SJST
sjst.scst.edu.ly
Surman Journal for Science and Technology
ISSN: Online (2790-5721) - Print (2790-5713)
مجلة صرمان للعلوم والتقنية
Vol 6, No.2, Jun - Dec. 2024
Pages: 204 ~ 211

فعالية كفاءة التغذية المعدنية لمحصول القمح اعتماداً على كثافة التسميد

ابوبكر حركات بريك[1] , باسم خليفة قفة [2] , امير عمر المغربي [3] , حمد هيبة عبد الرحمن [4]

[1,2,3] جامعة الزاوية
[4] المعهد العالي للعلوم التقنية هراوة

الملخص

تم إجراء فحص كفاءة التغذية المعدنية للقمح الشتوي في موسمين إنتاج (2022-2023) في التجربة الميدانية في احدى مزارع القمح والشعير بوادي ابو الطفل في مدينة جالو. يعرض البحث نتائج تأثير التغذية المعدنية لـ 20 نوع من التسميد بالنتروجين والفوسفور والبوتاسيوم مع جرعات متزايدة على محصول حبوب القمح الشتوي والكفاءة الزراعية للمغذيات المستخدمه.

وكان للنيتروجين التأثير الأكبر معنوياً على زيادة انتاج محصول القمح. حيث كانت أكبر زيادة في المحصول لكل كيلوغرام واحد من المغذيات المستخدمة كانت للنيتروجين (في المتوسط لمدة عامين 25.35 كجم م من الحبوب / 1 كجم م من النيتروجين المستخدم)، يليه الفوسفور (8.60 كجم حبوب/ 1 كجم م P2O5)، وأقلها البوتاسيوم (4.71 كجم م حبوب / 1 كجم م K2O). تميل الكفاءة الزراعية للنيتروجين، وكانت تميل إلى الانخفاض مع زيادة كثافة التسميد النيتروجيني. أعلى كفاءة لاستخدام الأسمدة النتروجينية كانت عند التسميد بـ 50 كجم نيتروجين/هكتار.

الكلمات المفتاحية: محصول القمح، فعالية كفاءة التغذية المعدنية، النيتروجين، الفوسفور، البوتاسيوم، الكفاءة الغذائية.

Abstract:

A metallurgical efficiency examination of winter wheat was conducted in two production seasons (2022-2023) in the field trial in one of the wheat and barley farms in Wadi Abu Al-Tafil in the city of Jalu.The research presents the results of the effect of mineral feeding of 20 types of fertilization with nitrogen, phosphorus and potassium with increasing doses on the winter wheat grain crop and the agricultural efficiency of the nutrients used.

Nitrogen had the greatest moral impact on increasing wheat crop production. The largest increase in yield per 1 kg of nutrients used was for nitrogen (on average for two years 25.35 kg m grains / 1 kg nitrogen used); followed by phosphorus (8.60 kg m grains/1 kg m P2O5), the least potassium (4.71 kg m grains/1 kg m K2O). The agricultural efficiency of nitrogen tends to decrease as the intensity of nitrogen fertilization increases. The highest efficiency for the use of nitrogen fertilizers was when fertilizing with 50 kg N/ ha.

Keywords: *wheat crop, effective mineral nutrition efficiency, nitrogen, phosphorus, potassium, nutritional efficiency.*

المقدمة

في السنوات القليلة الماضية، تم اجراء العديد من الدراسات والبحوث حول تسميد المعدني للقمح. ومع ذلك، ومع الأخذ في الاعتبار التأثير السائد للاسمدة المعدنية في تخليق الإنتاج الأولي للمادة العضوية وتكوين المحصول، فإن هذه المشكلة، ستظل في محط اهتمام الباحثين والمزارعين، ويعطي اهتماماً قوياً للبحث في مختلف المشاكل الناتجة عن التغذية المعدنية للقمح. ومع ظهور العديد من الاصناف الجديدة، اتضح أن متطلباتها من حيث التغذية المعدنية أعلى أيضًا وبشكل ملحوظ1995 (Lawlor,).

Surman Journal for Science and Technology
ISSN: Online (2790-5721) - Print (2790-5713)
sjst.scst.edu.ly

يستخدم القمح الشتوي كميات كبيرة نسبيًا من العناصر المعدنية خلال مراحل النمو، ويعتبر النيتروجين من اهم العناصر الكبيرة التي يمتصها القمح من التربة، تعتمد كمية العناصر الغذائية التي يأخذها القمح من التربة خلال موسم النمو بشكل أساسي على كمية محصول الحبوب والكتلة والكثافة النباتية (لقمس وبكور، 2009). في ظروف تجربتنا الميدانية واعتمادًا على الخواص الكيميائية للتربة في الحقل، تتراوح الكميات الأكثر شيوعًا من النيتروجين التي يجب استخدامها للحصول على إنتاجية عالية، في المجموع من 80 إلى 120 كجم/هكتار.

ان استعمال 90 كجم/هكتار تسميد نيتروجيني أدى الي زيادة انتاج حبوب القمح بنسبة 32.6% (Ihsan *at el.*, 2007). ولإنتاج 3.5 طن/هكتار تحتاج الي حوالي 150 كجم/هكتار سماد نيتروجيني اي يظهر للنيتروجين التأثير الأكبر على المحصول عند استخدامه مع الفوسفور والبوتاسيوم (Hossain *at el.*, 2002). يمكن أن يؤدي نقص العناصر الغذائية والجرعات المفرطة من الأسمدة إلى انخفاض إنتاجية القمح (Kastori *at el.*, 2005) إن استخدام كميات أكبر من الأسمدة أكثر من اللازم ليس فقط غير مفيد من الناحية الاقتصادية، بل يمكن أن تسبب تلوث للنظام البيئي للحقل وكذلك قد تسبب حدوث الكثير من الأمراض في المحصول، وما إلى ذلك المشاكل الغير مرغوب فيها.

تعد كفاءة استخدام النيتروجين Nitrogen Use Efficiency (NUE) في القمح الشتوي مؤشرا قيماً للتسميد المثالي للنيتروجين. حيث ان الكفاءة الزراعية للنيتروجين (AE_N) هي الأكثر استخدامًا على نطاق واسع في الممارسات الزراعية، (Dobermann, 2005).

المواد والطرق

تم إجراء اختبار فعالية التغذية المعدنية للقمح في تجربة ميدانية لاحد مزارع وادي ابو الطفل بمدينة جالو و هي مدينة تقع في شرق ليبيا على خط طول 21.53 وخط عرض 29.02، و تتميز تربة مدينة جالو بأنها تربة خصبة صالحة للزراعة، تتوفر فيها المياه الجوفيّة، و خلال موسمين 2022 و 2023. أجريت التجربة على تربة رملية طينية، متوسطة العمق، قلويًا قليلاً. الجدول (1) يوضح الخصائص الكيميائية الاساسية.

جدول 1. الخصائص الكيميائية الاساسية لتربة وادي ابو الطفل بمدينة جالو الليبية.

(H₂O) Ph	(%) Total N	P_2O_5	Organic C (%)	(mg 100g-1) K_2O
7.85	20.	10.98	1.46	18.94

تم تصميم التجربة في 4 حقول منفصلة لكل عام، يغطي مساحة 459 هكتارًا (34 × 135 م). تم تقسيم الحقول طولياً إلى 4 تكرارات، بواقع 10 قطع تجريبية بقياس 8.5 × 13.5 م (114.75 م^2) في كل تكرار. بهذه الطريقة، يشتمل الحقل الواحد على إجمالي 40 قطعة أرض مع ترتيب عشوائي لمتغيرات التسميد، حيث يوجد عدد أكبر من الأصناف (قطع فرعية) في قطعة واحدة، اعتمادًا على السنة. ويتم اخذ العينات من الجزء المركزي فقط من كل القطع الفرعية لتحديد إنتاجية حصاد المحصول بدون تأثيرات حافة المحصول في كل قطعة. وفي هذا البحث، تم اختيار أحد أصناف القمح الشتوي الأكثر تمثيلاً حاليًا في الإنتاج في ليبيا.

لذلك تم إجراء التجربة بهدف فحص تأثير كمية ونسبة النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم على إنتاجية وجودة المنتج، حيث تم اختيار عشرين نوعًا من التغذية المعدنية في تصميم التجربة تجريبية، أي اختلاف كمية ونسبة النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم لكل عامل اخصاب، وكانت متغيرات الإخصاب في التجربة كالتالي:

مجلة صرمان للعلوم والتقنية
Vol 6, No.2, Jun - Dec. 2024
Pages: 204 ~ 211

Surman Journal for Science and Technology
ISSN: Online (2790-5721) - Print (2790-5713)

sjst.scst.edu.ly

متغيرات الإخصاب

1. معامل التحكم (قطعة أرض غير مخصبة)	8. N1P1K1	15. N2P3K3
2. N2	. N1P2K19	16. N3P1K1
3. P2	10. N1P2K2	17. N3P2K1
4. K2	11. N2P1K1	18. N3P2K2
5. N2P2	12. N2P2K1	19. N3P3K2
6. N2K2	13. N2P2K2	20. N3P3K3
7. P2K2	14. N2P3K1	

حيث تشير الأرقام في المؤشرات إلى جرعات العناصر الغذائية: 1 = 50 كجم، 2 = 100كجم، 3 = 150 كجم من العناصر الغذائية لكل هكتار.

في التجربة، يتم إجراء المعالجة الأساسية والتحضير الارض للزراعة ومن ثم زرع حبوب القمح وفق الشروط الزراعية المثالية لزراعة القمح، مع مراعاة استخدام معايير كمية البذور لكل متر مربع، اعتمادًا على التوصيات المقدمة لكل صنف تم تطبيق الكمية الكاملة من اسمدة P_2O_5 وK_2O، بالإضافة إلى نصف الأسمدة N مباشرة قبل المعالجة الأساسية، وتم استخدم النصف الآخر من الأسمدة النيتروجينية لتغذية القمح في بداية شهر مارس. وكانت عملية الري خلال السبوع الاول من الزرع يومياً ومن ثم قلل الي ريه كل ثلاث ايام ولمدة شهرين ومع بداية شهر مارس (أوائل الربيع) كان الري يومياً حتى موسم الحصاد بواقع 5 متر مكعب/ساعة لكل هكتار (5 م^3/ ساعة لكل هكتار).

النتائج والمناقشة

يوضح الجدول (2) تأثير التغذية المعدنية على محصول حبوب القمح، حيث تاثر متوسط إنتاجية القمح وتباينها في التجربة حسب الكميات والنسب المطبقة من العناصر الغذائية في السنتان اللتان تم تحليلهما. وكان متوسط إنتاج القمح خلال السنتين 3.81 طن/هكتار، مع تباين قدره 1.82-4.88 طن/هكتار. كان متوسط انحراف الانتاج المطلق حسب السنة ومتغير التسميد عن المتوسط العام للتجربة (الانحراف المعياري للتجربة) 0.99 طن/هكتار، أي أن متوسط الانحراف النسبي كان 20.7%. وكان تأثير التسميد على محصول القمح واضحاً جداً في كلا العامين، إذا تمت ملاحظة تأثير التطبيق الفردي للعناصر الغذائية، فيمكن ملاحظة أن النيتروجين كان له التأثير الأكبر بشكل ملحوظ على المحصول. أدى التسميد بالنيتروجين فقط (البديل N2) إلى زيادة المحصول مقارنةً بمتغير التحكم بما يزيد عن 1.97 طن/هكتار (84%). أدى التسميد P فقط إلى زيادة المحصول بمقدار 288 كجم /هكتار، أي بنسبة 13%، في حين أن التسميد K فقط لم يكن له أي تأثير ذو دلالة إحصائية على محصول القمح. ولذلك، تم الحصول على أكبر تأثير مع الاستخدام الفردي للأسمدة النيتروجينية، ولا يكاد يذكر أو لا شيء تقريبا مع استخدام الفوسفور أو البوتاسيوم فقط. عندما تم استخدام هذه العناصر الثلاثة في مجموعات مزدوجة، يمكن ملاحظة أن الإخصاب باستخدام N وP (المتغير N2P2) كان له ميزة كبيرة على الاستخدام المشترك لـ N وK (N2K2). ومع ذلك، كان كلا هذين المتغيرين أفضل بكثير من المتغير P2K2، حيث كان المحصول الذي تم تحقيقه أقل مقارنة باستخدام الصنف P وحده. وتم الحصول على أعلى إنتاجية للحبوب في التجربة (4.76 طن/هكتار) في المتغير N3P3K2 متنوع، عند التسميد بجميع العناصر الغذائية الثلاثة بكميات متوسطة وعالية من النيتروجين (جميع المتغيرات N2PxKx وPxKx3N، باستثناء N2P1K1)، تراوح الإنتاج في نطاق 4.76 - 4.35 طن/هكتار.

مجلة صرمان للعلوم والتقنية
Vol 6, No.2, Jun - Dec. 2024
Pages: 204 ~ 211

Surman Journal for Science and Technology
ISSN: Online (2790-5721) - Print (2790-5713)

sjst.scst.edu.ly

الجدول 2: تأثير التغذية المعدنية على محصول حبوب القمح (طن/هكتار)

ت	متغيرات الإخصاب	السنوات		المتوسط
		2022	2022	
1	Ø	1.88	1.94	1.91
2	N_2	3.30	3.74	3.52
3	P_2	2.21	2.05	2.13
4	K_2	1.82	2.21	2.01
5	N_2P_2	4.15	4.11	4.13
6	N_2K_2	3.60	3.87	3.73
7	P_2K_2	1.93	2.11	2.02
8	$N_1P_1K_1$	3.61	3.68	3.64
9	$N_1P_2K_1$	4.08	3.94	24.0
10	$N_1P_2K_2$	3.96	3.85	3.90
11	$N_2P_1K_1$	4.22	3.54	3.88
12	$N_2P_2K_1$	4.44	4.55	4.49
13	$N_2P_2K_2$	4.72	4,47	4.59
14	$N_2P_3K_1$	4.70	4.83	54.7
15	$N_2P_3K_3$	4.72	4.51	4.61
16	$N_3P_1K_1$	4,10	4.61	4.35
17	$N_3P_2K_1$	4.48	4.81	4.64
18	$N_3P_2K_2$	4.50	4.59	4.54
19	$N_3P_3K_2$	4.65	4.88	4.76
20	$N_3P_3K_3$	4.45	4.84	4.64
المتوسط		**3.77**	**3.85**	**3.81**
الأعلى		**4.72**	**4.88**	**4.76**
الأدنى		**1.82**	**1.94**	**1.91**
الأعلى - الأدنى		**2.90**	**2.94**	**2.85**
SD		**1.01**	**1.00**	**0.99**
CV (%)		**21.5**	**20.7**	**20.7**

LSD	**0.05**	**230.**	**35O.**	**290.**
	0.01	**280.**	**410.**	**400.**

r	**N**	***670.**	***720.**	***710.**
	P_2O_5	***470.**	***440.**	***460.**
	K_2O	**4*20.**	***270.**	***260.**

*القيم المهمة عند α=0.05

من أجل الحصول على إحصائية أكثر اكتمالا حول أهمية بعض العناصر الغذائية في التغذية المعدنية للقمح، تم حساب معاملات الارتباط بين الكميات المطبقة (المتزايدة) من العناصر الغذائية وإنتاجية القمح (الجدول 2). في كلا العامين، حيث كان هناك ارتباط كبير ذو دلالة إحصائية بين التغذية بالنيتروجين والإنتاج (r = 0.67 - 0.72). ولوحظ وجود ارتباطات

Surman Journal for Science and Technology
ISSN: Online (2790-5721) - Print (2790-5713)
sjst.scst.edu.ly

ذات قوة متوسطة بين التغذية بالفوسفور وإنتاجية القمح (0.44 - 0.47)، في حين لم يتم العثور على ارتباطات ذات دلالة إحصائية بين استخدام البوتاسيوم وإنتاجية القمح ($r = 0.24 - 0.27^{ns}$).

وليس من السهل تحديد تأثير فعالية العناصر الغذائية على النباتات بسبب اختلاف تأثيراتها عند استخدامها منفردة أو مجتمعة، ولا يمكن تحديد التأثير الفردي بدقة. ومع ذلك، من خلال تطبيق طريقة الفرق في المحصول، التي يتم الحصول عليها من خلال الاستخدام المشترك وإغفال عنصر غذائي واحد، يمكن تحديد تأثيره ومساهمته في تكوين المحصول بدقة أكبر.
عند تحديد تأثيرات العناصر الغذائية الفردية، تم استخدام الاختلافات التي تم الحصول عليها من خلال مقارنة المحصول على المتغير مع التغذية المعدنية الكاملة ($N_2P_2K_2$) والتوليفات المزدوجة التي تم حذف أحد العناصر الغذائية (N_2P_2 وN_2K_2 وP_2K_2)، كما هو موضح في الجدول 2.

من البيانات المذكورة في الجدول 2، يتبين أن أكبر زيادة في المحصول مع كيلوجرام واحد من العناصر الغذائية المستخدمة كانت مع النيتروجين (متوسط كلا العامين 25.35 كيلوجرام حبوب/1 كيلوجرام نيتروجين)، يليه الفوسفور (8.60 كجم م حبوب/ 1 كجم م P_2O_5)، وأقل البوتاسيوم (4.71 كجم م حبوب / 1 كجم م K_2O). تشير القيم المنخفضة التي تم الحصول عليها للبوتاسيوم إلى سلامة التربة الجيدة في هذا العنصر.

الجدول 2: زيادة المحصول مع استخدام 1 كجم م من العناصر الغذائية النشطة

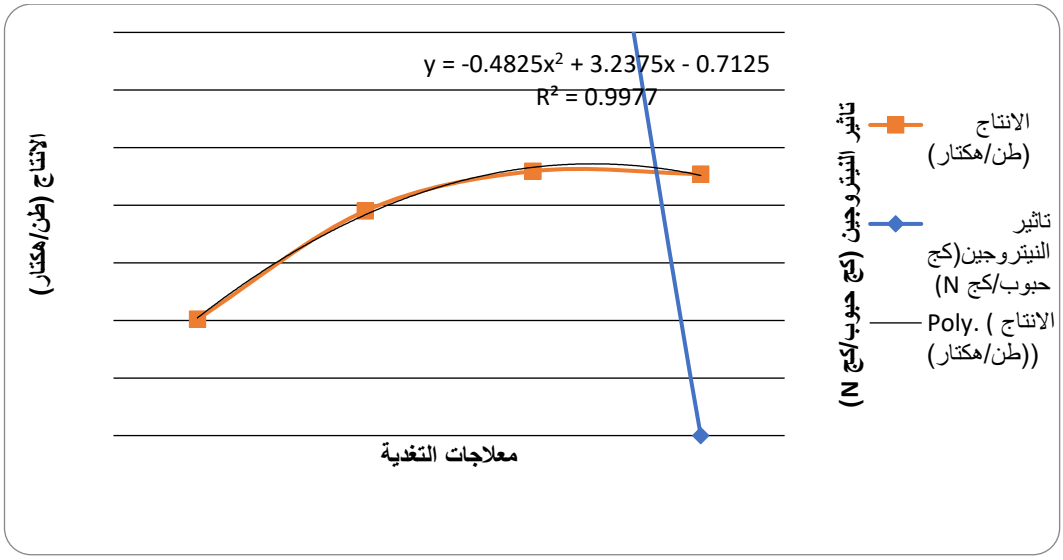
السنوات	الانتاجية (طن / هكتار)				زيادة المحصول مع استخدام 1 كجم م من العناصر الغذائية النشطة (kg grains/kg *of nutrient*)		
	$N_2P_2K_2$	P_2K_2	N_2K_2	N_2P_2	N	P_2O_5	K_2O
2022	4.72	1.93	3.60	4.15	26.57	10.64	5.68
2023	4.47	2.11	3.87	4.11	24.13	6.57	3.75
المتوسط	4.59	2.02	3.73	4.13	**25.35**	**8.60**	**4.71**

كان اهمية هذا العمل هو دراسة مدى تأثير سماد N المطبق على إنتاجية الحبوب وكفاءة استخدام النيتروجين (NUE)، أي تأثيرات الإخصاب بجرعات متزايدة من النيتروجين على كفاءته، يتم استخدام طريقة فرق العائد بين المتغيرات P_2K_2 (التي تم أخذها كمتغير تحكم) وتم استخدام $N_1P_2K_2$ و$N_2P_2K_2$ و$N_3P_2K_2$. من البيانات الموضحة في الشكل 1، يمكن ملاحظة أن متوسط الزيادة في المحصول باستخدام كيلوغرام واحد من النيتروجين المستخدم كان الأعلى في المتغير $N_1P_2K_2$ (37.46 كجم م من الحبوب/1 كجم م N)، ثم في المتغير المتوسط (25.35 كجم/1 كجم م N)، والأقل في المتغير الذي يحتوي على أعلى جرعة نيتروجين N3P2K2 (16.56 كجم م حبة/كجم م N).

مجلة صرمان للعلوم والتقنية
Vol 6, No.2, Jun - Dec. 2024
Pages: 204 ~ 211

Surman Journal for Science and Technology
ISSN: Online (2790-5721) - Print (2790-5713)

sjst.scst.edu.ly



شكل 1: تأثيرات زيادة كميات النيتروجين على انتاجية الحبوب عند الجرعات المتوسطة من P وK وزيادة المحصول مع 1 كجم م من النيتروجين المطبق.

وبالتالي فإن الكفاءة الزراعية للنيتروجين تميل إلى الانخفاض مع زيادة الجرعات المطبقة من النيتروجين. وكانت أفضل كفاءة للأسمدة النيتروجينية عند التسميد بـ 50 كجم نيتروجين/هكتار، لذلك يمكن اعتبار هذه الجرعة جيدة من حيث قلة خسائر N والتلوث البيئي. ومع ذلك، من ناحية التأثير المشترك على ارتفاع محصول القمح وكفاءة استخدام النيتروجين، فإن البديل مع تطبيق جرعة متوسطة من النيتروجين (100 كجم م / هكتار).

عند تطبيق كميات متوسطة تبلغ 100 كجم/هكتار لكل من الفوسفور والبوتاسيوم (المتغيرات $N_1P_2K_2$؛ الرسم البياني 1)، أدت أقل جرعة من النيتروجين ($N_1P_2K_2$) إلى زيادة إنتاجية الحبوب بنحو 1.9 طن مقارنة بالمتغير P_2K_2؛ الذي تم اتخاذه كمتغير للمقارنة. أدت الجرعة التالية من النيتروجين إلى زيادة المحصول بمقدار 0.67 طن من الحبوب، بينما أثرت الجرعة الأعلى من N (البديل $N_3P_2K_2$) على انخفاض طفيف في المحصول. وكان متوسط الزيادة في المحصول لكل وحدة مضافة قدرها 50 كجم نيتروجين/هكتار هو 1.03 طن من الحبوب/هكتار. ومع ذلك، فإن الجرعة الأولى من N كانت لها الزيادة الأكثر كثافة في العائد مقارنة بمتغير التحكم، في حين أن تأثير الكميات اللاحقة من N كان يتناقص. وبالتالي فإن تأثير زيادة جرعات النيتروجين على المحصول اتبعت بشكل منحنى الانحدار التربيعي (R^2=0.997). بناءً على معادلة هذا الانحدار، عند الجرعات المتوسطة من P وK، يتم تحقيق الحد الأقصى النظري لمتوسط الانحدار لإنتاج الحبوب وهو 4.65 طن/هكتار عند التسميد بـ 92.13 كجم م من N.

عند تحليل إنتاجية القمح الشتوي ذكر (Kunzova & Hejcman, 2009) أنه كان متوسط الزيادة في المحصول مع 1 كجم من النيتروجين المطبق هو 18.7 كجم من الحبوب. خلص الباحثون إلى أن أفضل كفاءة لاستخدام الأسمدة النيتروجينية كانت عند التسميد بـ 100 كجم م من النيتروجين/هكتار، والتي تعتبر كمية معقولة من حيث المحصول والتأثير الضار للنيتروجين على البيئة. يتم تحديد NUE حسب نوع التربة والعوامل المناخية خلال موسم النمو، ووفقا ل (Hatfield & Prueger 2004) فإن كفاءة استخدام النيتروجين من قبل المحاصيل تعتمد أيضا على رطوبة التربة وتوافر النيتروجين خلال موسم النمو، اما (Pepo,P, 2007) فقد ذكر ان كفاءة الاخصاب قد تتغير بشكل عالي حسب ظروف المناخية. ويذكر (Ortiz-Monasterio, 2002) أن تحسين كفاءة استخدام العناصر الغذائية في القمح يمكن تحقيقه من خلال استراتيجيتين أساسيتين: تطبيق تدابير زراعية أكثر كفاءة (التحديد الصحيح لكميات المغذيات ووقت التطبيق، ومصادر العناصر الغذائية (اليوريا أو الكان، والأسمدة الأكثر قابلية للذوبان أو الأسهل) ومناطق استخدام الأسمدة) وإنشاء أصناف ذات كفاءة أفضل في استخدام العناصر الغذائية.

Surman Journal for Science and Technology
ISSN: Online (2790-5721) - Print (2790-5713)
sjst.scst.edu.ly

بينت نتائج (موريس واخرون، 2015) أن لنظام الزراعة الحافظة تأثير واضح في إنتاجية القمح تمثلت بزيادة بين 8 و 20 %عن الإنتاجية تحت نظام الزارعة التقليدية ويعود ذلك للمستويات المختلفة من التسميد الآزوتي والفوسفور والهطول، تم تحقيق أعلى إنتاجية للحبوب في الزارعة التقليدية فقد تحققت أعلى زيادة في الإنتاجية عند المستوى N2 (150 كجم/هكتار) 313كجم/هكتار ويوصي المؤلفون بهذه الكمية باعتبارها الأمثل. وتم الحصول على نتائج مماثلة في العديد من الدراسات الأخرى.

الاستنتاجات

وفي دراسة استمرت لمدة عامين، كان للنيتروجين التأثير الأكبر بشكل ملحوظ على إنتاجية القمح الشتوي. أدى التسميد بالنيتروجين وحده إلى زيادة المحصول مقارنة بمتغير التحكم في حين أن التسميد بالبوتاسيوم وحده لم يكن له تأثير ذو دلالة إحصائية على المحصول. كان للتخصيب باستخدام N و P ميزة كبيرة مقارنة بالاستخدام المشترك لـ N و K، وكان كلا هذين المتغيرين أفضل بكثير من متغير PK.

تم الحصول على أعلى إنتاجية من الحبوب في التجربة على متغير $N_3P_3K_2$؛ وأكبر زيادة في المحصول مع كيلوغرام واحد من المغذيات المستخدمة كانت للنيتروجين، يليه الفوسفور، وأقلها للبوتاسيوم. تميل الكفاءة الزراعية للنيتروجين إلى الانخفاض مع زيادة الجرعات المطبقة من النتروجين. ومن ناحية التأثير المشترك على ارتفاع محصول القمح وكفاءة استغلال النتروجين فإن البديل هو تطبيق جرعة متوسطة من النتروجين. (100 كجم/هكتار) تبرز باعتبارها مقبولة بشكل خاص.

كان تأثير زيادة جرعات النيتروجين على زيادة المحصول مشبعًا، حيث اتخذا شكل منحنى الانحدار التربيعي، مع الحد الأقصى لمتوسط إنتاجية الحبوب من 4.65 طن/هكتار، والذي يتحقق عند التسميد بـ 92.13 كجم م من N.

المراجع العربية

1. رامي موريس كبا، واواديس ارسلان، محمد خير سعدون، نبيل محمد، محمد حمو، شيرزاد يوسف. (2015): تأثير معدلات التسميد الآزوتي والفوسفوري في انتاجية القمح وفي عدد من خصائص التربة تحت نظام الزراعة المحافظة في منطقة الاستقرار الأولى، المجلة السورية للبحوث الزراعية. المجلد 2 - العدد 1 - 2015.
2. عبد الكريم لقمس وفيصل بكور (2009) تأثير مستويات ومواعيد مختلفة من التسميد النتروجيني في الغلة الحبية وبعض عناصرها لأصناف من القمح القاسي. - *J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 34 (11): 10543 - 10555, 2009.*

المراجع الأجنبية

3. Dobermann, A. (2005): Nitrogen Use Efficiency – State of the Art. IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers, Frankfurt, Germany, 28-30 June 2005, 1-16.

4. Hatfield, J.L., Prueger, J.H. (2004): Nitrogen Over-use, Under-use, and Efficiency. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress.

5. Hossain, M.I., M.A. Sufian, A.B.S. Hossain, C.A. Meisner, J.G. Auren and J.M. Duxbury, M.M. Alley, D.E. Brann, J.L. Hammons, and W.E. Peter (2002). Performance of Bed planting and itrogen fertilizer under Rice-Wheat- Mungbean Cropping Systems in Pangladesh.

6. Kastori, R. i saradnici (2005): Azot – agrohemijski, agrotehnički, fiziološki i ekološki aspekti, Monografija, urednik R. Kastori, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 2005, 1-419.

7. Kunzova, E., Hejcman, M. (2009): Yield development of winter wheat over 50 years of FYM, N, P and K fertilizer application on black earth soil in the Czech Republic. Field Crops Research 111, 226–234.

8. Ortiz-Monasterio J.I. (2002): Nitrogen management in irrigated spring wheat In: Bread Wheat: Improvement and Production (Eds.: Curtis, B.C., Rajaram, S., Macpherson, G.H.). FAO Plant Production and Protection Series No. 30, Rome, Italy. 433-452.

9. Pepo, P. (2007): The role of fertilization and genotype in sustainable winter wheat (*Triticum aestivum* L.) production. Cereal Research Communications. 35 (2), 917-920.

10. Lawlor, D.W. (1995). The effects of water deficit on photosynthesis pages 129-160.In: Environment and plant metabolisim (Smirnoff ed.) Bios Science Publishers

11. Ihsan, M., A. Mahmood, M.A. Mian and N.M. Cheema (2007). effect of different methods of fertilizer application to wheat after germination under rainfed conditions. J. Agric. Res., 2007, 45(4).