الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research

جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي

University of Echahid Hamma Lakhdar – El-Oued

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

لنيل شهادة الماستر L.M.D.

شعبة العلوم البيولوجية

تخصص: التنوع الحيوي وفيزيولوجيا النبات

الموضوع:

تقييم بعض الخصائص المورفولوجية والتشريحية والبيوكيميائية لتثمين التنوع الوراثي لدى أصناف القمح (*Triticum spp.* L)

من إعداد:

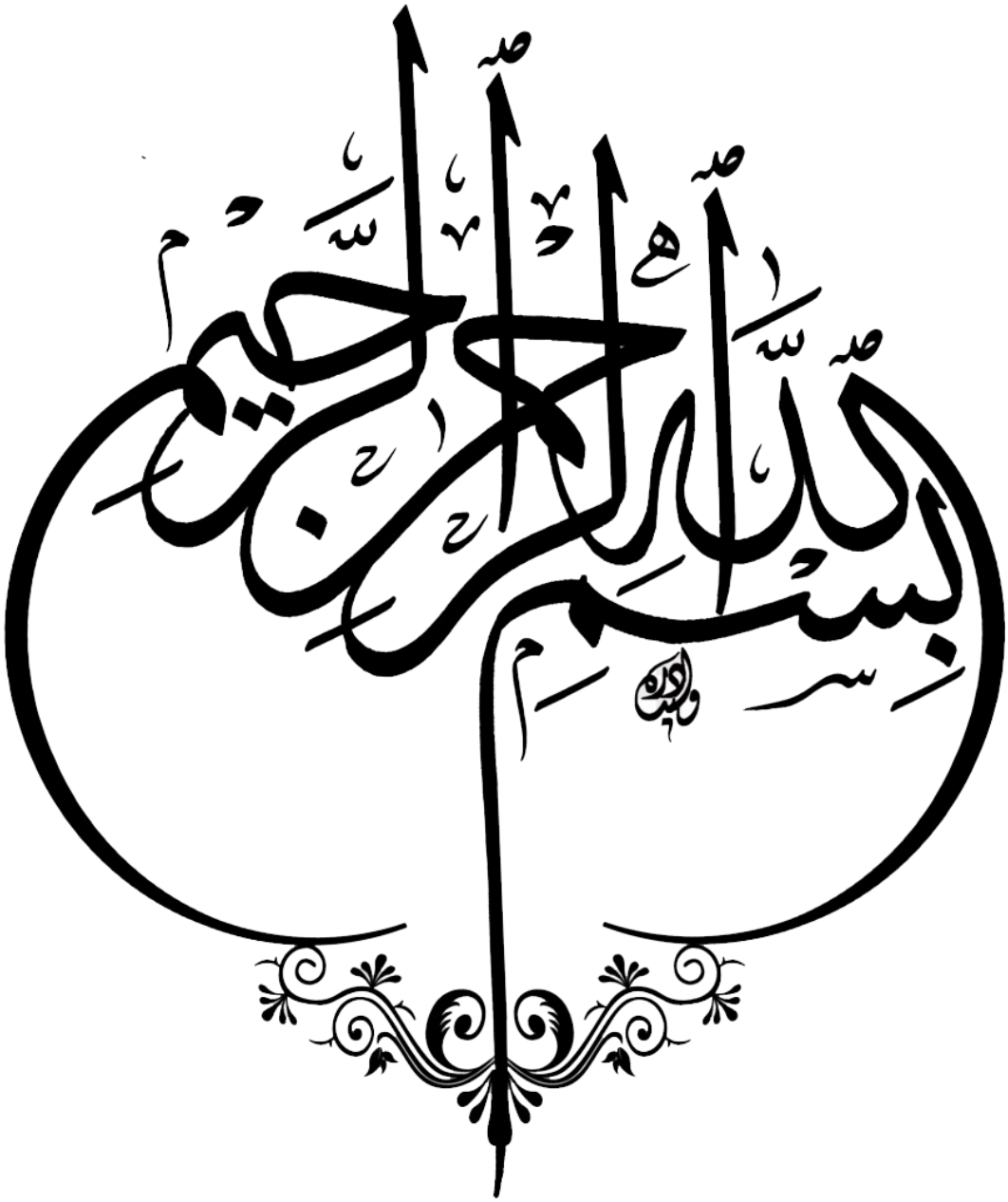
عبد الملك رتاج

سلطاني إنتصار

نوقشت يوم 2026/06/10 من طرف لجنة المناقشة:

د. سنيقرة موسى	أستاذ محاضر (ب)	رئيسًا	جامعة الوادي
د. بن الحبيب عبد الحميد	أستاذ مساعد (أ)	مُؤطـرًا	جامعة الوادي
د. علية فاطمة	أستاذ محاضر (ب)	مناقشاً	جامعة الوادي

الموسم الجامعي: 2026/2025


بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين، نحمده سبحانه وتعالى على نعمه التي لا تُعد ولا تُحصى، ونشكره على توفيقه وعونه في إتمام هذا العمل، ونسأله أن يجعله خالصًا لوجهه الكريم، وأن ينفع به كل من يطّلع عليه.

كما نتوجه بالدعاء إلى الله عز وجل أن يوفقنا إلى المزيد من العلم النافع والعمل الصالح، وأن يرزقنا الإخلاص والسداد في القول والعمل.

بكل مشاعر الامتنان والتقدير، أتقدم بخالص الشكر والعرفان

إلى: الأستاذ بن الحبيب عبد الحميد،

الذي كان خير موجّه ومرشد طوال مراحل إنجاز هذا العمل. فقد أغدق علينا من علمه وخبرته ووقته دون تردد، وكان لتوجيهاته السديدة وملاحظاته القيّمة الأثر البالغ في تجاوز الصعوبات وتحسين جودة هذا البحث.

لقد تعلمنا منه أن البحث العلمي ليس مجرد نتائج ومعطيات، بل هو صبر واجتهاد وأمانة علمية.

فكان حضوره الدائم، وتشجيعه المستمر، وحرصه على أدق التفاصيل مصدرَ دعمٍ وثقةٍ دفعنا إلى المضي قدمًا بعزيمة وإصرار.

كما نتقدم إليه بخالص الدعوات بأن يحفظه الله تعالى ويديم عليه نعمة الصحة والعافية، وأن يوفقه في مسيرته العلمية والمهنية، وأن يبارك له في جهوده وعطائه، وأن يجعل كل ما يقدمه لطلابه وللعلم في ميزان حسناته يوم القيامة

وأن يرفع قدره في الدنيا والآخرة، وأن يرزقه السعادة والتوفيق في جميع أموره. فله منا كل الاحترام والتقدير والعرفان، سائلين المولى عز وجل أن يديم عليه فضله وكرمه، وأن يجزيه خير ما يُجزى به المعلم عن طلابه والمرشد عن تلامذته

إهـــداء

قبل أن أخطَ هذه الكلمات، أحمدُ الله تعالى حمدًا يليق بجلاله وعظيم فضله، فهو الذي أنار الطريق، ويسّر الصعاب، وأعانني على إتمام هذا العمل. فله الحمد أولًا وآخرًا، ظاهرًا

إلى نفسي...

إلى تلك النفس التي خاضت معاركها بصمت، وتحملت لحظات التعب والقلق والتردد، ثم نهضت في كل مرة لتواصل السير. إلى نفسي التي آمنت بأن الأحلام لا تُمنح، بل تُنتزع بالصبر والاجتهاد، أهدي هذا الجهد المتواضع الذي تحمل بين سطوره جزءًا من رحلتي.

إلى أبي العزيز...

السند الذي علّمني أن القوة ليست في عدم السقوط، بل في النهوض بعد كل تعثر. إلى من كان دعمه ووجوده مصدر طمأنينة وأمان، أهديك ثمرةً من ثمار عطائك.

إلى أمي الغالية...

إلى القلب الذي منحني الحب دون مقابل، وإلى الدعوات التي كانت تسبقني في كل خطوة، وإلى اليد التي امتدت لتخفف عني أثقال الحياة، أهديك هذا الإنجاز عرفانًا بجميلك الذي لا توفيه الكلمات.

إلى جدتي الحبيبة...

إلى نبع الحنان والدفء، وإلى الذكريات الجميلة التي تضيء القلب كلما أرهقه التعب، أهديك هذا العمل بكل محبة وامتنان.

إلى إخوتي وأخواتي...

رفقاء العمر وسند الأيام، الذين شاركوني أفراحي وأحزاني، وكانوا دائمًا جزءًا من قوتي وإصراري، أهديكم هذا الإنجاز الذي تحمل شيئًا من محبتكم في كل صفحة.

إلى عائلتي الكريمة...

إلى كل من أحاطني بالمودة والتشجيع والدعاء، وكان له أثر في مسيرتي العلمية والإنسانية، أهديكم هذا العمل تقديرًا ووفاءً.

إلى صديقاتي...

إلى من شاركني تفاصيل الطريق، وخففن عني عناء الرحلة بكلمة طيبة أو موقف صادق، شكرًا لكنّ على ما زرعتنه من أثر جميل في أيامي.

وإلى صديقتيّ العزيزتين **كوثر وهالة**...

إلى من كانت صداقتهما ملاذاً في أوقات التعب، ورفقةً جميلة أضاءت محطات هذه الرحلة، وإلى كل لحظة دعم وتشجيع ومساندة، أهديكما هذا الإنجاز مع خالص المحبة والتقدير.

إلى كل من ساهم من قريب أو بعيد في وصولي إلى هذه المرحلة...

أهدي هذا العمل، راجيةً أن يكون ثمرة علمٍ نافع، وخط

رتاج

إهـــداء

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي وفقني لإتمام هذا العمل

أهدي ثمرة جهدي هذه إلى أغلى الناس على قلبي، **إلى والديّ الكريمين**، اللذين كانا سندي ودعمي طوال مسيرتي الدراسية، حفظهما الله وأطال في عمرهما.

إلى زوجي العزيز، الذي رافقني بدعمه وتشجيعه وصبره.

إلى إخوتي وأفراد عائلتي، وكل من ساندني بكلمة طيبة أو دعاء صادق.

إلى أساتذتي الكرام الذين أناروا لي طريق العلم والمعرفة.

وإلى صديقاتي وزميلاتي، وكل من ساهم من قريب أو بعيد

في إنجاز هذا العمل.

أهديكم جميعًا هذا الجهد المتواضع، راجيةً من الله أن يجعله نافعًا ومباركًا.

أسأل الله ان يجعل هذا التخرج بداية خير لي في حياتي

وان يوفقني لما فيه صلاح ديني ودنياي وان يرزقني القدرة على رد الجميل

لكل من كان له فضل علي

انتصار

الملخص

الملخــص

تهدف هذه الدراسة إلى إجراء تقييم مقارن لستة أصناف من القمح المحلي *(Triticum spp. L)* المزروع في بيئات الواحات الصحراوية وهي Manga, *Megarin, Tazi, Khellouf, Bnt Mbarka, Bassa*؛ وذلك من خلال تتبع صفاتها الشكلية، التشريحية، الفيزيولوجية، والبيوكيميائية لتوصيف التباين الوراثي البيني واستغلالها كمصادر وراثية في برامج التربية والتهجين . تمت التجربة الحقلية تحت ظروف بيئية بمحطة التجارب الميدانية بجامعة الوادي، حيث تمكنا من تطبيق القياسات الميدانية والمخبرية لتتبع الإنبات، والخصائص التشريحية الدقيقة للورقة العلم والساق، بالإضافة إلى تقدير المؤشرات الفسيولوجية والبيوكيميائية للأصناف المدروسة.

أظهرت نتائج تحليل التباين وجود فروق معنوية عالية جداً بين الأصناف المدروسة في كافة المعايير؛ حيث تميز الصنف *Bnt Mbarka* بكفاءة فسيولوجية متفوقة في الحفاظ على الحالة المائية الخلوية وبقدرة عالية على تحويل الأشطاء الخضرية إلى سنابل منتجة، مما يجعله نمط وراثي وراثياً ملائما للمناطق التي تعاني نقصا للماء .وسجل الصنف *Tazi* تراكما في المحتوى البيوكيميائي، محققاً أعلى تركيز من الفينولات الكلية والسكريات الذائبة، مما يعكس كفاءة الآلية الأسموزية. ومن جهة أخرى، أبدى الصنف *Manga* حيوية مبكرة وتفوقاً مطلقاً في سرعة ونسبة الإنبات مصحوباً بأبعاد ثغرية كبيرة، مما يؤهله لتحقيق معدلات تبادل غازي وتمثيل ضوئي مرتفعة في الفترات الملائمة .وفي المقابل، تميز الصنف *Khellouf* بقدرة تفرعية عالية في الاشطاءات الخضرية والسنبلية .وبالرغم من تسجيل الصنفين *Bassa*و *Megarin*لبعض القيم المتوسطة أو المنخفضة في بعض الصفات البنيوية، إلا أنهما يمتلكان خصائص تشريحية مميزة مثل زيادة الكثافة الثغرية وسمك النخاع *pith* البرانشيمي للساق .

تخلص الدراسة إلى أن التباين المورفوفيزيولوجي والتشريحي بين هذه الأصناف يمثل قاعدة بيانات تصنيفية وتطبيقية هامة؛ تتيح لبرامج التحسين الوراثي دمج الصفات التكيفية لاستنباط نمط وراثية جديدة تجمع بين ميزات التحمل والإنتاجية المستدامة .

الكلمات المفتاحية : *Triticum spp*، التنوع الوراثي، التوصيف التشريحي، الكفاءة الفيزيولوجية، الجهاز الثغري، البيوكيميائية، التهجين

Abstract

This study aimed to conduct a comparative evaluation of six local wheat landraces *(Triticum spp. L)* cultivated in Saharan oasis environments, namely: *Manga, Megarin, Tazi, Khellouf, Bnt Mbarka, and Bassa*. The assessment was based on morphological, anatomical, physiological, and biochemical traits in order to characterize inter-varietal genetic variability and explore their potential as valuable genetic resources for breeding and hybridization programs.

The field experiment was carried out under natural environmental conditions at the Experimental Field Station of the University of El Oued. Field and laboratory measurements were performed to monitor seed germination, investigate the anatomical characteristics of the flag leaf and stem, and evaluate physiological and biochemical indicators of the studied landraces.

Analysis of variance revealed highly significant differences among the six wheat landraces for all evaluated traits. The landrace *Bnt Mbarka* exhibited superior physiological performance, characterized by an enhanced ability to maintain cellular water status and a high efficiency in converting vegetative tillers into productive spikes, making it a promising genotype for water-limited environments. The landrace *Tazi* showed remarkable biochemical accumulation, recording the highest concentrations of total phenolic compounds and soluble sugars, reflecting an efficient osmotic adjustment mechanism. In contrast, *Manga* displayed outstanding early vigor, achieving the highest germination rate and germination percentage, accompanied by large stomatal dimensions, which may favor elevated gas exchange and photosynthetic activity under optimal conditions. *Khellouf* was distinguished by its high tillering capacity, producing a greater number of both vegetative and fertile tillers. Although *Bassa and Megarin* exhibited moderate or relatively lower values for some structural traits, they possessed distinctive anatomical characteristics, including higher stomatal density and increased thickness of the parenchymatous stem pith.

The results demonstrate that the morphological, anatomical, physiological, and biochemical variability observed among these local wheat landraces constitutes an important source of genetic diversity. This variability provides a valuable foundation for breeding programs aimed at combining adaptive traits and developing improved genotypes that integrate stress tolerance with sustainable productivity under arid and semi-arid conditions.

Keywords: *Triticum spp*.; genetic diversity; anatomical characterization; physiological efficiency; stomatal apparatus; biochemical traits; hybridization..

الفهرس

الفهرس

شكر وتقديـر.....I

إهـــداء.....II

إهـــداء.....IV

الملخـــص.....VI

(Abstract) ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

الفهرس IX

قائمة الجداول..... XIII

قائمة الوثائق..... XV

قائمة الاختصارات..... XIX

المقدمة:..... 1

الجزء النظري

الفصل الأول: عموميات حول نبات القمح

1- تعريف نبات القمح:..... 5

2- أصل القمح وتطوره الوراثي: 5

3- الأنتشار الجغرافي للقمح في العالم:..... 7

4- التصنيف النباتي لنبات القمح: 7

5-مرفولوجيا نبات القمح: 8

5-1 الجهاز الجذري: 8

5-2 الجهاز الهوائي:..... 8

6- فينولوجيا نبات القمح:..... 10

6-1 الطور الخضري:..... 10

6-2 الطور التكاثري..... 11

7- العوامل المؤثرة في نمو القمح:..... 12

8- الأهمية الاقتصادية والغذائية للقمح: 12

8-1 الإنتاج العالمي للقمح:..... 12

8-2 إنتاج القمح في الجزائر:..... 13

8-3 إنتاج القمح في ولاية الوادي:..... 13

الفصل الثاني: التنوع الحيوي لدى نبات القمح

1- تعريف التنوع الحيوي:..... 16

2- مستويات التنوع الحيوي: 16
3- المجموعات الجينية للنباتات وأهميتها في تحسين القمح: 17
4- أهمية التنوع الحيوي: 17
5- حماية الأصناف النباتية ومعايير توصيفها: 18

الفصل الثالث: الخصائص البيوكيميائية والتشريحية كمحددات للتنوع

تمهيد 20
1- الخصائص البيوكيميائية كمؤشرات للتنوع بين أصناف القمح 20
1-1. أهمية المؤشرات البيوكيميائية في تقييم التنوع 20
1-2. محتوى الكلوروفيل ومؤشر SPAD 20
1-3. السكريات الذائبة الكلية 21
1-4. البرولين كمؤشر بيوكيميائي للإجهاد 21
2- الخصائص التشريحية كمحددات للتنوع بين أصناف القمح 21
2-1. أهمية الصفات التشريحية في دراسة التنوع 21
2-2. تشريح الورقة 21
2-3. الجهاز الثغري 22
2-4. تشريح الساق: 23
2-5. الأهمية التصنيفية للصفات التشريحية: 23
3- التكامل بين الخصائص البيوكيميائية والتشريحية في تفسير التنوع بين الأصناف 23

الجزء التطبيقي

الفصل الأول: المواد والطرق

تمهيد: 27
1-الموقع الجغرافي: 27
2-العوامل الجغرافية لمنطقة وادي سوف: 28
3-المادة النباتية: 28
4-مكان وأطار التجربة: 29
5-التربة المستعملة: 30
6-اختيار البذور: 30
7-عملية الزرع والتصميم التجريبي: 30
8-التسميد والري: 31
9-المعايير المدروسة: 32

9-1 معايير الفيزيولوجية:..... 32
9-2 المعاييرالبيو كيميائية:..... 32
9-3 معايير المورفولوجية: 36
9-4 المعاييرالتشريحية: 36

الفصل الثاني: النتائج والمناقشة

1-المعايير الفيزيولوجية: 41
1-1 نسبة الأنبات:..... 41
1-2 محتوى النسبي المائي:..... 42
1-3 كفاءة الصبغات اليخضورية مؤشر SPAD:..... 43
2- المعاييرالبيو كيميائية:..... 44
2-1 محتوى كربوهيدراتي الكلي (السكريات .النشويات) 44
2-2 محتوى الفينولي الكلي ومضادات أكسدة:..... 44
3- معايير المورفو تشريحية:..... 46
3-1 الصفات المورفوتشريحية:..... 46
3-2 ديناميكية الأشطاء: 51
4- طول النبات:..... 53
5- التراص:..... 54
6- تقييم الصفات التشريحية والمورفولوجية حسب مؤشرات UPOV للتنوع عند اصناف القمح:..... 54
الخلاصة العامة..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
قائمة المراجع..... 61
الملاحــق 73

قائمة الجداول

قائمة الجداول

الجدول(01): التصنيف النباتي العام للقمح 8
الجدول (02): أسماء الأصناف الستة المدروسة..... 29
الجدول(03): يمثل نسبة الأنبات بالأيام..... 41
الجدول (04): كثافة الثغور للورقة عند الاصناف 50
الجدول(05): يمثل صفة التراص عند الأصناف الستة..... 54
الجدول (06) تقييم الصفات التشريحية والمورفولوجية حسب مؤشرات UPOV للتنوع:..... 55

قائمة الوثائق

قائمة الوثائق

الوثيقة (01): صورة حقيقية لنبات القمح 5

الوثيقة (02):خريطة توضح أصل القمح ومناطق انتشاره *(Bonjean،A 2001)* 6

الوثيقة (03): الخصائص الوراثية للأصناف المدروسة..... 7

الوثيقة (04): البنية التشريحية لحبة القمح والنسبة النسبية لأنسجة الحبة الرئيسية 10

الوثيقة (05): دورة حياة نبات القمح (*Henry et DE Buyser, 2000*)..... 12

الوثيقة (06): موقع ولاية وادي سوف في الجزائر (Souid & Khossa, 2025)..... 28

الوثيقة (07): موقع التجربة..... 29

الوثيقة (08): مراحل أنتقاء واختيارعينات البذور المعتمدة في الدراسة 30

الوثيقة(09): مخطط لتصميم التجربة..... 31

الوثيقة(10): طريقة الري المستعملة..... 31

الوثيقة (11): جهاز SPAD-502..... 33

الوثيقة (12): التغير اللوني في تقدير السكريات..... 34

الوثيقة(13): المنحنى القياسي للغلوكوز 34

الوثيقة(14): المرحلة اللونية لتقدير الفينول 35

الوثيقة(15): منحنى القياسي للغاليك..... 36

الوثيقة(16): جهاز (Portable Area Meter)..... 37

الوثيقة(17) الثغور تحت المجهر الضوئي الرقمي عند تكبير (10×100)..... 38

الوثيقة (18) سمك الورقة تحت المجهرالضوئي الرقمي عند تكبير (40×100)..... 39

الوثيقة(19): المقطع العرضي للساق بالمجهر الضوئي الرقمي بتكبير (10×100)..... 39

الوثيقة (20):نتائج المحتوى النسبي المائي لأصناف القمح الستة..... 42

الوثيقة (21): نتائج مؤشر SPAD 43

الوثيقة(22):تقدير الكربوهبدرات الكليه للاصناف الستة المدروسة..... 44

الوثيقة(23): تقدير الفينول الكلي للاصناف الستة المدروسة..... 45

الوثيقة(24): سمك الورقة لنبات القمح لستة أصناف..... 46

الوثيقة(25): نتائج مساحة الورقة لأصناف الستة المدروسة..... 47

الوثيقة(26): أبعاد الثغور للأصناف نبات القمح الستة..... 48

الوثيقة(27): أبعاد الثغور بالمجهر الضوئي الرقمي بتكبير 100*40 49

الوثيقة(28): مرحلتي الأشطاء السنبلي والخضري لدى ستة أصناف 51

الوثيقة(29): نسبة التحول من الأشطاء الخضري للسنبلي لدى الأصناف 52

قائمة الاختصارات

قائمة الاختصارات

- **GP1**:المجموعة الجينية الأولية
- **GP2**: المجموعة الجينية الثانوية
- **GP3**: المجموعة الجينية الثالثة
- **GP4**: المجموعة الجينية الرابعة
- **gm**: ناقلية Mesophyll Conductance
- **gs**:Stomatal Conductance
- **WUE**:كفاءة إستخدام الماء
- **A**:معدل التمثيل الضوئي
- **E**:معدل النتح الفعلي
- **Hp:**طول النبات
- **Epi:**طول السنبلة
- **Lp:**طول السفاه
- **RD:**التراص
- **Ns:**عدد السنيبلات
- **PF:** الوزن الطازج
- **PT:**الوزن التشبع
- **PS:**الوزن الجاف
- **RWC:**محتوى النسبي المائي
- **OD:**كثافة الضوئية
- **FAOSTAT**
- **FAO**

المقدمة

المقدمة:

يعتبر القمح (*Triticum spp*.L) أحد الركائز الاستراتيجية المحورية في منظومة الأمن الغذائي العالمي والوطني، والمصدر الرئيسي للطاقة والبروتين لنسبة كبييرة من سكان. وفي ظل التحديات المناخية الراهنة المتمثلة في تزايد حدة الجفاف، وتذبذب معدلات الأمطار، والارتفاع المحسوس في درجات الحرارة، باتت استدامة إنتاجية هذا المحصول تواجه ضغوطا بيئية وبيولوجية متزايدة، لا سيما في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تتميز بنظم بيئية قاسية وظروف إجهاد متعددة ومتداخلة.

أمام هذه التحديات، أصبح الاعتماد على أصناف محدودة وغير متأقلمة مع البيئات المحلية خيارا غير كاف لضمان الاستقرار الإنتاجي، مما دفع بالبحث العلمي الزراعي نحو تثمين وتقييم الموارد الوراثية المتاحة، والبحث عن النمط الوراثية التي تمتلك مرونة تكيفية كافية. إن التنوع الأصنافي الكامن في القمح يمثل مستودعا وراثيا زاخرا بالآليات الدفاعية، غير أن استغلال هذا التنوع بفعالية يتطلب الانتقال من التقييم المظهري الخارجي التقليدي إلى الفهم البنيوي والوظيفي العميق لكيفية استجابة الأصناف وتمايزها على المستويات الفيزيولوجية، التشريحية، والبيوكيميائية.

لذلك تم اللجوء لدراسات تساهم في تسليط الضوء على الخصائص التي تساعدنا في المقارنة وتحديد التفاوت بين الأصناف المحلية عبر تتبع تباينها الوراثي والوظيفي من مرحلة الإنبات وحتى مرحلة تشكل السنبلة والمردود .وتكمن أهمية هذا العمل في تبني منهجية تكاملية تربط بين الخصائص المورفوتشريحية الدقيقة للورقة العلم والساق والجهاز الثغري، وبين الكفاءة الأيضية والبيوكيميائية المتمثلة في الصبغات اليخضورية، وتوازن الحالة المائية الخلوية، وتخليق المركبات الفينولية والكربوهيدراتية .

بناء على ذلك، تتمحور **الإشكالية الرئيسية** لهذا البحث حول السؤال التالي: كيف يمكن للاختلافات البنيوية والتشريحية الداخلية والبيوكيميائية أن تسهم في تفسير وتقييم التنوع بين أصناف القمح تبعا لكفاءتها التكيفية؟

وللإجابة على هذه الإشكالية قمنا بدراسة وتقييم بعض الخصائص المورفولوجية والتشريحية والبيوكيميائية لتثمين التنوع الوراثي لدى أصناف القمح *(Triticum spp. L)*، لتحقيق الأهداف التالية:

1. دراسة الخصائص التشريحية الدقيقة للورقة العلم وساق النبات، وتوصيف وكثافة الجهاز الثغري .
2. تقدير المحتوى البيوكيميائي من صبغات الكلوروفيل، الكربوهيدرات الكلية، والمركبات الفينولية كمؤشرات على الكفاءة التمثيلية للأصناف .

3. ربط ومكاملة هذه المؤشرات التشريحية والأيضية مع صفات النمو الخضري وتطور الأشطاء وتراص السنابل لتوفير بيانات توصيفية متكاملة تسهم في تثمين هذا التنوع .

جاءت هذه الدراسة في جزأين متكاملين: يتناول الجزء النظري في فصله الأول دراسة عامة حول نبات القمح وتصنيفه ووصفه المورفولوجي ودورة حياته ومراحل نموه، وخصص فصله الثاني لاستعراض التنوع الحيوي بينما في الفصل الثالث مؤشرات تنوع الأصناف من خلال الخصائص البيوكيميائية والتشريحية للقمح. أما الجزء التطبيقي فيعرض في فصله الأول المواد والوسائل والطرق المنهجية المتبعة، ويقدم في فصله الثاني النتائج ومناقشتها مقارنة بالدراسات العلمية السابقة، ليختتم الدراسة بخلاصة عامة تستخلص التوصيات وآفاق البحث المستقبلي.

الجزء النظري

الفصل الأول: عموميات حول نبات القمح

1- تعريف نبات القمح:

يعد القمح أحد أهم المحاصيل الاستراتيجية في العالم، وينتمي تصنيفياً إلى جنس *Triticum*، وهو الاسم العلمي المعتمد في نظام التسمية الثنائية الذي وضعه العالم السويدي *Carl Linnaeus*. وتعود الأصول اللغوية لمصطلح *"Triticum"* إلى الكلمة اللاتينية *triturare* أو *terere* والتي تعني حرفياً "يَدْرُس" أو "يَطْحن"؛ في إشارة تاريخية مأخوذة من عملية دِراس السنابل وفصل الحبوب عن القش في البيادر، ليعكس الاسم بذلك الطبيعة الاستهلاكية والزراعية لهذا الجنس النباتي منذ القدم (Feldman, 2001).

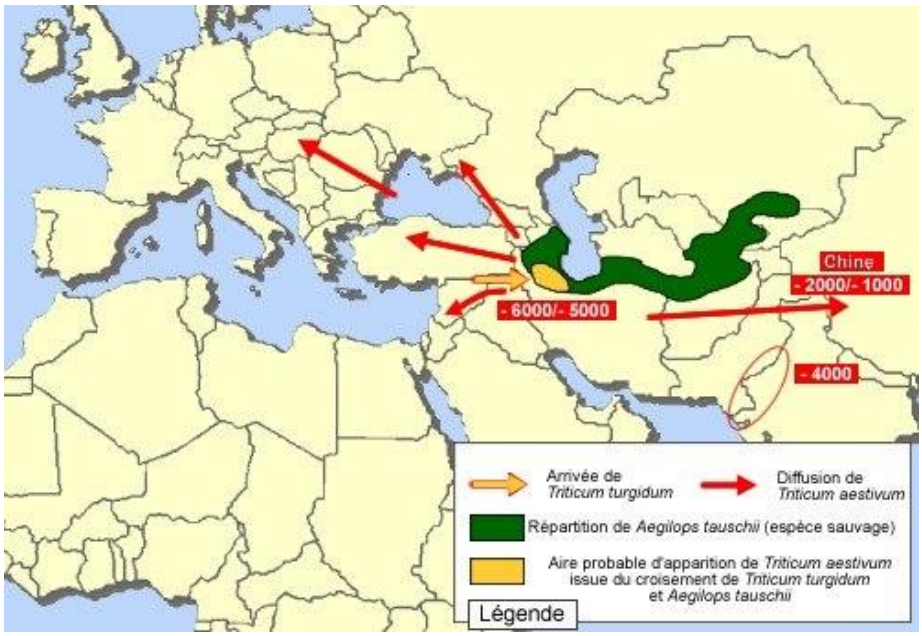
ويعد القمح *(Triticum spp. L)* من أهم المحاصيل الحبوبية الاستراتيجية في العالم، فهو نبات عشبي حولي أحادي الفلقة ينتمي إلى العائلة النجيلية *(Poaceae)*، ويتراوح طول ساقه بين 0.6 و1.5 م، كما تتجمع حبوبه في سنابل مركبة، ويستهلك غالبا في صورة دقيق نظرا لغنى حبوبه بالنشا والبروتينات الاحتياطية *(Feldman & Levy, 2012 ،Shewry, 2009)*.

ومن بين أصناف ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة يبرز كل من القمح الصلب *Triticum durum* والقمح اللين *Triticum aestivum*؛ إذ يتميز القمح الصلب بحبوبه الزجاجية وارتفاع محتواه من الغلوتين، مما يجعله الأنسب لصناعة المعجنات والمكرونة، في حين يمتاز القمح اللين بحبوبه ذات اللون الباهت وأندوسبيرمه النشوي الأبيض ومحتواه المعتدل من الغلوتين، لذلك يعد الأكثر انتشارا في الزراعة والأوسع استخداما في صناعة الطحين والخبز عالميا *(Dubcovsky & Dvorak, 2007 ،Shewry & Hey, 2015)*.

الوثيقة (01): صورة حقيقية لنبات القمح

2- أصل القمح وتطوره الوراثي:

يُعد القمح من أهم المحاصـــيل الغذائية التي اعتمد عليها الإنســـان منذ القدم، حيث بدأت زراعته منذ حوالي 7000–10000 سنة في منطقة الهلال الخصيب الممتدة بين جنوب شرق تركيا وشرق العراق وغرب إيران (*Williams & Croston, 1981; Sam et al., 2004*).



الوثيقة (02):خريطة توضح أصل القمح ومناطق انتشاره *(Bonjean،A 2001)*

ويعتبر القمح *Triticum monococcum* أول أنواع القمح التي تمت زراعتها، وهو نبات ثنائي الصيغة الصبغية يحتوي على مجموعتين من الكروموسومات (2n=2x=14)*(Sam et al., 2004)*.

وقد تطورت أنواع القمح عبر الزمن نتيجة تأثير الانتقاء الطبيعي والتدخل البشري، مما أدى إلى ظهور مجموعات وراثية مختلفة صُنفت حسب عدد الكروموسومات إلى:

- المجموعة الثنائية (Diploides, 2n=2x=14, AA): وتضم أنواعًا مثل *Triticum monococcum* ، *Triticum aegilopoides* ويسمى أيضا *Triticum boeoticum*

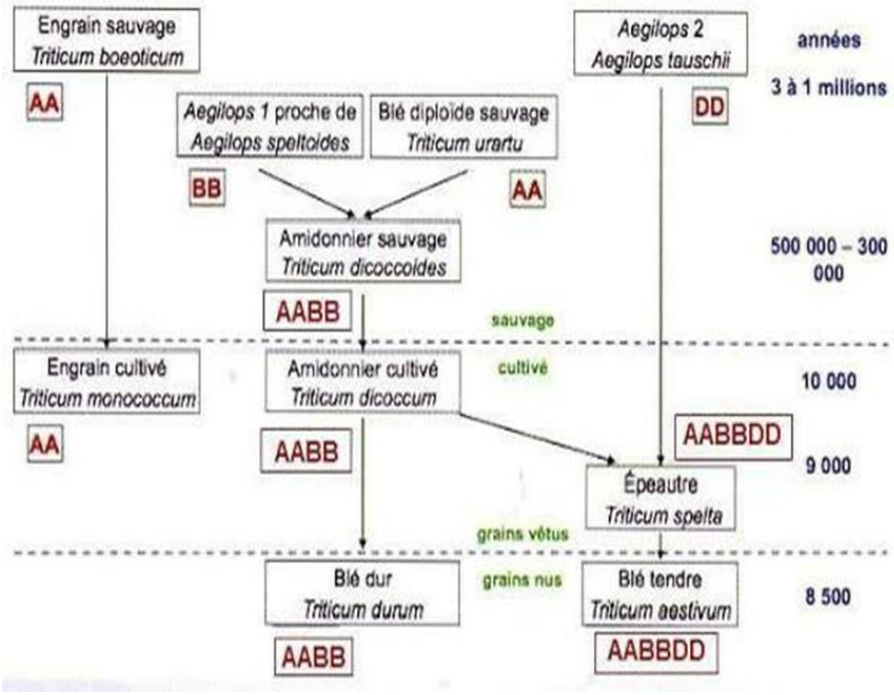
هي الأصل الوراثي والمصدر الأساسي للمجموعة الكروموسومية (A) في كل أنواع القمح اللاحقة

- المجموعة الرباعية (Tetraploides, 2n=4x=28, AABB): وتشمل أنواعًا مثل *Triticum dicoccoides* (*Triticum dicoccum*) و*Triticum durum*

ناتجة عن تهجين طبيعي قديم بين قمح ثنائي (AA) وصنف بري من جنس *Aegilops* يحمل المجموعة (BB).

- المجموعة السداسية (Hexaploides, 2n=6x=42, AABBDD): وتشمل أنواعًا مثل *Triticum compactum* ، *Triticum spelta* والنوع *Triticum aestivum*

ناتجة عن تهجين قمح رباعي *Triticum dicoccum* (AABB) مع العشب البري *Aegilops tauschii* الذي قدم المجموعة(DD) *(Feillet, 2000; Mackey, 1966; MacFadden & Sears, 1946)*



الوثيقة (03): الخصائص الوراثية للأصناف المدروسة

(http://www.newhallmill.org.uk/wht-evol.htm)

كما تشـير المصـادر التاريخية إلى أن القمح كان من أوائل المحاصـيل التي عرفها الإنسـان وقام بزراعتها، حيث وُثقت زراعته في وادي النيل بمصـر، وظهرت صـوره ورسـوماته على جدران المعابد والمقابر المصرية القديمة التي تعود إلى حوالي 4500 سنة قبل الميلاد (*Hamed, 1979*).

3- الأنتشار الجغرافي للقمح في العالم:

بعد تدجينه في منطقة الهلال الخصيب، انتشر القمح تدريجيا عبر مسارات التجارة والهجرة البشرية ليصبح اليوم أحد أوسع المحاصيل الزراعية انتشاراً على وجه الأرض، إذ يزرع في جميع القارات باستثناء المناطق الاستوائية الرطبة التي تتسم بارتفاع درجات الحرارة وغزارة الأمطار *(Feldman & Levy, 2012)*.

ويمتد نطاق زراعته من خطوط العرض 30° إلى 60° شمالاً، وبدرجة أقل في نصف الكرة الجنوبي، حيث تهيمن على الإنتاج العالمي دول كالصـين، والهند، وروسـيا، والولايات المتحدة الأمريكية، وكندا، وفرنسـا، وأستراليا *(FAOSTAT, 2022)*. كما يُزرع القمح في منطقة البحر الأبيض المتوسط وشمال أفريقيا في ظروف مناخية شبه جافة تلائم بصفة خاصة القمح الصلب *Triticum durum* *(Braun et al., 2010)*.

4- التصنيف النباتي لنبات القمح:

القمح نبـات أحـادي الفلقـة وينتمي إلى مجموعـة الحبوب ذات القش، والتي تتميز بخصـائص مورفولوجيا معينة.

الجدول(01): التصنيف النباتي العام للقمح (كيال ح.،1979)

شعبة:النباتات الزهرية	Embranchement:Spermphytes
تحت شعبة:كاسيات البذور	Sous Embranchement:Angiospermes
صف:أحادية الفلقة	Classe:Monocotyledones
الرتبة: القنيبعات	Sul Ordre:Glumiflorales
رتبة: النجليات	Ordre:Poales
عائلة:النجليات	Famille:Poaceae
الجنس:القمح	Genre:*Triticum*

5-مرفولوجيا نبات القمح:

يُعد القمح نباتا عشبيا من الفصيلة النجيلية *(Poaceae)*، يتألف من منظومتين عضويتين متكاملتين: جهاز جذري تحت أرضي، وجهاز هوائي يضم الساق والأوراق والجهاز التكاثري المتمثل في السنبلة والحبوب. وتشكل هذه المكونات مجتمعة الأساس الذي تبنى عليه دراسة الصفات المورفولوجية للنبات وتمييز أصنافه *(Bednarek, 2013)*.

5-1 الجهاز الجذري:

يتشكّل الجهاز الجذري للقمح من نظامين جذريين يتعاقبان وظيفيا خلال دورة حياة النبات. يتمثل النظام الأول في الجذور الجنينية أو الأولية، وعددها بين 3 و5 جذور تظهر متزامنة عند الإنبات وتتولى تغذية البادرة في مراحلها الأولى (*Morot-Gaudry et al., 2006*). أما النظام الثاني فيتمثل في الجذور العرضية أو الجذور التاجية التي تنشأ من عقد قاعدة الساق عند منطقة التفريع، وتتطور تدريجيا لتصبح النظام الجذري الرئيسي المسؤول عن امتصاص الماء والعناصر المعدنية طوال بقية دورة النمو، في حين يتراجع دور الجذور الأولية دون أن تختفي كليا (*Hamadache, 2001 & Morot-Gaudry et al., 2006*).

ويتسم الجهاز الجذري للقمح بطابعه الليفي الذي يعظم مساحة الامتصاص، وتتوزع كتلته الجذرية بصورة غير متجانسة في التربة، إذ تتمركز نسبة تفوق 70% منها في الطبقة السطحية الأولى (0–30 سم)، مع قدرة على النفاذ إلى أعماق تتجاوز المتر الواحد في التربة العميقة جيدة التهوية (*Gregory et al., 1992*).

5-2 الجهاز الهوائي:

- **الساق:**

تتخذ ساق نبات القمح شكلا أسطوانيا قائما تعرف بالقصبة، وتتألف من سلسلة من العقد تتخللها سلاميات مجوفة. وتحتل العقد أهمية بالغة كونها مناطق مرستيمية تنشأ منها الأوراق وتنطلق منها عمليات استطالة السلاميات خلال مراحل النمو المتعاقبة *(Moule, 1971)*. وينمو من قاعدة الساق الرئيسية سيقان

ثانوية تعرف بالأشطاء، تنشأ من منطقة تشريحية متخصصة تُسمى منطقة التفرع، وتسهم هذه الأشطاء في تحديد عدد السنابل وبالتالي في الإنتاجية النهائية للنبات.*(Saada et al., 2017)*

- **الأوراق:**

تتسم أوراق القمح بأنها بسيطة ومتعاقبة الترتيب، تنتظم في صفين متقابلين على طول الساق. وتتكون كل ورقة من جزأين رئيسيين متمايزين: الغمد السفلي الذي يلتف حول السلامية المقابلة ويؤدي دورا في دعمها ميكانيكيا، والنصل الذي يمثل الجزء المسطح المكشوف الذي يضطلع بوظيفة التمثيل الضوئي بصورة رئيسية .*(Freitas,2012)*وعند نقطة التقاء الغمد بالنصل توجد بنية غشائية رقيقة لا وعائية تُعرف باللسين (*Ligule*)، تعمل على حماية منطقة الاتصال بين الجزأين وتمنع تسرب الماء والمواد الغريبة إلى داخل الغمد *(Moule, 1971).*

- **السنبلة والسنيبلات:**

تمثل السنبلة النورة الزهرية لنبات القمح، وتتشكل من محور رئيسي يعرف بالمحور، يحمل على جانبيه سنيبلات مرتبة بانتظام .*(Maamri, 2011)* وتعد السنيبلة الوحدة المورفولوجية الأساسية في تركيب السنبلة، إذ تحتوي على عدة أزهار تحيط بكل منها قنابتان واقيتان تعرفان بالغليمتين، فيما تكسى كل زهرة بزوج من الغليمات الصغيرة *(glumelles)* التي تؤدي دورا وقائيا للأعضاء التكاثرية الداخلية *(Benderradji, 2013).*وتجدر الإشارة إلى أن ليس كل أزهار السنيبلة تبلغ مرحلة النضج، إذ تتطور منها فقط تلك التي تُخصب بنجاح لتكوّن الحبوب النهائية.*(Hamadache, 2001)*

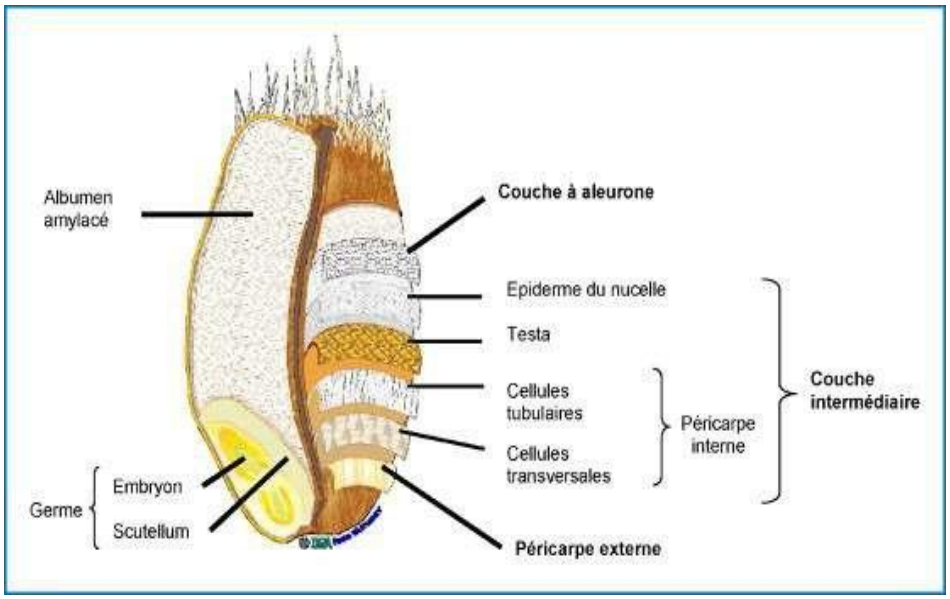
- **الحبة (القمح):**

تصنف حبة القمح من الناحية المرفولوجية باعتبارها ثمرة جافة غير متفتحة من نوع البرة *(Caryopsis)*، تتميز بالتحام جدار الثمرة مع غلاف البذرة التحاما تاما (*Belaid, 1996*). وتتألف الحبة من ثلاثة أقسام رئيسية متمايزة وظيفيا وتشريحيا:

يمثل الأندوسبيرم الكتلة الغذائية الكبرى في الحبة إذ يشكل ما بين 80 و85% من وزنها الجاف، ويختزن حبيبات النشاء والبروتينات الاحتياطية كالغليادين والغلوتينين اللذين يحددان الخصائص الريولوجية للدقيق *(Feillet, 2000)*.

أما الجنين فيمثل الجزء الحي من الحبة، ويحتوي على الأعضاء الجنينية الأولية للنبات الجديد، ويُعد مستودعا غنيا بالدهون والفيتامينات والإنزيمات الضرورية لانطلاق عملية الإنبات *(Feillet, 2000)*.

وتتكون الأغلفة الخارجية من طبقات نسيجية متعددة تشمل غلاف البذرة وجدار الثمرة وطبقة الألورون، وتتميز هذه الطبقات بغناها بالألياف الغذائية والمواد المعدنية والمركبات الفينولية، وهي المكون الرئيسي للنخالة الناتجة عن عملية الطحن (*Barron et al., 2012*).



الوثيقة (04): البنية التشريحية لحبة القمح والنسبة النسبية لأنسجة الحبة الرئيسية

*(Surget, A. **et** Barron, C. (2005)*

6- فينولوجيا نبات القمح:

1-6 الطور الخضري:

يمثل الطور الخضـري المرحلة الأولى من دورة حياة نبات القمح، ويمتد من البذرة حتى نهاية مرحلة الإشطاء، ويتسم بالنمو الخضري التدريجي للأعضاء الخضرية كالجذور والأوراق دون الشروع في تكوين الأعضاء التكاثرية *(Soltner, 2005)*.

1-1-6 مرحلة الإنبات والبزوغ

يُعرف الإنبات بأنه انتقال البذرة من حالة السـكون البيولوجي إلى حالة النشـاط الحيوي الفعلي إثر امتصـاصـها للماء وتوفر الظروف الملائمة من حرارة وتهوية *(Chabi et al., 1992)*. وخلال هذه المرحلة ينمو غمذ الجذير (*Coleorhiza*) التي تُعطي الجذور البذرية الأولى، بينما تخترق غمد الورقة (*Coleoptile*) طبقات التربة ليحمي الورقة الأولى حتى بلوغها السـطح. وتُعد مرحلة البزوغ مكتملة عندما تبرز الورقة الأولى فوق سطح التربة وتصبح أغلب خطوط الزراعة مرئية (*Soltner, 2005 ; Gate, 1995*).

2-1-6 مرحلة الأشطاء

تنطلق مرحلة الإشـطاء حين يمتلك النبات ما بين ثلاث وأربع أوراق حقيقية، إذ يظهر الفرع الأولي من إبط الورقة الأقدم على السـاق الرئيسـية، ثم تتشـكل تباعاً الإشـطاءات الأولية والثانوية من البراعم الإبطية *(Gate & Giban, 2003)*. وتتميز هذه المرحلة بظهور جذور إكليلية جديدة وتضـاعف عدد السـيقان تدريجياً مع تشـكّل هضـبة التفريع (*Chikhi, 1992*). وتنتهي هذه المرحلة بتحول القمة النامية من إنتاج الأعضاء الخضرية إلى الشروع في تكوين البدايات الزهرية (*Gate & Giban, 2003*).

2-6 الطور التكاثري

يبدأ الطور التكاثري بتحول القمة النامية نحو تكوين الأعضاء الزهرية، ويتميز بتشكّل السنبلة ونموها وصولا إلى نضج الحبوب (*Soltner, 2005*).

1-2-6 مرحلة الأستطالة:

تنطلق هذه المرحلة باستطالة السلاميات وارتفاع الساق الرئيسية وعدد من الأشطاء الفعّالة، ويتسارع خلالها نمو النبات وتتراكم الكتلة الجافة بوتيرة مرتفعة (*Belaid, 1996*). وتنتهي هذه المرحلة بخروج السنبلة من غمد الورقة الأخيرة إيذانا ببدء مرحلة التسنبل (*Clément-Grandcourt & Prat, 1971*).

2-2-6 مرحلة التسنبل والأزهار:

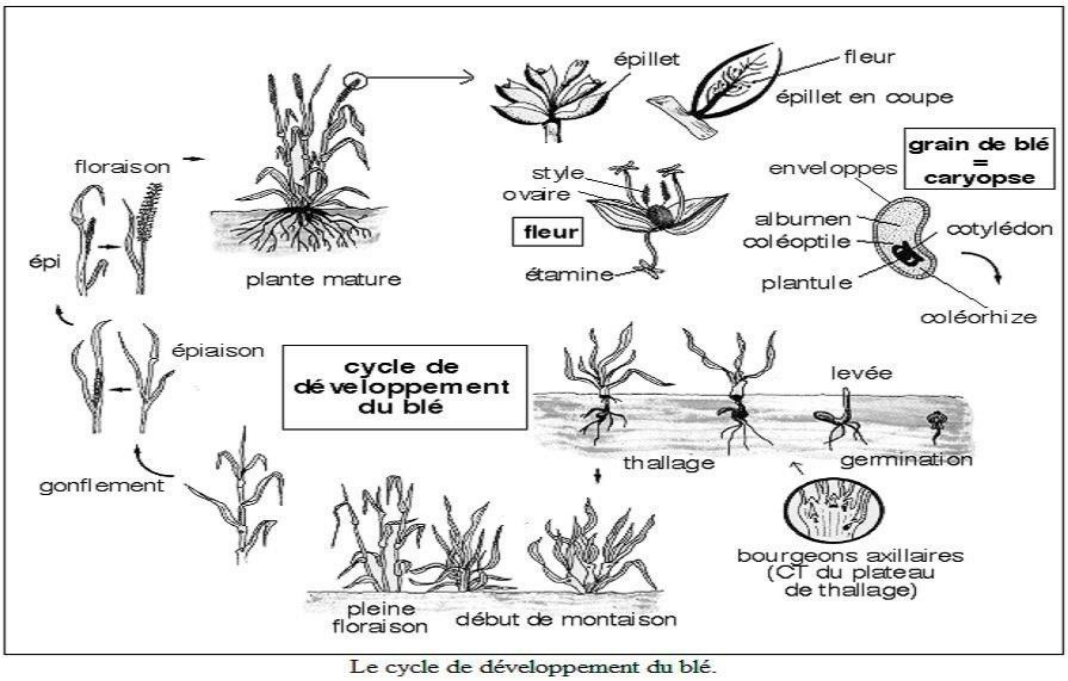
تمثل هذه المرحلة ذروة النشـــاط الحيوي للنبات، حيث تخرج الســـنبلة كاملة من غمد الورقة العلم وتكتمل الأعضـــاء الزهرية لتحدث عملية الإخصـــاب. ويتحدد خلال هذه المرحلة العدد النهائي للحبوب في السنبلة، الذي يتأثر بمستوى التغذية المعدنية وكفاءة عمليات النتح (*Soltner, 2005*).

3-2-6 مرحلة أمتلاء الحبوب:

تتميز هذه المرحلة بالتراكم التدريجي للمواد الاحتياطية داخل الحبوب التي تبقى في بدايتها طرية خضــراء اللون فيما يعرف بطور الحبة اللبنية، ثم تنتقل تدريجيا نحو الطور العجيني مع زيادة تصــلّب محتواها (*Chabi et al., 1992*).

4-2-6 مرحلة نضج الحبوب:

تُختتم دورة حياة النبات بمرحلة النضج الكامل، حيث تتوقف إضافة المواد الاحتياطية كالنشاء والبروتين وتفقد الحبوب رطوبتها تدريجيا لتصبح صلبة وتكتسب اللون الأصفر الذهبي المميز للنضج التام (*Belaid, 1996 ; Boufnar-Zaghoune & Zaghouane, 2006*).



Le cycle de développement du blé.

الوثيقة (05): دورة حياة نبات القمح (*Henry et DE Buyser, 2000*).

7- العوامل المؤثرة في نمو القمح:

لا ينمو نبات القمح في فراغ معزول، بل تتضـــافر جملة من العوامل البيئية والزراعية في تشـــكيل مســـاره النمائي منذ الإنبات حتى النضـــج. ففي المراحل الأولى، تتحكم عوامل تربوية كدرجة الحرارة والرطوبة والتهوية في نجاح عملية الإنبات والبزوغ (*Eliard, 1979*)، في حين تتوقف شدة الإشطاء وغزارته على طبيعة الصـنف المزروع وكثافة البذر ومسـتوى التغذية الآزوتية المتاحة (Chikhi, 1992). أما الانتقال من الطور الخضـري إلى الطور التكاثري فيخضـع لتأثير مزدوج تمارسـه الفترة الضـوئية من جهة، وظاهرة الارتباع الحراري من جهة أخرى (Gate, 1995). وعلى صـــعيد الإنتاجية، يظل العدد النهائي للحبوب في السـنبلة رهينا بمسـتوى التغذية المعدنية وكفاءة النتح خلال مرحلة التسـنبل والإزهار (Soltner, 2005)، فيما تتباين احتياجات النبات من الماء والعناصر المعدنية تباينا ملحوظا بحسب كل مرحلة من مراحل النمو (Gate et *al.*, 1997).

8- الأهمية الاقتصادية والغذائية للقمح:

8-1 الإنتاج العالمي للقمح:

يحتل القمح مكانة اسـتراتيجية لا نظير لها بين محاصـيل الحبوب، إذ يُعد من أعرق المحاصـيل التي ارتبط بها الإنسـان زراعة وغذاء عبر آلاف السـنين (FAO, 2018). وتكشـف الأرقام عن ثقل هذا المحصـول في المنظومة الغذائية العالمية، فهو يُمد العالم بنحو 55% من احتياجاته من الكربوهيدرات وما يقارب 20% من سعراته الحرارية اليومية، ويشـغل حوالي 17% من المسـاحات الزراعية الكلية، فيما يعتمد عليه أكثر من ملياري شخص في تأمين غذائهم الأساسي، أي ما يعادل 40% من سكان المعمورة (Gill, 2004).

ويحتل القمح المرتبة الثالثة عالميا من حيث الإنتاج والمساحة المزروعة بعد الذرة والأرز، بإنتاج سنوي يُقدر بنحو 750 مليون طن، يتحول معظمه إلى منتجات غذائية أساسية كالخبز والمعكرونة والبسكويت (FAOSTAT, 2022). وعلى الصعيد التجاري، يُشكّل القمح سلعة زراعية ذات ثقل استراتيجي في الأسواق الدولية، إذ يبلغ حجم تجارته العالمية نحو 200 مليون طن سنويا بقيمة تتجاوز 40 مليار دولار، مع توقعات بارتفاع الطلب العالمي عليه في السنوات القادمة تحت وطأة النمو السكاني المتسارع، مما يستدعي تطوير أصناف أعلى إنتاجية وأكثر تكيفا مع التغيرات المناخية (International Grains Council, 2022 ; FAO, 2018).

2-8 إنتاج القمح في الجزائر:

لا يختلف الوضع في الجزائر عن السياق العالمي من حيث مركزية القمح في المنظومة الغذائية، بل يزيد عليه بثقل اجتماعي وثقافي راسخ؛ فالخبز والسميد والعجائن ركائز لا تقبل الاستغناء في المائدة الجزائرية (Banque Mondiale, 2021). وتُخصَّص لزراعة الحبوب مساحة تبلغ نحو 3.3 مليون هكتار سنويا، منها 1.5 مليون هكتار للقمح الصلب و600 ألف هكتار للقمح اللين، في ظل استهلاك فردي يبلغ نحو 600 غرام يومياً، وهو من أعلى معدلات الاستهلاك في العالم (Abis, 2012).

غير أن الإنتاج المحلي لم يستطع حتى الآن مجاراة هذا الطلب المتصاعد؛ إذ لم يتجاوز الإنتاج الإجمالي للحبوب حاجز 34 مليون قنطار سنة 2017، مما يكشف عن فجوة حقيقية بين العرض والطلب تجعل الجزائر في مصاف أكبر مستوردي القمح في العالم، بواردات سنوية تتراوح بين 6 و7 ملايين طن، يستأثر القمح اللين بنحو 80% منها (Zettal, 2017 ; Ferhat & Chehat, 2020).

وتتشابك وراء هذا العجز أسباب متعددة الأبعاد؛ فمن الناحية الطبيعية يُعاني القطاع من تذبذب التساقطات المطرية وعدم استقرار المناخ، ومن الناحية التقنية تُثقله إشكاليات ضعف تحضير التربة وشُح الأسمدة ومحدودية الري والخسائر خلال الحصاد (Bourihane & Mekkaoui, 2013 ; Dali et *al.*, 2010 ; ITGC, 2015). يُضاف إلى ذلك عوائق هيكلية كتشتت الملكيات الزراعية وارتفاع تكاليف الإنتاج وضعف البنية التحتية للتخزين والنقل، وهي عوائق تحول دون بلوغ الاكتفاء الذاتي رغم الجهود المبذولة (Abdouche, 2000 ; Moula et *al.*, 2010).

3-8 إنتاج القمح في ولاية الوادي:

تُعدّ ولاية الوادي من المناطق الزراعية ذات الطابع الصحراوي التي تشهد توسعا ملحوظا في زراعة القمح خلال السنوات الأخيرة. وتكشف بيانات مديرية المصالح الفلاحية لولاية الوادي عن تطور لافت في هذا القطاع خلال الفترة الممتدة بين 2021 و2025، إذ ارتفعت المساحة المزروعة من 6881 هكتار سنة 2021 إلى 7662 هكتار سنة 2025، مسجلة بذلك زيادة تدريجية تعكس توجها واضحا نحو توسيع رقعة الإنتاج (DSA El Oued, 2025).

غير أن الإنتاج لم يسر بالوتيرة ذاتها، إذ شهد تذبذبا ملحوظا من سنة إلى أخرى؛ فقد بلغ 233 760 قنطارا سنة 2021 بمردود 33,97 قنطار/هكتار، قبل أن يتراجع بشكل حاد إلى 107 861 قنطارا سنة 2022 بمردود لم يتجاوز 19,83 قنطار/هكتار، ويعزى هذا التراجع في الغالب إلى الظروف المناخية غير الملائمة وتذبذب التساقطات. ثم عاد الإنتاج للارتفاع التدريجي ليبلغ ذروته سنة 2024 بـ 342 289 قنطارا ومردود قياسي بلغ 48,60 قنطار/هكتار، قبل أن ينخفض نسبيا سنة 2025 إلى 217 130 قنطارا بمردود 28,34 قنطار/هكتار (DSA El Oued, 2025).

ويتضح من هذه المعطيات أن إنتاجية القمح في ولاية الوادي ترتبط طرديًا بكثافة النشاط الزراعي وكفاءته لا بالمساحات الطردية المزروعة؛ الأمر الذي يستدعي تبني استراتيجيات هيكلية مستدامة، أبرزها تحديث نظم الري واستزراع أصناف أكثر ملاءمة للخصوصية البيئية للمنطقة.

الفصل الثاني: التشوع الحيوي لدى نبات القمح

1- تعريف التنوع الحيوي:

يُعدّ التنوع الحيوي (Biodiversity) من أكثر المفاهيم البيئية حضورا في الأبحاث العلمية المعاصرة، نظرا لما يؤديه من أدوار محورية في استدامة النظم البيئية وضمان توازنها، فضلا عن انعكاساته المباشرة وغير المباشرة على حياة الإنسان (الشاطر والعبد، 2023). ويشمل هذا المفهوم في أوسع تعريفاته جميع الكائنات الحية من نباتات وحيوانات وكائنات دقيقة، إضافة إلى التباين الوراثي الكامن داخل هذه الكائنات وبينها (Ramade, 1993). وقد ظهر مصطلح التنوع الحيوي لأول مرة في أدبيات Lovejoy سنة 1980، قبل أن يُعمَّم استخدامه في منشورات Wilson سنة 1988، في حين كان Rosen قد اعتمده سنة 1985 خلال التحضير للندوة الوطنية للتنوع الحيوي في الولايات المتحدة الأمريكية (Lévêque & Mounolou, 2001). وعلى الصعيد الدولي الرسمي، عرّفت اتفاقية التنوع البيولوجي هذا المفهوم بأنه التباين بين الكائنات الحية من جميع المصادر، بما يشمل النظم الإيكولوجية البرية والبحرية والمائية، ويمتد ليطال التنوع داخل الأنواع وبين الأنواع وتنوع النظم البيئية ذاتها (CBD, 1992).

2- مستويات التنوع الحيوي:

يُصنف التنوع الحيوي وفق ثلاثة مستويات الترتيبية متكاملة يكمل بعضها بعضا في تشكيل الصورة الكاملة للتنوع الحي على الأرض.

- يمثل التنوع الجيني (Diversité génique) القاعدة الأولى لهذا التصنيف، ويعني التباين في التركيب الوراثي بين أفراد النوع الواحد، وهو ما يحدد قدرة الكائنات الحية على التكيف مع المتغيرات البيئية ومواجهة الضغوط الانتقائية (Lévêque & Mounolou, 2001). وفي سياق القمح تحديدا، يتجلى هذا التنوع الجيني في الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية القابلة للقياس كلون الحبة، وشكل السنبلة، ودرجة تصبّغ الكوليوبتيل بالأنثوسيانين، وموعد خروج السنبلة (UPOV, 2013).
- أما التنوع النوعي (Diversité interspécifique) فيعبر عن ثراء الأنواع الحية وتوزيعها داخل النظم البيئية المختلفة، ويُعد المؤشر الأكثر شيوعا في قياس التنوع الحيوي الميداني (Campbell & Reece, 2007).
- وفي المستوى الأوسع، يأتي تنوع النظم البيئية (Diversité écosystémique) ليشمل تعدد الأنظمة البيئية ذاتها كالغابات والصحاري والأحواض المائية، ويعكس تعقيد التفاعلات بين مكوناتها الحية وغير الحية (Campbell & Reece, 2007).

وتجدر الإشارة إلى أن التنوع الحيوي يمكن دراسته كذلك من خلال ثلاثة أنماط وظيفية متكاملة: التنوع التركيبي الذي يشمل قائمة الأنواع وتباينها الوراثي، والتنوع البنيوي الذي يعكس التنظيم المكاني للعناصر الحية داخل النظام البيئي، والتنوع الوظيفي الذي يُعبّر عن اختلاف الأدوار البيئية للأنواع كتدفق الطاقة وتثبيت الآزوت (Díaz & Cabido, 2001).

3- المجموعات الجينية للنباتات وأهميتها في تحسين القمح:

يُعدّ مفهوم المجموعات الجينية أداة مفاهيمية جوهرية في علم التربية النباتية، إذ يُتيح تصنيف الموارد الوراثية وتحديد إمكانية توظيفها في برامج التحسين الوراثي للمحاصيل. وقد وضع Harlan & de Wet (1971) تصنيفا مرجعيا للموارد الوراثية النباتية يقوم على أربع مجموعات جينية متدرجة وفق درجة القرابة الوراثية وقابلية التهجين.

- تضم المجموعة الجينية الأولية (GP1) الأنواع البرية والمزروعة القابلة للتصالب بسهولة مع المحصول المستهدف مع إنتاج هجن خصبة، وهي تُشكّل المخزون الوراثي الأقرب والأيسر استغلالا.
- والمجموعة الجينية الثانوية (GP2) أنواعا يمكن تهجينها مع المجموعة الأولى لكن بصعوبة أكبر في انتقال الصفات الوراثية.
- أما المجموعة الجينية الثالثة (GP3) فتضم الأنواع البعيدة وراثياً التي غالباً ما تُنتج هجناً عقيمة
- المجموعة الجينية الرابعة (GP4) الأنواع التي لا يمكن تهجينها بالطرق التقليدية وتستلزم تقنيات الهندسة الوراثية لنقل جيناتها (Harlan & de Wet, 1971).

وفي سياق القمح تحديدا، يكتسب هذا التصنيف أهمية بالغة إذ يُتيح توظيف الأنواع البرية القريبة كـ Aegilops وTriticum البري في استنباط صفات المقاومة والتكيف. وقد حدّدت إرشادات UPOV جملة من الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية القابلة للتمييز والتوثيق في أصناف القمح، من بينها: شكل النبات أثناء الإشطاء، وموعد خروج السنبلة، وطول النبات، وشكل السنبلة في المقطع الجانبي، وكثافة السنبلة، ولون السنبلة، وخصائص الغليمة السفلية من حيث عرض الكتف وشكل المنقار ودرجة تشعّره، إضافة إلى النمط الموسمي للنبات (شتوي، بديل، أو ربيعي) (UPOV, 2013).

4- أهمية التنوع الحيوي:

لا يقتصر التنوع الحيوي على كونه ظاهرة طبيعية، بل يمثل ركيزة أساسية تتشابك فيها أبعاد بيئية واقتصادية وصحية وثيقة الصلة بمتطلبات الحياة البشرية.

فمن الناحية البيئية، تحتل النباتات موقع المنتج الأول في السلاسل الغذائية، وتضطلع بدور محوري في ضبط التبادلات الغازية والحفاظ على توازن عناصر النظام البيئي (عيسى، 2017). ومن الناحية الاقتصادية، يُشكّل التنوع الحيوي منبعا لا ينضب للموارد الأساسية كالغذاء والوقود والمواد الخام والأدوية (الشاذلي والمرسي، 2000). وعلى الصعيد الصحي، تُمثّل النباتات مختبرا طبيعيا للمركبات الدوائية الفعّالة، ولا يزال قطاع الصناعات الدوائية يستمد من المملكة النباتية جزءا كبيرا من موادّه الفعّالة (الشاذلي والمرسي، 2000).

وقد أرست إرشادات UPOV منهجية موحدة دوليا لتقييم التمايز والتجانس والثبات في أصناف القمح، تستند إلى صفات مورفولوجية وفيزيولوجية دقيقة يمكن قياسها وتوثيقها بصورة موضوعية (UPOV, 2013). وقد أثبتت الدراسات أن الأصناف المستنبطة من مخزون وراثي متنوع تُظهر أداء مورفوفيزيولوجياً متفوقا من حيث مؤشر مساحة الورقة ومحتوى الكلوروفيل وكفاءة التمثيل الضوئي، مما ينعكس إيجاباً على الإنتاجية النهائية (Brestic et *al.*, 2018 ; FAO, 2020).

5- حماية الأصناف النباتية ومعايير توصيفها:

ظهرت الحاجة إلى حماية الأصناف النباتية الجديدة على المستوى الدولي نتيجة الاهتمام المتزايد بتطوير أصناف محسّنة من المحاصيل الزراعية، مما أفضى إلى إنشاء منظومة قانونية دولية تكفل حقوق المربين النباتيين وتُشجّع الابتكار في هذا المجال (الجليلي، 2006). ويضطلع الاتحاد الدولي لحماية الأصناف النباتية الجديدة (UPOV) بهذه المهمة منذ تأسيسه بموجب الاتفاقية الدولية المُعتمَدة سنة 1961، ويقع مقره في جنيف بسويسرا (UPOV, 2013).

وتشترط حماية الصنف النباتي توفر أربعة معايير جوهرية: الحداثة بأن يكون الصنف جديدا لم يُسوَّق من قبل، والتمايز بأن يختلف عن الأصناف المعروفة بصفة مميزة واحدة على الأقل قابلة للقياس، والتجانس بأن تكون نباتات الصنف متشابهة في صفاتها الوراثية عبر الأفراد، والثبات بأن تبقى هذه الصفات مستقرة عبر الأجيال المتعاقبة (UPOV, 2013). وتجدر الإشارة إلى أن هذه المعايير الأربعة تُعرف اختصاراً بـ DUS (Distinctness, Uniformity, Stability)، وهي تشكّل الإطار المرجعي الذي تستند إليه هذه الدراسة في توصيف الأصناف المدروسة والمقارنة بينها مورفولوجياً وفيزيولوجياً.

الفصل الثالث: الخصائص البيوكيميائية والنشر تحية كمحددات للتنوع

تمهيد

يعد التنوع بين أصناف القمح أحد أهم الموارد الوراثية التي يعتمد عليها تحسين المحاصيل وتطوير أصناف أكثر قدرة على التكيف مع الظروف البيئية المختلفة. ولا يقتصر هذا التنوع على الصفات المورفولوجية الظاهرة فحسب، بل يمتد ليشمل خصائص تشريحية وبيوكيميائية تعكس اختلافات عميقة في البنية الداخلية وآليات الأداء الفسيولوجي للنبات. وتسمح دراسة هذه الخصائص بفهم الأسس البيولوجية التي تميز الأصناف المحلية والمحسنة، كما تساعد في تحديد الصفات المرتبطة بالكفاءة الإنتاجية والتحمل البيئي، مما يوفر منصة تقييمية صلبة لتثمين الموارد الوراثية النباتية وتوجيه برامج التربية الوطنية.

1- الخصائص البيوكيميائية كمؤشرات للتنوع بين أصناف القمح

1-1. أهمية المؤشرات البيوكيميائية في تقييم التنوع

تمثل المؤشرات البيوكيميائية أدوات فعالة للكشف عن الاختلافات الوظيفية بين الأصناف النباتية، إذ تعكس النشاط الأيضي والاستجابات الفسيولوجية المرتبطة بالنمو والتكيف مع العوامل البيئية المختلفة. وتتميز هذه المؤشرات بحساسيتها العالية ودقتها التمييزية مقارنة بالصفات المورفولوجية التقليدية، حيث تتيح التعرف على الهوية الفسيولوجية للصنف وتفسير السلوك الحيوي للأنسجة قبل ظهور الأعراض المظهرية الخارجية، مما يجعلها واسمة وظيفية بالغة الأهمية في دراسات التنوع البيولوجي.

1-2. محتوى الكلوروفيل ومؤشر SPAD

يعد الكلوروفيل (أ و ب) الصبغة الأساسية المتواجدة في غشاء الثايلاكويد داخل البلاستيدات الخضراء، والمؤشر الكيميائي الحيوي الأبرز على الحالة الصحية والغذائية للنبات وخاصة محتوى النيتروجين الوظيفي. تعتبر هذه الصبغات مسؤولة عن اقتناص واعتراض الإشعاع الشمسي النشط فسيولوجيا وتحويله إلى طاقة كيميائية من خلال تفاعلات الضوء، وبالتالي دعم دورة كالفن لتثبيت الكربون وتخليق المادة الجافة (Johnson, 2016). يمثل التقدير الميداني عبر جهاز SP-502 تقنية غير مدمرة تعكس بدقة عالية كثافة اليخضور في وحدة المساحة (Hamblin et *al.*, 2014). وتظهر أصناف القمح تباينا وراثيا واسعا وثابتا في قيم هذا المؤشر، مما يسمح باعتماده كأداة تصنيفية للمفاضلة بين الطرز الوراثية.

كما أن وجود صفة بقاء النبات أخضر له دور كبير وهي صفة وراثية تعبر عن قدرة بعض الأصناف على الحفاظ على محتواها من الكلوروفيل وحمايته من التحلل المبكر خلال مرحلة امتلاء الحبوب، مما يمنح النبات مدة استقرار خضري أطول تدعم استمرار ضخ السكريات وتجنب آثار الشيخوخة المتسارعة في مراحل النضج (Gregersen et *al.*, 2013; Yang et *al.*, 2023).

3-1. السكريات الذائبة الكلية

هي الكربوهيدرات غير البنيوية ذات الوزن الجزيئي المنخفض (مثل السكروز، الجلوكوز، والفركتوز) والتي تنتج مباشرة من عمليات الأيض الكربوني والتمثيل الضوئي الصافي في الأوراق (Gurrieri et *al.*, 2020). تلعب هذه السكريات دورا فسيولوجيا محوريا في خفض الجهد الأسموزي داخل الخلايا، مما يمكن النبات من سحب الماء من التربة والاحتفاظ بالتورم الخلوي وضغط الامتلاء تحت ظروف الشد المائي (Farooq et *al.*, 2009). كما تساهم السكريات المتراكمة في حماية الهياكل البروتينية، وتثبيت الأغشية الخلوية، ومنع انهيار البنية الداخلية للبلاستيدات عند تعرض النبات لإجهاد الجفاف أو الحرارة المتأخر (Mohammadkhani & Heidari, 2008).

4-1. البرولين كمؤشر بيوكيميائي للإجهاد

البرولين هو حمض أميني حُر يعمل كمحمي أسموزي (Osmoprotectant) ومستودع غني للنيتروجين والكربون داخل السيتوبلازم الخلوي، يتحفز التعبير الجيني للإنزيمات المسؤولة عن تخليق البرولين ويتثبط هدمه حيويا بمجرد استشعار الخلايا لانخفاض الجهد المائي المحيط بها، مما يؤدي لتراكمه السريع وبكميات مضاعفة. يتجاوز دور البرولين مجرد التعديل الأسموزي؛ فهو يسهم في تثبيت التراكيب ثلاثية الأبعاد للبروتينات الإنزيمية، وحماية غشاء التايلاكويد، والحفاظ على التوازن الاختزالي الداخلي للخلية (Farooq et *al.*, 2009). تمثل القدرة الكمية على إنتاج وتجميع البرولين ميزة تنوعية، إذ يعد الارتفاع الملحوظ في تركيزه دليلا على حيوية الاستجابة التكيفية للصنف وقدرته على مجابهة الاجهادات على المستوى الخلوي.

2- الخصائص التشريحية كمحددات للتنوع بين أصناف القمح

1-2. أهمية الصفات التشريحية في دراسة التنوع

تمثل الصفات التشريحية تعبيرا بنيويا مباشرا عن محصلة التفاعل المعقد بين التركيب الوراثي الثابت ومحددات البيئة الحقلية. ونظرا لكون التغيرات النسيجية الداخلية ترتبط بآليات البقاء والتوصيل، فإن القياسات الميكروسكوبية الدقيقة للبنى النسيجية تعد من أهم المؤشرات المعتمدة عالميا للتوصيف الدقيق والتفريق البيني بين تراكيب الأصناف، وحماية حقوق الملكية الفكرية النباتية وفق معايير التمايز والاستقرار.

2-2. تشريح الورقة

أ- سمك نصل الورقة: يمثل سمك الورقة (Leaf Thickness) ميزة تشريحية وراثية بالغة الأهمية تعكس حجم التطور الخلوي، ويرتبط طرديا بالقدرة الضوئية للنبات وسعته في امتصاص الفوتونات وتخزين صبغات

اليخضور، فضلا عن دوره الميكانيكي في تقليل الفقد غير المبرر للماء وصون محتوى الرطوبة النسبي RWC داخل النسيج (Brestic et *al.*, 2018; Tomás et *al.*, 2013).

ب- نسيج الميزوفيل: يتكون الميزوفيل في القمح من خلايا عمودية غنية بالبلاستيدات يفصلها نسيج إسفنجي ذو مسامية هندسية محددة (Mesophyll porosity). وتحدد هذه البنية التشريحية درجة الموصلية الميزوفيلية (g_m) المسؤول الأول عن تيسير وسهولة انتشار ثاني أكسيد الكربون من الفراغات الهوائية الداخلية وتحركه نحو مواقع التثبيت الإنزيمي للـ Rubisco، مما ينعكس مباشرة على وتيرة النشاط الفسيولوجي والتبادل الغازي الصافي (Flexas et *al.*, 2013; Lundgren et *al.*, 2019).

2-3. الجهاز الثغري

أ- كثافة الثغور: تُمثل كثافة الثغور (عدد الثغور في المليمتر المربع) صفة تشريحية ذات طابع وراثي مميز، وهي المسؤولة عن تحديد الحد الأقصى للموصلية الثغرية **(Stomatal Conductance)** ويرمز لها بـ (g_s). وتبدي الأصناف تباينا معنويا في توزيع وتعداد ثغورها على البشرتين العليا والسفلى لنصل الورقة (Britton-Harper, 2016 & Franks).

ب- طول الثغر وعرضه: ترتبط أبعاد الثغور (الطول والعرض) بعلاقة تبادلية وراثية مع الكثافة؛ حيث يميل التطور الأصنافي في القمح نحو امتلاك ثغور أكبر حجما وأقل كثافة عددا (Lundgren et *al.*, 2019). كما تؤثر أبعاد خلايا الحراسة على سرعة المرونة الحركية والاستجابة البيئية لفتح وغلق الفتحة الثغرية (Vialet-Chabrand, 2019 & Lawson).

ج- كفاءة استخدام الماء: يتحكم الجهاز الثغري بأبعاده وتعداده في إدارة المعضلة الفسيولوجية المتمثلة في ضبط كفاءة استخدام الماء الذاتية (WUE) تبعا للعلاقة التالية:

حيث: $$WUE = \frac{A}{E}$$

A: معدل التمثيل الضوئي الصافي (Photosynthesis Rate).

E: معدل النتح الفعلي (Transpiration Rate).

وتتميز الأصناف ذات الكفاءة التشريحية المتطورة بقدرتها الهيدروليكية على تقليل معدلات النتح (E) عبر الغلق الحركي الذكي للثغور مع الحفاظ على معدلات تثبيت كربون (A) مقبولة (Blatt, & Lawson 2014).

2-4. تشريح الساق:

يرتبط المقطع العرضي للساق ارتباطا وثيقا بالقياسات والمقاطع التي تم إجراؤها في دراستك التطبيقية، ويتفرع التباين التشريحي للساق إلى المعايير التالية:

مساحة المقطع العرضي للساق: تعكس القطر الكلي والتطور الهندسي للبنية الداعمة للنبات وحجم الأنسجة المخزنة للمواد الكربوهيدراتية (Hamad et *al.*, 2019).

سمك الجدار: يمثل سمك جدار الساق المتكون من خلايا البشرة والنسيج السكلرانشيمي المدعم باللينين المعيار الأساسي لتحديد الصلابة الهيكلية ومقاومة الرقاد الميكانيكي (Lodging)، مما يحمي الساق من الانكسار تحت ثقل السنابل (Berry et *al.*, 2014).

مساحة النخاع (Pith): تختلف أصناف القمح وراثيا بين امتلاك ساق مجوفة أو ساق ممتلئة جزئيا أو كليا بنسيج النخاع البرانشيمي (Pith)؛ حيث يعمل النخاع المتطور كخزان حيوي مؤقت لتجميع الكربوهيدرات غير البنيوية (الفروكتان) قبل الإزهار وإعادة تحريكها وهدمها (Remobilization) نحو الحبوب عند تقدم عمر الأوراق (Slewinski, 2012).

2-5. الأهمية التصنيفية للصفات التشريحية:

تتكامل هذه المكونات البنيوية لتوفر قيمة تصنيفية (Taxonomic Value) لا غنى عنها؛ حيث يمكن الجمع بين معايير: سمك الورقة الفعلي، ومسامية نسيج الميزوفيل، وكثافة وأبعاد الثغور، جنبا إلى جنب مع مساحة النخاع الكلي، لاستخدامها كواسمات تشريحية قوية ودقيقة (Anatomical Markers)

3- التكامل بين الخصائص البيوكيميائية والتشريحية في تفسير التنوع بين الأصناف

إن التنوع البيولوجي الحقيقي بين أصناف القمح الستة لا يمكن فهمه بالكامل إلا من خلال رصد جسور التكامل الوظيفي والبنيوي المشترك بين الأنسجة الداخلية والنشاط الكيميائي الحيوي، حيث لا تعمل أي صفة بمعزل عن الأخرى:

الارتباط بين بنية الورقة ومحتواها اليخضوري: يتضح تشريحيا ووظيفيا أن الأصناف الستة التي تميزت بأوراق أكثر سمكا وبنية ميزوفيلية متطورة ومدمجة، هي ذاتها الأصناف التي أبدت كثافة خلوية عالية لكل وحدة مساحة؛ مما أدى بالضرورة إلى تسجيل قيم SPAD مرتفعة وثبات استقرارها الخضري (صفة Stay-green) نتيجة لزيادة غرف اقتناص الفوتونات (Brestic et *al.*, 2018).

كفاءة النقل والتوصيل الوعائي المتبادل: يرتبط تراكم السكريات الذائبة في الورقة العلم بمدى تطور وسعة الحزم الوعائية (اللحاء والخشب) تشريحيا في نصل الورقة ومقطع الساق؛ حيث تضمن كثافة ومساحة الأوعية الناقلة سرعة تفريغ الكربوهيدرات المتراكمة وإعادة تحريك مخزون النخاع (Pith) بديناميكية تمنع التثبيط الرجعي للتمثيل الضوئي وتدعم تعبئة الحبوب بنجاح (Slafer et *al.*, 2014; Slewinski, 2012).

المرونة الدفاعية والأسموزية المشتركة: يعكس التلازم بين الارتفاع المنسق لمستويات البرولين والفينولات الكلية قدرة فسيولوجية متكاملة لبعض الأصناف؛ فالنسيج الثغري الذي يدير كفاءة استخدام الماء (WUE) يدعمه حيويا تراكم البرولين لحفظ الضغط التورجوري، وتراكم الفينولات لحماية أغشية البلاستيدات الخضراء من التحلل التأكسدي، مما يضمن استمرارية العمليات الأيضية (Farooq et *al.*, 2009; Hosseinifard et *al.*, 2022).

الجزء التطبيقي

الفصل الأول: المواد والطرق

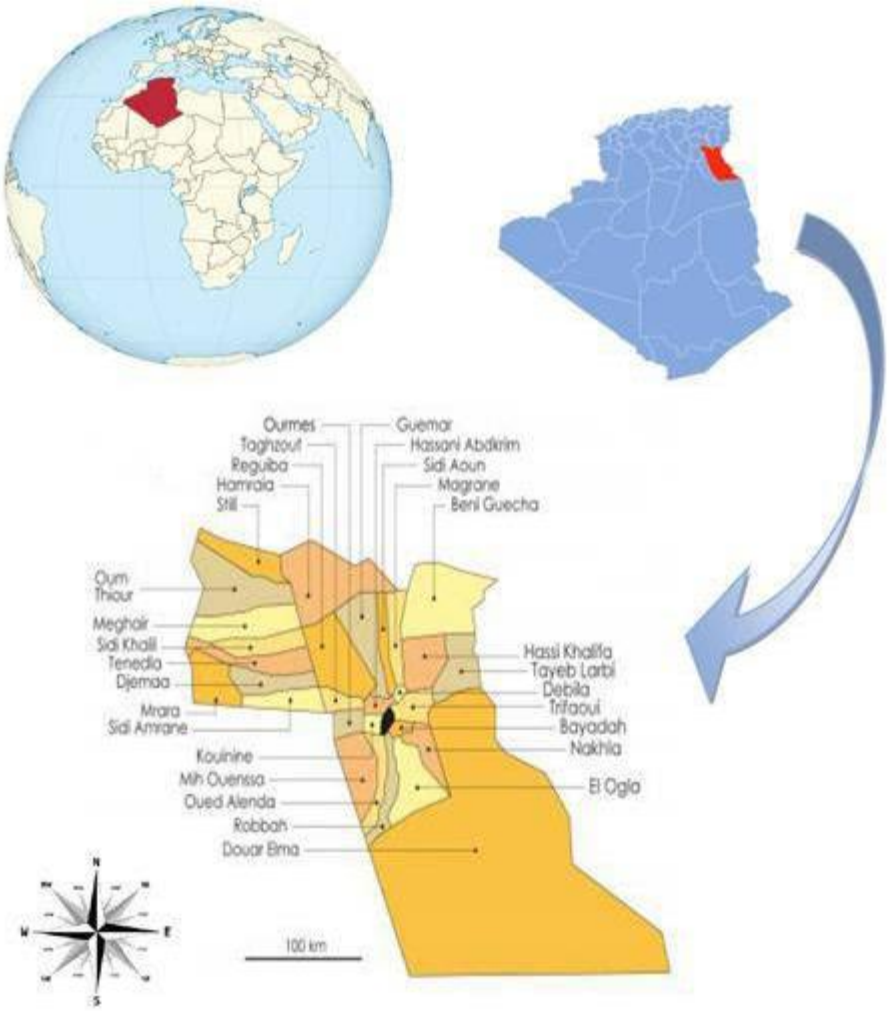
تمهيد:

يُمثل هذا الفصل الإطار التطبيقي والمنهجي الذي اعتمدته الدراسة، حيث تم من خلاله تفصيل جميع الخطوات والإجراءات والتقنيات الميدانية والمخبرية التي أُنجزت للوصول إلى النتائج المسجلة. وقد شملت المنهجية المتّبعة ثلاثة أبعاد رئيسية: البعد المكاني والبيئي (منطقة الدراسة والتربة والمناخ)، والبعد التجريبي الزراعي (اختيار الأصناف وتصميم الزراعة والري والتسميد)، والبعد التحليلي التكاملي (القياسات المورفولوجية، التشريحية، الفيزيولوجية، والبيوكيميائية). هذه التفاصيل المنهجية تعد ضرورية لضمان دقة النتائج وقابليتها للمقارنة والتكرار من قبل باحثين آخرين.

1-الموقع الجغرافي:

تقع منطقة وادي سوف في الجنوب الشرقي للجزائر ضمن نطاق العرق الشرقي الكبير من الصحراء الكبرى، وتمتد بين خطي عرض 31° و34° شمالاً، وخطي طول 6° و8° شرقاً. يحدها شمالاً شط ملغيغ وشط مروان، وجنوباً الكثبان الرملية لولاية ورقلة، وشرقاً الحدود التونسية، وغرباً منطقة وادي ريغ وتقرت.

وتتميز المنطقة بسيادة الطابع الصحراوي، حيث تغطي الكثبان الرملية معظم مساحتها، كما تُعد من أخفض مناطق العرق الشرقي الكبير (حليس، 2007).



الوثيقة (06): موقع ولاية وادي سوف في الجزائر (Souid & Khossa, 2025)

2-العوامل الجغرافية لمنطقة وادي سوف:

تتميز منطقة وادي سوف بالمناخ الصحراوي الجاف، حيث ترتفع درجات الحرارة صيفًا وتنخفض شتاءً، مع ضعف التساقطات المطرية وعدم انتظامها والتي لا تتجاوز غالبًا 100 مم سنويًا، إضافة إلى انخفاض الرطوبة الجوية وارتفاع نسبة التبخر، وسيادة التربة الرملية والكثبان الرملية المتحركة، مما يجعل النشاط الزراعي في المنطقة معتمدًا بدرجة كبيرة على المياه الجوفية (حليس، 2007).

3-المادة النباتية:

تم استعمال ستة أصناف من القمح المحلي المزروع في الواحات الصحراوية وهي:

الجدول (02): أسماء الأصناف الستة المدروسة

الرمز	أسم الصنف	المصدر
V2	Megarin	منطقة وادي ريغ - تقرت
V3	Manga	منطقة توات - أدرار
V5	Tazi	منطقة توات - أدرار
V6	Khellouf	منطقة وادي ريغ - تقرت
V7	Bnt Mbarka	منطقة توات - أدرار
V8	Bassa	منطقة وادي ريغ - تقرت

تم اختيار هذه الأصناف لدراسة التباين بينها من حيث الصفات التشريحية والبيوكيميائية.

4-مكان وأطار التجربة:

أُجريت هذه الدراسة خلال الموسم الجامعي 2026/2025 بجامعة الوادي، تحت ظروف زراعية شبه طبيعية، بهدف متابعة نمو الأصناف المدروسة ومقارنتها في ظل العوامل المناخية المحلية مثل درجة الحرارة، الرطوبة، الرياح والتهوية.

الوثيقة (07): موقع التجربة

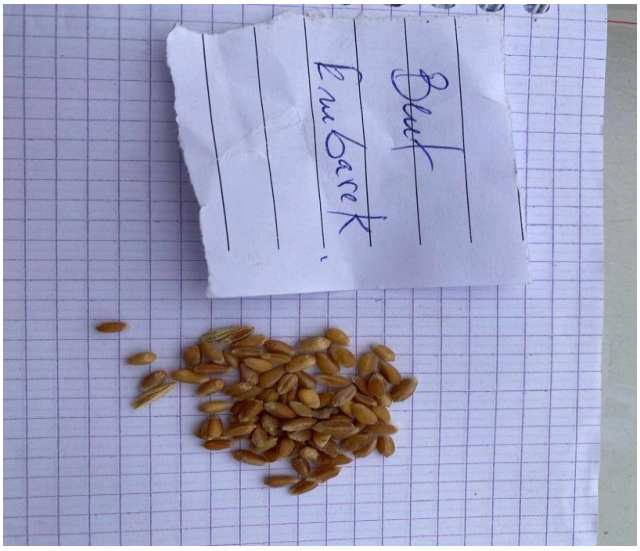
5-التربة المستعملة:

تم استعمال تربة زراعية متجانسة ومهيأة للزراعة، خضعت لعملية تنظيف لإزالة الأحجار وبقايا الأعشاب والشوائب المختلفة باستعمال أدوات زراعية يدوية، وذلك بهدف الحصول على وسط زراعي متجانس وملائم لنمو القمح. وقد أُنجزت هذه العملية بتاريخ 2025./12/17

6-اختيار البذور:

تم اختيار البذور يدويًا من سنابل من الموسم الماضي 2025/2024 وقد تم تفتيت السنابل وانتقاء البذور على أساس:

- سليمة
- غير متضررة
- غير مصابة بالعفن



الوثيقة (08): مراحل أنتقاء واختيارعينات البذور المعتمدة في الدراسة

7-عملية الزرع والتصميم التجريبي:

أُجريت عملية الزرع لجميع الأصناف في اليوم نفسه داخل فضاء تجريبي موجه نحو الشمال، بهدف توحيد الظروف البيئية بين مختلف الأصناف المدروسة. وقد اعتمد التصميم التجريبي على صفّين، قُسِّم كل صف إلى أربع وحدات تجريبية (مربعات)، حيث خُصصت كل وحدة لصنف واحد من الأصناف المدروسة. كما روعي أثناء الزرع ترك مسافة بين الأصناف المختلفة، و5 سم بين الحبوب داخل الصنف الواحد، لضمان نمو جيد وتفادي التداخل بين النباتات.

التصميم التجريبي:

	V8
V3	V7
V2	V6
	V5

الشمال

الوثيقة(09): مخطط لتصميم التجربة

8-التسميد والري:

تمت عملية الري بصفة منتظمة ومتواصلة باستعمال نظام الري بالتقطير، وذلك وفق احتياجات النباتات خلال مختلف مراحل النمو.

الوثيقة(10): طريقة الري المستعملة

كما أُجري التسميد خلال الفترة النباتية بهدف توفير العناصر الضرورية، ودعم النمو والتطور الجيد للأصناف المدروسة تحت ظروف التجربة.

9-المعايير المدروسة:

9-1 الفيزيولوجية:

9-1-1 قياس المحتوى النسبي المائي (RWC)

قُدِّر المحتوى النسبي المائي للأوراق اعتماداً على طريقة الأوزان الثلاثة المعتمدة دولياً (Barrs & Weatherley, 1962)، وذلك على أوراق العلم الناضجة لكل صنف من الأصناف المدروسة، مع إجراء خمسة تكرارات لكل صنف.

اعتمدت الطريقة على ثلاثة قياسات متتالية:

1. أولا الوزن الطازج (PF): وُزنت الأوراق فور قطفها للحصول على الكتلة الطازجة قبل أي فقدان مائي.
2. ثانيا وزن التشبع (PT): غُمرت الأوراق في ماء مقطر لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة 4°م، ثم أُزيل الماء السطحي بلطف بورق ترشيح ووُزنت للحصول على وزن التشبع الكامل.
3. ثالثا الوزن الجاف (PS): جُففت الأوراق في فرن عند درجة حرارة 80°م لمدة 48 ساعة حتى ثبات الكتلة، ثم وُزنت للحصول على الكتلة الجافة.

حُسب المحتوى النسبي المائي وفق المعادلة التالية (Flexas et *al.*, 2013 ; Wasaya et *al.*, 2021):

$$\mathbf{RWC\ (\%) = [(PF - PS) / (PT - PS)] \times 100}$$

9-1-2 قياس مؤشر SPAD

أعتمد في تقدير الكلوروفيل في أوراق الأصناف المدروسة باستخدام جهاز SPAD-502 مباشرة في الحقل، وهي طريقة غير مدمرة تعتمد على قياس امتصاص الضوء عند طولين موجيين مختلفين لتقدير الحالة اليخضورية للورقة دون الحاجة إلى استخلاص كيميائي (Hamblin et *al.*, 2014).

أُجريت القياسات على الورقة العلم الناضجة والممثلة لكل صنف، في نفس الفترة الزمنية وتحت ظروف حقلية موحدة للحد من التباين الناجم عن العوامل البيئية. وُضع الجهاز على الصفيحة الورقية مع تجنب العروق الرئيسية التي قد تُعطي قراءات غير دقيقة، وسُجّلت القراءات فورياً لكل عينة. أُخذت خمسة تكرارات لكل نبات.

تعتمد آلية عمل الجهاز على قياس نسبة نفاذية الضوء (Transmittance) عبر نصل الورقة عند طولين موجيين مختلفين يصدران عن صمامين ثنائيين (LED)؛ الأول في النطاق الأحمر (650 نانومتر) حيث يبلغ امتصاص الكلوروفيل ذروته، والثاني في نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (940 نانومتر) والذي يعمل

كمرجع داخلي لعزل وتصحيح تأثير سمك الورقة، وبنيتها الخلوية، ومحتواها المائي. .(Yang et *al.*, 2023 ; Hamblin et *al.*, 2014).

يقوم المعالج الداخلي للجهاز بتحويل قيم النفاذية المستقبلة تلقائياً إلى قيم رقمية تُعرف بـ وحدات SPAD (SPAD Units))، والتي تُعد مؤشراً حيوياً وموثوقاً ليس فقط لتقدير الكفاءة التمثيلية لليخضور، بل وأيضاً للتنبؤ غير المباشر بمستوى النيتروجين في الأوراق ومدى تأثر فسيولوجيا النبات بظروف الإجهاد البيئي المدروسة. ولضمان دقة وتجانس البيانات، أُخذت القراءات في منتصف نصل الأوراق الكاملة التطور (الموقع الورقي الموحد)، مع حساب متوسط عدة قراءات لكل مكرر (Uddling et *al.*, 2007).

الوثيقة (11): جهاز SPAD-502

2-9 البيوكيميائية:

1-2-9 تقدير السكريات الذائبة:

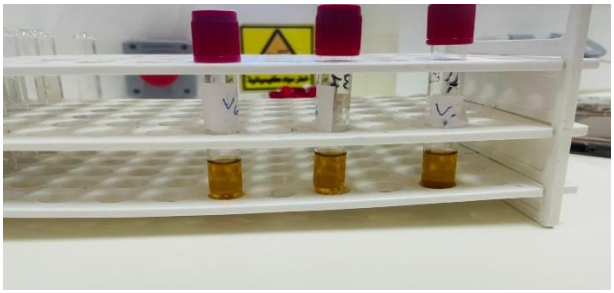
قُدِّر محتوى السكريات الذائبة الكلية في أوراق الأصناف المدروسة وفق طريقة (Dubois et al. 1956)، التي تعتمد على تفاعل الفينول-حمض الكبريتيك وتحديد الامتصاص الطيفي للمستخلص الناتج.

مرحلة الاستخلاص:

وُزن 100 ملغ من أوراق العلم الطازجة لكل صنف، ثم أُضيف 3 مل من الإيثانول بتركيز (80%) لاستخلاص السكريات الذائبة. حُضنت العينات في الظلام لمدة 48 ساعة لضمان الاستخلاص الكامل، ثم سُخِّنت في حمام مائي عند 85°م لمدة 10 دقائق لتبخير الكحول، وأُضيف بعدها 20 مل من الماء المقطر للحصول على المحلول النهائي.

التفاعل اللوني:

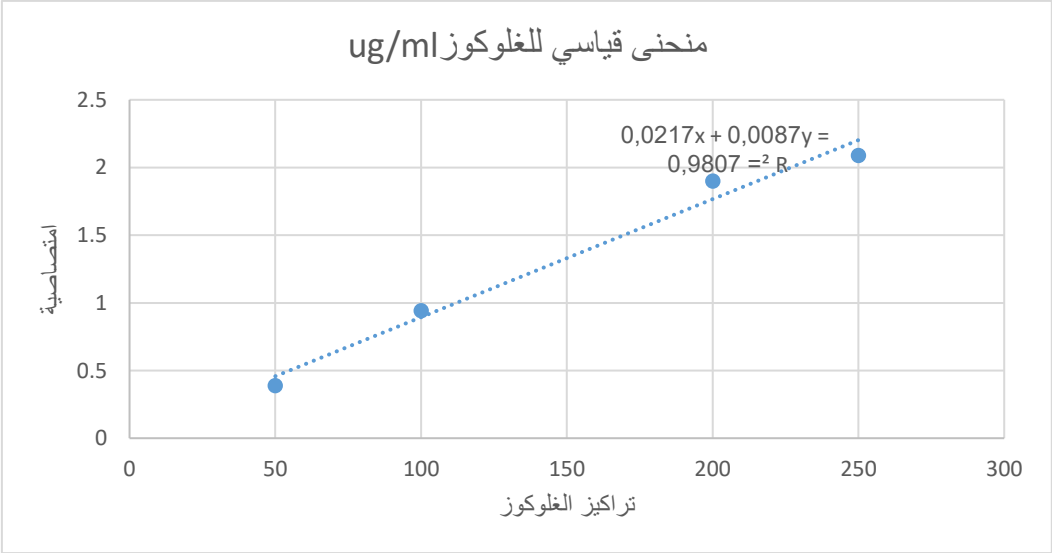
أُخذ 2 مل من المستخلص وأُضيف إليه 1 مل من محلول الفينول (5%)، ثم أُضيف 5 مل من حمض الكبريتيك المركز بحذر شديد مع تجنب ملامسة جدار الأنبوب مباشرة. تُركت العينات في حمام مائي عند 30°م لمدة 15 إلى 20 دقيقة لاكتمال تطور اللون الناتج عن التفاعل.



الوثيقة (12): التغير اللوني في تقدير السكريات

القياس الطيفي:

قِيس الامتصاص الضوئي (OD) بجهاز المطياف الضوئي عند الطول الموجي 490 نانومتر، وحُسب تركيز السكريات الذائبة اعتماداً على المنحنى القياسي للغلوكوز، ويُعبَّر عنه بوحدة ملغ/غ وزن طازج (mg/g FW) (Dubois et *al.*, 1956 ; Farooq et *al.*, 2009



الوثيقة(13): المنحنى القياسي للغلوكوز

9-2-2 تقدير محتوى المركبات الفينولية الكلية

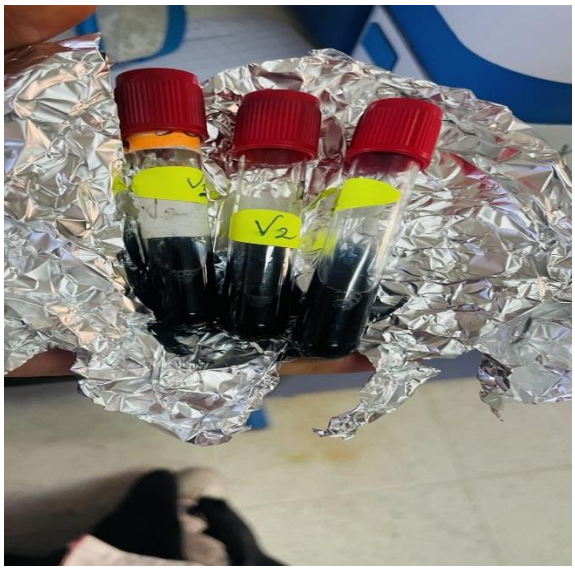
قُدِّر محتوى المركبات الفينولية الكلية في أوراق الأصناف المدروسة وفق طريقة Singleton & Rossi (1965)، التي تعتمد على تفاعل المركبات الفينولية مع كاشف Folin-Ciocalteu وقياس الامتصاص الضوئي للمستخلص الناتج.

مرحلة الاستخلاص:

نُقع 1 غ من مسحوق أوراق العلم المجففة في 10 مل من الماء المقطر لمدة 24 ساعة، ثم رُشِّح المستخلص في وعاء التبلور، ووُضع في فرن عند درجة حرارة 45°م لمدة 48 ساعة حتى الجفاف التام والحصول على المادة الجافة الصافية.

المرحلة اللونية:

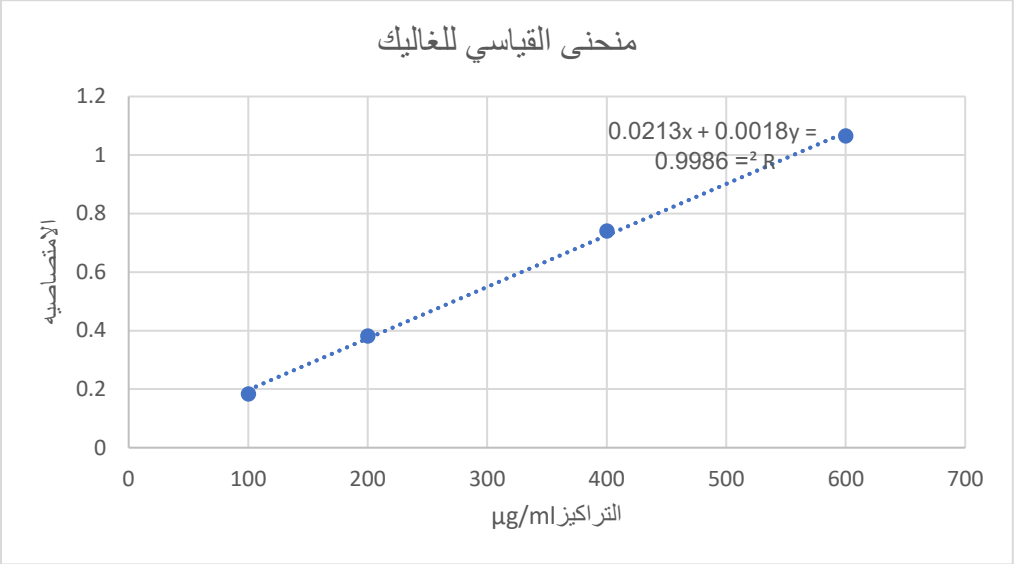
أُخذ 0.1 مل من المستخلص وأُضيف إليه 0.5 مل من كاشف Folin-Ciocalteu بتركيز (10%)، ثم أُضيفت كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) بتركيز (20%). تُرك المزيج في الظلام لمدة 30 دقيقة عند درجة حرارة الغرفة لاكتمال التفاعل اللوني.



الوثيقة(14): المرحلة اللونية لتقدير الفينول

القياس الطيفي:

قِيست شدة الامتصاص الضوئي بجهاز المطياف الضوئي عند الطول الموجي 765 نانومتر. رُسم المنحنى القياسي بدلالة امتصاصية سلسلة التراكيز القياسية لحمض الغاليك المعاملة بالطريقة ذاتها، وعُبِّر عن النتائج النهائية بوحدة ملغ من المكافئ الغاليكي لكل غرام من المادة الجافة (mg GAE/g DM) (Singleton & Rossi, 1965 ; Hosseinifard et *al.*, 2022 ; Lyubushkina et *al.*, 2025).



الوثيقة(15): منحنى القياسي للغاليك

3-9 معايير الفيزيولوجية:

1-3-9 طول النبات (Hp)

قيس طول النبات خلال مرحلة النضج عند توقف النمو الخضري، وذلك بقياس المسافة الممتدة من قاعدة الساق حتى قمة السفاة باستخدام مسطرة مدرّجة. أُجريت القياسات على 10 تكرارات لكل صنف وعُبّر عنها بالسنتيمتر(cm).

2-3-9 طول السنبلة (Epi)

تم قياس طول السنبلة ابتداءً من نهاية العنق إلى قمة السنبلة باستثناء السفاة، وأُجريت القياسات على ثلاثة تكرارات لكل صنف وعُبّر عنها بالسنتيمتر (cm).

3-3-9 طول السفاة (Lp)

قيس طول السفاة انطلاقاً من نقطة بروزها على العصابة الخارجية حتى نهايتها الحرة، وأُجريت القياسات على ثلاثة تكرارات لكل صنف وعُبّر عنها بالسنتيمتر (cm).

4-3-9 عدد حبوب السنبلة

حُدّد عدد حبوب السنبلة بالاستخراج اليدوي للحبوب ثم عدّها مباشرة، وأُجريت العملية على ثلاثة تكرارات لكل صنف

5-3-9 التراص:

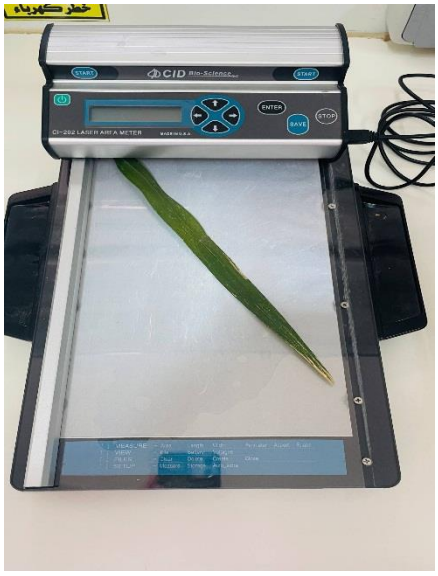
حسب التراص بوصفه مؤشراً لتقييم كثافة السنبلة وفق المعادلة التالية:

$$D = \frac{N}{LE} x10$$

حيث يمثل N عدد السنيبلات في السنبلة و LE طول السنبلة بالسنتيمتر. ويُعدّ هذا المؤشر من المعايير المعتمدة دولياً في توصيف أصناف القمح ومقارنتها (UPOV, 2013 ; Slafer et *al.*, 2014).

6-3-9 مساحة ورقة العلم

قيست مساحة ورقة العلم للأصناف المدروسة باستخدام جهاز (Portable Area Meter)، وذلك على أوراق ناضجة وكاملة النمو. يعتمد الجهاز على الأبعاد الحقيقية للورقة لتحديد مساحتها بدقة، مما يُغني عن الطرق التقديرية غير المباشرة. أُجريت القياسات على خمسة تكرارات لكل صنف (Bugbee & Salisbury, 1988 ; Brestic et *al.*, 2018).



الوثيقة(16): جهاز (Portable Area Meter)

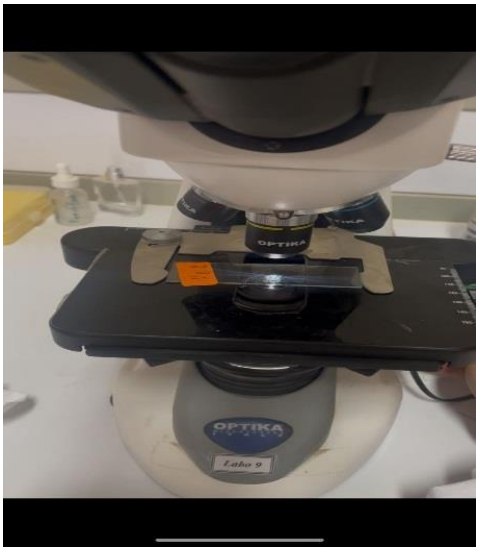
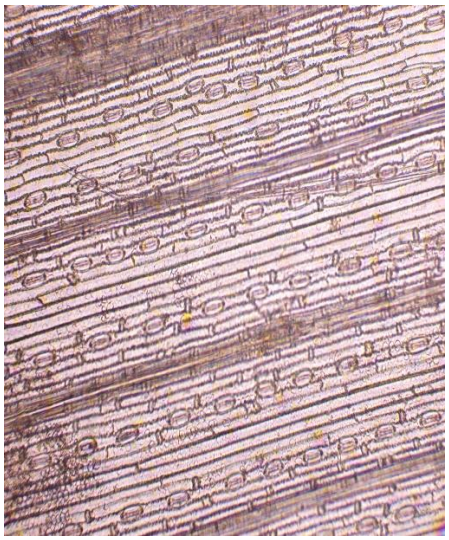
4-9 المعاييرالتشريحية:

1-4-9 كثافة الثغور وأبعادها:

لدراسة الخصائص التشريحية للثغور في الأصناف المدروسة، جُمعت الأوراق العلم من نباتات القمح عند مرحلة الإزهار، ثم غُمرت في الماء المقطر لمدة 24 ساعة بهدف الحفاظ على الثغور في وضعية الانفتاح الكامل، مما يتيح قياس أبعادها بدقة (Lawson & Blatt, 2014).

أُجري التشريح على الوجه السفلي للورقة العلم بوصفه الموقع الرئيسي لتوزع الثغور في نبات القمح، وذلك باستخدام مشرط حاد للكشط اللطيف عن الطبقة البشرية السفلية حتى الحصول على مقطع شفاف رقيق صالح للفحص المجهري (Lundgren et *al.*, 2019).

فُحصت المقاطع المحضّرة تحت المجهر الضوئي الإلكتروني بتكبيرَين مختلفَين؛ إذ استُخدم التكبير (×10×10) لحساب كثافة الثغور بعد الثغور ضمن مساحة مرئية موحدة قدرها (10×10) لضمان مقارنة موضوعية بين الأصناف. أما قياس أبعاد الثغور من طول وعرض فقد أُجري بتكبير (10×40)، وذلك على ثلاثة تكرارات لكل صنف للحصول على قراءات ذات دلالة إحصائية (Dunn et *al.*, 2019 ; Fischer et *al.*, 1998).

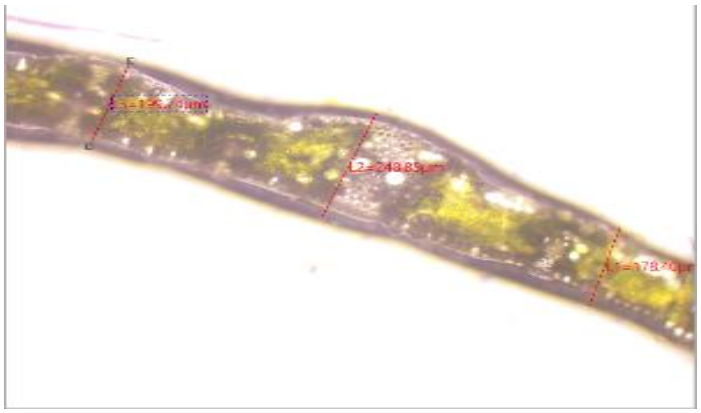


الوثيقة(17) الثغور تحت المجهر الضوئي الرقمي عند تكبير (10×100)

2-4-9 سمك الورقة:

لتحديد سمك النسيج الورقي، أُخذت مقاطع عرضية من الورقة العلم لكل صنف من الأصناف المدروسة، وذلك من المنطقة الوسطى للورقة لتمثيل السمك الفعلي بعيداً عن تأثير القمة والقاعدة. حُضّرت المقاطع يدوياً باستخدام مشرط حاد للحصول على شرائح رفيعة وشفافة، ثم فُحصت بالمجهر الإلكتروني(40 10) لدراسة البنية التشريحية الداخلية للورقة، شاملةً البشرة العلوية والسفلية وطبقتي نسيج الحشوة العمادي والإسفنجي (Brestic et *al.*, 2018 ; Lundgren et *al.*, 2019).

قيس سمك النسيج الورقي الكلي بوحدة الميكرومتر (µm) بالاستعانة بمسطرة المجهر المدرّجة، وأُجري القياس على ثلاثة تكرارات لكل صنف وحُسب المتوسط للحد من التباين الناتج عن عدم انتظام سطح الورقة.

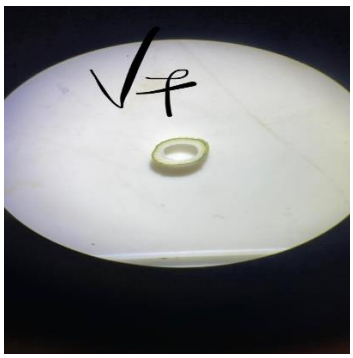


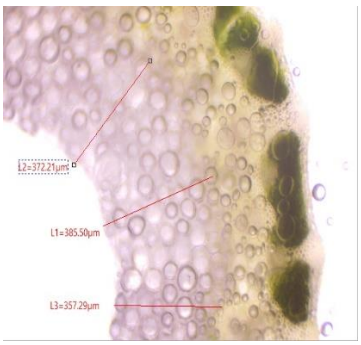
الوثيقة (18) سمك الورقة تحت المجهرالضوئي الرقمي عند تكبير (40×100)

3-4-9 المقطع العرضي للساق:

لدراسة البنية التشريحية الداخلية لساق نبات القمح، أُخذت مقاطع عرضية من سيقان النباتات الناضجة لكل صنف من الأصناف المدروسة، وذلك باستخدام شفرة حادة للحصول على شرائح دقيقة ورفيعة صالحة للفحص المجهري.

فُحصت المقاطع المحضّرة بطريقتين متكاملتين؛ إذ استُخدم المجهر الضوئي في المرحلة الأولى لدراسة البنية النسيجية العامة وتحديد مناطق التمايز بين الأنسجة المختلفة، ثم وُظّف المجهر الإلكتروني بتكبير (10×10) للحصول على تفاصيل أدق للبنية الداخلية، لا سيما توزيع الحزم الوعائية داخل النسيج الأساسي وتوضيح مناطق تخزين المواد الغذائية وكيفية توزيعها داخل الساق (Slafer et *al.*, 2014 ; Brestic et *al.*, 2018).





الوثيقة(19): المقطع العرضي للساق بالمجهر الضوئي الرقمي بتكبير (10×100)

الفصل الثاني: النتائج والمناقشة

الدراسة الإحصائية

خضعت جميع البيانات التي تم جمعها للتحليل الإحصائي عبر برنامج XLSTAT (الإصدار 2014)، حيث استخدم تحليل التباين (ANOVA) لاختبار الفروق المعنوية بين المجموعات. وفي الحالات التي أظهرت فيها النتائج فروقا دالة إحصائيا، تم اللجوء إلى اختبار فيشر لأقل فرق معنوي (LSD) كإجراء حسابي لتحديد اتجاه المقارنات بين المتوسطات. وقد حددنا مستوى احتمالي ($P \leq 0.05$) كمعيار للدلالة الإحصائية.

1-المعايير الفيزيولوجية:

1-1 نسبة الأنبات:

الجدول(03): يمثل نسبة الأنبات (البزوغ) بالأيام

اسم الصنف	اليوم 6	اليوم 8	اليوم 10	اليوم 12
Megarin	70%	73%	82%	95%
Manga	90%	93%	95%	95%
Tazi	57%	80%	88%	95%
Khellouf	4%	18%	40%	70%
BntMbarka	13%	60%	75%	95%
Bassa	3%	15%	35%	65%

أظهرت نتائج نسبة النبات عند أصناف القمح وجود فروق واضحة بين الأصناف خلال الأيام الأولى من التجربة، حيث سجل صنف Manga أعلى نسبة في اليوم السادس بلغت 90%، يليه Megarin بنسبة 70%، في حين كانت النسب منخفضة لدى بعض الأصناف الأخرى مثل Bassa وKhellouf

يرجع الاختلاف في سرعة بزوغ الغمد الورقي (الرشيم) بين أصناف القمح المدروسة إلى تباينها الوراثي والفسيولوجي في "قوة الإنبات (Seed Vigor) ، لا سيما وأن التجربة أُجريت تحت نفس الظروف البيئية حيث يُشير التفوق المبكر وسرعة البزوغ لأصناف مثل Mangaو Megarin في الأيام الأولى إلى امتلاكها لقوة إنبات عالية (High Vigor) ونشاط إنزيمي وأيضي يسهم في إستغلال جيد لمدخرات البذرة، مما يضمن نموا قويا وسريعا للرشيم كما أكد أبو ضاحي واليونس (1988) أن هذه الخاصية هامة جدا ويمكنها أن تمنح الاصناف ميزة تنافسية حقلية لمجموعها الجذري في التربة مع الاعشاب الضارة.

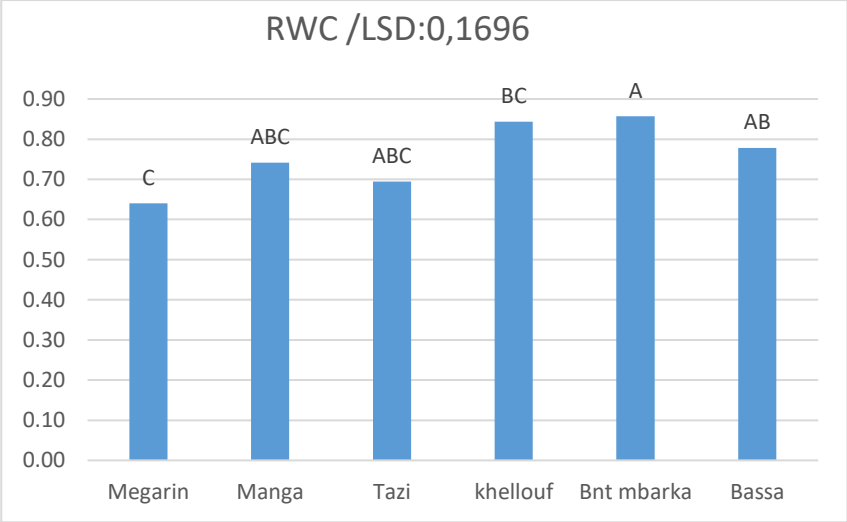
هذه النتائج تؤكد أن الخصائص الوراثية لكل صنف لها تأثير على سرعة إنبات البادرات في التربة (البزوغ)، مما يوفر لنا مرونة كبيرة في اختيار الأصناف المناسبة حسب طبيعة المنطقة ونظام الري المعتمد (Rebetzke et *al.*, 2001; ISTA, 2015). ومن خلال نتائج الدراسة يمكن أن نقسم الاصناف المدروسة إلى:

- الأصناف سريعة البزوغ (المبكرة) : يتميز صنف Manga بأعلى سرعة ، حيث حقق 90\% في اليوم السادس ووصل إلى ذروته (95\%) في اليوم العاشر. يليه صنف Megarinالذي سجل 70\% في اليوم السادس

- الأصناف متوسطة السرعة: تضم أصناف Tazi و BntMbarka. أظهر صنف Tazi تسارع كبير من اليوم السادس (57\%) إلى الثامن(80\%) ، بينما تميز صنف BntMbarka بأكبر سرعة نمو بين اليوم السادس (13\%)واليوم الثامن.(60\%)

- الأصناف بطيئة البزوغ (المتأخرة): تشمل Khellouf، و Bassa. سجلت هذه الأصناف نسبًا ضئيلة جدًا في اليوم السادس (تتراوح بين 3\%و 8\%، وظلت متأخرة حتى اليوم العاشر، لكنها تسارعت بعد ذلك بشكل ملحوظ.

2-1 محتوى النسبي المائي:



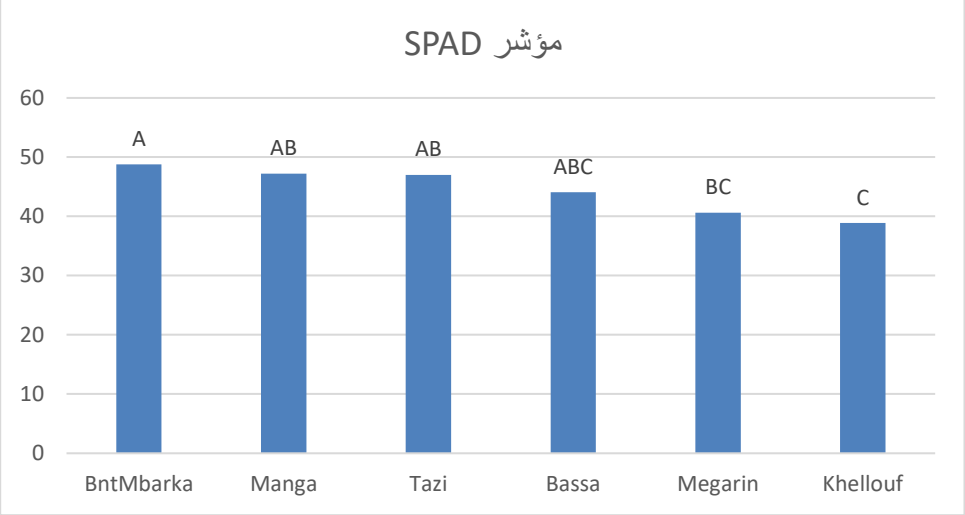
الوثيقة (20):نتائج المحتوى النسبي المائي لأصناف القمح الستة

تصدّر BntMbarka بأعلى قيمة RWC (0.86) وانفرد بالمجموعةA ، مما يجعله الأكثر قدرة على الاحتفاظ بالماء .وأشار Blum (2011) إلى أن الأصناف ذات RWC المرتفع تحافظ على كفاءة التمثيل الضوئي والنمو تحت الإجهاد المائي، وهو ما يُرجّح ملاءمة هذا الصنف للزراعة في البيئات الجافة

في المقابل، سجّل Megarin أدنى قيمة (0.64) وانتمى للمجموعة .C وحسب Turner (1986) فإن القيم التي تتراوح بين 0.70 و 0.85تعكس حالة مائية مقبولة تُبقي الخلايا في حالة انتفاخية كافية

وقد كشف اختبار LSD بقيمة 0.1696 عند مستوى ثقة 95% أن الفرق المعنوي الوحيد كان بين المجموعتين A وC، أي بين Bnt mbarka وMegarin، في حين لم تبلغ الفروق بين الأصناف المتوسطة حدَّ المعنوية الإحصائية.

3-1 كفاءة الصبغات اليخضورية مؤشر SPAD:



الوثيقة (21): نتائج مؤشر SPAD

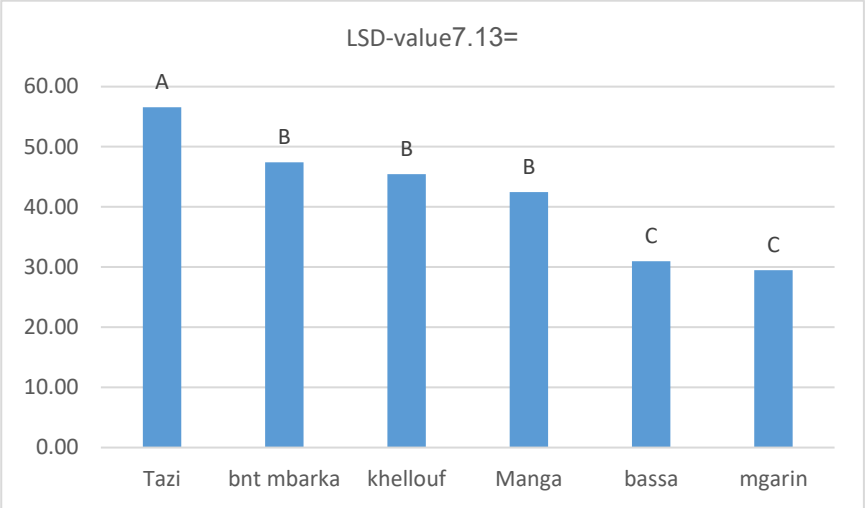
وضح النتائج التجريبية المسجلة لمحتوى الكلوروفيل المقاس عبر مؤشر SPAD على الورقة العلم وجود اختلافات واضحة وفروق معنوية بين أصناف القمح الستة المدروسة. يشير التباين في قيم SPAD إلى اختلاف قدرة الأصناف على بناء الصبغات اليخضورية والحفاظ على استقرارها الحركي في الورقة العلم، والتي تعد العضو الضوئي المحوري المورد للسكريات خلال مرحلة ملء الحبوب.

ومن خلال القراءات الميدانية، يمكن تصنيف الأصناف الستة إلى ثلاث مجموعات تباينية رئيسية وفقا لكفاءتها الكلوروفيلية:

1. **الأصناف ذات الكفاءة العالية (المجموعة المتميزة) :**وتضم الأصناف التي سجلت أعلى قيم لمؤشر SPAD(مثل الصنفين المتميزين في بقاء المظلة الخضراء)، حيث أظهرت هذه الطرز الوراثية قدرة فائقة على صون كثافة اليخضور في وحدة المساحة من نصل الورقة العلم.
2. **الأصناف ذات الكفاءة المتوسطة :**وتضم الأصناف التي أظهرت قيم SPAD معتدلة ومتوازنة، مما يعكس استقرارا فيزيولوجيا مقصورا على الظروف العادية دون امتلاك ميزات تراكمية فائقة.
3. **الأصناف ذات الكفاءة المنخفضة :**وهي الأصناف التي سجلت أدنى قراءات لمؤشرSPAD ، مما يدل على ضعف نسبي في المحتوى الكلي للكلوروفيل أو تسارع في وتيرة هدم الصبغات داخل البلاستيدات الخضراء للورقة الأخيرة.

2- المعاييرالبيو كيميائية:

2-1 محتوى كربوهيدراتي الكلي (السكريات .النشويات)



الوثيقة(22):تقدير الكربوهبدرات الكليه للاصناف الستة المدروسة

نلاحظ من خلال الشكل:

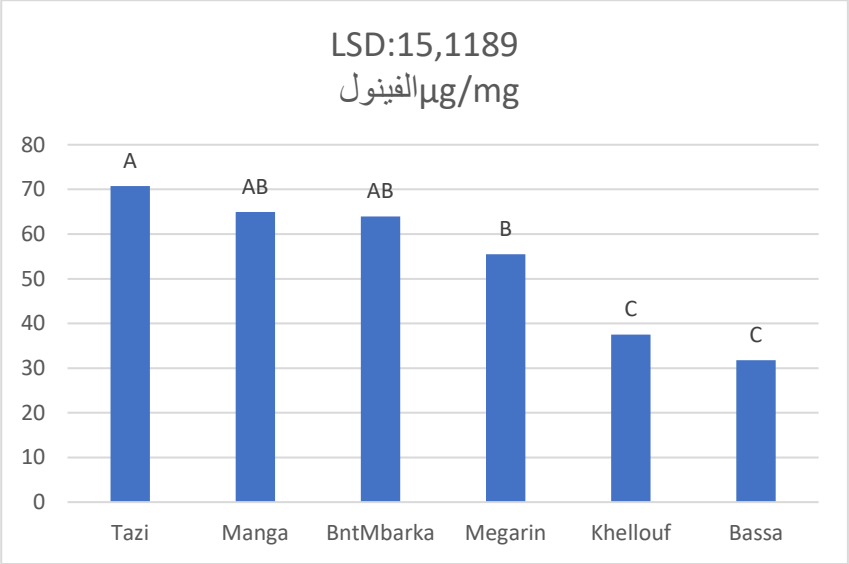
- المجموعةA : Tazi (56.57%) يتميز بأعلى محتوى كربوهيدراتي بفارق معنوي واضح عن بقية الأصناف، مما يجعله الأكثر غنى بالسكريات والنشويات.
- المجموعة B: Bnt mbarka, Khellouf, Manga (42–47%) أصناف متوسطة المحتوى، لا تختلف فيما بينها اختلافاً معنوياً، لكنها تختلف معنوياً عن A و C.
- المجموعة C: Bassa, Mgarin (≈30%) أدنى محتوى كربوهيدراتي

هذه الفروق في محتوى الكربوهيدرات بين الأصناف ترتبط بعوامل وراثية وبيئية تشمل: التركيب الجيني للصنف، ودرجة النضج، والبيئة الزراعية.(Wills et *al.*, 1998)

أظهر تحليل (LSD Fisher's) بقيمة 7.13 وجود فروق معنوية بين الأصناف عند مستوى ثقة 95%، مما يدل على أن محتوى الكربوهيدرات يتباين تبايناً حقيقياً بين الأصناف

2-2 محتوى الفينولي الكلي ومضادات أكسدة:

تم تقْدِير المحتوى الفينولي الكلي وعبر عنه بوحدة ميكروغرام لكل ملليغرام وزن جاف (µg/mg)



الوثيقة(23): تقدير الفينول الكلي للاصناف الستة المدروسة

(ug\mg DW)

قد كشف الرسم البياني المرفق عن ثلاث مجموعات متمايزة إحصائياً تُرمز إليها بالحروف A وAB وB وC فوق كل عمود

• تصدّر صنف Tazi جميع الأصناف بأعلى محتوى فينولي بلغ 70.73 µg/mg ، وحمل الحرف A وحده فوق عموده في الرسم البياني، مما يُثبت تميّزه المعنوي الصريح عن صنفي Khellouf وBassa وMegarin، في حين تداخل مع Manga وBntMbarka. يُشير هذا الارتفاع إلى قدرة تركيبية حيوية عالية لهذا الصنف في مسار حمض الشيكيميك (Shikimate pathway) المسؤول عن تصنيع المركبات الفينولية. وقد أثبت (Vermerris & Nicholson, 2006) أن الاختلافات الوراثية بين الأصناف في تعبير إنزيمات هذا المسار تُفضي مباشرةً إلى تباين واسع في المحتوى الفينولي بين الأصناف النباتية.

• جاء صنفا Manga وBntMbarka في المرتبتين الثانية والثالثة بمتوسطين بلغا 64.92 و63.96 µg/mg على التوالي، وحملا الحرفين AB فوق عموديهما في الرسم البياني، وهو ما يعني أنهما يتداخلان إحصائياً مع كل من Tazi من جهة ومع Megarin من جهة أخرى، دون أن يختلفا معنوياً عن أي منهما. هذا الموقع الوسيط يعكس تنوعاً وراثياً متدرجا في القدرة على تصنيع الفينولات، ويشير إلى أن هذين الصنفين يجمعان بين خصائص المجموعتين العليا والوسطى. ومن الناحية البيولوجية فإن التقارب الكبير بين قيمتيهما (64.92 مقابل 63.96) يرجح أن يعكس أصلا وراثيا مشتركا أو ظروف تكيّف بيئي متشابهة بين الصنفين.

• أما صنف Megarin فقد احتل المرتبة الرابعة بمتوسط 55.51 µg/mg ، وحمل الحرف B وحده فوق عموده، مما يعني اختلافه المعنوي عن Tazi من جهة وعن Khellouf وBassa من جهة أخرى. ورغم أن قيمته الفينولية معتدلة، إلا أنها تبقى أعلى بكثير من صنفي المجموعة C، مما يجعله في موقع انتقالي متميز بذاته.

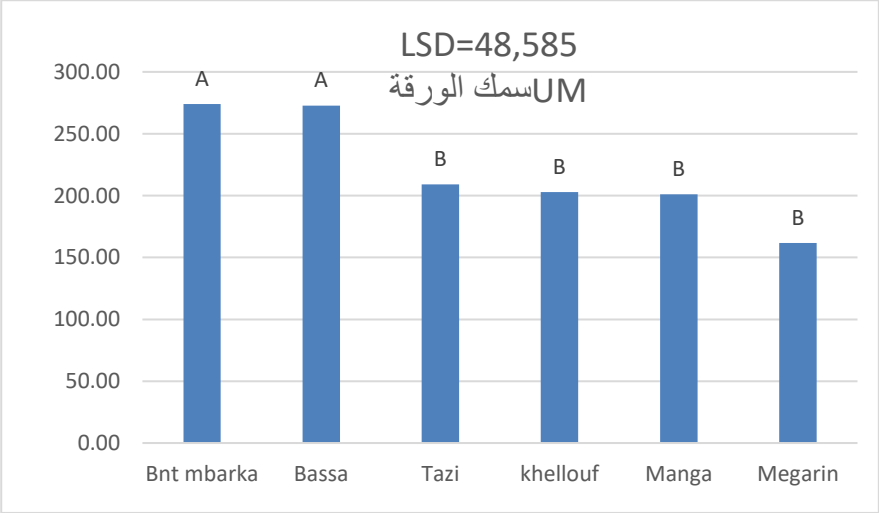
• وفي المرتبتين الأخيرتين جاء صنفا Khellouf وBassa بمتوسطين بلغا 37.48 و31.75 µg/mg على التوالي، وحمل كلاهما الحرف C فوق عموديهما في الرسم البياني، مما يُثبت اشتراكهما في المجموعة الأدنى واختلافهما المعنوي عن جميع الأصناف الأخرى.

أظهرت نتائج تحليل التباين الأحادي (ANOVA) مع اختبار Fisher LSD لمحتوى الفينول الكلي في أصناف القمح الستة تبايناً معنوياً واضحاً بين الأصناف

3- معايير المورفو تشريحية:

1-3 الصفات المورفوتشريحية:

1-1-3 سمك الورقة:



الوثيقة(24): سمك الورقة لنبات القمح لستة أصناف

النتائج توضح:

تصدر صنفا Bnt Mbarka وBassa القائمة بقيم متقاربة جداً (~272 و~271 µm) وانفردا معاً بالمجموعة A، مما يدل على تفوقهما المعنوي الواضح على الأصناف الأربعة الأخرى دون وجود فارق معنوي بينهما. في المقابل انتمت الأصناف الأربعة الباقية Tazi وKhellouf وManga وMegarin جميعها إلى المجموعة B دون فروق معنوية فيما بينها، وإن تفاوتت قيمها من 207 µm في Tazi إلى 162 µm في

Megarin الذي سجّل أدنى القيم. أظهر تحليل التباين (ANOVA) فروقاً معنوية بين الأصناف الستة في صفة سمك الورقة، وصنّف اختبار LSD (بقيمة 48.59 µm) الأصناف إلى مجموعتين متجانسة فقط

نفسر هذا الأختلاف:

أن سمك الورقة صفة تشريحية وظيفية تعكس كثافة الأنسجة الداخلية للورقة من ميزوفيل وأنسجة وعائية، وترتبط بعدة جوانب فيزيولوجية مهمة.

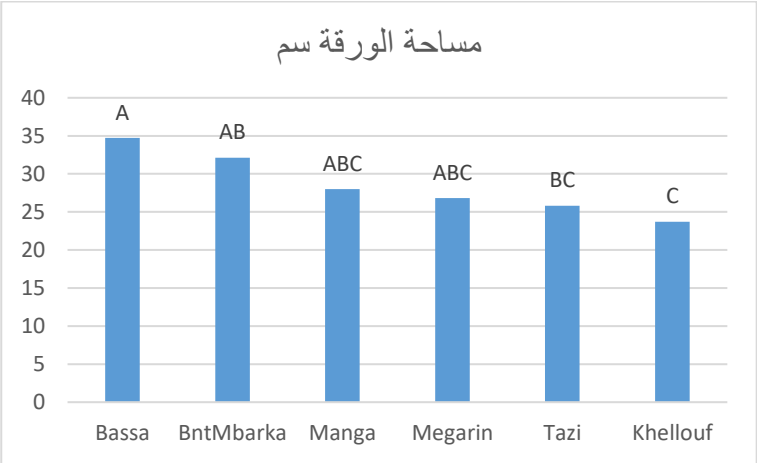
أولاً القدرة التمثيلية الضوئية:

ترتبط الأوراق السميكة بزيادة كمية الكلوروفيل الإجمالية لوحدة المساحة، وبارتفاع عدد طبقات خلايا الميزوفيل الحاملة للبلاستيدات الخضراء، مما يُعزز القدرة التمثيلية الضوئية ويرفع نقطة تشبع الضوء (Ding et *al.*, 2025). وعليه فإن Bnt Mbarka وBassa يمتلكان نظرياً طاقة تمثيلية ضوئية أعلى لوحدة المساحة الورقية مقارنة بالأصناف الأربعة الأخرى.

تتميز الأوراق السميكة بارتفاع نقطة تشبع الضوء وكذلك زيادة في نقطة التعويض الضوئي، حيث يصبح كمية السكريات والأكسجين التي يصنعها النبات عبر البناء الضوئي أكبر من الكمية التي يستهلكها النبات عبر التنفس. وهذا يسمح للنبات بإنتاج جيد للأكسجين، وزيادة في توفر المادة العضوية بكميات هامة وتخزينها.

قد يعكس انخفاض سُمك الورقة في Megarin (~162 µm) استراتيجية مختلفة تقوم على تقليل الكتلة الورقية وخفض تكلفة بناء الأنسجة، وهو نمط يُلاحظ أحياناً في الأصناف المتكيفة مع ظروف الإجهاد المائي التي تُفضّل الاقتصاد في بناء الأوراق على حساب سُمكها (Flexas et *al.*, 2013). غير أن هذا التكيف قد يكون مصحوباً بانخفاض في القدرة التمثيلية الضوئية لوحدة المساحة.

2-1-3 مساحة الورقة:



الوثيقة(25): نتائج مساحة الورقة لأصناف الستة المدروسة

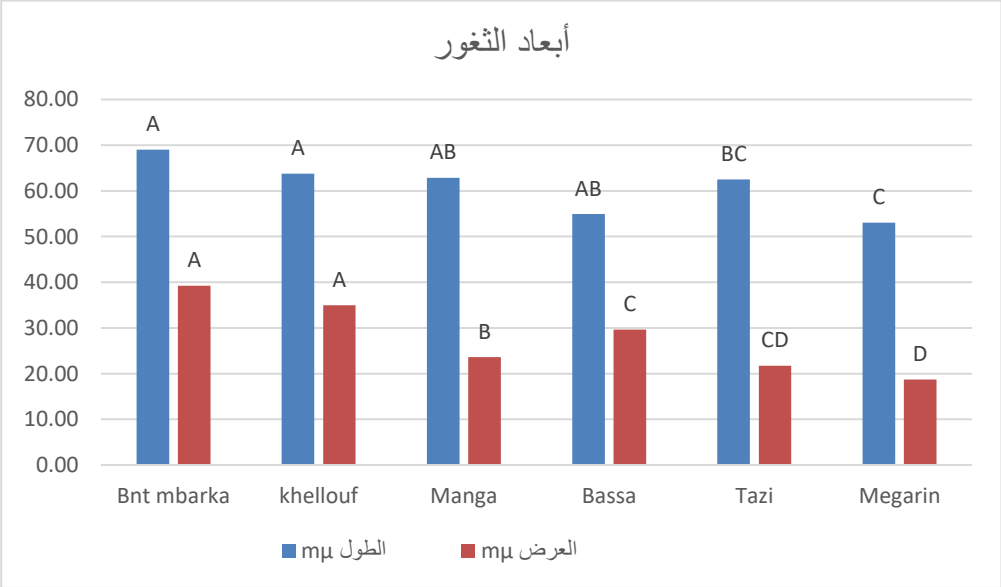
الشكل يوضح صفة مساحة الورقة لنبات القمح لستة أصناف مختلفة وتم تصنيفها في ثلاث مجموعات متجانسة (A، B، C)

تصدّر Bassa بأعلى مساحة ورقية 34.74 سم² وانفرد بالمجموعةA ، مما يعني قدرة نظرية أعلى على اعتراض الإشعاع الشمسي ودعم ملء الحبوب .وقد ربط Brestic et al. (2018) مساحة الورقة العلم ارتباطاً مباشراً بكفاءة اعتراض الضوء ومعدل التمثيل الضوئي في القمح.

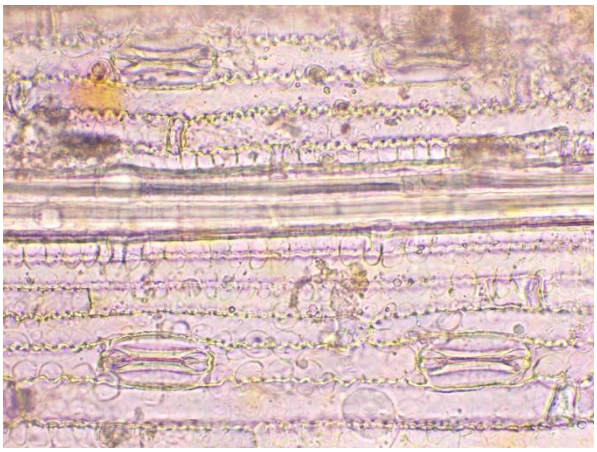
أما Khellouf فسجّل أدنى مساحة 23.70 سم²، وقد يعكس ذلك استراتيجية تكيفية لتقليل فقد الماء بالنتح في الظروف الجافة، وهو سلوك موثق في أصناف القمح المزروعة في البيئات الجافة وشبه الجافة (Zhang et *al.*, 2023).

3-2-3 أبعاد الثغور وكثافتها:

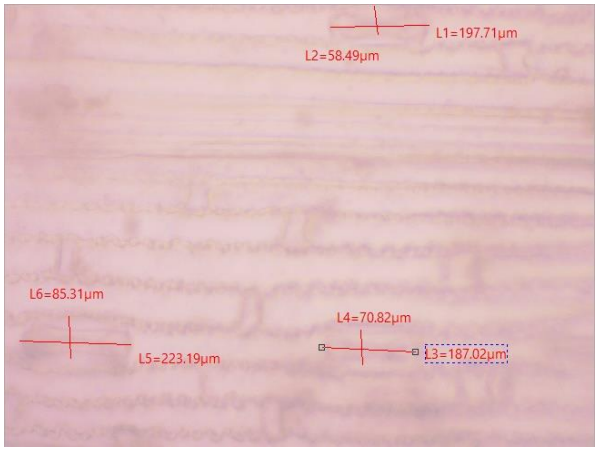
أظهرت نتائج الدراسة وجود تباين واضح بين أصناف القمح المحلية المدروسة من حيث أبعاد الثغور وكثافتها، مما يعكس اختلافات وراثية وفسيولوجية مرتبطة بآليات التبادل الغازي وتنظيم العلاقات المائية للنبات. فقد بين تحليل التباين وجود فروق معنوية بين الأصناف بالنسبة لطول الثغر ($P < 0.017$) وعرضه ($P < 0.0001$)، كما سجلت الأصناف تبايناً في عدد الثغور لكل وحدة مساحة من الورقة، حيث تراوحت الكثافة الثغرية بين قيم منخفضة نسبياً في Bnt mbarka و Khellouf وقيم مرتفعة في Bassa.



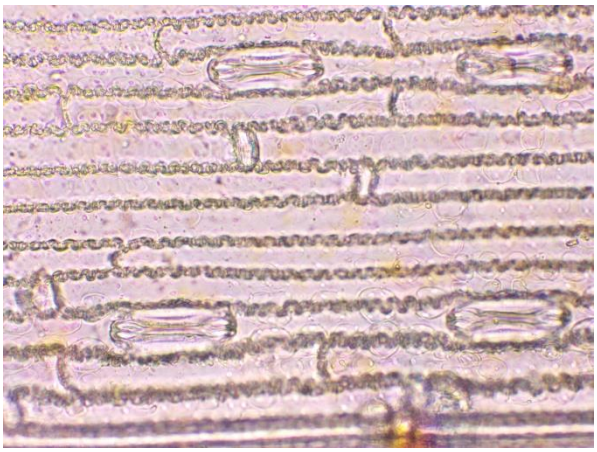
الوثيقة(26): أبعاد الثغور للأصناف نبات القمح الستة



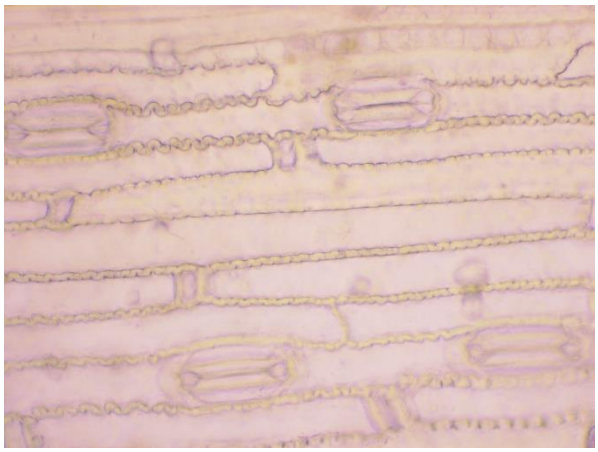
Manga



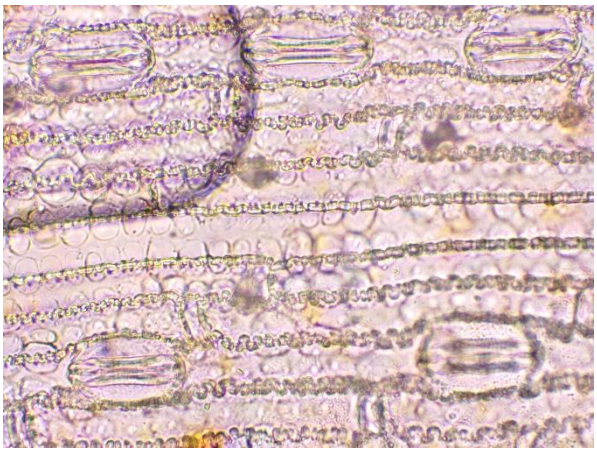
Megarin



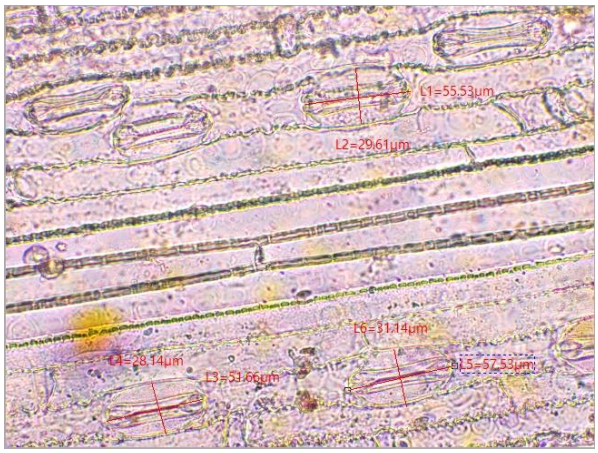
Tazi



Bnt mbarka



Khellouf



Bassa

الوثيقة(27): أبعاد الثغور بالمجهر الضوئي الرقمي بتكبير 100*40

تشير هذه النتائج إلى وجود تنوع مورفولوجي مهم في الجهاز الثغري للأصناف المدروسة. وتعد أبعاد الثغور من الصفات الكمية متعددة الجينات التي تخضع لتأثير عدد كبير من المورثات بالإضافة إلى تفاعلها مع الظروف البيئية السائدة أثناء النمو. وقد أوضح Franks and Beerling (2009) أن حجم الثغور وكثافتها يمثلان من أهم المحددات التشريحية لقدرة النبات على تنظيم التبادل الغازي واستهلاك الماء، كما أنهما يعكسان استراتيجيات تكيفية مختلفة بين الأنماط الوراثية.

كما أن الأصناف التي تمتلك ثغوراً كبيرة نسبياً يمكن أن تحقق معدلات أعلى من تدفق ثاني أكسيد الكربون نحو الأنسجة الداخلية للورقة، مما يرفع من كفاءة عملية البناء الضوئي في الظروف الملائمة. غير أن زيادة حجم الثغور قد تؤدي في المقابل إلى ارتفاع معدلات فقد الماء عبر النتح عند تعرض النبات للإجهاد المائي. وعلى العكس من ذلك، فإن الأصناف ذات الثغور الأصغر غالباً ما تتميز بقدرة أكبر على التحكم في الفتح والغلق السريع للثغور، وهو ما يساهم في تحسين الكفاءة المائية وتقليل فقد الماء تحت ظروف الجفاف.

الجدول (04): عدد الثغور للورقة عند الاصناف

الأصناف	عدد الثغور mm^2
Megarin	47
Manga	44
Tazi	47
Khellouf	34
Bnt mbarka	32
Bassa	55

كما تشير نتائج الكثافة الثغرية إلى وجود استراتيجيات مختلفة لاستغلال الموارد البيئية. فزيادة عدد الثغور لكل وحدة مساحة قد تسمح بتحقيق معدلات مرتفعة من التبادل الغازي دون الحاجة إلى زيادة كبيرة في حجم الثغر الواحد، في حين تعتمد بعض الأصناف الأخرى على عدد أقل من الثغور ذات أبعاد أكبر نسبياً. وقد بينت الدراسات أن العلاقة بين حجم الثغور وكثافتها غالباً ما تكون عكسية، حيث يؤدي ازدياد عدد الثغور إلى تقليص المساحة المتاحة لكل ثغر ومن ثم انخفاض حجمه.(Hetherington and Woodward, 2003)

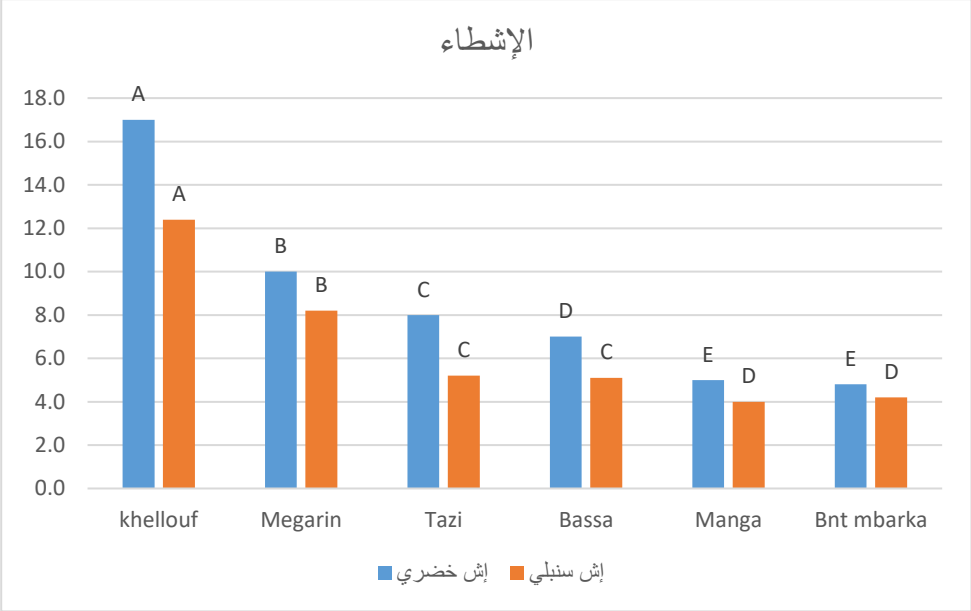
وتكتسب هذه الاختلافات أهمية خاصة في البيئات الجافة وشبه الجافة التي يزرع فيها القمح، إذ تعد خصائص الجهاز الثغري من أهم المؤشرات المرتبطة بتحمل الإجهاد المائي. وقد أشار Rebetzke et al. (2003)إلى أن التباين في حجم الثغور وكثافتها يمثل إحدى الآليات التشريحية المهمة التي تسمح لأصناف القمح

بالتكيف مع محدودية المياه وتحسين كفاءة استخدامها. كما أوضح Lawson and Vialet-Chabrand (2019) أن تحسين التوازن بين أبعاد الثغور وكثافتها يسهم في رفع إنتاجية النبات من خلال تحقيق توافق أفضل بين التمثيل الضوئي والمحافظة على الحالة المائية للنبات.

وبناءً على ذلك، فإن التباين المسجل في أبعاد الثغور وكثافتها بين الأصناف المحلية المدروسة يعكس تنوعا وراثيا مهماً يمكن لاستنباط أصناف ذات كفاءة في إستغلال الماء تحت الظروف البيئية القاسية.

2-3 ديناميكية الأشطاء:

1-2-3 الأشطاء



الوثيقة(28): مرحلتي الأشطاء السنبلي والخضري لدى ستة أصناف

2-2-3 الأشطاء الخضري:

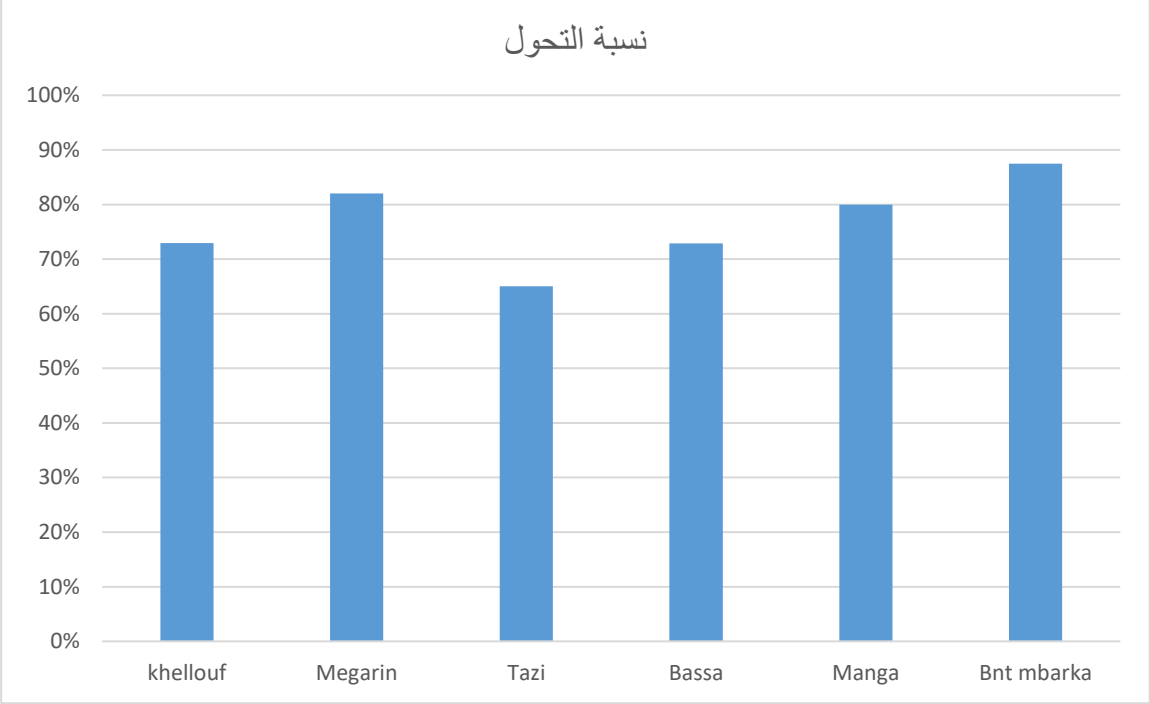
من خلال متابعة الاشطاء عند الاصناف تمكنا من تسجيل النتائج الممثلة في الوثيقة (رقم الوثيقة) ... حيث اظهرتحليل التباين ANOVA وجود فروق معنوية عالية جدا بين الاصناف بالنسبة لعدد الاشطاء الخضرية($P < 0.0001$) ، مما يدل على ان التركيب الوراثي للاصناف يؤثر بصورة واضحة في قدرة النبات على انتاج الاشطاء. كما اوضحت نتائج اختبار Fisher LSD ان الصنف Khellouf سجل اعلى قيمة للاشطاء الخضرية (17.0 شطا)، متبوعا بالصنف Megarin (10.0 اشطاء)، بينما سجل الصنف Bnt mbarka ادنى قيمة (4.8 اشطاء). كما اظهرت الاصناف الاخرى قيما متوسطة تراوحت بين 5.0 و8.0 اشطاء خضرية.

يمكن تفسير هذه الفروق باختلاف القدرة الوراثية للاصناف على تكوين الاشطاء خلال المراحل الاولى من النمو، حيث يعد عدد الاشطاء الخضرية مؤشرا مهما على القدرة الانتاجية المحتملة للنبات، اذ يوفر عددا اكبر من الوحدات القادرة على التحول الى سنابل منتجة عند توفر الظروف المناسبة.

3-2-3 الأشطاء السنبلي:

أكدت نتائج تحليل التباين وجود فروق معنوية عالية جدا بين الاصناف المدروسة في عدد الاشطاء السنبلية ($P < 0.0001$)، مما يؤكد اختلاف كفاءة الاصناف في تحويل الاشطاء الخضرية الى اشطاء منتجة للسنابل. وبينت نتائج اختبار Fisher LSD ان الصنف Khellouf سجل اعلى متوسط لعدد الاشطاء السنبلية (12.4 شطا)، متفوقا معنويا على جميع الاصناف الاخرى، في حين سجل الصنف Manga اقل قيمة (4.0 اشطاء). واظهرت الاصناف Tazi وBassa وBnt mbarka قيما متقاربة نسبيا.

تعكس هذه النتائج اختلاف الاصناف في قدرتها على الاحتفاظ بالاشطاء حتى مرحلة الاسبال، وهي صفة ترتبط بكفاءة استغلال الموارد المتاحة من ماء وعناصر غذائية وقدرة النبات على تقليل فقدان الاشطاء خلال مراحل النمو المختلفة.



الوثيقة(29): نسبة التحول من الأشطاء الخضري للسنبلي لدى الأصناف

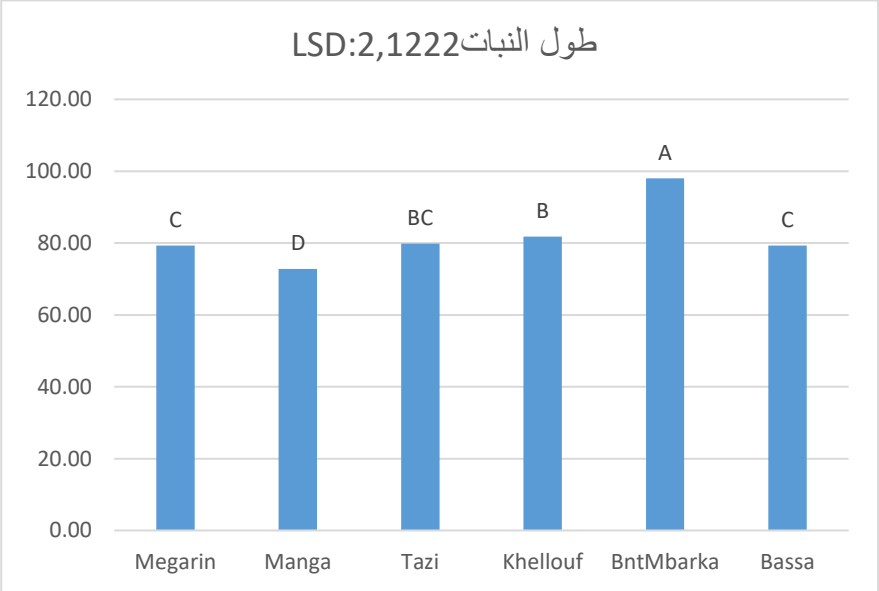
4-2-3 نسبة التحول من الأشطاء الخضري للسنبلي:

اظهرت النتائج تفاوتا واضحا في نسبة التحول بين الاصناف، حيث سجل الصنف Bnt mbarka اعلى نسبة تحول بلغت 88%، يليه Megarin بنسبة 82% ثم Manga بنسبة 80%، بينما سجل الصنف Tazi ادنى نسبة تحول بلغت 65.%

تشير هذه النتائج الى ان العدد المرتفع من الاشطاء الخضرية لا يؤدي بالضرورة الى انتاج عدد أكبر من الاشطاء السنبلية، اذ يبدو ان بعض الاصناف تتميز بكفاءة اعلى في المحافظة على الاشطاء وتحويلها الى سنابل منتجة. لذلك فان تقييم الاصناف يجب ان يعتمد على كل من عدد الاشطاء المتكونة وكفاءة تحولها الى

اشطاء مثمرة، لما لذلك من تاثير مباشر على المردود النهائي للحبوب. وهو ما ذكره Acevedo et al (2002) حيث أكدوا أن عدد الاشطاء يعد من اهم مكونات المردود ويتأثر بدرجة كبيرة بالتركيب الوراثي للصنف. كما اوضح Siddique et al (1989) ان كفاءة تحول الاشطاء الخضرية الى اشطاء سنبلية تختلف باختلاف الاصناف نتيجة اختلاف قدرتها على المحافظة على الاشطاء حتى مرحلة الاسبال. ويشير التباين المسجل بين الاصناف المحلية المدروسة الى وجود تنوع وراثي مهم يمكن استغلاله في برامج التحسين الوراثي.

4- طول النبات:



الوثيقة(30): نتائج طول النبات للاصناف السته

أظهرت النتائج :

- تصدّر BntMbarka بمتوسط طول بلغ 98 سم وانفرد بالمجموعة A. للأصناف الطويلة ميزة في المنافسة مع الحشائش الضارة، لكنها في المقابل أكثر عرضة للرقاد عند الإفراط في التسميد الآزوتي أو في المناطق ذات الرياح القوية (Hoogendoorn, 1985).
- جاء Khellouf 81.8 سم وTazi 79.8 سم وMegarin وBassa 79.3 سم في النطاق المتوسط (75–85 سم) الذي يُمثّل التوازن المثالي بين القدرة الإنتاجية ومقاومة الرقاد حسب Flintham et al. (1997)
- وجاء Manga في المرتبة الأخيرة 72.8 سم في المجموعة D. وقد لفت Hedden (2003) الانتباه إلى أن جينات القزامة Rht المنتشرة في أصناف القمح الحديثة كثيراً ما تؤدي إلى تقارب الأصناف في نطاق طولي محدود

وقد كشف اختبار LSD بقيمة 2.1222 عن دقة تمييزية عالية بين الأصناف، مما يدل على انخفاض في قيمة الخطأ التجريبي وجودة عالية في التصميم التجريبي المُتبع

5- التراص:

الجدول(05): يمثل صفة التراص عند الأصناف الستة

الاصناف	طول السنبلة LE	عدد السنيبلات N	التراص (الكثافة) D = 10 x N / LE
Khellouf	7,8	17	22
Tazi	7,5	17	23
Manga	7,1	18	25
Bassa	6,7	18	27
Bnt mbarka	6,5	20	31
Megarin	6,1	17	28

أن الصنف Bnt mbarka سجّل أعلى قيمة للتراص (31.0)، متبوعاً بالصنف(28.0) Megarin ، ثم Bassa (27.0)، في حين سجّل الصنف Khellouf أدنى قيمة للتراص (22.0). وأظهرت الأصناف الأخرى قيماً متوسطة تراوحت بين 23.0 و25.0، كما هو الحال مع الصنفين Tazi (23.0) و.Manga (25.0)

يمكن تفسير هذه الفروق باختلاف القدرة الوراثية للأصناف في تنظيم عدد السنيبلات وطول السنبلة معاً، إذ إن الأصناف التي تمتلك سنابل أقصر وعدداً أكبر من السنيبلات تُعطي قيم تراص مرتفعة. ويُعدّ التراص مؤشراً مورفولوجياً مهماً يرتبط بالتصنيف النباتي لأصناف القمح، فضلاً عن ارتباطه بصفات الحبوب وقدرة السنبلة على الإنتاج. وتشير الأبحاث إلى أن الأصناف ذات التراص المرتفع قد تعاني من تنافس أشد بين السنيبلات على المواد الغذائية، مما قد يؤثر سلباً على وزن الحبة الواحدة، في حين تتميز الأصناف ذات التراص المنخفض عموماً بحبوب أكبر حجماً وأثقل وزناً .(Slafer & Rawson, 1994; Miralles & Slafer, 2007)

6- تقييم الصفات التشريحية والمورفولوجية حسب مؤشرات UPOV للتنوع عند اصناف القمح:

أظهر تقييم الصفات التشريحية والمورفولوجية وفق مؤشرات UPOV إلى وجود تباين واضح بين أصناف القمح المدروسة، مما يؤكد وجود تنوع هام يتطلب تثمينه والمحافظة على الأصول الوراثية. وقد شمل التقييم صفات تشريحية ومورفولوجية.

الجدول (06) تقييم الصفات التشريحية والمورفولوجية حسب مؤشرات UPOV للتنوع:

الصفات المدروسة	الاصناف	Megarin	Manga	Tazi	khellouf	Bnt mbarka	Bassa
النخاع (pith)	التنقيط	1	3	2	2	1	2
	الوصف	رقيق	سميك	متوسط	متوسط	رقيق	متوسط
طول النبات	التنقيط	5	3	5	5	7	5
	الوصف	متوسط	قصير	متوسط	متوسط	طويل	متوسط
شكل السنبلة	التنقيط	4	3	1	1	5	1
	الوصف	شبه صولجاني	متوازي الحواف	هرمية	هرمية	صولجاني	هرمية
تراص السنبلة	التنقيط	7	5	3	3	9	7
	الوصف	متراصة	متوسطة	متباعدة	متباعدة	متراصة جدا	متراصة
التزغب (العصافة)	التنقيط	5	3	3	1	1	3
	الوصف	كبيرة	متوسطة	متوسطة	صغيرة	صغيرة	متوسطة
شكل المنقار (العصافة)	التنقيط	3	1	3	7	5	1
	الوصف	قليل الانحناء	مستقيم	قليل الانحناء	شديد الانحناء	متوسط الانحناء	مستقيم
التشكل الكتف (العصافة)	التنقيط	3	5	1	1	1	9
	الوصف	قليل الانحدار	أفقي	شديد الانحدار	شديد الانحدار	شديد الانحدار	صاعد بقوة
التزغب (الحبة)	التنقيط	5	1	5	3	5	3
	الوصف	طويل	قصير	طويل	متوسط	طويل	متوسط
شكل الحبة	التنقيط	1	2	1	2	1	3
	الوصف	بيضوي	متوسط الاستطالة	بيضوي	متوسط الاستطالة	بيضوي	متطاول
السفا (السنبلة)	التنقيط	2	3	1	1	1	3
	الوصف	وجود الأشواك	وجود السفا	غياب الاثنين	غياب الاثنين	غياب الاثنين	وجود السفا
طول السنبلة	التنقيط	5	5	5	5	5	5
	الوصف	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط

أظهرت صفة النخاع (Pith) اختلافا بين الأصناف، حيث تراوح بين النخاع الرقيق والمتوسط والسميك. وتعد هذه الصفة من الخصائص التشريحية المهمة المرتبطة بصلابة الساق ومقاومة الرقاد، إذ تسهم زيادة سماكة النخاع في تحسين الدعامة الميكانيكية للنبات وتقليل احتمالية انحناء الساق تحت تأثير الرياح أو الوزن المرتفع للسنابل. ويشير التباين المسجل إلى وجود استراتيجيات بنيوية مختلفة بين الأصناف في استثمار الموارد المخصصة لبناء الأنسجة الداعمة.

أما طول النبات فقد تراوح بين الأصناف القصيرة والمتوسطة والطويلة، حيث تميز الصنف Manga بالطول الأكبر مقارنة ببقية الأصناف. ويعد طول النبات من أكثر الصفات ارتباطا بالقدرة التنافسية للنبات واستغلال الضوء، كما يتأثر بعدد كبير من المورثات وبالتفاعل بين التركيب الوراثي والظروف البيئية. وتشير الدراسات إلى أن التنوع في طول النبات يمثل أحد المؤشرات الأساسية للتمييز بين الأصناف ويؤثر بصورة مباشرة في المردود ومقاومة الرقاد.

كما كشفت النتائج عن اختلافات واضحة في شكل السنبلة ودرجة تراصها. فقد تراوحت الأشكال بين الهرمية والمتوازية الحواف وشبه الصولجانية والصولجانية، في حين اختلفت درجة التراص من متباعدة إلى متراصة جدا. وتعد هذه الصفات من المؤشرات التصنيفية المهمة المعتمدة في توصيف أصناف القمح، كما أنها تؤثر في عدد السنيبلات وكفاءة استغلال المساحة داخل السنبلة، الأمر الذي قد ينعكس على عدد الحبوب المتكونة والإنتاجية النهائية.

وأظهرت الصفات المرتبطة بالعصافة، والمتمثلة في حجم الزغب وشكل المنقار وشكل الكتف، تنوعا ملحوظا بين الأصناف. ويعكس هذا التباين اختلافات وراثية مستقرة تستعمل عادة في التمييز بين الأصناف المحلية. كما أن بعض هذه الصفات قد تسهم في توفير حماية إضافية للحبوب ضد العوامل البيئية أو بعض الآفات، فضلا عن دورها في التكيف مع الظروف المناخية السائدة.

وبالنسبة للحبوب، فقد سجلت الأصناف اختلافات في شكل الحبة وطول الزغب، حيث تنوعت بين الحبوب البيضوية ومتوسطة الاستطالة والمتطاولة. وتكتسب هذه الصفات أهمية خاصة لارتباطها بالجودة التكنولوجية للقمح وبخصائص الطحن والتصنيع، كما تعد من الصفات الوراثية الثابتة نسبيا التي تستخدم في توصيف الأصناف وتمييزها.

كما بينت النتائج وجود تباين في صفة السفا، حيث تميزت بعض الأصناف بوجود الأشواك بينما خلت أصناف أخرى منها. وتعد هذه الصفة من أكثر الصفات استعمالا في توصيف القمح نظرا لسهولة ملاحظتها واستقرارها الوراثي. وقد ارتبط وجود السفا في بعض الدراسات بتحسين عملية التمثيل الضوئي والمساهمة في امتلاء الحبوب، خاصة تحت ظروف الإجهاد البيئي (Benlaribi, 1990).

في المقابل، لم تظهر الأصناف اختلافات في طول السنبلة، حيث صنفت جميعها ضمن الفئة المتوسطة. ويشير ذلك إلى أن هذه الصفة تتميز بدرجة أقل من التباين مقارنة ببقية الصفات المدروسة، أو أنها خضعت لضغط انتخابي متشابه أدى إلى تقارب قيمها بين الأصناف المحلية.

وبصفة عامة، تؤكد نتائج مؤشرات UPOV وجود تنوع مورفولوجي وتشريحي بين أصناف القمح المحلية المدروسة. وتنسجم هذه النتائج مع ما أشارت إليه منظمة UPOV من أن الصفات المورفولوجية والتشريحية تمثل أدوات فعالة لتوصيف الأصناف النباتية وتحديد تميزها وتجانسها وثباتها. كما تدعم هذه الاختلافات أهمية الأصناف المحلية كمصدر للصفات المرغوبة التي يمكن استغلالها في برامج التربية الوراثية الهادفة إلى تحسين الإنتاجية والتكيف مع التغيرات البيئية.

الخلاصة العامة

الخلاصة العامة:

توصلت الدراسة على أصناف القمح الستة المدروسة (Manga, Megarin, Tazi, Khellouf, Bnt Mbarka, Bassa) إلى توصيف شامل أكد وجود تنوع وراثي بالغ الأهمية يعكس استراتيجيات متباينة في بين الاصناف الوراثية المدروسة. توصلت الدراسة إلى العديد من الاستنتاجات من خلال مناقشة وتقييم القياسات الميدانية والحيوية والتشريحية.

كشفت الدراسة ديناميكية الإنبات عن فروق معنوية واضحة في قوة البذور بين الأصناف؛ حيث تميز صنف Manga بتفوق مطلق وسرعة بزوغ مبكرة بلغت 90% في اليوم السادس، يليهMegarin ، مما يترجم كفاءة إنزيمية عالية في تعبئة مدخرات الإندوسبرم، في حين أبدت أصناف أخرى مثل Bassa و Khellouf بطأ ملحوظا في المراحل الأولى.

أكد التقييم الميكروسكوبي من خلال دراسة الجهاز الثغري وتشريح الورقة إلى وجود علاقة تبادلية عكسية دقيقة بين أبعاد الثغور وكثافتها التعدادية؛ فالصنف Bassa عوض صغر أبعاد ثغوره برفع كثافتها إلى 55 ثغرا mm^2 لضمان حد أدنى من التبادل الغازي، بينما سجل Bnt mbarka أدنى كثافة ثغرية) 32 ثغرا (mm^2 كآلية تشريحية متميزة لتقليل الفقد المائي بالنتح. وتلازم ذلك مع تفوق صنفى Bnt mbarka و Bassaفي سمك الورقة العلم وانفرادهما بالمجموعة ، مما يمنحهما طاقة تمثيلية ضوئية وتوصيلية ميزوفيلية أعلى.

أظهرت التحاليل البيوكيميائية تباينات حقيقية فائقة الدلالة الإحصائية؛ حيث توافقت قياسات مؤشر SPAD الميدانية مع نتائج الأيض فنلاحظ تصدر الصنف Tazi الأصناف في الحصاد البيوكيميائي مسجلا أعلى محتوى كربوهيدراتي كلي بنسبة 56.57%، وأعلى تركيز للفينولات الكلية بواقع 70.73ug/mg ، مما يعكس نشاطا استثنائيا للمركبات المساهمة في حماية الأغشية الخلوية.

من خلال نتائج الدراسة المورفولوجية تبين أن صفة طول الساق تظهر تمايزا وراثيا واضحا بين الأصناف؛ حيث تميز Bnt mbarka بأعلى متوسط طول بلغ 98 سم وبأعلى قيمة لتراص وكثافة السنبلة (31.0) وبكفاءة تحول ممتازة للأشطاء الخضرية إلى سنابل منتجة بلغت 88%. بينما تميز صنف Manga بسمك برانشيمه القشري مما يمنحه صلابة ميكانيكية ومقاومة عالية للرقاد، وتكامل صنف Megarin بامتلاكه نخاعا برانشيميا سميكا يعمل كمستودع تخزيني لإعادة تحريك السكريات نحو الحبوب.

آفاق وتوصيات الدراسة: بناء على هذه المساهمة التطبيقية في تقييم التنوع ، نوصي بالآتي:

1- اعتماد القياسات الميكروسكوبية للجهاز الثغري (الأبعاد والكثافة) وسمك نسيج الورقة كواسمات تشريحية ثابتة (Anatomical Markers) في برامج توصيف وتثمين الأصناف المحلية.

2- توجيه مربي النباتات نحو استغلال هذه النتائج للاصناف المتفوقة في برامج التهجين والتحسين المستدام لمحاصيل الحبوب الموجهة للزراعة في المناطق الجافة.

3- توسيع نطاق البحث مستقبلا ليشمل دراسة التعبير الجيني للإنزيمات الحيوية المتحكمة في مسارات تخليق الفينولات والكلوروفيل تحت ظروف إجهاد (ملوحة، جفاف) لتأكيد آليات التكيف الجزيئي لهذه الأصناف المحلية.

قائمة المراجع

المراجع العربية:

أبو ضاحي، ي. م.، واليونس، م. أ. (1988). دليل تغذية النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد.

الجليلي، هـ. (2006). الحماية القانونية للأصناف النباتية الجديدة (دراسة مقارنة). مجلة بحوث مستقبلية، 16، 118-119.

حليس، ي. (2007). الموسوعة النباتية لمنطقة سوف: النباتات الصحراوية الشائعة في منطقة العرق الشرقي الكبير. مطبعة الوليد

الشاذلي، م.، والمرسي، ع. (2000). علم البيئة العام والتنوع البيولوجي (ص 163-167). دار الفكر العربي.

الشاطر، ز.، والصالح العبد، ب. (2023). دراسة بعض مؤشرات التنوع الحيوي في بعض المواقع الحراجية في منطقتي قسطل معاف (محافظة اللاذقية) والقدموس (محافظة طرطوس) خلال الفترة 2009-2022. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 23(1)، 10-1603.

عيسى، م. ر. (2017). التنوع الحيوي. الموسوعة العربية. https://mawdoo3.com

كيال، ح. (1979). محاصيل الحبوب والبقول (ص 11-121). جامعة دمشق.

المراجع الأجنبية:

Abdouche, F. (2000). Les céréales et la sécurité alimentaire en Algérie. El Hikma.

Abis, S. (2012). Le blé en Méditerranée : sociétés, commerce et stratégies. CIHEAM.

Acevedo, E., Silva, P., & Silva, H. (2002). Wheat growth and physiology. In B. C. Curtis, S. Rajaram, & H. Gómez Macpherson (Eds.), Bread wheat improvement and production (pp. 39-70). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Amoah, J. N., & Seo, Y. W. (2021). Effect of progressive drought stress on physio-biochemical responses and gene expression patterns in wheat. 3 Biotech, 11(10), 440.

Banque mondiale. (2021). Algeria. https://data.worldbank.org/country/algeria

Barron, C., Abécassis, J., Chaurand, M., & Lullien-Pellerin, V. (2012). Accès à des molécules d'intérêt par fractionnement par voie sèche. UMR-IATE, INRA, CIRAD, SUPAGRO, 19, 51-62.

Barrs, H. D., & Weatherley, P. E. (1962). A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. Australian Journal of Biological Sciences, 15(3), 413-428.

Bednarek, J. (2013). Analyse fonctionnelle de TaGW2, une E3 ligase de type RING, dans le développement du grain de blé tendre (Triticum aestivum) (Thèse de doctorat). Université Blaise Pascal – Clermont-Ferrand II.

Belaid, D. (1996). Aspects de la céréaliculture algérienne. INES d'Agronomie.

Benderradji, L. (2013). Sélection in vitro pour la tolérance aux stress salin et thermique chez le blé tendre (Mémoire de doctorat). Université de Constantine.

Berry, P. M., Sterling, M., Baker, C. J., Spink, J., & Sparkes, D. L. (2014). A calibrated model of wheat lodging compared with field measurements. Agricultural and Forest Meteorology, 186, 1-9.

Blum, A. (2011). Plant water relations, plant stress and plant production. In Plant breeding for water-limited environments (pp. 11-52). Springer

Bonjean, A. (2001). Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle de blé tender (Triticum aestivum L.). Dossier de l'environnement de l'INRA, 21, 29-37.

Boufenar-Zaghouane, F., & Zaghouane, O. (2006). Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine). ITGC, ICARDA.

Bourihane, D., & Mekkaoui, Z. (2013). Analyse des déterminants de la production du blé en Algérie : cas des wilayas Tiaret, Sétif et Médéa. L'échantillon 1990-2009 (Mémoire de master). Université Abderrahmane Mira de Béjaïa.

Braun, H. J., Atlin, G., & Payne, T. (2010). Multi-location testing as a tool to identify plant response to global climate change. In M. P. Reynolds (Ed.), Climate change and crop production (pp. 115-138). CABI.

Brestic, M., Zivcak, M., Hauptvogel, P., Misheva, S., Kocheva, K., Yang, X., Li, X., & Allakhverdiev, S. I. (2018). Wheat plant selection for high yields entailed improvement of leaf anatomical and biochemical traits including tolerance to non-optimal temperature conditions. Photosynthesis Research, 136(2), 245-255.

Bugbee, B. G., & Salisbury, F. B. (1988). Exploring the limits of crop productivity. Plant Physiology, 88(3), 869-878. https://doi.org/10.1104/pp.88.3.869

Campbell, N., & Reece, J. (2007). Biologie (7e éd.). Pearson Education France.

CBD (Convention on Biological Diversity). (1992). Convention on biological diversity. https://www.cbd.int/

Chabi, H., Derouiche, M., Kafi, M., & Khilassi, E. (1992). Estimation du taux d'utilisation du potentiel de production des terres à blé dur dans le Nord de la wilaya de Sétif (Thèse Ing.). INA El Harrach.

Chen, F., Zhang, K., Yan, S., Wang, R., Wang, H., Zhao, H., Zhao, F., Qi, Y., Yang, Y., & Wei, X. (2025). Response of photosynthesis to light and CO_2 concentration in spring wheat under progressive drought stress. BMC Plant Biology, 25(1), 324.

Chikhi, A. C. (1992). Situation de la céréaliculture et perspectives de l'irrigation du blé au niveau de la Mitidja (Thèse Ing.). INA El Harrach.

Clément-Grandcourt, M., & Prats, J. (1971). Les céréales (2e éd.). Ballière.

Dali, S., Jouadi, H., Louinis, M., & Nekkab, D. (2010). Évaluation des contrats de performance des wilayas. Céréaliculture, 55, 192.

Díaz, S., & Cabido, M. (2001). Vive la différence: Plant functional diversity matters to ecosystem processes. Trends in Ecology & Evolution, 16(11), 646-655. https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02283-2

Ding, W., Chang, S., Feng, S., Sun, H., Yue, J., Qiao, J., Zheng, W., & Ru, Z. (2025). Synergistic ability and effect of leaf color and leaf thickness to improve the photosynthetic performance of wheat. Agronomy, 15(2), 325.

DSA El Oued. (2025). Statistiques agricoles de la wilaya d'El Oued : production céréalière 2021–2025. Direction des Services Agricoles.

Dubcovsky, J., & Dvorak, J. (2007). Genome plasticity a key factor in the success of polyploid wheat under domestication. Science, 316(5833), 1862-1866. https://doi.org/10.1126/science.1143986

Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry, 28(3), 350-356.

Dunn, J., Hunt, L., Afsharinafar, M., Meselmani, M. A., Mitchell, A., Howells, R., Wallington, E., Fleming, A. J., & Gray, J. E. (2019). Reduced stomatal density in bread wheat leads to increased water-use efficiency. Journal of Experimental Botany, 70(18), 4737-4748.

Eliard, J. L. (1979). Manuel d'agriculture générale : bases de la production végétale. J.B. Baillière.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2018). Perspectives de l'alimentation : les marchés en bref. http://www.fao.org/worldfoodsituation/fr/

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2020). FAOSTAT statistical database. https://www.fao.org/faostat/

FAO. (2024). The State of Food and Agriculture 2024 – Value-driven transformation of agrifood systems. https://doi.org/10.4060/cd2616en

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. M. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. In Sustainable agriculture (pp. 153-188). Springer.

Feillet, P. (2000). Le grain de blé : composition et utilisation. INRA.

Feldman, M. (2001). Origin of cultivated wheat. In A. P. Bonjean & W. J. Angus (Eds.), The world wheat book (pp. 3-56). Lavoisier.

Feldman, M., & Levy, A. A. (2012). Genome evolution in allopolyploid wheat. Journal of Genetics and Genomics, 39(9), 443-459. https://doi.org/10.1016/j.jgg.2012.09.004

Ferhat, A., & Chehat, F. (2020). La filière de production blé face à la mondialisation : cas de l'Algérie. Roa Iktissadia Review, 10(2), 251-264.

Fischer, R. A. (2011). Wheat physiology: A review of recent developments. Crop and Pasture Science, 62(2), 95-114. https://doi.org/10.1071/CP10301

Fischer, R., Rees, D., Sayre, K., Lu, Z. M., Condon, A., & Saavedra, A. L. (1998). Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. Crop Science, 38(6), 1467-1475.

Flexas, J., Barbour, M. M., Brendel, O., Cabrera, H. M., Carriquí, M., Díaz-Espejo, A., & Niinemets, Ü. (2013). Mesophyll diffusion conductance to CO_2: An unappreciated central player in photosynthesis. Plant Science, 193-194, 70-84. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2012.05.009

Flintham, J. E., Börner, A., Worland, A. J., & Gale, M. D. (1997). Optimizing wheat grain yield: effects of Rht (gibberellin-insensitive) dwarfing genes. Journal of Agricultural Science, 128(1), 11-25. https://doi.org/10.1017/S0021859600090651

Franks, P. J., & Beerling, D. J. (2009). Maximum leaf conductance driven by CO_2 effects on stomatal size and density over geologic time. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(25), 10343-10347.

Franks, P. J., & Britton-Harper, Z. J. (2016). No evidence of general CO_2 insensitivity in ferns: one stomatal control mechanism for all land plants? New Phytologist, 211(3), 819-827.

Freitas, N. (2012). Étude de la morphologie et de la structure du blé dur (Triticum durum Desf.) (Thèse de Magister). Université de Batna.

Fuentes-Dávila, G., Rosas-Jáuregui, I. A., Ayón-Ibarra, C. A., Félix-Fuentes, J. L., Félix-Valencia, P., & Torres-Cruz, M. M. (2023). Grain yield of wheat advanced lines adapted to stress, during the crop season 2017-2018. World Journal of Advanced Research and Reviews, 19(3), 420-427.

Gate, P. (1995). Écophysiologie du blé : de la plante à la culture. Lavoisier.

Gate, P., & Giban, M. (2003). Stades du blé. ITCF.

Gate, P., Vignier, L., Vadon, B., Souici, D., Minkov, D., Lafarga, A., & Zairi, M. (1997). Céréales en milieu méditerranéen : un modèle pour limiter les risques climatiques. Perspectives Agricoles, 217, 59-70.

Gebbing, T., & Schnyder, H. (1999). Pre-anthesis reserve utilization for protein and carbohydrate synthesis in grains of wheat. Plant Physiology, 121(3), 871-878. https://doi.org/10.1104/pp.121.3.871

Gill, B. S. (2004). International genome research on wheat (IGROW). In National Wheat Workers proceedings. USDA-ARS.

Gregersen, P. L., Culetic, A., Boschian, L., & Krupinska, K. (2013). Plant senescence and crop productivity. Plant Molecular Biology, 82(6), 603-622..

Gregory, P. J., Tennant, D., & Belford, R. K. (1992). Root and shoot growth, and water and light use efficiency of barley and wheat crops. Australian Journal of Agricultural Research, 43(3), 555-573. https://doi.org/10.1071/AR9920555

Gurrieri, L., Merico, M., Trost, P., Forlani, G., & Sparla, F. (2020). Impact of drought on soluble sugars and free proline content in selected Arabidopsis mutants. Biology, 9(11), 367. https://doi.org/10.3390/biology9110367

Hamad, A. S., Abdel-Aty, M., & El-Sayed, A. (2019). Stem anatomy and its relation to lodging resistance in wheat. Egyptian Journal of Agronomy, 41(1), 45-58. https://doi.org/10.21608/agro.2019.8254.1119

Hamadache, A. (2001). Stades et variétés de blé. Céréaliculture, 9-10.

Hamblin, J., Stefanova, K., & Angessa, T. T. (2014). Variation in chlorophyll content per unit leaf area in spring wheat and implications for selection in segregating material. PLoS ONE, 9(3), e92529. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092529

Hamed, A. S. (1979). Ancient Egyptian agriculture. Cairo University Press.

Harlan, J. R., & de Wet, J. M. J. (1971). Toward a rational classification of cultivated plants. Taxon, 20(4), 509-517. https://doi.org/10.2307/1218252

Hedden, P. (2003). The genes of the Green Revolution. Trends in Genetics, 19(1), 5-9. https://doi.org/10.1016/S0168-9525(02)00009-4

Hoogendoorn, J. (1985). The basis of variation in date of ear emergence under field conditions among the progeny of a cross between two winter wheat varieties. Journal of Agricultural Science, 104(3), 493-500. https://doi.org/10.1017/S0021859600044178

Hosseinifard, M., Stefaniak, S., Ghorbani Javid, M., Soltani, E., Wojtyla, Ł., & Garnczarska, M. (2022). Contribution of exogenous proline to abiotic stresses tolerance in plants: a review. International Journal of Molecular Sciences, 23(9), 5186. https://doi.org/10.3390/ijms23095186

International Grains Council. (2022). Grain market report. https://www.igc.int

ISTA (International Seed Testing Association). (2015). International rules for seed testing. ISTA.

ITGC. (2015). Évaluation de l'encadrement phytosanitaire des céréales durant la période 2010–2015. Céréaliculture, 66, 35.

Johnson, M. P. (2016). Photosynthesis. Essays in Biochemistry, 60(3), 255-273. https://doi.org/10.1042/EBC20160016

Kelbert, A. J., Spaner, D., Briggs, K. G., & King, J. R. (2007). Straw mechanical strength related to lodging resistance in wheat. Crop Science, 47(2), 712-720. https://doi.org/10.2135/cropsci2006.07.0469

Lawson, T., & Blatt, M. R. (2014). Stomatal size, speed, and responsiveness impact on photosynthesis and water use efficiency. Plant Physiology, 164(4), 1556-1570. https://doi.org/10.1104/pp.114.237107

Lawson, T., & Vialet-Chabrand, S. (2019). Speedy stomata, photosynthesis and plant water use efficiency. New Phytologist, 221(1), 93-98. https://doi.org/10.1111/nph.15330

Lévêque, C., & Mounolou, J. C. (2001). Biodiversité : dynamique biologique et conservation. Dunod.

Lovejoy, T. E. (1980). Changes in biological diversity. In G. O. Barney (Ed.), The global 2000 report to the President (Vol. 2, pp. 327-332). Penguin.

Lundgren, M. R., Mathers, A., Baillie, A. L., Dunn, J., Wilson, M. J., Hunt, L., Pajor, R., Fradera-Soler, M., Rolfe, S., & Osborne, C. P. (2019). Mesophyll porosity is modulated by the presence of functional stomata. Nature Communications, 10(1), 2825. https://doi.org/10.1038/s41467-019-10826-5

Lyubushkina, I. V., Kirichenko, K. A., Polyakova, M. S., Polyanskaya, I. V., Zabanova, N. S., Korsukova, A. V., Pobezhimova, T. P., Dudareva, L. V., Rikhvanov, E. G., & Grabelnych, O. I. (2025). Synthetic auxins toxicity: effects on growth and fatty acid composition in etiolated and green spring wheat seedlings. Molecules, 30(21), 4208. https://doi.org/10.3390/molecules30214208

M. R. Hetherington & F. I. Woodward (2003). The role of stomata in sensing and driving environmental change. Nature, 424, 901–908

Maamri, S. (2011). Évaluation de la variabilité morpho-physiologique et agronomique chez quelques populations locales de blé dur (Triticum durum Desf.) de l'Est Algérien (Thèse de Magister). Université Mentouri, Constantine.

MacFadden, E. S., & Sears, E. R. (1946). The origin of Triticum spelta and its free-threshing relatives. Journal of Heredity, 37(3), 81-89. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a105501

MacKey, J. (1966). Species relationship in Triticum. Hereditas, 56(S2), 237-276. https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1966.tb02133.x

Martinez-Goni, X. S., Miranda-Apodaca, J., & Pérez-López, U. (2024). Enhanced photosynthesis, transpiration regulation, water use-efficiency and growth in buckwheat outperforms wheat response to high [CO_2], high temperature and drought. Environmental and Experimental Botany, 222, 105756. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2024.105756

Mazliak, P. (1979). Physiologie végétale : croissance et développement. Hermann.

Miralles, D. J., & Slafer, G. A. (2007). Sink limitations to yield in wheat: how could it be reduced? Journal of Agricultural Science, 145(2), 139-149.

Mohammadkhani, N., & Heidari, R. (2008). Drought-induced accumulation of soluble sugars and proline in two maize varieties. World Applied Sciences Journal, 3(3), 448-453.

Morot-Gaudry, J. F., Jolivet, E., & Jubier, M. F. (2006). Physiologie végétale (Vol. 1). Dunod.

Moula, D., Zaghouane-Boufenar, F., Boukhobza, N., & Boulemnakher, H. (2010). La production semencière et son impact sur la qualité de la production nationale. Céréaliculture, 55, 99.

Moule, C. (1971). Céréales : phytotechnie spéciale (Tome II). La Maison Rustique.

Ouyang, W., Struik, P. C., Yin, X., & Yang, J. (2017). Stomatal conductance, mesophyll conductance, and transpiration efficiency in relation to leaf anatomy in rice and wheat genotypes under drought. Journal of Experimental Botany, 68(18), 5191-5205. https://doi.org/10.1093/jxb/erx314

Pflueger, T., Jensen, S. M., Liu, F., & Rosenqvist, E. (2024). Leaf gas exchange responses to combined heat and drought stress in wheat genotypes with varied stomatal density. Environmental and Experimental Botany, 228, 105984. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2024.105984

Ramade, F. (1993). L'érosion de la biodiversité. Futuribles, 8.

Rebetzke, G. J., Appels, R., Morrison, A. D., Richards, R. A., & Ruiter, D. (2001). Genetic control of coleoptile length and seedling vigor in wheat. Genome, 44(4), 690-700. https://doi.org/10.1139/g01-053

Rebetzke, G. J., Condon, A. G., Richards, R. A., & Farquhar, G. D. (2003). Stomatal conductance and transpiration efficiency in wheat. Crop Science, 43, 145-153.

Saada, B., Talbi, S., & Halilou, F. (2017). Étude comportementale de quelques populations du blé dur (Triticum durum Desf.) algérien sous contraintes salines (Mémoire de Master). Université Mohamed el Bachir el Ibrahimi.

Sam, R., Heun, M., Akkaya, M. S., & Özkan, H. (2004). Genetic resources and evolution of einkorn wheat (Triticum monococcum L.). Journal of Plant Genetics and Genomics, 2(1), 15-24.

Shewry, P. R. (2009). Wheat. Journal of Experimental Botany, 60(6), 1537-1553. https://doi.org/10.1093/jxb/erp058

Shewry, P. R., & Hey, S. J. (2015). The contribution of wheat to human diet and health. Food and Energy Security, 4(3), 178-202. https://doi.org/10.1002/fes3.64

Siddique, K. H. M., Kirby, E. J. M., & Perry, M. W. (1989). Ear:stem ratio in old and modern wheat varieties; relationship with improvement in grain yield. Field Crops Research, 21, 59-78.

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3), 144-158.

Slafer, G. A., & Rawson, H. M. (1994). Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: a re-examination of some assumptions made by physiologists and modellers. Australian Journal of Plant Physiology, 21(4), 393-426.

Slafer, G. A., Savin, R., & Sadras, V. O. (2014). Coarse and fine regulation of wheat yield components in response to genotype and environment. Field Crops Research, 157, 71-83. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.12.004

Slewinski, T. L. (2012). Non-structural carbohydrate partitioning in grass stems: a target for increasing yield stability, stress tolerance, and biofuel production. Journal of Experimental Botany, 63(13), 4647-4670.

Soltner, D. (2005). Les bases de la production végétale : la plante et son amélioration (4e éd.). Collection et Techniques Agricoles.

Surget, A., & Barron, C. (2005). Histologie du grain de blé. Industrie des céréales, 145, 4-7.

Timothy A. Franks & David J. Beerling (2009). Maximum leaf conductance driven by CO_2 effects on stomatal size and density over geologic time. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(25), 10343–10347.

Tomás, M., Flexas, J., & Companys, J. (2013). Light intensity during leaf development governs leaf thickness and mesophyll structural attributes in C3 annuals. Photosynthesis Research, 118(3), 241-254.

Turner, N. C. (1986). Measurement of plant water status by the pressure chamber technique. Irrigation Science, 9(4), 289-308. https://doi.org/10.1007/BF00296704

Uddling, J., Gelang-Alfredsson, J., Piikki, K., & Pleijel, H. (2007). Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 metrics. *Photosynthesis Research*, 91(1), 37-46 DOI 10.1007/s11120-006-9077-5

UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants). (2013). Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability: Wheat (TG/3/12 proj.2). https://www.upov.int

Vermerris, W., & Nicholson, R. (2006). Phenolic compound biochemistry. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5164-7

Wasaya, A., Manzoor, S., Yasir, T. A., Sarwar, N., Mubeen, K., Ismail, I. A., Raza, A., Rehman, A., Hossain, A., & El Sabagh, A. (2021). Evaluation of fourteen bread wheat (Triticum aestivum L.) genotypes by observing gas exchange parameters, relative water and chlorophyll content, and yield attributes under drought stress. Sustainability, 13(9), 4799. https://doi.org/10.3390/su13094799

Williams, J. T., & Croston, R. P. (1981). Genetic resources of amaranth. International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR).

Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., & Joyce, D. (1998). Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. CAB International.

Wilson, E. O., & Peter, F. M. (Eds.). (1988). Biodiversity. National Academy Press.

Yang, X., Lu, M., Wang, Y., Wang, Y., Liu, Z., & Chen, S. (2023). Drought stress effects on chlorophyll content and photosynthesis in wheat varieties with different tolerance levels. Plants, 12(4), 789. https://doi.org/10.3390/plants12040789

Zettal, Y. (2017). Le blé : importance, santé et risque (Mémoire de Master). Université des Frères Mentouri, Constantine.

Zhang, M., Chen, W., Jing, M., Gao, Y., & Wang, Z. (2023). Canopy structure, light intensity, temperature and photosynthetic performance of winter wheat under different irrigation conditions. Plants, 12(19), 3482. https://doi.org/10.3390/plants12193482

المواقع الالكترونية:

http://www.newhallmill.org.uk/wht-evol.htm

الملاحق

الملحق 1: نتائج ANOVA للمعايير المدروسة

جدول (1): تحليل التباين (ANOVA) لنتائج التراص لأصناف القمح الستة المدروسة.

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	5	5.9667	1.1933	4.9153	0.0112
Error	12	2.9133	0.2428		
Corrected Total	17	8.8800			

Computed against model Y=Mean(Y)

جدول (2): تحليل التباين (ANOVA) لنتائج سمك الورقة لأصناف القمح الستة المدروسة.

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	5	29520.2242	5904.0448	7.9158	0.0017
Error	12	8950.2899	745.8575		
Corrected Total	17	38470.5141			

Computed against model Y=Mean(Y)

جدول (3): تحليل التباين (ANOVA) للمحتوى النسبي المائي (RWC) لأصناف القمح الستة المدروسة.

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	7	5537.2000	791.0286	139.5933	< 0.0001
Error	72	408.0000	5.6667		
Corrected Total	79	5945.2000			

Computed against model Y=Mean(Y)

جدول (4): تحليل التباين (ANOVA) لمحتوى الفينول لأصناف القمح الستة المدروسة

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	5	3806.0710	761.2142	10.5394	0.0005
Error	12	866.7067	72.2256		
Corrected Total	17	4672.7778			

Computed against model Y=Mean(Y)

جدول (5): تحليل التباين (ANOVA) لطول النبات لأصناف القمح الستة المدروسة

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	7	5537.2000	791.0286	139.5933	< 0.0001
Error	72	408.0000	5.6667		
Corrected Total	79	5945.2000			

Computed against model Y=Mean(Y)

جدول (6): تحليل التباين (ANOVA) لمحتوى الكربوهيدرات لأصناف القمح الستة المدروسة

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	5	1594.0514	318.8103	19.8570	< 0.0001
Error	12	192.6641	16.0553		
Corrected Total	17	1786.7156			

Computed against model Y=Mean(Y)

جدول (7): تحليل التباين (ANOVA) لمساحة الورقة لأصناف القمح الستة المدروسة

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	5	425.7707	85.1541	2.2860	0.0781
Error	24	894.0093	37.2504		
Corrected Total	29	1319.7800			

Computed against model Y=Mean(Y)

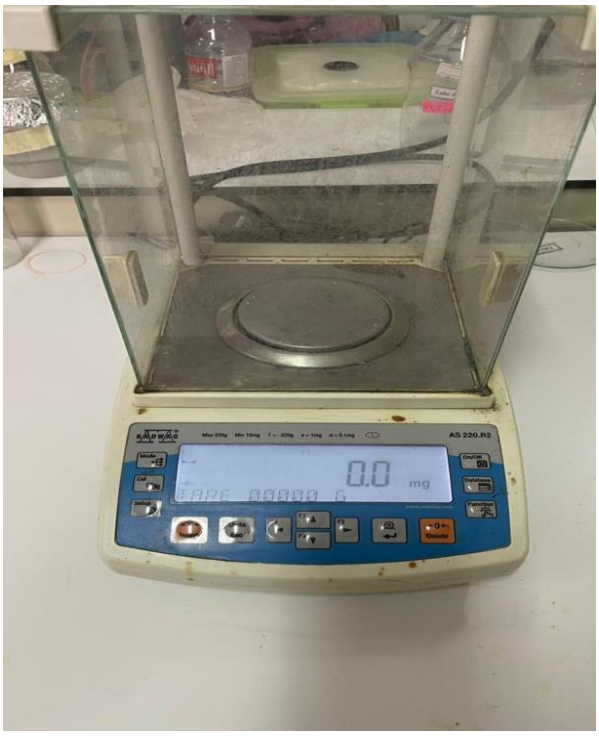
جدول (8): تحليل التباين (ANOVA) لمؤشر SPADلأصناف القمح الستة المدروسة

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	5	767.1770	153.4354	2.5777	0.0371
Error	52	3095.2264	59.5236		
Corrected Total	57	3862.4035			

Computed against model Y=Mean(Y)

الملحق 2: الأجهزة المستخدمة:

صورة لجهاز المطياف الضوئي



صورة جهاز الميزان الحساس