Afro-Asian Journal of Scientific Research (AAJSR)
المجلة الأفروآسيوية للبحث العلمي
E-ISSN: 2959-6505
Volume 4, Issue 1, 2026
Page No: 187-194
Website: https://aajsr.com/index.php/aajsr/index
SJIFactor 2024: 5.028 ISI 2025: 0.915 معامل التأثير العربي (AIF) 2025: 0.76

The effect of the interaction of different irrigation treatments with different varieties on the quality characteristics of bread wheat grains

Eman Y. Abdulkader[1*], Jamal O. Nasr[2]
[1]Crop Science Department, Faculty of Agriculture, Tripoli University, Tripoli, Libya.
[2]Food Science & Techn. Department, Agricultural Research Center, Tripoli, Libya.

تأثير تداخل معاملات مختلفة من الري مع الأصناف على خصائص الجودة لحبوب قمح الخبز

إيمان ياسين عبد القادر[1*]، جمال عمر نصر[2]
[1]قسم علم المحاصيل، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، طرابلس ليبيا
[2]قسم علوم وتقنية الأغذية، مركز البحوث الزراعية، طرابلس ليبيا

*Corresponding author: jamalbulgasem@gmail.com

Received: December 22, 2025	Accepted: January 28, 2026	Published: February 05, 2026

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract:
This study was conducted to evaluate the quality of soft wheat grains resulting from a field trial carried out at the research station of the Faculty of Agriculture, University of Tripoli, Libya, during the 2021/2022 growing season, to evaluate the interaction effect of three different supplementary irrigation treatments from sowing to Tillering, to Anthesis and to Grain maturity with four different soft wheat varieties, the introduced variety Utique and the local varieties Buhouth 208, 210 and 212, on the quality characteristics of the grains that necessary and required for bread making, represented by the thousand kernel weight, protein content, wet gluten, gluten index and falling number. The results showed a significant difference amongst irrigation treatments, varieties, and their interactions on the measured quality parameters. The study indicates that the two local varieties Buhouth 208 and Buhouth 210 among the studied varieties, demonstrated their ability to adapt to the environmental conditions of the site by possessing the required quality characteristics under water deficit within grain filling phase, resulting from the supplementary irrigation treatment until Anthesis compared to the other supplementary irrigation treatments. Where, the quality parameters values for thousand kernel weight, protein content, wet gluten, gluten index, and falling number reached 37.4 grams, 14.9%, 28.8%, 59.0%, and 289 seconds for Buhouth 208 variety, respectively, and 31.1 grams, 14.5%, 32.0%, 79%, and 448 seconds for Buhouth 210 variety, respectively. The local variety, Buhouth 208, also shows a higher expected flour yield under various irrigation treatments compared to the local variety, Buhouth 210, While the latter variety was characterized by a higher gluten quality under the effect of the same irrigation treatments.

Keywords: Wheat varieties, Bread wheat, Complementary irrigation, Water stress, Grain quality.

الملخص:
أجريت هذه الدراسة لتقييم الجودة لحبوب من القمح الطري التي كانت حصيلة تجربة حقلية أُجريت بمحطة أبحاث كلية الزراعة بجامعة طرابلس بليبيا خلال الموسم الزراعي 2022/2021 لتقييم تأثير التداخل بين ثلاث معاملات ري تكميلية مختلفة من الزراعة إلى التفريع، إلى التزهير والى نضج الحبوب مع أربعة أصناف مختلفة من القمح الطري، الصنف المستورد أوتيك والأصناف المحلية بحوث 208 و210 و212 على خصائص جودة الحبوب اللازمة والمطلوبة لصنع الخبز الجيد، والمتمثلة في وزن الألف حبة ومحتوى البروتين والجلوتين الرطب ومؤشر الجلوتين ورقم السقوط. أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين معاملات الري، الأصناف وتداخلاتهما على معايير الجودة المقاسة. تشير الدراسة إلى أن الصنفين المحليين بحوث 208 وبحوث 210 من بين الأصناف المدروسة، أظهرا قدرتهما على التكيف مع الظروف البيئية للموقع من خلال امتلاكهما لخصائص الجودة المطلوبة في ظل نقص المياه في مرحلة امتلاء الحبوب، الناتجة عن معاملة الري التكميلي حتى التزهير مقارنة بمعاملات الري التكميلي الأخرى. حيث بلغت قيم معايير الجودة لوزن ألف حبة، ومحتوى البروتين، والجلوتين الرطب، ومؤشر الجلوتين، ورقم السقوط 37.4 جرام، 14.9%، 28.8%، 59.0% و289 ثانية لصنف بحوث 208 على التوالي، و31.1 جرام، 14.5%، 32.0%، 79% و448 ثانية لصنف بحوث 210 على التوالي. وقد أظهر الصنف المحلى بحوث 208 ارتفاعاً في مردوده المتوقع من الدقيق تحت مختلف معاملات الري مقارنةً بالصنف المحلى بحوث 210، بينما تميز الصنف الأخير بنوعية جيدة من الجلوتين تحت تأثير نفس المعاملات من الري.

الكلمات المفتاحية: أصناف قمح، قمح الخبز، ري تكميلي، إجهاد مائي، جودة الحبوب.

المقدمة:

يعد قمح الطري (*Triticum aestivum* L.) من أكثر المحاصيل زراعة واستهلاكا عبر العالم. فهو يوفر للإنسان الغذاء اليومي الغني بالسعرات الحرارية والبروتينات، ويتميز بقدرته على إنتاج عجينة dough تتسم بخصائص المرونة واللزوجة viscoelastic مما جعله الأكثر ملائمة من بين المحاصيل الأخرى في انتاج الخبز (Aissaoui و Fenni، 2018). تستورد ليبيا منذ عقود ما يقارب من 90% من احتياجاتها من القمح سنوياً، فقد استوردت في سنة 2020 حوالي 1132.5 ألف طن من القمح وهو ما يعادل 89.7% من متطلباتها الاستهلاكية من القمح لتلك السنة (FAO، 2022). كما تُعد كذلك من أكثر دول العالم جفافاً وقد صنفت ضمن المناطق شبه القاحلة Semi-Arid التي تتميز بقلة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة، حيث يتراوح تساقط الأمطار على طول الشريط الساحلي الممتد بمحاذاة البحر المتوسط في الشمال وعلى المرتفعات الشمالية للبلاد بمعدل 400 الى 500 مليلتر سنوياً، ولا يزيد عن 150 ملليلتر في المناطق الجنوبية للبلاد سنوياً (Heemskerk و Koopmanschap، 2012؛ Abagandura و Park، 2016). تعاني محاصيل القمح في هذه المناطق من علاقة ارتباط سلبي ما بين الإنتاجية yield وجودة الحبوب Grain Quality نتيجة تعرضها للضغوط البيئية Environmental Stresses (Acevedo وآخرون، 2002؛ Sakr وآخرون، 2021).

يؤدي العجز المائي Water Deficit الناتج عن الجفاف Drought الى احداث اجهاد مائي water stress للنبات، وهو ظاهرة شائعة وواسعة النطاق في الطبيعة. يحدث الإجهاد المائي عندما يكون امتصاص النبات للماء أقل من معدل النتح، ويتحكم في ذلك العمليتين الرئيسيتين امتصاص المحصول للماء والذي يتم التحكم به من خلال خصائص الجذور والخصائص الفيزيائية للتربة، ومعدل النتح Evapotranspiration للمحصول والذي يعتمد على الخصائص الجوية (Acevedo وآخرون، 2002). يؤثر الجفاف على كل مراحل النمو لنبات القمح، ويكون ذلك بطرق مختلفة اعتماداً على توقيته ومدته وشدته، فيعمل على تثبيط التمثيل الضوئي ويحفز الأكسدة ويحد من النمو ويؤدي الى انخفاض جودة وانتاجية القمح. حدوث الجفاف في مرحلة ما قبل التزهير يكون تأثيره حرجاً على عدد الحبوب لوحدة المساحة، بينما حدوثه خلال طرد السنابل Heading والتزهير Anthesis أو في مرحلة ما بعد التزهير خلال طور تعبئة وامتلاء الحبوب Grain-filling يكون تأثيره شديداً على تراكم المادة الجافة الكلية في الحبوب (النشا) Starch وعلى وزن الحبوب وجودتها، خاصة فيما يخص تركيبة البروتينات التخزينية Storage proteins التي تتشكل خلال طور تعبئة وامتلاء الحبوب (Rao وآخرون، 2021؛ Tatar و آخرون، 2020). يعمل الإجهاد المائي إذا حدث عند التزهير على احداث تقصير Shortening في المدة الزمنية لطور تعبئة وامتلاء الحبوب نتيجة تسارع الشيخوخة Senescence، حيث يزداد معدل انقسام وتمدد خلايا الأندوسبرم Endosperm في الحبوب، ويحدث استنزاف لمخزون السيقان من الكربوهيدرات الذائبة اللازمة لتراكمها في الحبوب على هيئة نشا تداركاً للمدة المُقلصة، يتبعه انخفاض حاد في معدل امداد الحبوب من السكريات الذائبة وتباطؤ شديد في معدل تراكم النشا في الحبوب نتيجة عجز النبات في تعويض مخزون السيقان من السكريات الذائبة في الوقت المناسب بسبب انخفاض كفاءة عملية البناء الضوئي في الأوراق، وبالتالي يعجز النبات في ترسيب الكمية المطلوبة من المادة الجافة في الحبوب وفق ما هو مبرمج جينياً، وينتج عن ذلك حبوب قمح بأوزان منخفضة تتميز بارتفاع محتواها من البروتين نتيجة زيادة معدل فقدان الماء منها ولقلة تراكم النشا فيها، ويكون العائد منها من الدقيق Flour Yield منخفضاً (Acevedo وآخرون، 2002؛ Ozturk و Aydin، 2004؛ Sakr وآخرون، 2021؛ Tatar و آخرون، 2020).

انحصرت الاستراتيجية الرئيسية المتبعة في الماضي للتعامل مع الاجهاد البيئي والتخفيف من وطأته من خلال الري واستصلاح التربة Soil Reclamation واستخدام الأسمدة وغيرها، إلا أن النواحي الاقتصادية والقيود البيئية المرتبطة بهذه الممارسات Practices دفعت بالعملية البحثية للبحث عن نباتات مقاومة وراثياً Genetic Resistance للضغوط البيئية. ومع نجاح هذه المساعي في العقود الأخيرة من القرن الماضي أصبح التركيز أكثر في الوقت الحاضر على استخدام البذور المحسنة وراثياً Genetically Improved Seeds الأكثر مقاومة للتأثيرات البيئية الحيوية Biotic وغير الحيوية Abiotic والتي تتمتع بإنتاجية أعلى وجودة حبوب أفضل، بالإضافة لكونها أكثر استجابة للممارسات الزراعية (Acevedo وآخرون، 2002؛ Delibaltova وآخرون، 2014). يبقى الخيار الأكثر أهمية لإحراز محصول من القمح بأعلى قدر ممكن من الانتاجية وبأعلى جودة للحبوب في ظل العلاقة السلبية التي تربط الإنتاجية بجودة الحبوب خاصة فيما يتعلق بمحتواها من البروتين باعتباره العامل الرئيسي المؤثر في صناعة وانتاج الخبز وفي تحديد أسعار القمح في الأسواق الدولية يتمثل في الاختيار الصحيح لأصناف قمح الخبز Bread wheat ولمناطق الزراعة المناسبة، فضلاً عن الالتزام باتباع الممارسات الزراعية الصحيحة. فالتراكيب الجينية Genotypes الأكثر ثباتاً في مواجهة التأثيرات البيئية تكون مفضلة، ويُمكن التعويل عليها للمساهمة في بلوغ الاكتفاء الذاتي وفي تحقيق الأمن الغذائي (Delibaltova وآخرون، 2014؛ Pena، 2002؛ Tayyar، 2010).

تهدف الدراسة للبحث في تأثير تداخل معاملات مختلفة من الري التكميلي مع أصناف مُدخلة ومحلية من القمح الطري على خصائص الجودة للحبوب اللازمة والمطلوبة لإنتاج الخبز الجيد.

المواد وطرق البحث:

المادة النباتية:

تم الحصول على 12 عينة من القمح الطري *Triticum aestivum* L. كانت حصيلة تجربة حقلية أُجريت بمحطة ابحاث كلية الزراعة جامعة طرابلس على بعد 5 كم شرق مدينة طرابلس- ليبيا خلال الموسم الزراعي 2021-2022 لتقييم تأثير التداخل لثلاث معاملات مختلفة من الري التكميلي مع أربعة أصناف مختلفة من القمح الطري على الإنتاجية، حيث صممت التجربة وفق القطع المنشقة Split plot design، وفيها قسمت المساحة إلى ثلاثة مكررات، وقسم كل مكرر إلى ثلاث قطع رئيسية تتمثل في معاملات الري التكميلي بطريقة الرش، من الزراعة حتى التفريع كمعاملة أولى، وحتى التزهير كمعاملة ثانية، وحتى نضج الحبوب كمعاملة ثالثة وكشاهد Control. قسمت كل قطعة رئيسية إلى أربع قطع ثانوية ووزعت فيها الأصناف المدروسة عشوائياً، بحيث تمثل كل قطعة ثانوية صنف من أصناف القمح الطري الأربعة، المُدخل أوتيك Utique والمحلية بحوث 208، بحوث 210 وبحوث 212. وسُمدت التجربة بالسماد الأساسي فوسفات ثنائي الامونيوم (18-46) بمعدل 150 كجم P_2O_5/هكتار كدفعة أولى عند الزراعة، وبالسماد التكميلي اليوريا (46% N) بمعدل 200 كجم N/هكتار وذلك على ثلاثة مراحل الأولى عند التفريع Tillering والثانية عند استطالة الساق الرئيسي Stem elongation والثالثة عند طرد السنابل Heading كدفعة ثانية. جُمعت حبوب القمح للأصناف المدروسة بعد الحصاد لتقييم جودتها في هذه الدراسة.

طرق البحث:

أُجريت تجارب تقييم الجودة على عدد 12 عينة قمح بمختبر جودة الحبوب والدقيق التابع لمركز البحوث الزراعية – تاجوراء خلال 2022/ 2023، حيث قُدر وزن الألف حبة Thousand kernel weight في عينات الحبوب بعد استبعاد الحبوب المكسورة والمواد الغريبة منها يدوياً، ومن ثم حساب عدد الحبات الموجودة في 20 جرام من العينة النقية باستخدام عداد البذور الإلكتروني. وضمن تجهيز العينات لاختبارات الجودة الإضافية، تم طحن 300 جرام من عينات الحبوب لكل صنف باستخدام طاحونة Perten Lab Mill 3100، وذلك لتقدير محتوى الحبوب من البروتين Grain Protein Content فيها بطريقة كلداهل Kjeldahl في المادة الجافة طبقاً للطريقة القياسية 10-46 (AACC، 2000)، ولتقدير كل من الجلوتين الرطب ومؤشر الجلوتين Wet Gluten & Gluten Index باستخدام جهاز Glutomatic 2200 من شركة Perten السويدية طبقاً للطريقة القياسية 12-38 (AACC، 2000)، وكذلك في تقدير رقم السقوط Falling Number باستخدام جهاز Falling Number 1400 من شركة Perten السويدية طبقاً للطريقة القياسية 81-56 (AACC، 2000). أُجريت اختبارات تقييم الجودة لكافة العينات بمكررين.

أجري تحليل البيانات ANOVA لهذه الدراسة إحصائيا باستخدام برنامج التحليل الإحصائي جين ستات Gen Stat حسب تصميم القطع المنشقة The split plot design في القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، واستخدام اختبار أقل فروق معنوية (LSD) لعزل ومقارنة المتوسطات (VSN International، 2010).

النتائج والمناقشة:

يتم التعبير عن جودة الحبوب من خلال مجموعة معقدة من المؤشرات تتضمن حالتها الفيزيائية وتركيبها الكيميائي وخصائصها الكيموحيوية، ويعتمد ذلك التعبير على طبيعتها الوراثية بالإضافة إلى التأثيرات البيئة (Aissaoui و Fenni، 2018؛ Rao وآخرون، 2021). معايير تحديد الجودة لحبوب القمح يمكن أن تتضمن البروتين، الرطوبة، الجلوتين، اختبار الترسيب، النشاط الإنزيمي وغيرها، فيما لا يعتبر أي منها في حد ذاته كافياً للتعبير عنها (Iqbal وآخرون، 2015). أظهرت الدراسة تبايناً معنوياً في كل الصفات المقاسة عند مستوى معنوية ($P \geq 0.05$) تحت تأثير معاملات الري والأصناف وتداخلاتها.

تأثير معاملات الري التكميلي على سمات الجودة Quality traits:

التغيرات في معايير الجودة المُقاسة تحت تأثير معاملات الري التكميلي المختلفة موضحة بالجدول رقم (1). وزن الألف حبة للأصناف ارتفع مع امتداد الري التكميلي حتى النضج، فقد بلغ 32.6، 33.8 و 44.6 جرام تحت تأثير معاملات الري الثلاث ألأولى والثانية والثالثة على التوالي، بينما محتوى الحبوب من البروتين للأصناف ارتفع مع الجفاف الحاصل في طور تعبئة وامتلاء الحبوب وانخفض مع الري التكميلي حتى النضج، حيث بلغ 12.3 و 14.3% تحت تأثير معاملتي الري الأولى والثانية على التوالي و 11.2% تحت تأثير معاملة الري الثالثة. ذكر Ozturk و Aydin (2004) و Tatar وآخرون (2020)، بأن الإجهاد المائي خاصة في طور تعبئة وامتلاء الحبوب يؤثر على جودة أصناف القمح بزيادة محتواها من البروتين وبخفض محتواها من النشا بشكل ملحوظ.

جدول رقم (1): تأثير معاملات الري التكميلي على سمات الجودة.

معاملات الري التكميلي	معايير الجودة				
	وزن الألف حبة (جم)	محتوى البروتين (%)	الجلوتين الرطب (%)	مؤشر الجلوتين (%)	رقم السقوط (ثانية)
الأولى	b32.6	b12.3	b25.1	a68.3	c226
الثانية	b33.8	a14.3	a31.7	b50.6	a319
الثالثة	a44.6	c11.2	b25.1	c36.8	b272
المتوسط	37.0	12.6	27.3	51.9	273
LSD (5%)	2.09**	0.17**	0.66**	3.26**	6.82**
CV	5.2	1.3	2.2	5.8	2.3

(**) تشير الى المعنوية عند 1%

تذبذب محتوى الجلوتين لكافة الأصناف تحت تأثير معاملات الري المختلفة وفقاً لتذبذب محتوى الحبوب من البروتين باعتباره جزءً رئيسياً من بروتينات الحبوب، ذكر Pena (2002)، أن الجلوتين يُشكل ما يقارب من 78 الى 85% من بروتينات القمح. أعلى مستوى من الجلوتين الرطب في هذه الدراسة تزامن مع أعلى محتوى من البروتين للأصناف وكان 31.7% تحت تأثير معاملة الري الثانية، فكمية الجلوتين في الدقيق تزداد بزيادة محتواه من البروتين (Curic وآخرون، 2001؛ Iqbal وآخرون، 2015). مؤشر الجلوتين انخفض تدريجياً مع الري التكميلي حتى النضج، فقد بلغ 68.3، 50.6 و 36.8% تحت تأثير معاملات الري الثلاث الأولى والثانية والثالثة على التوالي. مؤشر الجلوتين يُستخدم كمقياس لجودة الجلوتين لتحديد ما إذا كانت بنية الجلوتين في القمح ضعيفة أم قوية (Tayyar، 2010؛ Yıldırım و Deger، 2021). أقصى ارتفاع لرقم السقوط في دراستنا بلغ 319 ثانية تحت تأثير الجفاف مع معاملة الري الثانية، وانخفض الى 272 ثانية تحت تأثير الري التكميلي حتى النضج مع معاملة الري الثالثة والى 226 ثانية تحت تأثير معاملة الري الأولى، فقد ذكر Tatar وآخرون (2020)، بأن رقم السقوط يرتفع مع دورات الجفاف وينخفض مع الري. رقم السقوط مؤشر على نشاط انزيم آلفا أميليز في الحبوب ولمدى إنبات بعض حبوب القمح في سنابلها على نبات الام قبل الحصاد pre-harvest sprouting ويستخدم لتقدير الحجم المتوقع لرغيف الخبز من خلال تقدير لزوجة العجين بطريقة غير مباشرة (Aissaoui و Fenni، 2018؛ Tatar وآخرون، 2020).

تأثير الأصناف على سمات الجودة:

معايير الجودة المُقاسة للأصناف موضحة بالجدول رقم (2). فقد تباينت قيم وزن الألف حبة في هذه الدراسة من صنف لآخر وتراوحت ما بين 32.5 و 40.2 جرام، حيث سجل الصنف المحلي بحوث 208 أعلى قيمة وسجل الصنف المحلي بحوث 210 أدنى قيمة، قيمة وزن الألف حبة للصنف المُدخل أوتيك بلغت 38.1 جرام، في حين كانت 37.3 جرام للصنف المحلي بحوث 212. وزن الألف حبة يعطي فكرة حول وزن الحبوب وحجمها وهو مؤشر على امتلائها fullness وعلى عائد الدقيق (Yıldırım و Deger، 2021؛ Yıldırım و Atasoy، 2020).

جدول رقم (2): تأثير الأصناف على سمات الجودة.

الأصناف	معايير الجودة				
	وزن الألف حبة (جم)	محتوى البروتين (%)	الجلوتين الرطب (%)	مؤشر الجلوتين (%)	رقم السقوط (ثانية)
أوتيك (مُدخل)	b38.1	b12.6	a29.5	c40.2	a409
بحوث 208 (محلي)	a40.2	c12.3	c24.2	b44.3	c204
بحوث 210 (محلي)	c32.5	a13.4	b27.8	a89.2	b382
بحوث 212 (محلي)	b37.3	d12.0	b27.7	d33.8	95.0 d
المتوسط	37.0	12.6	27.3	51.9	273
LSD (5%)	2.42**	0.20**	0.76**	3.77**	7.88**
CV	5.2	1.3	2.2	5.8	2.3

(**) تشير الى المعنوية عند 1%

محتوى الحبوب من البروتين تباين بين الأصناف المدروسة وتراوح ما بين 12.0 و 13.4%، حيث سجل الصنف المحلي بحوث 210 أعلى نسبة، بينما سجل الصنف المحلي بحوث 212 أدنى نسبة. محتوى الحبوب من البروتين لكافة الأصناف في دراستنا يعتبر جيداً، فقد ذكر Sameen وآخرون (2002)، بأن التركيز المناسب من البروتين في حبوب القمح المطلوب لإنتاج الخبز الجيد يتراوح ما بين 11.5 الى 15.0%. فيما يخص المحتوى من الجلوتين فقد سجل الصنف المُدخل أوتيك أعلى قيمة للجلوتين الرطب وكانت 29.5% تلاه الصنفين المحليين بحوث 210 و 212 بقيمة 27.8 و 27.7% على التوالي، وأدنى قيمة كانت للصنف المحلي بحوث 208 بنسبة 24.2%. تجدر الإشارة الى أن المحتوى المناسب من الجلوتين الرطب في الدقيق لصناعة الخبز الجيد يتراوح ما بين 28 الى 35% (Curic وآخرون، 2001؛ Delibaltova وآخرون، 2014؛ Iqbal وآخرون، 2015؛ Pena، 2002؛ Yıldırım و Deger، 2021؛ Yıldırım و Atasoy، 2020). انفرد الصنف المحلي بحوث 210 بأعلى قيمة لمؤشر الجلوتين في هذه الدراسة والتي بلغت 89.2%، بينما تراوحت قيم المؤشر للأصناف الثلاثة المُخل أوتيك والصنفين المحليين بحوث 208 و 212 ما بين 33.8 و 44.3%، فقد ذكر Tayyar (2010) و Yıldırım و Deger (2021)، بأن قيم مؤشر الجلوتين المقبولة في تجارة قمح الخبز تتراوح ما بين 60 - 90%. سجل الصنفين المُدخل أوتيك والمحلي بحوث 210 أعلى القيم لرقم السقوط في هذه الدراسة والتي بلغت 409 و382 ثانية على التوالي، وسجل الصنف المحلي بحوث 212 أدنى قيمة وكانت 95 ثانية، بينما بلغت 204 ثانية للصنف المحلي بحوث 208، فقد ذكر Tatar وآخرون (2020)، بأن قيم رقم السقوط تتأثر باختلاف الصنف. قيم رقم السقوط المثلى لحبوب قمح الخبز تتراوح ما بين 220 إلى 250 ثانية (Aissaoui و Fenni، 2018؛ Tatar وآخرون، 2020).

تأثير معاملات الري على طول المدة الزمنية لطور تعبئة وامتلاء الحبوب للأصناف:

أدت الأمطار المتذبذبة منذ البذر مع الري التكميلي المجدول بمرحلتيه الأولى حتى التفريع والثانية حتى التزهير على تحفيز النمو الخضري وأدت الى تقصير المدة الزمنية لطور تعبئة وامتلاء الحبوب والى تكوين حبوب بأوزان منخفضة نتيجة ضعف إعادة تعبئة النشويات، فقد ذكر El-Kareem و El-Saidy (2011)، بأن الإجهاد المائي يعمل على تقصير المدة الزمنية لطول طور تعبئة وامتلاء الحبوب. كما أدى الري التكميلي للمرحلة الثالثة الذي امتد حتى نضج الحبوب إلى تحسين ظروف النمو والتطور من خلال تحفيز إيقاع التمثيل الضوئي بعد التزهير وبالتالي زيادة كمية المستوعبات القابلة لإعادة التعبئة وانتاج حبوب بأوزان جيدة. بلغ متوسط التقلص في المدة الزمنية لطور تعبئة وامتلاء الحبوب للأصناف كافة تحت تأثير معاملتي الري الأولى والثانية 18 و 10 أيام تقريباً على التوالي بنسبة تقلص 34.6% و 19.2% على التوالي مقارنة بمعاملة الري الثالثة التي امتدت الى حوالي 52 يوماً كمتوسط لكافة الأصناف (جدول 3)، فقد أشار Sakr وآخرون (2021)، الى تقلص في طور تعبئة وامتلاء الحبوب لأصناف من قمح الخبز في دراستهم بلغ 10 و 20 يوماً لموسمين متتاليين تحت تأثير الإجهاد المائي في مرحلة ما بعد التزهير. وقد أظهر الصنفين المحليين بحوث 208 وبحوث 212 في هذه الدراسة حساسية أكبر تجاه معاملتي الري الأولى والثانية مقارنة بباقي الأصناف، بينما تميز الصنف المحلي بحوث 210 بثباتيه أكبر في مواجهة العامل البيئي بتسجيله أقل نسبة تقلص في المرحلة تحت تأثير معاملتي الري الأولى والثانية والتي بلغت 30 و 15% على التوالي مقارنة بباقي الأصناف الأخرى. فالظروف البيئية في مرحلة ما بعد التزهير تعمل على إحداث تحديد طبيعي natural limitation لطول الفترة الزمنية لطور تعبئة وامتلاء الحبوب وتؤثر بشكل سلبي على جودة الحبوب (Acevedo وآخرون، 2002؛ Sakr وآخرون، 2021؛ Tatar و آخرون، 2020).

جدول رقم (3): تأثير معاملات الري المختلفة على طول طور تعبئة وامتلاء الحبوب لأصناف القمح المختلفة.

الصنف	أوتيك			بحوث 208			بحوث 210			بحوث 212		
معاملات الري	طول المرحلة		معدل التقلص (%)	طول المرحلة		معدل التقلص (%)	طول المرحلة		معدل التقلص (%)	طول المرحلة		معدل التقلص (%)
	أيام	(%)		أيام	(%)		أيام	(%)		أيام	(%)	
معاملة أولى	35	66	34	33	64	36	37	70	30	30	63	37
معاملة ثانية	43	81	19	41	79	21	45	85	15	38	79	21
مراقبة	53	100	0.0	52	100	0.0	53	100	0.0	48	100	0.0

تأثير تداخل معاملات الري مع الأصناف على سمات الجودة:

تأثير معاملات الري على الأصناف كان معنوياً على كافة خصائص الجودة المقاسة للحبوب في هذه الدراسة والموضحة في الجدول رقم (4). حيث ارتفعت قيم وزن الألف حبة للصنف المُدخل أوتيك وللأصناف المحلية الثلاث بحوث 208، 210 و 212 بنسب 28، 18، 19 و 17% على التوالي تحت تأثير معاملة الري الثالثة عن أصنافها، بينما انخفضت جميعها عن أصنافها تحت تأثير معاملة الري الأولى والثانية، فقد ذكر Sakr وآخرون (2021)، بأن الظروف البيئية تؤدي لانخفاض في وزن الألف حبة، كما أن وزن الألف حبة الذي يتأثر بوزن وحجم الحبوب يتأثر بالعامل الوراثي وكذلك

بالتأثيرات البيئية (Iqbal وآخرون، 2015). قيم وزن الألف حبة في هذه الدراسة تتوافق من حيث التذبذب والارتفاع مع النتائج المتحصل عليها من دراسة أجراها Jamal وآخرون (a 2024)، على نفس الأصناف المحلية بحوث 208، 210 و 212 تحت تأثير الري التكميلي حتى النضج. وزن الألف حبة تناقص بشدة للأصناف المحلية الثلاث في هذه الدراسة تحت تأثير معاملة الري الأولى، بينما كان التناقص أشد للصنف المُدخل أوتيك تحت تأثير معاملة الري الثانية، وقد يعود ذلك لقلة تلائم الصنف المُدخل أوتيك بشكل جيد مع البيئة المحلية. الانخفاض الواضح في وزن الألف حبة للصنف المحلي بحوث 210 تحت تأثير الإجهاد المائي في طور تعبئة وامتلاء الحبوب الناتج عن معاملتي الري الأولى والثانية مقارنة بالأصناف الأخرى توافق مع النتائج المتحصل عليه من دراسة قام بها Jamal وآخرون (b 2024)، على نفس الصنف تحت ظروف مشابهة من الاجهاد المائي. فقد ذكر Rao وآخرون (2021) و Tatar و آخرون (2020)، بأن تأثير الجفاف عند التزهير وفي طور تعبئة وامتلاء الحبوب يكون أكثر شدة على تراكم المادة الجافة الكلية في الحبوب وعلى وزن الحبوب.

جدول رقم (4): تأثير تداخل معاملات الري المختلفة مع الأصناف على سمات الجودة.

الأصناف X معاملات الري التكميلي		معايير الجودة				
الأصناف	معاملات الري	وزن الألف حبة (جم)	محتوى البروتين (%)	الجلوتين الرطب (%)	مؤشر الجلوتين (%)	رقم السقوط (ثانية)
أوتيك	الأولى	135.^{cde}	10.8 ^{i}	22.0^{ef}	74.5 ^{b}	396^{c}
	الثانية	30.3 ^{f}	815.^{a}	241.^{a}	32.0 ^{e}	425 ^{b}
	الثالثة	48.8 ^{a}	11.3 ^{h}	25.2 ^{d}	14.0 ^{g}	406^{c}
بحوث 208	الأولى	35.6 ^{cd}	11.8 ^{g}	123.^{e}	57.5 ^{c}	174 ^{f}
	الثانية	437.^{c}	14.9 ^{b}	28.8 ^{c}	59.0 ^{c}	298 ^{d}
	الثالثة	547.^{ab}	210.^{i}	20.8 ^{f}	16.5 ^{f}	149 ^{g}
بحوث 210	الأولى	927.^{f}	413.^{d}	226.^{d}	95.5 ^{a}	270 ^{e}
	الثانية	131.^{ef}	14.5 ^{c}	32.0^{b}	79.0 ^{b}	448 ^{a}
	الثالثة	38.5 ^{c}	312.^{f}	425.^{d}	93.0 ^{a}	428 ^{b}
بحوث 212	الأولى	32.0^{def}	13.0 ^{e}	29.2 ^{c}	45.5 ^{d}	66^{i}
	الثانية	336.^{cd}	911.^{g}	24.9 ^{d}	32.5 ^{e}	114^{h}
	الثالثة	43.5 ^{b}	11.1 ^{hi}	29.0 ^{c}	23.5 ^{f}	106^{h}
المتوسط		37.0	12.6	27.3	51.9	273
LSD (5%)		4.18*	0.35**	1.31**	6.52**	13.64**
CV		5.2	1.3	2.2	5.8	2.3

(*) و (**) تشير الى المعنوية عند 5 و 1% على التوالي

يتأثر محتوى الحبوب من البروتين بالعوامل المناخية وبالصنف وبمعدل الأسمدة النيتروجينية وبالرطوبة المتاحة أثناء تعبئة الحبوب (Rharrabti وآخرون، 2003؛ Yıldırım و Deger، 2021). فقد ارتفع محتوى الحبوب من البروتين للصنف المحلي بحوث 212 تحت تأثير معاملة الري الأولى بنسبة 8% عن الصنف، بينما كان الارتفاع بنسبة 26، 21 و 8% للصنف المُدخل أوتيك وللصنفين المحليين بحوث 208 و 210 تحت تأثير معاملة الري الثانية على التوالي عن أصنافها. قيم محتوى الحبوب من البروتين للأصناف المدروسة تحت تأثير معاملة الري الثالثة كانت جميعها متدنية عن أصنافها، فقد ذكر Tatar وآخرون (2020)، بأن الأصناف التي تعرضت لظروف الإجهاد المائي بين طور النضج اللبني milky ripe ونضج الحبوب Maturity ارتفع محتوى حبوبها من البروتين، كما أن الزيادة في قيم وزن الألف حبة تكون مصحوبة عموماً بانخفاض في محتوى الحبوب من البروتين في غياب أو مع تراجع شدة الإجهاد البيئي (Aissaoui و Fenni، 2018؛ Pena، 2002؛ Sakr وآخرون، 2020). الجلوتين هو السمة الأكثر أهمية من بين مكونات جودة القمح الأخرى في تحديد جودة الخبز، وبشكل عام يؤدي الدقيق الذي يحتوي على نسبة عالية من الجلوتين إلى نتائج أفضل من ناحية حجم وارتفاع الرغيف (Başçiftçi و Kınacı، 2015؛ Delibaltova وآخرون، 2014؛ Iqbal وآخرون، 2015؛ Tayyar، 2010؛ Yıldırım و Deger، 2021). قيم الجلوتين الرطب في هذه الدراسة تذبذبت ارتفاعاً وانخفاضاً وفقاً لتذبذب محتوى الحبوب من البروتين للأصناف كافة باعتباره مكوناً رئيسياً من مكوناتها باستثناء الصنف المحلي بحوث 212 الذي ارتفع فيه الجلوتين الرطب بشكل طفيف عن الصنف تحت تأثير معاملة الري الثالثة. قيمة الجلوتين الرطب للصنف المحلي بحوث 212 ارتفعت تحت تأثير معاملة الري الأولى والثالثة بنسبة 5% تقريباً عن الصنف، وارتفعت للصنف المُدخل أوتيك وللصنفين المحليين بحوث 208 و 210 تحت تأثير معاملة الري الثانية بنسبة 40، 19 و 15% على التوالي عن أصنافها.

التركيب الجيني genetic makeup هو العامل المؤثر الأول في جودة الجلوتين، وقد يختلف ذلك بشكل كبير اعتمادًا على الصنف والموقع والظروف المناخية وخصوبة التربة وغيرها والى التداخل بين هذه العوامل (Delibaltova

وآخرون، 2014؛ Iqbal وآخرون، 2015). قيم مؤشر الجلوتين انخفضت تدريجياً لكافة الأصناف تقريباً مع الري التكميلي حتى النضج باستثناء الصنف المحلي بحوث 208 الذي ارتفع بشكل طفيف تحت تأثير معاملة الري الثانية وكذلك الصنف المحلي بحوث 210 الذي عاود الارتفاع تحت تأثير معاملة الري الثالثة. قيم مؤشر الجلوتين للصنف المُدخل أوتيك وللأصناف المحلية الثلاث بحوث 208، 210 و 212 ارتفعت تحت تأثير معاملة الري الأولى بنسب 85، 30، 7 و 35% تقريباً عن أصنافها على التوالي، بينما ارتفع مؤشر الجلوتين للصنف المحلي بحوث 208 تحت تأثير معاملة الري الثانية بنسبة 33% تقريباً عن الصنف، وارتفع كذلك الصنف المحلي بحوث 210 تحت تأثير معاملة الري الثالثة بنسبة 4% تقريباً عن الصنف. يُشار الى أن كمية البروتين والجلوتين في الدقيق لا تعتبران مقياساً لجودة الجلوتين، فجودة الجلوتين تُحدد بدرجة تمدده extensibility ومرونته elasticity (Curic وآخرون، 2001). تأثير تداخل الري التكميلي مع الصنف على رقم السقوط لم يكن واضحاً في هذه الدراسة، حيث تذبذبت قيم رقم السقوط للصنف المدخل أوتيك انخفاضاً وارتفاعاً بشكل طفيف تحت تأثير معاملات الري المختلفة بنسب 3 و 4% تقريباً عن الصنف على التوالي، بينما كان التذبذب كبيراً للأصناف المحلية الثلاث بحوث 208، 210 و 212 تحت تأثير نفس المعاملات من الري والتي كانت في مدى 31.0 و 41.7% انخفاضاً وارتفاعاً على التوالي عن أصنافها، فقد أشار Varga وآخرون (2003)، الى أن قيم رقم السقوط تختلف بشكل كبير اعتماداً على الصنف Cultivar. ذكر Tatar وآخرون (2020)، بأن ليس للجفاف تأثير معنوي على رقم السقوط، وبأن دورات الجفاف خلال طور تعبئة وامتلاء الحبوب ترفع من قيم رقم السقوط، إلا أن قيم رقم السقوط في هذه الدراسة تذبذبت ارتفاعاً وانخفاضاً بشكل معنوي لكافة الأصناف تحت تأثير الجفاف، حيث انخفضت عن أصنافها بنسبة 19.6% تحت تأثير معاملة الري الأولى وارتفعت عنها بنسبة 20.7% تحت تأثير معاملة الري الثانية. قيم رقم السقوط انخفضت بنسبة 32.2% لكافة الأصناف مع الري التكميلي حتى النضج تحت تأثير معاملة الري الثالثة مقارنة بمعاملة الري الثانية، فقد ذكر Aissaoui و Fenni (2018)، بأن رقم السقوط انخفض بنسبة 25.0% تحت تأثير الري التكميلي حتى النضج.

الخلاصة:

يتضح من نتائج الدراسة بأن تداخل معاملات الري التكميلي المختلفة مع الأصناف في موقع التجربة كان لها تأثيراً معنوياً على معايير الجودة المُقاسة لحبوب أصناف القمح المدروسة. فقد تميزت الحبوب المنتجة تحت الري التكميلي حتى التفريع بشكل عام بانخفاض واضح في أوزانها وبنوعية أفضل من الجلوتين، بينما تميزت الحبوب المنتجة تحت الري التكميلي حتى التزهير بشكل عام بارتفاع محتواها من البروتين وباحتوائها على كمية جيدة من الجلوتين مع قلة الإنبات، في حين تميزت الحبوب المنتجة تحت الري التكميلي حتى النضج بشكل عام بارتفاع ملحوظ في أوزانها وبانخفاض محتواها من البروتين والجلوتين مع زيادة نسبية في الإنبات. وقد تمكن الصنفين المحلي بحوث 208 والمحلي بحوث 210 من بين كافة الأصناف المدروسة من التأقلم بشكل جيد مع الظروف البيئية لموقع التجربة بامتلاكهما لخصائص الجودة المُقاسة تحت ضغط الإجهاد المائي الواقع عليهما في طور تعبئة وامتلاء الحبوب تحت تأثير الري التكميلي حتى التزهير.

الشكر والتقدير:

الشكر والتقدير للدكتور خالد الأخضر العيساوي وللأستاذ ناصر الزقوزي وللمهندس محمد البدري الصيد لمساهمتهم في إظهار هذا العمل.

مساهمات المؤلف: المساهمة متساوية بين المؤلفين.

التمويل: لا يوجد تمويل لهذه المخطوطة.

المراجع:

1. AACC. American Association of Cereal Chemists (2000): Approved methods of the AACC, 10th Edition. 2000. methods 38-12, 44-15, 46-10, 55-30 and 56- 81. St. Paul, MN.
2. Abagandura, O. G. and D. Park. 2016. Libyan Agriculture: A Review of Past Efforts, Current Chal lenges and Future Prospects. Journal of Natural Sciences Research. 6 (18): 57- 67.
3. Acevedo, E., Silva, P. and Silva, H. 2002. Wheat Growth and Physiology. In B. C. Curtis, S. Rajamram and H. Gomez Macpherson, eds. Bread wheat improvement and production. Plant production and protection, Series No. 30. Rome, Italy.
4. Aissaoui, M. R. and Fenni, M. 2018 . Grain Yield and Quality Traits of Bread Wheat Genotypes under Mediterranean Semi-arid Conditions. *Sch. J. Agric. Vet. Sci.*5 (3): 166 – 171.
5. Başçiftçi, Z. B. and Kınacı, G. 2015. Investigation on Quality Characters and Correlations Among Hardness with Others in Bread Wheat. GIDA (2015) 40 (4): 187-192.
6. Curic, D., Karlovic, D., Tusak, D., Petrovic, B. and Dugum, J. 2001. Gluten as a Standard of Wheat Flour Quality. Food Technol. Biotechnol. 39 (4): 353–361.
7. Delibaltova, V., Kirchev, H., Zheliazkov, I. and Dyulgerski, Y. 2014. Investigation on the Yield and Grain Quality of Bread Wheat Varieties in Southeast Bulgaria. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 20 (1): 96-100.

8. El-Kareem, T. H. A. A. and El-Saidy, A. E. 2011. Evaluation of yield and grain quality of some bread wheat genotypes under normal irrigation and drought stress conditions in calcareous soils. J. Biol. Sci. 11 (2): 156–164.
9. FAO. 2022. World Food and Agriculture Statical Year 2022. Rome.
10. Heemskerk, W. and E. Koopmanschap. 2012. Agribusiness development in Libya “A fact-finding mission”. Project Report. Centre for Development Innovation, Wageningen UR.
11. Iqbal, Z., Pasha, I., Abrar, M., Masih, S. and Hanif, M. S. 2015. Physico-chemical, Functional and Rheological Properties of Wheat Varieties. J. Agric. Res., 2015, 53 (2): 253-267.
12. Nasr, J. O., Abo-Gharsa, S. M., Elkekli, M. A. and Khatab, N. M. 2024 a. Evaluation of Quality characteristics of three local soft wheats (bread wheat) varieties and an introduced variety grown under a supplementary irrigation system. Al-Mukhtar Journal of Agricultural, Veterinary and Environmental Sciences. 02 (2): 95-104.
13. Nasr, J. O A., Aisawi, K. A., Ardia, F. K., Abdalsaid, A. A. and Ayad, S. A. 2024 b. Grain Quality of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Grown under Rain-fed Conditions in Northeastern Libya. The Arab Journal for Arid Environments (*ACSAD*). 17 (1): 264-276.
14. Ozturk, A. and Aydin, F. 2004. Effect of Water Stress at Various Growth Stages on Some Quality Characteristics of Winter Wheat. J. Agronomy & Crop Science 190, 93-99.
15. Pena, R. J. 2002. Wheat for Bread and Other Foods. In B. C. Curtis, S. Rajamram and H. Gomez Macpherson, eds. Bread wheat improvement and production. Plant production and protection, Series No. 30. Rome, Italy.
16. Rajaram, S., Borlaug, N. E., van Ginkel, M. 2002. CIMMYT International Wheat Breeding. In B. C. Curtis, S. Rajamram and H. Gomez Macpherson, eds. Bread wheat improvement and production. Plant production and protection, Series No. 30. Rome, Italy.
17. Rao, D. S., Raghavendra, M., Gill, P., Madan, S. and Munjal, R. 2021. Effect of Drought Stress on Grain Quality Attributes in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties. Biological Forum – An International Journal. 13 (3): 58-63.
18. Rharrabti, Y., Villegas, D., Royo, C., Martos-Nu´n˜ez, V. and Garcı´a del, M. 2003. Durum wheat quality in Mediterranean environments II. Influence of climatic variables and relationships between quality parameters. Field Crops Research 80: 133–140.
19. Sakr, N., Rhazi, L. and Aussenac, T. 2021. Bread Wheat Quality under Limiting Environmental Conditions: I-Molecular Properties of Storage Proteins and Starch Constituents in Mature Grains. Agriculture 11, 289-301.
20. Sameen, A., Niaz, A., and Anjum, F. M. 2002. Chemical Composition of Three Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties as Affected by NPK Doses. Int. J. Agri. Biol., 4 (4): 537- 539.
21. Tatar, O., Cakalogulları, U., Tonk, F., Istipliler, D. and Karakoc, R. 2020. Effect of Drought Stress on Yield and Quality Traits of Common Wheat During Grain Filling Stage. Turkish Journal of Field Crops. 25 (1): 236-244.
22. Tayyar S. 2010.Variation in grain yield and quality of Romanian bread wheat varieties compared to local varieties in northwestern Turkey. Romanian Biotechnological letters. 15 (2): 5189-5196.
23. Varga, B., Svecnjak, Z., Jurkovic, Z., Kovacevic, J. and Jukic, Z. 2003. Wheat Grain and Flour Quality as Affected by Cropping Intensity, Food Technol. Biotechnol. 41 (4): 321–329.
24. VSN International. 2010. GenStat software for windows. Release 14. VSN Intl., Hemel, Hempstead, UK.
25. Yıldırım, A. and Deger, O. 2021. Physical, physicochemical (technological) and chemical characteristics of common bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties grown in Mardin region. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25 (2): 151-162.
26. Yıldırım, A. and Atasoy, A. F. 2020. Quality characteristics of some durum wheat varieties grown in Southeastern Anatolia Region of Turkey (GAP). Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24 (4): 420-431.