢٠٢٥).

٤-٤ محتوى الاوراق من بعض المركبات الاساسية للزيت العطري:

٤-٤-١ محتوى الاوراق من Terpinene ٤-ol:

تظهر البيانات في الجدول (١٩) وجدول تحليل التباين الملحق (٤) تأثيراً معنوياً لعوامل التجربة في محتوى الأوراق من مركب Terpinene ٤-ol ، إذ أظهرت النتائج ان معاملة الثيوريا بتركيز (١٠٠٠ملغم لتر$^{-1}$) سجلت اعلى متوسط بلغ (٥٥٨.٥٨ مايكروغرام مل$^{-1}$) اما معاملة عدم رش الثيوريا فقد حققت أقل متوسط بلغ (٤٦٩.٠٢ مايكروغرام مل$^{-1}$). كما أظهرت

نتائج الجدول ذاته تحسناً عند استخدام عنصر البورون، إذ حقق تركيز (١٠٠ملغم لتر$^{-1}$) أعلى متوسط وصل إلى (٥٣٥.٥٣ مايكروغرام مل$^{-1}$) واقل النتائج بلغت (٤٩٣.٧١ مايكروغرام مل$^{-1}$) عند التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$). كان تأثير التداخل بين الثيوريا والبورون ملحوظاً إذ سجلت اعلى قيمة عند معاملة التداخل T٣B٣ إذ اعطت (٥٦٩.٤٢ مايكروغرام مل$^{-1}$)، بينما اقل قيمة كانت عند معاملة التداخل T٠B٠ وبلغت (٤٤٤.٥٣ مايكروغرام مل$^{-1}$).

٤-٤-٢ محتوى الاوراق من Cis sabinene hydrate:

من خلال النتائج المبينة في الجدول (٢٠) وجدول تحليل التباين الملحق (٤) يظهر

الجدول (١٩) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في محتوى الأوراق من المادة الفعالة Terpinene ٤-ol (مايكروغرام مل$^{-1}$)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	٤٤٤.٥٣	٤٤٦.٨٥	٥٤٠.٧٧	٥٤٢.٦٩	٤٩٣.٧١
٢٥(B١)	٤٦٦.٥٥	٤٧٠.٩٧	٥٥٣.١٦	٥٦١.٥٥	٥١٣.٠٦
٥٠(B٢)	٤٨١.٧٤	٤٧٣.٩٩	٥٥٩.٢١	٥٦٠.٦٨	٥١٨.٩٠
١٠٠(B٣)	٤٨٣.٢٥	٥٣٣.٢٢	٥٥٦.٢٢	٥٦٩.٤٢	٥٣٥.٥٣
LSD٠.٠٥	٣.٢١٥				١.٦٠٧
متوسط الثيوريا	٤٦٩.٠٢	٤٨١.٢٦	٥٥٢.٣٤	٥٥٨.٥٨	
LSD٠.٠٥	١.٦٠٧				

وجود تأثير معنوي ملحوظ لرش الثيوريا والبورون والتداخل بينهما على نتائج التجربة من المركب Cis sabinene hydrate. أظهرت النتائج تفوق معاملة رش الثيوريا بتركيز (١٠٠٠ملغم لتر$^{-1}$) وسجلت أعلى قيمة بلغت (٣٧٨.٣٦ مايكروغرام مل$^{-1}$)، في حين سجلت أقل

قيمة عند استخدام التركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) بلغ عندها (٢٤٨.٧٩ مايكروغرام مل$^{-1}$). أظهرت البيانات ارتفاع واضح عند استخدام تركيز مرتفع من البورون (١٠٠ملغم لتر$^{-1}$) إذ سجلت أعلى متوسط بلغ (٣٥٨.٩٨ مايكروغرام مل$^{-1}$) بينما سجل التركيز (٢٥ملغم لتر$^{-1}$) أدنى متوسط (٢٨٧.٠٩ مايكروغرام مل$^{-1}$). فضلاً عن ذلك كانت لعلاقة تداخل تراكيز رش الثيوريا والبورون تأثير معنوي إذ سجلت أعلى قيمة متوسطة عند المعاملة T٣B٣إذ بلغ متوسطها (٤٢٤.١٤ مايكروغرام مل$^{-1}$) واقل متوسط كان عند المعاملة T٠B٠ إذ بلغ (٢٢١.٠٧ مايكروغرام مل$^{-1}$).

٤-٤-٣ محتوى الاوراق من α-terpene:

الجدول (٢٠) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في محتوى الاوراق من المادة الفعالة Cis sabinene hydrate (مايكروغرام مل$^{-1}$)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	(T٠)٠	(T١)٥٠٠	(T٢)٧٥٠	(T٣)١٠٠٠	
(B٠)٠	٢٢١.٠٧	٣٢٨.٤١	٣٣٠.٠٨	٣٤٦.٥١	٣٠٦.٥٢
(B١)٢٥	٢٦٨.٣٥	٢٤٨.٩٤	٣٠٧.٥٢	٣٢٣.٥٤	٢٨٧.٠٩
(B٢)٥٠	٢٣٥.٧٩	٢٧٨.٠٥	٣٦٦.٥٠	٤١٩.٢٦	٣٢٤.٩٠
(B٣)١٠٠	٢٦٩.٩٥	٣٣٣.٧٩	٤٠٨.٠٣	٤٢٤.١٤	٣٥٨.٩٨
LSD٠.٠٥	٢.٠٨٤				١.٠٤٢
متوسط الثيوريا	٢٤٨.٧٩	٢٩٧.٣٠	٣٥٣.٠٣	٣٧٨.٣٦	
LSD٠.٠٥	١.٠٤٢				

(ملغم لتر$^{-1}$)	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	١٢٩.٨٣	٢٣٩.٨٢	٢٠٩.٢٩	١٩٩.٤١	١٩٤.٥٩
٢٥(B١)	١٥١.٥٢	١٦٢.٦٨	٢٠٦.٨٧	٢٠٢.٣٦	١٨٠.٨٦
٥٠(B٢)	١٤٣.٩١	١٧١.٥٤	١٨٥.٨٥	٢٠٨.٣٨	١٧٧.٤٢
١٠٠(B٣)	١٥٢.٨٩	٢١٤.٧٣	٢٤٤.٠٢	٢١٣.٨١	٢٠٦.٣٦
LSD٠.٠٥	٢.٠٧٩				١.٠٣٩
متوسط الثيوريا	١٤٤.٥٤	١٩٧.١٩	٢١١.٥١	٢٠٥.٩٩	
LSD٠.٠٥	١.٠٣٩				

يتبين من الجدول (٢١) وكذلك جدول تحليل التباين الملحق (٤) وجود تأثير معنوي لرش الثيوريا والبورون والتداخل بينهما على محتوى الأوراق من α-terpene إذ أظهرت النتائج تفوق رش الثيوريا بتركيز (٧٥٠ ملغم لتر$^{-1}$) إذ سجلت اعلى متوسط بلغ (٢١١.٥١ مايكروغرام مل$^{-1}$)، بينما أعطى تركيز (٠ ملغم لتر$^{-1}$) أقل متوسط بلغ (١٤٤.٥٤ مايكروغرام مل$^{-1}$). كذلك اظهرت نتائج الجدول نفسه تسجيل معاملة الرش بالبورون عند تركيز (١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) اعلى متوسط من محتوى المادة الفعالة اعلاه بلغ (٢٠٦.٣٦ مايكروغرام مل$^{-1}$) وأقل قيمة كانت (١٧٧.٤٢مايكروغرام مل$^{-1}$) عند تركيز (٥٠ ملغم لتر$^{-1}$). وكان تأثير التداخل بين الرش بالثيوريا والبورون معنوياً إذ سجل أعلى متوسط عند معاملة التداخل (T٢B٣) إذ اعطت (٢٤٤.٠٢ مايكروغرام مل$^{-1}$) وأقل قيمة كانت عند معاملة التداخل (T٠B٠) بلغت (١٢٩.٨٣ مايكروغرام مل$^{-1}$).

٤-٤-٤ محتوى الاوراق من β-cymene

توضح البيانات الواردة في الجدول (٢٢) وجدول تحليل التباين الملحق (٤) التأثير معنوي لرش الثيوريا والبورون والتداخل بينهما على محتوى الاوراق من β-cymene، إذ أظهرت النتائج تفوق معاملة رش الثيوريا بتركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) وسجلت أعلى متوسط بلغ (٢١٣.٠٤ ميكروغرام مل$^{-1}$)، في حين سجلت معاملة السيطرة اقل متوسط بلغ (١٣٨.٨٩

مايكروغرام مل$^{-1}$). رش البورون كان له تأثيراً معنوياً على محتوى الأوراق من المادة الفعالة β-cymene. حيث أعطى اعلى متوسط (١٨٢.٢٤ مايكرو غرام مل $^{-1}$) عند تركيز (٢٥ ملغم لتر$^{-1}$) واقل متوسط بلغ (١٧٩.٣٣مايكرو غرام مل$^{-1}$) عند تركيز (٠ملغم لتر$^{-1}$)، كانت لمعاملات التداخل بين رش الثيوريا والبورون تأثير معنوي إذ سجلت المعاملة (T٣B٢) اعلى متوسط بلغ (٢٣٠.٧٣ مايكروغرام مل$^{-1}$)، بينما اقل متوسط كان عند المعاملة (T٠B٠) بلغ (١٢٧.٢٣ مايكروغرام مل$^{-1}$).

الجدول (٢٢) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في محتوى الاوراق من المادة الفعالة β-cymene (مايكروغرام مل$^{-1}$)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	(T٠)٠	(T١)٥٠٠	(T٢)٧٥٠	(T٣)١٠٠٠	
(B٠)٠	١٢٧.٢٣	١٩٥.٦٤	١٩٧.٨٩	١٩٦.٥٤	١٧٩.٣٣
(B١)٢٥	١٤٧.٧٤	١٦٢.٨٩	١٩٥.٠٢	٢٢٣.٣١	١٨٢.٢٤
(B٢)٥٠	١٤٢.٠٧	١٦٠.٦٠	١٩٤.٢٦	٢٣٠.٧٣	١٨١.٩٢
(B٣)١٠٠	١٣٨.٥٠	١٨٦.٤٥	٢٠٠.٥٦	٢٠١.٥٩	١٨١.٧٨
LSD٠.٠٥	٤.٦٠١				٢.٣٠٠
متوسط الثيوريا	١٣٨.٨٩	١٧٦.٤٠	١٩٦.٩٣	٢١٣.٠٤	
LSD٠.٠٥	٢.٣٠٠				

٤-٤-٥ محتوى الاوراق من المادة الفعالة Thymol

كان للمعاملات المنفردة والمتداخلة للرش بالثيوريا والبورون تأثير معنوي على محتوى الاوراق من Thymol كما مبين في نتائج (جدول ٢٣) وجدول تحليل التباين الملحق (٤)، إذ أظهرت النتائج تفوق الثيوريا بتركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) بتسجيلها اعلى متوسط بلغ (١٩٣.١١

مايكروغرام مل-١)، بينما أقل متوسط كان لمعاملة عدم الرش بلغ (١٣٥.٠١ مايكروغرام مل$^{-١}$). سجلت المعاملة بالبورون بتركيز (١٠٠ ملغم لتر$^{-١}$) اعلى متوسط بلغ (١٧٩.٢٦ مايكروغرام مل$^{-١}$)، بينما سجل تركيز (٥٠ ملغم لتر$^{-١}$) أدنى متوسط (١٥٦.٩٥ مايكروغرام مل$^{-١}$). بالنسبة لمعاملات التداخل إذ كان التفوق المعنوي للمعاملة (T٢B١) إذ بلغ متوسطها (٢٠٧.٣٥ مايكروغرام مل-١)، واقل متوسط كان عند المعاملة (T٠B٠) إذ كان المتوسط (٩٥.٣٧ مايكروغرام مل$^{-١}$).

الجدول (٢٣) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما محتوى الاوراق من المادة الفعالة Thymol (مايكروغرام مل$^{-١}$)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-١}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-١}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	٩٥.٣٧	١٥٠.٣٢	١٩١.٨٠	٢٠٢.٣٦	١٥٩.٩٦
٢٥(B١)	١٦٥.٥٠	١٤٥.٢٠	٢٠٧.٣٥	١٩٤.٩٤	١٧٨.٢٥
٥٠(B٢)	١١٠.٨٦	١٥٢.٢٠	١٦٩.١٣	١٩٥.٦٠	١٥٦.٩٥
١٠٠(B٣)	١٦٨.٣٠	١٧٩.٤٣	١٨٩.٧٧	١٧٩.٥٥	١٧٩.٢٦
LSD.٠٥	٣.٨٠٩				١.٩٠٤
متوسط الثيوريا	١٣٥.٠١	١٥٦.٧٩	١٨٩.٥١	١٩٣.١١	
LSD.٠٥	١.٩٠٤				

٤-٤-٦ محتوى الاوراق من المادة الفعالة Carvone

التأثير المعنوي لعوامل الدراسة الثيوريا والبورون التداخل بينهم كان واضحاً في محتوى الاوراق من Carvone، إذ تشير نتائج (الجدول ٢٤) وجدول تحليل التباين الملحق (٤) تفوق

فعالية رش الثيوريا بتركيز (١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$)، بتسجيلها اعلى متوسط بلغ (١٩٢.٢٩ مايكروغرام مل$^{-1}$)، بينما سجلت معاملة السيطرة أقل متوسط بلغ (١٤٠.٢٥ مايكروغرام مل$^{-1}$). وكذلك كان للبورون بتركيز (١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$) تفوقا معنوياً بأعلى متوسط بلغ (١٧٧.٧٤ مايكروغرام مل$^{-1}$) مقارنة مع معاملة عدم الرش التي سجلت أدنى متوسط بلغ (١٤٢.٦٩ مايكروغرام مل$^{-1}$). بأعلى متوسط بلغ (٢٠٢.٣٠ مايكروغرام مل$^{-1}$) كان التفوق المعنوي لمعاملة التداخل (T٣B٢)، بينما اقل متوسط كان عند المعاملة (T٠B٠) بلغ (١٠٦.٤٣ مايكروغرام مل$^{-1}$).

الجدول (٢٤) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في محتوى الاوراق من المادة الفعالة Carvone (مايكروغرام مل$^{-1}$)

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	١٠٦.٤٣	١٤٢.٣٢	١٣٥.٦٩	١٨٦.٣١	١٤٢.٦٩
٢٥(B١)	١٦٤.٨٤	١٤١.٩٧	١٤٧.١٧	١٩٧.٩٠	١٦٢.٩٧
٥٠(B٢)	١٢١.٧٦	١٦٨.٨٦	١٥٤.٨٧	٢٠٢.٣٠	١٦١.٩٥
١٠٠(B٣)	١٦٧.٩٦	١٧٧.٣٦	١٨٣.٠١	١٨٢.٦٣	١٧٧.٧٤
LSD٠.٠٥	٢.٢٠٥				١.١٠٣
متوسط الثيوريا	١٤٠.٢٥	١٥٧.٦٣	١٥٥.١٩	١٩٢.٢٩	
LSD٠.٠٥	١.١٠٣				

٦-٤ معامل إنكسار الزيت

تبين نتائج التحليل الإحصائي الموضحة في الجدول (٣١) وملحق التباين (٥) إنَّ معاملات الرش بالثيوريا والبورون بصورة منفردة أو متداخلة لم يكن تأثير معنوي على معامل انكسار الزيت الطيار المستخلص من اوراق نبات البردقوش الحلو والنتائج التالية توضح ذلك.

الجدول (٣٢) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في معامل انكسار الزيت

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	١.٤٦٨	١.٤٧١	١.٤٧٣	١.٤٧٣	١.٤٧١
٢٥(B١)	١.٤٦٩	١.٤٧٢	١.٤٧٤	١.٤٧٤	١.٤٧٢
٥٠(B٢)	١.٤٧٠	١.٤٧٣	١.٤٧٥	١.٤٧٥	١.٤٧٣
١٠٠(B٣)	١.٤٧١	١.٤٧٤	١.٤٧٦	١.٤٧٧	١.٤٧٥
LSD٠.٠٥	N.S.				N.S.
متوسط الثيوريا	١.٤٧٠	١.٤٧٣	١.٤٧٥	١.٤٧٥	
LSD٠.٠٥	N.S.				

٤-٧ كثافة الزيت الطيار (غم / سم^{3})

أظهرت النتائج في الجدول (٣٢) وجدول تحليل التباين الملحق (٥) إنَّ كثافة الزيت الطيار في أوراق نبات البردقوش الحلو لم يتأثر بشكل معنوي بالرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما.

الجدول (٣٣) تأثير الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في كثافة الزيت الطيار

تراكيز البورون (ملغم لتر$^{-1}$)	تراكيز الثيوريا (ملغم لتر$^{-1}$)				متوسط البورون
	٠(T٠)	٥٠٠(T١)	٧٥٠(T٢)	١٠٠٠(T٣)	
٠(B٠)	٠.٨٧٠	٠.٩١٣	٠.٩١٣	٠.٩١٤	٠.٩٠٢
٢٥(B١)	٠.٨٩٠	٠.٩١٤	٠.٩١٤	٠.٩١٥	٠.٩٠٨
٥٠(B٢)	٠.٩٠٠	٠.٩١٥	٠.٩١٥	٠.٩١٦	٠.٩١١
١٠٠(B٣)	٠.٩١٠	٠.٩١٥	٠.٩١٦	٠.٩١٧	٠.٩١٤
LSD٠.٠٥	N.S.				N.S.
متوسط الثيوريا	٠.٨٩٢	٠.٩١٤	٠.٩١٥	٠.٩١٦	
LSD٠.٠٥	N.S.				

تلعب المركبات العطرية والزيوت الأساسية دورًا مهمًا في الخصائص الاقتصادية والطبية للنباتات، إذ تتميز هذه المركبات بأهميتها الصناعية والغذائية والدوائية. وتعتبر العوامل الزراعية المختلفة، بما في ذلك المعاملات الكيميائية والهرمونية، من العوامل التي يمكن أن تؤثر على كمية هذه الزيوت وتركيبها الكيميائي. وفي هذا السياق، تشير الدراسات إلى أن استخدام بعض المركبات مثل الثيوريا قد يؤدي إلى تحفيز مسارات أيضية محددة داخل النبات، مما ينعكس إيجابًا على إنتاج الزيوت العطرية. لذلك، فإن دراسة تأثير الثيوريا على هذه المسارات الأيضية وإنتاج الزيوت الأساسية له أهمية كبيرة لفهم آليات تراكم هذه المركبات وتحسين إنتاجيتها في النباتات العطرية. قد يكون رش الثيوريا قد زاد من كمية مركبات الزيت واشكالها المختلفة لأنه يؤثر في تخليق النشا ويزيد من تكوين الزيوت ونقلها إلى مواقع التخزين (Pandey وآخرون،٢٠١٣)، فضلاً عن ذلك قد تؤدي الثيوريا إلى إستقلاب الكربوهيدرات وومن ثم يمكن الحصول على pyruvateوالذي بدوره يدخل في مسارات ومنها مسار MEP الذي من خلاله يتم تصنيع التربينات وومن ثم زيادة الزيوت العطرية (Waqas; ٢٠١٩، Verma وآخرون ،٢٠١٩). يمكن أنْ يكون الارتباط الايجابي بين رش الثيوريا وتركيز الزيت من خلال تحفيز المسارات الأيضية

المسؤولة عن انتاج الزيوت كون الثيوريا تحتوي على عنصري الكبريت والنتروجين وهما عنصران اساسيان لبناء الأحماض الأمينية والأنزيمات وهذا يعزز البناء الحيوي للمركبات العطرية داخل النبات (Pandey وآخرون،٢٠١٣). وبما ان الثيوريا يحتوي على نسبة عالية من النيتروجين فقد اثبتت الدراسات البحثية دوره واضافته كمصادر النيتروجين في تحسين الانتاج النوعي والكمي وخاصة محتوى المركبات الفعالة في النبات (Mahdi وآخرون ،٢٠٢٣).

ارتبط محتوى مكونات الزيت العطري بشكل ايجابي مع الحالة الغذائية للنبات لإنَّ المسارات الأيضية الأولية والثانوية تعتمد بشكل كبير على التوازن الغذائي للنبات كما يتضح من الدراسات التي اجريت على نبات النعناع (*Mentha spicata* L)(Karayel، ٢٠٢٢) وكذلك على نبات ((*Achillea millefolium* L. (Fekete، ٢٠١٤)، إذ أدى استخدام الرش الورقي للثيوريا إلى زيادة تكوين محتوى الزيت بسبب وجود الكبريت الذي يشارك في تخليق محتويات الزيت (Rasheed وآخرون ،٢٠٢٥).

ووفقاً لنتائج الدراسة فان المكونات الزيتية المحسوبة لنبات البردقوش تأثرت بشكل كبير بتطبيق معاملات البورون المختلفة ، وقد ينجم هذا الاختلاف في التأثير عن الهياكل الكربونية المختلفة للمركبات الزيتية والتي يمكن أن تكون أُحادية الحلقة أو ثنائية الحلقة كما في نبات الميرمية (*Salvia officinalis* L) إذ تختلف انواع مركبات الزيوت العطرية اعتمادا على جرعات البورون المستخدمة (Karayel، ٢٠٢٢) ، أما تأثير البورون على محتوى مركب β-cymene كان غير معنوي اي لا يوجد اختلاف كبير بين المعاملات وهذا ما اتفق مع ما توصل الية (MISBA وآخرون،٢٠٢٣) وربما يعود ذلك إلى إنَّ بعض المركبات تكون ذات تأثير بعنصر البورون أكثر من غيرها (Mumivand وآخرون،٢٠٢١) أو قد يكون نتيجة اعتماد المعاملة بالبورون على العوامل المحيطة بالنبات والمرحلة الفسيولوجية لنمو النبات ووقت الرش (Fouad وآخرون ،٢٠٢٣) ووفقا للدراسات فأن موعد رش البورون له تأثير كبير على كفاءة الأنزيمات التي تنتج بعض المستقلبات الثانوية ، ويكون مركب β-cymen مشتق من مركبات تربينية وليس من تفاعلات تعتمد على تواجد السكريات التي ينشط فيها البورون (Moukhles وMansour، ٢٠٢٠)

الثيمول ينتمي إلى فئة المركبات الفينولية إذ يلعب البورون دور مهم في تركيب المركبات الفينولية وإنَّ توفره في النبات يؤثر بصورة معنوية في انتاج الثيمول داخل النبات كون البورون مهم داخل النبات فهو ينظم عملية الأيض وبالتالي تنظيم عملية بناء الفينولات بأعتبار انه المادة الأولية لبناؤها تنتج من الكاربوهيدرات يؤثر في التخليق الحيوي للمركبات الفينولية الاساسية

والتي تمثل مجموعة كبيرة من مركبات الأيض الثانوي (MISBA وآخرون،٢٠٢٣). كذلك يؤثر البورون في المركبات التربينية للزيوت الطيارة من خلال دوره الأساسي في دعم عملية التمثيل الضوئي، وضمان نقل السكريات داخل النبات، وتنظيم هرمونات النمو النباتية، وربما التأثير في نشاط الإنزيمات المشاركة في مسارات الأيض الثانوي. توفير كميات كافية من البورون ضمن برنامج تسميد متوازن يعد ضروريًا لتحقيق زيادة في بعض المركبات التربينية داخل النبات (Mousavi وRaiesi ،٢٠٢٢)

اما بالنسبة لكثافة الزيت فيلاحظ عدم حدوث فروق معنوية كون المركبات الزيتية في نبات البردقوش الحلو عبارة عن زيوت طيارة كثافتها أقل من كثافة الماء (Pumaylle وآخرون، ٢٠١٢) تكون ذات أوزان جزيئية منخفضة (de Sousa وآخرون ،٢٠٢٣) وتختلف عن الزيوت الدهنية التي تكون ذات وزن جزيئي عالي ،لذا فأن زيادة المركبات الكيميائية ذات الوزن الجزيئي المنخفض يجعل الكثافة ذات قيمة ثابتة أو حدوث زيادة طفيفة نوعاً ما، وهذا ما يؤثر على معامل الأنكسار للزيت الطيار الذي يتراوح عادة بين ١.٤-١.٦ في النباتات العطرية (Ospina وآخرون،٢٠١٦).

٥- الأستنتاجات والتوصيات Conclusions and Recommendations

٥-١ الاستنتاجات Conclusions

تشير نتائج الدراسة التي تم الحصول عليها إلى ما يأتي:

١- في ضوء النتائج، ساهمت معاملات الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما في تحسين الصفات الخضرية والجذرية لنبات البردقوش الحلو وتفاوتت النتائج باختلاف التراكيز المستخدمة.

٢- تحسنت الصفات الكيميائية لأوراق نبات البردقوش نتيجة الرش بالثيوريا والبورون والتداخل بينهما وكان التفوق للتراكيز الاعلى للثيوريا والبورون.

٣- كان لعوامل الدراسة تأثير معنوي على الصفات الكمية والنوعية للزيت الطيار لنبات البردقوش الحلو واختلفت محتويات الزيت باختلاف التراكيز المستخدمة.

٤- يمكن الاستنتاج من نتائج الدراسة أن استخدام الثيوريا والبورون بشكل منفرد أو مشترك يمكن ان يعزز نمو نبات البردقوش الحلو وتحسين كفائته الإنتاجية ومحتواه من المركبات الفعالة طبياً مما يزيد من قيمته الاقتصادية والتجارية.

٥-٢ التوصيات Recommendations

١- التوصية باستخدام الثيوريا بتركيز ١٠٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ والبورون بتركيز ١٠٠ ملغم لتر$^{-1}$ لزيادة كفاءة النمو الخضري والمواد الفعالة.

٢- لبيان مدى ملائمته للظروف الخارجية، يتطلب إجراء دراسات حقلية حول زراعة نبات البردقوش الحلو مباشرة بالتربة.

٣- أجراء دراسات على المستوى الجزيئي للنبات لفهم آلية عمل الثيوريا والبورون وتأثيرهما على التعبير الجيني للصفات الكيميائية والنوعية.

٤- تشجيع أدخال هذه المعاملات ضمن أنظمة البرامج السمادية وذلك لدورها في تحسين صفات النبات دون الحاجة إلى زيادة الأسمدة الكيميائية.

٥- إجراء دراسات أخرى على أصناف اخرى للنبات لمعرفة أيهم أكثر ملائمة لظروف العراق.

٦- تحت ظروف التجربة، تبين أمكانية زراعة نبات البردقوش الحلو بوصفة نباتاً طبياً تحت ظروف محافظة كربلاء.

٦- المصادر References

٦-١- المصادر العربية

الأسدي، ماهر حميد سلمان .(٢٠١٩) .Genstat لتحليل التجارب الزراعية .جامعة القاسم الخضراء .كلية الزراعة .دار الوارث للطباعة والنشر. ع ص ٣٠٤.

الصحاف، فاضل حسين. (١٩٨٩). نظم الزراعة دون استخدام التربة. مطبعة دار الحكمة، جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جمهورية العراق.

الفرطوسي، حميد عبد خشان وسوزان محمد خضير ونورعبد المنعم أحمد. (٢٠٢٣). المرشد في التحليلات الفسيولوجية النباتية .دار الرقيم للطباعة والنشر والتوزيع .ع ص.٢٣٤

النعيمي، سجى ظاهر عبد اللطيف وجاسم محمد عباس الجميلي. (٢٠٢٢). تأثير رش الورقي للحديد والبورون في نمو فول الصويا. مجلة الدراسات التربوية والعلمية. مجلد ٥ عدد ١٥ (قسم علوم الحياة). ١-١٢.

٦-٢ المصادر الاجنبية

Abd Elhamed, R. S., El-Khalek, A., and Sarah, N. (٢٠٢٢). Role of some micronutrients in improving productivity and quality of seeds in chia plants (*salvia hispanica* l.) in sandy soil. scientific journal of Flowers and Ornamental Plants, ٩(٤), ٣٤٣-٣٦١.

A.O.A.C. (١٩٧٠). Official methods of analysis١١th ed. Washington. D.C Association of Official Analytical Chemist p: ١٠١٥.

Aghdasi, S., AghaAlikhani, M., Modarres-Sanavy, S. A. M., and Kahrizi, D. (٢٠٢١). Exogenously used boron and ٢٤-epibrassinolide improved oil quality and mitigate late-season water deficit stress in camelina. Industrial Crops and Products, ١٧١, ١١٣٨٨٥.

Ahad, B., Shahri, W., Rasool, H., Reshi, Z. A., Rasool, S., and Hussain, T. (٢٠٢١a). Medicinal plants and herbal drugs: An overview. Medicinal and aromatic plants: healthcare and industrial applications, ١-٤٠.

Ahmad, M., Waraich, E. A., Tanveer, A., and Anwar-ul-Haq, M. (٢٠٢١b). Foliar applied thiourea improved physiological traits and yield of camelina and canola under normal and heat stress conditions. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, ٢١(٢), ١٦٦٦-١٦٧٨.

Ahmad, M., Waraich, E. A., Zulfiqar, U., Hussain, S., Yasin, M. U., and Farooq, M. (٢٠٢٢). Thiourea application improves the growth and seed and oil yields in canola by modulating gas exchange, antioxidant defense, and osmoprotection under heat stress. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, ٢٢(٣), ٣٦٥٥-٣٦٦٦.

Ahmad, M., Waraich, E. A., Zulfiqar, U., Ullah, A., and Farooq, M. (٢٠٢٣). Thiourea application increases seed and oil yields in Camelina under heat stress by modulating the plant water relations and antioxidant defense system. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, ٢٣(١), ٢٩٠-٣٠٧.

Ahmad, M., Waraich, E.A., Zulfiqar, U., Yong, J.W.H., Ishfaq, M., Din, K.U., Ullah, A., Abbas, A., Awan, M.I., Moussa, I.M. and Elshikh, M.S. (٢٠٢٤). Thiourea improves yield and quality traits of *Brassica napus* L. by upregulating the antioxidant defense system under high temperature stress. Scientific Reports, ١٤(١), p.١٢١٩٥.

Al-Juheishy, W. K. (٢٠٢٠). Effect of boron on some industrial crops: A Review. Mesopotamia Journal of Agriculture, ٤٨(٤), ١٣٤-١٤٥.

Al-Hadithe, A. A. H. and Al-Hamdani, F. M. A. (٢٠٢٤). The effect of the interaction between boron and mannitol on the content ofsome nutrients in cauliflow. *Sciences,* ٢٢(١), ٥٨٤-٥٩٥.

Al-Rubaye, B. C. H., and Khudair, T. Y. (٢٠٢٠). The effect of fertilization with boron and potassium on some natural and flowering traits of the gazania plant. Plant Archives, ٢٠(٢), ١٤٠-١٤٤.

Alfred, T. N., Ceylan, O., Godloves, C. F., Arab, Y., Duru, M. E., and Ozturk, M. (٢٠٢١). Antimicrobial, antibiofilm, anti-quorum sensing and motility inhibition activities of essential oil from seeds of food spice Xylopia aethiopica (Dunal) A. Rich. on some pathogenic bacteria. Research Journal of Biotechnology Vol, ١٦, ٦.

Assadpour, E., Can Karaça, A., Fasamanesh, M., Mahdavi, S. A., Shariat-Alavi, M., Feng, J., Kharazmi, M.S., Rehman, A. and Jafari, S. M. (٢٠٢٤). Application of essential oils as natural biopesticides; recent advances. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, ٦٤(١٩), ٦٤٧٧-٦٤٩٧.

Aziz, Z. A., Ahmad, A., Setapar, S. H. M., Karakucuk, A., Azim, M. M., Lokhat, D., Rafatullah, M., Ganash, M., Kamal, M.A. and Ashraf, G. M. (٢٠١٨). Essential oils: extraction techniques, pharmaceutical and therapeutic potential-a review. Current drug metabolism, ١٩(١٣), ١١٠٠-١١١٠.

Bairwa, S. K., Bhatnagar, P., and Singh, J. (٢٠٢٥). Impact of Gibberellic Acid and Growth Stimulants on Productivity Metrics of Kagzi Acid Lime (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Baj, T., Baryluk, A., and Sieniawska, E. (٢٠١٨). Application of mixture design for optimum antioxidant activity of mixtures of essential oils from *Ocimum basilicum* L., *Origanum majorana* L. and *Rosmarinus officinalis* L. Industrial crops and products, ١١٥, ٥٢-٦١.

Balai, L. R., and Keshwa, G. L. (٢٠١٢). Effect of thiourea on yield and nutrient uptake of coriander (*Coriandrum sativum* L.) varieties under normal and late sown conditions. Journal of Spices and Aromatic crops, ٢٠(١).

Benny, A., and Thomas, J. (٢٠١٩). Essential oils as treatment strategy for Alzheimer's disease: Current and future perspectives. Planta medica, ٨٥(٠٣), ٢٣٩-٢٤٨.

Beyzİ, E., and Güneş, A. (٢٠١٧). The effects of boron application on essential oil components of coriander plant (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University. ٢٠١٧; ٣٤(١):١٤٦–١٥٢

Bhatnagar, T., Ameta, K. D., Singh, M., Tak, J. K., Kaushik, R. A., Dubey, R. B., and Chippa, B. G. (٢٠٢١). Influence of foliar application of boron on growth and yield of beetroot (*Beta vulgaris* L.). The Pharma Innovation Journal, ١٠(٩), ٧١٠-٧١٤.

Bina, F., and Rahimi, R. (٢٠١٧). Sweet marjoram: a review of ethnopharmacology, phytochemistry, and biological activities. Journal of evidence-based complementary and alternative medicine, ٢٢(١), ١٧٥-١٨٥.

Bouyahya, A., Chamkhi, I., Benali, T., Guaouguaou, F. E., Balahbib, A., El Omari, N., Taha, D., Belmehdi, O., Ghokhan, Z. and El Menyiy, N. (٢٠٢١). Traditional use, phytochemistry, toxicology, and pharmacology of *Origanum majorana* L. Journal of ethnopharmacology, ٢٦٥, ١١٣٣١٨.

Brayek, A. H., Čabilovski, R. R., Petković, K. M., Magazin, N. P., Čakmak, D. B., and Manojlovic, M. S. (٢٠١٩). Efficiency of different methods and forms of microelements application in function of N fertilizer in apple trees. Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus, ١٨(٥), ٢٠١-٢١١.

Brdar-Jokanović, M. (٢٠٢٠). Boron toxicity and deficiency in agricultural plants. International journal of molecular sciences, ٢١(٤), ١٤٢٤.

ÇATAK, E., and ATALAY, A. (٢٠٢٢). LAMİACEAE (LABİATAE)(BALLIBABAGİLLER) FAMİLYASI'NIN EKONOMİK VE TIBBİ DEĞERLERİ. Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural and Medical Sciences, ٩(٢٠), ١٥٠_١٥٧-١٥٠_١٥٧.

Çelik, G., Kılıç, G., Kanbolat, Ş., Özlem Şener, S., Karaköse, M., Yaylı, N., and Karaoğlu, Ş. A. (٢٠٢١). Biological activity, and volatile and phenolic compounds from five Lamiaceae species. Flavour and Fragrance Journal, ٣٦(٢), ٢٢٣-٢٣٢.

Chappelle, E. W., Kim, M. S., and McMurtrey III, J. E. (١٩٩٢). Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): an algorithm for the remote estimation of the concentrations of chlorophyll a, chlorophyll b, and carotenoids in soybean leaves. Remote sensing of environment, ٣٩(٣): ٢٣٩-٢٤٧.

Chen, S. L., Yu, H., Luo, H. M., Wu, Q., Li, C. F., and Steinmetz, A. (٢٠١٦). Conservation and sustainable use of medicinal plants: problems, progress, and prospects. Chinese medicine, ١١(٣٧): ١-١٠.

Chiocchio, I., Mandrone, M., Tomasi, P., Marincich, L., and Poli, F. (٢٠٢١). Plant secondary metabolites: an opportunity for circular economy. Molecules ٢٦:٤٩٥.

Cresser, M.S. and J.W. parsons. (١٩٧٩). Sulphuric, perchloric and digestion of plant material for magnesium, Analytic. Chemic. Acta. ١٠٩:٤٣١-٤٣٦.

Coskun, Y. (٢٠٢٤). Does Natural Boron Application Increase Yarrow (*Achillea millefolium* L.) Essential Oil Yield?. Iran. J. Chem. Chem. Eng.(IJCCE) Research Article Vol, ٤٣(٩).

Damor, P., and Patel, A. (٢٠١٨). Effect of source manipulation, plant growth regulators and chemical on biochemical parameters in green gram (*Vigna radiata* L. Wilckzek) cv. GAM-٥. International Journal of Chemical Studies, ٦, ٢٠٨٩-٢٠٩١.

Day, S., and Aasim, M. (٢٠٢٠). Role of boron in growth and development of plant: Deficiency and toxicity perspective. Plant Micronutrients: Deficiency and Toxicity Management, ٤٣٥-٤٥٣.

Dey, A., Begum, M., Kabiraj, M. S., Rashid, M. H., and Paul, S. K. (٢٠٢٣). Influence of Foliar Application of Boron on the Growth, Yield and Quality of Sesame (cv. BARI Til-٤). Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, ١١(١٢), ٢٣٥٦-٢٣٦٤.

de Sousa, D. P., Damasceno, R. O. S., Amorati, R., Elshabrawy, H. A., de Castro, R. D., Bezerra, D. P., Nunes, V.R.V., Gomes, R.C. and Lima, T.

C. (٢٠٢٣). Essential oils: Chemistry and pharmacological activities. Biomolecules, ١٣(٧), ١١٤٤.

Dhiman, N., and Bhasin, A. (٢٠٢٢). Marjoram (*Origanum majorana*): An essential oil with potential pharmacological properties and health benefits. Pharm. Innov. J., ١١, ٤٤٥٤-٤٤٦٠.

Easlon, H. M., and Bloom, A. J. (٢٠١٤). Easy Leaf Area: Automated digital image analysis for rapid and accurate measurement of leaf area. Applications in plant sciences, ٢(٧), ١٤٠٠٠٣٣.

Ejaz, A., Waliat, S., Arshad, M. S., Khalid, W., Khalid, M. Z., Rasul Suleria, H. A., Luca, M.I., Mironeasa, C., Batariuc, A., Ungureanu-Iuga, M. and Mironeasa, S. (٢٠٢٣). A comprehensive review of summer savory (*Satureja hortensis* L.): Promising ingredient for production of functional foods. Frontiers in Pharmacology, ١٤, ١١٩٨٩٧٠.

El-Sawah, M. H., Raddy, H. M., Gad, H. A., and Hagag, H. H. F. (٢٠٢٤). Chemical composition, insecticidal activities of *Origanum majorana* L. essential oil nanoemulsion against Callosobruchus maculatus and Callosobruchus chinensis. Egyptian Journal of Chemistry, ٦٧(١٠), ٣٧١-٣٨١.

Farrar, A. J., and Farrar, F. C. (٢٠٢٠). Clinical aromatherapy. The Nursing Clinics of North America, ٥٥(٤), ٤٨٩.

Fathi, A. (٢٠٢٢). Role of nitrogen (N) in plant growth, photosynthesis pigments, and N use efficiency: A. Agrisost, ٢٨, ١-٨.

Fayyaz, F., Aran, M., Modarres-Sanavy, S. A. M., and Ramezan, D. (٢٠٢٣). Effects of foliar application of boric acid and nano-chelated Boron on characteristics of the dragon's head (*Lallemantia iberica* (MB) Fischer and Meyer). Journal of Emergy, Life Cycle and System Analysis in Agriculture.

Fekete, S.; Kohler, I.; Rudaz, S. and Guillarme, D. (٢٠١٤). Importance of instrumentation for fast liquid chromatography in pharmaceutical analysis. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, ٨٧, ١٠٥-١١٩

Fiaz, K., Maqsood, M. F., Shahbaz, M., Zulfiqar, U., Naz, N., Gaafar, A. R. Z., Tariq, A., Farhat, F., Haider, F.U. and Shahzad, B. (٢٠٢٤). Application of thiourea ameliorates drought induced oxidative injury in *Linum usitatissimum* L. by regulating antioxidant defense machinery and nutrients absorption. Heliyon, ١٠(٤).

Fierascu, I., Fierascu, I. C., Brazdis, R. I., Baroi, A. M., Fistos, T., and Fierascu, R. C. (٢٠٢٠). Phytosynthesized metallic nanoparticles—between nanomedicine and toxicology. A brief review of ٢٠١٩′ s findings. Materials, ١٣(٣), ٥٧٤.

Flohr, B. M., Hunt, J. R., Kirkegaard, J. A., and Evans, J. R. (٢٠١٧). Water and temperature stress define the optimal flowering period for wheat in south-eastern Australia. Field Crops Research, ٢٠٩, ١٠٨-١١٩.

Fouad, R., Fouad, H., Youssef, D. A., Aziz, E. E., and Omer, E. A. (٢٠٢٣). Changes in the essential oil of *Lavandula officinalis* over boron application and harvest dates along with the response of oil to nanotechnology against Sitotroga cerealella. Egyptian Journal of Chemistry, ٦٦(١٢), ٨٧-١٠٠.

Hasan, M., and Massa, R. (٢٠٢٣). Effect of spraying sugar alcohols and boron on some growth parameters, flowering and yield of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch Var. Oso Grande). Arabian Journal of Scientific Research. Volume ٤, Issue ١.

Herbert, D., Phipps, P.J. and Strange, R.E. (١٩٧١). Chemical Analysis of Microbial Cells. Methods in Microbiology, ٥, ٢٠٩-٣٤٤.

Irfan, M., Abbas, M., Shah, J. A., Depar, N., and Sial, N. A. (٢٠١٩). Interactive effect of phosphorus and boron on plant growth, nutrient accumulation and grain yield of wheat grown on calcareous soil. Eurasian Journal of Soil Science, ٨(١), ١٧-٢٦.

Ishfaq, N., Waraich, E. A., Ahmad, M., Hussain, S., Zulfiqar, U., Din, K. U., Haider, A., Yong, J.W.H., Askri, S.M.H. and Ali, H. M. (٢٠٢٤). Mitigating drought-induced oxidative stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) through foliar application of sulfhydryl thiourea. Scientific Reports, ١٤(١), ١٥٩٨٥.

Ingle, A. P., Rathod, J., Pandit, R., da Silva, S. S., and Rai, M. (٢٠١٧). Comparative evaluation of free and immobilized cellulase for enzymatic hydrolysis of lignocellulosic biomass for sustainable bioethanol production. *Cellulose*, ٢٤, ٥٥٢٩-٥٥٤٠.

Jambi, S. M. (٢٠١٩). Characterization and synthesis of novel thiourea derivatives. Int J Chem Tech Res, ١٢(٣), ١٧٧-٨٧.

Jan, S., Mir, J. I., Shafi, W., Faktoo, S. Z., Singh, D. B., Wijaya, L., Alyemeni, M.N. and Ahmad, P. (٢٠١٨). Divergence in tissue-specific expression patterns of genes associated with the terpeniod biosynthesis in two oregano species *Origanum vulgare* L., and *Origanum majorana*. Industrial Crops and Products, ١٢٣, ٥٤٦-٥٥٥.

Jaradat, N., Adwan, L., Zaid, A. N., K'aibni, S., and Arar, M. (٢٠٢٠). Composition, anticholinesterase and antipedicular activities of *Satureja capitata* L. volatile oil. Open Life Sciences, ١٥(١), ٦٠-٦٧.

Jedidi, S., and Sebai, H. (٢٠٢٤). Phytochemistry, Medicinal Uses, and Beneficial Nutritional Effects of Essential Oils.

Kakouri, E., Daferera, D., Kanakis, C., Revelou, P. K., Kaparakou, E. H., Dervisoglou, S., Perdikis, D. and Tarantilis, P. A. (٢٠٢٢). *Origanum majorana* essential oil—A Review of its chemical profile and pesticide activity. Life, ١٢(١٢), ١٩٨٢.

Kamboj, S., Kumar, R., and Rana, N. (٢٠٢٣). Effect of Thiourea and Salicylic Acid on Growth and Productivity of Indian Mustard (*Brassica juncea* L.) under Moisture Stress Condition. Environment and Ecology, ٤١(٣D), ٢٠٦٢-٢٠٦٧.

Karayel, H. B. (٢٠٢٠ a). Effect of natural boron mineral use on the essential oil ratio and components of musk sage (*Salvia sclarea* L.). Open Chemistry, ١٨(١), ٧٣٢-٧٣٩.

Karayel, H. B. (٢٠٢٠ b). The effect of natural boron mineral use on essential oil content and components of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.).

Karayel, H. B. (٢٠٢٢). The effects of natural boron mineral on the essential oil ratio and components of the spearmint (*Mentha spicata* L.). Journal of Agricultural Sciences, ٢٨(١), ٦٣-٧٠.

Karayel, H. B., Coskun, Y., and Argui, H. (٢٠٢٤). Does Natural Boron Application Increase Yarrow (*Achillea millefolium* L.) Essential Oil Yield?. Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, ٤٣(٩), ٣٣٢٠-٣٣٢٨.

Karpiński, T. M. (٢٠٢٠). Essential oils of Lamiaceae family plants as antifungals. Biomolecules, ١٠(١), ١٠٣.

Khan, A., Bibi, S., Javed, T., Mahmood, A., Mehmood, S., Javaid, M. M., Ali, B., Yasin, M., Abidin, Z.U., Al-Sadoon, M.K. Malik, T. (٢٠٢٤). Effect of salinity stress and surfactant treatment with zinc and boron on morpho-physiological and biochemical indices of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). BMC Plant Biology, ٢٤(١), ١٣٨.

Khandelwal, S. K., Gupta, N. K., and Sahu, M. P. (٢٠٠٢). Effect of plant growth regulators on growth, yield and essential oil production of henna *(Lawsonia inermis* L.). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, ٧٧(١), ٦٧-٧٢.

Khate, A., and Sharma, B. (٢٠٢٢, April). Medicinal Plant Classification Using Neural Network. In International Conference on Emerging Global Trends in Engineering and Technology (pp. ٢٩٧-٣٠٧). Singapore: Springer Nature Singapore.

Khattab, E. A., Afifi, M. H., and Amin, G. A. (٢٠١٩). Significance of nitrogen, phosphorus, and boron foliar spray on jojoba plants. Bulletin of the National Research Centre, ٤٣, ١-٨.

Kohli, S. K., Kaur, H., Khanna, K., Handa, N., Bhardwaj, R., Rinklebe, J., and Ahmad, P. (٢٠٢٣). Boron in plants: Uptake, deficiency and biological potential. Plant Growth Regulation, ١٠٠(٢), ٢٦٧-٢٨٢.

Kumar, S., Korra, T., Thakur, R., Arutselvan, R., Kashyap, A. S., Nehela, Y., Chaplygin, V., Minkina, T. and Keswani, C. (٢٠٢٣). Role of plant secondary metabolites in defence and transcriptional regulation in response to biotic stress. Plant Stress, ٨, ١٠٠١٥٤.

Kumari, P., Singh, J., and Kumar, P. (٢٠٢٢). Impact of bioenergy for the diminution of an ascending global variability and change in the climate. In Microbiome under changing climate (pp. ٤٦٩-٤٨٧). Woodhead Publishing.

Liang-YuWu, Hong-Zhou Gao, Xun-Lei Wang, Jian-Hui Ye, Jian-Liang Lu and Yue-Rong Liang, (٢٠١٠). Analysis of chemical composition of Chrysanthemum indicum flowers by GC/MS and HPLC, Journal of Medicinal Plants Research Vol.٤(٥), pp.٤٢١ -٤٢٦, (٢٠١٠).

Long, Y., and Peng, J. (٢٠٢٣). Interaction between boron and other elements in plants. Genes, ١٤(١), ١٣٠.

MISBA, K., HARISH, B., PRASAD, B. M., JAYAPPA, J., DHANANJAYA, B., and KUMAR, S. M. (٢٠٢٣). Improvement of essential oil yield and quality of Ajwain's through foliar micronutrient application. Journal of Farm Sciences, ٣٦(٠٤), ٤١٩-٤٢٤.

Ma, J., Chen, Y., Wang, K., Huang, Y., and Wang, H. (٢٠٢١). Re-utilization of Chinese medicinal herbal residues improved soil fertility and maintained maize yield under chemical fertilizer reduction. Chemosphere, ٢٨٣, ١٣١٢٦٢.

Mady, M. A., and Youssef, A. S. M. (٢٠١٤). Influence of some fertilizers and boron foliar spray on improving growth and oil productivity of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) Plant. Journal of Plant Production, ٥(٤), ٥٨٧-٦١٣.

Mahdi, A. N.; Almyali, A. A. H. and Abdullah, K. M. (٢٠٢٣). Response of the Chemical Content and Medically Active Substances in the Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) Plant for Spraying with Amino Acids and Nano-potassium. Latin american journal of pharmacy, ٤٢, ٥٣٠-٥٣٩.

Malav, L. (٢٠٢٢). Effect of biofertilizers and foliar application of chemicals on growth, yield and quality of coriander (*Coriandrum sativum* L.) seed (Doctoral dissertation, Rajmata Vijayaraje Scindia Krishi Vishwa Vidyalaya).

Maliha, M., Husna, M. A., Sultana, M.N., Singh, K. and Uddin, A.F.M.J. (٢٠٢٣). Influence of Thiourea Concentrations on Growth and Yield of Light Pink Lisianthus. Int. J. Bus. Soc. Sci. Res. ١١(١): ٠١–٠٦.

Malik, J. A., Goyal, M. R., Birwal, P., and Watharkar, R. B. (Eds.). (٢٠٢٣). Plant-Based Bioactive Compounds and Food Ingredients: Encapsulation, Functional, and Safety Aspects. CRC Press.

Martello, J. M., Campos, M. D., Nascimento, C. A. C. D., Garcia, A., Tarumoto, M. B., Siqueira, G. F. D., Brown, P.H. and Crusciol, C. A. C. (٢٠٢٥). Adequate Boron Supply Modulates Carbohydrate Synthesis and Allocation in Sugarcane. Plants, ١٤(٥), ٦٥٧.

Meena RS, Kumar S, Bohra JS, Lal R, Singh GS, Pandey A. (٢٠١٩). Response of alley cropping grown sesame to lime and sulfur on yield and available nutrient status in an acidic soil of Eastern India. Energy Ecol Env ٤: ٦٥-٧٤.

Meena, D. K., Sharma, R. K., Kumar, A., Bhatnagar, A., Dawar, R., Glotra, A., Kumar, S. and Singh, T. (٢٠٢٣). Impact of foliar spray of thiourea on

growth attributes of two cultivars of soybean. Journal of Agriculture and Ecology, ١٥, ١٣٤-١٣٩.

Meena, S., Shivran, A. C., Dhaker, D. L., Karthik, R., and Meena, B. R. (٢٠٢٤). Effect of Irrigation Scheduling and Thiourea on Nutrient Concentration, Uptake and Water Use Efficiency of Mustard. Environment and Ecology, ٤٢(٣A), ١٢١٢-١٢١٨.

Mohamed, A. A., and Ahmed, R. M. (٢٠١٤). Effect of foliar application of thiourea on growth and yield of coriander and cumin plants. Journal of Applied Sciences Research, ١٠(٧), ٢٤–٣٠.

Mohamed, M. E. S. (٢٠١٦). The interaction between the gall wasp Leptocybe invasa and Eucalyptus camaldulensis leaves: a study of phyto-volatile metabolites. Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy, ٨(٤), ٩٠-٩٨.

Mohamed, Y. F. Y., Zewail, R. M. Y., and Ghatas, Y. A. A. (٢٠١٦). The role of boron and some growth substances on growth, oil productivity and chemical characterization of volatile oils in basil (*Ocimum basilicum* L.) cv. Genovese. Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants, ٨(٢), ١٠٨-١١٨.

Mohamed, Y., Mohamed, I., Elsadek, M., Ali, M., and Ghatas, Y. (٢٠٢١). Improving growth, productivity, and chemical composition of *Trachyspermum ammi* L. by using organic and chemical fertilization in the presence of boron. Industrial Crops and Products, ١٦٩, ١١٣٦٣٧.

Moradi, M., Hassani, A., Sefidkon, F., and Maroofi, H. (٢٠٢١). Qualitative and quantitative changes in the essential oil of *Origanum vulgare* ssp. gracile as affected by different harvesting times. Journal of Agricultural Science and Technology, ٢٣(١), ١٧٩-١٨٦.

Moukhles, A., and Mansour, I. (٢٠٢٠). A. The Effect of Drying Time on the Yield and the Chemical Composition of Essential Oil and Dissolved Oil in Hydrolat from Aerial Parts of Moroccan *Thymbra capitata* L. Cav. Mediterr. J. Chem, ١٠(٧), ٧١٦-٧٢٢.

Mousavi, S. M., and Raiesi, T. (٢٠٢٢). Essentiality of boron in higher plants. In Boron in plants and agriculture (pp. ١-٢٨). Academic Press.

Moustafa, M. A., Elmenofy, W. H., Osman, E. A., El-Said, N. A., and Awad, M. (٢٠٢٢). Biological impact, oxidative stress and adipokinetic hormone activities of Agrotis ipsilon in response to bioinsecticides. Plant Protection Science, ٥٨(٤).

Mumivand, H.; Khanizadeh, P.; Morshedloo, M. R.; Sierka, E.; Żuk-Gołaszewska, K.; Horaczek, T.; and Kalaji, H. M. (٢٠٢١). Improvement of growth, yield, seed production and phytochemical properties of Satureja khuzistanica jamzad by foliar application of boron and zinc. Plants, ١٠(١١), ٢٤٦٩.

Muqaddas, R. A. K., Nadeem, F., and Jilani, M. I. (٢٠١٦). Essential chemical constituents and medicinal uses of Marjoram (*Origanum majorana* L.)–A comprehensive review. International Journal of Chemical and Biochemical Sciences, ٩, ٥٦-٦٢.

Narayan, O. P., Kumar, P., Yadav, B., Dua, M., and Johri, A. K. (٢٠٢٣). Sulfur nutrition and its role in plant growth and development. Plant Signaling and Behavior, ١٨(١), ٢٠٣٠٠٨٢.

Nathawat, N. S., Nair, J. S., Kumawat, S. M., Yadava, N. S., Singh, G., Ramaswamy, N. K., Sahu, M.P. and D'souza, S. F. (٢٠٠٧). Effect of seed soaking with thiols on the antioxidant enzymes and photosystem activities in wheat subjected to water stress. Biologia plantarum, ٥١, ٩٣-٩٧.

Olsen, S. R., and Sommers, L. E. (١٩٦٥). Phosphorus Methods of Soil Analysis. Part ٢. Chemical and Microbiological Properties. ASA, Inc. SSSA, Inc, ٤٠٣-٤٣٠.

Osinga, S. A., Paudel, D., Mouzakitis, S. A., and Athanasiadis, I. N. (٢٠٢٢). Big data in agriculture: Between opportunity and solution. Agricultural Systems, ١٩٥, ١٠٣٢٩٨.

Ospina, J. D., Tovar, C. D. G., Flores, J. C. M., and Orozco, M. S. S. (٢٠١٦). Relationship between refractive index and thymol concentration in essential oils of *Lippia origanoides* Kunth. Chilean journal of agricultural and animal sciences, ٣٢(٢), ١٢٧-١٣٣.

Pandey, M., Srivastava, A. K., D'Souza, S. F., and Penna, S. (٢٠١٣). Thiourea, a ROS scavenger, regulates source-to-sink relationship to enhance crop yield and oil content in *Brassica juncea* L. PloS one, ٨(٩), e٧٣٩٢١.

Paudel, P. N., Satyal, P., Satyal, R., Setzer, W. N., and Gyawali, R. (٢٠٢٢). Chemical composition, enantiomeric distribution, antimicrobial and antioxidant activities of *Origanum majorana* L. essential oil from Nepal. Molecules, ٢٧(١٨), ٦١٣٦.

Ponnamperuma, F. N., Cayton, M. T., and Lantin, R. S. (١٩٨١). Dilute hydrochloric acid as an extractant for available zinc, copper and boron in rice soils. Plant and soil, ٦١, ٢٩٧-٣١٠.

Premaradhya, N., Shashidhar, K. S., and Samuel Jeberson, R. K. (٢٠١٨). Effect and profitability of foliar application of thiourea on growth and yield attributes of lentil (*Lens culinaris* L.) under Manipur Conditions of North-East, India. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, ٧(٥), ١٠٤٠-١٠٥٠.

Pumaylle, K. O., Paredes, L., Luján, D. L. B., and Paz, R. J. S. (٢٠١٢). Extraction, characterization and evaluation of antibacterial activity of essential oil of Senecio graveolens Wedd (Wiskataya). Scientia agropecuaria, ٣(٤), ٢٩١-٣٠٢.

Rai, S., Singh, K. V., Kashyap, A., and Gangale, P. (٢٠٢٠). Effect of PGRs, sowing time and varieties on growth of coriander (*Coriandrum sativum* L.) under gird region conditions. IJCS, ٨(٥), ١٤٤٩-١٤٥٢.

Raina, A. P. and Negi, K. S. (٢٠١٢). Essential oil composition of *Origanum majorana* and *Origanum vulgare* ssp. hirtum growing in India. Chemistry of Natural Compounds, ٤٧, ١٠١٥-١٠١٧.

Rasheed, M. U., Lihong, W., Mahmood, A., Rehman, H. U., Javaid, M. M., Ali, B., Ishfaq, F., Ameen, M., Hassan, M.U., Hashem, A. and Abd_Allah, E. F. (٢٠٢٥). Impact of Nitrogen, Sulphur, and Foliar Applied Thiourea on Growth, Oil Yield, and Fatty Acid Profile of Canola. Polish Journal of Environmental Studies, ٣٤(٣), ٢٣٣٧-٢٣٤٧.

Ravindran, P. N. (٢٠٢٣). Parsley, Oregano, Thyme and Marjoram. In Handbook of Spices in India: ٧٥ Years of Research and Development (pp. ٣١٨٥-٣٢٣١). Singapore: Springer Nature Singapore.

Raza, M. A., Feng, L. Y., Iqbal, N., Manaf, A., Khalid, M. H. B., Ur Rehman, S., Wasaya, A., Ansar, M., Billah, M., Yang, F. and Yang, W. (٢٠١٨). Effect of sulphur application on photosynthesis and biomass accumulation of sesame varieties under rainfed conditions. Agronomy, ٨(٨), ١٤٩.

Reddy, Y. R., Ramanandam, G., Subbaramamma, P., and Dorajeerao, A. V. D. (٢٠٢٠). Effect of foliar application of growth regulators on vegetative and physiological growth parameters in Ajowan (*Trachyspermum ammi* L. Sprague). Current Journal of Applied Science and Technology, ٣٩(٢٩), ١٠٠-١٠٩.

Reid, R. (٢٠١٤). Understanding the boron transport network in plants. Plant and soil, ٣٨٥, ١-١٣.

Ronchetti, R., Moroni, G., Carotti, A., Gioiello, A., and Camaioni, E. (٢٠٢١). Recent advances in urea-and thiourea-containing compounds: focus on innovative approaches in medicinal chemistry and organic synthesis. RSC medicinal chemistry, ١٢(٧), ١٠٤٦-١٠٦٤.

Sachin, A. S., Sivakumar, T., KrishnaSurendar, K., and Senthivelu, M. (٢٠١٩). Influence of plant growth regulators and nutrients on biometric, growth and yield attributes in Blackgram (*Vigna mungo* L.). Journal of Agriculture and Ecology, ٧, ٥٥-٦٣.

Safdar, M. E., Qamar, R., Javed, A., Nadeem, M. A., Javeed, H. M. R., Farooq, S., Głowacka, A., Michałek, S., Alwahibi, M., Elshikh, M. and

Ahmed, M. A. (٢٠٢٣). Combined application of boron and zinc improves seed and oil yields and oil quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agronomy, ١٣(٨), ٢٠٢٠.

Sahu, M. P. (٢٠٢٣). Role of sulfhydryl bioregulator thiourea in mitigating drought stress in crops. In Plant Stress Mitigators (pp. ٢٩٣-٣٠٤). Academic Press.

Sanders, Z., Moffitt, B.A., Treaster, M., Larkins, A., Khulordava, N., Benjock, J., Spencer, J., Henrie, K., Wurst, M.J., Broom, A., Tamez, N., DeRosa, G., Campbell, M., Keller, E., Powell, A., Weinbrenner, D., Abenavoli, L., Edenfield, W.J., Chung, K., Boccuto, L., and Ivankovic, D.S. (٢٠٢٣). Effects of *Origanum majorana* on Breast Cancer Cells: An Alternative to Chemotherapy? Metabolites, ١٣.

Schlosser, Š. (٢٠١١, May). Distillation–from Bronze Age till today. In ٣٨th International Conference of Slovak Society of Chemical Engineering, Tatranské Matliare, Slovakia.

Shaban, A., El-Motaium, R., Badawy, S., Ibrahim, A. (٢٠١٩). Response of mango tree nutritional status and biochemical constituents to boron and nitrogen fertilization. J. Plant Nutr. ٤٢ (٢٠), ٢٧٨٤–٢٧٩٣.

Shah, S. H., Islam, S., and Mohammad, F. (٢٠٢٢). Sulphur as a dynamic mineral element for plants: a review. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, ٢٢(٢), ٢١١٨-٢١٤٣.

Shaker, U. B., and Rasool, I. A. (٢٠٢٣). Role of organic fertilizer and boron foliar application on growth and productivity of potato for processing. Iraqi Journal of Agricultural Sciences, ٥٤(٥), ١٤٧٨-١٤٨٦.

Sher, A., Ali, M. U., Ijaz, M., Sattar, A., Ul-Allah, S., Qayyum, A., and Khan, M. B. (٢٠١٧). Foliar application of thiourea improves the safflower yield and quality. Z Arznei Gewurzpflanzen, ٢٢, ٧٨-٨٣.

Shireen, F., Azher Nawaz, M., Chen, C., Zhang, Q., Zheng, Z., Sohail, H., Sun, J., Cao, H., Huang, Y., and Bie, Z. (٢٠١٨). Boron: Functions and

approaches to enhane its availability in plants for sustainable agriculture. International Journal of Molecular Sciences, ١٩(٧), ١– ٢٠.

Shireen, F., Nawaz, M. A., Chen, C., Zhang, Q., Zheng, Z., Sohail, H., Sun, J., Cao, H., Huang, Y. and Bie, Z. (٢٠١٨). Boron: functions and approaches to enhance its availability in plants for sustainable agriculture. International journal of molecular sciences, ١٩(٧), ١٨٥٦.

Shukla, A. K., Singh, R. K., Pandey, A. K., Gautam, M. K., and Vishen, G. S. (٢٠١٨). Effect of growth regulators and nipping on biochemical traits and yield attributes of chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal of Chemical Studies, ٦(١), ٤٣٨-٤٤٢.

Singh A, Singh AK, Ashwin C. (٢٠١٧). Effect of hydrogel and thiourea on yield, quality and nutrient.

Smith, T., Majid, F., Eckl, V., and Reynolds, C. M. (٢٠٢١). Herbal supplement sales in US increase by record-breaking ١٧.٣٪ in ٢٠٢٠. HerbalGram, ١٣١, ٥٢-٦٥.

Sonia, E., Ratnakumar, P., Pandey, B. B., Ramesh, K., Reddy, S. N., Hemalatha, V., Sravanthi, A.L., Daniel, P.J., Manikanta, C.L., Ramya, K.T. and Padmaja, D. (٢٠٢٤). The Influence of Plant Growth Modulators on Physiological Yield and Quality Traits of Sesame (*Sesamum indicum*) Cultivars Under Rainfed Conditions. Agricultural Research, ١-١٤.

Souza, J., Santos, G. S., Barbosa, T. C., Santos, A. L., Menezes, L. G., Andrade, L. N., Bani, C., Sarmento, V.H., Nunes, R., Zielinska, A. and Mendonça, Severino, P. (٢٠٢١). Citrus sinensis essential oil-based microemulsions: green synthesis, characterization, and antibacterial and larvicide activities. ACS Food Science and Technology, ١(٣), ٤٦٢-٤٦٩.

Srivastava, A., Thakur, M., Pandey, S., Kumar, C., Sharma, S., Deshmukh, R., Sharma, A., Singh, V.P. and Tripathi, D.K., (٢٠٢٥). Functions of boron in plant roots: Current Insights. South African Journal of Botany, ١٧٧, pp.٢٠١-٢١٠.

Suryavanshi P, and Buttar GS. (٢٠١٨). Effects of exogenous osmoprotectants on physiological characteristics of wheat. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.

Taşcıoğlu, T. (٢٠٢٢). Molecular genetic analyses in Origanum (Lamiaceae) taxa in Türkiye (Doctoral dissertation, Izmir Institute of Technology (Turkey)).

Thirupathi, I., Vidya Sagar, G. E., Suneetha Devi, C. P. K., and Sharma, S. H. K. (٢٠١٦). Effect of nitrogen and sulphur levels on growth, yield, quality and economics of single cross hybrid maize (*Zea mays* L.). International Journal of Science, Environment and Technology, ٥(٥), ٢٩٨٩-٢٩٩٨.

Timoshyna, A., Ke, Z., Yang, Y., Ling, X., and Leaman, D. (٢٠٢٠). The invisible trade: wild plants and you in the times of COVID-١٩ and the essential journey towards sustainability. TRAFFIC International, Cambridge, United Kingdom.

Tsakni, A., Chatzilazarou, A., Tsakali, E., Tsantes, A. G., Van Impe, J., and Houhoula, D. (٢٠٢٣). Identification of Bioactive Compounds in Plant Extracts of Greek Flora and Their Antimicrobial and Antioxidant Activity. Separations, ١٠(٧), ٣٧٣.

Twaij, B. M., and Hasan, M. N. (٢٠٢٢). Bioactive secondary metabolites from plant sources: types, synthesis, and their therapeutic uses. International Journal of Plant Biology, ١٣(١), ٤-١٤.

Uddin, A. J., Alam, M. M., Husna, M. A., Raisa, I., and Rakibuzzaman, M. (٢٠١٩). Thiourea application frequency on growth and yield of Garlic Chives (*Allium tuberosum*). Int. J. Bus. Soc. Sci. Res, ٧(٢), ١١٥-١١٨.

Vera-Maldonado, P., Aquea, F., Reyes-Díaz, M., Cárcamo-Fincheira, P., Soto-Cerda, B., Nunes-Nesi, A., and Inostroza-Blancheteau, C. (٢٠٢٤). Role of boron and its interaction with other elements in plants. Frontiers in Plant Science, ١٥, ١٣٣٢٤٥٩.

Verma, C. B. (٢٠١٩). Physiological Traits and Productivity of Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Relation to Foliar Spray of Zinc, Urea, and Thiourea under Rainfed Condition. Agricultural Science Digest-A Research Journal, ٣٩(٢), ١٢٤-١٢٧.

Wahid, A., Basra, S., and Farooq, M. (٢٠١٧). Thiourea: A Molecule with Immense Biological Significance for Plants. International Journal of Agriculture and Biology, ١٩(٤).

Wang, H., Chen, Y., Wang, L., Liu, Q., Yang, S., and Wang, C. (٢٠٢٣). Advancing herbal medicine: enhancing product quality and safety through robust quality control practices. Frontiers in Pharmacology, ١٤, ١٢٦٥١٧٨.

Wang, N., Yang, C., Pan, Z., Liu, Y., and Peng, S. A. (٢٠١٥). Boron deficiency in woody plants: various responses and tolerance mechanisms. Frontiers in Plant Science, ٦, ٩١٦.

Waqas, M. A., Kaya, C., Riaz, A., Farooq, M., Nawaz, I., Wilkes, A., and Li, Y. (٢٠١٩). Potential mechanisms of abiotic stress tolerance in crop plants induced by thiourea. Frontiers in plant science, ١٠, ١٣٣٦.

Williams, C. H., and Steinbergs, A. (١٩٥٩). Soil sulphur fractions as chemical indices of available sulphur in some Australian soils. Australian Journal of Agricultural Research, ١٠(٣), ٣٤٠-٣٥٢.

Yadav, S. N., Singh, S. K., and Kumar, O. (٢٠١٦). Effect of boron on yield attributes, seed yield and oil content of mustard (*Brassica juncea* L.) on an Inceptisol. Journal of the Indian Society of Soil Science, ٦٤(٣), ٢٩١-٢٩٦.

Yadav, T., Kumar, A., Yadav, R. K., Yadav, G., Kumar, R., and Kushwaha, M. (٢٠٢٠). Salicylic acid and thiourea mitigate the salinity and drought stress on physiological traits governing yield in pearl millet-wheat. Saudi Journal of Biological Sciences, ٢٧(٨), ٢٠١٠-٢٠١٧.

Yi, Q. Q., Sun, P., Zhang, X., Wang, H., and Wu, J. (٢٠٢٥). Thiourea Derivatives in Agrochemical Discovery and Development. Journal of Agricultural and Food Chemistry.

Xu, Z., and Chang, L. (٢٠١٧). Lamiaceae. Identification and Control of Common Weeds: Volume ٣, ١٨١-٢٦٥.

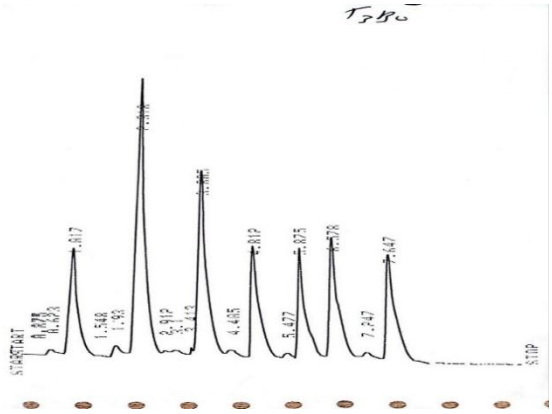
Zahid, A., Ul Din, K., Ahmad, M., Hayat, U., Zulfiqar, U., Askri, S. M. H., Anjum, M.Z., Maqsood, M.F., Aijaz, N., Chaudhary, T. and Ali, H. M. (٢٠٢٤). Exogenous application of sulfur-rich thiourea (STU) to alleviate the adverse effects of cobalt stress in wheat. BMC Plant Biology, ٢٤(١), ١٢٦.

Zheng, L., Guo, H., Zhu, M., Xie, L., Jin, J., Korma, S. A., Jin, Q., Wang, X. Cacciotti, I. (٢٠٢٤). Intrinsic properties and extrinsic factors of food matrix system affecting the effectiveness of essential oils in foods: a comprehensive review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, ٦٤(٢١), ٧٣٦٣-٧٣٩٦.

Zheng, L., Guo, H., Zhu, M., Xie, L., Jin, J., Korma, S.A., Jin, Q., Wang, X. and Cacciotti, I., (٢٠٢٤). Intrinsic properties and extrinsic factors of food matrix system affecting the effectiveness of essential oils in foods: a comprehensive review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, ٦٤(٢١), pp.٧٣٦٣-٧٣٩٦.

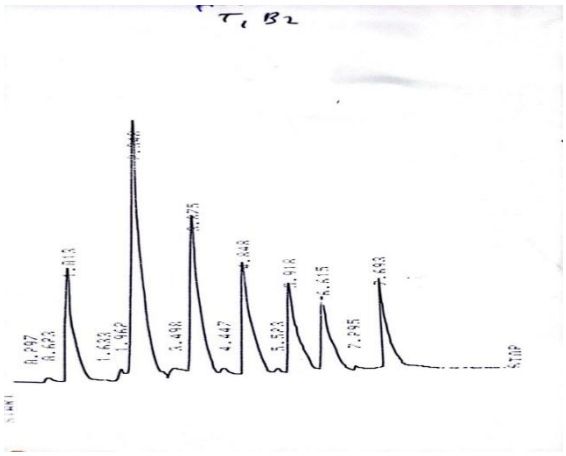
Zubair, A., Akhtar, J., Ahmad, M., Khan, M. I., Khan, M. F., and Khan, N. (٢٠٢٥). HPLC analysis and quantification of carveol marker in eye drop and aqueous distillate of Cyperus scariosus R. Br. *Microchemical Journal*, ١١٣٧٤٩.

ملحق (١) بعض التحاليل القياسية للمعاملات في جهاز HPLC



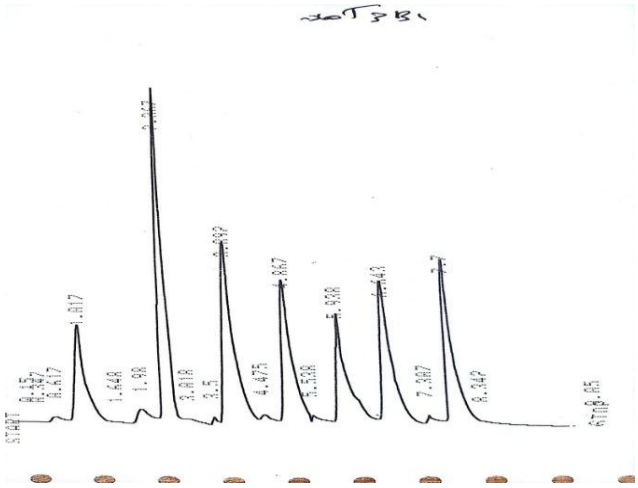
Seq		Retention time minute	Area
١.	Trerpienol ٤_ol	٢.٣١٨	٣٦٠٩١٥
٢.	Cis sabinene hydrate	٣.٨٠٥	٢٣٨٠٠٥
٣.	α- terpene	٤.٨١٢	١٣٣٧١٦
٤.	β- cymen	٥.٨٧٥	١٣٧٧٣٣
٥.	Thymol	٦.٥٧٨	١٤٤٧١٤
٦.	Carvone	٧.٦٤٧	١٢٧٧٧٩

تأثير الرش بالثيوريا والبورون على نبات البردقوش الحلو ومحتواه من المركبات الفعالة عند معاملة (T٣B٠)



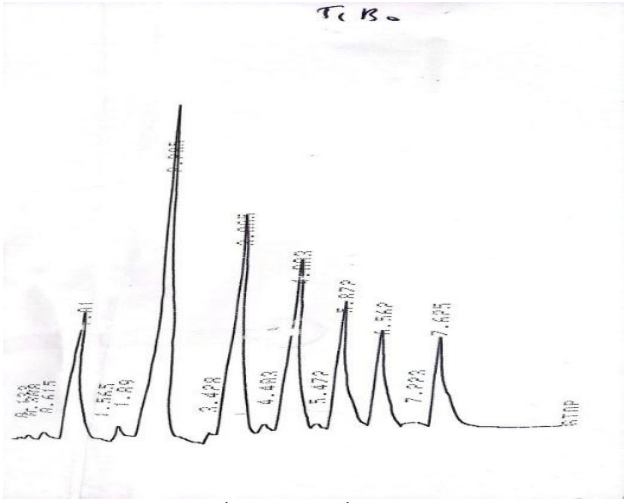
Seq		Retention time minute	Area
١.	Trerpienol ٤_ol	٢.٣٤٨	٣١٥٢٢٦
٢.	Cis sabinene hydrate	٣.٨٧٥	١٩٠٩٨٠
٣.	α- terpene	٤.٨٤٨	١٣٥٤٠٣
٤.	β- cymen	٥.٩١٨	١١٢٥٤٩
٥.	Thymol	٦.٦١٥	٨٧٣٩٥
٦.	Carvone	٧.٦٩٣	١٢٢٣٨١

تأثير الرش بالثيوريا والبورون على نبات البردقوش الحلو ومحتواه من المركبات الفعالة عند معاملة (T١B٢)



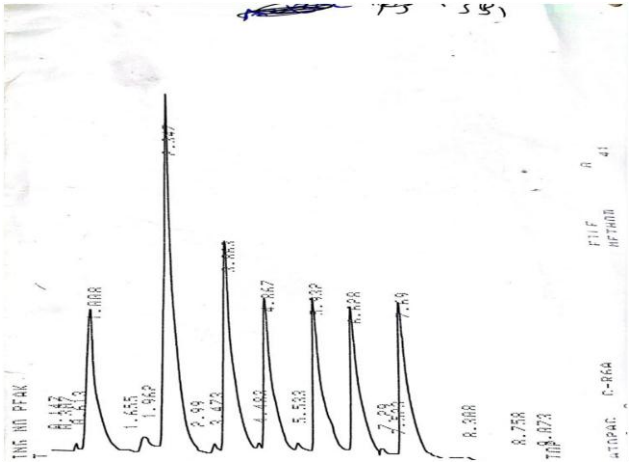
Seq		Retention time minute	Area
١.	Trerpienol ٤_ol	٢.٣٦٧	٣٧٤٥٢٩
٢.	Cis sabinene hydrate	٣.٨٩٢	٢١١٢٢٦
٣.	α- terpene	٤.٨٦٧	١٦٣٢٨٤
٤.	β- cymen	٥.٩٣٨	١٢٩٦٦٤
٥.	Thymol	٦.٦٤٣	١٤٨٢٨٦
٦.	Carvone	٧.٧	١٧٩١٣٣

تأثير الرش بالثيوريا والبورون على نبات البردقوش الحلو ومحتواه من المركبات الفعالة عند معاملة (T٣B١)



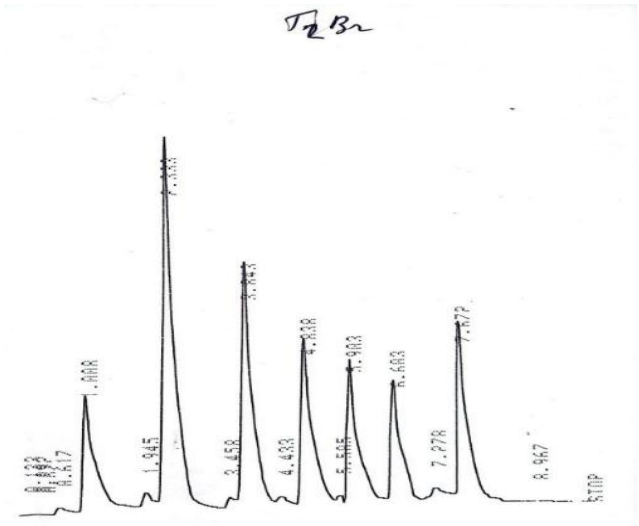
Seq		Retention time minute	Area
١.	Trerpienol ٤_ol	٢.٢٨٥	٣٦٠٣٦٠
٢.	Cis sabinene hydrate	٣.٨٠٥	٢٢٥٥٧١
٣.	α- terpene	٤.٨٠٣	١٨٩٢٨٩
٤.	β- cymen	٥.٨٧٢	١٥٠٤٢٠
٥.	Thymol	٦.٥٦٢	١٠٧٥٠١
٦.	Carvone	٧.٦٢٥	١٠٣٦٢٩

تأثير الرش بالثيوريا والبورون على نبات البردقوش الحلو ومحتواه من المركبات الفعالة عند معاملة (T١B٠)



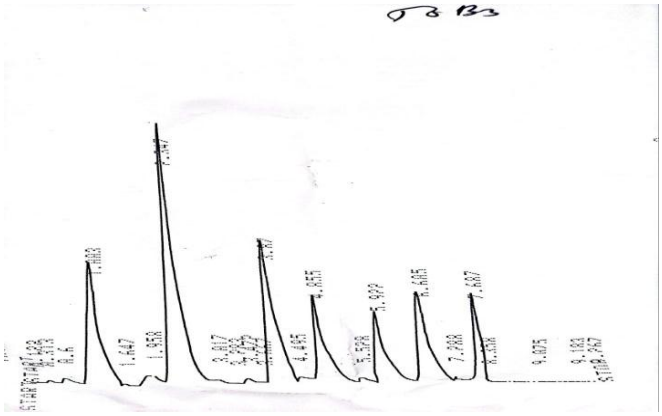
Seq		Retention time minute	Area
١.	Trerpienol ٤_ol	٢.٣٤٧	٣٧٣٤٥٩
٢.	Cis sabinene hydrate	٣.٨٦٣	٢٢٢٢٣٠
٣.	α- terpene	٤.٨٦٧	١٥٩٧٢٧
٤.	β- cymen	٥.٩٣٢	١٥٦٤٩٧
٥.	Thymol	٦.٦٢٨	١٣٩٤٠٩
٦.	Carvone	٧.٦٩	١٤٣٤٢٢

تأثير الرش بالثيوريا والبورون على نبات البردقوش الحلو ومحتواه من المركبات الفعالة عند معاملة (T٣B٣)



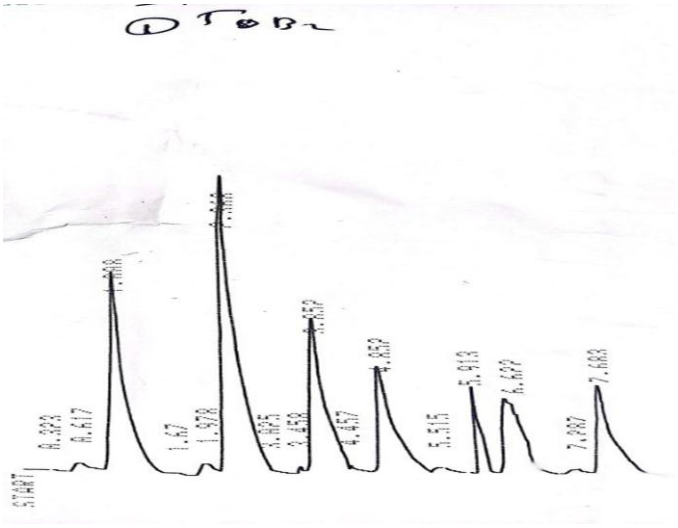
Seq		Retention time minute	Area
١.	Trerpienol ٤_ol	٢.٣٣٣	٣٥٠٧٩٩
٢.	Cis sabinene hydrate	٣.٨٤٣	٢٤٣٥٤٣
٣.	α- terpene	٤.٨٣٨	١٨٣٠٩٤
٤.	β- cymen	٥.٩٠٣	١٥٢٢٧٦
٥.	Thymol	٦.٦٠٣	١١٩٨٣٢
٦.	Carvone	٧.٦٧٢	١٨٥٤٠٧

تأثير الرش بالثيوريا والبورون على نبات البردقوش الحلو ومحتواه من المركبات الفعالة عند معاملة (T٢B٢)



Seq		Retention time minute	Area
١.	Trerpienol ٤_ol	٢.٣٤٧	٣٢١٣٩٠
٢.	Cis sabinene hydrate	٣.٨٧	١٨٥٤٢١
٣.	α- terpene	٤.٨٥٥	١٢٠٦٧٦
٤.	β- cymen	٥.٩٢٢	٩٧٠٦٤
٥.	Thymol	٦.٦٠٥	١٢٠٣٦٣
٦.	Carvone	٧.٦٨٧	١٢١٧٢٧

تأثير الرش بالثيوريا والبورون على نبات البردقوش الحلو ومحتواه من المركبات الفعالة عند معاملة (T٠B٣)



Seq		Retention time minute	Area
١.	Trerpienol ٤_ol	٢.٣٦٨	٢٩٤٣٠٤
٢.	Cis sabinene hydrate	٣.٨٥٢	١٦١٩٥٦
٣.	α- terpene	٤.٨٥٢	١١٣٥٨٥
٤.	β- cymen	٥.٩١٣	٩٣٢٥٥
٥.	Thymol	٦.٦٢٢	٧٩٣٠٥
٦.	Carvone	٧.٦٨٣	٨٨٢٤٦

تأثير الرش بالثيوريا والبورون على نبات البردقوش الحلو ومحتواه من المركبات الفعالة عند معاملة (T٠B٢)

ملحق (٢) تحليل التباين لصفات النمو الخضري والجذري

مصادر التباين	درجات الحرية	قطر النبات	طول النبات	عدد الأفرع	مساحة الورقة	نسبة المادة للمجموع الخضري	حجم الجذر	طول الجذر	نسبة المادة الجافة للمجموع الجذري
BLOCK	٢	٠.٠٠٥٤٣	٧.٦٩٦	٢.٧٥٦	٠.٠٣٨١١	١٥.٠١٠	٠.٠١١٦١	٠.٤٢٣٣	١.٢٠٧
الثيوريا	٣	٠.٣٣٠٧٤	٤٩.٩٤٦	١٨.٣٨٩	٠.٠٨٣٥١	٤٤.٤٨١	٠.٧٤١٥٦	٧٥.٦٧٩٢	١٣٤٩.٠١٢
البورون	٣	٠.٢٦٨١٦	٤٢.٠١٦	٢٨.٩٣٨	٠.٠٣٠٤١	١٧.٧٦٦	٠.٣٩٣٨٣	٢٤.٢٧٩٢	٣٥٧.٩٦٣
التداخل	٩	٠.٠٥٦٦١	٣.٧٤٧	٣.٠٣٥	٠.٠٥٩٣٤	٨.٣٨٦	٠.١٠٦٣٨	١.٤١٣٨	١٥.١٧٥
الخطأ التجريبي	(١)٢٩	٠.٠٢٦٤٢	٣.٣٥٦	١.٢٤٢	٠.٠١٥٥٣	٢.٣٦٠	٠.٠١١٤٩	٠.١٠٥٨	٤.٣٥٤

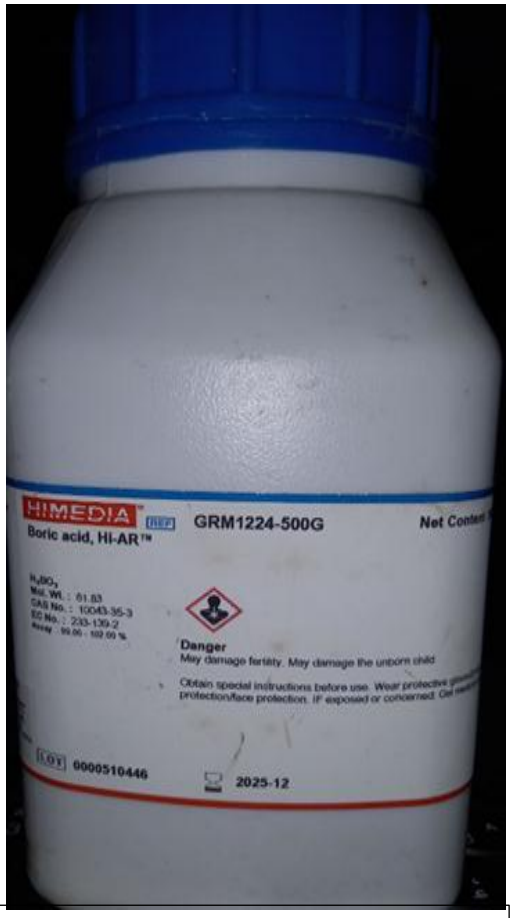
ملحق (٣) جدول تحليل التباين لصفات المواد الكيميائية في النبات

مصادر التباين	درجات الحرية	محتوى الكلوروفيل الكلي في الأوراق	محتوى الكاربوهيدرات الذائبة الكلية	النسبة المئوية للبروتين الكلي	النسبة المئوية للنتروجين	النسبة المئوية للفسفور	النسبة المئوية للبوتاسيوم	الكبريت	البورون
BLOCK	٢	٤٠.٥٣	٠.٣٣٤٢	٠.٥١٦٦٨	٠.٠١٣٢٢٧	٠.٠٠٠٠٩٠١٥	٠.٠٠١٣٤٦١	٠.٠٠٠٠٥٣٩٠	٠.٠٠٠٠٧٨٧٧
الثيوريا	٣	٦٩٨.٤٩	١١٩٧.٨٧٠٣	١٥٠.٣٤٩٦١	٣.٨٤٨٩٥٠	٠.٠١٧٦٠٠٣٩	٠.٣٨٢٠٢١١	٠.١٠٣٣٨٣١٧	٠.٠١٠٨٢٠٠٢
البورون	٣	٨٥٧.٢٠	١٨٤.٠٢١٩	١٣.٧٩٠٨٠	٠.٣٥٣٠٤٤	٠.٠١٢٥٢٢٠٨	٠.٢٣٥٤٠٧٣	٠.٠٠٦١٩٩٥٠	٠.٠٧٧٨١٣٥٨
التداخل	٩	١٢٤.٠١	١٤.٣٠٦٣	١.١٠٨٠٠	٠.٠٢٨٣٦٥	٠.٠٠٠٤١٥٣٣	٠.٠١١٩٠٤٦	٠.٠٠٠٤٧٣٥٢	٠.٠٠٣١٨٢٧٨
الخطأ التجريبي	٣٠	٢١.٤١	٠.٤٠٦٤	٠.٠٩٨٣٧	٠.٠٠٢٥١٨	٠.٠٠٠٠٨٧١٨	٠.٠٠٠٠٢٦٩٣	٠.٠٠٠٠٩٣٢١	٠.٠٠٠٠٥٢٣٠

ملحق (٤) تحليل التباين للمواد الفعالة في النبات

مصادر التباين	درجات الحرية	Terpenol ٤-ol	Cis sabinene hydrate	α-terpene	β-cymen	Thymol	Carvone
BLOCK	٢	٦٠.٢٥٠	٨٥.٥٦٣	١٤٧.٠٢١	٧٠.١٤٦	١٦٣.٠٨٣	١٢٩.٤٣٧
الثيوريا	٣	٢٦١٨٦.٠٥٨	٤٠٣٢٨.٠٤٢	١١٣٤٧.٠١٩	١٢٣٠٠.١٧٥	٩٢٢٤.٨٢٤	٥٨١٦.٧٢٩
البورون	٣	٣٥٧٣.٢١٩	١١٢٢٦.٧٢٦	٢١٢٢.٠٦١	٢١.٥٥٢	١٦٦٨.٥٣٠	٢٤٧٩.٤٧١
التداخل	٩	٦٧٣.١٩٢	٣٠٤٧.٣٩٨	١٣٥٠.٧٤٩	٦٥١.٠١١	١٤١٧.١٥٦	٩٥٠.٩٤٦
الخطأ التجريبي	٣٠	٣.٧١٧	١.٥٦٢	١.٥٥٤	٧.٦١٢	٥.٢١٧	١.٧٤٩

ملحق (٥) مراحل نمو نبات البردقوش الحلو



الثيوريا	البورون

ملحق (٦) عوامل الدراسة المستخدمة الثيوريا والبورون

percentage of dry matter of the vegetative group was superior to the interaction treatment (T٣B٣), as it gave the highest average of (٢٤.٩٧٪), as well as the highest average for the percentage of dry matter of the root group, reaching (٨٦.٢٧٪) in the same treatment. The chemical content of the plant was also significantly affected by the study factors, as the highest average reached (٥٧.٩١) mg. ١٠٠g$^{-١}$ fresh weight) for the total chlorophyll content in the treatment (T٣B٢) and also gave the highest average percentage of phosphorus (٠.٤٥٩٢٪), while the content of carbohydrates, protein, nitrogen, potassium, sulfur and boron was superior to the interaction treatment (T٣B٣) and gave the highest average of (٣٧.٨٣٢ mg ١٠٠g$^{-١}$ dry weight) carbohydrates (١٨.٦٠٤٪) protein and (٢.٩٧٦٧٪) nitrogen (١.٨٨٦٨٪) potassium, and the highest average concentration of sulfur in the plant reached (٩٢.٨٧) mg L$^{-١}$), and the highest average concentration of boron in the plant reached (٣٨.٧٠) mg L$^{-١}$). As for the plant content of active compounds present in the volatile oil, the effect of the interaction of treatments on the average content of the compounds was significant. Treatment (T٣B٣) gave the highest average plant content of the compound Terpinene ٤-ol, which amounted to (٥٦٩.٤٢ µg ml$^{-١}$) and Cis sabinene hydrate, which amounted to (٤٢٤.١٤ µg ml$^{-١}$). Treatment (T٢B٣) gave the highest average of the compound Terpene-α, which amounted to (٢٤٤.٠٢ µg ml$^{-١}$), and treatment (T٢B١) gave the highest average of the compound Thymol, which amounted to (٢٠٧.٣٥ µg ml$^{-١}$). As for the interaction treatment (T٣B٢), it gave the highest averages for the compounds Cymene-β and Carvone, which amounted to (٢٣٠.٧٣ µg ml$^{-١}$) and (٢٠٢.٣٠ µg ml$^{-١}$), respectively.

Abstract

The experiment was carried out in the shade of the Horticulture and Landscape Department - College of Agriculture - University of Kerbala during the spring season of ٢٠٢٤, from ٢٥-٢-٢٠٢٤ to ١-٧-٢٠٢٤, in order to study the effect of spraying with thiourea and boron and the interaction between them on vegetative and root growth, chemical content, and the content and components of volatile oils in the sweet marjoram plant. The study was conducted as a factorial experiment according to a randomized complete block design (RCBD) with three replicates. The experiment included ١٦ treatments consisting of ٤ concentrations of thiourea ٠, ٥٠٠, ٧٥٠, ١٠٠٠ mg $L^{-١}$ (referred to as T٣, T٢, T١, T٠) respectively and ٤ concentrations of boron ٠, ٢٥, ٥٠, ١٠٠ mg $L^{-١}$ (referred to as B٣, B٢, B١, B٠) respectively. The experimental data were statistically analyzed using the Genestat statistical program, and the means were compared using the least significant difference (LSD) test at a probability level of ٠.٠٥. The most important results were obtained, as shown below:

١- The effect of spraying with thiourea and boron individually was significant on most of the vegetative, root, and chemical characteristics, and the plant content of active compounds found in volatile oils.

٢- The effect of interaction between the two study factors was significant, as the highest average for the plant height trait was recorded in treatment (T١B٣), reaching (٢٩.٤٥ cm), while the stem diameter trait, number of branches, and root length traits were superior to treatment (T٣B٢), giving the highest average of (٢.٠٨٠ mm), (١٨.٦٨ branch $plant^{-١}$), and (١٦.٦٣٣ cm), respectively. As for the leaf area trait and root size trait, the interaction treatment (T٢B٢) gave the highest average of (١.١٣٧ $cm^{٢}$) and (١.٦٦٧ $cm^{٣}$), respectively, while the

University of Kerbala

College of Agriculture

Horticulture and Landscape Department

Response of sweet marjoram *Origanum majorana* L. to thiourea and boron and its volatile oil content

A Thesis Submitted to the Council of the College of Agriculture / University of Kerbala in Partial Fulfilment Requirements for the Master Degree of sciences in Agriculture / Horticulture and Landscape

Submitted By

Rusul Fadhil Noori AL-Awady

Supervised By

Asst. Prof. Dr. Kadum Mohammed Abdullah

١٤٤٧ H. **٢٠٢٥ A.D**