Al-Mukhtar Journal of Agricultural, Veterinary and Environmental Science 3 (1): 72-81, 2025
Doi: https://doi.org/10.54172/9nreqa56

Research Article **Open Access**

تقييم جودة الحبوب لعشر سلالات من القمح الطري (قمح الخبز) *Triticum aestivum* L. مزروعة تحت ظروف الزراعة البعلية

جمال عمر نصر[1]*، ناصر محمد خطاب[2]، صالحة علي البكوش[3]، نادية شميلة[4]، سعاد زريق[5]

المستخلص: هدفت الدراسة إلى تقييم جودة حبوب عشر سلالات من قمح الخبز المزروعة بمنطقة العويلية بالمنطقة الشرقية بليبيا. أجريت التجربة في الموسم الزراعي 2020–2021 م تحت ظروف الزراعة البعلية، وقد أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين الأصناف المختبرة في صفات جودة الحبوب المتمثلة في الوزن النوعي ووزن الألف حبة ورقم السقوط والصلابة ومحتوى الرطوبة ومحتوى البروتين والجلوتين الرطب ومؤشر الجلوتين ورقم الترسيب، وتمكنت السلالات المختبرة من استيفاء متطلبات الجودة للوزن النوعي ولوزن الألف حبة ولمحتوى الرطوبة ولمؤشر الجلوتين بمتوسطات 80.5 كجم/هكتولتر و43.3 جم و11.4% و83.1% على التوالي، بينما فشلت جميعها في تلبية متطلبات الجودة لرقم السقوط وصلابة الحبوب، وقد تمكنت السلالة EBW 22 من بين السلالات الأخرى من تسجيل أعلى قيمة لمحتوى البروتين والجلوتين الرطب بقيم 13.02% و26.3% على التوالي، وتجاوزت السلالة EBW 11 بشكل منفرد الحد الأدنى لمتطلبات الجودة لرقم الترسيب بقيمة 17 مل، ولم يتمكن أي من الأنماط الجينية المختبرة من امتلاك جميع خصائص الجودة المطلوبة والضرورية لصنع خبز جيد.

الكلمات المفتاحية: قمح طري، سلالات، قمح الخبز، الزراعة البعلية، جودة الحبوب.

جمال عمر نصر: قسم بحوث علوم وتقنية الأغذية، مركز البحوث الزراعية، طرابلس/ ليبيا. jamalbulgasem@gmail.com

ناصر محمد خطاب: قسم المحاصيل الحقلية، مركز البحوث الزراعية، البيضاء/ ليبيا.

صالحة علي البكوش: قسم بحوث علوم وتقنية الأغذية، مركز البحوث الزراعية، طرابلس/ ليبيا.

نادية شميلة: قسم بحوث علوم وتقنية الأغذية، مركز البحوث الزراعية، طرابلس/ ليبيا.

سعاد زريق: قسم بحوث علوم وتقنية الأغذية، مركز البحوث الزراعية، طرابلس/ ليبيا.

***Corresponding author:**
Jamal Omar Nasr,: jamalbulgasem@gmail.com Food Science & Techn. Research Department, Agricultural Research Center, Tripoli, Libya.
Nasir M. Khatab, Naserktab2@gmail.com Field Crops Department, Agricultural Research Center, El-Baidha, Libya.
Salha A. El-bakoush, salha@gmail.com, Food Science & Techn. Research Department, Agricultural Research Center, Tripoli, Libya.
NadiaShmaila, nadiachamila85@gmail.com, Food Science & Techn. Research Department,Agricultural Research Center, Tripoli, Libya.
Souad Zraig, maiseali505@gmail.com, Food Science & Techn. Research Department,Agricultural Research Center, Tripoli, Libya.

Received: 04.04. 2025
Accepted: 30.04. 2025

Publish online: 31.04.2025

Grain Quality Evaluation of Ten Soft Wheat (Bread Wheat) Genotypes *Triticum aestivum* L. Grown under rain-fed Conditions

Abstract: The aim of this study was to evaluate the grain quality of ten bread wheat genotypes grown in the Al-Awailia zone in the eastern region of Libya. The experiment was conducted during the 2020–2021 agricultural season under rain-fed conditions. The results showed significant differences among the tested genotypes in grain quality characteristics, including test weight, thousand kernel weight, falling number, hardness, moisture content, protein content, wet gluten, gluten index, and sedimentation volume. The tested genotypes met the quality requirements for test weight, thousand kernel weight, moisture content, and gluten index, with mean values of 80.5 kg/hl, 43.3 g, 11.4%, and 83.1%, respectively. While, all of them failed to meet the quality requirements for falling number and grain hardness. Genotype EBW 22 recorded the highest values for protein and wet gluten content among the genotypes, with values of 13.02% and 26.3%, respectively. Only the genotype EBW 11 exceeded the minimum quality requirement for sedimentation volume with value of 17 ml. None of the tested genotypes possessed all the quality characteristics required for good bread making.

Keywords: soft wheat, genotypes, bread wheat, rain-fed, grain quality

The Author(s) 2025. This article is distributed under the terms of the *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License* (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, *for non-commercial purposes only*, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

مقدمة:

تُعد دول منطقة البحر المتوسط في شمال إفريقيا من أكثر دول العالم استهلاكاً للقمح (Curtis، 2002)، وقد ازداد الإقبال على استهلاك منتجات القمح النهائية عالية الجودة بشكل ملحوظ فيها (Rharrabti وآخرون، 2001)، وتستورد هذه الدول غالبية احتياجاتها من القمح من الخارج، ومعظم إنتاجها من القمح يتم تحت ظروف الزراعة البعلية باعتبارها تقع في نطاق منطقة شمال إفريقيا والشرق الأدنى التي تشكل فيها الأراضي البعلية حوالي 75% من الأراضي الصالحة للزراعة (Crespo-Herrera وآخرون، 2018؛ Curtis، 2002). لتلبية احتياجاتها من القمح، استوردت دول البحر المتوسط في شمال افريقيا حوالي 61% من متطلباتها السنوية من القمح في 2020 (FAO، 2022).

تستورد ليبيا ما يُقارب من 90% من متطلباتها من القمح سنوياً باعتبارها من أكثر دول المنطقة والعالم جفافاً (ICARDA، 2004)، إنتاجها من القمح بلغ حوالي 130 ألف طن في 2020 م وهو ما يُعادل 10.3% من احتياجاتها للاستهلاك البشري (FAO، 2022). وقد سعت ليبيا منذ عقود لإنتاج أكبر قدر ممكن من القمح محلياً عبر قطاع الزراعة من خلال زراعة أصناف محلية من القمح وأُخرى مُدخلة introduced معروفة في مواطنها الأصلية بالإنتاجية العالية higher yield potential وجودة الحبوب grain quality، إلا أن الظروف البيئية المعاكسة كانت تحول دون بلوغ ذلك.

تتميز ليبيا بظروف مناخية تتأثر بالبحر المتوسط من الشمال وبالصحراء الكبرى من الجنوب، وبهطول محدود للأمطار يحدث عادة من شهر أكتوبر إلى مارس ويتذبذب من مكان لآخر ومن سنة لأخرى، وتقتصر معظم الأراضي المنتجة زراعياً على شريط يمتد على طول ساحل البحر متضمناً منطقتي الجبل الأخضر في شرق البلاد وجبل نفوسة في غربها، حيث يبلغ متوسط هطول الأمطار في منطقة الجبل الأخضر حوالي 400 – 500 مليلتر سنوياً، وهو أعلى من الحد الأدنى الضروري لاستدامة الزراعة البعلية (Heemskerk و Koopmanschap ،2012؛ Abagandura و Park، 2016؛ Aquaststt، 2023). خصائص الجودة للحبوب محكومة وراثيا genetically controlled، إلا أنها قد تختلف بشكل كبير تبعاً للظروف البيئية environmental conditions، وتعاني محاصيل القمح المزروعة تحت ظروف الزراعة البعلية rain–fed في منطقة البحر المتوسط إلى حد كبير في جودة حبوبها نتيجة الاختلافات في مكونات الحبوب grain composition الناشئ عن التغيرات في المعدلات النسبية لتراكم النشا فيها الناجم عن تفاعل العوامل الوراثية مع العوامل البيئية المتمثلة في الإجهاد المائي والحراري water and heat stress، والتي عادة ما تظهر في صيغة علاقة ارتباط سلبي ما بين الإنتاجية ووزن الحبوب من ناحية مع محتوى الحبوب من البروتين كمعيار مهم في جودة الحبوب لتأثيره الواضح على خصائص العجين dough properties من ناحية أُخرى (Acevedo وآخرون، 2002؛ Aissaoui و Fenni، 2018؛ Ozturk و Aydin، 2004).

تختلف استجابة الأنماط الجينية للتسميد النيتروجيني، فالأنماط التي تتسم بالإنتاجية العالية لها كفاءة أعلى في امتصاص واستخدام النيتروجين، والتباين في امتصاص النيتروجين يُمكن أن ينتج عنه تقلبات ملحوظة في محتوى الحبوب من البروتين. وفي ظل العلاقة السلبية التي تربط الإنتاجية ووزن الحبوب مع محتوى الحبوب من البروتين، يُمكن للنيتروجين أن يلعب الدور الأهم لزيادة محتوى الحبوب من البروتين، خاصة عند إضافته في مرحلة الإزهار anthesis قبل طور تعبئة وامتلاء الحبوب grain filling phase (Ortiz-Monasterio، 2002؛ Ozturk و Aydin، 2004). تهدف هذه الدراسة لمعرفة خصائص الجودة لحبوب القمح المدروسة التي تمت زراعتها تحت نظام الري البعلي.

المواد وطرق البحث :

أجريت الدراسة على عشر عينات حبوب لسلالات مختلفة من قمح الخبز وهي EBW 1، EBW 2، EBW 7، EBW 8، EBW 11، EBW 12، EBW 14، EBW 17، EBW 18 و EBW 22 لتقييم جودتها، عينات حبوب القمح للسلالات المدروسة المزروعة خلال الموسم الزراعي 2020–2021 م كانت ضمن الأنشطة البحثية لمركز البحوث الزراعية في منطقة

العويلية بالمنطقة الشرقية على بعد 75.5 كم جنوب غرب مدينة البيضاء و250.5 كم شمال شرق مدينة بنغازي، عينات حبوب القمح جميعها نظفت ونقيت من الشوائب وحفظت إلى حين إجراء الفحوصات اللازمة عليها، أجريت التجربة تحت ظروف الزراعة البعلية بمعدل تسميد 120 كيلوجرام للهكتار من السماد فوسفات ثنائي الأمونيوم (18/ Di-ammonium phosphate 46%) أُضيفت كدفعة واحدة عند البذر.

قُدر الوزن النوعي Test Weight باستخدام أسطوانة قياسية سعة 1 لتر، قسمت الأوزان التي تم الحصول عليها بالجرام للتر المقاس من القمح على 10، وقدرت القيم بالكيلوجرام/هيكتولتر. كما قُدر وزن الألف حبة Thousand Kernel Weight من حبوب قمح سليمة ونقية بوزن 10 جرام باستخدام جهاز Automatic Seed Counter، وضمن تجهيز العينات لاختبارات الجودة الإضافية، طُحنت عينات حبوب القمح في أربع مطاحن معملية مختلفة وفقاً للاختبارات المستهدفة. طاحونة Buhler mod. MLI-204 Mill استخدمت في تقدير محتوى الرطوبة Moisture Content طبقاً للطريقة القياسية 15-44 (AACC، 2000)، وطاحونة Perten Lab Mill 3100 في تقدير رقم السقوط Falling Number طبقاً للطريقة القياسية 81-56 ولتقدير كل من الجلوتين الرطب ومؤشر الجلوتين Wet Gluten & Gluten Index طبقاً للطريقة القياسية 12-38 وكذلك لتقدير محتوى البروتين Protein content بطريقة كلداهل Kjeldahl في المادة الجافة طبقاً للطريقة القياسية 10-46 (AACC، 2000). كما قدرت الصلابة Hardness بطريقة مؤشر حجم الجسيمات Particle Size Index باستخدام طاحونة Perten Lab Mill 3303 المعملية المزودة بالقرص الناعم طبقاً للطريقة القياسية 30-55 (AACC، 2000). واستخدمت طاحونة Brabender Sedimat Automatic Grinding Mill في تقدير رقم الترسيب Sedimentation volume وفق اختبار زيليني Zeleny طبقاً للطريقة القياسية 116/1 (ICC، 1994). وقد أُجريت اختبارات تحليل الجودة لكافة العينات بمكررين. استخدام أسلوب التحليل القياسي للتباين الأحادي (ANOVA one way) لحساب المتوسطات والفروق المعنوية بين المعاملات باستخدام برنامج جين ستات Gen Stat (VSN International، 2010)، وتمت مقارنة المتوسطات باستخدام LSD عند مستوى معنوية ($P = 0.05$).

النتائج والمناقشة:

جودة حبوب القمح هي مزيج من بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية التي يتم التعبير عنها من خلال مجموعة معقدة من المؤشرات التي تتضمن حالتها الفيزيائية وتركيبها الكيميائي وخصائصها الكيموحيوية، ويعتمد تعبيرها على طبيعتها الوراثية بالإضافة إلى التأثيرات البيئية ومعاملات التسميد (Aissaoui و Fenni، 2018؛ Rao وآخرون، 2021؛ Sameen وآخرون، 2002). ويعد الإجهاد الناجم عن الجفاف أحد عوامل الظروف البيئية التي تؤثر على الجودة، ودرجات الحرارة و/أو الرطوبة التي يتم ملاحظتها أثناء مرحلة تعبئة الحبوب هي في الغالب التي تؤثر بشكل كبير على جودة حبوب القمح (Sakr وآخرون، 2021)، كما تلعب الأسمدة fertilizer خاصة النيتروجينية منها دوراً مهما في تحسين الإنتاجية بالإضافة لجودة الحبوب grain quality (Sameen وآخرون، 2002). أظهرت جميع سلالات قمح الخبز المستخدمة في هذه الدراسة تبايناً معنوياً في جميع الصفات المقاسة عند مستوى ($P \geq 0.05$) الجدول (1 و 2). الوزن النوعي Test Weight هو أحد المقاييس التي يُعتمد عليها في تصنيف جودة القمح، فكلما زادت القيمة زادت كمية المادة الجافة ومن ثم إنتاجية الدقيق، ويختلف الوزن النوعي اعتمادًا على التراكيب الوراثية وعلى الظروف البيئية وكذلك على الممارسات الزراعية، ويُشترط في حبوب القمح المقبولة للاستخدام الصناعي ألا يقل وزنها النوعي عن 76.0 كيلوجرام/هيكتولتر، بينما تصنف أصناف القمح التي يصل وزنها النوعي إلى 82.0 كيلوجرام/هيكتولتر على أنها أصناف قمح جيدة جدًا (Dhaka وآخرون، 2012؛ Yıldırım و Atasoy، 2020؛ Yıldırım و Deger، 2021).

جدول (1). الخصائص الطبيعية لأصناف القمح

السلالة	الوزن النوعي (كجم/ هكتولتر)	وزن الألف حبة (جم)	رقم السقوط (ثانية)	صلابة الحبوب (%)
EBW 1	79.1	43.8	477	7.4
EBW 2	81.4	41.8	580	13.1
EBW 7	79.8	39.6	416	9.1
EBW 8	81.8	40.7	476	9.5
EBW 11	77.4	36.5	570	10.7
EBW 12	81.8	46.2	398	10.8
EBW 14	80.7	47.9	570	12.1
EBW 17	79.8	47.0	563	12.6
EBW 18	83.5	42.5	612	8.6
EBW 22	79.8	47.2	506	12.2
المتوسط	80.5	43.3	517	10.6
LSD (0.5%)	1.76	1.56	136	0.89
CV (%)	1.0	1.6	11.8	3.8

بلغ متوسط قيم الوزن النوعي للحبوب للسلالات كافة في هذه الدراسة 80.5 كيلوجرام/هيكتولتر، وسجلت السلالة EBW 11 أقل قيمة وكانت 77.4 كيلوجرام/هيكتولتر، بينما سجلت السلالة EBW 18 أعلى قيمة وكانت 83.5 كيلوجرام/هيكتولتر (جدول 1). الأوزان النوعية الجيدة والمرتفعة لحبوب السلالات المدروسة يعود في الغالب لانخفاض محتواها من الرطوبة باعتبارها أُنتجت تحت ظروف الزراعة البعلية، فالجفاف يزيد من معدل فقدان الماء من الحبوب (Ozturk و Aydin، 2004). وُجدت علاقة ارتباط سلبية جيدة (0.510−) ما بين الوزن النوعي ومحتوى الرطوبة للسلالات المختلفة في هذه الدراسة (جدول 3)، ويمكن تصنيف السلالات المختبرة في هذه الدراسة على أنها سلالات قمح ذات أهمية اقتصادية بالنظر لأوزانها النوعية. وتظهر النتائج أيضاً أن وزن الألف حبة Thousand Kernel Weight مقياس مُفيد لتقييم إنتاجية الطحن المحتملة، فمثلما يساهم حجم الحبة kernel size في تحسين إنتاجية الحبوب فإنه كذلك يساهم في تحسين ناتج الطحن على حد سواء، حيث يتأثر وزن الألف حبة وحجم الحبة بالعامل الوراثي وكذلك بالتأثيرات البيئية (Iqbal وآخرون، 2015). تراوحت قيم اختبار وزن الألف حبة للسلالات المدروسة ما بين 36.5 و 47.9 جرام بمتوسط عام 43.3 جرام، وسجلت السلالة EBW 11 أدنى قيمة، فيما تحصلت السلالة EBW 14 على أعلى قيمة (جدول 1). القيم المسجلة لوزن الألف حبة في هذه الدراسة تعد جيدة من الناحية الاقتصادية، فقيم وزن الألف حبة البالغة 30.0 جرام فأقل غير مقبولة لمردودها المتدني من الدقيق، وعلاقة الارتباط الضعيفة الموجبة المسجلة في دراستنا (0.172) ما بين وزن الألف حبة ومحتوى الحبوب من البروتين (جدول 3) تشير لانخفاض احتمالية تعرض المحصول للإجهاد البيئي في مرحلة الإزهار أو في طور تعبئة وامتلاء الحبوب رغم أنه أُنتج تحت ظروف الزراعة البعلية، فالزيادة 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؛ Ozturk و Aydin، 2004؛ Pena، 2002؛ Sakr وآخرون، 2021؛ Tatar وآخرون، 2020). أما رقم السقوط Falling Number هو اختبار يؤشر لمدى إنبات حبوب القمح الناضجة في سنابلها في الحقل قبل الحصادpre-harvest sprouting نتيجة تعرضها للظروف الجوية الرطبة المحيطة، وينشط انزيم آلفا أميليز α-amylase بشكل عام نتيجة عملية الإنبات، ويعمل على تكسير جزيئات النشا إلى سكر جلوكوز، ويتم تقدير هذا النشاط الإنزيمي

من خلال اختبار رقم السقوط الذي يمكن من خلاله توقع حجم الرغيف المنتج من محصول القمح، حيث يتراوح المدى الأمثل لرقم السقوط في دقيق القمح ما بين 220– 250 ثانية (Aissaoui و Fenni، 2018؛ Tatar وآخرون، 2020). وتراوحت قيم رقم السقوط للسلالات المختلفة في هذه الدراسة ما بين 398 و 612 ثانية، وكان متوسط رقم السقوط للسلالات كافةً 517 ثانية، حيث سجلت السلالة EBW 12 أقل قيمة لرقم السقوط وسجلت السلالة EBW 18 أعلى قيمة له (جدول 1). والارتفاع الحاصل في قيم رقم السقوط يشير إلى محدودية الإنبات نتيجة جفاف الجو المُحيط بشكل عام، بينما التباين في القيم بين السلالات من الممكن أن يعود لتراكيبها الجينية، فقد ذكر Tatar و آخرون (2020)، بأن رقم السقوط يختلف وفقاً للأصناف، كما ينخفض مع الري. علاقة الإرتباط السلبية (0.303–) ما بين رقم السقوط ومحتوى الرطوبة في الحبوب (جدول 3) تتوافق مع نتائج Aissaoui و Fenni (2018)، التي أظهرت انخفاضاً في رقم السقوط بما يُقارب 25% تحت نظام الري التكميلي. في حين كانت صلابة الحبوب Grain Hardness سمة من سمات الجودة لحبوب القمح المرتبطة بخصائص الطحن وعاملاً مهمًا في تحسين جودة المنتج النهائي للقمح (Pena، 2002). تتدخل خاصية الصلابة التي تتأثر بالعوامل الوراثية وبالظروف البيئية في تحديد مسارات عملية الطحن من زمن وطاقة مُستهلكة وفي العائد من الدقيق المرغوب، وتعد من أهم خصائص الجودة المؤثرة في تكاليف المنتج النهائي(Famera وآخرون، 2004؛ Hruskova و Švecc، 2009؛ Pena، 2002). يُستخدم اختبار مؤشر حجم الجسيمات Particle Size Index لتقدير صلابة حبوب القمح، والذي تزداد فيه الصلابة مع انخفاض القيمة أو النسبة. تتراوح صلابة حبوب القمح الصلبة أو المتوسطة الصلابة hard or medium hard المفضلة لصناعة الخبز الجيد ما بين 17– 25% وفق اختبار مؤشر حجم الجسيمات، وتزداد جودة الخبز المنتج مع استخدام حبوب قمح متوسطة الصلابة medium hard تتراوح صلابته ما بين 17– 20%. ومستويات النشا المُتهتك damaged starch الناتج عن طحن هذه الفئات من القمح تكون مناسبة أكثر لإنتاج الخبز الجيد بالنظر لقدرتها على امتصاص أعلى كمية مرغوبة من الماء في العجين (Başçiftçi و Kınacı، 2015؛ Hruskova و Švecc، 2009؛ Pena، 2002؛ Rao وآخرون، 2021). وقد تراوحت قيم الصلابة لحبوب القمح للسلالات كافةً في هذه الدراسة ما بين 7.4 و 13.1% وفق مؤشر حجم الجسيمات وبمتوسط عام 10.6%، حيث كانت حبوب القمح للسلالة EBW 1 الأقل قيمة والأكثر صلابة من بين كافة السلالات المدروسة، في حين كانت حبوب القمح للسلالة EBW 2 الأعلى قيمة والأقل صلابة (جدول 1). حبوب سلالات القمح المدروسة اتسمت بصلابة زائدة إلى مُفرطة ومن الواضح أنها كانت نتيجة تأثير العوامل البيئية باعتبارها مُنتجة تحت ظروف الري البعلي، فالارتباط الإيجابي الذي ظهر في الدراسة (0.544) ما بين قيم محتوى الرطوبة لحبوب السلالات المختلفة وصلابتها (جدول 3)، يشير في الحقيقة لعلاقة عكسية " سلبية " ما بين محتوى الحبوب من الرطوبة والصلابة بالنظر الى أن سمة الصلابة تزداد مع نقص القيمة أو النسبة وفق مؤشر حجم الجسيمات، والتي تتوافق مع ما ذكره Rao وآخرون، (2021)، بأن الصلابة تزداد مع نقص مياه الري.

محتوى الرطوبة Moisture Content ليس له أي تأثير مباشر على جودة الحبوب، إلا أن ذلك يمكن أن يؤثر بشكل غير مباشر على الجودة من خلال عمليات ما بعد الحصاد، حيث تؤدي زيادة الرطوبة في الحبوب لزيادة النشاط الميكروبي وإلى انخفاض المادة الجافة فيها وهو أمر غير مرغوب لحفظ وتجارة وطحن الحبوب (Aissaoui و Fenni، 2018؛ Tayyar، 2010). مستويات الرطوبة لحبوب القمح في حدود 11% أو أقل تكون أكثر ملاءمة لظروف التخزين ولعمليات الطحن، بينما زيادة الرطوبة عن الحدود الموصى بها يعمل على الحد من فترة التخزين للحبوب (Aissaoui و Fenn، 2018؛ Iqbal وآخرون، 2015). بلغ المتوسط العام لمحتوى الرطوبة للسلالات المختلفة في دراستنا 11.4%، وسجلت السلالة EBW 18 أدنى مستوى للرطوبة من بين السلالات المدروسة وكانت 10.1%، بينما سجلت السلالة EBW 12 أعلى مستوى وبلغ 11.6% (جدول 2).

جدول (2). الخصائص الكيميائية لأصناف القمح:

السلالة	محتوى رطوبة (%)	محتوى بروتين (%)	جلوتين رطب (%)	مؤشر الجلوتين (%)	رقم الترسيب (مل)
EBW 1	11.3	11.07	23.2	71.5	13.3
EBW 2	11.3	11.64	23.0	75.5	11.6
EBW 7	11.4	11.64	22.0	84.5	12.7
EBW 8	11.1	11.63	21.8	72.0	13.1
EBW 11	11.4	12.07	21.6	93.0	17.3
EBW 12	11.6	11.31	17.5	93.0	11.7
EBW 14	11.5	11.86	18.9	89.5	12.2
EBW 17	11.5	12.14	21.0	92.5	11.7
EBW 18	10.1	12.39	23.8	75.0	12.6
EBW 22	11.5	13.02	26.3	84.5	11.7
المتوسط	11.4	11.87	21.9	83.1	12.8
LSD (0.5%)	0.12	0.39	1.53	9.05	1.21
CV (%)	0.5	1.5	3.1	4.9	4.3

المعدل المنخفض لمحتوى الرطوبة للحبوب لكافة السلالات المدروسة يعود في الغالب للظروف البيئية الجافة في مناطق الزراعات البعلية، فقد ذكر Ozturk و Aydin (2004)، أن الجفاف يزيد من معدل فقدان الماء من الحبوب. كما يُعد محتوى البروتين Protein Content لحبوب القمح عاملاً حاسماً في صناعة الخبز، ويرتبط المحتوى العالي من البروتين في القمح بخصائص صنع الخبز الجيد، وتعتمد جودة الخبز المنتج بشكل كبير على كمية quantity وجودة quality البروتين الموجود في الحبوب (Pena، 2002). يتراوح محتوى البروتين لحبوب القمح ما بين 8 الى 18% ويعتمد ذلك جزئيًا على النوع والصنف ويتأثر بالعوامل البيئية وبالعمليات الزراعية من تسميد نيتروجيني ومعدلاته ووقت إضافته بالإضافة إلى متبقياته في التربة (Aissaoui و Fenni، 2018؛ Iqbal وآخرون، 2015؛ Rharrabti وآخرون، 2003؛ Yıldırım و Deger، 2021). تراوح محتوى الحبوب من البروتين للسلالات المختلفة في دراستنا ما بين 11.07 و 13.02% بمتوسط عام 11.87%، وسجلت السلالة EBW 1 أدنى قيمة بينما سجلت السلالة EBW 22 أعلى قيمة من بين السلالات كافةً (جدول 2). يُشار الى أن التركيز المناسب من البروتين في حبوب القمح المطلوب لإنتاج الخبز الجيد يتراوح ما بين 11.5 الى 15.0% (Sameen وآخرون، 2002). غالبية السلالات في دراستنا تجاوزت الحد الأدنى لكمية البروتين المطلوبة لإنتاج الخبز، إلا أنه لوحظ انخفاض نسبي في محتوى حبوبها من البروتين بشكل عام، وقد يعود ذلك لنظام التسميد المتبع في الزراعات البعلية والذي يقتصر على دفعة واحدة من التسميد النيتروجيني عند البذر، فقد ذكر Sameen وآخرون (2002)، بأن التسميد النيتروجيني له تأثير كبير على محتوى الحبوب من البروتين، ويلعب دوراً هاماً في تحسين الإنتاجية لوحدة المساحة بالإضافة إلى إنتاجية وجودة الحبوب، وبأن إنتاج أقماح خبز bread wheat تتسم بالجودة العالية مُمكن من خلال تعديل معاملات التسميد، فالتسميد النيتروجيني المبكر مع بداية الموسم يعمل على زيادة الإنتاجية لوحدة المساحة بالشكل المطلوب إلا أن تأثيره محدود على جودة الحبوب، بينما التسميد النيتروجيني عند الإزهار anthesis يزيد ويعدل من مستويات محتوى الحبوب من البروتين (Acevedo وآخرون، 2002؛ Ortiz-Monasterio، 2002). الجلوتين Gluten بروتين وظيفي functional protein يُعرف ببروتين القمح، ويُشكل حوالي 78 الى 85% من مجموع بروتينات دقيق القمح، وهو المسؤول عن بنية العجين dough structure وعلى جودة المنتج النهائي

للخَبْزْ baking. يتكون الجلوتين أساساً من اتحاد جزيئات ببتيدية من الجلوتينين glutenin والجلايدين **gliadin** التي تَضفي خاصية المرونة elasticity واللزوجة viscocity والانسيابية extensibility للعجين (Pena، 2002). محتوى الجلوتين الرطب **wet gluten** ما دون 20% في الدقيق يعتبر منخفضاً، وما بين 20 الى 27% يعتبر متوسطاً، وما بين 28 الى 35% يعتبر جيداً، وأعلى من 35% يعتبر عالياً، ويؤدي الدقيق الذي يحتوي على نسبة عالية من الجلوتين بشكل عام إلى نتائج أفضل لصنع الخبز الجيد (Delibaltova وآخرون، 2014؛ Yıldırım و Deger، 2021؛ Yıldırım و Atasoy، 2020). تراوحت نسبة الجلوتين الرطب في دراساتنا لكافة السلالات ما بين 17.5 و 26.3% وبمتوسط عام 21.9%، وسجلت السلالة EBW 12أدنى قيمة بينما سجلت السلالة EBW 22 أعلى قيمة من بين السلالات كافةً (جدول 2)، كمية الجلوتين الرطب في الدقيق لمختلف السلالات في دراستنا كانت متوسطة إلى ضعيفة، ويعود ذلك للانخفاض النسبي في محتوى حبوب السلالات المختلفة من البروتين، والذي جسدته علاقة الارتباط الموجبة (0.555) التي ظهرت في دراستنا ما بين الجلوتين الرطب ومحتوى البروتين (جدول 3)، فقد ذكر Curic وآخرون (2001)، بأن كمية الجلوتين في الدقيق تزداد بزيادة محتواه من البروتين. يُعبر مؤشر الجلوتين Gluten Index عن قوة الجلوتين gluten strength، ويُستخدم لتحديد ما إذا كانت بنية الجلوتين في القمح ضعيفة أو قوية (Yıldırım و Deger، 2021). يحتوي الدقيق على كميات متساوية تقريباً من جزيئات الجلوتينين والجلايدين، ويمثل الجلوتينين الشق الرئيس المسؤول عن التباين في قوة العجين dough strength، والتغيرات التي تحدث في نسب الجلوتينين إلى الجلايدين في الدقيق يمكن أن ينتج عنها تغيراً في خصائص المرونة واللزوجة viscoelasticity للعجين، فجودة الجلوتين تُحدد فقط بدرجة تمدده extensibility ومرونته (Curic وآخرون، 2001؛ Pena، 2002). تتراوح قيم مؤشر الجلوتين المقبولة في تجارة قمح الخبز ما بين 60 – 90%، فالأعلى قيمة أكثر قوة وأفضل جودة (Tayyar، 2010). تراوحت قيم مؤشر الجلوتين في دراساتنا لكافة السلالات ما بين 71.5 الى 93.0% وبمتوسط عام 83.1%، وسجلت السلالة EBW 1 أدنى قيمة بينما سجلت كل من السلالة EBW 11 والسلالة EBW 12 أعلى قيمة من بين السلالات كافةً (جدول 2). قيم مؤشر الجلوتين المتحصل عليها لكافة السلالات المدروسة كانت جيدة، وقد سُجل ارتباط إيجابي جيد (0.708) ما بين مؤشر الجلوتين مع محتوى الرطوبة، فيما كان الارتباط سلبياً (0.502−) مع محتوى الجلوتين الرطب (جدول 3)، فكمية البروتين والجلوتين في الدقيق لا يعتبران مقياساً لجودة الجلوتين (Curic وآخرون، 2001). وتشير الدلائل إلى أن اختبار الترسيب Sedimentation volume أو اختبار زيليني zeleny يعطي بشكل فردي أفضل تنبؤ بقوة القمح وبإمكانات الخَبْزْ baking، وقد اكتسب هذا الاختبار قبولًا واسعاً باعتباره اختبارًا مفيدًا وسريعاً يُمكن من خلاله إعطاء مؤشراً جيداً للاختلافات لكل من محتوى البروتين وجودة الجلوتين باعتبارهما العاملان المؤثران في جودة الخبز، حيث يرتبط رقم الترسيب العالي بجلوتين أقوى وأكثر جودة (Carter وآخرون، 1999؛ Dhaka و آخرون، 2012). فالتوصيف الكامل لدقيق القمح يتطلب قياس رقم الترسيب بالإضافة إلى معرفة بالبروتين ومحتوى الجلوتين، ورقم الترسيب عادة ما يرتبط بشدة بمحتوى البروتين (Iqbal وآخرون، 2015). رقم الترسيب الأقل من 15 مل يشير إلى ضعف في قوة الدقيق، ومن 16 إلى 24 مل دقيق متوسط القوة، ومن 25 إلى 36 مل دقيق قوي وأعلى من 36 مل دقيق قوي جداً (Başçiftçi و Kınacı، 2015؛ Tayyar، 2010). تراوحت قيم رقم الترسيب في دراساتنا لكافة السلالات ما بين 11.6 الى 17.3% وبمتوسط عام 12.8%، وسجلت السلالة EBW 2 أدنى قيمة، بينما سجلت السلالة EBW 11 أعلى قيمة من بين السلالات كافةً (جدول 2). تشير النتائج إلى ضعف في قوة الدقيق للسلالات المختلفة ناتج عن تدني محتوياتها من الجلوتين بشكل عام رغم تميز الجلوتين لكافة السلالات بالجودة، فرقم الترسيب الذي يشير إلى الارتباط بين محتوى الجلوتين وجودته يؤشر كذلك لجودة الخبز وحجم الرغيف المعتمدان بشكل كبير على كمية وجودة البروتين الموجود في الحبوب (Iqbal وآخرون، 2015؛ Pena، 2002).

جدول:(3). معاملات الارتباط

	الوزن النوعي	وزن الألف حبة	رقم السقوط	صلابة الحبوب	محتوى الرطوبة	محتوى البروتين	الجلوتين الرطب	مؤشر الجلوتين	رقم الترسيب
الوزن النوعي									
وزن الألف حبة	0.259								
رقم السقوط	0.027	−0.037							
صلابة الحبوب	−0.082	0.386	0.273						
محتوى الرطوبة	−0.510	0.424	−0.303	0.544					
محتوى البروتين	−0.042	0.172	0.406	0.402	−0.030				
الجلوتين الرطب	−0.108	−0.168	0.207	−0.113	−0.413	0.555			
مؤشر الجلوتين	−0.320	0.211	0.012	0.462	0.708	0.156	−0.502		
رقم الترسيب	−0.593	−0.739	0.226	−0.300	−0.120	−0.019	0.015	0.127	

الاستنتاج: من خلال نتائج هذه الدراسة اتضح أن معظم السلالات ذات إنتاجية عالية للدقيق، إلا أن الدقيق المُنتج من هذه السلالات يتميز بتدني الجودة لارتفاع نسب النشا المتهتك فيه الناتج عن ارتفاع صلابة الحبوب ولافتقاره لأنزيم آلفا أميليز الناتج عن قلة إنبات الحبوب في الحقل قبل الحصاد لدورهما الأساسي في إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون أثناء التخمر، كما أن الدقيق المنتج منها يتميز بالضعف نتيجة انخفاض مستويات الجلوتين باعتباره العامل الرئيس المسؤول عن جودة الرغيف.

المراجع

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.

Abagandura, O. G. and D. Park. 2016. Libyan Agriculture: A Review of Past Efforts, Current Challenges and Future Prospects. Journal of Natural Sciences Research. 6 (18): 57- 67.

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.

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.

AQUASTAT. 2023. Country Profile – Libya. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy.

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.

Carter, B. P., Morris, C. F. and Anderson, J. A. 1999. Optimizing the SDS sedimentation test for end-use quality selection in a soft white and club wheat-breeding program. Cereal Chem 76: 907-911.

Crespo-Herrera, L. A., J. Crossa, J. Huerta-Espino, M. Vargas, S. Mondal, G. Velu, T. S. Payne, H. Braun and R. P. Singh. 2018. Genetic Gains for Grain Yield in CIMMYT's Semi-Arid Wheat Yield Trials Grown in Suboptimal Environments. Crop Science. 58:1890–1898.

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.

Curtis, B. C., 2002. Wheat in the world. 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.

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.

Dhaka V., Gulia, N. and Khatkar, B. S. 2012. Application of Mixolab to Assess the Bread Making Quality of Wheat Varieties. 1 (3): 183-193. doi:10.4172/scientificreports. 183.

FAO. 2022. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022. Rome. https://doi.org/10.4060/cc2211en.

Faměra, O., Hrušková, M. and Novotná, D. 2004. Evaluation of methods for wheat grain hardness determination . Plant Soil Environ. 50 (11): 489–493.

Heemskerk, W. and Koopmanschap, E. 2012. Agribusiness development in Libya "A fact-finding mission". Project Report. Centre for Development Innovation, Wageningen UR.

Hruskova, M. and Švecc, I. 2009. Wheat Hardness in Relation to Other Quality Factors. Czech J. Food Sci. 27 (4): 240-248.

ICARDA. 2004. Libya and ICARDA: Ties that Bind, No. 18. ICARDA, Aleppo, Syria, 20 pp. En.

ICC. 1994. Standard No: 116/1. Determination of the sedimentation value (according to Zeleny) as an approximate measure of baking quality. International Association for Cereal Science and Technology, Huddinge, Sweden.

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.

Ortiz-Monasterio, R, J. I. 2002. Nitrogen Management in Irrigated Spring Wheat. 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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

VSN International. 2010. GenStat software for windows. Release 14. VSN Intl., Hemel, Hempstead, UK.

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.

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.