الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

لنيل شهادة الماستر.L.M.D

شعبة العلوم البيولوجية

تخصص: التنوع الحيوي وفيزيولوجيا النبات

الموضوع:

مساهمة في دراسة مورفولوجية وبيوكيميائية لأصناف القمح المحلية (*Triticum spp.*)

من إعداد:

باهي شفاء

زقب تقوى

ساكر سارة

نوقشت يوم 2026/06/13 من طرف لجنة المناقشة:

د. حمادة سمرة	أستاذ محاضر (ب)	رئيسًا	جامعة الوادي
د. بن الحبيب عبد الحميد	أستاذ مساعد (أ)	مُؤطـرًا	جامعة الوادي
د. شويخ عاطف	أستاذ محاضر (أ)	مناقشاً	جامعة الوادي

الموسم الجامعي: 2026/2025

شكر وتقدير

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "من لم يشكر الناس لا يشكر الله" صدق رسول الله صلى الله عليه وسلم الحمد لله الذي أكرمنا بعطفه، وهدنا إلى خير سبله، وأنار بصائرنا بالعلم، وفتح لنا خزائن حكمته ورحمنا برحمته.

الحمد لله الذي اختارنا لنكون لعباده مدد، وأرادنا لنكون للعلم سندا، وسدد خطيانا وقبل دعانا.

الحمد لله الذي وفقنا لإتمام هذا البحث، الحمد للذي به نبدأ وبه نستعين لتقديم شكرنا الجزيل وامتنانا الكبير إلى:

الأستاذ الفاضل **الدكتور عبد الحميد بالحبيب** الذي لم يبخل علينا بإرشاداته، نصائحه وتوجهاته، وعلى صبره وسعة صدره، وحثه المستمر ومتابعته الدائمة لإتمام هذا البحث في أحسن صورة ونرجو من الله ﷻ على أن يمن عليه بدوام الصحة والعافية ويديمه لنا أستاذا نافعا ومشرفا جادا ومرشدا متواضعا ورافد من روافد العلم، فجزاه الله عنا خير الجزاء وجعله ذخرا وفخرا لكل طلبة العلم و التعلم.

ونتقدم بأطيب العرفان وجزيل الامتنان للأستاذة حمادة سمرة على قبولها رئاسة اللجنة لهذا البحث

كما نتقدم بفائق التقدير والاحترام الكبير للدكتور شويخ عاطف لقبوله عضوية اللجنة وإثراء بحثنا بالتوجيه القيم و النصح النير الذي يفيدنا في زيادة تحسين بحثنا هذا.

في الأخير يجدر بنا التوجه بأسمى وأبلغ عبارات الشكر والتقدير إلى كل أساتذتنا الأكارم الذين أشرفوا وساهموا وشاركوا في تكويننا طيلة مسارنا الجامعي، إلى كل تقنيي المخابر بكلية علوم الطبيعة والحياة وإلى كافة عمال وعاملات جامعة الشهيد حمه لخضر.

وإلى كل طلبة وطالبات الماستر دفعة 2026.

الإهـــداء

إلى **نفسي الطموحة**، التي صبرت واجتهدت وآمنت بأن لكل تعب ثمرة جميلة.

إلى أمي الغالية، نبع الحنان والدعاء، وصاحبة القلب الذي لا يملّ من الحب والتضحية، لكِ كل الفضل بعد الله في وصولي إلى هذا اليوم.

إلى **والدي العزيز**، سندي وفخري، شكرًا لعطائك وتوجيهك ودعمك الدائم.

إلى **إخوتي وأخواتي**، شركاء العمر ورفاق القلب، شكرًا لوقوفكم بجانبي وتشجيعكم المستمر.

إلى زوجي الغالي، رفيق دربي وسندي، شكرًا لصبرك ومحبتك ومساندتك لي في كل خطوة.

إلى **عائلة زوجي الكريمة**، شكرًا لمحبتكم ودعمكم وحسن احتوائكم.

إلى كل من ساندني ولو بدعاء أو كلمة طيبة.

أهدي ثمرة جهدي ونجاحي، راجية من الله أن يجعلها بداية خير وتوفيق.

باهي شفاء

إهـــداء

"وما توفيقي إلا بالله عليه توكلت وإليه أنيب"

بعد رحلةٍ طويلةٍ من التعب والسهر، بعد لحظاتٍ اختلط فيها الأمل بالخوف، والإصرار بالتعب، أحمدُ الله الذي منحني القوة لأصل إلى هذه اللحظة التي أضع فيها ثمرة جهدي بين أيديكم.

أهدي هذا العمل...إلى من كان دعاؤها يسبق خُطاي،

إلى القلب الذي منحني الحب دون مقابل،

إلى **أمي الغالية**... أطال الله عمرها وجعلها تاجًا فوق رأسي دائمًا.

إلى من علّمني أن التعب طريقٌ للنجاح، إلى من كان سندي وقوتي وفخري،

إلى **أبي العزيز**... حفظه الله وبارك في صحته وعمره.

إلى **إخوتي وأخواتي**،

أنتم جمال الحياة ودفء الأيام، وبقربكم تهون كل الصعاب.

إلى كل أفراد **عائلتي الكريمة**،

وإلى كل من حمل لي في قلبه دعوة صادقة أو كلمة طيبة.

إلى أستاذي المشرف، تقديرًا لجهوده ونصائحه القيمة وتوجيهاته التي كانت نورًا في هذا العمل.

إلى **صديقاتي وزميلاتي**،

رفيقات الطريق الطويل، وشريكات التعب والذكريات الجميلة.

إلى **نفسي**... لأنني صبرت، واجتهدت، ولم أستسلم رغم كل الضغوط واللحظات الصعبة.

أُهدي هذا العمل المتواضع، راجيةً من الله أن يجعله علمًا نافعًا وبدايةً موفقة لمستقبلٍ أجمل.

رقب تقوى

إهـــداء

بسم الله الرحمن الرحيم

(وآخر دعواهم أن الحمد لله رب العالمين)

الحمد لله على التمام ولذة الختام، وما تخرجي هذا الا بتوفيق منه جل جلاله.

أهدي ثمرة جهدي المتواضع

الى من كلله الله بالهيبة والوقار الى من علمني العطاء دون انتظار الى من أحمل اسمه بكل فخر

والدي العزيز

الى ملاكي في الحياة الى معنى الحب والى معنى الحنان والتفاني الى بسمة الحياة وسر الوجود الى من كان دعائها سر نجاحي

وحنانها بلسم جراحي الى أغلى الحبايب

أمي الحبيبة

كما لا أنسى رفيق دربي **زوجي** الذي أعانني ووقف بجانبي في مشواري الدراسي

الى كل افراد **عائلتي والى كل صديقاتي وزميلاتي** في البحث وكل من ساندني وكل من كان له دور من قريب أو من بعيد في

إتمام هذه الدراسة

إلى أساتذتي الكرام وخاصة الأستاذ المشرف **بن الحبيب عبد المجيد**

الذين كابدوا معنا مسيرة الدراسة الجامعية.. وإلى كل محبي العلم والمعرفة وكل من يكن لي التقدير والاحترام.

سارة ساكر

الملخص

الملخــص

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم التباين المورفولوجي والفيزيولوجي والكيميائي الحيوي بين ستة أصناف من القمح *Triticum* ssp، وهي BntMbarkaو Hamraو Wahaو Taziو Khellouf وBassa، من خلال دراسة مجموعة من المؤشرات المرتبطة بالنمو والإنتاجية والاستجابة الفسيولوجية. شملت الدراسة قياس عدد من الصفات المورفولوجية مثل طول النبات، طول السنبلة، مساحة الورقة وعدد الحبوب، إضافة إلى بعض المؤشرات الفيزيولوجية والكيميائية الحيوية كالمحتوى النسبي للماء، نسبة الكلوروفيلa/b ، ومحتوى البروتين والسكريات الذائبة والعناصر المعدنية.

أظهرت النتائج وجود فروقات معنوية بين الأصناف المدروسة في معظم الصفات المقاسة، مما يعكس وجود تباين وراثي وفسيولوجي واضح بينها. فقد سجل الصنف BntMbarka أعلى متوسط لطول النبات وعدد الحبوب، مما يدل على تفوقه في النمو الخضري وبعض مكونات المردود، في حين تميز الصنف Khellouf بأعلى نسبة للكلوروفيلa/b ، بينما أظهر الصنف Waha أعلى محتوى من السكريات الذائبة. كما بينت النتائج اختلافاً في قيمة طول النبات بين الأصناف، حيث سجل الصنف BntMbarka أعلى قيمة مقارنة ببقية الأصناف. وأظهرت الدراسة كذلك تبايناً في تراكيز العناصر المعدنية المدروسة، خاصة البوتاسيوم والكالسيوم والصوديوم، مما يدل على اختلاف قدرة الأصناف على امتصاص العناصر وتنظيمها داخل الأنسجة النباتية.

تشير النتائج المتحصل عليها إلى أن الاختلافات المسجلة بين الأصناف ترتبط بالعوامل الوراثية وبدرجة تكيف كل صنف مع الظروف البيئية السائدة، وهو ما ينعكس على كفاءة النمو، النشاط الفسيولوجي، والخصائص الكيميائية الحيوية. وتبرز هذه الدراسة أهمية تقييم التنوع بين أصناف القمح المحلية لما له من دور في اختيار الأصناف الأكثر ملاءمة للإنتاج الزراعي وتحسين برامج الانتخاب الوراثي والتأقلم مع الظروف البيئية المختلفة.

الكلمات المفتاحية : الأصناف المحلية، الصفات المورفولوجية، *Triticum* ssp ، السكريات الذائبة، العناصر المعدنية، التباين الوراثي.

الملخص باللغة الإنجليزية (Abstract)

This study aimed to evaluate the morphological, physiological, and biochemical variability among six wheat varieties, namely BntMbarka, Hamra, Waha, Tazi, Khellouf, and Bassa, by examining a set of indicators related to growth, productivity, and physiological response. The study included the measurement of several morphological traits such as plant height, spike length, leaf area, and grain number, in addition to certain physiological and biochemical parameters including relative water content, chlorophyll a/b ratio, and protein, carbohydrate, and mineral contents.

The results showed significant differences among the studied varieties for most of the measured traits, reflecting clear genetic and physiological variability among them. BntMbarka recorded the highest mean plant height and grain number, indicating its superiority in vegetative growth and some yield components. Khellouf showed the highest chlorophyll a/b ratio, while Waha exhibited the highest carbohydrate content. The results also revealed differences in Plant Height (HP) values among the varieties, with BntMbarka recording the highest value compared with the others. In addition, the study showed variation in the concentrations of the analyzed mineral elements, particularly potassium, calcium, and sodium, indicating differences in the ability of the varieties to absorb and regulate these elements within plant tissues.

The obtained results indicate that the observed differences among the varieties are related to genetic factors and to the degree of adaptation of each variety to the prevailing environmental conditions, which is reflected in growth efficiency, physiological activity, and biochemical characteristics. This study highlights the importance of evaluating diversity among local wheat varieties due to its role in selecting the most suitable varieties for agricultural production and improving breeding programs and adaptation to different environmental conditions.

Keywords: local varieties, morphological traits, *Triticum* ssp, carbohydrates, mineral elements, genetic variability.

الفهرس

الفهرس

المحتويات

الملخص 7

الفهرس VIII

قائمة الجداول 13

قائمة الوثائق XVII

قائمة الاختصارات 19

المقدمة 20

الجزء النظري 3

الفصل الأول 4

عموميات على القمح 4

1.الأصل الجغرافي لنبات القمح: 5

2.تعريف نبات القمح 5

3.التصنيف النباتي للقمح 6

5.المناطق والدول الرئيسة المنتجة للقمح في العالم: 6

1.5. مناطق الزراعة وإنتاج القمح الصلب في الجزائر: 8

6.المتطلبات البيئية لنمو القمح 10

7.التنوع الوراثي وأصناف القمح 10

8.التصنيف الكروموزومي 6

الفصل الثاني 12

1.دورة حياة القمح 13

_ 2.1.الطور التكاثري 14

3.1.طور النضج 14

2.مكونات النبات 15

3.تحليل التنوع والاختلافات المرفولوجية بين أصناف القمح..... 19
4.الخصائص البيوكيميائية للقمح..... 20
1.4. التركيب الكيميائي والمكونات الغذائية الرئيسية في حبوب القمح..... 20
2.4. البرولين في القمح..... 21
3.5. الكلوروفيل في القمح..... 21
1.3.5.مراحل تخليق الكلوروفيل..... 22
4.5. الأحماض الفينولية 23
6.أهمية الدراسة البيوكيميائية للقمح..... 23
المواد والطرق..... 26
2.العينة النباتية:..... 27
2.1. مكان التجربة:..... 28
2.2. اختيار البذور 28
3.2. عملية الزرع:..... 28
4.2. السقي..... 29
3.المعايير المورفولوجية..... 29
1.3. المحتوى النسبي للماء: 30
4.المعايير البيوكيميائية:..... 30
1.4. محتوى الكلوروفيل:..... 30
2.4. محتوى البروتين الكلي:..... 30
3.4. التقدير الكمي لسكريات..... 32
4.4. تقدير العناصر المعدنية في أوراق القمح..... 33
الفصل الثاني 35
النتائج والمناقشة..... 35
1. النتائج..... 36
1.1. المعايير المورفولوجية 36
2.1. المحتوى النسبي للماء..... 40
3.1. المعايير البيوكيميائية:..... 42
1.3.1.محتوى الكلوروفيل..... 42
2.3.1. محتوى البروتين الكلي..... 44

3.3.1. التقدير الكمي لسكريات 44
4.3.1. تقدير العناصر المعدنية في أوراق القمح 46
2. المناقشة 49
الخاتمة 55
قائمة المراجع 57
الملاحق 93

قائمة الجداول

قائمة الجداول

جدول 1 يوضح التصنيف النباتي للقمح(APG III., 2009) 6
جدول 2 اهم الدول المنتجة للقمح سنة 2010 مليون طن 7
جدول 3 التركيب الكيميائي والمكونات الغذائية الرئيسية في حبوب القمح..... 20
جدول 5 أصناف القمح المحلي المدروسة..... 27

قائمة الوثائق

قائمة الوثائق

الوثيقة 1: الدول المنتجة للقمح (فوزي,2021)..... 8
الوثيقة 3..... 13
الوثيقة 04: أجزاء نبات القمح (Masclef,. 1893)..... 15
الوثيقة 05: تبين نظامي الجذور عند نبات القمح (بن لحبيب.,2009)..... 16
الوثيقة 06: بنية الساق والأوراق لنبات القمح..... 17
الوثيقة 07: الأوراق الأولية والإشطاءات في القمح (Heiniger, 2019)..... 18
الوثيقة 08: بنية نورة نبات القمح الصلب..... 19
الوثيقة 09: توضح مكان زرع أصناف القمح..... 28
الوثيقة 10: توضح طريقة زرع أصناف القمح..... 29
الوثيقة 13: المنحنى القياسي للبروتين..... 32
الوثيقة 14: المنحنى القياسي للغلوكوز..... 33
الوثيقة 15: طول النبات لأصناف نبات القمح المدروسة..... 36
الوثيقة 16: قيم الطول النبات عند مختلف أصناف القمح..... 37
الوثيقة 17: طول السنبلة عند مختلف أصناف القمح المحلية المدروسة..... 38
الوثيقة 18: مساحة الورقة عند مختلف أصناف القمح المحلية المدروسة..... 39
الوثيقة 19: عدد الحبوب عند أصناف القمح المدروسة..... 40
الوثيقة 20: كمية الكلوروفيل في مختلف أصناف القمح المدروسة..... 42
الوثيقة 21: كمية الكلوروفيل في مختلف أصناف القمح المدروسة..... 44
الوثيقة 22: كمية البروتينات عند مختلف أصناف القمح المدروسة..... 44
الوثيقة 23: محتوى التقدير الكمي للكربوهيدرات في أصناف نبات القمح المدروسة..... 45
الوثيقة 24: نسب الKa في أصناف القمح..... 46
الوثيقة 25: نسب ال Caفي أصناف القمح..... 47
الوثيقة 26: نسب ال Naفي أصناف القمح..... 48

قائمة الاختصارات

قائمة الاختصارات

- **MSF**: Masse fraîche foliaire (الكتلة الطازجة للورقة)
- **MSTM**: Masse saturée à turgescence maximale (الكتلة المشبعة عند أقصى امتلاء مائي)
- **MSS**: Masse sèche foliaire (الكتلة الجافة للورقة)
- **RWC**: Relative Water Content (المحتوى النسبي للماء)
- **BBC**: Bleu de Brilliant Coomassie (أزرق كوماسي اللامع)
- **DO**: Densité optique (الكثافة الضوئية)
- **nm**: Nanomètre (نانومتر)
- **LSD**: Least Significant Difference (أقل فرق معنوي)

المقدمة

المقدمــة

يعد الغذاء من المقومات الأساسية لاستمرار الحياة البشرية، إذ يمثل المصدر الرئيس للطاقة والعناصر الغذائية الضرورية للنمو والحفاظ على الوظائف الحيوية. وقد ارتبط تطور الحضارات الإنسانية ارتباطًا وثيقًا بقدرتها على إنتاج الغذاء وتأمينه، حيث شكلت الزراعة نقطة تحول جوهرية في تاريخ البشرية، مكنت الإنسان من الاستقرار وبناء المجتمعات المنظمة (Food and Agriculture Organization, 2022).

ومن بين المحاصيل الزراعية التي رافقت الإنسان منذ فجر التاريخ، يحتل القمح مكانة متميزة؛ فقد كان من أوائل النباتات التي دُجّنت في منطقة الهلال الخصيب منذ أكثر من عشرة آلاف سنة، وأسهم بشكل مباشر في قيام الحضارات القديمة في بلاد ما بين النهرين ومصر القديمة (Shewry, 2009). وقد استُخدم القمح قديمًا في صناعة الخبز والأطعمة التقليدية، وأصبح رمزًا للخصب والاستقرار الاقتصادي والاجتماعي.

ينتمي القمح إلى جنس Triticum، ويُعد اليوم من أكثر الحبوب إنتاجًا واستهلاكًا في العالم، نظرًا لقيمته الغذائية العالية وسهولة تخزينه وتصنيعه (Food and Agriculture Organization, 2023). كما يتميز بتنوع وراثي واسع أدى إلى ظهور أصناف متعددة، من بينها الأصناف المحلية التي تكيفت مع الظروف البيئية الخاصة بكل منطقة نتيجة الانتخاب الطبيعي والممارسات الزراعية التقليدية.

وتكتسي دراسة الخصائص المورفولوجية للأصناف المحلية أهمية بالغة في توصيفها والتمييز بينها، إذ تشمل هذه الخصائص صفات شكلية مثل ارتفاع النبات، وطول السنبلة، وعدد السنيبلات، وشكل الحبة، وهي مؤشرات أولية تعكس التنوع الظاهري ومدى التأقلم مع البيئة (Blum, 2011). وتُعد هذه الدراسة خطوة أساسية في برامج المحافظة على الموارد الوراثية وتحسين الإنتاج.

إلى جانب ذلك، تمثل الخصائص البيوكيميائية مؤشرًا مهمًا لتقييم الجودة الغذائية والتكنولوجية للقمح، حيث يرتبط محتوى البروتين، وتركيب الغلوتين، والمركبات الفينولية، والنشاط المضاد للأكسدة بالقيمة الغذائية والوظيفية للحبوب (Shewry & Halford, 2002). كما تسمح التحاليل البيوكيميائية بالكشف عن اختلافات دقيقة بين الأصناف قد لا تظهر من خلال الدراسة الشكلية وحدها.

وانطلاقًا من أهمية القمح كغذاء استراتيجي، ومن ضرورة الحفاظ على الأصناف المحلية وتثمينها، تأتي هذه الدراسة لتسليط الضوء على الخصائص المورفولوجية والبيوكيميائية لبعض أصناف القمح المحلية، بهدف تقييمها علميًا والمساهمة في دعم برامج التحسين الوراثي وتحقيق الأمن الغذائي.

الجزء النظري

الفصل الأول

عموميات على القمح

تمهيد

يُعد القمح (Triticum. spp) من أهم المحاصيل الغذائية في العالم، حيث يساهم بشكل مباشر في الأمن الغذائي من خلال توفير النشويات، البروتينات، والألياف الغذائية الأساسية للإنسان (Ali et al., 2023; Lamlom et al., 2023). هذا الاهتمام العالمي لا يقتصر على الإنتاج فقط، بل يتعداه إلى فهم التنوع البيولوجي الحاصل بين الأصناف المحلية، نظرًا لأن هذا التنوع يشكل أساسًا مهمًا في برامج تحسين الإنتاج، وزيادة قدرات التكيف مع الضغوط البيئية (Ali et al., 2023).

1.الأصل الجغرافي لنبات القمح:

ترجع زراعة القمح الى العصر الحجري الى حوالي 7000سنة قبل الميلاد، أما بالنسبة للأصل الجغرافي فقد اتفق العديد من العلماء على أن الموطن الأصلي للقمح هو وادي دجلة والفرات ومنه انتشرت زراعته الى الصين وأوروبا وأمريكا وشمال إفريقيا وقد عثر على القمح البري في مناطق سوريا كسفح جبل الشيخ وجبال القلمون وغيرها كما عثر عليه الباحثين في فلسطين وشرقي البحر الميت وفي العراق . وحسب عالم النبات (Vavilove ,1931) فإن الموطن الأصلي للقمح هو أحد المناطق الرئيسة التالية :

أ- المنطقة السورية: وتظم شمال فلسطين وجنوب سوريا وهي منشأ القمح نوع Diploides

ب- منطقة إثيوبيا: وتعتمد على أنها منشأ الأقماح الرباعية .Tetraploides

ج- منطقة أفغانستان والهند :وهي منشأ الأقماح السداسية .

د- منطقة القوقان وهي التي نشأت فيها الأقماح بكل أنواعها، إلا أن هذه النظرية تطرقت للنقد من طرف كل من Macfadden et Scars (1945) في نظرية نشوء الأقماح القاسية والطرية عن طريق التهجين بين النوعين

2.تعريف نبات القمح

القمح (.Triticum spp) نبات عشبي حولي ينتمي إلى الفصيلة النجيلية (Poaceae) ، ويعد من أهم محاصيل الحبوب في العالم نظراً لدوره الأساسي في تغذية الإنسان. يتميز بقيمته الغذائية المرتفعة لاحتوائه على نسب معتبرة من السكريات الذائبة والبروتينات والمعادن والفيتامينات، كما يمتلك قدرة واسعة على التأقلم مع الظروف البيئية المختلفة. ويزرع القمح في العديد من المناطق المناخية، مما جعله أحد أكثر المحاصيل انتشاراً وأهمية على المستويين الزراعي والاقتصادي. (Abusif Sonousi & Bilkess M.A.Salim,2025)

3.التصنيف النباتي للقمح

جدول 1 يوضح التصنيف النباتي للقمح (APG III., 2009)

التصنيف	الاسم العلمي
المملكة	Plantae
الشعبة	Spermatophytae
تحت الشعبة	Angiospermae
الصف	Monocotyledoneae
الرتبة	Poales
العائلة	Poaceae
الجنس	Triticum
القمح الصلب	*Triticum durum* Desf
القمح اللين	*Triticum aestivum*

4.التصنيف الكروموزومي:

وفقًا لجاد وآخرون (1975)، يُصنف القمح من حيث عدد الكروموسومات إلى ثلاث مجموعات رئيسية:

- **الأقماح الثنائية** 2n =2x = 14 **(Diploid):**
- ومن أمثلتها*Triticum monococcum* :
- **الأقماح الرباعية**2n = 4x = 28 **(Tetraploid):**
- ومن أمثلتها*Triticum dicoccum* :، *Triticum durum*
- **الأقماح السداسية**2n = 6x = 42 **(Hexaploid):**
- ومن أمثلتها*Triticum aestivum* :، *Triticum spelta*، *Triticum compactum*

وأشار عبود وآخرون (2008) إلى أن ثلاثة أنواع فقط تشكل أكثر من 90% من القمح المزروع عالميًا، وهي:

1. *Triticum aestivum*(قمح الخبز أو الطري) – سداسي
2. *Triticum durum*(القمح الصلب) – رباعي
3. *Triticum compactum*(القمح المزدحم) – سداسي

5.المناطق والدول الرئيسة المنتجة للقمح في العالم:

يستحوذ نصف الكرة الشمالي على 75% من المساحة المزروعة قمحاً، ويعود ذلك لاتساع المساحة التي تتمتع بالمناخ المعتدل والمعتدل البارد وتوفر الشروط اللازمة لزراعة القمح، أما النصف الجنوبي فنسبته 25% ويعود ذلك لضيق المسطح الجغرافي لليابس، وتعتبر المناطق التالية أهم المناطق التي تزرع القمح بشكل واسع وهي:

1- الجهات الصناعية الكبرى المكتظة بالسكان في قارة أوروبا، ومجموعة الدول المستقلة، ويزرع هنا للاكتفاء الذاتي والاستهلاك المحلي.

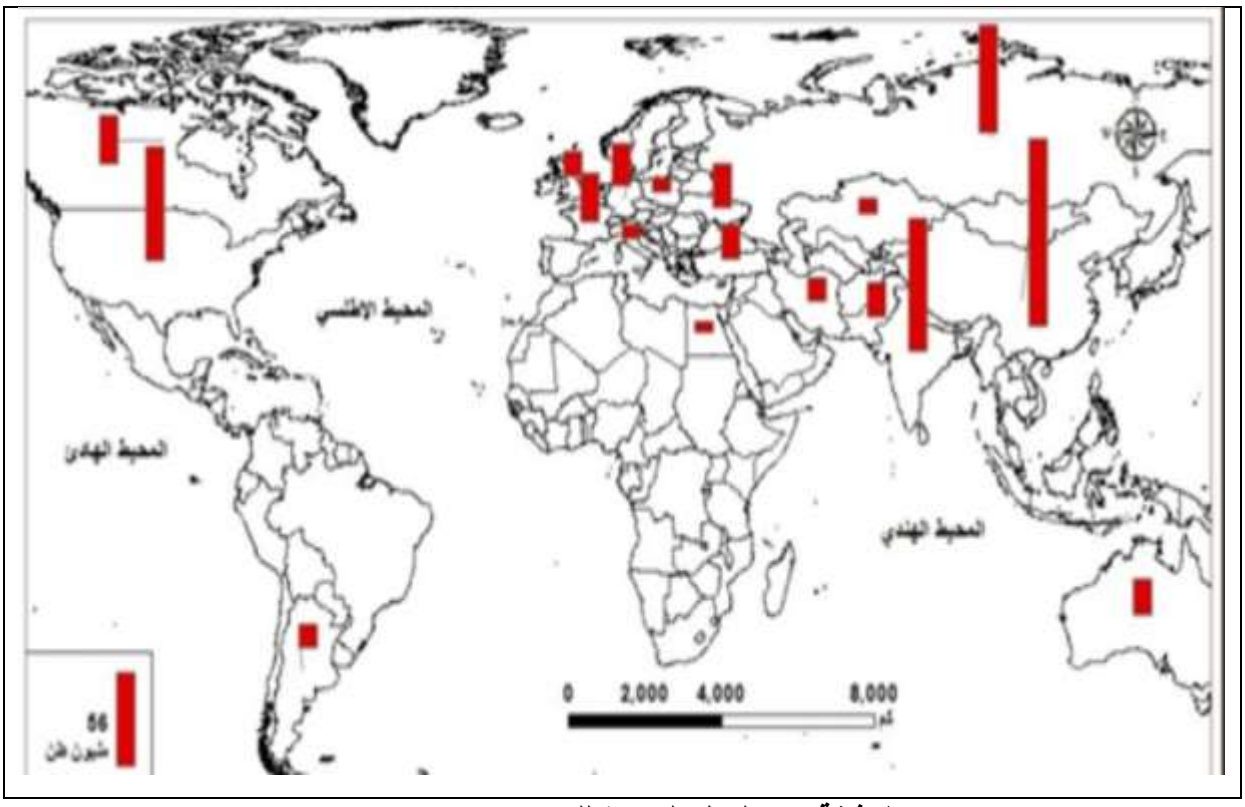
2- العالم الجديد في الولايات المتحدة وكندا والأرجنتين وجميعها تزرع القمح للتصدير بعد الاكتفاء الذاتي منه.

يُعد القمح من أكثر المحاصيل إنتاجاً في العالم، حيث يزرع على نطاق واسع في مختلف القارات، وتتصدر دول مثل الصين والهند وروسيا والولايات المتحدة قائمة المنتجين العالميين. وتشير الإحصائيات الحديثة إلى استمرار تزايد الطلب العالمي على القمح نتيجة النمو السكاني وارتفاع الاستهلاك الغذائي، مما يعزز أهميته الاستراتيجية في تحقيق الأمن الغذائي العالمي.

جدول 2 اهم الدول المنتجة للقمح سنة 2010 مليون طن(فوزي,2021)

م	أهم الدول	كمية الإنتاج	م	أهم الدول	كمية الإنتاج
1	الصين	112	10	باكستان	21
2	الهند	79	11	تركيا	21
3	الولايات المتحدة	68	12	بريطانيا	15
4	روسيا	64	13	إيران	14
5	فرنسا	29	14	الأرجنتين	14
6	كندا	29	15	كازاخستان	10
7	ألمانيا	26	16	إيطاليا	8
8	أوكرانيا	26	17	بولندا	8
9	أستراليا	21	18	مصر	6.5

من الجدول يتضح أن الصين تنتج نحو 112مليون طن متري، الهند 79مليون طن، الولايات المتحدة 68 مليون طن متري، روسيا 64 مليون طن متري، فرنسا 29مليون طن متري، كندا 29مليون طن متري، أوكرانيا 26مليون طن متري، أستراليا 21مليون طن، باكستان21مليون طن، وتركيا21مليون طن، وبريطانيا 15مليون طن متري، إيران 14مليون طن متري، الأرجنتين 14مليون طن متري، كازاخستان 10مليون طن متري، إيطاليا وبولندا كل منهما 8 مليون طن متري، ومصر 6,5 مليون طن متري. الوثيقة التالي



الوثيقة 1: الدول المنتجة للقمح (فوزي,2021)

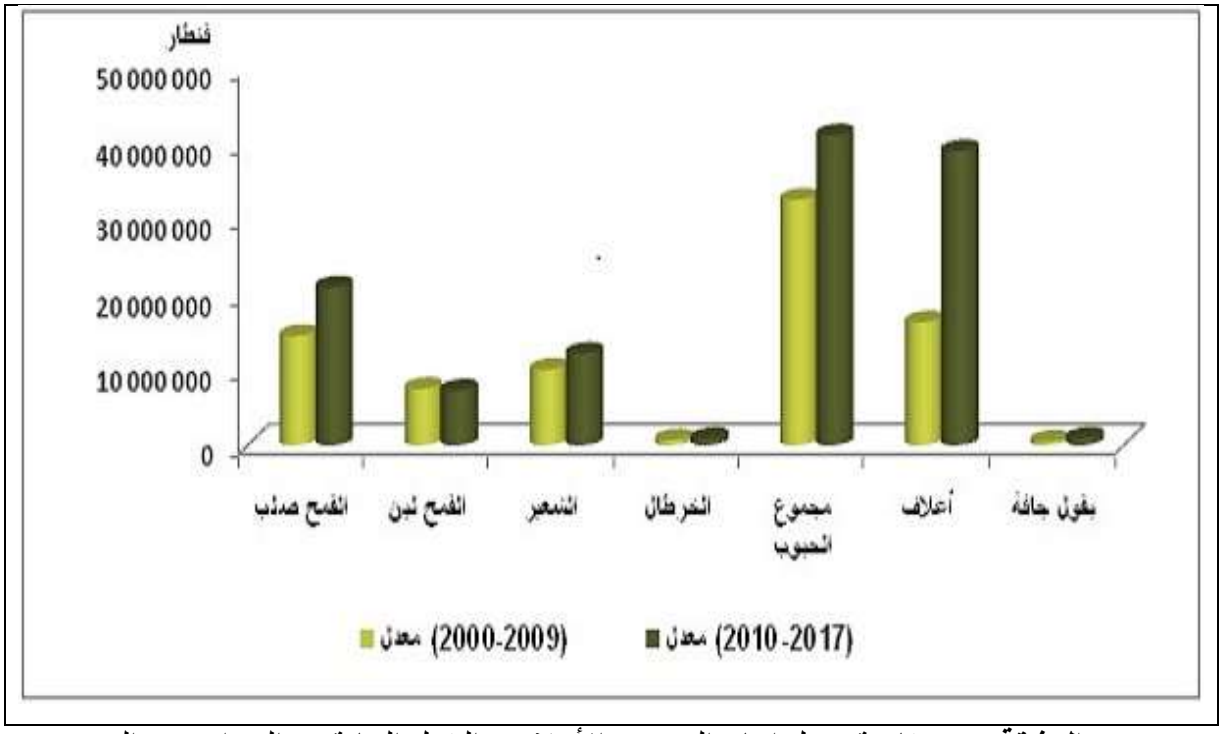
1.5. مناطق الزراعة وإنتاج القمح الصلب في الجزائر:

تعد منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط من أبرز المراكز العالمية لتنوع المحاصيل الزراعية، إذ تضم ما لا يقل عن 84 نوعا نباتيا مزروعا في أراضيها. تشمل أصنافا حيوية للأمن الغذائي العالمي، وفي مقدمتها الحبوب مثل القمح القاسي(Durum Wheat) ، الذي نشأ وتطور تاريخيا في هذا الإقليم عبر العصور (Zohary and Hopf, 1994).

وفي الجزائر، يحظى القمح الصلب بمكانة إستراتيجية بصفته الركيزة الأساسية للأمن الغذائي الوطني؛ حيث تستهدف السياسة الزراعية الحالية رفع المساحة الإجمالية المخصصة لزراعة الحبوب إلى حوالي 3.2 مليون هكتار (MADR, 2019). وفي إطار المخطط الوطني لترقية الشعبة الإستراتيجية وتحقيق الاكتفاء الذاتي الكامل من القمح الصلب، خصصت الجزائر مساحة مستهدفة تقارب 1.6 مليون هكتار لزراعة القمح الصلب وحده خلال المواسم الأخيرة. ورغم أن ثلاثة أرباع المساحات التقليدية للحبوب لا تزال تتمركز في الإقليم التلي الشمالي ذي المناخ المتوسطي (FAO, 2025).

أشار هاشمي وجيلالي(2021) إلى أن مرحلة ما بعد برنامج التجديد الفلاحي شهدت تحولات ملموسة في الهياكل الزراعية بالجزائر. وهذه الاستراتيجية الوطنية ساهمت بتوسيع المساحات المروية بالجنوب الكبير لتصل إلى 500 ألف هكتار (MADR, 2019). وقد انعكست هذه الجهود إيجابياً على حجم الإنتاج الوطني الإجمالي للقمح، والذي قفز من متوسط 3.5 مليون طن في عام 2022 ليصل إلى نحو 4.2 مليون طن في عام

2024 ، مسجلاً طفرة إنتاجية هامة بالرغم من التحديات والموجات المناخية الجافة التي شهدتها المنطقة (World Bank, 2025).



الوثيقة 02: مقارنة معدل إنتاج الحبوب، الأعلاف والبقول الجافة في الجزائر بين الفترتين (2000-2009) و(2010-2017) بالقنطار.

تتميز الجزائر بتنوع تضاريسها، إذ تُقسم إلى ثلاث وحدات كبرى: الشمال، الوسط، والجنوب. وتشغل الصحراء ما يقارب أربعة أخماس (5/4) المساحة الإجمالية للبلاد، في حين يتمركز النشاط الزراعي أساسًا في الشريط الشمالي الساحلي الذي يمتد على طول يقارب 1200 كلم وبعرض يناهز 180 كلم، وهو ما يمثل الخُمس المتبقي من المساحة الوطنية.

تتكون المنطقة الشمالية من سلاسل جبلية ذات امتداد محدود في العمق، وتفصلها هضاب داخلية ضيقة تمتد من الشرق إلى الغرب، مشكلةً منطقة انتقالية بين الشمال والجنوب. وتتميز الهضاب العليا بكونها تتشكل من صخور كلسية مغطاة بترسبات سطحية حديثة ذات قدرة محدودة على تخزين مياه الأمطار (MARA, 1992).

من الناحية المناخية، يُعد جنوب الأطلس الصحراوي بدايةً للنطاق الصحراوي الجاف الذي يفتقر إلى الغطاء النباتي. أما شمال البلاد فيخضع لتأثير مناخ البحر الأبيض المتوسط، الذي يتميز بشتاء بارد ورطب وصيف حار وجاف. ويختلف توزيع التساقطات من الغرب إلى الشرق، إذ يسجل الغرب كميات أمطار أقل نسبيًا، بينما تستفيد المناطق الشرقية من تأثيرات الحوض المتوسطي بدرجة أكبر. ومع التوغل نحو الداخل، يصبح المناخ أكثر قارية، حيث يشتد البرد شتاءً وترتفع درجات الحرارة صيفًا، خاصة في المناطق الجبلية والهضاب العليا، مما يؤثر بشكل مباشر على نمو النباتات وإنتاجيتها (Baldy, 1974؛ MARA, 1992).

تتوزع زراعة الحبوب عبر خمس مناطق رئيسية في شمال البلاد، بينما تقل أهميتها تدريجيًا باتجاه المناطق الصحراوية. وتختلف الإنتاجية من منطقة إلى أخرى تبعًا لاختلاف كميات الأمطار المسجلة سنويًا، والتي تُعد العامل المحدد الرئيسي للإنتاج. وتتراوح كميات التساقطات السنوية بين أقل من 200 ملم في المناطق غير الملائمة، وحوالي 600 ملم في المناطق الأكثر ملاءمة (MARA, 1992). كما تنخفض المساحات المزروعة بالحبوب في المناطق شديدة الانحدار، حيث تنتشر زراعة الخضر والأشجار. وتتركز حوالي ثلثي المساحات المزروعة بالحبوب في الهضاب والسهول العليا التي يتراوح ارتفاعها بين 900 و1200 متر (MARA, 1992).

6.المتطلبات البيئية لنمو القمح

يعد القمح من المحاصيل الحقلية التي تتأثر بشكل كبير بالعوامل البيئية، حيث تحدد الظروف المناخية ونوعية التربة وتوفر الماء كفاءة النمو والإنتاجية. يحتاج القمح إلى مناخ معتدل، إذ يبدأ النمو عند درجات حرارة منخفضة تقارب 5°C، بينما تتراوح الدرجة المثلى للنمو والتفريع بين 15 و20°C، كما يفضل النبات فترة نضج دافئة وجافة لضمان امتلاء الحبوب بشكل جيد (FAO, 2023). وتلعب التربة دورا أساسيًا في نجاح الزراعة. إضافة إلى ذلك، يؤثر توفر الماء خلال مراحل الإزهار وامتلاء الحبوب بشكل مباشر على المحصول، إذ يؤدي الإجهاد المائي أو الحرارة المرتفعة إلى انخفاض عقد الحبوب وجودتها (Porter & Gawith, 1999؛ Acevedo et al., 2002).

7.التنوع الوراثي وأصناف القمح

يُعد القمح من أكثر المحاصيل الزراعية تنوعاً من الناحية الوراثية، إذ يضم عدداً كبيراً من الأنواع والأصناف التي تختلف في صفاتها المورفولوجية والفيزيولوجية والبيوكيميائية. ويُقصد بالتنوع الوراثي في القمح الاختلاف في التركيب الجيني بين السلالات والأصناف المختلفة، وهو عامل أساسي في برامج تحسين المحاصيل لأنه يساهم في زيادة الإنتاجية وتحسين الجودة ومقاومة الظروف البيئية القاسية مثل الجفاف والملوحة والأمراض.(Zeven, 1998)

توجد عدة أنواع رئيسية من القمح المزروع عالمياً، من أهمها القمح اللين *Triticum aestivum* L. الذي يُستخدم أساساً في صناعة الخبز، والقمح الصلب Triticum durum Desf. الذي يُستعمل في صناعة السميد والمعكرونة. وتتميز هذه الأنواع باختلافات وراثية واضحة في تركيب الجينوم وعدد الكروموسومات، حيث يمتلك القمح اللين جينوماً سداسياً (AABBDD) بينما يمتلك القمح الصلب جينوماً رباعياً(AABB) ، وهو ما يفسر اختلاف خصائص الحبوب والجودة التكنولوجية بينها.(Shewry & Hey, 2015)

كما تضم الموارد الوراثية للقمح ما يُعرف بالأصناف المحلية أو السلالات التقليدية(Landraces) ، وهي أصناف تطورت عبر فترات طويلة تحت تأثير الانتخاب الطبيعي والممارسات الزراعية التقليدية. وتتميز هذه الأصناف بقدرتها العالية على التكيف مع الظروف البيئية المحلية، إضافة إلى احتوائها على تنوع وراثي

واسع يمكن استغلاله في برامج التربية لتحسين الصفات المرغوبة مثل تحمل الإجهادات الحيوية واللاحيوية (Reynolds et al., 2012).

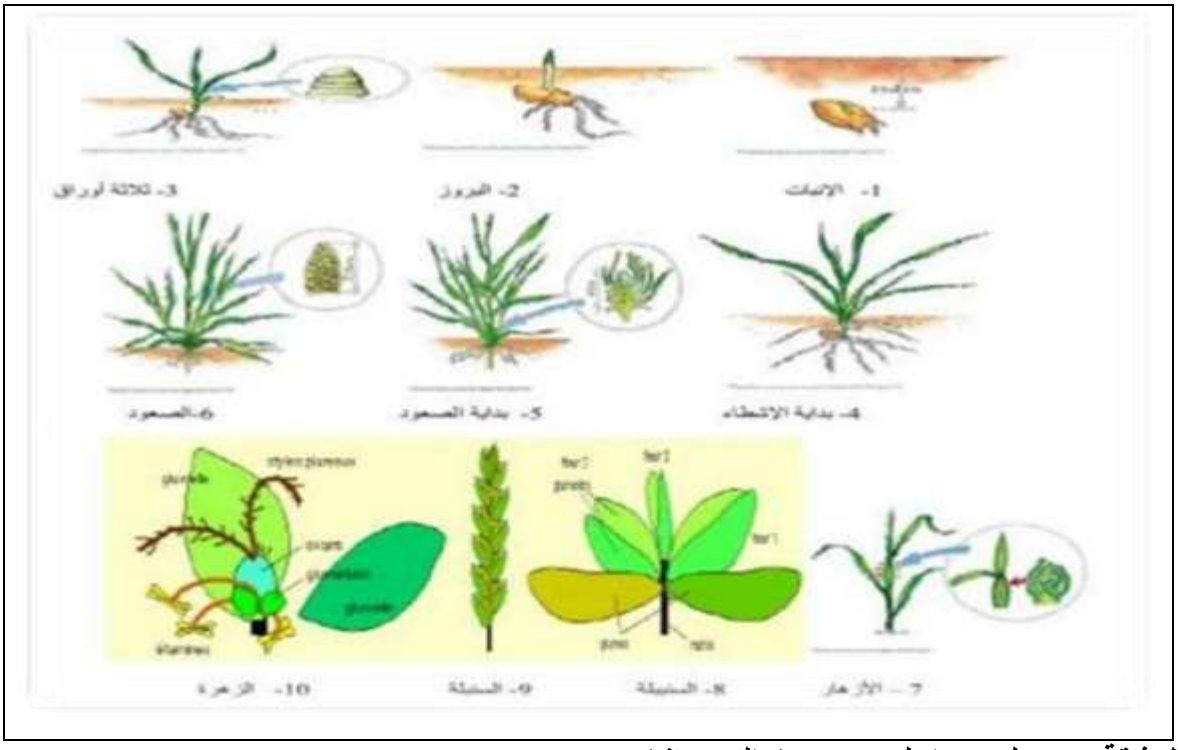
وفي الجزائر، تنتشر عدة أصناف محلية من القمح خاصة القمح الصلب، والتي تتكيف مع الظروف المناخية شبه الجافة والجافة. وتتميز هذه الأصناف بخصائص زراعية وتكنولوجية مهمة، مثل جودة السميد وتحمل الجفاف، مما يجعلها مورداً وراثياً قيماً لبرامج تحسين القمح وتطوير أصناف جديدة ذات إنتاجية وجودة مرتفعة.(Reynolds et al., 2012) .

الفصل الثاني

الخصائص المورفينولوجية والبيوكيميائية لأصناف القمح

1.دورة حياة القمح

يُعدّ القمح نباتًا عشبيًا حوليًا ينتمي إلى صف أحاديات الفلقة، من العائلة النجيلية (Poaceae) وجنس *Triticum*، ويتميّز بطراز نمو شتوي أو ربيعي، حيث يتراوح ارتفاعه بين 50 و150 سم باحتساب السنبلة، وقد يكون أقل من ذلك حسب الصنف (طويل، متوسط، قصير) والظروف البيئية والمناخية للمنطقة المزروع فيها. يتركب القمح من جهاز خضري وجهاز تكاثري، ويمر خلال دورة حياته السنوية بسلسلة من الأطوار الفيزيولوجية المتتابعة بدءًا من الإنبات وصولًا إلى نضج البذور، حيث تُترجم هذه المراحل بتغيرات مورفولوجية وفيزيولوجية تُعرف بمظاهر النمو والتطور. وقد صنّف الباحثون هذه الأطوار إلى ثلاث مراحل رئيسية: الطور الخضري، الطور التكاثري، وطور النضج (Soltner et al., 1980؛ Jonrad, 1970).



الوثيقة 2 مختلف مراحل دورة حياة القمح (شايب.,2012)

1.1. الطور الخضري:

_**مرحلة الإنبات** عند الزرع، تكون البذرة جافة وبعد تميهها بماء السقي ينمو الجنين ويخرج منه جزءان الأول يكون مترسخا في التربة باتجاه الأسفل مشكلا بداية تكون الجذور، أما الجزء الثاني فيكون متجها نحو الأعلى يحمل على قمته وريقة صغيرة مكونا بذلك بداية تكون الجزء الخضري، وتحتاج البذرة من أجل إنباتها إلى درجة حرارة أقصاها 35م وأدناها 5م وذلك يوميا ولمدة تقدر بـ 10أيام تقريبا حسب الصنف وحسب الظروف المناخية، كما أنها تحتاج إلى استهلاك المدخرات الغذائية الموجودة في الفلقة من أجل تكوين أعضاء النبات واستطالة الجذور (Heller et Boufenar et Zaghouane., 2006)

Lance., 2000)
بحيث تنتج الهرمونات التي تقوم بتحفيز نشاط الأنزيمات التي تعمل على هدم النشاء والبروتين المخزن إلى سكريات وأحماض أمينية تعمل على توفير الطاقة للجنين النامي (White et Edwards., 2008)

_مرحلة الإشطاء:

تبدأ مرحلة الإشطاء بعد تكوّن عدة أوراق حقيقية، حيث تنشط البراعم الإبطية الموجودة عند قاعدة الساق لتشكيل أفرع جانبية جديدة تعرف بالأشطاء (Benlaribi, 1990) . ذكر كيال (1979) .,أن الإشطاء هو خروج أكثر من ساق من البذرة الواحدة، وهذه ميزه في النباتات الكلئية مرغوب بها، وتخرج الإشطاءات في أسفل الساق تحت سطح التربة.وتعد هذه المرحلة ذات أهمية زراعية كبيرة لأنها تسهم في تحديد عدد السنابل المحتمل إنتاجها، وبالتالي تؤثر بصورة مباشرة في المردود النهائي للمحصول . (Baker & Gebheyou, 1982)

2.1.الطور التكاثري

يبدأ الطور التكاثري عندما يتمايز البرعم الخضري القمي إلى برعم تكاثري، لتكوين الأعضاء الزهرية وينته الإزهار وينقسم هذا الطور إلى مرحلتين أساسيتين:

_ مرحلة الصعود والانتفاخ

تبدأ هذه المرحلة بنمو السنبلة مع تطاول السلاميات التي تشكل الساق (chaume) وأثناء هذه المرحلة تتنافس الإشطاء الصاعدة الحاملة للسنابل مع الإشطاء العشبية من أجل عوامل الوسط .وتؤثر هذه الظاهرة على الإشطاء الفتية وتؤدي إلى توقف نموها (Masle.,1981) تنتهي مرحلة الصعود عندما تأخذ السنبلة شكلها النهائي المنتفخ داخل غمد الورقة التويجية والتي توافق مرحلة الانتفاخ (Bahlouli et al,.2005) وهي الفترة المناسبة لظهور نهايات السفاه في قاعدة الورقة العلم.

مرحلة الإسبال و الإزهار

بعد خروج السنابل من غمد الورقة يبدأ الإزهار بحوالي 5إلى 6أيام بعد التسنيل وتدوم فترة إزهار كل سنيبلة ما بين يومين إلى 4أيام (Gate،Neffar) (1995، (2013ويتمثل الإزهار في ظهور أكياس اللقاح من السنيبلات بداية بوسط السنبلة ثم يشمل البقية في المرحلة الخضرية يكون عدد السنيبلات ضمن السنبلة الواحدة بين 20و 30سنبلة.(Kirby et al،(Rahman et al.) (1984،(1977 إلى وجود ارتباط إيجابي بين طول المرحلة الخضرية وعدد السنيبلات ضمن السنبلة الواحدة، فتمدد المرحلة الخضرية يحث على أكبر عدد من السنيبلات ضمن السنبلة الواحدة، هذه المرحلة جد حساسة للإجهادات البيئية خصوصا الأزوت والماء (Wuest et al ,.1992)،

3.1.طور النضج

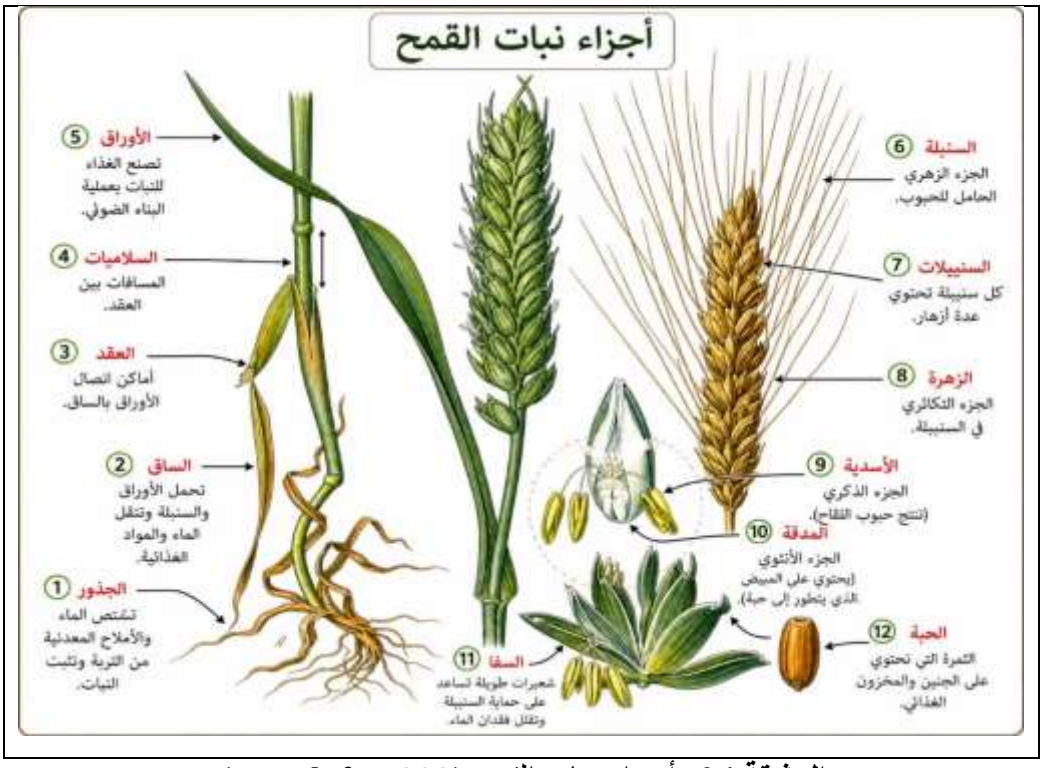
يبدأ النضج بعد إتمام عملية التلقيح تعمير، وملئ الحب المتكون خلال 30-25يوم ، Bahlouli) et al,2015) ويشمل أطوار تكوين الحبوب من بداية تكوينها داخل السبلة إلى غاية جفافها وتصلبها (Geslin et Rivals, 1965) وينقسم إلى:

- **الحبة الحليبية :**تواصل نمو المبيض بعد الإخصاب يؤدي إلى تشكل الحبة التي تأخذ بدورها في النمو داخل جوف الزهرة لتبلغ بذلك الطور الحليبي حيث تمتلئ الحبة (السويداء) بسائل أبيض "مادة نشوية"، ويبقى في هذه المرحلة لون الحبة أخضر كبقية النبتة في حين تميل الأوراق السفلية للنبات إلى الاصفرار

يتشكل الجنين في نفس الوقت الذي تنمو فيه السويداء(Jones et al, 1989) .

- **الحبة العجينية:** يزداد تركيز النشاء والبروتينات داخل سويداء الحبة بفعل عملية التمثيل الضوئي ويتواصل إعادة توزيع المواد المخزونة في الأوراق والسيقان فيرتفع بذلك وزن المادة الحافة في الحبة و تزداد كثافة محتواها تدريجيا وتنتقل الحبة بذلك إلى الطور العجيني الذي تبلغ فيه الحبة أقصى وزنها.

الحبة الناضجة: في هذه المرحلة من النمو تفقد الأوراق والسيقان والسنابل لونها الأخضر وتدخل الحبة في طور النضج الفيزيولوجي الذي تأخذ فيه لونها الذهبي المعروف وحجمها النهائي .ويصبح القمح قابلا للحصاد عند تصلب الحب حيث تنخفض نسبة رطوبة الحبة إلى حوالي 12%وتصبح سهلة التصدع والتشقق (Jones et al, 1989) .



الوثيقة 04: أجزاء نبات القمح (Masclef,. 1893)

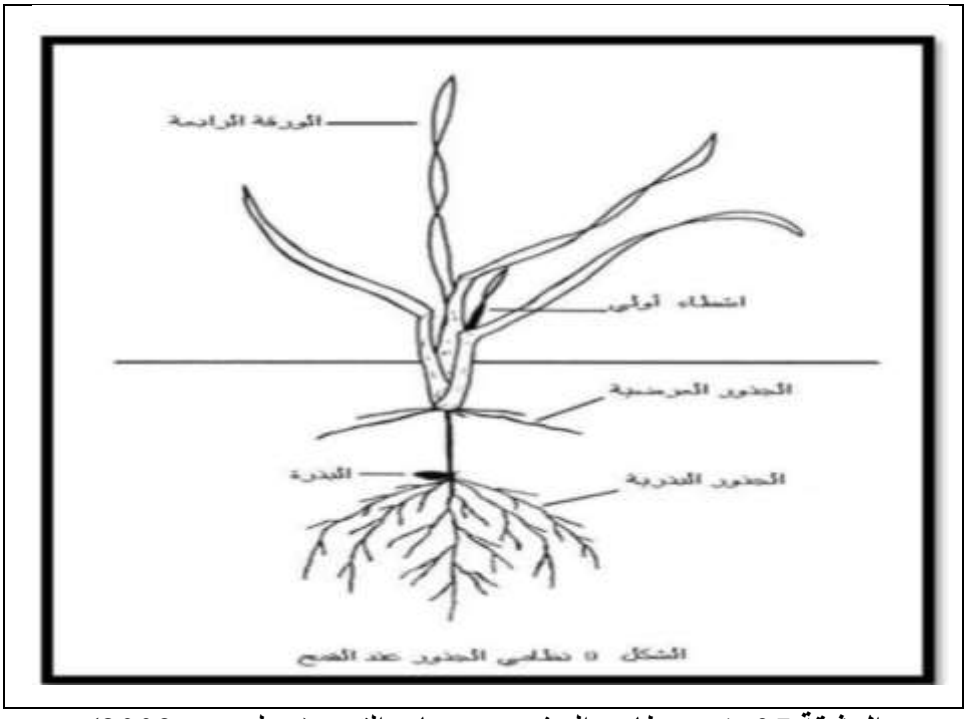
2.مكونات النبات

1.2. الجهاز الخضري: ويشمل الجهاز الخضري كل من المجموع الجدري والهوائي

1.1.2.المجموع الجذري :جذور القمح ليفية مثل باقي النباتات النجيلية وتوجد هذه الجذور في النباتات على نوعين :

_**الجذور الجنينية الأولية :seminales Racinesprimaires** هي الجذور التي تنشئ من الجذير مباشرة عند الإنبات، وعددها من3الى 5جذور في النبات والعدد السائد هو 5جذور، هم الجذر الأصلي وزوجان من الجذور الجانبية، قد تستمر هذه الجذور في القيام بوظيفتها وبقاءها فعالة في تغذية النبات بصورة اعتيادية حتى نهاية عمر النبات، أو تموت وتتحلل بعد بضعة أسابيع من البزوغ .

الجذور العرضية (الثانوية) :adventives Racinessecondairesou يطلق عليها اسم الجذور التاجية وهي جذور ليفية تنشا من منطقة التاج، أو العقد السفلى للساق الأصلي الموجودة تحت الأرض أو الفروع القاعدية قريبا من سطح التربة، يوجد هذا النوع أيضا في الفروع الخضرية (الإشطاء) تتميز الجذور العرضية بكونها أكثر انتشارا وسمكا ومتانة من الجذور الأولية مكونة الجذور الدائمة التي لها دور في تثبيت النبات بإحكام في التربة.

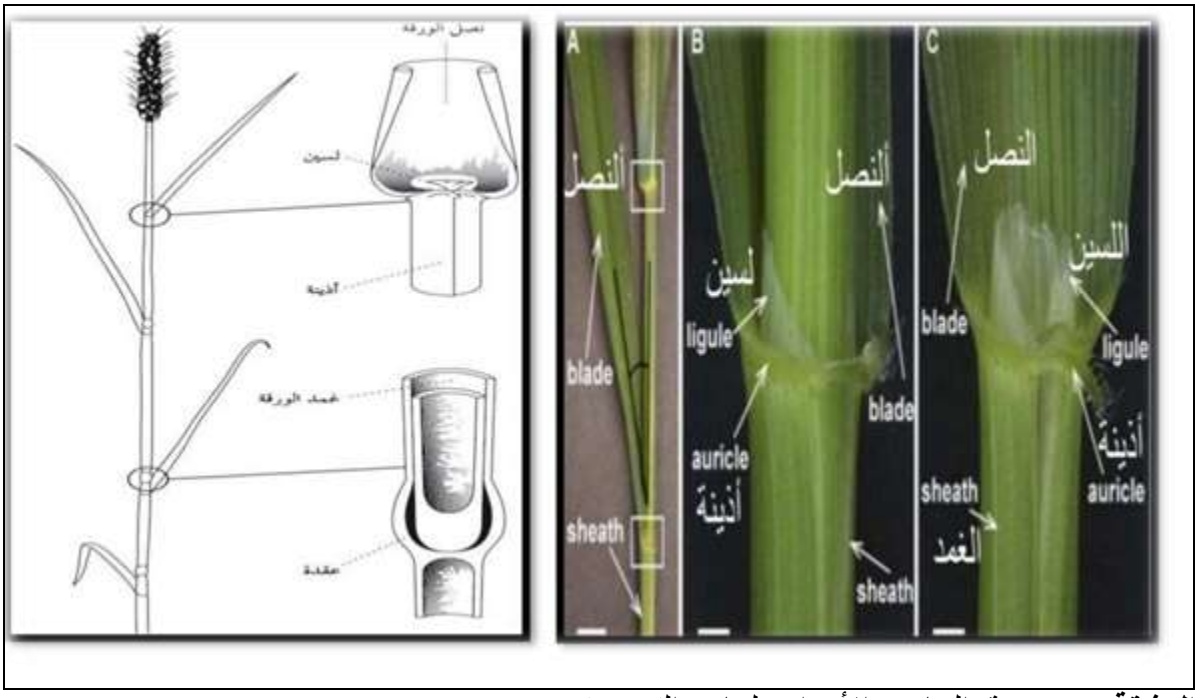


الوثيقة 05: تبين نظامي الجذور عند نبات القمح (بن لحبيب.,2009)

2.1.2.المجموع الهوائي:

الساق :الساق أسطوانية قائمة ناعمة أو خشنة جوفاء باستثناء العقد ,ويوجد نخاع لين بسوق القمح القاسي ,ويختلف ارتفاع نبات القمح اختلافا واسعا بين الأصناف إذ يبلغ حوالي 0,1متر في الأصناف القصيرة جدا و نحو 2,1متر في الأصناف الطويلة منها,تتكون الأشطاء في البراعم الموجودة في الأوراق

على العقد التاجية أسفل سطح التربة ,و تنشأ الأشطاء من البرعم الثاني والثالث عادة ، أو من براعم أعلى من دلك ,بينما يظل البرعم في إبط الورقة ساكنا ثم يموت ، تتكون الساق من 5-7 سلاميات مغلفة بأغماد الأوراق لتوفير الحماية للساق أثناء النمو ,و يختلف أطوال السلاميات على طول النبات ,و يزداد طولها من السالمية السفلى إلى السالمية العليا ، و تشكل السالمية العليا للساق نحو نصف ارتفاع النبات (رقية، 1980)

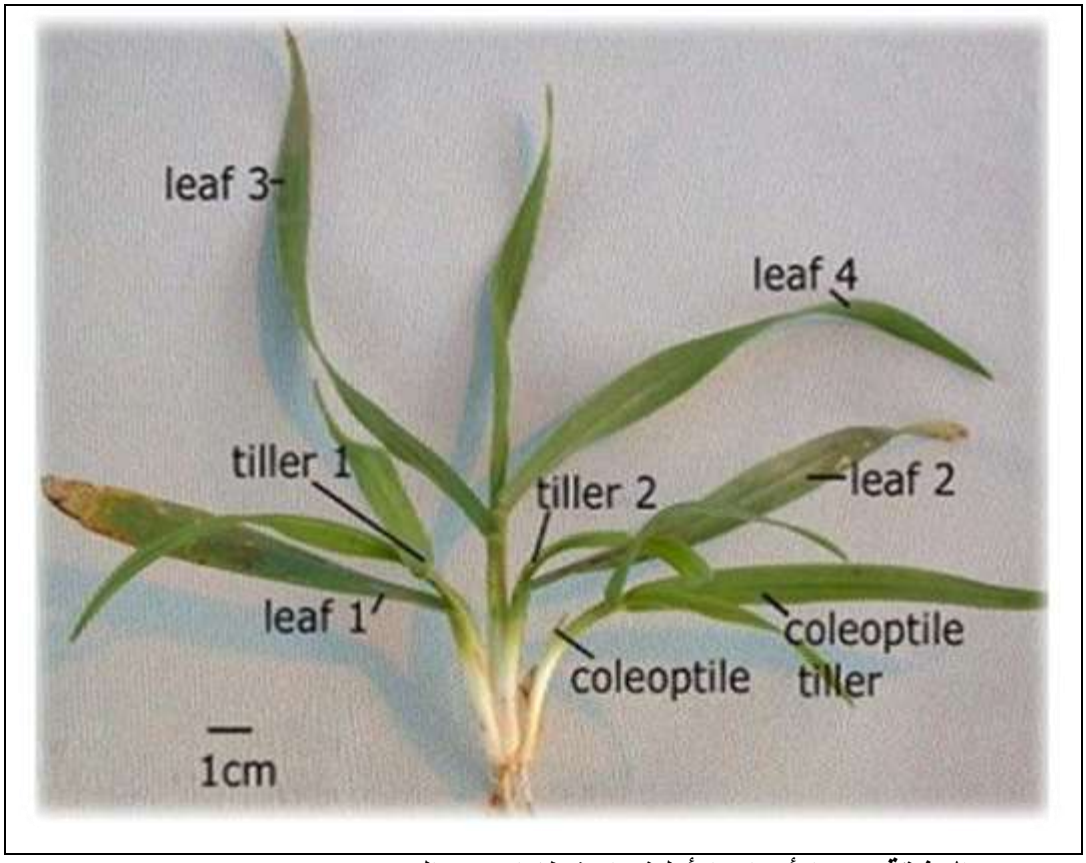


الوثيقة 06: بنية الساق والأوراق لنبات القمح (https://arab-ency.com.sy/ency/de tails 8779/15)

الورقة :

توجد ورقة واحدة عند كل عقدة، تتكون الورقة الخضرية من غمد كامل من الأسفل ومنشق على طوله من الجهة المقابلة للنصل، ويحيط الغمد تماما بالنصل، والنصل ضيق إلى رمحي شريطي والطرف مستدق، ويوجد لورقة القمح زوج من الأذينات عند قاعدة النصل إذ يوجد أذين على كل جانب، وتكون الأوراق مرتبة على الساق بالتبادل في صفين متقابلين(رقية، 1980)

تعد الأوراق العضو الرئيس المسؤول عن عملية التمثيل الضوئي وإنتاج المادة الجافة (Taiz & Zeiger, 2010)، كما تشكل موقعاً أساسياً لقياس العديد من المؤشرات الفسيولوجية والبيوكيميائية مثل محتوى الكلوروفيل والمحتوى المائي النسبي .(Chaves et al., 2003) لذلك، تستخدم الأوراق بكثرة في تقييم أداء الأصناف الزراعية وقدرتها على التكيف مع الظروف البيئية المختلفة (Ashraf & Harris, 2004).



الوثيقة 07: الأوراق الأولية والإشطاءات في القمح (Heiniger, 2019)

2.2 الجهاز التكاثري:

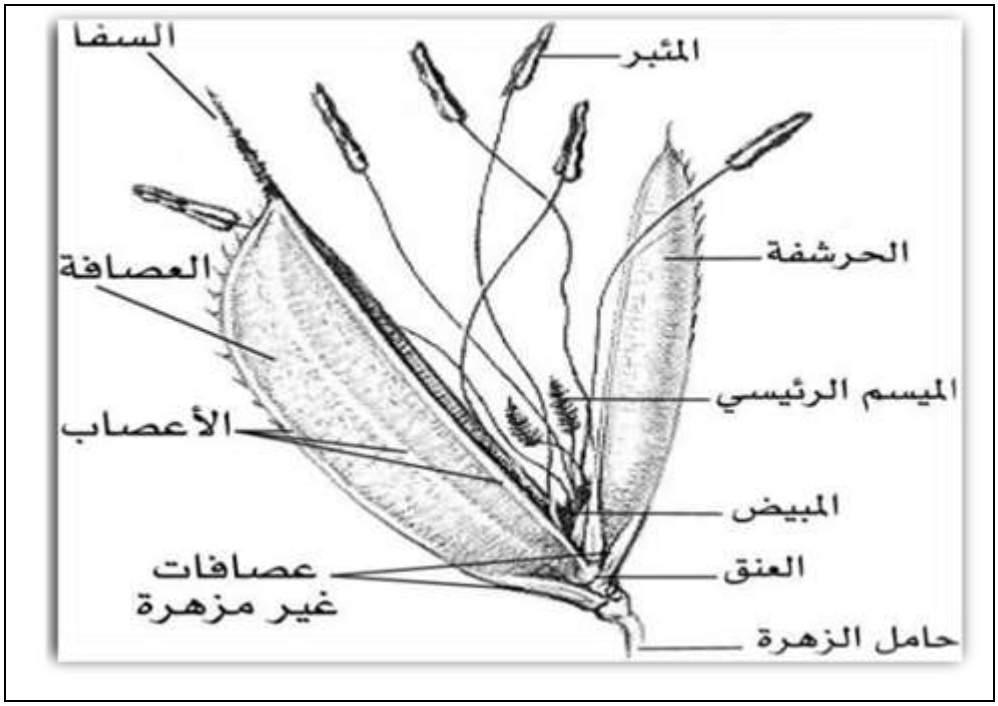
السنبلة :أشار شكرى1994,.أنها نورة مركبة تتكون من سنيبلات متموضعة على محور مستطيل بالتبادل في صفين متقابلين وتنتهي بسنبلة طرفية واحدة خصبة عادة .وحسب (Soltner.,2005) فأن محور السنبلة يحمل من 15إلى 25سنيبلة تحمل كل واحدة منها تحمل من ثالث إلى أربع زهرات. وقد أوضح الخطيب (1997) أن كل سنيبلة تتكون من **قنابة**، أو **قنابتين** محمولتين على رويش حامل لـ**قنابة** سفلية تُدعى العصيفة، غالباً ما تُجهّز بسفا.

السنيبلة:

أشار (لعجمي ونومل .,2014)بانها تحوي محور قصير جدا، محمية بواسطة قنابتين تدعى كل واحدة بالقنبعة أو عصافة glume laوهما ذات طول غير متساوي أحداهما علوية والأخرى سفلية .على محور السنيبلة تتوضع الأزهار كل زهرة محاطة بقنابتين تعرف كل واحدة منهماglumelle بالعصيفة

الزهرة:

زهرة القمح خنثى وحيدة التناظر وغلافها الزهري مؤلف من حرشفتين صغيرتين يطلق عليهما اسم الفسيلتين ويتم تلقيح ذاتي وداخلي مما يحفظ النوع من جيل إلى أخر .وتتكون من: العصفة الخارجية، العصفة الداخلية، الأسدية والمبيض(Soltner , .1980) .



الوثيقة 08: بنية نورة نبات القمح الصلب(www.tomanfinance.cz)

الحبة (الثمرة):

في نبات القمح تكون بيضاوية الشكل وقد تكون قليلة أو كثيرة التحدب .يتوسطها أخدود عميق وقد يظهر في

نهايته بعض الوبر .الجهة السفلية من الحبة تكون أكثر تفلطحا وهنا يستقر الجنين .تختلف أحجام وأشكال والألوان الحبوب حسب اختلاف الأصناف ووفقا لي(Borron et al., 2007)تتكون الحبة من ثالثة أنواع من الأنسجة

أ_ **جنين البذرة :**يتكون من اتحاد الجاميطات الذكرية والأنثوية، وهو غني بالبروتينات والليبيدات والسكريات

ب_ الأغلفة :تتألف من خمسة أنسجة توضع فوق بعضها البعض، ويختلف سمك وطبيعة كل نسيج من هذه

الأنسجة ويشمل الغلاف الخارجي والغلاف الداخلي .

ج_ السويداء :هذا النسيج هو الأكثر وفرة في الحبة ويتكون من albumen و amylacé وخاليا طبقة الأرون(Borron et al., 2007)

3. تحليل التنوع والاختلافات المرفولوجية بين أصناف القمح

يمثل تحليل التنوع المرفولوجي بين أصناف القمح خطوة أساسية لفهم درجة الاختلاف الوراثي والتكيف البيئي داخل النوع الواحد، حيث تعكس الصفات الشكلية للنبات التفاعل بين العوامل الوراثية والظروف البيئية المحيطة. وتعتمد الدراسات المقارنة عادة على قياس الصفات الكمية مثل طول النبات، طول السنبلة،

عدد السنيبلات، ووزن ألف حبة، إضافة إلى الصفات النوعية كوجود السفا ولون الحبوب، والتي تُعد مؤشرات مهمة في توصيف الأصناف النباتية وتمييزها (.UPOV, 2012)

وقد أظهرت الأبحاث أن الاختلافات المرفولوجية لا تمثل مجرد فروق شكلية، بل ترتبط مباشرة بكفاءة التمثيل الضوئي، واستعمال الموارد، والقدرة على مقاومة الإجهادات البيئية مثل الجفاف وارتفاع الحرارة، مما يجعلها معيارًا مهمًا في برامج التحسين الوراثي للقمح (.(Reynolds et al., 2012كما يسمح تحليل التباين المظهري بالكشف عن مستوى التنوع الوراثي داخل الأصناف المحلية، والذي يُعد موردًا وراثيًا هامًا للحفاظ على الأمن الغذائي وتطوير أصناف أكثر تكيفًا مع التغيرات المناخية (.Zeven, 1998)

إضافة إلى ذلك، تُستخدم الطرق الإحصائية مثل تحليل التباين ((ANOVAوالتحليل متعدد المتغيرات لتحديد الصفات الأكثر مساهمة في التمييز بين الأصناف، مما يساعد الباحثين على اختيار المؤشرات المرفولوجية الأكثر ارتباطًا بالإنتاجية والجودة الزراعية (.Mohammadi & Prasanna, 2003)

4.الخصائص البيوكيميائية للقمح

1.4 التركيب الكيميائي والمكونات الغذائية الرئيسية في حبوب القمح

جدول03: التركيب الكيميائي والمكونات الغذائية الرئيسية في حبوب القمح(Shewry & Hey, 2015)

الفئة الكيميائية	المكونات الرئيسية في القمح	النسبة التقريبية في الحبة	الدور أو الأهمية
الكربوهيدرات	النشا (Amylose و(Amylopectin	65–75 % من الحبة	المصدر الرئيسي للطاقة في الغذاء
البروتينات	الغلوتين (Gliadin و(Glutenin	10–15 %	تعطي خصائص العجين المرنة وتعد مصدر بروتين نباتي
الألياف الغذائية	Arabinoxylans، β-glucans، Cellulose	2–12 % حسب نوع الطحن	تحسين الهضم وتقليل خطر أمراض القلب والسكري
الدهون (الليبيدات)	الأحماض الدهنية والفوسفوليبيدات	2–3 %	تدخل في القيمة الطاقوية وبعض العمليات الأيضية

الفيتامينات	فيتامينات مجموعة B مثل Thiamine و Riboflavin و Niacin و Folate	كميات صغيرة	ضرورية لعمليات الأيض والطاقة
المعادن	الحديد(Fe) ، الزنك(Zn) ، السيلينيوم(Se) ، المغنيسيوم (Mg)، الفوسفور(P)	آثار معدنية	مهمة لوظائف الجسم والنمو
المركبات الفينولية	phenolic acids مثل Ferulic acid	آثار	مضادات أكسدة تحمي الخلايا
المركبات الوظيفية	Betaine و Choline	تركيز أكبر في النخالة	تدخل في عمليات الميثلة وصحة القلب
السكريات البسيطة	Glucose، Fructose، Sucrose	حوالي 1–2 %	مصدر سريع للطاقة

2.4. البرولين في القمح

يعد Proline أحد الأحماض الأمينية المهمة في نبات القمح Triticum aestivum، حيث يدخل في تركيب العديد من البروتينات النباتية، خاصة بروتينات الغلوتين الموجودة في الحبوب. كما يتراكم البرولين بشكل ملحوظ في أنسجة النبات عند تعرضه للإجهادات البيئية مثل الجفاف والملوحة ودرجات الحرارة المرتفعة، لذلك يُعد مؤشراً بيوكيميائياً مهماً لقياس استجابة النبات للإجهاد (Ashraf & Foolad, 2007).

يساهم البرولين أيضاً في تنظيم الضغط الأسموزي داخل الخلايا النباتية، مما يساعد النبات على الاحتفاظ بالماء تحت الظروف البيئية القاسية، كما يعمل على تثبيت البروتينات والأغشية الخلوية وحماية الخلايا من الأضرار الناتجة عن الإجهاد التأكسدي.(Szabados & Savouré, 2010)

3.4. الكلوروفيل في القمح

يعد Chlorophyll الصبغة الخضراء الأساسية في النباتات، ويوجد داخل البلاستيدات الخضراء في الأوراق، حيث يؤدي دوراً محورياً في عملية photosynthesis التي يتم من خلالها تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية تُستخدم في إنتاج المركبات العضوية مثل السكريات.(Taiz et al., 2015)

في نبات القمح توجد أساساً صبغتان رئيسيتان هما Chlorophyll A و Chlorophyll B، حيث يعملان معاً على امتصاص الضوء في نطاقات مختلفة من الطيف الضوئي مما يزيد من كفاءة التمثيل

الضوئي. كما يُعد محتوى الكلوروفيل مؤشراً مهماً على الحالة الفسيولوجية للنبات، إذ ينخفض تركيزه عادةً عند تعرض النبات للإجهادات البيئية مثل الجفاف أو نقص العناصر المعدنية.(Taiz et al., 2015)

الكلوروفيل يلعب الكلوروفيل دورا هاما في عملية التركيب الضوئي حيث تتولى البلاستيدات الخضراء القيام بهذه العملية داخل أوراق النبات حيث توجه الطاقة الضوئية التي يتم امتصاصها الى مراكز تفاعل خاصة في التيلاكويدات .وتتولى هذه المراكز ومعها الجزيئات حاملة لإلكترونات تحويل الطاقة الضوئية للحصول على غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء وفي نهايتها تؤدي إلى إنتاج المواد السكرية وغيرها من المواد الغذائية كالنشاء، الدهن، البروتين والفيتامينات

1.3.4.مراحل تخليق الكلوروفيل

تتم هذه العملية في الصانعات الخضراء بحيث يشترك فيها خمسة عشر تفاعلا أنزيميا، مجموعة الجينات المشفرة لهذه الإنزيمات تم التعرف عليها منذ بضع سنوات فقط)1999. ، al et Eckhard (Beokيمكن تقسيم مسار الكلوروفيل إلى ثالثة مراحل أساسية

المرحلة :1 تتم هذه المرحلة في تسعة خطوات حيث تبدأ بحمضglutamate الذي يدخل في سلسلة من التفاعلات المختلفة للحصول على مركب يدعى protopophyrine 4 الذي يتكون من أربع وحدات من البيرول بدون اتحاد أي أيون.

المرحلة :2 وهي خاصة بتخليق الكلوروفيل، تبدأ باتحاد أو تمخلب جزيء المغنيزيوم مع protopophyrine 4لإنتاج جزيئة كلوروفيل A تتكون من أربع وحدات من البيروفرين تتوسطها جزيئة مغنيزيوم غير متأينة.

المرحلة :3 يتم تحويل الكلوروفيل A الى كلوروفيل B في وجود إنزيم oxygénase A 8002(Chlorophylle، حدروف عنCAO (Osteret et al., 2000)

4.4 السكريات الذائبة

تُعد السكريات الذائبة من أهم نواتج عملية التمثيل الضوئي، وتشمل أساساً السكروز والغلوكوز والفركتوز. وتؤدي دوراً محورياً في توفير الطاقة اللازمة للأنشطة الحيوية المختلفة، كما تدخل في بناء المركبات العضوية الضرورية لنمو النبات وتطوره.(Taiz et al., 2018)

إضافة إلى دورها كمصدر للطاقة، تسهم السكريات الذائبة في تنظيم الضغط الأسموزي داخل الخلايا النباتية والمحافظة على الاتزان المائي، خاصة تحت ظروف الإجهاد البيئي مثل الجفاف والملوحة وارتفاع درجات الحرارة. كما تعمل على حماية الأغشية الخلوية والبروتينات من الأضرار الناتجة عن الإجهادات المختلفة، من خلال دورها في التكيف الأسموزي وتثبيت البنيات الخلوية.(Couée et al., 2006)

وفي نبات القمح، يعكس محتوى السكريات الذائبة كفاءة عملية التمثيل الضوئي وقدرة النبات على إنتاج ونقل المواد العضوية نحو الأعضاء النامية. وقد بينت الدراسات أن اختلاف تركيز هذه السكريات بين الأصناف يرتبط بقدرتها على التكيف مع الظروف البيئية المختلفة، مما يجعلها مؤشراً بيوكيميائياً مهماً في تقييم التنوع بين الأصناف المحلية واختيار الأنماط الوراثية الأكثر تحملاً للإجهادات البيئية (Farooq et al., 2014)

4-5 الأحماض الفينولية

تحتوي حبوب القمح Triticum aestivum على مجموعة من المركبات المضادة للأكسدة أهمها Ferulic acid و p-Coumaric acid. تتركز هذه المركبات أساساً في طبقة النخالة، وتساهم في حماية الخلايا من الأضرار الناتجة عن الجذور الحرة، كما ترتبط بتقليل خطر الإصابة ببعض الأمراض المزمنة مثل أمراض القلب والسرطان.(Adom & Liu, 2002)

4-6. البروتينات الذائبة

البروتينات الذائبة من أهم المركبات البيوكيميائية في الخلية النباتية، حيث تؤدي أدواراً حيوية متعددة تشمل النشاط الإنزيمي، وتنظيم العمليات الأيضية، ونقل المواد داخل الخلية، والاستجابة لمختلف الظروف البيئية. وتمثل هذه البروتينات جزءاً مهماً من المحتوى البروتيني الكلي للنبات، كما تعكس الحالة الفسيولوجية ومستوى النشاط الحيوي للأنسجة النباتية.(Taiz et al., 2018)

في نبات القمح، يرتبط محتوى البروتينات الذائبة بكفاءة عمليات النمو والتمثيل الغذائي، كما يتأثر بالعوامل الوراثية والبيئية مثل توفر الماء والعناصر المعدنية ودرجات الحرارة. وقد أظهرت العديد من الدراسات أن الأصناف القادرة على المحافظة على مستويات مرتفعة من البروتينات الذائبة تحت ظروف الإجهاد تتميز غالباً بقدرة أكبر على التكيف وتحمل الظروف غير الملائمة.(Farooq et al., 2014)

وتكتسي دراسة البروتينات الذائبة أهمية خاصة في برامج توصيف الموارد الوراثية وتحسين المحاصيل، إذ تسمح بتقييم التباين البيوكيميائي بين الأصناف المختلفة والكشف عن الأنماط الوراثية الأكثر كفاءة من الناحية الفسيولوجية. كما يمكن أن تسهم في تفسير الاختلافات المسجلة في النمو والإنتاجية والاستجابة للإجهادات البيئية، مما يجعلها مؤشراً مهماً في الدراسات المقارنة للأصناف المحلية من القمح (Ashraf & Harris, 2013).

5.أهمية الدراسة البيوكيميائية للقمح

تمثل الدراسة البيوكيميائية أداة أساسية لتقييم الجودة الغذائية والتكنولوجية لحبوب القمح، إذ تسمح بتحديد مكونات مثل البروتينات، الكربوهيدرات، المعادن والمركبات الحيوية النشطة. وتُستخدم هذه التحاليل في التمييز بين الأصناف وتحديد قيمتها الغذائية والصناعية. وقد أظهرت الدراسات الحديثة أن الاختلافات في التركيب الكيميائي للحبوب تعكس اختلافات وراثية واضحة بين الأصناف، كما ترتبط بخصائص الخَبز والقيمة الغذائية (El-Sayed et al., 2025). وتساهم المؤشرات البيوكيميائية أيضًا في فهم العلاقات بين الصفات الفيزيائية والجزيئية للنبات وتحسين برامج الانتخاب الزراعي (BMC Plant Biology, 2025).

الجزء التطبيقي

الفصل الأول

المواد والطرق

يهدف هذا الجزء إلى وصف المواد النباتية والطرق التجريبية والتحليلية المعتمدة في دراسة التباين المورفولوجي والبيوكيميائي بين ستة أصناف محلية من القمح. وقد شملت الدراسة تجارب ميدانية ومخبرية أُنجزت خلال الموسم الزراعي 2025–2026، مع اعتماد مجموعة من المؤشرات المورفولوجية والبيوكيميائية لتقييم الأصناف المدروسة.

1.العينة النباتية:

تمت الدارسة على 6 أصناف من نبات القمح المحلي الموضحين بالجدول أسفله.

جدول 3 أصناف القمح المدروسة

الرمز	اسم الصنف	المصدر أو الأصل الجغرافي
V1	Waha	صنف مستنبط ومنتخب من المعهد التقني للزراعات الكبرى ITGC
V4	Hamra	صنف محلي من منطقة توات ادرار
V5	Tazi	صنف محلي من منطقة توات ادرار
V6	Khellouf	صنف محلي من منطقة وادي ريغ تقرت
V7	BntMbarka	صنف محلي من منطقة توات ادرار
V8	Bassa	صنف محلي من منطقة وادي ريغ تقرت

2- منطقة الدراسة الميدانية:

2-1 موقع الدراسة:

أجريت هذه الدراسة بمنطقة الوادي الواقعة في الجنوب الشرقي للجزائر، والتي تُعد من أهم المناطق الزراعية الصحراوية بالبلاد. تقع ولاية الوادي بين دائرتي عرض 33° و34° شمالاً وخطي طول 6° و8° شرقاً، بمتوسط ارتفاع يقارب 80 متراً فوق مستوى سطح البحر. وتتميز المنطقة بطابعها الصحراوي الجاف وانتمائها إلى إقليم العرق الشرقي الكبير، حيث تنتشر الكثبان الرملية على مساحات واسعة.

تصنف تربة المنطقة بأنهارملية خفيفة ذات النفاذية العالية والتهوية الجيدة، مع انخفاض محتواها من المادة العضوية والعناصر الغذائية مقارنة بالترب الزراعية في المناطق الشمالية. كما تتميز بانخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء، مما يجعل اللجوء إلى الري واستمراره عاملا ضروريا لضمان نمو المحاصيل الزراعية. وتختلف الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه الترب تبعاً لمواقع الزراعة ومستوى الاستصلاح الزراعي.

مناخ المنطقة صحراوي جاف يتميز بارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف وانخفاضها نسبياً خلال فصل الشتاء، مع تباين حراري يومي وسنوي ملحوظ. وتتراوح المعدلات السنوية لدرجات الحرارة بين 22 و25°م، وقد تتجاوز 45°م خلال أشهر الصيف. كما تتميز المنطقة بضعف التساقطات المطرية التي لا تتجاوز في المتوسط 80–100 مم سنوياً، مقابل معدلات تبخر مرتفعة ورطوبة نسبية منخفضة معظم أشهر السنة. وتوفر هذه الظروف البيئية بيئة مناسبة لدراسة استجابة أصناف القمح المحلية للظروف الصحراوية ومدى تكيفها مع محدودية الموارد المائية.

2.2. مكان التجربة:

أجريت التجربة بمحطة التجارب الميدانية بجامعة الشهيد حمه لخضر التابعة لكلية علوم الطبيعة والحياة وذلك خلال الموسم الدراسي 2025/2026 .

الوثيقة 09: توضح مكان زرع أصناف القمح

3. اختيار البذور: قمنا بختيار الأصناف المدروسة وتم وضعها في علب خاصة حيث كل علبة تحمل الصنف واسمه تحضيرا لعملية الزرع. وتم أيضا اختيار البذور على أساس أن تكون سليمة وجيدة وغير مصابة أو متعفنة

4. عملية الزرع:

عملية الزارعة تمت بتاريخ 17 ديسمبر2025، حيث قمنا بتجهيز المكان المختار بإزالة الأعشاب الزائدة والحجارة وتسوية الأرض لجعلها متجانسة وملائمة لنمو نبات. تحضير التربة وإضافة سماد عضوي لتحسين خصائصها وتوفير العناصر الغذائية اللازمة للنبات. بعد ذلك تم حفر التربة على عمق يقارب 5 سم، ثم زُرعت حبات القمح بطريقة عشوائية داخل كل مربع. بهدف توفير نفس الظروف البيئية لجميع الأصناف أثناء فترة النمو.

شمل التصميم التجريبي صفّين مقسمين إلى عدة مربعات تجريبية، حيث خُصص كل مربع لصنف معين من الأصناف المدروسة، مع ترك مسافة تُقدّر بحوالي متر واحد بين المربعات لتسهيل المتابعة الميدانية والري.

الوثيقة 10: توضح طريقة زرع أصناف القمح

5. السقي

في هذه التجربة مارسنا عملية السقي السطحي جرى اعتمد خلال التجربة نظام الري بالتقطير لضمان توزيع منتظم للمياه وتلبية احتياجات النباتات المائية طوال فترة النمو. وقد خُصص لكل صنف مربع تجريبي واحد ضمن التصميم المعتمد. وتمت ممارسة هذه العملية يوم بيوم من تاريخ الزرع إلى غاية أخر يوم

6. الخصائص المدروسة:

6-1 المعايير المورفولوجية

أ. متوسط طول الساق

تم قياس طول الساق الرئيسي بواسطة مسطرة مدرجة بـCm

ب. طول السنبلة

قمنا بقياس طول السنبلة من نهاية عمقها الى قمة أخر سنبلة فيها بـCm

ج. طول السفا

قمنا بقياس طول السفا من قمة أخر سنبلة الى نهاية علو السفا Cm

د. مساحة الورقة

تم قياس المساحة الورقية باستخدام جهاز Portable Area métre وذلك بقراءة المساحة الورقية على الجهاز

2.6. المحتوى النسبي للماء:

تم اختيار 3 أوراق (الورقة العلم) لكل صنف من الأصناف المدروسة، ونقوم مباشرة بوزن الأوراق للحصول على قيم الكتلة الطازجة المعروفة بـ الوزن الطازج.(MSF) ، ولتحديد الوزن في حالة الامتلاء المائي(MSTM) ، غمرت الأوراق في أوعية تحتوي على الماء المقطر ووضعت في الثلاجة تحت درجة حرارة منخفضة ثابتة عند 4°م لمدة 24 ساعة، وهو الإجراء الكفيل بالسماح للخلايا النباتية بالوصول إلى أقصى درجة انتفاخ أسموزي ممكنة دون حدوث تحلل خلوي، ليتم بعد ذلك إخراج الأوراق، وتجفيفها بعناية من الماء السطحي، ثم وزنها مجددا. ثم بعد ذلك، نقلت الأوراق ووضعت داخل فرن تجفيف حراري (Étouve) مضبوط عند درجة حرارة 80°م لمدة 48 ساعة متواصلة لضمان التبخير الكامل للماء المحتجز داخل الخلايا وثبات الوزن، حيث جرى قياس الكتلة المتبقية لتمثل الوزن الجاف(MSS) ، وهي القيم الثلاث الأساسية التي تعتمد عليها معادلة الحساب النهائية :

$$RWC(\%) = \frac{MSF - MSS}{MSTM - MSS} \times 100$$

3-6.المعايير البيوكيميائية:

1-3-6 محتوى الكلوروفيل:

تم تقدير محتوى صبغات الكلوروفيل اعتمادا على الطريقة القياسية لـ وفق الخطوات التالية:

تم وزن عينة قدرها 100 ملجم من الأوراق الخضراء الطازجة لكل صنف.

سحقت العينة جيدا في هاون زجاجي مع إضافة ملقاط صغير من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) لتعديل حموضة الفجوات الخلوية ومنع تحلل الصبغات، ثم أضيف 12.5 مل من الأسيتون بتركيز 80%، ونجري عملية ترشيح المستخلص.

قيس الامتصاص الضوئي (O.D) للمستخلصات بواسطة جهاز مطياف الامتصاص الضوئي (Spectrophotometer)عند الأطوال الموجية التالية: 663 nm و 645 .nm حسبت تراكيز الكلوروفيل (a)، (b)والكلوروفيل الكلي (a+b) بتطبيق المعادلات الرياضية التالية:

$$Chl\ a = 11.75 * D.O_663 - 2.35 * D.O_645$$

$$Chl\ b = 18.61 * D.O_645 - 3.96 * D.O_663$$

$$Chl\ (a+b) = 7.79 * D.O_663 + 16.26 * D.O_645$$

2-3-6 محتوى البروتين الكلي:

تم تقدير كمية البروتينات الكلية الذائبة حسب طريقة Bradford (1976) كما يلي:

سحق 100 ملغ من النسيج الورقي الطازج مع 5 مل من الماء المقطر، ثم رشح المستخلص وأكمل الحجم النهائي الراشح إلى 5 مل.

أخذ حجم دقيق قدره 20 ميكرولتر (µL) من المستخلص النباتي، وأضيف إليه 2.0 مل من كاشف أزرق كوماسي اللامع(BBC) ، مع إكمال الحجم بـ 1.6 مل من الماء المقطر.

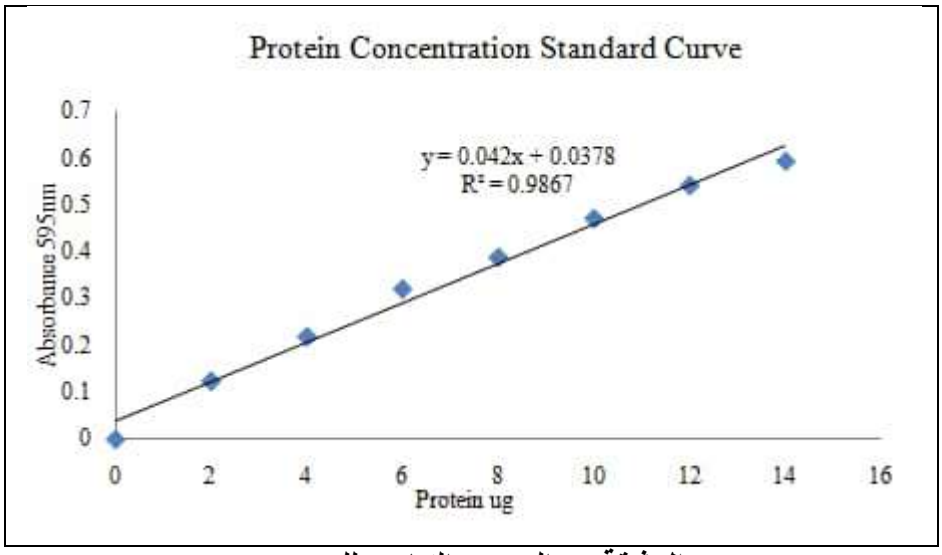
جورست المكونات باستعمال خلاط مغناطيسي، وترك التفاعل يستقر لمدة تتراوح بين 5 دقائق إلى ساعة.

قيس الامتصاص الكثافي (DO) عند طول موجي قدره 595 .nm وتم إسقاط القراءات على المنحنى القياسي لألبومين المصل البقري (BSA) لتحديد التراكيز بدقة.

خطوات تحضير المنحنى القياسي:(Standard Curve)

- **تحضير المحلول الأم** :إذابة كمية دقيقة من ألبومين المصل البقري (BSA) في ماء مقطر للحصول على تركيز معلوم (1 ملغ/مل).
- **تحضير التراكيز المتسلسلة** :تخفيف المحلول الأم في أنابيب اختبار مختلفة للحصول على سلسلة تراكيز متدرجة (مثل: 0، 20، 40، 60، 80، 100 ميكروغرام/مل).

- **إضافة الكاشف** :إضافة حجم ثابت من كاشف أزرق كوماسي اللامع (BBC) والماء المقطر لكل أنبوب بنفس النسب المستخدمة مع العينات النباتية. مزج المكونات جيدا وترك الأنابيب في الظلام لمدة تتراوح بين 5 دقائق إلى ساعة في درجة حرارة الغرفة.
- **قياس الامتصاصية** :تصفير جهاز المطياف الضوئي باستخدام أنبوب الشاهد (Blank) الذي يحتوي على الماء والكاشف فقط، ثم قياس الامتصاصية لباقي التراكيز عند nm.595
- **رسم المنحنى** :تمثيل قيم الامتصاص الضوئي على المحور الصادي (Y) وقيم التراكيز المعلومة للـ BSA على المحور السيني (X) للحصول على خط مستقيم ومعادلة الانحدار. $\mathbf{y = ax + b}$



الوثيقة 3: المنحنى القياسي للبروتين

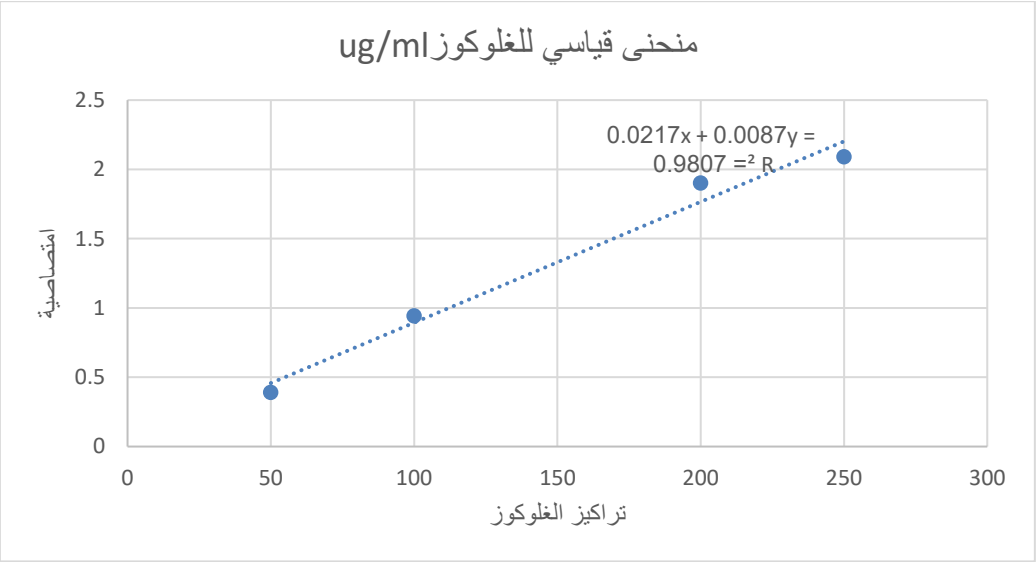
3-3-6 التقدير الكمي لسكريات

قدرت السكريات الكلية الذائبة بطريقة الفينول-حمض الكبريتيك المركز:(Dubois et al., 1956)

المرحلة الأولى (الاستخلاص): أخذ 100 ملغ من المادة النباتية الطازجة وأضيف إليها 3 مل من الإيثانول بتركيز 80%، وتركت العينات في الظلام لمدة 48 ساعة. بعد انقضاء المدة، وضعت الأنابيب في حمام مائي عند درجة حرارة 85°م لمدة 10 دقائق لتبخير الكحول تماما.

المرحلة الثانية (التفاعل اللوني): أضيف لكل أنبوب 20 مل من الماء المقطر. من هذا المحلول المخفف، أخذ حجم 2 مل في أنابيب زجاجية جديدة، وأضيف إليه 1 مل من الفينول بتركيز 5%، متبوعا بإضافة سريعة ومباشرة لـ 5 مل من حمض الكبريتيك المركز (H_2SO_4) مع تجنب ملامسة جدار الأنبوب لضمان خلط حراري ذاتي. وضعت الأنابيب في حمام مائي عند 30°م لمدة 15 إلى 20 دقيقة.

قيس الامتصاص الضوئي على جهاز السبيكتروفوتومتر عند طول موجي محدد، وحسبت تراكيز السكريات الذائبة بالميكرومول/ملجم مادة جافة بالاعتماد على معادلة الخط المستقيم المستخرجة من المنحنى القياسي للغلوكوز.



الوثيقة 13: المنحنى القياسي للغلوكوز

6-3-4 تقدير العناصر المعدنية في أوراق القمح

طريقة الرماد الجاف(Dry Ashing)

تعتمد هذه الطريقة على التحلل الحراري التام للمادة العضوية تحت درجات حرارة مرتفعة جدا لتحويل العناصر المعدنية إلى أكاسيد، يسهل إذابتها لاحقا في وسط حمضي تمهيدا لقياسها الفسيولوجي.

مرحلة الحرق والتفحيم الموقدي:

1. وزنت العينة بدقة جافة بأخذ 1 غرام من مسحوق أوراق القمح المجففة سابقا. ثم نقلت العينة إلى جفنة خزفية (Crucible)نظيفة ومعقمة. نقوم بإجراء تفحيم أولي واختزال للمادة العضوية بوضع الجفنة في مجفف حراري 80 درجة.
2. أدخلت الجفنة إلى الفرن الموقد المعملي(Muffle Furnace) ، ورفعت الحرارة تدريجيا حتى 500°م لمدة تراوحت بين 4 إلى 6 ساعات حتى تحول النسيج الأسود المتفحم إلى رماد أبيض أو رمادي فاتح خاضع للاستخلاص.

مرحلة الإذابة والترشيح:

1. بعد تبريد الجفنات، أضيف للرماد 5 مل من حمض الهيدروكلوريك (HCl) بتركيز 6 N أو بنسبة تمديد (1:1) حمض إلى ماء. ثم وضعت الجفنة على لوح ساخن بلطف لتسريع عملية ذوبان وتحرر العناصر المعدنية بالأيونات الحمضية.
2. نقل المحلول المستخلص إلى دورق قياسي سعة 50 مل، ونحاول استرجاع كل البقايا بغسل الجفنة مرتين متتاليتين بماء مقطر لضمان استرجاع كامل الأيونات، ثم أكمل الحجم بالماء المقطر حتى خط الـ 50 مل.

مرحلة القياس الكمي:

تتم قراءة وتقدير تركيز عنصري الصوديوم (+Na) والبوتاسيوم (+K) فسيولوجيا باستعمال جهاز فوتومتر اللهب .(Flame photometer)

الدراسة الإحصائية

خضعت جميع البيانات المجمعة لتحليل إحصائي باستخدام برنامج XLSTAT (الإصدار 2014). لتحديد وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات، تم تطبيق تحليل التباين .(ANOVA) وفي حال وجود فروق معنوية، تم إجراء اختبار فيشر لأقل فرق معنوي (Fisher's LSD) كمقارنة بعدية للمقارنة بين المتوسطات وتحديد اتجاه الفروق بدقة. اعتمدت جميع الفروق عند مستوى معنوية.($P <= 0.05$)

الفصل الثاني

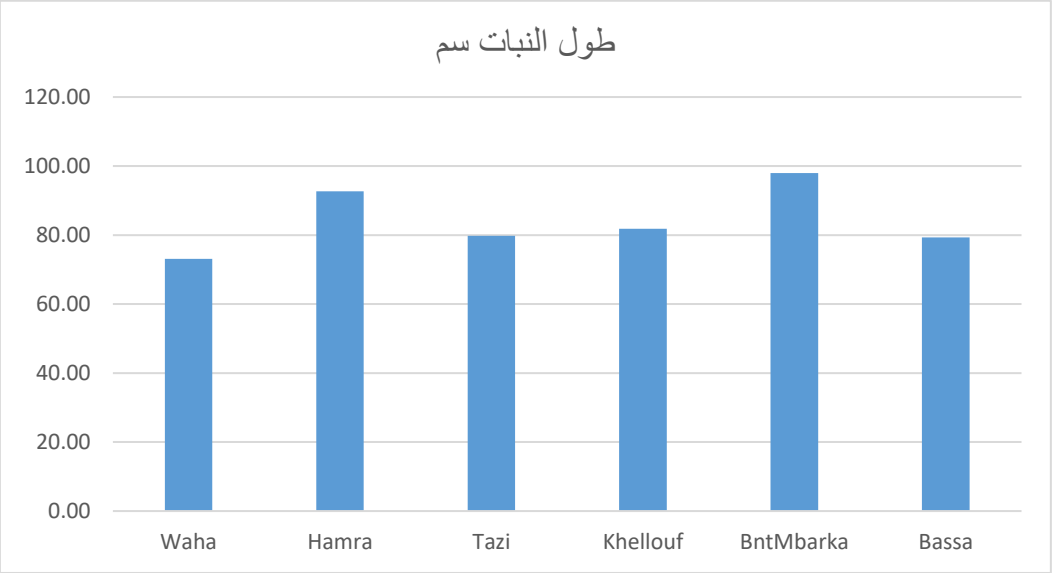
النتائج والمناقشة

1. النتائج

1.1. المعايير المورفولوجية

أ.طول النبات

أظهر الشكل تبايناً في طول النبات بين أصناف القمح المدروسة، حيث سجل الصنف BntMbarka أعلى متوسط لطول النبات بحوالي 98 سم، يليه الصنف Hamraبحوالي 92 سم، مما يشير إلى تفوقهما في النمو الخضري مقارنة ببقية الأصناف. في حين سجل الصنف Wahaأقل قيمة قدرت بحوالي 73 سم، بينما أظهرت الأصناف Tazi وKhellouf وBassaقيماً متقاربة تراوحت بين 79 و82 سم تقريباً. ويعكس هذا الاختلاف تبايناً وراثياً بين الأصناف من حيث القدرة على النمو والاستجابة للظروف البيئية المختلفة، كما قد يرتبط بكفاءة امتصاص العناصر الغذائية واستغلال الموارد المتاحة، وهو ما ينعكس مباشرة على صفة طول النبات.



الوثيقة 4: طول النبات لأصناف نبات القمح المدروسة

تُظهر نتائج تحليل التباين واختبار المقارنات البعدية Fisher (LSD) وجود فروقات معنوية واضحة بين أصناف القمح المدروسة فيما يخص قيمة الـ طول النبات، مما يدل على وجود اختلافات وراثية وفسيولوجية بين الأصناف في الخصائص الكيميائية المرتبطة بدرجة الحموضة.

وقد سجل الصنف BntMbarkaأعلى متوسط لقيمة طول النبات، حيث تميز إحصائياً عن جميع الأصناف الأخرى، وهو ما تؤكده المجموعة الإحصائية(A) ، مما يشير إلى امتلاكه خصائص كيميائية مختلفة مقارنة

ببقية الأصناف. ويليه الصنف Hamraالذي جاء ضمن المجموعة(B) ، مع وجود فروقات معنوية بينه وبين معظم الأصناف الأخرى، إلا أنه بقي أقل من الصنف.BntMbarka

أما الصنفان Khellouf وTaziفقد أظهرا تقارباً نسبياً في القيم، حيث انتميا إلى المجموعتين (C) و(CD)، مما يدل على ضعف الفروق المعنوية بينهما. كما أن نتائج اختبار LSD بينت عدم وجود فرق معنوي بين Khellouf وTazi، إذ كانت قيمة الاحتمال (Pr > Diff = 0.0753) أكبر من 0.05، وهو ما يعكس تشابهاً في الخصائص الكيميائية المرتبطة بالـ طول النبات بين هذين الصنفين.

وبالنسبة للصنف Bassaفقد احتل مرتبة قريبة من Tazi ضمن المجموعة(D) ، ولم تظهر فروق معنوية بينه وبينTazi ، حيث بلغت قيمة الاحتمال 0.6521، ما يشير إلى تقارب استجابتهما الكيميائية. في المقابل، سجل الصنف Wahaأدنى قيمة طول النبات ضمن المجموعة(E) ، وظهر مختلفاً معنوياً عن معظم الأصناف الأخرى، مما يدل على انخفاض واضح في درجة الحموضة مقارنة ببقية الأصناف المدروسة.

وتؤكد هذه النتائج أن اختلاف قيم طول النبات بين الأصناف يعود أساساً إلى التباين الوراثي وتأثير التركيب الكيميائي الداخلي لكل صنف، إضافة إلى اختلاف قدرته على امتصاص العناصر المعدنية وتنظيم التوازن الأيوني داخل الأنسجة النباتية. كما قد ترتبط هذه الاختلافات بقدرة الأصناف على التكيف مع الظروف البيئية المختلفة، خاصة في البيئات الجافة وشبه الجافة التي تؤثر بشكل مباشر في التفاعلات الكيميائية والفسيولوجية للنبات.

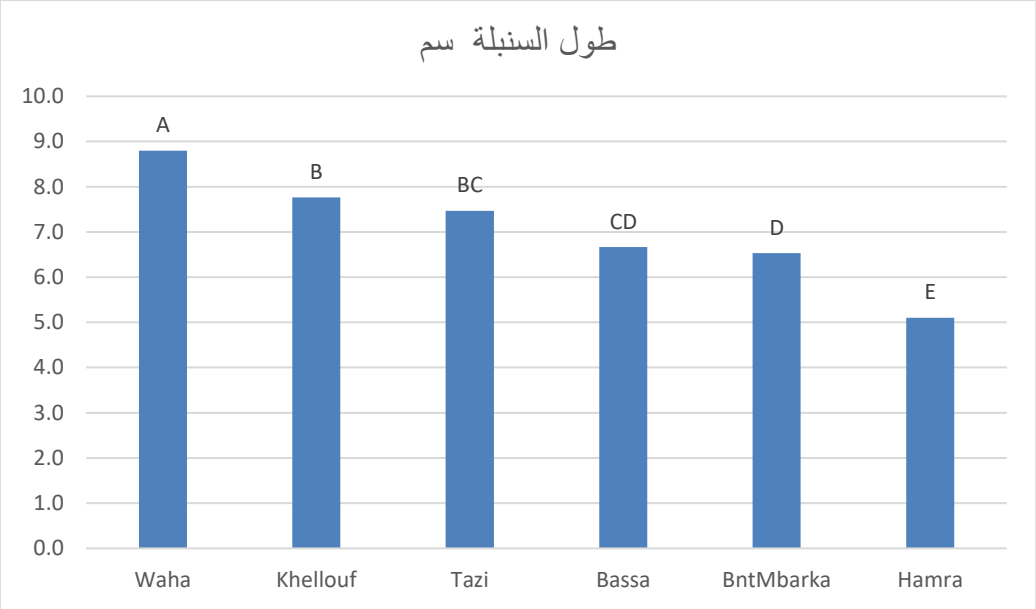
أ. طول السنبلة

أظهرت نتائج تحليل التباين واختبار المقارنات البعدية LSD وجود فروق معنوية بين أصناف القمح المدروسة في صفة طول السنبلة، مما يعكس اختلافاً وراثياً واضحاً بين الأصناف في قدرتها على تكوين سنابل أطول. وتُعد هذه الصفة من المؤشرات المهمة المرتبطة بالإنتاجية، إذ إن زيادة طول السنبلة غالباً ما ترتبط بارتفاع عدد السنيبلات والحبوب.

سجل الصنف Waha أعلى متوسط لطول السنبلة بحوالي 8.8 سم وحمل الرمز (A)، مما يدل على تفوقه المعنوي على جميع الأصناف الأخرى. ويشير ذلك إلى امتلاك هذا الصنف قدرة وراثية وفسيولوجية أكبر على النمو التناسلي وتكوين سنابل متطورة.

جاء الصنف Khellouf في المرتبة الثانية بمتوسط بلغ حوالي 7.8 سم وحمل الرمز (B)، مع وجود فروق معنوية بينه وبين معظم الأصناف الأخرى. أما الصنف Tazi فقد سجل متوسطاً يقارب 7.5 سم وحمل الرمز (BC)، ما يدل على تقارب إحصائي مع بعض الأصناف المتوسطة.

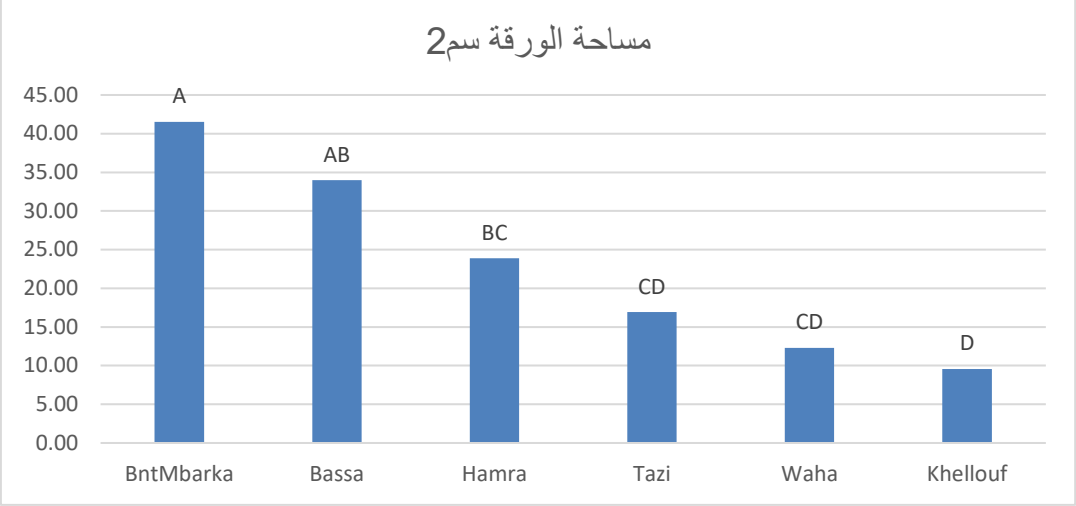
في المقابل، سجل الصنف Bassa متوسطاً بلغ حوالي 6.6 سم وحمل الرمز (CD)، بينما سجل الصنف BntMbarka حوالي 6.5 سم وحمل الرمز (D)، مما يشير إلى انخفاض نسبي في طول السنبلة مقارنة بالأصناف المتفوقة. أما الصنف Hamra فقد سجل أدنى متوسط بحوالي 5.1 سم وحمل الرمز (E)، مما يدل على ضعفه النسبي في هذه الصفة.



الوثيقة 5: طول السنبلة عند مختلف أصناف القمح المحلية المدروسة

ج. مساحة الورقة

أظهرت نتائج تحليل التباين واختبار المقارنات البعدية LSD وجود فروق معنوية بين أصناف القمح المدروسة فيما يخص صفة مساحة الورقة، مما يدل على وجود اختلافات وراثية وفسيولوجية بين الأصناف في قدرتها على تطوير المساحة الورقية. وتُعد مساحة الورقة من الصفات المهمة المرتبطة بكفاءة التمثيل الضوئي وقدرة النبات على اعتراض الضوء واستغلاله في إنتاج المادة الجافة.



الوثيقة 6: مساحة الورقة عند مختلف أصناف القمح المحلية المدروسة

وتؤكد نتائج اختبار LSD أن الفروق المعنوية ظهرت أساساً بين الأصناف ذات المساحات الورقية المرتفعة والمنخفضة، حيث كانت قيمة LSD المقدرة بـ 12.3315 دليلاً على أن أي فرق يفوق هذه القيمة يُعد فرقاً معنوياً عند مستوى ثقة 95%.

سجل الصنف BntMbarka أعلى متوسط لمساحة الورقة بحوالي 41.4 سم²، وتميز إحصائياً بالحرف(A) ، ما يشير إلى تفوقه الواضح مقارنة بمعظم الأصناف الأخرى. ويمكن تفسير ذلك بامتلاك هذا الصنف قدرة أكبر على النمو الخضري وكفاءة أعلى في استغلال الموارد البيئية، وهو ما ينعكس إيجابياً على تكوين الأوراق واتساع سطحها.

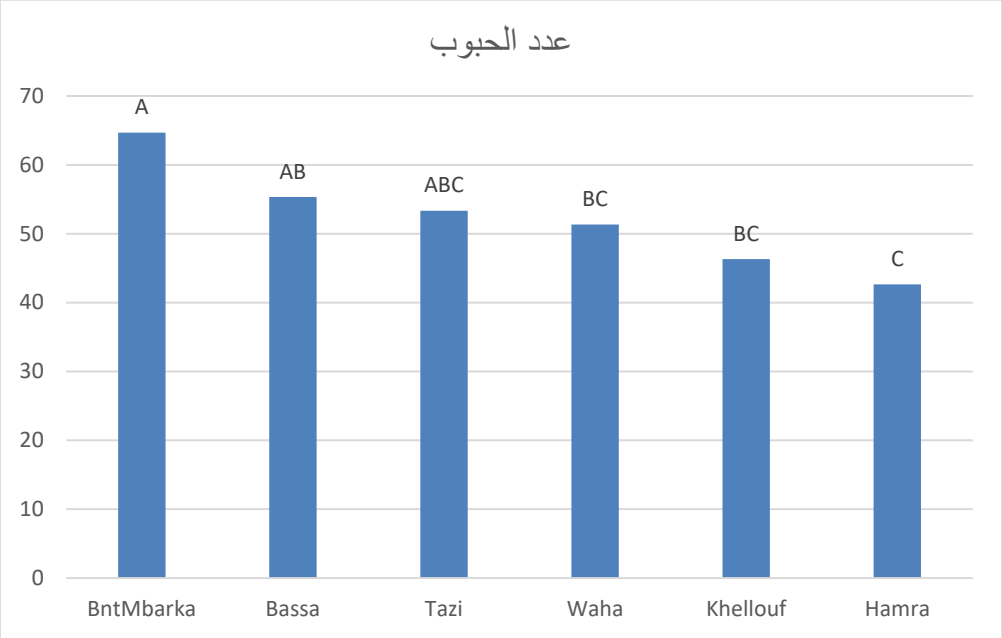
جاء الصنف Bassa في المرتبة الثانية بمتوسط بلغ حوالي 33.9 سم² وحمل الرمز(AB) ، مما يدل على عدم وجود فرق معنوي بينه وبين الصنفBntMbarka ، مع وجود فروق معنوية مقارنة بالأصناف ذات المساحات الورقية الأقل. ويشير ذلك إلى تقارب هذين الصنفين في الخصائص الوراثية المتعلقة بالنمو الورقي.

أما الصنف Hamra فقد سجل متوسطاً قدره حوالي 24 سم² وحمل الرمز(BC) ، ما يعكس انخفاضاً نسبياً في مساحة الورقة مقارنة بالصنفين السابقين، لكنه لا يزال يحتفظ بأداء متوسط مقارنة ببقية الأصناف. في حين سجل الصنف Tazi متوسطاً يقارب 17 سم² وحمل الرمز(CD) ، مما يشير إلى ضعف نسبي في التطور الورقي.

وسجل الصنف Waha متوسطاً بلغ حوالي 12.4 سم²، بينما سجل الصنف Khellouf أدنى قيمة بحوالي 9.7 سم²، وقد اشتركا في بعض المجموعات الإحصائية (CD و(D، ما يدل على عدم وجود فروق معنوية كبيرة بينهما.

د. عدد الحبوب

أظهرت نتائج عدد الحبوب وجود اختلافات بين أصناف القمح الستة المدروسة. سجل الصنف BntMbarka أعلى متوسط لعدد الحبوب، حيث بلغ 64.33حبة، متفوقًا على جميع الأصناف الأخرى. يليه الصنف Bassa بمتوسط 55.33حبة، ثم Taziبمتوسط 53.33حبة، ثم Wahaبمتوسط 51.33حبة.

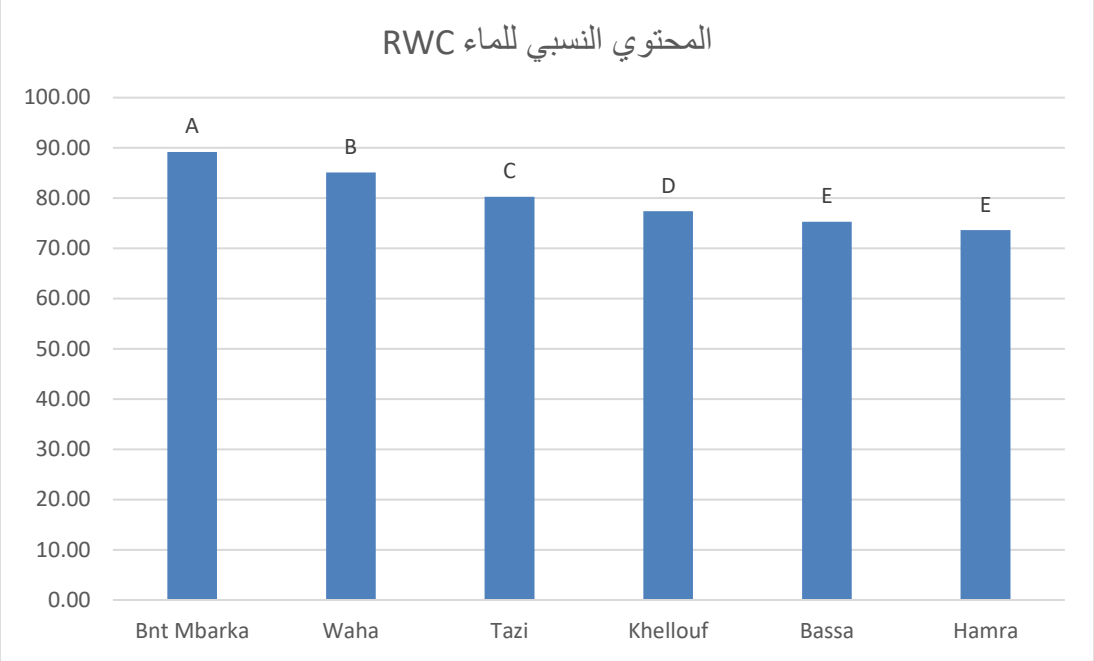


الوثيقة 7: عدد الحبوب عند أصناف القمح المدروسة

في المقابل، سجل الصنف Khellouf متوسطًا بلغ 46.33حبة، بينما سجل الصنف Hamra أقل متوسط قدره 42.33حبة. وبحسب اختبار LSD عند مستوى دلالة 5% (LSD = 7.6172)، فقد أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين بعض الأصناف. إذ تفوق الصنف BntMbarka معنويًا على كل من Tazi وWaha و Khellouf وHamra، بينما لم يكن الفرق معنويًا مع Bassa. كما لم تظهر فروق معنوية بين Bassa و Tazi و Waha. كذلك لم تختلف Waha معنويًا عن Khellouf، كما لم يختلف Khellouf عن Hamra معنوياً.

2.1. المحتوى النسبي للماء

أظهرت نتائج تحليل التباين وجود فروق معنوية عالية جداً بين أصناف القمح المدروسة فيما يتعلق بالمحتوى النسبي للماء(RWC) مع مستوى معنوية **P < 0.0001**، مما يدل على وجود اختلافات وراثية حقيقية بين الأصناف في قدرتها على الاحتفاظ بالماء داخل أنسجة الأوراق.



الوثيقة 8: المحتوى النسبي للماء عند أصناف القمح المدروسة

أظهرت مقارنة المتوسطات باستعمال اختبار أقل فرق معنوي (LSD = 1.77) أن الصنف Bnt Mbarkaسجل أعلى قيمة للمحتوى النسبي للماء بلغت حوالي 89%، وشكل مجموعة إحصائية مستقلة(A) ، مما يشير إلى امتلاكه قدرة عالية على المحافظة على الحالة المائية للخلايا الورقية. وتعد هذه الخاصية مؤشراً مهماً على تحمل الإجهاد المائي، إذ تسمح للنبات بالحفاظ على النشاط الفسيولوجي واستمرار عمليات التمثيل الضوئي خلال فترات نقص المياه.

جاء الصنف Wahaفي المرتبة الثانية بقيمة تقارب 85%، وهو ما يعكس كفاءة جيدة في الاحتفاظ بالماء مقارنة ببقية الأصناف. أما الصنف Taziفقد سجل قيمة متوسطة بلغت حوالي 80%، مما يدل على مستوى متوسط من التوازن المائي.

وسجل الصنف Khellouf قيمة تقارب **77%**، في حين سجل الصنفان Bassa وHamra أدنى القيم بحوالي **75%** و**73%** على التوالي. وقد وضع اختبار LSD الصنف Bassa ضمن ، بينما جاء الصنف Hamra في ، مما يؤكد وجود فروق معنوية بينهما وبين الأصناف الأخرى.

تُظهر هذه النتائج أن الأصناف تختلف في قدرتها على امتصاص الماء والاحتفاظ به داخل الأنسجة الورقية، وهي صفة ترتبط بعدة آليات فسيولوجية مثل كفاءة النظام الجذري، وتنظيم فتح وغلق الثغور، والقدرة على التكيف الأسموزي. ويعتبر ارتفاع قيمة RWC مؤشراً إيجابياً على الحالة المائية للنبات، حيث يرتبط عادة بارتفاع كفاءة التمثيل الضوئي واستمرار النمو تحت الظروف البيئية الصعبة.

وبناءً على ذلك، يمكن اعتبار الصنف Bnt Mbarkaالأكثر قدرة على المحافظة على المحتوى المائي للأوراق، يليه الصنف Waha، بينما أظهر الصنف Hamraأضعف قدرة على الاحتفاظ بالماء. وتشير هذه النتائج إلى إمكانية الاستفادة من الأصناف ذات القيم المرتفعة لـ RWC في برامج الانتخاب والتحسين الوراثي الموجهة نحو تطوير أصناف أكثر تحملاً للجفاف في البيئات الصحراوية وشبه الصحراوية.

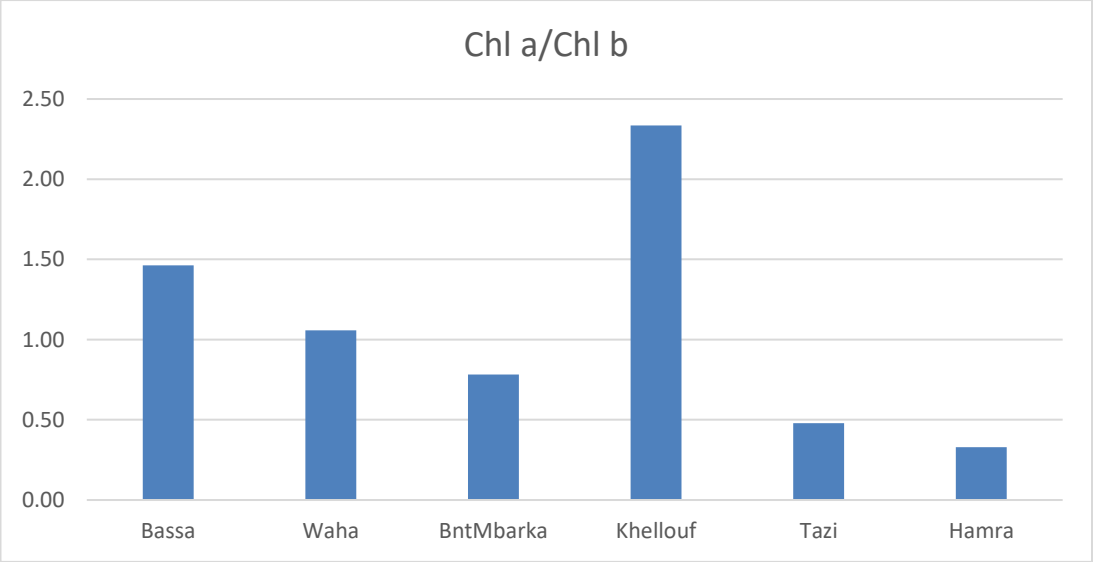
3.1. المعايير البيوكيميائية:

1.3.1.محتوى الكلوروفيل

أظهرت نتائج نسبة الكلوروفيل a/bوجود اختلافات بين أصناف القمح المدروسة. سجل الصنف Khellouf أعلى متوسط لنسبة الكلوروفيل a/b بلغ 2.3290، متفوقًا على جميع الأصناف الأخرى. يليه الصنف Bassa بمتوسط 1.4500، ثم Wahaبمتوسط 1.0517، ثم BntMbarkaبمتوسط 0.7783 تقريبًا، بينما سجل Tazi وHamra أدنى القيم بمتوسط 0.4667و 0.3167 على التوالي.

وبحسب اختبار المقارنات Fisher (LSD)، صُنّفت الأصناف ضمن ثلاث مجموعات معنوية. فقد انتمى Khellouf إلى المجموعة الأعلى منفردًا، ما يدل على تفوق معنوي واضح في نسبة الكلوروفيل a/b. أما Bassa وWaha وBntMbarka فقد احتلت مرتبة وسطية، مع تقارب بينها في هذه الصفة. في حين جاء الصنفان Tazi وHamraضمن المجموعة الأدنى، دون وجود فرق معنوي واضح بينهما.

توضح هذه النتائج وجود تباين بين الأصناف في التوازن بين الكلوروفيل aوالكلوروفيل b، مما يعكس اختلافًا في التركيب الصبغي للأوراق بين الأصناف.



الوثيقة 9: كمية الكلوروفيل في مختلف أصناف القمح المدروسة

يبين الشكل اختلاف محتوى الكلوروفيل بين أصناف القمح الستة المدروسة، سواء بالنسبة للكلوروفيل aأو الكلوروفيل bأو الكلوروفيل الكلي، مما يدل على وجود تباين في التركيب الصبغي للأوراق بين الأصناف.

سجل الصنف Bassaأعلى قيمة للكلوروفيل aبلغت حوالي 1.25 mg/g، كما سجل أعلى قيمة للكلوروفيل الكلي بحوالي 2.13 mg/g، متفوقًا بذلك على باقي الأصناف. ويشير انتماؤه إلى المجموعة Aإلى وجود فرق معنوي مقارنة ببعض الأصناف الأخرى.

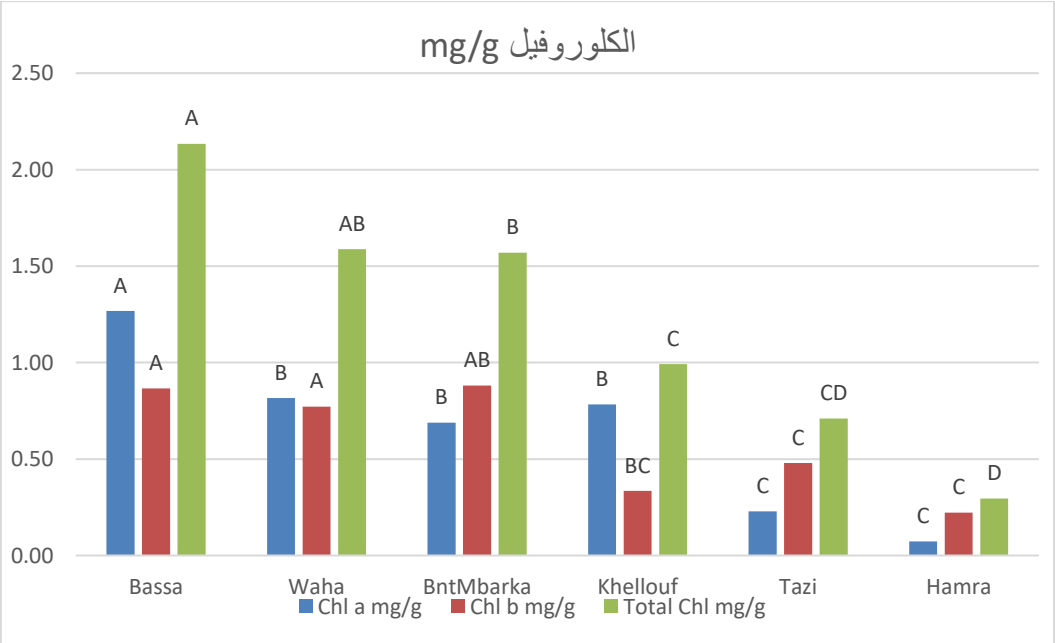
جاء الصنفان Wahaو BntMbarkaفي مرتبة متوسطة من حيث الكلوروفيل الكلي، بقيم بلغت حوالي 1.58 mg/gو 1.56 mg/gعلى التوالي، مع تقارب واضح بينهما وعدم وجود فرق معنوي كبير.

أما الصنف Khellouf فقد سجل قيمة متوسطة للكلوروفيل الكلي بلغت حوالي 1.00 mg/g، وهي أقل من الأصناف السابقة وأعلى من الصنفين Tazi وHamra.

في المقابل، سجل الصنف Tazi قيمة منخفضة نسبيًا للكلوروفيل الكلي بلغت حوالي 0.71 mg/g، في حين سجل الصنف Hamra أدنى قيمة بين جميع الأصناف، إذ لم تتجاوز 0.30 mg/g.

وبالنسبة للكلوروفيل b، فقد سجل الصنف BntMbarka أعلى قيمة بحوالي 0.88 mg/g، يليه Bassa ثم Waha، بينما كانت أقل القيم لدى Khellouf وHamra.

وتوضح الحروف المرافقة للأعمدة (A ، AB، B، C، D) وجود فروق معنوية بين الأصناف عند مستوى الدلالة المعتمد، حيث تمثل الأصناف التي تحمل نفس الحرف مجموعة متجانسة إحصائيًا، في حين تختلف معنويًا عن الأصناف التي تحمل حروفًا مختلفة.



الوثيقة 10: كمية الكلوروفيل في مختلف أصناف القمح المدروسة

2.3.1. محتوى البروتين الكلي

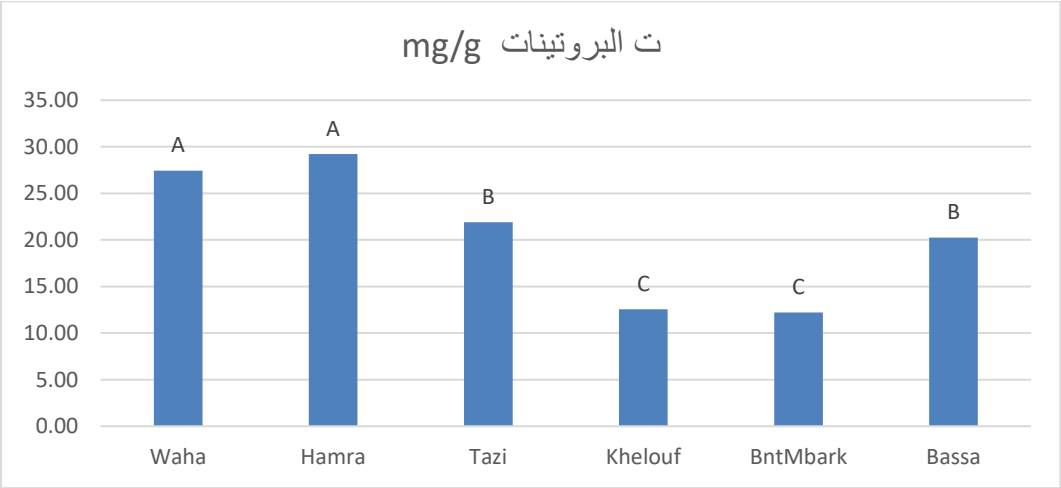
أظهرت نتائج تحليل التباين واختبار LSD وجود فروق معنوية واضحة بين أصناف القمح المدروسة في محتوى البروتينات، مما يدل على اختلافات وراثية وفسيولوجية بين الأصناف في قدرتها على تراكم البروتين داخل الحبوب أو الأنسجة النباتية.

سجل الصنف Hamra أعلى محتوى بروتيني بحوالي 29.2 mg/g ، يليه الصنف Waha بحوالي 27.4 mg/g، وقد حملا معاً الرمز(A) ، مما يدل على عدم وجود فرق معنوي بينهما، مع تفوقهما الواضح على بقية الأصناف. ويعكس ذلك قدرة هذين الصنفين على الاستفادة الأفضل من النيتروجين وتخليق البروتينات.

أما الصنفان Tazi و Bassaفقد سجلا قيماً متوسطة بلغت حوالي 21.9 و20.1 mg/g على التوالي، وحملا الرمز(B) ، مما يشير إلى تقارب معنوي بينهما في محتوى البروتين.

سجل الصنفان Khellouf و BntMbarkaأدنى القيم بحوالي 12.5 و12.3 mg/g على التوالي، وحملا الرمز(C) ، ما يدل على انخفاض واضح في تراكم البروتين مقارنة بالأصناف الأخرى.

وتشير قيمة LSD المقدرة بـ 1.256 إلى أن معظم الفروق المسجلة بين الأصناف كانت فروقاً معنوية عند مستوى ثقة 95%، خاصة بين الأصناف ذات المحتوى البروتيني المرتفع والمنخفض.



الوثيقة 11: كمية البروتينات عند مختلف أصناف القمح المدروسة

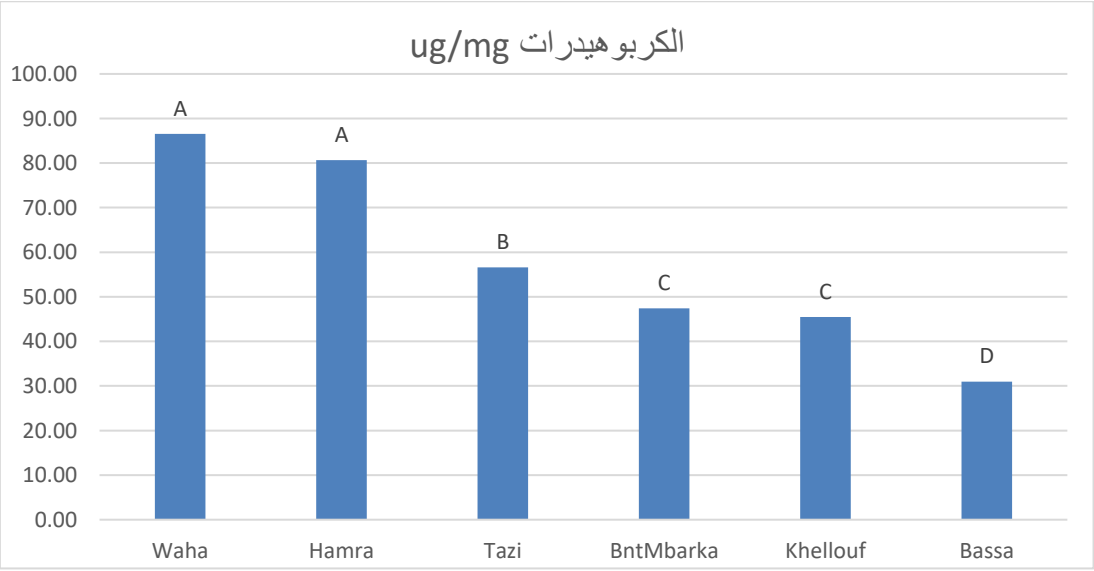
3.3.1. التقدير الكمي لسكريات

أظهرت نتائج تحليل التباين واختبار المقارنات البعدية Fisher (LSD) وجود فروقات معنوية واضحة بين أصناف القمح المدروسة في محتوى السكريات الذائبة، مما يدل على اختلاف قدرة الأصناف على تصنيع وتراكم المركبات السكريات الذائبة داخل الأنسجة النباتية.

وقد سجل الصنفان Waha وHamra أعلى قيم لمحتوى السكريات الذائبة، حيث انتميا إلى نفس المجموعة الإحصائية(A) ، ولم تظهر فروقات معنوية بينهما، إذ بلغت قيمة الاحتمال (0.0979)، وهي أكبر من 0.05، ما يدل على تقارب استجابتهما الفسيولوجية في تراكم السكريات الذائبة. في المقابل، تفوق هذان الصنفان معنوياً على بقية الأصناف المدروسة.

أما الصنف Tazi فقد جاء في المرتبة الثانية ضمن المجموعة(B) ، مسجلاً محتوى متوسطاً من السكريات الذائبة، مع وجود فروقات معنوية مقارنة بالأصناف الأعلى والأقل. بينما أظهرت الأصناف BntMbarka وKhellouf قيماً متقاربة نسبياً، حيث انتميا إلى المجموعة(C) ، ما يشير إلى عدم وجود فروق معنوية واضحة بينهما.

في حين سجل الصنف Bassa أدنى محتوى من السكريات الذائبة ضمن المجموعة(D) ، وظهر مختلفاً معنوياً عن معظم الأصناف الأخرى، مما يدل على انخفاض قدرته على تصنيع أو تخزين السكريات الذائبة مقارنة ببقية الأصناف المدروسة.



الوثيقة 12: محتوى التقدير الكمي للكربوهيدرات في أصناف نبات القمح المدروسة

يبين الشكل اختلاف محتوى السكريات الذائبة بين أصناف القمح المدروسة، حيث سجل الصنف Waha أعلى محتوى من السكريات الذائبة بحوالي 86µg/mg ، يليه الصنف Hamra بحوالي 80µg/mg ، وقد حملا نفس الحرف (A) مما يدل على عدم وجود فروق معنوية بينهما. أما الصنف Tazi فقد سجل قيمة متوسطة

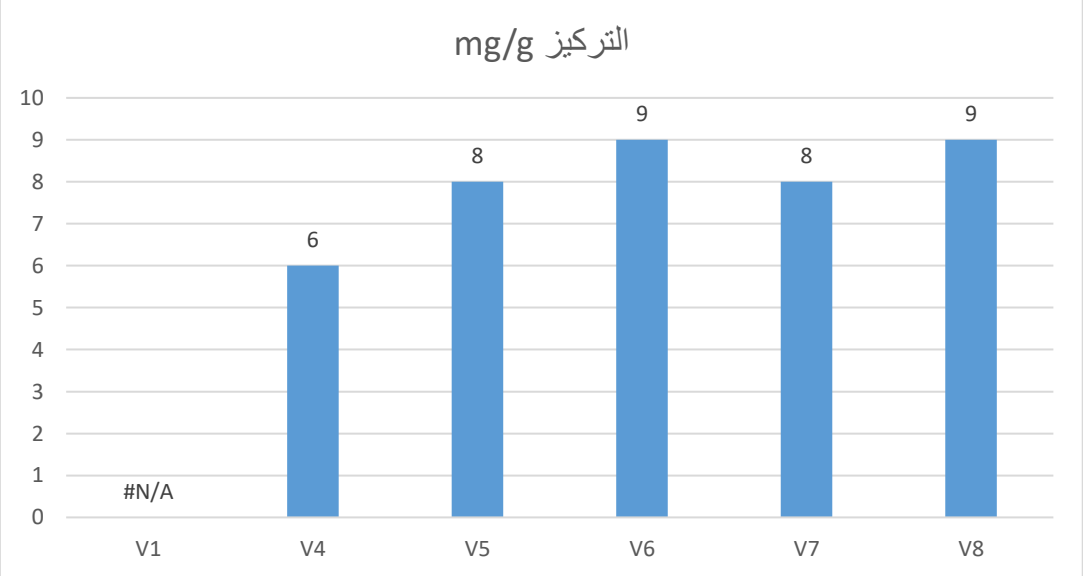
بلغت حوالي 56 µg/mg وصنف ضمن المجموعة(B) ، مما يشير إلى وجود فرق معنوي بينه وبين الصنفين السابقين.

في المقابل، أظهرت الأصناف BntMbarkaو Khellouf قيماً متقاربة تراوحت بين 45 و47µg/mg ، وحملت الحرف نفسه (C) مما يدل على عدم وجود فروق معنوية بينهما. بينما سجل الصنف Bassa أدنى محتوى من السكريات الذائبة بحوالي 31µg/mg ، وانفرد بالحرف (D) مما يشير إلى وجود فرق معنوي واضح مقارنة ببقية الأصناف.

4.3.1. تقدير العناصر المعدنية في أوراق القمح

يبين الشكل تغير تركيز عنصر البوتاسيوم (K) في مجموعة من أصناف القمح المدروسة، حيث سُجلت فروق واضحة بين الأصناف من حيث محتوى هذا المعدن، وهو ما يعكس اختلاف القدرة الوراثية والفيزيولوجية لكل صنف على امتصاص وتراكم البوتاسيوم.

نلاحظ أن الصنفين V6 و V8حققا أعلى تركيز للبوتاسيوم، إذ بلغ حوالي 9mg/g ، مما يدل على كفاءة مرتفعة في امتصاص هذا العنصر وتخزينه داخل الأنسجة النباتية. ويعد البوتاسيوم من العناصر المعدنية الأساسية في القمح، إذ يساهم في تنظيم التوازن المائي، وتنشيط الأنزيمات، وتحسين عملية التركيب الضوئي ونقل السكريات، لذلك فإن ارتفاع مستواه قد يرتبط بتحسن النمو والإنتاجية.

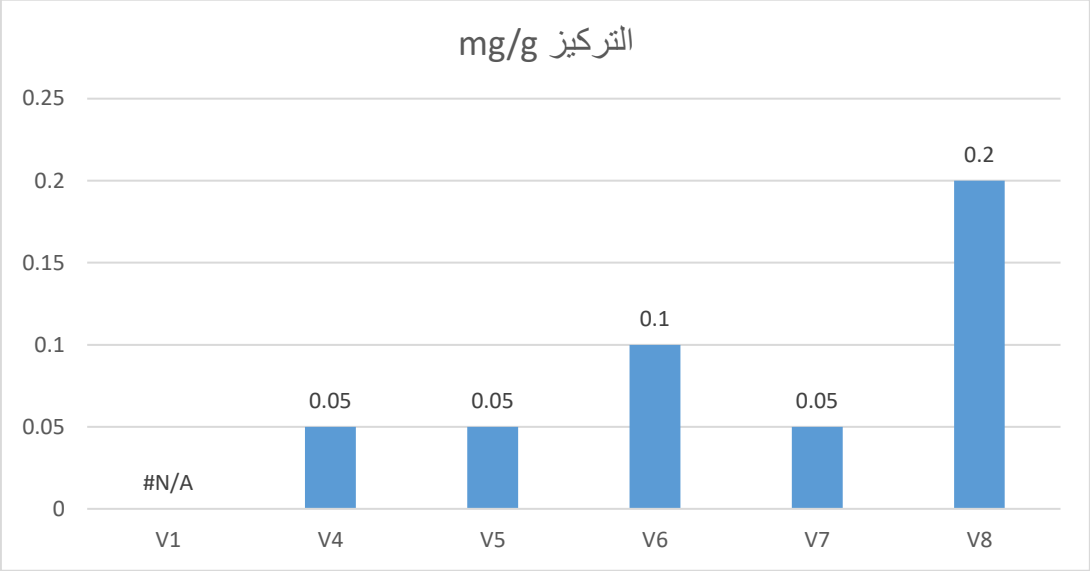


الوثيقة 13: نسب الـ K في أصناف القمح

أما الصنفان V5 و V7فقد سجلا قيماً متوسطة قدرت بحوالي 8mg/g ، وهي قيم قريبة من الأصناف الأعلى، مما يشير إلى توفر جيد للبوتاسيوم مع اختلاف طفيف في كفاءة الامتصاص أو الاستغلال.

في حين سجل الصنف V4 أقل تركيز للبوتاسيوم بحوالي mg/g6 ، ما قد يعكس انخفاض قدرته على امتصاص العنصر من الوسط أو اختلافاً وراثياً في احتياجاته المعدنية مقارنة ببقية الأصناف.

يبين الشكل تغير تركيز عنصر الكالسيوم في أصناف القمح المدروسة، حيث ظهرت فروق واضحة بين الأصناف في محتواها من هذا العنصر المعدني المهم.

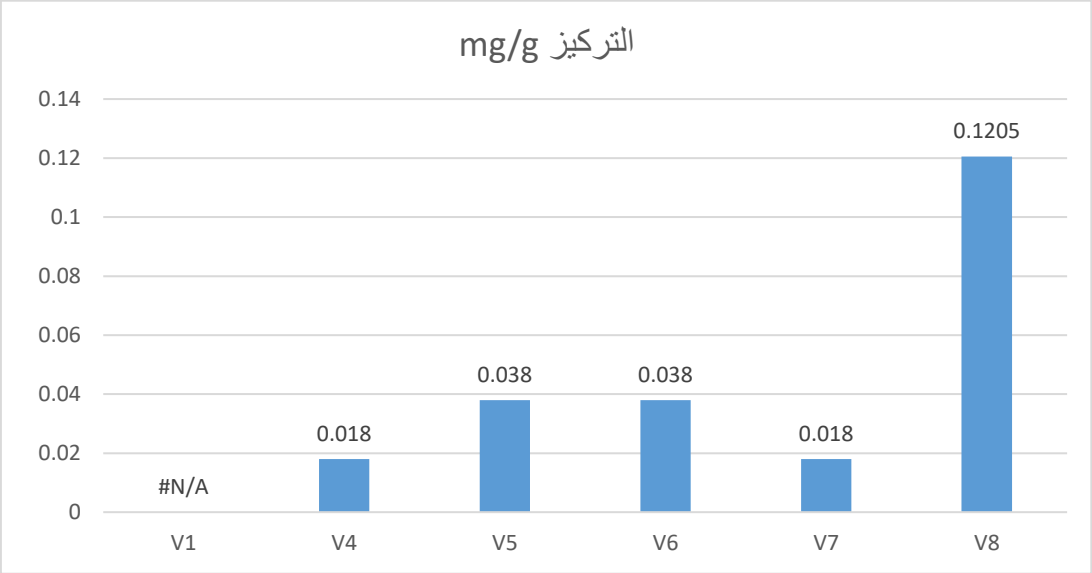


الوثيقة 14: نسب الكالسيوم في أصناف القمح

نلاحظ أن الصنف V8 سجل أعلى تركيز للكالسيوم بلغ حوالي mg/g0.20 ، ما يدل على قدرة مرتفعة لهذا الصنف على امتصاص وتراكم الكالسيوم مقارنة ببقية الأصناف. ويعد الكالسيوم عنصراً أساسياً في بناء الجدر الخلوية والمحافظة على سلامة الأغشية الخلوية، إضافة إلى دوره في تنظيم العديد من العمليات الفسيولوجية داخل النبات.

أما الصنف V6 فقد احتل المرتبة الثانية بتركيز قدر بحوالي mg/g0.10 ، وهو تركيز متوسط يدل على توفر جيد نسبياً لهذا العنصر.

في المقابل، سجلت الأصناف V4 و V5وV7قيماً منخفضة ومتقاربة بلغت حوالي mg/g0.05 ، مما يشير إلى تشابه في قدرتها على امتصاص الكالسيوم أو في احتياجاتها المعدنية لهذا العنصر.



الوثيقة 15: نسب ال Naفي أصناف القمح

بينما لم يسجل الصنف V1 أي قيمة ظاهرة للكالسيوم أو كانت قيمته ضعيفة جداً مقارنة ببقية الأصناف، وهو ما قد يعود إلى انخفاض تراكم العنصر أو إلى محدودية امتصاصه.

يبين الشكل تغير تركيز عنصر الصوديوم (Na) في أصناف القمح المدروسة، حيث لوحظ وجود اختلافات واضحة بين الأصناف في محتواها من هذا العنصر المعدني.

سجل الصنف V8 أعلى تركيز للصوديوم بلغ حوالي mg/g0.12 ، متفوقاً بشكل واضح على بقية الأصناف، مما يدل على قدرة أكبر على امتصاص أو تراكم الصوديوم داخل الأنسجة النباتية. وقد يرتبط ارتفاع الصوديوم بقدرة بعض الأصناف على التكيف مع الظروف البيئية، خاصة في الترب ذات الملوحة المرتفعة.

أما الصنفان V5 و V6 فقد أظهرا قيماً متوسطة ومتقاربة قدرت بحوالي mg/g0.038 ، مما يشير إلى تشابه نسبي في استجابتهما المعدنية تجاه عنصر الصوديوم.

في حين سجل الصنفان V4 و V7 أقل القيم بين الأصناف التي أظهرت وجود العنصر، حيث بلغت حوالي mg/g0.018 ، ما يعكس انخفاض تراكم الصوديوم مقارنة ببقية الأصناف.

أما الصنف V1 فلم تظهر له قيمة مسجلة للصوديوم أو كانت ضئيلة جداً، وهو ما قد يدل على محدودية امتصاص هذا العنصر أو كفاءة أعلى في تنظيم انتقاله داخل النبات.

2. المناقشة

تُظهر نتائج هذه الدراسة وجود تباين واضح في طول النبات بين أصناف القمح المدروسة، وهو ما يعكس اختلافات وراثية وفسيولوجية بين الأصناف في قدرتها على النمو والتكيف مع الظروف البيئية. فقد سجل الصنف BntMbarka أعلى متوسط لطول النبات يليه الصنفHamra ، مما يدل على امتلاكهما قدرة أكبر على النمو الخضري واستغلال الموارد البيئية مقارنة ببقية الأصناف، في حين أظهر الصنف Waha أدنى قيمة لطول النبات، بينما سجلت الأصناف Tazi و Khellouf وBassaقيماً متوسطة ومتقاربة نسبياً. ويُعد طول النبات من الصفات الكمية المعقدة التي تتأثر بالتفاعل بين التركيب الوراثي والعوامل البيئية مثل توفر الماء والعناصر المعدنية ودرجات الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي.

وتتفق هذه النتائج مع العديد من الدراسات التي أكدت أن الاختلاف في طول النبات بين أصناف القمح يرتبط أساساً بالتباين الوراثي وكفاءة الاستجابة للإجهادات البيئية. فقد أوضح Maccaferri وآخرون (2011) أن أصناف القمح تختلف في آليات التكيف مع الظروف المناخية القاسية، خاصة الجفاف والإجهاد الحراري، مما ينعكس على النمو الخضري ومعدل استطالة الساق. كما أشار Reynolds وآخرون (2009) إلى أن الأصناف القادرة على الحفاظ على نشاطها الفسيولوجي تحت ظروف الإجهاد تتميز عادةً بنمو خضري أفضل وطول نبات أكبر نتيجة كفاءة التمثيل الضوئي وتحسين استخدام الماء والعناصر الغذائية.

ومن جهة أخرى، يمكن تفسير انخفاض طول النبات في بعض الأصناف مثل Waha بكون النباتات تحت ظروف الإجهاد البيئي تميل إلى تقليل النمو الخضري كآلية تكيفية للحفاظ على الطاقة والحد من فقدان الماء، حيث يتم توجيه الموارد نحو العمليات الحيوية الأساسية بدلاً من استطالة الساق. وقد أكدت دراسة Passioura (2007)أن الإجهاد المائي يؤدي إلى انخفاض انقسام واستطالة الخلايا النباتية، مما ينعكس مباشرة على طول النبات. كما أوضح Blum (2011) أن الأصناف المتحملة للجفاف قد تُظهر انخفاضاً نسبياً في الطول نتيجة تبني استراتيجيات فسيولوجية تهدف إلى تحسين الكفاءة المائية وتقليل الاستهلاك المفرط للموارد.

كما يرتبط طول النبات أيضاً بكفاءة امتصاص العناصر الغذائية، خاصة الآزوت والبوتاسيوم والفوسفور، والتي تؤدي دوراً مهماً في الانقسام الخلوي وتكوين الأنسجة النباتية. وفي هذا السياق، أشار Fageria وآخرون (2010) إلى أن تحسين التغذية المعدنية يساهم في زيادة النمو الخضري وطول النبات من خلال تنشيط العمليات الأيضية وزيادة كفاءة البناء الضوئي. إضافة إلى ذلك، فإن التباين في طول النبات قد يرتبط بالنشاط الهرموني داخل النبات، خاصة هرمونات الجبرلينات المسؤولة عن استطالة الخلايا، حيث تختلف الأصناف في قدرتها على تنظيم هذه الهرمونات تبعاً للظروف البيئية.

فقد أظهرت نتائجنا تفوق الصنف BntMbarka في قيمة طول النبات مقارنة ببقية الأصناف، وهو ما يتوافق مع ما توصل إليه El-Hendawyوآخرون(2005) ، حيث أشاروا إلى أن بعض أصناف القمح تمتلك قدرة أكبر على المحافظة على التوازن الأيوني داخل الأنسجة النباتية، مما ينعكس على ارتفاع قيم طول النبات وتحسن كفاءة الامتصاص المعدني تحت الظروف البيئية المختلفة. كما أوضحت الدراسة أن الاختلافات الوراثية تلعب دوراً أساسياً في تحديد الاستجابة الفسيولوجية للأصناف تجاه العوامل البيئية.

كما تتوافق هذه النتائج مع دراسة Munns &Tester (2008) التي بينت أن الاختلاف بين الأصناف في الخصائص الكيميائية يرجع إلى قدرتها المختلفة على تنظيم انتقال الأيونات والمحافظة على الاتزان الداخلي للخلايا، خاصة تحت ظروف الإجهاد البيئي كالجفاف والملوحة، وهي عوامل تؤثر بشكل مباشر في درجة الحموضة والأنشطة الأيضية للنبات.

ومن جهة أخرى، فإن التقارب المسجل بين الأصناف Khellouf و Tazi و Bassa وعدم وجود فروقات معنوية واضحة بينها في بعض المقارنات يتفق مع ما ذكره Blum (2011)، الذي أوضح أن الأصناف المتقاربة وراثياً غالباً ما تُظهر استجابات فسيولوجية متشابهة، خاصة فيما يتعلق بامتصاص العناصر المعدنية والتوازن الكيميائي داخل الأنسجة النباتية.

أما الانخفاض المسجل لدى الصنف Wahaمقارنة ببقية الأصناف، فقد يكون مرتبطاً بحساسية هذا الصنف تجاه الظروف البيئية أو بانخفاض كفاءته في تنظيم الوسط الخلوي، وهو ما تؤيده دراسة Ashrafو Harris (2013)التي أشارت إلى أن بعض أصناف القمح تتأثر بشكل أكبر بالإجهادات البيئية، مما يؤدي إلى اضطراب العمليات الأيضية وانخفاض مؤشرات التوازن الكيميائي والفسيولوجي.

وتتفق هذه النتائج مع ما ذكره Blum (2011) الذي أشار إلى أن طول السنبلة يعد من الصفات الوراثية المرتبطة مباشرة بكفاءة النمو والإنتاج. كما أوضح Munsif وآخرون (2015) أن الاختلاف في طول السنبلة بين أصناف القمح يرجع إلى التباين الوراثي والقدرة على الاستجابة للظروف البيئية المختلفة. كذلك بينت دراسة Khan وآخرين (2020) أن الأصناف ذات السنابل الطويلة غالباً ما تمتلك قدرة أكبر على تكوين عدد أعلى من الحبوب.

وتتفق هذه النتائج مع العديد من الدراسات التي أشارت إلى أن مساحة الورقة تختلف باختلاف التركيب الوراثي للصنف والقدرة على التكيف مع الظروف البيئية. فقد أشار Ahmed وآخرون (2019) إلى أن الأصناف ذات المساحة الورقية الأكبر تتميز بكفاءة أعلى في عملية البناء الضوئي وزيادة تراكم المادة الجافة. كما أوضح Zhangوآخرون (2020) أن التباين في المساحة الورقية بين أصناف القمح يرتبط بدرجة تحمل الإجهادات

البيئية وقدرة النبات على تنظيم النمو الخضري. كذلك بيّنت دراسة El-Hendawy وآخرين (2015) أن زيادة المساحة الورقية تسهم بشكل مباشر في تحسين النمو والإنتاجية من خلال رفع كفاءة اعتراض الإشعاع الشمسي.

تشير الفروق المسجلة في عدد الحبوب بين أصناف القمح إلى وجود تباين وراثي واضح بين الأصناف المدروسة في هذه الصفة الإنتاجية. ويُعد عدد الحبوب من أهم مكونات المردود النهائي في القمح، لذلك فإن تفوق الصنف BntMbarkaقد يدل على كفاءة أعلى في تكوين الأزهار الخصبة والإخصاب وامتلاء الحبوب مقارنة ببقية الأصناف.

قد تعود هذه الاختلافات إلى عوامل وراثية خاصة بكل صنف، إضافة إلى تباين قدرة الأصناف على التكيف مع الظروف البيئية السائدة خلال التجربة، مثل توفر الماء والعناصر المعدنية والظروف المناخية أثناء مرحلة الإزهار وتكوين الحبوب.

وتتفق هذه الدراسة مع عدة دراسات سابقة، حيث أشارت إلى أن عدد الحبوب في القمح صفة كمية تتأثر بالتفاعل بين العامل الوراثي والبيئي. وقد بيّن Blum (2011)أن عدد الحبوب يعد من أكثر الصفات ارتباطًا بالمردود، ويتأثر بشكل مباشر بقدرة النبات على تحمل الإجهاد البيئي خلال مراحل النمو التكاثري.

كما أشار Arausوآخرون (2008) إلى أن اختلاف عدد الحبوب بين أصناف القمح يرتبط بكفاءة التمثيل الضوئي وتوزيع المواد الجافة نحو السنابل، مما ينعكس على عدد الحبوب المتكونة في السنبلة الواحدة.

تعكس نسبة الكلوروفيل a/bاختلافًا في التوزيع النسبي للأصباغ الضوئية داخل الجهاز التمثيلي الضوئي للنبات، وهي مؤشر مهم على كفاءة التمثيل الضوئي واستجابة النبات للظروف البيئية. وتشير النتائج المتحصل عليها إلى وجود تباين بين أصناف القمح في هذه الصفة، مما يدل على اختلافات فسيولوجية مرتبطة ببنية البلاستيدات الخضراء وقدرة كل صنف على التكيف مع البيئة.

إن ارتفاع نسبة الكلوروفيل a/b لدى الصنف Khellouf قد يشير إلى زيادة نسبية في محتوى الكلوروفيل a مقارنة بالكلوروفيل b، وهو ما قد يرتبط بزيادة كفاءة مراكز التفاعل الضوئي وتحسين قدرة النبات على تحويل الطاقة الضوئية. بينما قد تعكس القيم المنخفضة المسجلة لدى Taziو Hamraاختلافًا في توزيع الأصباغ الضوئية أو استجابة مختلفة للظروف البيئية المحيطة.

وتتفق هذه النتائج مع ما ورد في دراسة Lichtenthaler (1987)، التي أشارت إلى أن نسبة الكلوروفيل a/bتُستخدم كمؤشر فسيولوجي مهم لتقييم حالة الجهاز الضوئي واستجابة النبات للظروف البيئية والإجهادات المختلفة، وأن اختلاف هذه النسبة بين الأنواع أو الأصناف يرتبط بتغيرات في تنظيم أغشية الثايلاكويد ومركبات البناء الضوئي.

كما بيّن Evans (1988) أن التباين في هذه النسبة يرتبط باختلاف القدرة التمثيلية للأوراق وكفاءة امتصاص الضوء واستخدامه في عملية البناء الضوئي، مما قد ينعكس في النهاية على النمو والإنتاجية.

وتتفق هذه النتائج مع دراسة Shewry (2009) التي أوضحت أن محتوى البروتين في القمح يتأثر بدرجة كبيرة بالعوامل الوراثية والبيئية. كما أشار Triboï وآخرون (2006) إلى أن الأصناف تختلف في كفاءتها في امتصاص النيتروجين وتحويله إلى بروتينات. كذلك بينت دراسة Johansson وآخرين (2001) أن ارتفاع المحتوى البروتيني يرتبط غالباً بالصفات الوراثية للصنف ومدى تكيفه مع الظروف الزراعية.

تُظهر نتائج هذه الدراسة وجود تباين واضح في محتوى السكريات الذائبة بين أصناف القمح المدروسة، مما يعكس اختلافات وراثية وفسيولوجية في قدرة هذه الأصناف على تصنيع وتخزين المركبات السكريات الذائبة. فقد سجل الصنف Waha أعلى محتوى من السكريات الذائبة يليه الصنفHamra ، مع عدم وجود فروق معنوية بينهما، وهو ما يدل على تقارب هذين الصنفين في كفاءة عملية البناء الضوئي وقدرتهما على تراكم المواد السكريات الذائبة. في المقابل، أظهر الصنف Tazi مستوى متوسطاً، بينما سجلت الأصناف BntMbarkaو Khellouf قيماً منخفضة ومتقاربة، في حين تميز الصنف Bassa بأدنى محتوى من السكريات الذائبة مع وجود فرق معنوي واضح مقارنة ببقية الأصناف.

وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه Tester و Karkalas (2001) من أن محتوى السكريات الذائبة في الحبوب يرتبط بدرجة كبيرة بالعوامل الوراثية المنظمة لعمليات التمثيل الضوئي ونقل السكريات وتخزين النشاء داخل الحبوب. كما أوضح Shewry (2009) أن الاختلاف بين أصناف القمح في تراكم السكريات الذائبة يعود إلى التباين في النشاط الأيضي وكفاءة استغلال نواتج البناء الضوئي أثناء مراحل النمو وتكوين الحبوب.

ومن جهة أخرى، تلعب الظروف البيئية دوراً مهماً في تحديد محتوى السكريات الذائبة، خاصة درجات الحرارة، وتوفر الماء، وشدة الإضاءة، حيث تؤثر هذه العوامل مباشرة على معدل البناء الضوئي وتراكم السكريات والنشاء. وفي هذا السياق، أشار Blum (2011) إلى أن بعض الأصناف القادرة على تحمل الإجهاد البيئي تحافظ على نشاطها التمثيلي الضوئي بصورة أفضل، مما يسمح باستمرار إنتاج السكريات الذائبة حتى تحت ظروف الجفاف أو الحرارة المرتفعة. كما بيّن Farooq وآخرون (2014) أن الإجهادات البيئية قد تؤدي إلى انخفاض تراكم السكريات الذائبة نتيجة تراجع كفاءة التمثيل الضوئي واضطراب العمليات الأيضية داخل الخلايا النباتية.

كما يمكن تفسير ارتفاع محتوى السكريات الذائبة في بعض الأصناف بقدرتها الأكبر على تحويل السكريات البسيطة إلى نشاء وتخزينه داخل الحبوب، وهو ما يرتبط بنشاط الإنزيمات المسؤولة عن أيض السكريات الذائبة. وقد أوضح Taiz و Zeiger (2015) أن تراكم السكريات الذائبة يعد من المؤشرات المهمة على كفاءة

النشاط الفسيولوجي للنبات، نظراً لدورها الأساسي كمصدر للطاقة ودخولها في تركيب العديد من المركبات الحيوية الضرورية للنمو والتطور.

أظهرت نتائج الشكل الخاص بعنصر البوتاسيوم وجود اختلافات واضحة بين أصناف القمح المدروسة، حيث سجل الصنفان V6 وV8 أعلى تركيز للبوتاسيوم، بينما سجل الصنف V4 أدنى قيمة. وتدل هذه النتائج على وجود تباين وراثي بين الأصناف في قدرتها على امتصاص البوتاسيوم ونقله وتخزينه داخل الأنسجة النباتية.

يُعد البوتاسيوم من العناصر المعدنية الكبرى الضرورية لنمو القمح، إذ يساهم في تنظيم الضغط الأسموزي، وتنشيط العديد من الأنزيمات، وتحسين عملية التمثيل الضوئي وانتقال السكريات الذائبة داخل النبات. كما يلعب دوراً مهماً في مقاومة الإجهادات البيئية مثل الجفاف والملوحة. لذلك فإن ارتفاع تركيزه في بعض الأصناف قد يرتبط بتحسن النشاط الفسيولوجي وكفاءة النمو والإنتاجية. وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه

Marschnerإلى أن الاختلاف في محتوى البوتاسيوم بين النباتات يعود إلى التباين الوراثي وكفاءة امتصاص العناصر المعدنية من التربة، إضافة إلى الظروف البيئية المحيطة. (Marschner, 2012)

أظهرت النتائج الخاصة بعنصر الكالسيوم أن الصنف V8 سجل أعلى تركيز مقارنة ببقية الأصناف، في حين سجلت الأصناف V4 وV5 وV7 قيماً منخفضة ومتقاربة، بينما لم يظهر الصنف V1 قيمة واضحة للكالسيوم. ويشير ذلك إلى وجود اختلافات بين الأصناف في القدرة على امتصاص الكالسيوم وتراكمه.

ويعتبر الكالسيوم عنصراً أساسياً في بناء الجدار الخلوي والمحافظة على سلامة الأغشية الخلوية، كما يشارك في تنظيم الانقسام الخلوي والإشارات الفسيولوجية داخل النبات. ويساهم توفر الكالسيوم في تعزيز مقاومة النبات للإجهادات المختلفة وتحسين استقرار الأنسجة النباتية. وقد أوضح(Taiz & Zeiger, 2015) أن الكالسيوم يؤدي دوراً محورياً في استقرار الأغشية الخلوية وتنظيم العمليات الفسيولوجية، وأن اختلاف تراكيزه بين الأصناف النباتية يرتبط بالخصائص الوراثية وكفاءة الامتصاص.

أظهرت نتائج عنصر الصوديوم وجود فروق ملحوظة بين الأصناف، حيث سجل الصنف V8 أعلى تركيز للصوديوم مقارنة ببقية الأصناف، بينما سجلت الأصناف V4 وV7 أقل القيم، ولم تظهر قيمة واضحة للصنف V1. وقد تعكس هذه الاختلافات تفاوت قدرة الأصناف على امتصاص الصوديوم وتنظيم توازنه داخل الخلايا النباتية.

ورغم أن الصوديوم لا يعد عنصراً أساسياً لمعظم النباتات، إلا أنه قد يساهم في بعض الوظائف الأسموزية عند التراكيز المنخفضة، غير أن ارتفاعه قد يؤدي إلى اضطرابات فسيولوجية تؤثر في النمو والإنتاج. وتتميز بعض أصناف القمح بقدرتها على تحمل تراكم الصوديوم من خلال آليات تنظيم أيوني تحد من تأثير السمية.

وقد أشار (Munns & Tester, 2008) إلى أن تحمل النباتات للملوحة يرتبط بقدرتها على تنظيم امتصاص الصوديوم وتقليل تراكمه في الأنسجة الحساسة، مع وجود اختلافات وراثية واضحة بين الأصناف النباتية.

الخاتمة

تهدف دراسة المورفولوجية والبيوكيميائية لأصناف القمح المحلية إلى تقييم الخصائص الزراعية والفسيولوجية للأصناف المحلية، وإبراز مدى تباينها الوراثي وقدرتها على التكيف مع الظروف البيئية، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. وقد اكتسب هذا الموضوع أهمية كبيرة نظراً للدور الاستراتيجي الذي يمثله القمح في الأمن الغذائي، إضافة إلى الحاجة المتزايدة لاختيار أصناف محلية تتميز بالكفاءة الإنتاجية والقدرة على تحمل الإجهادات البيئية المختلفة.

اعتمد الجانب الميداني من الدراسة على تقييم مجموعة من أصناف القمح المحلية من خلال دراسة عدد من الصفات المورفولوجية والبيوكيميائية، شملت طول النبات، وطول السنبلة، والمساحة الورقية، وعدد الحبوب، والمستوى النسبي للكلوروفيل، إضافة إلى بعض المؤشرات الكيميائية والبيوكيميائية، ومحتوى البروتينات والسكريات الذائبة، والعناصر المعدنية الأساسية كالبوتاسيوم والكالسيوم والصوديوم. كما تم تحليل النتائج إحصائياً بهدف تحديد الفروق المعنوية بين الأصناف المدروسة.

وقد أظهرت النتائج وجود تباين واضح بين الأصناف في مختلف الصفات المدروسة، مما يعكس اختلافاتها الوراثية والفسيولوجية في القدرة على النمو والتكيف مع الظروف البيئية. فقد تميز بعض الأصناف مثل BntMbarkaو Hamraبارتفاع قيم بعض الصفات المورفولوجية كطول النبات، في حين أظهر الصنف Wahaانخفاضاً في بعض المؤشرات مقابل تفوقه في محتوى السكريات الذائبة. كما بينت النتائج وجود اختلافات في محتوى العناصر المعدنية، خاصة البوتاسيوم والكالسيوم والصوديوم، وهو ما يدل على تفاوت قدرة الأصناف على امتصاص العناصر وتنظيم التوازن الأيوني داخل الأنسجة النباتية. كذلك أظهرت الدراسة أن بعض الأصناف تتمتع بكفاءة فسيولوجية أفضل قد تؤهلها لتحمل الظروف البيئية الصعبة وتحسين الإنتاجية.

التوصيات

- ضرورة المحافظة على الأصناف المحلية للقمح باعتبارها مورداً وراثياً مهماً يمكن استغلاله في برامج التحسين الوراثي.
- تشجيع إجراء دراسات أوسع تشمل عدداً أكبر من الأصناف والصفات الفسيولوجية والوراثية.
- التركيز على الأصناف التي أظهرت قدرة أفضل على التكيف مع الظروف البيئية والإجهادات المختلفة.

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية:

- لعجيمي .ع، نمول – .,2014دراسة مقارنة للخصائص v.o.p. uبين الآباء والأبناء عند بعض الأصناف من القمح الصلب *dsef durum Triticum*مذكرة ماستر، جامعة قسنطينة 1 ,ص.24._22_11

شايب غ. (2012) شروط ومصير تراكم البرولين في الأنسجة النباتية تحت نقص الماء و انتقال صفة التراكم إلى الأجيال .رسالة دكتوراه، جامعة منتوري، قسنطينة، ص 23

بن لحبيب ع. ح. (2009) دراسة مقارنة للتنوع الجذري عند الجنس Hordeum وجنس Triticum. أطروحة ماجستير في العلوم كلية علوم الطبيعة والحياة جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1. ص 120.

- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية. (2023)
- لعجيمي ع، نمول، – 2014 دراسة مقارنة للخصائص UPOVبين الآباء والأبناء عند بعض الأصناف من القمح الصلب. *Desf durum Triticum*. مذكرة ماستر، جامعة قسنطينة 1، ص 11 – 22 – 24

عطوي ع، – 2016 التصالب داخل أنواع الشعير والقمح ومقارنة خصائص ال V.O.P.Uبين الأباء والهجن عند القمح *aestivum Triticum* Desf durum Triticum.,Lمذكرة ماستر، جامعة الإخوة منتوري قسنطينة – 1ص.15 .

حدروف ع، .بوقجوطة إ، – 2016 المساهمة في دراسة بيو فيزيولوجية على نبات القمح اللين (*Triticum aestivum*)صنف aforetaالمعامل بالبرولين نقعا. مذكرة ماستر، جامعة الإخوة منتوري قسنطينة1، ص.6

عن بن مهيدي نرجس، قاسم مفيدة، باقة مبارك Fadden Mac Et (1945) .2003-

شفشق ص.ع.،السيد الدبابي ع.، -2008إنتاج محاصيل الحقل. دار الفكر العربي الطبعة الأولى، القاهرة، ص 112

الخطيب أنور، 1979- الفصائل النباتية .ديوان المطبوعات الجامعية .بن عكنون .الجزائر .ص ، 197. 190-193،196

شكرى إبراهيم سعد، 1994- النباتات الزهرية-نشأتها تطورها وتصنيفها -دار الفكر العربي . القاهرة .مصر .ص ، 100، 113، 230، 232، 235. 233

- شايب غ 2014 - شروط ومصير تراكم البرولين في الأنسجة تحت نقص الماء: انتقال صفة التراكم الى الأجيال شهادة دكتوراه في العلوم تخصص وراثة وتحسين النبات، جامعة منتوري، قسنطينة 224

قائمة المراجع

كيال ح-1979,نباتات وزراعة المحاصيل الحقلية محاصيل الحبوب والبقول. مديرية الكتب الجامعية ;دمشق ;ص.230:

عبد الحميد عبد السلام ارحيم .(2000)زراعة المحاصيل الحقلية .منشأة المعارف بالاسكندرية ، جلال حزى و شركاه ، ص50-23-

جاد عبد المجيد و آخرون :(1975)وصف و تركيب نباتات المحاصيل و الحشائش ،دار المطبوعات الجديدة ،حلب ،سوريا.

عبود وآخرون :(2008)الكشف عن منظمات النمو (الجبريلين و الأكسين) في نبات القمح ،مجلة العلوم الزراعية العراقية ،العراق.

آيت عمار م .، .(2007) زراعة القمح .وكالة الإرشاد والتكوين الفلاحي، تونس، ص6

كيال ح.، .(1979) نباتات وزراعة المحاصيل الحقلية محاصيل الحبوب والبقول مديرية الكتب الجامعية دمشق، ص .230

المراجع باللغة الأجنبية:

Szabados, L., & Savouré, A. (2010). Proline: a multifunctional amino acid. Trends in Plant Science, 15(2), 89–97. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2009.11.009

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). Plant physiology and Development (6th ed.). Sinauer Associates.

UPOV. (2012). Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability – Wheat (*Triticum aestivum* L.). Geneva: International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV).

Reynolds, M. P., Foulkes, M. J., Furbank, R. T., Griffiths, S., King, J., Murchie, E., Parry, M. A. J., & Slafer, G. A. (2012). Achieving yield gains in wheat. *Plant, Cell & Environment*, 35(10), 1799–1823.

Zeven, A. C. (1998). Landraces: A review of definitions and classifications. *Euphytica*, 104(2), 127–139.

Mohammadi, S. A., & Prasanna, B. M. (2003). Analysis of genetic diversity in crop plants—Salient statistical tools and considerations. *Crop Science*, 43(4), 1235–1248.

FAO. (2023). Crop information: Wheat growth and development. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Acevedo, E., Silva, P., & Silva, H. (2002). Wheat growth and physiology. *FAO Plant Production and Protection Series*, Rome: FAO.

Porter, J. R., & Gawith, M. (1999). Temperatures and the growth and development of wheat: A review. *European Journal of Agronomy*, 10(1), 23–36.

Reynolds, M., et al. (2024). Diversification of quantitative morphological traits in wheat. *Annals of Botany*, 134(3), 455–470.

Zhou, Y., et al. (2023). phenological and architectural traits associated with wheat yield. *Annals of Botany*, 132(5), 895–908.

Shehata, D. H. M., El-Mahdy, M. M., Ibrahim, M., El-Araby, M. M. I., El-Akkad, S. S., & Ellmouni, F. Y. (2025). Analytical assessment of physical characteristics, metabolic processes, and molecular investigations of selected wheat (*Triticum* spp.) cultivars. *BMC Plant Biology*, 25(1), Article 1067.

Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Critical Reviews in Plant Sciences, 26(5–6), 206–216.

Peter R. Shewry, & Sandra J. Hey. (2015). *The contribution of wheat to human diet and health*. Food and Energy Security, 4(3), 178–202.

Food and Agriculture Organization. (2022). The State of Food Security and Nutrition in the World. Rome: FAO.

Shewry, P. R. (2009). Wheat. Journal of Experimental Botany, 60(6), 1537–1553.

Shewry, P. R., & Halford, N. G. (2002). Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. Journal of Experimental Botany, 53(370), 947–958.

Ali, I., Anwar, S., Ali, A., et al. (2023). Biochemical and phenological characterization of diverse wheats and their association with drought tolerance genes. BMC Plant Biology, 23, 326 .

Benlaribi M., 1990-Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (Triticum durum Desf.):Etudes des caractères morphologique et physiologiques. Thèse de Doctorat d'Etat, I.S.N.Université de constantine, p: 164.

Masle M J., 1981-Relation entre croisement et développement pendant la Montaison d'un peuplement de blé d'hiver. Influence des conditions de nutrition. Agronomie. 1 (5). Pp: 365-370

Osteret, M., Thomas, H., & Hörtensteiner, S. (2000).Chlorophyll breakdown in senescent leaves.*Plant physiology*, 122(3), 729–738.

Adom, K. K., & Liu, R. H. (2002). Antioxidant activity of grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 6182–6187.

Bock, E., Schmidt, I., Stüven, R., & Zart, D. (1999). Nitrogen loss caused by denitrifying Nitrosomonas cells using ammonium or hydrogen as electron donors and nitrite as electron acceptor *Archives of Microbiology*, 163, 16–20.

Lamlom, S. F., Irshad, A., & Mosa, W. F. A. (2023). The biological and biochemical composition of wheat (Triticum aestivum) as affected by the bio and organic fertilizers. BMC Plant Biology, 23, 111 .

Heiniger, R. W.; Tilley, M.; Oakes, J.; Post, A. & Wilkerson, G. (2019).

Adaptive wheat: management increasing wheat yield by adjusting for weather conditions. North Carolina State University, NC State Extension.

Masclef, A. (1893). Atlas des plantes de France, utiles, nuisibles et ornemen-tales (Vol. 1). Libraire des Sciences Naturelles, P. Klincksieck, éditeur.

Borron, C., Surget, A. and Rouau, X. (2007). Relative amounts of tissues in mature wheat (*Triticum aestivum* L.) grain and their carbohydrate and phenolicacid composition. Journal of Cereal Science 45: 88-96

Zohary, D., et Hopf, M(1994). Domestication of plants in the old world. Oxford CarendonPress. P: 39-46.

Sonousi, A., & Salim, B. M. A. (2025). Comparative study between some Arabian wheat cultivars based on morphological and yield characteristics growing in Egypt. Middle East Journal of Agriculture Research, 14(1), 51–62.

APG III., (2009). An update of the Angiosperm phylogeny Group classification

for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society, 161 : 105-121.

Soltner. D., 1980- Les grandes productions végétales. Collection des sciences et des techniques culturales, p: 15-50.

Boufenar et Zaghoùan, (2006). Adaptation au déficithydrique chez le blédur(Triticum durum Desf), études des caractèresmorphologiques et physiologiques.Thèseetat, Univ. Ment. Cne : 164 p.

Heller R, et Lance C., (2000). physiologie végétale. Partie 2: Développement lère et 2èmecycle, 6èmeédition de l'abrège, Dunod sciences. Paris.p: 64-134.

White, J., Edwards, J., (2008). Wheat: growth a development, NSW Department of primary industries, 10p.

Baker RJ and Gebeheyou G, 1982. Comparative growthanalysis of twospringwheat and on springbarly, cropssci., 22 : 1225-1230.

Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahammed A., Hassous K.L.,2005 - Selection of high yielding of durum wheat (Triticum durum Desf.) under semi arid conditions. Journal of Agronomy 4, pp: 360-365.

Gate, P. (1995). Ecophysiologie du blé. France. Paris: Technique et documentation. Lavoisier.

Rahman, M. S., Wilson, J. H. and Aitken, A. (1977). Determination of spikelet number in wheat. II. Effect of varying light level on ear development. Austr. J. Agric. Res., 26: 575-581.

Kirby, E. JM. and Appleyard, M. (1984). In Barron A (ed) Cereal Development Guide, Plant Breeding Institute Cereal Unit. National Agricultural Centre, Stoneleigh, Kenilworth, Warwickshire, England.

Wuest, S. B. and Cassman, K. G. (1992). Fertilizer-nitrogen use efficiency of irrigated wheat: 1.uptake efficiency of preplant versus late-season applied N. Agron. J., 84: 682-688.

Neffar, F. (2013). Analyse de l'expression des gènes impliqués dans la réponse au

stress abiotique dans différents génotypes de blé dur (Triticum durum Desf.) et d'orge (Hordeum vulgare) soumis à la sécheresse. Doctorat des sciences, biologie végétale, Faculté SNV. Université Sétif 1.

Bahlouli F., Bouzerzour H., Bemmahammed A., Hassous K.L., (2005). Selection of highyielding of durumwheat (TriticumdurumDesf.) under semi arid condition. Journal of agronomy 4. Pp : 360-365.

Geslin et rivale 1965. Contribution à l'étude de TriticumDurum. Ref., 41-43.

Jones H. G, et Jones M. B., (1989). Introduction ; someterminology and commonmechanisms. In : JONES TJ : Flowers M.B, JONES (Ede). Plants under stress. Cambridge univ. Press, pp : 1-10.

Jonrad p., 1970-Etude comparative de la croissance de deux variétés de blé tender.annales amélioration des plantes14.:p17.

Zohary, D., Hopf, M. (1994). Domestication of plants in the Old World. Oxford, Clarendon Press. n°: 17

Baldy, G. (1974). Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et de leurs influences sur la production des principales zones céréalières. Document du Projet céréale, 170p

Mara, F. (1992). Le secteur agricole et les perspectives de sa promotion et de son développement. Rapport général de la commission nationale consultative sur l'agriculture, 292 pages

Soltner D., 2005- Les grandes productions végétales. 20éme Édition. Collection Sciences et Technologiques Agricoles. 23, 25, 27, 29, 41 p.

Soltner D.1980. Les grandes productions végétales. Collection des sciences et des techniques culturales.

Zeven, A. C. (1998). Landraces: A review of definitions and classifications. *Euphytica*, 104(2), 127–139.

Reynolds, M. P., Tuberosa, R., Condon, A. G., & Trethowan, R. (2012). Achieving yield gains in wheat. *Journal of Experimental Botany*, 63(1), 1–15.

Shewry, P. R., & Hey, S. J. (2015). The contribution of wheat to human diet and health. *Food and Energy Security*, 4(3), 178–202.

Maccaferri, M., Sanguineti, M. C., Demontis, A., El-Ahmed, A., Garcia del Moral, L., Maalouf, F., Nachit, M., Nserallah, N., Ouabbou, H., Rhouma, S., & Tuberosa, R. (2011). *Association mapping in durum wheat grown across a broad range of water regimes*. Journal of Experimental Botany, 62(2), 409–438.

Reynolds, M., Foulkes, J., Furbank, R., Griffiths, S., King, J., Murchie, E., Parry, M., & Slafer, G. (2009). *Raising yield potential in wheat*. Journal of Experimental Botany, 60(7), 1899–1918.

Passioura, J. (2007). *The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives*. Journal of Experimental Botany, 58(2), 113–117.

Blum, A. (2011). *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. New York: Springer.

Fageria, N. K., Baligar, V. C., & Li, Y. C. (2010). *The role of nutrient efficient plants in improving crop yields in the twenty first century*. Journal of Plant Nutrition, 31(6), 1121–1157.

Ashraf, M., & Harris, P. J. C. (2013). photosynthesis under stressful environments: An overview. *photosynthetica*, 51(2), 163–190.

Blum, A. (2011). *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. Springer.

El-Hendawy, S. E., Hu, Y., Yakout, G. M., Awad, A. M., Hafiz, S. E., & Schmidhalter, U. (2005). Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. *European Journal of Agronomy*, 22(3), 243–253.

Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651–681.

Blum, A. (2011). Plant Breeding for Water-Limited Environments. Springer.

Munsif, F., et al. (2015). Evaluation of wheat genotypes for yield and yield associated traits. Journal of Agricultural Science, 7(2), 111–117.

Khan, M. N., et al. (2020). Genetic variability and correlation analysis in bread wheat. Pure and Applied Biology, 9(1), 289–296

Ahmed, H. G., et al. (2019). Evaluation of morphological traits in bread wheat genotypes under different environmental conditions. *Journal of Plant Production*, 10(4), 345–352.

Zhang, Y., et al. (2020). Leaf area development and its relationship with grain yield in wheat under varying environmental conditions. *Field Crops Research*, 248, 107698.

El-Hendawy, S. E., et al. (2015). Comparative performance of wheat genotypes under different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 150, 63–71

Shewry, P. R. (2009). Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60(6), 1537–1553.

Triboï, E., et al. (2006). Environmental effects on the quality of two wheat genotypes. *European Journal of Agronomy*, 24(3), 186–194.

Johansson, E., et al. (2001). Effects of genotype and environment on wheat protein composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(8), 899–907.

Tester, R. F., & Karkalas, J. (2001). *The effects of environmental conditions on cereal starch structure and composition*. Journal of Cereal Science, 33(2), 193–204.

Shewry, P. R. (2009). *Wheat*. Journal of Experimental Botany, 60(6), 1537–1553.

Blum, A. (2011). *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. New York:

Springer.

Farooq, M., Hussain, M., & Siddique, K. H. M. (2014). *Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods*. Critical Reviews in Plant Sciences, 33(4), 331–349.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and Development* (6th ed.). Sunderland, MA: Sinauer Associates.

Marschner, P. (2012). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (3rd ed.). Academic Press.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). Plant physiology and Development (6th ed.). Sinauer Associates.

Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59, 651–681

Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes.*Methods in Enzymology*, 148, 350–382. https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1

Evans, J. R. (1988). Acclimation by the thylakoid membranes to growth irradiance and the partitioning of nitrogen between soluble and thylakoid proteins. *Australian Journal of Plant physiology*, 15(1), 93–106.

Blum, A. (2011). *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. New York: Springer.

Araus, J. L., Slafer, G. A., Reynolds, M. P., & Royo, C. (2008). Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for? *Annals of Botany*, 102(6), 925–940.

الروابط المستعملة

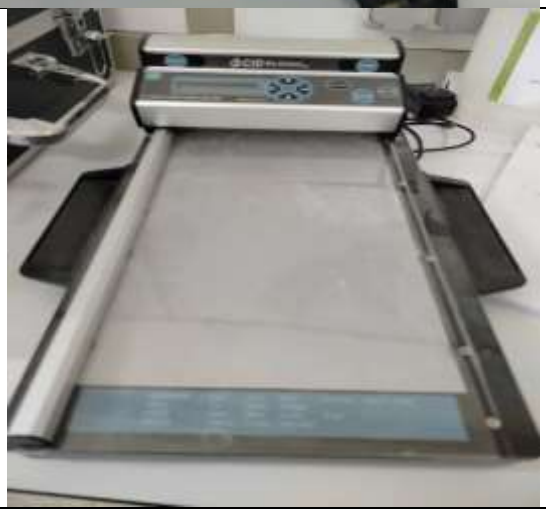
https://arab-ency.com.sy/ency/de tails 8779/15

www.tomanfinance.cz

الملاحق

الملحق 01: الأجهزة المستخدمة في الدراسة

اسم الجهاز	صورة الجهاز
سبكتروفوتومتر	
الحاضنة	
الميزان الحساس	
الحمام المائي	

	Flame photometer
	صفيحة تسخين مع مقلب مغناطيسي
	جهاز قياس المساحة الورقية