جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المثنى - كلية الزراعة

تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت في بعض صفات التربة الخصوبية و نمو وحاصل الحنطة (*Triticum aestivum* L.)

رسالة مقدمة إلى

مجلس كلية الزراعة – جامعة المثنى

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير علوم في الزراعة

الإنتاج النباتي

من قبل الطالبة

عايدة سوادي فتنان

بإشـــــراف

أ.د. تركي مفتن سعد

2022A.D 1444A.H

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُّخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيجُ فَتَرَاهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَامًا ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَذِكْرَىٰ لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴾

صدق الله العلي العظيم

سورة الزمر الآية (21)

المستخلص

أجريت هذه الدراسة خلال الموسم الزراعي الشتوي (2020–2021) في تربة مزيجة في محطة الابحاث والتجارب الزراعية لكلية الزراعة – جامعة المثنى في حقل ال بندر. بهدف دراسة تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت في بعض صفات التربة الخصوبية ونمو وحاصل الحنطة (*Triticum aestivum* L.). أستهدفت الدراسة تأثير ثلاثة مستويات من الزيولايت (0, 0.5 و1) كغم م$^{-2}$ حجماً وستة مستويات من NPK للإضافة الأرضية والنانوية رشاً على الأوراق بمرحلتين عند التفرعات والتزهير وهي (0, 25% من التوصية السماديةNPK +800 غم هـ$^{-1}$ NPK نانوي, 50% من التوصية السمادية NPK+800غم هـ$^{-1}$ NPK نانوي,75% من التوصية السماديةNPK +800غم هـ$^{-1}$ NPK نانوي, توصية سمادية أرضية فقط و توصية سمادية نانوية فقط 1600غم هـ$^{-1}$) في بعض صفات التربة الكيميائية ونمو وإنتاجية الحنطة، نفذت التجربة بتصميم الالواح المنشقة بإستخدام القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) أظهرت نتائج التجربة مايلي :

أدت إضافة الزيولايت الى تحسين بعض الصفات الكيميائية للتربة إذ أن المستوى 1 كغم م$^{-2}$ حقق تفوقاً معنوياً في رفع تراكيز العناصر NPK في النبات والحبوب و NPK الجاهز بالتربة عند مرحلتي التزهير والحصاد , إذ سجل أعلى المتوسطات بلغت 49.94, 21.38, 131.17 ملغم كغم$^{-1}$تربة بالتتابع للعناصر N و P و K الجاهز في التربة عند التزهير, وبعد مرحلة الحصاد إذ سجل المستوى 1 كغم م$^{-2}$ أعلى المتوسطات بلغت 46.61, 19.64, 112.28 ملغم كغم$^{-1}$ تربة بالتتابع للعناصر N و P و K الجاهز في التربة وفي السعة التبادلية الكاتيونية للتربة بلغ 12.40 مللي مكافئ لكل 100 غم تربة وفي النبات بلغ 2.36 و0.44 و2.87 % بالتتابع للعناصر N و P و K , وفي الحبوب بلغ 2.36 و0.67 و1.66 % بالتتابع للعناصر N و P و K.

أدت إضافة الزيولايت الى تحسين صفات النمو الخضري والحاصل ومكوناته لمحصول الحنطة , إذ أن المستوى 1 كغم م$^{-2}$ حقق تفوقاً معنوياً إذ سجل اعلى المتوسطات في صفة مساحة ورقة العلم 75.80سم^{2}, طول السنبلة 15.78 سم ,عدد الحبوب في السنبلة 98.80 حبة سنبلة$^{-1}$, حاصل الحبوب10.91 طن هـ$^{-1}$, الحاصل الحيوي24.75 طن هـ$^{-1}$,أما في صفة أرتفاع النبات فكان تأثير الزيولايت غير معنوي.

Abstract

أظهرت النتائج أن استخدام السماد المركب NPK النانوي والمعدني كان له تأثيرٌ معنوي في الصفات الكيميائية إذ حقق المستوى (توصية سمادية أرضية فقط) أعلى المتوسطات في تركيز N وP الجاهز في التربة عند التزهير إذ بلغ 47.22 ملغم N كغم$^{-1}$تربة و19.17 ملغم P كغم$^{-1}$تربة بالتتابع, وبلغ 0.42 % و2.82 % بالتتابع P وK في النبات وبلغ 2.31 % و 0.66 % و 1.66 % بالتتابع N وP وK في الحبوب , وتركيز N وP وK الجاهز في التربة بعد الحصاد إذ بلغ 43.89 ملغم N كغم$^{-1}$تربة و 17.88 ملغم P كغم$^{-1}$تربة و 107.67 ملغم K كغم$^{-1}$تربة بالتتابع ، وفي السعة التبادلية الكاتيونية للتربة 11.89 مللي مكافئ لكل 100 غم تربة ، وتفوق المستوى (توصية سمادية نانوية فقط 1600غم هـ$^{-1}$) في صفة تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة عند التزهير إذ سجل أعلى متوسط بلغ 134.22 ملغم K كغم$^{-1}$تربة وفي صفة النتروجين في النبات بلغ 2.44% .

حقق المستوى (توصية سمادية أرضية فقط) تفوقاً معنوياً في صفة الحاصل الحيوي إذ بلغ 23.37 طن هـ$^{-1}$ وصفة حاصل الحبوب بلغ 10.45 طن هـ$^{-1}$. أما في صفة مساحة ورقة العلم وأرتفاع النبات و صفة عدد الحبوب في السنبلة وطول السنبلة كان تأثير السماد المركب NPK النانوي والمعدني غير معنوي.

حققت التوليفة (1كغم م$^{-2}$ + توصية سمادية أرضية فقط) تفوقاً معنوياً في صفة تركيز النتروجين في التربة عند التزهير 59.00 ملغم كغم$^{-1}$تربة. وتركيز الفسفور في التربة عند التزهير 23.97, ملغم كغم$^{-1}$تربة. والفسفور في النبات 0.49 %, والنتروجين في التربة بعد الحصاد 57.00 ملغم كغم$^{-1}$تربة والفسفور في التربة بعد الحصاد 27.67 ملغم كغم$^{-1}$تربة . والبوتاسيوم في التربة بعد الحصاد 118.00 ملغم كغم$^{-1}$تربة. والنتروجين في الحبوب 2.44%. والبوتاسيوم في الحبوب بلغ 1.68 %. سجلت التوليفتان (1كغم م$^{-2}$ + (75%من التوصية السمادية NPK +800غم هـ$^{-1}$NPK نانوي) و (1كغم م$^{-2}$+ توصية سمادية أرضية فقط) أعلى المتوسطات في صفة تركيز البوتاسيوم في النبات بلغت 3.00, 3.00 % بالتتابع . أما صفة السعة التبادلية الكاتيونية فقد سجلت التوليفة (1كغم م$^{-2}$ + (75%من التوصية السمادية NPK +800غم هـ$^{-1}$NPK نانوي) أعلى متوسط بلغ 13.17 مللي مكافئ لكل 100 غم تربة . أما في صفة تركيز البوتاسيوم في التربة عند التزهير فقد سجلت التوليفة (1كغم م$^{-2}$ + توصية سمادية نانوية فقط 1600غم هـ$^{-1}$) أعلى متوسط بلغ 175.00 ملغم كغم$^{-1}$تربة وفي صفة النتروجين في النبات بلغ 3.00%.

قائمة المحتويات **Content List**

التسلسل	الموضوع	الصفحة
1	**1- المقدمة introduction**	2-1
2	**2- مراجعة المصادر Literature Review**	3
3	2-1- التركيب الكيميائي للزيولايت	3
4	2-2- تأثير الزيولايت في صفات التربة	7
5	2-3- تأثير الزيولايت في الصفات الكيميائية والخصوبية للتربة	9
6	2-4- تأثير الزيولايت في النمو الخضري والحاصل ومكوناتة لمحصول الحنطة	12
7	2-5- تقنية الأسمدة النانوية	15
8	2-6- السماد المركب NPK في التربة	17
9	2-7- دور NPK في النبات ونمو وإنتاجية المحاصيل	18
10	**3-المواد وطرائق العمل Material and Methods**	22
11	3-1- موقع تنفيذ التجربة	22
12	3-2- تهيئة الأرض وعمليات الخدمة	22
13	3-3- تصميم التجربة وتقسيم الحقل	23
14	3-4- معاملات الدراسة	24
15	3-4-1- الزيولايت	24
16	3-4-2- السماد المركب NPK النانوي والمعدني	25
17	3-5- طرق إضافة المعاملات	25
18	3-5-1- طريقة إضافة الزيولايت	25
19	3-5-2- طريقة إضافة السماد المركب NPK النانوي والمعدني	25
20	3-6- صفات النمو الخضري عند مرحلة التزهير	26
21	3-6-1- NPK% في النبات عند مرحلة التزهير	26
22	3-6-2- ارتفاع النبات (سم)	27
23	3-6-3- مساحة ورقة العلم (سم^2)	27
24	3-7- الصفات الكيميائية في التربة	27
25	3-7-1- NPK في التربة	27
26	3-8- صفات الحاصل ومكوناته بعد مرحلة الحصاد	28

27	3-8-1- NPK% في الحبوب	28
28	3-8-2- طول السنبلة (سم)	28
29	3-8-3-عدد الحبوب في السنبلة (حبة سنبلة$^{-1}$)	28
30	3-8-4- وزن 1000 حبة (غم)	28
31	3-8-5- حاصل الحبوب (طن هـ$^{-1}$)	29
32	3-8-6- الحاصل الحيوي (طن هـ$^{-1}$)	29
33	3-9- التحليل الاحصائي	29
34	**4- النتائج والمناقشة Results and discussion**	30
35	4-1- الصفات الكيميائية عند 50 % تزهير	30
36	4-1-1- NPK الجاهز في التربة	30
37	4-1-1-1- النتروجين الجاهز في التربة (ملغم N كغم $^{-1}$ تربة)	30
38	4-1-1-2- الفسفور الجاهز في التربة (ملغم P كغم $^{-1}$ تربة)	32
39	4-1-1-3- البوتاسيوم الجاهز في التربة (ملغم K كغم $^{-1}$ تربة)	34
40	4-1-2- تركيزNPK في النبات عند مرحلة التزهير 50%	35
41	4-1-2-1- النتروجين في النبات (%)	35
42	4-1-2-2- الفسفور في النبات (%)	38
43	4-1-2-3- البوتاسيوم في النبات (%)	39
44	4-2- صفات النمو الخضري	41
45	4-2-1- مساحة ورقة العلم (سم^{2})	41
46	4-2-2- أرتفاع النبات (سم)	43
47	4-3- الصفات الكيميائية بعد مرحلة الحصاد	44
48	4-3-1- NPK الجاهز في التربة	44
49	4-3-1-1- النتروجين الجاهز في التربة (ملغم N كغم $^{-1}$ تربة)	44
50	4-3-1-2- الفسفور الجاهز في التربة (ملغمP كغم $^{-1}$ تربة)	46
51	4-3-1-3- البوتاسيوم الجاهز في التربة (ملغمK كغم $^{-1}$ تربة)	48
52	4-3-1-4- السعة التبادلية الكاتيونية (مللي مكافئ لكل 100 غم تربة)	50
53	4-3-2- تركيزNPK في الحبوب بعد مرحلة الحصاد (%)	52
54	4-3-2-1- النتروجين في الحبوب (%)	52
55	4-3-2-2- الفسفور في الحبوب (%)	54

56	4-3-2-3- البوتاسيوم في الحبوب (%)	56
57	4-4- صفات الحاصل ومكوناته	58
58	4-4-1- طول السنبلة (سم)	58
59	4-4-2-عدد الحبوب في السنبلة(حبة سنبلة$^{-1}$)	59
60	4-4-3- وزن 1000 حبة (غم)	61
61	4-4-4- حاصل الحبوب (طن هـ$^{-1}$)	62
62	4-4-5- الحاصل الحيوي (طن هـ$^{-1}$)	64
63	**5- الاستنتاجات والمقترحات**	66
64	5-1- الاستنتاجات	66
65	5-2- المقترحات	67
66	**6- المصادر**	68
67	6-1- المصادر العربية	68
68	6-2- المصادر الاجنبية	72

قائمة الجداول

التسلسل	اسم الجدول	الصفحة
1	بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة قبل الزراعة	24
2	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز النتروجين الجاهز بالتربة (ملغم N كغم$^{-1}$تربة) عند مرحلة التزهير	31
3	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز الفسفور الجاهز بالتربة (ملغم P كغم$^{-1}$تربة) عند مرحلة التزهير	33
4	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز البوتاسيوم الجاهز بالتربة (ملغم K كغم$^{-1}$تربة) عند مرحلة التزهير	35

5	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز النتروجين في النبات (%) عند مرحلة التزهير	37
6	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز الفسفور في النبات (%) عند مرحلة التزهير	39
7	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز البوتاسيوم في النبات (%) عند مرحلة التزهير	41
8	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة مساحة ورقة العلم (سم^2)	42
9	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة أرتفاع النبات (سم)	43
10	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز النتروجين الجاهز في التربة(ملغمN كغم$^{-1}$تربة) بعد مرحلة الحصاد	46
11	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز الفسفور الجاهز بالتربة (ملغم P كغم$^{-1}$تربة) بعد مرحلة الحصاد	48
12	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز البوتاسيوم الجاهز بالتربة(ملغم K كغم$^{-1}$تربة) بعد مرحلة الحصاد	50
13	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في السعة التبادلية للتربة CEC(ملي مكافئ لكل 100 غم تربة) بعد مرحلة الحصاد	52
14	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز النتروجين في الحبوب (%) بعد مرحلة الحصاد	54

15	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز الفسفور في الحبوب (%) بعد مرحلة الحصاد	**55**
16	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز البوتاسيوم في الحبوب (%) بعد مرحلة الحصاد	**57**
17	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة طول السنبلة (سم)	**59**
18	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة عدد الحبوب في السنبلة (حبة سنبلة$^{-1}$)	**60**
19	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة وزن 1000 حبة (غم)	**61**
20	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة حاصل الحبوب (طن هـ$^{-1}$)	**63**
21	تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة الحاصل الحيوي (طن هـ$^{-1}$)	**65**

قائمة الملاحق

التسلسل	العنوان	الصفحة
1	تحليل التباين ممثلا بمتوسطات مربعات (M.S) لصفات تركيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في التربة عند مرحلتي التزهير وبعد الحصاد	**83**
2	تحليل التباين ممثلا بمتوسطات مربعات (M.S) لصفات محتوى النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في النبات والحبوب	**84**
3	تحليل التباين ممثلا بمتوسطات مربعات (M.S) لصفات النمو والحاصل ومكوناته	**85**

4	صور التجربة	93-86

قائمة الاشكال والصور

التسلسل	العنوان	الصفحة
1	2-1- شكل معدن الزيولايت الشبية بالقفص	5

1-المقدمة Introduction

تقدر حاجة الأنسان من الحبوب بحوالي 75 % من غذائه ويأتي محصول الحنطة (*Triticum aestivum* L.) في مقدمة هذه الحبوب ، والذي يعد من أكثر المحاصيل الإستراتيجية أهمية في العالم، إذ يأتي في مقدمتها من حيث المساحة المزروعة والإنتاج، ويعتمد أكثر من ثلث سكان العالم على هذا المحصول وعلى الرغم من ان العراق هو احد المواطن الأولى لنشوء الحنطة , الا أن المحصول يعاني من تدني إنتاجيته ونوعية حبوبه، يعاني محصول الحنطة في العراق من انخفاض معدل غلة وحدة المساحة الزراعية بسبب أنخفاض إنتاجية التربة لتدهور صفاتها الفيزيائية والخصوبية ومياة الري وصنف المحصول واساليب ادارة المحصول وارتفا ع الملوحة وانخفاض محتوى الترب من المادة العضوية والعناصر الغذائية الكبرى والصغرى وغيرها (Salispour،2007) وعدم جاهزية مغذيات اخرى تحت ظروف الترب الكلسية.

تعرف معادن الزيولايت بأنها عبارة عن سليكات الالمنيوم والصوديوم والكالسيوم بصفة اساسية كما تحتوي على نسبة من الماء وتتكون طبيعياً من المياه الجوفية وتفاعلها مع الزجاج البركاني او المعادن الطينية اضافة الى خصائص عديدة منها سعة احتفاظ عالية بالرطوبة والادمصاص كما يتميز بخصائص كيميائية وفيزيائية وميكانيكية فريدة وكذلك سعة تبادل كاتيوني عالية (Manolov, 2005). في مجال الزراعة والصناعة والطب استخدم معدن الزيولايت الطبيعي والصناعي والذي يمتاز بان بلوراته صغيره جدا وتحتوي على تجاويف وقنوات مختلفة في مساميتها اضافة الى سعه تبادله التي تفوق ثلاثة الى اربع مرات من معادن الطين كذلك فإنه يزيد قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء وامداد النبات بصورة تدريجية به عند الحاجة ويرفع جاهزية الامونيوم والبوتاسيوم في التربة والذين لهما الاهمية الاساسية في محصول الحنطة

كما يمتاز بأنه يرفع جاهزية العناصر في التربة ويجعلها اكثر تيسرا للنبات. تعمل المحسنات الطبيعية كالزيولايت على تحسين الخواص المائية والفيزيائية والكيميائية للتربة وبالتالي زيادة انتاجها. (Nozari واخرون , 2013)

تقنية النانو هي العلم الذي يدرس إمكانية تغيير مادة معينة الى مستوى النانو اذ تنتج مواد مختلفة عن المادة الاصلية باستخدام اجهزة متطورة لخدمة مصالح البشرية في مختلف المجالات، يعتبر تطبيق النانو في المجال الزراعي من اهم الاستراتيجيات للتوصل الى تقنيات مختلفة في الزراعة الحديثة والتي تتلخص بالكلفة الاقتصادية القليلة التي تأتي نتيجة لانعدام الامراض الوبائية التي تصيب المحاصيل وكذلك تحسين كفاءة الاسمدة التي يتم تصنيعها مع قلة كلفتها الاقتصادية ومقاومة المنتج الزراعي لظروف البيئة المختلفة وخاصة ظروف الاجهاد (الجبوري، 2020). تسبب استخدامات الاسمدة النانوية تأخير إطلاق المواد المغذية وإطالة فترة تأثير السماد . من الواضح أن هناك فرصة لتقنية النانو لتطلق تأثيرها المعنوي على الطاقة والاقتصاد والبيئة من خلال تحسين الاسمدة (Naderi and shankraki, 2013). وعلى هذا الاساس نفذت تجربتنا بهدف:

- دراسة تأثير أضافة الزيولايت في بعض الخصائص الكيميائية و الخصوبية للتربة وفي نمو وإنتاجية محصول الحنطة.
- دراسة تأثير سماد NPK النانوي والمعدني في نمو وأنتاجية محصول الحنطة.
- دراسة تأثير التداخلات بين الزيولايت وسماد NPK النانوي والمعدني.

2- مراجعة المصادر Literature review

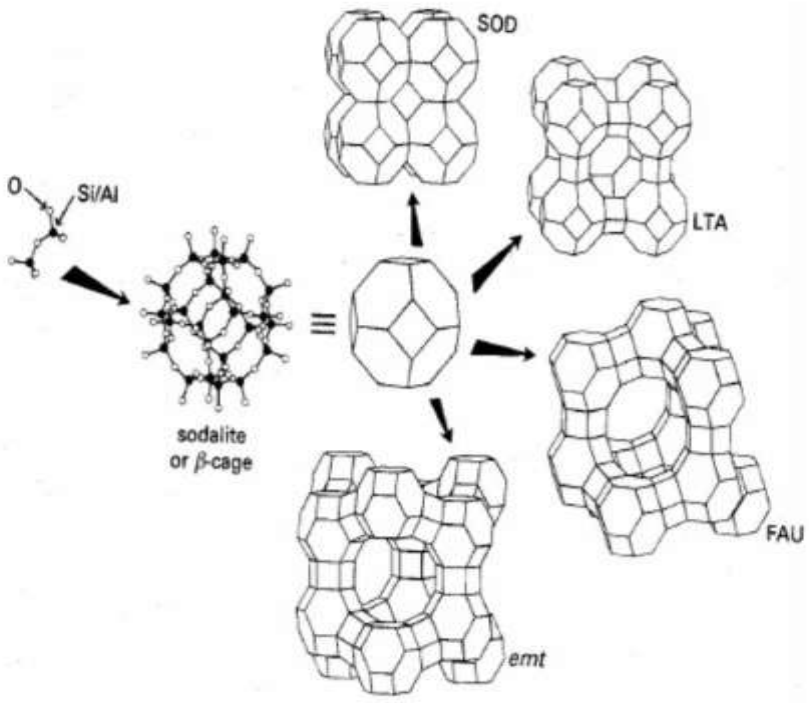
2-1- التركيب الكيميائي للزيولايت

الزيولايت عبارة عن معدن طبيعي وصناعي يتكون نتيجة التغييرات التي تحدث في الصخور البركانية التي تمتاز بأنها الغنية بالزجاج بتفاعلها مع مياه البحر (Badillo-Almaraz وآخرون ,2003) عند توفر الظروف القاعدية ودرجات الحرارة المناسبة. إن استعمال المواد المحسنة الطبيعية والسماد العضوي تحسن من الخواص الفيزيائية والكيميائية والخصوبية لطبقة التربة السطحية، وتؤمن بذلك بيئة جيدة لنمو النباتات من حيث زيادة المحتوى الرطوبي وتوفير العناصر الغذائية .وهناك محسن آخر لاقى اهتماما كبيرا في المجال الزراعي من ناحية تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية وهو الزيولايت (Yamadaو آخرون, 2002) وتؤدي المحسنات الطبيعية كالزيولايت اثرا كبيرا في تحسين خواص التربة المائية والفيزيائية والكيميائية وخاصة في طبقاتها السطحية كزيادة في رشح ماء التربة من خلال زيادة المسامية مسببة زيادة في إنتاجيتها.والحد من مرض تعفن الجذور وبالتالي يزيد من نمو النبات وزيادة حاصله (Al-Busaide وآخرون, 2007). كما تم استخدامه في تنقية التربة من بعض العناصر الثقيلة والمواد السامة ومخلفات الكربوهيدرات ومجالات مختلفة كالطب ومعالجة المياه (غايرلي وآخرون , 2015). ذكر Ramesh و Reddy (2011) إن إكتشاف معدن الزيولايت يرجع إلى العالم السويدي (اليكس فريدريك كرونستدت عام1756 م) ، عندما سخّن مواد من احد المناجم في السويد على درجة 200 درجة مئوية ، كونت كمية كبيرة من بخار الماء امتزت من المعدن أطلق عليها اسم معدن الزيولايت Zeolite، إذ إن(Zeo) تعني الغليان و(lite) تعني الحجر في اللغة اليونانية أي (حجر الغليان)، وبيّن ايضا إن المعدن يتكون من الصخور البركانية عند تواجد مياه جوفية قلوية التفاعل تؤدي إلى تبلور المعدن .اشار Milosevic وMilosevic (2009) ان صيغة معدن الزيولايت الكيميائية المثالية هي:

PH_20 $\{Al_x\ Si_y\ O_2(X+Y)\}$ M_X/n , إذ يمثل الحرف M الآيونات الاحادية التكافؤ (K^+, Na^+) أو ثنائية التكافؤ (Mg^{+2}, Ca^{+2}, Ba^{+2}) وn هو التكافؤ الآيوني، وSi, Al تدخل في تكوين معدن الزيولايت بالاضافة الى جزيئة الأوكسجين. وقد اشار Tamer (2006) إن صيغة معدن الزيولايت العامة هي:

$$Mx/m\ [\ (Alo_2)_x\ (Sio_2)_y]\ .{}_zH_2O$$

إذ ان M تمثل كتيون المعدن وm الشحنة وZ عدد الجزيئات الخاصة بالماء وX, y (الأعداد الصحيحة) يساوي أو أكبر من 1 تمثل الآنيونات الداخلة في تركيب المعدن. أشار Jakkula (2005) إن الزيولايت يدخل في مجالات عدّة منها امتزاز الغازات وفصل الغاز الطبيعي ،معالجة مياه الصرف الصحي ومياه الشرب، التشجيع او التحفيز ،يدخل في مجال الزراعة ،ايقاف حركات المعادن المضرة للتربة ، تبادل الايونات، سحب الروائح الكريهة وازالة الأمونيوم من مياه الصرف الصحي ،واما إضافته إلى التربة المخصصة للزراعة الملوثة بالمعادن الثقيلة (Cu,Cd,Pb) مع النظائر المشعة (134Cs,90sr,137Cs) يخفض من سحب وامتصاص المعادن من قبل النبات النامية في مثل هذه الترب فضلاً عن الحد من حركة المعادن وتأثيرها السمي على النبات بسبب خاصية التبادل الآيوني التي يتميز بها هذا المعدن و ان تركيبه يتكون من Sodalite او B −cage في الاساس تحدث في الصخور النارية القلوية و Fauemt والصدع أو الشكل الشبيه بالقفص يأخذ الشكل التالي:



شكل (1) معدن الزيولايت الشبيه بالقفص.

تركيب الزيولايت البنائي يمتاز بخصائص مختلفة كما بين Fedosov واخرون (2011) منها:

* ذات مسامات جزيئية تختلف فيما بينها وتسبب تباينات في معدلات نقل بعض الجزيئات

*بلورات هذا المعدن فهي لا تنتفخ وتمتاز بانها مستقرة

*يمتاز هيكل الزيولايت باستقراره الكيميائي مما يؤدي الى فصل المذيبات القوية

الرقم الهيدروجيني لمحاليله منخفض جدا يوجد منه اكثر من 48 نوع يصنف على اساس الخواص المظهرية او التكوين الكيميائي للهيكل البلوري وقطر المسامات ومنها:

اولا: زيولايت ذو مسام صغيرة 0.3– 0.45 نانوميتر

ثانيا: زيولايت ذو مسام متوسطة 0.45– 0.6 نانوميتر

ثالثا: زيولايت ذو مسام كبيرة 0.6– 0.8 نانوميتر

رابعا: زيولايت ذو مسام كبيرة جدا 0.8– 1.0 نانوميتر

اما اماكن تواجده فهي تنتشر في مختلف دول العالم كاليابان وتركيا، روسيا ، جنوب افريقيا ، بلغاريا و المجر، اذ احصيت الكمية المستخدمة من المعدن سنويا وبلغت (3.5) مليون طن منها 18% معدن طبيعي ،واما المتبقي فهو معدن صناعي، وقدرت الكمية الكلية في تركيا بـ50 مليار طن ينتج منها سنويا 25000 طن تستخدم محليا ، و قسم منها يتم تصديره إلى خارج البلاد (Polat وآخرون,2004). ويتم صناعة معدن الزيولايت من قشر الارز الذي يمتاز باحتوائه على نسب عالية من السليكا وتتم هذه الطريقة بأن يتم طحن هذه القشور وحرقها واستخراج سليكات الصوديوم منه ثم تفصل السليكا من هذه القشور بعد تحللها بواسطة المواد المذيبة (Mohamed وآخرون, 2015).

واشار Sartbeva وآخرون(2006) ان هناك 167 نوعا اصطناعيا من هذا المعدن و48 نوعا طبيعيا، ان مميزات كلا النوعين تكاد تكون متشابهة من حيث فعاليتها وهيكل بلوراتها ومساميتها العالية، واما اختلافها فهو من حيث حجم مساماتها والشوائب، إذ يمتلك الزيولايت الصناعي مسامات أكبر من الزيولايت الطبيعي، وللزيولايت كثافة منخفضة، اذ ان كل مادة يتكون منها الزيولايت تشكل نظام بلوري ممتليء بالفراغات او المسامات، ويعزى السبب الرئيس لجعل المسام مفتوحة هو وجود تباعد كهربائي بين ذرات الأوكسجين المجاورة لوحدة التتراهيدرا (رباعية السطوح)، لذلك فهو ماده فعّالة ومحفزة في عملية الإمتصاص، ويمتلك قابلية عالية على تبادل الآيونات والإنتقائية العالية للايونات والجزيئات والمواد الأخرى التي تخترق شبكة المسام. يمتلك ثباتية حرارية مرتفعة جدا اذ انه يبقى على تلك الثباتية الى حد 12 ساعة عند 750 م^0 ويمتلك ثباتية كيميائية في مختلف المحاليل المائية عند درجات تفاعل

مختلفة (Mastinu, 2019). يمتاز بخفة الوزن وانخفاض الكثافة بسبب ما يحتويه من تجويفات ومسامات لها اهمية في خاصية التبادل الايوني التي يمتاز بها هذا المعدن مع الكتيونات في التربة والبيئة, علاوة على ذلك, انه يعتبر من المواد التي لها القابلية في السيطرة على المعادن الثقيلة والمواد المبيدة والسامة كما يعتبر منقي او كمادة مرشحة (Cabanilla و آخرون, 2016). و اكد العديد من الباحثين أنَّ الزيولايت الخام يحوي على كميات مرتفعة من العناصر الغذائية، وهذا بدوره يسهم في تأمين جزء مما يحتاجه النبات منها وزيادة إنتاجيتها كما يحسن من التوزيع الأفقي للمياه في التربة (Ahmed و آخرون, 2006). لاحظ Hatfield و Prueger (2004) ان للزيولايت اثرا كبيرا في تحسين استخدام الازوت وهذا يخفف من التأثيرات البيئية للسماد الآزوتي في مجال الزراعة. وفي تجربة اجريت في انجلترا تمت زراعة نباتاتها في تربة كلسية حصلت فيها زيادة في انتاج الحنطة بمعدل 19% عندما تمت اضافة الزيولايت المشبع بالامونيوم (Leggo , 2000) .

2-2- تأثير الزيولايت في صفات التربة

اشار He واخرون(2002) إن مخلوط الزيولايت والتربة الرملية سبب زيادة المساحة السطحية والسعة التبادلية الكاتيونية لها، وقلل تطاير النتروجين والعناصر المغذية بالرشح، وادى الى تحسين الخواص الفيزيائية لهذه التربة ، ولذلك فقد استنتج ان هذا المعدن له اثرٌ فعال في هذا النوع من الترب, التي تتعرض المغذيات والماء فيها للرشح الشديد، لذلك عند إضافة المعدن لهذه الترب يزيد من قابلية التربة على الإحتفاظ بها ، وتحسين نمو النبات (Anonymous, 2004) .

عندما يتم خلط الزيولايت مع التربة فانه يُحَسنّ من عملية الحفاظ على العناصر الغذائية ورطوبة التربة وبالتالي يؤدي الى تقليل تكاليف الاسمدة والمياه وعندما يتم خلطه مع العلف فانه يسبب زيادة الوزن في الماشية، لانه يحفز إمتصاص السموم التي تسبب أمراضا مختلفة للحيوانات وتقلل من الجهد المبذول لعملية الهضم والحاجة للمضادات الحيوية،(polat وآخرون, 2004).

اشار Rehakova وآخرون(2004) إن خلط الزيولايت مع مصدر للنتروجين يزيد كفاءة إستخدام النتروجين وجعله اقل تعرضا للفقد عن طريق الغسل والرشح، و يحسن كفاءة إمتصاصه من قبل جذور النباتات ، كما انه يقلل من تكلفة السماد بشكل كبير بسبب الإحتفاظ بالماء والمغذيات في المنطقة الجذرية لوقت طويل.

أشار Jakkula (2005) إن معاملة التربة المزروعة بالذرة بالزيولايت سبب إنتاج نباتات لم تصاب بالامراض بالرغم من عدم ظهور اعراض النقص في المغذيات قياسا مع التربة التي لم تعامل بالمعدن، إذ ادى الزيولايت الى رفع خصوبة التربة وبالتالي زيادة الغلة وتحفيز إستجابة النباتات للنتروجين في التربة ، وزيادة إمتصاص البوتاسيوم والفسفور بعملية التبادل الكاتيوني داخل وخارج بلورات المعدن و تحسين الpH. واستخدم Abdi وآخرون (2006) معدن الزيولايت الطبيعي مع التربة الرملية لتحسين صفاتها الفيزيائية ، وقد سبب تفوقا في جاهزية واستعمال الماء ومنع فقد المغذيات.

وجد Bernadie وآخرون(2008) ان الزيولايت فعالٌ في زيادة تيسر الفسفور من الصخور الفوسفاتية ويرفع من كفاءة الاسمدة الفوسفاتية والنتروجينية ويحسن نمو وانتاجية النباتات.

أشار الباحثون ايضاً إلى فاعليه الزيولايت في تقليل تطاير الامونيا بنسبة 22–41 % عند خلط اليوريا مع الزيولايت ، وتقليل النترجة المفرطة من قبل الأحياء المجهرية (Latifah واخرون,2011).

اشار Ippolito وآخرون(2011) إن CEC لمعدن الزيولايت عالية جدا تتراوح بين (100–200)$Cmol\ Kg^{-1}$، وإن معاملة التربة الرملية الخشنة به ادت الى رفع السعة التبادلية لها بمعدل اعلى من الترب الناعمة. يمتاز معدن الزيولايت بالامتزاز العالي ، ويخفض التلوث الإشعاعي بالمعادن الثقيلة في التربة ، ويسبب تقليل من إمتصاصها من قبل النباتات ، ويسيطر على التبادل الكتيوني (Vilcek

وآخرون, 2013). اشار Nozari وآخرون (2013) إن إضافة الزيولايت إلى الطبقة السطحية للتربة حسن الخواص الفيزيائية للتربة .

أشار Ghazavi (2015) إلى إن اضافة الزيولايت الى التربة الرملية في المناطق الجافة وشبه الجافة سبب تحَسّنا واضحا في السعة التبادلية الكاتيونية وقُدِرة التربة لحفظ الماء بالرطوبة وايقاف التبخر مع حصول زيادة كبيرة في قدرتها للإحتفاظ بالمواد والعناصر الغذائية كالكالسيوم والبوتاسيوم والامونيوم بالاضافة الى تحسين تجمع التربة مما سبب ازدياد الماء الجاهز في التربة.

بيّن Afrous و Goudarzi (2015) إن اضافة الزيولايت الى التربة زاد من احتفاظها بالمغذيات وقلل رشح النترات لأن المعدن يعمل على تحسين خواص التربة الفيزيائية. و استنتج Di Giuseppe وآخرون (2015) إن معدن الزيولايت يزيد ذوبانية العناصر المعدنية مثل الفوسفات .

2-3-تأثير الزيولايت في الصفات الكيميائية والخصوبية للتربة

بينت دراسات متعددة ومتوالية ان للزيولايت آثارا مختلفة تصب جميعها في تحسين خصوبة التربة وزيادة انتاجيتها. بين Leggo (2000) إن للزيوليت تأثيرا كبيرا للإحتفاظ بالمياه والنتروجين في التربة وسبب ذلك زيادة في معدلات نمو وإنتشار البكتريا التي تثبت النتروجين في منطقة الجذور وزيادة قدرة التربة للإحتفاظ بالنترات والكالسيوم والمغنيسيوم ، وتقليل فقدان النتروجين إلى خارج المنطقة الجذرية بالغسل مع الماء المصفى. اظهر Kavoosi و Rahimi (2000) إن مزج معدن الزيولايت مع الاسمدة العضوية والكيمياوية ساهم في تحَسين خصوبة التربة وزيادة قابليتها للمحافظة على المياه. أشار Chanderو Joergensem (2002) إلى زيادة الكتلة الحيوية للبكتريا عند استخدام معدن الزيولايت للتربة ، وهذا يدل على إنه غير سام للكائنات الحيّة.

اجريت تجربة من قبل Supapron وآخرون (2002) مزج فيها الزيولايت مع الاسمدة الكيميائية ولوحظ فيها زيادة جاهزية العناصر الغذائية في التربة مثل الفسفور، النتروجين، الكالسيوم، البوتاسيوم و المغنيسيوم في مدى زيادة (5.7 –18.7) ، (0.06 –0.14) ، (4.9 – 6.6) ، (127 – 150) Cmol Kg−1(0.72 – 0.96) بالتتابع، وبذلك فهو يعمل كمنظم ومثبت للسماد المعدني وناقل ممتاز ومصدر للعناصر الغذائية (Bagdasarov وآخرون, 2004). وبين Polat وآخرون (2004) إن إضافة معدن الزيولايت يحَسّن من الخواص الكيميائية للتربة ودرجة تفاعلها ، وقدرتها على التبادل الآيوني ، وزيادة خصوبتها واحتفاظها بالدرجة المثالية من الرطوبة والمغذيات الذائبة فيها. استنتج Anonymous (2004) إن معدن الزيولايت يساعد على امتزاز المعادن كالرصاص والنحاس والحد من تجمعها داخل الأجزاء الصلبة للنباتات النامية في تربة ملوثة بهذه العناصر والسيطرة عليها . في تجربة لـNesterenko (2007) بيّن فيها إن للزيولايت استخدامات مختلفة في الزراعة خاصة في إدارة الترب ، فيستعمل أمًّا لنقل المواد المغذية أو لتحريرها بصورة بطيئة ، وتحسين خواص التربة الخصوبية ، ومعالجة التربة الملوثة بالمعادن الثقيلة ، و يعمل على تحسين إنتاجية التربة.

وبين Milla´n وآخرون (2008) إن الزيولايت سبب زيادة معنوية في كفاءة السماد النتروجيني في المحاصيل العلفية ، وقلل من مشاكل البيئة ، ويطلق النتروجين والمغذيات بشكل بطيء من القنوات الداخلية للمعدن ، مما يؤدي لإمتصاصها بصورة تدريجية من المحصول.

بين Babaei و Ghorbani (2009) إن الزيولايت يمكنه امتصاص الأمونيوم من مختلف البيئات ويحرره ببطء عندما يحتاجه النبات ، وهذه صفة مميزة لهذا المعدن. ان معدن الزيولايت بصورته الطبيعية يساعد على تحسين كفاءة استعمال الفسفور ومنع تلوث التربة به بسبب عمليات الإمتصاص وتبادل الايونات للمعدن (Kulasekaran وآخرون , 2010).

في المناطق ذات المناخ الحار والجاف يتم تتحلل المواد العضوية بشكل سريع وتنخفض نسبها في التربة، وعندما يتم معاملتها بمعدن الزيولايت يخفض من معدل تحلل المادة العضوية وساهم بالأفراج البطيء للسماد والماء وقلل كمية الماء والاسمدة الواجب إضافته (Yoshidaو Truc,2011).

أستعمل الزيولايت في مجال الزراعة ليوفر فقدان المواد الغذائية ويحسن كفاءة إستخدام الاسمدة والتخلص من اضرارها وبالتالي تحسين النمو والإنتاج لدور المعدن في تحسين خواص التربة الخصوبية (Azarpour وآخرون ,2011).

إن اضافة الزيولايت الى التربة يسهم في ايقاف كثافة عملية النترجة قرب الجذر، وذلك لدخول ايون الأمونيوم داخل المعدن ، وزيادة كفاءة التغذية النتروجية بهذا المعدن إذ إنخفضت النترات من 78% إلى 66% وإنخفض تركيزها في المياه الجوفية وظهرت زيادة ملحوظة في محتوى التربة من الأمونيوم من 24 إلى 59% بعد 3 شهور من إضافة المعدن للتربة (Vilcek وآخرون ،2013).

إن الزيولايت يمنع فقدان ايونات الأمونيوم الزائدة عن الحاجة ، ويحررها إلى محلول التربة بالتدريج ، وعندما تتم إضافة هذا المعدن إلى التربة فانه يساعد على استقرارية التبادل الآيوني سريعا ، ويبقى المعدن فعّالاً في التربة لسنوات عدّيدة (Torma وآخرون , 2014) .

في تجربة لـ Goudarzi و Afrous (2015) لدراسة فعالية معدن الزيولايت في زيادة كفاءة معدل إمتصاص الآيونات من محلول التربة اذ بين الباحثان حصول زيادة في معدل إمتصاص المنغنيز والأمونيوم والالمنيوم والحديد والمغنيسيوم بنسبة 90% ، وإن معدل الإمتصاص كان سريعا جداً للأمونيوم في اول ثلاثة اشهر وبعد خمسة أشهر وصلت قابلية الإمتصاص بين 68.5–86.9 ملغم كغم$^{-1}$.

وبينت عبد الحسن (2018) ان الزيولايت ساهم في تحسين خواص التربة الرملية الفيزيائية من خلال زيادة المسامية الكلية ، الماء الجاهز ، إمتصاصية التربة للماء. و تقليل قيم الكثافة الظاهرية ،الحقيقية ورفع سعتها التبادلية الكاتيونية وزيادة تيسر العناصر الغذائية الأساسية الكبرى والصغرى في التربة N الجاهز وP الجاهز وK الجاهز و Ca الذائب و Mg الذائب.و ارتفاع قيم درجة تفاعل التربة إلى قيم تقترب من القلوية.

2-4- تأثير الزيولايت في النمو الخضري والحاصل ومكوناته لمحصول الحنطة

تزايد استخدام مجموعات مختلفة من المعادن في عملية الزراعة وتدعى بمجموعة الزيولايت , اذ ان لهذه المجموعة صفات متعددة منها (التبادل الأيوني الانتقائي حجز وتحرير الماء الخواص الادمصاصية , حماية وصيانة التربة- الخصبة) جعلتها تسهم بشكل كبير في مجال الزراعة والتكنولوجيا الزراعية (Mumpton and Fishman , 1977). و بين Carrion وآخرون (1994) ان اضافة الزيولايت الطبيعي مع التسميد النتروجيني على محصول الذرة في الولايات المتحدة سبب زيادة معنوية في الوزن الجاف للذرة . ذكر Vera (1998) ان الزيولايت الطبيعي اسهم بصورة معنوية في زيادة التركيب الضوئي والحاصل الحيوي لنباتي الذرة والشعير .

لاحظ Wiedenfeld (2003) حصول إنتاجية عالية للحنطة عند اضافة الزيولايت للتربة وذلك لامتزازه العناصر الكبرى مثل النتروجين والفسفور ذات التأثير الكبير في نمو وإنتاج المحصول.

إن الزيولايت مفيد لزيادة كفاءة استخدام المغذيات في مجموعة من المحاصيل مثل الذرة فهو يعمل كسماد بطيء الاطلاق للنترات والانيونات الاخرى Li وآخرون (2003) .

يستعمل معدن الزيولايت في الزراعة ويمتاز بكفاءته في هذا المجال، إذ يستخدم في زراعة مجموعة واسعة من المحاصيل الحقلية بما في ذلك محاصيل الحبوب (Anonymous , 2004).

وجد Khan وآخرون (2008) حصول نمو مبكر وزيادة إنتاج نبات فول الصويا في تربة معاملة بمعدن الزيولايت ، وبين Falkon وآخرون (2009) أن إضافة الزيولايت إلى ترب تعاني من إنخفاض الإنتاج بنسبة 54% أدت إلى خفض هذا المعدل إلى 16% .

بين الخلف (2010) حصول تغير ايجابي كبير في رطوبة التربة وزيادة قابليتها على حفظ الماء مع زيادة كميات الزيولايت المضافة (1100,700,300,0) كغم دونم$^{-1}$ اذ بلغت نسبة الزيادة في الرطوبة حوالي (% 10.71) في المستوى 700 من الاضافة قياسا بمعاملة المقارنة مع تحسن ملحوظ في خواص، التربة الخصوبية اذ زادت كمية العناصر الغذائية الاساسية (N P K) وخاصة الفسفور الذي زاد تركيزه بمقدار حوالي 10 ppm عن قيمته عند معاملة المقارنة (بدون اضافة) وزيادة العناصر الصغرى(الحديد ,النحاس ,المنغنيز) المتيسرة للنبات اذ كانت نسبة الزيادة في الحديد بفارق 4ppm عن قيمته عند معاملة المقارنة وذلك بسبب قابلية معدن الزيولايت على مسك المغذيات في داخل بنائه الفراغي وامداد النبات بها عند وقت الحاجة والتحسن بخواص، التربة الخصوبية والرطوبية وفي بناء التربة أدى الى زيادة انتاجية الذرة الصفراء أي (الحبوب والحاصل الحيوي بنسبة (% 47.3) وايضا زيادة محصول الحنطة(الحبوب والقش) بنسبة حوالي (% 47.2)وذلك عند معدل اضافة 1100 كغم دونم$^{-1}$ من الزيولايت التركيز الذي تفوق عن بقية المستويات المدروسة.

اشار Naseri وآخرون(2012) في دراسة على محصول الذرة البيضاء بأستخدام الزيولايت إذ أدى الى زيادة محصول الذرة عند إضافة الزيولايت الى التربة لاثره في زيادة جاهزية الماء والعناصر الغذائية.

ان إضافه الزيولايت للتربة الرملية بنسبة 10% خلطا مع اليوريا والسماد ادى الى زيادة نمو وانتاج الحنطة ومكونات الحاصل نتائج مماثلة تم الحصول عليها عندما استخدم الزيولايت مباشرة الى التربة (Khodaei , Joghan وآخرون2012) .

تم استخدام مزيج من الزيولايت و النتروجين والفسفور على محصول الرز اذ اظهرت النتائج ان الزيولايت وحده يمكن ان يكون كافيا لتجهيز النباتات بالمغذيات مما حسن و زاد الانتاج بنسبة% 20 و قلل خسائر اليوريا بنسبة % 8 و زاد الحاصل بنسبة % 5 كما سبب الزيولايت المستخدم لتعديل الترب الرملية زيادة في كفاءة التربة على حفظ الماء بنسبة % 10 و % 15 من السعة المائية للتربة (Bernardi وآخرون ,2013).

وقد اكتسب الزيولايت هذه الخواص نتيجة تعدد الفوائد الناتجة من تطبيق في الماضي القريب الرائد في بدء العمل في المجال الزراعي هي اليابان ففي سنة 1960 اذ استعمل الفلاحون اليابانيون على مدار سنوات متعددة للسيطرة على محتوى الرطوبة وزيادة درجة حموضة التربة البركانية الحمضية وتقليل خسائر الأمونيا بعملية التطاير وزيادة كفاءة استخدام النتروجين (Ramesh وآخرون2015) .

بين Ghazavi (2015) ان الزيولايت يحتفظ بالمغذيات في منطقة الرايزوسفير لكي تستعملها النباتات عند الحاجة , هذا يؤدي الى رفع كفاءة استخدام العناصر المغذية وبالتالي عائد اعلى. كما سجل غايرلي وآخرون (2015) كفاءة خام الزيولايت الطبيعي في اتاحة بعض المغذيات في التربة وعلى انتاج محصولي الحنطة والقطن في التربة الجبسية اذ بينت النتائج حصول تفوق معنوي في إنتاج محصول القطن عند زيادة الاضافة من الزيولايت كما اشارت النتائج في تجربة الحنطة ان افضل تركيز للإضافة الزيولايت هو 90 م ^{3} هـ$^{-1}$ومن خلال دراسة قيم وتراكيز العناصر الكبرى في التربة بعد الحصاد تمت

ملاحظة زيادة النتروجين المعدني والفسفور والبوتاسيوم الجاهز تدريجيا بشكل معنوي مع اضافة الزيولايت .

اشار عبد الحسن (2018) لحصول زيادة معنوية في صفة طول الجذور, عدد الفروع, المساحة الورقية , ارتفاع النبات وقطره ,عدد السنابل,عدد الحبوب لكل سنبلة ووزن 1000 حبة لمحصول الحنطة المزروعة في أصص تمت معاملتها بمعدن الزيولايت.

بينت حسين (2019) تفوق معاملة 4% زيولايت للشكلين (الخشن والناعم) في زيادة نسبة النتروجين والفسفور والبوتاسيوم الجاهز في التربة بعد الحصاد وكذلك زيادة محتوى النتروجين والفسفور والبوتاسيوم داخل النبات وصفة مساحة ورقة العلم وصفة عدد الحبوب لكل سنبلة وصفة وزن الف حبة وصفة حاصل الحبوب وصفة الحاصل الحيوي .

2-5-تقنية الاسمدة النانوية

تعتبر تقنية الاسمدة النانوية تقنية حديثة ،اذ ان اول من اعلن عنها هو العالم الفيزيائي الامريكي ريشارد فينمان Richard Feynman عام 1959 ، اذ تنبأ بإمكانية التفكير في تقانات صغيرة الحجم وعالية في الدقة لتنجز اغراضا علمية مختلفة يمكنها تغيير خواص اي مادة وتعظيم مميزاتها وذلك عن طريق ترتيب جزيئاتها بالشكل الذي يرجى منه الحصول على تلك الخواص المتميزة والمختلفة تماما عن سماتها الاصلية قبل اعادة هيكليتها ويتم ذلك من خلال العلاقة التي تربط بين بيئة المادة والخواص التي تتميز بها (الاسكندراني ، 2009).

وقد تطورت صناعة الاسمدة اذ شملت صناعة السماد التركيبي بطيء التحلل وكذلك السماد المغلف المعروف بالسماد النانوي والسماد الذكي بيئيا وصديق البيئة ولا سيما السماد النيتروجيني الذي يعد اكثر تلويثا للبيئة وهذا التطور ادى الى التخلص من تلك المشكلة وزاد من كفاءة استخدام النيتروجين بحدود

8% وزادت كفاءه الانتاج بحوالي 5–7% الى جانب زيادة الانتاج فان هذه التقنية في مجال الزراعة فأنها تؤدي ادوارا مهمة في تقليل الصرفيات وزيادة الايرادات وتقليل التكاليف لأنها تؤدي الى تقليل مشاكل الزراعة وزيادة انتاجية المحاصيل (Mehrotra وآخرون, 2010).

بين Silva واخرون (2011) ان تقنية النانو تقدم مواد واجهزة نووية لها اثرا كبيرا في مجال الزراعة مثل جهاز الاستشعار الحيوي النانوي والكشف عن حالة المواد والعناصر المغذية في التربة واداره مشاريع المياه كما ان المواد النانوية لها اثرا مهما في القضاء على الافات والفطريات وتحسين نمو النبات وزيادة حاصله كما ونوعا (Naderi and Abdi , 2012).

تسبب الاسمدة النانوية زيادة في مقاومة النبات لمختلف الظروف منها الاجهاد والامراض والجفاف وكذلك الحفاظ على الاصناف للمحاصيل الزراعية وكذلك مساهمتها في نقل المواد الغذائية من مناشئها الى المصبات المتمثلة بالحبوب ومختلف اجزاء النبات كما يحفز عمليه البناء الضوئي (Lin واخرون, 2014) ومن فوائد هذه التقنية هي تشجيع اسطح التماس بين السماد وجزيئات التربة وتحفيز الجاهزية الحيوية لزيادة الانتاج وقلة تكلفته كذلك يصبح تحلل العناصر غير ملوث للبيئة (Moslemi و آخرون، 2014) يتميز سماد النانو بصغر حجم جزيئاته التي تصل غالبا الى حجم البذرة ورغم هذا فانه لا يتاثر في قوانين الفيزياء الكلاسيكية ولكنه يخضع لقوانين الفيزياء الكمية وهذا يؤثر بصورة واضحة في السلوك الجزيئي والكهربائي للمواد (Agranwal و Rathore,2014). ويعتبر بمثابة انتقالة علمية لا تقل أهميتها عن الثورة الصناعية التي غيرت العالم الى عصر صناعي لذا اصبحت محل اهتمام عالمي واسع يؤثر بشكل كبير في الحياة وانماطها لدوره في الاقتصاد المالي والطب الحديث (صالح، 2015).

على مستوى الصناعة استخدمت هذه التقنية في صناعة الملابس والدواء وعلى مستوى الزراعة فقد دخلت في مجالات صناعة الاسمدة بسبب تاثيرها في النبات من خلال امتصاص الاسمدة وان استخدامها قلل بشكل كبير من استخدام السماد التقليدي (Khan وآخرون، 2017).

لاحظ حسن وآخرون (2019) ان عملية استخدام وتجزئة الاسمدة المعدنية والنانوية كانت فعالة بحيث كان هناك فروق معنوية عالية بين مستوياتها وعلى مستوى اغلب الصفات المدروسة . و تصنع الاسمدة النانوية بطرق فيزيائية وكيميائية باستخدام تقنيه النانو اذ تتحسن خواصها وبذلك يمكن ان تعزز الحاصل النهائي وتزيد من جودته (Elemike وآخرون, 2019).

2-6- السماد المركب NPK في التربة

تعبر نسجة التربة عن المدى الذي تتوزع فيه حجوم الدقائق الصغيرة للتربة الرمل والطين والغرين اذا ان التربة تتكون من هذه الدقائق بغض النظر عن حجمها وبذلك فان التربة تحمل خواصا كمية ونوعية ومن الخصائص النوعية هي ملمس التربة فيما اذا كانت خشنة او ناعمة (عودة, 1990).

أكد راهي واخرون (1995) ان امتصاص الفسفور عند زيادة اضافته كانت بسبب تيسره في التربة وهذه الزيادة ناتجة من خلال ذوبان السوبر فوسفات اما سماد اليوريا الذي تم اضافته الى التربة ادى الى زيادة جاهزية الفسفور فيها.

يضاف النيتروجين الى التربة عن طريق الاسمدة الحيوانية العضوية او المخلفات النباتية او انه يتحرر من المواد العضوية بسبب المعدنة والاحياء المجهرية ويفقد بطرق مختلفة منها امتصاصه عن طريق النبات بشكل امونيوم ونترات وتقدر الكميات التي تمتصها المحاصيل من 50الى 250 كغم لكل هكتار في السنة الواحدة (Havlin و آخرون, 2005).

ان كمية الفسفور الذائبة في التربة قليلة جدا وتقدر 0.3-3 ملغم. كغم في الترب الزراعية وهناك عوامل مختلفة تؤثر في تحولاته كوجود الكالسيوم وانواع المعدن الطينية ودرجة pH والزمن (العبدلي, 2005).

يعد النيتروجين الموجود في الهواء الجوي احد اهم مصادر النيتروجين الرئيسي للتربة اذ يمثل 78% حجما و75% وزنا من الغلاف الجوي ولا يمكن للنباتات ان تستفيد منه الا اذا اتحد مع الاوكسجين في اثناء البرق اذ يشكل بذلك اكاسيد النيتروجين الذائب بماء المطر فينتقل الى التربة بعد سقوط المطر عليها وتقدر تلك الكميات سنويا 3–5 كيلوغرام لكل هكتار في المنطقة الرطبة واقل منه في المناطق الجافه اذا ان 70% من هذا النيتروجين يصل الى دقائق التربة اما عن طريق الاحياء المجهرية او عن طريق التثبيت (ابو نقطه والشاطر, 2011).

2-7-دور NPK في النبات ونمو وإنتاجية المحاصيل

يعد سماد NPK مهما وضروريا في نمو النبات ولا يمكن لأي نبات ان يستمر في سير فعالياته الحيوية عند غياب احد هذه العناصر ولا يكمل دورة حياته الا عند توفرها ففي المراحل الاولى من نمو النبات فانه يحتاج لعنصر الفسفور الضروري لتكوين مجموعه الجذري وانتشاره وهذا ما يساعد النبات في الحصول على كافة العناصر الغذائية والماء من محيط الجذر اما عند المرحلة الثانية من حياة النبات فانه يمر في مرحلتي النمو والاستطالة وهذا ما يسبب حاجة النبات الى النيتروجين بجرعات كبيرة لكي يستطيع ان يكون الساق والاوراق وفي المرحلة الثالثة من النمو فان النبات يحتاج الى تسميد البوتاسيوم لتكوين الازهار والبذور اذ انه يساعد في عمليات التلقيح والتزهير وتكوين البذرة والاخصاب وهذا ما يؤدي الى زيادة الانتاجية ويحسن من صفات البذور نوعا وزيادتها كما (Ball واخرون, 2001).يعد النيتروجين من اهم العناصر الغذائية التي تنتمي الى مجموعة العناصر الكبرى التي يحتاجها النبات في مرحلة البزوغ وصولا الى مرحلة الأزهار وامتلاء الحبوب اما نقصه فانه يسبب خللا في تكوين الخلية ونقصان نسب البروتين فيها واصفرار الاوراق مما يؤدي الى تسريع شيخوخة الورقة وانهاء دورة حياه النبات (Moraditochaee, 2012). اشار عطية واخرون (2001) ان التسميد

بالنيتروجين يلعب دورا مهما في عملية انقسام الخلية اذ يزداد نشاطها المرستيمي ثم تتسع بعد ذلك المساحة السطحية للورقة كما يسبب زيادة في كفاءة البناء الضوئي وبالتالي زيادة المادة الجافة وإنتاجها فيزداد النمو الخضري. يدخل النيتروجين في بناء الاحماض الامينية والتي تشكل الهيكل الاساسي لبناء البروتين كما يدخل في بناء المركبات الطاقة NADPH, ATP والهرمونات والفيتامينات والمايتوكوندريا والبلاستيدات ويشترك مع المغنيسيوم في تركيب جزيئة الكلوروفيل (ابو نقطة والشاطر, 2011). وقد اشار Jones (2011) ان اكثر من 70% من عنصر النيتروجين يتراكم في بداية ملئ الحبوب و55% نيتروجين الحبوب يأتي بسبب انتقاله من الاوراق والسيقان الى الحبة. ان عملية امتصاص النتروجين تمتاز بانها عملية بطيئة من قبل النبات وخاصة في مراحل النمو المبكرة اي البزوغ وتكوين التفرعات اما على صعيد امتصاصه له فتبدأ من مرحلة الاستطالة الى مرحلة طرد السنابل (Benin واخرون, 2012) .ان احد اسباب فقد النيتروجين بالرشح والتطاير هو اضافته دفعة واحدة وعدم تقسيمه الى مراحل اضافة بشكل دفعات لذا اشارت الدراسات الى ان نسبه 33% تفقد عن طريق اضافته دفعة واحدة وهذا ما دفع الباحثون الى التفكير في طريقة تجزئة الاضافة بالاعتماد على مراحل نمو النبات (Leta واخرون, 2013).

اشار البدراني والرومي (2013) في تجربة لتأثير مستويات مختلفة من النتروجين في بعض صفات النمو والحاصل لتراكيب وراثية من محصول الحنطة أن صفات عدد السنابل وعدد حبوبها ووزن 1000حبة ازدادت بنسبة 50.23 و 37.66 و34.48 عند زيادة مستوى النتروجين من 0 الى 160 كغم هـ$^{-1}$.

توصل تاج الدين (2007) إلى زيادة صفات وزن 1000 حبة وحاصل الحبوب والحاصل البايولوجي ودليل الحصاد من 34.95 غم و 4.80 طن هـ$^{-1}$ و 14.81 طن هـ$^{-1}$ و 32.39 % إلى 35.33

غم و 5.42 طن هـ$^{-1}$ و 16.86 طن هـ$^{-1}$ و 32.49 % عند زيادة مستوى الفسفور المضاف إلى حنطة الخبز من 0 إلى 100 كغم هـ$^{-1}$ بالتتابعP.

أشار الاركوازي (2010) إلى أن إضافة النتروجين إلى نباتات الحنطة بالمستوى400 كغم يوريا هـ$^{-1}$ والفسفور بالمستوى 240 كغم سوبر فوسفات هـ$^{-1}$ إذ أعطت نسبة زيادة في وزن1000 حبة بلغت 47.48 و 59.77 % وحاصل الحبوب 85.24 و 91.39 % قياسا بمستوياتهما 0 و 100 و 200 كغم يوريا هـ$^{-1}$ و 0 و 120 و 360 كغم سوبر فوسفات هـ$^{-1}$ ، وأعطت معاملة التداخل بين أعلى مستويين من النتروجين والفسفور نسبة زيادة في حاصل الحبوب بلغت 326.77 % بالمقارنة مع عدم إضافتهما. أدى إضافة النتروجين والبوتاسيوم بالمستوى 200 كغم إلى حنطة الخبز 160 K كغم + N هـ$^{-1}$ إلى إنتاج أعلى عدد من السنابل 395.50 سنبلة م^{2} وعدد حبوب السنبلة 53.56 حبة سنبلة$^{-1}$ ووزن 1000 حبة 38.72 غم وحاصل الحبوب 5.13 طن هـ$^{-1}$ كما أنه أعطى أعلى القيم لطول السنبلة 11.75 سم وللحاصل البيولوجي 14.08 طن هـ$^{-1}$ ودليل الحصاد 36.46 % بالمقارنة مع قيمها عند عدم إضافتهما أو إضافة النتروجين والبوتاسيوم منفردين (اليساري ، 2012).

ان التغذية الورقية بسماد NPK تعتبر بمثابة رد فعل إيجابي نحو توجيه عملية التسميد ضمن التوازن البيئي المعقول في التربة ومحيطها فهي تزيد من كفاءة النبات من امتصاص ما تيسر من هذه العناصر في محلول التربة قبل تمثيله حيوياً أو فقده عن طريق الغسل والتطاير كما في النتروجين (Pholsen and Suksri , 2001). يعد البوتاسيوم أحد المغذيات الضرورية الكبرى التي يحتاجها النبات ، إذ تم تسميته بالأيون الموجب الرئيس. وان الصفة المميزة للبوتاسيوم هو وجوده على شكل أيونٍ حرٍ داخل انسجة النبات ولا يدخل في تركيب أي مركب عضوي للنبات (Havlin وآخرون, 2005).

وجد السعيدان (2019) في تجربته على محصول الحنطة ان المستوى السمادي المضاف (0.25(P,N) المعدني + 0.75 (P,N) النانوي) قد حقق أعلى متوسط في صفة النتروجين في الحبوب بلغ 2.0993% مقارنة مع باقي المستويات وبفارق معنوي عن مستوى التوصية للسماد النانوي المضاف (N,P 100% نانوي) الذي أعطى أقل متوسط للصفة بلغ 2.0140%.

بين العبساوي (2020) تفوق المستوى F4 (50%NPK معدني)+(50% NPK النانوي) في زيادة نسبة النتروجين والفسفور في الحبوب وتفوق المستوى F3 (25% NPK معدني) + (75% NPK النانوي) في زيادة نسبة البوتاسيوم في الحبوب.

بين الحساني (2021) تفوق معاملة T9 (100% توصية معدنية + 3غم لتر$^{-1}$ تسميد نانوي) في زيادة نسبة النتروجين و الفسفور والبوتاسيوم في النبات وزيادة صفة ارتفاع النبات وصفة عدد الاشطاء وصفة مساحة ورقة العلم وصفة الوزن الجاف وصفة عدد الحبوب في السنبلة وصفة الحاصل الحيوي كذلك تفوق معاملة T8 (100% توصية معدنية + 1.5 غم لتر$^{-1}$ تسميد نانوي) في زيادة صفة طول السنبلة وصفة عدد السنابل وصفة حاصل الحبوب .

3- المواد وطرائق العمل Material and Methods

3-1- موقع تنفيذ التجربة

نفذت تجربة حقلية خلال الموسم الزراعي الشتوي (2020-2021) في تربة مزيجة في محطة الابحاث والتجارب الزراعية لكلية الزراعة – جامعة المثنى في حقل ال بندر. بهدف دراسة تاثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت في صفات التربة الخصوبية والكيميائية ونمو وإنتاجية الحنطة .*Triticum aestivum* L (صنف بحوث 22) لتجربة تضمنت معاملاتها ثلاثة مستويات من الزيولايت وست مستويات من NPK النانوي والمعدني.

3-2-تهيئة الأرض وعمليات الخدمة

حرثت الأرض بالمحراث المطرحي القلاب مرتين وبصورة متعامدة ولعمق 30سم تقريبا ونعمت بواسطة الامشاط القرصية وسويت ثم فتحت فيها السواقي الرئيسية والفرعية ثم اخذت عينات التربة عشوائيا من العمق 0-30 سم من مواقع مختلفة من الحقل ومن ثم مزجت جيدا لمجانستها وجففت هوائيا ونعمت باستخدام مطرقة بولي اثلين ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم ومن ثم اخذت منها عينة مركبة لغرض تقدير بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة الدراسة المبينة في الجدول رقم (1) .

عمليات خدمة المحصول إذ تضمنت ري كل وحدة تجريبية حسب الحاجة بدءا من موعد الزراعة وحتى موعد النضج وتم رفع الادغال يدويا وحسب الحاجة لذلك.

3-3- تصميم التجربة وتقسيم الحقل

إعتماداً على طبيعة العوامل الداخلة في الدراسة تم تطبيق التجربة بترتيب القطع المنشقة (Split- plot- design) باستعمال تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) بثلاثة مكررات, إذ تمت إضافة السماد المركب NPK النانوي والمعدني في القطع الرئيسية والزيولايت بالقطع الثانوية وبواقع 54 وحدة تجريبية، إذ تضمن كل قطاع 18وحدة تجريبية اذ تم تقسيم الحقل الى الواح مساحتها (2×2=4 م^2) ضم كل لوح على ثمانية خطوط وطول الخط 2م وبمسافة 20سم بين كل خط واخر وذلك باستعمال اله يدوية طول 20سم صنعت للضبط المسافة بين الخطوط واله يدوية اخرى طول 10سم لغرض ضبط المسافة بين الخطوط واكتاف الوحدة التجريبية وتركت اكتاف بين الوحدات التجريبية بمسافة 0.5 سم ومسافة 3م بين المكررات ومن ضمنها السواقي وتم زراعة الالواح ببذور صنف بحوث (22) بتاريخ 11 تشرين الثاني بمعدل بذار 120كغم هـ$^{-1}$ (النشرة الأرشادية،2012) إذ تم بذار كل وحدة تجريبية 48 غم لوح$^{-1}$ بواقع 6 غرام لكل خط وبعدها تم ري الارض الرية الاولى بتاريخ 12 تشرين الثاني 2020 وحصدت بتاريخ 2021/4/15.

جدول (1): بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة قبل الزراعة

الصفة		القيمة	الوحدة
درجة تفاعل التربة (pH) 1:1		7.58	ـــــــــــ
درجه الايصالية الكهربائية (ECe)		3.72	ديسي سمينز م$^{-1}$
السعه التبادلية الكاتيونية (CEC)		10.20	ملي مكافئ لكل 100 تربة
المادة العضوية		10.50	غم كغم$^{-1}$
النتروجين الجاهز		29.00	ملغم كغم$^{-1}$ تربة
الفسفور الجاهز		11.30	
البوتاسيوم الجاهز		112.00	
CaCO3		297.00	غم كغم$^{-1}$
CaSO4		0.91	
مفصولات التربة	الرمل	33.40	%
	الغرين	44.90	
	الطين	21.60	
النسجة		مزيجة (Loam)	

***مختبر كيمياء التربة– كلية الزراعة – جامعة المثنى**

3-4-معاملات الدراسة : تضمنت التجربة دراسة عاملين:

3-4-1-الزيولايت: الذي إضيف خلطاً مع التربة (ويرمز له بالرمز Z) و هو على ثلاثة مستويات:

1- المستوى الأول معاملة المقارنة بدون إضافة ورمز له بالرمز (Z0)

2- المستوى الثاني إضافة 0.5 كغم م$^{-2}$ حجما ورمز له بالرمز (Z1)

3- المستوى الثالث إضافة 1 كغم م$^{-2}$ حجما ورمز له بالرمز (Z2)

3-4-2- السماد المركب NPK النانوي والمعدني

1- بدون إضافة (المقارنة) (F0)

2- مستوى 25 % من التوصية السمادية NPK+ 800 غم هـ$^{-1}$ NPK نانوي (F1)

3- مستوى 50 % من التوصية السمادية NPK + 800 غم هـ$^{-1}$ NPK نانوي (F2)

4- مستوى 75 % من التوصية السماديةNPK + 800 غم هـ$^{-1}$ NPK نانوي (F3)

5- توصية سمادية ارضية فقط (F4)

6- توصية سمادية نانوية فقط 1600 غم هـ$^{-1}$ NPK نانوي(F5)

3-5-طرق إضافة المعاملات

3-5-1-طريقة إضافة الزيولايت : إضيف الزيولايت حجمياً من خلال معرفة طول وعرض الوحدة التجريبية وعمق التربة وكثافتها وعمل صندوق يحمل هذه الابعاد واضيف الزيولايت الى الالواح المخصصة للزراعة وبالمستويات اعلاه إذ تم خلطه مع التربة على عمق 20سم قبل اسبوع من الزراعة.

3-5-2- طريقة إضافة السماد المركب NPK النانوي والمعدني

تمت إضافة سماد NPK النانوي الى الالواح المخصصة للزراعة بالمستويات اعلاه إذ تم اضافته رشا على النباتات وعلى دفعتين الاولى عند مرحلة التفرعات اما الدفعة الثانية فتم اضافتها عند مرحلة التزهير اما PK الارضي فتم خلطة مع التربة قبل الزراعة بالمستويات أعلاه حيث اضيف السماد الفوسفاتي بالمستوى 100كغم P هـ$^{-1}$ على هيئة سماد السوبر فوسفات الثلاثي TSP(P%21) قبل الزراعة كما اضيف السماد البوتاسي بالمستوى 100كغم K هـ$^{-1}$ على هيئة سماد كبريتات البوتاسيوم (K%42) قبل الزراعة واضيف النتروجين بالمستوى 150كغم هـ$^{-1}$ على هيئة اليوريا (N%46) (علي واخرون،2014) على دفعتين في مرحلة التفرعات ومرحلة قبل طرد السنابل .

3-6-صفات النمو الخضري عند مرحلة التزهير

3-6-1- NPK % في النبات عند مرحلة التزهير

طحنت العينات النباتية المتضمنة الجزء الخضري (الساق والاوراق) بعد تجفيفها عند درجة حرارة 65 درجة مئوية لحين ثبات الوزن وبأستخدام المطحنة الكهربائية وبعد ذلك هضمت العينات المطحونة بأستخدام حامض الكبريتيك وحامض البيروكلوريك المركزين وبعدها ينقل الى دورق حجمي ويكمل الحجم بالماء المقطر وفقاً لطريقة (Gresser و Parson ، 1979) وقدر منها :

1-النتروجين (%)

قدر النتروجين باستخدام جهاز المايكروكلدال حسب طريقة Bremner وفقا لما جاء في Page وأخرون (1982). وتم حساب النسبة المئوية للنتروجين.

2- الفسفور(%)

قدر الفسفور بأستعمال مولبيدات الامونيوم وحامض الاسكوربيك وباستعمال جهاز المطياف الضوئي Spactrophotometer بطول الموجي 882 نانوميتر حسب طريقة Olsenو Watanabe وفقا لما جاء في Page وأخرون (1982) وبالاستعانة بمنحني الفسفور القياسي استخرج تركيز الفسفور ومن ثم قدرت نسبتة المئوية .

3- البوتاسيوم(%)

قدر تركيز البوتاسيوم باستخدام جهاز Flam_photometer حسب طريقة Pratt كما ورد في(Page واخرون, 1982).

3-6-2- إرتفاع النبات (سم)

تم قياس ارتفاع النبات لعشرة نباتات اختيرت بصورة عشوائية داخل الوحدة التجريبية عند النضج الفسيولوجي بدءا من مستوى سطح التربة الى نهاية السنبلة من دون السفا بواسطة شريط مدرج.

3-6-3- مساحة ورقة العلم (سم^2):

حسبت من معدل عشرة اوراق علم اختيرت بصورة عشوائية من الخطوط الوسطى لكل وحدة تجريبية حسب المعادلة التالية:

مساحة ورقة العلم (سم^2) = (طول ورقة العلم × اقصى عرض لها × معامل التصحيح 0.95) (Thomas,1975).

3-7- الصفات الكيميائية في التربة

3-7-1-NPK في التربة

اخذت عينات التربة من كل وحدة تجريبية من العمق 0-20سم تقريبا (التربة الملاصقة للجذور) في مرحلتي التزهير بنسبة 50% وبعد حصاد النباتات ثم مزجت العينات جيدا لمجانستها واخذ وزن مناسب لغرض اجراء التحاليل وبعدها تم تقدير :

1-النتروجين : قدر النتروجين باستخدام جهاز المايكروكلدال حسب طريقة Bremner وفقا لما جاء في (Page وآخرون , 1982) .

2-البوتاسيوم: تم تقدير ايون البوتاسيوم باستخلاصة بمحلول خلات الأمونيوم (1N) وبعدها تم التقدير بجهاز اللهب الضوئي Flame-Photometer, وكما ورد في (Black, 1965).

3-الفسفور:تم استخلاص الفسفور باستعمال NaHCO3 (0.5N) كما ورد في طريقة Olsen ثم طور اللون بمولبيدات الأمونيوم وحامض الأسكوربيك وقدر بجهاز المطياف الضوئي على طول موجة قدرة 882 نانوميتر , وحسب ماورد في (Page وآخرون , 1982) .

3-8- صفات الحاصل ومكوناته بعد مرحلة الحصاد

3-8-1- NPK في الحبوب %

اخذت عينة حبوب من كل وحدة تجريبية وتم طحنها وتم هضم هذه العينة كل على حدة اذ اخذ مقدار 0.2غم من كل عينة وهضمت باستعمال حامض الكبريتيك والبيروكلوريك المركزين بنسبة (3:1) حسب (Haynes ، 1980) وبعد اتمام عملية الهضم نقلت العينات الى دورق حجمي سعة 50 مل واكمل الحجم بالماء المقطر وبعدها تم تقدير :

1-النتروجين: قدر بجهاز المايكروكلدال حسب طريقة Bremner (1970) وكما وردت في (Page و آخرون, 1982).

2-الفسفور: قدر بجهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer وكما وردت في (Page و آخرون, 1982).

3-البوتاسيوم: قدر بجهاز Flame photometer وحسب ما وردت في (Haynes ، 1980).

3-8-2- طول السنبلة(سم): تم حساب معدل طول عشر سنابل اختيرت عشوائيا من كل وحدة تجريبية بأستخدام شريط مدرج.

3-8-3- عدد الحبوب في السنبلة (حبة سنبلة $^{-1}$): تم تقديره كمتوسط لعشرة سنابل اختيرت عشوائيا من الخطين الوسطين بمساحة 0.8 م^2 من كل وحدة تجريبية بعد تفريط هذه السنابل يدويا وحساب عدد الحبوب في السنبلة .

3-8-4- وزن 1000حبة (غم): تم تقدير وزن الف حبة بصورة عشوائية من حاصل الحبوب لكل وحدة تجريبية بمساحة 0.8 م^2 وعدت يدويا ثم وزنت بميزان حساس.

3-8-5- حاصل الحبوب (طن هـ$^{-1}$) : قدر من حصاد خطين من الخطوط الوسطى بمساحة 0.8 م^{2} من كل وحدة تجريبية وبعد الدراس اليدوي للنباتات المحصودة وعزل القش وتنظيف الحبوب ثم وزنت بميزان حساس ثم حول الوزن على أساس طن هـ$^{-1}$

3-8-6- الحاصل الحيوي (طن هـ$^{-1}$) : وتم قياسه للنباتات عندما تم حصاد الخطين من الخطوط الوسطى اذ يمثل الوزن الكلي للمجموع الخضري(حبوب + قش) ثم تم تحويل الوزن الى طن هـ$^{-1}$.

3-9- التحليل الاحصائي : حللت البيانات إحصائياً باستعمال البرنامج الاحصائي 12.1 Genestat , ثم قورنت المتوسطات الحسابية باستعمال اقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى إحتمالية 0.05 (الراوي وخلف الله ,1980).

4- النتائج والمناقشة Results and discussion

4-1- الصفات الكيميائية عند 50 % تزهير

4-1-1- NPK الجاهز في التربة

4-1-1-1- النتروجين الجاهز في التربة (ملغم N كغم $^{-1}$ تربة)

بينت نتائج التحليل الاحصائي ملحق (1) وجود تأثير معنوي للزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما في صفة تركيز النتروجين في التربة عند مرحلة التزهير.

أظهرت نتائج جدول (2) وجود فروق معنوية للإضافة الزيولايت بمستويات مختلفة في صفة تركيز النتروجين الجاهز في التربة عند فترة التزهير. إذ أعطى المستوىZ2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 49.94 ملغمN كغم$^{-1}$ تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة (بدون أضافة) Z0 أقل معدل لكمية النتروجين في التربة بلغ 32.89 ملغمN كغم$^{-1}$ تربة. قد يعود سبب الزيادة في تركيز النتروجين للتركيب الكيميائي للزيولايت وكبر السعة التبادلية الكاتيونية مما يؤدي الى مسك اكبر عدد من ايونات الامونيوم والنترات .أو ربما يرجع هذا التفوق الى خصائص معدن الزيولايت لخفض فقد ألامونيوم اذ ان السطح النوعي للمعدن قابل للادمصاص الأمونيوم وبالتالي منع فقدانه بشكل أمونيا او التطاير والغسل مع ماء الري (Latip واخرون,2011) وهذه النتائج تتفق مع (عبد الحسن,2018).

أشارت نتائج جدول(2) الى وجود تأثيرٍ معنوي للإضافة مستويات مختلفة من السماد المركب NPK النانوي والمعدني على قيم النتروجين الجاهز في التربة, إذ أعطى المستوى F4 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 47.22 ملغمN كغم$^{-1}$ تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة (عدم أضافة) F0 أقل معدل لكمية النتروجين في التربة بلغ 34.22 ملغم N كغم $^{-}$

[1]تربة. قد يرجع السبب في زيادة تركيز النتروجين الى زيادة في مستويات NPK المعدني مما يؤدي الى وفرة العناصر في التربة وزيادة جاهزيتها وفعاليتها وتيسرها للنبات.

أوضحت النتائج جدول(2) تأثير التداخل الثنائي بين العاملين فقد سجلت التوليفة (Z2F4) أعلى متوسط بلغ 59.00 ملغم N كغم $^{-1}$ تربة, قياسا بمعاملة المقارنة(Z0F0) التي سجلت اقل معدل لكمية النتروجين في التربة بلغ 28.00 ملغم N كغم $^{-1}$ تربة. قد يعود السبب في زيادة تركيز النتروجين الى دور تداخل الزيولايت والسماد NPK المركب ووفرتهما وان خلط معدن الزيولايت مع الأسمدة الكيميائية يؤثر بشكل معنوي على محتوى التربة من الايونات وزيادة جاهزيتها بتأثير خصائص التبادل الكاتيوني والإمتزاز لمعدن الزيولايت.

جدول (2) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز النتروجين الجاهز بالتربة (ملغم N كغم$^{-1}$تربة) عند مرحلة التزهير.

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	28.00	30.33	32.00	34.00	36.67	36.33	32.89
Z1	33.33	36.33	39.00	42.00	46.00	44.00	40.11
Z2	41.33	47.00	49.00	50.00	59.00	53.33	49.94
المتوسط	34.22	37.89	40.00	42.00	47.22	44.56	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	1.52		0.94		1.88		

4-1-1-2- الفسفور الجاهز في التربة (ملغم P كغم $^{-1}$ تربة)

بينت نتائج التحليل الاحصائي ملحق (1) وجود تأثير معنوي للزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما في صفة تركيز الفسفور في التربة عند مرحلة التزهير.

أظهرت نتائج جدول (3) وجود فروق معنوية للإضافة الزيولايت بمستويات مختلفة في صفة تركيز الفسفور الجاهز في التربة عند فترة التزهير، إذ أعطى المستوىZ2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 21.38 ملغمP كغم$^{-1}$ تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة (بدون أضافة) Z0 أقل معدل لكمية الفسفور في التربة بلغ12.27 ملغمP كغم$^{-1}$. وأن سبب تلك الفروقات قد يرجع الى اختلاف الأفراج عن ايونات الفسفور من قبل بلورات المعدن وبشكل متزامن مع مستويات الإضافة إذ يسبب الزيولايت تجميع ايونات الفسفور داخل قنواته وتقليل فقدها بالترشيح ، وتحرره وزيادة ذائبية الفسفور إلى محلول التربة عند الحاجة وبصورة تدريجية (Di Giuseppe وآخرون,2015) وهذه النتائج تتفق مع (عبد الحسن,2018).

أشارت نتائج جدول(3) الى وجود تأثيرٍ معنوي للإضافة مستويات مختلفة من السماد المركب NPK النانوي والمعدني على قيم الفسفور الجاهز في التربة, إذ أعطى المستوى F4 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 19.17 ملغمP كغم$^{-1}$ تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة (عدم أضافة) F0 أقل معدل لكمية الفسفور في التربة بلغ 13.56 ملغم N كغم $^{-1}$تربة . وقد تعود هذه الزيادة الى اثر سماد NPK المعدني المضاف أرضياً إذ ان تأثير سماد اليوريا المضاف في التربة وتحرر ايونات الامونيوم وتأكسدها بعملية النترجة مما أدى الى خفض درجة تفاعل التربة وبالتالي تحرر ايون الهيدروجين الذي يؤثر في جاهزية العناصر الغذائية ومنها جاهزية عنصر الفسفور فتزيدها في التربة والنبات (راهي و جبر, 2000).

أوضحت النتائج جدول (3) تأثير التداخل الثنائي بين العاملين فقد سجلت التوليفتين (Z2F4 و Z2F5) اعلى متوسطين بلغا 23.97 و 23.73 ملغم P كغم $^{-1}$ تربة بالتتابع , قياسا بمعاملة المقارنة (Z0F0) التي سجلت اقل معدل لكمية الفسفور الجاهز بلغ 10.13 ملغم P كغم $^{-1}$ تربة. وقد يرجع سبب تفوق التوليفات المذكورة أعلاه الى الأسباب التي ذكرت في مناقشة العوامل وهي منفردة.

جدول (3) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز الفسفور الجاهز بالتربة (ملغم P كغم$^{-1}$تربة) عند مرحلة التزهير

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	10.13	10.93	12.47	12.50	14.37	13.20	12.27
Z1	12.90	15.37	16.00	16.40	19.17	18.20	16.34
Z2	17.63	20.20	21.13	21.60	23.97	23.73	21.38
المتوسط	13.56	15.50	16.53	16.83	19.17	18.38	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	0.230		0.253		0.432		

4-1-1-3- البوتاسيوم الجاهز في التربة (ملغم K كغم $^{-1}$ تربة)

بينت نتائج التحليل الأحصائي ملحق (1) وجود تأثير معنوي للزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما في صفة تركيز البوتاسيوم في التربة عند مرحلة التزهير.

أظهرت النتائج جدول (4) وجود فروق معنوية للإضافة الزيولايت بمستويات مختلفة في صفة تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة عند فترة التزهير. إذ أعطى المستوىZ2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 131.17 ملغمK كغم$^{-1}$ تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة (بدون أضافة) Z0 أقل معدل لكمية البوتاسيوم في التربة بلغ 103.00 ملغمK كغم$^{-1}$ تربة, ربما يعود سبب هذه الزيادة الى استعمال الزيولايت الذي زاد من مقدرة التربة في حفظ الماء والمغذيات عن طريق التبادل الايوني والامتزاز وتحريرها وفقدها بشكل تدريجي (Wulو Liu , 2008) وهذه النتائج تتفق مع (عبد الحسن,2018) .

أشارت النتائج جدول (4) الى وجود تأثيرٍ معنوي للإضافة مستويات مختلفة من السماد المركب NPK النانوي والمعدني على قيم البوتاسيوم الجاهز في التربة, إذ أعطى المستوى F5 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 134.22 ملغمK كغم$^{-1}$ تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة (عدم أضافة) F0 أقل معدل لكمية البوتاسيوم في التربة بلغ 101.56 ملغم K كغم$^{-1}$تربة. قد يرجع السبب الى زيادة إضافة مستويات السماد المركب NPK إدت الى زيادة كمية البوتاسيوم الجاهز في التربة .

أوضحت النتائج جدول (4) تأثير التداخل الثنائي بين العاملين فقد تفوقت توليفة (Z2F5) على التوليفات الأخرى إذ اعطت اعلى معدل لتركيز البوتاسيوم في التربة بلغ 175.00 ملغم K كغم$^{-1}$تربة

قياسا بتوليفة المقارنة (Z0F0) التي أعطت أقل معدل لصفة تركيز البوتاسيوم في التربة بلغ 80.00 ملغم K كغم$^{-1}$ تربة.

جدول (4) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز البوتاسيوم الجاهز بالتربة (ملغم K كغم$^{-1}$تربة) عند مرحلة التزهير.

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	80.00	105.33	106.33	106.67	110.33	109.33	103.00
Z1	108.00	110.67	114.33	115.00	119.00	118.33	114.22
Z2	116.67	120.00	122.00	123.33	130.00	175.00	131.17
المتوسط	101.56	112.00	114.22	115.00	119.78	134.22	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	1.076		1.191		2.033		

4-1-2- تركيز NPK في النبات عند مرحلة التزهير 50%

4-1-2-1- النتروجين في النبات (%)

بينت نتائج التحليل الأحصائي ملحق (2) وجود تأثير معنوي للزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما في صفة تركيز النتروجين في النبات عند مرحلة التزهير.

أظهرت النتائج جدول (5) وجود فروق معنوية للإضافة الزيولايت بمستويات مختلفة على قيم النتروجين في النبات عند فترة التزهير، اذ أدت مستويات الزيولايت الى زيادة قيم النتروجين في النبات. إذ أعطى

المستوىZ2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 2.36% وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة (بدون أضافة) Z0 أقل معدل لكمية النتروجين في النبات بلغ 1.90%. قد يعود السبب في ذلك هو زيادة جاهزية وتركيز النتروجين ناتج من زيادة التهوية نتيجة لتحسين بناء التربة بواسطة الزيولايت والذي نتج عنه زيادة في تيسر الماء مما أدى الى اتاحة فرصة اكبر لجذور النباتات بالتغلغل اكثر داخل التربة وبالتالي قدر اكبر من الرطوبة للنبات اتفقت مع ماتوصل اليه Zhengواخرون (2018) و (حسين, 2019).

أشارت النتائج جدول (5) الى أن إضافة مستويات مختلفة من السماد المركب NPK النانوي والمعدني له تأثير معنوي على قيم النتروجين في النبات ,اذ أدت زيادة مستويات السماد المركب NPK الى زيادة قيم النتروجين في النبات إذ أعطى المستوى F5 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 2.44% وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة (عدم أضافة) F0 أقل معدل لكمية النتروجين في النبات بلغ 1.75%. وقد يرجع السبب الى دور السماد المركب NPK النانوي في تنشيط العمليات الحيوية وبناء مجموع خضري وجذري ذي كفاءة عالية في امتصاص المغذيات من خلال التغذية الورقية بالسماد النانوي مع زيادة امتصاص النتروجين وتمثيله من قبل النبات وهذا بدورة شجع نمو المجموع الخضري والجذري وجعلهما أكثر كفاءه في امتصاص الماء والمغذيات وبالتالي شجع النشاط المرستيمي الامر الذي ساعد النبات في تحقيق فائدة اكبر من استغلال الطاقة الضوئية وتحسين قدرة النبات على زيادة كفاءة الأجزاء الخضرية بالتمثيل الضوئي ومن ثم حصول زيادة في العناصر الممتصة ومنها النتروجين وتتفق هذه النتائج مع (السعيدان،2019) , وربما يعود هذا التفوق الى دور البوتاسيوم على تحفيز زيادة كفاءة الأسمدة النتروجينية المضافة أو الموجودة اصلا في التربة اذ يزيد قدرة التربة في مساعدة النبات من خلال امتصاص النتروجين وتحويله إلى بروتين, وهذه النتائج تتفق مع ما ذكره(Kock and Mengel, 1978).

أوضحت النتائج جدول (5) تأثير التداخل الثنائي بين العاملين فقد سجلت توليفة (Z2F5) اعلى متوسط بلغ 3.00% , بينما اعطت توليفة المقارنة (Z0F0) اقل متوسط لهذه الصفة بلغ 1.00% . ربما يعود سبب التأثير المعنوي المتداخل للزيولايت و NPK النانوي في زياده محتوى النتروجين في النبات الى دور المغذيات المتداخل في تحفيز العمليات الحيوية داخل النبات وهذه النتيجة تؤكد أثر تجزئة السماد النانوي واضافته في أوقات تتزامن مع مراحل نمو النبات وتشكيل اعضائه المختلفة وزيادة نموه الخضري العام ثم زيادة تركيز النتروجين فيه .

جدول (5) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز النتروجين في النبات (%) عند مرحلة التزهير

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	1.00	1.97	2.03	2.05	2.22	2.14	1.90
Z1	2.06	2.13	2.15	2.16	2.19	2.19	2.15
Z2	2.18	2.22	2.23	2.26	2.29	3.00	2.36
المتوسط	1.75	2.11	2.14	2.16	2.23	2.44	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	0.027		0.023		0.041		

4-1-2-2- الفسفور في النبات (%)

بينت نتائج التحليل الاحصائي ملحق (2) وجود تأثير معنوي للزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما في صفة تركيز الفسفور في النبات عند مرحلة التزهير.

أظهرت النتائج جدول (6) وجود فروق معنوية للإضافة الزيولايت بمستويات مختلفة على قيم الفسفور في النبات عند فترة التزهير، اذ أدت مستويات الزيولايت الى زيادة قيم الفسفور في النبات. إذ أعطى المستوىZ2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 0.44% وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة (بدون أضافة) Z0 أقل معدل لكمية الفسفور في النبات بلغ 0.26%. وقد تعود هذه الزيادة الى اثر الزيولايت في جعل المغذيات جاهزة وتوفير النتروجين مما يزيد امتصاص الفسفور وهذا ما يؤدي الى ارتفاع معدلاته في النبات , إذ ان امتصاص الفسفور تزيد نسبته في محلول التربة التي تحتوي النتروجين وتتفق هذه النتائج مع (حسين ,2019).

أشارت النتائج جدول (6) الى أن إضافة مستويات مختلفة من السماد المركب NPK النانوي والمعدني له تأثير معنوي على قيم الفسفور في النبات ,اذ أدت زيادة مستويات السماد المركب NPK الى زيادة قيم الفسفور في النبات , إذ أعطى المستوى F4 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 0.42% وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة (عدم أضافة) F0 أقل معدل لكمية الفسفور في النبات بلغ 0.29% قد يرجع السبب الى زيادة تركيز الفسفور الجاهز في التربة عند فترة التزهير جدول (3) وهذا مما أدى الى زيادة تركيز الفسفور في النبات .

أوضحت النتائج جدول (6) تأثير التداخل الثنائي بين العاملين إذ تفوقت التوليفة(Z2F4) بمتوسط بلغ 0.49% وبفارق معنوي عن جميع التوليفات قياسا بمعاملة المقارنة (Z0F0) التي سجلت اقل

متوسط لهذه الصفة بلغ 0.18 % . وقد يرجع سبب تفوق التوليفة المذكورة أعلاه الى الأسباب التي ذكرت في مناقشة العوامل وهي منفردة.

جدول (6) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز الفسفور في النبات (%) عند مرحلة التزهير.

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	0.18	0.20	0.23	0.28	0.34	0.31	0.26
Z1	0.29	0.36	0.37	0.37	0.42	0.41	0.37
Z2	0.39	0.43	0.44	0.45	0.49	0.46	0.44
المتوسط	0.29	0.33	0.34	0.36	0.42	0.39	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	0.010		0.007		0.014		

4-1-2-3- البوتاسيوم في النبات (%)

بينت نتائج التحليل الأحصائي ملحق (2) وجود تأثير معنوي للزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما في صفة تركيز البوتاسيوم في النبات عند مرحلة التزهير.

أظهرت النتائج جدول (7) وجود فروق معنوية للإضافة الزيولايت بمستويات مختلفة على قيم البوتاسيوم في النبات عند فترة التزهير، اذ أدت زيادة مستويات الزيولايت الى زيادة قيم البوتاسيوم في النبات ,إذ أعطى المستوىZ2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 2.87% وبفارق معنوي عن جميع المستويات

الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة (بدون أضافة) Z0 أقل معدل لكمية البوتاسيوم في النبات بلغ 2.58%. وقد يعزى سبب هذا التفوق لدور الزيولايت في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة ورفع قابليتها على مسك الماء ، وجعله بصورة جاهزة للنبات ، ومسك العناصر الغذائية ، وعدم تعرضها للرشح (Bozorgi وآخرون 2012) وتتفق هذه النتائج مع عبد الحسن,(2018).

أشارت النتائج جدول (7) الى أن إضافة مستويات مختلفة من السماد المركب NPK النانوي والمعدني كان له تأثير معنوي على قيم البوتاسيوم في النبات , إذ أعطى المستويان F3 و F4 أعلى المتوسطات لهذه الصفة بلغت 2.79 و 2.82% بالتتابع وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة (عدم أضافة) F0 أقل معدل لكمية البوتاسيوم في النبات بلغ 2.58%. قد يعود السبب الى إضافة السماد المركب NPK في زيادة الكمية المجهزة والمتيسرة الى النبات وبذلك توفر المغذيات فضلاً عن اثر النيتروجين في زيادة التمثيل الضوئي وزيادة المجاميع الخضرية وكذلك دور الفسفور في زيادة المجموع الجذري وهذه كلها ساهمت في زياده كمية البوتاسيوم المتجمعة في النبات وهذه النتائج تتفق ماتوصل الية (الحساني، 2021).

أوضحت النتائج جدول (7) تأثير التداخل الثنائي بين العاملين فقد اعطت التوليفتين (Z2F3) و(Z2F4) اعلى متوسطين لهذه الصفة بلغ 3.00 و3.00 % بالتتابع , في حين سجلت توليفة المقارنة (Z0F0) اقل متوسط لهذه الصفة بلغ 2.33 % , وقد يرجع سبب تفوق التوليفات المذكورة أعلاه الى الأسباب التي ذكرت في مناقشة العوامل وهي منفردة.

جدول (7) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز البوتاسيوم في النبات (%) عند مرحلة التزهير.

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركبNPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	2.33	2.57	2.61	2.62	2.68	2.66	2.58
Z1	2.64	2.70	2.73	2.75	2.78	2.76	2.73
Z2	2.76	2.79	2.82	3.00	3.00	2.85	2.87
المتوسط	2.58	2.69	2.72	2.79	2.82	2.75	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	0.037		0.037		0.064		

4-2- صفات النمو الخضري

4-2-1- مساحة ورقة العلم (سم^2)

بينت نتائج التحليل الاحصائي ملحق (3) وجود تأثير معنوي للزيولايت في صفة مساحة ورقة العلم اما السماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما فقد كان تأثيرهما في الصفة غير معنوي.

أظهرت النتائج جدول (8) أن إضافة الزيولايت أثر تأثيرا معنويا في صفة مساحة ورقة العلم إذ تفوق المستوى Z2 محققا متوسطاً لصفة مساحة ورقة العلم بلغ 75.80 سم^2 وبفارق معنوي عن جميع المستويات الاخرى في حين سجلت معاملة المقارنة (بدون أضافة) Z0 أقل متوسط لهذه الصفة مساحة ورقة العلم بلغ 54.90. وقد يرجع سبب هذا التفوق الى اثر الزيولايت في تنمية منطقة الاوراق لدورة

في مسك الماء والمغذيات لانها تساهم في الكثير من العمليات الحيوية والفسلجية أو تحفز على القيام بها والتي لها علاقة بتصنيع الغذاء داخل النبات أو تحفيز انقسام الخلايا واستطالتها وتركيب الغشاء الخلوي التي تؤدي إلى زيادة النمو الخضري والمساحة الورقية (Mackerron و 1993,Jefferies) والتمثيل الضوئي مما أثر بصورة ايجابية في زيادة هذه الصفة وهذه النتائج تتفق مع (حسين, 2019).

وتشير معطيات الجدول (8) الى عدم وجود فروق معنوية عند إضافة مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني وعند التداخل بين العاملين .

جدول (8) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة مساحة ورقة العلم (سم^2)

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	28.10	51.40	69.80	53.30	69.30	57.80	54.90
Z1	56.30	64.80	66.70	66.80	69.40	68.30	65.40
Z2	65.10	69.30	71.90	71.00	100.00	77.80	75.80
المتوسط	49.90	61.80	69.40	63.70	79.60	68.00	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	14.80		N.S		N.S		

4-2-2- أرتفاع النبات (سم)

تشير معطيات الجدول (9) ملحق (3) الى عدم وجود فروق معنوية عند إضافة مستويات الزيولايت و مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني وعند التداخل بين العاملين .

جدول (9) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة أرتفاع النبات (سم)

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	85.37	88.23	90.83	90.63	92.87	91.50	89.91
Z1	90.50	92.57	94.03	94.63	96.03	95.03	93.80
Z2	93.93	96.17	97.33	98.27	99.70	98.70	97.35
المتوسط	89.93	92.32	94.07	94.51	96.20	95.08	
L.S.D 0.05	F		Z		Z*F		
	N.S		N.S		N.S		

4-3- الصفات الكيميائية بعد مرحلة الحصاد

4-3-1- NPK الجاهز في التربة.

4-3-1-1- النتروجين الجاهز في التربة (ملغم N كغم $^{-1}$ تربة)

بينت نتائج التحليل الاحصائي ملحق (1) وجود تأثير معنوي للزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما في صفة تركيز النتروجين في التربة بعد مرحلة الحصاد .

أظهرت نتائج جدول (10) تأثير إضافة الزيولايت بمستويات مختلفة على تركيز النتروجين الجاهز في التربة بعد الحصاد, إذ أدت زيادة مستويات الزيولايت إلى وجود فروق معنوية في تركيز النتروجين الجاهز. إذ أعطى المستوى Z2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 46.61 ملغم N كغم$^{-1}$ تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة Z0 أقل متوسط لهذة الصفة بلغ 27.72 ملغم N كغم$^{-1}$ تربة . وقد يعود هذا التفوق الى خصائص الزيولايت في تحسين استخدام العناصر العناصر الغذائية وبالذات NO3 وNH4 ويزيد امدصاص النتروجين (Polat واخرون, 2004) اضافة الى ان المعدن يحرر الأمونيوم بصورة بطيئة في التربة ويقلل من فقدان النتروجين بالغسل والرشح وخفض تطاير الامونيا لقابلية الزيولايت على الحد من عملية عكس النترجة (Manolov, 2000) مع تقليل تطاير الامونيا من اليوريا عند خلط السماد مع الزيولايت اذ ان الميكانيكية الأساسية للمحافظة على النتروجين الجاهز عالي القيم في التربة المضاف اليها الزيولايت قد يرجع إلى ادمصاص الأمونيوم على سطوح الزيولايت والمحافظة عليه من الغسل مع ماء الري أو التطاير Latip واخرون (2011) ، عبد الحسن (2018) وتتفق هذه النتائج مع (كبا وآخرون ،2018). أو قد يكون سبب زيادة النتروجين نتيجة لعملية التبادل الايوني للامونيوم على اسطح معدن الزيولايت وهذا يتفق مع (Ippolito وآخرون, 2011).

كما أشارت نتائج جدول(10) الى أن إضافة مستويات مختلفة من السماد المركب NPK النانوي والمعدني كان له تأثير معنوي على تركيز النتروجين الجاهز في التربة بعد الحصاد, إذ أدت زيادة مستويات السماد المركب NPK الى زيادة في تركيز النتروجين في التربة, إذ أعطى المستوى F4 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 43.89 ملغم N كغم $^{-1}$ تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة F0 أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 30.11 ملغم N كغم $^{-1}$ تربة. قد يعود سبب الزيادة في تركيز النتروجين الجاهز في التربة الى زيادة إضافة مستويات السماد المركب NPK المعدني مما يؤدي الى وفرة العناصر في التربة وزيادة جاهزيتها وفعاليتها وتيسرها في التربة .

أوضحت النتائج جدول (10) تأثير التداخل الثنائي بين العاملين فقد سجلت التوليفة Z2F4 اعلى معدل لهذه الصفة بلغ 57.00 ملغم N كغم $^{-1}$ تربة وبنسبة زيادة بلغت 151.43 % قياساً بمعاملة المقارنة Z0F0 التي اعطت اقل معدل لهذه الصفة بلغ 22.67 ملغم N كغم $^{-1}$ تربة . وقد يرجع سبب تفوق التوليفة المذكورة أعلاه الى الأسباب التي ذكرت في مناقشة العوامل وهي منفردة.

جدول (10) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز النتروجين الجاهز في التربة (ملغم N كغم$^{-1}$تربة) بعد مرحلة الحصاد.

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	22.67	26.33	26.67	27.67	32.00	31.00	27.72
Z1	31.33	35.00	35.67	36.33	42.67	40.00	36.83
Z2	36.33	43.33	45.00	48.67	57.00	49.33	46.61
المتوسط	30.11	34.89	35.78	37.56	43.89	40.11	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	1.234		1.006		1.833		

4-3-1-2- الفسفور الجاهز في التربة (ملغمP كغم $^{-1}$ تربة)

بينت نتائج التحليل الأحصائي ملحق (1) وجود التأثير المعنوي لمعاملات الزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما في صفة تركيز الفسفور في التربة بعد مرحلة الحصاد.

أظهرت نتائج جدول (11) وجود فروق معنوية للزيولايت في صفة تركيز الفسفور في التربة بعد الحصاد إذ أدت أضافة مستويات مختلفة من الزيولايت إلى زيادة تركيز الفسفور في التربة, إذ أعطى المستوى Z2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 19.64 ملغم P كغم$^{-1}$ تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة Z0 أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 7.66 ملغم P كغم$^{-1}$ تربة. ويمكن ارجاع السبب الى ارتفاع المحتوى الرطوبي في التربة نتيجة للاضافة الزيولايت وذلك لقدرة

الزيولايت على الاحتفاظ بالرطوبة داخل بناءه الفراغي وهذا يؤدي الى تحسين الظروف الملائمة لازدياد نشاط الكائنات الدقيقة بالاضافة الى ثباتية التجمعات والمساحة السطحية العالية وهذا بدوره سبب ارتفاع محتوى الفسفور الجاهز في التربة وهذه النتائج تتفق مع (حسين,2019) .

أشارت النتائج جدول (11) أن إضافة السماد المركب NPK النانوي والمعدني أثر تأثيرا معنويا على قيم الفسفور الجاهز في التربة بعد الحصاد, إذ أعطى المستوى F4 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 17.88 ملغم P كغم $^{-1}$ تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة F0 أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 9.61 ملغم P كغم $^{-1}$ تربة . وقد يرجع السبب الى ان امتصاص الفسفور عند زيادة اضافته كانت بسبب تيسره في التربة وهذه الزيادة ناتجة من خلال ذوبان السوبر فوسفات اما سماد اليوريا الذي تم اضافته الى التربة ادى الى زيادة جاهزية الفسفور (راهي واخرون, 1995).

أوضحت النتائج جدول (11) تأثير التداخل الثنائي بين العاملين فقد تفوقت توليفة (Z2F4) إذ سجلت اعلى متوسط بلغ 27.67 ملغم P كغم$^{-1}$ تربة , بينما أعطت توليفة المقارنة (Z0F0) أقل متوسط لصفة تركيز الفسفور في التربة بلغ 5.00 ملغم P كغم$^{-1}$ تربة. وقد يرجع سبب تفوق التوليفة المذكورة أعلاه الى الأسباب التي ذكرت في مناقشة العوامل وهي منفردة.

جدول (11) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز الفسفور الجاهز في التربة (ملغم P كغم$^{-1}$تربة) بعد مرحلة الحصاد.

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركبNPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	5.00	7.40	7.53	8.10	9.33	8.57	7.66
Z1	9.47	10.37	11.20	13.43	16.63	14.60	12.62
Z2	14.37	17.17	18.67	19.00	27.67	20.97	19.64
المتوسط	9.61	11.64	12.47	13.51	17.88	14.71	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	0.318		0.438		0.727		

4-3-1-3- البوتاسيوم الجاهز في التربة (ملغمK كغم $^{-1}$ تربة)

بينت نتائج التحليل الاحصائي ملحق (1) وجود تأثير معنوي للزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما في صفة تركيز البوتاسيوم في التربة بعد مرحلة الحصاد.

أظهرت نتائج جدول رقم (12) وجود فروق معنوية للزيولايت في صفة تركيز البوتاسيوم في التربة بعد الحصاد, إذ أدت أضافة مستويات مختلفة من الزيولايت إلى زيادة تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة, , إذ أعطى المستوى Z2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 112.28 ملغم K كغم$^{-1}$ تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة Z0 أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 93.78 ملغم K كغم$^{-1}$ تربة. وقد يرجع هذا التفوق الى خصائص معدن الزيولايت في زيادة محتوى التربة من

البوتاسيوم لتميزه بسعة التبادل الكاتيوني العالية و امتزازه العالي للكاتيونات الموجبة، بالاضافة الى دوره في خزن الاسمدة و تجهيزها بشكل دفعات متتالية الى التربة وهذه النتائج تتفق مع (María-Ramírez وآخرون, 2011) .

أشارت نتائج جدول (12) أن أضافة السماد المركب NPK النانوي والمعدني أثر تأثيرا معنويا على تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة بعد الحصاد, إذ أعطى المستوى F4 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 107.67 ملغم K كغم $^{-1}$ تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات الأخرى في حين أعطت معاملة المقارنة F0 (بدون أضافة) أقل معدل لتركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة بلغ 97.67 ملغم K كغم $^{-1}$ تربة .

أوضحت النتائج جدول (12) تأثير التداخل بين العاملين فقد سجلت التوليفة (Z2F4) اعلى متوسط بلغ 118.00 ملغم K كغم $^{-1}$ تربة , تلتها التوليفة (Z2F5) بمتوسط بلغ 117.00 ملغم K كغم $^{-1}$ تربة وبنسبة زيادة بلغت 32.09 و 30.98 % بالتتابع للتوليفتين Z2F4 و Z2F5 قياساً بمعاملة المقارنة (Z0F0) التي اعطت اقل متوسط لهذه الصفة بلغ 89.33 ملغم K كغم $^{-1}$ تربة.

جدول (12) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز البوتاسيوم الجاهز بالتربة (ملغم K كغم$^{-1}$تربة) بعد مرحلة الحصاد.

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	89.33	92.67	93.33	93.67	97.67	96.00	93.78
Z1	98.33	100.00	103.00	103.33	107.33	104.67	102.78
Z2	105.33	109.33	110.33	113.67	118.00	117.00	112.28
المتوسط	97.67	100.67	102.22	103.56	107.67	105.89	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	1.812		1.410		2.604		

4-3-1-4- السعة التبادلية الكاتيونية (ملي مكافئ لكل 100 غم تربة)

بينت نتائج التحليل الأحصائي ملحق (3) وجود التأثير المعنوي للزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما في صفة السعة التبادلية الكاتيونية لتربة (ملي مكافئ لكل 100 غم تربة) بعد مرحلة الحصاد.

أظهرت نتائج جدول (13) وجود فروق معنوية للزيولايت في صفة السعة التبادلية الكاتيونية للتربة بعد الحصاد, إذ أعطى المستوى Z2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 12.40 ملي مكافئ لكل 100 غم تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات في حين أعطى مستوى المقارنة أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 10.53 ملي مكافئ لكل 100 غم تربة , قد يكون سبب هذا التفوق الى ان الزيولايت يمتلك سعة تبادلية كاتيونية عالية بسبب البنية الهيكلية السليكاتية المميزة والتي تمنحها تجاويف مفتوحة على شكل

قنوات ممتلئة بالمياه وكاتيونات مختلفة مثل الصوديوم والكالسيوم وغيرها وتكون هذه الكاتيونات على الاغلب قابلة للتبادل(غايرلي واخرون , 2015) وقد يرجع السبب في أرتفاع قيم السعة التبادلية الكاتيونية للتربة بسبب السعة التبادلية العالية للزيولايت والتي أدت إلى رفع قيمها في التربة لانه يعمل على زيادة المجموع العام للمواقع التبادلية وتغير قيم السعة التبادلية المرتبطة بالشحنات الموجودة على الاسطح الداخلية والخارجية لبلورات الزيولايت فضلا عن كثافة هذه الشحنات على السطح النوعي للزيولايت وتتفق هذه النتيجة مع (عبد الحسن,2018).

أشارت نتائج جدول (13) أن تأثير السماد المركب NPK النانوي والمعدني على قيم السعة التبادلية الكاتيونية للتربة بعد الحصاد كان معنويا , إذ أعطى المستوى F4 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 11.89 مللي مكافئ لكل 100 غم تربة وبفارق معنوي عن جميع المستويات في حين أعطت معاملة المقارنة F0 أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 10.68 مللي مكافئ لكل 100 غم تربة.

أوضحت النتائج جدول (13) تأثير التداخل الثنائي بين العاملين فقد سجلت التوليفة (Z2F3) اعلى متوسط لصفة بلغ 13.17 مللي مكافئ لكل 100 غم تربة بينما اعطت توليفة المقارنة (Z0F0) اقل متوسط لصفة السعة التبادلية الكاتيونية للتربة بلغ 9.00 مللي مكافئ لكل 100 غم تربة.

جدول(13) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في السعة التبادلية للتربة CEC (مللي مكافئ لكل 100 غم تربة) بعد مرحلة الحصاد .

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	9.00	10.83	10.63	10.83	11.03	10.87	10.53
Z1	11.30	11.33	11.43	11.43	11.67	11.53	11.45
Z2	11.73	12.20	12.03	13.17	12.97	12.30	12.40
المتوسط	10.68	11.46	11.37	11.81	11.89	11.57	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	0.115		0.116		0.202		

4-3-2- تركيزNPK في الحبوب بعد مرحلة الحصاد (%)

4-3-2-1- النتروجين في الحبوب (%)

بينت نتائج التحليل الأحصائي ملحق (2) وجود تأثير معنوي للزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما في صفة تركيز النتروجين في الحبوب.

أظهرت النتائج جدول (14) زيادة معنوية في محتوى الحبوب من النتروجين مع زيادة إضافة مستويات الزيولايت إذ سجل المستوى Z2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 2.36 % وبفارق معنوي عن جميع المستويات في حين سجل مستوى المقارنة Z0 أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 2.13 % . ويمكن ارجاع سبب هذا التفوق الى خصائص معدن الزيولايت في زيادة محتوى التربة من المغذيات وقد يكون السبب

في ذلك هو زيادة جاهزية وتركيز النتروجين في التربة بسب إضافة الزيولايت ما يرفع كفاءة الجذور على تمثيل اكبر كمية من النتروجين ثم زيادة تركيزه في النبات وبخاصة الحبوب , ومن جهة أخرى فان ارتفاع نسبة النتروجين في المعاملات التي يدخل فيها قد يكون ناتج من زيادة التهوية نتيجة لتحسين بناء التربة بواسطة الزيولايت والذي نتج عنه زيادة في تيسر الماء , مما أدى إلى إتاحة فرصة أكبر لجذور النباتات بالتغلغل أكثر داخل التربة وبالتالي تأمين قدر اكبر من الرطوبة للنبات و كذلك المغذيات وتتفق هذه النتائج مع (Zheng واخرون, 2018) .

كما أشارت النتائج جدول (14) إلى فروق معنوية لتأثير زيادة مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني في زيادة تركيز النتروجين في الحبوب , إذ سجل المستوى F4 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 2.31 % وبفارق معنوي عن جميع المستويات قياساً بمعاملة المقارنة F0 التي سجلت اقل متوسط لهذه الصفة بلغ 2.19 %. قد يعود السبب الى زيادة تركيز النتروجين في التربة عند التزهير جدول (2) وكذلك زيادة تركيز النتروجين في النبات خلال التزهير جدول (5) وهذا مما أدى الى زيادة تركيز النتروجين في الحبوب . وهذه النتائج تتفق مع ماتوصل اليه (العبساوي ,2020).

أوضحت النتائج جدول (14) تأثير التداخل الثنائي بين العاملين فقد سجلت التوليفة (Z2F4) اعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 2.44%, في حين سجلت توليفة المقارنة(Z0F0) اقل متوسط لهذه الصفة بلغ 2.06 %. وقد يرجع سبب تفوق التوليفة المذكورة أعلاه الى الأسباب التي ذكرت في مناقشة العوامل وهي منفردة.

جدول (14) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز النتروجين في الحبوب (%) بعد مرحلة الحصاد.

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	2.06	2.10	2.15	2.14	2.19	2.17	2.13
Z1	2.21	2.22	2.25	2.26	2.29	2.26	2.25
Z2	2.31	2.34	2.32	2.36	2.44	2.40	2.36
المتوسط	2.19	2.22	2.24	2.25	2.31	2.28	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	0.012		0.015		0.025		

4-3-2-2- الفسفور في الحبوب (%)

بينت نتائج التحليل الاحصائي ملحق (2) وجود تأثير معنوي للزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني أما بالنسبة للتداخل بينهما كان غير معنوي في صفة تركيز الفسفور في الحبوب .

اظهرت نتائج جدول (15) أن إضافة الزيولايت أثر تأثيراً معنوياً في صفة تركيز الفسفور في الحبوب إذ سجل المستوى Z2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 0.67 % وبفارق معنوي عن جميع المستويات في حين أعطت معاملة المقارنة Z0 أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 0.61 %. وقد يرجع هذا التفوق الى زيادة تركيز الفسفور في التربة عند التزهير جدول (3) وكذلك زيادة تركيز الفسفور في النبات خلال التزهير جدول (6) وهذا مما أدى الى زيادة تركيز الفسفور في الحبوب .

كما أشارت النتائج جدول (15) وجود تأثير معنوي للسماد المركب NPK النانوي والمعدني في صفة تركيز الفسفور في الحبوب , إذ سجل المستوى F4 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 0.66 % وبفارق معنوي عن جميع المستويات في حين أعطت معاملة المقارنة F0 أقل متوسط للصفة بلغ 0.62 %. وقد يرجع سبب زيادة الفسفور الممتص في الحبوب الى زيادة تركيز الفسفور في التربة عند التزهير جدول (3) وكذلك زيادة تركيز الفسفور في النبات خلال التزهير جدول (6) وهذا مما أدى الى زيادة تركيز الفسفور في الحبوب . وهذه النتائج تتفق مع ماتوصل اليه (العبساوي ,2020)

جدول (15) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز الفسفور في الحبوب (%) بعد مرحلة الحصاد

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	0.58	0.60	0.61	0.61	0.63	0.62	0.61
Z1	0.62	0.62	0.63	0.63	0.66	0.65	0.64
Z2	0.65	0.66	0.66	0.67	0.70	0.68	0.67
المتوسط	0.62	0.63	0.63	0.64	0.66	0.65	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	0.008		0.008		N.S		

4-3-2-3- البوتاسيوم في الحبوب (%)

بينت نتائج التحليل الأحصائي ملحق (2) وجود التأثير المعنوي للزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما في صفة تركيز البوتاسيوم في الحبوب .

أظهرت نتائج جدول (16) تأثير مستويات الزيولايت في صفة تركيز البوتاسيوم في الحبوب , إذ إن معاملتي الزيولايت Z2 وZ1 لم يختلفا معنوياً في ما بينهما إذ سجلا اعلى متوسطين بلغا 1.66 و 1.64% , في حين اعطت معاملة (المقارنة) Z0 اقل متوسط لهذه الصفة بلغ 1.54 %. ربما يعود سبب تلك الزيادة في البوتاسيوم الجاهز في الحبوب إلى ارتفاع الرطوبة بسب وجود الزيولايت اذ انه يزيد تيسر العناصر و انتقالها من التربة إلى داخل النبات وبالتالي الى الحبوب كما أن زيادة الرطوبة التي يحدثها الزيولايت تكون اعلى تؤدي إلى زيادة سمك الأغشية المائية داخل التربة مما يساعد على انتشار الايونات.

أشارت النتائج جدول (16) الى وجود تأثيرٍ معنوي للسماد المركب NPK النانوي والمعدني إذ أرتفعت متوسطات البوتاسيوم في الحبوب عن زيادة إضافة مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني من 1.48 % للمعاملة المقارنة (بدون أضافة) ألى 1.63, 1.63, 1.64, 1.66 و 1.65 %, للمستويات الإضافة F4, F3, F2, F1 و F5 بالتتابع التي سجلت جميعها تفوقا معنويا على معاملة المقارنة .وقد يرجع سبب الزيادة في تركيز البوتاسيوم في الحبوب الى كفاءة امتصاصه من قبل النبات وذلك عند اضافته رشا على المجموع الخضري وزيادة تركيزه من خلال السماد الارضي المضاف بالتالي زيادة تركيزه في الحبوب. وهذه النتائج تتفق مع ماتوصل اليه (العبساوي ,2020).

كما أوضحت النتائج جدول (16) أن هناك تأثيراً للتداخل الثنائي بين العاملين إذ سجلت التوليفة (Z2F4) اعلى متوسط بلغ 1.68% ومن دون فرق معنوي عن بعض التوليفات لاسيما التوليفتين

(Z2F3) و (Z2F5) بمتوسطات بلغت 1.67 و 1.67 % بالتتابع , في حين سجلت توليفة المقارنة (Z0F0) اقل متوسط لهذه الصفة بلغ 1.17% , وقد يرجع سبب هذا التفوق التوليفات المذكورة أعلاه الى الأسباب التي ذكرت في مناقشة العوامل وهي منفردة.

جدول (16) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة تركيز البوتاسيوم في الحبوب (%) بعد مرحلة الحصاد

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	1.17	1.60	1.61	1.61	1.64	1.63	1.54
Z1	1.62	1.62	1.63	1.64	1.66	1.65	1.64
Z2	1.64	1.65	1.66	1.67	1.68	1.67	1.66
المتوسط	1.48	1.63	1.63	1.64	1.66	1.65	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	0.036		0.037		0.063		

4-4- صفات الحاصل ومكوناتة

4-4-1- طول السنبلة (سم)

بينت نتائج التحليل الاحصائي ملحق (3) وجود تأثير معنوي للزيولايت في صفة طول السنبلة اما بالنسبة للسماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما فقد كان تأثيرهما في الصفة غير معنوي.

أظهرت نتائج الجدول (17) التأثير المعنوي للزيولايت في صفة طول السنبلة (سم) إذ سجل المستويان Z1 و Z2 متوسطات قدرها 15.14 و 15.78 (سم) بالتتابع قياساً مع مستوى المقارنة التي سجلت أقل متوسط لصفة طول السنبلة بلغ 14.44 (سم) . قد يرجع هذا التفوق الى دور الزيولايت في توفير و زيادة جاهزية العناصر الغذائية الضرورية لنمو وتطور النبات لاسيما النتروجين والفسفور والبوتاسيوم وبالتالي ادى الى زيادة معدل النمو الخضري وانعكس ذلك في زيادة كفاءة عملية التركيب الضوئي وزيادة نسب الكاربوهيدرات المصنعة في الاوراق وهذه المواد تنتقل من المصدر الى مختلف اجزاء النبات ومنها السنابل فسببت زيادة في طول السنبلة . وهذه النتائج تتفق مع (حسين,2019)

أشارت النتائج جدول (17) أن إضافة السماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بين الزيولايت والسماد المركب NPK النانوي كان تأثيرهما غير معنوي في صفة طول السنبلة (سم).

جدول (17) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة طول السنبلة (سم)

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	13.77	14.07	14.43	14.60	14.93	14.83	14.44
Z1	14.63	14.90	15.07	15.23	15.60	15.40	15.14
Z2	15.20	15.37	15.50	15.73	16.83	16.03	15.78
المتوسط	14.53	14.78	15.00	15.19	15.79	15.42	
L.S.D0.05	Z		F		Z*F		
	0.73		N.S		N.S		

4-4-2- عدد الحبوب في السنبلة (حبة سنبلة$^{-1}$)

بينت نتائج التحليل الاحصائي ملحق (3) وجود تأثير معنوي للزيولايت في صفة عدد الحبوب في السنبلة (حبة سنبلة$^{-1}$) اما بالنسبة لتأثير السماد المركب NPK النانوي والمعدني والتداخل بينهما فقد كان غير معنوي.

أظهرت نتائج الجدول (18) التأثير المعنوي للزيولايت في صفة عدد الحبوب في السنبلة (حبة السنبلة$^{-1}$) إذ سجل المستوى Z2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 98.80 حبة سنبلة$^{-1}$ وبفارق معنوي عن جميع المستويات في حين أعطت معاملة المقارنة أقل متوسط لصفة عدد الحبوب بلغ 86.10 حبة سنبلة$^{-1}$.وربما يرجع سبب هذا التفوق الى اثر الزيولايت في تحسين نمو المجموع الخضري وتنشيط

الفعاليات الفسيولوجية وفاعلية الكتلة الحيوية في منطقة الرايزوسفير، زيادة في خصوبة التربة ، و انعكاس ذلك في تحفيز التمثيل الجيد للورقة ، وبالتالي زيادة صفة عدد الحبوب في السنبلة الواحدة وقد يرجع هذا التفوق إلى اثر الزيولايت في الإنتقائية العالية للكاتيونات ، والإمتزاز داخل تجاويف المعدن ، وزيادة قدرة التربة على مسك الماء وتحَسّن الخواص الفيزيائية للتربة وتتفق هذه النتيجة مع ما وجده Di Giuseppe وآخرون (2015) .

وتشير معطيات الجدول (18) الى عدم وجود فروق معنوية عند إضافة مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني وعند التداخل بين العاملين .

جدول (18) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة عدد الحبوب في السنبلة (حبة سنبلة$^{-1}$)

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	84.70	85.00	85.40	85.90	88.20	87.60	86.10
Z1	86.60	90.10	91.40	91.70	94.90	93.60	91.40
Z2	92.30	95.00	97.30	100.80	105.90	101.60	98.80
المتوسط	87.80	90.00	91.40	92.80	96.30	94.30	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	9.20		N.S		N.S		

4-4-3- وزن 1000حبة (غم)

تشير معطيات الجدول (19) ملحق (3) الى عدم وجود فروق معنوية عند إضافة مستويات الزيولايت و مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني وعند التداخل بين العاملين .

جدول (19) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة وزن 1000 حبة (غم).

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	96.20	98.70	99.70	99.30	106.50	106.10	101.10
Z1	101.60	108.20	112.10	113.10	118.70	118.50	112.00
Z2	118.30	121.60	125.00	125.30	129.10	128.50	124.60
المتوسط	105.40	109.50	112.20	112.60	118.10	117.70	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	N.S		N.S		N.S		

4-4-4- حاصل الحبوب (طن هـ$^{-1}$)

بينت نتائج التحليل الاحصائي ملحق (3) وجود تأثير معنوي للزيولايت وللسماد المركب NPK النانوي والمعدني بينما التداخل بينهما كان غير معنوي في صفة حاصل الحبوب .

أظهرت نتائج جدول رقم (20) أن إضافة الزيولايت أثر تأثيرا معنويا في صفة حاصل الحبوب طن هـ$^{-1}$ لمحصول الحنطة إذ ازدادت قيم حاصل الحبوب تدريجيا مع زيادة إضافة مستويات الزيولايت إذ سجل المستوى Z2 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 10.91 طن هـ$^{-1}$ وبفارق معنوي عن جميع المستويات قياساً مع معاملة المقارنة (بدون أضافة) Z0 التي سجلت أقل متوسط لصفة حاصل الحبوب بلغ 7.09 طن هـ$^{-1}$. ربما ترجع هذه الزيادة في صفة حاصل الحبوب لزيادة مساحة ورقة العلم جدول (8) بزيادة مستويات الزيولايت اذ أدى إلى زيادة كفاءة التمثيل الضوئي بزيادة المواد المصنعة التي أثرت إيجابيا في حاصل الحبوب اذ انه يعمل على توفير المغذيات الضرورية لنمو النبات بشكل افضل متى ما احتاج اليها النبات . وتتفق هذه النتائج مع ماتوصل اليه (حسين,2019).

أشارت النتائج جدول (20) الى وجود تأثيرٍ معنوي للسماد المركب NPK النانوي والمعدني في صفة حاصل الحبوب لمحصول الحنطة (طن هـ$^{-1}$) , إذ سجل المستوى F4 أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 10.45 طن هـ$^{-1}$ وبفارق معنوي عن جميع المستويات قياساً مع معاملة المقارنة (بدون أضافة) F0 التي سجلت أقل متوسط لصفة حاصل الحبوب بلغ 7.57 طن هـ$^{-1}$. قد تعزى الزيادة في حاصل الحبوب الى دور السماد المركب في زياده الحاصل من خلال تنشيط العمليات الفسيولوجية النيتروجين هو احد مكونات البروتينات والانزيمات وعملية التركيب الضوئي كذلك يساهم الفسفور في زيادة انقسام الخلية وتكوينها وكذلك تكوين مجموع جذري ذي دعامة قوية وكفاءة عالية في الامتصاص للماء والعناصر الغذائية و تكوين البذور الناضجة ومركبات الطاقة وهذه كلها تساهم في عملية نقل المواد

المصنعة من قبل الاوراق كالسكريات (Naceur وآخرون, 2017), اما البوتاسيوم فيعمل على زيادة عملية البناء الضوئي وزيادة نشاط الانزيمات ونقل المواد المصنعة من المصادر الى المصبات وهذه تؤدي الى زياده كمية الحاصل (علي وآخرون, 2014) . وتتفق هذه النتائج مع ماتوصل اليه (الحساني ,2021).

وتشير معطيات الجدول (20) الى عدم وجود فروق معنوية عند التداخل بين العاملين.

جدول (20) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة حاصل الحبوب (طن هـ$^{-1}$).

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	5.77	6.22	6.56	7.23	8.78	7.95	7.09
Z1	7.43	8.98	9.10	9.21	10.62	9.92	9.21
Z2	9.50	10.79	10.82	10.89	11.94	11.53	10.91
المتوسط	7.57	8.67	8.83	9.11	10.45	9.80	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	0.802		0.593		N.S		

4-4-5- الحاصل الحيوي (طن هـ$^{-1}$)

بينت نتائج التحليل الاحصائي ملحق (3) وجود تأثير معنوي للزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني بينما التداخل بينهما كان غير معنوي لصفة الحاصل الحيوي .

أظهرت النتائج جدول (21) تأثير مستويات الزيولايت في صفة الحاصل الحيوي لمحصول الحنطة إذ ازدادت قيم الحاصل الحيوي تدريجيا مع زيادة إضافة مستويات الزيولايت , إذ سجلت المستويات Z1 و Z2 متوسطات قدرها 21.50 و 24.75 طن هـ$^{-1}$ بالتتابع قياساً مع معاملة المقارنة (بدون أضافة) Z0 التي سجلت أقل متوسط لصفة الحاصل الحيوي بلغ 17.29 طن هـ$^{-1}$. وقد ترجع زيادة قيم الحاصل الحيوي بزيادة مستويات الإضافة من الزيولايت الذي يعتبر المصدر الرئيسي لبعض العناصر الغذائية وخاصة العناصر الكبرى النتروجين والبوتاسيوم والفسفور وأن الزيولايت يعمل على تهيأت ظروف ملائمة لنمو النباتات وامتصاص العناصر الغذائية والماء ودوره في تحسين صفات التربة الكيميائية والفيزيائية والبايولوجية وكذلك يعمل الزيولايت على زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وهذه النتائج تتفق مع ماتوصل اليه (حسين,2019).

أشارت النتائج جدول (21) أن للسماد المركب NPK النانوي والمعدني تأثيراً معنوياً في صفة الحاصل الحيوي , إذ سجل المستويان F4 و F5 بالتتابع أعلى المتوسطات بلغت 23.37 و 22.59 طن هـ$^{-1}$ بالتتابع قياساً مع معاملة المقارنة (عدم أضافة) F0 التي سجلت أقل متوسط لصفة الحاصل الحيوي بلغ 18.64 طن هـ$^{-1}$. وقد تعود زيادة الحاصل الحيوي مع زيادة إضافة مستويات NPK الامر الذي إدى الى زيادة الفعاليات الحيوية داخل الخلايا النباتية وزيادة انقسامها وكذلك تحفيز البناء الضوئي وبالتالي زيادة تراكم المادة الجافة وكذلك زيادة حاصل الحبوب جدول (20).

وتشير معطيات الجدول (21) الى عدم وجود فروق معنوية عند التداخل بين العاملين.

جدول (21) تأثير إضافة سماد NPK النانوي والمعدني ومستويات الزيولايت والتداخل بينهما في صفة الحاصل الحيوي (طن هـ$^{-1}$).

مستويات الزيولايت	مستويات السماد المركب NPK النانوي والمعدني						المتوسط
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	
Z0	15.44	15.61	16.02	17.65	20.14	18.89	17.29
Z1	18.02	20.98	21.07	21.92	24.01	23.02	21.50
Z2	22.45	24.33	24.70	25.18	25.97	25.85	24.75
المتوسط	18.64	20.31	20.59	21.58	23.37	22.59	
L.S.D 0.05	Z		F		Z*F		
	1.49		0.79		N.S		

5- الاستنتاجات والمقترحات

5-1 الاستنتاجات

1- إن إضافة الزيولايت أدت الى حصول تأثيرات معنوية في تحسين خواص التربة الكيميائية إذ رفعت قيم تركيز النتروجين في التربة عند التزهير والحصاد وكذلك تركيز الفسفور في التربة عند التزهير والحصاد وتركيز البوتاسيوم في التربة عند التزهير والحصاد وزيادة السعة التبادلية الكاتيونية للتربة بعد الحصاد وزيادة تراكيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في النبات وزيادة تراكيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في الحبوب خاصة عند المستوى Z2 (1 كغم م$^{-2}$) من الزيولايت.

2- أن إضافة الزيولايت إدت الى زيادة مؤشرات النمو الخضري والحاصل ومكوناتة وخاصة عند المستوى Z2 (1 كغم م$^{-2}$) إذ أزدادت قيم عدد الحبوب في السنبلة, طول السنبلة ,حاصل الحبوب والحاصل الحيوي.

3- أن إضافة NPK النانوي والمعدني إدت الى زيادة معنوية في صفات التربة الكيميائية إذ ادت الى زيادة جاهزية N و P في التربة عند التزهير ، P وK في النبات ، N وP وK في الحبوب، وتركيز N وP وK الجاهز في التربة بعد الحصاد ، وفي السعة التبادلية الكاتيونية للتربة ، والحاصل الحيوي ، وحاصل الحبوب إذ تفوقت هذه الصفات عند المستوى F4 (توصية سمادية أرضية فقط) ، وتفوق المستوى (توصية سمادية نانوية فقط 1600غم هـ$^{-1}$) في صفة تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة عند التزهير وفي صفة النتروجين في النبات.

4- حقق التداخل بين الزيولايت والسماد المركب NPK النانوي والمعدني تأثيراً معنوياً في زيادة جاهزية العناصر إذ حققت التوليفة (1كغم م$^{-2}$ + توصية سمادية أرضية فقط) تفوقاً معنوياً في زيادة تركيز النتروجين والفسفور في التربة عند التزهير، والفسفور في النبات، والنتروجين والفسفور والبوتاسيوم في التربة بعد الحصاد، والنتروجين والبوتاسيوم في الحبوب، سجلت التوليفتان (1كغم م$^{-2}$ + (75%من التوصية السمادية NPK +800غم هـ$^{-1}$NPK نانوي) و (1كغم م$^{-2}$+ توصية سمادية أرضية فقط) أعلى المتوسطات في صفة تركيز البوتاسيوم في النبات. أما صفة السعة التبادلية الكاتيونية فقد سجلت التوليفة (1كغم م$^{-2}$ + (75%من التوصية السمادية NPK +800غم هـ$^{-1}$NPK نانوي) أعلى متوسط لهذه الصفة. أما في صفة تركيز البوتاسيوم في التربة عند التزهير فقد سجلت التوليفة (1كغم م$^{-2}$ + توصية سمادية نانوية فقط 1600غم هـ$^{-1}$) أعلى متوسط لهذه الصفة وكذلك في صفة النتروجين في النبات .

5-2-المقترحات

1- إستخدام الزيولايت مستوى (1 كغم م$^{-2}$) لتحسين الصفات الكيميائية والخصوبية للتربة .

2- إستخدام الزيولايت مستوى (1 كغم م$^{-2}$) والسماد المركب NPK النانوي والمعدني مستوى (توصية سمادية أرضية فقط) لرفع إنتاجية الحنطة .

3- دراسة تأثير مستويات الزيولايت المستخدمة في التجربة على صفات التربة الفيزيائية و نشاط الاحياء المجهرية وكذلك الصفات الاخرى لمحصول الحنطة وخاصه الصفات الفسيولوجية كونها ترتبط ارتباطاً مباشراً مع حاصل الحبوب.

6- المصادر References

6-1 المصادر العربية

ابو نقطة ، فلاح ومحمد سعيد الشاطر. (2011). خصوبة التربة والتسميد- الجزء النظري- منشورات جامعة دمشق- كليه الزراعة.

الاركوازي ، آسو لطيف عزيز. (2010) . تأثير مستويات مختلفة من سمادي اليوريا وسوبر فوسفات *Triticum aestivum* L. في بعض مكونات حاصل القمح -مجلة ديالى للعلوم الزراعية ، 2(2): 145-154.

الأسكندراني ، محمد شريف . (2009). تكنولوجيا النانو - نصف قرن بين الحلم والحقيقة - مجلة العربي - ووزارة الاعلام دولة الكويت -العدد المرقم 607 الكويت .

البدراني ، وحيدة علي أحمد وإبراهيم أحمد الرومي .(2013) .تأثير مستويات مختلفة من التسميد النيتروجيني اليوريا على بعض صفات النمو لصنفي الحنطة.*Triticum* spp. , مجلة أبحاث كلية التربية الأساسية 1(3) : 723-732

تاج الدين ، منذر ماجد.(2007) .كفاءة اليوريا واليوريا المغلفة بالكبريت في تحرر البوتاسيوم. وجاهزية الفسفور ونمو وحاصل الحنطة.*Triticum aestivum* L. أطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة ، جامعة بغداد.

الجبوري، عامر بدوي عبد الجادر. (2020). الزراعة والحياة. قسم النباتات الطبية والصناعية_ كلية الزراعة_ الحويجة.

الحساني ، رسول ثامر جاسم .(2021) .تأثير سماد NPK النانوي والتقليدي في نمو وحاصل ثلاثة أصناف من الشعير (*Hordeum vulgare* L.) أطروحة دكتوراه -كلية الزراعة -جامعة المثنى.

حسن، هناء محمد و شيماء ابراهيم محمود و خضير جودة ياسر السعيدان. (2019). تقييم تجزئة الاسمدة المعدنية والنانوية في تسميد محصول القمح. *Fayoum J. Agric.* 33: 314-323.

حسين، نسرين عقيل .(2019). تأثير الزيولايت الناعم والخشن في صفات التربة ونمو وحاصل الحنطة – رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة المثنى.

الخلف ، إيمان أحمد .(2010). دراسة تأثير إضافة مستويات مختلفة من خام الزيولايت على الخصائص الخصوبية والرطوبية للأراضي المروية في منطقة حوض الفرات. رسالة ماجستير – قسم التربة واستصلاح الأراضي – كلية الهندسة الزراعية – جامعة الفرات.

راهي ، حمدالله سليمان وعبد سلمان جبر .(2000). تأثير اضافة المغنيسيوم والنتروجين في جاهزية بعض العناصر الغذائية في البيوت البلاستيكية. مجلة العلوم الزراعية ، مجلد 31 (4) :115-126.

راهي ، حمد الله سليمان ومحمد علي جمال العبيدي وخالد بدر حمادي. (1995). التداخل بين المادة العضوية والكبريت واثرهما على جاهزية الفسفور – مجلة العلوم الزراعية العراقية 28 (1): 124 – 136.

الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز محمد خلف الله .(1980). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل.

السعيدان، خضير جودة ياسر .(2019) . تأثير تجزئة الاسمدة المعدنية والنانوية (NP) ومراحل اضافتها في مقاييس النمو والحاصل ومكوناته لصنفين من الحنطة . (*Triticum aestivum* L.) اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة . جامعة المثنى .

صـــالح ، محمود محمد ســـليم . (2015) . تقنية النانو و عصـــر علمي جديد . مكتبة الملك فهد الوطنية . مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية . الرياض . المملكة العربية السعودية.

عبد الحسن، سارة نعيم .(2018). استخدام معدن الزيولايت في تحسين الخصائص الفيزيائية لترب مختلفة النسجة ونمو نبات الحنطة- رسالة ماجستير -جامعة المثنى -كلية الزراعة.

العبدلي، رنا سعد الله عزيز. (2005). تفاعلات بعض الاسمدة الفوسفاتية في التربة الكلسية وتأثيرها على نمو نبات الحنطة. رساله ماجستير, كليه الزراعة- جامعة بغداد.

العبساوي، حيدر رزاق لعيبي .(2020) . تاثير توليفات مختلفة من سماد NPK المعدني والنانوي ومراحل اضـافتهما في صـفات النمو والحاصـل لثلاثة أصـناف من الذرة الصـفراء(*Zea Mays* L) ،أطروحة دكتوراه-كلية الزراعة -جامعة المثنى.

عطية ، حاتم جبار ، خضـــير عباس جدوع ، ظافر زهير .(2001). تأثير الكثافة النباتية والتســـميد النتروجيني في نمو وحاصل الذرة البيضاء -مجلة العلوم الزراعية 32 (5): 143-150

علي ، نور الدين شـوقي و حمد الله سـليمان راهي و عبد الوهاب عبد الرزاق شـاكر . (2014) . خصـوبة التربة . كلية الزراعة - جامعة بغداد .

عودة ، مهدي ابراهيم . (1990). اســـاســـيات فيزياء التربة (مترجم) , تأليف , ك . دانيال هليل , وزارة التعليم العالي والبحث العلمي , جامعة البصرة , العراق . ص: 97-99.

غايرلي ، هلال، وسامر بريغلة ،ومحمد منيل الزعبي، ويحيى رمضان، وخالد شلبي، وأميرة الحافظ وميادة فطوم .(2015) .تأثير خام الزيولايت الطبيعي السوري على اتاحة بعض العناصر المغذية في التربة

وعلى انتاجية محصـولي الحنطة والقطن في الاراضـي الجبسـية. المجلة السـورية للبحوث الزراعية ، المجلد (2) العدد (2).

كبا وآخرون ، .(2018) . تأثير إضـــافة مادة الزيوليت الطبيعي في انتاجية القمح وبعض الخصـــائص الخصوبية للتربة تحت ظروف الزراعة المطرية –المجلة السورية للبحوث الزراعية 5(2): 158–168

نشرة أرشادية .(2012). دائرة الارشاد الزراعي. ع ص 36 . بغداد ـ العراق.

اليسارى ، محمود ناصر حسين .(2012). تاثير دفعات ومستويات من السماد النيتروجيني والبوتاسيوم في جاهزيه وتحرر الامونيوم والبوتاسيوم في التربة ونوم وحاصل الحنطة– رساله ماجستير– كليه الزراعة – جامعه بغداد.

6-2 المصادر الاجنبية.

Abdi, G. H., Khui, M. K., & Eshghi, S.(2006). Effects on natural zeolite on growth and flowering on strawberry. International Journal of Agricultural Research, 1, 384-389.

Afrous, A., Goudarzi S.(2015). The effect of different types of zeolite on drain water volume and nitrate leaching under tomato cultivated. Journal of Scientific Research and Development 2 (1): 56-58.

Agrawal, **S. and Rathore, P. (2014) .** Nanotechnology Pros and Cons to Agriculture: A Review. Int .J. Curr. Microbiol. App. Sci ,3(3): 43-55.

Ahmed, O.H.; H. Aminuddin; and M.H.A. Husni .(2006). Reducing ammonia loss from urea and improving soil exchangeable ammonium retention through mixing triple superphosphate, humic acid and zeolite. Soil Use Management. 22: 315-319.1475-2743

Al-Busaide, **A.; T. Yamamoto; and M. Irshad .(2007).** The ameliorative of artificial zeolite on barley under saline conditions. Journal of Applied Sciences. 7: 2272-2276.

Anonymous, .(2004). Manufacture of slow release fertilizers and soil amendment. http://www.zeolite.co.uk/agricandhort.htm Burriesci N., ValenteS . , Ottana.

Azarpour, E., Motamed M, Moraditochaee .M., Bozorgi .H.(2011). Effects of Zeolite Application and Nitrogen Fertilization on Yield Components of Cowpea (Vigna unguiculata L.). World Applied Sciences Journal 14 (5): 687-692.

Badillo-Almaraz, Trocellier.p; Davila-Rangel .I.(2003). Adsorption of aqueous Zn (II) species on synthetic zeolites.(210): 424-428.

Bagdasarov,VR., Kazachenko, A.A., Rustambekov, MK., Uspenskij ,BG., Kuznetsova ,VV., Efremov EN. (2004). Prolonged-activity nitrogen-zeolite fertilizer, Russia.

Ball,Don,M,Collins,G.Lacefield,N.Martin,D.Mertens,K.Olson,and.Putnam.(2001).1,Understanding Forage Quality" .Aubum University.

Benin G, Bornhofen E, Beche E, Pagliosa ES, Silva CL, Pinnow C. (2012). Agronomic performance of wheat cultivars in response to nitrogen fertilization levels. Sci-Agron. 34(3):275-283.

Bernardi, A. C., Oliviera, P. P. A., de Melo Monte, M. B., and Souza-Barros, F. (2013). Brazilian sedimentary zeolite use in agriculture. Microporous and Mesoporous Materials, 167, 16-21.

Bernardi, A.C.C., Werneck, C.G., Haim, P.G., Rezende, N.G.A.M., Paiva P.R.P, Monte M.B.M. (2008). Crescimento e nutrição mineral do porta-enxertolimoeiro 'Cravo' cultivadoemsubstrato com zeólitaenriquecida com NPK. R. Bras. Frutic., 30:794-800.

Black, C.A .(1965). Methods of soil analysis .Amer. Soc. of Agron. Inc. USA.

Bozorgi, **H., Bidarigh, S., Azarpour, E., Danesh, R., Moraditochace. M. (2012).** Effects of Natural Zeolite Application under Foliar Spraying with Humic Acid on Yield and Yield Components of Cucumber (*Cucumis sativus* L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences. Vol., 4 (20), 1485-1488.

Cabanilla, C. Canillas, N., Molinos, J., Palmes L. (2016). Effects of pH, Initial Nitrate Concentration Oncentration and Zeolite Loading on the Removal of Nitrates from Synthetic Wastewater Using Husk-Derived Zeolite.https://www.researchgate.net/publication/293178629

Carrion, M**., Gonzalez, R., Gil, R., Rodriguez, C., Martinez-Viera, R., Cruz,A., and Torres, S. (1994).** Influence of fertilizers with zeolite on crop yields. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical Alejandro de Humbolt, 90, 201-211.

Chander, K., Joergensen R. G. (2002). Decomposition of 14C labelled glucose in a Pb-contaminated soil remediated with synthetic zeolite and other amendments. Soil Biology and Biochemistry,(34) 643 649.

Di Giuseppe,.D, Faccini., B, Melchior., M, Ferretti., G, Coltorti., M, Ciuffreda .G; Zago A, Pepi S. (2015). Yield and Quality of Maize Aize Grown on A Loamy Soil Amended with Natural Chabazite Zeolite.Environmetal guality.17, 35-45.

Elemike , E.E. I. M.Uzoh D.C.Onwudiwe and O. O.Babalola.(2019). The role of nanotechnology in the fortification of plant nutrients and improvement of crop production. appl. Sci. 9. 499.

Falkon, P. Diatta. J.B Grzebisz W. (2009). Spring triticale reaction to simulated water deficit and zeolite. In: Proc. of the 14th Int Symposium on Tropentage, September 13-14, Bern, Swaziland 205-209.

Fedosov, D.A; A.V. Smirnov, E.E. Knyazeva, I.I. Ivanova .(2011). Zeolite Membranes: Synthesis, Properties, and Applications, Petroleum Chemistry 51: 657-667.

Ghazavi, R. (2015). The application effects of natural zeolite on soil runoff, soil drainage and some chemical soil properties in arid land area International Journal of Innovation and Applied Studies, (13) 1. 172-177.

Ghorbani, H and A. Agha Babaei. (2009). The Effects of Natural Zeolite on Ions Adsorption and Reducing Solution Electrical Conductivity I) Na and K

Solutions International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology. Turkey.p: 947-955.

Greeser, M.S. and Parson, J.W. (1979). Sulfunic perchloric acid digestion of plant material of determentation of nitrogen, phosohorus, potassium, calcium and magnesium, Analytical chemical Acta. 109:43:1-436.

Hatfield, J.L.; and J.H. Prueger .(2004). Nitrogen over-use, under-use, and efficiency. ‘‘New directions for a diverse planet.’’ Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Brisbane, Australia, September 26YOctober 1.

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 .

Haynes, **R.J .(1980).** A Comparison of two modified kjeldhal digestion techniques for Multi- element plant analysis with conventional wet and dry ashing methods. Communcation. Soil Sci. plant Analysis, 11(5): 459-467.

He, Z.L., Calvert, D.V., Alva, A.K., Li, Y.C. and Banks, D.J., .(2002). Clinoptilolite zeolite and cellulose amendments to reduce ammonia volatilization in a calcareous sandy soil. *Plant and Soil*, 247(2), pp.253-260.

Ippolito, **J. A., Tarkalson, D. D., Lehrsch, G. A. (2011).** Zeolite Soil Application Method Affects Inorganic Nitrogen, Moisture, and Corn Growth. Soil Science, 176: 136-142.

Jakkula, S .V.(2005). Synthesis of zeolites and their application as soil amendments to increase crop yield and potentially act as controlled release fertilizers thesis presented for the degree of Doctor, University of Wolverhampton.

Jefferies, R.A. and D.K. Mackerron. (1993). Response of potato genotypes to drought. 11 Leaf area index, growth and yield. Ann. Appl. Biol. 122(1): 105-112.

Jones, C .(2011). Nutrient uptake timing by crops. Courtney pariera farmer, Research Associate, EB0191.62:622-29

Kavoosi, M., Rahimi, M., .(2000). The effect of zeolite application on rice yield in both light and heavy soils. Ministry of Agriculture. Agricultural Education Research Organization. National Rice Research Institute.

Khan, H., Khan, A. Z., Khan, R., Matsue, N., & Henmi, T. (2008). Zeolite application affects vegetative phenology of determinate and indeterminate soybean grown on Allophanic soil. International Journal of Agricultural Research, 3 (2), 148_154.

Khan, I., K. Saeed and I. Khan .(2017). Nanoparticles. Properties ,applications and toxicities. Arabian Journal of Chemistry. In Press P:6-46.

Khodaci Joghan, A., Ghalavand, A., Aghaalikhani, M.Gholamhoseini, M and Dolatabadian, A. (2012). How organic and chemical nitrogen fertilizers, zeolite, and combinations influence wheat yield and grain mineral content. Journal of crop improvement, 26(1), 116-129.

Kock, K. and Mengel, K. (1978). The effect of K on N utilization by spring wheat during grain formation. Agron. J. 69: 477 480.

Kulasekaran, R. K.B .,Ashis, S. Jayaraman and S. R Annangi. (2010). Nanoporous zeolites in farming: current status and issues. Current science.99: 6-25

Latip, B. A. B. Nik Muhamad, H. A., Osumanu, J., Make. and R.K. Franklin .(2011). Ammonia olatilization from urea at different levels of Zeolite. International Journal of the Physical Sciences. 6(34): 7717 – 7720.

Latifah. O, Ahmed, O. H., Muhamad,, A. M.(2011). Reducing ammonia loss from urea and improving soil exchangeable ammonium and available nitrate in non waterlogged soils through mixing zeolite and sago (Metroxylon sagu) waste water. International Journal of the Physical Sciences Vol. 6(4), pp. 866-870.

Leggo, P.J. (2000). An investigation of plant growth in an organo-zeolitic substrate and its ecological significance. Plant and Soil, 219: 135-146.

Leta, Gerba.; **Belay Getachew, Worku Walelign.(2013).** Nitrogen fertilization effects on grain quality of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) varieties in central Ethiopia. Agri. Sci.Vol.4, No.3.

Li, Z. **(2003).** Use of surfactant-modified zeolite as fertilizer carriers to control nitrate release. Microporous and Mesoporous Materials, 61(1-3).181-188.

Lin , B.S.;Diao ,S.Q.; Li ,C.H.;Fang ,L.J.; Qiao , S.C.; Yu ,M.(2014). Effect of Tms (nanostructured silicon dioxide) on growth of changbailanchseedings . Journal of Forestry Research .15(2),138-140.

Manolov, I., .(2000). Recultivation of zeolite substrates, Bulg. J. Agric. Sci., 6: 33-38.

Manolov, I.; D. Antonov; G. Stoilov; I. Tsareva; M. Baev .(2005). Jordanian Zeolitic tuff as a raw material for the preparation of substrates used for growth. J. of Central European Agriculture. 6(4): 485-494.

María-Ramírez, A., E. S. Osuna-Ceja., A. Limón-Ortega .(2011). Two sources of zeolite as substitutes 0f nitrogen fertilizer for wheat (*Triticum aestivum* L.)

production in Tlaxcala, Mexico. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 13: 533 – 536.

Mastinu, A; Kumar, A; Maccarinelli, G; Bonini, S. A; Premoli, M; Aria, F and Memo, M. (2019). Zeolite clinoptilolite: Therapeutic virtues of an ancient mineral. Molecules, 24(8), 1517.

Mehrotra A, R. C. Nagarwal, J. K. Pandit .(2010). Fabrication of Lomustine Loaded Chitosan Nanoparticles by Spray Drying and in Vitro Cytostatic Activity on Human Lung Cancer Cell Line L132. Journal of Nanomedicine and Nanotechnology. 1(1) P:1-7.

Milla´n, G., Agosto, F., and Vázquez, M. (2008). Use of clinoptilolite as a carrier for nitrogen fertilizers in soils of the Pampean regions of Argentina. *Ciencia e investigación agraria*, *35*(3), 293-302.

Milosevic, T., Milosevic N .(2009). The effect of zeolite, organic and inorganic fertilizers on soil chemical properties, growth and biomass yield of apple trees. Plant Soil Environ.,55 (12): 528–535.

Mohamed, R.M., Mkhalid, I.A., and Bakarat, M.A. (2015). Rice husk ash as a renewable source for the production of zeolite NaY and its characterization.Arabian Journal of Chemistry.8:1.58-53. Date Retrieved on 13 Retrieved from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535212003048.

Moraditochaee, M. (2012). Effects of humic acid foliar spraying and nitrogen fertilizer management on yield of peanut (*Arachis hy pogaeae* L.) in Iran. ARPN (Asian Research Publishing Network). J. of Agric. and Boil. Sci., Vol. (7) :1990- 6145.

Moslemi, M., H. Hosseini, M. Erfan, A.M .Mortazavian, R.M.N Frad, T.R. , Neyestani ,and R. Komeyli. (2014). Characterization of spray-dried micro-

particles containing iron coated by pectin/resistant starch. Int. J. Food Sci. Tech. 49:1736-1742.

Mumpton, F. A., and Fishman, P. H, .(1977). "The Applicationof Natural Zeolites in Animal Science and Aquiculture," J. Anim. Sci., 45. 1188-1203,

Naceur, A. B., Cheikh-M'hamed, H., Da Silva, J. A. T., Abdelly, C.,and Naceur, M. B. (2017). The response of two naked barley varieties (*Hordeum vulgare* L.) to four phosphorus fertilizer levels. Journal of Agricultural and Crop Research, 5(2), 17-24.

Naderi, M. R. and A. Abedi.(2012). Application of nnanotechnology in agriculture and refinement of environmental pollutants. Journal Nanotechnol., 11(1) P:18-26.

Naderi, M. R., and A. D. Shahraki. (2013). Nanofertilizers and their roles in sustainable agriculture. Int. J. Agri .Crop Sci., 5 (19), 2229-2232.22-19:(1)

Nesterenko, V. P. (2007). Use of ion-exchange composites based on natural zeolites for cleaning of water solutions with purpose to create environmentally safe technologies. In: Proceedings of the European Congress of Chemical Engineering (ECCE-6), Copenhagen, 16_20 September

Nozari , R., Moghadam, H., Zahedi ,H. (2013). Effect of cattle manure and zeolite applications on physiological and biochemical changes in soybean (*Glycine max* L. Merr.) grown under water deficit stress. https://www.researchgate.net/publication/281347037 .

Page, A. L., Miller, R. H. and D. R. Keeney .(1982). Methods of soil analysis. Part (2), 2nd. ed. Madison, Wisconson, USA; PP: 1159.

Pholsen, S.; D.E. Higgs; and A. Suksri .(2001). Effect of nitrogen and potassium fertilizers on growth, chemical components and seed yield of forage sorghum

(*Sorghm biolor* L.) Muench growth on toxic paleus tults soil Northeast Thialand. Pakistan. J. Bio. Sci., 4(1): 27-31.

Polat, E., Karaca ,M., Demir, H., Naci Onus, A. (2004). Use of natural zeolite (Clinoptilolite) in agriculture. Fruit and Ornamental Plant Research 12, 183-189.

Ramesh, K., and Reddy, D. D. (2011). Zeolites and their potential uses in agriculture. In *Advances in agronomy* (113, pp. 219-241). Academic Press.

Ramesh, K., Biswas, A. K., Patra, A. K. (2015). Zeolitic farming. Indian Journal of Agronomy 60 (2): 185_191.

Rehakova, M., Cuvanova, S., Dzivak, M., Rimarand, J., & Gavalova, Z. (2004). Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type. Current Opinion in Soil State and Materials Science, 8, 397_404.

Salispour, M .(2007). Study of the effect of iron and zinc on yield and quality of irrigated wheat and determining their critical levels in soil of Varamin area,Iran .J.Reser.Develo.6:123-133

Sartbaeva, A., Wells, S. A., Treacy, M. M. J. Thorpe, M. F. (2006). Nature Mater. 5,(12) 962–965.

Silva M.S. Cocenza D.S. Grillo R. Melon .F.S. Tonello P.S . Oliveira L. C. Cassimiro D.L. Rosa A .H . and Fraceto L.F. (2011). J.Hazardous Materias . 190(1-3),366-374.

Supapron J. Pitayakon, L.,Kamalapa, W., Touchamon, P.(2002). Efffect of Zeolite and chemical fertilizer on the change of physical and chemical properties on Lat Ya soil series for sugar Gane WCSS, 14(21):1-7

Tamer, N.H., .(2006). Synthesis and characterization of zeolite Beta. *Middle East Technical University*.

Thomas, H.(1975). The growth response to Weather of Simulator Vegetative Swards of a Single genotype of Lolium perenne, J Agric. Sci.Camb. 84:333-343,

Torma, S., Vilcek, J., Adamisin, P., Huttmanova, E., Hronec, O. (2014). Influence of natural zeolite on nitrogen dynamics in soil. Turkish Journal of Agriculture and Forestry,(38): 739-744.

Truc, M., Yoshida, M .(2011). Effect of Zeolite on the Decomposition Resistance of Organic Matter in Tropical Soils under Global Warming. International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering 5(11).664 668.

Vera, S. K.(1998). Effects of Zeolite and pHospHogypsum on growth Photosynthesis and uptake of Sr, Cd by barley and com seedlings Department of Soil Science, Timiriazev. Agricultural Academy,

Vilcek, J., Torma, S., Adamisin, P., Hronec, O. (2013). Nitrogen Sorption and Its Release in the Soil After Zeolite Application. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19 (2), 228-234.

Wiedenfeld, B. (2003). Zeolite as a soil amendment for vegetable production in the Lower Rio Grande Valley. Subtropical Plant Science, 55,7_10.

Wul and Liu ,M.(2008). Preparation and properties of chitosan-coated NPK compound fertilizer with controlled-release and water-retention. Carbohydrate Polymers 72: 240-247.

Yamada, M.; M. Uehira; L.S. Hun; K. Asahara; T. Endo; A.E. Eneji; S. Yamamoto; T. Honna; T. Yamamoto; and H. Fujiyama .(2002). Ameliorative effect of K-type and Khuder et al., Syrian Journal of Agricultural Research 4(2): 74-89. Ca-type artificial zeolite on the growth of beets in saline and sodic soils. Soil Science and Plant Nutrition.45: 651-658.

Zheng, J., Chen, T., Xia, G., Chen, W., Liu, G., and Chi, D. (2018). Effects of zeolite application on grain yield, water use and nitrogen uptake of rice under alternate wetting and drying irrigation. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 11(1), 157-164.

ملحق (1) تحليل التباين ممثلا بمتوسطات مربعات (M.S) لصفات تركيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في التربة عند مرحلتي التزهير وبعد الحصاد.

مصادر الاختلاف S.O.V	درجات الحرية df	NPKفي التربة عند التزهير			NPKفي التربة بعد الحصاد		
		تركيز النتروجين	تركيز الفسفور	تركيز البوتاسيوم	تركيز النتروجين	تركيز الفسفور	تركيز البوتاسيوم
المكرر	2	50.7963	1.50722	58.685	89.056	0.6669	105.500
الزيولايت	2	1319.2407*	374.95722*	3619.241**	1606.222*	652.5735**	1540.500*
الخطأ الأول	4	2.6852	0.06194	1.352	1.778	0.1180	3.833
NPK النانوي والمعدني	5	196.1519*	36.47411*	1035.041**	199.500*	72.0630**	116.833*
الزيولايت * NPKالنانوي والمعدني	10	7.1074*	0.90967*	426.774**	12.889*	9.0197**	4.900*
الخطأ الثاني	30	0.9444	0.06881	1.530	1.093	0.2065	2.144

*معنوي تحت مستوى أحتمالية 0.05

**معنوي تحت مستوى أحتمالية 0.001

ملحق (2) تحليل التباين ممثلا بمتوسطات مربعات (M.S) لصفات محتوى النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في النبات والحبوب.

مصادر الاختلاف S.O.V	درجات الحرية df	NPKفي النبات عند التزهير			NPKفي البذور بعد الحصاد		
		تركيز النتروجين	تركيز الفسفور	تركيز البوتاسيوم	تركيز النتروجين	تركيز الفسفور	تركيز البوتاسيوم
المكرر	2	0.0058389	0.01635000	0.022335	0.023680	0.00663407	0.000057
الزيولايت	2	0.9588222**	0.15807222*	0.381363**	0.170424*	0.01751296*	0.070007*
الخطأ الأول	4	0.0008528	0.00012222	0.001574	0.003235	0.00007685	0.001471
NPK النانوي والمعدني	5	0.4610711**	0.01948444*	0.064993**	0.099314*	0.00242074*	0.042477**
الزيولايت * النانوي NPK والمعدني	10	0.2254467**	0.00130333*	0.011185**	0.161906*	0.00006852	0.030670**
الخطأ الثاني	30	0.0005726	0.00006037	0.001488	0.004534	0.00007481	0.001451

*معنوي تحت مستوى أحتمالية 0.05

**معنوي تحت مستوى أحتمالية 0.001

ملحق (3) تحليل التباين ممثلا بمتوسطات مربعات (M.S) لصفات النمو والحاصل ومكوناته.

مصادر الاختلاف S.O.V	درجات الحرية df	ارتفاع النبات	مساحة ورقة العلم	طول السنبلة	عدد الحبوب في السنبلة	وزن 1000 حبة	الحاصل الحيوي	حاصل الحبوب	CEC التربة
المكرر	2	45.42	324.1	0.886	159.19	3016.2	1.2879	0.3181	0.18722
الزيولايت	2	249.57	974.8*	8.072*	730.83*	2498.9	251.5712*	66.2193*	15.68167**
الخطأ الأول	4	62.16	9.5	0.613	99.17	2068.8	2.5780	0.7513	0.01556
النانوي NPK والمعدني	5	45.05	157.3	1.835	83.01	213.1	26.1093*	8.8440*	1.69056**
الزيولايت* النانوي NPK والمعدني	10	0.59	8.0	0.098	10.75	8.9	1.4398	0.2519	0.51389**
الخطأ الثاني	30	48.55	171.5	1.541	56.83	655.0	0.6679	0.3797	0.01456

*معنوي تحت مستوى أحتمالية 0.05

**معنوي تحت مستوى أحتمالية 0.001

The results showed that the use of NPK nano and mineral fertilizer had a significant effect on the chemical properties, as it achieved the level (ground fertilizer recommendation only) the highest mean in the concentration of N and P available in the soil at flowering. As it reached 47.22 mg N kg^{-1} soil and 19.17 mg P kg^{-1} soil, respectively, and it reached 0.42% and 2.82%, respectively, P and K in the plant, and it reached 2.31%, 0.66% and 1.66%, respectively, N, P and K in grains, and the concentration of N, P and K available in the soil after harvest reached 43.89 mg N kg^{-1} soil and 17.88 mg P kg^{-1} soil and 107.67 mg K kg^{-1} soil, respectively, and in the soil cation exchange capacity of 11.89 meq 100 g^{-1} soil. The superiority of the level (nano fertilizer recommendation only 1600 g Ha^{-1}) in the characteristic of the available potassium concentration in the soil at the flowering, as it was recorded the highest average reached 134.22 mg K kg^{-1} soil, and in the nitrogen character in plants it reached 2.44%.

The level (ground fertilizer recommendation only) achieved a significant superiority in the biological yield characteristic, as it reached 23.37 tons H^{-1}, and the grain yield reached 10.45 tons Ha-^{1}, as for the characteristics of flag leaf area, plant height, number of grains per spike, and spike length, the effect of NPK nano-fertilizer and mineral fertilizer was insignificant.

The combination (1 kg m^{-2} + ground fertilizer recommendation only) achieved a significant superiority in the characteristic of the nitrogen concentration in the soil at the flowering 59.00 mg kg^{-1} soil and the concentration of phosphorus in the soil at the flowering 23.97 mg kg^{-1} soil. The phosphorus in the plant was 0.49%, the nitrogen in the soil after harvest was 57.00 mg kg^{-1} soil, and the phosphorus in the soil after harvest was 27.67 mg kg^{-1} soil. Whereas the potassium in the soil after harvesting was 118.00 mg kg^{-1} soil, nitrogen in grains was 2.44%, and potassium in grains reached 1.68%. The two combinations (1 kg M^{-2} + (75% of the recommended fertilizer NPK + 800 gm H^{-1} nano-NPK) and (1 kg M^{-2} + recommended ground fertilizer only) recorded the highest averages in the characteristic of potassium concentration in plants, reaching 3.00 and 3.00%, respectively. While for the characteristic of cation exchange capacity, the combination (1 kg M^{-2} + (75% of the fertilizer recommendation NPK + 800 g H^{-1} nano-NPK) recorded the highest average of 13.17 meq 100 g^{-1} soil. Whereas the characteristic of potassium concentration in the soil at the flowering, the combination (1 kg m^{-2} + nano-fertilizer recommendation only 1600 g m^{-1}) recorded the highest average of 175.00 mg kg^{-1} soil, and in the plant nitrogen character it reached 3.00%.

Abstract

This study was conducted during the winter agricultural season (2020-2021) in a loam soil at the Agricultural Research and Experiment Station of the College of Agriculture - Al-Muthanna University in Al-Bandar field, with the aim of studying the effect of adding nano- and mineral fertilizer NPK and levels of zeolite on some soil fertility characteristics, growth, and yield of wheat (*Triticum aestivum* L). The study aimed to investigate the effect of three levels of zeolite (0, 0.5 and 1) kg m^{-2} as a size and six levels of NPK for ground and nano application spraying on leaves in two stages at branching and flowering, which is (0, 25% of the fertilizer recommendation NPK +800 Ha^{-1} nano NPK, 50% of the fertilizer recommendation NPK + 800g Ha^{-1} nano NPK, 75% of the fertilizer recommendation NPK +800g Ha^{-1} nano NPK, ground fertilizer recommendation only, and nano fertilizer recommendation only 1600g Ha^{-1}) in some soil chemical characteristics, growth, and productivity of wheat. The experiment was carried out in a split-plane design using randomized complete blocks (R.C.B.D). The results of the experiment showed the following:

The addition of zeolite improved some of the chemical properties of the soil, as the level 1 kg m^{-2} achieved a significant superiority in raising the concentrations of NPK elements in plants and grains, and the available NPK in the soil at the flowering and harvesting stages. As it recorded the highest averages of 49.94, 21.38, 131.17 mg kg^{-1} soil, respectively, of the elements N, P, and K available in the soil at flowering, and after the harvest stage, as the level 1 kg m^{-2} recorded the highest averages of 46.61, 19.64, 112.28 mg kg^{-1} soil, respectively for the elements N, P, and K, available in the soil and in the exchange capacity. The soil cations reached 12.40 meq 100 g^{-1} soil, and in plants it was 2.36, 0.44, and 2.87%, respectively, for the elements N, P, and K, and in grains, it was 2.36, 0.67, and 1.66%, respectively, for the elements N, P, and K.

The addition of zeolite improved the characteristics of vegetative growth, yield and its components of the wheat crop, as the level 1 kg m^{-2} achieved a significant superiority. As it recorded the highest averages in the characteristic of flag leaf area 75.80 cm^2, the length of the spike 15.78 cm, the number of grains in the spike 98.80 grains of $spike^{-1}$, grain yield 10.91 tons H^{-1}, biological yield 24.75 Mg Ha^{-1}, and in terms of plant height, the effect of zeolite was not significant.

Republic of Iraq

Ministry of Higher Education and Scientific Research

Al-Muthanna University/College of Agriculture

Department of Plant Production

The effect of adding nano and mineral NPK fertilizer and zeolite levels on some soil fertility traits and wheat growth and yield (*Triticum aestivum* L.)

A Thesis Submitted

to the Council of College of Agriculture

University of Al-Muthanna In Partial Fulfillment

of Requirements for the Degree of Master of science

In Agriculture Plant Production

By

Ayda Swadi Ftnaan

Supervised by

Prof. Dr. Turki Muftin Sa'ad

2022.A.D **1444.A.H**