

The effect of nitrogen fertilization on growth, grain yield, and flag leaf characteristics of several Syrian soft wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) under the costal conditions

Dr. Hazzar Habbib*
Dr. Ghiath Alloush**
Alaa Deeb***

(Received 31 / 10 / 2023. Accepted 27 / 2 / 2024)

□ ABSTRACT □

A field experiment was conducted at the Sitkhears Research Station at Dibba site during the season 2021/2022. The aim was to study the response of soft wheat (*Triticum aestivum*) cultivars (Sham 4, Sham 6, Sham 8, and Sham 10) to different levels of nitrogen fertilizer (kg N/h⁻¹: N0=0, N1=100, N2=200, N3=300) and three replications for each treatment, using a randomized complete block design

The increased nitrogen fertilizer rates resulted in a significant increase in number of total tillers, and productive tillers in all cultivars, at the expense of non-productive tillers. The number of tillers reached approximately 4 tillers/plant at 300 kg N/h⁻¹ nitrogen rate of application. The main stem and tillers heights showed a significant increase with nitrogen fertilizer rate of 100 kg N/h⁻¹. However, increasing the nitrogen fertilizer rates to 200 and 300 kg N/h⁻¹ did not lead to a significant increase in plant height. This was reflected in the straw yield, which reached 12.8 tons/h⁻¹ at the nitrogen fertilizer rate of 300 kg N/h⁻¹ for Sham 4 cultivar. Grain yield increased with increasing N application rate and reached 7736 and 7268 kg/h⁻¹ for the Sham 4 and Sham 10 cultivars, respectively, at the 300 kg N/h⁻¹ treatment. In comparison, the Sham 6 and Sham 8 cultivars had a grain productivity of 5215 and 5599 kg/h⁻¹, respectively, at the same nitrogen level. The nitrogen additions had a highly significant effect on flag leaf characteristics, including leaf area, dry weight, and total chlorophyll concentration. Leaf area and dry weight increased significantly up to the nitrogen fertilizer level of 300 kg N/h⁻¹, reaching their maximum values in the Sham 4 cultivar. Chlorophyll concentration continued to increase significantly up to the 200 kg N/h⁻¹ rate, but there was no significant increase beyond that N application rate. The highest chlorophyll concentration was observed in the Sham 4 cultivar with the rate of 300 kg N/ha. Among the studied cultivars, Sham 4 showed the highest response to increasing nitrogen fertilizer rate.

Key words: Soft wheat (*Triticum aestivum*), productive tiller, leaf flag, chlorophyll, Grain yield.

Copyright



:Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* Researcher -General Commission of Agricultural Research (hazzar.habbib1@gmail.com).

**Professor -Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University-lattakia-Syria (ghiathalloush961@gmail.com).

***Postgraduate Student, Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University-lattakia-Syria

تأثير التسميد الآزوتي في نمو وإنتاجية وخصائص ورقة العلم لعدة أصناف من الأقماح تحت ظروف المنطقة الساحلية (*Triticum aestivum* L.) الطرية السورية

د. هزارة حبيب*

د. غياث علوش**

آلاء ديب***

(تاريخ الإيداع 31 / 10 / 2023. قبل للنشر في 27 / 2 / 2024)

□ ملخص □

نفذت تجربة حقلية في محطة بحوث ستخيرس- موقع دبا خلال الموسم الزراعي 2021/2022، بهدف دراسة استجابة عدة أصناف من القمح الطري (*Triticum aestivum*) هي (شام 4، شام 6، شام 8، وشام 10)، للتسميد بمستويات مختلفة من السماد الآزوتي (0 =N0، 100 =N1، 200 =N2، 300 =N3 كغ/هـ)، وبثلاث تكرارات لكل معاملة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة.

أدت الزيادة في معدلات التسميد الآزوتي لدى جميع الأصناف المدروسة الى زيادة معنوية في عدد الإسطوانات الكلية والإسطوانات المنتجة منها على حساب غير المنتجة، حيث ازدادت إلى ~ 4 إسطوانات/نبات في معاملة التسميد الآزوتي 300 كغ/هـ مقارنة مع معاملة الشاهد 0 كغ/هـ، كما ازداد ارتفاع السوق الرئيسية والإسطوانات بشكل معنوي مع مستوى التسميد 100 كغ/هـ، ومن ثم لم تؤدي زيادة معدل التسميد الآزوتي إلى 200 و 300 كغ/هـ إلى زيادة معنوية في ارتفاع النبات، مما انعكس على الإنتاجية من القش والتي بلغت 12.8 طن/هـ عند مستوى التسميد الآزوتي 300 كغ/هـ للصنف شام 4. استجابات الإنتاجية الحبية مع زيادة معدل الإضافة من السماد الآزوتي بشكل مضطرب فوصلت إلى 7736 و 7268 كغ/هـ للصنفين شام 4 وشام 10 في معاملة الـ 300 كغ/هـ، مقارنة بالصنفين شام 6 وشام 8 اللذين سجلا إنتاجية وقدرها 5215 و 5599 كغ/هـ عند ذات المستوى. أثرت الإضافات الآزوتية بمعنوية عالية على خصائص ورقة العلم (مساحة الورقة- الوزن الجاف- تركيز الكلورفيل الكلي) حيث ازدادت مساحة الورقة والوزن الجاف بشكل معنوي حتى مستوى التسميد 300 كغ/هـ لتبلغ القيم أقصاها في الصنف شام 4، أما تركيز الكلورفيل فاستمر بالزيادة معنوياً حتى معدل 200 كغ/هـ ثم بعدها لا زيادة معنوية وكان أعلاها في الصنف شام 4 مع معدل إضافة 300 كغ/هـ. كانت استجابة الصنف شام 4 لزيادة معدلات التسميد الآزوتي هي الأعلى ما بين الأصناف.

الكلمات المفتاحية: القمح الطري (*Triticum aestivum*)، إسطوانات منتج، ورقة العلم، كلوروفيل، الغلة الحبية.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص



CC BY-NC-SA 04

* باحث - الهيئة العامة للبحوث الزراعية. (hazzar.habbib1@gmail.com)
** أستاذ - قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. (ghiathalloush961@gmail.com) -
*** طالبة ماجستير، قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. (alaadeeb33333@gmail.com)

مقدمة:

تعاني التربة السورية من نقص في الآزوت المتاح نتيجة انخفاض في محتوى المادة العضوية (Ryan *et al.*, 2009)، مما يتوجب إضافة الأسمدة الآزوتية المعدنية والتي تعتبر عاملاً هاماً في زيادة الإنتاج الزراعي، وبشكل خاص محصول القمح (Cassman *et al.*, 2002)؛ إذ يُعرّف الآزوت كأحد العناصر الغذائية الكبرى والمحددة لنمو وتطور النبات (Carrillo *et al.*, 2021)، وتصل نسبته في المادة الجافة إلى حوالي 7% (Ortiz-Monasterio, 1999)، بالإضافة لتحقيقه دور مهم في العمليات الفيزيولوجية حيث يعد الركيزة الأساسية للعديد من مركبات الخلية النباتية الحية كالأحماض الأمينية والبروتينات والأنزيمات وصباغ الكلوروفيل (Krapp, 2015). بلغت الكميات المستهلكة من الأسمدة الآزوتية في العام 2013 حوالي 107.6 مليون طن (Lu *et al.*, 2017)، وهي إضافات عالية من أجل الحصول على الغلة الحبية لكنه تبين أن العلاقة ما بين تلك المعدلات العالية والغلة هي علاقة غير خطية (Liang *et al.*, 2013)، حيث يستفيد نبات القمح حوالي 30_35% من الكمية المضافة والباقي غير متاح (Gaju *et al.*, 2011)، وذلك كنتيجة لتعرض الآزوت المعدني للفق من طريق الغسل والتطاير (IPCC, 2007)، مما يسهم في زيادة المشاكل البيئية (Raun *et al.*, 1999) عدا عن تكاليف الإنتاج المرتفعة وهنا تكمن أهمية الإدارة الفعالة لمعدل إضافة السماد الآزوتي.

تناولت العديد من الدراسات تأثير الإضافات الآزوتية على نمو وإنتاجية محصول القمح وأكدت التأثير الإيجابي لتلك الإضافات على مكونات الغلة حيث أظهرت دراسة قام بها Chaturvedi (2006) في الهند، استخدام مستويات من التسميد (0 -25 -50 -75 -125 كغ/هـ) زيادة معنوية في عدد الإسطوانات وطول النبات وعدد الحبوب في السنبل مع زيادة التسميد الآزوتي حتى معدل إضافة 125 كغ/هـ. وفي دراسة أجريت في الصين على تربة كلسية تم استخدام معدلات مختلفة من السماد الآزوتي (75 -150 -225 -300 كغ/هـ) وجد أن زيادة مستوى التسميد الآزوتي إلى 225 كغ/هـ يحقق أعلى غلة حبية 6182.1 كغ/هـ ويؤدي لأعلى زيادة معنوية في معايير النمو والإنتاجية من عدد السنابل بالقطعة التجريبية، وعدد الحبوب في السنبل، وتتنخفض تلك المعايير بعد هذا المستوى (Kubar *et al.*, 2021). كما بينت النتائج في دراسة على محصول القمح في مصر باستخدام معدلات تسميد آزوتي من 40 إلى 320 كغ/هـ وجود زيادة معنوية في غلة الحبوب بزيادة معدل التسميد وبلغت أقصى إنتاجية حبية 8389 كغ/هـ وذلك عند معدل إضافة 260 كغ/هـ (Ali *et al.*, 2022). وجد Zhou وآخرون (2018) أن الحد الأقصى لإنتاج القمح يكون عند إضافة معدل تسميد آزوتي بين 247 -292 كغ/هـ.

تعتبر ورقة العلم من أهم الأعضاء الأساسية في عملية التمثيل الضوئي وتحديداً خلال مرحلة ملء الحبوب (Araus *et al.*, 1987) حيث يتراوح معدل مساهمتها في مواد التمثيل الضوئي اليومية من 50% إلى 60% (Towfiq, 2015). وتبرز أهمية هذه الورقة من خلال موقعها القريب من السنبل (Kong *et al.*, 2015)، وطول فترة نشاطها (Turner, 1997)، وبالتالي تملك قدرة خاصة على نقل المواد الممتلئة بكفاءة حتى المراحل المتأخرة من شيخوخة الأوراق (Lopes *et al.*, 2006). وتعد مساحة المسطح الورقي، ومحتوى الكلوروفيل من الخصائص المورفولوجية لأوراق العلم والتي تقيد في تحديد الغلة المحتملة والكتلة الحيوية للمحصول (Liu *et al.*, 2015). أظهرت بعض الدراسات وجود علاقة بين محتوى الآزوت في الأوراق ومعدل التمثيل الضوئي (Fan *et al.*, 2011) كنتيجة لوجود علاقة إيجابية بين محتوى الآزوت والكلوروفيل في الأوراق من جهة (Liang *et al.*, 2018)، ووجود ارتباط إيجابي بين محتوى الكلوروفيل ومعدل التمثيل الضوئي من جهة أخرى (Avenson *et al.*, 2005). حيث وجد أن مؤشر تركيز الكلوروفيل يعكس معدل

التمثيل الضوئي في الورقة ويعطي تقدير أدق للإنتاجية المحتملة مقارنة بتركيز الآزوت (Xing *et al.*, 2018). أجريت دراسة في الصين بهدف معرفة تأثير التسميد الآزوتي على خصائص التمثيل الضوئي وإنتاجية القمح الشتوي بمعدلات تسميد (0 -75 -100 -150 -200 -225 -300 كغ/هـ) وتبين أن التسميد بمعدل 225 كغ/هـ يؤدي الى زيادة معنوية في كل من مساحة الورقة، والوزن الجاف للأوراق، والكلوروفيل الكلي، ومعدل التمثيل الضوئي بنسبة زيادة بلغت (10، 50، 120، 135%) لتلك المعايير على التوالي مقارنةً مع الشاهد، أما الغلة الحبية فازدادت بنسبة 28% (Kubar *et al.*, 2020).

وجد Jhanji وآخرون (2014) أن المادة الجافة للمجموع الخضري تزداد مع زيادة الإمداد بالأزوت نظراً لمعدل التمثيل الضوئي العالي مما ينعكس على زيادة المادة الجافة، وذلك لأن العمليات الفيزيولوجية تعزز عند إضافة الآزوت كونه المكون الأساسي للبروتينات، وأنزيم الروبيسكو (RuBisCo) والكلوروفيل (Abid *et al.*, 2016).

أهمية البحث و أهدافه:

تعد زراعة محصول القمح إحدى الزراعات الاستراتيجية في القطر العربي السوري والتي تساهم بشكل فعال في تحقيق الأمن الغذائي، لكن الأصناف الطرية منه والتي تستخدم في صناعة الخبز بشكل أساسي، هي أصناف غير معتمدة في المنطقة الساحلية (منطقة استقرار أولى) وتعد من الأصناف عالية الإنتاجية وبالتالي فهي بحاجة إلى كميات كبيرة ومنتظمة من التغذية الآزوتية. وهنا تكمن أهمية هذه الدراسة والتي تهدف إلى معرفة استجابة بعض أصناف القمح الطري للتسميد بمعدلات مختلفة من السماد الآزوتي من حيث النمو والإنتاجية في منطقة الساحل السوري، وتحديد الاحتياج السمادي الأمثل لهذه الأصناف.

طرائق البحث ومواده:

المادة النباتية: تم استخدام 4 أصناف من القمح الطري وهي شام4، شام6، شام8، شام10، تم الحصول عليها من الهيئة العامة للبحوث الزراعية.

مكان تنفيذ التجربة: نفذت التجربة الحقلية خلال الموسم الزراعي 2022/2021، في موقع بحوث دبا التابع لمركز البحوث العلمية الزراعية _ اللاذقية والذي يرتفع 12 م عن سطح البحر.

التربة: جمعت عينتين مركبتين من تربة الموقع قبل الزراعة على عمق (0_30 سم)، جففت هوائياً ثم طحنت ونخلت من خلال منخل ذي فتحات 2 ملم. وتم إجراء التحاليل المخبرية عليها بهدف تحديد بعض خواصها الفيزيائية والكيميائية (Ryan *et al.*, 2001)، والتي يوضحها الجدول (1).

جدول 1: بعض الخصائص الخصوبية لتربة الدراسة من العمق 0-30 سم.

P (مغ/كغ)		CaCO ₃ (%)		N-كلي (%)	OM (%)	EC ds/cm	pH (1:2.5)	التوزيع الحبيبي (%)		
متاح	ذائب	فعالة	كلية					رمل	سلت	طين
6.4	1.5	23	67	0.1	1.5	0.5	7.4	20	35	45
الكاتيونات (مغ/كغ تربة)										
Mg ⁺		Ca ⁺		K ⁺		NH ₄ ⁺		CEC م/م ¹⁰⁰ غ		
متاح	ذائب	متاح	ذائب	متاح	ذائب	متاح	ذائب	متاح		
684	92	3000	128	102	19	6.8	22			

تجهيز الأرض: تم إجراء عملية الحراثة قبل شهر من موعد الزراعة وتم خلالها إضافة كل من السوبر فوسفات المركز (P_2O_5 46%) بكمية 11.4 كغ/مساحة الحقل (288 م^2) وسلفات البوتاسيوم (K_2O 50%) بكمية 21.7 كغ/مساحة الحقل، بهدف رفع تركيز الفوسفور المتاح في التربة لـ 20 مغ/كغ والبوتاسيوم المتاح إلى 125 مغ/كغ. تم تقسيم الحقل إلى قطع تجريبية بحسب عدد المعاملات مساحة كل منها $6 \text{ م}^2 (3 \times 2)$ ، وتركت مسافة 1 م بين القطع التجريبية من جميع الجهات لتكون ممرات خدمة بالإضافة إلى نطاق حماية حول التجربة. تمت الزراعة بتاريخ 2020/11/30 على خطوط بمعدل بذار 120 كغ/هـ (كمية 72 غ/قطعة تجريبية) والمسافة مابين الخط والآخر 20سم، وبالتالي لدينا 10 خطوط في كل قطعة تجريبية.

تصميم التجربة والمعاملات التجريبية: أجريت تجربة عاملية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة تضمنت استخدام 4 مستويات من التسميد الأزوتي لكل صنف (0، 100، 200، 300 كغ N/هـ)، تم توزيعها على 3 دفعات بشكل يوريا (46%) بنسبة 50% من المعدل السمادي عند الزراعة، 25% من المعدل السمادي عند مرحلة الإشطاء، 25% من المعدل السمادي عند مرحلة طرد السنابل. وبذلك نتج لدينا 16 معاملة وبقاوع 3 مكررات لكل معاملة بالتالي يكون لدينا عدد القطع التجريبية 48 قطعة.

عمليات الخدمة بعد الزراعة:

الري: كانت كمية الهطولات المطرية وتوزيعها بشكل جيد لذلك لم يكن هناك حاجة لعملية الري.

الترقيع: تم بعد شهر من الزراعة للمحافظة على الكثافة النباتية.

العزيق: أجريت عمليات التعشيب بشكل يدوي في المراحل الأولى من نمو النبات وتم استخدام مبيدات الأعشاب في مكافحة الأعشاب الضارة الرفيعة والعريضة الأوراق وذلك قبل دخول النباتات في مرحلة طرد السنابل و متابعة إزالة الأعشاب يدوياً كلما اقتضت الحاجة.

المكافحة: تم خلال التجربة رش النباتات مرتين بمبيد فطري (بايدون 7 سم³/20 ل) بسبب ظهور علائم الإصابة بالصدأ الأصفر على بعض النباتات وتحديدًا في أصناف شام 4، شام 6، شام 8، وقد تم استخدام مبيد التوسين وهو فطري وقائي علاجي إضافة إلى إجراء رشتين وقائياً من الإصابة الحشرية وخاصة حشرة السونة والدودة القارضة والمن وذلك بمبيدات (دلتا مثرين والزينيت).

التسميد: تم رش النباتات بمحلول ملحي $K_2H_2PO_4$ بسبب ظهور علائم نقص الفوسفور وبمحلول يحوي العناصر الصغرى بمعدل (1 مل/ل) لكل منهما وذلك كون التربة كلسية جداً.

الصفات والخصائص المدروسة:

في مرحلة طرد السنابل، تم اختيار 10 نباتات عشوائياً من كل قطعة تجريبية بحيث تمثل كامل القطعة وأخذت صور رقمية لأوراق العلم من خمس نباتات وتم قياس مساحتها باستخدام برنامج (image J software) ، بعد ذلك تم تجفيفها على درجة حرارة 70° لمدة 48 ساعة وطحنها وقياس النترات على جهاز الطيف الضوئي عند طول موجة 412 nm بطريقة حمض السالسيليك (Cataldo et al., 1975) ، كما تم أخذ الوزن الرطب لورقة العلم والوزن الجاف وذلك بعد تجفيفها على حرارة 70م°، بينما تم تقدير محتوى الكلوروفيل في أوراق العلم الخمسة المتبقية بعد أخذ وزنها الرطب (Harborne, 1973). كذلك تم اختيار عشر نباتات بشكل عشوائي أيضاً وتم فصل السوق الرئيسية وسوق الإشطاءات ثم أخذ البيانات التالية: عدد الإشطاءات المنتجة وغير المنتجة، ارتفاع السوق الرئيسية وسوق الإشطاءات.

عند النضج، تمت عملية الحصاد باستخدام إطار خشبي بمساحة 0.5 م² وحصد كل النباتات الموجودة داخل الإطار وذلك بقص هذه النباتات عند مستوى سطح التربة وأخذ الوزن الجاف لكل من القش والحبوب بهدف تقدير الغلة من الحبوب والقش بوحدة المساحة.

الحسابات والتحليل الإحصائي:

خضعت معطيات التجربة لتحليل التباين العام (ANOVA) بحسب مصادر التباين: الآزوت (N) والصنف (VAR) والتداخل بينهما (N*VAR)، وتم فصل المتوسطات وتحديد قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5%، وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS Institute, 1999).

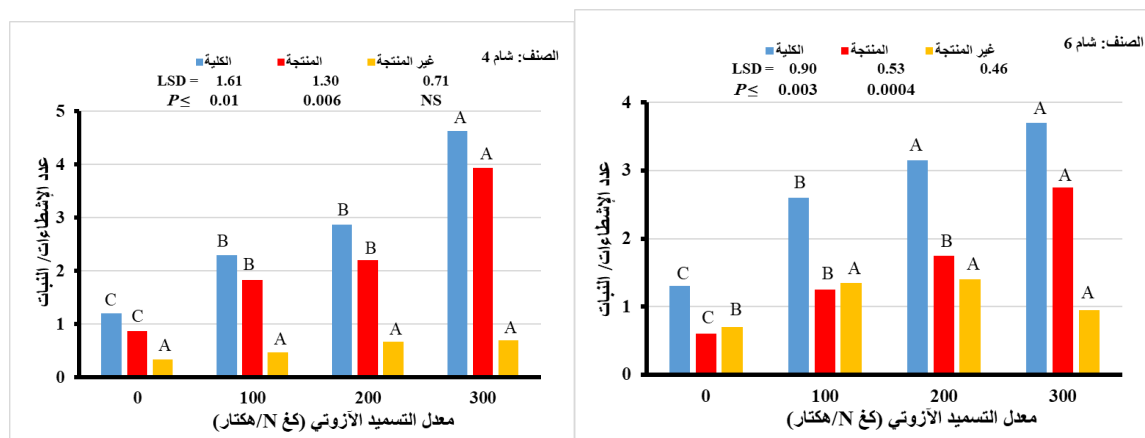
كما تم تحليل المكونات الرئيسية (PCA: Principal Component Analysis) باستخدام حزمة ade4 (package) وتحليل الارتباط بين المعاملات المدروسة باستخدام اختبار (Pearson) عند درجة معنوية 95% (Hmisc package) باستخدام البرنامج الإحصائي (R © software version 4.0.5, 2021).

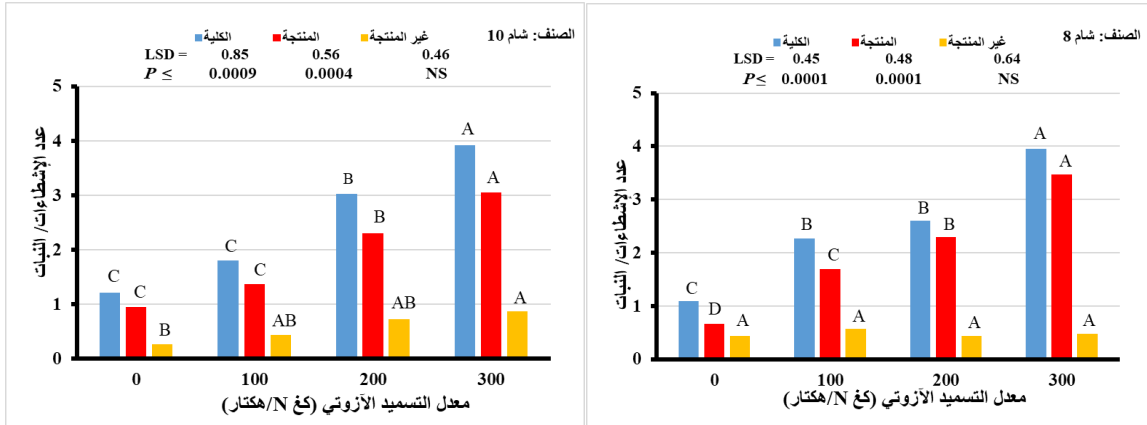
النتائج والمناقشة:

أولاً: تأثير التسميد الآزوتي في معايير النمو:

1- عدد الإشطاءات/نبات (الكلية- المنتجة- غير المنتجة):

تفوقت معاملات الإضافات الآزوتية بمعنوية عالية على معاملة الشاهد في عدد الإشطاءات الكلية والمنتجة منها في جميع الأصناف المدروسة ($P=0.0001$)، وقد أدت زيادة معدل السماد الآزوتي إلى زيادة معنوية في عدد الإشطاءات المنتجة والتي تلعب دور هام في تحديد المحصول النهائي من خلال تحديد عدد السنابل في وحدة المساحة (Naruoka *et al.*, 2011) وذلك على حساب غير المنتجة حيث بلغ عددها في معاملة الشاهد (0.87، 0.60، 0.67، 0.90 شطاء/نبات) وازداد إلى (3.9، 2.7، 3.4، 3 شطاء/نبات) عند معاملة التسميد الآزوتي 300 كغ/Nه في الأصناف شام 4، شام 6، شام 8، شام 10 على التوالي. وقد بلغت نسبة زيادة (78، 78.1، 80.6، 70.4%)، بينما لم يكن لزيادة الإضافات الآزوتية أي أثر معنوي على عدد الإشطاءات غير المنتجة في كل الأصناف المدروسة ما عدا صنف شام 6 (شكل 1).





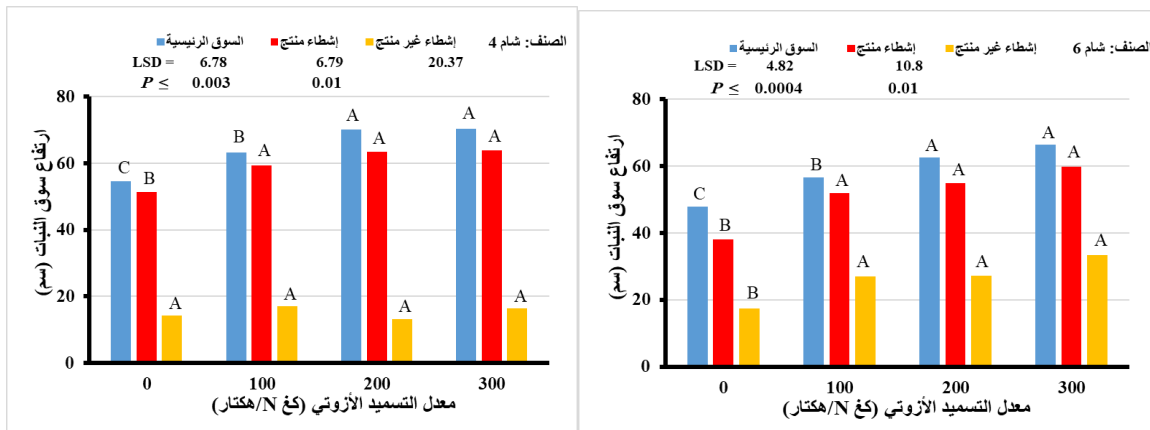
الشكل 1: تأثير معدل التسميد الآزوتي في عدد الإسطوانات/نبات (الكليّة والمنتجة وغير المنتجة).

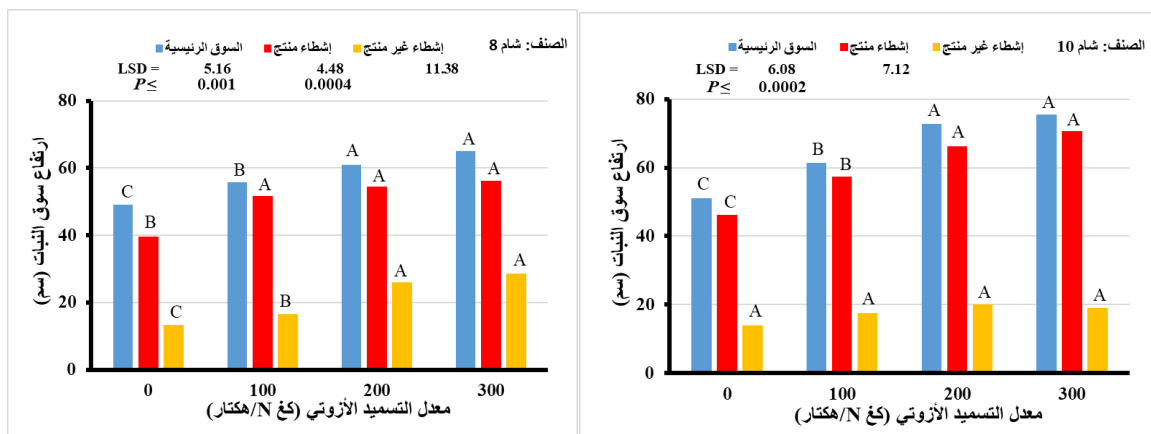
إن نمو البراعم الموجودة في آباط الأوراق والتي ستشكل الإسطوانات فيما بعد، تتحكم به مجموعة من الهرمونات والعوامل البيئية، ومنها توفر الآزوت (Shang *et al.*, 2021)؛ إذ أن زيادة النتروجين تعمل على التخليق الحيوي لهرمون السيبتوكينين من القمم الجذرية مما يشجع ذلك انقسام الخلايا ونمو الإسطوانات (Sakakibara *et al.*, 2006)، فضلاً عن التنافس الكامن ما بين الإسطوانات المتشكلة على الموارد المتاحة لها خلال نموها والذي يحدد وصول تلك الإسطوانات لمرحلة تشكيل السنابل (Assuero *et al.*, 2012).

وبالنسبة للأصناف المدروسة، فقد تبين أن الصنف شام 4 قد سجل العدد الأعلى من الإسطوانات المنتجة والتي تؤثر بشكل إيجابي على الغلة الحبية، إذ بلغ (3.9 شطة/نبات)، بينما سجل العدد الأعلى من الإسطوانات غير المنتجة في الصنف شام 6 مقارنة ببقية الأصناف المدروسة.

2- ارتفاع السوق (الرئيسية- الإسطوانات المنتجة- الإسطوانات غير المنتجة)

أدى التسميد الآزوتي إلى زيادة معنوية في ارتفاع السوق الرئيسية ($P=0.0001$) حتى مستوى التسميد 200 كغ/هكتار ومن ثم تصبح هذه الزيادة غير معنوية وذلك في جميع الأصناف المدروسة (شكل 2).





الشكل 2: تأثير معدل التسميد الآزوتي في ارتفاع سوق النبات (الرئيسية- الإشطاعات المنتجة- الإشطاعات غير المنتجة).

سجل الصنف شام 10 الارتفاع الأعلى للسوق الرئيسية مقارنة بغيره من الأصناف المدروسة حيث بلغت قيم ارتفاع الساق عند معدل التسميد 300 كغ/هـ (70.4، 66.5، 65، 75.5 سم) للأصناف شام 4، شام 6، شام 8، شام 10 على التوالي. أما بالنسبة لسوق الإشطاعات المنتجة، فقد أدى التسميد الآزوتي عند مستوى 100 كغ/هـ إلى زيادة ارتفاع هذه الإشطاعات معنوياً مقارنة مع الشاهد (0 كغ/هـ) في أصناف شام 4، شام 6، شام 8، في حين لم توجد فروق معنوية بين معدلات التسميد الآزوتي المدروسة في هذه الصفة.

حقق الصنفين شام 4 وشام 10 الارتفاع الأعلى للإشطاعات المنتجة مقارنة بالصنفين شام 6 وشام 8 حيث بلغ ارتفاعها (69.4، 63.4، 63.9 سم) و (57.3، 66.1، 70.5 سم) عند مستويات التسميد الآزوتي (100، 200، 300 كغ/هـ) للصنفين شام 4 وشام 10 على التوالي مقارنة ب (51.3، 46.1 سم) في معاملة الشاهد. وبالنسبة للإشطاعات غير المنتجة، لم يكن هناك أي تأثير معنوي للتسميد الآزوتي في ارتفاع هذه الإشطاعات وذلك في أصناف شام 4، شام 6، شام 10.

ثانياً: تأثير التسميد الآزوتي في خصائص ورقة العلم:

1- مساحة ورقة العلم (سم²)

تحدد قدرة المحاصيل على اعتراض الأشعة الضوئية من خلال مساحة الورقة (kumagai et al., 2014)، كما تبين أن زيادة الآزوت يعزز استطالة الأوراق عن طريق تصنيع البروتينات الضرورية لانقسام الخلايا (Vos et al., 2005) وهذا ما أكدته نتائج البحث، حيث تبين وجود زيادة معنوية في مساحة ورقة العلم بزيادة معدل التسميد الآزوتي في جميع الأصناف المدروسة. فقد أضاف السمد الآزوتي بمعدل 100 كغ/هـ للصنفين شام 6 وشام 8 إلى زيادة معنوية في مساحة ورقة العلم استمرت لتبلغ أعلى قيمة لها (26.1، 27.1 سم²) للصنفين المذكورين على التوالي وهي زيادة بمقدار (83.8، 163.1 %) عن الشاهد (جدول 2).

أما بالنسبة للصنفين شام 4 وشام 10 فقد زادت مساحة ورقة العلم فيهما معنوياً بدءاً من إضافة السمد الآزوتي بمعدل 200 كغ/هـ واستمرت لتبلغ أعلى قيمة لها (31.5، 66.20 سم²) على التوالي، وبزيادة قدرها 107.2% عن معاملة الشاهد.

ولقد سجل الصنف شام 4 القيمة الأعلى لمساحة ورقة العلم (31.51 سم²) مقارنة ببقية الأصناف المدروسة وذلك عند المستوى 300 كغ/هـ.

جدول 2: تأثير التسميد الآزوتي والصنف المدروس في مساحة ورقة العلم (سم²)

*LSD _{0.05}	الصنف المدروس				معدل التسميد (كغ/N/هكتار)
	شام 10	شام 8	شام 6	شام 4	
1.88	15.71 ^C	10.33 ^D	14.25 ^D	15.29 ^C	0
3.76	17.59 ^{CB}	15.23 ^C	17.70 ^C	21.13 ^{CB}	100
3.25	19.90 ^{AB}	22.88 ^B	20.88 ^B	24.51 ^B	200
5.02	20.66 ^A	27.11 ^A	26.16 ^A	31.51 ^A	300
	2.62	3.65	1.71	6.07	LSD _{0.05}
	P ≤ F				
(N*VAR) الكلية LSD 3.07	N*VAR	VAR	N		
	0.0002	0.0001	0.0001		

المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة عمودياً غير مختلفة معنوياً تبعاً لقيمة الـ LSD_{0.05} وهي تقارن مستويات التسميد الآزوتي عند كل صنف قمح طري. * قيم الـ LSD أفقياً هي لمقارنة تأثير الصنف المدروس عند كل مستوى تسميد آزوتي.

2- نسبة المادة الجافة في ورقة العلم (غ)

أدى التسميد الآزوتي إلى زيادة معنوية في الوزن الجاف لورقة العلم (جدول 3)، وتبين التأثير المعنوي لهذه الزيادة بدءاً من المعدل 100 كغ/Nه في الصنف شام 4 وحتى مستوى 300 كغ/Nه ليلينغ 0.18 غ بمعدل زيادة 157.1% عن الشاهد. أما في الصنفين شام 6 وشام 8 فقد ازداد الوزن الجاف معنوياً بدءاً من معدل إضافة 200 كغ/Nه ومن ثم تبقى هذه الزيادة غير معنوية عند مستوى 300 كغ/Nه وهذه الزيادة قدرها (87.5، 183.3%) عن الشاهد للصنفين على التوالي. بالمقابل لم تظهر أي زيادة معنوية في الوزن الجاف مع زيادة التسميد الآزوتي لدى الصنف شام 10. لم يكن للصنف أي تأثير معنوي في الوزن الجاف لورقة العلم ولوحظ تفوق للمعاملة 300 كغ/Nه في الصنف شام 4 على بقية معاملات التجربة.

لقد أكد Xu وآخرون (2018) أن الآزوت له دور في زيادة مساحة الأوراق الخضراء وتعزيز عملية التمثيل الضوئي مما يؤدي لزيادة المادة الجافة في تلك الأوراق.

جدول 3: تأثير التسميد الآزوتي والصنف المدروس في الوزن الجاف لورقة العلم (غ)

*LSD _{0.05}	الصنف المدروس				معدل التسميد (كغ/N/هكتار)
	شام 10	شام 8	شام 6	شام 4	
0.01	0.09 ^A	0.06 ^C	0.08 ^B	0.07 ^C	0
0.01	0.11 ^A	0.1 ^{BC}	0.12 ^{AB}	0.11 ^B	100
0.04	0.12 ^A	0.12 ^B	0.14 ^A	0.13 ^B	200
0.05	0.11 ^A	0.17 ^B	0.15 ^A	0.18 ^A	300
	0.03	0.04	0.05	0.02	LSD _{0.05}
	P ≤ F				
(N*VAR) الكلية LSD 0.03	N*VAR	VAR	N		
	0.02	NS	0.0001		

المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة عمودياً غير مختلفة معنوياً تبعاً لقيمة الـ LSD_{0.05} وهي تقارن مستويات التسميد الآزوتي عند كل صنف قمح طري. * قيم الـ LSD أفقياً هي لمقارنة تأثير الصنف المدروس عند كل مستوى تسميد آزوتي.

3- محتوى الكلوروفيل الكلي في ورقة العلم (ميكروغرام/غ)

يرتبط الكلوروفيل بشكل وثيق بمعدل التمثيل الضوئي في الأوراق؛ إذ يعتبر ضروريًا لالتقاط الفوتونات الضوئية وانتشارها (Xing *et al.*, 2018). بينت النتائج وجود تأثير معنوي للصنف والتسميد الآزوتي في تركيز الكلوروفيل الكلي لورقة العلم ($P=0.0001$) (جدول 4). حيث ازداد تركيز الكلوروفيل الكلي بشكل معنوي في جميع الأصناف المدروسة مع زيادة الإضافات الآزوتية ليسجل أول زيادة معنوية له بدءاً من المستوى 200 كغ/هـ في الصنفين شام 4 وشام 10 ثم تصبح الزيادة ظاهرة مقدارها (110.5، 173.2%) عن معاملة الشاهد. في حين زاد تركيز الكلوروفيل في الصنفين شام 6 وشام 8 عند الإضافة الآزوتية 100 كغ/هـ ثم تصبح الزيادة غير معنوية لدى الصنف شام 6، بينما استمرت الزيادة معنوياً حتى مستوى 300 كغ/هـ في الصنف شام 8 لتصل إلى 1946.2 ميكروغرام/غ بزيادة 102% عن الشاهد.

إن محتوى الأوراق من الكلوروفيل يعتبر صفة كمية معقدة ينظمها كل من التركيب الوراثي والبيئة (Zhang *et al.*, 2009) لقد بينت دراسة أجراها Kubar وآخرون (2022) أن محتوى الأوراق في الكلوروفيل الكلي يتأثر معنوياً بمعدل الآزوت المستخدم حيث إن الكلوروفيل الكلي ازداد معنوياً حتى معدل إضافة 225 كغ/هـ.

جدول 4: تأثير التسميد الآزوتي والصنف المدروس في تركيز الكلوروفيل (ميكروغرام/غ)

*LSD _{0.05}	الصنف المدروس				معدل التسميد (كغ/هـ/كتار)
	شام 10	شام 8	شام 6	شام 4	
407.07	879.63 ^B	963.45 ^C	1032.31 ^B	1160.6 ^C	0
680.62	1073.2 ^B	1505.01 ^B	1269.52 ^A	1637.6 ^{CB}	100
402.35	2282.05 ^A	1850.17 ^{AB}	1333.51 ^A	2126.48 ^{AB}	200
240.26	2403.26 ^A	1946.2 ^A	1428.40 ^A	2443.15 ^A	300
	370.2	361.44	195.46	577.12	LSD _{0.05}
	————— $P \leq F$ —————				
(N*VAR) الكلية LSD 388.53	N*VAR	VAR	N		
	0.0008	0.0001	0.0001		

المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة عمودياً غير مختلفة معنوياً تبعاً لقيمة الـ LSD_{0.05} وهي تقارن مستويات التسميد الآزوتي عند كل صنف قمح طري. * قيم الـ LSD أفقياً هي لمقارنة تأثير الصنف المدروس عند كل مستوى تسميد آزوتي.

4- تركيز النترات في ورقة العلم (مغ/غ)

أثرت زيادة المعدل السمادي الآزوتي بمعنوية عالية في تركيز النترات في ورقة العلم ($P=0.0001$) (جدول 5) انخفض تركيز النترات في الورقة معنوياً بدءاً من المعدل 100 كغ/هـ في أصناف شام 4، شام 10. أما في الصنف شام 6 فقد ظهر الانخفاض المعنوي عند المعدل 300 كغ/هـ وبلغت قيم تركيز النترات في هذه الأصناف على التوالي (19.08، 12.66، 11.01 مغ/غ) عند المعاملة 300 كغ/هـ بنسبة انخفاض تعادل (54.5، 45، 42.2%) مقارنة بمعاملة الشاهد، بالمقابل ازداد تركيز النترات معنوياً في الصنف شام 8 وذلك عند معدل التسميد 200 كغ/هـ. ربما يعود السبب في الاختلاف بتركيز النترات ما بين الأصناف إلى أن الصنف شام 8 يميل إلى الاستفادة من النترات المتاحة بشكل أكبر من الأمونيوم من خلال الجذور المتعمقة في التربة، حيث وجد تباين كبير بين أصناف المحاصيل

في تطوير الجذور العميقة (Ytting *et al.*, 2014)، بينما الأصناف الباقية تأخذ معظم احتياجاتها من الآزوت على شكل أمونيوم مقارنة بالنترات خاصة ان السمد المستخدم هو اليوريا والذي يتحول إلى أمونيوم بواسطة أنزيم اليورياز فقد أثبتت الدراسات في العديد في النباتات أن وجود الأمونيوم كمصدر للأزوت يمكن أن يقلل من مستوى النترات في أنسجة الأوراق (Falvo *et al.*, 2009). وقد سجلت القيمة الأعلى لتركيز النترات في ورقة العلم في الصنف شام 4 وذلك عند جميع معدلات التسميد الآزوتي. هذا الاختلاف ما بين الأصناف يعود للتباين في التركيب الوراثي بشكل أساسي، حيث أظهر الصنف شام 4 قدرة أكبر على الاستفادة من النترات الموجودة في التربة.

جدول 5: تأثير التسميد الآزوتي والصنف المدروس في تركيز النترات (مغ/غ)

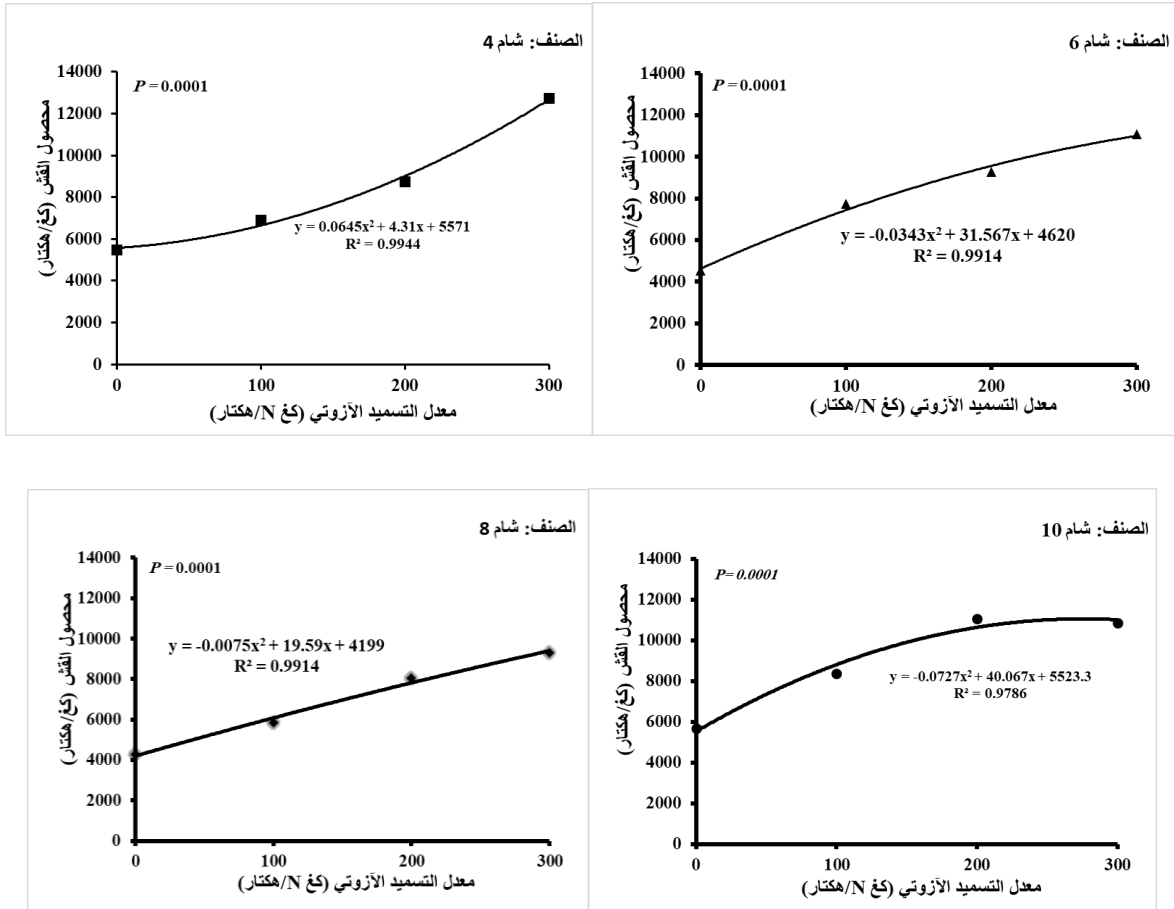
*LSD _{0.05}	الصنف المدروس				معدل التسميد (كغ/N/هكتار)
	شام 10	شام 8	شام 6	شام 4	
9.71	19.46 ^A	16.74 ^{BC}	20.04 ^A	41.89 ^A	0
7.81	16.81 ^B	14.61 ^C	18.95 ^A	27.51 ^B	100
3.57	11.25 ^C	22.63 ^A	17.24 ^A	25.52 ^{CB}	200
4.04	12.66 ^C	22.35 ^{BA}	11.01 ^B	19.08 ^C	300
	2.52	5.70	4.90	8.42	LSD _{0.05}
	————— $P \leq F$ —————				
(N*VAR) الكلية LSD 5.40	N*VAR	VAR	N		
	0.0001	0.0001	0.0001		

المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة عمودياً غير مختلفة معنوياً تبعاً لقيمة الـ LSD_{0.05} وهي تقارن مستويات التسميد الآزوتي عند كل صنف قمح طري. * قيم الـ LSD أفقياً هي لمقارنة تأثير الصنف المدروس عند كل مستوى تسميد آزوتي.

ثالثاً: "تأثير التسميد الآزوتي في إنتاجية أصناف القمح الطري المدروسة:

1- محصول القش

بينت جميع الأصناف المدروسة استجابة عالية المعنوية للإضافات المتزايدة من الآزوت في غلة القش (شكل 3) ($P=0.0001$). وكانت العلاقة ما بين معدلات التسميد الآزوتي وإنتاجية القمح من القش ممثلة بمعادلة من الدرجة الثانية في كل الأصناف المدروسة. لوحظ من منحنيات استجابة الأصناف للتسميد الآزوتي ارتفاع غلة القش معنوياً مع كل معدل آزوتي مضاف مقارنة بالمعدل السابق في الصنفين شام 6 وشام 8، بينما استجاب الصنف شام 10 بشكل معنوي حتى مستوى 200 كغ/N هـ لتصبح بعدها الزيادة ظاهرية، أما في الصنف شام 4 فارتفع محصول القش بدءاً من المعدل السمادي 200 كغ/N هـ وصولاً للمعدل الأعلى 300 كغ/N هـ. وبلغت الزيادة في إنتاجية القش في المعاملة 300 كغ/N هـ (132.8، 145.5، 117.7، 91.6%) عن الشاهد للأصناف شام 4، 6، 8، 10 على التوالي. وقد سجل الصنف شام 4 عند معدل التسميد 300 كغ/N هـ أعلى غلة قش منتجة بين جميع معاملات التجربة.

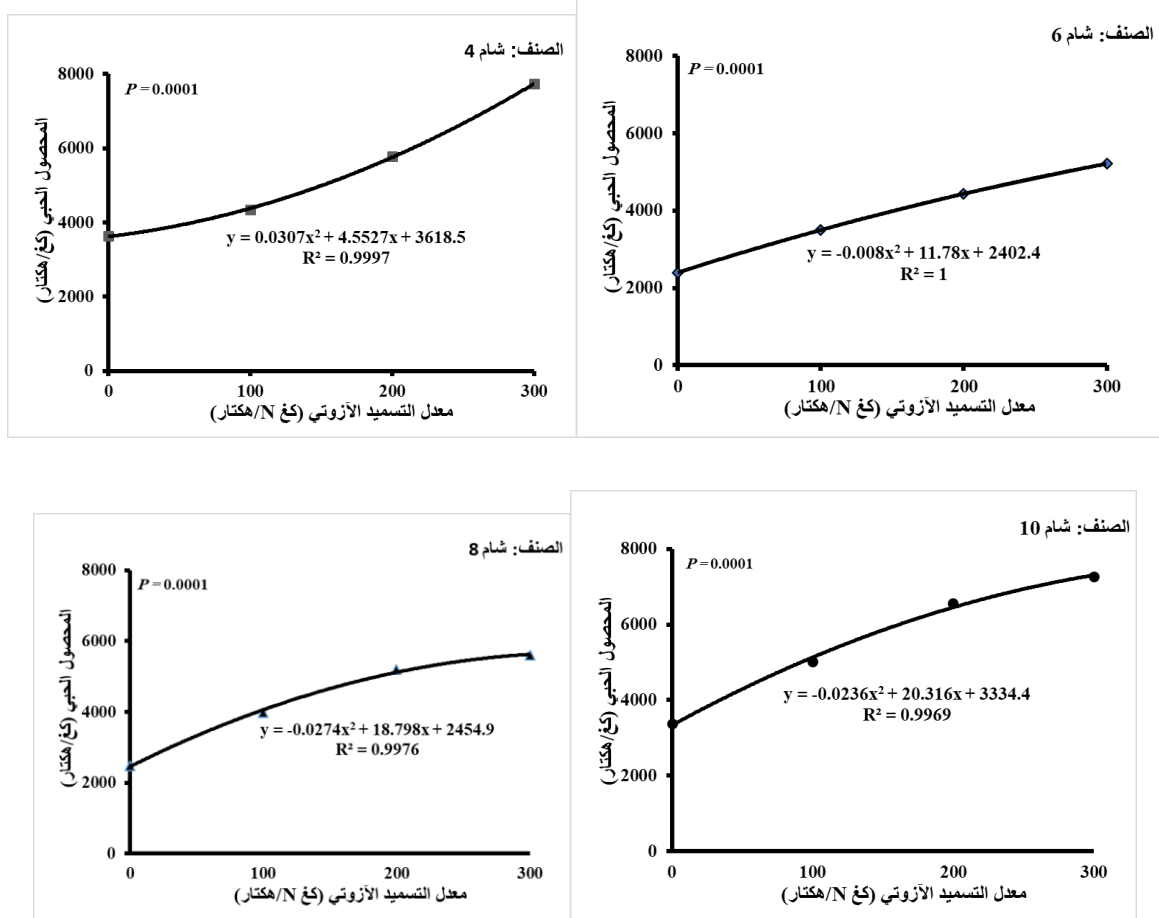


الشكل 3: استجابة غلة القش لأصناف القمح الأربعة لمعدلات التسميد الآزوتي.

2- الغلة الحبية

أثر استخدام المعدلات المتزايدة من السماد النتروجيني بمعنوية عالية جداً في الغلة الحبية للأصناف المدروسة ($P=0.0001$) (شكل 4). فقد تبين أن زيادة إنتاجية الحبوب كانت متوافقة مع زيادة إضافات النتروجين لتسجل أول زيادة معنوية بدءاً من الإضافة الأولى 100 كغ/هـ. كما لوحظ وجود تباين بمنحنيات استجابة الأصناف الأربعة لإضافات الآزوت والتي تشير إلى التباعد الوراثي للأصناف المدروسة؛ حيث أظهر منحني استجابة الصنف شام 8 اتجاه مشابه لمنحني الصنف شام 10 إذ زادت الغلة معنوياً حتى مستوى 200 كغ/هـ ثم لا زيادة معنوية بعدها. بالمقابل وجد زيادات معنوية في إنتاج الحبوب عند كل مستوى آزوتي في الصنفين شام 4 وشام 6 ليكون ميل منحني استجابة الصنف شام 4 هو الأكبر بين الأصناف.

تم تمثيل إنتاجية هذه الأصناف بمعادلة من الدرجة الثانية (دالة متعددة الحدود)، حيث تميز الصنفين شام 10 وشام 4 بإنتاجية أعلى حتى مستوى التسميد 200 كغ/هـ في حين سجل الصنف شام 4 عند مستوى التسميد 300 كغ/هـ القيمة الأعلى للغلة الحبية (7.7 طن/هـ) بنسبة زيادة تعادل 113% عن الشاهد.



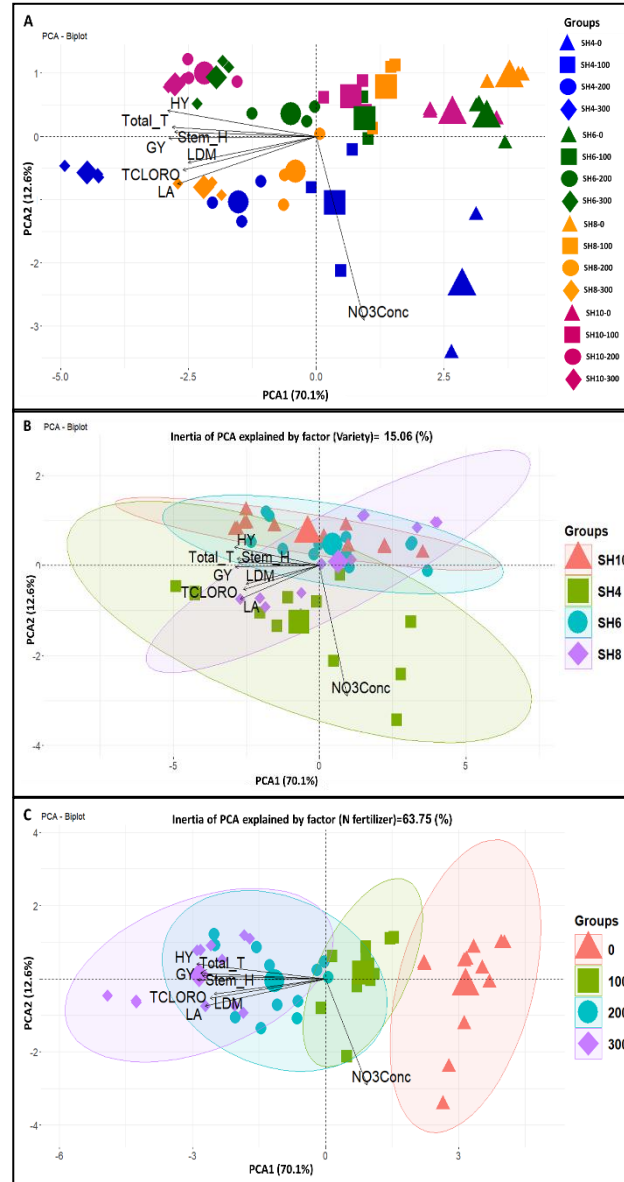
الشكل 4: استجابة الغلة الحبية لأصناف القمح الأربعة لمعدلات التسميد الآزوتي

رابعاً: تحليل المكونات الرئيسية ودراسة الارتباط بين متغيرات الدراسة:

تم تطبيق تحليل المكونات الرئيسية PCA بهدف الحصول على أكبر قدر من المعلومات الموجودة في مجموعة البيانات وتلخيص أكبر قدر ممكن من التباينات بين مجموعة المؤشرات المدروسة، وإجراء دراسة عميقة للارتباط بين كل من معايير النمو (عدد الإسطوانات الكلية، ارتفاع السوق الرئيسية) وخصائص ورقة العلم (مساحة ورقة العلم، الوزن الجاف، محتوى الكلوروفيل الكلي وتركيز النترات) والإنتاجية من القش والحبوب لأصناف القمح الأربعة تبعاً لمستوى التسميد النتروجيني (شكل A5). حيث تم حصر أكبر قدر من التباينات ضمن المكون الرئيسي الأول والثاني (Axis 1+ Axis 2) اللذان يشرحان أكبر نسبة من التباين في مجموعة البيانات ($70.1\% + 12.6\% = 82.7\%$) وهي نسبة جيدة وفقاً لهذا النوع من التحليل. تمثل الأسهم المؤشرات المدروسة (المحسوبة) وفقاً لمتغيرات الدراسة الصنف ومعدلات التسميد النتروجيني والتي تمثل النقاط الموجودة على امتداد الأسهم. وفقاً لهذا التحليل قسمت متغيرات الدراسة إلى 16 مجموعة تبعاً للصنف المدروس (شام 4, 6, 8, 10) ومستوى التسميد النتروجيني (N0, N100, N200, N300). يلاحظ من الشكل أن المحور الأول Axis1 قد فصل معاملة الشاهد N0 ومعاملات التسميد المنخفض N 100 (إلى يمين المحور) عن معاملات التسميد الآزوتي المرتفع N200 و N300 (إلى يسار المحور) مع ميل كل المؤشرات المدروسة باتجاه معاملات التسميد الآزوتي المرتفع باستثناء تركيز النترات

في ورقة باتجاه معاملات التسميد المنخفض وهذا يؤكد النتائج السابقة من حيث سلوك هذين المؤشرين. كما يمكن ملاحظة أن المحور الثاني Axis2 قد فصل الصنف شام 4 (أسفل المحور) عن باقي الأصناف (أعلى المحور) (شكل 5B) مع ميل مؤشرات ورقة العلم باتجاه الصنف المذكور. بين تحليل Between Class Analysis تأثير عالي للتسميد الأزوتي على متغيرات الدراسة الذي أعطى نسبة تأثير 63.75% (شكل 5C) مقابل نسبة تأثير أقل 15.06% للصنف على مؤشرات الدراسة (شكل 5B) مما يؤكد أن التسميد الأزوتي كان عاملاً محدداً لنمو وإنتاجية القمح.

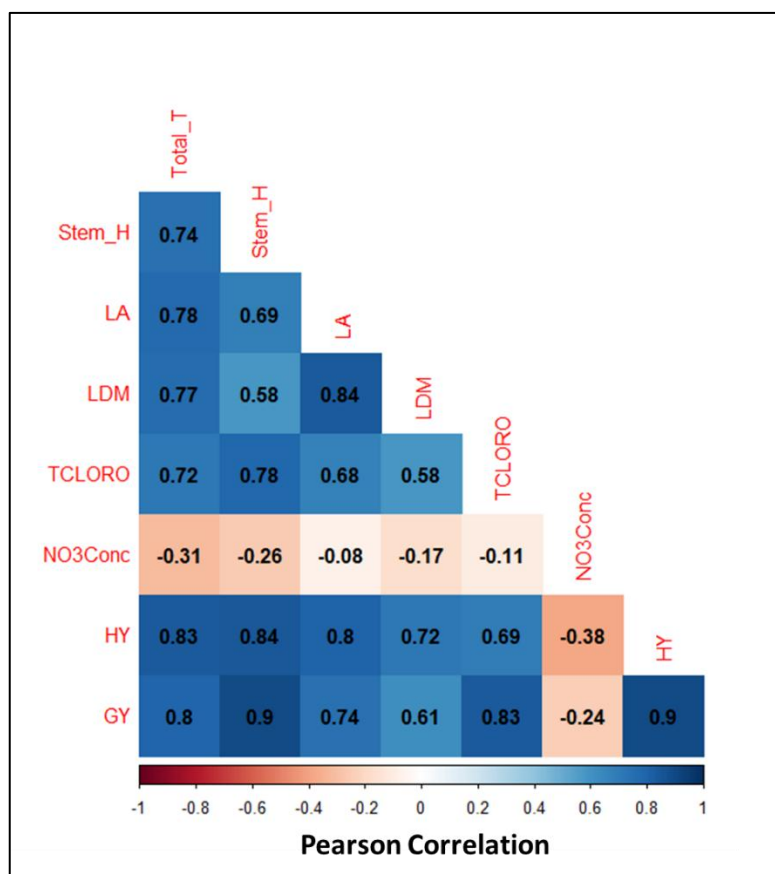
وبالنظر إلى مؤشرات الدراسة (الأسمه)، نلاحظ من الزاوية بين الأسمه أن هناك علاقة ارتباط بين كل من الإنتاجية من الحبوب والقش وخصائص ورقة العلم (مساحة ورقة العلم، الوزن الجاف، محتوى الكلوروفيل الكلي) ومعايير النمو (عدد الإسطوانات الكلية وارتفاع السوق الرئيسية) (زاوية حادة). في حين كان هناك علاقة ارتباط عكسية للإنتاجية من الحبوب مع تركيز النترات في ورقة العلم (زاوية منفرجة). تم تأكيد علاقات الارتباط عند إجراء تحليل الارتباط (Pearson correlation) (شكل 12) والذي بين وجود علاقة ارتباط موجبة للإنتاجية من حبوب القمح مع عدد الإسطوانات الكلية ($r = 0.8$) وارتفاع السوق الرئيسية ($r = 0.9$). كما بين التحليل دور ورقة العلم في الإنتاجية من المادة الجافة لنبات القمح، حيث كان هناك علاقة ارتباط موجبة ومعنوية للإنتاجية مع كل من مساحة ورقة العلم ($r = 0.74$) والوزن الجاف لورقة العلم ($r = 0.61$) ومحتوى الكلوروفيل في الورقة ($r = 0.83$). تتناسب الغلة الحبية للقمح طرداً مع مساحة ورقة العلم والأجزاء النباتية فوق عقدة تلك الورقة والتي تستخدم كمعيار انتخاب نباتات ذات إنتاجية أعلى. تؤدي زيادة المسطح الورقي الفعال في عملية التمثيل الضوئي إلى زيادة المادة الجافة المصنعة والمتركمة وبالتالي زيادة الغلة الإنتاجية. كما أن نسبة المادة الجافة في ورقة العلم تعبر عن سمك الورقة وزيادة كفاءتها في القيام بعملية التمثيل الضوئي (Racz et al., 2022; Chuang et al., 2021).



الشكل 5: A: تحليل المكونات الرئيسية (Principal Component Analysis : PCA) وفقا لاصنف القمح (SH4, SH6, SH8,) ومعدل التسميد الآزوتي (N0, N100, N200, N300) بين معايير النمو (عدد الإسطوانات الكلية Total_T ، ارتفاع السوق الرئيسية Stem_H) وخصائص ورقة العلم (مساحة ورقة العلم LA ، الوزن الجاف LDM، محتوى الكلوروفيل الكلي TClORO وتركيز النترات NQ3Conc) وإنتاجية من القش HY والحبوب GY

B: تحليل (Between Class Analysis : BCA) تبعاً للاصنف (SH4, SH6, SH8, SH10)

C: تحليل (Between Class Analysis : BCA) تبعاً لمعدل التسميد الآزوتي (N0, N100, N200, N300).



الشكل 6: تحليل الارتباط (Pearson correlation) بين معايير النمو (عدد الإسطوانات الكلية Total_T ، ارتفاع السوق الرئيسية Stem_H) وخصائص ورقة العلم (مساحة ورقة العلم LA ، الوزن الجاف LDM ، محتوى الكلوروفيل الكلي TCOLORO وتركيز النترات NO3Conc) والإنتاجية من القش HY والحبوب GY.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- 1- أدت زيادة معدل التسميد الآزوتي في كل صنف من الأصناف الأربعة إلى زيادة معنوية في جميع معايير النمو لنبات القمح، مع تفوق معدل التسميد الآزوتي 300 كغ/هـ على جميع معاملات التجربة.
- 2- وجد تأثير معنوي للتسميد الآزوتي والصنف على خصائص ورقة العلم (مساحة الورقة- تركيز الكلوروفيل الكلي- تركيز النترات) وتفوقت معاملة التسميد 300 كغ/هـ على باقي المعاملات بالنسبة لمساحة الورقة وتركيز الكلوروفيل الكلي، أما بالنسبة لتركيز النترات فقد تفوقت معاملة التسميد 100 كغ/هـ في الصنف شام4 على باقي معاملات التسميد.
- 3- أدت زيادة معدلات التسميد الآزوتي الى زيادة معنوية في الغلة الحبية في جميع الأصناف المدروسة، وكان الصنف شام 4 أكثر الأصناف استجابة لإضافة الآزوت نظراً للكفاءة التي يتمتع بها هذا الصنف.

التوصيات:

- 1- يمكن اقتراح زراعة الصنف شام 4 في ظروف المنطقة الساحلية مع استخدام معدل إضافة 300 كغ/هـ.
- 2- إجراء المزيد من التجارب الحقلية لمعرفة استجابة أصناف القمح الطرية في المنطقة الساحلية في ترب مختلفة بالخواص الفيزيائية والكيميائية.

References:

1. ABID, M., TIAN, Z., ATA-UI-KARIM, S.T., CUI, Y., LIU, Y., ZAHOR, R., JIANG, D., DAI, T. Nitrogen nutrition improves the potential of wheat (*Triticum aestivum* L.) to alleviate the effects of drought stress during vegetative growth periods. *Front Plant Sci.* 7, 2016, 981.
2. ALI, A.M., IBRAHIM, S.M., SALEM, E.M.M. et al. In-Season Estimation of wheat Response to Nitrogen Using Normalized Difference Vegetation index. *Int. J. Plant Prod.* 16, 2022, 681-689.
3. ARAUS, J. L., TAPIA, L. Photosynthetic gas-exchange characteristics of wheat flag leaf blades and sheaths during grain filling-the case of a spring crop grown under Mediterranean climate conditions. *Plant Physiol.* 85, 1987, 667–673.
4. ASSUERO, S.G., LORENZO, M., PEREZ RAMIREZ, N.M., VELAZQUEZ, L.M., TOGNETTI, J.A. Tillering promotion by paclobutrazol in wheat and its relationship with plant carbohydrate status. *New Zealand Journal of Agricultural Research.* 55(4), 2012, 347–358.
5. AVENSON, T. J., CRUZ, J. A., KANAZAWA, A., KRAMER, D. M. Regulating the proton budget of higher plant photosynthesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A.* 102, 2005, 9709–9713.
6. CARRILLO, F.F.; CHIAMOLERA, T.P. and URRESTARAZU, M. Effect of ammonium nitrogen on pepper grown under soilless culture. *Journal of Plant Nutritio.* 2021
7. CASSMAN, K.G., DOBERMANN, A., WALTERS, D.T. Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management. *Ambio* 31, 2002, 132-140.
8. CATALDO, D.A., MAROON, M., SCHRADER, L.E. AND YOUNGS, V.L. Rapid colometric determination of nitrate in plant-tissue by nitration a salicylic-acid. *Commun. Soil Sci Plan.* 6, 1975, 71-80.
9. CHATUVEDI, I. Effects of different nitrogen levels on growth, yield and nutrient uptake of wheat (*Triticum aestivum* L.). *International journal of Agricultural science.* 2006, 2:372-4.
10. CHUANG Ma, PAN Xie, KE Zhang, JUNXIN Yang, XUANZHEN Li, FUYONG Liu, LIN Lin, HONGZHONG Zhang, Contribution of the flag leaf to lead absorption in wheat grain at the grain-filling stage. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2021, 225:0147-6513
11. FALLOVO, C., ROUPHAEL, Y., CARDARELLI, M., REA, E., BATTISTELLI, A., Coll, G. Yield and quality of leafy lettuce in response to nutrient solution composition and growing season. *Intern J Food Agric Environm.* 7, 2009b, 456–462.
12. FAN, M., SHEN, J., YUAN, L. Improving crop productivity and resource use efficiency to ensure food security and environmental quality in china. *J. Exp. Botany.* 63, 2011, 13–24.
13. GAJU, O., ALLARD, V., MARTRE, P., SNAPE, J.W., HEUMEZ, E., LEGOUIS, J., MOREAU, D. et al. Identification of traits to improve the nitrogen-use efficiency of wheat genotypes. *Field Crops Res.* 123, 2011, 139-152.
14. HARBORNE, J.B. *Phytochemical.methods.* 1973.p .216.
15. IPCC. (2007). *Climate change. In: Synthesis Report of the Fourth Assessment Report of IPCC (p. 49). (Chapter 3).*
16. JHANJI, S., SADANA U S. Genotypic variation in partitioning of dry matter and manganese between source and sink organs of rice under manganese stress. *Plant Cell Rep.* 33(8), 2014, 1227-1238.
17. KONG, L.; SUN, M.; XIE, Y.; WANG, F.; ZGAO, Z. Photochemical and antioxidative responses of the glume and flag leaf to seasonal senescence in wheat. *Front. Plant Sci.* 6, 2015, 358.

18. KRAPP, A. Nitrogen assimilation and its regulation: a complex puzzle with missing pieces. *Curr Op Plant Biol.* 25, 2015, 115–122.
19. KUBAR, K.A., SOOMRO, K., YANG, C., SUN, H., MOHAMED, H., MOSA, W.F.A. Nitrogen fertilizer application rates promote the biochemical and physiological attributes of winter wheat. *Front. Plant Sci.* 13, 2022, 1011515.
20. KUBAR, M.S., FENG, M., SAYED, S., SHAR, A.H., RIND, N.A., Ullah, H., KALHORO, S.A., XIE, Y., et al. Agronomical traits associated with yield and yield components of winter wheat as affected by nitrogen managements. *Saudi journal of biological sciences.* 28(9), 2021, 4852-4858.
21. KUBAR, M.S., WANG, C., FENG, M., GAO, H., ZHAO, C., GUJAR, A., KUBAR, K., et al. Nitrogen Application improved nitrogen use efficiency, photosynthetic characteristics and yield components of field grown winter wheat. *FEB.* 29(4), 2020, 2166-2177.
22. KUMAGAI, E.; HAMAOKA, N.; ARAKI, T.; UENO, O. Dorsoventral asymmetry of photosynthesis and photoinhibition in flag leaves of two rice cultivars that differ in nitrogen response and leaf angle. *Physiol. Plant.* 151, 2014, 533–543.
23. LIANG, B.; YANG, X.; MURPHY, D.V.; HE, X.; ZHOU, J. Fate of 15 N-labeled fertilizer in soils under dryland agriculture after 19 years of different fertilizations. *Biol. Fertil. Soils.* 49, 2013, 977–986.
24. LIANG, X.; LIU, Y.; CHEN, J. Late-season photosynthetic rate and senescence were associated with grain yield in winter wheat of diverse origins. *J. Agron. Crop Sci.* 204, 2018, 1–12.
25. LIU, L.; SUN, G.; REN, X.; LI, C.; SUN, D. Identification of QTL Underlying Physiological and Morphological Traits of Flag Leaf in Barley. *BMC Genet.* 2015, 16, 29.
26. LOPES, M. S., CORTADELLAS, N., KICHEY, T., DUBOIS, F., HABASH, D. Z., & ARAUS, J. L. Wheat nitrogen metabolism during grain filling: comparative role of glumes and the flag leaf. *Planta*, 225, 2006, 165– 181.
27. LU, C., TIAN, H. Global nitrogen and phosphorus fertilizer use for agriculture production in the past half century: shifted hot spots and nutrient imbalance. *Earth Syst. Sci. Data* 9, 2017, 181-192.
28. NARUOKA, Y., TALBERT, L.E., LANNING, S.P., BLAKE, N.K., MARTIN, J.M., SHERMAN, J.D. Identification of quantitative trait loci for productive tiller number and its relationship to agronomic traits in spring wheat. *Theoretical and Applied Genetics.* 123(6), 2011, 1043–1053.
29. ORTIZ-MONASTERIO, Nitrogen management in irrigated spring wheat. *Bread wheat: improvement and production.* 1999.
30. RAUN, W.R. AND JOHNSON, G.V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agron. J.* 91, 1999, 357-363.
31. RASZ I, HIRISCAU D, BERINDEAN I, KADQR R, MUNTEAN E, TRITEAN N, RUSSU F, ONA A, MUNTEAN L. The Influence of Flag Leaf Removal and Its Characteristics on Main Yield Components and Yield Quality Indices on Wheat. *Agron.* 2022; 12(10):2545. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102545>
32. RYAN, J., G. ESTEFAN and A. RASHID. *Soil and plant analysis: Laboratory Manual.* ICARDA, NARC, 2001, 172 pp.
33. RYAN, J., IBRIKCI, H., SOMMER, R. and MCNEILL, A. Nitrogen in rainfed and irrigated cropping systems in the Mediterranean region. *Advances in Agronomy.* 2009, 104:53–136.
34. SAKAKIBARA, H. Cytokinins: activity, biosynthesis, and translocation. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2006,57.

35. SAS INSTITUTE. 1999. SAS user's guide: Statistics. SAS Inst., Cary, NC.
36. SHANG, Q., WANG, Y., TANG, H., SUI, N., ZHANG, X., WANG, F. Genetic, hormonal, and environmental control of tillering in wheat, *The Crop Journal*. 9(5), 2021, 986-991.
37. TOWFIQ, S.I.; ABDULQADER, S.H.; AHMAD, K.R.; HAMA, S.J. Response of grain yield and its components to organic matter and removal of some photosynthetic organs of durum wheat (*Triticum aestivum* L.) in two years of Sulaimani—Iraq region. *Int. J. Plant Anim. Environ. Sci.* 5, 2015, 134–140.
38. TURNER N.C. Further progress in crop water relationship. *Advances in Agronomy*, 58, 1997, 293–338.
39. VOS, J.; VAN DER PUTTEN, P.E.L.; BIRCH, C.J. Effect of nitrogen supply on leaf appearance, leaf growth, leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in maize (*Zea mays* L.). *Field Crops Res.* 931, 2005, 64–73.
40. XING, X., YUHAN, T., AND MENGRAN, W. Effect of paclobutrazol application on plant photosynthetic performance and leaf greenness of herbaceous peony. *Horticulturae*. 4, 2018, 3–12
41. XU, H.C., DAI, X.L., CHU, J.P., et al. Integrated management strategy for improving the grain yield and nitrogen-use efficiency of winter wheat. *J. Integ. Agr.*, 17, 2018, 315-327.
42. YTTING, N.K., ANDERSEN, S.B., THORUP-KRISTENSEN, K. Using tube rhizotrons to measure variation in depth penetration rate among modern North-European winter wheat (*Triticum aestivum*) cultivars. *Euphytica* 199, 2014, 233–245.
43. ZHANG, K., FANG, Z., LIANG, Y., TIAN, J. Genetic dissection of chlorophyll content at different growth stages in common wheat. *J. Genet.* 88, 2009, 183-189.
44. ZHOU, B., SERRET, M.D., PIE, J., et al. Relative contribution of nitrogen absorption, remobilization, and partitioning to the ear during grain filling in Chinese winter wheat. *Front. Plant. Sci.* 9, 2018, 1351.

