Preparation of Nitrogen Slow Release fertilizer by the inclusion of commercial Urea with Syrian Zeolite Ore and testing it agronomically

Dr. Leila Habib*
Dr. Suliman younes**

(Received 6 / 8 / 2024. Accepted 25 / 9 /2024)

□ ABSTRACT □

A slow release fertilizer (SRF) prepared by the inclusion of conventional commercial urea with zeolite ore, and the use of maize starch as adhesive, the components ratio were 5:1:1 for zeolite: urea: starch. The prepared SRF tested agriculturally by Tritical crop (Triticosecale wittmack) grown in pot experiment in greenhouse at Tishreen university. Five rates of Nitrogen were applied in addition to Control with no added N-fertilizer, these rate were 100, 200, 300, 400, 600 kg N/Ha, tow sources of Nitrogen fertilizer were used: commercial urea and the prepared SRF. Three cuts were carried out on the growing triticale plant, and dry weight was recorded. Nitrogen concentration and uptake from plant measured during growing period. Nitrogen use efficiency was determined by the calculation of Apparent Recovery Efficiency ARE%. The main achieved results: SRF produce more dry matter weight compared to urea when low rates of nitrogen were applied (200-300 kg N/Ha), with un increase percentage of 9 and 16% respectively compared to commercial urea. When high rate of fertilizers were applied (400- 600 kg N/Ha), urea treatment produced more dry matter yield compared to SRF in first cut, whereas this difference disappeared in the second cut. In third cut SRF dry matter yield production exceed that produced by urea when 400 and 600 kgN/Ha were applied, with an increase of 49 and 28%respectively. There was an apparent increase in Nitrogen concentration and uptake from shoots when SRF was applied. SRF realized more Nitrogen use efficiency compared to commercial urea.

Key words: Nitrogen. Syrian Zeolite Ore. Slow Release Fertilizer. Urea fertilizer.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

***Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. leilahabib@tishreen.edu.sy**
****General Commission for Scientific Agricultural Research –Alhenadi Research Station, Lattakia, Syria. Sulimanyounes89@gmail.com**

تحضير السماد الآزوتي بطيء التحرير من اليوريا المدمجة مع خام الزيوليت السوري واختباره زراعياً

د. ليلى حبيب*

د. سليمان يونس**

(تاريخ الإيداع 6 / 8 / 2024. قبل للنشر في 25 / 9 / 2024)

□ ملخّص □

حضّر سماد آزوتي بطيء التحرير (slow release fertilizer) (SRF) من خلال دمج اليوريا التقليدية التجارية مع خام الزيوليت السوري واستخدام النشاء كمادة لاحمة بنسبة 5:1:1 (نشاء: يوريا: زيوليت). تم اختبار السماد المحضّر زراعياً على محصول التريتكال (Triticosecale wittmack) المزروع في أصص ضمن بيت بلاستيكي في جامعة تشرين. أضيف الآزوت بمعدلات 0–100–200–300–400–600 كغN/هكتار من مصدرين سماديين هما اليوريا التجارية والسماد المحضر بطيء التحرير(SRF). نُفذت ثلاث حشّات على نبات التريتكال ليسجل الوزن الجاف لكل حشّة ومجموع إنتاج المادة الجافة للنبات خلال فترة نموه. تم تقدير نسبة الآزوت وحساب الآزوت الممتص في المجموع الخضري. قُدرت كفاءة الاستفادة من الآزوت من قبل النبات، وذلك من خلال حساب كفاءة الاسترداد الظاهرية .ARE%. أهم ما توصلت إليه الدراسة من نتائج هو تفوق السماد المحضر (SRF) على سماد اليوريا في إنتاج المادة الجافة عند معدلات الآزوت المنخفضة 200–300 كغN/هكتار، وبزيادة قدرها9% و 16% في الإنتاج على الترتيب بالمقارنة مع سماد اليوريا التقليدي التجاري. تفوق إنتاج المادة الجافة لمعاملة سماد اليوريا عند المعدلات المرتفعة 400– 600 كغN/هكتار في الحشّة الأولى مقارنة مع SRF، ليزول هذا التفوق في الحشة الثانية، ثم ليتفوق لاحقا السماد المحضر (SRF) في الحشّة الثالثة بزيادة 49% و28% مقارنة مع اليوريا للمعدلين المستخدمين. أدى تقديم الآزوت على شكل SRF لزيادة ظاهرية في نسبة الآزوت والآزوت الممتص في المجموع الخضري مقارنة مع اليوريا، كما ازدادت كفاءة الاستفادة من الآزوت عند السماد بطيء التحرير المحضر بالمقارنة مع اليوريا.

الكلمات المفتاحية: الآزوت. خام الزيوليت السوري، سماد بطيء التحرير، سماد اليوريا.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

*أستاذ ، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. leilahabib@tishreen.edu.sy

**الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز اللاذقية، سورية. Sulimanyounes89@gmail.com

مقدمة:

يعتبر الآزوت من العناصر الكبرى التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة نظراً لأهميته الفيزيولوجية. يندر وجود الآزوت في الفلزات الأرضية، فيؤمن المزارع الآزوت عن طريق الأسمدة الآزوتية. تعد اليوريا المصدر الرئيسي للآزوت في الزراعة بسبب محتواها المرتفع من النتروجين (46% N)، حيث تمثل حوالي 60% من الأسمدة الآزوتية المستخدمة عالمياً (Heffer and Prud'homme, 2015). إن معدلات الفقد المرتفعة لسماد اليوريا في الاستخدام الزراعي تشكل عائقاً في كفاءة التسميد به. يفقد الآزوت عبر التطاير على شكل غاز النشادر وتتراوح نسبة الفقد 10−60% (Ahmed *et al*., 2006)، والفقد بالغسيل 12−22% (Ercoli, 2012). يتعرض سماد اليوريا لسلسلة من التفاعلات المتتالية تبدأ بعملية التحلل المائي بواسطة أنزيم اليورياز لإنتاج مركب كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$ وهو مركب غير مستقر فهو شديد التحلل ليحرر الأمونيا وغاز ثاني أوكسيد الكربون. تتطاير الأمونيا إلى الجو أو تنحل في الماء متحولة إلى هيدروكسيد الأمونيوم الذي ينتج شاردة الأمونيوم. يمكن للأمونيوم التحول إلى نترات عبر عملية النترجة وبالتالي انغسالها من وسط التربة. بيّن Wallace وآخرون (2020) أن معدل فقد النتروجين من اليوريا عبر عمليات التطاير والانغسال وصل إلى 42%. بينما بيّن Cantarella وآخرون (2008) أن معدل فقد الأمونيا يتراوح بين 20 و30% من الآزوت المضاف وذلك تبعاً لظروف التربة، كدرجة الـ pH ودرجة الحرارة والمحتوى الرطوبي. قد يصل انغسال الآزوت الذي يفقد من تربة رملية إلى 80−84% (Sahu and Samant, 2006). يتسبب ذلك في مشكلة بيئية كتلوث المسطحات المائية والمياه الجوفية نتيجة لتراكم النترات المغسولة عبر آفاق التربة.

اقترحت تقنيات مختلفة بهدف تقليل فقد الآزوت من اليوريا، تشمل استخدام المعدل المناسب، والموعد المناسب للإضافة، وطريقة الإضافة المناسبة للمصدر السمادي الآزوتي. أجريت العديد من الدراسات بهدف الحصول على مركبات صناعية تحد من تحلل اليوريا أو عمليات النترجة وتعمل على تحرير الآزوت ببطء اصطلح على تسميتها الأسمدة بطيئة التحرير أو المتحكم بها Controlled-Release or Slow Release Fertilizers وتم تعريف هذه الأسمدة من قبل Trenkel (2010) بأنها السماد الحامل للعنصر بطريقة تؤخر من إتاحته للامتصاص والاستخدام من قبل النبات بعد إضافته، أو يمد من فترة إتاحة هذا العنصر للنبات لمدة تفوق الأسمدة سريعة الإتاحة للعناصر الغذائية. من أجل تحقيق ذلك تم تغليف اليوريا بمواد طبيعية تعمل كمانع نترجة (Ali *et al*., 2020) أو مثبط لنشاط أنزيم اليورياز (Khan *et al*., 2015). اهتمت دراسات أخرى بتغليف اليوريا ببعض العناصر المغذية كالبورون والزنك والكبريت (Pooniya *et al*., 2017) للحصول على سماد بطيء التحرير. تحد هذه العناصر المغلفة من جهة من تحلل اليوريا السريع لأنها تعمل كمثبطات لنشاط أنزيم اليورياز في التربة، وبالتالي تبطئ عملية تحرير الآزوت ويبقى متاحا لفترة زمنية أطول، وفي ذات الوقت تعتبر عنصراً مغذيا للنبات. كما استخدمت عملية دمج اليوريا مع بعض المواد كالكبريت ومثبط نشاط أنزيم اليوياز وحمض البوريك والنحاس والزيوليت ومقارنتها مع اليوريا المغلفة بنفس تلك المواد، لتكون عملية دمج اليوريا مع النحاس وحمض البوريك ومثبط الأنزيم أكثر كفاءة في تقليل الآزوت المفقود بالتطاير (Rech *et al*., 2017).

استخدم أيضاً خام الزيوليت مع اليوريا لتحسين استجابة النبات للآزوت وتقليل الفقد الآزوتي الحاصل من سماد اليوريا. أضاف Ahmed وآخرون (2006) الزيوليت إلى جانب حمض الهيوميك بمعدلات متزايدة والتسميد الآزوتي على شكل يوريا، وتتبع مخبرياً كمية غاز الأمونيا المفقودة بالتطاير ليجد انخفاضها ما بين 31−61% مقارنة مع اليوريا لوحدها، كما زاد محتوى التربة من الأمونيوم والنترات الناتجة عن سماد اليوريا. طبّق Gholamhoseini و آخرين (2012)

الزيوليت حقلياً بمعدل 9 طن/هكتار مع سماد اليوريا انخفض انغسال الآزوت بمعدل 36%. كذلك تم تخفيض تطاير الأمونيا وفقد الأمونيوم والنترات من سماد اليوريا المطبق على ترب حامضية ذات قوام لومي ورملي (Ahmad *et al*., 2021). يعمل الزيوليت كسطح ادمصاص لنواتج تحلل اليوريا المتمثلة بشكل رئيسي بالأمونيوم، فالزيوليت ذو سعة ادمصاصية هامّة للأمونيوم (Younes *et al*., 2023)، وادمصاص الأمونيوم المتاح على الزيوليت يحميه من نشاط البكتريا التي تحوله إلى نترات (Ferguson and Pepper, 1987).

إن دور الزيوليت في تخفيض الفاقد الآزوتي يؤدي لتحسين كفاءة استخدام الآزوت وتحسين استجابة النبات (Jakkula and Wani, 2018; Gholamhoseini *et al*., 2012; Habib and younes,2018)، حيث يتم ربط المغذيات من قبل المعادن المسامية عند إضافتها مع الأسمدة المختلفة، حيث تعطي كفاءة استفادة عالية تصل لإنتاج مشابه للجرعات السمادية الأقل. تتحرر هذه المغذيات المرتبطة مع الزيوليت بشكل بطيء، كما تقلل من فقدانها بالغسيل وبالتالي تزيد من إنتاجية المحصول (Salameh, 2024; younes, 2024)

يمكن التقليل أيضاً من الآثار السلبية للأسمدة الكيميائية عبر تطوير أسمدة بطيئة التحرير أكثر فاعلية، وتعطي كفاءة استفادة عالية وهي مصادر آمنة بيئياً. تحضر الأسمدة بطيئة التحرير عبر الدمج بين المصدر السمادي الآزوتي والزيوليت ومواد لاحمة كالمونتموريونيت، أو النشا أو قش الأرز (Kharisun *et al*., 2021). بينما حضر Ahmed وآخرون (2021) السماد الآزوتي الزيوليتي (Zeolitic Urea) عبر الدمج بين اليوريا والزيوليت عن طريق التسخين. لقد حصل Kharisun وآخرون (2021) على تحسّن في مستوى الآزوت المتاح في التربة وكذلك على تحسين في نمو وإنتاج البصل نتيجة استخدام سماد آزوتي بطيء التحرير عبر دمج اليوريا مع الزيوليت بواسطة مواد لاحمة، كذلك حصل على تحسن آخر نتيجة إضافة عنصر الكبريت مع السماد البطيء التحرير المحضّر. كذلك وجد Ahmed وآخرون (2021) في تجربة أعمدة على نوعين من الترب Alfisol والـ Spodosol أن استخدام السماد الزيوليتي خفض فقد الآزوت بنسب تراوحت بين 13 و28% بحسب نوع التربة المستخدمة وبحسب نسبة اليوريا إلى الزيوليت في عينة السماد المحضرة، كذلك خفض من انغسال NO3-N بنسبة تراوحت بين 32 و47%.

أهمية البحث وأهدافه:

يفقد سماد اليوريا جزء هام من محتواه الآزوتي خلال التسميد، مما يزيد تكاليف الإنتاج. تعتبر الأسمدة بطيئة التحرير Slow Release Fertilizer أحد أساليب زيادة كفاءة الأسمدة والتسميد. يهدف البحث إلى تحضير سماد بطيء التحرير من خلال الدمج بين اليوريا والزيوليت باستخدام النشاء كمادة لاحمة ودراسة استجابة محصول التريتكال كأحد المحاصيل العلفية الهامة والقابلة للحش، ومن ثم دراسة كفاءة الاستفادة من السماد الآزوتي المحضر بالمقارنة مع اليوريا التجارية.

طرائق البحث ومواده:

1-خام الزيوليت السوري:

يعود مصدر الخام الزيوليتي إلى منطقة السّيس موقع تل مكيحلات جنوب شرق دمشق بحوالي 170 كم. لتحديد خصائص الزيوليت تم تكسير التكتلات الكبيرة وغسله بالماء المقطر وتجفيفه على حرارة 50 درجة مئوية وتنخيله بأقطار أقل من 2 مم. يبين الجدول (1) أهم خصائص الزيوليت.

جدول(1): أهم خصائص خام الزيوليت السوري.

%CaCO3	14.7
pH_{H_2O}(Zeolite:H2O,1:2.5)	8.6
CEC ميليمكافئ/ 100غ	115

لتجهيز الزيوليت من أجل تحضير السماد بطيء التحرير، طُحن ونُخّل على قطر أقل من 150 ميكرون، تم تنشيط الزيوليت على درجة حرارة 100 م° باستخدام محلول من NaOH (2.5N) لمدة 12 ساعة. تم غسل الزائد من هيدروكسيد الصوديوم عبر غسله بالماء المقطر.

2-سماد اليوريا:

$CO(NH_2)_2$ يوريا تجارية محلية المصدر تحوي 46% آزوت. تم تنعيم حبيبات اليوريا بالهاون وذلك لتسهيل التعامل بها.

3-التربة:

جمعت التربة من الأراضي الزراعية التابعة لمبقرة فديو على عمق 0-30 سم، تم تجفيفها هوائياً وتنخيلها على منخل بأقطار 2 مم، وإجراء التحاليل وفق الطرائق الموصوفة لدى Rayan وآخرون (2001)، جمعت النتائج في الجدول (2):

جدول(2): بعض خصائص تربة الدراسة.

%OM	2.01		
pH(2.5:1)	7.79		
التحليل الميكانيكي %	**رمل**	**سلت**	**طين**
	57	18	25
الآزوت الكلي (%)	0.12		
Olsen- P (PPM)	14		
البوتاسيوم المتاح (PPM)	60		

4-تحضير السماد بطيء التحرير:

تم خلط الزيوليت المنشّط مع اليوريا المطحونة ، مع النشاء الذي استخدم كمادة لاحمة وذلك بنسب (5:1:1 Zeolite: Urea: Starch) (صورة 1) تم ترطيبه بواسطة بالماء عبر بخّاخ بنسبة 40% من وزن الزيوليت، خلطت المكونات جيداً مع الماء، ثم نقلت إلى طاحونة يدوية ليتم دمجها وتقطيعها (صورة 2)، أعيدت هذه العملية مرتين لإتمام التجانس، جفف المنتج على درجة 25 م°. ثم قطع المنتج لقطع بطول حوالي 0.5 سم (صورة 3).

قُدّر محتوى المنتج من الآزوت بطريقة التقطير بجهاز كلداهل بعد هضم 0.5 غ من السماد المحضر بحمض الكبريت المركز ووجود خلطة محفزة للهضم (كبريتات البوتاسيوم وكبريتات النحاس والسيلينيوم)(Rayan et al., 2001). فكانت النسبة المئوية من الآزوت الكلي كالتالي:

مكرر 1	مكرر2	مكرر3	مكرر 4	المتوسط
%5.27	%4.99	%4.84	%5.44	%5.13

صورة 1: مكونات المنتج (زيوليت + يوريا + نشا)

صورة 2: دمج مكونات المنتج بواسطة طاحونة يدوية

صورة 3: صورة المنتج النهائي

5- تجربة الأصص:

5-1- معاملات التجربة:

تضمنت التجربة معاملتين وهما: معاملة التسميد بالسماد بطيء التحرير المحضّر SRF، ومعاملة اليوريا التجارية Urea، بالإضافة للشاهد الذي لم يستقبل أي مصدر آزوتي.

5-2- معدلات الآزوت:

أضيفت المصادر السمادية بخمس معدلات وهي 100، 200، 300، 400، 600 كغ N/هكتار.

نفذت التجربة بواقع 3 مكررات للمعدل الواحد، وبالتالي يكون عدد الأصص 33 أصيص. يوضح الجدول (3) معاملات التجربة ومسمياتها:

جدول (3): معاملات تجربة الأصص.

معاملات سماد اليوريا	معاملات المنتج السمادي المحضر	المعدل الآزوتي المضاف
		كغ N/هيكتار
Control	Control	0
Urea1	SRF1	100
Urea2	SRF2	200
Urea3	SRF3	300
Urea4	SRF4	400
Urea5	SRF5	600

5-3-المادة النباتية:

نبات التريتيكالي (Triticosecale wittmack spp.) تم الحصول على البذار من المؤسسة العامة للمباقر – مبقرة فديو/ اللاذقية. وتم استخدامه كنبات دال كونه من المحاصيل العلفية الهامة وقابليته للحش وحاجته المهمة للآزوت.

5-4-تنفيذ التجربة:

وُزعت التربة في أصص سعة 2 كغ، خلطت تربة الأصيص مع الأسمدة الآزوتية وذلك تبعاً للمعاملة. تلقت جميع الأصص مصدر للمغنزيوم فأضيف 300 مغ من سلفات المغنزيوم $MgSO_4$ للأصيص. كما تلقت الفوسفور والبوتاسيوم من محلول فوسفات البوتاسيوم. أضيف الفوسفور بمعدل 30 مغ P/كغ تربة والبوتاسيوم بمعدل 38مغ K/ كغ تربة. وخلطها مع التربة قبل الزراعة.

تم زراعة 20 بذرة في الأصيص، تمت عملية الري من أسفل الأصيص حتى وصول الماء عبر الخاصة الشعرية لسطح التربة في الأصيص. فُرّدت النباتات إلى 12 نبات في الأصيص في طور البادرة. تم متابعة ري الأصص والعناية بها بحسب الحاجة.

5-5-القياسات والتحاليل المنفذة:

5-5-1-وزن المجموع الخضري الجاف:

تم قص النباتات على ارتفاع 6 سم عن سطح التربة والحصول على ثلاثة حشات. ليتم وزن النبات بعد التجفيف على درجة حرارة 70 م° حتى ثبات الوزن.

5-5-2-الآزوت الممتص من قبل النبات: تم قياس النسبة المئوية للآزوت بطريقة تفاعل برثلوت (Berthlote) (Rhine et al., 1998). وذلك بعد هضم العينة النباتية بطريقة الهضم الرطب بحمض الكبريت المركز ووجود خلطة محفزة للهضم، حسبت كمية الآزوت الكلي الممتص من قبل النبات من خلال ضربها بكمية المادة المنتجة في الأصيص.

4-3-كفاءة الاستفادة من الآزوت (NUE%) Nitrogen Utilization Efficiency:

وهي تعبر عن كفاءة النبات على استخدام المصدر السمادي وذلك بالاعتماد على كمية الآزوت الممتصة من قبل النبات، فالامتصاص هو علاقة تابعية للتأثير المتبادل بين ديناميكية الامتصاص والنمو أي بالمحصلة كفاءة الاستفادة من الآزوت. تتأثر كفاءة الاستخدام بالنوع النباتي من جهة، وشكل السماد المستخدم وتوفر العنصر السمادي. وتحسب كفاءة الاستفادة من العناصر المغذية باستخدام علاقات مختلفة منها كفاءة الاسترداد الظاهرية (Apparent Recovery Efficiency %= ARE%) وتحسب من العلاقة التالية:

ARE%= [N- الممتص في معاملة التسميد الآزوتي (كغ N/هكتار) – N الممتص في الشاهد كغ/هـ))/ مستوى الاضافة السمادية (كغ/هـ)] X 100

النتائج والمناقشة:

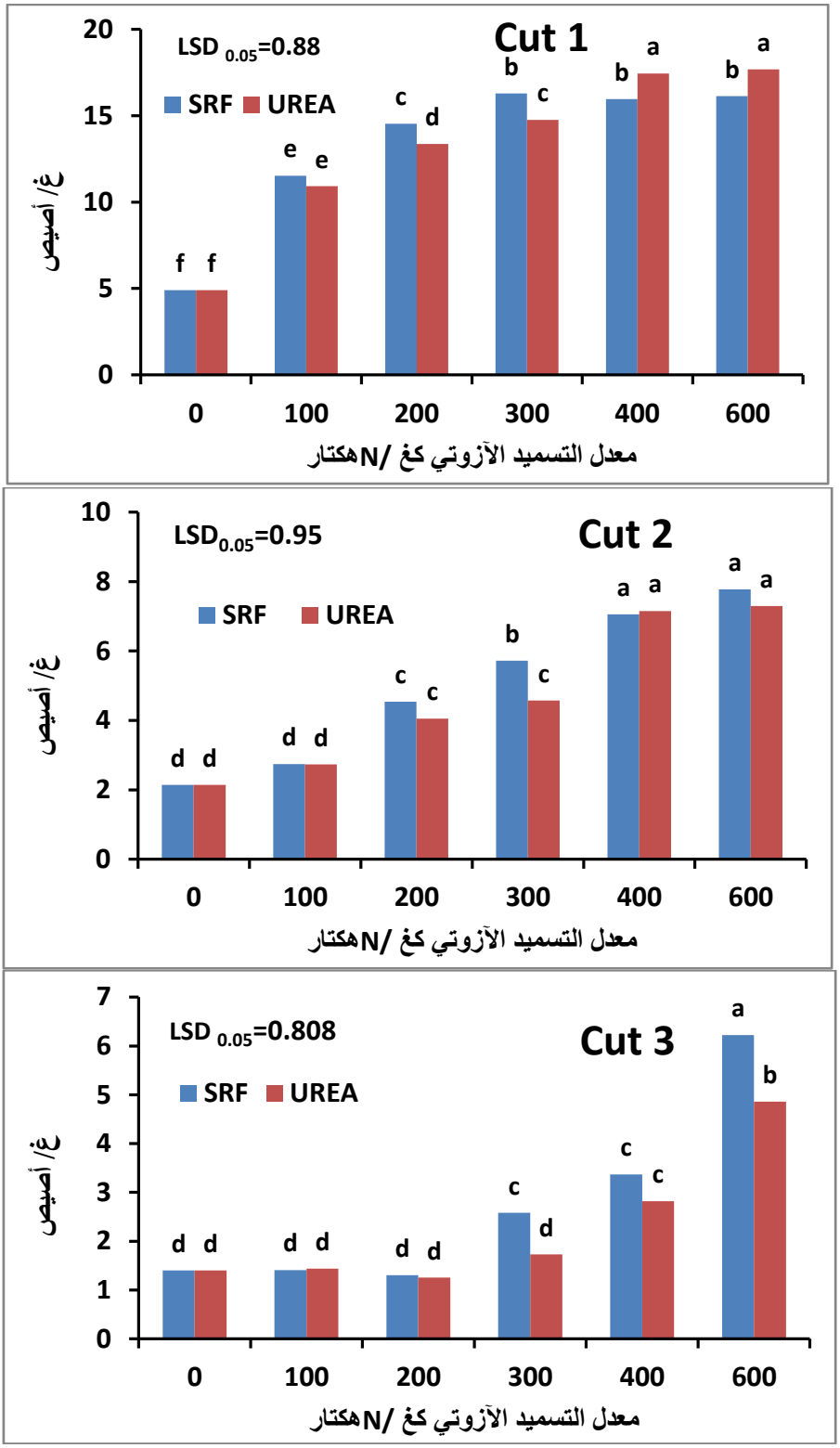
1- الإنتاج الجاف للمجموع الخضري:

استجاب نبات التريتكال للتسميد الآزوتي أياً كان مصدره يوريا أو يوريا مدمجة مع الزيوليت كسماد بطيء التحرير (SRF). تجلّت الاستجابة بزيادة إنتاج المادة الجافة من المجموع الخضري بزيادة معدل التسميد الآزوتي وذلك في الحشات الثلاث (الشكل 1).

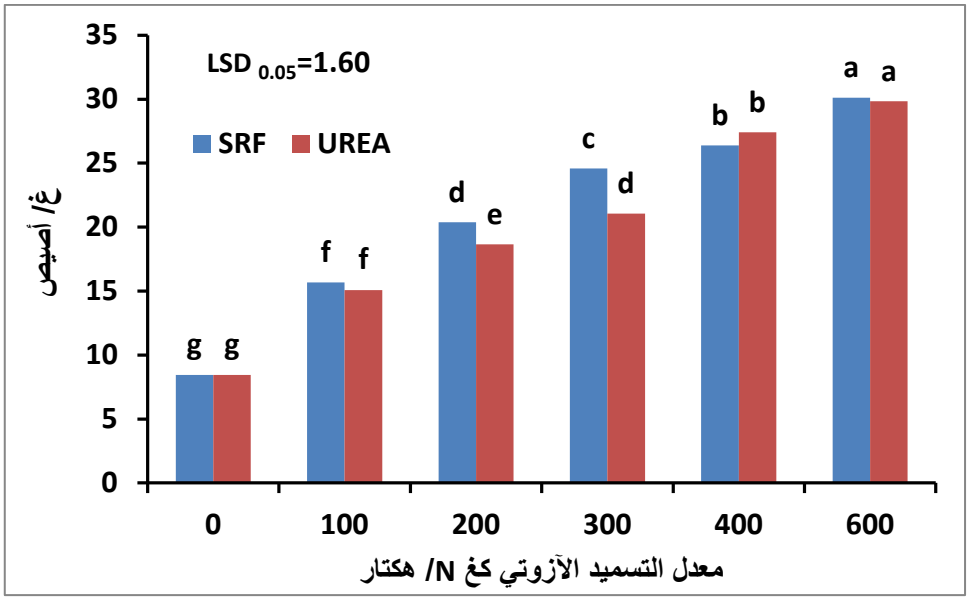
كان إنتاج المعاملات المسمدة بالسماد بطيء التحرير (SRF) أعلى من مثيلاتها المسمدة باليوريا التقليدية عند معدلات الآزوت 200-300 كغ N/هكتار في الحشّة الأولى (الشكل1). بلغت الزيادة في إنتاج المادة الجافة لمعاملات SRF 8% و10% مقارنة مع معاملات اليوريا على الترتيب لمعدلي التسميد الآزوتي المذكورين. أدت زيادة المعدل الآزوتي المضاف إلى 400 و600 كغ N/هكتار لتفوق معاملة اليوريا على معاملات الـ SRF.

استمر تفوق معاملة الـ SRF على معاملة اليوريا في الحشة الثانية بشكل معنوي بزيادة وصلت إلى 25% عند المعدل 300 كغ N/هكتار، وكانت الزيادة ظاهرية عند المعدل 200 كغN /هكتار. لوحظ في هذه الحشة (الثانية) زوال تفوق اليوريا على السماد بطيء التحرير الذي ظهر في الحشّة الأولى والحصول على إنتاج متقارب بين طريقتي التسميد عند معدلات 400 و600 كغ N/هكتار. لعل أهم نتائج الحشتين الأولى والثانية أن إنتاج المادة الجافة في معاملة السماد بطيء التحرير SRF عند المعدل 200 كغ N/هكتار كان مماثلاً لما أنتجته معاملة اليوريا عند المعدل الآزوتي الأعلى (300 كغ N/هكتار).

بينت نتائج الحشّة الثالثة (الشكل1) تفوق السماد بطيء التحرير على سماد اليوريا عند المعدلات الآزوتية العالية، فعند إضافة 600 كغ N/هكتار بلغت زيادة حوالي 28 % في الإنتاج، وسُجلت زيادة في الإنتاج 49% عند المعدل 300 كغ N/هكتار وذلك بالمقارنة مع معاملة اليوريا عند نفس المعدل، بينما لم تسجل فروق معنوية عند بقية المعدلات بين طريقتي التسميد الآزوتي.



الشكل(1): إنتاج المادة الجافة لمعاملات التجربة في الحشات الثلاث.



الشكل(2): الإنتاج الكلي من المادة الجافة.

جمعت قيم المادة الجافة لكل معاملة والناتجة عن الحشات الثلاث للحصول على الإنتاج الكلي ومُثلت القيم بالشكل(2). يُلاحظ ازدياد انتاج المادة الجافة للمجموع الخضري لنبات التريتكال بزيادة معدل التسميد الآزوتي في كلا المصدرين السماديين اليوريا (Urea) والسماد بطيء التحرير (SRF).

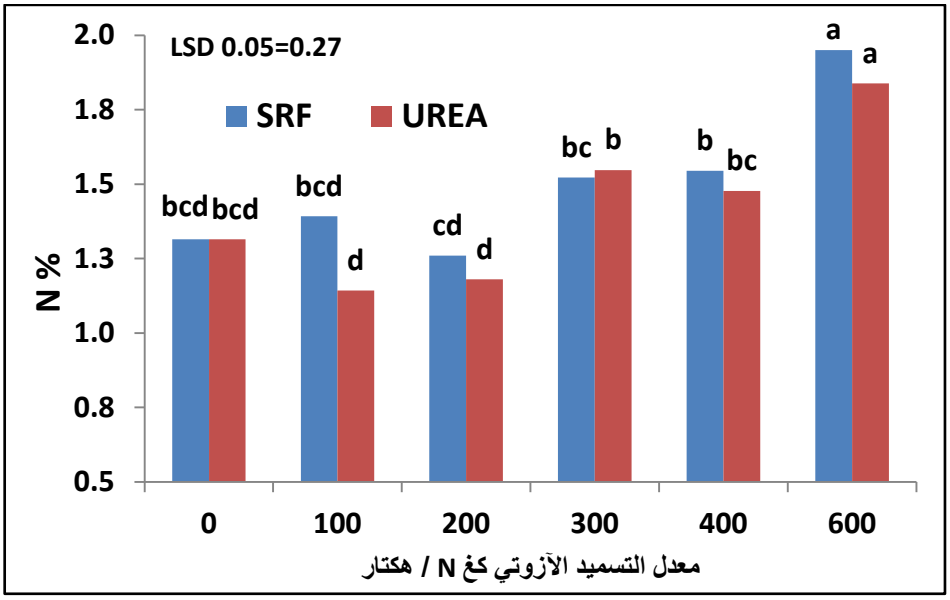
لم تسجل فروق معنوية في الإنتاج لدى مقارنة كلا شكلي التسميد (SRF أو UREA) عند نفس معدل الآزوت باستثناء المعدلين 200 و 300 كغ N/هكتار حيث حقق السماد بطيء التحرير (SRF) زيادة قدرها9% و 16% في الإنتاج على الترتيب بالمقارنة مع سماد اليوريا التقليدي. على الرغم من ذلك أدى استخدام السماد بطيء التحرير (SRF) لزيادة ظاهرية في الإنتاج مقارنة مع سماد اليوريا عند بقية المعدلات.

2- الآزوت الممتص في المجموع الخضري للنبات:

2-1-تركيز الآزوت في المجموع الخضري:

أدى التسميد الآزوتي لزيادة في النسبة المئوية للآزوت في المجموع الخضري لنبات التريتكالي أياً كانت طريقة التسميد UREA أو السماد بطيء التحرير SRF، يبين الشكل (3) زيادة نسبة الآزوت بزيادة معدل التسميد الآزوتي ولكن هذه الزيادة لم تكن معنوية بالمقارنة مع الشاهد(0 كغN/هكتار) إلا عند المستويات العالية للتسميد 300-600 كغN/هكتار.

لم يؤدِّ اختلاف المصدر الآزوتي إلى فروق معنوية في نسبة الآزوت عند نفس المعدّل السّمادي، لكن أدى تزويد النبات بالآزوت على شكل سماد بطيء التحرير (SRF) بالمعدلين 100 و200 كغN/هكتار لزيادة نسبة الآزوت 21.9% و6.7% على الترتيب مقارنة مع سماد اليوريا. كذلك كان تركيز الآزوت في معاملة السماد بطيء التحرير أعلى من التسميد باليوريا عند معدلات الاضافة 400 و600 كغN/هكتار فكانت النسبة المئوية للزيادة 4 و 6% على الترتيب. بينما كان التركيز تقريباً متماثل عند المعدل 300 كغN/هكتار.

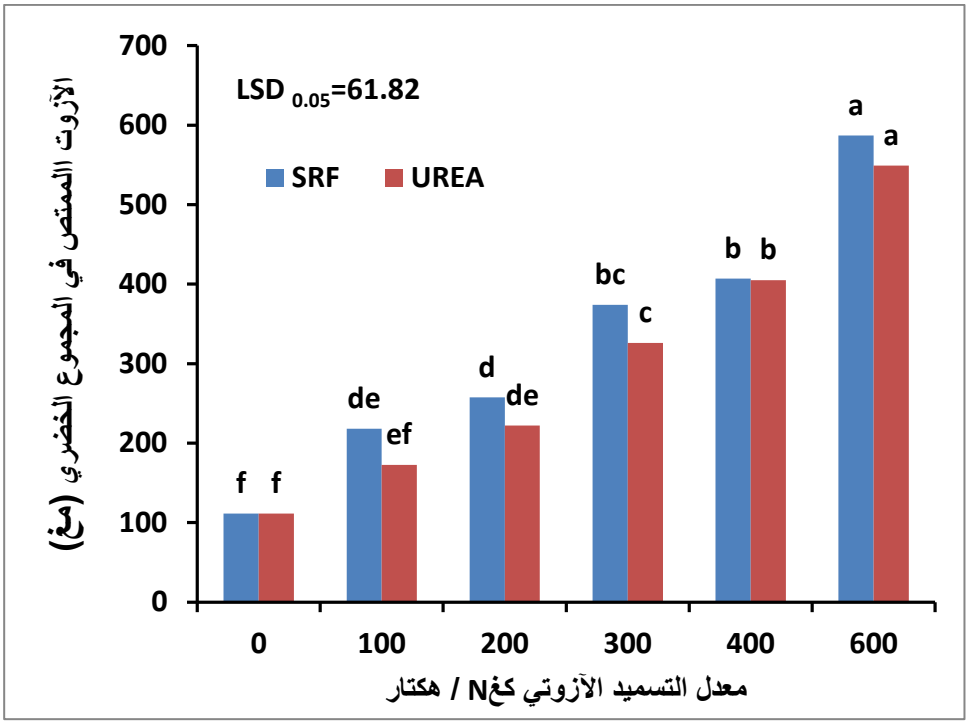


الشكل (3): تركيز الأزوت (%) في المجموع الخضري لنبات التريتكال.

2-2-الآزوت الكلي الممتص:

يزداد الآزوت الممتص في المجموع الخضري بزيادة معدل التسميد الآزوتي كنتيجة لزيادة إنتاج المادة الجافة، وزيادة نسبة الآزوت بها وذلك في كلا المصدرين السماديين (يوريا Urea، سماد بطيء التحرير SRF).

جاءت نتائج الآزوت الممتص متوافقة مع نتائج النسبة المئوية للآزوت في المجموع الخضري، لم تسجل فروق معنوية عند نفس المعدل الآزوتي بين طريقتي التسميد UREA أو السماد بطيء التحرير SRF (الشكل 4)، لكن حصلنا على زيادة ظاهرية في الآزوت الممتص في معاملة SRF عند جميع المعدلات الآزوتية. بلغت قيم الآزوت الممتص في معاملة اليوريا 172-222-326-405-549 مغ/أصيص لتقابلها في معاملة السماد بطيء التحرير SRF 218-257-373-407-587 في المعدلات 100-200-300-400-600 كغN/هكتار على الترتيب. لنحصل على زيادة في الآزوت الممتص في معاملة الـ SRF بالنسبة للـ Urea قدرها 26%-15.8%-14.6%-0.45%-7% على الترتيب. لوحظ أن كمية الآزوت الممتصة من المجموع الخضري عند التسميد بـ 300 كغ N/هكتار من SRF متقاربة مع تلك المسمدة باليوريا Urea لكن بمعدل أعلى وهو 400 كغN/هكتار. تكررت النتيجة ذاتها عند المعدل 200 كغN/هكتار على شكل مع SRF مع 300 كغN/هكتار على شكل UREA.

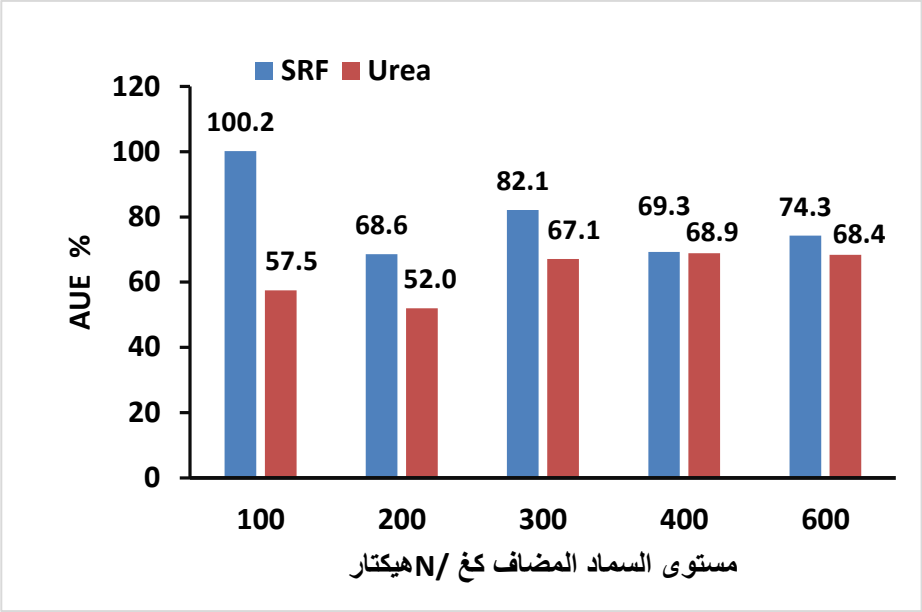


الشكل (4): الآزوت الكلي الممتص N–Uptake في المجموع الخضري لنبات التريتكال.

3–كفاءة استخدام الآزوت: Nitrogen Use Efficiency:

كفاءة الاسترداد الظاهرية ARE%

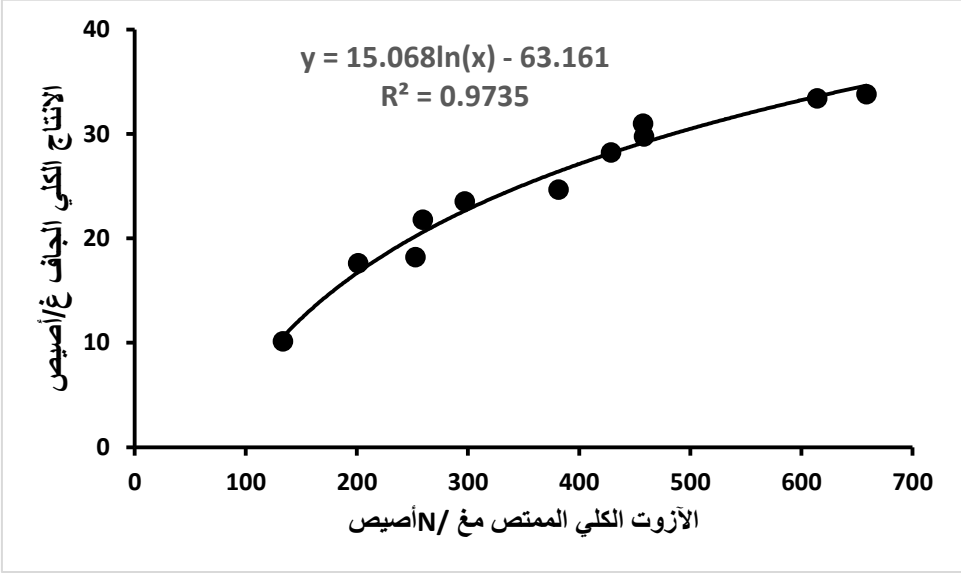
اختلفت كفاءة الاسترداد الظاهرية من المصادر السمادية تبعاً للمصدر السمادي ولمعدل الإضافة السمادية (الشكل 5)، فبلغت قيمة كفاءة الاسترداد الظاهرية 100، 68، 82، 69، 74% في معاملة SRF مقابل 57، 52، 67، 68، 68 في معاملة اليوريا، وذلك في معدلات الإضافة 100، 200، 300، 400، 600 كغ N/هيكتار على الترتيب. تبين النتائج زيادة قيم كفاءة الاسترداد في معاملة السماد الآزوتي بطيء التحرير SRF على معاملة اليوريا وذلك عند كافة المعدلات عدا المعدل 400 كغ N/هكتار. بلغت هذه الزيادة في النسبة المئوية لكفاءة الاسترداد مقارنة بمعاملة اليوريا 74%، 31%، 22%، 0.5%، 9% وذلك في معدلات الإضافة 100، 200، 300، 400، 600 كغ N/هيكتار على التتالي، تبين النتائج انخفاض قيمة النسبة المئوية لكفاءة الاسترداد بتزايد المعدل السمادي المضاف.



الشكل(5): كفاءة الاسترداد الظاهرية ARE%

4- مناقشة عامة:

إن العامل المحدد لاستجابة النبات وانتاج المادة الجافة يعود إلى الآزوت المتاح في الترب، ومن أجل اختبار دور الآزوت المتاح في إنتاج المادة الجافة لنبات التريتيكالي في المعاملات المختلفة، تمت دراسة الفعالية الداخلية (Internal efficiency) والتي تعرف بمعدل كمية المادة الجافة إلى الآزوت الممتص من قبل النبات (Khasawneh and Doll, 1978). حيث تم تمثيل العلاقة بين انتاج المادة الجافة والآزوت الممتص في كافة المعاملات (شكل6). يلاحظ ترافق نمو النبات مع امتصاص الآزوت والذي بدوره تأثر بمستويات الإضافة، حيث كانت علاقة الارتباط لوغاريتمية وكانت قيمة معامل الانحدار الخطي R^2=0.974.



الشكل (6): علاقة الارتباط بين نمو النبات والآزوت الممتص (الفعالية الداخلية).

إن سماد اليوريا ذواب بالماء ويتفكك متحولاً من الشكل الأميدي إلى الشكل الأمونياكي على شكل كربونات الأمونيوم، الذي بدوره يتعرض للفقد جزئياً على شكل غاز الأمونيا، بينما الجزء الأعظم منه يتحول إلى شوارد الأمونيوم التي يكون

مصيرها إما الامتصاص من قبل النبات أو التثبيت على غرويات التربة أو التحول إلى نترات نتيجة لعملية النترجة. لقد تفوق إنتاج المادة الجافة لسماد SRF على اليوريا عند المعدلات المنخفضة في الحشتين الأولى والثانية (الشكل 1). قد يعزى ذلك لكون جرعة الآزوت المنخفضة والتي أضيفت على شكل يوريا تعرضت لعمليات الفقد المختلفة (تطاير، نترات منغسل)، بينما أدى التسميد بالسماد بطيء التحرير وهو عبارة عن يوريا تم دمجها مع الزيوليت عند نفس المعدلات لزيادة في الإنتاج، يعود ذلك ربما للحماية الفيزيائية التي يؤمنها الزيوليت لجزيء اليوريا بشكل يؤخر من تعرضه لتفاعل الانحلال وإعطاء الأمونيوم، فضلا عن قدرة الزيوليت السوري الموثقة لمسك الأمونيوم (Younes *et al*., 2023) وغاز الأمونيا (Habib *et al*., 2022) وتحرير الأمونيوم تبعاً للتوازنات الكيميائية في التربة مما يقلل من تراكيزه في الوسط ويحد من سرعة تحوله إلى نترات مما يقلل من احتمال انغساله (Habib and younes, 2018). لقد وثقت عدد من الدراسات دور الزيوليت في تقليل عمليات الفقد التي يتعرض لها الآزوت في التربة سواء بالغسيل (Perrin *et al*., 1998) أو التطاير (Ferguson and Pepper, 1987) ، وحفظ الأمونيوم من التحولات التي قد تطرأ عليه كأكسدته من قبل ميكروبات التربة لتحويله إلى أشكال قابلة للفقد (Mackown and Tucker ,1985) . يؤيد هذه النظرية قيم الإنتاج عند معدلي التسميد 400 و600 كغ N/هكتار في نفس الحشات المذكورة (الحشة 1و2). لقد تفوق إنتاج المادة الجافة عند التسميد باليوريا بمعدل 400 و600 كغ N/هكتار على نفس المعدل مقدماً على شكل يوريا محملة على الزيوليت (SRF)، يعود ذلك لتوفير جرعة آزوتية عالية، والتي وإن تعرضت لأشكال الفقد المختلفة، لكن ماتبقى منها كان قادراً لتزويد النبات بالجرعة الآزوتية الكافية. وبالتالي من تعويض الفقد المحتمل الحاصل في اليوريا في الحشة الأولى. يمكن القول أن الجرعة الآزوتية بالمعدلات العالية طمست دور الزيوليت، فتوافر الآزوت في الوسط الزراعي بكمية كبيرة يجعل من السهولة بمكان أن يحصل عليه النبات حتى في ظل حدوث فقد لليوريا، أما عند المعدلات المنخفضة، فقد ظهر جلياً دور الزيوليت في معاملة الـ SRF في زيادة استفادة النبات من الآزوت والتي انعكست على نمو المجموع الخضري. مع تقدم زمن التجربة وفي الحشة الثانية زال التفوق الذي حققه اليوريا بالمعدلات العالية (400 و600 كغ N/هكتار) نتيجة حدوث الفقد المحتمل بالآزوت المقدم على شكل يوريا تقليدية، وقدرة السماد بطيء التحرير SRF على تلبية المتطلبات الآزوتية للنبات وتفوقه على سماد اليوريا في الحشّة الثالثة (الشكل 1). على الرغم من أن الإنتاج الكلي للنبات لم يحمل فروق بين طريقتي التسميد الآزوتي إلاّ عند المعدل 300 كغN/ /هكتار (الشكل 2)، إلا أن تتبع قيم الإنتاج عبر الحشّات تبين أهمية السماد البطي التحرير(SRF) في استدامة الحصول على علف أخضر لفترة زمنية أطول في الحشات الثلاثة الممتدة لأكثر من 3 شهور. وبمحتوى جيد من الآزوت يماثل ما تم الحصول عليه في معاملة اليوريا التقليدية والمقدمة بمعدل آزوتي أعلى (شكل 4) وتحقيق كفاءة استرداد أعلى للأزوت عند المعدلات المنخفضة (شكل 5) وزيادة الآزوت تعني زيادة البروتين وتحسين جودة العلف. إن زيادة كفاءة استرداد الآزوت تعني زيادة الآزوت الممتص لكل وحدة آزوتية مضافة وهذا يعني أنه لتتحسن كفاءة الاسترداد يجب أن تحفظ الجرعة المضافة في التربة لتمتص من قبل النبات وينعكس ذلك على شكل مجموع خضري متناسب مع الآزوت الممتص. لقد قام الزيوليت بهذا الدور وحفظ الجرعة الآزوتية بالآليات التي ذكرت. حقق Kharisun وآخرون (2021) زيادة في الوزن الجاف للبصل الأحمر عند استخدام المعدلات 100 و200 كغ N/ هكتار عند استخدام اليوريا المدمجة مع الزيوليت لم يلاحظ Bernardi وآخرون (2010) فرقاً معنوياً في كمية غاز الأمونيا المتطاير من معاملة اليوريا المغلفة بمانع نترجة واليوريا المغلفة بالزيوليت. استخدم Kavoosi (2007) الزيوليت مع سماد اليوريا في محاولة لتحسين كفاءة استخدام الآزوت فارتفعت قيمة استرداد الآزوت من 40% عند غياب الزيوليت إلى65% بوجوده.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- تفوق السماد المحضر (SRF)على سماد اليوريا عند المعدلات المنخفضة في الإنتاج الجاف لنبات التريتكال.

2- كانت كفاءة الاستفادة من الآزوت المضاف على شكل سماد بطيء التحرير أعلى منها بالنسبة لليوريا خاصة في التراكيز المتدنية 100 و 200 و 300 كغ N/هيكتار.

3- شكل السماد المحضر مصدر آزوتي مديد لنبات التريتكالي عند المعدلات العالية، وتطور إنتاجه في حين تناقص إنتاج النبات المسمّد باليوريا مع تقدم الحشّات لكن لم نسجل فروق بالإنتاج الكلي.

التوصيات:

استمرار التجارب على السماد المحضر باستخدام معدلات آزوتية متقاربة، وربما من الأفضل بمكان الجمع بين السماد التقليدي والسماد بطيء التحرير. ودراسة نسب الجمع كإضافة 25% من الجرعة الآزوتية على شكل يوريا و75% منها على شكل SRF.

References:

1- Ahmad, A., Ijaz, S. S., and He, Z. (2021). *Effects of zeolitic urea on nitrogen leaching (NH4-N and NO3-N) and volatilization (NH_3) in spodosols and alfisols*. Water J, 13,14, 1921. 2021,11p

2- Ahmed, O., Aminuddin, H. and Husni, M. *Reducing ammonia loss from urea and improving soil exchangeable ammonium retention through mixing triple super-phosphate, humic acid and zeolite*. Soil Use Manag, 22, 2006, 315–319.

3- ALI, M., Maqsood, M.A., Aziz1, T., Awan, M. I. *Neem (Azadirachta indica) oil coated urea improves nitrogen use efficiency and maize growth in an alkaline calcareous soil* .Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 57,3, 2020, 675-684.

4- Bernardi,A. C., Mota, E. P., Souza, S.C.H., Cardoso, R. D And Oliviera, P.P.A. *Ammonia volatilization, dry matter yield and nitrogen levels of Italian ryegrass fertilized with urea and zeolite*. 19'hWorld Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 2010, 22-25.

5- Cantarella, H., Trivelin, P. C. O., Contin, T. L. M., Dias, F. L. F., Rossetto, R., Marcelino, R., Coimbra, R. B., Quaggio, J.A. *Ammonia volatilization from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets*. Sci. Agric, 65, 2008, 397–401.

6- Ercoli, L., Arduini, I., Mariotti, M., Lulli, L And Masoni, A. *Management of sulphur fertiliser to improve durum wheat production and minimise S leaching*. European Journal of Agronomy, 38, 2012, 74–82.

7- Ferguson, G. A. and Pepper, I.L. *Ammonium retention insand amended with Clinoptilolite*. .Soil Sci. Soc. Am. J, 51,1, 1987, 231-234.

8- Gholamhoseini, M., AghaAlikhani, M., Dolatabadian, A., Khodaei-Joghan, A.m and Zakikhani, H. *Decreasing nitrogen leaching and increasing canola forage yield in a sandy soil by application of natural zeolite*. Agron. J. 2012, 104, 5, 1467–1475.

9- Habib, L. And Younes, S. The Ability of Natural Syrian zeolite ore to bind and releaseof ammonium and its effect on Rye-grass response to nitrogen. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series, 40,1, 2018, 113-127.

10- Habib, L., Alloush, G. and Younes, S. Kinetics Adsorption Study Of Ammonia On Syrian Zeolite Ore. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series, 44, 2, 2022, 161-174..

11- Heffer, P., Prud'homme, M. Fertilizer outlook 2015–2019. In: 83rd IFA annual conference, Istanbul (Turkey). 2015. p. 25-27.
12- Jakkula, V.S. and Wani, S.P. *Zeolites: Potential soil amendments for improving nutrient and water use efficiency and agriculture productivity*. Sci. Revs. Chem. Commun. 8,1, 2018, 1–15.
13- KAVOOSI, M. *Effects of Zeolite Application on Rice Yield, Nitrogen Recovery, and Nitrogen Use Efficiency*. Taylor &Francis, 38, (1-2), 2007, 69-76.
14- Khan, A. Z., Ali, B., Afzal, M., Wahab, S., Khalil, S. K., Amin, N., and Zhou, W. *Effects of sulfur and urease coated controlled release urea on dry matter yield, N uptake and grain quality of rice*. JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences, 25,3, 2015, 679-685.
15- Kharisun., Budiono, M. N., and Muhammad Rif'an. *The effects of Zeolite -Based Slow -Release elease Nitrogen fertilizer and sulfur on th dynamics of N P K and S Soil Nutrients, Growth and Yield of shallot (Allium Cepa L.)*. Advances in Biological Sciences Research, volume 9, 2021 288-292.
16- Khasawneh, F. E And Doll, C. *The use of phosphate rock for direct application*. Adv. Agron, 30, 1978, 159-206.
17- Mackown, C. T And Tucker, T.C. *Ammonium nitrogen movement in a coarse-textured soil amended with zeolite*. Soil Sci. Soc. Am. J, 49,1, 1985,235-238.
18- Perrin, T. S., Drost, D.T., Boettinger, J. L And Norton, J .M. *Ammonium-loaded clinoptilolite: a slow-release nitrogen fertilizer for sweet corn*. Journal of Plant Nutrition, 21, 3, 1998, 515-530.
19- Pooniya,V., Shivayand, Y. S ., Pal, M. *Relative performance of boron, sulphur and zinc coatings onto prilled urea for increasing productivity and nitrogen use efficiency in maize*. Expl Agric,54, 4, 2017,577-591
20- Rech, I., Polidoro, J. Carlos., and Pavinato, P. S. *Additives incorporated into urea to reduce nitrogen losses after application to the soil*. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.52, n.3, .2017 p.194-204.
21- Rhine, E. D., Sims, G. K. Mulvaney, R. L., and Pratt, E. J. *Improving the Berthelot Reaction for Determining Ammonium in Soil Extracts and Water*. Soil Science Society of America Journal, 62, 1998, 473-480.
22- Ryan, J.; Estefan, G.; and A. Rashid. Soil and plant analysis: Laboratory Manual. ICARDA, NARC, 172 pp.2001.
23- Sahu, S.K and Samant, P.K. *Nitrogen loss from rice soils in Orissa*. Orissa Rev. Ind. 2006, 34-36.
24- Salameh. B; Habib, L. and Adra, A. *Response of maize plant to slow-release phosphates fertilizers prepared by the use of surfactant-modified Nano zeolite*. Syrian journal for agricultural researches ,11,1, 2024, 287-303.
25- TRENKEL,M.E. Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Efficiency in Agriculture. 2nded, IFA, Paris, France , 163 P. 2010.
26- Wallace, A. J., Armstrong, R.D., Grace, P.R., Scheer, C., Partington, D.L. *Nitrogen use efficiency of 15N urea applied to wheat based on fertilizer timing and use of inhibitors*. Nutr. Cycl. Agroecosyst, 116,1, 2020, 41–56.
27- Younes, S. Effect of adding Zeolite Ore, Magnesium and phosphorus Salts in Improving the quality of produced Compost from Poultry manure. PhD Theses, 2024, 96p.
28- Younes, S., Habib, L., and Alloush, G. Study The *Adsorption And Kinetics Of Ammonium On Syrian Zeolite Ore*. Syrian journal for agricultural researches, 10. 2, 2023,240-254.