مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد الثالث والعشرون - المجلد الأول - علوم الحياة - آذار 2024 م
doi.org/10.52866/esj.2023.01.23.02

تأثير الرش بالحديد النانوي وهرمون الجبرلين في بعض الصفات الفسلجية والكيميائية والمركبات الفعالة لنبات المعدنوس *Petroselinum sativum*

اسيل رياض لعيبي
وزارة التربية مديرية تربية الكرخ الأولى

مستخلص

تم إجراء تجربة حقلية أثناء موسم الزرع الشتوي 2019-2018 من أجل دراسة تأثير رش الحديد النانوي بتراكيز (0، 0.5، 0.75، 1.0، 1.5) غ.لتر$^{-1}$ وهرمون الجبرلين بتراكيز (0، 0.5، 1.0، 1.5، 2.0) مغ.لتر$^{-1}$ وتداخلهما مع الخصائص الكيميائية ونسبة الكربوهيدرات والبروتين والكلورفيل والمواد الفعالة لنبات المعدنوس. صممت التجربة وفقاً للقطاعات الكاملة العشوائية Randomized Complete Blocks Design (R.C.B.D) وقد تم إجراء ثلاث مكررات لكل معاملة في هذه التحربة وبعدها تمت مقارنة النتائج المتوسطة من خلال أقل فرق معنوي عند احتمال (0.05). وأظهرت النتائج أن رش تراكيز مختلفة من الحديد النانوي قد أدى إلى حصول ازدياد معنوي في جميع الخصائص المختبرة بحيث تجاوز تركيز 1.5 غ.لتر$^{-1}$ في كل من نسبة الآزوت والحديد والكلورفيل والكربوهيدرات ونسبة البروتين ونسبة الميريستيسين والأبيول. بينما أدى رش الجبرلين بتراكيز مختلفة إلى ازدياد إيجابي في جميع الخصائص المختبرة وكانت أكبر زيادة بقرب تركيز 1.5 mg L^{-1}، حيث أثرت جميع التداخلات الثنائية في جميع الخصائص المختبرة مع تفوق معاملة 1.5 g L^{-1} في الحديد ذو الصفة النانوية و1.5 mg L^{-1} من الجبرلين من حيث محتوى كلٍ من الزيوت والحديد والكربوهيدرات والكلورفيل والبروتين ونسبة الميريستيسين والأبيول (Apiole, Myristicin).

الكلمات المفتاحية: الحديد النانوي، الجبرلين، نبات المعدنوس، الصفات الكيميائية، الميريستيسين، الابيول.

The effect of spraying nano-iron and gibberellin hormone on physiological and chemical properties and active chemical compounds in parsley plant *Petroselinum sativum*.

Assel Rieadh Loaiby
Ministry of Education, Al-Karkh Department of Education

Abstract :

A research experiment was conducted in winter during the planting season 2018-2019 in order to both investigate the effect of spraying both nano-iron at concentrations of (0, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5) g L^{-1} and gibberellin hormone at concentrations of (0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0) mg. L^{-1} as well as to study their chemical characteristics effects and to determine the carbohydrates ratio, protein amount, and chlorophyll content in parsley plant. The experiment was designed according to the completely randomized block design (R.C.B.D). Three replications were made for each case, and then the average results were compared considering the least significant difference at probability (0.05). The results has shown that spraying different concentrations of nano-iron has led to a significant increase in all the tested characteristics; such that the concentration exceeded 1.5 g.L^{-1} for nitrogen, iron, chlorophyll, carbohydrates, protein, myristicin and abiol. While spraying gibberellin at different concentrations has led to a positive increase in all the tested characteristics and the largest increase was 1.5 mg L^{-1}. Double interactions affected all the tested properties when applying 1.5 g L^{-1} nano-iron and 1.5 mg. L^{-1} of gibberellin in terms of the content of oils, iron, carbohydrates, chlorophyll, protein, and the percentage of both myristicin and apiole.

Key words: Nano iron, gibberellin, parsley plant, chemical characteristics, myristicin, apiol.

المقدمة

يعدّ المعدنوس *Petroselinum Sativum* من النباتات العشبية ثنائية الحول، وينتمي إلى العائلة الخيمية المظلية (Apiaceae)،7 ويبلغ ارتفاعه من 60– 100 سم، يمتلك أهمية طبية وغذائية، كما يمتلك صفة تشريحية تتمثل بوجود قنوات تحوي زيوتاً طيارة بجميع أعضاء النبات. الموطن الأصلي للنبات هو منطقة البحر الأبيض المتوسط وروسيا ومعظم دول العالم (Mozafarian, 2007، السيد وحسين، 2010).

يمتلك نبات المعدنوس (Parsley) فوائد طبية مهمة وخصائص علاجية، كمضادات للبكتريا ومضادات أكسدة وذلك لوجود المركبات الفينولية في النبات (Peter and David, 2006). كما يعد مدراً للبول، وهذا بسبب المحتوى العالي من الزيوت الأساسية. يعود هذا التأثير العلاجي لوجود مركبي الأبيول والميريستيسين (Darias *et al*., 2000).بالإضافة إلى قابليته على خفض مستوى السكر في الدم، وذلك لوجود المواد الفعالة مثل فيتامين C، كلايكوسيدات، الكيومارين وتربينات والفلافونويد (Davey *et al*., 1996). من الخصائص العلاجية أيضا هي الفعالية ضد الالتهابات (Anti-inflammation)، فهو يستعمل في علاج التهاب الجلد والتهجيات والتقرحات (Yousofi *et al*., 2012). أما عن التأثيرات الجانبية والسمية للمعدنوس فقد أكدت أغلب الدراسات على سلامة وأمان استخدام النبات، ولكن الاستخدام المفرط أو الجرع العالية قد تسبب الإجهاض للحوامل لوجود مادة الأبيول Apiol وكذلك قد تسبب بعض التراخي (السيد، 2014).

يعدّ الحديد النانوي مهماً جداً لنمو النباتات بشكل سليم والحصول على إنتاج وفير، إذ يعتمد إنتاج المحاصيل عالمياً على استخدام الأسمدة النانوية بشكل كبير، ولاسيما في الدول النامية (Ryan et al., 2013). ولذلك استعملت المكونات ذات محتوى تغذية صغرى وكذلك نانوية المفعول بالإضافة إلى التقنيات النانوية لغرض تسهيل عملية اختراق هذه العناصر لطبقة الأدمة في الأوراق (Jakhar *et al*., 2022). وفي نظم التربة والنباتات تتفاعل أسمدة المركبات الغذائية الصغرى مع المركبات الغذائية الكبرى والذي يسبب استجابة متآزرة أو مضادة أو محايدة تؤثر في المحاصيل ونوعية الأغذية (Monreal *et al* ., 2015). ترتبط التغذية بشكل مباشراً بالنباتات وإنتاج المغذيات، ويتطلب ذلك محتوى متوازن من المواد المغذية الكبرى والمتوسطة والصغرى (Panuccio *et al*., 2009).

يعد الجبرلين من المركبات الستيرويدية ذات نشاط هرموني، ويدخل في التحكم بالتفاعلات الحيوية ضمن الخلايا وبعض العمليات الفيزيولوجية التي تحصل في النباتات كالانشطار والاستطالة الخلوية، بالإضافة إلى العمليات الحيوية المتضمنة تخليقاً حيوياً للجدار الخلوي، وكذلك تصنيع البروتينات المتعددة بالإضافة إلى الأحماض النووية DNA و RNA) (Amin, D. *et al.* 2022). يلعب كذلك دوراً في تنظيم الأنابيب الناعمة Microtubule، وهي بوليمرات من التوبولين والتي تشكل جزءًا من الهيكل الخلوي الذي يوفر البنية والشكل للخلايا حقيقية النواة. يساعد كذلك في تثبيت النتروجين (Yubin, D. et al. 2020) وفي توزيع المواد الممثلة لأعضاء النبات ونمو الأنابيب اللقاحية وفي جعل الأجهزة الوعائية للنباتات متمايزة، والقيام كذلك بتكوين الجذور العرضية وعملية التزهير وإنبات البذور والتخلص من الإجهادات الحيوية واللا حيوية والشيخوخة وغيرها من العمليات الأخرى (Bajguz and Hayat, 2009;Hayat and Ahmad, 2011).

هدفت الدراسة الحالية إلى دراسة تأثير الرش بسماد الحديد النانوي والجبرلين وتفاعلهما الثنائي في زيادة إنتاج المركبات ذات التأثيرات الطبية في جذور نبات المعدنوس.

طرائق العمل

أجريت التجربة لموسم النمو 2018 – 2019 في مزرعة في قضاء المحمودية التابعة لمحافظة بغداد لدراسة تأثير الحديد النانوي والجبرلين وتداخلهما بالخصائص الكيميائية مع الكربوهيدرات والكلورفيل ومحتوى البروتين والمركبات الفعالة لنبات المعدنوس التي تم شراء بذورها من السوق المحلية، أخذت عينات من التربة الحقلية قبل بداية عملية الزراعة بهدف دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية، بحسب الطريقة المعتمدة من قبل (Page et al. 1982)، إذ تم إجراء التحليل في المركز التحليلي في كلية العلوم – جامعة بغداد. وتم توضيح ذلك فيما يلي :

جدول (1): بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة المستعملة في التجربة قبل البدء بالزراعة

العناصر	تركيز	الواحدة
نوع التربة	مزيجية	–
الرمل	40.0	٪
الغرين	35.0	٪
الطين	25.0	٪
حموضة التربة	7.08	pH
الآزوت الجاهز	51	ملغ.كغم$^{-1}$ تربة
الفوسفور الجاهز	20	ملغ.كغم$^{-1}$ تربة
البوتاسيوم الجاهز	322	ملغ.كغم$^{-1}$ تربة
الحديد	25	ملغ.كغم$^{-1}$ تربة
الزنك	0.4	ملغ.كغم$^{-1}$ تربة

تم إجراء عمليات الحراثة والتنعيم والتسوية، بعدها قسمت أرض الاختبار إلى ثلاثة أجزاء، بحيث يحتوي كل جزء على 25 وحدة مختبرة، وكانت مساحة الوحدة المختبرة (1م^2). إذ انتظمت التجارب في تصميم القطاعات الكاملة العشوائية. تم زرع البذور بتاريخ 2018/ 10/ 25 بعد غربلتها واختبار نسبة إنباتها (98٪) إذ زرعت ثلاث بذور في كل جورة بحسب معاملات التجربة وبشكل خطوط مستقيمة، وتمت متابعتها من عمليات الري وإزالة الأدغال. تم أخذ العينات بتاريخ 2019/ 1/ 10 أي بعد 62 يوماً من تاريخ البزوغ (الإنبات) لغرض قياس بعض الصفات المظهرية، واعتبر هذا التاريخ موعداً أولياً لأخذ العينات، وأخذت عينات أخرى بتاريخ 2019/ 2/ 9 أي بعد 92 يوماً من تاريخ البزوغ (الإنبات) واعتبر هذا موعداً ثانياً لقياس بعض صفات النمو وتم الحصاد بتاريخ 2019/ 4/ 10. تمت دراسة بعض الصفات الكيميائية والكلورفيل والكربوهيدرات ونسبة البروتين والمركبات الفعالة لنبات المعدنوس وهي:

هضم العينات

هضمت العينات المجففة والمطحونة وفقاً للطريقة المقترحة من قبل (Gresser and Parson 1979).

1. تقدير تركيز الحديد: تم قياس نسبة الحديد بواسطة جهاز الامتصاص الذري الطيفي Atomic Absorption Spectrophotometer وذلك حسب طريقة (Allan,1961).

2. تقدير النتروجين في المجموع الخضري (٪): تم حساب تراكيز النتروجين في العينات المهضومة في المجموع الخضري بطريقة Kjeldhal method (Jack-son, 1958). تتضمن هذه الطريقة تحويل كل النيتروجين الموجود في عينة موزونة إلى كبريتات الأمونيوم عن طريق التهضيم باستخدام حمض الكبريت، ومن ثم قلونة المحلول، وتحديد الأمونيا الناتجة عن طريق تقطيرها ومن ثم معايرتها حجمياً باستعمال حمض مرجعي معلوم الرتكيز.

3. تقدير البروتين في المجموع الخضري (٪): المحتوى النسبي للبروتين في المجموع الخضري وذلك بضرب نسبة النتروجين بعامل ثابت (6.25) وبحسب طريقة (Vopyan 1984).

4. تقدير تركيز الكلوروفيل ضمن الأوراق: قُدر تركيز الكلورفيل الإجمالي بوساطة جهاز SPAD الياباني المنشأ لثلاث نباتات في مرحلة النمو الأخضر بشكل عشوائي لكل وحدة مختبرة. تتضمن طريقة تحديد الكلوروفيل قياس الامتصاصية عند طولين موجيين مختلفين. يمتلك الكلوروفيل قمم امتصاصية في المنطقة الزرقاء (500-400 نانومتر) والحمراء (700-600 نانومتر) من الطول الموجي، دون المنطقة القريبة من الأشعة تحت الحمراء. يقوم جهاز SPAD- بقياس امتصاصية العينة في المناطق الحمراء والقريبة من الأشعة تحت الحمراء. باستخدام هاتين الامتصاصيتين، يحسب المقياس قيمة SPAD الرقمية التي تتناسب مع كمية الكلوروفيل الموجودة في العينة.

5. تقدير المحتوى المئوي للكربوهيدرات (٪) في المجموع الأخضر: تم حساب التركيز الكلي للكربوهيدرات اعتماداً على منهجية (1970) Joslyn. حيث أخذت كمية 0.2g من العينة الجافة، واضيف إليها محلول من حمض البيروكلوريك (1M)، ثم سخنت العينة ضمن حمام مائي عند الحرارة 60°م لفترة زمنية مقدارها 60 دقيقة. أعيدت العملية ثلاث مرات، وأخضعت العينات في كل مرة إلى عملية طرد مركزي خلال 15 دقيقة بمقدار دوران 3000 دورة/ دقيقة. ثم جمع المحلول الممدد وأضيف إليه مقدار (1) مل من محلول الفينول (5٪) مع (5) مل من H_2SO_4 المركز. قيست الامتصاصية الضوئية للمحاليل الناتجة بالمطياف Spectrophotometer عند طول الموجة (490nm).

تحسب نسبة الكربوهيدرات الإجمالية من العلاقة الآتية:

$$\text{الكربوهيدرات٪} = \frac{\text{التركيز X التخافيف}}{\text{1X 1000 مل وزن العينة}} \times 100$$

على أن يتم تحضير الفينول بوزن 5غ فينول ويذاب في 100 مل ماء مقطر ليصبح محلول فينول٪5، كذلك يحضر HCl عيارية0.5 يحضر (1) مل في دورق حجمي سعته (250) مل ويكمل بالماء المقطر في (100) مل ماء1M=67.5من البيروكلوريك.

6. تقدير نسبة الميرسيتسين والأيبول: تم فصل المواد الفعالة للزيت العطري لنبات المعدنوس باستعمال جهاز الكروماتوكرافيا السائلة العالية الأداء-High performancc liquid chromatography (H.P.L.C) وحسب الطريقة المعتمدة (A.O.A.C 1995). تتضمن الطريقة الخطوات التالية: في البدء طحنت كمية 15 غرام من اوراق نبات المعدنوس بوساطة جهاز Mic-roSteam Distillator ثم عرض المسحوق الى بخار ماء من حجره بخار الماء الحار، وبعدها مرر البخار الحاوي على العينه النباتية التي تم تبريدها. طفى بعدها الزيت على سطح المحلول المائي Hydrosol في حجره الجمع، ثم سحبت طبقه الزيت الطيار وقدرت نسبه الزيت. اخذ بعد ذلك 20 ميكرولتر من الزيت وحقن في جهاز كروماتوغرافيا السائل العالي الاداء حسب الشروط

الموضحه في الجدول (2) .

وشخصت مركبات الزيت الطيار اعتماداً على النماذج القياسيه لشركه سيجما Sigma، ثم قيس زمن الاحتجاز ومساحته للنماذج القياسية كما هو موضح في الجدول 2. بعدها حضر محلول النماذج المطلوب تحليلها والخاصة بالدراسة وحقن في الجهاز تحت الشروط المذكورة نفسها، ومن ثم تم قياس المركبات الكيميائية الموجوده في النماذج عن طريق المقارنه بين مساحات الحزم المجهوله للنموذج المطلوب مع مساحات الحزم المعلومة للمركبات القياسية المطلوبة. كررت العمليه على كل عينه تم تشخيصها وتحت ظروف الفصل نفسها، وطبقت المعادلة الآتية :

$$\text{تركيز المحلول القياسي} \times \frac{\text{مساحة حزمة المركب الفعال في النموذج}}{\text{مساحة حزمة المركب الفعال في المحلول القياسي}} = \text{تركيز المركب في العينة}$$

جدول (2). ظروف التجربة لتقنية التحليل الكروماتوغرافي السائل عالي الأداء HPLC لبعض المواد الفعالة في الزيت الطيار في نبات المعدنوس.

طول العمود	(50×2.0 mm I.D) C-18DB
الطور المتحرك	محلول منظم فوسفات الأمونيوم M 0.01
سرعة جريان الطور المتحرك	1.1 ملليتر \ دقيقة
نوع الكاشف	الاشعة فوق البنفسجية عند طول موجي 285 nm
درجة حرارة الفصل	C° 40

النتائج والمناقشة

1 – تأثير الرش بالحديد النانوي، الجبرلين، وتداخلهما في متوسط محتوى الحديد لنبات المعدنوس .

اظهرت النتائج في الجدول رقم (2) وجود فروق إيجابية في كمية الحديد في المحتوى الخضري لنبات المعدنوس بسبب تأثير تراكيز مختلفة من الحديد النانوي. ازداد متوسط محتوى الحديد بزيادة التركيز من 0 الى 1.5 غ.لتر$^{-1}$حيث اعطى تركيز 1.5 غ.لتر$^{-1}$ أعلى قيمة محققة (643.80) ملغ. كغ$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها (22.34)٪ بالنظر الى النباتات التي لم تخضع لأي إضافات. يمكن أن يكون السبب في هذه الزيادة في محتوى الحديد هو دور الحديد النانوي في زيادة نمو الجذور وطولها وحجمها وقطرها ومن ثم تكوين مجموع جذري كبير يساعد على امتصاص أكبر للمواد المغذية، وهذا يتوافق مع نتائج (Alidoust and Isoda 2013) عند إضافة أوكسيد الحديد النانوي إلى نبات الفاصولياء والذي سبب زيادة إيجابية في استطالة الجذور وعملية البناء الضوئي.

أما بخصوص أثر رش الجبرلين بتراكيز مختلفة فأشارت النتائج الى وجود فوارق إيجابية في متوسط الحديد،تجاوزت التركيز 1.5 ملغ. لتر–1 حيث منح افضل قيمة متوسطة للعنصر (638.70) ملغ.كغم$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها (25.40)٪ اذا ما قورنت بالزروع التي لم تخضع لأي إضافات. إن الزيادة الحاصلة في

متوسط محتوى الحديد تعود الى تاثير الجبرلين الذي سبب زيادة بنمو الجذر وحجمه وطوله وقد أدى دوره في استطالة الخلايا إلى زيادة مساحة الجذور (Taize and Zeiger,2002). أظهر الحديد النانوي والجبرلين تداخلاً ثنائياً إيجابياً في متوسط كمية الحديد اذ اعطى التركيز 1.5 $g\ L^{-1}$ من الحديد النانوي مع 1.5 $mg\ L^{-1}$ من الجبرلين قيمة عظمى بلغت (713.80) ملغ.لتر$^{-1}$ إذا ما قورن مع الزروع التي لم تخضع لأي إضافات.

جدول (3): تأثير الرش بالحديد النانوي والجبرلين وتداخلهما في متوسط محتوى الحديد (ملغم. كغم$^{-1}$) في المحتوى الخضري لنبات المعدنوس.

تركيز الحديد النانوي (غم. لتر$^{-1}$)	تركيز الجبرلين(مغ.لتر$^{-1}$)					متوسط تأثير الحديد النانوي
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	
0	453.00	474.90	542.50	604.60	556.10	526.20
0.5	470.80	523.30	552.00	618.20	571.80	547.20
0.75	513.10	541.80	566.30	619.60	587.50	565.70
1.0	515.80	547.20	583.50	637.40	602.50	577.30
1.5	593.70	667.50	694.00	713.80	550.00	643.80
L.S.D.(0.05)	44.5					19.9
متوسط تأثير الجبرلين	509.30	550.90	587.70	638.70	573.60	
L.S.D.(0.05)	19.9					

2- تأثير الرش بالحديد النانوي، الجبرلين، وتداخلهما في متوسط تركيز النتروجين (٪) .

يظهر الجدول رقم (3) وجود فروق إيجابية في متوسط كمية النتروجين في نبات المعدنوس نتيجة تأثير التراكيز المختلفة من الحديد النانوي، حيث نتج كمية تركيزها 1.5 غ.لتر$^{-1}$ أكبر قيمة متوسطة للصفة حيث بلغت (٪2.273) وبزيادة نسبية تبلغ (٪23.93) إذا ما قورنت بالنباتات غير الخاضعة للتجربة، ويمكن أن يعزى هذه الارتفاع في متوسط تركيز النتروجين إلى وجود الحديد النانوي ودوره في زيادة نمو الجذر وطوله وحجمه وقطره، وهذا يعزز بدوره من امكانية الجذر على تحميل أكبر للعناصر الغذائية من التربة والتي منها الآزوت، كما أن ظاهرة التدفق الكتلي للأيونات تلعب دوراً مهماً في هذا المجال إذ تنتقل العناصر إلى سطح الجذور مع حركة الماء، وهذه الآلية تساعد الجذور على امتصاص أكبر كمية من العناصر الغذائية نظراً لسرعة تحركها مع الماء (Silber *et al.*, 2003).

أما عن تأثير رش الجبرلين بتراكيز مختلفة، فقد أشار تحليل المعطيات إلى وجود فروق إيجابية في متوسط تركيز النتروجين، والذي تجاوز تركيزه 1.5 مغ.لتر$^{-1}$ بإعطائه أفضل قيمة متوسطة للصفة والتي تبلغ (٪2.242) وبنسبة زيادة (٪26.45) إذا ما قورنت مع النباتات غير الخاضعة للمعالجة، وقد يعزى السبب في هذه الزيادة إلى أثر الجبرلين في الانقسام والتوسع الخلوي (Gindia,2003). كان للجبرلين دور بارز في تحسين نمو الجذور، وأدى الى تعزيز الامتصاص للعناصر

في الجزء الجذري وبقائها في النبات مما يؤدي بدوره إلى تحسين النمو الخضري (الربيعي،2011). يلعب الحديد النانوي والجبرلين دوراً ذو تأثير تداخلي إيجابي في محتوى النتروجين، إذ أعطى تركيز 1.5 $g\ L^{-1}$ من الحديد النانوي و 1.5 $mg\ L^{-1}$ من الجبرلين أعلى قيمة كانت (2.528)٪ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

جدول (4). تأثير رش الحديد ذو المحتوى النانوي والجبرلين وتداخلهما في متوسط تركيز النتروجين (٪) في المجموع الخضري لنبات المعدنوس.

تراكيز الحديدالنانوي (غم .لتر$^{-1}$)	مقادير تركيز الجبرلين(ملغم . لتر$^{-1}$)					متوسط تاثير الحديد النانوي
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	
0	1.574	1.652	1.891	2.114	1.940	1.834
0,5	1.637	1.826	1.928	2.163	1.998	1.910
0,75	1.786	1.890	1.977	2.168	2.054	1.975
1,0	1.799	1.910	2.039	2.238	2.106	2.019
1,5	2.067	2.394	2.456	2.528	1.920	2.273
L.S.D. 0.05	0.139					0.062
متوسط تاثير الجبرلين	1.773	1.934	2.058	2.242	2.004	
L.S.D. 0.05	0.062					

3- تأثير الرش بالحديد النانوي، الجبرلين، وتداخلهما في متوسط محتوى البروتين (٪) .

يبين الجدول (4) وجود تغيرات إيجابية في متوسط محتوى البروتين لنبات المعدنوس بتأثير تراكيز مختلفة من الحديد النانوي حيث ازدادت نسبة المتوسط للصفة بزيادة التراكيز من 0 إلى 1.5 غ ل$^{-1}$ حيث أعطى التركيز 1.5 غ ل$^{-1}$ أعلى قيمة بلغت (14.21)٪ وبنسبة زيادة مقدارها (23.99)٪ مقارنة بالنباتات غير المعاملة، قد يكون سبب هذا الارتفاع في نسبة البروتين هو دور الحديد النانوي الذي تم رشه بنسبة تجاوزت نسبة الآزوت في النبات وكذلك يتحد الحديد النانوي مع الزنك الذي يعد من العناصر الهامة في بناء البروتينات بسبب دوره في أيض النتروجين و تحويله إلى حموض أمينية أساسية (Barrameda-Medina *et al.*, 2017).

أما بالنسبة لتأثير رش الجبرلين بتراكيز مختلفة فقد أكدت النتائج وجود فروق إيجابية في متوسط تركيز البروتين، بحيث تجاوز تركيز 1.5 مغ.لتر$^{-1}$ بإعطائه أكبر قيمة متوسطة لهذه الصفة والتي بلغت 14.02٪ وبنسبة زيادة 26.53٪ مقارنة بالنباتات غير المعاملة، يمكن أن يكون سبب ذلك هو الزيادة في متوسط نسبة البروتين عند رش الجبرلين والذي يؤدي بدوره الى تحفيز تشكيل الأحماض النووية DNA و RNA ولاسيما M-RNA وانزيمات خاصة لبناء البروتين (مور.1982) والذي ادى بدوره الى تحفيز بناء البروتينات في النبات. وكذلك لزيادة تركيز البوتاسيوم نتيجة الدور الايجابي لهذا العنصر في تنشيط الانزيمات المحفزة للكثير من العمليات الفيزيولوجية داخل النظام البنائي ومنها الانزيمات المرتبطة بأيض البروتين (Malvi,2011).

قد أثر التداخل الثنائي بشكل إيجابي في نسبة البروتين بين الحديد النانوي والجبرلين، إذ أعطيالتركيز 1.5 g L^{-1} من الحديد النانوي و 1.5 mg L^{-1} من الجبرلين قيمة عالية حيث بلغت (15.80)٪ مقارنة بالنباتات غير الخاضعة للمعالجة.

جدول (5). تأثير اضافة الحديد ذو الابعاد النانوية والجبرلين وتداخلهما في الكمية المتوسطة للنسبةالمئوية للبروتين (٪) في المجموع الكلي في المعدنوس.

مقادير تركيز حديد نانوي (غم .لتر$^{-1}$)	مقادير تركيز الجبرلين(مغ .لتر$^{-1}$)					متوسط تاثير الحديد النانوي
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	
0	9.84	10.33	11.82	13.22	12.13	11.46
0.5	10.23	11.41	12.05	13.52	12.49	11.94
0.75	11.17	11.83	12.36	13.55	12.84	12.35
1.0	11.24	11.94	12.75	13.99	13.17	12.62
1.5	12.92	14.97	15.35	15.80	12.00	14.21
L.S.D.0.05	0.87					0.39
متوسط تاثير الجبرلين	11.08	12.09	12.86	14.02	12.52	
L.S.D.0.05	0.39					

4- تأثير الرش بالحديد النانوي، الجبرلين، وتداخلهما في المحتوى الكلي للكلوروفيل .

يبين الجدول (5) وجود تغيرات إيجابية في متوسط محتوى الكلورفيل الكلي في الاوراق، وذلك بتاثير تراكيز متنوعة من الحديد النانوي اذ أعطى تركيز 1.5غ.لتر$^{-1}$ أعلى قيمة متوسطة لهذه الصفة (29.80) Spad وبنسبة زيادة مقدارها (25.21)٪ اذا ما قورنت مع الزروع غير الخاضعة للتجربة. قد يكون سبب هذه الزيادة في متوسط محتوى الكلورفيل الكلي هو دور الحديد النانوي ذي الاهمية الفسلجيةفي حياة النبات، فالحديد له دور في بناء الكلورفيل وعمليات الاكسدة والارجاع داخل النسيج النباتي الى جانب دخوله في تركيب السيتوكرومات العامة في تفاعل البناء الضوئي وفي إنتاج البروتينات النباتية (Kirkby and Mengel ,2012).

أظهرت نتائج تأثير رش الجبرلين بتراكيز مختلفة وجود تغيرات إيجابية في متوسط محتوى الكلوروفيل الكلي لنبات المعدنوس، اذ أعطى تركيز 1.5 مغ.لتر$^{-1}$ أعلى قيمة حيث بلغت (29.40)٪Spad وبنسبة زيادة مقدارها (27.27)٪ مقارنة بالنباتات غير المعاملة ، قد يعزى الارتفاع في متوسط تركيز الكلورفيل الكلي في الاوراق الى دور الجبرلين بالسيطرة على بناء البروتينات اللازمة لبعض العمليات الاستقلابية وبزيادة تكوين البلاستيدات وتاخير الشيخوخة (Shah , 2007).

يظهر الحديد النانوي والجبرلين تداخلاً ثنائياً إيجابياً في المحتوى الكلي من الكلوروفيل ، حيث اعطى التركيز 1.5 g L^{-1} من الحديد النانوي و 1.5 mg L^{-1} من الجبرلين أكبر قيمة (33.20) Spad و ذلك بالمقارنة مع النباتات غير الخاضعة للتجربة .

جدول (6): تأثير الرش بحديد ذو ابعاد نانوية والجبرلين وتداخلهما في الكمية الوسطى للمحتوى الكلي من الكلوروفيل (Spad) في الاوراق لنبات المعدنوس.

تركيز حديد نانوي (غم . لتر$^{-1}$)	تركيز الجبرلين(مغ لتر$^{-1}$)					متوسط تأثير الحديد النانوي
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	
0	20.40	21.50	24.30	27.70	25.30	23.80
0.5	21.30	23.80	25.20	28.30	26.10	24.90
0.75	23.30	24.70	25.80	28.40	26.90	25.80
1.0	23.40	24.90	26.70	29.20	27.60	26.40
1.5	27.10	31.20	32.30	33.20	25.10	29.80
L.S.D.(0.05)	2.3					1.0
متوسط تأثير الجبرلين	23.10	25.20	26.90	29.40	26.20	
L.S.D.(0.05)	1.0					

5- تأثير الرش بالحديد النانوي، الجبرلين، وتداخلهما في محتوى الكربوهيدرات رت:

يبين الجدول (6) وجود تغيرات إيجابية في متوسط النسبة المئوية للكربوهيدرات في أوراق نبات المعدنوس، وذلك بتاثير تراكيز مختلفة من الحديد النانوي اذ ازداد متوسط نسبة الصفة بزيادة التراكيز من 0 الى 1.5 غ لتر$^{-1}$ حيث أعطى تركيز 1.5 غ لتر$^{-1}$ أكبر قيمة (31.56)٪وبنسبة زيادة مقدارها (22.46)٪ مقارنة بالنباتات غير الخاضعة للمعالجة، قد تعزى زيادة متوسط النسبة المئوية للكربوهيدرات إلى دور الحديد النانوي الذي يمتلك تأثيرات محفزة لتخليق الكاربوهيدرات وتنظيم النشاط الهرموني وهذا يعطي أثراً إيجابياً على نمو النبات (Dufour and Guerin, 2005).

أما بالنسبة لتأثير رش تراكيز مختلفة من الجبرلين فتشير النتائج الى وجود فوارق إيجابية في متوسط نسبة الكربوهيدرات، فقد تجاوز تركيز 1.5 مغ. لتر$^{-1}$ باعطائه أكبر قيمة متوسطة لهذه الصفة حيث بلغت (31.27)٪ وبنسبة زيادة مقدارها (25.33)٪ اذا ما قورنت مع الزروع غير الخاضعة للمعالجة، قد يعود سبب الزيادة الى دور الجبرلين في تعزيز مقدار السطح الظاهر للنبات وتعزيز محتواه من الكلورفيل مما يؤدي إلى زيادة كفاءة عملية التركيب الضوئي ومن ثم تعزيز العناصر الغذائية المصنعة في الاوراق وتعزيز تراكم كمية الكربوهيدرات (قطب ،Taiz and Zeger 2010;1981).

أظهر الحديد النانوي والجبرلين تداخلاً ثنائياً إيجابياً في متوسط النسبة المئوية للكربوهيدرات لاوراق نبات المعدنوس، اذ أعطى التركيز 1.5 $g\ L^{-1}$ من الحديد النانوي مع 1.5 $mg\ L^{-1}$ من الجبرلين أعلى قيمة (34.93) مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

جدول (7): تأثير رش الحديد النانوي والجبرلين وتداخلهما في المتوسط المئوي للكربوهيدرات (٪) في المجموع الخضري لنبات المعدنوس.

تركيز الحديد النانوي (غم .لتر$^{-1}$)	تركيز الجبرلين(ملغ. لتر$^{-1}$)					متوسط تأثير الحديد النانوي
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	
0	22.20	23.27	26.57	29.60	27.23	25.77
0.5	23.07	25.63	27.03	30.27	28.00	26.80
0.75	25.13	26.53	27.73	30.33	28.77	27.70
1.0	25.27	26.80	28.57	31.20	29.50	28.27
1.5	29.07	32.90	33.97	34.93	26.93	31.56
L.S.D.(0.05)	2.35					1.05
متوسط تأثير الجبرلين	24.95	27.03	28.77	31.27	28.09	
L.S.D.(0.05)	1.05					

6- تأثير الرش بالحديد النانوي، الجبرلين، وتداخلهما في تركيز الميريستيسين والأيبول

أظهرت نتائج جدول رقم (7و8) وجود تغيرات إيجابية في متوسط تركيز الميريستيسين والأيبول في زيت نبات المعدنوس بتأثير التراكيز المختلفة من الحديد النانوي إذ ازداد متوسط تركيز المركبات الفعالة بزيادة التركيز من 0 إلى 1.5 g L^{-1} حيث أعطى تركيز 1.5 g L^{-1} أعلى قيمة بلغت (45.61 و 1.528)٪ على التتالي وبنسبة زيادة (24.14 و 24.12)٪ على التوالي بالمقارنة مع النباتات التي لم تخضع للمعالجة، وقد تعزى هذه الارتفاع في متوسط الصفة إلى دور الحديد ذو الابعاد النانوية الذي يتحد مع الزنك ويساهم في تكوين التربتوفان المهم في بناء القلويدات (النعيمي، 1999). كما يرجع السبب إلى دور الحديد في كونه مرافقاً أنزيمياً لبعض التفاعلات الحيوية التي تحصل في النباتات والتي بدورها تكون النواتج الثانوية التي تدخل في تركيب المكونات الفعالة في النباتات ذات التأثير الطبي (الحلبوسي، 2015).

اما عن تأثير رش الجبرلين بتراكيز مختلفة فتشير النتائج الى وجود تغيرات إيجابية في متوسط تركيز الميريستيسين والأيبول في أوراق نبات المعدنوس ،فقد تجاوز تركيز 1.5 مغ.لتر$^{-1}$ اذ أعطى أكبرقيمة متوسطة حيث بلغت (44.99 و 1.507)٪ على التوالي وبنسبة زيادة بلغت (26.76 و26.74)٪ مقارنة بالنباتات غير المعاملة ، وقد يعزى هذا الارتفاع في متوسط تركيز الصفة هو دور الجبرلين الذي يؤدي بدوره الى تعزيز النمو الخضري والزهري للنبات وبالتالي إنتاج العناصر الرئيسة من خلال المسالك الأيضية الاولية في الزيت Acetyl COA من خلال مسلك Mevalonicacid الذي تتكون منه المركبات ذات الحلقة الاحادية Monoter-pens مركب Phosphoeno (PEP) Pyruvate الذي يتكون من حامض Shikimic acid الذي يكون مهما في تكوين المركبات العطرية، وهذه تكون ناتجة من زيادة النواتج الاساسية والثانوية للتمثيل الغذائي والناتجة عن عملية التركيب الضوئي التي تستغل في أنتاج العناصر الرئيسة للزيت (Taize and Zeiger , 2002).

أظهر الحديد النانوي والجبرلين تداخلاً ثنائياً إيجابياً في متوسط تركيز الميريستيسين والأيبول، إذ أعطت معاملة 1.5 غ لتر$^{-1}$ من الحديد النانوي و 1.5غ لتر$^{-1}$ من الجبرلين أكبر قيمة (50.77 و 1.701)٪ بالمقارنة مع النباتات غير الخاضعة للتجربة.

جدول (8). تأثير رش الحديد النانوي والجبرلين وتداخلهما في تركيز الميريستيسين (٪) في الزيت الطيار لنبات المعدنوس.

تراكيز الحديد النانوي (غم . لتر$^{-1}$)	مقادير تركيز الجبرلين(مغ . لتر$^{-1}$)					متوسط تاثير الحديد النانوي
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	
0	31.47	33.06	37.89	42.4	38.87	36.74
0.5	32.76	36.57	38.62	43.39	40.04	38.28
0.75	35.77	37.87	39.62	43.49	41.18	39.59
1.0	36.02	38.27	40.88	44.90	42.24	40.46
1.5	41.44	48.05	49.30	50.77	38.47	45.61
L.S.D.0.05	3.27					1.46
متوسط تاثير الجبرلين	35.49	38.76	41.26	44.99	40.16	
L.S.D.0.05	1.46					

جدول (9). تأثير الرش بالحديد النانوي والجبرلين وتداخلهما في متوسط تركيز الابيول (٪) في الزيت الطيار لنبات المعدنوس.

تراكيز الحديد النانوي (غم. لتر$^{-1}$)	تراكيز الجبرلين(مغ لتر$^{-1}$)					متوسط تاثير الحديد النانوي
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	
0	1.054	1.108	1.269	1.421	1.302	1.231
0.5	1.098	1.225	1.294	1.454	1.342	1.283
0.75	1.198	1.269	1.327	1.457	1.380	1.326
1.0	1.207	1.282	1.370	1.504	1.415	1.356
1.5	1.388	1.610	1.652	1.701	1.289	1.528
L.S.D.0.05	0.109					0.049
متوسط تاثير الجبرلين	1.189	1.299	1.382	1.507	1.346	
L.S.D.0.05	0.049					

الاستنتاجات والتوصيات

درس تأثير الرش بسماد الحديد النانوي والجبرلين وتفاعلهما الثنائي في زيادة إنتاج المركبات ذات التأثيرات الطبية في جذور نبات المعدنوس. أظهرت النتائج ازدياداً ملحوظاً في الخصائص المدروسة لدى المعالجة بالحديد النانوي، حيث تجاوز تركيز الآزوت والحديد والكلورفيل والكربوهيدرات ونسبة البروتين ونسبة الميريستيسين والأبيول 1.5 غ.لتر$^{-1}$. من جهة أخرى، أدى رش الجبرلين بتراكيز مختلفة إلى ازدياد إيجابي في جميع الخصائص المدروسة وكانت أكبر زيادة بقرب تركيز 1.5 مغ لتر$^{-1}$.

المصادر

- الحلبوسي، أسامة حسن مهدي (2015). تأثير التسميد الفوسفاتي والتغذية الورقية بالحديد في صفات النمو والحاصل والمادة الفعالة لنبات الكمون *Cuminum cyminum L*.. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، 13(1): 253-242.
- السيد، عبد الباسط محمد (2014). معجم الأعشاب الطبية في الوطن العربي، الفا للنشر والتوزيع: 272 صفحة .
- السيد، عبد الباسط محمد وحسين، عبد التواب عبد الله (2010). الموسوعة الأم للعلاج بالأعشاب والنباتات الطبية. دار الفا للطباعة والنشر، القاهرة، جمهورية مصر العربية. الطبعة الرابعة: 764 صفحة
- الربيعي، فاضل عليوي عطية (2011). تأثير الصنف وحامض الجبرليك والسماد المركب NPK وتداخلهما في النمو والمركبات الفعالة لنبات البابونج *Matricaria chamomilla L*.. اطروحة دكتوراه، كلية التربية ابن الهيثم، جامعة بغداد، العراق.
- النعيمي، سعد الله نجم عبد الله (1999). الأسمدة وخصوبة التربة. طبعة ثانية منقحة، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق.
- قطب، فوزي طه حسين (1981). النباتات الطبية وزراعتها ومكوناتها. دار المريخ للنشر، السعودية: 357 صفحة.
- مور، توماس (1982). الهرمونات النباتية فسلجتها وكيمياؤها الحيوية (ترجمة عبد المطلب عبد المطلب سيد محمد). جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.
- A.O.A.C. (1995). Official methods of analysis (16th ed.) Washington, DC: Association of official analytical chemists.
- Alidoust, D. and Isoda, A. (2013). Effect of gamma Fe2O3 nanoparticles on photosynthetic characteristic of soybean (Glycine max L.) merri foliar spray versus soil amendment. Acta. Physiol. Plant., 35(12): 3365-3375.
- Allan, J. E. (1961). The determination of Zinc in agricultural material by atomic absorption sepctrophotometer. Analyst., Lond: 530-534.
- Amin, D., Ray, S., Sharma, A. (2022). Gibberellin . In: Amaresan, N., Patel, P., Amin, D. (eds) Practical Handbook on Agricultural Microbiology. Springer Protocols Handbooks. Humana, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1724-3_36
- Bajguz, A. and Hayat, S. (2009). Effect of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses. Plant physiol. Biochem., 47: 1-8.
- Barrameda-Medina, Y.; Lentini, M.; Esposito, S.; Ruiz, J. M. and Blasco, B. (2017). Zn-biofortification enhanced nitrogen metabolism and photorespiration process in green leafy vegetable Lactuca sativa L. J. Sci. Food. Agric., 97(6): 1828-1936.
- Chapman, H. D. and Pratt, P. F. (1961). Methods of analysis for soil, plant and water. Univ. Calif. Div. Agric. Sci., USA: 33-35.
- Darias, V.; Martin-Herrera, D. and Abdala, S. (2001). Plant used in urinary pathologies in the Canary Islands. Pharm. Biol., 39(3): 170-180
- Davey, M. W.; Bauw, G. and Montagu, M. V. (1996). Analysis of ascorbate in plant

- Monreal, C. M.; DeRosa, M.; Mallubhotla, S. C.; Bindraban, P. S. and Dimkpa, C. (2015). The application of nanotechnology for micronutrients in soil-plant systems. Virtual fertilizer. Research center. Washington, D. C. pp: 44.
- Mozafarian, V. (2007). Flora of Iran, Tehran: forest and Rang lands. Research institute press: 54.
- Page, A. L.; Miller, R. H. and Kenney, D. R. (1982). Method of soil analysis 2nd ed. Agron. Publisher. Madiason. Wisecansin. USA.
- Panuccio, M. R.; Sorgona, A.; Rizzo, M. and Cacco, G. (2009). Cadmium adsorption on vermiculite, zeolite and pumice: batch experimental studies. J. Environ. Managem., 90: 364-374.
- Peter, Y. W. and David, D. K. (2006). Studies on the dual antioxidant and antibacterial properties of parsley (*Petroselinum crispum*) and cilantro (*Coriandrum sativum*) extraccts. Food chem., 97(3): 505-515.
- Ryan, J.; Rashid, A.; Torrent, J.; Yau, S. K.; Ibrikci, H.; Sommer, R. and Erenoglu, E. B. (2013). Micro-nutrient constraints to crop production in the Middle East-West Asia region significance. Research, and Managment. Adv. Agron., 122: 0065-2113.
- Shah, S.H. (2007). Physiological Effects of Pre-Sowing Seed Treatment With Gibberellic Acid on Nigella sativa L. Acta. Bot. Croat., 66(1): 67-73.
- Silber, A.; Xu, G.; Levkovitch, I.; Soriano, S. and Bilu, A. (2003). High fertigation tissues by high-performance capillary zone electrophoresis. Anal. Biochem., 23(1): 8-19.
- Dufour, L. and Guerin, V. (2005). Nutrient solution effect on the development and yield of Anthurium andreamon Lind. In tropical soilless conditions. J. Sci. Hort., 105: 269-282.
- Gresser, M. S. and Parson, J. W. (1979). Sulphuric, perechloric and digestion of plant material for magnesium. Analyt. Chem. Acta., 109: 431-436.
- Gindia,H.(2003).Physiology of Fruit Trees.Dar Al Arabia for Publication and Distribution,the Arab Republic of Egypt.471 pp.
- Hayat, S. and Ahmad, A. (2011). Brossinosteroids: A class of plant hormones. Springer Dordrecht Heidelberg New York.
- Jackson, M. L. (1958). Soil chemical analysis prentice. Hall Inc. Engle wood, cliffs, N. T., USA.
- Jakhar, A.; Murad, Aziz, I.; Abdul Rasheed Kaleri; Maria Hasnain; Ghulam Haider; Jiahua Ma; Zainul Abideen, (2022). Nano-fertilizers: A sustainable technology for improving crop nutrition and food security Author links open overlay panel, NanoImpact, 27: 100411
- Kirkby, E. A. and Mengel, K. (2012). Principles of plant nutrition. 5th edition, springer science and business media., pp: 849.
- Malvi, U. (2011). Interaction of micronutrients with major nutrients with special reference to potassium. Karnataka. J. Agric. Sci., 24:106-113.

frequency: the effects on uptake of nutrients, water and plant growth. Plant and soil, 253(2): 467-477.

- Vopyan, V. G. (1984). Agricultural chemistry. English translation. Mr. Publisher. 1st. End.
- Taiz, L. and Zeiger, E. (2002). Plant Physiology. 3rd edn. Sinauer Associates , pp. 690
- Taiz, L.; Zeiger, E. (2010). Plant Physiology. Sinaure Assciates. Inc Publishers Sunelerland.
- Yousofi, A.; Daneshmandi, S.; Soleimani, N.; Bagheri, K. and Karimi, M. H. (2012). Immunomodulatory effect of parsely (Petroselinum crispum) essential oil on immune cells; mitogen-activated splenocytes and peritoneal macrophages. Immuno pharmacology an immunotoxicology., 34(2): 303-308.
- Yubin, Wang; Yao, Qingqing ; Zhang, Yushi ; Zhang, Yuexia ; Xing, Jiapeng ; Yang, Benzhou ; Mi, Guohua ; Li, Zhaohu ; Zhang, Mingcai. (2020). The Role of Gibberellins in Regulation of Nitrogen Uptake and Physiological Traits in Maize Responding to Nitrogen Availability. International Journal of Molecular Sciences. 21. 1824.