



الجمهورية العربية السورية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة دمشق

كلية الزراعة - قسم علوم التربة

تحديد الاحتياج السمادي الأمثل من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم للقمح القاسي صنف بحوث 11 في منطقة الغاب

رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في علوم التربة

إعداد:

الطالب: محمد أحمد نرينب

إشراف:

الدكتور وسيم عدلة

مركز بحوث الغاب

الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية

(مشرفاً مشاركاً)

الدكتور أكرم البلخي

أستاذ في قسم علوم التربة

كلية الزراعة - جامعة دمشق

(مشرفاً رئيساً)

الفهرس

الصفحة	العنوان
1	المخلص العربي
2	المقدمة
5	الإشكالية البحثية
5	تساؤلات الدراسة
6	فرضيات الدراسة
6	أهمية الدراسة
6	مبررات الدراسة
7	أهداف الدراسة
7	مصطلحات الدراسة
8	الفصل الأول الدراسة المرجعية
9	1-الدراسة المرجعية
9	1-1 أهمية محصول القمح
15	1-2 أهمية عنصر الآزوت لمحصول القمح
18	1-3 أهمية عنصر الفوسفور لمحصول القمح
22	1-4 أهمية عنصر البوتاسيوم لمحصول القمح

24	1-5 تأثير التغذية المتوازنة بالعناصر السماكية (N,P,K) في نمو وإنتاجية محصول القمح
28	1-6 الدراسات السابقة
39	1-7 خلاصة الدراسات المرجعية
40	الفصل الثاني مواد البحث وطرائقه
41	2-مواد الدراسة وطرائقه
41	1-2-المكان والموقع
41	2-2-تحليل التربة وتوصيفها
42	2-3-الصنف المزروع
43	2-4-تصميم وتخطيط التجربة
44	2-5-التحليل الإحصائي
46	2-6-تجهيز التربة وزراعتها
47	2-7-القراءات والمؤشرات المدروسة
47	2-7-1-المؤشرات الشكلية والإنتاجية
47	2-7-1-1-ارتفاع النبات (سم)
47	2-7-1-2-طول السنبلة (سم)
47	2-7-1-3-عدد السنايل في المتر المربع(سنبلة.م ⁻²)
47	2-7-1-4-وزن الألف حبة (غ)
47	2-7-1-5-الغلة الحيوية (طن.هكتار. ⁻¹)

47	2-7-1-6-الغلة الحبية (طن.هكتار ¹)
47	2-7-1-7-غلة القش (طن.هكتار ¹)
47	2-7-1-8-دليل الحصاد (%):
48	2-7-2-محتوى التربة من NPK المتاح بعد الحصاد
48	2-7-2-1-تقدير الآزوت المعدني
48	2-7-2-2-تقدير الفوسفور المتاح للنبات
48	2-7-2-3-تقدير البوتاسيوم المتاح (المتبادل والذائب) للنبات
48	2-7-3-محتوى النبات من NPK بعد الحصاد
48	2-7-3-1-تقدير الآزوت الكلي في الحبوب والقش
49	2-7-3-2-تقدير الفوسفور الكلي في الحبوب والقش
49	2-7-3-3-تقدير البوتاسيوم الكلي في كل من الحبوب والقش
49	2-8-التقييم المالي
51	الفصل الثالث النتائج والمناقشة
52	أولاً: دراسة تأثير المعاملات السمادية في المؤشرات المورفولوجية للنبات
52	1 ارتفاع النبات
54	2 طول السنبلة
56	3 عدد السنابل في المتر المربع
59	ثانياً: دراسة تأثير المعاملات السمادية في المؤشرات الإنتاجية للنبات

59	1 - الغلة الحيوية
61	2 - غلة القش
63	3 - الغلة الحبية
66	4 - معامل الحصاد
67	5 - وزن الألف حبة
69	ثالثاً: تأثير المعاملات السمادية في محتوى التربة من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم المتاح
70	1 - محتوى التربة من الآزوت المتاح
73	2 - محتوى التربة من الفوسفور المتاح
75	3 - محتوى التربة من البوتاسيوم المتاح
78	رابعاً: دراسة تأثير المعاملات السمادية في محتوى النبات من (N,P,K)
78	1 - نسبة الآزوت في النبات
78	1 1 - نسبة الآزوت في الحبوب
79	1 2 - نسبة الآزوت في القش
81	2 - نسبة الفوسفور في النبات
81	2 1 - نسبة الفوسفور في الحبوب
83	2 2 - نسبة الفوسفور في القش
85	3-1 - نسبة البوتاسيوم في النبات
89	خامساً: الكفاءة الزراعية للسماد الآزوتي

91	سادساً: دراسة اقتصادية
93	الاستنتاجات والتوصيات
94	الاستنتاجات
94	التوصيات
95	المراجع
95	المراجع العربية
102	المراجع الاجنبية
119	الملخص الإنكليزي

فهرس الجداول والأشكال

الصفحة	العنوان
3	الجدول (1) مساحة وإنتاج وغلة القمح وتطورها على مستوى القطر خلال الفترة 2011- 2020
41	الشكل (1) الهطل المطري لموسمي النمو 2019-2020/2020-2021 الغاب

42	الجدول (2) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الموقع قبل الزراعة
42	الجدول (3) مواصفات القمح صنف بحوث (11) في منطقة الاستقرار الأولى
45	الجدول(4): توزع المعاملات المختلفة حسب كميات الأسمدة المضافة
46	الجدول (5) مواعيد أهم العمليات الزراعية للموسمين 2020-2019 و 2021-2020
50	الجدول (6) وسطي تكلفة إنتاج محصول القمح القاسي البعل (ل.س/هكتار)
52	الجدول (7) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في ارتفاع النبات (سم) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
54	الجدول (8) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في طول السنبل (سم) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
57	الجدول (9) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في عدد السنابل في واحدة المساحة (سنبل.م-2) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
59	الجدول (10) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في الغلة الحبيوية (طن.هكتار-1) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
63	الجدول (11) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في غلة القش (طن.هكتار-1) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
64	الجدول (12) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في الغلة الحبيبة (طن.هكتار-1) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
66	الجدول (13) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في معامل الحصاد (%) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
68	الجدول (14) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في وزن الألف حبة (غ) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
70	الجدول (15) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في محتوى التربة من الآزوت المتاح (مغ.كغ-1) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

73	الجدول (16) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في محتوى التربة من الفوسفور المتاح (مغ.كغ-1) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
76	الجدول (17) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في محتوى التربة من البوتاسيوم المتاح (مغ.كغ-1) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
78	الجدول (18) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في النسبة المئوية للأزوت في الحبوب خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
80	الجدول (19) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في النسبة المئوية للأزوت في القش خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
82	الجدول (20) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في النسبة المئوية للفوسفور في الحبوب خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
84	الجدول (21) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في النسبة المئوية للفوسفور في القش خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
86	الجدول (22) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في النسبة المئوية للبوتاسيوم في الحبوب خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
87	الجدول (23) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في النسبة المئوية للبوتاسيوم في القش خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
90	الجدول (24) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في الكفاءة الزراعية للأزوت خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020
92	الجدول (25) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في صافي الدخل (مليون ليرة سورية. هكتار-1) لمتوسط الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الملخص

نفذت الدراسة في محطة بحوث الغاب (حماه) التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية خلال الموسمين 2019-2020/2021 بهدف تحديد التوصية السمادية (K,P,N) للقمح القاسي صنف بحوث 11 في منطقة الغاب، تكونت المعاملات مما يلي: (كنسبة مئوية من التوصية السمادية المعتمدة من وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي).

N0 شاهد (بدون إضافة)، N1=75% ، N2=100% ، N3=125%.

P0 شاهد (بدون إضافة)، P1=125%.

K0 شاهد (بدون إضافة)، K1=75% ، K2=100% ، K3=125%.

نفذ البحث بتصميم القطع المنشقة من الدرجة الثانية (split-split plots)، وبثلاثة مكررات، إذ شغلت القطع الرئيسية معاملات التسميد الفسفوري، والقطع المنشقة من الدرجة الأولى معاملات التسميد البوتاسي، بينما شغلت معاملات التسميد الآزوتي القطع المنشقة من الدرجة الثانية. بينت النتائج زيادة طردية في تركيز (N,P,K) في التربة والنبات مع ازدياد معدل السماد المضاف مقارنة بالشاهد. من حيث المؤشرات الشكلية المدروسة بينت النتائج زيادة معنوية مستمرة في صفات طول النبات وطول السنبله وعدد السنابل في المتر المربع بازدياد معدل السماد مقارنة بالشاهد، ويعود ذلك إلى التركيز العالي للعناصر السمادية في التربة ناهيك عن استخدام صنف قمح عالي الإنتاجية يستجيب للتسميد بشكل جيد. أما من حيث المؤشرات الإنتاجية، فقد لوحظ تفوق المعاملة N3P1K3 على جميع المعاملات بالنسبة للإنتاجية الحبية 5700 كغ.هكتار⁻¹ وإنتاج القش 9002 كغ.هكتار⁻¹، وتحقيقها أفضل دخل صافي مقارنة بمعاملة الشاهد التي بلغت 1607 كغ.هكتار⁻¹ في الحب و 3543 كغ.هكتار⁻¹ في القش. كما لوحظ من التجربة انه لا تتأثر الصفات المدروسة بمعاملات الفسفور المضاف بسبب غنى التربة في منطقة الغاب بالفسفور، بينما كان تأثير الآزوت إيجابياً في جميع الصفات المدروسة، وأظهر البوتاسيوم تأثيراً إيجابياً على الصفات المدروسة بوجود الآزوت.

الكلمات المفتاحية: القمح، الآزوت، البوتاسيوم، الفسفور، المؤشرات المورفولوجية، المؤشرات الإنتاجية.

أولاً: المقدمة: Introduction:

يحتل محصول القمح مكانة مميزة في قائمة المحاصيل الحبية الغذائية في العالم، ويتصدر المحاصيل الحقلية من حيث المساحات المزروعة والاستهلاك العالمي، وتتعاظم أهمية هذا المحصول بسبب دوره الاستراتيجي في الأمن الغذائي، إذ يعتمد استقرار أي بلد على مدى توفر هذه المادة زراعياً وإنتاجاً وتخزيناً وصولاً إلى الاستهلاك الأمثل (علوش والحافي، 2015)، وبالنظر إلى أن عدد سكان العالم أخذ في الازدياد يوماً بعد يوم من جهة، وأن الحقول المستخدمة للزراعة قد وصلت حدودها من ناحية أخرى، فإنه يظهر أن زيادة العائد مطلوب للاستمرار أيضاً في المستقبل (Yildiz and Beyaz, 2019)، إذ تعاني أغلب الدول من مشكلة التزايد السكاني مقابل العجز الكبير في توفير المواد الغذائية خاصة محاصيل الحبوب التي لا يكاد إنتاجها الفعلي يغطي (20%) من احتياجات السكان الحقيقية، لذلك يلجأ الباحثون وبصورة مستمرة إلى دراسة الوسائل العلمية الممكنة التي من شأنها زيادة إنتاجية وحدة المساحة المزروعة، بسبب محدودية الأراضي القابلة للزراعة، وما يقابلها من الزيادة الكبيرة في عدد السكان، إذ بلغت مساحة الأراضي الزراعية القابلة للزراعة في سورية (6.068) مليون هكتار عام (2011) منها (5.716) مليون هكتار أراضي زُرعت بالفعل، أما في عام (2020) بلغت مساحة الأراضي القابلة للزراعة (6.071) منها (5.726) مليون هكتار أراضي مستثمرة، (المجموعة الإحصائية السورية، 2021). وقد أدى النمو المتزايد في عدد السكان، واستمرار الطلب العالمي على محاصيل الحبوب، وانخفاض خصوبة التربة، إلى ارتفاع تكاليف الإنتاج وزيادة الطلب على الأسمدة، وخاصة الأسمدة المستوردة (Ruder and Bennion, 2013)، ومن أجل زيادة خصوبة التربة على المدى القصير يجب إضافة المغذيات الضرورية لنمو المحاصيل إلى التربة (Getinet and Wassie, 2019). ويعتبر استخدام الأسمدة استخداماً رشيداً من أهم وسائل زيادة الإنتاج الزراعي، إضافةً لضرورة إتقان العمليات الزراعية الأخرى، كذلك فإن وجود العناصر الغذائية في التربة بصورة متوازنة وبكمية كافية وجاهزة للامتصاص من أهم العوامل التي تساعد في الوصول للإنتاج الأمثل والاستفادة القصوى من مياه الري والأمطار.

يأتي القمح في سورية في المرتبة الأولى من بين المحاصيل الزراعية الحبية من ناحية المساحة، والإنتاج، وتتركز زراعته في منطقة الاستقرار الأولى والثانية، ويزرع بعلاً ومروياً، ويعد إنتاج القمح في سورية عماد الإنتاج الزراعي، إذ يشكل (12%) من القيمة الإجمالية من الإنتاج الزراعي، و(22%) من قيمة الإنتاج النباتي، و(84%) من قيمة إنتاج الحبوب (مهنا وحياص، 2006). ويبين الجدول (1) مساحة وإنتاج وغلة القمح وتطورها على مستوى القطر بين عامي 2011-2020.

الجدول (1) مساحة وإنتاج وغلة القمح وتطورها على مستوى القطر خلال الفترة 2011-2020

البيان	سقي			بعل			المجموع		
	مساحة هكتار	إنتاج طن	غلة كغ.هـ ⁻¹	مساحة هكتار	إنتاج طن	غلة كغ.هـ ⁻¹	مساحة هكتار	إنتاج طن	غلة كغ.هـ ⁻¹
2011	763594	3246599	4252	757444	611732	808	1521038	3858331	2537
2012	818783	3055085	3731	784031	554011	707	1602814	3609096	2252
2013	698073	2186788	3133	676004	995323	1472	1374077	3182111	2316
2014	606000	1581888	2610	681885	442445	649	1287885	2024332	1572
2015	579509	2010237	3469	617691	851391	1378	1197200	2861628	2390
2016	492047	1213986	2467	686459	512261	746	1178506	1726247	1465
2017	458496	1120170	2443	711415	730570	1027	1169911	1850740	1582
2018	416015	1018264	2448	680803	204724	301	1096818	1222988	1115
2019	591264	1873010	3168	754343	1212088	1607	1345607	3085097	2293
2020	579681	1826824	3151	770857	1021647	1325	1350538	2848472	2109
الغاب 2020	39839	144287	3622	1602	4185	2612	41441	148472	3583

(المجموعة الإحصائية السورية، 2021).

إن إنتاج كميات عالية من القمح يتطلب زيادة في الإضافات السمادية (Semenov et al., 2007)، وقد بين عبد العزيز (2007) أن مزارعي القمح تواجههم معوقات عدّة كارتفاع تكاليف الإنتاج وارتفاع أسعار مستلزماته وكذلك فإن الخدمات الإرشادية التي تقدم للمزارعين ضعيفة وليست على المستوى المطلوب، وهي من الأسباب المهمة

لتدني الإنتاج. تختلف تكاليف إنتاج القمح من منطقة إلى أخرى، وإن أهم عامل محدد لتلك الاختلافات هو نمط الزراعة المستخدم سواء كان مروباً أو بعلياً، وأكد سعد الدين وعطية (2009) أن إنتاج هكتار من القمح المزروع في الأراضي البعلية أقل تكلفة من نظيره المزروع في الأراضي المروية، وهذا يعود إلى تكلفة المياه الغائبة في الزراعة البعلية، إضافة إلى زيادة استخدام مدخلات الإنتاج (خصوصاً الأسمدة) في حال الزراعة المروية.

تعاني زراعة محصول القمح مشاكل كثيرة خاصة فيما يتعلق بإدارة المحصول والتربة مما ينعكس على انخفاض صفات هذا المحصول وانخفاض إنتاجيته، وتشير التوقعات إلى أن الطلب على الحبوب، وبالأخص القمح سوف يتضاعف بحلول عام (2050)، (Tilman et al., 2002)، وهذا ما سوف يضع المنتجين أمام مشكلة زيادة الإنتاج والحفاظ على الربح على الرغم من تأثير مجموعة من العوامل، التي سوف تزيد من كلفة الإنتاج (Semenov et al., 2007).

تُعدُّ الظروف المناخية والبيئية ذات أهمية كبيرة وتأثيراتها فعالة في الإنتاج الزراعي، إلا أنه هناك عوامل أخرى وعمليات زراعية عديدة يمكن التحكم فيها كالتمسيد ومعدلات البذار ومواعيد الزراعة والدورات الزراعية، ويعد نوع السماد المضاف إلى التربة الزراعية أحد العوامل التي تؤدي أثراً مهماً في تحسين المحصول وزيادة إنتاجيته (Tahir and Valkoun, 1994). لذلك لا بد من إيجاد تقنيات جديدة تزيد من إنتاجية القمح، وتحسن من نوعيته كزراعة الأصناف المحسنة، والمعاملات الزراعية الجيدة، واستخدام أساليب الري الحديث، ومكافحة الآفات، ناهيك عن استخدام الأسمدة بأساليب علمية، فالأسمدة تمد النبات بحاجته من العناصر الغذائية، وتساعد على زيادة إنتاج المحاصيل ذات العائد النقدي بجودة أفضل، وتعيد الخصوبة للتربة التي تعرضت للاستغلال المفرط، وتشجيع الفلاحين على استخدام الميكنة الزراعية (الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، 2012).

ترتبط الغلة مباشرة بكمية العناصر الغذائية المعدنية الممتصة بواسطة المحصول حتى مرحلة النضج، وبعد استخدام السماد المناسب بالكمية المناسبة أحد أهم استراتيجيات الإدارة الجيدة لزيادة كفاءة استعمال الأسمدة وزيادة إنتاجية المحاصيل (Jan et al, 2007; Fageria, 2016)، لذلك تعد التوصية السمادية ضرورية للحفاظ على توازن

غذائي إيجابي عن طريق تعويض العناصر الغذائية التي يتم امتصاصها من قبل النبات (Buah and Mwinkaara, 2009)، وضرورية في خفض تكلفة الإنتاج عن طريق تقليل استخدام الأسمدة، والمساعدة في تقليل التلوث الناجم عن استخدام هذه الأسمدة (Good et al, 2007).

الإشكالية البحثية: Research Problem

بالنظر لأهمية القمح كمحصول استراتيجي هام والاهتمام البالغ من قبل الدولة والهيئات البحثية لزيادة إنتاجية هذا المحصول كمأ ونوعاً، وبسبب تطور الأصناف المزروعة، وتغير خصائص التربة وتدهورها بشكل عام، إضافة للتغيرات المناخية الأخيرة، وعلى عد أن الأسمدة من المقومات الرئيسية للتطور الزراعي، وبسبب غلاء أسعارها وصعوبة تأمينها تحت الظروف الحالية، ينبغي العمل على تحديد الاحتياج الأمثل للقمح القاسي (بحوث 11) من الأسمدة الآزوتية والفوسفاتية والبوتاسية في منطقة الغاب للحصول على إنتاجية عالية ونوعية جيدة من القمح، خاصة في ظروف غلاء أسعار الأسمدة وتكاليف نقلها، وتقليل الهدر، والتلوث البيئي الناجم عن زيادة إضافة الأسمدة المعدنية بشكل عام.

تساؤلات الدراسة: Research Questions

- هل التوصية السمادية المعتمدة ملائمة لظروف المنطقة ولصنف القمح القاسي (بحوث 11)؟
- ماهي معدلات التسميد المعدني المثلى للحصول على أفضل إنتاج من القمح بأعلى إنتاجية؟
- هل يمكن التقليل من استخدام الأسمدة الكيميائية مع الحفاظ على إنتاجية نبات القمح؟
- إلى أي مدى تؤثر الأسمدة الكيميائية في الصفات الشكلية والمؤشرات الإنتاجية للقمح؟
- هل يؤثر التقليل من استخدام الأسمدة الكيميائية في خصوبة التربة المستقبلية؟

فرضيات الدراسة: Research Hypothes

1. يوجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% في مستويات العناصر الغذائية المضافة عند إضافة الأسمدة المعدنية في التربة ونبات القمح.
2. يوجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% في الصفات المورفولوجية للقمح بتغير معدلات الأسمدة المضافة للتربة.
3. يوجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% في المؤشرات الإنتاجية للقمح بتغير معدلات الأسمدة المضافة للتربة.
4. المعاملة السمادية الأعلى تتفوق بفروق معنوية عند مستوى معنوية 5% على باقي المعاملات من حيث المؤشرات المدروسة والجدوى الاقتصادية للإضافات السمادية.

أهمية الدراسة: Research Important

1. تحديد أنسب كمية من الأسمدة الآزوتية والفوسفاتية والبوتاسية يمكن إضافتها للحصول على إنتاجية عالية ونوعية جيدة بأفضل جدوى اقتصادية لنبات القمح.
2. تقليل هدر الأسمدة ومن ثم التخفيف من أكبر عامل من عوامل ازدياد كلفة الزراعة البعلية في ظل ندرة الأسمدة، وارتفاع أسعارها المستمر.
3. التقليل من التلوث البيئي الناجم عن الاستخدام العشوائي، أو الزائد للأسمدة المعدنية.

مبررات الدراسة: Research Justification

1. الحفاظ على استدامة التربة كأهم مورد طبيعي من استنزاف خصوبتها أو زيادة ملوحتها نتيجة الاستخدام المفرط للأسمدة المعدنية دون أسس علمية.
2. مراعاة الجدوى الاقتصادية بسبب الارتفاع الكبير في أسعار وكلفة نقل واستعمال الأسمدة المعدنية.
3. ترشيد استعمال الأسمدة من خلال تحديد المعدل الأمثل لإضافتها للمحصول.

أهداف الدراسة: Research Objective

1. دراسة تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفاتي والبوتاسي والتفاعل بينها في الحفاظ على خصوبة التربة.
2. دراسة تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفاتي والبوتاسي والتفاعل بينها في بعض الصفات الإنتاجية والشكلية للقمح (دليل الحصاد، وزن الألف حبة، طول النبات، طول السنبل، الإنتاج الحيوي للقمح).
3. تحديد المعدل السمادي الأمثل الذي يعطي أفضل مردود في موقع التجربة (مركز بحوث الغاب).

مصطلحات الدراسة: Terminology of Study

- **السماد:** أي مادة مضافة تستخدم في تحسين خصائص التربة وتغذية المحاصيل الزراعية بهدف زيادة الإنتاج إذ تمد النباتات بالعناصر المغذية مباشرة أو غير مباشرة لكي يتحسن نموها ويزيد إنتاجها كمياً ونوعاً.
- **الاحتياج السمادي:** كمية السماد التي يحتاجها محصول معين لإعطاء أفضل عائد ممكن.
- **التوصية السمادية:** هي الصيغة أو المعادلة السمادية للحاصلات الزراعية التي تتحدد بعد تقدير الاحتياجات السمادية والتي تضمن توفير الاحتياج السمادي لهذه المحاصيل تحت الظروف المزروعة فيها لإعطاء أفضل عائد وأقل تلوث للبيئة.
- **التربة الخصبة:** هي التربة القادرة على تأمين كل احتياجات النباتات من العناصر الغذائية المعدنية القابلة للإفادة بنسب متوازنة، مع قلة وجود المواد السامة المثبطة للنمو وامتيازها بخواص فيزيائية مناسبة لنمو الجذور وانتشارها. أما **التربة المنتجة:** هي التربة التي تتوافر فيها الشروط السابقة إضافة إلى وجودها في منطقة بيئية تتمتع بتوفر الحرارة والرطوبة والإضاءة المناسبة لنمو وتطور النباتات.
- وبالتالي فإن **الترب الخصبة** يمكن أن تكون تربةً خصبة منتجة أو أن تكون تربةً خصبة غير منتجة كالتراب الواقعة في المناطق الجافة ونصف الجافة والتي يمكن أن تكون على درجة عالية من الخصوبة إلا أن إنتاجيتها مشروطة بتأمين عنصر أساسي من عناصر النمو ألا وهو الماء.

الفصل الأول

الدراسة المرجعية

Literature Review

1-الدراسة المرجعية: Literature Review

1-1 أهمية محصول القمح:

تعد محاصيل الحبوب أهم المحاصيل الزراعية على وجه الأرض، إذ تؤمن 70% من غذاء سكان العالم، ويشكل محصولي القمح والأرز ما يعادل 50% من إنتاج الحبوب العالمي، ويتصدر القمح قائمة محاصيل الحبوب من ناحية المساحة والإنتاج (FAO, 2020)، إذ يستخدم على نطاق واسع في الاستهلاك البشري وله مرتبة عالية عالمياً من بين الحبوب الأساسية المزروعة في جميع أنحاء العالم، ويُعد القمح من أهم المحاصيل الاقتصادية إذ يغطي 23.4 % من الاحتياج العالمي من الغذاء، كما يشكل مصدراً غذائياً رئيساً لحوالي 40 % من سكان العالم (Omara et al., 2019)، ويُعد من أهم وأقدم المحاصيل التي قام الإنسان بزراعتها وتحسينها منذ آلاف السنين وحتى يومنا هذا (Wolde et al., 2019)، إذ يحتل المرتبة الثانية من الإنتاج العالمي للحبوب بعد الذرة، والمرتبة الأولى من المساحات المزروعة في العالم، وقد بلغت المساحة المحصودة عالمياً في عام 2020 نحو 217 مليون هكتار، والإنتاج حوالي 790 مليون طن، وتعد دول الاتحاد الأوروبي، الصين، الهند، روسيا، والولايات المتحدة الأمريكية، كندا وأستراليا من أكثر الدول المنتجة له (FAO, 2020).

ينتمي نبات القمح إلى الفصيلة النجيلية، وهو من النباتات الحولية التي تتبع الجنس *Triticum*، وهناك أصناف

عدة من القمح في العالم ينتمي معظمها إلى النوعين *Triticum. Aestivum L.* و *Triticum. Durum L.*

يُعد القمح كغذاء أساسي أحد محاصيل الحبوب المزروعة على نطاق واسع، ويعد بحكم أهميته الغذائية في طليعة المحاصيل الاستراتيجية، وأهم محصول للأمن الغذائي على المستوى الوطني والعالمي، إذ تزداد أهميته نتيجة للانفجار السكاني على مستوى العالم في القرن الحالي، ويعتمد استقرار أي بلد، وأمنه الغذائي على مدى توفر هذه المادة زراعية، وإنتاجاً، وتخزيناً، وصولاً إلى الاستهلاك الأمثل (علوش والحافي، 2015)، ويحصل سكان العالم على أكثر من 45% من السعرات الحرارية، وأكثر من 40% من البروتين من القمح (جبيل وفالح 2014؛ وسعدة ولاوند 2016؛ Zhang et al., 2021)، ولتغذية السكان الذين يزداد عددهم مقارنة بالأراضي الزراعية المحدودة، لا يجب

علينا فقط تحقيق غلة عالية في وحدة المساحة، ولكن الهدف الرئيسي في إنتاج القمح هو الحصول على نسبة بروتين عالية في الحبوب، خاصةً في المناطق التي يعتمد فيها تناول البروتين الغذائي اعتماداً أساسياً على البروتين الموجود في حبوب المحاصيل (Shi et al., 2010)، إذ تستخدم حبوب القمح مادة أولية في العديد من الصناعات الغذائية مثل الخبز، والمعجنات، والبسكويت، والمعكرونة، ويمكن استخدام القش الناتج عن محصول القمح علفاً للحيوانات (نقلاً عن: المحاسنة، 2012؛ Tadesse et al., 2019). ونظراً للتزايد الكبير بعدد السكان، تكمن الحاجة إلى زيادة الإنتاج العالمي قدرها 1,6 % سنوياً لتغطية الاحتياجات المتزايدة على هذا المحصول (Tadesse et al., 2019؛ Al-Ghzawi et al., 2018؛ Ljubicic et al., 2016) مما استدعى البحث عن سبل جديدة لزيادة الإنتاج والإنتاجية من خلال تطبيق أساليب البحث العلمي في برامج زراعة القمح وإنتاجه (حسن وآخرون، 2016؛ Al-Ghzawi et al., 2018).

اقترح Ray وزملاؤه (2013) أن إنتاج المحاصيل يجب أن يتضاعف بحلول عام 2050 لتلبية الاحتياجات الغذائية للسكان الذين يتزايد عددهم بسرعة، وقد أشاروا إلى أن المسار الأكثر استدامة لتحقيق الأمن الغذائي هو زيادة غلة المحاصيل بدلاً من توفير المزيد من الأراضي لإنتاج المحاصيل. لذلك، فإن تحسين الغلة هو أهم هدف لجهود الزراعة العالمية طويلة الأجل.

إلا أن المقدرة الإنتاجية لأي صنفٍ مهما كانت مواصفاته رهينة بعمليات الخدمة المطبقة وفق الأسس العلمية الصحيحة، ومن هذه العمليات الاهتمام بالتغذية والتسميد لما تؤديه المغذيات من دور مهم في الكثير من العمليات الحيوية والفيسيولوجية داخل النبات مثل عمليتي التمثيل الضوئي والتنفس، وفي تكوين الكلوروفيل وإنتاج الطاقة والتفاعلات الإنزيمية وبناء الأحماض الأمينية والدهنية والنوعية، فضلاً عن دورها في زيادة كفاءة نقل نواتج التمثيل الضوئي من أماكن تصنيعها إلى باقي أجزاء النبات التي تعد أساساً مهماً لنمو وتطور النبات (تعبان، 2002؛ الألوسي، 2009).

يزرع القمح عالمياً ضمن مدى بيئي وجغرافي واسع، ويعتقد أن الموطن الأصلي لمعظم الأنواع المزروعة من القمح هو الشرق الأوسط، ويذهب البعض إلى القول إن زراعة القمح بدأت من بلاد الشام منذ نحو ستة آلاف عام، ثم انتقلت زراعته شرقاً إلى إيران فالهند وروسيا والصين، وغرباً إلى مصر ومن ثم إلى أوروبا والأمريكيتين.

يزرع في سورية نوعان من القمح، وهما القمح الطري أو قمح الخبز (*Triticum aestivum*) والقمح القاسي (*Triticum durum*)، تحت ظروف بيئية متباينة، حيث يزرع حسب مناطق الاستقرار المناخي بعلاً بالظروف المطرية، أو تحت الري التكميلي في مناطق أخرى، أو الري الكامل في المناطق الجافة، إلا أن الإنتاج لا يزال متدنياً بسبب العديد من الضغوط الحيوية (الأمراض، الآفات والحشائش)، واللاحيوية (الجفاف، الملوحة، تدهور خصوبة التربة وغيرها)، وقلة توفر الحبوب المحسنة من الأصناف الجيدة. ولزيادة الإنتاج والإنتاجية من محصول القمح في ظل كل تلك الضغوط فإن الأمر يستوجب الاهتمام بالبحوث والدراسات؛ واتباع تطبيق التقنيات الحديثة.

كانت الجمهورية العربية السورية في طليعة الدول المنتجة للقمح القاسي في العالم، إذ احتلت المرتبة الثالثة في تصديره بعد كندا والولايات المتحدة الأمريكية (Belaid, 2000)، إذ كانت تقوم بتصدير القمح إلى العديد من دول العالم، غير أن الزيادة السريعة في عدد السكان، وزيادة الوعي الاجتماعي والصحي، ودخول محاصيل اقتصادية منافسة للقمح، بالإضافة لتذبذب معدلات الهطول المطري، جعل المساحات المزروعة بالقمح متغيرة، وأدت من ثم إلى انه لا يوجد استقرار في الإنتاج، مما أدى لاستيراد بعض الكميات من القمح والطحين لسد الحاجات المتزايدة.

نظراً للأهمية الاقتصادية للقمح القاسي في سورية، وعلى الرغم من الزيادة الحاصلة في زراعة وغلة محصول القمح في سورية إلا أن إنتاجيته في وحدة المساحة بقيت متدنية لأسباب كثيرة تتعلق بإدارة التربة والمحصول معاً، إذ ازدادت المساحة المزروعة به خلال العقود الماضية من (360 ألف هكتار) عام 1990، حتى وصلت إلى (577 ألف هكتار) عام 2014، وفي عام 2020 كانت المساحة المزروعة بالقمح القاسي (744 ألف هكتار)، منها (39 ألف هكتار) في منطقة الغاب، بينما لم تتجاوز إنتاجيته في أفضل الأحوال 2.2 طن.هكتار⁻¹ (المجموعة الإحصائية السورية، 2021)، وعموماً يشكل القمح البعلي في سورية ما نسبته حوالي 57% من مجمل المساحات المزروعة

بالقمح ومن ثم فإن إنتاج القمح في سورية يرتبط بإنتاج القمح البعلي، الذي يتأثر بدوره بالهطول المطري والذي يعد من أهم العوامل المحددة لإنتاجيته (Juusola, 2010).

وبالرغم من توفر عوامل الإنتاج من تربة ومياه ومناخ تلائم زراعة القمح، وتسجيل واعتماد أصناف جديدة منه في السنوات الأخيرة، فإن إنتاج وحدة المساحة لايزال منخفضاً لسبب أو لآخر ومنها انه لا يوجد استخدام للوسائل الحديثة لزيادة الإنتاج مثل التسميد بالكميات والمواعيد الموصى بها، مما يسبب حدوث خسارة في الغلة بسبب نشوء ونمو وتطور وتمايز أعضاء النبات ضمن ظروف غير ملائمة للإنتاج، لذلك لابد من تحسين إنتاجية القمح في سورية وتقليص الفجوة بين الإنتاج والكميات المستوردة باتباع الطرق المناسبة (علوش والحافي، 2015).

وعند إجراء أي دراسة على محصول القمح يتم عادة دراسة عدد من الصفات الشكلية أهمها:

- **ارتفاع النبات (سم):** مؤشر مهم لنمو النبات وتطوره، ويعطي فكرة للتنبؤ بمعدل النمو والإنتاجية للمحصول (Kaur, 2017). وتؤدي صفات الساق كارتفاعه ووزنه النوعي أثراً مهماً في فترة امتلاء الحبوب، نظراً لقدرتها على تخزين الكربوهيدرات التي تدعم بدورها امتلاء الحبوب (Sallam et al., 2015)، ويجب الانتباه إلى أن زيادة ارتفاع النبات بشكل كبير تسبب في استهلاك كميته أكبر من المادة الجافة المسخرة لمرحلة النمو الثمري، فيتراجع معدل تكوين السنابل وعدد الحبوب في السنبل الواحدة ووزنها مؤدياً إلى انخفاض في الناتج النهائي (سعدة ولاوند، 2016).

- **طول السنبل (سم):** تعد صفة طول السنبل من الصفات الهامة المرتبطة ارتباطاً إيجابياً مع الإنتاج النهائي لأن لها علاقة إيجابية مع عدد الحبوب بالسنبل ووزنها، كما أن محصول الحبوب النهائي يتأثر بشكل كبير بالتغيرات في الجزء العلوي من السنبل (Protic et al., 2019 ; السقرات، 2014). وقد ترجع الزيادة في طول السنبل لكفاءة عمل الأجزاء النباتية جميعها مجتمعة من إذ أنتاج وتراكم المادة الجافة (فعالية البناء الضوئي) (الظاهر والحمداي، 2016). ولطول السنبل تأثير غير مباشر على محصول الحبوب بعدد السنيبلات، وعدد السنيبلات الخصبة، وعدد الحبوب لكل سنبل (Ljubicic et al., 2014).

- **عدد السنابل في المتر المربع (سنبلية م⁻²):** عدد السنابل في وحدة المساحة (م²) من أحد اهم الصفات التي يهتم بها الباحثين لأنها من احدى مكونات الإنتاج الأساسية التي بها يمكن تقدير القدرة الإنتاجية للمحصول المزروع، وهي تتحدد في المراحل الأولى من نمو النبات (العامري والعبيدي، 2016)، كما أنها صفة تعتمد على مدى توفر متطلبات النبات بحسن إدارة العمليات الزراعية (طرائق الزراعة ومواعيدها، نظم الحراثة والرعي، معدلات البذار والتسميد) بموسم النمو (Al-Ouda 2013; Moshatatia et al., 2017).
- **وزن الألف حبة (غ):** تعبر هذه الصفة عن درجة امتلاء الحبوب، التي تعتمد على قوة المصعب كمستلم لنواتج التمثيل الضوئي ومدى جاهزية المصدر لتوزيع نواتج التمثيل الضوئي (الفهداوي، 2010). وقد يعزى إلى استدامة أجزاء النبات بما في ذلك الأوراق وزيادة فعاليتها في عملية البناء الضوئي ومن ثم زيادة كمية المادة الجافة المصنعة والمتراكمة، وتوجيهها لملء الحبوب مما يؤدي إلى زيادة وزن الألف حبة (ديب، 2005)، أو إلى طول فترة امتلاء الحبوب ومكونات المحصول الأخرى، والكفاءة العالية في استثمار نواتج البناء الضوئي وتصنيع كمية أكبر من المادة الجافة وتسخيرها إلى الأزهار والحبوب ما يؤدي إلى زيادة عدد الحبوب وحجمها ودرجة امتلائها (العامري والعبيدي، 2016؛ المحاسنة، 2012). ويُعدُّ وزن الألف حبة ناتج عمل كل أجزاء النبات أثناء البناء الضوئي خلال حياتها، علاوة على تناسب العمليات الزراعية المصاحبة وخاصة التسميد، ويشكل عنصراً مهماً من مكونات الإنتاجية المترافق مع عدد ووزن الحبوب بالسنبلية وعدد السنابل في وحدة المساحة (ديان 2016؛ سعدة ولاوند، 2016؛ شخموس وزملاؤه، 2013).
- **الغلة الحيوية (طن.هكتار⁻¹):** وتؤدي زيادة المحصول البيولوجي عند النضج إلى زيادة الإنتاجية نتيجة زيادة كمية المادة الجافة المصنعة والمتاحة لنباتات المحصول بالمراحل المتقدمة الحرجة من حياة النبات، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة عدد الحبوب المتشكلة ودرجة امتلاءها ومن ثم إنتاجية الحبوب خاصة في حالة توفر الماء في مرحلة امتلاء الحبوب (قنبر وآخرون، 2017). إن المحصول البيولوجي هو حصيلة مشتركة لمكونات الإنتاج مثل عدد الأفرع بالنبات، ارتفاع النبات، عدد الحبوب بالسنبلية ووزن الألف حبة

(Mushtaq et al., 2011)، وتعزى الزيادة في الإنتاج البيولوجي إلى حد كبير إلى ارتفاع معدل التمثيل الضوئي وتبادل الغازات، ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل (Tshikunde et al., 2019). كما أن زيادة ارتفاع النبات والمساحة الورقية التي تتم فيها معظم عملية البناء الضوئي لا سيما عند وجود الكلوروفيل بتركيز مرتفع سيؤدي إلى زيادة نواتج هذه العملية التي تنعكس على زيادة الحاصل البيولوجي (التميمي وزملاؤه، 2014). كما يعود انخفاض الحاصل البيولوجي تحت ظروف الإجهاد المائي إلى تقليل تراكم المادة الجافة للنباتات نتيجة لقلة النمو الخضري المرتبط بعدد الأشطاء وارتفاع النبات والمساحة الورقية ووزنها الجاف، ومن ثم تقليل اعتراض الأشعة الشمسية وقلة تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية نتيجة لانغلاق الثغور وزيادة التنفس وحصول اضطرابات للعمليات البيوكيميائية (فرهود والمعيني، 2014).

- **الغلة الحبية (طن.هكتار⁻¹):** إنتاجية الحبوب صفة كمية معقدة ناتجة عن التفاعل بين مكونات الإنتاج من ناحية والظروف البيئية والنظم المزروع بها من ناحية أخرى، كما يعكس أيضاً تأثير ما تعرض له النبات من ضغوط معاكسة (سعدة ولاوند، 2016). وهناك العديد من العوامل التي يمكن أن تؤثر في إنتاجية الحبوب للقمح مثل: عدد الإشطاء المثمرة والكلية، ووزن الحبوب في السنبلة، ووزن الألف حبة (بوبازين وافروخ، 2018).

- **دليل الحصاد (%):** يعد دليل الحصاد أحد البدائل المهمة التي يسعى بها المربون لزيادة المردود النهائي من نواتج محاصيل الحبوب. ودليل الحصاد يبرز وبوضوح دور أجزاء النبات فوق سطح التربة في استقلاب نواتج الطاقة (Wnuk et al., 2013). إن زيادة صفة دليل الحصاد تتعلق بزيادة نسبه حاصل إنتاج الحبوب نسبةً إلى حاصل الإنتاج الحيوي، فعند انخفاض الإنتاج الحيوي يرتفع دليل الحصاد والعكس (Wnuk et al., 2013). وتتأثر صفة دليل الحصاد كثيراً بالجفاف أثناء مرحلة النمو الخضري وفترة امتلاء الحبوب، لذا فإن زيادة حفظ المدخرات الكربوهيدراتية بالمدة ما بين النمو الخضري ومدة امتلاء الحبوب يكون مفيداً جداً خاصةً في البيئات الجافة (نعمة وآخرون، 2011). كما أن صفة دليل الحصاد من

الصفات المهمة المرتبطة بالإنتاجية خاصة ضمن ظروف الزراعة البعلية، إذ تزداد قيمة دليل الحصاد بزيادة وزن الحبوب، أو بتراجع الوزن الجاف الكلي للنبات، لذلك تؤدي زيادة مكونات إنتاجية الحبوب العددية إلى تحسين إنتاجية الحبوب النهائية بزيادة قيمة دليل الحصاد (سعدة ولاوند، 2016).

2-1 أهمية عنصر الآزوت لمحصول القمح:

الآزوت عنصر النمو الخضري، وهو عنصر متحرك في النبات، ولا بد من توفر كميات مناسبة منه في التربة لنمو النبات، ولكن يجب الانتباه إلى أن الآزوت الزائد عن الإضافة الموصى بها يحفز النمو الخضري، ويؤخر النضج، ويقلل من مقاومة النبات للأمراض، وغالباً ما يتسبب في فقدان غلة المحاصيل (Mojid et al, 2012)، وهو عنصر يفقد من التربة بمدة قصيرة أما بالغسل أو بالتطاير، ويوجد الآزوت في التربة على شكلين:

- المعدني: أمونيوم أو نترات وهو الجزء الصالح للامتصاص.

- العضوي: ولا يستفيد منه النبات إلا بعد تحلله وتحوله إلى الشكل المعدني.

ويمكن تلخيص أهم وظائف الآزوت في النبات بأنه يدخل في بناء المواد البروتينية، ويُعدُّ أهم مكونات البروتوبلازم، كما يدخل في تركيب اليخضور، وأكثر مكونات الأزهار والثمار، ويتحكم أيضاً في قدرة النبات على امتصاص عنصري الفوسفور والبوتاس.

والآزوت هو أهم المغذيات التي تتحكم في نمو وغلة المحاصيل الزراعية في مختلف المناطق الزراعية، بسبب تأثيره على العمليات الفسيولوجية (التنفس، التركيب الضوئي، ونشاط الأنزيمات) التي تؤثر تأثيراً مباشراً في نمو النبات، وقد ركزت الأبحاث على أثر التسميد بالآزوت لمحاصيل الحبوب نظراً لأهميته في رفع غلة المحصول، وتحسين جودة العجين، بالإضافة للآثار البيئية السلبية الناجمة عن انخفاض كفاءة استخدامه ومن ثم تطايره في الجو، أو تلويثه للمياه الجوفية (Sharma et al., 2021; Singh et al., 2021).

يعد عنصر الآزوت من العناصر المعدنية المغذية الكبرى المحددة لإنتاجية أغلب أنواع المحاصيل في نظم الزراعة، ويُعدُّ العنصر الأكثر أهمية من بين العناصر الغذائية الباقية، إذ يحتاجه النبات بكميات كبيرة بمدة حياته من المرحلة

الخضرية وحتى الحصاد، ولذلك يُعدُّ السماد الآزوتي من أكثر الأسمدة استعمالاً لزيادة إنتاج المحاصيل الزراعية (Madana,2009; Spiertz,2010).

وقد لاحظ Matar و Perrier (1990) أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين محتوى التربة من الآزوت وبين كمية المادة الجافة للمحصول المزروع، إذ يعدّ العنصر الأول الذي يحدد إنتاجية المحاصيل الزراعية عموماً والنجيلية بشكل خاص (مثل القمح) فيعمل على زيادة مكونات حاصل القمح الكمية والنوعية (البدراني وآخرون، 2013)، فهو العنصر الأول الذي تعاني من نقصه حقول القمح (Emam and Niknejad, 2005)، ويشير Lawlor (2002) إلى أن التسميد الآزوتي لمحصول القمح يمثل عاملاً مهماً ومحددًا للنمو، وأن أصناف القمح عالية الإنتاج تحتاج إلى كميات كبيرة ومنتظمة من التغذية الآزوتية في مراحل نموها المختلفة، لدعم عملية التمثيل الضوئي التي تنتج الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية كلها، بالإضافة لدور الآزوت المهم في بناء البروتوبلازم، والأنزيمات ومرافقاتها مثل: $NADH_2$ ، $NADPH_2$ ، ومركبات الطاقة (ATP/CTP و GTP)، وفي تكوين الأحماض الأمينية لمنظمات النمو الضرورية في استتالة الخلايا النباتية، (البدراني، 2010)، والأحماض الأمينية التي تعد حجر الأساس في تكوين البروتينات الداخلة في بناء الخلية (Taiz and Zeiger,2002; Habtegebrial et al, 2007; Xue et al, 2016).

يؤدي التسميد عموماً أثراً مهماً في الإنتاج الزراعي (Zhang et al., 2021)، ويعدّ النقص المتزايد في المياه، والاستخدام المفرط للأسمدة الآزوتية تحديين رئيسيين تواجههما الزراعة العالمية حالياً (Wu et al., 2020)، إذ من المحتمل أن يؤدي هذا الإفراط إلى تدهور التربة وتلوث المياه الجوفية (Yan et al., 2021).

يعدّ الآزوت من أهم العناصر الغذائية المؤثرة في كمية، ونوعية حبوب القمح، إذ وجد أنّ إضافة السماد الآزوتي للتربة يزيد من معدل امتصاص الآزوت في الحبوب (Gerba et al, 2013؛ أبو ضاحي وعزت، 1991 Koch and Mengel, 1977)، كما أشار Elmejhed (1993) إلى أن للسماد الآزوتي دور مهم في نمو، وامتصاص محاصيل الحبوب لعنصر الآزوت، وذلك بتشجيعه على النمو الخضري الجيد، فضلاً عن اثره المهم في تكوين وتقوية

المجموع الجذري (Pandey et al., 2001)، ومن ثم يؤدي الآزوت أثراً مهماً في تركيز البروتين المخزن في حبوب القمح (Bhatia and Rabson., 1987)، وجودة الخبز المصنوع منها، (Vazquez et al., 2019).

يسمح تأمين احتياجات القمح من السماد الآزوتي خصوصاً بمرحلة استطالة الساق في إعطاء مساحة ورقية عالية، بالإضافة لتأخير شيخوخة الأوراق، وزيادة حجم النسيج الغذائي في الحبة (فرج وعبد الوهاب، 2006؛ البدراني، 2013) وهذا يؤدي لإطالة المدة الفعالة لامتلأ الحبوب، وزيادة الكفاءة في تجميع نواتج التمثيل الضوئي اللازمة لامتلأ جميع الحبوب المتشكلة (Pandey et al., 2001)، وتراكم المادة الجافة (Zende et al., 2005)، ومن ثم إعطاء غلة حبية جيدة (Alley et al., 1999).

تؤدي زيادة مستويات الآزوت إلى زيادة إنتاجه في محيط الجذور، ومن ثم زيادة امتصاصه واستخدامه من قبل النبات (Ali et al, 2003; Fallahi et al, 2008)، لينتقل إلى الأجزاء الحديثة التكوين مثل المرستيمات المسؤولة عن النمو، ويؤدي إلى زيادة انقسام الخلايا واستطالتها (البدراني، 2010)، ومن ثم زيادة المساحة الورقية، وكذلك يزيد من تركيز اليخضور (Taiz and Zeiger., 2002)، وهذا يؤثر بدوره على زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي، لاسيما عند بداية موسم النمو مما يزيد من نواتج تمثيل عملية التركيب الضوئي (الحيدري ورعد، 2006)، إذ تدعم نواتج تمثيل عملية التركيب الضوئي نشوء وتشكل بادئات الإشتاء واستمرار نموها (أبو ضاحي وزملاؤه، 2005؛ العلوي، 2011)، كما يسهم الآزوت في زيادة نسبة الإشتاءات المنتجة على حساب تلك غير المنتجة (Satorre and Ali et al., 2003; Alam et al., 1999)، وهذا يؤثر إيجابياً في زيادة عدد السنبال في وحدة المساحة (Slafer, 2003)، وعدد الحبوب في السنبلة (Fallahi et al., 2008)، ووزن الألف حبة (Shearman et al., 2005)، كما يزيد من انقسام وتوسع الخلايا (Konoplya and higa, 1999; Dario et al., 2010)، ومن ثم زيادة ارتفاع النبات (hussain et al, 2006; Jamaati et al, 2011) بالإضافة لزيادة طول السنبلة (Donato and Fornaro., 2012 ; شاطي وصبيحة، 2010)، وهذا بدوره يؤدي لزيادة في الكتلة الحيوية والغلة الحبية (Latiri et al, 1998; البدراني، 2010).

يعتبر Grahmann وزملاؤه (2014) أن استخدام الأسمدة الآزوتية هو المدخل الأكثر فعالية في تحسين المحصول وزيادة تركيز بروتين الحبوب في القمح. إذ يضمن استخدام كميات كبيرة من السماد الآزوتي إنتاجية أعلى للمحصول، ولكنه يتسبب في إمكانية زيادة الفاقد من السماد، وزيادة التلوث البيئي بالآزوت الذي لم تكن إضافته ضرورية لتحقيق الإنتاج الأمثل للمحصول، لذلك من الضروري زيادة كفاءة استخدام السماد الآزوتي وزيادة إنتاجيته من خلال تقليل المدخلات وزيادة امتصاص المحصول للآزوت بالعمليات الزراعية المتنوعة (Sharma et al., 2022)، فمثلاً تشير الدراسات الحديثة إلى أن الاستخدام المشترك للأسمدة (N.P.K,S) يحسن من كفاءة استخدام الآزوت من قبل النبات (Duncan et al., 2018)، ولكن الفلاحين يستخدمون كميات من السماد الآزوتي تفوق بكثير حاجة المحاصيل المزروعة سعياً وراء تحقيق إنتاجية عالية (Zhang et al., 2015).

أشارت الدراسات السابقة إلى أن إنتاجية محصول الحبوب ومحتوى البروتين في القمح الشتوي كانا مرتبطتين بشكل إيجابي بمعدلات استخدام الأسمدة الآزوتية في السنوات جميعها ومواقع الزراعة المختلفة (Zhang et al., 2017)، ومع ذلك، أدى الاستخدام المفرط، أو استخدام كميات غير كافية من الآزوت إلى انخفاض كل من محصول الحبوب ومحتوى بروتين الحبوب (Wu et al., 2019).

مما سبق نجد أن الحاجة كبيرة لاستعمال الأسمدة الآزوتية لرفع كفاءة المجموع الخضري عبر تسريع العمليات الحيوية المختلفة في إنتاج المواد العضوية ومن ثم زيادة المادة الجافة وتحسين نوعية الحاصل وكميته، وهذا يتفق مع (peltoman,1995).

3-1 أهمية عنصر الفوسفور لمحصول القمح:

يُعدُّ الفوسفور عنصراً متحركاً ضمن النبات وقليل الحركة في التربة، وهو من العناصر الغذائية الكبرى في تغذية النبات، ويأتي في المرتبة الثالثة بالكمية التي يحتاجها النبات بعد الآزوت والبوتاسيوم ولمعظم المحاصيل الزراعية، يطلق عليه مفتاح الحياة لدوره المباشر في العديد من العمليات الفسيولوجية في النبات (النعيمي، 1999).

يوجد الفسفور في التربة بشكلين أساسيين هما المعدني والعضوي، والصورة الجاهزة للامتصاص من قبل النبات تكون على هيئة أيون الأورثوفوسفات بصورته الأحادية والثنائية، ويثبت جزء كبير منه في التربة على شكل فوسفات ثلاثي الكالسيوم وهذا المركب غير قابل للإفادة علماً أن النباتات تستطيع الاستفادة من فوسفات أحادي وثنائي الكالسيوم في وجود المادة العضوية، إذ بين (العبيدي، 1986) أن المادة العضوية تؤثر إيجابياً في ذوبان الفسفور الممتز والمترسب بسبب تكوين مركبات مخلبية مع أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم والحديد والألمنيوم تمنع ارتباط هذه الأيونات مع أيونات الفسفور الجاهز للامتصاص وتقلل من ترسيبه، لذا فإن جاهزيته في التربة هامة جداً خلال مراحل نمو النبات ولاسيما عند مرحلة التفرعات والتزهير، وهو عنصر أساسي لنمو النبات وإنتاجيته، ويتواجد في التربة بكميات كبيرة، ولكن نسبة الفوسفور المتاح للنبات غالباً ما تكون منخفضة، لتظهر أعراض نقصه على النباتات المختلفة، يمكن تحسين كفاءة استخدام الفسفور للتقليل من استخدام الأسمدة الكيماوية والتخفيف من الأضرار البيئية عن طريق تحسين طرائق إدارة الأسمدة الفوسفورية (Epstein et al, 1983). يخزن الفوسفور الممتص في جذور الأشجار المثمرة عند عدم الحاجة إليه وكذلك ينتقل جزء منه من الأوراق ويخزن بالجذور في نهاية فصل النمو، وتعتبر البذور أغنى أجزاء النبات به، ويعد ضرورياً للحصول على إنتاجية جيدة للمحاصيل، إذ يعد نقص الفوسفور المتاح في التربة من أهم العوامل التي تحد من نمو المحاصيل وتسبب انخفاض غلتها (Wissuwa, 2003). لما له من أثر كبير في العديد من العمليات الفسيولوجية في النبات، فهو يدخل في تكوين المركبات الغنية بالطاقة والمرافقات الأنزيمية التي بدونها لا يمكن للنبات أن يقوم بوظائفه الحيوية مثل تحلل الكربوهيدرات الناتجة من عملية التركيب الضوئي ويساعد في انقسام الخلايا النباتية وتحفيز نمو وتطور الجذور، والنضج المبكر للثمار، وتكوين البذور (Tisdale et al., 1997).

ويمكن تلخيص أهم وظائف الفوسفور بأنه يدخل في تركيب بروتين النواة، وهو عنصر مهم في عمليات التنفس، وله دور رئيس في عمليات التحول للكربوهيدرات داخل النبات مثل تحول النشا إلى سكر، وفي تمثيل الدهون، كما يسرع في عمليات نضج الثمار.

إذ يعد الفسفور أحد عناصر الطاقة التي تسهم في عملية نقل المواد المصنعة كالكسريات من أماكن تكوينها إلى بقية أجزاء النبات كالجزور والسيقان والثمار (أبو ضاحي واليونس، 1988).

ويُعدُّ الفوسفور من العناصر الرئيسية في تغذية النبات فهو يدخل في عمليات نمو وتشكل وانقسام الخلايا النباتية وتكوين البذور، إذ تختلف النباتات في حاجتها للفسفور تبعاً لنوع المحصول ومرحلة النمو، وإن أعراض نقصه لا تشير إلى عدم وجوده بكمية كافية في التربة، بل قد يرجع السبب أحياناً إلى عدم توافره بشكل قابل للامتصاص بسبب تعرضه للتثبيت باليوني الترسيب والإدمصاص، أي تحوله من الشكل الذائب والمتاح للنبات إلى الشكل المعقد الأقل ذوباناً وإتاحةً، تؤثر في هذه العملية عوامل عدة منها: كمية ونوع معادن الطين، ودرجة الحموضة، وتأثير الأيونات، وتأثير المادة العضوية، فضلاً عن زمن التلامس بين أيونات الفوسفات ومكونات التربة (عودة وشمشم، 2008)، وقد تبين بأن الفسفور المتاح يزداد مباشرة بعد إضافة السماد، ثم تتناقص كميته تدريجياً إلى النصف بعد أربعة إلى خمسة أشهر من الإضافة (Cavazza and Patruno, 1997).

يؤدي الفسفور دوراً أساسياً وضرورياً في نمو وتطور وانقسام الخلايا وتكوين البذور (النعمي، 1999؛ عبد الجواد وزملاؤه، 2007)، وتكوين مجموع جذري قوي ذو كفاءة عالية في امتصاص الماء والمغذيات (Page et al., 1982)، ناهيك عن كون الفوسفور أحد العناصر المهمة في نقل الكسريات والكربوهيدرات والمواد المصنعة من الأوراق إلى الحبوب، وفضلاً عن ذلك فهو مركب رئيسي في البذور، ومصدر فعلي للطاقة إذ ينتقل إلى البذور الحديثة التكوين (Kaiser et al., 2013)، وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة نمو الخلايا، كما يؤثر على زيادة طول السنبلة، وزيادة وزن الألف حبة (أبو ضاحي واليونس، 1988).

كما يسهم الفسفور في زيادة عدد الأشطاءات في القمح بسبب دوره الإيجابي في زيادة صفات النمو مما يزيد من توفر المواد المتمثلة التي تدعم نشوء وتشكل بادئات الإشاء ونجاح نموها واستمرارها ومن ثم زيادة عدد السنبال في وحدة المساحة (الجلبي وإحسان، 2012)، وهذا يعني زيادة في النمو والغلة الحيوية والحيية (أبو ضاحي واليونس، 1988)،

إذ تبين ازدياد المادة الجافة ازدياداً كبيراً بازدياد السماد الفوسفوري المضاف للمحصول، ولكن في المقابل أدت إضافة السماد بنسب عالية أدت لتراجع نمو المحصول (Cai et al., 2004).

بينما أظهرت دراسات أخرى أجريت على أصناف القمح الشتوي والذرة الرفيعة والذرة عالية الإنتاجية أنها منخفضة الحساسية لنقص الفوسفور، أي أنه في حالة انخفاض نسبة الفسفور، يمكن للنباتات المذكورة أن تنمو وتتطور بشكل طبيعي، وتنتج غلة حبية عالية، وهذا قد يعود إلى معدل التمثيل الضوئي الممتاز (George, 1985؛ Gstdiner and Christensen, 1990). وتبين أنه تحت ظروف نقص الفوسفور بشكل طفيف لم تتأثر كمية الفوسفور في النبات، كما لم تتأثر أهم خصائص المحصول الإنتاجية مثل الغلة الكلية والغلة الحبية، وهذا قد يعزى لطبيعة الصنف المستخدم في الزراعة (Huang et al., 2009).

غالباً ما يكون نقص الفوسفور عاملاً محدداً للإنتاجية في التربة الزراعية، والوصول إلى تحقيق هدف الإنتاجية العالية للمحصول يتطلب استخدام معدلات أسمدة عالية نسبياً كوسيلة لمراعاة تلك الكفاءة المتزايدة في الإنتاج، وهذا الحل إضافة لكلفته العالية، فإن استخدام المعدلات فوق المثلى للأسمدة الكيميائية يؤدي إلى انخفاض كمية المادة العضوية في التربة لتعويض كمية الإنتاج العالية (Battaglia et al., 2018)، وللحفاظ على إنتاجية اقتصادية للمحاصيل المختلفة، يجب علينا استخدام الأسمدة بكميات كبيرة، مما يولد تكاليف باهظة، ويستهلك الموارد المحدودة من خام الفوسفات (Quan and Yan., 2002; Zhang et al., 2005)، وعلاوة على ذلك، فإن الاستخدام المفرط للأسمدة الكيماوية في الزراعة يؤدي لمشاكل بيئية مثل تلوث المياه الجوفية بالنترات والفوسفور، وتملح التربة، فضلاً عن اختلال التوازن الطبيعي لنسبة العناصر المعدنية في التربة، ومن ثم فإن الإدارة السليمة للمدخلات السمادية للتربة يحسن من صحة واستدامة التربة على المدى الطويل (Ibrikci et al., 2005).

لذلك برزت أهمية استخدام الأسمدة الفوسفاتية بصورة عقلانية ومتوازنة مع بقية الأسمدة المختلفة مع الانتباه لخصائص التربة انتباهاً خاصاً، بسبب دوره الكبير في زيادة معدل نمو الجذور ومن ثم زيادة قدرة النبات على امتصاص الماء خصوصاً خلال أشهر الربيع وبداية الصيف (Copper et al., 1988).

4-1 أهمية عنصر البوتاسيوم لمحصول القمح:

يُعدُّ البوتاسيوم ثاني العناصر الغذائية الكبرى المهمة لنمو النبات بعد الآزوت (Fageria., 2016)، وينفرد البوتاسيوم بظاهرة الاستهلاك الترفي من قبل النبات دون سائر العناصر المغذية الأخرى، ويقصد بذلك استمرار جذور النبات في أخذ أيون البوتاسيوم من التربة طالما توفر الأخير فيها، إذ تبلغ نسبة البوتاسيوم في النبات بين (1 و3%)، نظراً لأهمية هذا العنصر في عمليات تكوين الكربوهيدرات والزيوت (الشاطر والبلخي، 2017).

والبوتاسيوم من أكثر المغذيات التي يحتاجها النبات توافراً في التربة، ولكنه يتميز ببطء تحرره من مواقع تثبيته في معادن الطين لذلك فالميزة ليست بالكمية الكلية المتواجدة منه في التربة ولكن بمدى تحرره، ولا سيما في المراحل الحرجة من نمو النبات (Adday, 2002). ويُلاحظ الجزء الأكبر من هذا العنصر في الطبقات السطحية من التربة إذ يتواجد القسم القابل للامتصاص من قبل النبات في صورة هيئة ذائبة، وفي صورة هيئة متبادلة في محلول التربة، وتشكل كلتا الصورتين أقل من (3%) من محتواه الكلي، أما القسم الآخر منه فيوجد في الصورتين المعدنية والتمثلية ويشكل هذا القسم أكثر من (97%) في أنظمة الترب المختلفة (Bajwa, 1994). والصفة المميزة للبوتاسيوم هي وجوده في النبات على شكل أيون حر داخل الخلايا (Havlin et al., 2005)، ويطلق عليه الأيون الموجب الرئيس (Mengel and Kirkby., 2001)، إذ يعتقد على نطاق واسع أنه العنصر الغذائي الذي يؤثر على نمو النبات بالتعاون مع العناصر الأخرى (Broadley et al., 2004).

ويمكن تلخيص وظائف البوتاسيوم في النبات بأنه عنصر هام في إنتاج وانتقال السكريات في النبات، كما يساعد على اختزال السكريات وتحولها إلى نشأ، وهو عنصر أساسي لعمليات التمثيل الضوئي، يقلل من عمليات النتج للنبات ومن ثم يزيد من مقاومته للجفاف، و يساعد في امتصاص الآزوت من التربة، كما يكسب الساق والأوراق متانة ويزيد في مقاومة النبات لبعض الأمراض.

يشارك البوتاسيوم في مسارات العديد من عمليات التمثيل الغذائي، ويؤثر على جودة المحاصيل، لذلك غالبا ما يطلق عليه عنصر الجودة أو النوعية (Ali et al., 2019)، إذ يدخل في كثير من العمليات الفسيولوجية مثل

التمثيل الضوئي، وانتقال السكريات داخل النبات، وتنشيط عمل عدد كبير من الأنزيمات (أكثر من 66 أنزيم)، وتخليق البروتينات (Tisdale et al., 1997; Salman, 2007)، بالإضافة لدوره في تنظيم عملية النتح بتنظيم عملية فتح الثغور وغلقها (Si-Smail et al., 2004)، فامتصاص الماء في الخلية والأنسجة النباتية هو في العادة نتيجة للامتصاص الفعال للبوتاسيوم، إذ يؤدي أثر المنظم الأسموزي في الخلية نتيجة تغير تراكيزه داخل الخلايا (Marschner, 2012). يؤدي البوتاسيوم أدواراً مهمة في رفع كفاءة النبات في امتصاص المغذيات لا سيما الآزوت والفوسفور، ومن ثم ضمان عملية التوازن الغذائي التي تظهر إيجابياً في تحسين نمو النبات، وزيادة إنتاجيته، وتحسين نوعيته (السامرائي، 2005؛ عداي، 2002).

إن كمية البوتاسيوم في التربة الزراعية آخذة في التناقص في معظم الترب العالمية (Tan et al., 2012)، إذ يعد نقصه مشكلة عالمية (Dobermann et al., 1998)، ويؤدي نقصه في النبات لتقليل مقاومة النبات للأمراض والحشرات. كما يقلل من مقاومة النبات للجفاف والرقاد، نتيجة دوره في بناء وزيادة سماكة الجدر الخلوية، (Edward, 2000). ويظهر نقص البوتاسيوم في إنتاج المحاصيل عادة نتيجة لإضافة كمية زائدة من الأسمدة الآزوتية والفوسفورية وإهمال التخصيب البوتاسي (Ju et al., 2005).

تؤدي زيادة التسميد البوتاسي إلى زيادة نمو وتطور المجموعة الجذرية، ومن ثم زيادة قابلية النبات لامتصاص المغذيات المختلفة (Sherchand and paulsen., 1985).

للپوتاسيوم أثر مهم في زيادة كفاءة ومعدل عملية التمثيل الضوئي، وعملية التنفس (أبو ضاحي وتعبان، 2005)، من خلال زيادة عدد ومساحة الأوراق المنتجة في النبات، والمساهمة في تنشيط الأنزيمات في مراحل النمو جميعها (Tahir, 2008)، مما يساعد في الحفاظ على أكبر عدد ممكن من الأوراق النباتية بحالة نشطة حتى نهاية موسم النمو (أبو ضاحي واليونس، 1988)، ومن ثم زيادة إنتاج الطاقة، وهذا كله من شأنه أن يزيد من كفاءة امتصاص النبات للمغذيات، ومنها الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم (Morad, 1974)، وتمثيلها في الخلايا التي تعاني الهدم جراء الشيخوخة، إذ يظهر إيجاباً على زيادة نسبتها في القش (Gething, 1997)، ومع استمرار نمو النبات يقوم

بإنتاج المزيد من المركبات الآزوتية والكربوهيدراتية، ومن ثم انتقال أكبر كمية ممكنة منها إلى مواقع الخزن في الحبوب (Sherchand and paulsen, 1985؛ محمد، 2001)، مما يؤثر لاحقاً بصورة إيجابية في الفعاليات الحيوية التي تحدث داخل النبات (أبو ضاحي وتعبان، 2005)، ويساهم في زيادة الإنتاج وتحسين نوعيته، (Maser et al., 2002)، و تشجيع نمو الأنسجة الميرستيمية، وزيادة انقسام الخلايا، واستطالة السلاسل وزيادة عددها، (EL-Medani et al., 1997)، كما يؤدي أثراً حيوياً في نشاط أنزيمات الطاقة، وتصنيع البروتينات، ومنظمات النمو (Aown et al., 2012)، بالإضافة لدوره في تحسين امتصاص العناصر المغذية، الذي ينعكس على زيادة عدد الأفرع الخضرية (الأشطاء) للنبات، ونمو النبات عموماً (Tisdale et al., 1997)، وزيادة عدد السنبال في المتر المربع (Thalooth et al., 2006; Baque et al., 2006).

لذلك فالتغذية الجيدة بالبوتاسيوم تساعد على تقليل التأثيرات الضارة للجفاف بواسطة تحسين كفاءة استعمال مياه الري للمحاصيل من خلال المحافظة على الجهد الأسموزي وضغط الامتلاء للخلايا (Chaves et al., 2005)، وتحفيز نمو النبات برفع كفاءة النبات في امتصاص المغذيات (Waraich et al., 2011).

5-1 تأثير التغذية المتوازنة بالعناصر السمادية (N,P,K) في نمو وإنتاجية محصول القمح:

إنّ المبدأ العلمي الأساسي لاختيار معدل السماد الصحيح هو مواعمة توفير العنصر الغذائي مع احتياج النبات للعنصر الغذائي. إذ ترتبط غلة المحصول بالعنصر الغذائي الموجود في الحد الأدنى، ويعزى الاحتياج الغذائي إلى الكمية الكلية للعناصر الغذائية التي يحتاجها المحصول للامتصاص خلال موسم النمو، إذ تُمتص بعض هذه العناصر الغذائية من خلال الجزء المحصود للمحصول وبذلك يتم استنزافها من التربة، بينما المتبقي من العناصر الغذائية يتم تدويرها وإرجاعها للتربة مع بقايا المحصول (IPNI., 2013).

يرتبط امتصاص المحاصيل للمغذيات ارتباطاً وثيقاً بالصنف النباتي ونوعية السماد وكمية الأمطار وظروف التربة، وهناك علاقة خطية إيجابية بين امتصاص (NPK) من التربة، وإنتاجية الحبوب وفقاً لبيانات من (52) موقعاً تجريبياً بالمدة 2009-2013 (Cao et al., 2017).

تؤدي الأسمدة المعدنية أثراً حيوياً في تحسين غلة المحاصيل، ولكن أحد القيود الرئيسية المثبتة في تحقيق إمكانات المحصول هو الاستخدام غير المتوازن للمغذيات، ولا سيما الاستخدام المنخفض للفوسفور مقارنة بالآزوت (Jelic et al., 2014)، وغالباً ما يعتمد المزارعون على الأسمدة المركبة التي طورتها شركات الأسمدة أو على الخبرة التي تعود لسنوات الإنتاج السابقة، وهذا يطرح مشكلة كبيرة لان النقص أو الزيادة في كمية المغذيات قد تؤدي إلى تقليل المحصول (Caplan et al., 2017)، أو يؤدي إلى تلوث البيئة نتيجة لانغسال الكمية الزائدة من المغذيات بفعل الجريان السطحي أو الجوفي (Zheng., 2018; Beerling et al., 2014). وهذا التلوث يشكل قضية في العديد من المناطق الزراعية في العالم بسبب وصوله إلى مياه الشرب وبمعدلات تفوق المسموح به للإنسان والحيوان (Schindler et al., 2016).

وقد أصبح استخدام الأسمدة غير المتوازنة في إنتاج المحاصيل شائعاً في العديد من البلدان النامية، وغالباً ما تؤدي هذه الممارسة إلى زيادة استخدام الأسمدة الآزوتية مع آثارها الضارة على البيئة، إلى جانب الاستنزاف المستمر للبوتاسيوم المتاح في التربة بشكل رئيسي (Farmaha et al., 2021).

يمكن أن يكون الاستخدام المشترك للأسمدة المختلفة أكثر فعالية من استخدام نوع واحد من الأسمدة وحدها بالنسبة لاستقرار الغلة (Macholdt et al., 2019)، وبالنسبة لمحصول الحبوب واستقرار محتوى بروتين الحبوب، فإن الاستخدام المشترك للآزوت والبوتاسيوم كان أفضل من الاستخدام المفرد لكل عنصر (Sedri., 2022).

على الرغم من حقيقة أن استخدام كميات أقل من الأسمدة يزيد من كفاءة استخدام المغذيات، إلا أن المزارعين قلقين حول العائد الاقتصادي (Ghosh et al., 2015)، ويمكن أن يؤدي هذا الإجراء إلى تحسين امتصاص الآزوت، وبروتين الحبوب، وآزوت التربة، وخصائص التربة، وزيادة توافر العناصر الغذائية (Fateh et al., 2019)، إذ تبين أن كفاءة المغذيات كانت أعلى عند الإضافات المنخفضة من العناصر الغذائية المختصة، وتعد كفاءة استخدام الأسمدة أمراً بالغ الأهمية لزيادة غلة وجودة المحاصيل وتقليل استخدام الأسمدة وحماية البيئة (Rawal et al., 2022)، فلا ينبغي أن تستند التوصيات المتعلقة بالمغذيات إلى استجابة غلة المحاصيل الفردية

فحسب، بل يجب أن تستند أيضاً إلى الآثار اللاحقة المتعلقة بتوافر المغذيات للمحاصيل التالية (Dai et al., 2010)، فقد تبين أن إضافة السماد الآزوتي بكميات كبيرة يزيد من امتصاص المحصول للبوتاسيوم من التربة بسبب زيادة نمو النبات، ومن ثم زيادة السماد البوتاسي تصبح ضرورية لتحقيق الزيادة في غلة المحصول ولكن ليس بالضرورة أن تكون هذه الزيادة ذات عائد اقتصادي (Duncan et al., 2018)، وعلى العكس من ذلك، فإن إضافة كمية زائدة من الأسمدة الآزوتية للمحاصيل مع عدم كفاية السماد البوتاسي سيؤدي إلى زيادة النمو الخضري للنبات ومن ثم استنزاف كمية أكبر من البوتاسيوم مما ينعكس على كميته في التربة، لذلك، يجب استخدام كميات كافية ومتوازنة من الآزوت والبوتاسيوم للحصول على غلة مناسبة مع الحفاظ على احتياطي التربة من البوتاسيوم والمادة العضوية (Zhao et al., 2010). إذ كان القمح أكثر استجابة لزيادة إضافة الأسمدة الآزوتية والبوتاسية، وانخفاض معدل إضافة الأسمدة الفوسفورية، (Rawal et al, 2022). وقد وُثِّقَت آلية التفاعل بين العناصر المغذية الثلاثة، فامتصاصها ومن ثم نقل كل من الآزوت والفوسفور ضمن النبات، يعتمد على تيسر البوتاسيوم، وهذا يتطلب إمداد النبات بالبوتاسيوم بشكل دائم، (Gaj., 2013)، بينما زيادة التسميد الفوسفاتي شجعت ارتفاع نسبة الآزوت في النبات (الموسوي، 2004)، كما شجعت امتصاص البوتاسيوم من التربة (الحلي، 2007).

تتلخص الأسباب الرئيسة لتذبذب إنتاجية المحاصيل في نقص المغذيات والتقلبات المناخية عموماً، ويمكن زيادة غلة أي محصول بنسبة تتراوح بين 20-30 %، باتباع ممارسات جيدة في إدارة المحصول وخصوصاً التغذية المتوازنة (Lobell et al., 2009). لذلك، يجب توصيف أفضل استجابة لإضافة الأسمدة المتنوعة للمحصول، والتفاعلات بين العناصر الغذائية لتحقيق أفضل غلة مستدامة، خصوصاً للعناصر المغذية الكبرى (N,P,K)، مع الانتباه لباقي العناصر المغذية (Sharma et al., 2021 ;Singh et al., 2021)

إن إضافة مستوى سماد NPK مناسب للمحصول تؤدي إلى إتاحة العناصر المعدنية في التربة، ومن ثم سهولة امتصاصها من قبل النبات، والتي تنعكس على زيادة نشاط العمليات الحيوية في النبات كزيادة محتوى الكلوروفيل المؤثرة في عملية التمثيل الضوئي، التي تنعكس من ثم على مؤشرات النمو مثل ارتفاع النبات وعدد

الأوراق والمساحة السطحية للورقة، وعند دراسة الارتباط بين المغذيات تبين أن النباتات في طبيعتها تستهلك كميات عالية من البوتاسيوم وأقل من ذلك بالنسبة للأزوت والفوسفور، (Gaj, 2010). وكان لإغفال إضافة كل من الآزوت والبوتاسيوم والفوسفور أو إضافاتها الزائدة عن المتطلبات آثار سلبية في إنتاج القمح، إذ أدت الإضافات العالية إلى ضعف الإزهار المرتبط بالنمو الخضري المفرط للقمح، بينما أدت الإضافات الأقل من الحد الأمثل إلى استنفاد المحصول لمعظم العناصر الغذائية وظهور علامات نقصها على النبات، وكان الآزوت هو العامل الأكثر تحديداً لإنتاج القمح، والبوتاسيوم هو أقلها (Mojid et al., 2012).

تتفاوت احتياجات مختلف الحاصلات الزراعية من العناصر المغذية، إضافة لذلك كثيراً ما تعتمد الكمية المطلوبة من هذه العناصر على الغلة التي سبق الحصول عليها (أو التي من المتوقع الحصول عليها)، وليس الأمر قاصراً على اختلاف الاحتياجات تبعاً لاختلاف المحاصيل واستجابتها للأسمدة فحسب بل إنها تتفاوت أيضاً بالنسبة للمحصول الواحد تبعاً لصفته وسلالته. ويمكن القول عموماً أن استجابة الأصناف المحلية لإضافة الأسمدة أقل من استجابة الأصناف المحسنة. كما أن هناك عوامل أخرى يجب أخذها في الحسبان لتقدير الاحتياجات السمادية الحقيقية وخاصة تلك المتعلقة بخصائص التربة، إذ إن ليس كل ما يضاف من أسمدة يتاح للنبات، إذ قد يثبت بعضه أو يزال بالغسل أو بالتطاير (الشاطر والبلخي، 2017).

أصبحت مسألة الحفاظ على استقرار الإنتاج الزراعي منوطة باستعمال مستويات مثالية من مدخلات الإنتاج الزراعي، وخاصة الأسمدة المعدنية ومياه الري، وقد أدى ارتفاع أسعار الأسمدة ونفقات نقلها إلى زيادة تكاليف الإنتاج الزراعي، وتقليل هامش الربح الاقتصادي للمزارعين، الأمر الذي أثر سلباً في دخلهم ومستوى معيشتهم، وأصبح لزاماً علينا أن نبحث عن أساليب الإنتاج الزراعي المنتجة والمربحة والأقل استنزافاً للموارد الطبيعية الزراعية (التربة والمياه).

1-6 الدراسات السابقة: Previous studies

تحتاج المحاصيل جميعها إلى كمية محددة من العناصر الغذائية الرئيسية، مثل الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم إلى جانب العديد من العناصر الغذائية الصغرى لنموها وتطورها بشكل طبيعي، وبمجرد أن تتجاوز جرعات المغذيات الحد الأمثل، يتم إعاقة نمو المحصول وإنتاجيته.

إذ أكد Mosluh و Al-shammari (1977) أن للتغذية الكافية بالآزوت والفوسفور تأثير معنوي في زيادة كمية الإنتاج عند نبات القمح، وبين Loue (1979) بتجارب حقلية نفذت في فرنسا أن إضافة البوتاسيوم للترب متوسطة القوام أدت إلى زيادة إنتاجية محاصيل الحبوب عندما كان محتواه أقل من 80 مغ/كغ تربة، في حين كانت استجابة النباتات لإضافة السماد البوتاسي قليلة عندما كان محتوى البوتاسيوم المتبادل اعلى من 160 مغ/كغ تربة. في حين أشار Copper وزملاؤه (1988) إلى أن إضافة الأسمدة الآزوتية والفوسفاتية بشكل متوازن تؤدي إلى زيادة إنتاج المادة الجافة والإنتاج الحبي، كما تبين أن إنتاج المادة الجافة للقمح يرتبط بمحتوى النبات من عنصر الفسفور، والكمية الممتصة منه (Azzaoui et al., 1989).

أجرى Bhogal (1990) تجربة حقلية في إنكلترا لدراسة تأثير إضافة ثمانية معدلات من الآزوت ومعدلين من الفوسفور والبوتاسيوم في استجابة محاصيل مزروعة ضمن دورة زراعية، وتأثير هذه الإضافات في توازن العناصر الغذائية في التربة. وتبين أن إضافة كمية زائدة من عنصري الفوسفور والبوتاسيوم (87.3 كغ) فوسفور، و(160 كغ) بوتاسيوم للهكتار لم تؤدي إلى استجابة معنوية في إنتاجية نبات القمح، ولوحظ فقط تزايد في مخزون التربة من الفوسفور والبوتاسيوم. أما Valnti و Wicks (1992) فقد استخدموا أربعة معدلات من السماد الآزوتي (90 و120 و150 و180 كغ.هكتار⁻¹) على نبات القمح وتحققت أعلى إنتاجية عند المعاملة 180 كغ.هكتار⁻¹.

أظهرت نتائج دراسة أجريت في إيران تناقصاً ملحوظاً لكمية البوتاسيوم في التربة بمرور الزمن ووجود علاقة ارتباط كبيرة بين كمية إنتاج القمح ومحتوى الترب من البوتاسيوم المتبادل (Siada and Roozitalb., 1993).

كما أظهرت تجارب حقليّة في مناطق زراعة القمح في الجزائر أهمية التغذية المتوازنة بعنصري الآزوت والبوتاسيوم في إنتاجية محصول القمح (Daoud, 1993). ونفّذ Shafiq (1994) تجارب حقليّة على القمح البعل خلال موسمين متتاليين لمعرفة تأثير التسميد الآزوتي والفوسفاتي في كمية الإنتاج وفي الكمية الممتصة من العناصر الغذائية، وأظهرت النتائج زيادة الإنتاج الحبي للقمح بنسبة 112% وزيادة إنتاج المادة الجافة الكلية بنسبة 150% مقارنة بالشاهد.

ومن خلال تجارب حقليّة على نبات القمح تبين أن إنتاجية الحبوب، ووزن 1000 حبة ازداد معنوياً بزيادة كمية التسميد الفوسفاتي من (0 إلى 40 كغ.هكتار⁻¹) (Brennan, 1995). في حين أكد الساعدي (1996) على الاثر المهم لعنصري الفوسفور والآزوت المضافة بصورة سماد مركب في زيادة نمو محصول القمح وتحسين صفاته. وبتجارب حقليّة نفّذها Singh و Sharma (2001) لمعرفة تأثير إضافة الآزوت عند المعدلات (0 و 120 و 150 كغ.هكتار⁻¹)، وإضافة البوتاسيوم بالمعدلات (0 و 50 و 75 كغ.هكتار⁻¹) في استجابة نبات القمح، أظهرت النتائج زيادة إنتاجية القمح من الحبوب والقش، وزيادة محتوى الحبوب والقش من الآزوت زيادةً معنويةً عند معدل إضافة (120 كغ.هكتار⁻¹)، وزيادة محتوى الحبوب والقش من البوتاسيوم بشكل معنوي عند إضافة البوتاسيوم بمعدل (50 كغ.هكتار⁻¹)، ولم يكن لموعد الإضافة أثر واضح في زيادة نمو النبات. وأشار Srivastave وزملاؤه (2004) أن الزراعات المتكررة في نفس التربة دون إضافة البوتاسيوم يسبب تناقصاً في محتواها من هذا العنصر.

وفي تجربة حقليّة نفّذت في محطة أبحاث المحاصيل الحقلية (نينوى، غرب الموصل، العراق) بينت أثر إضافة (60 كغ.هكتار⁻¹) من السماد المركب 27:27:0 (NPK) في إنتاج ومكونات إنتاج نبات القمح، إذ بلغ إنتاج الحبوب والقش (3625 و 4711 كغ.هكتار⁻¹) على التوالي، ودليل الحصاد 43.5% (محمد محفوظ وقاسم، 2005).

ولاحظ العبيدي وزملاؤه (2006) بتجارب حقليّة نفّذت في أربعة مناطق مختلفة في محافظة نينوى شمال العراق، أن إضافة السماد الآزوتي بمعدل (200 كغ.هكتار⁻¹)، والفوسفور بمعدل (120 كغ.هكتار⁻¹)، والبوتاسيوم بمعدل (20 كغ.هكتار⁻¹)، قد أدت إلى زيادة وزن الألف حبة، وعدد الحبوب في السنبلّة، والحاصل الكلي، ومحتوى

الحبوب من البروتين. كما أشارت دراسة (الأراكوزي، 2009) إلى أن هناك استجابة عالية لمحصول القمح بإضافة سمادي اليوريا وسوبر فوسفات، وأدى ذلك إلى زيادة نمو هذا النبات وتحسين صفاته.

تبين أن إضافة البوتاسيوم للتربة سببت زيادة في صفات النمو لمحصول القمح كمساحة ورقة العلم وارتفاع النبات وعدد الأفرع وحاصل المادة الجافة (Alam et al., 2009). كما أكدت العديد من الأبحاث أن زيادة المستوى السمادي الآزوتي يؤدي إلى زيادة طول النبات، بسبب دور الآزوت المهم في عملية انقسام واستطالة الخلايا، (Hussain et al, 2006; Dario et al, 2010; Subedi et al, 2010)، مما يؤدي لزيادة رفع كفاءة الجذور في امتصاص العناصر الغذائية وزيادة نمو الخلايا ومن ثم زيادة الكتلة الحيوية والغلة الحبية.

وفي دراسة Mojid وزملاؤه (2012) لتحديد الإضافات المثلى من الأسمدة الآزوتية (N) والفوسفورية (P) والبوتاسية (K) لزراعة القمح تحت الري بمياه الصرف الصحي البلدية، تم إجراء تجارب منفصلة على العناصر الغذائية الثلاثة، إذ أُضيف كل منها بخمس معدلات مختلفة. تم إعطاء كمية متساوية من الري بمياه الصرف الصحي لكل تجربة. أظهرت النتائج زيادة في طول السنبل، والسنبلات لكل سنبل، وحاصل الحب، ومؤشر حصاد القمح مع زيادة جرعة الآزوت حتى (100 كغ.هكتار⁻¹)، ولكن لم تحصل زيادة مع الإضافات الإضافية، كما تحسنت معظم صفات النمو والغلة معنوياً عند مستوى معنوية 5% مع زيادة جرعة الفوسفور حتى (20 كغ.هكتار⁻¹)، ومع زيادة إضافات الفوسفور لم يلحظ زيادة في صفات المحصول، وكانت جرعات الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم (100 و 20 و 60 كغ.هكتار⁻¹) على التوالي هي الأمثل للوصول إلى أفضل إنتاجية لمحصول للقمح تحت ظروف الري بمياه الصرف الصحي البلدية.

أجرى علوش والحافي (2015) دراسة حول استجابة 4 أصناف من القمح الطري لمستويات متزايدة من الآزوت (0، 40، 80، 120، 160، 200 كغ.هكتار⁻¹)، بينت النتائج زيادة معنوية في عدد الإسطاعات، وعدد السنابل، وعدد الحبوب بالسنبل، وأيضاً الإنتاجية الحبية. وقد أكدت عدة دراسات أن للسماد الآزوتي تأثيراً في زيادة عدد الإسطاعات، ومن ثم زيادة معنوية في عدد السنابل بين مستويات الإضافة (حميد وزملاؤه، 2017).

كما ذكر Schwartzkopf (2018) بعض الدراسات أنه في الحالات التي لا يكون فيها تركيز البوتاسيوم كافياً يقل امتصاص بعض الشوارد المعدنية كالنترات NO_3^- ، والفوسفات PO_4^{3-} ، والكالسيوم Ca^{+2} ، والمغنيزيوم Mg^{+2} ، كما يتراجع تمثيل الأحماض الأمينية.

أجرى (Hirniak, 2018) دراسة على الذرة في ولاية أيوا في الولايات المتحدة الأمريكية بين عامي (2013-2016)، إذ أُضيفت خمس معدلات من الآزوت تراوحت بين (0-325 كغ.هكتار⁻¹)، وأربع معدلات من البوتاسيوم تراوحت بين (0-78 كغ.هكتار⁻¹)، تبين من خلال الدراسة أن زيادة كميات التوصية السمادية تؤدي لزيادة نسبة العناصر في النبات، وأن نقص البوتاسيوم يحد من قدرة النبات على امتصاص الآزوت واستعماله، كما تبين أن المستويات العالية من البوتاسيوم أدت إلى انخفاض في جودة المحصول وإنتاجيته، وأفضل معاملة كانت (50 كغ.هكتار⁻¹) من البوتاسيوم مع (325 كغ.هكتار⁻¹) من الآزوت. وقد بين Duncan (2018) أن تأثير التفاعل بين الآزوت والبوتاسيوم لم يكن معنوياً في حاصل الحبوب، وحاصل القش، ووزن 1000 حبة للقمح. وقد تتعلق هذه النتائج بنقص البوتاسيوم في التربة، وبوجود تراكيز عالية من البوتاسيوم والفوسفور، قد لا تكون هناك حاجة لمعدلات عالية من السماد الآزوتي. وبمعنى آخر يمكن لكميات البوتاسيوم المضافة أن تقلل من معدلات الأسمدة الآزوتية التي يحتاجها القمح مع تحسين واستقرار غلة الحبوب ومحتواها من البروتين وما يتبع ذلك من تقليل التلوث الناجم عن إضافة السماد الآزوتي. استخدم Ali وزملاؤه (2019) خمسة تراكيز من البوتاسيوم (0-60-80-100-120 كغ.هكتار⁻¹) بأوقات إضافة مختلفة لبيان تأثيره في نمو القمح، إذ تبين أن التسميد بالبوتاسيوم له أثر كبير في زيادة إنتاجية القمح ومحتوى الحبوب من الآزوت والبوتاسيوم والفوسفور، وتوصل إلى أن إضافة البوتاسيوم بمعدل (80 كغ.هكتار⁻¹) بشكل كامل قبل الزراعة أدت إلى زيادة في الصفات الإنتاجية للمحصول ومكوناته بنسبة (77.3% و 27.4%) في حاصل قش وحبوب القمح على التوالي إذ كانت الإنتاجية (4227 كغ.هكتار⁻¹) مقارنة ب (3750 كغ.هكتار⁻¹) للمعاملة (120 كغ.هكتار⁻¹) بوتاسيوم. مما سبق يمكن القول: إن استخدام الأسمدة المختلفة مجتمعة أكثر فعالية من استخدام نوع واحد من الأسمدة بالنسبة لاستقرار الغلة وهذا يتفق مع (Macholdt et al., 2019).

قام (Lollato et al., 2019) بإجراء تقييم حقلي طويل الأمد على القمح من (1966-2016) تبين منه

أن كمية الآزوت في التربة تزداد بازدياد كمية الآزوت المضافة للتربة، وتخفض بازدياد كمية البوتاسيوم والفوسفور.

وفي دراسة أجراها (Yan et al., 2020) حول أثر اختلاف معدلات التسميد والري في تركيز الآزوت في

الحبوب للقمح البعل، أظهرت النتائج استجابات مختلفة لتركيز الآزوت في حبوب القمح الشتوي بتغير معدلات

التسميد والري، وازداد تركيز الآزوت في الحبوب حتى حد معين، ثم لم تلاحظ أي زيادة في الآزوت مع زيادة معدل

التسميد، وبالنسبة لزيادة معدل الري فقد انخفض تركيز الآزوت في الحبوب في البداية ثم بدأت هذه الصفة بالازدياد.

وفي تجربة تسميد طويلة الأمد (20 سنة) على القمح الشتوي البعل، أكد Han وزملاؤه (2020) أنه تم

الحصول على محصول حبوب أعلى واستدامة في الإنتاجية من خلال الاستخدام المتكامل للأسمدة الآزوتية

والفوسفورية مقارنة باستخدام أحد السمادين فقط. كما درس Liu وزملاؤه (2020) تأثير المعدلات المختلفة للأسمدة

الأزوتية (100%، 75%، 50%، 25%، 0%) ونمطي الحراثة (التقليدي والحافظة) على إنتاجية القمح والذرة في

تجربة طويلة الأمد (10 سنوات) وتم الوصول إلى أعلى غلة، في كل من نظام محاصيل القمح والذرة عن طريق

إضافة المعدلين (75% و 50%) من الآزوت مع نظام الزراعة الحافظة، إذ يُعد تحديد المعدل الأمثل لنمو المحصول

والحصول على الإنتاجية الأفضل، وتجنب الإفراط في استخدام الأسمدة الآزوتية وقلة استخدامها يعد أمرًا مهمًا للغاية

للحفاظ على أقصى إنتاجية مع انخفاض التكاليف والحد من التلوث البيئي.

في دراسة ميدانية قام بها (Kolev et al.; 2020) في الحقول التجريبية التابعة لجامعة بلوفديف الزراعية

في بلغاريا، لتحديد تأثير عاملين مختلفين على محصول القمح القاسي صنف (Deni)، بالزراعة البعلية، العامل

الأول التسميد: إذ تم اختبار أربعة معاملات تسميد وهي (N0P0K0, N60P40K0, N120P80K0, N180P120K60)، والعامل الثاني هو معدل البذار في وحدة المساحة: وتم اختبار ثلاثة معدلات بذار

(400، 500، 600 كغ.هكتار⁻¹)، وامتدت التجربة على ثلاثة مواسم (2015-2018) بظروف مناخية ملائمة عموماً

لنمو القمح، ومتوسط معدل أمطار (420 ملم) سنوياً بتوزع جيد خلال موسم النمو، وخلصت التجربة إلى الآتي:

1. أعطت المعاملة (N120P80K0) مع معدل بذار (500 كغ.هكتار⁻¹) أفضل إنتاجية لمحصول القمح، وبفروق معنوية عن باقي المعاملات، بلغت (4.75 طن. هكتار⁻¹) بينما بلغت في الشاهد (3.29 طن. هكتار⁻¹)، بزيادة تقريبية (13.6%) عن الشاهد، بينما انخفضت الإنتاجية عند مستوى التسميد الأعلى ومعدل البذار الأعلى وهذا قد يعود لزيادة كثافة المحصول بالنسبة لوحدة المساحة، وزيادة النمو الخضري على حساب الحبوب.

2. أعطت المعاملة (N120P80K0) مع معدل بذار (500 كغ.هكتار⁻¹) أفضل النتائج لمكونات الإنتاج عموماً (إنتاج القش ووزن الحبوب وعدد السنابل في م²).

أجرى Stefanova و Muhova (2021) تجربة تسميد ثابتة لعدة سنوات (2014-2019)، في معهد المحاصيل الحقلية في مدينة تشيربان، بلغاريا، لدراسة تأثير إضافة عدة مستويات من السماد الآزوتي والفوسفاتي (0 – 40 – 80 – 120 – 160 كغ.هكتار⁻¹) في إنتاجية القمح القاسي البعلي وبعض صفاته الشكلية، في تربة (Vertisols) السوداء الغنية بالمادة العضوية، بالإضافة لمعاملة الشاهد، والمعاملة (N120P120K80) التي أضيفت لدراسة تعويض ما يستنزفه الإنتاج العالي للنبات من عناصر التربة. وكانت نتائج الدراسة كما يلي:

1. بالنسبة لمعاملات التسميد الآزوتي تفوقت المعاملة (N160) بزيادة إنتاجية 46% عن الشاهد، دون فروق معنوية مع المعاملة (N120) التي أعطت زيادة 42% عن الشاهد، وبفروق معنوية على باقي المعاملات، أي أن زيادة كمية التسميد الآزوتي تزيد الإنتاجية، أما بالنسبة لتداخل المعاملات (NP) أظهرت المعاملة (N80P40) أفضل إنتاجية بمعدل زيادة 64.5% عن معاملة الشاهد.

2. بالنسبة للصفات المورفولوجية للنبات (طول النبات، وطول السنبل، ووزن الحبوب)، أعطت معاملة التسميد الآزوتي (N120) أفضل النتائج، وأعطت المعاملة (N160P120) أفضل النتائج لتداخل معاملات التسميد على الصفات المدروسة.

أجرى عبد الرحمن وزملاؤه (2021) دراسة على القمح القاسي صنف شام 7، وهو صنف عالي الإنتاج، مروى، لبيان تأثير إضافة عدة مستويات من الآزوت (0 - 70 - 105 - 140 - 175 - 210 - 245 كغ.هكتار⁻¹) في بعض المؤشرات المورفولوجية والإنتاجية للقمح، نفذت التجربة في محطة بحوث حميمة التابعة لمركز بحوث حلب لموسمي (2020-2019)، وهي منطقة استقرار ثالثة معدل أمطارها لا يتجاوز 215 ملم سنوياً، تربة موقع التجربة ذات قوام رملي طيني لومي، قاعدية، غير متملحة، غنية بالمادة العضوية، فقيرة بالآزوت المعدني، غنية بالفوسفور والبوتاس المتاحين للنبات. وأظهرت النتائج ما يلي:

1. زيادة في معدل الصفات المورفولوجية مع زيادة مستوى التسميد الآزوتي إذ تفوقت المعاملة (N245) بنسبة

16% لطول النبات، و 22.67% لطول السنبلة، مقارنة بالشاهد.

2. زيادة المؤشرات الإنتاجية بزيادة مستوى التسميد الآزوتي حتى المعاملة (N210)، ثم بدأت بالانخفاض، إذ

تفوقت المعاملة (N210) في الصفات الإنتاجية على باقي المعاملات وحقت أعلى إنتاجية بلغت (8367 كغ.هكتار⁻¹).

أجرى Ojha وزملاؤه (2021) دراسات في نيبال، في الفترة ما بين (2009-2014) بإضافة سبعة معدلات

من البوتاسيوم: (0-15-30-45-60-75-90 كغ.هكتار⁻¹)، وفي دورة زراعية من محصولي القمح والأرز، في منطقة

يحكمها مناخ شبه استوائي يمتاز بصيف دافئ ورطب، وشتاء بارد، بمتوسط أمطار سنوية بين (1000-1800ملم)،

وتمت إضافة الأسمدة الباقية حسب المعدلات الموصى بها (N100,P30 كغ.هكتار⁻¹)، والقيام بجميع العمليات

الزراعية كما هو متعارف عليها في منطقة الزراعة، أظهرت نتائج تحليل التربة الأولية أن تربة المنطقة رملية لومية،

حامضية (PH=6.1)، فقيرة بالمادة العضوية (0.75%)، وفقيرة بالآزوت الكلي، والبوتاسيوم المتاح، وغنية بالفوسفور

المتاح. بينت النتائج على محصول القمح الطري ما يلي:

1. زيادة كمية البوتاسيوم المتاح في التجربة تدريجياً خلال سنوات الدراسة لتصل إلى مستوى جيد يحافظ على

استدامة التربة للزراعة للسنوات المقبلة.

2. زيادة وزن الألف حبة، والإنتاجية الحبية، وغلة القش، وارتفاع النبات، بزيادة معدلات التسميد البوتاسي، إذ

ازدادت الإنتاجية للمعاملة (K60) بمعدلات تتراوح بين (60-80%) عن معاملة الشاهد خلال سنوات

الدراسة، لذلك اقترح الباحثون رفع معدلات التسميد البوتاسي لتربة المنطقة من (30 إلى 60 كغ.هكتار⁻¹).

3. أدت المعدلات العالية من البوتاسيوم دون رفع معدلات السماد الآزوتي إلى عدم استجابة القمح في زيادة

الغلة الكلية، لذلك من الضروري التسميد المتوازن للحصول على الزيادة المرجوة في الإنتاج عموماً.

أجرى Godebo وزملاؤه (2021) تجربة لدراسة تأثير معدلات سماد الآزوتي (N) والبوتاسيوم (K) على النمو

والحاصل للقمح الطري صنف (Chorma ETBW5483)، وامتصاص العناصر الغذائية وكفاءة الاستخدام خلال

موسم 2019 في منطقة كمباتا جنوب إثيوبيا، التي تتمتع بمناخ شبه استوائي، بمعدل أمطار (1195) مم سنوياً،

أجريت التجربة في تربة طينية لومية، حامضية (PH=5.8)، ضعيفة المحتوى بالمادة العضوية والآزوت الكلي،

و ذات محتوى ضعيف من البوتاسيوم المتاح، ومحتوى متوسط من الفوسفور المتاح، تم إضافة أربعة معدلات من

الآزوت (0 و 23 و 46 و 69 كغ.هكتار⁻¹) وثلاثة معدلات من البوتاسيوم K2O (0 و 30 و 60 كغ.هكتار⁻¹).

وأظهرت النتائج ما يأتي:

1. أدت زيادة السمادين الآزوتي والبوتاسي إلى حد معين إلى زيادة في غلة الحبوب، وامتصاص المغذيات،

ومكونات المحصول، وعدد السنابل في وحدة المساحة، وكفاءة الاستخدام بفروق معنوية عند مستوى معنوية

5%، تعزى إلى تأثيرات تفاعل استخدام السمادين الآزوتي والبوتاسي.

2. تفوقت المعاملة (N46 كغ)، و (K30 كغ) على باقي المعاملات بالإنتاجية بمقدار (4392 كغ.هكتار⁻¹)

بينما حققت معاملة الشاهد أدنى إنتاجية بلغت (1041 كغ.هكتار⁻¹)، كما تفوقت المعاملة (N46 كغ)،

و (K30 كغ) بالنسبة لمؤشري وزن الألف حبة، وعدد السنابل في المتر المربع.

3. زيادة جرعة البوتاسيوم المعطاة أدت إلى أنه لا توجد زيادة إنتاجية لمحصول القمح، وهذا قد يعزى إلى

الحاجة إلى كمية سماد آزوتي أكبر حتى الوصول إلى إنتاجية مثلى للصنف المزروع.

قام Rawal (2022) بإجراء تجربة حقلية على نبات القمح الطري صنف WK-2286، في تلال نيبال للموسمين (2019-2020 و 2020-2021)، لدراسة أثر إضافة أسمدة (K,P,N) على أداء محصول القمح، وكفاءة هذه الأسمدة، أجريت التجربة في مناخ شبه استوائي، حار صيفاً، وبارد وجاف شتاءً، معدل أمطاره حوالي (1347مم) سنوياً، يتوزع (74%) منها بين شهري تموز وتشيرين الأول، تربة التجربة طينية، حامضية (PH=5.98)، منخفضة المحتوى من الآزوت الكلي (0.14%) والمادة العضوية (2%)، ومتوسطة المحتوى بالبوتاسيوم المتاح، وعالية المحتوى بالفوسفور المتاح، كانت المعاملات السمادية كما يلي، بالإضافة لمعاملة الشاهد، مقدرة بـ كغ.هكتار⁻¹ (N:100-125-150)، (P:25-50-75)، (K:25-50-75). وخلصت الدراسة إلى النتائج التالية:

1. ازدادت غلة المحصول، وتركيز الآزوت والبوتاسيوم في الحبوب، بازدياد السماد الآزوتي المضاف، وكانت المعاملة (N125) هي الأفضل بإنتاجية بلغت (6.33 طن.هكتار⁻¹).
2. ازدادت غلة المحصول، وتركيز الآزوت والبوتاسيوم في الحبوب، بازدياد السماد البوتاسي المضاف، وكانت المعاملة (K50) هي الأفضل بإنتاجية بلغت (6.3 طن.هكتار⁻¹).
3. لم يكن هناك تأثير معنوي للفوسفور على الغلة، ونسبة العناصر في الحبوب، وهذا قد يعود لمحتوى التربة الجيد من الفوسفور قبل الزراعة.
4. ازدياد نسبة السماد البوتاسي المضاف زادت من كفاءة امتصاص النبات للآزوت.
5. أوصت التجربة باعتماد المعاملة (N125,P25,K50).

أجرى Sedri (2022) دراسة في محطة قاملو للبحوث الزراعية في إقليم كردستان في إيران، الذي يتصف بمناخ جاف وبارد، تم فيها إجراء تجربتين حقليتين تحت ظروف الزراعة البعلية، الأولى دون ري، والثانية مع ري تكميلي، في تربة غضارية مائلة للقلوية وغير مالحة، فقيرة المحتوى من البوتاس المتاح، وجيدة المحتوى من الفوسفور المتاح، ومتوسطة المحتوى بالآزوت المعدني، وذلك لتقييم التأثيرات الرئيسية والتفاعلية لأسمدة الآزوت والبوتاسيوم على الخصائص الكمية والنوعية لصنف القمح القاسي، Azar-2. تم تطبيق أربعة معدلات من

الأزوت (N0 و N30 و N60 و N90 كغ.هكتار⁻¹)، مع أربعة معدلات من البوتاسيوم (K0 و K30 و K60 و K90 كغ.هكتار⁻¹)، وخلصت التجربة إلى ما يلي:

1. بالنسبة للسماد الآزوتي: زاد محصول القمح الكلي، والإنتاجية الحبية، ونسبة الآزوت في الحبوب (البروتين)، ونسبة البوتاسيوم الممتصة من قبل النبات، بزيادة مستويات التسميد الآزوتي.

2. لم يكن تأثير التفاعل بين الآزوت والبوتاسيوم معنوياً على محصول الحبوب، والقش، ووزن الألف حبة، ومن ثم الغلة الكلية، وهذا قد يكون متعلقاً بنقص البوتاسيوم في تربة منطقة الدراسة مع توافر الفوسفور، وقد تكون هناك حاجة لسماد آزوتي بكمية متناسبة مع ظروف الإجهاد المائي.

3. توصية باستخدام N60K30 للقمح البعلي، N90K60 للقمح المروي رياً تكملياً لزيادة محصول الحبوب ومحتوى البروتين في الحبوب.

أجرى Alloush (2022) دراسة في منطقة جبلة في 2018-2019، لدراسة تأثير إضافات متزايدة من السماد الآزوتي (0-100-200-300-400 كغ/هـ)، وهيومات البوتاسيوم (2.5-5-10 كغ/هـ)، والتأثير المتداخل بينهما في كفاءات النمو والاستفادة من الآزوت لمحصول القمح الطري (شام 10)، كانت تربة التجربة طينية، ذات قلوية خفيفة، غنية بالبوتاسيوم المتاح، وفقيرة بالبوتاسيوم المتاح، والآزوت المعدني، ولم يكن هناك حاجة للري إذ كانت كمية الأمطار كافية وتوزعها خلال موسم النمو جيداً، خلصت الدراسة إلى:

1. التسميد بكميات متزايدة من السماد الآزوتي أدت إلى زيادة عالية المعنوية في نسبة البروتين في الحبوب.
2. أن زيادة التسميد الآزوتي المضاف تؤدي إلى عدم استجابة النبات لامتناس كميّة زائدة منه.
3. تبين أن الإضافة بمعدل (300 كغ يوريا.هكتار⁻¹، 2.5 كغ هيومات البوتاسيوم.هكتار⁻¹) أعطت أفضل إنتاجية حبية وأعلى نسبة بروتين في الحبوب.

وفي دراسة أجراها Tang وزملاؤه (2022) لتوضيح كفاءة إدارة واستخدام الأسمدة لمحاصيل القمح والذرة للمساهمة في الأمن الغذائي لمقاطعة شينجيانغ والصين بأكملها، تم إجراء 40 تجربة حقلية على القمح (6 تجارب

عام 2018، 18 تجربة عام 2019، 16 تجربة عام 2020)، أجريت التجارب جميعها وعملياتها الزراعية وفقاً للممارسات الزراعية للمقاطعة، إذ تعد منطقة الدراسة من المناطق النائية في أوراسيا، وهي عبارة عن واحة كبيرة مروية، ذات مناخ جاف وأمطار قليلة، تربتها قلوية خفيفة ($PH=8.2$)، فقيرة بالمادة العضوية (1.88%)، فقيرة بالآزوت المعدني (ppm4.68)، متوسطة المحتوى من البوتاسيوم (ppm211.4)، وجيدة المحتوى من الفوسفور (ppm23.4)، إذ استُخدِمت معدلات تتراوح بين (75-125%) من الكميات التي يستخدمها المزارعون في الوقت الحالي، فكانت معدلات الإضافة من الآزوت تتراوح بين (150 و 300 كغ.هكتار⁻¹)، ومعدلات الإضافة من الفوسفور تتراوح بين (90 و 150 كغ.هكتار⁻¹)، ومعدلات الإضافة من البوتاسيوم تتراوح بين (128 و 233 كغ.هكتار⁻¹)، وخلصت الدراسة إلى ما يلي:

1. الآزوت هو العنصر المحدد لإنتاج القمح، إذ أن زيادة التسميد الآزوتي تزيد إيجابياً في المؤشرات المدروسة جميعها (الخصوبة والشكلية والإنتاجية)، ناهيك عن أن غياب السماد الآزوتي يؤدي لوجود دور سلبي للسماد البوتاسي في اغلب المؤشرات المدروسة.
2. يجب استخدام البوتاسيوم بالكمية والشكل السليم للحفاظ على جودة محصول القمح، وضبط توازن البوتاسيوم مع باقي العناصر في التربة، وهذا يؤدي إلى تحسين الغلة، لأن البوتاسيوم يعزز قدرة النبات على امتصاص والاستفادة من الأسمدة الآزوتية والفوسفاتية والبوتاسية المضافة للتربة.
3. التراكيز المثلى من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم التي تعطي أفضل غلة بزيادة (10%) عن متوسط الغلة الحالي هي على التوالي (229، 98.3، 233 كغ.هكتار⁻¹) إذ تمت زيادة كميات البوتاسيوم وتخفيض الفوسفور بينما لم يطرأ تغيير على التوصية الحالية من الآزوت.

7-1 خلاصة الدراسات المرجعية:

يتبين مما سبق ضرورة الاستخدام المتكامل للأسمدة الآزوتية والبوتاسية والفوسفورية بكميات مناسبة وبالصورة السليمة للحفاظ على خصوبة التربة وجودة المحصول، وخلصت الدراسات المرجعية إلى ما يلي:

1. الآزوت هو العنصر المحدد لنمو القمح وجودة محصوله، وزيادة الغلة ترتبط بزيادة كميته في التربة حتى حد معين لا يستجيب النبات عنده لامتصاص الكميات الزائدة.
2. يمكن لكميات البوتاسيوم المضافة أن تقلل من معدلات الأسمدة الآزوتية التي يحتاجها القمح.
3. القمح قليل الحساسية لنقص الفوسفور.
4. ضرورة الاعتماد على تحليل التربة قبل الزراعة من أجل إضافة عناصر التوصية السمادية بالكميات المناسبة للمحصول المزروع.
5. الاستخدام المتوازن للأسمدة المختلفة أكثر فعالية من استخدام نوع واحد من الأسمدة وحده، من ناحية استقرار الغلة، وجودة المحصول الناتج.

الفصل الثاني

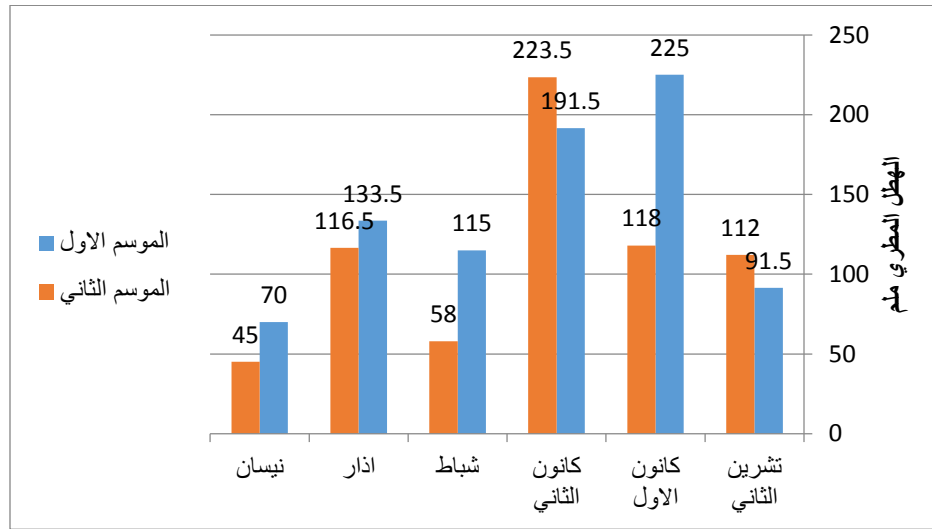
مواد الدراسة وطرائقها

MATERIALS and METHOODS

2- مواد الدراسة وطرائقها: MATERIALS and METHOODS

2-1- المكان والموقع: نُفِّدَت الدراسة خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020، في مركز بحوث

الغاب، محافظة حماه، التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، والواقع على خط طول (36.336)° شرق غرينتش، وخط عرض (35.396)° شمال خط الاستواء، على ارتفاع (185م) عن سطح البحر، وتُعدُّ منطقة استقرار أولى بمعدل أمطار سنوي (698 ملم). يُظهر الشكل (1) أن كمية الهطل المطري كانت كافية لمحصول القمح وتوزعت بشكل جيد على طول موسم النمو للقمح وكانت متقاربة خلال موسمي النمو (827مم)، (734مم) للموسمين الأول والثاني.



الشكل (1) الهطل المطري لموسمي النمو 2021-2020/2020-2019 الغاب

2-2- تحليل التربة وتوصيفها: أخذت عينات مركبة عشوائية من موقع التجربة، على عمق (0-30) سم، قبل

إضافة الأسمدة والزراعة، وأجريت لها التحاليل اللازمة وكانت النتائج حسب الجدول (2):

الجدول (2) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الموقع قبل الزراعة

التحليل	PH 1:2.5	EC 1:5	OM	N معدني	P متاح	K متبادل	رمل	سلت	طين
الوحدة	-	dS.m ⁻¹	%	مغ.كغ ⁻¹	مغ.كغ ⁻¹	مغ.كغ ⁻¹		%	
الموسم الأول	8.156	0.546	1.31	4.72	13.75	143	13	27	60
الموسم الثاني	8.124	0.422	1.23	4.2	14.02	145.8	12	27	61

أظهرت نتائج التحليل في الجدول أن التربة بتركيبها الميكانيكي ذات قوام طيني (حسب مثلث القوام الأمريكي)، إذ وصلت نسبة الطين فيها إلى 60%، وهي غير مالحة (Jones, 2001)، وقاعدية وفق (Marx et a., 1999)، كما تبين أن التربة متوسطة بمحتواها من المادة العضوية (FAO, 1980)، وفقيرة بالآزوت المعدني، وذات محتوى منخفض بالنسبة للبوتاسيوم (FAO, 2007)، ومتوسطة المحتوى من الفوسفور (Olsen and Somers, 1982). أجريت التحاليل في مخبر التربة التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية نقلاً عن (الزعبي وزملاؤه، 2013):

1. pH: قُدِّرَت في معلق مائي (2.5:1) للتربة باستخدام جهاز pH meter (Mclean, 1982).
 2. EC: قُدِّرَت في مستخلص مائي (5:1) باستخدام جهاز الناقلية الكهربائية (Richards, 1954).
 3. قوام التربة: بعد تقدير التركيب الميكانيكي بطريقة الهيدرومتر (Piper, 1950).
 4. المادة العضوية: بطريقة الأكسدة الرطبة بديكرومات البوتاسيوم بطريقة (Walkly&Black, 1934).
 5. الفوسفور المتاح: بطريقة أولسن باستخدام جهاز الامتصاص الضوئي (Olsen, 1982).
 6. البوتاسيوم المتبادل: بطريقة أسيئات الأمونيوم باستخدام جهاز التحليل الطيفي باللهب.
 7. الآزوت المعدني: الاستخلاص بمحلول كلوريد البوتاسيوم وتقدير الآزوت المعدني (أمونيوم+نترات) بطريقة كداهل بإضافة خلطة ديفاردا، وذلك للعينة الطازجة للتربة (محتفظة برطوبتها الحقلية).
- 2-3-الصنف المزروع:** القمح القاسي صنف (بحوث 11) وهو ملائم لظروف المنطقة حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، ويتصف بالإنتاجية العالية ويستجيب للري والتسميد. وهو صنف من القمح القاسي، اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الأولى في محافظات (درعا، طرطوس، حماه/الغاب، إدلب، الحسكة)، يمتاز بغلته العالية (4590 طن.هكتار⁻¹)، وأقلتمته الواسعة، وحبوبه تحمل مواصفات تكنولوجية جيدة الجدول (3)

الجدول (3) مواصفات القمح صنف بحوث (11) في منطقة الاستقرار الأولى

عدد الأيام حتى	الإسبال	117	النضج التام	164	لون الحبوب	عنبري
طول النبات	80-89 سم	الرقاد	مقاوم	شكل الحبوب	نصف متطاوّل	
لون السنبلّة	كريم غامق	لون السفا	اسود	الانفراط	مقاوم	
شكل السنبلّة	هرمي	طول السنبلّة/سم	9-7	زغب السنبلّة	موجود	

(إيكاردا، 2013)

2-4- تصميم وتخطيط التجربة: نفذت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة من الدرجة الثانية (split-split

plots) بثلاثة مكررات، إذ شغلت القطع الرئيسية معاملات التسميد الفوسفوري، والقطع المنشقة من الدرجة الأولى معاملات التسميد البوتاسي، بينما شغلت معاملات التسميد الآزوتي القطع المنشقة من الدرجة الثانية.

- بعد إجراء تحاليل التربة كانت التوصية السمادية وفقاً لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي لمحصول

القمح البعل عالي الإنتاج في منطقة الاستقرار المطري الأولى حسب الجدول (20) كما يلي:

N: (110) كغ/هكتار، وهذا يعادل (240) كغ.هكتار⁻¹ سماد يوريا (46%).

K₂O: (60) كغ/هكتار، وهذا يعادل (120) كغ.هكتار⁻¹ سماد سلفات البوتاسيوم (50%).

P₂O₅: دون إضافة ولكن تم إضافة (15) كغ P₂O₅/هكتار (للمعاملة P1) فقط، وهذا يعادل (33) كغ.هكتار⁻¹

سوبر فوسفات (46%) كمعاملة إضافية لدراسة تأثير الكمية الإضافية في المؤشرات المدروسة في الدراسة.

لتصبح المعاملات كما يلي:

معاملات الآزوت: N0= 0 ، N1= 180 ، N2= 240 ، N3= 300 ، كغ.هكتار⁻¹ سماد يوريا 46%

معاملات البوتاسيوم: K0= 0 ، K1= 90 ، K2= 120 ، K3= 150 ، كغ.هكتار⁻¹ سماد سلفات البوتاسيوم 50%

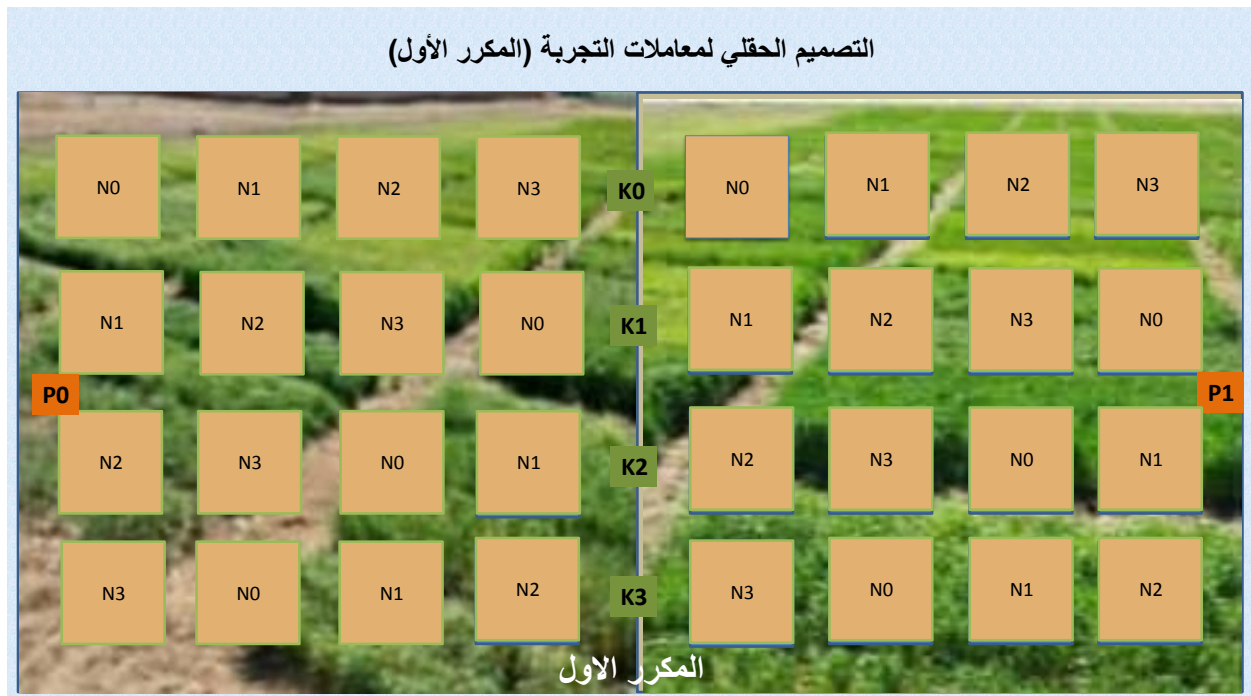
معاملات الفوسفور: P0 = 0 ، P1 = 33 ، كغ.هكتار⁻¹ سماد سوبر فوسفات 46%

أصبح لدينا 32 معاملة مبينة في الجدول (4) حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بعد إجراء تحليل

التربة إذ:

- التوصية السمادية من السماد الآزوتي اليوريا 216 غ سماد/قطعة تجريبية.
- التوصية السمادية من سماد السوبر فوسفات 0 غ سماد/قطعة تجريبية.
- التوصية السمادية من سماد سلفات البوتاسيوم 108 غ سماد/قطعة تجريبية.

- بلغ عدد القطع التجريبية (4 معاملات تسميد آزوتي $\times$ 4 معاملات تسميد بوتاسي $\times$ 2 معاملات تسميد فوسفوري $\times$ 3 مكررات = 96 قطعة تجريبية) بمساحة $3 \times 3 = 9$ م² لكل قطعة.
- كل قطعة تجريبية تحوي (14) خط زراعة؛ طول الخط (3) م والتباعد بين الخطوط (20) سم.
- يوجد بين كل قطعة والأخرى مسافة (100) سم كمسافة فاصلة لعدم تداخل تأثير الأسمدة بين القطع، ويوجد حول حقل التجربة إطار مزروع بالقمح دون إضافات بعرض (2) م.



2-5- التحليل الإحصائي:

حُلّت بيانات كل موسم على حدى إحصائياً باستخدام الحاسب الآلي بالاعتماد على برنامج genstat 12th، وحُلّ التباين للصفات المدروسة، وقورنت المتوسطات باختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية (5%)، نقلاً عن (الراوي وعبد العزيز، 2000)، وتمت الإشارة إلى وجود فروق معنوية بين المتوسطات باتباعها بأحرف مختلفة في جداول خاصة موجودة في الملحق.

جدول(4): توزيع المعاملات المختلفة حسب كميات الأسمدة المضافة

رقم المعاملة	السماد الأزوتي المضاف	السماد الفوسفاتي المضاف	السماد البوتاسي المضاف
(K0P0N0) 1	N0=0	P0= 0%	K0= 0
(K1P0N0) 2	N0=0	P0= 0%	كغ. هكتار ⁻¹ K1=90
(K2P0N0) 3	N0=0	P0= 0%	كغ. هكتار ⁻¹ K2=120
(K3P0N0) 4	N0=0	P0= 0%	كغ. هكتار ⁻¹ K3=150
(K0P0N1) 5	كغ. هكتار ⁻¹ N1=180	P0= 0%	K0= 0
(K1P0N1) 6	كغ. هكتار ⁻¹ N1=180	P0= 0%	كغ. هكتار ⁻¹ K1=90
(K2P0N1) 7	كغ. هكتار ⁻¹ N1=180	P0= 0%	كغ. هكتار ⁻¹ K2=120
(K3P0N1) 8	كغ. هكتار ⁻¹ N1=180	P0= 0%	كغ. هكتار ⁻¹ K3=150
(K0P0N2) 9	كغ. هكتار ⁻¹ N2=240	P0= 0%	K0= 0
(K1P0N2) 10	كغ. هكتار ⁻¹ N2=240	P0= 0%	كغ. هكتار ⁻¹ K1=90
(K2P0N2) 11	كغ. هكتار ⁻¹ N2=240	P0= 0%	كغ. هكتار ⁻¹ K2=120
(K3P0N2) 12	كغ. هكتار ⁻¹ N2=240	P0= 0%	كغ. هكتار ⁻¹ K3=150
(K0P0N3) 13	كغ. هكتار ⁻¹ N3=300	P0= 0%	K0= 0
(K1P0N3) 14	كغ. هكتار ⁻¹ N3=300	P0= 0%	كغ. هكتار ⁻¹ K1=90
(K2P0N3) 15	كغ. هكتار ⁻¹ N3=300	P0= 0%	كغ. هكتار ⁻¹ K2=120
(K3P0N3) 16	كغ. هكتار ⁻¹ N3=300	P0= 0%	كغ. هكتار ⁻¹ K3=150
(K0P1N0) 17	N0=0	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	K0= 0
(K1P1N0) 18	N0=0	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	كغ. هكتار ⁻¹ K1=90
(K2P1N0) 19	N0=0	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	كغ. هكتار ⁻¹ K2=120
(K3P1N0) 20	N0=0	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	كغ. هكتار ⁻¹ K3=150
(K0P1N1) 21	كغ. هكتار ⁻¹ N1=180	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	K0= 0
(K1P1N1) 22	كغ. هكتار ⁻¹ N1=180	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	كغ. هكتار ⁻¹ K1=90
(K2P1N1) 23	كغ. هكتار ⁻¹ N1=180	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	كغ. هكتار ⁻¹ K2=120
(K3P1N1) 24	كغ. هكتار ⁻¹ N1=180	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	كغ. هكتار ⁻¹ K3=150
(K0P1N2) 25	كغ. هكتار ⁻¹ N2=240	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	K0= 0
(K1P1N2) 26	كغ. هكتار ⁻¹ N2=240	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	كغ. هكتار ⁻¹ K1=90
(K2P1N2) 27	كغ. هكتار ⁻¹ N2=240	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	كغ. هكتار ⁻¹ K2=120
(K3P1N2) 28	كغ. هكتار ⁻¹ N2=240	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	كغ. هكتار ⁻¹ K3=150
(K0P1N3) 29	كغ. هكتار ⁻¹ N3=300	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	K0= 0
(K1P1N3) 30	كغ. هكتار ⁻¹ N3=300	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	كغ. هكتار ⁻¹ K1=90
(K2P1N3) 31	كغ. هكتار ⁻¹ N3=300	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	كغ. هكتار ⁻¹ K2=120
(K3P1N3) 32	كغ. هكتار ⁻¹ N3=300	كغ. هكتار ⁻¹ P1=33	كغ. هكتار ⁻¹ K3=150

2-6- تجهيز التربة وزراعتها:

يظهر الجدول (5) أهم العمليات الزراعية التي أُجريت في التجربة بمواعيدها، إذ جُهِّزَت الأرض قبل الزراعة بإجراء فلاحة متوسطة ثم تنعيم للتربة، وبعد تخطيط أرض التجربة حسب تصميم التجربة المعتمد (القطع تحت المنشقة) أُضيفت كامل كمية الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية المقررة حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بعد تحليل التربة، وحسب المعاملات المختارة.

الجدول (5) مواعيد أهم العمليات الزراعية للموسمين 2019-2020 و 2020-2021

تاريخ القيام بالعملية الزراعية		العملية الزراعية
الموسم الثاني 2021-2020	الموسم الأول 2020-2019	
2020/9/16	2019/9/25	أخذ عينات من تربة الموقع لتحليلها من أجل تحديد خصائص التربة وتحديد التوصية السمادية حسب توصيات وزارة الزراعة.
2020/10/15	2019/10/24	الانتهاء من تحليل العينات وتحديد التوصية السمادية الخاصة بالتربة
2020/10/16	2019/10/24	حراثة وتنعيم وتخطيط لأرض التجربة حسب التصميم الإحصائي
2020/10/16	2019/10/25	إضافة كامل السماد البوتاسي والفوسفوري المقرر حسب تصميم التجربة
2020/11/15	2019/11/25	زراعة التجربة باستخدام البذارة الآلية بمعدل 200 كغ/هـ
2020/11/22	2019/12/1	بداية الإنبات
2020/12/7	2019/12/12	إضافة الدفعة الأولى من السماد الآزوتي (20% من الدفعة الكلية)
2021/1/11	2020/1/13	إضافة الدفعة الثانية من السماد الآزوتي (40% من الدفعة الكلية)
2021/1/14	2020/1/15	إجراء عملية التعشيب والرش حسب برنامج محطة البحث
2021/2/14	2020/2/15	إضافة الدفعة الثالثة من السماد الآزوتي (40% من الدفعة الكلية)
2021/2/16	2020/2/18	إجراء عملية التعشيب والرش حسب برنامج محطة البحث
2021/5/30-25	2020/6/7-2	حصاد المحصول يدويا بعد النضج التام وجمع العينات الترابية والنباتية
2021/5/30	2020/6/7	نقل العينات إلى المخبر وتجهيزها لإجراء التحاليل المختلفة
2021/5/31	2020/6/8	القيام بتحليل الآزوت المعدني في عينات التربة وتحضير العينات الترابية والنباتية لإجراء باقي التحاليل المقررة

ثم زرع البذار لكامل الحقل بمعدل 200 كغ.هكتار⁻¹، باستخدام البذارة (Harrow)، وبعد الإنبات أضيف (20%) من السماد الآزوتي بعد (15) يوم من الزراعة، و(40%) عند الإشطاء، و(40%) عند تطاول الساق، مع القيام بكافة العمليات الزراعية اللازمة في مواعيدها (حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي).

2-7-القراءات والمؤشرات المدروسة: (أخذت جميع القياسات الشكلية والمؤشرات الإنتاجية وجمع العينات وأجريت جميع التحاليل على التربة والنبات بحسب الطرق المتبعة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية السورية).

2-7-1-المؤشرات الشكلية والإنتاجية:

2-7-1-1-ارتفاع النبات (سم): تم قياس ارتفاع السوق الرئيسية عند الإزهار، من سطح التربة إلى قمة

السنبلة، دون قياس السفا لعشر نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية وأخذ المتوسط الحسابي.

2-7-1-2-طول السنبلة (سم): تم قياس طول السنبلة في الساق الرئيسية دون قياس السفا لعشر

نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية وأخذ المتوسط الحسابي.

2-7-1-3-عدد السنابل في المتر المربع (سنبلة.م⁻²): تم حساب عدد السنابل في المساحة

المحصودة وتحويل النتائج إلى متر مربع.

2-7-1-4-وزن الألف حبة (غ): تم حسابها باستخدام العداد الإلكتروني والميزان الحساس.

2-7-1-5-الغلة الحيوية (طن.هكتار⁻¹): حصدت عينات عشوائية بمساحة (3 م²) من كل قطعة

تجريبية، ووزنت (حبوب +قش)، وعدلت على أساس إنتاج كلي (طن.هكتار⁻¹) على أساس الوزن الجاف.

2-7-1-6-الغلة الحبية (طن.هكتار⁻¹): أخذت العينات العشوائية التي تم حصادها بمساحة (3 م²)

من كل معاملة، ووزنت بعد فرطها، وحولت إلى طن.هكتار⁻¹ على أساس الوزن الجاف.

2-7-1-7-غلة القش (طن.هكتار⁻¹): قدرت بحساب فرق الوزن بين الغلة الحيوية والحبية.

2-7-1-8-دليل الحصاد (%): دليل الحصاد: هو النسبة المئوية للغلة الحبية إلى الغلة الحيوية.

2-7-2- محتوى التربة من NPK المتاح بعد الحصاد:

تم أخذ عينة ترابية مركبة من كل معاملة وقت الحصاد على عمق (0-30سم) وإجراء التحاليل التالية:

2-7-2-1- تقدير الآزوت المعدني: الاستخلاص بواسطة محلول كلوريد البوتاسيوم وتقدير الآزوت

المعدني بطريقة كداهل بإضافة خلطة ديفاردا (Cu 50, Al 45, Zn 5) لتحويل جميع أشكال الآزوت إلى آزوت أمونياكي الذي يقدر بالتقطير على جهاز كداهل، وذلك للعينة الطازجة للتربة (برطوبتها الحقلية).

2-7-2-2- تقدير الفوسفور المتاح للنبات: الاستخلاص بواسطة محلول بيكربونات الصوديوم

بطريقة أولسن والقراءة على جهاز الامتصاص اللوني (Spectrophotometer)، على طول موجة 660 نانومتر.

2-7-2-3- تقدير البوتاسيوم المتاح (المتبادل والذائب) للنبات: الاستخلاص بمحلول أسيتات

الأمونيوم تحديد محتوى البوتاسيوم المتاح باستخدام جهاز التحليل الطيفي باللهب (Flamphotometer).

2-7-3- محتوى النبات من NPK بعد الحصاد:

أُخِذَت العينات النباتية من كل معاملة وقت الحصاد بالتزامن مع العينات الترابية وهضمت العينات هضماً رطباً بمزيج حمض الكبريت المركز مع السيلينيوم وحمض الساليساليك، لتقدير العناصر المعدنية التالية في الراشح:

2-7-3-1- تقدير الآزوت الكلي في الحبوب والقش: تعتمد الطريقة أنه بعد هضم العينة النباتية

تتحول أشكال الآزوت المختلفة إلى سلفات الأمونيوم الذي يتفاعل بدوره مع جذر الساليسالات بوجود مركب كلورة

مناسب وبوسط قلوي ليعطي مركب أندوفينول ذو اللون الأخضر المزرق المتناسب من حيث شدته مع تركيز

الأمونيوم في الوسط والذي يقرأ على طول موجة 660 نانومتر باستخدام جهاز التحليل الآلي (Autoanalyzer).

2-7-3-2- تقدير الفوسفور الكلي في الحبوب والقش: باستخدام كاشف بارتون حيث تعتمد هذه

الطريقة على تفاعل الفوسفور مع الفانادات والموليبدات لتكون مركب معقد أصفر اللون في وسط حامضي تتناسب

شدة اللون مع تركيز الفوسفور في العينة وتقاس هذه الشدة على طول موجة 430 نانومتر باستخدام جهاز الامتصاص الضوئي (Spectrophotometer).

2-7-3-3- تقدير البوتاسيوم الكلي في الحبوب والقش: تقدر في المستخلص بعد هضم العينة

النباتية يُقرأ محتواها من البوتاسيوم باستخدام جهاز التحليل الطيفي باللهب (Flamphotometer).
نقلًا عن (الزعيبي وآخرون، 2013).

2-7-4- الكفاءة الزراعية للسماد الأزوتي:

إن كفاءة استخدام السماد هي العامل الرئيس في تحديد معدل السماد المطلوب أو التوصية السمادية للمحصول، وتعد الكفاءة الزراعية إحدى طرق حساب كفاءة استخدام السماد، إذ تعبر الكفاءة الزراعية عن كمية الزيادة في الغلة لكل وحدة سمادية مضافة ويتم استخدامه كمؤشر قصير المدى لتأثير العنصر المغذي في الإنتاجية، وتحسب الكفاءة الزراعية agricultural efficiency حسب المعادلة:

$$AE = (Y_n - Y_0) / F$$

حيث Y_n الغلة الحبية لمعاملة القياس، و Y_0 الغلة الحبية لمعاملة الشاهد، و F كمية العنصر المضاف للمعاملة، جميعها مقدرة ب (كغ.هكتار⁻¹). (IPNI., 2013).

2-8- التقييم المالي:

إن التقييم المالي يعني تحويل نتائج التجارب العملية إلى أرقام تشير إلى أرباح وخسائر، ولقيام بهذا التقييم لابد من معرفة التكاليف وقيم الإنتاج التي قدرت حسب الأسعار الفعلية في السوق لعام 2020 وهي تظهر بحسب الجدول (6)، إذ قدر إيجار الأرض ب 15% من الإنتاج، وفائدة رأس المال ب 9% من الإنتاج، بالإضافة لـ 5% من النفقات كنفقات نثرية، وقد بلغ السعر الرسمي عام 2020 لسماد اليوريا 46% (193000) ل.س للطن الواحد، ولسماد السوبر فوسفات 46% (237200) ل.س للطن الواحد، ولسماد سلفات البوتاسيوم 50% (258000) ل.س للطن الواحد، بينما بلغ سعر تبين القش (100000) ل.س للطن الواحد وسعر الحبوب (400000) ل.س للطن الواحد.

الجدول (6) وسطي تكلفة إنتاج محصول القمح القاسي البعل (ل.س/هكتار)

البيان	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
الحراثات	7015	10525	12367	15397	23471	26916	19396
الزراعة	2623	3848	4378	4928	5113	6936	6993
التسميد	1109	1635	1531	1888	2419	3255	2501
العزق والتعشيب	244	292	364	376	653	783	914
المكافحة	995	1957	1538	2047	2201	3412	1886
الحصاد أو الجني	3595	4593	5685	8158	11097	12216	28672
نقل المحصول	1352	1942	2003	2494	2641	3366	20065
المجموع	16933	24792	27866	35288	47595	56884	80427
قيمة السماد الكيماوي	12215	13080	17145	22096	34228	34949	19139
قيمة العبوات	-	50	50	50	50	50	970
قيمة البذار	6069	7803	10577	23582	29478	31212	28946
قيمة مواد المكافحة	1870	1870	3175	3175	3175	3175	7203
المجموع	20204	22803	30947	48903	66931	69386	56258
إيجار الأرض	6741	8611	10658	15296	20807	22904	25844
فائدة رأس المال	-	-	-	-	-	-	3987
نفقات نثرية	1062	1140	1547	2445	3347	3469	6707
إجمالي التكاليف	44940	57346	71018	101932	138680	152643	173223
المردود كغ / هـ	1177	1269	1122	1034	1034	1132	1197
تكلفة الكلف ل. س	38.18	45.19	63.3	98.6	134.1	134.8	144.7
السعر الرسمي ل. س	45	61	100	140	175	100	400

المجموعة الإحصائية السورية (2021)

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

Results and Discussion

أولاً: دراسة تأثير المعاملات السمادية في المؤشرات المورفولوجية للنبات:

1-ارتفاع النبات (سم): تبين من الجدول (7) زيادة ارتفاع النبات بزيادة المعدلات السمادية المضافة، إذ

تفوق تداخل مستوى التسميد (N3P1K3) بإعطائه أفضل معدل للصفة بلغ (91.8 سم) و(89.87 سم) في

الموسمين الأول والثاني على التوالي، وبفروق معنوية عن أغلب المعاملات عند مستوى معنوية (5%)،

بينما بلغ أدنى ارتفاع للنبات في معاملة الشاهد (N0P0K0) إذ بلغ (50.4 سم) و(48.2 سم) في الموسمين

الأول والثاني على التوالي، بدون فروق معنوية مع جميع معاملات (N0) عند مستوى معنوية 5%.

الجدول (7) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في ارتفاع النبات (سم)

خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
71.0	84.8	76.4	74.7	48.2	71.3	86.7	75.5	72.4	50.4	k0	p0
72.7	87.6	76.7	76.3	50.3	72.5	88.7	76.5	73.4	51.2	k1	
72.9	88.6	78.3	76.4	48.3	74.1	87.7	79.6	77.5	51.7	k2	
75.0	89.5	79.4	81.2	50.1	76.5	90.8	80.6	83.7	50.9	k3	
71.0	87.8	76.4	71.0	48.6	71.4	87.7	75.5	71.4	50.8	k0	p1
72.7	89.3	77.4	74.3	49.8	73.6	89.8	78.5	75.5	50.4	k1	
73.9	88.9	79.0	76.7	51.1	73.9	88.7	79.6	76.5	50.6	k2	
75.8	89.9	83.1	81.7	48.3	77.7	91.8	83.6	83.6	51.8	k3	
P					P						
72.9	87.6	77.7	77.1	49.2	73.6	88.5	78.1	76.8	51.1	p0	PN
73.3	89.0	79.0	75.9	49.5	74.1	89.5	79.3	76.8	50.9	p1	
K					K						
71.0	86.3	76.4	72.8	48.4	71.3	87.2	75.5	71.9	50.6	k0	KN
72.7	88.4	77.1	75.3	50.1	73.0	89.3	77.5	74.5	50.8	k1	
73.4	88.7	78.7	76.5	49.7	74.0	88.2	79.6	77.0	51.2	k2	
75.4	89.7	81.2	81.5	49.2	77.1	91.3	82.1	83.7	51.4	k3	
73.1	88.3	78.3	76.5	49.3	73.8	89.0	78.7	76.8	51.0	N	
N = 1.461		K = 1.461		LSD		N = 1.466		K = 1.466		LSD	
NP = NS		PK = NS				NP = NS		PK = NS			
NPK =4.129		NK = 2.927				NPK =4.136		NK = 2.932			

لم تؤثر العوامل المدروسة جميعها في ارتفاع النبات كما ظهر من نتائج التحليل الإحصائي، إذ يظهر من الجدول (7) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% بالنسبة لارتفاع النبات فقط في المعاملات (N-K-N*K-N*P*K).

أظهرت مستويات الآزوت المدروسة تأثيراً معنوياً في ارتفاع النبات، إذ ازداد ارتفاع النبات بزيادة مستوى التسميد كما هو مبين من الجدول (7)، وكان أعلى معدل لارتفاع النبات (88.99 سم) و(88.27 سم) في الموسمين الأول والثاني على التوالي للمعاملة (N3)، وأقل معدل للصفة (51.1 سم) و(49.34 سم) في الموسمين الأول والثاني على التوالي في معاملة الشاهد، وهذه الزيادة قد تعزى إلى زيادة جاهزية الآزوت في محيط الجذور ومن ثم زيادة امتصاصه من قبل النبات، والآزوت من العناصر سريعة الحركة داخل النبات فينتقل إلى الأجزاء الحديثة التكوين مثل المرستيمات المسؤولة عن النمو مما يؤدي إلى زيادة انقسام الخلايا واستطالتها ومن ثم زيادة ارتفاع النبات (البدراني، 2010)، وهذا يتفق مع ما وجدته (hussain et al, 2006; Jamaati et al, 2011; Donato and Fornaro, 2012).

أثرت مستويات البوتاسيوم المدروسة معنوياً في ارتفاع النبات، الجدول (7)، إذ ازداد ارتفاع النبات بزيادة مستويات التسميد البوتاسي، وكان أعلى ارتفاع للنبات (77.1 سم) و(75.4 سم) في الموسمين الأول والثاني على التوالي للمعاملة (K3) وبفروق معنوية عن باقي المعاملات عند مستوى معنوية (5%)، أما أقل معدل للصفة فكان لمعاملة الشاهد إذ بلغ (71.43 سم) و(70.97 سم) للموسمين الأول والثاني على التوالي، وهذا قد يعود إلى دور البوتاسيوم في زيادة عملية التمثيل الضوئي التي تؤدي إلى زيادة عملية صنع الغذاء ومن ثم تحسين نمو النبات، بالإضافة لدوره في زيادة انقسام الخلايا واستطالة الخلايا ودوره الحيوي في أنزيمات تصنيع البروتينات ومنظمات النمو والطاقة (Aown et al., 2012)، وأنه بوجود الماء يؤدي إلى زيادة نمو واستطالة الخلايا النباتية ومن ثم زيادة ارتفاع النبات، وهذا يتفق مع ما ذكره كل من (محمد، 2001; EL-Medani et al., 1997; أبو ضاحي واليونس، 1988).

أظهر التداخل بين مستويات السمادين الآزوتي والبوتاسي، الجدول (7)، أن أعلى معدل للصفة المدروسة كان للمعاملة (N3K3) إذ بلغ (91.3 سم) و(89.66 سم)، بينما أقل ارتفاع للنبات كان في معاملة الشاهد (N0K0) إذ بلغ ارتفاع النبات (51.1 سم) و(48.4 سم) للموسمين الأول والثاني على التوالي.

2- طول السنبل (سم): ظهرت زيادة معنوية في متوسط طول السنبل بزيادة معدلات التسميد بشكل عام، الجدول (8)، إذ تفوقت المعاملة معنوياً (N3P1K3) على باقي المعاملات وبلغ طول السنبل (8.94 سم) و(8.97 سم) للموسمين الأول والثاني على التوالي وبفروق معنوية عن باقي المعاملات، بينما بلغ طول السنبل أدنى مستوياته (5.2 سم) للمعاملة (N0P0K3) في كلا الموسمين.

الجدول (8) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في طول السنبل (سم)

خلال الموسمين الزراعيين 2019-2020 و 2020-2021

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
7.10	8.37	7.53	7.13	5.37	7.25	8.56	7.42	7.27	5.76	k0	p0
7.19	8.73	7.47	7.30	5.27	7.32	8.65	7.64	7.35	5.64	k1	
7.30	8.63	7.73	7.63	5.21	7.45	8.75	7.84	7.54	5.65	k2	
7.57	8.83	7.93	8.30	5.20	7.58	8.92	7.84	8.32	5.23	k3	
7.08	8.57	7.43	7.10	5.22	7.23	8.74	7.58	6.92	5.66	k0	p1
7.26	8.90	7.73	7.33	5.07	7.32	8.74	7.68	7.43	5.44	k1	
7.35	8.77	7.70	7.57	5.37	7.40	8.76	7.94	7.56	5.35	k2	
7.63	8.97	8.10	8.10	5.33	7.77	8.94	8.34	8.32	5.46	k3	
P					P						
7.29	8.64	7.67	7.59	5.26	7.40	8.72	7.69	7.62	5.57	p0	PN
7.33	8.80	7.74	7.53	5.25	7.43	8.80	7.89	7.56	5.48	p1	
K					K						
7.09	8.47	7.48	7.12	5.30	7.24	8.65	7.50	7.10	5.71	k0	KN
7.23	8.82	7.60	7.32	5.17	7.32	8.70	7.66	7.39	5.54	k1	
7.33	8.70	7.72	7.60	5.29	7.42	8.76	7.89	7.55	5.50	k2	
7.60	8.90	8.02	8.20	5.27	7.67	8.93	8.09	8.32	5.35	k3	
7.31	8.72	7.70	7.56	5.26	7.41	8.76	7.79	7.59	5.52	N	
N = 0.055		K = 0.055		LSD		N = 0.058		K = 0.058		LSD	
NP = 0.0823		PK = NS				NP = 0.0818		PK = NS			
NPK =0.162		NK = 0.11				NPK =0.166		NK = 0.116			

أثرت أغلب العوامل المدروسة في صفة طول السنبله كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي، ويظهر الجدول (8) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بالنسبة لطول السنبله في جميع المعاملات ماعدا المعاملة (P*K) عند مستوى معنوية 5%.

أظهرت مستويات الآزوت المدروسة تأثيراً معنوياً في معدل طول السنبله، الجدول (8)، إذ بلغ أعلى معدل للصفة المدروسة (8.71 سم) و(8.724 سم) للموسمين الأول والثاني على التوالي للمعاملة (N3)، وأدنى معدل لطول السنبله لمعاملة الشاهد بلغ (5.48 سم) و(5.24 سم) للموسمين الأول والثاني على التوالي، وهذا يعود إلى تأثير التسميد الآزوتي في زيادة ارتفاع النبات والمساحة الورقية فضلاً عن تأثيره في زيادة عملية انقسام ونمو الخلايا ومن ثم زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي وزيادة نواتجها وبالتالي زيادة انقسام واستطالة الخلايا (Konoplya and Higa., 1999; شاطي وصبيحة، 2010)، بالإضافة إلى دوره في تكوين الأحماض الأمينية لمنظمات النمو الضرورية في استطالة الخلايا النباتية (Taiz and Zeiger., 2002).

أثرت مستويات البوتاسيوم إيجابياً بشكل معنوي عند مستوى (5%) في متوسط طول السنبله في نبات القمح، الجدول (8)، إذ ازداد طول السنبله بازدياد معدل التسميد البوتاسي، وحقت المعاملة (K3) أعلى معدل للصفة بلغ (7.64 سم) و(7.59 سم) للموسمين الأول والثاني على التوالي، وأقل معدل للصفة كان لمعاملة الشاهد إذ بلغ معدل طول السنبله (7.19 سم) و(7.086 سم) للموسمين الأول والثاني على التوالي، وهذا قد يعود إلى تأثير البوتاسيوم الإيجابي في نمو الأنسجة الميرستيمية، وتحسين امتصاص العناصر المغذية، مما ينعكس على نمو النبات بشكل عام، وطول السنبله بالضرورة (Baque et al., 2006; Thalooth et al., 2006).

بينت نتائج التداخل بين مستويات السمادين الآزوتي والفوسفوري تأثيراً معنوياً في متوسط طول السنبله، الجدول (8)، إذ زادت صفة طول السنبله بزيادة مستويات التسميد الآزوتي والفوسفوري ولم يظهر

هذا التأثير للفوسفور إلا في المستويات العالية من التسميد الآزوتي، فالفوسفور عنصر أساسي وضروري في انقسام الخلايا واستطالتها، وخصوصاً أماكن التخزين (السنابل)، (النعي، 1999)، إذ تفوقت المعاملة (N3P1) بأعلى معدل للصفة بلغ (8.75 سم) و(8.8 سم) للموسمين الأول والثاني على التوالي، بينما بلغ أقل معدل للصفة في الموسم الأول (5.425 سم) وفي الموسم الثاني (5.241 سم) عند مستوى التداخل (N0P1).

وبالنسبة لتأثير التداخل بين الآزوت والبوتاسيوم في صفة طول السنبل ازداد طول السنبل بزيادة مستويات التسميد الآزوتي والبوتاسي، أما عند غياب السماد الآزوتي نجد تأثيراً عكسياً للسماد البوتاسي في الصفة المدروسة، الجدول (8)، إذ تفوقت المعاملة (N3K3) بأعلى معدل للصفة بلغ (8.9 سم) في الموسمين الأول والثاني، وأقل معدل للصفة المدروسة كان للمعاملة (N0K3) إذ بلغ معدل طول السنبل (5.3 سم) و(5.166 سم) للموسمين الأول والثاني على التوالي.

3- عدد السنابل في المتر المربع (سنبل.م⁻²):

تبين من الجدول (9) زيادة عدد السنابل بزيادة معدلات التسميد المضافة للتربة إذ تفوقت المعاملة (N3P1K3) بإعطائها أفضل معدل للصفة بلغ (696 سنبل.م⁻²) و(690 سنبل.م⁻²) للموسمين الأول والثاني على التوالي، بينما أعطت معاملة الشاهد (N0P0K0) أقل معدل لعدد السنابل في واحدة المساحة بلغ (278 سنبل.م⁻²) و(275 سنبل.م⁻²) للموسمين الأول والثاني على التوالي.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن أغلب العوامل المدروسة لم تؤثر في عدد السنابل في وحدة المساحة، إذ يظهر الجدول (9) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% بالنسبة لعدد السنابل في المتر المربع في المعاملات (N-K-N*K-N*P*K) فقط.

الجدول (9) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في عدد السنابل في وحدة المساحة (سنبلة.م⁻²) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
421	484	476	449	275	426	498	474	454	278	k0	p0
439	512	483	471	289	430	541	497	398	284	k1	
476	621	526	463	292	477	632	501	478	295	k2	
509	629	585	521	300	527	677	584	547	301	k3	
452	548	492	473	296	441	512	487	468	295	k0	p1
455	542	522	451	306	477	597	525	475	310	k1	
495	638	550	471	321	504	635	567	498	316	k2	
541	690	600	540	334	544	696	597	553	329	k3	
P					P						
461	562	518	476	289	465	587	514	469	290	p0	PN
486	605	541	484	314	491	610	544	499	313	p1	
K					K						
437	516	484	461	286	433	505	481	461	287	k0	KN
447	527	503	461	298	453	569	511	437	297	k1	
485	630	538	467	307	490	634	534	488	306	k2	
525	660	593	531	317	536	687	591	550	315	k3	
473	583	529	480	302	478	599	529	484	301	N	
N = 7.19		K = 7.19		LSD	N = 7.12		K = 7.12		LSD		
NP = NS		PK = NS			NP = NS		PK = NS				
NPK =20.24		NK = 14.38			NPK =20.51		NK =14.24				

تبين من الجدول (9) ازدياد متوسط عدد السنابل في المتر المربع بازدياد معدل التسميد الآزوتي،

إذ بلغ أعلى معدل للصفة (598.5 سنبلة.م⁻²) و(583.1 سنبلة.م⁻²) في المعاملة (N3)، وأدنى عدد

للسنابل (301 سنبلة.م⁻²) و(301.6 سنبلة.م⁻²) في المعاملة (N0)، وذلك للموسمين الأول والثاني، إذ

ظهر تأثير الآزوت الإيجابي في إنتاجية القمح بالنسبة لعدد السنابل في وحدة المساحة وعدد الحبوب في

السنبلة (Alley., 1999)، وهذا قد يعود إلى دور الآزوت في زيادة النمو الخضري بشكل عام عند مراحل

نمو المحصول المختلفة مما نتج عنه كفاءة عالية في عملية التركيب الضوئي لاسيما عند بداية موسم النمو

ومن ثم زيادة نواتج تمثيل التركيب الضوئي التي تدعم نشوء وتشكل بادئات الإشتاء واستمرار نموها

(الحيدري ورعد، 2006) فضلاً عن كون الآزوت يسهم في زيادة تركيز الكلوروفيل (Taiz and Zeiger., 2002) ومن ثم زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي وهذه النتيجة تتفق مع ما أكدته (Alam et al., 2003) من زيادة عدد السنابل بزيادة التسميد الآزوتي، ويتفق مع (Zende et al., 2005).

أظهرت مستويات البوتاسيوم المدروسة، الجدول (9)، تأثيراً معنوياً في عدد السنابل في وحدة المساحة عند مستوى معنوية (5%)، إذ تفوقت المعاملة (K3) على باقي المعاملات بأعلى معدل للصفة بلغ (535.5 سنبله.م⁻²) و(524.9 سنبله.م⁻²) للموسمين الأول والثاني على التوالي، وأقل معدل للصفة كان لمعاملة الشاهد (K0) بلغ (433.25 سنبله.م⁻²) و(436.35 سنبله.م⁻²) للموسمين الأول والثاني على التوالي، وهذا قد يعود إلى وجود تأثير معنوي لتركيز البوتاسيوم في صفة عدد الأشرطة لنبات الحنطة (Aown et al., 2012) وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Thalooth et al., 2006; Baque et al., 2006)، وقد يعود ذلك إلى التأثير الإيجابي للبوتاسيوم في زيادة ارتفاع النبات وعدد العقد للساق من خلال تشجيعه لنمو الأنسجة الميرستيمية وتحسين امتصاص العناصر المغذية والذي ينعكس على زيادة عدد الأفرع الخضرية للنبات (Tisdale et al., 1997) ومن ثم زيادة عدد السنابل في المتر المربع.

يبين الجدول (9) تأثير التداخل بين الآزوت والبوتاسيوم في متوسط عدد السنابل في المتر المربع، إذ زاد متوسط عدد السنابل بزيادة مستويات التسميد الآزوتي والبوتاسي، ولوحظ التكامل بين البوتاسيوم والآزوت في تحسين هذه الصفة فزيادة أحدهما تكمل نقص الآخر، وظهر التداخل (N3K3) تفوقاً معنوياً على جميع المعاملات بمعدل (686.5 سنبله.م⁻²) و(659.5 سنبله.م⁻²) للموسمين الأول والثاني على التوالي، وأقل معدل كان لمعاملة الشاهد إذ بلغ عدد السنابل (286.5 سنبله.م⁻²) و(285.1 سنبله.م⁻²) للموسمين الأول والثاني على التوالي.

ثانياً: دراسة تأثير المعاملات السمادية في المؤشرات الإنتاجية للنبات:

1. الغلة الحيوية (طن.هكتار⁻¹): يبين الجدول (10) تأثير المعاملات السمادية المختلفة في الغلة الحيوية

لمحصول القمح إذ تغيرت الغلة الحيوية بتغير معاملات السماد المضافة للتربة، وتوقفت المعاملة

(N3P1K3) معنوياً بإعطائها أفضل معدل للصفة بلغ (15.02 طن.هكتار⁻¹) و(14.38 طن.هكتار⁻¹)

للموسمين الأول والثاني على التوالي، بينما حققت معاملة الشاهد أقل معدل للغلة الحيوية في الموسم الأول

بإنتاجية بلغت (4.98 طن.هكتار⁻¹)، أما أدنى معدل للصفة في الموسم الثاني كان للمعاملة (N0P0K2)

بلغ (5.12 طن.هكتار⁻¹) بدون فروق معنوية عن الشاهد عند مستوى معنوية 5%.

الجدول (10) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في الغلة الحيوية (طن.هكتار⁻¹)

خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
9.62	12.81	10.84	9.50	5.32	9.96	13.23	11.29	10.35	4.98	k0	p0
9.95	13.75	10.87	9.88	5.28	10.50	14.24	11.99	10.65	5.10	k1	
10.48	13.62	12.68	10.50	5.12	10.95	14.62	12.90	11.08	5.21	k2	
11.01	13.79	12.49	12.59	5.18	11.51	14.84	13.72	12.35	5.11	k3	
9.93	12.15	11.18	10.48	5.91	10.33	13.57	11.68	10.45	5.61	k0	p1
10.11	13.02	11.49	10.19	5.74	10.84	14.48	12.12	11.07	5.69	k1	
10.13	13.04	11.23	10.45	5.80	11.11	14.78	12.74	11.15	5.75	k2	
11.16	14.38	12.04	12.51	5.70	11.68	15.02	13.85	12.40	5.44	k3	
P					P						
10.26	13.49	11.72	10.62	5.23	10.73	14.23	12.48	11.11	5.10	p0	PN
10.33	13.15	11.49	10.91	5.79	10.99	14.46	12.60	11.27	5.62	p1	
K					K						
9.77	12.48	11.01	9.99	5.62	10.15	13.40	11.49	10.40	5.30	k0	KN
10.03	13.39	11.18	10.04	5.51	10.67	14.36	12.06	10.86	5.40	k1	
10.31	13.33	11.96	10.48	5.46	11.03	14.70	12.82	11.12	5.48	k2	
11.09	14.09	12.27	12.55	5.44	11.59	14.93	13.79	12.38	5.28	k3	
10.30	13.32	11.60	10.76	5.51	10.86	14.35	12.54	11.19	5.36	N	
N = 0.2671		K = 0.2671		LSD		N = 0.2679		K = 0.2679		LSD	
NP = NS		PK = NS				NP = NS		PK = NS			
NPK =0.7556		NK = 0.5342				NPK =0.7569		NK = 0.5358			

لم تؤثر العوامل المدروسة جميعها على الإنتاج الحيوي للمحصول، إذ يظهر الجدول (10) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بالنسبة للإنتاج الحيوي في المعاملات (N-K-N*K) عند مستوى معنوية 5%. أظهرت مستويات الآزوت المدروسة تأثيراً معنوياً في الإنتاج الحيوي، إذ ازدادت الغلة الحيوية بشكل واضح بازدياد معدل السماد الآزوتي المضاف كما هو مبين في الجدول (10)، وتفاوتت المعاملة (N3) معنوياً على باقي المعاملات بمعدل إنتاج بلغ (14.35 طن.هكتار⁻¹) و(13.31 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي، تلتها المعاملة (N2)، ثم المعاملة (N1)، وأخيراً الشاهد بأقل إنتاج بلغ (5.36 طن.هكتار⁻¹) و(5.5 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي، وهذا يعود للتأثير الإيجابي للأزوت في إنتاجية القمح بالنسبة لوحدة المساحة (Alley., 1999)، فالأزوت يزيد من انقسام واستطالة الخلايا وزيادة عدد البراعم الخضرية وعدد التفرعات الحاملة للسنابل (العلوي، 2011؛ أبوضاحي وزملاؤه، 2005)، ومع زيادة الآزوت المضاف يزداد طول النبات، وعدد الإسطوانات في النبات، وعدد السنابل في وحدة المساحة، وعدد الحبات في السنبلة، ووزن الألف حبة، وتراكم المادة الجافة (Zende et al., 2005) مما يسبب زيادة في الكتلة الحيوية والغلة الحبية (Dario et al., 2010).

أظهرت مستويات البوتاسيوم المدروسة تأثيراً معنوياً في الإنتاج الحيوي، إذ ازدادت الغلة الحيوية بازدياد معدل السماد البوتاسي المضاف كما هو مبين في الجدول (10)، وتفاوتت المعاملة (K3) معنوياً على باقي المعاملات بمعدل إنتاج بلغ (11.59 طن.هكتار⁻¹) و(11.09 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي، وحقت معاملة الشاهد أقل معدل للإنتاج الكلي بلغ (10.15 طن.هكتار⁻¹) و(9.77 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي،، لأن البوتاسيوم يؤثر في زيادة كفاءة ومعدل عملية التمثيل الضوئي ومحتوى النبات من الكربوهيدرات، مما يساعد على زيادة مساحة الأوراق في النبات، وبمساهمة هذا العنصر في تنشيط الأنزيمات في جميع مراحل النمو يساعد في الحفاظ على أكبر عدد ممكن من الأوراق النباتية بحالة نشطة حتى نهاية موسم النمو، ومن ثم يظهر تأثيره الإيجابي في زيادة ارتفاع

النبات، وعدد العقد للساق من خلال تشجيعه لنمو الأنسجة الميرستيمية وتحسين امتصاص العناصر المغذية (Tisdale et al., 1997)، وهذا ظهر في زيادة عدد الأفرع الخضرية للنبات ونمو النبات بشكل عام، ومن ثم زيادة الإنتاج وتحسين نوعيته ومحتواه من الكربوهيدرات، (Maser et al., 2002).

أما التداخل بين الآزوت والبوتاسيوم فقد اظهر الجدول (10) تفوق المعاملة (N3K3) معنوياً على جميع المعاملات بمعدل إنتاج بلغ (14.93 طن.هكتار⁻¹) و(14.09 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي، وأقل قيمة للصفة كانت للمعاملة (N0K3) إذ بلغ معدل الإنتاج الكلي (5.28 طن.هكتار⁻¹) و(5.445 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي.

2. غلة القش (طن.هكتار⁻¹):

يتبين من الجدول (11) تأثير المعاملات السمادية في غلة القش لمحصول القمح إذ ازداد معدل إنتاج القش بازدياد كمية السماد المضافة للتربة وتفوقت المعاملة (N3P0K2) بإعطائها أفضل معدل للصفة بلغ (9.08 طن.هكتار⁻¹) و(9.05 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي، بينما حققت معاملة الشاهد أقل معدل لغلة القش في الموسم الأول بلغ (3.42 طن.هكتار⁻¹)، وفي الموسم الثاني حققت المعاملة (N0P0K3) أقل معدل للصفة المدروسة بلغ (3.45 طن.هكتار⁻¹) بدون فروق معنوية عن الشاهد عند مستوى معنوية 5%.

يظهر الجدول (11) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بالنسبة لغلة القش في المعاملات التالية فقط

(N-K-N*K-N*P*K) عند مستوى معنوية 5%.

يؤثر الآزوت إيجابياً في إنتاج القمح بالنسبة لوحدة المساحة (Alley., 1999)، إذ سببت زيادة التسميد الآزوتي زيادة معنوية مستمرة في صفة غلة القش، وقد أظهرت مستويات الآزوت المدروسة في الجدول (11) تأثيراً معنوياً في غلة القش، إذ تفوقت المعاملة (N3) معنوياً على باقي المعاملات بأعلى غلة بلغت (8.93 طن.هكتار⁻¹) و(8.478 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي، وأدنى معدل بلغ

(3.63 طن.هكتار⁻¹) و(3.736 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي في معاملة الشاهد، وهذا يعود إلى تأثير التسميد الآزوتي في زيادة ارتفاع النبات والمساحة الورقية فضلاً عن تأثيره في زيادة فعالية انقسام ونمو الخلايا، ومن ثم زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي (شاطي وصبيحة، 2010)، فالآزوت يزيد من انقسام واستطالة الخلايا وزيادة عدد البراعم الخضرية وعدد التفرعات الحاملة للسنابل (العلوي، 2011؛ أبو ضاحي وزملاؤه، 2005)، وبزيادة الآزوت المضاف يزداد طول النبات، وعدد الإسطوانات، وتراكم المادة الجافة (Zende et al., 2005)، مما يسبب زيادة في الكتلة الحيوية (Dario et al., 2010).

كما بينت مستويات البوتاسيوم المدروسة تأثيراً معنوياً في معدل غلة القش، الجدول (11)، إذ أدى ارتفاع مستويات البوتاسيوم إلى ازدياد غلة المحصول من القش، وبلغ أعلى معدل للصفة المدروسة (7.28 طن.هكتار⁻¹) و(7.056 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي في المعاملة (K3)، وأقل معدل لغلة القش (6.75 طن.هكتار⁻¹) لمعاملة الشاهد في الموسم الأول، و(6.438 طن.هكتار⁻¹) للموسم الثاني للمعاملة (K1) دون فروق معنوية مع الشاهد، وهذا قد يعود لدور البوتاسيوم في زيادة عملية التمثيل الضوئي، التي تؤدي إلى زيادة عملية صنع الغذاء مع زيادة فعالية العديد من الأنزيمات، وأنه بوجود الماء يؤدي إلى زيادة نمو واستطالة الخلايا النباتية ومن ثم زيادة ارتفاع النبات (EL-Medani et al., 1997؛ محمد، 2001؛ أبو ضاحي واليونس، 1988)، ومن ثم انعكس ذلك في زيادة عدد الأفرع الخضرية للنبات ونمو النبات، وزيادة الإنتاج بشكل عام (Maser et al., 2002).

وأظهر التداخل بين مستويات الآزوت والبوتاسيوم، الجدول (11)، تفوق المعاملة (N3K3) معنوياً على باقي المعاملات إذ بلغت غلة القش فيها (9.06 طن.هكتار⁻¹) و(8.856 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي، بينما حققت المعاملة (N0K3) أدنى معدل للصفة المدروسة بلغ (3.545 طن.هكتار⁻¹) و(3.659 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي دون فروق معنوية مع الشاهد.

الجدول (11) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في غلة القش (طن.هكتار⁻¹)

خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
6.24	8.08	6.99	6.18	3.72	6.83	8.91	7.91	7.14	3.36	k0	p0
6.22	8.46	6.40	6.37	3.64	7.04	9.31	8.17	7.27	3.39	k1	
6.61	8.37	7.83	6.75	3.48	7.44	9.76	8.71	7.81	3.48	k2	
6.78	8.03	7.51	8.04	3.52	7.54	9.75	9.25	7.74	3.40	k3	
6.47	7.46	7.31	7.02	4.10	7.05	9.25	7.96	7.17	3.83	k0	p1
6.20	7.38	7.09	6.43	3.90	7.26	9.34	7.97	7.88	3.84	k1	
6.16	7.44	6.69	6.56	3.94	7.36	9.73	8.20	7.67	3.84	k2	
6.86	8.51	7.03	7.95	3.93	7.50	9.49	9.09	7.86	3.56	k3	
P					P						
6.46	8.24	7.18	6.84	3.59	7.21	9.43	8.51	7.49	3.41	p0	PN
6.42	7.70	7.03	6.99	3.97	7.29	9.45	8.31	7.65	3.77	p1	
K					K						
6.36	7.77	7.15	6.60	3.91	6.94	9.08	7.94	7.16	3.60	k0	KN
6.21	7.92	6.75	6.40	3.77	7.15	9.33	8.07	7.58	3.62	k1	
6.38	7.91	7.26	6.66	3.71	7.40	9.75	8.46	7.74	3.66	k2	
6.82	8.27	7.27	8.00	3.73	7.52	9.62	9.17	7.80	3.48	k3	
6.44	7.97	7.11	6.91	3.78	7.25	9.44	8.41	7.57	3.59	N	
N = 0.206		K = 0.206		LSD	N = 0.211		K = 0.211		LSD		
NP = NS		PK = NS			NP = NS		PK = NS				
NPK =0.571		NK = 0.412			NPK =0.570		NK = 0.422				

3. الغلة الحبية (طن.هكتار⁻¹):

يبين الجدول (12) تأثير معاملات التسميد المختلفة في الغلة الحبية، إذ ازدادت الغلة الحبية

بازدياد كمية السماد المضافة للتربة، وتفاوتت المعاملة (N3P1K3) معنوياً على معظم المعاملات بإعطائها

أفضل معدل للغلة الحبية بلغ (5.53 طن.هكتار⁻¹) و(5.87 طن.هكتار⁻¹)، بينما حققت معاملة الشاهد أقلمعدل للغلة الحبية بلغ (1.62 طن.هكتار⁻¹) و(1.6 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي.

يظهر الجدول (12) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بالنسبة للغلة الحبية في المعاملات (N-K-)

N*K-N*P*K عند مستوى معنوية 5%.

الجدول (12) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في الغلة الحبية (طن.هكتار⁻¹)

خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
3.38	4.73	3.85	3.32	1.60	3.13	4.32	3.38	3.21	1.62	k0	p0
3.73	5.29	4.47	3.51	1.64	3.46	4.93	3.82	3.38	1.71	k1	
3.87	5.25	4.85	3.75	1.64	3.51	4.86	4.19	3.27	1.73	k2	
4.24	5.76	4.98	4.55	1.66	3.97	5.09	4.47	4.61	1.71	k3	
3.46	4.69	3.87	3.46	1.81	3.28	4.32	3.72	3.28	1.78	k0	p1
3.91	5.64	4.40	3.76	1.84	3.58	5.14	4.15	3.19	1.85	k1	
3.97	5.60	4.54	3.89	1.86	3.75	5.05	4.54	3.48	1.91	k2	
4.30	5.87	5.01	4.56	1.77	4.18	5.53	4.76	4.54	1.88	k3	
P					P						
3.80	5.26	4.54	3.78	1.64	3.52	4.80	3.97	3.62	1.69	p0	PN
3.91	5.45	4.46	3.92	1.82	3.70	5.01	4.29	3.62	1.86	p1	
K					K						
3.42	4.71	3.86	3.39	1.71	3.20	4.32	3.55	3.25	1.70	k0	KN
3.82	5.47	4.44	3.64	1.74	3.52	5.04	3.99	3.29	1.78	k1	
3.92	5.43	4.70	3.82	1.75	3.63	4.96	4.37	3.38	1.82	k2	
4.27	5.82	5.00	4.56	1.72	4.07	5.31	4.62	4.58	1.80	k3	
3.86	5.35	4.50	3.85	1.73	3.61	4.91	4.13	3.62	1.77	N	
N = 0.116		K = 0.116		LSD	N = 0.113		K = 0.113		LSD		
NP = NS		PK = NS			NP = NS		PK = NS				
NPK = 0.3267		NK = 0.232			NPK = 0.3255		NK = 0.226				

ظهر التأثير المعنوي الواضح في مستويات التسميد الآزوتي المدروسة جميعها في الغلة الحبية

لمحصول القمح، الجدول (12)، إذ أثر الآزوت إيجابياً في مكونات غلة الحبوب، (عدد السنابل في وحدة

المساحة، وعدد الحبوب في السنبل الواحدة، ووزن الحبة الواحدة)، (Alley., 1999)، وتوقفت المعاملة

(N3) معنوياً على باقي المعاملات بغلة حبية (4.91 طن.هكتار⁻¹) و(5.35 طن.هكتار⁻¹)، تلتها المعاملة

(N2)، ثم المعاملة (N1)، بتفوق معنوي واضح على معاملة الشاهد الذي بلغت غلته الحبية (1.77

طن.هكتار⁻¹) و(1.732 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي، وهذا يعود إلى زيادة كمية

الأزوت التي تؤدي إلى زيادة امتصاصه واستخدامه من قبل النبات (Ali et al., 2003; Fallahi et al.,)

(2008)، إذ يسمح تأمين احتياجات القمح من السماد الآزوتي خلال مرحلة استطالة الساق في إعطاء مساحة ورقية كافية لتصنيع كمية كافية من السكريات اللازمة لامتلاء جميع الحبوب المتشكلة، ومن ثم إعطاء غلة حبية جيدة (Alley.,1999)، مما يسبب زيادة في الغلة الحبية وهذا يتفق مع (Latiri et al., 1998) الذين وجدوا أن توفر المياه والآزوت يمكن أن يزيدا من إنتاج الغلة الحبية بسبب زيادة سطح الأوراق الخضراء، ومن ثم زيادة معدل عملية التمثيل الضوئي خاصة عند مستوى السماد العالي.

كما ازدادت الغلة الحبية بزيادة نسبة السماد البوتاسي المقدمة للنبات، إذ أظهرت مستويات البوتاسيوم المدروسة تأثيراً معنوياً في الصفة المدروسة، الجدول (12)، إذ بلغت أعلى غلة حبية (4.07 طن.هكتار⁻¹) و(4.274 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي في المعاملة (K3)، وأدناها (3.2 طن.هكتار⁻¹) و(3.422 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي لمعاملة الشاهد، وقد يعزى ذلك إلى تأثير البوتاسيوم في تأخير شيخوخة الأوراق مما ينعكس إيجاباً على إطالة عمرها ومن ثم في زيادة كفاءة النبات في عملية التمثيل الضوئي والتي بدورها تنعكس إيجاباً على زيادة وزن الألف حبة، ومن ثم الزيادة في حاصل الحبوب (أبو ضاحي وتعبان، 2005)، بالإضافة لدور البوتاسيوم في زيادة كفاءة ومعدل عملية التمثيل الضوئي، وعملية نقل المواد الغذائية إلى الحبوب (Tisdale et al., 1997)، ومن ثم زيادة الإنتاج وتحسين نوعيته، (Maser et al., 2002).

أظهر تأثير التداخل بين مستويات السمادين الآزوتي والبوتاسي، الجدول (12)، تفوق المعاملة (N3K3) معنوياً على باقي المعاملات بغلة حبية بلغت (5.31 طن.هكتار⁻¹) و(5.814 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي، وأقل غلة حبية بلغت (1.7 طن.هكتار⁻¹) و(1.704 طن.هكتار⁻¹) للموسمين الأول والثاني على التوالي كانت في معاملة الشاهد.

4. معامل الحصاد (%):

أظهر الجدول (13) تأثير المعاملات السمادية المختلفة في معامل الحصاد إذ تفوقت

المعاملة (N3P1K3) معنوياً في الموسم الأول على باقي المعاملات بنسبة مئوية (39.67%)، وحقت

المعاملة (N0P1K0) أدنى معدل للصفة بلغ (31.01%)، بينما في الموسم الثاني تفوقت المعاملة

(N3P1K1) معنوياً على باقي المعاملات بنسبة مئوية (41.11%)، بينما حققت المعاملة (N1P1K0)

أدنى قيمة للصفة بلغت (31.12%)، ويظهر جدول التحليل الإحصائي (13) وجود فروق ذات دلالة

إحصائية عند مستوى معنوية 5%، بالنسبة لمعامل الحصاد في المعاملات (N-K-N*K) فقط.

الجدول (13) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفسفوري والبوتاسي في معامل الحصاد (%)

خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
32.89	33.83	31.77	34.64	31.31	32.91	35.68	33.56	31.30	31.11	k0	p0
35.07	36.17	36.99	34.77	32.36	34.28	36.86	35.62	32.50	32.12	k1	
33.21	33.70	34.81	31.64	32.69	34.94	37.90	35.82	33.41	32.61	k2	
35.56	36.52	35.82	36.53	33.38	36.15	39.21	36.30	36.91	32.18	k3	
32.71	34.25	34.05	31.12	31.41	33.17	35.81	32.45	33.39	31.01	k0	p1
35.23	41.11	35.50	31.96	32.33	34.93	37.36	36.87	33.32	32.15	k1	
36.18	37.59	39.28	34.99	32.85	35.32	38.97	36.59	33.26	32.45	k2	
36.44	37.85	39.31	35.23	33.38	36.48	39.67	36.23	37.83	32.18	k3	
P					P						
34.18	35.06	34.85	34.40	32.44	34.57	37.41	35.33	33.53	32.01	p0	PN
35.14	37.70	37.04	33.33	32.49	34.97	37.95	35.54	34.45	31.95	p1	
K					K						
32.80	34.04	32.91	32.88	31.36	33.04	35.75	33.01	32.35	31.06	k0	KN
35.15	38.64	36.25	33.37	32.35	34.60	37.11	36.25	32.91	32.14	k1	
34.69	35.65	37.05	33.32	32.77	35.13	38.44	36.21	33.34	32.53	k2	
36.00	37.19	37.57	35.88	33.38	36.31	39.44	36.27	37.37	32.18	k3	
34.66	36.38	35.94	33.86	32.46	34.77	37.68	35.43	33.99	31.98	N	
N = 0.713		K = 0.713		LSD		N = 0.718		K = 0.718		LSD	
NP = NS		PK = NS				NP = NS		PK = NS			
NPK =2.022		NK = 1.426				NPK =2.019		NK = 1.436			

أظهرت مستويات الآزوت المدروسة تأثيراً معنوياً في معامل الحصاد إذ ازدادت هذه الصفة بازدياد نسبة السماد الآزوتي المضاف للتربة، الجدول (13)، إذ تفوقت المعاملة (N3) معنوياً على باقي المعاملات بالنسبة المئوية لمعدل الحصاد وبلغت قيمته (37.68%) و(36.38%)، وحقق الشاهد أدنى معدل للصفة بلغ (31.98%) و (32.46%) للموسمين الأول والثاني على التوالي وهذا يعود لدور الآزوت الإيجابي في زيادة الغلة الحبية وبالتالي زيادة قيمة معامل الحصاد وهذا يتوافق مع (Mojid et al., 2012).

كما أظهرت مستويات البوتاسيوم المدروسة تأثيراً معنوياً في معامل الحصاد إذ ازدادت هذه الصفة بازدياد نسبة السماد البوتاسي المضاف للتربة، الجدول (13)، إذ تفوقت المعاملة (K3) معنوياً على باقي المعاملات بالنسبة المئوية لمعدل الحصاد وبلغت قيمته (36.31%) و(36.01%)، وحقق الشاهد أدنى معدل للصفة بلغ (33.04%) و (32.8%) للموسمين الأول والثاني على التوالي وهذا يعود للدور الذي يلعبه البوتاسيوم في زيادة الغلة الحبية للقمح، ويتفق ذلك مع (Ojha et al., 2021).

أما بالنسبة لتداخل السمادين الآزوتي والبوتاسي تفوقت المعاملة (N3K3) معنوياً على باقي المعاملات في الموسم الأول بلغ (39.44%)، بينما حققت المعاملة (N3K1) أعلى معدل في الموسم الثاني بفروق معنوية عن بعض المعاملات إذ بلغت قيمة معامل الحصاد (38.63%)، وحققت معاملة الشاهد أقل معدل للصفة المدروسة بلغ (31.06%) و(31.36%) في الموسمين الأول والثاني على التوالي. إذ ازدادت النسبة المئوية لمعامل الحصاد بزيادة السماد الآزوتي والبوتاسي بسبب تأثيرهما المعنوي الواضح على مكونات حساب معامل الحصاد وهي: الغلة الكلية للمحصول، وإنتاجية المحصول.

5. وزن الألف حبة (غ):

كان تأثير المعاملات السمادية المختلفة معنوياً في صفة وزن الألف حبة كما هو مبين من الجدول (14) إذ ازدادت هذه الصفة بزيادة مستويات التسميد، وقد تفوقت المعاملة (N3P1K3) بإعطائها أفضل معدل للصفة المدروسة بلغ (54.42 غ) و(53.28 غ) للموسمين الأول والثاني على التوالي، بينما أعطت

المعاملة (N0P1K3) أقل معدل للصفة المدروسة في الموسم الأول بلغ (38.49 غ)، والمعاملة

(N0P1K2) أقل معدل للصفة المدروسة في الموسم الثاني بلغ (37.72 غ) دون فروق معنوية مع الشاهد.

يظهر جدول التحليل الإحصائي (14) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بالنسبة لوزن الألف حبة

في المعاملات (N-K-N*K-N*P*K) عند مستوى معنوية 5%.

الجدول (14) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في وزن الألف حبة (غ)

خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
41.88	46.53	43.08	39.67	38.24	44.11	48.92	45.47	42.58	39.45	k0	p0
42.68	46.84	44.29	40.88	38.72	44.79	50.01	46.04	43.46	39.64	k1	
43.11	47.60	44.82	41.49	38.51	45.22	50.76	46.32	44.12	39.68	k2	
44.97	51.20	45.18	45.43	38.07	45.98	51.65	47.35	45.78	39.12	k3	
42.47	47.11	43.79	40.35	38.64	44.14	49.02	45.67	42.44	39.41	k0	p1
42.99	46.99	44.78	41.12	39.05	44.60	50.12	46.15	43.47	38.65	k1	
43.10	48.06	44.88	41.72	37.72	45.30	51.72	46.33	44.60	38.56	k2	
45.64	53.28	45.15	45.09	39.02	47.87	54.42	48.93	49.64	38.49	k3	
P					P						
43.16	48.04	44.34	41.87	38.39	45.02	50.34	46.30	43.99	39.47	p0	PN
43.55	48.86	44.65	42.07	38.61	45.48	51.32	46.77	45.04	38.78	p1	
K					K						
42.18	46.82	43.44	40.01	38.44	44.12	48.97	45.57	42.51	39.43	k0	KN
42.83	46.92	44.54	41.00	38.89	44.69	50.07	46.10	43.47	39.15	k1	
43.10	47.83	44.85	41.61	38.12	45.26	51.24	46.33	44.36	39.12	k2	
45.30	52.24	45.17	45.26	38.55	46.92	53.04	48.14	47.71	38.81	k3	
43.35	48.45	44.50	41.97	38.50	45.25	50.83	46.53	44.51	39.13	N	
N = 0.691		K = 0.691		LSD		N = 0.699		K = 0.699		LSD	
NP = NS		PK = NS				NP = NS		PK = NS			
NPK =1.965		NK = 1.382				NPK =1.972		NK = 1.398			

أظهرت مستويات الآزوت المدروسة تأثيراً معنوياً في صفة وزن الألف حبة إذ ازدادت هذه الصفة

بازدياد نسبة السماد الآزوتي المضاف للتربة، الجدول (14)، وكان أعلى معدل للصفة المدروسة (50.83

غ) و (48.45 غ) في المعاملة (N3) للموسمين الأول والثاني على التوالي وبفروق معنوية واضحة عن

بأقي المعاملات عند مستوى معنوية 5%، وبلغ أدنى معدل للصفة المدروسة (39.13 غ) و (38.49 غ) في معاملة الشاهد، وهذا قد يعود إلى أثر الآزوت الإيجابي في زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي الذي يزيد إنتاج المادة الجافة، ومن ثم وزن الحبوب، كما أن الآزوت يزيد من مدة امتلاء الحبة بتأخير الشيخوخة وزيادة حجم النسيج الغذائي في الحبة (الأندوسبرم)، وزيادة كفاءته في تجميع نواتج البناء الضوئي (فرج وعبد الوهاب، 2006)، إضافة إلى أثر الآزوت الكبير في ملئ الحبوب (pandey et al., 2001) وإطالة المدة الفعالة لامتلاء الحبوب عن طريق تقليل شيخوخة الأوراق (البدراني، 2013).

كما أظهرت مستويات البوتاسيوم المدروسة تأثيراً معنوياً في صفة وزن الألف حبة إذ ازدادت هذه الصفة بازدياد نسبة السماد البوتاسي المضاف للتربة، الجدول (14)، وكان أعلى معدل للصفة المدروسة (46.92 غ) و (45.3 غ) في المعاملة (K3) للموسمين الأول والثاني على التوالي وبفروق معنوية عن باقي المعاملات عند مستوى معنوية 5%، وبلغ أدنى معدل للصفة (44.12 غ) و (42.18 غ) في معاملة الشاهد للموسمين الأول والثاني على التوالي، وهذا قد يعزى إلى دور البوتاسيوم في زيادة عملية التمثيل الضوئي التي تؤدي إلى زيادة عملية صنع الغذاء ونقله من المصدر (الأوراق) إلى أماكن التخزين (الحبوب)، (محمد، 2001؛ EL-Medani et al., 1997)، وبمساهمة هذا العنصر في تنشيط الأنزيمات في مراحل النمو جميعها يساعد في الحفاظ على أكبر عدد ممكن من الأوراق النباتية بحالة نشطة حتى نهاية موسم النمو، (Maser et al., 2002)، ومن ثم إطالة المدة الفعالة لامتلاء الحبوب عن طريق تقليل شيخوخة الأوراق (البدراني، 2013)، وهذا ينعكس بصورة إيجابية في زيادة وزن الألف حبة.

أظهر تداخل مستويات السمادين (N*K)، الجدول (14)، تفوق المعاملة (N3K3) على باقي المعاملات بأعلى معدل للصفة المدروسة بلغ (53.035 غ) و (52.245 غ) للموسمين الأول والثاني على التوالي وبفروق معنوية عن باقي المعاملات، وأدناها كانت للمعاملة (N0K2) وبلغت (39.12 غ) و (38.12 غ) للموسمين الأول والثاني على التوالي.

ثالثاً: تأثير المعاملات السمادية في محتوى التربة من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم المتاح:

1. محتوى التربة من الآزوت المتاح:

يبين الجدول (15) محتوى التربة من الآزوت المتاح بعد الحصاد، ويُلاحظ تغير كمية الآزوت

المتاح في التربة بتغير المعدل المضاف من السماد.

الجدول (15) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في محتوى التربة من الآزوت المتاح

(مغ.كغ⁻¹) خلال الموسمين الزراعيين 2019-2020 و 2020-2021

الموسم الثاني 2020-2021					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
3.11	4.8	3.82	2.87	0.95	3.29	5.12	3.93	2.99	1.12	k0	p0
3.24	4.79	4.19	2.96	1	3.35	5.51	3.91	2.99	1	k1	
3.27	4.94	4.16	2.96	1	3.51	5.63	4.20	3.20	1	k2	
3.18	5.16	4.24	2.3	1.02	3.13	5.42	3.82	2.26	1	k3	
3.08	4.6	4	2.55	1.17	2.77	3.66	3	3.40	1	k0	p1
3.16	4.96	4.08	2.65	0.96	3.39	5.13	4.12	3.19	1.12	k1	
3.22	5.01	4.24	2.67	0.94	3.32	4.99	3.82	3.32	1.14	k2	
3.13	5.25	4.06	2.19	1	3.02	4.89	3.75	2.42	1.01	k3	
P					P						
3.20	4.92	4.10	2.77	0.99	3.32	5.42	3.97	2.86	1.03	p0	PN
3.15	4.96	4.10	2.52	1.02	3.12	4.67	3.67	3.08	1.07	p1	
K					K						
3.10	4.70	3.91	2.71	1.06	3.03	4.39	3.47	3.20	1.06	k0	KN
3.20	4.88	4.14	2.81	0.98	3.37	5.32	4.02	3.09	1.06	k1	
3.24	4.98	4.20	2.82	0.97	3.41	5.31	4.01	3.26	1.07	k2	
3.15	5.21	4.15	2.25	1.01	3.07	5.16	3.79	2.34	1.01	k3	
3.17	4.94	4.10	2.64	1.01	3.22	5.04	3.82	2.97	1.05	N	
N = 0.161		K = 0.161		LSD	N = 0.169		K = 0.169		LSD		
NP = NS		PK = NS			NP = NS		PK = NS				
NPK =0.467		NK = 0.322			NPK =0.466		NK = 0.338				

بالنسبة للموسم الأول كانت كمية الآزوت المتاح الأعلى قيمة في المعاملة (N3P0K2) وبلغت

قيمتها (5.63 مغ.كغ⁻¹)، بينما كانت كمية الآزوت المتاح الأدنى قيمة في المعاملة (N0P0K1) وبلغت (1)

مغ.كغ⁻¹) دون فروق معنوية مقارنة مع باقي معاملات N0 وأيضاً دون فروق معنوية مقارنة مع الشاهد

(N0P0K0) إذ بلغت كمية الآزوت المتاح (1.12 مغ.كغ⁻¹)، أما بالنسبة للموسم الثاني بلغت كمية الآزوت المتاح أعلى قيمة في المعاملة (N3P1K3) وكانت (5.25 مغ.كغ⁻¹) دون فروق معنوية مقارنة مع باقي معاملات N3، بينما كانت كمية الآزوت المتاح الأدنى قيمة في المعاملة (N0P0K0) وبلغت (0.95 مغ.كغ⁻¹) دون فروق معنوية مقارنة مع باقي معاملات N0.

والسبب في انخفاض كمية الآزوت المتاح في المعاملات المختلفة يعود إلى امتصاصه من قبل النبات بالإضافة لفقد قسم منه يتطاير على شكل أمونيا أو ينجسل على شكل نترات.

يظهر الجدول (15) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% في متوسطات

كميات التربة من الآزوت المتاح للمعاملات (N, K, N*K, N*P*K) فقط.

أثرت مستويات الآزوت المضافة المدروسة تأثيراً معنوياً في كمية الآزوت المتاح في التربة، إذ ازدادت هذه الكمية معنوياً بزيادة مستوى التسميد كما هو مبين في الجدول (15)، وكانت أعلى كمية للآزوت المتاح في الموسم الأول في التربة (5.17 مغ.كغ⁻¹) للمعاملة (N3) وبفروق معنوية عن باقي المعاملات، ثم (N2) و (N1) على التوالي، وأدناها (1.01 مغ.كغ⁻¹) لمعاملة الشاهد (N0)، كذلك في الموسم الثاني بلغت أعلى كمية للآزوت المتاح في التربة (4.81 مغ.كغ⁻¹) وكانت للمعاملة (N3) وبفروق معنوية عن باقي المعاملات، ثم (N2) و (N1) على التوالي، وأدناها (1.04 مغ.كغ⁻¹) لمعاملة الشاهد (N0)، إذ يُعدُّ الآزوت العامل الأساسي لنمو القمح بعد المياه (Passioura., 2002)، وله أثر مهم في نمو وامتصاص محاصيل الحبوب لعنصر الآزوت (Bhatia Gerba et al., 2013; Elmejhed., 1993) وهذا يتفق مع (أبو ضاحي وعزت، 1991)، كما أن كمية الآزوت في التربة تزداد بزيادة كمية السماد الآزوتي المضاف للتربة (Lollato وزملاؤه، 2019).

أثرت مستويات البوتاسيوم المدروسة تأثيراً مغايراً في كمية الآزوت المتاح في التربة كما هو واضح في الجدول (15)، ففي الموسم الأول بلغت كمية الآزوت المتاح أعلى مستوياته (3.28 و 3.27 مغ.كغ⁻¹)

عند مستويات البوتاسيوم المتوسطة (K1) و (K2) على التوالي، وبفروق معنوية عن أدنى مستوى (3.07 و 2.92 مغ.كغ⁻¹) للمعاملتين (K3) و (K0) على التوالي، أما في الموسم الثاني فقد بلغت كمية الآزوت المتاح أعلى مستوياته (3.39 و 3.3 مغ.كغ⁻¹) عند مستويات البوتاسيوم المتوسطة (K2) و (K1) على التوالي، وبفروق معنوية عن أدنى مستوى (3.2 و 3.15 مغ.كغ⁻¹) للمعاملتين (K0) و (K3) على التوالي، فالبوتاسيوم من أهم المغذيات التي لها أثر في زيادة نمو واستطالة الخلايا النباتية (EL-Medani et al., 1997)، وكذلك زيادة نمو وتطور المجموع الجذري وهذا من شأنه رفع كفاءة النبات في امتصاص المغذيات وخصوصاً الآزوت المعدني (السامرائي، 2005؛ عداي، 2002).

أظهر التداخل بين مستويات السمادين الآزوتي والبوتاسي الدور الإيجابي لمستويات البوتاس المدروسة بوجود الآزوت في كمية الآزوت المتاح في التربة، والدور السلبي عند غياب الآزوت المضاف، إذ تبين من الجدول (15) أن أعلى كمية للآزوت المتاح في الموسم الأول (5.3 مغ.كغ⁻¹) كانت للمعاملة (N3K2) بينما حققت المعاملة (N0K1) أقل كمية للآزوت المتاح (1 مغ.كغ⁻¹) دون فروق معنوية عن الشاهد، أما بالنسبة للموسم الثاني بلغت أعلى كمية من الآزوت المتاح (5.05 مغ.كغ⁻¹) للمعاملة (N3K1) بينما حققت المعاملة (N0K3) أقل كمية للآزوت المتاح (1 مغ.كغ⁻¹) دون فروق معنوية عن الشاهد.

لوحظ من الجدول (15) أن كمية الآزوت المتاح في نهاية التجربة لم تتأثر بإضافات السماد الفوسفاتي، وقد يعزى ذلك لكفاية الفوسفات بالأصل في التربة. كما أشارت نتائج تحليل التربة في بداية التجربة الجدول (3) إلى أن التربة كانت فقيرة المحتوى بالآزوت المعدني (4.16 مغ.كغ⁻¹)، وعند إضافة معاملات السماد الآزوتي للتربة ازدادت كمية الآزوت المتاح، ليمتص النبات حاجته من هذا العنصر، وتعود التربة فقيرة بالآزوت المتاح عند الحصاد.

وقد تبين من الجدول (15) أن تداخلات معاملات الآزوت مع البوتاسيوم، بالإضافة للآزوت المتحرر من المادة العضوية في التربة حققت حاجة النبات من الآزوت (الفرطوسي، 2003).

2. محتوى التربة من الفوسفور المتاح:

يبين الجدول (16) محتوى التربة من الفوسفور المتاح بعد الحصاد، ويُلاحظ تغير كمية الفوسفور المتاح في التربة مع تغير المعدل المضاف من السماد، إذ بلغت أعلى قيمة لكمية الفوسفور المتاح في الموسم الأول (16.99 مغ.كغ⁻¹) في المعاملة (N1P1K1)، بينما كانت أدنى قيمة في المعاملة (N3P0K3) وبلغت (5.8 مغ.كغ⁻¹) بفروق معنوية مع الشاهد (N0P0K0) عند مستوى معنوية 5% إذ بلغت في الشاهد (9.57 مغ.كغ⁻¹)، أما في الموسم الثاني فقد بلغت أعلى قيمة لكمية الفوسفور المتاح (16.42 مغ.كغ⁻¹) للمعاملة (N1P1K0)، وأدنى قيمة (4.38 مغ.كغ⁻¹) كانت للمعاملة (N3P0K3).

الجدول (16) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في محتوى التربة من الفوسفور المتاح (مغ.كغ⁻¹) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
8.32	6.57	8.45	9.59	8.67	9.08	7.46	9.47	9.83	9.57	k0	p0
7.74	5.38	7.13	9.2	9.25	8.40	6.15	8.53	9.47	9.46	k1	
7.27	5.47	6.32	8.68	8.62	8.27	6.3	7.73	9.7	9.36	k2	
6.45	4.38	6.04	6.43	8.93	7.04	5.8	7.13	6.23	9	k3	
15.36	13.78	15.53	16.42	15.7	15.93	14.58	15.86	16.8	16.46	k0	p1
14.59	11.75	14.41	15.78	16.41	15.30	12.82	14.94	16.99	16.46	k1	
14.18	11.83	14.1	15.5	15.27	14.93	13.01	14.1	16.37	16.25	k2	
13.31	11.26	13.11	13.06	15.8	13.76	11.99	13.63	13.1	16.33	k3	
P					P						
7.44	5.45	6.99	8.48	8.87	8.20	6.43	8.22	8.81	9.35	p0	PN
14.36	12.16	14.29	15.19	15.80	14.98	13.10	14.63	15.82	16.38	p1	
K					K						
11.84	10.18	11.99	13.01	12.19	12.50	11.02	12.67	13.32	13.02	k0	KN
11.16	8.57	10.77	12.49	12.83	11.85	9.49	11.74	13.23	12.96	k1	
10.72	8.65	10.21	12.09	11.95	11.60	9.66	10.92	13.04	12.81	k2	
9.88	7.82	9.58	9.75	12.37	10.40	8.90	10.38	9.67	12.67	k3	
10.90	8.80	10.64	11.83	12.33	11.59	9.76	11.42	12.31	12.86	N	
N = 0.262		K = 0.262		LSD		N = 0.273		K = 0.273		LSD	
NP = NS		PK = NS				NP = NS		PK = NS			
NPK=0.757		NK = 0.524				NPK =0.758		NK = 0.546			

ويعزى انخفاض كمية الفوسفور المتاح في المعاملات المختلفة بشكل رئيسي إلى امتصاصه من قبل النبات وتثبيتته في التربة.

لم تؤثر جميع العوامل المدروسة في كمية الفوسفور المتاح في التربة كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي، إذ يظهر الجدول (16) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% في متوسطات محتوى التربة من الفوسفور المتاح لمعاملات الآزوت والبوتاسيوم وتداخلتهما ($K, N * K, N$). أثرت مستويات الآزوت المدروسة تأثيراً معنوياً في كمية الفوسفور المتاح في التربة، إذ انخفض محتوى التربة من الفوسفور المتاح بازدياد مستويات السماد الآزوتي المضاف، الجدول (16)، وكانت أعلى كمية للفوسفور المتاح في التربة في الموسم الأول (12.9 مغ.كغ⁻¹)، وفي الموسم الثاني (12.31 مغ.كغ⁻¹) لمعاملة الشاهد (N0)، وأقل كمية للمعاملة (N3) بلغت (9.03 مغ.كغ⁻¹) للموسم الأول، و(9.54 مغ.كغ⁻¹) للموسم الثاني وبفروق معنوية بين جميع المعاملات عند مستوى معنوية 5%.

كان تأثير مستويات البوتاسيوم المدروسة في محتوى التربة من الفوسفور المتاح مشابهاً لتأثير الآزوت، إذ بلغت كمية الفوسفور أعلى معدلاتها (12.6 مغ.كغ⁻¹) في الموسم الأول، و(11.74 مغ.كغ⁻¹) في الموسم الثاني لمعاملة الشاهد (K0)، وأدنى معدلاتها (10.6 مغ.كغ⁻¹) في الموسم الأول، و(9.69 مغ.كغ⁻¹) في الموسم الثاني للمعاملة (K3) وبفروق معنوية بين جميع المعاملات، الجدول (16).

أظهر تأثير التداخل بين مستويات البوتاسيوم والآزوت المدروسة في كمية الفوسفور المتاح في التربة فروقاً معنوية بين المستويات العالية والمنخفضة من السمادين المستخدمين، كما هو موضح في الجدول (16) إذ بلغت أعلى كمية للفوسفور المتاح في الموسم الأول (13.61 مغ.كغ⁻¹) عند المستوى (N0K1) دون فروق مع الشاهد وفي الموسم الثاني حققت المعاملة (N1K0) أعلى معدل للصفة بلغ (13.71 مغ.كغ⁻¹)، بينما حققت المعاملة (N3K3) أقل معدل لكمية الفوسفور المتاح في الموسمين الأول والثاني إذ بلغت (8.57 مغ.كغ⁻¹) و (8.15 مغ.كغ⁻¹) على التوالي.

وهذا قد يعود لزيادة امتصاص الفوسفور من قبل النبات بزيادة نمو المجموعتين الخضري والجذري، إذ ازداد معدل امتصاص الفوسفور من قبل النبات بزيادة السمادين الآزوتي والبوتاسي بسبب تنشيط العمليات الحيوية داخل النبات (Hanson and westfall, 2002)، فالآزوت يعمل على زيادة مكونات حاصل القمح الكمية والنوعية (البدراني وزملاؤه، 2013)، كما أن سماد اليوريا المضاف للتربة له دور في زيادة جاهزية الفوسفور الموجود في التربة للامتصاص من قبل النبات (Hanson and westfall., 2002)، أما البوتاسيوم يؤدي أدواراً مهمة في رفع كفاءة النبات في امتصاص المغذيات لا سيما الآزوت والفوسفور ومن ثم ضمان عملية التوازن الغذائي التي تحسن نمو النبات وهذا يتفق مع (Sherchand and paulsen., 1985; السامرائي، 2005; وعداي، 2002) بأن التسميد البوتاسي يزيد كفاءة امتصاص النبات للمغذيات ومنها أيونات الفوسفات (Morad.,1974).

ولوحظ في نهاية التجربة تغير كمية الفوسفور المتاح في التربة عنها في بداية التجربة لتتراوح بين (4-17 مغ.كغ⁻¹)، إذ انخفضت كمية الفوسفور المتاح للمعاملة (p0) لتتراوح بين (5-9 مغ.كغ⁻¹)، بينما حافظت المعاملة (p1) على مستوى الفوسفور المتاح في التربة عند مستوى جيد للموسم القادم (12-16 مغ.كغ⁻¹) وقد يعود ذلك لإضافة السماد الفوسفاتي و لتوازن الفوسفور في التربة بين الشكّلين المثبت والمتاح للنبات وغنى منطقة الدراسة بالفوسفور بجميع أشكاله في التربة.

3. محتوى التربة من البوتاسيوم المتاح:

يبين الجدول (17) تغير كمية البوتاسيوم المتاح في التربة مع تغير المعدل المضاف من السماد ، إذ لوحظ في الموسم الأول أن محتوى التربة من البوتاسيوم المتاح الأعلى قيمة كان في المعاملة (N3P0K3) وبلغت قيمته (236.1 مغ.كغ⁻¹)، بينما كان محتوى البوتاسيوم المتاح الأدنى قيمة في المعاملة (N3P0K0) وبلغت كميته (135.3 مغ.كغ⁻¹) بدون فروق معنوية مع الشاهد (N0P0K0) عند مستوى معنوية 5% إذ بلغت قيمته في الشاهد (138.4 مغ.كغ⁻¹)، أما في الموسم الثاني تبين أن محتوى التربة من

البوتاسيوم المتاح الأعلى قيمة كان في المعاملة (N0P0K3) وبلغت قيمته (237.2 مغ.كغ⁻¹)، بينما كان محتوى البوتاسيوم المتاح الأدنى قيمة في المعاملة (N3P0K0) وبلغت كميته (136.9 مغ.كغ⁻¹) بدون فروق معنوية مع الشاهد (N0P0K0) عند مستوى معنوية 5% وبلغت قيمته في الشاهد (134.1 مغ.كغ⁻¹)، وقد يعزى انخفاض كمية البوتاسيوم المتاح في المعاملات المختلفة إلى امتصاصه من قبل النبات.

الجدول (17) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في محتوى التربة من البوتاسيوم

المتاح (مغ.كغ⁻¹) خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
137.75	136.9	139.8	140.2	134.1	137.8	135.3	137.8	139.6	138.4	k0	p0
180.70	183.6	176.1	177.2	185.9	174.4	168.9	175.8	168.7	184.2	k1	
202.75	206.4	201.4	199.1	204.1	202.7	205.7	196.4	208.7	200.0	k2	
235.20	234.5	233.2	235.9	237.2	230.7	236.1	227.1	225.5	234.0	k3	
139.28	137.7	137.7	140.8	140.9	137.3	135.8	137.0	136.7	139.5	k0	p1
179.00	182.1	180.7	178.2	175.0	181.4	182.5	182.3	178.4	182.4	k1	
202.28	203.1	201.2	202.7	202.1	205.6	208.4	204.4	201.3	208.1	k2	
229.03	229.9	224.6	229.7	231.9	229.1	231.9	223.2	228.9	232.4	k3	
					P						
189.1	190.4	187.6	188.1	190.3	186.4	186.5	184.3	185.6	189.2	p0	PN
187.4	188.2	186.1	187.9	187.5	188.3	189.7	186.7	186.3	190.6	p1	
138.5	137.3	138.8	140.5	137.5	137.5	135.6	137.4	138.2	139	k0	KN
179.9	182.9	178.4	177.7	180.5	177.9	175.7	179.1	173.6	183.3	k1	
202.5	204.8	201.3	200.9	203.1	204.1	207.1	200.4	205	204.1	k2	
232.1	232.2	228.9	232.8	234.6	229.9	234	225.2	227.2	233.2	k3	
188.2	189.3	186.8	188.0	188.9	187.4	188.1	185.5	186	189.9	N	
N = 2.03		K = 2.03		LSD	N = 1.95		K = 1.95		LSD		
NP = NS		PK = NS			NP = NS		PK = NS				
NPK =5.843		NK = 4.06			NPK =5.851		NK = 3.9				

أثرت أغلب العوامل المدروسة في كمية البوتاسيوم المتاح في التربة كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي،

إذ يظهر جدول تحليل التباين (17) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% بالنسبة

لمتوسطات البوتاسيوم المتاح في التربة عند نهاية التجربة، في جميع المعاملات ماعدا (P*K- N*P).

أظهرت مستويات الآزوت المدروسة تأثيراً معنوياً في كمية البوتاسيوم المتاح في التربة، إذ حققت المستويات المتوسطة من السماد المضاف أعلى قيمة امتصاص للبوتاسيوم من التربة، إذ تبين من الجدول (17) أن أعلى قيمة لكمية البوتاسيوم المتاح في الموسم الأول (178.04 مغ.كغ⁻¹)، في المعاملة (N0)، و في الموسم الثاني (202.4 مغ.كغ⁻¹)، في المعاملة (N3)، وبفروق معنوية عن باقي المعاملات وأدنى قيمة في الموسم الأول (172.37 مغ.كغ⁻¹) للمعاملة (N2)، أما في الموسم الثاني فقد بلغت أدنى قيمة للبوتاسيوم المتاح (197.72 مغ.كغ⁻¹) للمعاملة (N1)، وهذا يتوافق مع (Shristian.,1981) بأن معدل نمو النبات يزداد بزيادة كمية التغذية بعنصر البوتاسيوم عند الإضافات المتوسطة من عنصر الآزوت.

أظهرت مستويات البوتاسيوم المدروسة تأثيراً واضحاً في نسبة البوتاسيوم المتاح في التربة، إذ ارتفعت كمية البوتاسيوم المتاح بازدياد كمية السماد البوتاسي المضاف للتربة، الجدول (17)، وبلغ أعلى تركيز للبوتاسيوم المتاح في الموسم الأول (229.07 مغ.كغ⁻¹)، وفي الموسم الثاني (232.93 مغ.كغ⁻¹) للمعاملة (K3)، وأقل تركيز لمعاملة الشاهد في الموسم الأول (138.26 مغ.كغ⁻¹)، وفي الموسم الثاني (137.54 مغ.كغ⁻¹)، وهذا ما وجدته (Srivastave et al., 2004) بأن الزراعة مع عدم إضافة عنصر البوتاسيوم للتربة يسبب تناقصاً في قدرة التربة على تزويد النبات بالبوتاسيوم، أما الإضافات المختلفة (K1، K2، K3) فقد أسهمت في زيادة محتوى التربة من البوتاسيوم المتاح في نهاية التجربة إلى نسب مقبولة، وهذا يتفق مع دراسة (Bhogal et al., 1990) التي أظهرت تزايد في مخزون التربة من البوتاسيوم عند إضافة السماد البوتاسي.

أظهر التداخل بين السمادين البوتاسي والآزوتي في الجدول (17) أن أعلى كمية للبوتاسيوم المتاح في الموسم الأول (235.79 مغ.كغ⁻¹)، وفي الموسم الثاني (232.41 مغ.كغ⁻¹)، كانت للمعاملة (N0K3) وأدنى كمية للبوتاسيوم المتاح في الموسم الأول (135.1 مغ.كغ⁻¹) كانت للمعاملة (N3K0)، بينما كانت أدنى كمية للبوتاسيوم المتاح في الموسم الثاني في معاملة الشاهد وبلغت (136.2 مغ.كغ⁻¹).

رابعاً: دراسة تأثير المعاملات السمادية في محتوى النبات من (N, P, K):

1. نسبة الآزوت في النبات:

1-1- نسبة الآزوت في الحبوب:

تبين النتائج في الجدول (18) إلى تغير معدل امتصاص الآزوت في الحبوب بتغير مستوى

التسميد، إذ بلغت أعلى نسبة للآزوت في الحبوب في الموسم الأول (3.44%)، وفي الموسم الثاني

(3.41%) في المعاملة (N3P1K3)، بينما بلغت أدنى نسبة في الموسم الأول (1.76%)، وفي الموسم

الثاني (1.67) وكانت للمعاملة (N0P0K2).

الجدول (18) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في النسبة المئوية للآزوت في الحبوب

خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
2.55	3.20	2.83	2.49	1.67	2.58	3.22	2.76	2.52	1.82	k0	p0
2.47	3.19	2.87	2.15	1.68	2.61	3.14	2.91	2.57	1.81	k1	
2.62	3.27	2.90	2.62	1.67	2.61	3.27	2.87	2.53	1.76	k2	
2.58	3.24	2.85	2.55	1.68	2.63	3.19	2.92	2.62	1.79	k3	
2.79	3.17	2.83	3.17	1.97	2.63	3.11	2.93	2.55	1.92	k0	p1
2.72	3.38	2.97	2.57	1.97	2.69	3.31	2.92	2.63	1.88	k1	
2.74	3.39	2.93	2.61	2.01	2.70	3.39	2.94	2.60	1.87	k2	
2.74	3.41	2.92	2.64	1.99	2.77	3.44	2.99	2.68	1.95	k3	
P					P						
2.55	3.23	2.86	2.45	1.68	2.61	3.21	2.87	2.56	1.80	p0	PN
2.75	3.34	2.91	2.75	1.99	2.69	3.31	2.95	2.62	1.91	p1	
K					K						
2.67	3.19	2.83	2.83	1.82	2.60	3.17	2.85	2.54	1.87	k0	KN
2.60	3.29	2.92	2.36	1.83	2.65	3.23	2.92	2.60	1.85	k1	
2.68	3.33	2.92	2.62	1.84	2.65	3.33	2.91	2.57	1.82	k2	
2.66	3.33	2.89	2.60	1.84	2.70	3.32	2.96	2.65	1.87	k3	
2.65	3.28	2.89	2.60	1.83	2.65	3.26	2.91	2.59	1.85	N	
N = 0.694		K = NS		LSD	N = 0.689		K = NS		LSD		
NP = 0.0984		PK = NS			NP = 0.0977		PK = NS				
NPK =0.19		NK = NS			NPK =0.21		NK = NS				

لم تؤثر معظم العوامل المدروسة في نسبة الآزوت في حبوب القمح كما ظهر في نتائج التحليل الإحصائي، إذ يظهر الجدول (18) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% بالنسبة لمتوسطات الآزوت الكلي في حبوب القمح فقط في المعاملتين (N, N*P).

أثرت مستويات الآزوت المدروسة إيجابياً على نسبة الآزوت في الحبوب، إذ ازدادت نسبة الآزوت في حبوب القمح بازدياد تركيز السماد الآزوتي، الجدول (18)، وبلغت أعلى نسبة للآزوت في الحبوب في الموسم الأول (3.22%)، وفي الموسم الثاني (3.33%) في المعاملة (N3)، وأدناها (1.73%) و(1.94%) لمعاملة الشاهد للموسمين الأول والثاني على التوالي، وهذا يتفق مع (أبو ضاحي وعزت، 1991; koch and Mengel., 1977)، إذ وجد أن إضافة السماد الآزوتي للتربة يزيد من كمية الآزوت ومن ثم البروتين في حبوب القمح (العبيدي وزملاؤه، 2006 ; Gerba et al, 2013).

أظهر التداخل بين مستويات السمادين الفوسفوري والآزوتي، الجدول (18) أن أعلى نسبة للآزوت في حبوب القمح كانت للمعاملة (N3P1) وبلغت (3.34%) و(3.31%)، وانخفضت بالتدرج لتبلغ أدنى نسبة (1.71%) و(1.76%) في معاملة الشاهد، وذلك للموسمين الأول والثاني على التوالي، إذ شجعت زيادة التسميد الفوسفاتي ارتفاع نسبة الآزوت في النبات (الموسوي، 2004)، وهذا يتفق مع (المرجاني، 2005) بأن زيادة تركيز الآزوت في البذور مرتبط بزيادة إضافة مستويات التوصية السمادية.

1-2- نسبة الآزوت في القش:

يبين الجدول (19) زيادة النسبة المئوية للآزوت في القش بازدياد كمية السماد المضافة للتربة، إذ بلغت أعلى نسبة للآزوت في القش (0.74%) في الموسمين الأول والثاني في المعاملة (N3P1K3)، بينما بلغت أدنى نسبة في الموسم الأول (0.35%) وكانت للمعاملة (N0P0K3) دون فروق معنوية مع الشاهد، وبلغت أدنى نسبة في الموسم الثاني (0.32%) في معاملة الشاهد، إذ أن إضافة عناصر التوصية السمادية يزيد من امتصاص القمح للآزوت وتخزينه في الحبوب والقش، (أبو ضاحي وعزت، 1991).

الجدول (19) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في النسبة المئوية للآزوت في القش خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
0.51	0.66	0.57	0.48	0.32	0.52	0.67	0.55	0.48	0.36	k0	p0
0.52	0.67	0.58	0.46	0.36	0.53	0.66	0.59	0.50	0.35	k1	
0.54	0.69	0.59	0.51	0.37	0.53	0.69	0.58	0.49	0.37	k2	
0.54	0.69	0.57	0.50	0.38	0.53	0.68	0.59	0.51	0.35	k3	
0.53	0.68	0.57	0.48	0.39	0.54	0.67	0.59	0.50	0.38	k0	p1
0.56	0.72	0.61	0.50	0.39	0.55	0.70	0.59	0.52	0.39	k1	
0.56	0.74	0.60	0.51	0.39	0.56	0.74	0.60	0.50	0.40	k2	
0.56	0.74	0.60	0.52	0.37	0.57	0.74	0.62	0.53	0.39	k3	
P					P						
0.53	0.68	0.58	0.49	0.36	0.53	0.68	0.58	0.50	0.36	p0	PN
0.55	0.72	0.60	0.50	0.39	0.55	0.71	0.60	0.51	0.39	p1	
K					K						
0.52	0.67	0.57	0.48	0.36	0.53	0.67	0.57	0.49	0.37	k0	KN
0.54	0.70	0.60	0.48	0.38	0.54	0.68	0.59	0.51	0.37	k1	
0.55	0.72	0.60	0.51	0.38	0.55	0.72	0.59	0.50	0.39	k2	
0.55	0.72	0.59	0.51	0.38	0.55	0.71	0.61	0.52	0.37	k3	
0.54	0.70	0.59	0.50	0.37	0.54	0.69	0.59	0.50	0.37	N	
N = 0.0058		K = 0.0058		LSD	N = 0.0052		K = 0.0052		LSD		
NP = 0075		PK = NS			NP = 0.0079		PK = NS				
NPK =0.014		NK = 0.011			NPK =0. 016		NK = 0.0129				

أثرت العوامل المدروسة جميعها تقريباً في نسبة الآزوت في القش كما أظهرت نتائج التحليل

الإحصائي، إذ يظهر الجدول (19) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% بالنسبة لنسبة

الأزوت الكلي في القش في جميع المعاملات ماعدا المعاملة (K*P).

أظهرت مستويات الآزوت المدروسة تأثيراً معنوياً في نسبة الآزوت في القش، إذ بلغت أعلى نسبة

للآزوت في القش (0.676%) و(0.716%) للمعاملة (N3)، وأدنى نسبة (0.355%) و(0.385%)

لمعاملة الشاهد، وذلك في الموسمين الأول والثاني على التوالي، وهذا يتفق مع (Fallahi et al., 2008;)

(Ali et al., 2003) بأن زيادة كمية السماد الآزوتي المضاف للتربة تؤدي لزيادة امتصاص الآزوت واستخدامه من قبل النبات، ومن ثم يزيد من نسبة الآزوت في نبات القمح (Gerba et al., 2013).

أظهرت النتائج في الجدول (19) أن لمستويات البوتاسيوم المدروسة تأثيراً معنوياً واضحاً في نسبة الآزوت في القش، إذ بلغت أعلى نسبة للآزوت في القش (0.533%) و(0.565%) للمعاملة (K3)، وأدنى نسبة (0.511%) و(0.533%) كانت لمعاملة الشاهد، وذلك في الموسمين الأول والثاني على التوالي، وهذا يتفق مع (Gething., 1997) بأن زيادة التسميد البوتاسي أدت إلى زيادة امتصاص الآزوت وتمثيله في الخلايا التي تعاني الهدم جراء الشيخوخة مما انعكس إيجاباً على زيادة نسبة الآزوت في القش.

أظهر التداخل بين مستويات الأسمدة الآزوتية والفوسفورية المستخدمة، الجدول (19)، أن أعلى نسبة للآزوت في القش (0.735%) و(0.696%) في المعاملة (N3P1) وأدناها (0.366%) و(0.344%) في معاملة الشاهد، وذلك في الموسمين الأول والثاني على التوالي.

أما التداخل بين مستويات الأسمدة الآزوتية والبوتاسية المستخدمة، الجدول (19)، فقد بين أن أعلى نسبة للآزوت في القش (0.692%) و(0.740%) في المعاملة (N3K3) وأدناها (0.338%) و(0.384%) في معاملة الشاهد، وذلك في الموسمين الأول والثاني على التوالي.

2. نسبة الفوسفور في النبات:

2-1-نسبة الفوسفور في الحبوب:

لوحظ من الجدول (20) تغير النسبة المئوية للفوسفور في الحبوب بتغير كمية السماد المضافة للتربة، إذ بلغت أعلى نسبة للفوسفور في الحبوب في (0.69%) و(0.67%) في المعاملة (N3P1K3)، بينما بلغت أدنى نسبة (0.53%) و(0.52%) وكانت للمعاملة (N0P0K0)، وذلك في الموسمين الأول والثاني على التوالي.

الجدول (20) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في النسبة المئوية للفوسفور في الحبوب خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
0.55	0.54	0.58	0.55	0.52	0.58	0.61	0.57	0.61	0.53	k0	p0
0.59	0.57	0.59	0.60	0.58	0.57	0.59	0.59	0.56	0.53	k1	
0.59	0.62	0.54	0.59	0.59	0.57	0.57	0.60	0.55	0.54	k2	
0.57	0.56	0.59	0.55	0.58	0.57	0.58	0.55	0.60	0.53	k3	
0.60	0.61	0.61	0.57	0.59	0.62	0.62	0.63	0.62	0.60	k0	p1
0.62	0.64	0.63	0.62	0.58	0.62	0.68	0.61	0.60	0.60	k1	
0.62	0.67	0.59	0.62	0.59	0.61	0.63	0.61	0.59	0.59	k2	
0.63	0.67	0.64	0.62	0.60	0.62	0.69	0.60	0.59	0.59	k3	
P					P						
0.57	0.57	0.58	0.57	0.57	0.57	0.59	0.58	0.58	0.53	p0	PN
0.62	0.65	0.62	0.61	0.59	0.62	0.66	0.61	0.60	0.60	p1	
K					K						
0.57	0.58	0.60	0.56	0.56	0.60	0.62	0.60	0.62	0.57	k0	KN
0.60	0.61	0.61	0.61	0.58	0.60	0.64	0.60	0.58	0.57	k1	
0.60	0.65	0.57	0.61	0.59	0.59	0.60	0.61	0.57	0.57	k2	
0.60	0.62	0.62	0.59	0.59	0.59	0.64	0.58	0.60	0.56	k3	
0.59	0.61	0.60	0.59	0.58	0.59	0.62	0.60	0.59	0.56	N	
N = 0.121		K = NS		LSD		N = 0.112		K = NS		LSD	
NP = 0.0163		PK = NS				NP = 0.0169		PK = NS			
NPK =0.031		NK = NS				NPK =0.035		NK = NS			

لم تؤثر أغلب العوامل المدروسة في نسبة الفوسفور في حبوب القمح كما تبين من نتائج التحليل

الإحصائي، إذ يظهر من الجدول (20) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% بالنسبة

لمتوسطات الفوسفور الكلي في الحبوب في المعاملات (N-N*P) فقط.

أظهرت مستويات الآزوت المدروسة تأثيراً معنوياً في نسبة الفوسفور في الحبوب، إذ ازدادت النسبة

المئوية للفوسفور في الحبوب بزيادة مستوى التسميد الآزوتي كما هو مبين في الجدول (20)، وبلغت أعلى

نسبة مئوية للفوسفور في حبوب القمح (0.581%) و(0.652%) في المعاملة (N3)، وبفروق معنوية عن

باقي المعاملات عند مستوى معنوية (5%)، وأدنى نسبة (0.559%) و(0.592%) لمعاملة الشاهد، وذلك

في الموسمين الأول والثاني على التوالي، وهذا قد يعود إلى دور الآزوت الهام في عملية التركيب الضوئي ومن ثم زيادة تراكم المادة الجافة في الحبوب (pandey et al., 2001; Zende et al., 2005)، ناهيك عن أثره الرئيسي في إطالة المدة الفعالة لامتلأء الحبوب عن طريق تقليل شيخوخة الأوراق (البدراني، 2013)، وهذا بدوره يؤثر في زيادة نسبة الفوسفور في الحبوب لأن الفسفور عنصر أساسي وضروري في نمو وتطور وانقسام الخلايا وتكوين البذور (النعمي، 1999).

أظهر تأثير التداخل بين مستويات السمادين الآزوتي والفوسفوري أن النسبة المئوية للفوسفور في حبوب القمح تزداد بزيادة مستويات الأسمدة المضافة، إذ بلغت أعلى نسبة للصفة المدروسة (0.651%) و(0.653%) في المعاملة (N3P1)، وأدنى نسبة (0.565%) و(0.552%) كانت لمعاملة الشاهد (N0P0)، وذلك في الموسمين الأول والثاني على التوالي، فزيادة تركيز الفوسفور في نبات القمح مرتبط بزيادة إضافة مستويات التوصية السمادية إذ إن إضافة العناصر الغذائية (NP) إلى التربة يؤدي إلى زيادة تراكيزها في النبات، حسب (المرجاني، 2005).

2-2-نسبة الفوسفور في القش:

تبين من الجدول (21) تغير النسبة المئوية للفوسفور في القش بتغير إضافة مستويات التوصية السمادية للتربة، إذ بلغت أعلى نسبة للفوسفور في القش (0.33%) و(0.295%) في المعاملة (N3P1K3) بفروق معنوية عن باقي المعاملات عند مستوى معنوية 5%، بينما بلغت أدنى نسبة (0.22%) و(0.212%) وكانت للمعاملة (N0P0K0)، وذلك في الموسمين الأول والثاني على التوالي. لم تؤثر العوامل المدروسة جميعها في النسبة المئوية للفوسفور في القش كما تبين من نتائج التحليل الإحصائي، إذ يظهر من الجدول (21) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% بالنسبة لمتوسطات الفوسفور الكلي في القش في المعاملات (N-K-N*P) فقط.

الجدول (21) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في النسبة المئوية للفوسفور في القش خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
0.227	0.228	0.239	0.227	0.212	0.225	0.228	0.224	0.228	0.220	k0	p0
0.230	0.234	0.237	0.226	0.222	0.231	0.228	0.236	0.236	0.224	k1	
0.227	0.237	0.234	0.214	0.223	0.233	0.244	0.228	0.234	0.224	k2	
0.225	0.226	0.228	0.228	0.217	0.229	0.238	0.226	0.220	0.230	k3	
0.267	0.276	0.265	0.267	0.258	0.266	0.266	0.278	0.258	0.262	k0	p1
0.267	0.283	0.276	0.256	0.253	0.272	0.291	0.264	0.266	0.266	k1	
0.275	0.294	0.277	0.264	0.265	0.267	0.283	0.265	0.255	0.264	k2	
0.270	0.295	0.273	0.259	0.253	0.280	0.330	0.275	0.261	0.253	k3	
P					P						
0.227	0.231	0.235	0.224	0.219	0.229	0.235	0.229	0.230	0.225	p0	PN
0.270	0.287	0.273	0.262	0.257	0.271	0.293	0.271	0.260	0.261	p1	
K					K						
0.247	0.252	0.252	0.247	0.235	0.246	0.247	0.251	0.243	0.241	k0	KN
0.248	0.259	0.257	0.241	0.238	0.251	0.260	0.250	0.251	0.245	k1	
0.251	0.266	0.256	0.239	0.244	0.250	0.264	0.247	0.245	0.244	k2	
0.247	0.261	0.251	0.244	0.235	0.254	0.284	0.251	0.241	0.242	k3	
0.248	0.259	0.254	0.243	0.238	0.250	0.264	0.250	0.245	0.243	N	
N = 0.0037		K = 0.0037		LSD	N = 0.0028		K = 0.0028		LSD		
NP = 0.0046		PK = NS			NP = 0.0049		PK = NS				
NPK = 0.008		NK = NS			NPK = 0.009		NK = NS				

أظهرت مستويات الآزوت المدروسة تأثيراً معنوياً في النسبة المئوية للفوسفور في القش، إذ ازدادت هذه النسبة معنوياً بزيادة تركيز السماد الآزوتي المضاف، الجدول (21)، وتفاوتت المعاملة (N3) بأعلى قيمة للصفة المدروسة (0.247%) و(0.282%) وبفروق معنوية عن باقي المعاملات، بينما سجلت معاملة الشاهد أدنى معدل للصفة (0.238%) و(0.244%) وبفروق ظاهرية عن المعاملة (N1)، وذلك خلال الموسمين الأول والثاني على التوالي، وهذا قد يعود إلى دور الآزوت في زيادة سطح الأوراق الخضراء ونمو الجذور وهذا يعني زيادة معدل عملية التمثيل الضوئي خاصة عند المستوى العالي من التسميد (Latiri et

(al., 1998)، بالإضافة لزيادة عملية التنفس ومن ثم زيادة إنتاج الطاقة وهذا كله من شأنه أن يزيد من كفاءة امتصاص النبات للمغذيات وخصوصاً أيونات الفوسفات (Morad., 1974).

زاد تركيز البوتاسيوم من معدل تركيز الفسفور في القش بشكل معنوي عن الشاهد فقط، إذ كانت أعلى نسبة للفوسفور في القش (0.245%) و(0.267%) دون فروق معنوية مع باقي المعاملات وفرق معنوي عن معاملة الشاهد فقط الذي أعطى أقل معدل للصفة بلغت (0.24%) و(0.26%)، خلال الموسمين الأول والثاني على التوالي، ويعزى ذلك إلى التأثير الإيجابي للبوتاس في زيادة قابلية النبات لامتصاص الفسفور في أجزاء النبات المختلفة (Sherchand and paulsen., 1985).

أظهر تأثير التداخل بين السمادين الآزوتي والفوسفوري أن أعلى قيمة لنسبة الفوسفور في القش (0.283%) و(0.28%) في المعاملة (N3P1)، وأدنى نسبة (0.218%) و(0.217%) لمعاملة الشاهد (N0P0)، خلال موسمي النمو الأول والثاني على التوالي، فزيادة تركيز الفوسفور في نبات القمح مرتبط بزيادة إضافة مستويات التوصية السمادية إذ إن إضافة العناصر الغذائية (NP) إلى التربة يؤدي إلى زيادة تراكيزها في النبات، وهذا يتفق مع (المرجاني، 2005).

3. نسبة البوتاسيوم في النبات:

تبين من الجدولين (22-23) تغير النسبة المئوية للبوتاسيوم في القمح (حبوب، قش) بتغير إضافة مستويات التوصية السمادية للتربة، إذ تفوقت المعاملة (N3P1K3) بأعلى نسبة للبوتاسيوم في الحبوب (0.74%) و(0.76%) للموسمين الأول والثاني على التوالي وبفروق معنوية واضحة عن باقي المعاملات عند مستوى معنوية 5%، وكذلك بأعلى نسبة للبوتاسيوم في القش إذ بلغت (0.322%) و(3.27%) بموسمي النمو الأول والثاني على التوالي، أما أدنى نسبة للبوتاسيوم في القش فكانت لمعاملة الشاهد (N0P0K0) إذ بلغت في الحبوب (0.34%)، وفي القش (1.5%) وذلك لموسمي النمو الأول والثاني.

الجدول (22) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في النسبة المئوية للبوتاسيوم في

الحبوب خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
0.35	0.36	0.36	0.35	0.34	0.36	0.37	0.36	0.36	0.34	k0	p0
0.40	0.39	0.42	0.41	0.38	0.40	0.40	0.39	0.41	0.40	k1	
0.49	0.53	0.48	0.48	0.45	0.48	0.51	0.47	0.49	0.44	k2	
0.61	0.65	0.62	0.59	0.56	0.60	0.62	0.62	0.58	0.56	k3	
0.36	0.37	0.37	0.36	0.35	0.37	0.38	0.37	0.36	0.35	k0	p1
0.41	0.40	0.42	0.41	0.41	0.40	0.40	0.42	0.40	0.39	k1	
0.48	0.49	0.47	0.46	0.49	0.46	0.49	0.49	0.47	0.37	k2	
0.63	0.76	0.61	0.58	0.56	0.62	0.74	0.61	0.59	0.55	k3	
P					P						
0.46	0.48	0.47	0.46	0.43	0.46	0.48	0.46	0.46	0.44	p0	PN
0.47	0.51	0.47	0.45	0.45	0.46	0.50	0.47	0.46	0.42	p1	
K					K						
0.36	0.37	0.37	0.36	0.35	0.36	0.38	0.37	0.36	0.35	k0	KN
0.41	0.40	0.42	0.41	0.40	0.40	0.40	0.41	0.41	0.40	k1	
0.48	0.51	0.48	0.47	0.47	0.47	0.50	0.48	0.48	0.41	k2	
0.62	0.71	0.62	0.59	0.56	0.61	0.68	0.62	0.59	0.56	k3	
0.47	0.49	0.47	0.46	0.44	0.46	0.49	0.47	0.46	0.43	N	
N = 0.0077		K = 0.0077		LSD		N = 0.0069		K = 0.0069		LSD	
NP = 0.0109		PK = 0.0109				NP = 0.0101		PK = 0.0101			
NPK = 0.021		NK = 0.0146				NPK = 0.023		NK = 0.0138			

أثرت العوامل المدروسة جميعها وتداخلاتها تأثيراً معنوياً في النسبة المئوية للبوتاسيوم في حبوب

القمح وقشه كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي، ويظهر من الجدولين (22-23) وجود فروق ذات دلالة

إحصائية بالنسبة لمتوسط النسبة المئوية للبوتاسيوم في جميع المعاملات عند مستوى معنوية 5%.

الجدول (23) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في النسبة المئوية للبوتاسيوم في

القش خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
1.56	1.60	1.60	1.55	1.50	1.57	1.62	1.57	1.57	1.50	k0	p0
1.82	1.79	1.91	1.83	1.76	1.84	1.84	1.78	1.83	1.91	k1	
2.18	2.29	2.14	2.15	2.12	2.16	2.23	2.08	2.22	2.12	k2	
2.58	2.80	2.61	2.48	2.42	2.55	2.69	2.59	2.42	2.51	k3	
1.59	1.65	1.59	1.59	1.51	1.64	1.70	1.60	1.58	1.68	k0	p1
1.85	1.80	1.92	1.87	1.82	1.87	1.82	1.91	1.82	1.94	k1	
2.13	2.11	2.11	2.06	2.22	2.15	2.10	2.17	2.10	2.23	k2	
2.66	3.27	2.56	2.42	2.39	2.69	3.22	2.58	2.43	2.51	k3	
P					P						
2.03	2.12	2.07	2.00	1.95	2.03	2.10	2.01	2.01	2.01	p0	PN
2.06	2.21	2.05	1.99	1.99	2.09	2.21	2.07	1.98	2.09	p1	
K					K						
1.57	1.63	1.60	1.57	1.51	1.60	1.66	1.59	1.58	1.59	k0	KN
1.84	1.80	1.92	1.85	1.79	1.86	1.83	1.85	1.83	1.93	k1	
2.15	2.20	2.13	2.11	2.17	2.16	2.17	2.13	2.16	2.18	k2	
2.62	3.04	2.59	2.45	2.41	2.62	2.96	2.59	2.43	2.51	k3	
2.05	2.16	2.06	1.99	1.97	2.06	2.15	2.04	2.00	2.05	N	
N = 0.0257		K = 0.0257		LSD	N = 0.0252		K = 0.0252		LSD		
NP = 0.0363		PK = 0.0363			NP = 0.0354		PK = 0.0354				
NPK =0.071		NK = 0.0514			NPK =0.075		NK = 0.0502				

أظهرت مستويات الآزوت المدروسة تأثيراً معنوياً في نسبة البوتاسيوم في كل من الحبوب والقش،

إذ ازدادت نسبة البوتاسيوم في كل من الحبوب والقش بزيادة مستوى التسميد الآزوتي، كما هو مبين في

الجدولين (22-23)، وكانت أعلى نسبة للبوتاسيوم في الحبوب (0.48%) و(0.503%)، للمعاملة (N3)،

وأدنى نسبة لمعاملة الشاهد بلغت (0.439%) و(0.431%)، وذلك للموسمين الأول والثاني على التوالي.

أما في القش فقد تفوقت المعاملة (N3) بأعلى نسبة للبوتاسيوم في القش بلغت (2.11%) و(2.21%)،

بفروق معنوية واضحة عن باقي المعاملات، وأدنى نسبة آزوت كانت لمعاملة الشاهد وبلغت (1.98%)

و(2.01%)، وذلك للموسمين الأول والثاني على التوالي، وهذا قد يعزى إلى أن الآزوت يتحكم في قدرة النبات على امتصاص البوتاس حسب (Gaj., 2010).

أظهرت مستويات البوتاسيوم المدروسة تأثيراً معنوياً في نسبة البوتاسيوم في كل من الحبوب والقش، إذ ازدادت نسبة البوتاسيوم معنوياً عند مستوى معنوية 5%، في كل من الحبوب والقش بزيادة مستوى التسميد البوتاسي، كما هو مبين في الجدولين (22-23)، وكانت أعلى نسبة للبوتاسيوم في الحبوب (0.611%) و(0.614%) وفي القش (2.57%) و(2.67%) للمعاملة (K3)، وأدنى نسبة للبوتاسيوم في الحبوب (0.369%) و(0.353%) وفي القش (1.56%) و(1.61%) لمعاملة الشاهد، وذلك لموسمي النمو الأول والثاني على التوالي، وهذا قد يكون بسبب الدور الكبير الذي يلعبه البوتاسيوم في تغذية النبات وجميع العمليات الحيوية بما فيها عملية التمثيل الضوئي، ومقاومته للرقاد وانقسام الخلايا، فإن أي زيادة في نمو النبات يقابلها زيادة في امتصاص البوتاسيوم من التربة بكميات توازي الأدوار المهمة للبوتاسيوم في ضمان عملية التوازن الغذائي (السامرائي، 2005؛ عداي، 2002).

وقد بينت نتائج التداخل بين الآزوت والفوسفور (N*P) في نسبة البوتاسيوم في النبات في الجدولين (22-23) أن أعلى نسبة للبوتاسيوم في الحبوب (0.506%) و(0.518%) وفي القش (2.41%) و(2.31%) للمعاملة (N3P1)، وأدنى نسبة للبوتاسيوم في الحبوب (0.428%) و(0.430%) وفي القش (2.04%) و(1.82%) لمعاملة الشاهد (N0P0)، وذلك لموسمي النمو الأول والثاني على التوالي، وقد تم توثيق العلاقة الإيجابية بين زيادة كمية الآزوت والفوسفور في التربة من جهة وزيادة امتصاص القمح للبوتاسيوم من جهة أخرى من خلال الدراسات المتعلقة بجودة القمح (Gaj., 2013).

أما التداخل بين الآزوت والبوتاسيوم المتاحين في التربة فقد أثر في نسبة البوتاسيوم في النبات، إذ أظهر الجدولان (22-23) تفوق المعاملة (N3K3) بأعلى نسبة للبوتاسيوم في الحبوب بلغت (0.636%) و(0.750%)، أما في القش فقد بلغت النسبة المئوية للبوتاسيوم (2.74%) و(3.25%)، أما أدنى نسبة

للبيوتاسيوم في الحبوب (0.354%) و(0.350%) وفي القش (1.5%) و(1.6%) لمعاملة الشاهد (N0K0)، وذلك خلال موسمي النمو الأول والثاني على التوالي.

بينما أظهر التداخل بين الفوسفور والبيوتاسيوم، الجدولين (22-23)، أن أعلى نسبة للبيوتاسيوم في الحبوب (0.64%) و(0.61%) وفي القش (2.59%) و(2.76%) للمعاملة (P1K3)، وأدنى نسبة للبيوتاسيوم في الحبوب (0.367%) و(0.353%) وفي القش (1.57%) و(1.56%) لمعاملة الشاهد (K0P0)، وذلك لموسمي النمو الأول والثاني على التوالي.

خامساً: الكفاءة الزراعية للسماد الآزوتي: Agricultural Efficiency of nitrogen fertilize

يبين الجدول (24) تغير الكفاءة الزراعية للآزوت (NAE) بتغير معاملات التسميد المختلفة، إذ تدرجت الكفاءة من أدنى قيمة عند الشاهد في الموسمين، ووصلت إلى أعلى قيمة عند المعاملة (N1P1K3, N1P0K3) بلغت (36) في الموسمين وهذا يتوافق مع (Duncan et al., 2018) بأن الاستخدام المشترك للأسمدة (NPK) يحسن من كفاءة استخدام الآزوت من قبل النبات .

أثرت بعض العوامل المدروسة فقط وتداخلاتها تأثيراً معنوياً في الكفاءة الزراعية للآزوت (NAE) كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي، ويظهر من الجدول (24) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بالنسبة لمتوسط الكفاءة الزراعية للآزوت في المعاملات (N-K-N*K-N*P*K) عند مستوى معنوية 5%.

أظهرت مستويات الآزوت المدروسة تأثيراً معنوياً في الكفاءة الزراعية للآزوت (NAE)، إذ تساوت الكفاءة الزراعية عند المستويين (N1 و N3) وبلغت قيمتها (24 و 27) في الموسمين الزراعيين الأول والثاني على التوالي وبفروق معنوية عن المعاملة (N2) وعن معاملة الشاهد، كما هو مبين في الجدول (24)، لأن الآزوت هو من أهم المغذيات التي تحد من نمو وغلة محصول القمح واستخدام كميات غير كافية من الآزوت يؤدي لانخفاض في الغلة وبالتالي انخفاض الكفاءة الزراعية للآزوت وهذا يتفق مع كل من (Zhang et al., 2017 , Wu et al., 2019) .

الجدول (24) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في الكفاءة الزراعية للآزوت

خلال الموسمين الزراعيين 2020-2019 و 2021-2020

الموسم الثاني 2021-2020					الموسم الأول 2020-2019						
PK	N				PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		N3	N2	N1	N0		
16	23	20	21	0	14	20	16	19	0	k0	p0
19	27	26	23	0	16	24	20	21	0	k1	
21	27	30	26	0	17	24	23	20	0	k2	
24	30	31	36	0	22	25	26	36	0	k3	
17	22	21	23	0	15	20	19	20	0	k0	p1
20	29	25	26	0	17	26	23	19	0	k1	
21	29	27	28	0	19	25	27	23	0	k2	
25	31	31	36	0	23	28	29	36	0	k3	
P					P						
20	27	27	27	0	17	23	21	24	0	p0	PN
21	28	26	28	0	18	25	25	24	0	p1	
K					K						
16	23	21	22	0	14	20	18	20	0	k0	KN
20	28	26	25	0	17	25	22	20	0	k1	
21	28	29	27	0	18	25	25	22	0	k2	
24	31	31	36	0	22	27	28	36	0	k3	
20	27	26	27	0	18	24	23	24	0	N	
N = 0.518		K =0.518		LSD	N = 0.512		K =0.512		LSD		
NP = NS		PK = NS			NP = NS		PK = NS				
NPK = 1.531		NK = 1.036			NPK = 1.482		NK = 1.024				

أظهرت مستويات البوتاسيوم المدروسة تأثيراً معنوياً في الكفاءة الزراعية للآزوت، إذ ازدادت الكفاءة الزراعية بزيادة مستوى التسميد البوتاسي، كما هو مبين في الجدول (24)، وقد بلغت أعلى نسبة للكفاءة الزراعية للآزوت (22) و(24)، للمعاملة (K3)، وأدنى نسبة لمعاملة الشاهد بلغت (14) و(16)، وذلك للموسمين الأول والثاني على التوالي، لأن التغذية الجيدة بالبوتاسيوم تساعد على ضمان عملية التوازن الغذائي التي تظهر إيجابياً في تحسين نمو النبات وزيادة إنتاجيته وهذا يتفق مع (عداي، 2002).

كما أظهرت نتائج التداخل بين مستويات الآزوت والبوتاسيوم المدروسة تأثيراً معنوياً في الكفاءة الزراعية للآزوت عند مستوى معنوية 5%، إذ أظهر الجدول (24) تفوق المعاملة (N1K3) بأعلى كفاءة

بلغت (36) في الموسمين الزراعيين، أما أدنى نسبة مئوية لكفاءة الآزوت الزراعية بلغت (18) و(21) كانت للمعاملة (N2K0)، وذلك خلال موسمي النمو الأول والثاني على التوالي، فالاستخدام المشترك للأزوت والبوتاسيوم كان أفضل من الاستخدام المفرد لكل عنصر ، وهذا يتفق مع (Sedri., 2022).
 إذ أنه يمكن زيادة غلة أي محصول باستخدام التغذية المتوازنة من الآزوت والبوتاسيوم مع الانتباه لباقي العناصر المغذية وهذا يتفق مع (Singh et al.,2021).

سادساً: دراسة اقتصادية:

أجريت الدراسة الاقتصادية على متوسط نتائج الموسمين بسبب التقارب الكبير في النتائج بالنسبة للمعاملات المختلفة للموسمين المذكورين وتم اعتماد الأسعار في الجدول (6) الخاصة بعام 2020 للمقارنة بسبب اختلاف الأسعار بشكل كبير من عام لآخر.
 كان تأثير المعاملات السمادية المختلفة معنوياً في الدخل الصافي كما هو مبين من الجدول (25) إذ تغير الدخل الصافي للهكتار بتغير مستويات التسميد، وقد تفوقت المعاملة (N3P1K3) معنوياً على باقي المعاملات بإعطائها أعلى دخل صافي من الهكتار الواحد بالمتوسط بلغ (2.92 مليون ليرة سورية.هكتار⁻¹)، بينما أعطت معاملة الشاهد (0.844 مليون ليرة سورية.هكتار⁻¹)، وبلغت أقل قيمة للدخل الصافي (0.827 مليون ليرة سورية.هكتار⁻¹) في المعاملة (N0P0K3).

يظهر الجدول (25) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بالنسبة لصافي الدخل في المعاملات (N-K-N*K-) عند مستوى معنوية 5%.

إذ أظهرت مستويات الآزوت المدروسة تأثيراً معنوياً في صافي الدخل من وحدة المساحة، الجدول (25)، وازداد الدخل الصافي لوحدة المساحة بشكل معنوي بازدياد مستوى التسميد الآزوتي، وبلغ أعلى معدل للدخل الصافي (2.683 مليون ليرة سورية.هكتار⁻¹) للمعاملة (N3)، بينما أدنى معدل للدخل الصافي (0.874 مليون ليرة سورية.هكتار⁻¹) لمعاملة الشاهد، وهذا يعود للتأثير الواضح للسماد الآزوتي في زيادة نمو النبات وتحسين نوعيته، إذ تفوقت المعاملة (N3) على المعاملات الباقية جميعها بفروق معنوية واضحة خلال موسمي النمو عند مستوى معنوية 5% بالنسبة لجميع الصفات المدروسة.

الجدول (25) تأثير معاملات التسميد الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي في صافي الدخل (مليون ليرة سورية. هكتار⁻¹) لمتوسط الموسمين الزراعيين 2019-2020 و 2020-2021

PK	N				K	P
	N3	N2	N1	N0		
1.761	2.449	2.027	1.722	0.844	k0	p0
1.895	2.699	2.199	1.836	0.844	k1	
1.966	2.687	2.440	1.901	0.837	k2	
2.136	2.810	2.525	2.382	0.827	k3	
1.818	2.416	2.083	1.846	0.926	k0	p1
1.943	2.747	2.241	1.870	0.913	k1	
1.983	2.736	2.331	1.943	0.923	k2	
2.170	2.920	2.523	2.360	0.877	k3	
P						
1.939	2.661	2.298	1.960	0.838	p0	PN
1.978	2.705	2.295	2.005	0.910	p1	
K						
1.789	2.433	2.055	1.784	0.885	k0	KN
1.919	2.723	2.220	1.853	0.879	k1	
1.975	2.712	2.386	1.922	0.880	k2	
2.153	2.865	2.524	2.371	0.852	k3	
1.959	2.683	2.296	1.983	0.874	N	
NK = 0.104	N = 0.052		K = 0.052		LSD	
NPK =0.2021	NP = NS		PK =NS			

أظهرت مستويات البوتاسيوم المدروسة تأثيراً معنوياً في صافي الدخل من وحدة المساحة، الجدول (25)، إذ ازداد الدخل الصافي لوحدة المساحة بشكل معنوي بازدياد مستوى التسميد البوتاسي، وبلغ أعلى معدل للدخل الصافي (2.153 مليون ليرة سورية. هكتار⁻¹) للمعاملة (K3)، بينما أدنى معدل للدخل الصافي (1.789 مليون ليرة سورية. هكتار⁻¹) لمعاملة الشاهد، وهذا يعود لتأثير السماد البوتاسي على نمو المحصول (حبوب + قش)، إذ تفوقت المعاملة (K3) على باقي المعاملات وبفروق معنوية عند مستوى معنوية 5% لجميع الصفات والمؤشرات المدروسة. أظهر التداخل بين مستويات السمادين الآزوتي والبوتاسي، الجدول (25)، أن أعلى معدل للصفة المدروسة بلغ (2.865 مليون ليرة سورية. هكتار⁻¹) للمعاملة (N3K3)، بينما أدنى دخل صافي حققته المعاملة (N0K3) وبلغ (0.852 مليون ليرة سورية. هكتار⁻¹).

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusion and Recommendation

أولاً: الاستنتاجات: Conclusion

كان معدل الأمطار جيداً وتوزعها مناسباً لزراعة محصول القمح خلال موسمي التجربة ومع التسميد الجيد أعطى نتائج جيدة، إذ أظهرت المعاملة N3P1K3 التي تمثل ($N_{138}P_{15}K_{75}$ كغ.هكتار⁻¹) تفوقاً على جميع المعاملات بالنسبة لجميع المؤشرات المدروسة عند مستوى معنوية 5%، إذ حققت أفضل نمو خضري، وأعلى إنتاجية، وكفاءة في مواصفات الحبوب في الوزن والمكونات الغذائية، وأعلى كفاءة زراعية للسماد الآزوتي، وأكبر صافي للربح وهذا يعود إلى أن الصنف المدروس عالي الإنتاجية ويستجيب للتسميد بشكل جيد، بينما حقق الشاهد أدنى القيم في جميع التحاليل والمؤشرات المدروسة. كما بينت نتائج الدراسة أنه لا توجد فروق معنوية بين المعاملتين N1P0K3 التي تمثل ($N_{83}P_0K_{75}$) كغ.هكتار⁻¹)، و N1P1K3 التي تمثل ($N_{83}P_{15}K_{75}$ كغ.هكتار⁻¹) من جهة وبين معاملة التوصية الحالية N2P0K2 التي تمثل ($N_{110}P_0K_{60}$ كغ.هكتار⁻¹) في أغلب التحاليل والمؤشرات المدروسة من جهة ثانية، وكانت أدنى القراءات والمؤشرات المدروسة لمعاملة الشاهد.

ثانياً: التوصيات: Recommendation

- تحليل التربة قبل الزراعة أمر أساسي لاستكمال كميات الأسمدة المضافة حتى الوصول للتوصية السمادية المناسبة للمحصول المزروع ضمن المنطقة المناخية المحددة.
- اعتماد المعاملة N3P1K3 ($N_{138}P_{15}K_{75}$ كغ.هكتار⁻¹) معاملةً مثلى لصنف القمح القاسي بحوث 11 في منطقة الدراسة لتفوقها على جميع المعاملات بكافة الصفات المدروسة بفروق معنوية عند مستوى 5%.
- يمكن اعتماد المعاملة N1P0K3 ($N_{83}P_0K_{75}$ كغ.هكتار⁻¹) لصنف القمح القاسي بحوث 11 في منطقة الدراسة، التي لم تعط فروقاً معنوية مقارنة بالمعاملة N2P0K2 ($N_{110}P_0K_{60}$ كغ.هكتار⁻¹)، إذ تخفض استخدام السماد الآزوتي بنسبة 25% مع زيادة السماد البوتاسي بنسبة 25%، عن التوصية الحالية.
- إعادة الدراسة على أصناف أخرى من القمح في منطقة الدراسة (الغاب).

المراجع

المراجع العربية:

- (1) أبو ضاحي، يوسف محمد ومؤيد اليونس. 1988. دليل تغذية النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد.
- (2) أبو ضاحي، يوسف محمد وقيس سامي عزت. 1991. تأثير مواعيد إضافة سمادي الآزوت والبوتاسيوم في حاصل حبوب ونوعية الحنطة صنف أبو غريب. مجلة العلوم الزراعية العراقية 22(2):199-208.
- (3) أبو ضاحي، يوسف محمد وحמיד خلف السليمانى وأوراس محي الدين. 2005. تأثير إضافة الآزوت إلى التربة بالرش في حاصل قش وحبوب الحنطة وتركيز عناصر NPK فيهما. مجلة العلوم الزراعية العراقية 36 (2) 13-22.
- (4) أبو ضاحي، يوسف محمد وصادق كاظم تعبان. 2005. تأثير إضافة البوتاسيوم إلى التربة وبالرش في حاصل قش وحبوب الحنطة وتركيز عناصر NPK فيهما. مجلة العلوم الزراعية العراقية، مج. 36، ع. 2، ص. 23-30.
- (5) الأراكوزي، أسو لطيف عزيز. 2009. تأثير تداخل سمادي اليوريا وسوبر فوسفات في بعض الصفات المظهرية والفسلجية لمحصول الحنطة. مجلة ابن الهيثم للعلوم الصرفة والتطبيقية 22(2) الصفحات: 1-12.
- (6) الألوسي، يوسف احمد محمود. 2009. تأثير التسميد الأرضي والورقي بعناصر K, P, N في نمو وحاصل حنطة الخبز. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 40 (1):82-88.
- (7) (ايكاردا)، 2013. دليل القمح الحقل، مشروع تعزيز الأمن الغذائي، منطقة الباب، حلب (2010-2013)، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة. ICARDA

(8) البدراني، عماد محمد علي. 2010. تأثير مستويات الآزوت على صفات النمو والحاصل لصنفين من الحنطة

الناعمة. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية 3 (8) 98-107.

(9) البدراني، وحيدة علي احمد، وإبراهيم احمد الرومي. 2013. تأثير مستويات مختلفة من التسميد الآزوتي

(اليوريا) على بعض صفات النمو لصنف الحنطة (triticum spp) مجلة أبحاث التربية الأساسية المجلد 12

العدد (3) الصفحات 723-732.

(10) بوبازين، ياسين، وافروخ، عمار. (2018). تقييم أداء عشيرة مباشرة (SBR) من القمح الطري (Triticum

aestivum L.) مستوطنة بمنطقة سيخة عين مليلة المالحة في الجزائر. المجلة السورية للبحوث الزراعية،

5(2): 139-157.

(11) تعبان، صادق كاظم. 2002. تأثير إضافة السماد الورقي والأرضي البوتاسيوم في نمو وحاصل الحنطة .

Triticum aestivum L. رسالة ماجستير قسم علوم التربة والمياه - كلية الزراعة - جامعة بغداد. ع ص

116.

(12) التميمي، محمد صلال، الفهداوي، حميد ظاهر، ومحمود، سعد شاكر. (2014). تأثير التغذية الورقية

بالحديد والزنك في بعض الصفات الخضرية والحاصل البيولوجي لنبات الحنطة إباء 9 (Triticum

aestivum. L.). مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 6(1): 191 - 199.

(13) الجلبي، فائق توفيق، وإحسان نواف دخل. 2012. تأثير مياه الري الممغطة ومستويات الأسمدة في صفات

الحاصل لحنطة الخبز. مجلة العلوم الزراعية العراقية 43 (4) 1-13.

(14) جبيل، وليد عبد الرضا، وفالح، فالح حسن. (2014). تأثير كميات مختلفة من السماد المركب NPK في

نمو أصناف من الحنطة Triticum aestivum L. مجلة المثنى للعلوم الزراعية، 2(2): 29 - 34.

(15) حسن، نبيل عوض، وصالح، ميسون محمد، والكركي، نادر إبراهيم. (2016). دراسة الارتباط وتحليل المسار

بين مكونات الغلة لدى بعض الطرز من القمح. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 3(1): 182-190.

- (16) الحلبي، منذر ماجد تاج الدين. 2007. كفاءة اليوريا واليوريا المغلفة بالكبريت في تحرير البوتاسيوم وجاهزية الفوسفور في نمو وحاصل الحنطة (L aestivum Triticum) أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد.
- (17) حميد، حسام ممدوح وآخرون (2017). تأثير رش السماد الورقي (Algindex) وإضافة سماد اليوريا في نمو وحاصل حنطة الخبز. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. 17(4): 27-34.
- (18) الحيدري، هناء خضير محمد علي ورعد هاشم بكر. 2006. تأثير حاصل حنطة الخبز ومكوناته بمواعيد إضافة مستويات من التسميد النيتروجيني ومعدلات البذار. مجلة العلوم العراقية 37 (4) 55-66.
- (19) ديان، عبد العزيز سالم. (2016). تأثير مستويات مختلفة من التسميد النتروجيني على إنتاجية -كليانسونا. مجلة الأندلس للعلوم التطبيقية، 14(6): 59-73.
- (20) الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز محمد خلف الله. 2000. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي-جامعة الموصل، الطبعة الثانية. ص488.
- (21) الزعبي، محمد منهل وأنس المصطفى الحصني وحسان درغام. 2013. طرائق تحليل التربة والنبات والمياه والأسمدة - الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية - وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي - سوريا.
- (22) الساعدي، عباس جاسم حسين. 1996. دراسة تأثير الجبس في النمو والحالة الغذائية لمحصول الحنطة في منطقة محدودة الامطار. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق.
- (23) السامرائي، عروبة عبد الله. 2005. حالة وسلوكية البوتاسيوم في ترب الزراعة المحمية. أطروحة دكتوراه - كلية الزراعة - جامعة بغداد.
- (24) السقرات، عمر فرحات. (2014). أثر خصائص المورفومترية على إنتاجية المحصول في سهول مؤتة والمزار الجنوبي شبه الجافة/ محافظة الكرك. المجلة الأردنية للعلوم الاجتماعية، 7(2): 308-330.

- (25) سعد الدين، أحمد وباسمة عطية (2009). تحليل الإنتاج الزراعي لمحاصيل مختارة: قمح، قطن، شعير. ورقة عمل رقم 44، المركز الوطني للسياسات الزراعية. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. صفحة 66.
- (26) سعدة، إيناس، ولاوند، سلام. (2016). تقييم أداء وإنتاجية بعض أصناف القمح (Triticum ssp. L.) في ظروف محافظة دمشق. مجلة جامعة البعث، 38(9): 85-115.
- (27) الشاطر، محمد سعيد، أكرم البلخي. 2017. كتاب الأسمدة والتسميد. منشورات جامعة دمشق. كلية الزراعة. ص 110.
- (28) شاطي، ريسان كريم وصبيحة حسون كاظم اللامي. 2010. تأثير معدلات البذار ومستويات السماد الآزوتي ومعدلات استخدام مبيدات الأدغال في نمو حنطة الخبز. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. 1 (8) 42-63.
- (29) شخموس، أحمد، شاهرلي، مخلص، ولاوند، سلام. (2013). دور المطفرات الفيزيائية والكيميائية في استحداث تغيرات كمية ونوعية في الجبل الطافر الثاني لصنفين من القمح القاسي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 29(2): 83-97.
- (30) الطاهر، فيصل محبس مدلول، والحمداي، إسرائ راهي صيهود. (2016). مساهمة ورقة العلم والأوراق السفلى وأجزاء السنبل في إنتاج المادة الجافة وتكوين حاصل الحبوب لثلاثة أصناف من الحنطة (Triticum aestivum L.). مجلة المثنى للعلوم الزراعية، 4(2): 13-19.
- (31) العبيدي، كريم سعيد عزيز. 1986. تأثير إضافة المخلفات العضوية على تفاعلات سماد السوبر فوسفات في بعض الترب الكلسية رسالة ماجستير _كلية الزراعة _جامعة البصرة.
- (32) العبيدي محمد علي جمال، محمد حسن هشام، الوزان فارس أكرم صالح: 2006: تأثير التسميد البوتاسي على إنتاجية الحنطة. مجلة زراعة الرافدين المجلد (24).

33) العامري، محمد محمود عبد الإله، والعبدي، محمد عويد غدير. (2016). تقويم عدة تراكيب وراثية

لمحصولي الحنطة والترتيكل تحت ظروف الزراعة الديمية في محافظة السليمانية. مجلة الأنبار للعلوم

الزراعية، 14(1): 163-171.

34) عبد الجواد، عبد العظيم أحمد ونعمت عبد العزيز نور الدين و طاهر بهجت فايد. 2007. علم المحاصيل

القواعد والأسس. الدار العربية للنشر والتوزيع. ص466.

35) عبد العزيز، علي محمود (2007). دراسة اقتصادية لإنتاج وتسويق محصولي القمح والقطن في منطقة

الغاب - محافظة حماه. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 23 (2): 135-150.

36) عبد الرحمن، فاطمة مصطفى وعبد الغني خورشيد وبدر الدين جلب ومصطفى مازن عطري (2021): تحديد

الاحتياج الأمثل من الآزوت في نمو وإنتاجية القمح المروي Triticum aestivum (الصنف شام 7).

المجلة السورية للبحوث الزراعية 8 (2): 195-210.

37) عداي، صادق كاظم تعبان. 2002. تأثير إضافة التسميد الورقي والأرضي للبوتاسيوم في نمو وحاصل

الحنطة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة - جامعة بغداد.

38) علوش، غياث والحافي علاء سليمان (2015): استجابة بعض أصناف القمح السوري الطرية للتسميد

الآزوتي: النمو والإنتاجية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية - المجلد

(37) - العدد (3).

39) علوش، غياث وقبيلي، صالح والحافي، علاء (2022): تأثير التسميد الآزوتي وهيومات البوتاسيوم في

كفاءات النمو والاستفادة من الآزوت لنبات القمح الطري (شام 10) تحت ظروف المنطقة الساحلية. مجلة

جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية 44 (3): 91-106.

40) العلوي، حسن هادي مصطفى. 2011. أثر مصدر الآزوت في الحنطة وبعض صفات التربة الكيميائية. مجلة

ديالى للعلوم الزراعية. 3 (1) 73-82.

- (41) عودة، محمود، وسمير شمشم. 2008. خصوبة التربة وتغذية النبات، جامعة البعث، الصفحات: 135-161.
- (42) فرج، علي حسن وعبد الوهاب عبد الرزاق. 2006. تأثير التسميد الأرضي والورقي في خصائص نمو ومكونات حاصل الحنطة. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 57 (5) 1-10.
- (43) الفرطوسي، بيداء عبود جاسم. 2003. تأثير المستخلصات المائية لبعض المخلفات العضوية في نمو نبات الحنطة (L aestivum Triticum) رسالة ماجستير، كلية الزراعة - جامعة بغداد.
- (44) فرهود، علي ناظم، المعيني، إياد حسين علي. (2014). تأثير الإجهاد المائي والتسميد الفوسفاتي في صفات الحاصل ومكوناته لمحصول الحنطة (Triticum aestivum L). مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 6(1): 116-121.
- (45) الفهداوي، حميد ظاهر. (2010). مقارنة بعض التراكيب الوراثية من الحنطة للصفات المورفولوجية والحاصل ومكوناته. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، 8(4): 466-477.
- (46) قنبر، أسامة حسين، العودة، أيمن الشحادة، ونمر، يوسف. (2017). دراسة أهمية بقايا المحصول والدورة الزراعية في تحسين غلة محصول القمح الحبية ودخل المزارع تحت نظام الزراعة الحافظة. المجلة الأردنية في العلوم الزراعية، 13(1): 205-218.
- (47) المحاسنة، حسين. (2012). تقييم أداء أصناف من القمح لتحمل إجهاد نقص الماء في ظروف مدينة دمشق. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 28(2): 127-141.
- (48) محمد، حسين عزيز. 2001. تأثير التسميد الفوسفاتي والبوتاسي وعجز ماء الري في نمو وحاصل الذرة الصفراء L Mays Zea رسالة ماجستير. كلية الزراعة-جامعة بغداد.

(49) محمد محفوظ، عبد القادر وقاسم ذياب أحمد، 2005: دراسة مقارنة عدة أصناف من الحنطة الخشنة وتأثير

التسميد الآزوتي والفسفاتي في حاصل الحبوب ومكوناته تحت الظروف الديمية في شمال العراق، مجلة

زراعة الرافدين 33(4):88-91.

(50) المرجاني، علي حسن فرج. 2005. تأثير مستوى الإضافة الأرضية بالـ NPK ورشها في نمو وحاصل

الحنطة (L aestivum Triticum) رسالة ماجستير، كلية الزراعة - جامعة بغداد.

(51) مهنا، أحمد وحياص، بشار. الحبوب والبقول، منشورات جامعة البعث. 2006، ص 91.

(52) المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2021. مساحة وإنتاج وغلة القمح (الطري والقاسي) وتطورهما على

مستوى القطر خلال الفترة (2016-2020) الجمهورية العربية السورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي،

مديرية التخطيط والإحصاء.

(53) الموسوي، أحمد نجم عبد الله. 2004. تأثير بعض أنواع الأسمدة الفوسفاتية وتجزئة إضافتها في الفوسفور

الجاهز في التربة وحاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

(54) نعمة، محمد زين الدين، طوشان، حياة، نشيط، ميلودي، وسليمان، ناهد. (2011). تقييم أداء بعض طرز

القمح القاسي (Triticum durum L.) تحت ظروف العجز المائي اعتماداً على بعض المؤشرات الشكلية

والفيزيولوجية والإنتاجية. المجلة العربية للبيئات الجافة. 4(1):4-17.

(55) النعيمي، سعد الله نجم عبد الله. 1999. الأسمدة وخصوبة التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة

الموصل.

(56) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (2012). مشروع تعزيز الأمن الغذائي في البلدان العربية، الجمهورية

العربية السورية، دليل زراعة القمح في سوريا، حلب، 74 صفحة.

(57) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دليل أصناف القمح في سورية، إدارة بحوث المحاصيل، قسم الحبوب،

دائرتي القمح القاسي والطري.

المراجع الأجنبية:

- 1) Adday, S. K. T. 2002: **Effect adding of foliar Soil k fertilization on growth and wheat yield Triticum aestivum L.** A thesis College of Agriculture. Univ. Baghdad.
- 2) Alam, M.Z: M.S. Rahman: M.E. Haque: M.A.K. Azad: and M.R.H. Khan. 2003. **Response of irrigation frequencies and different doses of N fertilization on the growth and yield of wheat.** *Pakistan journal of biological science*. 6 (8):723-734.
- 3) Alam. M., R. M. Akkas, M. S. H. Molla, M. A. Momin and M. A. Mannan. 2009: **Evaluation of different levels of potassium on the Yield and protein content of wheat in the high Ganges river flood plain sop.** Bangladesh .J.Agril. Res.34(1): 97-104
- 4) Ali S., Hafeez A., Ma X., Tung S.A., Chattha M.S., Shah A.N.,Yang G.,, **Equal potassium-nitrogen ratio regulated the nitrogen metabolism and yield of high-density late-planted cotton (Gossypium hirsutum L.) in Yangtze River valley of China,** Ind. Crop. Prod., 2003, 129, 231-241
- 5) Ali, L.Q. Mohy- Ud-Din and M. Ali , 2019- **Effect of different doses of nitrogen fertilizer on the yield of wheat,** *Int. J. Agric. Biol*, 5, 4, 38– 439.
- 6) Al-Ghzawi, A. L., Khalaf, Y. B., Al-Ajlouni, Z. I., AL-Quraan, N. A., Musallam, I., and Hani, N. B. (2018). **The Effect of Supplemental Irrigation on Canopy Temperature Depression, Chlorophyll Content, and Water Use Efficiency in Three Wheat (Triticum aestivum L. and T. durum Desf.) Varieties Grown in Dry Regions of Jordan.** *Agriculture*, 8(97): 1-23.
- 7) Alley, M. M., **Brann, D.E., Hammons ,J. L., Peter Scharf, and Baethgen, W. E, 1999- Nitrogen Management for Winter Wheat: Principles and Recommendations. Crop & Soil Environmental Sciences,** PUBLICATION 424-026.
- 8) Alloush, Ghiath A., Qoubailie, Saleh., and Al-Hafee, Alaa;2022: **The Effect of nitrogen Fertilization and Potassium Humate on Growth and Nitrogen Utilization Efficiencies of Soft Wheat (Sham 10) under the Costal Conditions,** Tishreen

University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (44) No. (3) 2022, Pp.: 91-106.

9) AL-Ouda, A. (2013). **Effect of Tillage Systems on Wheat Productivity and Precipitation Use Efficiency under Dry Farming System in the North East of Syria.** The Arab J. for Arid Environments, 6(2): 3-11.

10) Aown, M.; S. Raza, M. F. Saleem, S. A. Anjum, T. Khaliq and M. A. Wahid 2012. **Foliar application of potassium under water deficit conditions improved the growth and yield of wheat (Triticum aestivum L.).** J. Anim.Plant Sci., 22(2): 431- 437.

11) Asadi GA, Ghorbani R, Khorramdel S, Azizi G. **Effects of Wheat Straw and Nitrogen Fertilizer on Yield and Yield Components of Garlic (Allium sativum L.).** Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 2014 Feb; 3(4.1):157–68.

12) Azzaoui, A; Hason R.G; Soltanpour P.N, 1989: **Wheat prequirements on calcareous Moroccan soils.** II As estimated by the Olsen P soil test and plant uptake. Soils Science and plant analysis. 20, 8-57,893-908; 13 ref.

13) Bajwa, M. I. 1994: **Soil Potassium. Potash fertilizer usage and recommendation in Pakistan.** Pot. Rev. 3: 1 – 7.

14) Baque, Md. A.; Md. A. Karim, A. Hamid and H.Tetsushi.2006.**Effect of fertilizer potassium on growth, yield and nutrient uptake of wheat (Triticum aestivum) under water stress conditions.** South Pacific Studies. 27(1):25-35.

15) Battaglia, M.; Groover, G.; Thomason, W. **Harvesting and Nutrient Replacement Costs Associated with Corn Stover Removal in Virginia;** Virginia Tech: Blacksburg, VA, USA, 2018.

16) Beerling, E. A. M., Blok, C., van der Maas, A. A., and Van Os, E. A. (2014). **Closing the water and nutrient cycles in soilless cultivation systems.** Acta Hort. 1034, 49–55. doi: 10.17660/ActaHortic.2014.1034.4

17) Belaid, A. 2000. **Durum wheat in WANA: production, trade, and grains from technological change.** Durum wheat improvement in the Mediterranean region. New challenges, CIHEAM, IRTA, CIMMYT, ICARDA. 35-45.

- 18) Bhatia C.R; Rabson R; 1987: **Relationship of grain yield and nutritional quality**. Genetic and Agronomic Improvement Agronomy Monograph no 28.
- 19) Bhogal, A; Young S.D; Ralph R; Brabley S; Craiaigon J;1990: **Modelling the residual effects of phosphate fertilizer in the Ropsley (UK) field trail 1978-1990**. Fertile. Res, 44(1), 26-36.
- 20) Brennan, r.F, 1995: **Effect of levels of take all and phosphorus fertilizer on the dry matter and grain yield of wheat**. J. Plant Nutr.18 (6), 1159-1176.
- 21) Broadley, M.R., Bowen, H.C., Cotterill, H.L., Hammond, J.P., Meacham, M.C., Mead, A., White, P.J. (2004) **Phylogenetic variation in the shoot mineral concentration of angiosperms**. Journal of Experimental Botany, 55, 321-336.
- 22) Buah SS, Mwinkaara S. **Response of sorghum to nitrogen fertilizer and plant density in the Guinea savanna zone**. Journal of agronomy. 2009; 8(4):124–30.
- 23) Caplan, D., Dixon, M., and Zheng, Y. (2017). **Optimal rate of organic fertilizer during the vegetative-stage for cannabis grown in two coir-based substrates**. Hort Science 52, 1307–1312. Doi: 10.21273/hortsci11903-17
- 24) Cavazza, L. and A. Patruno. 1997: **Type of phosphorus fertilizer. III.Effects on available phosphorus content in different soils**. Rivista di Agronomia. 31(2):347– 360.
- 25) Chaves, L. H. G.; R. A. Viegas; A. C. F. Vasconcelos, and H. Vieira. 2005. **Effect of potassium on moringa plants grown in nutrient solution**.Revista De Biologia E Ciencias Da Terra.
- 26) Cai B Y, Zu W, Ge J P. 2004. **Influence on phosphorus amount to dry matter accumulation and distribution of different soybean cultivars**. Soybean Science, 23, 73-280.
- 27) Cao, H, Wang, Z, He, G, Dai, J. (2017) **reported that there was a positively linear relationship between NPK absorption of aboveground dry matter and grain yield according to data from 52 experimental sites during 2009–2013**. Field Crops Research 209:88-9

- 28) Copper C.J.M; Jones M; Harris H; Matar A; 1988: **Agro ecological constraints to crop production in west Asia and North Africa and their impact on fertilizer use** held during May 1-14.
- 29) Daoud F, 1993: **Etoumeaud, country Report**, Int. Potash Inst, Basel, Switzerland.
- 30) Dario. G, P. Ruisi, G. D. Miceli, A. S. Frenda, G. Amato., 2010- **Nitrogen Use Efficiency and Nitrogen Fertilizer Recovery of Durum Wheat Genotypes as Affected by Interspecific Competition**, *Agronomy Journal* , 102, 707–715.
- 31) Dai, X.Q., Zhang, H.Y., Spiertz, J.H.J., Yu, J., Xie, G.H., Bouman, B.A.M. (2010) **Crop response of aerobic rice and winter wheat to nitrogen , phosphorus and potassium in a double cropping system**. *Nutrient. Cycle. Agro ecosystem*, 86, 301-315.
- 32) Dario, G.; P. Ruisi; G. D. Miceli; A. S. Frenda; and G. Amato (2010). **Nitrogen Use Efficiency and Nitrogen Fertilizer Recovery of Durum Wheat Genotypes as affected by Interspecific Competition**. *Agronomy Journal*. 102: 707-715.
- 33) Dobermann, A., Cassman, K.G., Mamanuril, C.P., Sheehy, J.E. (1998) **Management of phosphorus and potassium, and sulfur in intensive, irrigated lowland rice**. *Field Crop Research*. 56, 113-138.
- 34) Donato. D G, F. Fornaro. 2012. **Nitrogen fertilization and root growth dynamics in durum wheat CRA-Research Unit for Cropping Systems in Dry Environment**, Bari, Italy [*Italian Journal of Agronomy* 2012; 7:e29]
- 35) Duncan, E.G.; O'Sullivan, C.A.; Roper, M.M.; Biggs, J.S.; Peoples, M.B. **Influence of co-application of nitrogen with phosphorus, potassium and sulphur on the apparent efficiency of nitrogen fertilizer use, grain yield and protein content of wheat**: Review. *Field Crop. Res.* 2018, 226, 56–65.
- 36) Edward, N.k. 2000. **Potassium. In The Wheat Book**, Principles and Practices by Anderson, W.K. and Garlinge, J., Agric. Western Australia, Dept. of Agric., October 2000.

- 37) Elmejahed K; 1993: **Effect of N on yield, N uptake and water use efficiency of wheat in rotation systems under semi-arid conditions of Morocco.** PhD Dissertation. Unvi. Nebraska. Lincoln, Nebraska.
- 38) EL-Medani, M.M.Aboaly H.H.Abdalla and R.M.Ramadan. (**Spectroscopy Letters**, 37(6), 619-632(1997).
- 39) Emam, Y. and M. Niknejad, 2005- **An introduction to the physiology of crops yield. (Trs.), Shiraz University Press, 2nd Ed., 551 pp., Shiraz, Iran. (In Persian).**
- 40) Epstein E, Nugent J O, Conner M. 1983. **Crop tolerance to salinity and other mineral stresses.** In: Ciba Foundation Symposium 97. Better Crops for Food. Pitman Publishing Press, London. pp. 61-68.
- 41) Fageria NK. **The use of nutrients in crop plants.** CRC press; 2016 Apr 19
- 42) Fallahi, H. A., A. Nasser and A. Siadat, 2008- **Wheat yield components are Positively influenced by nitrogen application under moisture deficit environments,**
Int. J.Agr. Biol, 10(6), 673 – 676.
- 43) FAO. 2020. FAOSTAT 2020 FAO **Statistical Databases** <http://faostat.fao.org/>
- 44) Farmaha B.S., Singh P. & Singh B. (2021) **Spatial and temporal assessment of nitrate-N under rice wheat system in riparian wetlands of Punjab, northwestern India.** *Agronomy*, 11, 1284.
- 45) Fateh, H.; Toubé, A.; Gholipuri, A.Q. **The feasibility of reducing yield gap by improving crop management.** *Ukr. J. Ecol.* 2019, 9, 21–30.
- 46) Gaj, R. (2010) **Influence of different potassium fertilization level on the winter wheat nutritional status and on the yields in critical growth stage.** *Journal of Elementology*, 15(4), 629-637.
- 47) Gaj, R., Gorki, D., Przybył, J. (2013) **the effect of differentiated phosphorus and potassium fertilization on winter wheat yield and quality.** *Journal of Elementology*, V.18 (1), 55-67.
- 48) Gething, P.A. 1997. **The potassium nitrate partnership. 2nd edition, int. potash.** Inst. Basel, Switzerland.

- 49) George C. 1985. Elliott, André, Læuchl. **Phosphorus efficiency and phosphate-iron interaction in maize.** Agronomy Journal, 77, 399-403.
- 50) Gerba. L., Getachew. Belay. Walelign. W, 2013- **Nitrogen Fertilization Effects on Grain Quality of Durum Wheat (Triticum turgidum L.Var.Durum) Varieties in Central Ethiopia.** *Journal of Agricultural Sciences*, Vol. 1(1), pp. 1-7 Jan
- 51) Ghosh BN, Singh RJ, Mishra PK. **Soil and input management options for increasing nutrient use efficiency.** Nutrient use efficiency: from basics to advances. 2015:17–27.
- 52) Godebo,T., Laekemariam,F., and Loha,G; 2021 **Nutrient uptake, use efficiency and productivity of bread wheat (Triticum aestivum L.) as affected by nitrogen and potassium fertilizer in Keddida Gamela Woreda,** Southern Ethiopia Environ Sys t Res (2021) 10:12
- 53) Good AG, Johnson SJ, De Pauw M, Carroll RT, Savidov N, Vidmar J, et al. **Engineering nitrogen use efficiency with alanine inotransferase.** Botany. 2007 Mar; 85(3):252–62.
- 54) Gstdiner D T, Christensen N W.1990. **Characterization of phosphorus efficiencies of two winter wheat cultivators.** Soil Science Society of America Journal, 54, 1337-1340.
- 55) Grahmann, K, Verhulst, N, Peña, J, R, Buerkert, B, Rojas, L, V, Govaerts, B. **Durum wheat (Triticum durum L.) quality and yield as affected by tillage–straw management and nitrogen fertilization practice under furrow-irrigated conditions.** Field Crops Research, Volume 164, 1 August 2014, Pages 166-177
- 56) Habtegebrial, K; Singh, B. R; Haile, M. **Impact of tillage and nitrogen fertilization on yield, nitrogen use efficiency of tef (Eragrostis tef (Zucc.) Trotter) and soil properties.** Soil and Tillage Res, Vol. 94, 2007, 55-63.
- 57) Han, X.; Hu, C.; Chen, Y.; Qiao, Y.; Liu, D.; Fan, J.; Li, S.; Zhang, Z. **Crop yield stability and sustainability in a rice-wheat cropping system based on 34-year field experiment.** Eur. J. Agron. 2020, 113, 125965.

- 58) Hanson, R.L., and D.G. Westfall. 2002. **Orthophosphate solubility transformations and availability from dual-applied nitrogen and phosphorus calcareous soil**. Soil. Sci. 122: 1368-1370.
- 59) Havlin, J. L.; J. D. Beaton, S. L. Tisdal, and W. L. Nelson .2005. **Soil Fertility and Fertilizers. 7 Th Ed. An introduction to nutrient management** .Upper Saddle River, New Jersey.
- 60) Hirniak, J. N. (2018).**Evaluation of Nitrogen and Potassium Interactions in Corn**, Iowa State University Pro Quest Dissertations Publishing, 2018. 10792790.
- 61) Hussain, I., Khan M.A. and Khan E.A. (2006). **Bread wheat varieties as influenced by different nitrogen levels**. Journal of Zhejiang University of Sciences B.7 (1):70-78.
- 62) Huang Z W, Zhao T J, Gai J Y. 2009. **Dynamic analysis of biomass accumulation and partition in soybean with different yield levels**. Acta Agronomical Sonica, 35, 1483-1490. (In Chinese).
- 63) Ibrikci, H.; Ryan, J.; Ulger, A.C.; Buyuk, G.; Cakir, B.; Korkmaz, K.; Karnez, E.; Ozgenturk, G.;Konuskan, O. **Maintenance of phosphorus fertilizer and residual phosphorus effect on corn production**. Nutr. Cycle. Agro ecosystems 2005, 72, 279–286.
- 64) IPNI. 2013. **4R Plant Nutrition Manual: A Manual for Improving the management of Plant Nutrition**, 1st Rev. Ed., (T.W. Bruulsema, P.E. Fixen, G.D. Sulewski, eds.),International Plant Nutrition Institute, Norcross, GA, USA
- 65) Jan T, Jan MT, Arif M, Akbar H, Ali S. **Response of wheat to source, type and time of nitrogen application**. Sarhad Journal of Agriculture. 2007; 23(4):871.
- 66) Jamaati.E, Somarina.SH., M. Panahyan-e-Kivib, R. Zabihi-e-mahmoodabada., 2011- **Dry matter remobilization and yield of durum wheat in Ardabil, Iran as affected by plant density and N fertilization level**, *Plant Eco physiology*, 3 , 37-45.
- 67) Jelic, M., Milivojević, J., Đekić, V., Paunović, A., Tmušić, N. (2014): **Impact of liming and fertilization on grain yield and utilization of nitrogen and phosphorus in**

wheat plant grown on soil type pseudogley. Proceedings of research papers PKB Agroekonomik, Belgrade, 20(1-4): 49-56.

68) Ju, X.T., ZhangHang, F.S., Bao, X.M., Romheld, V., Roelcke, M. (2005) **Utilization and management of organic wastes in Chinese agriculture: past present, perspectives.** Science. China Ser.C, 48, 965-979.

69) Juusola, H. 2010. **The internal dimensions of water security:** the drought crisis in Northern Syria. FIIA report 25: 21-35.

70) Kaiser, D.E., Lamb, J.A., Sims, A., & Wiersma, J.2013. **Fertilizing wheat in Minnesota.** University Of Minnesota, AG-FO-3814-C

71) Konoplya, E. F. and T. Higa (1999). **Mechanisms of EM-1 effect on the growth and development of Plants and its application in agricultural production.** Sixth International Conference on Kyusei Nature Farming, Pretoria, South Africa.

72) Koch, k.and K mengel. 1977. **Effect of K on fertilization by spring wheat during grain protein agron.** J.69:477-480.

73) Kaur, V. P. (2017). **Productivity of wheat (Triticum aestivum L.) as affected by sprinkler irrigation regimes and nitrogen levels.** Master Thesis, Punjab Agricultural University, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ludhiana, India.

74) Latiri-Souki. K., S. Nortcliff ., D.W. Lawlor., 1998-**Nitrogen fertilizer can increase dry matter, grain production and radiation and water use efficiencies for durum wheat under semi-arid conditions,** *European J. Agron*, 9, 21–34.

75) Lawlor, D.W. **Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems.** J. Exp. Bot., Vol.53, NO.370, 2002, 773–787

76) Litke L, Gaile Z, Ruz'a A. **Nitrogen fertilizer influence on winter wheat yield and yield components depending on soil tillage and fore crop.** Research for rural development. 2017; 1:9–12.

77) Liu, Z.; Sun, K.; Liu, W.; Gao, T.; Li, G.; Han, H.; Li, Z.; Ning, T. **Responses of soil carbon, nitrogen, and wheat and maize productivity to 10 years of decreased**

nitrogen fertilizer under contrasting tillage systems. Soil Tillage Res. 2020, 196, 104444.

78) Ljubicic, N., Petrovic, S., Dimitrijevic, M., and Hristov, N. (2016). **Gene actions involved in the inheritance of yield related traits in bread wheat (Triticum aestivum L.). Emirates** J. of Food and Agriculture, 28(7): 477-484.

79) Ljubicic, N., Petrovic, S., Dimitrijevic, M., Hristov, N., Vukosavljev, M., and Sreckov, Z. (2014). **Deale Analysis for Spike Length in Winter Wheat.** Turkish J. of Agricultural and Natural Sci.s, 2(SI): 1455-1459.

80) Lobell D. B., Cassman K. G. & Field C. B. (2009) **Crop yield gaps: Their importance, magnitudes, and causes.** *Annual Review of Environment & Resources*, 34, 179–204.

81) Loue A; 1979: **Average effect of potassium fertilization the arable crops in long-term field trials.** Potash Review (Berne) subj. 16, suite 7th No 4.

82) Lollato, R.P.; Figueiredo, B.M.; Dhillon, J.S.; Arnall, D.B.; Raun, W.R. **Wheat grain yield and grain-nitrogen relationships as affected by N, P, and K fertilization:** A synthesis of long-term experiments. *Field Crop. Res.* 2019, 236, 42–57

83) Maser, P., M. Gierth and J.I. Schroeder. 2002. **Molecular mechanisms of potassium and sodium uptake in plants.** Plant Soil. 247: 43-54.

84) Matar A; Perrier E; 1990: **Effect of supplemental irrigation and nitrogen fertilization on nitrogen content of grain wheat.** Farm Resource Management Program Annual Report.133-136.

85) Madana HS, Munjal R, 2009- **Effect of split doses of nitrogen and seed rate on protein content, protein Fractions and yield of wheat,** *J.Agr.and Biol. Sci.Asian Res*,4,1, 26-30.

86) Marschner, P. (2012). **Mineral nutrition of higher plants,** 3rd ed. Academic Press, London, UK. 10: 178–189.

- 87) Macholdt, J.; Piepho, H.-P.; Honermeier, B. **Mineral NPK and manure fertilization affecting the yield stability of winter wheat**: Results from a long-term field experiment. Eur. J. Agron. 2019, 102, 14–22.
- 88) Mclean, E.O. (1982). **Soil pH and lime requirement**. P.199-224. Methods of soil analysis. USA.
- 89) Mengel, K. and Kirkby, E.A. (2001) **Principles of Plant Nutrition**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 849 p.
- 90) Mojid M.A., Wyseure G.C.L., Biswas S.K.: **Requirement of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers for wheat cultivation under irrigation by municipal wastewater**, Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 2012, 12 (4), 655-665
- 91) Morad, p. 1974. **Physiological roles of potassium in plants**. Potash review. Sub 3.4, Th suite, int. potash. Inst. Basel, Switzerland. Pp. 125.
- 92) Mosluh K.J; Al-shammari A. K. K; 1977: **Effect of N P and K fertilizers on the growth and yield of wheat technical bulletin** No. 44, Baghdad, Iraq.
- 93) Moshatatia, A., Siadata, S., Alami-Saeida, K., Bakhshandeha, A., and Jalal-Kamalib, M. (2017). **The impact of terminal heat stress on yield and heat tolerance of bread wheat**. International J. of Plant Production, 11(4): 549-560.
- 94) Mushtaq, T., S.Hussain, Bukhsh, M. A., Iqbal, J., and Khaliq, T. (2011). **Evaluation of two wheat genotypes Performance of under drought conditions at different growth stages**. Crop and Environment, 2(2): 20-27.
- 95) Nelson, L.A; Anderson, R, L, 1977: **Partitioning of soil test crop response probability**. ASA Sep. Publ. No. 29. *Am Soc of Agron Inc. Madison Wi.*
- 96) Ojha RB, Shrestha S, Khadka YG, Panday D. **Potassium nutrient response in the rice-wheat cropping system in different agro-Eco zones of Nepal**. PloS one. 2021 Mar 18; 16(3):e0248837. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248837> PMID: 33735327
- 97) Olsen, S.R. 1954. **Inorganic phosphorus in alkaline and calcareous soils**. Advan. Agron. 4: 84-122.

- 98) Omara P., Aula L., Oyebiyi F. & Raun W.R. (2019) **World cereal nitrogen use efficiency trends: review and current knowledge.** Agro system, Geoscience & Environment, 2, 1–8.
- 99) Page, A.L.; R.H. Miller and D.R. Keency. 1982. **Methods of Soil analysis part (2) 2nd(ed).** Agronomy 9 .Amer. Soc. Agron. Madison Wisconsin. USA
- 100) Pandey, R.K., J.W. Maranville, and Y. Bako (2001). **Nitrogen fertilizer soil response and use efficiency for three cereal crops in Niger.** *Journal Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 32(10):1465-1482.
- 101) Passioura, J.B, 2002- **Environmental biology and crop improvement,** *Functional Plant Biology*, 29, 537-546.
- 102) Peltomen, J. (1995).**Grain yield and quality of wheat as affected by nitrogen fertilizer application timed according to apical development.** *Journal Acta Soil and Plant Science*.24:2-14.
- 103) Protic, R., Todorovic, G., Sečanski, M., and Protic, N. (2019). **Effects of a variety and a seed size on productive traits of a winter wheat spike.** Azarian J. of Agriculture, 6(3): 67-73.
- 104) Quan W M, Yan L. 2002. **Effects of Agricultural non-point source pollution on eutrophication of water body and its control measure.** *Acta Ecological Sinica*, 22, 291-299. (in Chinese).
- 105) Rawal N, Pande KR, Shrestha R, Vista SP (2022) **Nutrient use efficiency (NUE) of wheat (Triticum aestivum L.) as affected by NPK fertilization.** *PLoS ONE* 17(1): e0262771
- 106) Ray DK, Mueller ND, West PC, Foley JA. **Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050.** *PLoS One*. 2013; 8: e66428. mid:23840465
- 107) Richards, L.A. (1954) **Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils,** Agriculture, 160, Handbook 60. US Department of Agriculture, Washington DC.
- 108) Ruder, J., and E. Bennion. 2013. **Growing demand for fertilizer keeps prices high. Beyond the numbers:** Global economy. US Bureau of Labor Statistics.

<https://www.bls.gov/opub/btn/volume-2/growing-demand-for-fertilizer-keeps-prices-high.htm> (accessed 10 July 2017) .

- 109) Salman, E. S. 2007: **Potassium importance of plant**. The Iraqi J. Agric. 4:1-8.
- 110) Sallam, A., Hashad, M., Hamed, E.-S., and Omara, M. (2015). **Genetic Variation of Stem Characters in Wheat and Their Relation to Kernel Weight under Drought and Heat Stresses**. 137-146, 18(3): J. of Crop Sci. and Biotechnology.
- 111) Sattore, E.H. and Slafer, G.S. **Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination**. Food Products Press, New York, USA, Pp.503, 1999.
- 112) Savin, R. and Slafer, G. A. **Shading effects on the yield of an Argentinean wheat cultivar**. Journal of Agricultural Science, Vol. 116, 1991, 1-7.
- 113) Schindler, D. W., Carpenter, S. R., Chapra, S. C., Hecky, R. E., and Orihel, D. M.(2016). **Reducing phosphorus to curb lake eutrophication is a success**. Environ. Sci. Technol. 50, 8923–8929. doi:10.1021/acs.est.6b02204
- 114) Schwartzkopf, C.A.R. I. (2018). **Potassium, calcium, magnesium, How they relate to plant growth**. Available online: (accessed on 11 March 2018).
<http://gsrpdf.lib.msu.edu/ticpdf.py?file=/1970s/1972/721101.pdf>.
- 115) Sedri, M.H.; Roohi, E.; Niazian, M.; Niedbała, G. Interactive **Effects of Nitrogen and Potassium Fertilizers on Quantitative- Qualitative Traits and Drought Tolerance Indices of Rainfed Wheat Cultivar**. Agronomy 2022, 12, 30.
- 116) Semenov, M. A; Jamieson, P. D; Martre, P. DE **convoluting nitrogen use efficiency in wheat**: A simulation study. Eur. J. Agron., Vol. 26, 2007, 283-294.
- 117) Shafiq M; Hassan A; Ahmad N.J; Rashid A; 1994: **Crop yields and nutrient uptake by rainfed wheat and mungbean as effected by tillage, fertilization, and weeding**. J Plant. Nutr, 17(4), 561-577.
- 118) Sharma S., Singh P., Choudhary O.P., Neemisha. (2021). **Nitrogen and rice straw incorporation impact nitrogen use efficiency, soil nitrogen pools and enzyme activity in rice-wheat system in northwestern India**. *Field Crops Research*, 266, 108–131.

- 119) Sharma S, Kaur G, Singh P, Alamri S, Kumar R, Siddiqui MH. (2022). **Nitrogen and potassium application effects on productivity, profitability and nutrient use efficiency of irrigated wheat (Triticum aestivum L.)**. PLoS ONE 17(5): e0264210. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264210>
- 120) Sherchand, K and G.M.Paulsen, 1985. **Response of wheat to foliar KH₂PO₄ treatments under field and high temperature regimes**. J. of plant nutrition 8(12): 1171-1181.
- 121) Sherman, V. J; Sylvester-Bradley, R; Scott, R. K. and Foulkes, M. J. **Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK**. Crop Science, Vol. 45, 2005, 175-185.
- 122) Shi, R, Zhang, Y, Chen, X, Sun, Q, Zhang, F, Romheld, V, Zou, C. **Influence of long-term nitrogen fertilization on micronutrient density in grain of winter wheat (Triticum aestivum L.)**, [Journal of Cereal Science](#), [Volume 51, Issue 1](#), January 2010, Pages 165-170
- 123) Shreidi, A. S., Zentani, A., and Ketata, H. (2016). **The History of Wheat Breeding in Libya**. In A. P. Bonjean, W. J. Angus, and M. v. Ginkel (Eds.): **The World Wheat Book, A History of Wheat Breeding** (Vol. 3, pp. 497-500). Lavoisier, France: Limagrain.
- 124) Shristian S; 1981: **The interrelations among nutrient elements applied to calcareous and greens agron** J, 73,929-933.
- 125) Siada H; M. H. Roozitalb H; 1993: Seddigh Ansari Poor; N. A. Shahrookh use and recommendations in Iran 113-124. Proc.Regional symp, **K Availability of soils in West Asia and North Africa, Status and Perspectives**, Tehran, Iran. June 19-22, 1993. In t, Potash Inst, Basel, Switzerland.
- 126) Si – Smail, K. Ghebbi., A. Benamara, and Y. Dumas. 2004 **Effect of potassium fertilization on the behavior of three processing tomato cultivars under various watering levels**. Acta Hort. 13.

- 127) Singh K.N; Sharma D.P; 2001: **Response of wheat to nitrogen and potassium in saline soils**. Experimental Agriculture, 37,417-427. Cambridge university press.
- 128) Singh P., Benbi D.K., Verma G. (2021). **Nutrient management impacts on nutrient use efficiency and energy, carbon, and net ecosystem economic budget of rice-wheat cropping system in northwestern India**. *Journal of Soil Science & Plant Nutrition*, 21, 559–577.
- 129) Spiertz, J. H. J. **Nitrogen, sustainable agriculture, and food security**. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 30, 2010, 43-55.
- 130) Srivastave S; Swarup A; Sahoo D; Tembhare B.R; 2004: **The availability of potassium acres haplaquept and topic haplustert as affected by long-term cropping fertilization and maturing**. *Nutrient cycling in agro co systems*, 65, 1-11.
- 131) Subedi, K.D.; B.L. Ma; and A.G. Xue (2007). **Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat**. *Crop Science*. 47: 36-44.
- 132) Tadesse, W., Sanchez-Garcia, M., Assefa, S. G., Amri, A., Bishaw, Z., Ogbonnaya, F. C., and Baum, M. (2019). **Genetic Gains in Wheat Breeding and Its Role in Feeding the World**. *Crop Breeding, Genetics and Genomics*, 1, 1-28.
- 133) Tahir, M.A. and J. Valkoun. 1994. **Genetic diversity in wheat**. An-international approach in its evaluation and utilization. *Wheat information service*, 78:1-12.
- 134) Tahir, M. A. Tanveer, A. Ali, M. Ashraf and A. Wasaya. 2008: **Growth and yield Response of two wheat (Triticum aestivum L.) varieties to different potassium Levels**. *J. Life Sac*.6 (2) 92-95.
- 135) Taiz, L and E. Zeiger (2002). **Plant Physiology**. Publisher: Sinauer Associates. Third Edition.PP:690.
- 136) Tan, D., Jin, J., Jiang, L., Haung, S., Liu, Z. (2012) **Potassium assessment of grain producing soils in North China**. *Agriculture Ecosystem Environment*, 148, 65-71
- 137) Tang, Ming Yao., SHEN Chong Yang., CHEN Shu Huang., TANG Guang Mu., LI Qing Jun., YAN Cui Xia., GENG Qing Long., FU Guo Hai. **Yield of Wheat and Maize and Utilization Efficiency of Nitrogen, Phosphorus and Potassium in Xinjiang**.

Scientia Agriculture Sinica (2022) , Vol. 55, Issue (14): 2762-2774.doi: 10.3864/j.issn.0578-1752.2022.14.007

138) Thalooth, A.T.; M.M. Tawfik and H. M. Mohamed .2006. **A Comparative Study on the Effect of Foliar Application of Zinc, Potassium and Magnesium on Growth, Yield and Some Chemical Constituents of Mungbean Plants Grown under Water Stress Conditions.** World J. Agric. Sci., 2 (1): 37- 46.

139) Tilman, D; Cassman, K. G; Matson, P.A; Naylor, R; Pplasky, S. **Agricultural sustainability and intensive production practices.** Nature, vol. 418, 2002, 671–677

140) Tisdale, S.L., W.L. Nelson, J.D. Beaton and J.L. Havlin. 1997: **Soil Fertility and Fertilizers.** Prentice–Hall of India, New Delhi. P.176-229.

141) Tshikunde, N. M., Mashilo, J., Shimelis, H., and Odindo, A. (2019). **Agronomic and Physiological Traits, and Associated Quantitative Trait Loci (QTL) Affecting Yield Response in Wheat (Triticum aestivum L.): A Review.** Frontiers in Plant Sci., 10, 1-18.

142) Valnti S.A; Wicks G.A,1992: **Influence of nitrogen rate and wheat triticum aestivum cultivar on weed control university of Nebraska** NE weed science USA Jan-Mar, 40(1), 115-121.

143) Vazquez, D.; Berger, A.; Prieto-Linde, M.L.; Johansson, E. **Can nitrogen fertilization be used to modulate yield, protein content and bread-making quality in Uruguayan wheat?** J. Cereal Sci. 2019, 85, 153–161.

144) Walkley, A.J. and Black, I.A. (1934) **Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method.** Soil Sci. 37, 29-38.

145) Waraich, E.A.; R. Ahmad, S., M. Y. and A. Ehsanullah.2011. **Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants.** Aust.J.Crop Sci., 5(6):764-777.

146) Wissuwa M. 2003. **How do plants achieve tolerance to phosphorus deficiency? Small causes with big Effects.** Plant Physiology, 133, 1947-1958.

- 147) Wolde, G. M., Mascher, M., and Schnurbusch, T. (2019). **Genetic modification of spikelet arrangement in wheat increases grain number without significantly affecting grain weight**. Molecular Genetics and Genomics, 294, 457–468.
- 148) Wu, W, Ma, L, B, Fan, J, J, Sun, M, Yibe,Y, Guo, S, W, Harvey, D, Deng, V. **Management of nitrogen fertilization to balance reducing lodging risk and increasing yield and protein content in spring wheat**, Field Crops Research, Volume 241, 1 September 2019, 107584.
- 149) Wnuk, A., Górny, A. G., Bocianowski, J., and Kozak, M. (2013). **Visualizing harvest index in crops**. Communications in Biometry and Crop Scienc, 8(2): 48–59.
- 150) Xue, C.; auf am Erley, G.S.; Rossmann, A.; Schuster, R.; Koehler, P.; Mulling, K.-H. **Split Nitrogen Application Improves Wheat Baking Quality by Influencing Protein Composition Rather Than Concentration**. Front. Plant Sci. 2016, 7.
- 151) Yan, S.;Wu, Y.; Fan, J.; Zhang, F.; Zheng, J.; Qiang, S.; Guo, J.; Xiang, Y.; Zou, H.;Wu, L. **Dynamic change and accumulation of grain macronutrient (N, P and K) concentrations in winter wheat under different drip fertigation regimes**. Field Crop. Res. 2020, 250, 107767.
- 152) Yan, F, Zhang, F, Fan, X, Fan, J, Wang, Y, Zou, H, Wang, H, Li, G. **Determining irrigation amount and fertilization rate to simultaneously optimize grain yield, grain nitrogen accumulation and economic benefit of drip-fertigated spring maize in northwest China**, Agricultural Water Management, Volume 243, 1 January 2021, 106440.
- 153) Zhang L M, He L Y, Li J S, Xu S Z. 2005. **Phosphorus nutrient characteristics of different maize inbreeds with tolerance to low-P stress**. Scientia Agriculture Sinica,
- 154) Zhang, S, Gao, P, C, Norse, D, Tong, Y, Lu, Y, Powlson, D, S. **Overcoming nitrogen fertilizer over-use through technical and advisory approaches: A case study from Shaanxi Province, northwest China**. March 2015 Agriculture Ecosystems & Environment 209 DOI:10.1016/j.agee.2015.03.002 Project: UK China Sustainable Agriculture Innovation Network.

- 155) Zhanga, Y, Wanga, J, Gongga, S, Xu, D, Suia, J. **Nitrogen fertigation effect on photosynthesis, grain yield and water use efficiency of winter wheat**, Management, Volume 179, 1 January 2017, Pages 277-287
- 156) Zhang Z, Yu Z, Zhang Y, Shi Y. **Optimized nitrogen fertilizer application strategies under supplementary irrigation improved winter wheat (Triticum aestivum L.) yield and grain protein yield**. PeerJ. 2021. Jun 2;9:e11467. Doi: 10.7717/peerj.11467.
- 157) Zhao B.Q., Li X.Y., Li X.P., Shi X.J., Huang S.M., Wang B.R., et al (2010) **Long-term fertilizer experiment network in China: crop yields and soil nutrient trends**. Agronomy Journal, 102, 216–230.
- 158) Zende N. B., Sethi H. N., Karunakar. A. P. and Jiotode, D. J, 2005- **Effect of sowing time and fertility levels on yield and quality of durum wheat genotypes**, Res. On Crops, 6, 2, 194-196
- 159) Zheng, Y. (2018). **Current nutrient management practices and technologies used in North American greenhouse and nursery industries**. Acta Hortic. 1227, 435–442. Doi: 10.17660/ActaHortic.2018.1227.54.

Abstract

The experiment was carried out at Al-Ghab Research Station (Hama) of the General Commission for Scientific Agricultural Research during the two growing seasons 2019-2020/2020-2021 in order to determine the fertilizer recommendation (N,P,K) for durum wheat (Bohouth 11) in the Al-Ghab region; the treatments consisted of the following:

-N0 control (without addition), N1=75%, N2=100%, N3=125%.

-P0 control (without addition), P1 (15kg P₂O₅).

-K0 control (without addition), K1=75%, K2=100%, K3=125%.

The research was carried out by Split- split plots design, where the treatments of Phosphoric represented the main treatments, and the treatments of Potassium the split plots, and the treatments of Nitrogen the split-split treatments, with three replications for each treatment. The results showed a direct increase in the concentration of (N, P, and K) in the soil and plant with an increase in the rate of fertilizer added compared to the control. This is due to the high concentration of fertilizer elements in the soil, in addition to the use of a high-yield wheat variety that responds to high fertilization.

In terms of the studied morphological traits, the results showed a continuous significant increase in the characteristics of plant height, spike length, and number of spikes per square meter with an increase in the fertilizer rate compared to the control.

In terms of productivity traits, it was noticed that the treatment N₃P₁K₃ outperformed all treatments with regard to grain productivity and straw production per unit area, and it achieved the best net income compared to the control treatment. It was also observed from the experience that the studied traits were not affected by the added phosphorous treatments due to the richness of the soil in the Al-Ghab area with phosphorous, while the effect of nitrogen was positive in all the studied traits, and potassium showed a positive effect on the studied traits in the presence of nitrogen.

Key words: Wheat, nitrogen, potassium, phosphorous, vegetative indicators, productivity indicators.

**Syrian Arab Republic
Ministry of Higher Education
And Scientific Research
Damascus University
Faculty of Agriculture
Department of Soil Sciences**



Determining the Optimal Fertilizer Requirement of Nitrogen, Phosphorous and Potassium for Durum Wheat, Bohoth 11, in Al-Ghab Region

Dissertation Submitted for Obtaining PhD

In Soil Sciences

Prepared by:

Muhammad Ahmad Zenab

Soil sciences, Faculty of Agriculture, Damascus University

Supervised by:

Scientific Supervisor

Dr. Akram Al-Balkhi

**Professor in the Department
Of Soil Sciences
Faculty of Agriculture
Damascus University**

Co-Supervisor

Dr. Wassim Adla

**ALghab research center
GCSAR**

2023