# اختلافات في كفاءة استعمال النيتروجين بين سلالات وأصناف من القمح

عبد الحميد الزليطني، خميس الزروق[1]

## مستخلص

في تجربة حقلية أجريت بمحطة أبحاث كلية الزراعة بجامعة الفاتح تم تقييم محتوى النبات (باستثناء الجذور) وكذلك الحبوب من النيتروجين عند الحصاد في 12 مدخلاً من أصناف وسلالات القمح. لقد أوضحت نتائج هذه التجربة الأولية أن هناك اختلافات معنوية بين هذه الأصناف والسلالات في إنتاجها الكلي والإنتاج من الحبوب ونسبة البروتين في الحبوب وكمية النيتروجين الكلية بالنبات عند الحصاد والنيتروجين المتبقي في التبن. حسب دليل الحصاد ودليل الحصاد النيتروجيني من بيانات هذه التجربة، حيث تراوح دليل الحصاد النيتروجيني بين 34,3 و63,0٪. هذا وأوضحت النتائج أن كمية النيتروجين الكلي بالنبات ترتبط ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع الإنتاج الكلي، الإنتاج من الحبوب، ومع إنتاج البروتين من الحبوب، ولكن ارتباطه مع نسبة البروتين في الحبوب ودليل الحصاد النيتروجيني فقد كان غير معنوي. كما بينت نتائج هذه التجربة أن دليل الحصاد النيتروجيني ارتبط ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع دليل الحصاد، مما يشير إلى أن توزيع النيتروجين بين الحبوب والتبن يعتمد إلى درجة كبيرة على توزيع نواتج البناء الضوئي بين الحبوب والتبن. أما نسبة البروتين في الحبوب فقد كانت غير مرتبطة معنوياً مع كل من النيتروجين الكلي بالنبات ودليل الحصاد النيتروجيني.

---

(1) قسم المحاصيل ـ كلية الزراعة ـ جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا.

## مقدمة

يُعَدُّ البروتين مكوناً رئيسياً في المحاصيل التي تنتج لغرض الاستعمال البشري، لذا فإن نسبة النيتروجين في القمح مهمة في غذاء الإنسان. وبسبب أهمية النيتروجين في تكوين البروتين، فإن الأمر يتطلب فهماً أحسن لكيفية تراكمه داخل أنسجة النبات وتوزيعه بينها.

نسبة البروتين في الحبوب من أهم المقاييس المستعملة في برامج تربية القمح حيث إنها تمثل نسبة الكربون والنيتروجين المتراكم في الحبوب. والذي يهمنا هو ارتفاع نسبة البروتين في القمح، وبالتالي يمكن زيادة هذه النسبة بواسطة إضافة الأسمدة النيتروجينية أو بواسطة وسائل أخرى. إن هذا يتطلب أن يكون لدينا في المستقبل أصناف لها القدرة على امتصاص جزء كبير من النيتروجين من التربة أو قادرة على تحويل نسبة كبيرة من هذا العنصر من الورقة والعصيفات إلى الحبوب، ونتيجة لارتفاع تكلفة التسميد النيتروجيني التي تؤدي إلى زيادة ارتفاع تكاليف الإنتاج والاهتمام بزيادة نسبة البروتين في الحبوب، تحتم علينا البحث عن أصناف تكون ذات استفادة جيدة من كمية النيتروجين المضافة، أو بعبارة أخرى ذات كفاءة عالية في استعمال السماد النيتروجيني المضاف.

أجريت عدة أبحاث لدراسة تأثير التسميد النيتروجيني على إنتاج وعناصر إنتاج محاصيل الحبوب لعدة أصناف من القمح (12، 16). لقد اقترح بهاتيا (4) أن انتخاب النباتات يجب أن يكون على أساس إنتاج بروتين الحبوب الذي يعمل على زيادة الإنتاج والمكونات الإنتاجية، في حين أنه لا يعمل على تحسين نسبة البروتين في الحبوب. إن تحسين نسبة البروتين بالحبوب يتمّ أحياناً باستعمال أصناف غير متأقلمة كمصادر لبروتين الحبوب المرتفع (17). في بعض الحالات تكون العوامل الوراثية لبروتين الحبوب المرتفع مندمجة في الأصناف المحلية المتأقلمة (15).

إن من أهداف مربي النبات في القمح الأحمر الصلب زيادة إنتاج الحبوب مع المحافظة على نسبة البروتين بها، إلا أن المعلومات الموجودة حالياً تدل على أن هناك علاقة سالبة بين الإنتاج ونسبة البروتين في القمح (22). وفي إحدى الدراسات السابقة، قام جونسون وآخرون (13) بانتخاب عائلات القمح من جراء تهجين قمح

شتوي مرتفع البروتين مع آخر منخفض البروتين، حيث وجدوا أن هذه العائلات كانت ذات إنتاجية عالية مع نسبة بروتين مرتفعة، وأكثر من النبات الأصلي العالي الإنتاجية.

يعبر عن كفاءة توزيع النيتروجين من الأجزاء النباتية المختلفة بدليل الحصاد النيتروجيني والذي يدل على مدى قدرة النباتات على تحريك ونقل النيتروجين من الأوراق والسيقان والجذور إلى الحبوب المتكونة (3). إن دليل الحصاد النيتروجيني العالي يمثل زيادة قدرة الصنف على تحريك وانتقال النيتروجين من الأوراق والساق إلى الحبوب، حيث كان في أقماح الخبز في المتوسط بين 57 - 86٪ (6، 9، 19). في إحدى التجارب (17) تم قياس بعض الصفات الفسيولوجية والمحصولية لتقييم صنف من القمح كمصدر لحبوب مرتفعة البروتين، ولتقييم دليل الانتخاب باتحاد إنتاج الحبوب مع نسبة بروتين الحبوب. عند مقارنة نسبة البروتين الحقيقية مع القيمة المتوقعة وجد أنها تتوقف على الانحدار الخطي بالنسبة لبروتين الحبوب على إنتاج الحبوب، مما يدل على أن هذا الصنف كانت له إنتاجية منخفضة ونسبة بروتين قليلة في الحبوب مع عدم مساهمتها في رفع نسبة البروتين في الحبوب بالنسبة لأجيالها. لقد وجد أن العلاقة بين إنتاج الحبوب ونسبة البروتين بالحبوب كانت سالبة، كما وجد أن دليل الحصاد النيتروجيني كان مرتبطاً ارتباطاً موجباً مع دليل الحصاد، وأن كلاً منهما كان مرتبطاً إيجابياً مع إنتاج الحبوب، في حين إن نسبة بروتين الحبوب كانت سالبة الارتباط مع دليل الحصاد، ولكن غير مرتبطة مع دليل الحصاد النيتروجيني. من أجل ذلك اقترح أن دليل الحصاد النيتروجيني يعتبر دليل انتخاب جيداً لتحسين إنتاجية الحبوب مع المحافظة على نسبة البروتين فيها. في إحدى الدراسات لمعرفة أهمية نشاط اختزال النترات في تكوين بروتين الحبوب استنتج راو وآخرون (21) أنه لا يوجد عامل منفرد معروف يستعمل كمقياس فسيولوجي في انتخاب أصناف للقمح تكون جيدة الاستعمال للنيتروجين. لذا فقد اقترحوا أنه عند الانتخاب يجب أن يؤخذ في الاعتبار عاملان أو أكثر في وقت واحد معاً، وهما قدرة امتصاص النيتروجين، وكذلك كفاءة انتقال النيتروجين من الأجزاء الخضراء إلى الحبوب المتكونة.

إن اهتمام العالم المتزايد للحصول على نسبة بروتين أعلى في القمح استرعى اهتمام الباحثين نحو تحسين كفاءة استخدام النيتروجين في محاصيل الحبوب. ويعتبر امتصاص النيتروجين وتوزيعه بين أجزاء النبات من الحبوب والتبن أهم عنصرين في اقتصاد نيتروجين النبات (8). ويعتبر توزيع النيتروجين بين الحبوب والتبن أكثر أهمية في محاصيل حبوبٍ (مثل القمح) تنمو تحت ظروف يواجه فيها النبات نقصاً في النيتروجين ورطوبة التربة خلال فترة امتلاء الحبوب (7). وتحت مثل هذه الظروف يقوم النبات بمراكمة معظم نيتروجينه قبل التزهير في أجزائه الخضرية. إن هذا النيتروجين يعاد توزيعه إلى الحبوب النامية (7)، وعندما يكون النيتروجين والرطوبة بالتربة غير محددين، فإن امتصاصه من قبل النبات قد يستمر خلال فترة امتلاء الحبوب (3).

إن الحبوب المرتفعة في نسبة البروتين تحتاج إلى كميات أعلى من النيتروجين مقارنة بذلك الذي تحتاج إليه الحبوب المنخفضة البروتين (5). إن هذا الطلب لكميات أعلى من النيتروجين يمكن تحقيق جزء كبير منه عن طريق إعادة تحريك النيتروجين من الأوراق والسيقان.

وفي دراسة أجريت بكلية الزراعة جامعة الفاتح (25) لدراسة تأثير الإجهاد المائي ومعدلات التسميد النيتروجيني على كفاءة استخدام النيتروجين وإنتاج محصول القمح. أوضحت النتائج المتحصل عليها أن زيادة معدلات السماد النيتروجيني من صفر إلى 140 كجم ن/ هـ، أدت إلى خفض كفاءة استخدام النيتروجين، في حين لم يكن تأثير مستويات النيتروجين المختلفة معنوياً على متوسط دليل الحصاد النيتروجيني. وقد أوصى الباحثون بضرورة دراسة كفاءة استخدام النيتروجين ودليل الحصاد النيتروجيني في عدة أصناف أخرى من القمح، والانتخاب من هذه الأصناف الأحسن كفاءة في استخدام التسميد النيتروجيني. لذلك فقد صممت هذه التجربة لغرض دراسة الاختلاف في امتصاص النيتروجين وتوزيعه بين الحبوب والتبن في 12 صنفاً وسلالة من القمح الصلب، وكذلك دراسة كفاءة استخدام النيتروجين في محاولة لتحديد عنصر الاختلاف في امتصاص النيتروجين وتوزيعه بين الحبوب والتبن.

## المواد وطرق البحث

أجريت هذه الدراسة بمحطة أبحاث كلية الزراعة بطرابلس في الموسم الزراعي 91/ 1992م. زرعت التجربة بتاريخ 15 من شهر الحرث 1991م. اتبع في تصميم التجربة نظام القطاعات الكاملة العشوائية، وكانت مساحة التجربة (3,30 × 11,90م$^2$) اشتملت على 3 مكررات حيث زرع 12 صنفاً وسلالة من القمح في 12 سطراً لكل مكرر، وكان كل سطر يمثل صنفاً أو سلالة. وضعت 20 بذرة من كل صنف أو سلالة في السطر على مسافات 30 سم، وكانت المسافة بين السطور 30 سم، والأصناف والسلالات التي زرعت بالتجربة هي: المختار، مرزاق، غدوة، تنوري، سوغتا، زردة، كريم، زهراء ـ 1، زهراء ـ 3، زهراء ـ 5، زهراء ـ 9، أكساد ـ 299.

قبل الزراعة أخذت بعض العينات العشوائية من التربة على عمق 30 سم من الموقع المحدد لزراعة التجربة لتقدير نسبة النيتروجين المتوفر بها.

تم تسميد أرض التجربة بسماد نيتروجيني (سلفات الأمونيوم 21٪ ن) بمعدل 100 كجم ن/ هـ عند الزراعة، وأضيفت دفعة ثانية بمعدل 80 كجم ن/ هـ عند مرحلة التزهير بتاريخ 20 من شهر النوار 1992م. استعمل الري بالرش لتوفير المياه اللازمة لنمو النباتات في الحقل كلما دعت حاجة النباتات لذلك.

قبل الحصاد، تم قلع 5 نباتات عشوائياً من كل صنف أو سلالة في كل مكرر، وأخذت القياسات النباتية التالية لكل صنف أو سلالة: طول الساق الرئيسي، طول السنبلة، عدد الأفرع الكلية، عدد السنابل، عدد الحبوب بالسنبلة، عدد الحبوب بالنبات، وزن الحبوب بالنبات، ووزن 100 حبة. تم تقدير نسبة النيتروجين في الأجزاء النباتية المختلفة لهذه الأصناف والسلالات في كل من الحبوب، التبن، العَصيفات، والجذور. بعد الحصاد، أخذت عينات من التربة في كل مكرر، لتقدير نسبة النيتروجين المتبقي بها. لقد استعملت طريقة كالداهل (1) لتقدير نسبة النيتروجين بالتربة والأجزاء النباتية المختلفة. أُجري التحليل الإحصائي لكل الصفات النباتية لهذه الأصناف والسلالات باستخدام أقل فروق معنوية لمقارنة هذه الأصناف والسلالات، وذلك كما هو موضح بكتاب مبادىء وطرق الإحصاء (23).

تم حساب كمية النيتروجين الكلية بالمحصول (10، 17) بواسطة المعادلة الآتية:

كمية النيتروجين الكلية بالمحصول = كمية النيتروجين بالحبوب + كمية النيتروجين بالتبن + كمية النيتروجين بالعصيفات.

حيث إن:

كمية النيتروجين بالحبوب = وزن الحبوب × نسبة النيتروجين بالحبوب،

كمية النيتروجين بالتبن = وزن التبن × نسبة النيتروجين بالتبن،

كمية النيتروجين بالعصيفات = وزن العصيفات × نسبة النيتروجين بالعصيفات،

تم أيضاً حساب دليل الحصاد بالمعادلة الآتية:

$$\text{دليل الحصاد} = \frac{\text{وزن الحبوب}}{\text{وزن الحبوب + وزن التبن}} \times 100$$

وتم حساب دليل الحصاد النيتروجيني بالمعادلة الآتية (8، 10):

$$\text{دليل الحصاد النيتروجيني} = \frac{\text{وزن الحبوب} \times \text{نسبة النيتروجين بالحبوب}}{\text{كمية النيتروجين بالمحصول}} \times 100$$

وتم أيضاً حساب كفاءة امتصاص واستخدام المحصول للنيتروجين وكفاءة الانتفاع منه بواسطة المعادلات الآتية (10، 17).

$$\text{كفاءة امتصاص النيتروجين} = \frac{\text{كمية النيتروجين الكلية بالمحصول}}{\text{كمية النيتروجين الكلية بالتربة}} \times 100$$

$$\text{كفاءة استخدام النيتروجين} = \frac{\text{وزن النيتروجين بالحبوب}}{\text{كمية النيتروجين الكلية بالتربة}} \times 100$$

$$\text{وكفاءة الانتفاع من النيتروجين} = \frac{\text{وزن النيتروجين بالحبوب}}{\text{كمية النيتروجين بالمحصول}} \times 100$$

حيث إن:

كمية النيتروجين الكلية بالتربة (كجم/هـ) = كمية النيتروجين المتوفرة بالتربة قبل الزراعة + كمية النيتروجين المضاف للتربة.

وكمية النيتروجين المتوفرة بالتربة (كجم/هـ) = نسبة النيتروجين بالتربة × مساحة الهكتار (سم$^2$) × عمق الجذور (سم) × الكثافة الظاهرية (جم/سم$^3$) / 1000

ويعتبر الحصول على تقديرات لحجم المجموع الجذري في مثل هذه التجارب عملاً صعباً ويتطلب إمكانيات خاصة. أن نسبة المجموع الجذري إلى الخضري تتراوح ما بين 1 ـ 10 في القمح (24). لقد وجد أيضاً أن تركيز النيتروجين في الجذور عند الحصاد منخفض جداً، وأن نسبة النيتروجين في المجموع الخضري هي في المدى ما بين 1 ـ 20 إلى 1 ـ 25 (18). لذا فإنه لعدم تقدير النيتروجين في هذه التجربة للجذور قد يكون محتوى النبات من النيتروجين منخفضاً 5٪ تقريباً، كما سيكون هناك فَقْدٌ آخر بما مقداره 5٪ نيتروجين وذلك بسبب سقوط الأوراق السفلية وبقايا المحصول فوق سطح التربة بعد عملية الحصاد، لذا يمكن اعتبار أن محتوى النبات من النيتروجين منخفض بما مقداره 10٪ مقارناً بالرقم المتحصل عليه، كما فرض أيضاً أن نسبة الفقد في جميع المعاملات متساوية.

## النتائج والمناقشة

أوضح التحليل الإحصائي لهذه التجربة أن هناك فروقاً معنوية بين الأصناف والسلالات في متوسط طول النبات، عدد الأفرع الكلية وطول السنبلة بالنبات (جدول 1). لقد كان للصنف تنوري أطول نباتات في حين كانت السلالة زهراء ـ 1 ـ تحتوي على أقصر النباتات (جدول 1). ويرجع الاختلاف في طول النبات بين هذه الأصناف والسلالات عن بعضها البعض إلى زيادة طول السلامية أو لزيادة عدد السلاميات بالساق أو للاثنين معاً.

جدول (1) - نمو نباتات أصناف وسلالات القمح

| الصنف أو السلالة | متوسط طول الساق الرئيسي (سم) | متوسط طول السنبلة (سم) | عدد الفروع الكلية |
|---|---|---|---|
| المختار | 57,3 | 8,3 | 5,5 |
| سوغتا | 64,2 | 9,4 | 3,9 |
| أكساد - 299 | 59,4 | 5,9 | 4,5 |
| تنوري | 67,6 | 10,8 | 5,7 |
| زردة | 58,6 | 5,7 | 3,2 |
| كريم | 57,4 | 6,3 | 3,0 |
| غدوة | 56,8 | 5,9 | 4,3 |
| مرزاق | 62,2 | 5,8 | 4,8 |
| زهراء - 1 | 53,2 | 5,9 | 4,0 |
| زهراء - 3 | 56,8 | 6,3 | 6,2 |
| زهراء - 5 | 58,9 | 7,4 | 5,1 |
| زهراء - 9 | 60,3 | 6,3 | 3,8 |
| أقل فرق معنوي 5٪ | 6,0 | 0,9 | 0,7 |

لقد تبين أيضاً أن السلالة زهراء ـ 3 ـ كانت تحتوي على أكبر عدد من الفروع وبمتوسط 6,2 فروع/ النبات، بينما كان أقل متوسط للفروع هو 3,0 فروع/ النبات تم الحصول عليه من الصنف كريم. وقد يرجع الفرق بين الأصناف والسلالات في

عدد الفروع إلى اختلاف استجابة الأصناف والسلالات للتسميد النيتروجيني المضاف عند الزراعة. هذا وقد تميز الصنف تنوري بطول سنابله عن بقية الأصناف والسلالات (جدول 1). ويتضح من الجدول (1) أن الصنف تنوري تميز عن بقية الأصناف والسلالات بارتفاع طول سيقانه، وكذلك طول سنبلته، في حين امتازت السلالة زهراء ـ 3 ـ بكثرة عدد الفروع الكلية بالنبات.

تبيّن النتائج بالجدول (2) وجود فروق معنوية بين الأصناف والسلالات في متوسط عدد السنابل بالنبات، متوسط عدد الحبوب بالسنبلة، وزن الحبوب بالسنبلة وكذلك وزن 100 حبة عند مستوى معنوية 5٪، في حين لم تكن هناك أية فروق معنوية بين جميع الأصناف والسلالات في متوسط وزن الحبوب بالسنبلة. لقد كان أكبر عدد للحبوب بالسنبلة هو 23,1 حبة تم الحصول عليها من الصنف تنوري، وقد يكون هذا نتيجة لارتفاع طول سنبلته مقارنة ببقية الأصناف والسلالات، بينما نلاحظ أن الصنف غدوة قد أعطى أقل عدد من الحبوب/السنبلة وهو 9,3 حبة. وربما يرجع اختلاف الأصناف والسلالات عن بعضها البعض في متوسط عدد الحبوب/السنبلة إلى زيادة عدد السنبلات الخصبة في السنبلة الواحدة نتيجة لاختلاف هذه الأصناف والسلالات في استجابتها للتسميد النيتروجيني المضاف عند التزهير. كما تراوح متوسط وزن الحبوب بالسنبلة بين 0,5 و1,3 جرام تم الحصول عليهما من الصنف مختار وتنوري على التوالي (جدول 2). إلى جانب هذا فقد تميز الصنف تنوري بإعطائه أعلى وزن 100 حبة، بينما أعطى الصنف مختار أقل وزن 100 حبة (جدول 2). وقد يكون هذا بسبب الاختلاف في حجم الحبوب بين الأصناف. ويتبين من النتائج السابقة أن الصنف تنوري امتاز عن بقية الأصناف في عدة صفات هي متوسط عدد الحبوب/ السنبلة، وزن الحبوب/ السنبلة، وكذلك وزن 100 حبة، في حين كان عدد السنابل/ النبات لهذا الصنف أقل مقارنة بصنف المختار.

بيَّن التحليل الإحصائي لهذه التجربة أن هناك فروقاً معنوية بين الأصناف والسلالات في كل من متوسط وزن الحبوب/ النبات، وزن التبن/ النبات، وكذلك وزن السفا/ النبات عند مستوى معنوية 5٪ (جدول 3). لقد تراوح وزن الحبوب بالنبات بين 1,5 و4,4 جرام تم الحصول عليها من الصنف زردة والسلالة

**جدول (2)** – مكونات الإنتاج في أصناف وسلالات من القمح

| السلالة أو الصنف | الصفة | | | |
|---|---|---|---|---|
| | عدد السنابل بالنبات | عدد الحبوب بالسنبلة | وزن الحبوب بالسنبلة (جم) | وزن 100 حبة (جم) |
| المختار | 4,3 | 10,0 | 0,5 | 3,6 |
| سوغتا | 3,6 | 19,7 | 1,0 | 5,0 |
| أكساد 299 | 3,5 | 14,8 | 0,5 | 3,9 |
| تنوري | 2,9 | 23,1 | 1,3 | 5,7 |
| زردة | 2,7 | 13,5 | 0,5 | 4,1 |
| كريم | 3,4 | 20,6 | 1,0 | 4,8 |
| غدوة | 3,5 | 9,3 | 0,5 | 5,4 |
| مرزاق | 3,0 | 11,9 | 0,6 | 4,8 |
| زهراء 1 | 3,9 | 19,9 | 1,0 | 4,7 |
| زهراء 3 | 5,7 | 14,2 | 0,7 | 5,3 |
| زهراء 5 | 4,7 | 16,0 | 0,7 | 4,6 |
| زهراء 9 | 3,8 | 19,5 | 1,0 | 5,5 |
| أقل فرق معنوي (5٪) | 0,6 | 5,6 | – | 0,4 |

زهراء ـ 3 ـ على التوالي بينما كان أعلى وزن للتبن/ النبات هو 13,6 جرام تم الحصول عليه من السلالة زهراء ـ 3 ـ، في حين أنتج الصنف كريم أقل وزن للتبن (جدول 3).

**جدول (3)** - متوسط وزن الحبوب، وزن التبن، ووزن السفا بالنبات (جم)

| السلالة أو الصنف | الصفة | | |
|---|---|---|---|
| | وزن الحبوب بالنبات (جرام) | وزن التبن بالنبات (جرام) | وزن السفا بالنبات (جرام) |
| المختار | 2,0 | 9,2 | 2,2 |
| سوغتا | 3,6 | 6,5 | 3,0 |
| أكساد - 299 | 1,9 | 9,8 | 2,4 |
| تنوري | 3,7 | 12,5 | 3,9 |
| زردة | 1,5 | 10,4 | 1,6 |
| كريم | 3,3 | 6,3 | 2,1 |
| غدوة | 1,7 | 7,6 | 2,9 |
| مرزاق | 2,3 | 8,4 | 3,8 |
| زهراء - 1 | 4,0 | 7,5 | 2,2 |
| زهراء - 3 | 4,4 | 13,6 | 2,2 |
| زهراء - 5 | 3,4 | 8,2 | 2,4 |
| زهراء - 9 | 4,0 | 7,0 | 3,1 |
| أقل فرق معنوي 5٪ | 1,8 | 2,3 | 0,7 |

توضح النتائج الموجودة بالجدول (4) بعض الصفات الخاصة بهذه الأصناف والسلالات تم ترتيبها على أساس نسبة البروتين في حبوبها. لقد تبين من هذه النتائج وجود اختلافات معنوية بين الأصناف والسلالات في كل من الإنتاج الكلي، إنتاج الحبوب، ونسبة البروتين في الحبوب. لقد تراوح إنتاج الحبوب بين

60,4 و181,7 جرام/ م$^2$ في كل من الصنف زردة والسلالة زهراء ـ 3 ـ على التوالي. ويعزى هذا إلى الاختلاف بين الأصناف والسلالات في عدد الحبوب بالسنبلة، ووزن 100 حبة. ومن ناحية أخرى امتازت السلالة زهراء ـ 3 ـ بالحصول على أعلى إنتاج كلي، في حين أعطى الصنف غدوة أقل إنتاج كلي (جدول 4).

**جدول (4)** – متوسط الإنتاج، ومكونات الإنتاج في أصناف وسلالات القمح

| السلالة أو الصنف | الصفة | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | الإنتاج الكلي (جم/ م$^2$) | إنتاج الحبوب (جم/ م$^2$) | ٪ البروتين في الحبوب | دليل الحصاد (٪) | كمية النيتروجين الكلي بالمحصول (جم/ م$^2$) | دليل الحصاد النيتروجيني (٪) | كمية البروتين في الحبوب (جم/ م$^2$) |
| المختار | 465,0 | 82,4 | 14,9 | 17,7 | 4,2 | 46,7 | 12,3 |
| سوغتا | 419,0 | 148,7 | 14,1 | 35,5 | 5,5 | 60,1 | 20,9 |
| أكساد – 299 | 489,3 | 79,5 | 14,1 | 16,2 | 4,8 | 37,3 | 11,2 |
| تنوري | 673,8 | 153,5 | 13,2 | 22,8 | 6,5 | 49,9 | 20,3 |
| زهراء – 9 | 457,1 | 165,8 | 13,1 | 36,3 | 6,3 | 55,2 | 21,8 |
| كريم | 402,4 | 138,5 | 13,1 | 34,4 | 4,6 | 63,0 | 18,1 |
| زردة | 495,1 | 60,4 | 13,1 | 12,2 | 3,7 | 34,3 | 7,9 |
| زهراء – 5 | 486,8 | 143,1 | 12,6 | 29,4 | 5,5 | 52,6 | 18,1 |
| غدوة | 389,5 | 72,3 | 12,2 | 18,6 | 4,1 | 34,4 | 8,8 |
| زهراء – 3 | 749,9 | 181,7 | 12,0 | 24,2 | 7,0 | 49,9 | 21,8 |
| زهراء – 1 | 479,5 | 166,5 | 10,6 | 34,7 | 4,6 | 61,3 | 17,6 |
| مرزاق | 447,5 | 95,6 | 10,3 | 21,4 | 3,9 | 40,5 | 9,9 |
| أقل فرق معنوي 5٪ | 120,3 | 45,7 | 1,9 | 4,9 | 1,7 | 21,0 | 6,6 |

ملاحظة: الأصناف والسلالات مرتبة ترتيباً تنازلياً وفق نسبة البروتين في الحبوب.

ويتضح من النتائج الموجودة بالجدول (4) وجود فروق معنوية بين الأصناف والسلالات في متوسط دليل الحصاد. إن دليل الحصاد العالي يمثل زيادة في قدرة الصنف أو السلالة على نقل المادة المصنعة إلى الحبوب. لقد تراوح دليل الحصاد ما بين 12,2٪ للصنف زردة و36,3٪ للسلالة زهراء ـ 9 ـ وسبب هذا زيادة إنتاج الحبوب من 60,4 جرام/ م$^2$ في الصنف زردة إلى 165,8 جرام/ م$^2$ في السلالة زهراء ـ 9، حيث يتضح من نتائج جدول (5) أن دليل الحصاد كان مرتبطاً معنوياً مع إنتاج الحبوب. وتتفق نتائج هذه التجربة مع نتائج إحدى الدراسات السابقة (8) والتي وجد فيها أن دليل الحصاد تراوح ما بين 19,1 إلى 39,8٪ وكان مرتبطاً ارتباطاً معنوياً مع إنتاج الحبوب.

يمكن اعتبار الصنف أو السلالة التي تحتوي على أعلى كمية نيتروجين كلي بالمحصول عند الحصاد أنه أكثر كفاءة في تراكم النيتروجين وامتصاصه (17). ويتضح من الجدول (4) وجود فروق معنوية بين الأصناف والسلالات في متوسط كمية النيتروجين الكلي بالمحصول عند مستوى معنوية 5٪. لقد احتوت السلالة زهراء ـ 3 على أعلى كمية نيتروجين كلي بالمحصول وهي 7,0 جرام/ م$^2$ وهي نفس السلالة التي امتازت بأعلى إنتاج من الحبوب. إن هذه النتائج تتفق مع نتائج أحد الباحثين (17) الذي سجل اختلافات بين الأصناف في قدرتها على امتصاص النيتروجين. ويتضح من الجدول (5) أن النيتروجين الكلي كان مرتبطاً ارتباطاً إيجابياً ومعنوياً مع الإنتاج الكلي، إنتاج الحبوب، دليل الحصاد، وكذلك كمية البروتين في الحبوب، مما يدل على أن مقدرة النبات على امتصاص النيتروجين تعتبر ذات أهمية في الوصول إلى إنتاج عال من الحبوب أو كمية من البروتين بالحبوب.

يعبر دليل الحصاد النيتروجيني عن قدرة الصنف أو السلالة على تحريك وانتقال النيتروجين من الأوراق والسيقان إلى الحبوب. فالنتائج المدونة بالجدول (4) توضح وجود فروق معنوية بين الأصناف والسلالات في متوسط دليل الحصاد النيتروجيني الذي تراوح بين 34,3 – 63٪. لقد كان للصنف كريم أعلى دليل حصاد نيتروجيني، ولكنه لم يعط أعلى إنتاج من الحبوب، نسبة بروتين بالحبوب، وكذلك كمية بروتين بالحبوب، جدول (4). أن هذا يتفق مع إحدى الدراسات

**جدول (5)** – معامل الارتباط بين الإنتاج وبعض الصفات الفسيولوجية لمحصول القمح

| | الإنتاج الكلي | إنتاج الحبوب | ٪ البروتين في الحبوب | دليل الحصاد ٪ | كمية النيتروجين الكلي بالمحصول | دليل الحصاد النيتروجيني | كمية البروتين في الحبوب | كفاءة امتصاص النيتروجين ٪ | كفاءة استخدام النيتروجين ٪ | كفاءة الانتفاع من النيتروجين ٪ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الإنتاج الكلي | – | | | | | | | | | |
| إنتاج الحبوب | *0,45 | – | | | | | | | | |
| ٪ البروتين في الحبوب | – 0,08 | – 0,23 | – | | | | | | | |
| دليل الحصاد (٪) | – 0,18 | *0,80 | – 0,16 | – | | | | | | |
| كمية النيتروجين الكلي بالمحصول | *0,70 | *0,81 | 0,10 | *0,43 | – | | | | | |
| دليل الحصاد النيتروجيني | – 0,01 | 0,82 | – 0,01 | *0,92 | *0,44 | – | | | | |
| كمية البروتين في الحبوب | *0,41 | *0,95 | 0,06 | *0,78 | *0,87 | *0,82 | – | | | |
| كفاءة امتصاص النيتروجين ٪ | *0,69 | *0,81 | 0,12 | *0,43 | *0,94 | *0,44 | *0,87 | – | | |
| كفاءة استخدام النيتروجين ٪ | *0,45 | *0,93 | – 0,20 | *0,80 | *0,81 | *0,83 | *0,96 | *0,81 | – | |
| كفاءة الانتفاع من النيتروجين ٪ | 0,02 | *0,81 | *– 0,47 | *0,86 | 0,31 | *0,86 | *0,67 | 0,31 | *0,81 | – |

* علاقة معنوية عند احتمال 5٪.

السابقة (8) التي أوضحت أن دليل الحصاد النيتروجيني تراوح بين 57 - 86٪ في عدة أصناف وسلالات من أقماح الخبز، حيث امتازت إحدى السلالات بأعلى دليل حصاد نيتروجيني في الوقت الذي لم يكن إنتاجها من الحبوب، نسبة البروتين، وكذلك كمية البروتين بالحبوب والتي تعتبر ذات أهمية كبيرة لمربي النبات، هي الأعلى مقارنة ببعض السلالات والأصناف الأخرى. ويتضح من نتائج جدول (5) أن معامل الارتباط بين دليل الحصاد ودليل الحصاد النيتروجيني كان موجباً ومعنوياً (0,92). أن هذا يتفق مع نتائج الدراسات السابقة (3) والتي أوضحت أن معامل الارتباط بين هذين العاملين كان 0,53. ويتبين من هذا أن انتقال النيتروجين والكربون من الأجزاء الخضرية إلى الحبوب مرتبطان معاً. إن النيتروجين ينتقل من المجموع الخضري إلى الحبوب خلال مرحلة امتلاء الحبوب على شكل أحماض أمينية وأميدات. ولقد قدر أن 60٪ من فقد الأوراق لوزنها الجاف أثناء مرحلة امتلاء الحبوب مرتبط بانتقال النيتروجين، وأن 25٪ من فقد السيقان لوزنها الجاف مرتبط بانتقال النيتروجين (2). ولكن يجب الإشارة إلى أن توزيع كل من الكربون والنيتروجين بين الأجزاء النباتية المختلفة يتأثران بالظروف الجوية (11). هذا وقد أوضحت نتائج هذه التجربة (جدول 5) أن دليل الحصاد النيتروجيني يعتمد على محتوى النبات الكلي من النيتروجين.

تعتبر نسبة البروتين في الحبوب التي تعبر عن نسبة النيتروجين المتراكم فيها من أهم المقاييس المستعملة في برامج التربية وهي ليست ذات قيمة ثابتة لصنف معين (14). ومن النتائج الواردة بالجدول (4) يتضح وجود فروقات معنوية بين الأصناف والسلالات في متوسط نسبة البروتين بالحبوب عند مستوى معنوية 5٪. لقد تراوحت نسبة البروتين بالحبوب بين 10,3 - 14,9٪. وقد يرجع هذا الاختلاف في نسبة البروتين بالحبوب إلى اختلاف قدرة الأصناف والسلالات على امتصاص وتمثيل النيتروجين، وفي كفاءتها في انتقال هذا العنصر من الأوراق والسيقان إلى الحبوب.

ويتضح من نتائج جدول (5) أنه لم يكن هناك ارتباط معنوي بين نسبة البروتين في الحبوب وكمية النيتروجين الكلي بالمحصول من جهة، ودليل الحصاد

النيتروجيني من جهة أخرى، كما اتضح أن نسبة البروتين بالحبوب ارتبطت ارتباطاً سلبياً وغير معنوي مع إنتاج الحبوب. إن هذه النتائج تتفق مع النتائج التي أوضحها أحد البحاث (8) والذي أوضح أن العلاقة بين إنتاج الحبوب ونسبة البروتين بها علاقة سالبة. ويتضح من هذه النتائج أنه ليس بالإمكان تحسين نسبة البروتين بالحبوب، دون حدوث انخفاض في إنتاج الحبوب.

إن كمية البروتين بالحبوب هي عبارة عن حاصل ضرب إنتاج الحبوب في نسبة البروتين بالحبوب. لذا يمكن زيادة هذه الكمية بتحسين أحد العاملين السابقين أو الاثنين معاً إذا أمكن تحقيق ذلك وراثياً. فمن البيانات الورادة بالجدول (4) يتضح وجود فروق معنوية بين الأصناف والسلالات في متوسط كمية البروتين بالحبوب عند مستوى معنوية 5٪. لقد تراوحت كمية البروتين بين 7,9 – 21,8 جرام/ م$^2$. ويرجع هذا إلى الاختلاف بين الأصناف والسلالات المستعملة في هذه التجربة في إنتاج الحبوب ونسبة البروتين بها، وهذا يتفق مع نتائج إحدى الدراسات السابقة التي أوضحت أن ارتفاع إنتاج الحبوب وكذلك ارتفاع نسبة البروتين بالحبوب، قد أدت إلى زيادة كمية البروتين بالحبوب في عدة أصناف وسلالات من القمح الصلب (8).

ويتضح من نتائج هذه التجربة (جدول 5) أن إنتاج بروتين الحبوب كان مرتبطاً ارتباطاً معنوياً وموجباً مع كل من إنتاج الحبوب، دليل الحصاد، كمية النيتروجين الكلي بالمحصول ودليل الحصاد النيتروجيني. في حين أنه غير مرتبط معنوياً مع نسبة البروتين بالحبوب (جدول 5). إن هذا يتفق مع نتائج بعض الدراسات السابقة (8، 17).

إن الهدف المفضل هو تحسين كمية البروتين في الحبوب بدون زيادة في السماد النيتروجيني المضاف، والذي لا يتأتى إلا بتحسين كفاءة استخدام النيتروجين وتوزيعه بين الأجزاء النباتية المختلفة. ويتضح من هذه النتائج أنه لكي نرفع من كمية البروتين بالحبوب بدون حدوث انخفاض في إنتاج الحبوب أو إضافة النيتروجين، يكون من الضروري تحسين دليل الحصاد النيتروجيني.

ويبيِّن التحليل الإحصائي لهذه التجربة وجود فروق معنوية بين هذه

الأصناف والسلالات في كفاءة امتصاصها للنيتروجين. لقد تراوحت كفاءة امتصاصها للنيتروجين ما بين 13,6 – 25,8٪. هذا وتبين النتائج المبينة بالجدول (6) أن هناك اختلافات معنوية أيضاً بين هذه الأصناف والسلالات في كل من كفاءة استخدام النيتروجين وكفاءة الانتفاع منه. إن هذا يتفق مع نتائج إحدى الدراسات

**جدول (6)** – كفاءة امتصاص واستخدام النيتروجين في أصناف وسلالات من القمح

| الصنف أو السلالة | الصفة | | |
|---|---|---|---|
| | كفاءة امتصاص النيتروجين ٪ | كفاءة استخدام النيتروجين ٪ | كفاءة الانتفاع من النيتروجين ٪ |
| المختار | 15,5 | 3,04 | 19,62 |
| سوغتا | 20,3 | 5,48 | 27,04 |
| أكساد – 299 | 17,7 | 2,93 | 16,56 |
| تنوري | 24,0 | 5,66 | 23,62 |
| زهراء – 9 | 23,2 | 6,11 | 26,32 |
| كريم | 17,0 | 5,11 | 30,11 |
| زردة | 13,6 | 2,23 | 16,32 |
| زهراء – 5 | 20,3 | 5,28 | 26,02 |
| غدوة | 15,1 | 2,67 | 17,63 |
| زهراء – 3 | 25,8 | 6,70 | 25,96 |
| زهراء – 1 | 17,0 | 6,14 | 36,20 |
| مرزاق | 14,0 | 3,53 | 24,51 |
| أقل فرق معنوي (5٪) | 6,2 | 2,16 | 17,72 |

السابقة (17) التي أوضحت وجود اختلافات بين الأصناف في الصفات المتعلقة بتراكم النيتروجين واستعماله في سلالات من القمح الصلب وأقماح الخبز. لقد أوصى هذا الباحث بأنه يجب عمل محاولات لجمع بعض الصفات المتممة لبعض مثل صفة قدرة تراكم النيتروجين الجيدة في الأجزاء الخضرية الموجودة في إحدى السلالات، وكذلك صفة قدرة السنبلة الجيدة الموجودة في صنف آخر في صنف واحد يكون ذا كفاءة أعلى في استعمال النيتروجين.

ويمكن أن يستخلص من هذه الدراسة الأولية أن الإنتاج الكلي، كمية النيتروجين الكلية، دليل الحصاد النيتروجيني تمثل كفاءة تمثيل الكربون والنيتروجين وعمليات النقل التي تساهم في النهاية في إنتاج الحبوب وكمية البروتين بها. ولقد أوضحت هذه الدراسة أنه ليس هناك صنف أو سلالة تميز بالقيم الأعلى لأكثر من عنصرين من العناصر الأربعة السابقة. إن الأصناف والسلالات التي كانت الأعلى في إنتاجها الكلي، دليل حصادها أو دليل حصادها النيتروجيني لم تكن الأعلى في إنتاجها من الحبوب أو كمية البروتين بالحبوب. إن هناك اختلافات واضحة في الإنتاج الكلي، دليل الحصاد، كمية النيتروجين الكلي بالمحصول، دليل الحصاد النيتروجيني والصفات الأخرى المتعلقة بتراكم النيتروجين في هذا العدد المحدود نسبياً من أصناف وسلالات القمح. وتشير نتائج هذه التجربة إلى أن هناك مجالاً لجمع هذه العناصر مع بعضها البعض لغرض الوصول إلى إنتاج أعلى من الحبوب والنيتروجين. إنه من الصعب استعمال كمية النيتروجين الكلية ودليل الحصاد النيتروجيني كدلائل انتخاب خلال العزل الأولي للأجيال، ولكن قد تكون ذات فائدة كبيرة كمقاييس إضافية في انتخاب الآباء للتهجين وفي التقييم المتقدم للسلالات التي ينتظرها مستقبل مرموق.

## المراجع الأجنبية


1. Association of official Agricultural Chemists, Official Methods of Analysis. 9th ed. Washington, D.C. 1960.
2. Austin, R.B. and H.G. Jones. 1975. The physiology of wheat. Annual Report Plant Breeding Institute, Cambridge, England P.327-335.
3. Austin, R.B., M.A. Ford, J.A. Edrich and R.B. Lackwell. 1977. The nitrogen economy of wheat. J.Agric.Sci. Camb. 88:158-167.
4. Bhatia, C.R. 1975. Criteria of barley generation selection in wheat breeding programmes for improving protein productivity. Euphytica 24:789-794.
5. Bhatia, C.R. and R. Rabson. 1976. Bioenergetic considerations in cereal breeding for protein improvement.. Science 194:1418-1421.
6. Canvin, D.T. 1976 Interrelationship between carbohydrate and nitrogen metabolism, In: Genetic Improvement of Seed Proteins. NRC-NAC/ Washington, D.C:P-172-195.
7. Dalling, M.J., G. Boland and J.H. Wilson. 1976. Relation between acid proteinase activity and redistribution of nitrogen during grain development in wheat. Aust. J. Plant Physiology. 3:721-738.
8. Desai, R.M. and C.R. Bhatia. 1978. Nitrogen uptake and nitrogen harvest index in durum wheat cultivars varying in the grain protein concentration. Euphytica 27:561-566.
9. Donald, C.M. and Hamblin. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. Adv. Agron. 28:361-405.
10. Dhugga, K.S, and J.G. Waines. 1989. Analysis of nitrogen accumulation and use in bread and durum wheat. Crop Sci 29:1232-1239.
11. Evans, L.T. and I.F. Wardlaw 1976. Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. Adv. Agron. 28:301-359.
12. Favret, E.A., L. Manghers, R. Solari, A. Avalia, and J.C. Monesiglis. 1970. Gene control of protein production in cereals. P.87-96. In: Improving Plant Protein by Nucleus Techniques. Proc. Symp. Intern. Atomic Energy Agency, Bienna, Austria.
13. Johnson, V.A., J.W. Schmidt, P.J. Mattern, and A. Havnold 1961. Agronomic and quality characteristics of high protein F2 - derived families from a soft red winter hard wheat cross. Crop sci. 3:7-10.
14. Johnson, V.A., D.A. Whited and J.W. Schmidt. 1968. Nutritional improvement of wheat by breeding. In: K.W., Finlay and K.W. Shephered (Eds.) Proc. 3rd Intern. Wheat Genetics Symp. Aust. Acad. of Sci., Camberra: 457-461.
15. Johnson, V.A., J.W. Schmidt, and P.J. Matlern. 1971. Registration of high protein wheat germplasm. Crop sci. 11:141-142.
16. Johnson, V.A., A.F. Drien, and P.H. Grabouski. 1973. Yield and protein responses to nitrogen fertilizer of two winter wheat varieties differing in inherent protein content of their grain. Agron. J. 65:259-263.
17. Löffler, C.M. and R.H. Bush. 1982. Selection for grain protein, grain yield and nitrogen partitioning efficiency in hard red spring wheat. Crop Sci. 22:591-595.

18. McNeal, F.H., M.A. Berg and C.A. Watson. 1966. Nitrogen and dry matter in five spring wheat varieties at successive stages of development. Agron. J. 58:605-608.
19. McNeal, F.H., G.O. Boatwright, M.A. Berg and C.A. Watson 1968. Nitrogen in plant parts of seven spring wheat varieties at successive stages of development. Crop Sci. 8:535-537.
20. Middlet on, G.K., C.E. Bade, and B.B. Bayles. 1954. A comparison of the quality of protein in certain varieties of soft weat. J. Am. Soc. Agron. 46:500-502.
21. Rao, K.P., D.W. Rains, C.O. Qualset, and Huffaker. 1977. Nitrogen nutrition and grain protein in two spring wheat genotypes differing in nitrate reductase activity. Crop Sci. 17:283-286.
22. Schlehuber, A.M. and B.B. Tucker. 1959. Factors affecting protein content of wheat. Cereals Sci. Today. 4:240-242.
23. Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1960. Principles and Procedures of Statistics. McGraw - Hill Book Company, Inc. New York.
24. Welbank, P.J., M.J. Gibb, P.J. Taylor and E.D. Williams. 1974. Root growth of cereal crops. Rothamsted Experimental Station Report for 1973, Part 2, 26-66.

## المراجع العربية

25. صالح عبد الرازق العوامى، خميس محمد الزروق، مفتاح امسلم، محمد المقري (1994)، تأثير الإجهاد المائي ومعدلات التسميد النيتروجيني على كفاءة امتصاص النيتروجين، واستخدام الماء، وإنتاج محصول القمح، المجلة الليبية للعلوم الزراعية (تحت النشر).