Agriculture College – Wasit University

Dijlah Journal of Agricultural Sciences

ISSN 2790 – 5985
e ISSN 2790 – 5993

Dijlah J. Agric. Sci., Special Issue:92-101 , 2024

The role of nano-phosphorus fertilizer in the growth and yield of colorful cauliflower hybrids *Brassica Oleracea*. var. botrytis

Aziz Mahdi Abdel Shammari and Sherine Kareem Qasim Al Khalidi

College of Agriculture - Karbala University – Iraq

***Corresponding author e-mail:** azizmabd@uodiyala.edu.iq
agr22hortih8@uodiyala.edu.iq

Abstract:

A field experiment was conducted at the research station of the Department of Horticulture and Landscape Engineering at the College of Agriculture, University of Diyala during the 2022-2023 agricultural season to study the effect of foliar feeding with nano- and regular phosphorus fertilizer on the growth and yield of colored cauliflower. The experiment was carried out within a randomized complete block design (RCBD) with the Split Plot system with three replicates that included 60 Experimental unit. The area of the experimental unit was 2.5 m^2. The second factor was the comparison without fertilization, spraying with regular phosphorus fertilizer P2O5 at a concentration of 5 gm l-1, spraying with nanophosphorus (17% phosphorus). concentration of 1 L^{-1}, spraying with nanophosphorus (17% phosphorus) at a concentration of 2 L^{-1}. The results can be summarized as follows: The genetic composition had a significant effect on the characteristics of vegetative growth and yield, as the plants of the Megha genotype excelled in giving the best percentage of chlorophyll in the leaves (77.85 g. 100 g fresh weight), while the Di Sicilia Violetti formulation was superior in plant height (113.2 cm.$plant^{-1}$), and the Fuji yama formulation was superior to the best leaf area ratio (115.0 $cm.^2.plant^{-1}$), and the Megha and Fuji yama formulations were distinguished by the lowest Number of days required for maturity (45.24 and 44.74 days, respectively), and Verde Di Macerata genotype plants excelled with the best average shoot weight and total yield (2.215 kg). CD-1 and 92.32 tons. E^{-1}) sequentially. All foliar fertilization treatments with nano- and regular phosphorus had a significant effect on the characteristics of vegetative growth and yield, and the concentration exceeded 2 gm l-1 with the best percentage of chlorophyll in the leaves (81.89 mg.100 g^{-1}), plant height (95.10 cm.plant-1), and leaf area (116.2 dm^2 $Plant^{-1}$), early yield (55.50 days), average weight of flower stalk (1.945 kg^{-1}), total yield (81.04 tons ha-1), and the effect of the two-way interaction on the characteristics of vegetative growth and yield, as the Megha genotype plants fertilized with a concentration of 2 g excelled. L^{-1} nano phosphorus for the percentage of chlorophyll in leaves (86.16 mg. 100 g^{-1}), and the plants of the Di Sicilia Violetto formula fertilized with a concentration of 2 g^{l-1} nano phosphorus excelled at a plant height of 118.7 cm. $plant^{-1}$), and the genotype plants excelled. Verde Di Macerata fertilized with a concentration of 2 gm.L-1 nanophosphorus per leaf area (135.1 dm2.$plant^{-1}$), and early plants treated with the Fujiyama genotype were fertilized with nanophosphorus at a concentration of 2 gm.L-1 nanophosphorus in the minimum number of days to maturity (40.17 days).), while Verde Di Macerata genotype plants fertilized at a concentration of 2 g. L^{-1} nano phosphorus with the best weight per pink disk (2.606 kg^{-1}) and the total yield (108.6 tons. ha^{-1}).

Keywords: Colored cauliflower, genetic composition of colored cauliflower, foliar fertilization with nanophosphorus, cauliflower yield.

عزيز مهدي عبد الشمري و شيرين كريم قاسم الخالدي

كلية الزراعة – جامعة كربلاء / العراق

الخلاصة

اجريت تجربة حقلية في محطة الابحاث التابعة لقسم البستنة وهندسة الحدائق في كلية الزراعة جامعة ديالى خلال الموسم الزراعي 2022-2023 لدراسة تاثير التغذية الورقية بسماد الفسفور النانوي والاعتيادي في نمو وحاصل القرنابيط الملون .نفذت التجربة ضمن تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD بنظامSplit Plot بثلاث مكررات تضمنت 60 وحدة تجريبية مساحة الوحدة التجريبية 2.5م^2 تضمنت المعاملات : العامل الاول هجن القرنابيط وشملتGarno، Di Sicilia Violetto، Verde Di Macerata،Megha ، Fujiyama. والعامل الثاني المقارنة بدون تسميد، الرش بسماد الفسفورالاعتيادي P_2O_5 بتركيز5غم لتر$^{-1}$، الرش بالفسفور النانوي (17%فسفور) بتركيز 1غم.لتر$^{-1}$ ، الرش بالفسفور النانوي (17% فسفور) بتركيز 2غم.لتر$^{-1}$، ويمكن تلخيص النتائج بالاتي: أثرالتركيب الوراثي معنوياً في صفات النمو الخضري والحاصل، اذ تفوقت نباتات التركيب الوراثي Meghaبأعطائها افضل نسبة للكلوروفيل في الاوراق (77.85 ملغم .100 غم وزن طازج)، بينما تفوق التركيب Di Sicilia Violettiفي أرتفاع النبات (113.2سم . نبات $^{-1}$) ، وتفوق التركيب Fuji yama بافضل نسبة للمساحة الورقية (115.0 دسم ^{2} .نبات $^{-1}$)، وتميز التركيبين Megha و Fuji yama بأقل عدد من الايام الازمة للنضج (45.24 و44.74 يوم بالتتابع)، وتفوقت نباتات التركيب الوراثي Verde Di Macerata بافضل متوسط لوزن القرص والحاصل الكلي (2.215كغم. قرص$^{-1}$و 92.32 طن .هـ$^{-1}$) بالتتابع. واثرت جميع معاملات التسميد الورقي بالفسفور النانوي والاعتيادي معنوياً في صفات النمو الخضري والحاصل وتفوق التركيز 2 غم لتر$^{-1}$ بأفضل نسبة للكلوروفيل في الاوراق (81.89 ملغم.100 غم $^{-1}$) وارتفاع النبات (95.10 سم .نبات$^{-1}$) والمساحة الورقية (116.2 دسم^2 . نبات$^{-1}$) والتبكير بالحاصل (55.50يوم) ومتوسط وزن القرص الزهري (1.945 كغم قرص$^{-1}$)، الحاصل الكلي(81.04 طن هـ$^{-1}$)، واثر التداخل الثنائي في صفات النمو الخضري والحاصل اذ تفوقت نباتات التركيب الوراثي Megha المسمدة بالتركيز 2غم لتر$^{-1}$ فسفور نانوي لنسبة الكلوروفيل في الاوراق (86.16 ملغم . 100 غم$^{-1}$)، وتفوقت نباتات التركيب Di Sicilia Violetto المسمدة بالتركيز 2 غم .لتر$^{-1}$ فسفور نانوي بارتفاع النبات (118.7سم .نبات$^{-1}$)، وتفوقت نباتات التركيب الوراثي Verde Di Macerata المسمدة بالتركيز 2 غم .لتر$^{-1}$ فسفور نانوي بالساحة الورقية (135.1دسم^2 .نبات$^{-1}$)، وبكرت نباتات معاملة التركيب الوراثي Fujiyama المسمدة بالفسفور النانوي تركيز 2 غم .لتر$^{-1}$ فسفور نانوي باقل عدد من الايام لنضج (40.17يوم)، بينما أعطت نباتات التركيب الوراثي Verde Di Maceratاالمسمدة بالتركيز 2 غم. لتر$^{-1}$ فسفور نانوي بأفضل وزن للقرص الزهري (2.606 كغم .قرص$^{-1}$) والحاصل الكلي (108.6 طن .هـ$^{-1}$).

الكلمات المفتاحية: القرنابيط الملون، التركيب الوراثي للقرنابيط الملون، التسميد الورقي بالفسفور النانوي، حاصل القرنابيط.

المقدمة

ينتمي نبات القرنابيط *Brassica oleracea var. botrytis* للعائلة الصليبية (Brassicaceae)، يزرع على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم ، ويعد مصدراً جيداً لمضادات الأكسدة بسبب مركبات الفينول والفلافونويد [1] ، ويحتوي على مجموعة واسعة من المكونات النشطة بيولوجيًا مثل الفيتامينات والكلوكوزينولات [2]. بلغت المساحة المزروعة في العراق 6049 دونم فيما بلغ الانتاج 15087 طن [3].

أن احد اهم طرق زيادة الحاصل لمحصول معين هي استخدام الهجن والاصناف الملائمة للظروف البيئية للمنطقة ، ومن هنا تنوعت الهجن والاصناف المزروعة في طبيعة نموها واختلاف تراكيبها الوراثية لذلك فان نمو المحصول ووصوله الى مرحلة الحصاد تختلف باختلاف تركيبها الوراثي ، الأمر الذي ينعكس على حجم نموه وحاصله ، وعليه فأن حاصل النبات يتأثر بالعوامل الوراثية ،[4]و[5] .

تؤدي هذه التقنية دوراً مهماً في الجوانب العلمية والتقنية الأمر الذي يدفع الباحثين إلى أجراء المزيد من البحوث حول تأثير هذه التقنية ومستقبلها[6]، يعد استخدام الأسمدة النانوية في تغذية النبات أحد التطبيقات الرئيسية لتقنية النانو في الزراعة المستدامة ولها العديد من الآثار المفيدة على النظم النباتية والتربة، مثل تزويد النباتات بالمغذيات ، وزيادة الاقتصاد بالمغذيات ، وتحقيق إنتاجية أعلى في الحاصل [7] يُعد الفسفور هو أحد أهم العناصر الكبرى التي يحتاجها النبات لإكمال دورة حياته إذ يؤدي الفسفور أدوارا عديدة ومهمة إذ يحتاج النبات إلى عنصر الفوسفور في مختلف العمليات الحيوية مثل عمليات التمثيل الضوئي وتكوين النواة وانقسام الخلايا وتكوين البذور وتنظيم العمليات الخلوية ونقل الصفات الوراثية، كما أن للفوسفور دور أساسي في تكوين مركبات الطاقة ، إذ يعتبر أحد مكوّنات ATP الذي يؤمن الطاقة الضرورية لكافة التفاعلات داخل النبات (تكوين البروتين، الأحماض النووية، امتصاص العناصر الغذائية من خلال الجذور)، وهذا ما يفسّر تراجع نمو النباتات عند نقص عنصر الفوسفور، وهو مكوّن أساسي لليبيدات الخلية النباتية هومركّب أساسي للأحماض النووية ومكوّن أساسي للفوسفاتيدات المسؤول عن تكوين الثمار , وتتخزّن كمية مهمة من الفوسفور في البذور في شكل فايتين (Phytin) وهو المسؤول عن نضج الثمار (في الحبوب،

يؤدي ارتفاع معدل الفوسفور إلى تأخير النضوج) محفّز لنمو للجذور[8] .نظراً لأهمية ادخال تراكيب الوراثية جديدة ومعرفة مدى ملائمتها لظروف العراق وبيان نسبة نجاح تلك التراكيب وأهمية الاسمدة النانوية وعنصر الفسفور للنبات ، لذا هدفت التجربة إلى تحديد التركيب الوراثي المتميز من محصول القرنابيط الملون وافضل تركيز من الفسفورالنانوي للحصول على افضل محصول كما ونوعا.

المواد وطرائق العمل:

نفذت التجربة في محطة أبحاث قسم البستنة وهندسة الحدائق التابعة لكلية الزراعة جامعة ديالى خلال الموسم الزراعي 2022-2023 لدراسة تأثير الرش الورقي بالفسفور النانوي والاعتيادي في نمو وحاصل هجن القرنابيط الملون.

الاصناف الهجينة من القرنابيط وشملت التالي:

1-الهجين Garno أصفر اللون شركة vaniya seed الماني المنشأ ويرمز له في الدراسة بالرمز V_1

2- الهجين Di Sicilia Violetto أرجواني اللون ايطالي شركة Omaxe ويرمزلها بالدراسة V_2

3-الهجين Verde Di Macerata أخضر اللون ايطالي شركة Omaxe ويرمز لها بالدراسة V_3

4-الهجين Megha أبيض اللون شركة Seminis الماني المنشأ ويرمز لها بادراسة V_4

5-الهجين Fujiyama أبيض اللون ياباني شركة Tokita ويرمز لها بالدراسة V_5

بينما شملت التغذية الورقية بالفسفور (النانوي والاعتيادي): اربع مستويات من التغذية الورقية وهي :

-معاملة المقارنة بدون تسميد (الرش بالماء المقطر) ويرمز لها في الدراسة بالرمز F_0

-الرش بالفسفور الاعتيادي P_2O_5 بتركيز 5 غم .باللتر، [9]ويرمز لها في الدراسة F_1

-الرش بالمستوى الاول من الفسفور النانوي بتركيز 1 غم .باللتر (أقل من التوصية) الشركة الخضراء المنشأ ايراني ويرمز لها بالدراسة F_2

-الرش بالمستوى الثاني من الفسفور النانوي بتركيز 2 غم. باللتر (حسب التوصية) الشركة الخضراء المنشأ ايراني ويرمز لها بالدراسة F_3

أجريت عملية رش النباتات ثلاث مرات حتى البلل التام خلال موسم النمو وذلك ابتداء من 2022/10/20 اي بعد 20 يوم من الزراعة وبواقع 10 أيام بين رشة والتي تليها باستعمال مرشة سعة 5 لتر وتم أضافة الصابون السائل لها، وتم أجراء عملية الرش صباحا.

نفذت التجربة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بنظام القطع المنشقة (Split plot) ، اذ وضعت مستويات التسميد في القطع الرئيسية (Main plots) ووضعت الهجن في القطع الثانوية (Split plots)، بلغ عدد المعاملات 20 معاملة وهي التوافيق بين عاملي الدراسة (خمسة هجن من القرنابيط واربعة مستويات من التغذية الورقية بالفسفور الاعتيادي والنانوي) تم زراعة كل منها بثلاث مكررات فبلغ عدد الوحدات بالتجربة 60 وحدة ، بلغت مساحة الوحدة التجريبية 2.4 م^2 وبأبعاد 4 م طول 0.6x عرض ،زرعت الشتلات في الحقل المستديم بتاريخ 1 / 10 /2022 بجانب انابيب الري بالتنقيط بعد أجراء رية التعيير قبل يومين من الزراعة ،كانت المسافة بين نبات وأخر 0.4 م واحتوت الوحدة التجريبية على عشرة نباتات.

الصفات المدروسة :

تم أخذ البيانات من خمسة نباتات بشكل عشوائي من كل وحدة تجريبية ولكل مكرر وتم دراسة الصفات التالية:

1- **تركيز الكلوروفيل الكلي في الأوراق (ملغم .100 غم $^{-1}$):** تم تقدير صبغة الكلوروفيل باستخدام طريقة [10] حيث أخذت عينات من الورقة أسفل قمة النبات من خمسة نباتات عشوائيا قبل بداية ظهور القرص الزهري بأخذ 0.5 غم من العينة وتم وضعها في قنينة زجاجية معتمة وتم أضافة 10 مل من الاسيتون تركيز 80% ولمدة 24 ساعة بعدها تم أخذ قراءة العينات على طول موجي 663 نانومتر لتقدير كلوروفيل a بينما كلوروفيل b تم تقديره على طول موجي 645 نانومتر بجهاز (Spectro photometer) وتم استخدام المعادلات التالية لحساب الكلوروفيل الكلي :

الكلوروفيل الكلي (ملغم . لتر$^{-1}$) =20.2 × قراءة كمية الضوء الممتص على طول موجي (645 نانومتر) _8.02 × قراءة كمية الضوء الممتص على طول موجي 663 نانومتر.[10]

ويتم تحويل الوحدات من ملغم لتر$^{-1}$ الى الوحدات ملغم غم $^{-1}$ بعد أجراء بعض الحسابات في المعادلات وكما موضح أدناه :

الكلوروفيل الكلي في الاوراق (ملغم. 100 غم $^{-1}$) = 20.2 × القراءة على 645 +8.02 ×القراءة على 663 × حجم المحلول / 1000 ×وزن العينة النباتية الطازجة .

2- **ارتفاع النبات (سم):**تم قياس ارتفاع خمسة نباتات في نهاية الموسم باستعمال شريط قياس من منطقة أتصال النبات بالتربة الى أعلى قمة للنبات ثم تم أخذ المعدل .

3- **المساحة الورقية الكلية (دسم2 .ورقة $^{-1}$):** حسبت المساحة الورقية بطريقة الوزن الرطب بأخذ خمس أوراق مكتملة النمو من كل وحدة تجريبية ووزنت ثم قطع منها 5 مربعات معلومة المساحة (1دسم^2) من كل ورقة ثم وزنت هذه المربعات وتم استخراج مساحة الورقة حسب المعادلة

$$\text{مساحة الورقة الواحدة} = \frac{\text{الوزن الرطب للاوراق الخمسة} \times \text{المساحة المقطوعة (المربعات)}}{\text{وزن المربعات المقطوعة}} \div 5$$

واستخرجت المساحة الورقية الكلية للنبات من المعادلة الاتية :

مساحة الورقية الكلية للأوراق = مساحة الورقة الواحدة × معدل عدد اوراق النبات

4- **التبكير بالحاصل (يوم):** وهو عدد الايام التي استغرقها النبات ابتداء من الزراعة بالحقل وحتى حصاد 50% من الاقراص لكل وحدة تجريبية .

5- **وزن القرص الزهري (كغم .قرص$^{-1}$) :** اخذت خمس اقراص زهرية ناضجة عند الحصاد بشكل عشوائي من كل وحدة تجريبية ثم وزنت وحسب المعدل .

6- الحاصل الكلي (طن .هـ$^{-1}$) :وحسب وفق المعادلة الاتية :

الحاصل الكلي (طن .هـ$^{-1}$)= وزن القرص الزهري (كغم) ×عدد النباتات في الهكتار / 1000 .

التحليل الاحصائي: تم تحليل البيانات باستخدام البرنامج الاحصائي SPSS حسب التصميم المستخدم وقورنت المتوسطات باختبار Duncan متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05 . [11].

النتائج والمناقشة:

1. تركيز الكلوروفيل في الاوراق (ملغم .100 غم$^{-1}$)

بينت نتائج جدول 1 وجود تأثير معنوي للتركيب الوراثي لهجن القرنابيط في تركيز الكلوروفيل في الاوراق، اذ تميز الهجين Megha(V_4) بأعلى قيمة بلغت 77.85 ملغم .100غم$^{-1}$ وزن طازج، بينما سجل الهجين Di Sicilia Violetto (V_2) أدنى قيمة بلغت 68.12 ملغم 100.غم$^{-1}$ وزن طازج. وتشير نتائج الجدول نفسه الى وجود تأثير معنوي لمستويات الفسفور النانوي والاعتيادي في الصفة، اذ أعطى التركيز2غم. لتر$^{-1}$ (F_3) أعلى تركيز للكلوروفيل بلغ 81.89 ملغم .100غم$^{-1}$ وزن طازج، في حين سجلت نباتات معاملة المقارنة (بدون تسميد F_0) أقل قيمة بلغت 65.29 ملغم .100غم$^{-1}$ وزن طازج. وكان للتداخل الثنائي بين التركيب الوراثي للهجن ومستويات الفسفور النانوي والاعتيادي المختلفة تأثيرا معنويا في الصفة، اذ تفوقت نباتات الهجين Megha المسمدة بالفسفور النانوي تركيز2غم لتر$^{-1}$ (V_4F_3) بأعلى تركيز للكلوروفيل في الاوراق بلغ 86.16 ملغم 100.غم$^{-1}$ وزن طازج، في حين سجلت نباتات الهجين Verde Di Macerata غير المسمدة (V_3F_0) أقل قيمة بلغت 57.56 ملغم 100.غم$^{-1}$ وزن طازج.

جدول 1. تأثير التركيب الوراثي والتسميد الورقي بالفسفور النانوي والاعتيادي وتداخلاتهما في تركيز الكلوروفيل في الاوراق (ملغم .100 غم$^{-1}$) لخمسة هجن من القرنابيط الملون*

هجن القرنابيط / مستويات الفسفور	Garno (V_1)	DiSicilia Violetti (V_2)	Verde Di Macerata (V_3)	Megha (V_4)	Fujiyama (V_5)	متوسطات الرش بالفسفور
بدون تسميد (F_0)	68.64 def	60.08 fg	57.56 g	68.63 def	71.56 cde	65.29 D
فسفور(P_2O_5) تركيز 5 غم لتر$^{-1}$(F_1)	73.97 b-e	66.94 efg	72.12 b-e	76.18 a-e	74.04 b-e	72.65 C
فسفور نانوي تركيز 1 غم لتر$^{-1}$(F_2)	79.94 a-d	70.10 c-f	76.31 a-e	80.44 abc	78.79 a-d	77.12 B

فسفور نانوي تركيز 2غم لتر$^{-1}$ (F_3)	83.19 ab	75.34 a-e	83.28 ab	86.16 a	81.49 abc	81.89 A
متوسطات الهجن	76.43 AB	68.12 C	72.32 BC	77.85 A	76.47 AB	

* المتوسطات التي تأخذ نفس الحرف لعاملي الدراسة وللتداخل بينهما لا تختلف معنويا عن بعضها ($P\leq 0.05$) حسب اختبار دنكن متعدد الحدود. .

2- ارتفاع النبات (سم .نبات$^{-1}$)

أشارت نتائج جدول 2 الى وجود تأثير معنوي للتراكيب الوراثية لهجن القرنابيط في ارتفاع النبات، اذ تفوق الهجين V_2 بأعلى ارتفاع بلغ 113.3 سم .نبات$^{-1}$، بينما اعطت نباتات الهجين V_4 اقل قيمة بلغت 72.71 سم .نبات$^{-1}$، واوضحت نتائج الجدول ذاته وجود فروقات معنوية بين معاملات الرش بالفسفور النانوي والاعتيادي في الصفة، اذ تميزت نباتات المعاملة F_3 بأعلى ارتفاع بلغ 95.13 سـم .نبات$^{-1}$، في حين سجلت النباتات غير المسمدة ادنى ارتفاع بلغ 84.78 سم. نبات$^{-1}$، وكان للتداخل الثنائي بين التركيب الوراثي للهجن والرش بالفسفور النانوي والاعتيادي تأثيرا معنوياً في الصفة، اذ سجلت نباتات المعاملة V_2F_3 اعلى ارتفاع للنبات بلغ 118.7 سم. نبات$^{-1}$ في حين تدنت هذه القيمة الى 67.66 سـم .نبات$^{-1}$ في نباتات المعاملة V_4F_0

جدول 2. تأثير التركيب الوراثي والتسميد الورقي بالفسفور النانوي والاعتيادي وتداخلاتهما في ارتفاع النبات (سم) لخمسة هجن من القرنابيط الملون*

هجن القرنابيط / مستويات الفسفور	Garno (V_1)	Di Sicilia Violetti (V_2)	Verde Di Macerata (V_3)	Megha (V_4)	Fujiyama (V_5)	متوسطات الرش بالفسفور
بدون تسميد (F_0)	82.83 jk	107.0 cd	94.33 fgh	67.66 p	72.02 nop	84.76 D
فسفور (P_2O_5) تركيز 5 غم لتر$^{-1}$ (F_1)	86.61 ij	111.9 bc	95.95 fg	70.03 op	76.62 lmn	88.22 C
فسفور نانوي تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ (F_2)	89.92 hi	115.5 ab	99.33 ef	74.45 mno	78.77 klm	91.59 B
فسفور نانوي تركيز 2غم لتر$^{-1}$ (F_3)	93.23 gh	118.7 a	103.3 de	78.70 klm	81.60 jkl	95.10 A
متوسطات الهجن	88.14 C	113.2 A	98.22 B	72.71 E	77.25 D	

* المتوسطات التي تأخذ نفس الحرف لعاملي الدراسة وللتداخل بينهما لا تختلف معنويا عن بعضها ($P\leq 0.05$) حسب اختبار دنكن متعدد الحدود.

3- . المساحة الورقية (دسم^2 .نبات$^{-1}$)

اوضحت بيانات جدول 3 وجود تأثيرات معنوية للتراكيب الوراثية للهجن في المساحة الورقية للنبات، اذ تفوق الهجين V_5 بأكبر مساحة ورقية بلغت 115.0 دسم^2 نبات$^{-1}$ قياساً بالهجين V_4 الذي سجل اقل مساحة بلغت 83.94 دسم^2. نبات$^{-1}$، واشارت بيانات الجدول نفسه الى وجود فروقات معنوية بين مستويات الفسفور النانوي والاعتيادي المختلفة في الصفة، اذ اعطت نباتات المعاملة F_3اكبر مساحة ورقية بلغت 116.2 دسم^2 .نبات$^{-1}$. بينما سجلت اقل مساحة ورقية في نباتات معاملة المقارنة بلغت 85.49 دسم^2 .نبات$^{-1}$، وكان للتداخل الثنائي بين عاملي الدراسة تأثيراً معنوياً في الصفة اذ تميزت نباتات المعاملة V_3 F_3 بأعلى مساحة ورقية بلغت 135.1 دسم^2 .نبات$^{-1}$ قياساً بنباتات المعاملة V_4F_0 التي سجلت ادنى قيمة بلغت 73.45 دسم^2 .نبات$^{-1}$.

جدول 3. تأثير التركيب الوراثي والتسميد الورقي بالفسفور النانوي والاعتيادي وتداخلاتهما في المساحة الورقية (دسم^2 .نبات$^{-1}$) لخمسة هجن من القرنابيط الملون*

هجن القرنابيط / مستويات الفسفور	Garno (V_1)	DiSicilia Violetti (V2)	Verde Di Macerata (V_3)	Megha (V_4)	Fujiyama (V_5)	متوسطات الرش بالفسفور

بدون تسميد (F_0)	83.76 ij	88.05 ghi	91.30 fgh	73.45 K	90.89 fgh	85.49 D
فسفور (P_2O_5) تركيز 5 غم لتر$^{-1}$ (F_1)	92.57 fg	93.60 f	94.83 f	80.81 J	112.0 d	94.76 C
فسفور نانوي تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ (F_2)	102.1 e	103.1 e	128.8 bc	86.83 Hi	125.3 c	109.2 B
فسفور نانوي تركيز 2غم لتر$^{-1}$ (F_3)	108.2 d	111.0 d	135.1 a	94.69 F	131.9 ab	116.2 A
متوسطات الهجن	96.70 D	98.95 C	112.5 B	83.94 E	115.0 A	

* المتوسطات التي تأخذ نفس الحرف لعاملي الدراسة وللتداخل بينهما لا تختلف معنويا عن بعضها ($P\leq 0.05$) حسب اختبار دنكن متعدد الحدود

4- التبكير بالحاصل (يوم)

بينت نتائج جدول 4 وجود تأثيرات معنوية للتراكيب الوراثية لهجن القرنابيط في التبكير بالنضج ، اذ بكر الهجينين V_4 و V_5 في النضج بأقل عدد من الايام بلغ 45.24 و44.74 يوم بالتتابع. بينما تطلب الهجين V_3 أكثر عدد من الايام لغرض النضج بلغ 80.52 يوم، واوضحت بيانات الجدول نفسه وجود تأثير معنوي لمستويات الفسفور النانوي والاعتيادي في الصفة ،اذ بكرت نباتات المعاملة F_3 بأقل عدد من الايام بلغ 55.50 يوم، قياسا بنباتات معاملة المقارنة التي احتاجت الى 65.14 يوم لغرض النضج، وكان للتداخل الثنائي بين التركيب الوراثي للهجن ومستويات الفسفور المختلفة تأثيرا معنويا في الصفة، اذ بكرت نباتات الهجين V_5 المسمد بالفسفور النانوي تركيز 2 غم لتر$^{-1}$ (المعاملةV_5F_3) بأقل عدد من الايام لحين الوصول للنضج بلغ 40.17 يوم، بينما سجلت نباتات الهجين V_3 غير المسمدة (المعاملة V_3F_0) أكبر عدد من الايام للوصول الى النضج بلغت 86.26 يوم .

جدول 4. تأثير التركيب الوراثي والتسميد الورقي بالفسفور النانوي والاعتيادي وتداخلاتهما في التبكير بالحاصل لخمسة هجن من القرنابيط الملون*

هجن القرنابيط / مستويات الفسفور	Garno (V_1)	Di Sicilia Violetti (V_2)	Verde Di Macerata (V_3)	Megha (V_4)	Fujiyama (V_5)	متوسطات الرش بالفسفور
بدون تسميد (F_0)	62.75 f	76.35 cd	86.26 a	50.11 i	50.24 i	65.14 A
فسفور (P_2O_5) تركيز 5 غم لتر$^{-1}$ (F_1)	59.14 g	72.36 d	82.00 b	46.12 j	46.27 j	61.18 B
فسفور نانوي تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ (F_2)	55.17 h	69.08 e	78.39 c	43.20 k	42.29 kl	57.63 C
فسفور نانوي تركيز 2غم لتر$^{-1}$ (F_3)	53.24 h	67.12 e	75.43 c	41.54 kl	40.17 l	55.50 D
متوسطات الهجن	57.57 C	71.23 B	80.52 A	45.24 D	44.74 D	

* المتوسطات التي تأخذ نفس الحرف لعاملي الدراسة وللتداخل بينهما لا تختلف معنويا عن بعضها ($P\leq 0.05$) حسب اختبار دنكن متعدد الحدود.

5- وزن القرص الزهري (كغم .قرص$^{-1}$)

أوضحت نتائج جدول 5 وجود تأثيرات معنوية للتراكيب الوراثية لهجن القرنابيط في وزن القرص الزهري، اذ تميز الهجين V_3 بأكبر وزن للقرص بلغ 2.215 كغم .قرص$^{-1}$ ، بينما سجل الهجين V_4 أقل وزن بلغ 1.275 كغم. قرص$^{-1}$. واشارت بيانات الجدول نفسه وجود تأثير معنوي لمستويات الفسفور النانوي والاعتيادي في الصفة، اذ سجلت نباتات المعاملة F_3 أعلى وزن للقرص بلغ 1.945 كغم .قرص$^{-1}$ في حين اعطت النباتات غير المسمدة أدنى قيمة بلغت 1.367 كغم .قرص$^{-1}$ ، وكان للتداخل الثنائي بين التركيب الوراثي للهجن ومستويات الفسفور المختلفة تأثيرا معنويا في الصفة، اذ تفوقت نباتات المعاملة V_3F_3 بأعلى وزن للقرص بلغ 2.606 كغم .قرص$^{-1}$، بينما قلت هذه القيمة الى 1.000 كغم .قرص$^{-1}$ في نباتات المعاملة V_4F_0.

جدول 5. تأثير التركيب الوراثي والتسميد الورقي بالفسفور النانوي والاعتيادي وتداخلاتهما في وزن القرص الزهري لخمسة هجن من القرنابيط الملون*

هجن القرنابيط / مستويات الفسفور	Garno (V_1)	D Sicilia Violetti (V_2)	Verde Di Macerata (V_3)	Megha (V_4)	Fujiyama (V_5)	متوسطات الرش بالفسفور
بدون تسميد (F_0)	1.516 d-i	1.388 f-i	1.820 b-f	1.000 i	1.160 hi	1.367 C
فسفور(P_2O_5) تركيز 5 غم لتر$^{-1}$ (F_1)	1.703 c-h	1.500 e-i	2.136 abc	1.202 ghi	1.336 f-i	1.575 BC
فسفور نانوي تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ (F_2)	1.916 b-e	1.733 c-g	2.300 ab	1.386 e-i	1.533 d-i	1.774 AB
فسفور نانوي تركيز 2غم لتر$^{-1}$ (F_3)	2.056 bcd	1.833 b-f	2.606 a	1.512 d-i	1.716 c-g	1.945 A
متوسطات الهجن	1.798 B	1.601 BC	2.215 A	1.275 D	1.436 CD	

* المتوسطات التي تأخذ نفس الحرف لعاملي الدراسة وللتداخل بينهما لا تختلف معنويا عن بعضها ($P\leq 0.05$) حسب اختبار دنكن متعدد الحدود.

6- الحاصل الكلي (طن .هـ$^{-1}$)

اشارت نتائج جدول 6 الى وجود تأثيرات معنوية للتراكيب الوراثية لهجن القرنابيط في الحاصل الكلي، اذ سجل الهجينV3 أعلى حاصل بلغ 92.32 طن. هـ$^{-1}$، بينما انخفض الى 53.13 طن .هـ$^{-1}$ في للهجين V4، واظهرت بيانات الجدول نفسه وجود تأثير معنوي لمستويات الفسفور المختلفة في الصفة، اذ سجلت نباتات المعاملة F3 أعلى حاصل بلغ 81.04 طن .هـ$^{-1}$ ، بينما قل في النباتات غير المسمدة (F0) الى 56.95 طن .هـ$^{-1}$، وكان للتداخل الثنائي بين التركيب الوراثي للهجن ومستويات الفسفور المختلفة تأثيرا معنويا في الصفة، اذ تفوقت نباتات المعاملة V3F3 بأعلى حاصل بلغ 108.6 طن .هـ$^{-1}$، في حين أنخفض الى 41.66 طن .هـ$^{-1}$ في نباتات المعاملة V4F0.

جدول 6. تأثير التركيب الوراثي والتسميد الورقي بالفسفور النانوي والاعتيادي وتداخلاتهما في الحاص الكلي (طن .هـ$^{-1}$) لخمسة هجن من القرنابيط الملون*

هجن القرنابيط / مستويات الفسفور	Garno (V_1)	D Sicilia Violetti (V_2)	Verde Di Macerata (V_3)	Megha (V_4)	Fujiyama (V_5)	متوسطات الرش بالفسفور
بدون تسميد (F_0)	63.19 d-i	55.75 f-i	75.82 b-f	41.66 i	48.32 hi	56.95 C
فسفور (P_2O_5) تركيز 5 غم لتر$^{-1}$ (F_1)	70.96 c-h	62.49 e-i	89.02 Abc	50.07 ghi	55.68 f-i	65.64 BC
فسفور نانوي تركيز 1 غم لتر$^{-1}$ (F_2)	79.85 b-e	72.21 c-g	95.82 Ab	57.77 e-i	63.88 d-i	73.91 AB
فسفور نانوي تركيز 2غم لتر$^{-1}$ (F_3)	85.68 bcd	76.38 b-f	108.6 A	63.02 d-i	71.52 c-g	81.04 A
متوسطات الهجن	74.92 B	66.71 BC	92.32 A	53.13 D	59.85 CD	

* المتوسطات التي تأخذ نفس الحرف لعاملي الدراسة وللتداخل بينهما لا تختلف معنويا عن بعضها ($P\leq 0.05$) حسب اختبار دنكن متعدد الحدود.

المناقشة :

تبين من نتائج الجداول اعلاه وجود الفروقات المعنوية بين التراكيب الوراثية في صفات النمو الخضري وقد يعزى إلى تباين المحتوى الجيني لهذه التراكيب حيث عبرت جينات كل تركيب بطريقة مختلفة ولكل صفة من الصفات عن التركيب الآخر تحت نفس الظروف البيئية ، أي أن الجينات وتفاعلها مع العوامل البيئية هي التي تحدد القدرة الفسلجية للتراكيب الوراثية في تعديل نواتج التمثيل الكربوني إلى مركبات غذائية تسهم في زيادة النمو بصورة عامة ومنها النمو الخضري والحاصل [12]، أن تفوق الصنف Megha V_4 في محتوى الكلوروفيل في الأوراق ربما يرجع إلى تأقلم النبات مع الظروف البيئية مما ادى إلى زيادة كفاءة التمثيل الضوئي وبالتالي زيادة محتوى الكلوروفيل. وأن الوراثة تؤثر بشكل كبير على الهجين النمو وكذلك وجود الجينات الساكنة (الجينات الصامتة) وتتأثر هذه الجينات بالظروف البيئية فتسمى جينات البيئة وتمكن هذه الجينات النبات من التكيف مع الظروف البيئية الغير ملائمة كانخفاض درجات الحراره عن الحد المسموح او ظروف التربة الغير ملائمة لنمو هذا التركيب الوراثي والأمراض الفطرية والحشرية وأن تكيفها مع هذه الظروف يعطي نبات سليم وقوي ذو مجموع جذري قوي قادر على امتصاص العناصر الازمة للنمو وبتالي تزداد النسبة المئوية للمادة الجاف والعناصر في الأوراق وهذا يتفق مع ماتوصل اليه، [13].

وكذلك بينت نتائج التجربة في الجداول تفوق الصنف Verde Di Macerata في إعطاء افضل النتائج في صفات الحاصل إذ سجل افضل القيم لصفة وزن القرص الزهري، الحاصل الكلي، قد يعود السبب في هذه الزيادة إلى اختلاف التراكيب الوراثية إذ تؤثر التراكيب الوراثية في نشاط النبات ، كما قد يعود التفوق إلى كفاءة الصنف في التكيف مع الظروف البيئية مما ادى إلى زيادة قطر الساق وعرض الورقة مما يؤدي إلى زيادة عملية التمثيل الضوئي وبالتالي تفوق صفات الحاصل وتتفق هذه النتائج مع ماتوصل الية [14]في دراستهم للمقارنة بين ثلاثة اصناف من القرنابيط Siver Cup 65، Early Shot، Snow Crown إذ تفوق الصنف Snow Crown في صفة التبكير بظهور القرص الزهري ، كما تتفق هذه النتائج مع ماتوصل الية، [15] لصنفين من القرنابيط (Rabet، leball)، تفوق الصنف le ball في صفة وزن القرص الزهري والحاصل الكلي ،وتتفق مع ما جاء به، [16].

بينت نتائج التجربة تفوق الرش الورقي بالفسفور في النمو الخضري والحاصل ، إذ تفوق الرش بالسماد النانوي بالتركيز 2غم لتر-1 في إعطاء افضل النتائج في صفات النمو الخضري والحاصل إذ سجل افضل القيم لصفة الكلوروفيل في الاوراق ، وارتفاع النبات ، والمساحة الورقية، والتبكير بالحاصل، وزيادة وزن القرص الزهري و الحاصل الكلي ، قد يعزى السبب إلى أن الفسفور هو أحد مكونات الخلية الحية إذ يدخل في تركيب الدهون المفسفرة Phospholipids والتي تدخل في تراكيب الأغشية الحية أضافة الى أن له دورا في تكوين المركبات الغنية بالطاقة مثل الـ ATP و UTP التي تساهم في تيسير الفعاليات الحيوية للنبات والذي يسبب تكوين مجموع خضري جيد مما ينعكس ايجابيا على نوعية وكمية الحاصل وزيادته [17]. وقد تأتي الزيادة في كمية الحاصل ووزن الثمرة بسبب المعاملة بالفسفورحيث ادت الى زيادة النمو الخضري وتفرعاته مما ساعد على امتصاص اكبر كميات من الماء والعناصر الغذائية بالإضافة الى دور الفسفور في زيادة انتاج الاحماض النووية والامينية مما انعكس ايجابياً على تصنيع الكربوهيدرات والمساعدة في نقلها من الاوراق [18]، وتتفق هذه النتائج مع ماتوصل الية [19]عند رش الاسمدة النانوية الحاوية على الفسفور على نبات القرنابيط .

الاستنتاجات Conclusions

1. أدى التركيب الوراثي إلى تأثير معنوي في صفات النمو الخضري وصفات الحاصل، إذ تفوق الصنف Verde Di Macerata (V_3) في اعطاء افضل النتائج لمعظم صفات النمو الخضري وصفات الحاصل.
2. إنَّ الرش الورقي بالفسفور ادى إلى تحسين صفات النمو الخضري وصفات الحاصل، إذ تفوق الرش بالفسفور النانوي بالتركيز 2 غم لتر$^{-1}$ في تسجيل اعلى القيم لمعظم صفات النمو الخضري وصفات الحاصل.
3. ان التداخل بين التراكيب الوراثية والرش الورقي بالفسفور ادى إلى زيادة معنوية في صفات النمو الخضري وصفات الحاصل، إذ تفوقت معاملة التداخل الثاني التركيب الوراثي Verde Di Macerata (V_3) و الرش بالفسفور النانوي بالتركيز 2 غم لتر$^{-1}$ في تسجيل اعلى القيم لمعظم صفات النمو الخضري وصفات الحاصل.

التوصيات Recommendations

1. اعتماد الصنف Verde Di Macerata (V3) ، لإعطاء افضل النتائج لمعظم صفات النمو الخضري وصفات الحاصل.
2. استخدام الرش الورقي بالفسفور النانوي بالتركيز 2 غم .لتر$^{-1}$ في لتحسين صفات النمو الخضري وصفات الحاصل.

المصادر

[1] Zeb, A.; S. Khan and S. Ercişli.2022. Characterization of carotenoids, chlorophylls, total phenolic compounds, and antioxidant activity of (*Brassica oleracea var. botrytis*) leaves from Pakistan. Biologia, 1-10

[2] Koss-Mikołajczyk, I.; B. Kusznierewicz; W. Wiczkowski; N. Płatosz; and A. Bartoszek.2019. Phytochemical composition and biological activities of differently pigmented cabbage (Brassica oleracea var. capitata) and cauliflower (*Brassica oleracea var. botrytis*) varieties. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99(12): 5499-5507.

[3] مديرية الاحصاء الزراعي ، انتاج المحاصيل والخضراوات لسنة 2021.

[4] Bhatt, S.; B. Singh and M. Gupta. 2020. Antioxidant and prebiotic potential of Murraya koenigii and (*Brassica oleracea var. botrytis*) leaves as food ingredient. Journal of Agriculture and Food Research, 2, 169.

[5] Singh, S., & Kalia, P. 2021. Advances in Cauliflower (*Brassica oleracea var. botrytis*) Breeding, with Emphasis on India. In Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops (pp. 247-301). Springer, Cham.

[6] الحلو، محمد حسن حياوي .2019. مفهوم تقنية النانو وانعكاسها على السمات المظهرية للمنتج الصناعي. مجلة كلية التربية الاساسية ٍ 25(104), 350-393

[7] Awad-Allah, E. F. (2023). Effectiveness of silica nanoparticle application as plant nano-nutrition: a review. Journal of Plant Nutrition, 46(11), 2763-2776

[8] Basheer., A. Symptoms of phosphorus deficiency.2018. Wasit University • College of Agriculture msc of Agricultural Science field crops

[9]محمد امين وسامي كريم ونسرين خليل عبد العزيز وكريمة عبد عيدان .2013. تأثير رش المغنسيوم والفسفور في نمو وازهار نبات الزينيا *Zinnia elegans* .مجلة الفرات للعلوم الزراعية ،5(4):280-290.

[10] Howrtiz, W. 1975. Officical methods of analysis. Association of Analytical chemists, Washington, DC USA, 87.

[11] الساهوكي ، مدحت مجيد وكريمة وهيب .1990 . تطبيقات في تصميم وتحليل التجارب دار الحكمة للطبعة والنشر الموصل.

[12] أبو ضاحي، يوسف محمد ومؤيد احمد اليونس . 1988 . دليل تغذية النبات. جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

[13] الشمري، عزيز مهدي عبد وضياء عبد محمد وصبا صبحي خميس . 2016.تاثير التسميد العضوي والكيميائي في صفات النمو الخضري والحاصل لثلاثة تراكيب وراثية من القرنابيط *Brassica Oleracea. var. botrytis* . مجلة ديالى للعلوم الزراعية .28) : 229- 241.

[14] Hossain, M. I., M. Ali.,M.N.H. Mehedi.,M. Hasan.,M.J. Sarkar and N.I.Toma. 2020. Effect of variety and nutrient sources on growth and yield of broccoli in southern belt of Bangladesh. Archives of Agriculture and Environmental Science, 5(3), 313-319.

[15]البكري ، عال معاذ عبدالغنيز.2022. تأثير طريقة الإضافة لعدة مستويات من المغذي العضوي Tecnokel في نمو وحاصل هجينين من القرنابيط *Brassica Oleracea. var. botrytis*. رسالة ماجستير . كمية الزراعة والغابات. جامعة الموصل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جمهورية العراق.

[16] Al-Zuhairy, H. T., & AL-Hamdany, S. A. 2017. effect of organic, chemical fertilizers and plant density on: 2-some growth and yield charcteristics of cauliflower (*Brassica Oleracea. var. botrytis)*. Diyala Agricultural Sciences Journal, 9(2), 104-114.

[17] Taiz, L., and E, Zeiger. 2010. Plant physiology 5th Ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 464

[18] Aimen, A., Basit, A., Bashir, S., Aslam, Z., Shahid, M. F., Amjad, S., ... & Li, Y. 2022. Sustainable phosphorous management in two different soil series of Pakistan by evaluating dynamics of phosphatic fertilizer source. Saudi Journal of Biological Sciences, 29(1), 255-260.

[19] Abdulrhman, H. B. A. D., and O.O.; Omer .2023. Effect of Fertilizer Combination and Application Methods of Nano-Fertilizer on Yield of Cauliflower. (*Brassica oleracea var. Botrytis).* In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1158, No. 4, p. 042018). IOP Publishing.